

519.536

๗๕๓๖

๗.๖

การศึกษาวิธีการปรับแก้คะแนนการตกนอยทางสถิติสามวิธี

ปริญญานิเทศ

ของ

กานดา ทองวัฒนะ

29 ก.ย. 2532

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษา นิเทศ

มกราคม 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

168659

A STUDY OF THREE CORRECTION METHODS ON REGRESSION EFFECTS

BY

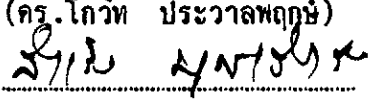
KANDA TONGVATTANA

A dissertation submitted in partial fulfillment
of The requirements for the Doctor of Education degree
at Srinakharinwirot University

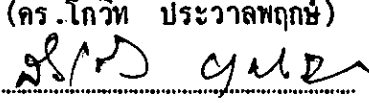
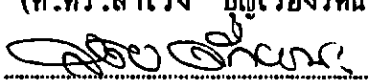
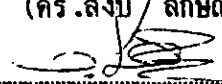
January 1989

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปดพิศของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒได้

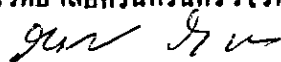
คณะกรรมการที่ปรึกษา

 ประธาน
(คร.โกวิท ประวาลพดกษ)
 กรรมการ
(ศ.คร.สำเรึง บณเรืองรักน)
 กรรมการ
(คร.สงบ ลักษณะ)

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
(คร.โกวิท ประวาลพดกษ)
 กรรมการ
(ศ.คร.สำเรึง บณเรืองรักน)
 กรรมการ
(คร.สงบ ลักษณะ)
 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(คร.วัลลภ กันทรพัย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปดพิศของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.คร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 14 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตาจาก อาจารย์ ดร.โกวิท ประวาลพุกษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัยด้วยวิญญานของความเป็นครูอย่างแท้จริง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

กราบขอบพระคุณ ศ.ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์ ที่ได้กรุณาดูแลและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยตลอดมา

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สงวน ลักษณะ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นและแจ้งคิดต่าง ๆ อันทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในฐานะผู้อำนวยการศูนย์สารสนเทศ กระทรวงศึกษาธิการ ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลอันเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่งสำหรับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วัลลภ กันทรพยัคฆ์ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบภายนอก

ขอขอบคุณ คุณสมรวย อภิชาติบุตรพงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการของศูนย์สารสนเทศ ที่อำนวยความสะดวกและให้บริการ

กานดา ทองวัฒนะ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	10
	แนวคิดและทฤษฎีซึ่งเป็นที่มาของการสอนซ่อมเสริม	10
	ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้	11
	ยุทธวิธีสำหรับการเรียนรู้เพื่อรอบรู้	19
	ความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวิจัย	22
	แนวทางการควบคุมมิให้ตัวแปรแทรกซ้อนส่งผลต่อผลของการวิจัย	24
	ความคลาดเคลื่อนในการวัด	26
	คุณลักษณะของคะแนนจริงและคะแนนความคลาดเคลื่อน	27
	ความหมายของความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ	28
	การหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนจริง	29
	ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของ <u>คะแนนความคลาดเคลื่อน</u>	29
	ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดและความคลาดเคลื่อนใน การวัด	30
	การถดถอยทางสถิติ	31
	แนวทางการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มสุ่มโต่ง ..	35
	การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล	39

3	วิธีดำเนินการวิจัย	41
	การวางแผนการทดลอง	41
	ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	43
	รายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยแต่ละขั้นตอน	48
	การคำนวณค่าสถิติ t ของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1	55
	การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ ...	56
	การสรุปผลวิธีการปรับแก้การถดถอยทางสถิติทั้ง 3 วิธี	60
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
5	สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	167
	ผลการวิจัย	168
	อภิปรายผลการวิจัย	171
	ข้อเสนอแนะ	173
	บรรณานุกรม	174
	ภาคผนวก	179
	ภาคผนวก ก	180
	ภาคผนวก ข	183
	ภาคผนวก ค	187

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	สถานการณ์ที่จะคัดเลือกมาศึกษาจากสถานการณ์ทั้งหมดที่กำหนด	43
2	ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย แบบโค้งปกติขนาด 20% และเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7	64
3	ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย แบบโค้งปกติขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ..	71
4	ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยประชากรมีลักษณะการกระจายแบบปกติ	77
5	ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย แบบโค้งปกติ 20%	84
6	ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ คะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่ม ตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ กระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความเบ้ของโค้งประชากร -.75 ...	91

- 7 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะ
การกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความโค้งของประชากร 2.5 ... 98
- 8 ค่าอำนาจของการทดสอบของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มี
ลักษณะการกระจายของเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้งประชากร -.75 ความ
โค้งของโค้งประชากร .25 105
- 9 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อส่วนสุคโค้งของทางโค้งเกิดจากโค้งของคะแนน
จริง และกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20%
และเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 113
- 10 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีการหักค่าเคลด้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
ขนาด 20% และเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 121
- 11 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีการหักค่าเคลด้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่น
ของเครื่องมือวัด .8 โดยประชากรมีลักษณะการกระจายแบบปกติ 128

- 12 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ ขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 135
- 13 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ ขนาด 20% 140
- 14 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความเบ้ของโค้งประชากร -.75 147
- 15 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความโค้งของโค้งประชากร 2.5 154
- 16 อำนาจของการทดสอบของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้งประชากร -.75 ความโค้งของโค้งประชากร 2.5 161

17	ค่าสัมประสิทธิ์ b, c และ d ตามวิธีการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบ เบ้ของ ฟลิตซ์แมน	183
18	ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโค้ง เมื่อกระจายมีลักษณะเบ้ และการวัดไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด และ กำหนดค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .6	186
19	ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโค้ง เมื่อการกระจายมีลักษณะเป็นโค้งปกติ และมีความคลาดเคลื่อนในการวัด ..	187
20	ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโค้ง เมื่อการกระจายของโค้งมีลักษณะเบ้ และมีความคลาดเคลื่อนในการ วัด เมื่อกำหนดค่าสหสัมพันธ์ .6 และความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ...	188

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ในทฤษฎีการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน	13
2 การสอนซ่อมเสริมในระบบการเรียนการสอน	21
3 ทักษะของการวิจัยโดยสรุป	47
4 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ	59
5 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน จากการสอบ 2 ครั้ง .4	65
6 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 5	65
7 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน จากการสอบ 2 ครั้ง .6	65
8 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 7	65
9 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มี ลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจาก การสอบ 2 ครั้ง .8	66
10 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับสถานการณ์ในภาพประกอบ 9	66

- 11 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .4 66
- 12 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 11 66
- 13 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 67
- 14 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 13 67
- 15 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .8 67
- 16 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 15 67

- 17 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .4 68
- 18 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 17 68
- 19 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 68
- 20 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 19 68
- 21 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .8 69
- 22 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 21 69

- 23 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 72
- 24 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 23 72
- 25 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 72
- 26 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 25 72
- 27 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 73
- 28 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 27 73

- 29 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .9 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 73
- 30 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 29 73
- 31 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 74
- 32 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพ
ประกอบ 31 74
- 33 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 74
- 34 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย
มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 33 74

- 35 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .9 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 75
- 36 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 35 75
- 37 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 10% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 78
- 38 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 37 78
- 39 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 78
- 40 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 39 78

- 41 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 30% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 79
- 42 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 41 79
- 43 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
10% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 79
- 44 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 43 79
- 45 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 80
- 46 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 45 80

- 47 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
30% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 80
- 48 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 47 80
- 49 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 10% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 81
- 50 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย
เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 49 81
- 51 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 81
- 52 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย
เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 51 81

- 53 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ กระจายแบบโค้งปกติขนาด 30% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 82
- 54 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 53 82
- 55 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 85
- 56 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 55 85
- 57 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 85
- 58 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 57 85

- 59 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% และสหสัมพันธ์ของคะแนนจาก
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 86
- 60 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 59 86
- 61 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 86
- 62 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 61 86
- 63 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 87
- 64 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 63 87

- 65 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ
20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 87
- 66 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 65 87
- 67 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 10 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 88
- 68 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย
มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 67 88
- 69 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด
กลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 88
- 70 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย
มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 69 88

- 71 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาด กลุ่มตัวอย่าง 20 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 89
- 72 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดย มีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 71 89
- 73 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มี ลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้ง ของโค้ง 1.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 92
- 74 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 73 92
- 75 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มี ลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้ง ของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 92
- 76 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ ภาพประกอบ 75 92

- 77 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความ
โค้งของโค้ง 3.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 93
- 78 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 77 93
- 79 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 1.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง .6 93
- 80 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 79 93
- 81 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง .6 94
- 82 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 81 94

- 83 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 3.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง $.6$ 94
- 84 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 83 94
- 85 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 1.5 เครื่อง
มือวัดมีความเชื่อมั่น $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง $.6$ 94
- 86 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 85 95
- 87 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่อง
มือวัดมีความเชื่อมั่น $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง $.6$ 95
- 88 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของ
วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 87 95

- 89 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 3.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง $.6$ 96
- 90 ลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ 2 ครั้ง ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 89 96
- 91 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.25$ ความโค้งของโค้ง 2.5 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้ง $.6$... 99
- 92 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 91 99
- 93 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$.. 99
- 94 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 93 99

- 95 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้ง
ของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 100
- 96 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 95 100
- 97 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่ม
มาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20%
ความเบ้ของโค้ง -.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
วัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 100
- 98 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 97 100
- 99 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่ม
มาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20%
ความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
วัด .8 และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 101
- 100 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
โดยมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 99 101

- 101 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโด่งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 101
- 102 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 101 101
- 103 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.25$ ความโด่งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 102
- 104 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 103 102
- 105 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโด่งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 102

- 106 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 105 102
- 107 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง .6 103
- 108 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 107 103
- 109 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04σ 106
- 110 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพ
ประกอบ 109 106
- 111 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .08σ 106

- 112 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพ
ประกอบ 111 106
- 113 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .12σ 107
- 114 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพ
ประกอบ 113 107
- 115 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด
20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของ
เครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04σ 107
- 116 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 115 107

- 117 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .08σ 108
- 118 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 117 108
- 119 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .12σ 108
- 120 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 119 108
- 121 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04σ 109

- 122 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 121 109
- 123 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ และคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น $.08\sigma$ 109
- 124 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 123 109
- 125 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ และคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น $.12\sigma$ 110
- 126 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 125 110

- 127 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .4 114
- 128 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 127 114
- 129 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 114
- 130 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 129 114
- 131 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .8 115
- 132 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 131 115

- 133 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .4 115
- 134 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 133 115
- 135 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 116
- 136 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 135 116
- 137 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8 116
- 138 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 137 116

- 139 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีปรับแก้คะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบปกติขนาด 20% โดยคิดจากโค้งของคะแนนจริง เครื่องมือวัด
มีความเชื่อมั่น .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .4 117
- 140 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 139 117
- 141 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีปรับแก้คะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบปกติขนาด 20% โดยคิดจากโค้งของคะแนนจริง เครื่องมือวัด
มีความเชื่อมั่น .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 117
- 142 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 141 117
- 143 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีปรับแก้คะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่ม
ตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบปกติขนาด 20% โดยคิดจากโค้งของคะแนนจริง เครื่องมือวัด
มีความเชื่อมั่น .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8 118
- 144 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อ
สถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 143 118

- 145 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .4 122
- 146 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 145 122
- 147 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 122
- 148 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 147 122
- 149 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .8 123
- 150 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 149 123

- 151 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ อนาคตกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .4 123
- 152 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 151 123
- 153 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ อนาคตกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 124
- 154 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 153 124
- 155 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ อนาคตกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8 124
- 156 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 155 124

- 157 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .4 125
- 158 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 157 125
- 159 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 125
- 160 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 159 125
- 161 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8 126
- 162 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 161 126

- 163 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 10% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 129
- 164 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 163 129
- 165 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 129
- 166 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 165 129
- 167 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 30% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 130
- 168 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 167 130

- 169 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 10% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 130
- 170 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 169 130
- 171 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 131
- 172 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 171 131
- 173 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 30% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 131
- 174 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของ วิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 173 131

- 175 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 10% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 132
- 176 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 175 132
- 177 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 132
- 178 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 179 132
- 179 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 30% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 133
- 180 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 179 133

- 181 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์การ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 136
- 182 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพ
ประกอบ 181 136
- 183 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 10% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 136
- 184 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 183 136
- 185 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 137
- 186 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 185 137

- 187 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .9 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 137
- 188 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 187 137
- 189 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 138
- 190 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 189 138
- 191 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 138
- 192 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 191 138

- 199 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
จากการสอบ 2 ครั้ง .6 142
- 200 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 199 142
- 201 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
10 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 142
- 202 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 201 142
- 203 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ
โค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 143
- 204 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 203 143

- 205 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของ ~~วิธี~~วิธีการที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
20 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ
โค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 143
- 206 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 205 143
- 207 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
10 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 143
- 208 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 207 143
- 209 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของ
คะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 144
- 210 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 209 144

- 211 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีค่าค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 145
- 212 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 211 145
- 213 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $- .75$ ความโค้งของโค้ง 1.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 148
- 214 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 213 148
- 215 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $- .75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 148

- 216 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 215 148
- 217 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความ
โค้งของโค้ง 3.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2
ครั้ง $.6$ 149
- 218 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 217 149
- 219 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ เบ้ขวา
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 1.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 149
- 220 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 219 149
- 221 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ เบ้ขวา
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 150

- 222 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 221 150
- 223 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ เบ้ขวา
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 3.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 150
- 224 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 223 150
- 225 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีหักค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 1.5
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 151
- 226 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 225 151

- 227 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 151
- 228 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 227 151
- 229 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 3.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 152
- 230 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 227 152
- 231 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.25$ ความโค้งของโค้ง 2.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 155

- 232 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 231 155
- 233 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -0.75 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2
ครั้ง .6 155
- 234 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 233 155
- 235 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 3.5 และขนาดสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2
ครั้ง .6 156
- 236 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 235 156
- 237 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง -0.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 156

- 238 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 237 156
- 239 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ เบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 157
- 240 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 239 157
- 241 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
แก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบ เบ้ขนาด
20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 157
- 242 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 241 157
- 243 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย
วิธีหักค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.25$ ความโค้งของโค้ง 2.5
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$ 158

ภาพประกอบ	หน้า
244 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต่ำ เมื่อสถานการณ์ ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 243	158
245 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย วิธีหักค่าเคลต่ำ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย แบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง $-.75$ ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$	158
246 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต่ำ เมื่อสถานการณ์ ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 245	158
247 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วย วิธีหักค่าเคลต่ำ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย แบบปกติขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด $.8$ และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้ง $.6$	159
248 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต่ำ เมื่อสถานการณ์ ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 247	159

- 249 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ หนาคกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04๐ 162
- 250 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 249 162
- 251 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ หนาคกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .0๘๐ 162
- 252 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 251 162
- 253 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
สอบคือ หนาคกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความ
โค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6
และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .12๐ 163
- 254 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกณฑ์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 253 163

- 255 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04๘ 163
- 256 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 255 163
- 257 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .08๘ 164
- 258 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 257 164
- 259 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% โดยความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .12๘ 164

- 260 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน
เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 259 164
- 261 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วย
วิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .04๘ 165
- 262 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 261 165
- 263 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วย
วิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .08๘ 165
- 264 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 263 165

- 265 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของกรปรับแก้คะแนนการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโด่งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .12๘ 166
- 266 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 265 166

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการวิจัยทางการศึกษา บางครั้งจำเป็นต้องศึกษาตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นกลุ่มสุดโต่ง (extreme group) เช่น ศึกษาเฉพาะกลุ่มที่เรียนอ่อน หรือกลุ่มที่เรียนเก่งเพียงกลุ่มเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเฉพาะกลุ่มที่เรียนอ่อน ทั้งนี้เพราะข้อกำหนดของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 ได้กำหนดว่า "โรงเรียนต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนเพื่อแก้ไขความบกพร่องต่าง ๆ และเพื่อช่วยให้มีพื้นฐานอันมั่นคงในการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2525 : 12) เช่นเดียวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 กำหนดไว้ในข้อ 1 เรื่องของเวลาว่า "... จัดให้เรียนตามหลักสูตรอย่างน้อยสัปดาห์ละ 32 คาบ ส่วนอีก 3 คาบ ให้ใช้ในการแนะแนวกิจกรรม สอนซ่อมเสริม" ซึ่งหลักการของการเรียนการสอนในปัจจุบันยึดแนวความคิดว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เท่ากันถ้าให้เวลาเรียนแตกต่างกัน หรือจัดวิธีการเรียนการสอนให้เหมาะสม ดังนั้นหลังจากได้มีการเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วผู้เรียนทุกคนจะต้องสามารถเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ของการประเมินในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจุดประสงค์ใด ก็จะต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริม โดยครูผู้สอนพยายามหาวิธีสอนซ่อมเสริมเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เมื่อหาวิธีสอนที่คาดว่าจะได้ผลแล้วจึงทำการสอนเพื่อจะได้ทราบว่าวิธีการสอนซ่อมเสริม (treatments) ที่ใช้นั้นให้ผล หรือทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจนบรรลุเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ในการที่จะได้ข้อสรุปที่ถูกต้องว่าการสอนซ่อมเสริมทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจนผ่านเกณฑ์การประเมินได้อย่างแน่นอนนั้น ควรที่จะใช้แบบแผนการทดลองที่เป็นแบบการทดลองที่แท้จริง (true experiment) ซึ่งถือว่าเป็นแบบแผนที่ดีที่สุด (Slavin. 1984 : 21) แต่จะเห็นว่าไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่จะนำมาใช้ เพราะสภาพการเรียนการสอนจริงเราไม่สามารถจะทำการสุ่ม (random assignment) ได้แก่นักเรียนให้เข้าสู่กลุ่มทดลองได้ ทั้ง ๆ ที่การสุ่มนั้นสามารถรับประกันได้ว่า เป็นวิธีการที่ทำให้กลุ่มทดลองต่าง ๆ นั้นเป็นกลุ่มที่เท่าเทียมกันทางสถิติก่อนการทดลอง เพื่อหวังผลว่าถ้าภายหลังจากการทดลอง

สิ้นสุดแล้ว เกิดความแตกต่างขึ้นกับผู้ถูกทดลองในแต่ละกลุ่ม ก็จะสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ผลความแตกต่างนี้มาจากสิ่งทดลองหรือวิธีสอนที่แตกต่างกันนั่นเอง สาเหตุที่เป็นการยากที่จะทำการลุ่มนักเรียนเข้าสู่กลุ่มทดลองต่าง ๆ ก็เพราะ จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคือ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งทางวิชาการและทางสังคม มิได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดการทดลองสำหรับครู (Slavin. 1984 : 33) และเหตุผลที่สำคัญที่นอกเหนือจากนี้ก็คือ กลุ่มนักเรียนอ่อนที่จะต้องได้รับการสอนซ่อมเสริมมีจำนวนน้อย จึงเป็นการยากที่จะจัดให้มีแบบแผนการทดลองที่แท้จริง เพราะจะต้องมีทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เท่าเทียมกันด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การประเมินผลการสอนซ่อมเสริมที่ปฏิบัติกันในโรงเรียนจะต้องใช้ผลการประเมินจากการสอนโดยใช้กลุ่มเดียว ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ โดยการประเมินนั้นครูผู้สอนมักจะประเมินจากการนำเอาผลการสอบหลังมีการสอนซ่อมเสริมมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ถ้านักเรียนผู้ใดมีคะแนนถึงเกณฑ์ก็ตัดสินใจว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น ถ้านักเรียนผู้ใดมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ก็ตัดสินใจว่ายังไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น แต่การสอบวัดกับนักเรียนกลุ่มนี้จึงเป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน ผลของการวัดมักจะมีปัญหาของการถดถอยทางสถิติ (regression effects) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ซึ่งทำให้คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการวัดภายหลังมีการสอนซ่อมเสริมก็ผิดพลาดไป จากความเป็นจริง เพราะได้รวมเอาค่าการถดถอยทางสถิติไว้ด้วย จึงทำให้การตัดสินใจว่าผู้เรียนผ่านหรือไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ผิดไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพการเรียนการสอนเพราะ จากแนวคิดที่ว่าผู้ที่จะสามารถเรียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สูงขึ้นไปนั้น ควรจะมีความรู้หรือบรรลุจุดประสงค์ที่เป็นพื้นฐานหรือจุดประสงค์เบื้องต้นเสียก่อน แต่ถ้าผู้เรียนได้รับการประเมินผิดพลาดว่าเป็นผู้ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้เบื้องต้น ทั้ง ๆ ที่ตามความเป็นจริงแล้วเขาไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ นั้น ก็จะทำให้เขามีอุปสรรคในการที่จะเรียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ยากขึ้นไป

การถดถอยทางสถิติเป็นปรากฏการณ์ที่มักจะเกิดในการวัดกับกลุ่มที่มีลักษณะสุดโต่ง กล่าวคือ เมื่อมีการวัด 2 ครั้งด้วยเครื่องมือวัดเดียวกัน หรือคู่ขนานกันกับคนกลุ่มเดิมแล้ว ผลการสอบจะมีลักษณะคือ คะแนนของผู้สอบแต่ละคนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยในการสอบครั้งแรกจะขยับเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยมากขึ้นในการสอบครั้งที่สองถึงแม้จะมีไม่ได้ให้สิ่งทดลองเลยก็ตาม ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิตินี้เกิดมาจากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด (Vockell. 1983 : 135)

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าไม่มีเครื่องมือวัดทางจิตวิทยาชุดใดที่ความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 1.00 ถึงแม้ว่าผู้สร้างจะให้ระมัดระวังในการสร้างแล้วก็ตาม เครื่องมือวัดก็必将มีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ (Gulliksen, 1950 : 4) กล่าวคือ เมื่อเทียบกับการวัดทางกายภาพแล้ว ความคลาดเคลื่อนในการวัดทางจิตวิทยามีมากกว่า ทั้งนี้เพราะเราสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนในการวัดทางกายภาพได้ แต่เราไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนในการวัดทางจิตวิทยาได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนในการวัดก็จะส่งผลให้ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดไม่เท่ากับ 1.00 และความคลาดเคลื่อนในการวัดก็คือคุณสมบัติในเรื่องสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างการวัดหลายครั้ง (Cambell and Stanley, 1963 : 11) ถ้าสหสัมพันธ์ค่าการถดถอยทางสถิติก็จะสูง

จากปัญหาในการวัดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ส่งผลให้เกิดการถดถอยทางสถิติกับการวัดในกลุ่มสุ่มใดหนึ่งเนื่องมาจาก ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดไม่เท่ากับ 1.00 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบ 2 ครั้งไม่เท่ากับ 1.00 ดังนั้นเพื่อให้ผลการวัดในกลุ่มสุ่มใดหนึ่งมีความแม่นยำยิ่งขึ้น ควรจะใช้ขั้วปัญหาคะแนนการถดถอยทางสถิติที่เข้ามารวมอยู่ในผลการวัดให้ออกไปคะแนนที่เหลือจึงน่าจะเป็นผลคะแนนที่แทนความรู้ของผู้สอบได้ใกล้เคียงกว่า การถดถอยทางสถิติจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีการวัด 2 ครั้ง กับคนกลุ่มเดิมและด้วยเครื่องมือชุดเดิม หรือเครื่องมือที่คู่ขนานกัน ดังนั้นจึงอาศัยแนวความคิดอธิบายองค์ประกอบของคะแนนที่ได้จากการวัดครั้งนี้

เมื่อทำการสอบวัด 2 ครั้ง กับคนกลุ่มเดิมด้วยเครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากับ 1.00 แล้ว ผลการวัดย่อมไม่คงที่ กล่าวคือ คะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคนในการสอบครั้งที่ 1 จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการสอบครั้งที่ 2 ให้คะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปนี้เป็นคะแนนความแตกต่าง (different score) จากการสอบ 2 ครั้ง คะแนนความแตกต่างนี้จะประกอบด้วย คะแนนความแตกต่างที่แท้จริง และคะแนนความแตกต่างที่เกิดจากความคลาดเคลื่อน ซึ่งคะแนนความคลาดเคลื่อนนี้อาจมาจากแหล่งต่าง ๆ หลายแหล่ง (Sax, 1976 : 125 - 127, Moul, 1970 : 331 - 333, Van Dalen, 1973 : 267) คือ ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด คะแนนการถดถอยทางสถิติ การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง วุฒิมาระ การวัดก่อนและหลัง การทดลอง การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้ ซึ่งแหล่งของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยควรจะได้ทำการวางแผนควบคุมมิให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม

แต่โดยสภาพเป็นจริงแล้วในแบบแผนการวิจัยนี้ ไม่สามารถหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนจากการถดถอยทางสถิติได้ ทั้งนี้เพราะ ความจำเป็นของแบบการวิจัยนี้ ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสุดโต่ง เนื่องจากต้องการศึกษากลุ่มนักเรียนอ่อน จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องมี การถดถอยทางสถิติเกิดขึ้นในผลของการวัด ส่วนแหล่งของความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ ก็อาจควบคุมได้โดยใช้แบบแผนของการวิจัย หรือความระมัดระวังในการสร้างเครื่องมือวัด การใช้และการบริหารเครื่องมือวัด ฯลฯ เป็นต้น

เมื่อเราทราบว่แบบแผนการทดลองนี้ มีการถดถอยทางสถิติเกิดขึ้นแน่นอนดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงน่าที่จะได้รับแก้ไขแผนที่ได้จากการวัด โดยการแยกเอาคะแนนการถดถอยทางสถิติให้ออกมาเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic error) ซึ่งมีผลให้ความคลาดเคลื่อนที่เหลือ ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างไม่เป็นระบบ (random error) มีค่าน้อยลง แนวคิดในเรื่ององค์ประกอบของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้ง อธิบายในรูปของสมการได้ คือ

ให้ x_{1j} เป็นคะแนนของการสอบครั้งที่ 1 ของคนที่ j

x_{2j} เป็นคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 ของคนที่ j

y_j เป็นคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งของคนที่ j

ดังนั้น y_j หาได้จาก $x_{2j} - x_{1j}$

ส่วนประกอบของคะแนนความแตกต่างของคนที่ j (หรือ y_j) ประกอบด้วยคะแนนย่อย

ดังสมการ

$$y_j = \mu_j + (e_j)_1 \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$y_j = \underbrace{\mu_j}_{\text{True}} + \underbrace{\alpha_j}_{\text{neg}} + \underbrace{(e_j)_2}_{\text{error}} \quad \text{-----} \quad (2)$$

y_j คือ คะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้ง ของคนที่ j ได้จากการนำคะแนนดิบจากการสอบครั้งที่ 2 ของคนที่ j ลบด้วยคะแนนดิบจากการสอบครั้งที่ 1 ของคนที่ j

μ_j คือ คะแนนความแตกต่างของการสอบสองครั้งที่แท้จริง

$(\epsilon_j)_1$ คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของคนที่ j ซึ่งประกอบด้วยคะแนนการดัดออยทางสถิติ + คะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ (ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภูมิภาค การวัดก่อนและหลังการทดลอง การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้)

α_j คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนจากการดัดออยทางสถิติ

$(\epsilon_j)_2$ คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนของคนที่ j ที่หักคะแนนการดัดออยทางสถิติออกแล้ว (ซึ่งประกอบด้วยคะแนนความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภูมิภาค การวัดก่อนและหลังการทดลอง การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้)

สมการที่ 1 เป็นรูปแบบของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งของคนที่ j เป็นรูปแบบของคะแนนที่ได้จากการวัดโดยทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยคะแนนความแตกต่างของการสอบ 2 ครั้งที่แท้จริงของคนที่ j (μ_j) กับคะแนนความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของคนที่ j $(\epsilon_j)_1$ ที่เกิดขึ้นโดยคะแนนความคลาดเคลื่อนทั้งหมดมีส่วนประกอบย่อยคือ การดัดออยทางสถิติ ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภูมิภาค การวัดก่อนและหลังการทดลอง การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้

สมการที่ 2 เป็นรูปแบบของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งของคนที่ j ที่ได้แยกเอาส่วนของคะแนนการดัดออยทางสถิติซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (α_j) ให้ออกมาจากคะแนนความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ผลก็คือทำให้ความคลาดเคลื่อนอย่างไม่เป็นระบบที่เหลือ $(\epsilon_j)_2$ มีขนาดเล็กลง [เมื่อทราบขนาดของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการดัดออยทางสถิติแล้ว จะนำคะแนนนี้ไปลบออกจากคะแนนความแตกต่างของการสอบ 2 ครั้งของคนที่ j ที่วัดได้ ผลคะแนนความแตกต่างที่เหลือ $(Y_j - \alpha_j)$ จะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนความแตกต่างที่แท้จริง (μ_j) มากขึ้น อันจะส่งผลให้การสรุปผลการวิจัยแม่นยำยิ่งขึ้น]

แนวทางต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการปรับแก้เพื่อจะดึงเอาคะแนนการถดถอยทางสถิติออกจากผลของการวัดนั้น เท่าที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากทฤษฎีและเอกสารต่าง ๆ หอสรุปได้ดังนี้

แนวทางที่ 1 คือการหาค่าคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งที่ได้รับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริงของการสอบครั้งที่ 1 และคะแนนจริงของการสอบครั้งที่ 2 จากวิธีการที่ลอร์ด เสนอไว้ (Lord and Novick. 1968 : 152) โดยประมาณค่าคะแนนจริงจากสูตร

$$R(T_a/X_a) = \mu_x + \rho_{xx'} (X_a - \mu_x)$$

ความแปรปรวน *ความแปรปรวน*

เมื่อ $R(T_a/X_a)$ คือ คะแนนจริงที่ประมาณได้จากคะแนนที่วัดได้

μ_x คือ คะแนนเฉลี่ย

$\rho_{xx'}$ คือ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

X_a คือ คะแนนที่วัดได้

$$r^2 = 1 - b_w^2$$

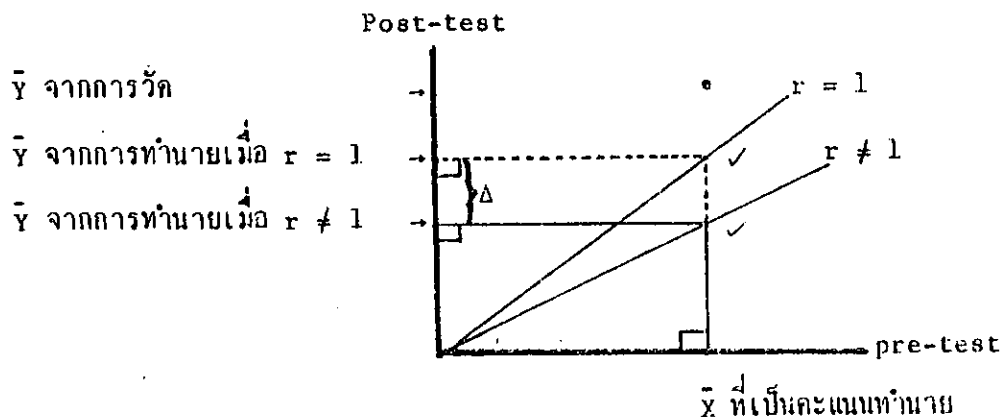
จากนั้น นำคะแนนจริงจากการประมาณค่าในการสอบครั้งที่ 1 ไปลบออกจากคะแนนจริงจากการประมาณค่าในการสอบครั้งที่ 2 ผลต่างนี้จะถูกปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติออกไปด้วย

แนวทางที่ 2 ปรับแก้โดยใช้วิธีการหาค่าคะแนนความแตกต่างถดถอย (regress gain scores หรือ residualized gain scores) ซึ่งวิธีการนี้ ครอนบาค และ เฟลร์บี (Kerlinger. 1981 : 337 - 338 Citing Cronbach and Furby. 1966 : 121 - 127) ได้เสนอแนะไว้ว่า คะแนนความแตกต่างถดถอยสามารถลดปัญหาเนื่องจากความเชื่อมั่นต่ำของคะแนนความแตกต่างที่ได้จากการวัด 2 ครั้งได้ และคะแนนความแตกต่างถดถอยนี้ สามารถได้จาก การทำนายคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 (post-test) จากคะแนนการสอบครั้งแรก (pre-test) โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบครั้งแรกและครั้งที่ 2 แล้วนำคะแนนจากการทำนายนี้ไปลบออกจากคะแนนการสอบครั้งที่ 2 ผลที่ได้เรียกว่าคะแนนความแตกต่างถดถอย ซึ่งคะแนนที่ได้นี้จะ เป็นคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งที่ถูกปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ

แนวทางที่ 3 ปรับแก้โดยหาขนาดของคะแนนการถดถอยทางสถิติ. (เคล็ดลับ = Δ)

แล้วนำไปหักออกจากคะแนนดิบของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้งในกลุ่มสุดโต่ง ซึ่งแนวทางนี้ยังไม่มีผู้ใดเสนอมาก่อน ทั้งนี้จากแนวการปรับแก้ทั้ง 2 แนวที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า แนววิธีที่ 1 นั้น จะคำนึงถึงแหล่งของความแปรปรวนที่ทำให้เกิดความถดถอยทางสถิติ คือ แหล่งอันเนื่องมาจากความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ส่วนแนววิธีการปรับแก้วิธีที่ 2 คำนึงถึงแหล่งของความแปรปรวนที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิติว่ามาจากความสัมพันธ์ (correlation) ของการสอบวัด 2 ครั้งนั้นไม่สมบูรณ์ ดังนั้นแนวคิดที่ 3 นี้ ผู้วิจัยจึงรวมเอา 2 แนวคิดเข้าด้วยกัน และจากการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง แหล่งของความแปรปรวนที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิตินั้น มาจากทั้งความเชื่อมั่นของการวัดไม่เท่ากับ 1.00 และความสัมพันธ์ของการสอบวัดทั้ง 2 ครั้ง ไม่เท่ากับ 1.00

จากแนวคิดว่า เมื่อค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเท่ากับ 1.00 แล้ว คะแนนจากการสอบวัดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จะต้องเป็นคะแนนจริงของผู้เข้าสอบปราศจากคะแนนคลาดเคลื่อน/แต่ในสภาพความเป็นจริงเครื่องมือวัดมีความคลาดเคลื่อน ความเชื่อมั่นจึงไม่เท่ากับ 1.00 ซึ่งก็เป็นสาเหตุที่ทำให้คะแนนการสอบวัดทั้ง 2 ครั้ง มีคะแนนความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย และเมื่อพิจารณาที่คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนายโดยใช้สมการเส้นตรงถดถอยระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่าหนึ่ง (Y จากการทำนายเมื่อ $r \neq 1$ ตามรูป) จะมีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนาย



โดยใช้สมการเส้นตรงถดถอยระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น = 1.00 (ย้ จากการทำนายเมื่อ $r = 1$ ตามรูป ซึ่งค่าที่ลดลงนี้ ก็คือค่าการถดถอยทางสถิตินั่นเอง)

จากแนวความคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะนำเอาวิธีการปรับแก้คะแนนทั้ง 3 วิธีนั้น มาทดลองใช้ ในการปรับแก้คะแนน การถดถอย ทางสถิติที่เกิดขึ้นในกรณีการวัดในกลุ่มสุดู่โ่ง ุ่บ้างว่าแนวการปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ และแนววิธีปรับใ้ผลใ้ที่สุด การค้คิดลึว่าแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ หรือใ้ผลใ้ที่สุดนั้นจะเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์ วิธีเกณฑ์คือวิธีที่ค้คิดว่าผลการสอบวัด ทั้ง 2 ครั้ง ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด (ค่าความเชื่อกั้ของเครื่องมือวัดเท่ากับ 1.00) แต่ความสัมพันธ์ของการสอบวัดทั้ง 2 ครั้งไม่สมบูรณ์ (ค่าสหสัมพันธ์ไม่เท่ากับ 1.00) โดยการ เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (type I error) ของแนววิธีการปรับแก้ต่าง ๆ กับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ เมื่อผลการทดลองไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อน และหลังการทดลอง (กรณีเช่นทรอล) ถ้าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีการปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ น้อยกว่า ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์แล้ว ถือว่าแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ และแนววิธีการปรับแก้ใ้ผลใ้ได้มีความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 น้อยที่สุด วิธีใ้ผลใ้ได้มากที่สุด ส่วน เมื่อผลการทดลองมีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการสอบ (กรณีเช่นทรอล) จะเปรียบ เทียบค่ากำลังของการทดสอบ (Power of Test) ของแนววิธีการปรับแก้ต่าง ๆ กับกำลังของ การทดสอบของวิธีเกณฑ์ ถ้ากำลังของการทดสอบของแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้สูงกว่าของวิธีเกณฑ์ ถือว่า แนวปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ และถ้าค่ากำลังของการทดสอบของแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้สูงสุดถือว่าเป็นวิธี ที่ดีที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบแนวการปรับแก้การถดถอยทางสถิติที่เกิดขึ้นในการวัดกลุ่มสุดู่โ่ง ทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ การปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริง การปรับแก้โดยใช้คะแนนความ แตกต่างถดถอย และการปรับแก้โดยการหักค่าคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เดลต้า) ออกจาก คะแนนความแตกต่างที่วัดได้ กับวิธีเกณฑ์ เมื่อผลการทดลองไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและ หลังการทดลอง (กรณีเช่นทรอล) ว่าแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้ และแนววิธีปรับแก้ใ้ผลใ้ได้มากที่สุด

2. เพื่อเปรียบเทียบแนวการปรับแก้การถดถอยทางสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มสุตโง่งทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ การปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริง การปรับแก้โดยใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย และการปรับแก้โดยการหักค่าคะแนนของการถดถอยทางสถิติ (เกลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ กับวิธีเกณฑ์เมื่อผลการทดลองมีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง (กรณีอนเซนทรอล) ว่าแนววิธีปรับแก้ใดให้ผลใช้ได้ และแนววิธีปรับแก้ใดให้ผลดีที่สุด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการปรับแก้คะแนนที่ได้จากการวัด เมื่อผลการวัดมีการถดถอยทางสถิติ รวมอยู่ด้วยในกรณีที่มีการวัดกลุ่มสุตโง่ง อันจะส่งผลให้ผลการวิจัยถูกต้องคมชัดยิ่งขึ้น
2. เพื่อให้ นักวิจัยที่มีความจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสุตโง่งสามารถดำเนินการวิจัยได้ โดยนำวิธีการปรับแก้คะแนนที่เหมาะสมไปใช้
3. เพื่อให้ครูหรือนักวิจัยสามารถหาประสิทธิภาพของเหตุการณ์ที่ตนสร้างขึ้นว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยใช้กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนในห้องเรียนเดิมได้ ไม่จำกัดว่ากลุ่มทดลองจะต้องมีการกระจายแบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในขั้นขอเสนอวรรณคดีที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีซึ่งเป็นที่มาของการสอนซ่อมเสริม
2. ความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวิจัย
3. ความคลาดเคลื่อนในการวัด
4. การดัดแปลงทางสถิติ
5. แนวทางการปรับแก้คะแนนการดัดแปลงสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มสุ่มต่าง
6. การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

แนวคิดและทฤษฎีซึ่งเป็นที่มาของการสอนซ่อมเสริม

แนวคิดที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนขณะนี้คือ แนวคิดที่ได้จากทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (Mastery learning) ซึ่งแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้เป็นปรัชญาเกี่ยวกับการสอน ที่สำคัญว่า ถ้าภายใต้การจัดสถานการณ์ของการเรียนการสอนที่เหมาะสมแก่เรียนทุกคนสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งที่สอนทั้งหมดได้ด้วยดี แนวคิดทางปรัชญานี้มีมาหลายร้อยปีแล้ว แต่ยุทธวิธีการสอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของปรัชญา และให้มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในสภาพห้องเรียนเพิ่งจะเริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 2 ทศวรรษที่แล้วมา

แกโรลเป็นผู้ริเริ่มและเสนอแนะรูปแบบของการเรียนเพื่อรอบรู้ (Block, 1975 : 1) ว่า ความถนัดต่อการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งสามารถเป็นตัวทำนายได้ทั้งระดับของความยากในการเรียนวิชานั้นเมื่อกำหนดระยะเวลาให้ หรือสามารถทำนายเวลาที่เรียนเมื่อกำหนดระดับของสิ่งที่ต้องเรียนในวิชานั้น แกโรล นิยาม ความถนัดต่อการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งในรูปของอัตราเร็วของการเรียนรู้ ว่า ความถนัดทางการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่ง หมายถึง ปริมาณของเวลาที่ใช่สำหรับการเรียนรู้ให้ได้ระดับของการเรียนที่กำหนดให้ภายใต้สภาพการณ์การเรียนการสอนที่ดีที่สุด (ideal instructional condition) นักเรียนที่มีความถนัดสูงในวิชานั้น ก็สามารถที่จะ

เรียนได้อย่างรวดเร็วและได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนนักเรียนที่มีความถนัดต่ำก็จะใช้เวลาเรียนมากเพื่อให้ได้ผลสัมฤทธิ์สูง รูปแบบการเรียนรู้ของแกโรลอย่างง่าย ๆ ก็คือ ถ้าให้เวลาแก่นักเรียนแต่ละคนตามที่เขาต้องการเพื่อทำคะแนนให้ถึงเกณฑ์ และนักเรียนใช้เวลาอย่างจริงจังแล้ว นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนไม่ได้รับเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ ปริมาณการเรียนรู้ของเขาจะแปรผันตามสัดส่วนของเวลาที่ใช้จริง ต่อเวลาที่จำเป็นสำหรับการเรียน ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณการเรียนรู้} = f \left[\frac{\text{เวลาที่ใช้ในการเรียนจริง}}{\text{เวลาที่จำเป็นสำหรับการเรียน}} \right]$$

แกโรล ได้อธิบายต่อไปว่า ตามสภาพของการสอนในโรงเรียน เวลาที่ใช้ในการเรียนจริง และเวลาที่จำเป็นสำหรับการเรียนไม่ได้แปรผันตามคุณลักษณะของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังแปรผันตามคุณลักษณะของผู้สอนด้วย โดยเวลาที่ใช้ในการเรียนจริงนั้นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ให้เขาศึกษาเล่าเรียนทั้งหมด และความพยายามของเขา ส่วนเวลาที่จำเป็นสำหรับการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับ ความถนัดของผู้เรียน คุณภาพของการสอน และความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้ของแกโรล จึงเขียนเสียใหม่ได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณการเรียนรู้} = f \left[\frac{1. \text{เวลาที่ใช้ในการเรียน} \quad 2. \text{ความพยายาม}}{3. \text{ความถนัด} \quad 4. \text{คุณภาพของการสอน} \quad 5. \text{ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน}} \right]$$

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้

จากรูปแบบการเรียนรู้ของแกโรลนี้ บลูม (Bloom. 1981 : 53) นำมาใช้เป็นรากฐานในการสร้างรูปแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ โดยอธิบายว่า ถ้าความถนัดทางการเรียนต่อ

วิชาใดวิชาหนึ่งของนักเรียนมีการกระจายเป็นโค้งปกติแล้ว ถ้าให้นักเรียนทุกคนได้เรียนโดยใช้วิธีการเรียนการสอนเดียวกันหมด (ชนิด คุณภาพของการเรียนการสอนและเวลาที่ใช้เหมือนกัน) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุดท้ายจะมีลักษณะการกระจายเป็นโค้งปกติเช่นเดิม โดยสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าค่อนข้างสูง (คือตั้งแต่ .70 ขึ้นไป) แต่ถ้าให้ชนิดและคุณภาพของการสอนแตกต่างกัน และให้เวลาที่ใช้แตกต่างกันไปตามลักษณะ และความต้องการของแต่ละคนแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ (95%) จะทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่เรียกว่ารอบรู้ ในกรณีนี้ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าเป็นศูนย์ ดังภาพต่อไปนี้



ความถนัดของนักเรียนที่จะเรียน
วิชานั้น



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจาก
การสอนด้วยชนิดและคุณภาพการสอน
ที่เหมือนกัน และเวลาเท่ากัน

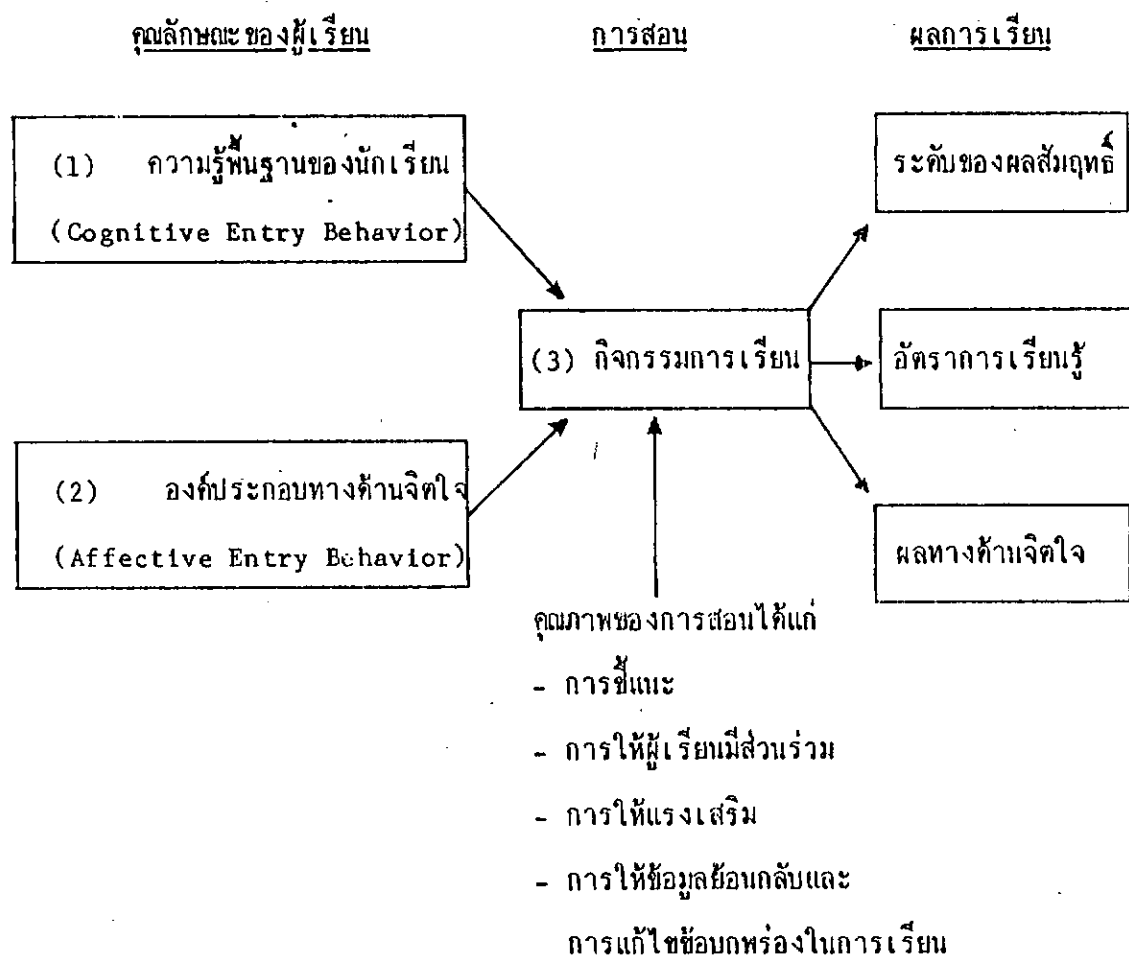


ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิด
จากการสอนให้แตกต่างกันไป
ตามความเหมาะสมกับความ
สามารถของแต่ละบุคคล และ
ให้เวลาแตกต่างกัน

* หลังจากเสนอรูปแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้แล้ว ต่อมาในปี ค.ศ. 1976 บลูม (Bloom, 1976 : 10 - 15) ได้เสนอรูปแบบทฤษฎีของการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน (Theory of school learning) ว่า ตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความแตกต่างในผลการเรียนรู้ที่โรงเรียนได้แก่ (ดังภาพประกอบ 1)

- (1) ตัวแปรที่เป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการที่จะเรียนรู้ในงานที่จะเรียน (Cognitive Entry Behavior)
 - (2) ตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบด้านจิตใจ (Affective Entry Characteristic)
- อันจะเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

(3) ตัวแปรที่เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุด ซึ่งได้แก่ การชี้แนะ (Cues) หมายถึง การเสนอ การอธิบายว่าผู้เรียนจะต้องเรียนอะไร เรียนอย่างไร และให้เกิดผลเช่นไร การมีส่วนร่วม (Participation) หมายถึง การให้นักเรียนทำกิจกรรม การเรียน การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การให้รางวัล อาจจะเป็นสิ่งของการชมเชย การทำทักให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสภาพการณ์ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียน (Feedback/Correction) คือ การให้นักเรียนทราบผลการเรียนและแก้ไขในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่



ภาพประกอบ 1 ตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้ในทฤษฎีของการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน

บลูมได้อธิบายว่า การที่ผลการเรียน (ซึ่งประกอบด้วย ระดับของผลสัมฤทธิ์ อัตราของการเรียนรู้ และผลทางด้านจิตใจ) ของแต่ละบุคคลแตกต่างกันนั้นเนื่องมาจาก 3 ตัวแปรนี้ ดังนั้นถ้าจะให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่ใกล้เคียงกันก็จะต้องคำนึงถึง 3 ตัวแปรดังกล่าวคือ คำนึงว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนในงานที่จะเรียนหรือไม่ และผู้เรียนมีองค์ประกอบทางด้านจิตใจที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในงานที่จะเรียนหรือไม่ สิ่งเหล่านี้สามารถจะจัดให้เกิดขึ้นได้ในบุคคลก่อนที่จะเริ่มเรียน ส่วนวิธีการสอนนั้นก็ควรให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล เมื่อสามารถจัดได้ดังนี้ ก็จะช่วยลดความแตกต่างในผลการเรียนของผู้เรียนได้ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ได้ใกล้เคียงกัน บลูมได้สรุปผลการวิจัยจากหลาย ๆ คนแล้วพบว่า ความรู้พื้นฐานของนักเรียนมีส่วนอยู่ใน (account for) ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปลายภาคเรียน 50% องค์ประกอบทางด้านจิตใจมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25% และคุณภาพของการสอนมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25% ตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรดังกล่าวรวมกันมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 90% (Bloom. 1976 : 174)

ต่อมาเมื่อปี 1978 บลูมได้เสนอขั้นตอนโดยละเอียดของการเรียนการสอนแบบรอบรู้ไว้ในการอบรมครูโรงเรียนมัธยมในเขตเมือง ชิคาโก (สุธรรม จันทรหอม 2527 : 7 - 8 อ้างอิงมาจาก Bloom. 1978) ไว้ดังนี้

1. หน่วยการเรียน โดยปกติในกระบวนวิชาหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยเนื้อหาหลายบทเรียน เพื่อประโยชน์ในการสอนและทดสอบสำรวจผลการเรียนการสอนเป็นช่วง ๆ ครูควรนำเนื้อหาวิชาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนย่อย ๆ ซึ่งอาจสอนจบภายในประมาณ 2-3 สัปดาห์ อาจจะสั้นหรือยาวกว่านี้ก็ได้บ้างตามความจำเป็น แต่ไม่ควรให้มากจนเกินไป การจัดแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนควรคำนึงถึงธรรมชาติและลำดับขั้นของเนื้อหาด้วย ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเรียนการสอน

2. จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียน ควรกำหนดเอาไว้ในการสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน (Formative test) ภายหลังการสอนจบเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียน การกำหนดจุดมุ่งหมายควรทำแบบเดียวกันกับการวิเคราะห์หลักสูตรในการสร้างแบบทดสอบทั่วไปเพียงแต่ในขั้นนี้เลือกทำตารางละหน่วยการเรียน วิธีกำหนดพฤติกรรมจะเลือกใช้ตามแนวของ กานเย่ (Gagne) หรือของ บลูม (Bloom) ก็ได้

3. ภายหลังจากสอนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามปกติซึ่งจะเป็นระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ครูจะให้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Formative Test) ซึ่งครูออกข้อสอบเตรียมไว้แล้ว โดยมีจุดมุ่งหมายของการสอนในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ เป็นหลัก การทดสอบนี้จะมี ความยาวประมาณ 20-30 นาทีเท่านั้น

4. ทันทีที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ครูจะตรวจข้อสอบทันทีถ้าเป็นไปได้ ควรให้นักเรียนมีส่วนในการตรวจข้อสอบนี้ด้วย เพราะฉะนั้นข้อสอบควรเลือกใช้แบบที่ตรวจได้ง่าย ๆ ด้วย

5. เมื่อตรวจให้คะแนนทุกคนแล้ว ครูควรบอกนักเรียนด้วยว่าจะคะแนนเท่าใดจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ โดยปกติจะถือเอาคะแนนร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม แต่ถ้าข้อสอบยากหรือง่ายเกินไปก็อาจลดหรือเพิ่มได้ตามที่เห็นสมควร สำหรับหน่วยการเรียนรู้แรก ๆ อาจลดมาเป็นร้อยละ 75 เป็นเกณฑ์ผ่านก่อน ต่อเมื่อผ่านไปแล้ว 2-3 หน่วย ค่อยเลื่อนเกณฑ์เป็นร้อยละ 80 ก็ได้ สำหรับเด็กที่สอบได้ผ่านเกณฑ์ควรได้รับการยกย่องด้วยการปรบมือให้เป็นเกียรติด้วย

6. หลังจากแจ้งคะแนนและผลการสอบผ่านเกณฑ์แล้ว ครูต้องหาเวลาเฉลยและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับข้อคำถามที่นักเรียนทำผิดมาก ข้อคำถามที่คนส่วนมากทำถูกแล้วไม่จำเป็นต้องนำมาเฉลยหรืออธิบายก็ได้ การอธิบายใหม่สำหรับข้อคำถามที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำผิดนั้นครูจะต้องเปลี่ยนวิธีอธิบายและวิธียกตัวอย่าง เพราะวิธีเดิมที่ใช้แล้วจะไม่ได้ผลน้อยถ้านำมาใช้อีก ทางที่ดีควรใช้อุปกรณ์และเทคนิคอื่นช่วยด้วย

7. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ให้หาวิธีเรียนซ่อมเสริมโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น ครูช่วยคิดให้เป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือเรียนจากเพื่อน ศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง ทำแบบฝึกหัดหรืออย่างอื่นตามที่เห็นสมควร จากผลการวิจัยพบว่าเด็กเรียนด้วยตนเองหรือเรียนกับเพื่อน ๆ ที่สอบผ่านเกณฑ์แล้วจะได้ผลดีเท่าเรียนใหม่จากครู ยกเว้นเรื่องง่าย ๆ ที่เด็กเกือบจะเข้าใจอยู่แล้ว ตามปกติในหน่วยของการเรียนหน่วยต้น ๆ จะมีเด็กสอบไม่ผ่านเกณฑ์มาก แต่เมื่อเรียนหลาย ๆ หน่วยการเรียนรู้ผ่านไปแล้ว อัตราการสอบไม่ผ่านจะมีน้อยลงเรื่อย ๆ

8. หลังจากใช้เวลาเรียนซ่อมเสริมประมาณ 3-5 วัน ผ่านไปแล้ว จึงจะให้นักเรียนทำข้อสอบใหม่ ซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนานกับฉบับแรก ในการสอบครั้งหลังนี้นักเรียนจะถูกสั่งให้เลือก

ทำเฉพาะข้อสอบที่ตัวยังตอบไม่ถูกเท่านั้น และเมื่อทำได้เท่าไร ก็จะไปรวมกับผลการสอบ
คราวที่ผ่านมา ถ้าผลรวมของคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะถือว่าผ่านเกณฑ์ก็ได้

9. เมื่อนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทดสอบผ่านเกณฑ์ของหน่วยนั้น ๆ แล้ว จึงเริ่มเรียน
หน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้ ตรงข้อต่อระหว่างหน่วยการเรียนรู้ที่อาจมีปัญหาคือ เด็กผ่านเกณฑ์ก็คน
จึงจะเริ่มเรียนหน่วยใหม่ได้ นั้น สำหรับวิชาการทั่วไปที่ไม่เป็นลำดับต่อเนื่องเกี่ยวพันกันมากนัก
เช่น ในวิชาภาษาและสังคมศึกษา ก็อาจเรียนต่อหน่วยใหม่ได้เลยภายหลังการทดสอบระหว่าง
สอนครั้งแรก ให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่านรับผิดชอบตัวเอง ช่วยเหลือตัวเองโดยมีครูคอยแนะนำ
ช่วยเหลือดังกล่าวในข้อ 7.

อย่างไรก็ตาม บลูม (Bloom. 1981 : 53) กล่าวว่า งานพื้นฐานของการศึกษาก็คือ
เพื่อหาหน่ววิธีที่จะทำให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้พัฒนาไปได้อย่างเต็มที่ตาม
สภาพของบุคคลนั้น ๆ และกล่าวถึงตัวแปรที่จะต้องคำนึงถึงในการจัดหน่ววิธีในการเรียนเพื่อรอบรู้
ไว้ดังนี้

1. ความถนัดในการเรียนแต่ละด้าน บลูมมีความเห็นเช่นเดียวกับแคโรลว่า ความถนัด
สามารถทำนายอัตราของการเรียนรู้ได้มากกว่าทำนายความซับซ้อนของสิ่งที่จะเรียน และเพื่อ
ศึกษาว่าผู้เรียนทุกคนสามารถจะเรียนได้ดีเท่ากัน และระดับความซับซ้อนได้เท่ากันหรือไม่ เขา
ได้อธิบายโดยเริ่มจาก การกระจายของคะแนนความถนัดในการเรียนแต่ละวิชาของคนนั้นจะมี
การกระจายเป็นโค้งปกติ และ 5% ในกลุ่มสูงสุดนั้นเป็นกลุ่มที่สามารถจะเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ ได้
อย่างรวดเร็วกว่าผู้อื่น ส่วน 5% ในกลุ่มต่ำสุดอาจจะยากแก่เรียนที่มีความสามารถผิดปกติในการ
เรียนวิชานั้น ๆ เช่น นักเรียนที่หูหนวกก็มีปัญหามากในการเรียนวิชาดนตรี หรือนักเรียนที่ตาบอดสี
ก็จะมีปัญหามากกับการเรียนวิชาศิลปะ และนักเรียนที่สามารถคิดได้แต่เชิงรูปธรรมก็จะรู้สึกยากใน
การที่จะเรียนวิชาที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เช่น วิชาปรัชญา แต่อย่างไรก็ตามก็เชื่อว่ากลุ่มนักเรียน
ที่มีลักษณะเช่นนี้ จะมีน้อยกว่า 5% ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับแต่ละวิชา ดังนั้นนักเรียน 95% (รวมระหว่าง
นักเรียน 5% ที่เป็นกลุ่มสูงและ 90% ส่วนกลางโค้ง) ควรจะสามารถเรียนวิชาต่าง ๆ ในระดับ
รอบรู้ได้ถ้าให้เวลาที่เพียงพอ และให้การช่วยเหลือที่เหมาะสมแก่เขา นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่
แสดงว่า ความถนัดในการเรียนแต่ละวิชานั้นไม่ได้คงที่ แต่จะสามารถพัฒนาได้โดยสภาพสิ่งแวดล้อม

หรือประสบการณ์ในการเรียนที่โรงเรียนและที่บ้าน ความถนัดก็จะได้รับผลกระทบมาจากในวัยเริ่มแรกคือ ช่วงแรกที่ได้รับการเลี้ยงดูจากทางบ้านและในวัยประถมศึกษาตอนต้น แต่ในระยะต่อมาจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ แต่อย่างไรก็ตาม การจัดสภาพการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดเวลาในการเรียนของผู้เรียนที่มีความถนัดต่ำได้

2. คุณภาพของการสอน บลูมได้ให้ความเห็นว่า ไม่มีวิธีการสอนใดที่ถือว่าเป็นวิธีสอนที่ดีที่สุด เพราะวิธีสอนที่นักเรียนต้องการนั้นแตกต่างกันถึงแม้จะเป็นการเรียนในเนื้อหา หรือ จุดประสงค์เดียวกันก็ตาม มีหลักฐานยืนยันว่านักเรียนบางคนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเรียนด้วยตนเอง ส่วนบางคนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเสนอสิ่งที่เรียนให้เป็นแบบแผนที่เป็นรูปธรรมพร้อมทั้งอธิบาย บางคนต้องการตัวอย่างมาก ๆ จึงจะสามารถจับประเด็นได้ บางคนต้องการแรงเสริมมาก บางคนต้องการให้สอนซ้ำ ๆ หลายครั้ง ส่วนบางคนเรียนรู้ได้ตั้งแต่เมื่อสอนได้เพียงครั้งเดียว แต่วิธีการที่นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้คือนั้น คือ วิธีการสอนแบบตัวต่อตัว (Tutor) เพราะวิธีการนี้ผู้สอนสามารถจัดวิธีการสอน ให้ความช่วยเหลือ และจัดเวลาได้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน จากการศึกษาที่มีได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ (Bloom, 1981 : 55) พบว่า $\frac{1}{3}$ ของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ได้รับการสอนเพิ่มเติมแบบตัวต่อตัวที่บ้าน จะได้คะแนนในวิชานี้สูง และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ในตอนต้นปีกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ในตอนปลายปีนั้นมีค่าเป็นศูนย์ ในทางตรงข้าม ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเพิ่มเติมจะสูง (+.90) แต่บลูมกล่าวว่า การวิจัยนี้ต้องทำซ้ำ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปของบลูมในเรื่องคุณภาพของการสอนก็คือ จะวัดคุณภาพของการสอนจากผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนแต่ละคนมากกว่าวัดผลจากนักเรียนทั้งกลุ่ม

3. ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเข้าใจถึงธรรมชาติของงานที่จะเรียน และวิธีการที่จะติดตามการเรียนงานนั้น ๆ ความสามารถในการเข้าใจการสอนของแต่ละคนนั้นต่างกัน ความสามารถในการเข้าใจการสอนนั้นมักมีอิทธิพลเบื้องต้นมาจาก ความสามารถทางภาษาและความเข้าใจในการอ่าน ดังนั้น การปรับปรุงความสามารถในทางภาษาก็จะมีผลให้ความสามารถในการเข้าใจการสอนของผู้เรียนดีขึ้น และการที่จะพยายามหาวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนที่มีความสามารถในทาง

ภาษาที่แตกต่างกันดังกล่าวแล้วนั้นก็คือ ถิ่นถึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และการจัดการเรียน การสอนก็เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด และวิธีการเหล่านั้นก็ได้แก่การจัดการ ความหลากหลายในสถานการณ์การสอน ซึ่งได้แก่

การเรียนรู้เป็นกลุ่ม การจัดให้ผู้เรียน 2-3 คนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจากประสบการณ์ ที่ผ่านมาของบลูม ทำให้มีความเห็นว่า การจัดให้ผู้เรียนอยู่ในกลุ่มเดียวนั้น ผู้เรียนจะสามารถ เรียนรู้สิ่งที่ยาก ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเขาได้ช่วยเหลือกัน ไม่คิดที่จะแข่งขันกันแต่ กลับช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

การช่วยเหลือด้วยการสอนแบบตัวต่อตัว การใช้ผู้สอนและผู้เรียนแบบ 1 ต่อ 1 นี้ เป็นวิธีที่สิ้นเปลือง จะใช้ก็ต่อเมื่อวิธีอื่นนั้นไม่ได้ผล บลูมแนะนำว่า คนที่จะเป็นผู้สอนควรจะเป็น ครูคนอื่นที่มิใช่ครูคนที่สอนปกติ ส่วนวิธีที่นอกเหนือจากนี้ ซึ่งจะช่วยเหลือให้ผู้เรียนที่มีความสามารถ แตกต่างกันไปเข้าใจการสอนได้ คือ การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลายมาช่วยในการสอน

คำบรรยาย คำบรรยายแต่ละเล่มจะมีลักษณะการเขียน และการอธิบายในแต่ละ ประเด็นที่แตกต่างกันออกไป นักเรียนบางคนไม่สามารถเข้าใจการอธิบายในคำบรรยายเล่มหนึ่ง แต่เมื่ออ่านอีกเล่มหนึ่งแล้วเขาสามารถเข้าใจประเด็นเดียวกันนั้นได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการอธิบาย ในตำรานั้น ๆ

แบบฝึกและแบบเรียนโปรแกรม สิ่งเหล่านี้จะใช้สำหรับนักเรียนบางคนที่ต้องการ ได้รับการช่วยเหลือ เพราะเขาไม่สามารถจะเรียนรู้ตามวิธีที่ใช้ในคำบรรยายได้ ดังนั้นจึงต้อง ได้รับการฝึกฝนในการงานเฉพาะเรื่อง

สื่อทัศนูปกรณ์และเกมส์ทางวิชาการ ผู้เรียนบางคนจะเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อได้เห็น สิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสื่อทัศนูปกรณ์และเกมส์ทางวิชาการจะสามารถช่วยเหลือเด็กเหล่านั้นได้

4. ความพยายาม นักเรียนที่มีระดับของความพยายามแตกต่างกันก็จะนำไปสู่ความ สำเร็จในการเรียนที่แตกต่างกันด้วย ผู้ที่ล้มเลิกความพยายามในการเรียนวิชาที่เป็นวิชาการโดย ง่ายมักจะใช้เวลาเรียนภาคปฏิบัติ เช่น การซ่อมเครื่องยนต์ หรือ เล่นดนตรีได้นานกว่า ปกติ เมื่อเขาารู้สึกขี้เกียจในการเรียนเขาจะป้องกันตนเอง (Self-defense) โดยอุทิศเวลา ในการเรียนวิชานั้นน้อยลง และบลูมเชื่อว่าผู้เรียนล้มเลิกที่จะเรียนเมื่อเขาารู้สึกเจ็บปวดมาก

จากการวิจัยที่มหาวิทยาลัยชิคาโก พบว่า ถ้าได้จัดแหล่งของวัสดุอุปกรณ์ในการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแล้ว เขาไม่จำเป็นต้องใช้ความพยายามในการเรียนมากก็สามารถจะเรียนถึงระดับรอบรู้ได้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การจัดอุปกรณ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดเวลาที่ใช้ในการเรียน และการเพิ่มประสิทธิภาพของการสอน (โดยการอธิบายและใช้แผนภาพ) จะช่วยให้นักเรียนคนที่ที่จะเรียน และลดเวลาในการเรียนอีกด้วย

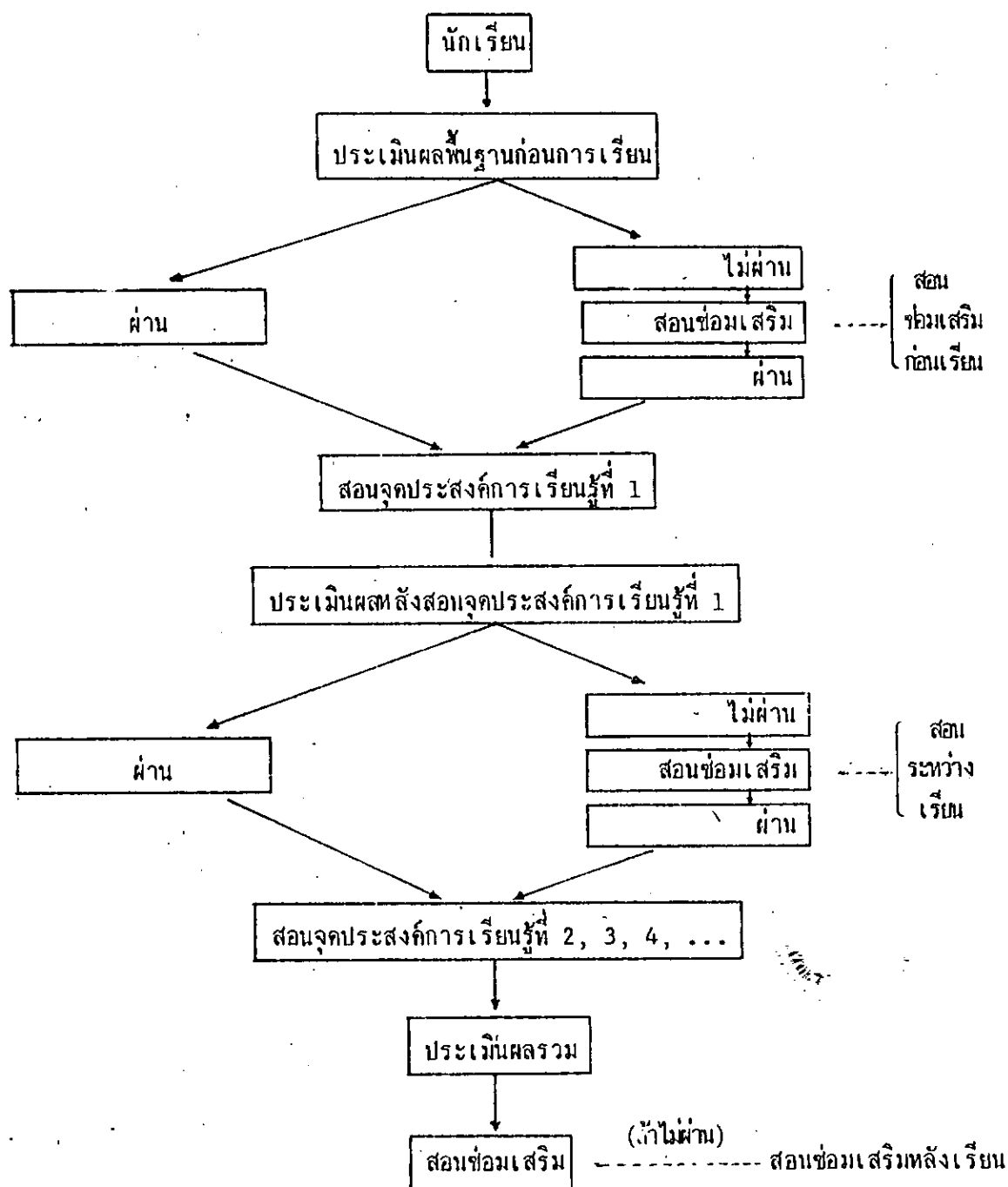
5. เวลาที่ใช้ในการเรียน ปริมาณเวลาที่นักเรียนต้องการในการเรียนแต่ละวิชา โดยตรงยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน แต่มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของเวลาที่ใช้ในการทำการบ้าน โดย บลูม (Bloom. 1981 : 59 Citing Husen. 1967) ทำการศึกษานักเรียนอายุ 13 ปี ที่ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ (โดยตัดนักเรียน 5% ของกลุ่มเก่งสุดออกไป) พบว่า อัตราส่วนอย่างหยาบ ๆ ของเวลาที่ใช้ในการทำการบ้านของเด็กเป็น 6:1 กล่าวคือ นักเรียนบางคนใช้เวลาในการทำการบ้านเป็น 6 เท่าของนักเรียนอีกคนหนึ่ง แต่ถ้าให้การสอนนั้นมีประสิทธิภาพ พบว่า นักเรียนจะใช้เวลาลดลงในการเรียนเพื่อรอบรู้ เวลาที่ผู้เรียนเข้าใจ ต่อเวลาที่ผู้เรียนเร็วนั้นจะลดลงจาก 6:1 เป็นน้อยกว่า 2:1 และนอกจากนี้ ยังพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนของวิชาคณิตศาสตร์ และเวลาที่ใช้ในการทำการบ้าน มีค่าเป็นศูนย์หรือติดลบเล็กน้อย (-0.05) จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัดนั้น ไม่สามารถทำนายระดับของผลสัมฤทธิ์ได้ หรือเวลาที่ใช้ในการเรียน ไม่ส่งผลต่อระดับของการเรียน ดังนั้น นักเรียนทุกคนควรจะได้รับอนุญาตให้เรียนโดยใช้เวลาตามความต้องการของเขา และเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับความถนัดของนักเรียน ความสามารถทางภาษา คุณภาพการสอนและความช่วยเหลือที่เขาได้รับ

ยุทธวิธีสำหรับการเรียนเพื่อรอบรู้

วิธีการจัดการเรียนเพื่อรอบรู้มีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนด้วย โดยจัดการสอนให้สัมพันธ์กับความต้องการและคุณลักษณะของเขา และคำนึงถึงตัวแปร 5 ตัวแปรดังกล่าว จากการวิจัยของทูลูมและศิษย์ พบว่า ผู้เรียนจำนวนมากสามารถเรียนรู้ได้ในระดับเดียวกันและเกณฑ์เดียวกันกับผู้เรียนเร็ว นอกจากนี้เขายังสามารถ

เรียนสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมและสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ มีความทนของความรู้ เหมือนกับผู้เรียนเร็ว เพียงแต่เขาต้องการเวลาและความช่วยเหลือ มากกว่าเท่านั้น

การจัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการ ก็ได้อาศัยหลักการและแนวคิดในการจัดการเรียนเพื่อรอบรู้ดังกล่าวเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จาก หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรทั้ง 2 ระดับดังกล่าวกำหนดให้มีการจัดการสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียน ที่เรียนอ่อน ซึ่งการสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนอ่อนก็คือ วิธีการที่จะให้เวลาเรียนและความ ช่วยเหลือกับนักเรียนเหล่านั้นมากกว่าผู้อื่นนั่นเอง กระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญ ของการสอนซ่อมเสริมจนถือว่าการสอนซ่อมเสริมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน ดัง จะเห็นได้จากคำชี้แจงรายละเอียดประกอบหนังสือกรมวิชาการ เลขที่ ศธ. 0608/9547 ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2524 (กรมวิชาการ 2525 : 3) ซึ่งมีใจความสำคัญคือ เมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว ต้องมีการประเมินผล หากพบว่าถ้าผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ใดให้มีการสอนซ่อมเสริม แล้วสอบสอบแก้ตัวให้ (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 การสอนซ่อมเสริมในกระบวนการเรียนการสอน

ความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวิจัย

ในการวางแผนการวิจัยนั้น หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรใช้ในการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะต้องตรวจสอบถึงความเที่ยงตรงภายใน (internal validity) ของแบบการวิจัยของตน โดยจะต้องตอบคำถามให้ได้ว่าตัวแปรต้นในแบบการวิจัยของตนนั้นส่งผลต่อตัวแปรตามจริง ตัวแปรต้นอื่นไม่ส่งผลต่อตัวแปรตาม แต่ถ้ามีตัวแปรต้นตัวอื่นที่มิใช่ตัวแปรต้นในแบบการวิจัยส่งผลต่อตัวแปรตาม ก็จะมีผลให้การวิจัยมีความคลาดเคลื่อน เราเรียกตัวแปรต้นตัวอื่นที่ส่งผลต่อการวิจัยว่าตัวแปรแทรกซ้อน (extraneous variables) ซึ่งจากแบ่งชนิดของตัวแปรแทรกซ้อนที่แคมเบลและเสตนเลย์ (Sax. 1976 : 125 - 127, Mouly. 1970 : 331 - 333, Van Dalen. 1973 : 267) ได้จัดแบ่งไว้มี 8 ชนิดด้วยกัน ซึ่งได้แก่

1. การเลือก (selection) ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มที่มาเป็นกลุ่มที่ได้รับสิ่งทดลองหรือกลุ่มควบคุมให้มีความเท่าเทียมกันจริงหรือไม่ ถ้าก่อนการทดลองกลุ่มเหล่านี้มีความแตกต่างกันอย่างเป็นระบบอยู่แล้ว เราไม่อาจสรุปได้ว่าผลการทดลองที่แตกต่างกันนั้นมีผลมาจากสิ่งทดลอง หรือเนื่องจากความแตกต่างของกลุ่มที่มีอยู่เดิม

2. ช่วงของเวลา (history) ในการทดลองที่ใช้ระยะเวลานาน ๆ อาจมีตัวแปรบางตัวแปรที่มีอาจควบคุมได้ส่งผลต่อตัวแปรตามในขณะทดลอง เช่น การที่ผู้วิจัยพยายามที่จะวัดผลของการรณรงค์โฆษณาเพื่อยกระดืบทางสังคมของครู โดยได้มีการจัดเตรียมหิสมภาพยนต์ที่จะฉายทางโทรทัศน์เป็นระยะเวลา 6 เดือน ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้สุ่มผู้ชมโทรทัศน์ และวัดทัศนคติที่มีต่อครู ในเวลา 6 เดือนต่อมา ผู้วิจัยก็ได้วัดทัศนคติของคณกลุ่มเดิมอีกครั้งหนึ่ง ถ้าผู้วิจัยพบว่าทัศนคติของคณกลุ่มนี้เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นผลเนื่องจาก หิสมภาพยนต์ทางทีวีที่ตนได้เสนอไป ทั้งนี้เพราะในเวลาเดียวกันหนังสือพิมพ์อาจมีการรณรงค์เช่นเดียวกัน หรืออาจเกิดเหตุการณ์จริงที่ส่งผลให้เกียรติยศชื่อเสียงของครู เพิ่มขึ้นในขณะทดลองนั้นก็ได้

3. วุฒิภาวะ (maturation) ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดลอง ไม่เพียงแต่ไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ของการทดลองที่เปลี่ยนแปลงได้เท่านั้น ตัวของผู้ถูกทดลอง (subjects) เอง

ก็เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยควบคุมไม่ได้เช่นเดียวกัน ดังเช่น อายุมากขึ้นความกระฉับกระเฉงก็ลดลง สายตาก็เสื่อมสภาพ ฯลฯ ยิ่งถ้าเวลาที่ใช้ทดลองยาวนานมากสิ่งเหล่านี้ก็จะส่งผลต่อการทดลองมาก

4. การวัด (testing) ในแบบแผนการทดลองที่มีการสอบก่อนและหลังการทดลองกับคนกลุ่มเดิม ถ้ามีการวัดก่อนการทดลอง การวัดก่อนการทดลองจะส่งผลต่อการวัดหลังการทดลองด้วย

5. เครื่องมือวัด (instrumentation) ในการวิจัยทางการศึกษา การวัดตัวแปรตามมักจะใช้แบบวัดหรือผู้สังเกต ผู้สัมภาษณ์ ฯลฯ ดังนั้น ตัวแปรตามจึงขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงในแบบวัดหรือผู้สังเกตผู้ให้คะแนนอีกด้วย ซึ่งบางครั้งผู้สังเกตอาจมีความเมื่อยล้า ความเบื่อหน่ายหรือแรงกดดันเพิ่มขึ้น ความถูกต้องในการให้คะแนนก็จะลดลงหรือกล่าวคือ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดไม่เท่ากับ 1.00

6. การถดถอยทางสถิติ (statistical regression) ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาเป็นกลุ่มที่มีคุณลักษณะเด่นในคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่ง ถ้ามีการวัดซ้ำผลการวัดครั้งที่ 2 จะมีคะแนนเพิ่มขึ้นถ้าผู้เข้าสอบคนนั้นมีคะแนนเดิมต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และจะมีคะแนนลดลงถ้าผู้เข้าสอบมีคะแนนเดิมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ต้องการรู้ผลของวิธีสอนวิธีหนึ่งให้กับนักเรียนที่มีพรสวรรค์กับนักเรียนที่เรียนช้า ในการศึกษาที่จะดูบันทึกของโรงเรียนเพื่อเลือกนักเรียนที่ฉลาดและนักเรียนที่เรียนช้ามาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น ผลคะแนนที่ได้จากการวัดกลุ่มสุดโต่งทั้ง 2 นี้ จะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าการวัดกลุ่มนักเรียนปกติ ทั้งนี้ เพราะมีความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ (chance factors) เกิดขึ้นกับการวัดกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุดนั้นมาก และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในครั้งนี้จะไม่เกิดขึ้นอีกในการวัดครั้งต่อไป ดังนั้น ถึงแม้ว่าจะมีได้ให้สิ่งทดลองกับกลุ่มเลยก็ตาม ผลคะแนนจากการวัดครั้งที่ 2 ของกลุ่มนักเรียนฉลาดจะลดลง ส่วนผลคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 ของกลุ่มเรียนช้าจะสูงขึ้น

7. การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (experimental mortality) ถ้าขณะทดลองกลุ่มตัวอย่างบางคนอาจขาดหายไป ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลองก็ตาม จะส่งผลให้ผลของการทดลองมีความลำเอียง เช่น สมมติว่าในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง ถ้าผู้ถูกทดลองที่คะแนนต่ำสุดจากการสอบครั้งแรกต้องขาดหายไปจากกลุ่มทดลอง อาจทำให้ผลการสอบครั้งที่ 2

ของกลุ่มตัวอย่างที่เหลื่อมกันจะเด่นชัดเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งนี้ผลที่เกิดขึ้นมิได้เกิดจากสิ่งทดลอง แต่เกิดจากการที่คนที่ให้คะแนนต่ำสุดของกลุ่มทดลองขาดหายไป

8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

โดยเหตุที่การทดลองอาจมีความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ดังกล่าวเกิดขึ้น ดังนั้นในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ ผู้วิจัยต้องคำนึงว่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้นควบคุมได้ทั้งหมดหรือไม่ ยังมีตัวแปรใดที่เข้าไปส่งผลต่อตัวแปรตามของทบ้าง เพื่อจะได้วางแผนกำจัดผลของตัวแปรเหล่านั้นออกไปในขั้นตอนของการวิเคราะห์และเพื่อจะได้สรุปผลการวิจัยให้ถูกต้องต่อไป

แนวทางการควบคุมมิให้ตัวแปรแทรกซ้อนส่งผลต่อผลของการวิจัย

ถึงแม้ว่าการใช้แบบแผนการทดลองที่เป็นการทดลองที่แท้จริง (true experiments) จะเป็นแบบแผนที่มีความแข็งแกร่งที่สุดในบรรดาแบบแผนการทดลองทั้งหมด เพราะสามารถจะสรุปความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลได้ แต่แบบแผนการทดลองนี้ก็ยากที่จะนำมาใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง ซึ่งตรงกันข้ามกับการทดลองที่ไม่เป็นแบบแผน (non-design) ซึ่งมีจุดอ่อนมาก แต่ก็สะดวกที่จะนำมาใช้กับสภาพการเรียนการสอนจริง แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองที่ไม่เป็นแบบแผนนี้ก็มิใช่ว่าจะไม่มีคุณค่าเสียเลย เพราะประการที่ 1 เราสามารถที่จะขจัดตัวแปรอื่นที่ส่งผลต่อความเที่ยงตรง (valid) ของผลการทดลองไปได้บ้าง (แต่ก็เป็นการยาก) ประการที่ 2 การทดลองที่ไม่เป็นแบบแผนก็ยังช่วยเป็นพื้นฐานที่ดีในการวางแผนจัดแบบแผนการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) อีกต่อไป

ในกรณีของแบบแผนการวิจัยที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาอยู่^๕ จัดเป็นแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการสอบก่อนและหลังการทดลอง (one-group pretest-posttest design) และแบบแผนการวิจัยนี้เป็นแบบแผนที่ใช้น้อยที่สุด (Vockell. 1983 : 170) แบบแผนหนึ่งในทางการศึกษาซึ่งแผนภาพของแบบแผนดังแสดงนี้

O ₁	X	O ₂
----------------	---	----------------

จากแผนภาพมีการสอบวัดก่อนให้สิ่งทดลอง (O_1) หลังจากให้สิ่งทดลอง (X) กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ในตอนสุดท้ายจะมีการสอบหลังทดลอง (O_2) จากนั้นจะพิจารณาคะแนนที่เพิ่มขึ้น (gain score) แต่แบบแผนการวิจัยนี้มีจุดอ่อนมาก กล่าวคือ แบบแผนของการวิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงภายใน ซึ่งได้แก่ ช่วงเวลา (History) วุฒิภาวะ ผลกระทบของการสอบก่อนทดลอง การเปลี่ยนแปลงในตัวเครื่องมือวัด การดกอดยทางสถิติ หรือปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ แต่ โวเคล (Vockell. 1983 : 170 - 171) มีความเห็นว่า แผนการทดลองนี้ยังมีข้อดีตรงที่ว่า สามารถควบคุมปัญหาการเลือกกลุ่มตัวอย่าง (selection) ที่ไม่เท่าเทียมกันได้ เพราะทั้งการสอบก่อนและหลังทดลองใช้คนกลุ่มเดิมเนื่องจากแบบแผนการวิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่นได้ ดังนั้นนักวิจัยจึงต้องหาวิธีการอื่นที่จะขจัดตัวแปรที่เข้ามาส่งผลต่อความเที่ยงตรงภายในนี้ให้ได้ ดังตัวอย่างเช่น ตัวแปรเรื่องวุฒิภาวะ ก็อาจควบคุมโดยใช้วิธีการสอบก่อนสอน (pre-test) หลาย ๆ ครั้ง และ สอบหลังสอน (post-test) หลาย ๆ ครั้ง เพื่อดูแนวโน้ม (trend) ถ้าแนวโน้มมีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบเอกโพเนนเชียล (exponential) แสดงว่ามีวุฒิภาวะเกิดขึ้น แต่ถ้าแนวโน้มไม่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบเอกโพเนนเชียล ก็แสดงว่าไม่มีผลของวุฒิภาวะเกิดขึ้น ตัวแปรการดกอดยทางสถิติก็ควบคุมโดยการหลีกเลี่ยงการใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มสุ่มคง ในตัวแปรผลกระทบของการสอบก่อนทดลองส่งผลต่อผลการสอบหลังทดลอง ผู้วิจัยควรใช้วิธีการที่ไม่ให้ผู้ถูกทดลองรู้ตัว (unobtrusive) มากที่สุด เพื่อมิให้ผลการสอบก่อนการทดลองนั้นไปกระทบ (Stimulate) ต่อผลการทดลอง (performance) หรือการใช้ข้อสอบก่อนทดลองและหลังทดลองเป็นข้อสอบคู่ขนาน และในตัวแปรเรื่องเครื่องมือวัด ผู้วิจัยต้องแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของเครื่องมือวัดเพื่อรับประกันให้ได้ว่า ผลการวัดจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อนำเครื่องมือวัดนั้นไปบริหาร ส่วนตัวแปรเรื่องช่วงเวลาจำเป็นปัญหานักที่สุด เพราะเป็นการยากที่จะแสดงให้เห็นว่าไม่มีตัวแปรแทรกซ้อนที่เป็นช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าผู้วิจัยสามารถแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าใช้ช่วงเวลาใดทำการทดลอง ผลการทดลองก็ออกมาเช่นเดียวกัน เราก็จะสรุปได้ว่า ตัวแปรในเรื่องของช่วงเวลาไม่เข้ามาส่งผลต่อการทดลอง ซึ่งการทดลองซ้ำ 2-3 ครั้ง (replication) ในสถานการณ์แวดล้อมที่ต่างกันนั้น ยังช่วยควบคุมตัวแปรอื่นที่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงภายในที่อาจ

เลิศลอมเข้ามาโดยบังเอิญได้อีกด้วย เพราะการส่งผลโดยบังเอิญจะไม่เกิดในผลการทดลองทุก ๆ ครั้ง

เนื่องจากแบบแผนการวิจัยที่ผู้วิจัยทำการศึกษานี้ จำเป็นจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสุดโต่ง เพราะต้องการศึกษาผลการจัดสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ผลของการวัดที่ได้จากผลของการวิจัยนี้ จะต้องมีตัวแปรในเรื่องการถดถอยทางสถิติเข้ามาส่งผลอยู่ด้วย ส่วนตัวแปรอื่น ๆ นั้นเราสามารถที่จะควบคุมได้ทั้งวิธีที่ไวเคสได้เสนอแนะไว้ข้างต้น เมื่อเป็นเช่นนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการที่จะแก้ไขผลของการถดถอยทางสถิติที่เกิดขึ้นรวมอยู่ในผลของการวัด เพื่อให้คะแนนที่ได้จากการวัดมีความเที่ยงตรงภายใน และวิธีการที่เป็นไปได้ก็คือ วิธีการแก้ไขในขั้นตอนของการวิเคราะห์ผลหลังจากได้คะแนนจากการวัดมาแล้ว ซึ่งแนวทางแก้ไขหรือปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติจะได้เสนอไว้ในตอนต่อไป

ความคลาดเคลื่อนในการวัด

ในเรื่องของความคลาดเคลื่อนในการวัดนั้นจะได้นำทฤษฎีของการวัด ซึ่ง กัลลิกเซน (Gulliksen, 1950 : 4-20) ให้อธิบายไว้ มาเสนอดังนี้

การสอบวัดที่หาคันเป็นธรรมชาติมีลักษณะคือ ให้ผู้สอบตอบตามข้อคำถามที่สร้างขึ้น ส่วนการให้คะแนนขึ้นอยู่กับคำตอบข้อคำถามเหล่านั้นถูกหรือผิด โดยจะให้คะแนนเป็น 1 หรือมากกว่า ถ้าตอบข้อคำถามข้อนั้นถูก และจะให้คะแนนเป็น 0 เมื่อตอบข้อคำถามนั้นผิด แล้วรวมคะแนนในข้อคำถามที่ตอบถูก ก็จะเป็นคะแนนของผู้สอบในข้อสอบฉบับนั้น และคะแนนนี้จะเป็นผลการวัดคุณลักษณะของผู้เข้าสอบนั่นเอง แต่การสอบวัดทางจิตวิทยามักเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดขึ้นเสมอ เพราะค่าคะแนนที่วัดได้มิใช่คะแนนคุณลักษณะที่ต้องการวัดอย่างแท้จริง แต่จะรวมคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดอยู่ด้วย

ในการกล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับคะแนนที่ได้จากการสอบวัด ขอใช้สัญลักษณ์ดังนี้

X_1 แทน คะแนนของผู้สอบคนที่ 1 จากการทำแบบทดสอบ (observe score)

T_1 แทน คะแนนที่แท้จริง (true score) ของผู้เข้าสอบคนที่ 1

E_1 แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด (error) ของผู้เข้าสอบคนที่ 1

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของคะแนนที่ได้ของผู้เข้าสอบโดยหยาบ ๆ แล้วแบ่งออกเป็นสองส่วนดังนี้

T หมายถึง คะแนนความสามารถหรือคุณลักษณะที่แท้จริงของผู้เข้าสอบ ซึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง ถ้าการวัดนั้นเป็นการวัดสิ่งเดียวกัน

E หมายถึง คะแนนความคลาดเคลื่อน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดคะแนนความคลาดเคลื่อนนี้มีอยู่หลายชนิด อันจะส่งผลให้ผู้สอบสามารถตอบข้อสอบถูกต้องโดยที่เขาไม่มีความรู้ในข้อนั้น หรือบางครั้งอาจทำให้เขาตอบผิดทั้ง ๆ ที่เขารู้ในข้อนั้น

ในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับทั้ง 3 ส่วนนี้หลายอย่าง แต่สำหรับข้อตกลงเบื้องต้นที่ง่ายและไม่ซับซ้อน ได้แก่

$$X_i = T_i + E_i$$

$$\text{หรือ } E_i = X_i - T_i$$

สมการข้างต้นนี้ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงและคะแนนความคลาดเคลื่อน หรือเรายอมรับว่าคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนที่สังเกตหรือวัดได้ และคะแนนจริงก็คือคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดนั่นเอง

คุณลักษณะของคะแนนจริงและคะแนนความคลาดเคลื่อน ในทางปฏิบัติจริงเราไม่สามารถจะทราบค่า T และ E ของผู้เข้าสอบได้ ถึงแม้จะทำการสอบหลาย ๆ คน สมการดังกล่าวนั้นก็จะเป็นติดค่าตัวที่ไม่ทราบค่าทั้ง 2 ของทุก ๆ คนไว้ ถ้าทำการสอบกับผู้สอบหลาย ๆ คน เราก็จะได้รูปแบบการกระจายของความถี่ 3 รูปด้วยกัน ได้แก่ การกระจายของคะแนน X การกระจายของคะแนน T และการกระจายของคะแนน E ซึ่งจะศึกษารายละเอียดของการกระจายทั้ง 3 รูปนี้โดยอาศัยแนวความคิด 2 แบบดังนี้

แนวความคิดที่ 1 ให้ความหมายของความคลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่กำหนดให้ส่วนคะแนนจริงนั้นเป็นผลของความแตกต่างของคะแนนสังเกตและคะแนนความคลาดเคลื่อน

แนวความคิดที่ 2 กำหนดคะแนนจริงไว้ และหาคะแนนแตกต่างระหว่างคะแนนสังเกตและคะแนนจริง ผลที่ได้เป็นคะแนนความคลาดเคลื่อน

ในทำนองเช่นรายละเอียดของการศึกษาตามแนวความคิดที่ 1

ความหมายของความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ ในการใช้แนวความคิดที่ 1 นี้ เพื่อต้องการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสหสัมพันธ์ภายในของคะแนนจริง คะแนนสังเกต และคะแนนความคลาดเคลื่อน เมื่อกล่าวถึงความคลาดเคลื่อน มีแหล่งของความคลาดเคลื่อน 2 ชนิด ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบ และความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ ถ้าผลของการวัดได้ค่ามากหรือน้อยกว่าที่ควรจะเป็นอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น เทปที่ใช้วัดความยาว วัดความยาวได้ไ้้น้อยกว่าที่เป็นจริง เรากล่าวว่ามีความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบในทางลบเกิดขึ้น เพราะว่าค่าความคลาดเคลื่อนได้จากความยาวที่วัดได้ ลบด้วยค่าความยาวที่แท้จริง ค่าว่าโดยบังเอิญนั้น หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่วัดได้กับคะแนนจริงนั้นไม่คงที่ บางครั้งมาก บางครั้งน้อย บางครั้งเป็นบวก บางครั้งเป็นลบ ในทฤษฎีของการวัดจะเกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญเท่านั้น โดยจะไม่สนใจความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบ เช่น ในการหาเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ ส่วนของความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบจะรวมอยู่ในเกณฑ์ปกติด้วย

ในการวัด ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากพอ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญจะเท่ากับศูนย์ แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างจำนวนไม่มากพอ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญจะไม่เป็นศูนย์

เมื่อกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริง และคะแนนความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ (ความคลาดเคลื่อนในการวัด) จะเห็นว่าไม่มีเหตุผลอะไรที่จะกล่าวอ้างว่า ถ้าความคลาดเคลื่อนเป็นบวกแล้วมักจะเกิดกับผู้ที่ได้คะแนนจริงสูง ๆ หรือเมื่อความคลาดเคลื่อนเป็นลบแล้ว มักจะเกิดกับผู้ที่ได้คะแนนจริงต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถคาดเดาได้ว่า จะเกิดความคลาดเคลื่อนมากกับผู้ที่ได้คะแนนจริงต่ำ มากกว่าผู้ที่ได้คะแนนจริงสูงหรือไม่ ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดกับคะแนนจริงจึงมีค่าเป็นศูนย์ ($r_{TE} = 0$) ซึ่งความสัมพันธ์จะเป็นจริงมากถึงขั้นถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างมาก ๆ ในกรณีของการใช้แบบสอบคู่ขนานก็เช่นเดียวกัน ค่าความคลาดเคลื่อนจากแบบสอบที่ 1 จะไม่สัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนของแบบสอบที่ 2 ที่คู่ขนานกัน ($r_{E_1 E_2} = 0$) ซึ่งกรณีต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากพอ

การหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนจริง เพื่อศึกษาคะแนนเฉลี่ยของคะแนนจริงจะเริ่มต้น
จากคำจำกัดความที่ว่า

$$T_1 = X_1 - E_1$$

ใส่ผลรวมทั้ง 2 ข้าง ; $\sum_{i=1}^N T_1 = \sum_{i=1}^N (X_1 - E_1)$

$$\sum T = \sum X - \sum E$$

หารด้วย N ตลอดเพื่อหาค่าเฉลี่ย

$$M_T = M_X - M_E$$

เมื่อ $M_E = 0$

$$\therefore M_T = M_X$$

นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนจริงเท่ากับคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสังเกต

ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน หากความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริง และความแปรปรวนของ
คะแนนความคลาดเคลื่อน เริ่มจาก

$$X = T + E$$

$$X - M_X = T + E - M_T$$

จะใช้สัญลักษณ์ตัวเล็กแทนค่าคะแนนเบี่ยงเบน (deviate score) ดังนี้

เมื่อ x แทน $X - M_X$

t แทน $T - M_T$

e แทน E

ดังนั้น $x = t + e$

หาผลบวกของกำลังสองของทั้ง 2 ข้าง

$$\therefore \sum x^2 = \sum (t + e)^2$$

$$\sum x^2 = \sum t^2 + \sum e^2 + 2\sum et$$

หารด้วย N ทั้ง 2 ข้าง

$$\text{และจาก } r_{te} = \frac{\sum et}{N\sigma_t \cdot \sigma_e}$$

$$\therefore \sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2 + 2 r_{te} \cdot \sigma_t \cdot \sigma_e$$

$$\text{แต่ } r_{te} = 0$$

$$\therefore \sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2$$

นั่นคือจะได้ว่า ความแปรปรวนของคะแนนที่วัดได้เท่ากับผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดและความคลาดเคลื่อนในการวัด
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดอาจนิยามได้ว่า คืออัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่วัดได้ ดังสูตร

$$r_{tt} = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_x^2}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

σ_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนจริง

σ_x^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนที่วัดได้

$$\text{เนื่องจาก } \sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2$$

$$\sigma_x^2 = r_{tt} \cdot \sigma_x^2 + \sigma_e^2 \quad (\text{แทนค่า } \sigma_t^2 \text{ ด้วย } r_{tt} \cdot \sigma_x^2)$$

$$\sigma_x^2 - r_{tt} \cdot \sigma_x^2 = \sigma_e^2$$

$$\sigma_e^2 = \sigma_x^2 (1 - r_{tt})$$

$$\sigma_e = \sigma_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

(σ_e เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด)

จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดมีความสัมพันธ์กับความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด จากความสัมพันธ์ในสมการข้างต้น จะเห็นได้ว่าถ้าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดสูง

ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะน้อย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดนี้เป็นค่านี้อยู่ให้เห็นถึงความถูกต้องของคะแนนที่ได้จากการวัด ตัวอย่างเช่น ถ้าในการวัดครั้งหนึ่งคะแนนที่วัดได้เท่ากับ 86 คะแนน และค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดเท่ากับ 3 หมายความว่า ด้วยความเชื่อ 68% คะแนนจริงของคะแนนที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 86 ± 3 คะแนน

การถดถอยทางสถิติ

ได้มีผู้กล่าวถึงปรากฏการณ์การถดถอยทางสถิติไว้หลายท่านดังนี้

สลาวิน (Slavin. 1984 : 134 - 144) ได้ยกตัวอย่างที่เป็นปรากฏการณ์ที่ชัดเจนของการเกิดการถดถอยทางสถิติ เช่น ปรากฏการณ์ที่พ่อ-แม่ที่ฉลาดมาก ๆ มักจะมีลูกที่ฉลาดน้อยกว่าตน โดยเขาอธิบายว่าเหตุผลที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากกลุ่มคนที่ฉลาดมากเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเป็นกลุ่มสุดโต่ง ดังนั้นเมื่อมีการวัด 2 ครั้ง การวัด 2 ครั้งนั้นจะสัมพันธ์กันสูงมาก (การวัด 2 ครั้งนั้นก็คือ การวัด IQ ของพ่อแม่ เป็นการวัดครั้งที่ 1 และการวัด IQ ของลูกเป็นการวัดครั้งที่ 2) และผลของการวัดครั้งที่ 2 จะมีการถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยของประชากร ซึ่งเป็นการบังเอิญที่ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะมีทิศทางเดียวกันอันเนื่องมาจาก ยีนส์ของแต่ละคนที่ได้รับ สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การได้รับการศึกษาจากโรงเรียนและประสบการณ์ชีวิตที่ผ่านมาจะเป็นตัวส่งเสริมในทางเดียวกันให้สติปัญญาสูงในการวัดครั้งแรก แต่ต้องประกอบเหล่านี้กลับไม่ส่งผลต่อบุตรของเขา หรือการวัดครั้งที่ 2 และในทำนองเดียวกัน ลูกที่ฉลาดมาก ๆ ก็มักจะมาจากพ่อแม่ที่ฉลาดน้อยกว่าตน

มุลลี (Mouly. 1963 : 341) กล่าวว่า การถดถอยทางสถิติ หมายถึง แนวโน้มที่เกิดจากผู้ที่มีคุณลักษณะที่วัดอยู่ในกลุ่มสุดโต่ง (ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มสุดโต่งทางต่ำหรือทางสูงก็ตาม) จะมีผลคะแนนการสอบครั้งที่ 2 เข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มมากยิ่งขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้มักจะเกิดจากผู้ที่มีคะแนนติดพื้น (floor) และคะแนนติดเพดาน (ceiling) ซึ่งคำว่าคะแนนที่ติดพื้นก็หมายความว่า ในการวัดนั้นนักเรียนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดเท่าที่แบบสอบนั้นยอมให้ต่ำสุดได้ ซึ่งโดยแท้จริงแล้ว นักเรียนคนนั้นอาจจะมีความจริงไม่ต่ำเท่านั้นก็ได้อันเนื่องมาจากแบบทดสอบนั้นยากเกินไปสำหรับเขา โดยเมื่อผลการวัดครั้งที่ 2 อาจจะมีปรากฏการณ์ที่ทำให้

เขามีคะแนนสูงขึ้นทั้ง ๆ ที่ยังคงมีความรู้เท่าเดิม และในทำนองเดียวกันคะแนนคิดเพดานก็หมายความว่า นักเรียนคนนั้นสอบได้คะแนนสูงสุดเท่าที่แบบสอบถามยอมให้สูงสุดได้ แต่จริง ๆ แล้วความสามารถที่แท้จริงของเขาไม่สูงจริงถึงคะแนนดังกล่าว ดังนั้นนักเรียนพวกนี้จะไม่มีโอกาสได้คะแนนเพิ่มขึ้นในการวัดครั้งที่ 2 หลังจากได้รับสิ่งทดลองแล้ว

แอนนาตาซี (Anastasi. 1970 : 203 - 204) กล่าวถึง การถดถอยทางสถิติว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเทียบผลของการวัด 2 ครั้งที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ (imperfectly correlated) โดยการสอบวัด 2 ครั้งนั้น จะใช้เครื่องมือชุดเดิม หรือชุดที่คู่ขนานกัน และเป็นการทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่าไม่มีเครื่องมือวัดชุดใดที่มีความเชื่อมั่นเป็น 1.00 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า คะแนนจากการวัดของแต่ละคนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้างเมื่อมีการวัดครั้งที่ 2 โดยกลุ่มที่มีคะแนนสุดโต่ง จะมีแนวโน้มถดถอยเข้าสู่ลักษณะเฉลี่ยในการสอบครั้งที่ 2 การเกิดการถดถอยแสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันโดยมีความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญส่งผลต่อการสอบทั้ง 2 ครั้งนั้น การที่บางคนได้คะแนนสูงในครั้งแรกเนื่องจากความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญส่งผล แต่ความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญดังกล่าวจะไม่สัมพันธ์กันอย่างเดิมในการสอบครั้งที่ 2 และมีแนวโน้มจะทำให้คะแนนครั้งที่ 2 ต่ำลงมากกว่าจะสูงขึ้นหรือคงเดิม ความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้ความสัมพันธ์ของการสอบ 2 ครั้งนั้นไม่สมบูรณ์

วอคเซล (Vockell. 1983 : 135 - 137) กล่าวถึงการถดถอยทางสถิติว่า ถ้ามีการเลือกกลุ่มตัวอย่างย่อยมาจากกลุ่มใหญ่ โดยกลุ่มที่เลือกมามีลักษณะเป็นกลุ่มสุดโต่ง เมื่อมีการวัดซ้ำในตัวแปรเดียวกันหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเดิมแล้ว ผลของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มย่อยจะเข้าสู่ลักษณะเฉลี่ยของกลุ่มใหญ่เดิม ถ้ากลุ่มย่อยที่เลือกมานั้นเป็นกลุ่มสุดโต่งทางคะแนนสูงจากการสอบครั้งแรก คะแนนจะลดลงในการสอบครั้งที่ 2 แต่ยังคงสูงกว่าคะแนนเฉลี่ย แต่ถ้ากลุ่มย่อยที่เลือกมานั้นเป็นกลุ่มสุดโต่งทางคะแนนต่ำจากการสอบครั้งแรกแล้ว คะแนนจะสูงขึ้นในการสอบครั้งที่ 2 แต่ยังคงต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย ปรากฏการณ์การถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่นไม่สมบูรณ์ แต่ถ้าเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่นอย่างสมบูรณ์ (ซึ่งไม่มีเครื่องมือวัดชนิดใดเป็นเช่นนี้) ก็จะไม่ปัญหาการถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยเกิดขึ้นเลย และถ้าเครื่องมือวัดขาดความเชื่อมั่นมากเท่าใด ขนาดของการถดถอยทางสถิติจะเกิดมากขึ้นเท่านั้น

ปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิติ^๕ เกิดเนื่องจากความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ (chance factors) ในแบบสอบที่มีความเชื่อมั่นต่ำ และความบังเอิญนี้มักจะเกิดในกลุ่มที่มีลักษณะสุดโต่ง ซึ่งความบังเอิญนี้จะไม่เกิดในคนกลุ่มเดิมอีกในการสอบครั้งต่อไป ดังตัวอย่างเช่น การปวดหัวหรือการเคา้มมักจะเกิดในกลุ่มสุดโต่ง และการปวดหัวหรือการเคา้ม จะไม่เกิดขึ้นในคนเดิมอีกเมื่อมีการสอบครั้งต่อไป

แซก (Sax. 1968 : 126 - 127) กล่าวว่า ถ้าผู้ถูกทดลองได้รับเลือกมาเพราะมีลักษณะเด่นในคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่ง เมื่อมีการสอบวัดซ้ำแล้วคะแนนจะสูงขึ้นถ้าผู้ถูกทดลองเป็นผู้ที่มีคะแนนเดิมต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย แต่ถ้าเดิมเขาเป็นผู้มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่แล้วในการวัดซ้ำคะแนนเขาจะลดลง

แคมเบล และ สแตนลีย์ (Campbell and Stanley. 1963 : 11 - 12) กล่าวว่า การถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดโดยทั่วไป มิได้ขัดขอบเขตเฉพาะปรากฏการณ์ที่เกิดเนื่องจากการสอบวัด 2 ครั้ง ด้วยเครื่องมือชุดเดิม หรือเครื่องมือที่คุ้นชาน ดังเช่น นักเรียนที่มี IQ สูงสุด มี IQ สูงกว่า IQ ของคนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงสุด และในทำนองเดียวกัน คนที่ IQ ต่ำสุดก็มักจะไม่ใช่คนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำสุดด้วย

เมื่อพูดถึงการถดถอยทางสถิติในแง่ของความคลาดเคลื่อนในการวัดจะหมายถึงระดับของความสัมพันธ์ (correlation) ถ้าความสัมพันธ์ต่ำจะมีการถดถอยทางสถิติสูง และการที่มีความสัมพันธ์กันไม่สมบูรณ์ก็คือ "ความคลาดเคลื่อน" นั่นเอง การถดถอยทางสถิติจะเกิดขึ้นเสมอเมื่อมีการวัดซ้ำโดยการสอบทั้งสองครั้งนั้นสัมพันธ์กันไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับเลือกมาทำการสอบนั้นมีลักษณะสุดโต่ง

เลวิน (Lewin. 1979 : 69) กล่าวถึงการถดถอยทางสถิติว่า เป็นแนวโน้มที่กลุ่มที่ได้รับเลือกมาเป็นกลุ่มสุดโต่งทางสูงหรือต่ำก็ตาม (จากการวัดครั้งแรก) จะมีคะแนนเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยยิ่งขึ้นในการสอบครั้งต่อไป ถึงแม้ว่าจะได้รับหรือไม่ได้รับสิ่งทดลองเลยก็ตาม

อารีย์ และคนอื่น ๆ (Ary and others. 1979 : 239 - 241) กล่าวว่า ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเลือกมาเป็นกลุ่มสุดโต่ง ค่าการถดถอยทางสถิติจะเกิดรวมในผลของการวัด ซึ่งอาจจะทำให้การตีความหมายของผลการวัดผิดพลาดไปได้ จึงค่าการถดถอยทางสถิติที่

หมายถึงแนวโน้มที่คะแนนสุดโต่งจะถดถอยเข้าสู่ค่าคะแนนเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนต่ำสุดในวิชาภาษาอังกฤษ 4 คน ในการทดลองโปรแกรมเรียนภาษาอังกฤษ ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 4 คนนี้ ก็จะขยับเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยของประชากรในการสอบครั้งที่ 2 ไม่ว่าจะให้สิ่งทดลองหรือไม่ก็ตาม และทำนองเดียวกัน คนที่ได้คะแนนสูง ๆ ในการสอบครั้งแรก ก็จะมีแนวโน้มที่คะแนนลดลงเข้าใกล้ค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากรในการสอบครั้งที่ 2 การถดถอยทางสถิตินี้จะเกิดเมื่อสหสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรนั้นไม่สมบูรณ์ และตามความเป็นจริงไม่มีตัวแปรทางการศึกษาตัวแปรใดที่สัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังผลอันเกิดจากการถดถอยทางสถิติที่อาจเกิดในแบบแผนการทดลองที่ใช้

ทักแมน (Tuckman. 1972 : 77) กล่าวว่า เมื่อกลุ่มที่ถูกเลือกมามีคะแนนสุดโต่งในตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งก็จะมีปัญหาการถดถอยทางสถิติเกิดขึ้น เช่น ในการศึกษาเฉพาะนักเรียนที่มีคะแนนสติปัญญาในส่วน ๕ ของประชากรที่มีคะแนนสติปัญญาต่ำสุด หรือศึกษาเฉพาะในส่วน ๕ ของประชากรที่มีคะแนนสติปัญญาสูงสุด โดยไม่นำส่วน ๕ ของประชากรที่มีคะแนนอยู่ระหว่างกลางมาศึกษาด้วย จะทำให้แนวโน้มของคะแนนของกลุ่มสติปัญญาสูงจะลดลงเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยของประชากร และคะแนนของกลุ่มสติปัญญาต่ำจะสูงขึ้นเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยของประชากรในการสอบวัดครั้งที่ต่อไป ซึ่งการที่คะแนนในการสอบครั้งหลังเปลี่ยนไปนี้ เกิดขึ้นโดยมิต้องให้สิ่งทดลองเลย เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ (chance factors) ซึ่งมักส่งผลในกลุ่มสุดโต่งมากกว่ากลุ่มปกติ (average scores) และความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญเหล่านี้จะไม่ปรากฏขึ้นในการวัดครั้งที่ต่อไป

จากคำอธิบายข้างต้นของหลายท่านดังกล่าว พอสรุปได้ว่า การถดถอยทางสถิติเป็นปรากฏการณ์ที่เห็นได้ชัดเจนในกรณีที่มีการสอบวัด 2 ครั้ง โดยเฉพาะถ้ากลุ่มที่คัดเลือกมานั้นเป็นกลุ่มสุดโต่ง ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มสุดโต่งทางสูงหรือต่ำ คะแนนจากการวัดครั้งที่สองของเขาจะไม่คงเดิม แต่จะขยับเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยมากขึ้น ไม่ว่าจะได้รับสิ่งทดลองหรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดไม่สมบูรณ์ คือไม่เท่ากับ 1.00 และเนื่องมาจากความสัมพันธ์ของการสอบวัดทั้ง 2 ครั้งไม่สมบูรณ์ โดยตัวการที่ทำให้ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดและความสัมพันธ์ของการสอบวัดทั้งสองครั้งไม่สมบูรณ์ก็คือ ความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ (chance factors)

นอกจากนี้ ไอแซค และ ไมเคิล (Isaac and Michael. 1983 : 93) ยังได้กล่าวถึงสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสติปัญญา ดังนี้

1. เกิดเนื่องจากกลุ่มที่นำมาศึกษานั้นเป็นกลุ่มสุ่มโถ่ง ผลคือ กลุ่มเก่งมักจะได้คะแนนต่ำลง ส่วนกลุ่มอ่อนมักจะได้คะแนนสูงขึ้นในการสอบครั้งที่ 2
2. ยิ่งกลุ่มที่นำมาศึกษานั้นสุ่มโถ่ง คือ เป็นกลุ่มที่เบี่ยงเบนไปจากคะแนนเฉลี่ยมากเท่าใด ยิ่งทำให้เกิดการถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยมากขึ้นเท่านั้น
3. ค่าความสัมพันธ์ของการสอบ 2 ครั้ง ต่ำมากเท่าใด ยิ่งทำให้การถดถอยเข้าสู่ส่วนกลางมากขึ้นเท่านั้น
4. กลุ่มที่ได้รับการคัดเลือกอย่างอิสระมาศึกษา ถึงแม้จะมีคะแนนสุ่มโถ่งในตัวแปรที่ศึกษาก็มีแนวโน้มว่าจะไม่เกิดการถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยมากนักในการสอบครั้งที่ 2 เพราะผลการเลือกอย่างสุ่มจะช่วยให้ทิศทางของความคลาดเคลื่อนเป็นทั้งทางบวกและทางลบ
5. กลุ่มที่ได้รับการเลือกด้วยคะแนนสุ่มโถ่งของตัวแปรหนึ่ง แต่เมื่อทำการวัดหรือศึกษาอีกตัวแปรหนึ่งที่ไม่สัมพันธ์กับตัวแปรที่คัดเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลของการวัดจะเป็นอิสระจากการเกิดการถดถอยทางสติปัญญา
6. ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาได้มาจากการจับคู่โดยใช้คะแนนจากการสอบวัดครั้งแรกเป็นเกณฑ์ ย่อมเกิดการเสี่ยงที่จะมีการถดถอยทางสติปัญญาเกิดขึ้นถ้าจับคู่กันเป็นการจับคู่ระหว่างประชากรต่างกลุ่มกัน ตัวอย่างเช่น การจับคู่ที่กระทำใน 2 โรงเรียน ระหว่างโรงเรียนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจปานกลาง และโรงเรียนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ การจับคู่ใช้คะแนนสติปัญญา (IQ) ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนสติปัญญาของโรงเรียนทั้งสองแตกต่างกัน จึงมีแนวโน้มที่คะแนนของนักเรียนแต่ละโรงเรียนจะถดถอยเข้าสู่คะแนนเฉลี่ยของประชากรของตนในการสอบครั้งที่สอง ผลคะแนนที่ได้จึงเกิดการถดถอยเข้าสู่ค่าเฉลี่ยของคะแนนคนละชุด

แนวทางการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสติปัญญาที่เกิดในการวัดกลุ่มสุ่มโถ่ง

ในเรื่องการนำวิธีการประมาณค่าคะแนนจริงไปใช้นั้น ได้มีผู้นำไปใช้ในสถานการณ์อื่น คือ ลอร์ด (Pravalpruk. 1974 : 68 Citing Lord. 1960) เป็นคนแรกที่ได้

ศึกษาการใช้สถิติ ANCOVA ในกรณีที่มีการผ่านข้อตกลงเบื้องต้น เรื่องการใช้ตัวแปรร่วม (covariate) ซึ่งจะต้องเป็นตัวแปรที่ได้จากการวัดที่ปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งในทางปฏิบัติจริงจะไม่มีโอกาสเป็นเช่นนั้น ดังนั้น ลอร์ดจึงแก้ไขโดยการประมาณค่าคะแนนจริงของตัวแปรร่วมที่ได้จากการวัด แต่การศึกษาของเขามีข้อจำกัดว่าตัวแปรต้นเพียงตัวเดียว 2 ระดับ และใช้ตัวแปรร่วมเพียงตัวเดียว ต่อมาพอร์ทเตอร์ (Pravalpruk. 1974 : 68 Citing Porter. 1967, 1973) ก็ใช้วิธีการประมาณค่าคะแนนจริงในการศึกษา การใช้สถิติ ANCOVA ในกรณีผ่านข้อตกลงเบื้องต้นเดิม แต่แบบการทดลองของเขาซับซ้อนกว่า แต่ก็ยังคงใช้ตัวแปรร่วมเพียงตัวเดียวเช่นกัน ผลการทดลองทั้ง 2 ท่านให้ผลใช้ได้ ต่อมา โกวิท ประวาลพุกษ์ (Pravalpruk. 1974) ได้ศึกษาการใช้สถิติ ANCOVA ที่มีการผ่านข้อตกลงเช่นเดิมอีก แต่ใช้ตัวแปรร่วม 2 ตัว ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มี 3 วิธีการ ใน 2 สถานการณ์คือ สถานการณ์ที่ 1 ตัวแปรร่วมมาจากการสุ่มและเป็นอิสระจากกัน สถานการณ์ที่ 2 ตัวแปรร่วมมาจากการสุ่มแต่มีความสัมพันธ์กัน ในสถานการณ์ที่ 1 ใช้การประมาณค่าคะแนนจริงของตัวแปรร่วมทั้ง 2 ส่วน สถานการณ์ที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 วิธีการคือ วิธี A และวิธี B โดยวิธี A ลดค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมทั้ง 2 ก่อนที่จะประมาณค่าคะแนนจริง วิธี B แปลงตัวแปรร่วมตัวที่ 2 ให้อิสระจากตัวแปรร่วมที่ 1 แล้วจึงประมาณค่าคะแนนจริง ผลปรากฏว่า สถานการณ์ที่ 1 และวิธี A ของสถานการณ์ที่ 2 ให้ผลใช้ได้

เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงน่าจะลองนำเอาวิธีการประมาณค่าคะแนนจริงมาใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาคงเหลือทางสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มสุดท้ายในการวิจัยครั้งนี้ดูบ้าง ซึ่งรายละเอียดของการประมาณค่าคะแนนจริงที่ลอร์ดได้เสนอแนะไว้ มีการประมาณค่าคะแนนจริงจากสูตรดังนี้

$$R(T_a/X_a) = \mu_x + \rho_{xx'}(X_a - \mu_x)$$

เมื่อ $R(T_a/X_a)$ คือ คะแนนจริงที่ประมาณได้จากคะแนนที่วัดได้

μ_x คือ คะแนนเฉลี่ย

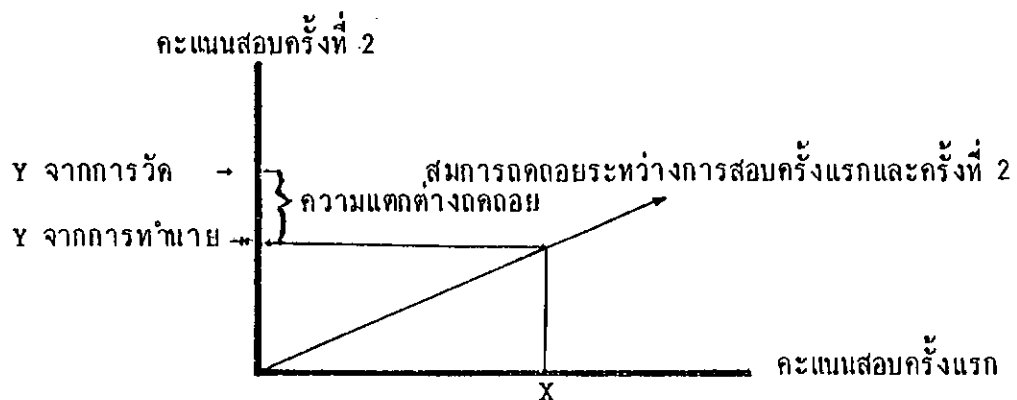
$\rho_{xx'}$ คือ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

X_a คือ คะแนนที่วัดได้

จากสูตรนี้ จะเห็นว่าคะแนนจริงจากการประมาณค่านี้ จะประกอบด้วยค่าประมาณค่าจาก 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ขึ้นอยู่กับคะแนนของแต่ละคนที่วัดได้ และส่วนที่ 2 ขึ้นอยู่กับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ถ้าค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดสูง น้ำหนักของค่าคะแนนจริงที่ประมาณได้จะขึ้นอยู่กับคะแนนที่วัดได้มากกว่าคะแนนเฉลี่ย และในทางตรงข้ามถ้าค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดต่ำ น้ำหนักของค่าคะแนนจริงที่ประมาณได้จะขึ้นอยู่กับคะแนนเฉลี่ยมากกว่าคะแนนที่วัดได้ และค่าคะแนนจริงที่ประมาณได้จะสูงกว่าคะแนนที่วัดได้ เมื่อคะแนนที่วัดได้น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย และในทางตรงข้ามค่าคะแนนจริงที่ประมาณได้ จะต่ำกว่าคะแนนที่วัดได้เมื่อคะแนนที่วัดได้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย

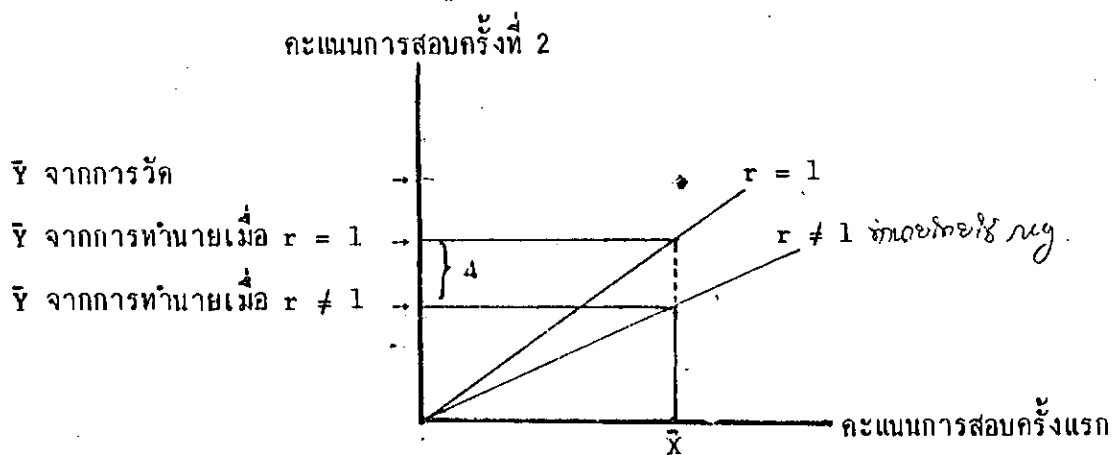
ในเรื่องของการนำคะแนนแตกต่างถดถอย (regressed gain score) มาใช้นั้น เนื่องมาจาก ในการวิเคราะห์คะแนนความแตกต่าง (gain score) นั้นมีปัญหา เนื่องจากคะแนนความแตกต่างนั้นมีความเชื่อมั่นต่ำกว่าคะแนนการสอบครั้งแรกหรือคะแนนการสอบครั้งที่ 2 ทั้งนี้เพราะมีปัญหาในกรณีที่คะแนนติดเพดาน (ceiling) เนื่องจากโอกาสของคนที่ได้คะแนนสอบครั้งแรกสูงจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นในการสอบครั้งที่ 2 น้อยกว่าโอกาสของคนที่ได้คะแนนจากการสอบครั้งแรกต่ำ ดังตัวอย่างเช่น กรณีที่คะแนนเต็ม 100 คะแนน คนที่ได้คะแนนในการสอบครั้งแรก 92 คะแนน มีโอกาสได้คะแนนเพิ่มอีก 8 คะแนนเท่านั้น ในขณะที่คนที่ได้คะแนนในการสอบครั้งแรก 42 คะแนน มีโอกาสที่จะได้คะแนนเพิ่มอีก 58 คะแนน และนอกจากนี้ความหมายของคนที่ได้คะแนนเพิ่มจาก 92 คะแนน เป็น 98 คะแนน ก็จะไม่เท่าเทียมกับคนที่ได้คะแนนเพิ่มจาก 42 คะแนนเป็น 48 คะแนน ทั้ง ๆ ที่คะแนนเพิ่ม 6 คะแนนเท่ากัน ทั้งนี้เพราะเป็นการยากที่จะทำคะแนนเพิ่ม จาก 92 คะแนนเป็น 98 คะแนนมากกว่า ที่จะทำคะแนนเพิ่มจาก 42 คะแนนเป็น 48 คะแนน จากปัญหานี้จึงได้หลีกเลี่ยงการวิเคราะห์ผลวิจัยโดยใช้การเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่าง แต่ใช้คะแนนแตกต่างถดถอย (regressed gain scores หรือ residualized gain scores) แทน (Ary. 1979 : 262 - 263 and Kerlinger. 1981 : 337 - 338 Citing Cronbach and Furby. 1966 : 121 - 127) ซึ่งคะแนนแตกต่างถดถอยนี้ คำนวณได้จากการทำนายคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 จากคะแนนการสอบครั้งแรก โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกและครั้งที่ 2 แล้วนำคะแนนที่ทำนายได้ไปลบ

นอกจากคะแนนสอบครั้งที่ 2 ที่วัดได้ ซึ่งวิธีการนี้จะจัดผลกระทบของการสอบครั้งแรกที่ส่งผลต่อการสอบครั้งที่ 2 ด้วย



เมื่อพิจารณาวิธีการทั้ง 2 ที่นำมาใช้ในการจัดคะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดขึ้นในการวัดกลุ่มสุ่มโต่ง จะเห็นได้ว่า วิธีแรก (คือการประมาณค่าคะแนนจริง) นั้น ประมาณค่าคะแนนจริงจากสูตร $R(T_a/X_a) = \mu_x + \rho_{xx'}(X_a - \mu_x)$ ซึ่งแหล่งของความแปรปรวนของคะแนนนั้นเนื่องมาจากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ($\rho_{xx'}$) ส่วนแนววิธีที่ 2 การใช้คะแนนความแตกต่างดคลอยนั้นจะต้องใช้สมการถดถอยระหว่างการสอบครั้งแรกและครั้งที่ 2 ซึ่งคำนวณจากสูตร $Y = a + bX$ เมื่อ Y คือคะแนนสอบครั้งที่ 2 ได้จากการทำนาย X คือคะแนนจากการสอบครั้งแรก a คือค่าคงตัว และ $b = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$ (เมื่อ r คือ สหสัมพันธ์ระหว่างการสอบครั้งแรกและการสอบครั้งที่ 2 ส่วน σ_x และ σ_y คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสอบครั้งแรก และครั้งที่ 2 ตามลำดับ) ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากสูตรแล้วจะเห็นได้ว่า แหล่งของความแปรปรวนที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิติมาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบครั้งแรกและครั้งที่ 2 จากเหตุผลดังกล่าวและจากการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องพบว่า แหล่งของความแปรปรวนที่ทำให้เกิดการถดถอยทางสถิติ มาจากทั้ง 2 แหล่ง ได้แก่ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง จึงน่าที่จะหาวิธีการที่พิจารณาถึงแหล่งของความแปรปรวนทั้ง 2 ซึ่งแนววิธีดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้ในวิธีที่ 3 ที่ผู้วิจัยนำเสนอ มีวิธีการคือ ปรับแก้โดยหาขนาดของการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า = Δ) แล้วนำไปหักออกจากคะแนนดิบของ

คะแนนความแตกต่างจากการสอบสองครั้ง ผลที่ได้ก็จะเป็นการปรับแก้การถดถอยทางสถิติ ซึ่งแนวคิดในการหาค่าเฉลี่ยคือ เมื่อค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเท่ากับ 1.00 คะแนนจากการสอบวัดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จะต้องไม่มีความคลาดเคลื่อน คะแนนที่วัดได้จะเป็นคะแนนจริง แต่ตามสภาพความเป็นจริงแล้วไม่มีเครื่องมือวัดใดที่มีความเชื่อมั่นเป็น 1.00 จึงเป็นสาเหตุให้คะแนนจากการสอบวัดทั้ง 2 ครั้งนั้นมีความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย และเมื่อพิจารณาที่คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนายโดยใช้สมการเส้นตรงถดถอยระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่นตามที่กำหนด (Y จากการทำนาย เมื่อ $r \neq 1$ ตามรูป) จะมีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนายโดยใช้สมการเส้นตรงถดถอยระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น = 1.00 (Y จากการทำนาย เมื่อ $r = 1$ ตามรูป) ซึ่งค่าที่ลดลงนี้ก็คือ ค่าการถดถอยทางสถิตินั่นเอง



เนื่องจากสถานการณ์ของการทดลองที่จะทำการศึกษามีหลากหลาย กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างมาจากการกระจายของประชากรแตกต่างกัน และขนาดของความสุ่มไถ่มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ไม่อาจคาดคะเนได้ว่าแนววิธีแก้ไขใดจะให้ผลดีที่สุด ดังนั้น จึงสมควรที่จะได้ทำการทดลองว่า สถานการณ์ของการทดลองใด ควรจะใช้แนววิธีแก้ไขใดจึงจะให้ผลดีที่สุด

การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

ในการศึกษาปัญหามองปัญหา ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เชิงปริมาณ ถ้าจะใช้สถานการณ์จริง อาจมีความยุ่งยากเพราะต้องใช้เวลาและงบประมาณมาก บางครั้งเราสามารถที่จะจำลอง

สภาพการณ์ปัญหาเหล่านั้นได้โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลเข้าช่วย เพื่อเป็นการประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ ทั้งนี้ในการศึกษานั้นเราจะต้องพิจารณาว่า ปัญหาที่เราจะคำนวณนั้นจะใช้ค่าใดจึงจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้น มีลักษณะที่ไม่แน่นอนเหมือนกับลักษณะข้อมูลจริง ดังนั้นในการจำลองแบบปัญหาคงกล่าวจึงมีปัญหว่า ทำอย่างไรจึงจะสามารถใส่ข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนข้อมูลจริงเข้าไปในแบบจำลอง และทำอย่างไรจึงจะทำให้แบบจำลองสามารถสร้างข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนข้อมูลจริงได้ ซึ่งในกรณีที่ค่าไม่แน่นอนสามารถหาค่าในรูปของความน่าจะเป็นก็มักจะใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

เทคนิคมอนติคาร์โล คือ เทคนิคการสร้างข้อมูลโดยการใช้ตัวเลขแบบสุ่มและความน่าจะเป็นสะสม ตัวเลขสุ่มนี้อาจได้มาจากตารางเลขสุ่ม (random numbers table) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ลูกเต๋า วงล้อสุ่ม ฯลฯ ซึ่งสามารถสร้างตัวเลขที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสมมาตร ส่วนค่าความน่าจะเป็นสะสม คือค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง ซึ่งขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โลมีดังนี้

1. การสร้างตัวเลขสุ่ม (random number) การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิธีมอนติคาร์โล ทั้งนี้เพราะว่า หลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ลักษณะของตัวเลขสุ่มจะมีการกระจายแบบสมมาตรในช่วง (0, 1)
2. การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการศึกษา บางปัญหาอาจจะไม่ใช่ตัวเลขสุ่มโดยตรง แต่อาจมีขั้นตอนอื่น ๆ หลายขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เราอาจต้องใช้ตัวเลขสุ่มบางขั้นตอน
3. การทดลองกระทำ เมื่อประยุกต์ปัญหาให้กับตัวเลขสุ่มได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการทดลอง โดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random process) มากระทำในลักษณะซ้ำ ๆ กัน (replication) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่ดำเนินการด้วยวิธีจำลองขึ้นด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลสุ่มเลขขึ้น เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับแก้การถดถอยทางสถิติในเคสแบบความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้ง ที่เกิดจากการใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มสุ่มโต่งว่า วิธีใดให้ผลเป็นที่ยอมรับได้ และวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ทำการศึกษารังนี้

1. การกระจายของประชากร ในการศึกษารังนี้ จะศึกษาเฉพาะประชากรที่มีการกระจายใน 2 ลักษณะคือ ประชากรที่มีการกระจายเป็นแบบปกติ และการกระจายแบบเบ้ โดยในการกระจายแบบเบ้นั้นกำหนดที่จะศึกษาประชากรที่มีความเบ้ของการกระจายเป็น 3 ขนาดคือ เบ้มาก (-1.25) เบ้ปานกลาง ($-.75$) และเบ้น้อย ($-.25$) ซึ่งค่าความเบ้มากกว่า ± 1 ขึ้นไปถือว่าเบ้มาก ถ้าค่าความเบ้ระหว่าง $\frac{1}{2}$ ถึง 1 ถือว่าเบ้ปานกลาง และถ้าค่าความเบ้อยู่ระหว่าง 0 ถึง $\frac{1}{2}$ ถือว่าเบ้น้อย ส่วนค่าความโด่งนั้น จะศึกษาประชากรที่มีค่าความโด่งของการกระจายแบบ 3 ขนาดคือ มีค่าความโด่งมากกว่าความโด่งของการกระจายแบบปกติ (3.5) ความโด่งน้อยกว่าความโด่งของการกระจายแบบปกติเล็กน้อย (2.5) และความโด่งน้อยกว่าความโด่งของการกระจายปกติมาก (1.5) เหตุผลที่เลือกศึกษาขนาดของความเบ้และความโด่งอย่างละ 3 ค่าก็เพื่อศึกษาแนวโน้มของผลการทดลองและการเลือกศึกษาเฉพาะประชากรที่มีลักษณะการกระจายดังกล่าวก็เพราะในสภาพห้องเรียนโดยทั่ว ๆ ไปมักจะมีการกระจายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในลักษณะเช่นนี้ ส่วนการกำหนดที่จะทำการศึกษาเฉพาะการกระจายของประชากรที่มีค่าความเบ้เป็นลบก็เพราะ การวัดในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มสุ่มโต่งของการกระจายของประชากร ในลักษณะนี้จะเกิดการถดถอยทางสถิติมาก

2. การคัดเลือกประชากรกลุ่มย่อย จะเลือกประชากรเฉพาะประชากรจากปลายโค้งทางด้านซ้ายขนาด 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นมาศึกษา การคัดเลือกขนาดดังกล่าวก็เพราะขนาดดังกล่าวนั้นสามารถแทนขนาดของแก๊กลุ่ม่อนที่จะต้องได้รับการสอนซ่อมเสริมตามสภาพการณ์ที่เป็นจริง และการเลือกมา 3 ขนาด ก็เพื่อต้องการศึกษาแนวโน้มของผลการทดลอง

3. การกำหนดค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบครั้งที่ 1 และการสอบครั้งที่ 2 ให้มีค่าเป็น .4, .6 และ .8 การกำหนดที่จะศึกษาเฉพาะค่าดังกล่าวก็เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ที่คะแนนของการสอบ 2 ครั้งของชนกลุ่มเดิมควรมีสหสัมพันธ์กันค่า และการกำหนดที่จะศึกษา 3 ค่า ก็เพื่อจะศึกษาแนวโน้มของผลการทดลอง

4. การกำหนดค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดให้มีค่า .7, .8 และ .9 ซึ่งการกำหนดค่าดังกล่าวเพราะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดในสภาพการณ์ที่ใช้จริง และกำหนดที่จะศึกษา 3 ค่านั้น เพื่อต้องการศึกษาแนวโน้มของผลการทดลอง

5. การศึกษาผลการสอนซ่อมเสริม ศึกษาทั้งกรณีที่เกิดผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล คือ ผลการสอนซ่อมเสริมให้ผลไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนสอนและหลังสอน และกรณีที่ผลการทดลองเป็นนอนเซนทรอล คือ ผลการสอนซ่อมเสริมทำให้มีคะแนนแตกต่างกันระหว่างก่อนสอนและหลังสอนการกำหนดที่จะศึกษาทั้ง 2 กรณี ก็เพราะในสภาพการณ์ที่เป็นจริงอาจเป็นไปได้ทั้ง 2 กรณี

6. การศึกษาทุกกรณีศึกษามายั้ระดับนัยสำคัญ .01 .025 และ .05

7. การศึกษาจะศึกษาคอมบิเนชั่น (Combination) ของสภาพการณ์ที่กำหนดแล้วดังกล่าว (ข้อ 1-6) เพียงบางสถานการณ์ที่เป็นตัวแทนในการศึกษาจริง ๆ ดังเครื่องหมายที่ได้แสดงในตารางเท่านั้น

ตาราง 1 แสดงสถานการณ์ที่จะคัดเลือกมาศึกษาจากสถานการณ์ทั้งหมดที่กำหนด

สหสัมพันธ์ระหว่าง การสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	ความเชื่อมั่น ของ เครื่องมือวัด	ขนาดของหางโค้งที่นำมาศึกษา		
		10%	20%	30%
.4	.7		X	
	.8			
	.9			
.6	.7		X	
	.8		X	
	.9	X	X	X
.8	.7		X	
	.8			
	.9			

สถานการณ์ที่จะเลือกมาเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้ เป็นสถานการณ์ที่กาเครื่องหมาย X ซึ่งมีทั้งหมด 7 สถานการณ์ การเลือก 7 สถานการณ์นี้มาศึกษา อาศัยหลักจากแบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน (Partially Incomplete Randomize Block Design) ซึ่งจะทำให้สามารถศึกษาแนวโน้มผลการทดลองของพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ได้ทั้งหมด และสถานการณ์ทดลองทั้ง 7 สถานการณ์ จะทำการทดลองทุกการแจกแจงของประชากรที่กำหนด และทุกลักษณะของผลการทดลอง โดยแต่ละสถานการณ์การทดลองจะใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 3 ขนาดคือ 10, 15 และ 20 คน

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย จะดำเนินการด้วยการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรน โดยมีขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะตามทราโมเตอร์ที่กำหนด และถือว่าตัวแปรสุ่มนี้แทนค่าคะแนนจริง (true scores) ของประชากรนั้น ๆ และคะแนนชุดนี้ให้ถือเป็นคะแนนการสอบครั้งที่ 1 เมื่อเครื่องมือวัดปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วย
2. คัดเลือกเอาประชากรกลุ่มย่อย จำนวน 10, 20, และ 30 เปอร์เซนต์ของทางโค้งของคะแนนจริงทางด้านซ้ายมือมาศึกษา (คือคะแนนการสอบครั้งแรกของวิธีเกณฑ์)
3. เปลี่ยนคะแนนทางโค้งทางด้านซ้ายที่คัดเลือกมา (ในข้อ 2.) ให้เป็นคะแนนอีกชุดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนชุดเดิมตามค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด และถือว่าคะแนนชุดนี้เป็นคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 โดยมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนการสอบครั้งแรกที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด (คะแนนการสอบครั้งที่ 2 ของวิธีเกณฑ์)
4. คำนวณค่าสถิติ t ของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบครั้งที่ 2 (ในข้อ 3.) กับคะแนนการสอบครั้งที่ 1 (ในข้อ 2.) ซึ่งผลที่ได้ถือเป็นคะแนนคะแนนความแตกต่างที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ให้คะแนน t ที่ได้นี้เป็น t_0
5. สร้างตัวแปรสุ่มที่ถือเป็นคะแนนจากการวัดครั้งที่ 1 (observed scores) โดยใช้เครื่องมือวัดที่มีความเชื่อมั่นที่กำหนด โดยในการสร้างนั้นสร้างมาจากคะแนนชุดเดิม (ในข้อ 1.) แล้วคัดเลือกเอาส่วน 10, 20 และ 30 เปอร์เซนต์ของทางโค้งทางด้านซ้ายมือมาศึกษา (ซึ่งรายละเอียดของการสร้างจะอยู่ในหน้า 50-51)
6. เปลี่ยนคะแนนจากข้อ 5. ให้เป็นคะแนนอีกชุดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนในข้อ 5. ตามค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด ถือว่าคะแนนชุดนี้เป็นคะแนนจากการวัดครั้งที่ 2 ซึ่งจะรวมค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดและการดกดยทางสถิติเอาไว้ด้วย
7. ประมวลค่าคะแนนจากการวัดในข้อ 5. กลับไปเพื่อหาค่าคะแนนจริง คะแนนใหม่ที่ได้ ถือเป็นคะแนนจริงของการสอบครั้งที่ 1 ที่ได้จากการประมวลค่า
8. ประมวลค่าคะแนนจากการวัดในข้อที่ 6. กลับไปเพื่อหาค่าคะแนนจริง คะแนนที่ได้ถือเป็นคะแนนจริงของการสอบครั้งที่ 2 ที่ได้จากการประมวลค่า
9. หาค่า t ของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงจากการประมวลค่าของการสอบทั้ง 2 ครั้ง (ผลจากข้อ 7 และข้อ 8) ให้คะแนน t ที่ได้เป็น t_1

10. สร้างสมการเส้นตรงถดถอยระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกและการสอบครั้งที่ 2 ที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยใช้คะแนนจากการสอบครั้งแรกเป็นตัวทำนาย และคะแนนการสอบครั้งที่ 2 เป็นคะแนนเกณฑ์ แล้วหาคะแนนการสอบครั้งที่ 2 จากสมการนี้โดยใช้คะแนนการสอบครั้งแรกเป็นตัวทำนาย

11. คำนวณค่าสถิติ t ระหว่างคะแนนการสอบครั้งที่ 2 เมื่อเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่นตามที่กำหนด (จากข้อ 6.) กับคะแนนเกณฑ์ที่ได้จากการทำนายโดยสมการถดถอยระหว่างคะแนนการสอบครั้งที่ 1 และคะแนนการสอบครั้งที่ 2 เมื่อข้อสอบมีความเชื่อมั่นตามที่กำหนด (คะแนนที่ได้ในข้อ 10.) คะแนนที่ได้ถือเป็นคะแนน t ที่เป็นการปรับแก้โดยแนววิธีของ กรอนบาค และ เพอร์บี ให้คะแนน t ที่ได้ให้เป็น t_2

12. สร้างสมการเส้นตรงถดถอยทางสถิติระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรก กับคะแนนการสอบครั้งที่ 2 โดยคิดว่าคะแนนทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์หรือมีความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเป็น 1 แล้วหาคะแนนเกณฑ์เฉลี่ยจากสมการถดถอยทางสถิตินี้ โดยให้คะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 1 เป็นคะแนนทำนาย

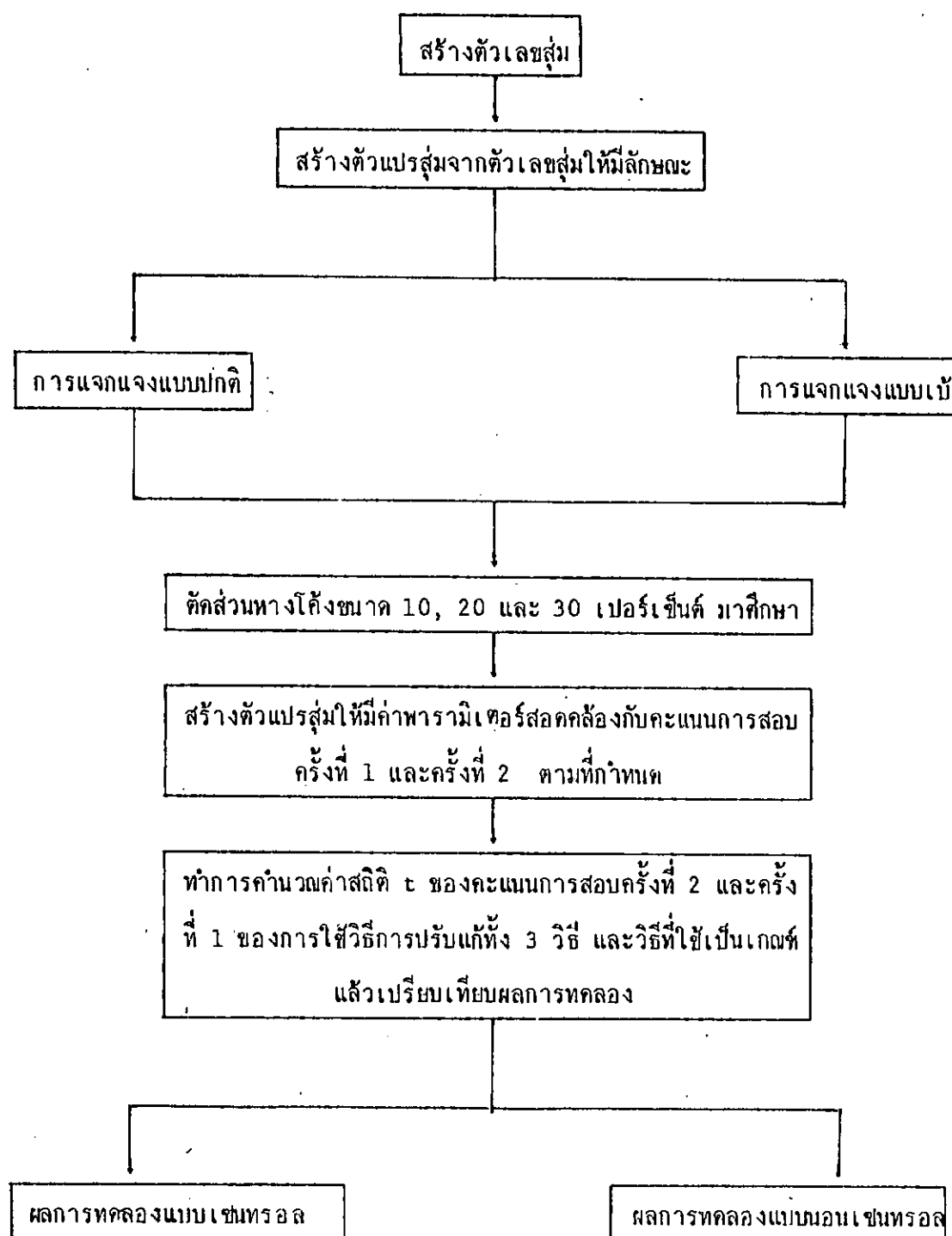
13. หาผลต่างของคะแนนเกณฑ์เฉลี่ยที่ทำนายโดยคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 1 โดยสมการถดถอยที่มีความเชื่อมั่นของข้อสอบเป็น 1 กับคะแนนเกณฑ์เฉลี่ยที่ทำนายโดยสมการถดถอยที่มีความเชื่อมั่นของเครื่องมือตามที่กำหนด ผลต่างที่ได้ก็คือขนาดของการถดถอยทางสถิติ กำหนดให้ค่าเป็น Δ

14. คำนวณค่าสถิติ t ระหว่างคะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 และคะแนนจากการสอบครั้งที่ 1 เมื่อใช้ข้อสอบที่มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากับ 1 (จากข้อ 6. และข้อ 5.) โดยนำค่า Δ มาลบออกจากผลต่างของคะแนนดังกล่าว ผลที่ได้ถือเป็นการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติจากแนวคิดที่ 3 ที่ผู้วิจัยนำเสนอ ค่าคะแนน t ที่ได้ให้เป็น t_3

15. เปรียบเทียบ t_0 , t_1 , t_2 และ t_3 กับค่า t ตาราง ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด โดยนับค่าความถี่ของ t_0 , t_1 , t_2 และ t_3 ที่มากกว่า t ตาราง แล้วนำค่า t ที่มากกว่า t ตารางนั้นมาหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ค่าที่ได้ถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ถ้าผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล และค่าที่ได้เป็นอำนาจของการทดสอบถ้าผลของการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล

16. พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ของวิธีการปรับแก้ใดน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ (ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับให้ยังมีโอกาสเกิดการตกอยทางสถิติได้สูงสุดในปริมาณที่กำหนด) ถือว่าวิธีการปรับแก้ นั้นให้ผลเป็นที่ยอมรับได้ และถ้าวิธีการปรับแก้ใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 น้อยที่สุด วิธีนั้นจะให้ผลการปรับแก้ดีที่สุด และเมื่อพิจารณาค่าอำนาจของการทดสอบ ค่าอำนาจของการทดสอบวิธีการปรับแก้ใดสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ วิธีการปรับแก้ นั้นเป็นที่ยอมรับได้ ถ้าอำนาจของการทดสอบของวิธีการปรับแก้ใดสูงสุดวิธีนั้นให้ผลการปรับแก้ดีที่สุด

วิธีดำเนินการ ตั้งแต่ข้อ 1-14 นั้น เป็นการศึกษาผลการทดลองที่มีลักษณะเป็นเซนทรอล ถ้าผลการทดลองเป็นกรณีเซนทรอล จะเพิ่มคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 ขึ้นจากการสอบครั้งแรกอีก .04σ, .08σ และ .12σ ทั้งนี้เพราะจากการเฝ้าระวังและการศึกษาของ ละเอียด รัชต์เผ่า (ละเอียด รัชต์เผ่า. 2528) พบว่า ประสิทธิภาพของการสอน ไม่ว่าจะใช้วิธีการสอนใดที่คาดคิดว่าจะให้ผลการสอนดีแล้ว จะให้ผลการสอนหรือประสิทธิภาพของการสอน โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนจะเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.5σ และจากการดำเนินการทดลองใช้ค่าทั้ง 3 นี้ จะทำให้เห็นภาพของผลการทดลองได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งเหตุผลที่ศึกษาเพียง 3 ค่าก็เพื่อต้องการศึกษาแนวโน้มของผลการทดลอง ส่วนวิธีดำเนินการในข้ออื่น ๆ จะดำเนินการเท่าเดียวกัน



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนของการวิจัยโดยสรุป

รายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยแต่ละขั้นตอน

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะตามพารามิเตอร์ที่กำหนด

ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะตามพารามิเตอร์ที่กำหนดมีลำดับขั้นดังนี้

1. สร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)
2. สร้างตัวแปรสุ่ม โดยการแปลงจากตัวเลขสุ่ม ให้มีการแจกแจง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กำหนด
3. สร้างตัวแปรสุ่มใหม่ที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดตามที่คำนวณได้จากความเชื่อมั่นที่กำหนด
4. สร้างตัวแปรสุ่มใหม่ค่าสหสัมพันธ์ตามที่กำหนด
5. ประมาณค่าคะแนนจริงจากคะแนนที่วัดได้ด้วยเครื่องมือวัด
6. สร้างสมการถดถอยทางสถิติ ระหว่างคะแนนสอบครั้งที่ 1 และคะแนนสอบครั้งที่ 2
7. ตรวจสอบตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นตามพารามิเตอร์ที่กำหนด

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะตามพารามิเตอร์ที่กำหนดในแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

1. การสร้างตัวเลขสุ่ม จะดำเนินการสร้างโดยใช้วิธี congruential generation method ด้วยโปรแกรมคำสั่ง CALL RANDOM (IX, IY, RN) (Shanon. 1975 : 352 - 353) ค่าตัวเลขสุ่มที่ได้จะมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอและอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

2. การสร้างตัวแปรสุ่มโดยการแปลงจากตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามกำหนด ในการศึกษารั้งนี้ จะต้องสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะของการแจกแจง
- 2 ลักษณะคือ การแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบเบ้

2.1 การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติ ในการสร้างตัวแปรสุ่มจากตัวเลขสุ่ม ให้มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามที่กำหนดจะใช้โปรแกรมสับรูทีน NORMAL (Shanon. 1975 : 361 - 362) ซึ่งเป็นวิธีง่ายและรวดเร็วต่อการเขียนโปรแกรมมากกว่าวิธีอื่น สับรูทีนนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL

(EX, STD, X, Y) เมื่อ EX คือ คะแนนเฉลี่ยของประชากร STD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร การสร้างการแจกแจงประชากรด้วยสับรูทีนนี้ จะได้คะแนนที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ที่มีคะแนนเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ EX ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่ากับ STD ถึง 2 จำนวน คือ X และ Y

สำหรับคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรที่จะกำหนดในการศึกษารั้งนี้ คือ ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล ให้คะแนนเฉลี่ย (μ) มีค่า 50 และความแปรปรวน (σ^2) เท่ากับ 100 โดยค่าที่กำหนดขึ้นนี้เป็นค่าที่สมมุติขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ไม่ว่าจะกำหนดให้ค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรเป็นเท่าใด ผลการทดลองจะคงเช่นเดิม ส่วนกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล จะกำหนดให้ผลการสอบครั้งที่ 2 ของประชากรมีคะแนนเฉลี่ยเป็น $50 + .04\sigma$, $50 + .08\sigma$ และ $50 + .12\sigma$ ตามลำดับ

2.2 การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเบ้ การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเบ้กัน จะใช้วิธีของ ฟลิชแมน (Fleishman, 1978 : 522) ซึ่งเป็นการแปลงแบบโพลิโนเมียล (Polynomial Method) จากสูตร

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

หรือ
$$Y = [(dX + e)X + b]X + a$$

เมื่อ Y แทน ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1

X แทน ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 [$N(0, 1)$]

a, b, c, d แทน สัมประสิทธิ์ที่กำหนดค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่ง

ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเบ้ โดยมีความเบ้ ความโค้ง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามกำหนดนั้น ต้องสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 เสียก่อน แล้วจึงทำการแปลงให้เป็นการแจกแจงแบบเบ้ ดังสูตรข้างต้น สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ b, c, d นั้นจะต้องเปิดตาราง (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก) ตามกำหนดของความเบ้ และความโค้ง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ a จะใช้ค่าเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ c โดยเปลี่ยนเพียงเครื่องหมาย ($a = -c$) สำหรับกรณีที่ค่าความเบ้เป็นลบ จะต้องใส่เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ a และ c กลับกันกับกรณีที่ค่าความเบ้เป็นบวก ตัวอย่างเช่น จากตารางค่าความเบ้เป็นบวกที่ +0.25 ความโค้ง -1.00 จะใช้ค่า $a = +0.0775, b = +1.2634, c = -0.0775$ และ $d = -0.1000$ ถ้าค่าความเบ้เป็น -0.25 ความโค้ง -1.00 จะต้องใช้ค่า $a = -0.0775, b = +1.2634, c = +0.0775$ และ $d = -0.1000$

ตัวแปรสุ่มที่ได้จากการแปลงโดยสูตรนี้ จะมีการแจกแจงแบบเบ้ โดยมีค่าความเบ้และความโค้งตามกำหนด และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ถ้าต้องการให้การแจกแจงที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กำหนด จะต้องแปลงตัวแปรนี้ต่อไปอีก โดยใช้สูตร $Y = EX + (STD)X$ โดย EX เป็นค่าเฉลี่ยที่กำหนด, $(STD)^2$ เป็นความแปรปรวนที่กำหนด X เป็นตัวแปรสุ่มที่ต้องการแปลงค่า Y เป็นตัวแปรสุ่มที่ต้องการ (สมชัย ยืนนาน 2528 : 35)

3. การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดที่คำนวณจากความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดตามกำหนด การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดที่คำนวณจากความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดนี้ ผลที่ได้จะแทนคะแนนจากการวัดครั้งที่ 1 โดยเครื่องมือวัดมีความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนด ซึ่งการดำเนินการจะได้ดำเนินการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติให้มีคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กำหนดคือ 50 และ 100 ตามลำดับ โดยการสร้างจะใช้สูตรในข้อ 2.1 เสียก่อน จากนั้นจึงสร้างการแจกแจงแบบปกติ ที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเท่ากับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน $[N(0, \sigma_e^2)]$ อีกการแจกแจงหนึ่งซึ่งค่า σ_e^2 ได้มาด้วยวิธีการคำนวณ จากค่า ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด (r_{tt}) โดยขั้นตอนของการคำนวณมีดังนี้ (ในที่นี้ขอยกตัวอย่าง เมื่อกำหนดค่า $r_{tt} = .7$)

3.1 หาค่าความแปรปรวนของคะแนนจากการวัด (σ_o^2) จากสูตร (Gulliksen. 1950 : 14)

$$r_{tt} = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_o^2}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด (เท่ากับ .7)

σ_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจริง (เท่ากับ 100)

σ_o^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการวัด

แทนค่าในสูตรจะได้

$$.7 = \frac{100}{\sigma_o^2}$$

$$\sigma_o^2 \approx 142.857$$

3.2 แทนค่า σ_o^2 ลงในสูตรต่อไปเพื่อหาค่า σ_e^2 (Gulliksen. 1950 : 9)

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

เมื่อ σ_e^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

$$\text{ดังนั้น } 142.857 = 100 + \sigma_e^2$$

$$\sigma_e^2 \approx 42.857 \quad (\sigma_e = 6.5465)$$

เมื่อได้ตัวแปรสุ่มใหม่ที่มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเท่ากับ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน $[N(0, \sigma_e^2)]$ แล้วจึงนำตัวแปรสุ่มนี้ไปบวกกับตัวแปรสุ่มเดิมที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 50 และความแปรปรวน 100

ตัวแปรใหม่ที่ได้ก็จะถือเป็นตัวแปรสุ่มที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 50 และความแปรปรวนตามค่าความแปรปรวนของการวัด (Observed variance)

4. การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าสหสัมพันธ์ตามที่กำหนด การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าสหสัมพันธ์ตามที่กำหนด เพื่อสอดคล้องกับผลคะแนนของการสอบครั้งที่ 1 และคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 ที่มีความสัมพันธ์กัน ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าสหสัมพันธ์ไว้ 3 ค่า คือ .4, .6 และ .8 ซึ่งการสร้างตัวแปรสุ่มทำได้โดยเขียนสูตร (Pravalpruk. 1974 : 44)

$$X = a$$

$$Z = a/\rho_{XZ} + b \sqrt{1 - \rho_{XZ}^2}$$

เมื่อ X แทน ตัวแปรสุ่มตัวที่ 1

b แทน ตัวแปรสุ่มตัวที่ 2

ρ_{XZ} แทน ค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด

Z แทน ตัวแปรสุ่มใหม่ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรสุ่มเดิม ตามที่กำหนด

5. การประมาณค่าคะแนนจริงจากคะแนนที่วัดได้ คะแนนที่วัดได้จะมีความคลาดเคลื่อนในการวัด และการถดถอยทางสถิติรวมอยู่ด้วย จะทำการประมาณค่าคะแนนจากการวัดนี้ให้เป็นคะแนนจริง โดยใช้สูตร (Lord and Novic. 1968 : 152)

$$R(T_a/X_a) = \mu_x + \rho_{xx}(X_a - \mu_x)$$

เมื่อ $R(T_a/X_a)$ แทน คะแนนจริงที่ได้จากการประมาณค่าเมื่อกำหนดคะแนนที่วัดได้เป็น x

μ_x แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

ρ_{xx} แทน ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ

X_a แทน คะแนนที่วัดได้

6. การหาคะแนนทำนายของการสอบครั้งที่ 2 จากสมการถดถอยทางสถิติระหว่างคะแนนสอบครั้งที่ 1 และคะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 ในการหาคะแนนทำนายของการสอบครั้งที่ 2 นั้น จะต้องสร้างสมการถดถอยจากสูตร (Wiersma. 1969 : 173)

$$Y = a + bX$$

เมื่อ Y แทน คะแนนเกณฑ์ของการสอบครั้งที่ 2 ที่ได้จากการทำนายโดยคะแนนการสอบครั้งที่ 1

a แทน ค่าคงที่

b แทน ความชันของสมการเส้นตรงถดถอย ซึ่งหาได้จากสูตร $b = r \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$

เมื่อ σ_y^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์

σ_x^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทำนาย

(Fest and Kahn. 1986 : 233)

X แทน คะแนนจากการสอบครั้งที่ 1 ที่เป็นคะแนนทำนาย

7. การตรวจสอบตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีบทที่กำหนด การตรวจสอบตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด จะทำการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่สร้างตัวแปรสุ่มว่าถูกต้องหรือไม่ โดยทำการเขียนโปรแกรมสับรูทีนเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จะเท่ากับที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีดังนี้

7.1 การตรวจสอบตัวเลขสุ่ม การตรวจสอบตัวเลขสุ่มจะเป็นการทดสอบความเป็นเลขสุ่มที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบความถี่ด้วยสถิติไคสแควร์ เพื่อตรวจสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบสม่ำเสมอหรือไม่ ซึ่งทำโดยการสร้างตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสับรูทีนขึ้นมา 100,000 จำนวน และแบ่งตัวเลขที่สร้างเป็น 10 ช่วง ถ้าตัวเลขสุ่มมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอแล้ว ความถี่ของตัวเลขสุ่มในแต่ละช่วงจะมีจำนวนเท่ากัน สำหรับสูตรที่คำนวณมีดังนี้ (Lohnes and Cooley. 1968 : 149)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K n_i \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าสถิติไคสแควร์

O_i แทน ความถี่ของตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นในช่วง i ($i = 1, 2, 3, \dots, K$)

E_i แทน ความถี่ที่คาดหวังของตัวเลขสุ่มในช่วง i ซึ่งจะเท่ากับ N/K

ผลจากการทดสอบค่าไคสแควร์ จากการสร้างตัวเลขสุ่มครั้งนี้ ได้ค่าไคสแควร์ 8.14980 เมื่อเทียบค่าไคสแควร์จากตารางคือ 16.92 (เมื่อ $df = 9$, $\alpha = .05$) แล้วมีค่าน้อยกว่า จึงสรุปว่าตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

7.2 การตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม ได้ทำการตรวจสอบโดยการเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าความเบ้ ความโค้ง ของตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้น โดยการเรียกตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้น 100,000 ตัว มีค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนด ได้แก่ การแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบเบ้ แล้วหาค่าความเบ้และความโค้งจากการคำนวณโดยนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด ถ้าค่าที่คำนวณได้เท่ากับค่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้อง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก)

7.3 การตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่ม การตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มที่ได้โดยการเขียนโปรแกรมเรียกตัวแปรสุ่มจากข้อมูลชุดที่ 1 จากสูตร $Z = a\rho_{xz} + b\sqrt{1 - \rho_{zx}^2}$ ก็จะได้ข้อมูลชุดที่สอง แล้วจึงนำข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้มาหาค่าสหสัมพันธ์กับจากสูตร

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

เมื่อ r แทน ค่าสหสัมพันธ์

N แทน จำนวนข้อมูลของแต่ละชุด

X แทน ค่าแต่ละค่าในตัวแปรสุ่มของข้อมูลชุดที่ 1

Y แทน ค่าแต่ละค่าในตัวแปรสุ่มของข้อมูลชุดที่ 2

ในการสร้างคู่ของข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์กันดังกล่าว จะหาทั้งสิ้น 1,000 ตัว ซึ่งจะได้ค่าสหสัมพันธ์ 1,000 ค่า แล้วนำค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 1,000 ค่านี้มาหาค่าเฉลี่ย นำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากการเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด ผลจากการตรวจสอบได้ค่าสหสัมพันธ์ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนด (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก)

การคำนวณค่าสถิติ t ของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1

ในการคำนวณค่าสถิติ t ของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ของวิธีที่ใช้เป็นเกณฑ์ วิธีการปรับแก้โดยการประมาณค่าไปยังคะแนนจริง วิธีการปรับแก้โดยใช้วิธีการหาคะแนนความแตกต่างถดถอย จะใช้สูตร (Guilford. 1956 : 184)

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{\sum X_d^2 / (N(N-1))}}$$

เมื่อ M_d แทน คะแนนความแตกต่างเฉลี่ยของคะแนน N คู่

X_d แทน คะแนนเบี่ยงเบนของคะแนนความแตกต่างที่ห่างไปจากคะแนนความแตกต่างเฉลี่ย

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

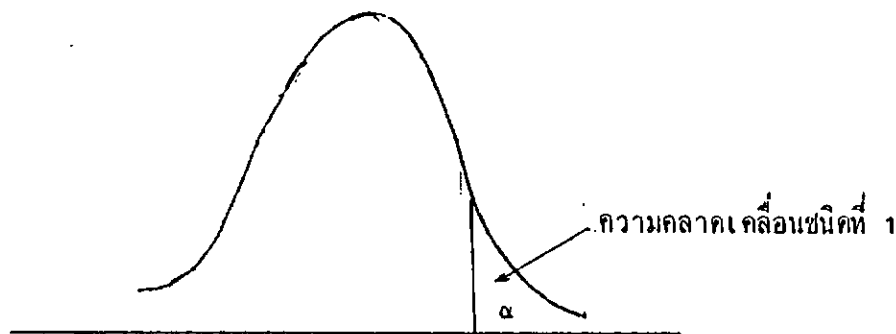
ส่วนวิธีการปรับแก้โดยหักค่าเฉลี่ย (Δ) ออกจากคะแนนดิบ มองคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ จะใช้สูตร

$$t = \frac{M_d - \Delta}{\sqrt{\sum x_d^2 / N(N-1)}}$$

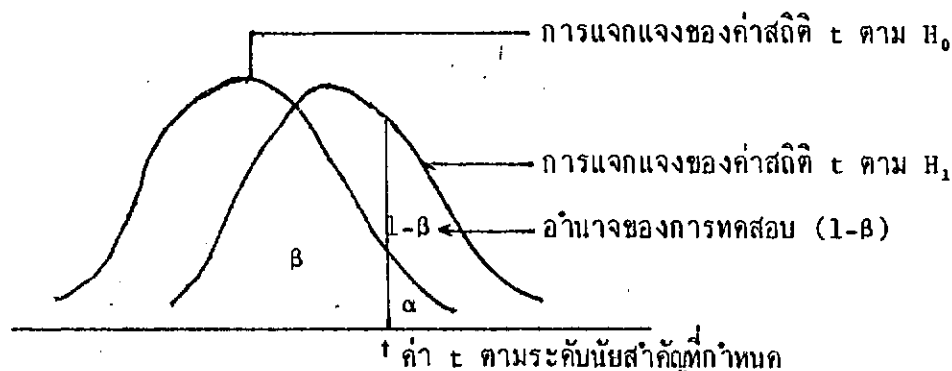
เมื่อ Δ แทน ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 ที่ทำนายโดย
คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรกเมื่อคิดว่าความเชื่อมั่นของ
เครื่องมือวัด = 1 กับคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 ที่ได้
จากการทำนายด้วยคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรกเมื่อคิดว่า
ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเท่ากับที่กำหนด ($r \neq 1$)

การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ

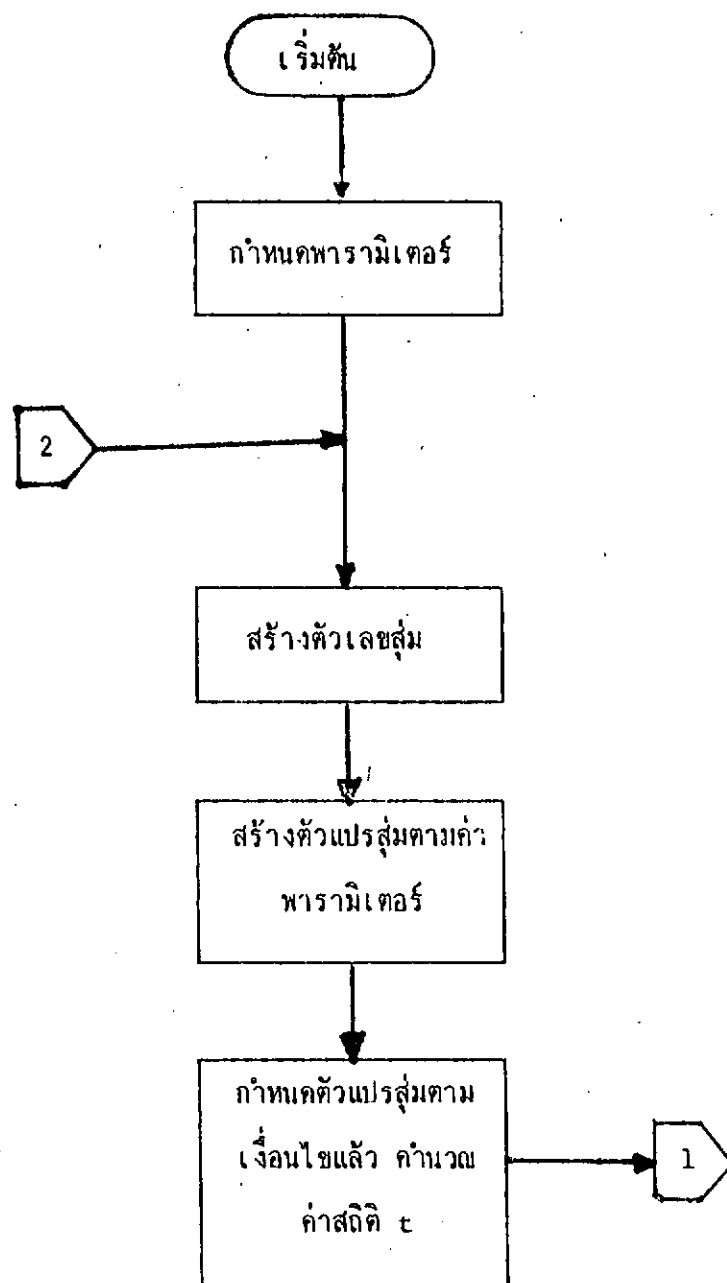
ในกรณีที่การทดลองเป็นแบบเซนทรอล : เนื่องจากผลของสิ่งทดลอง (treatment)
ไม่ส่งผลต่อการทดลอง ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มจึงไม่แตกต่างกัน การแจกแจงของค่า
สถิติ t (t distribution) จึงมีลักษณะการแจกแจงตามสมมติฐานที่เป็นกลาง H_0 (Null
Hypothesis) เท่านั้น ดังนั้นจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ได้เพียงอย่างเดียว

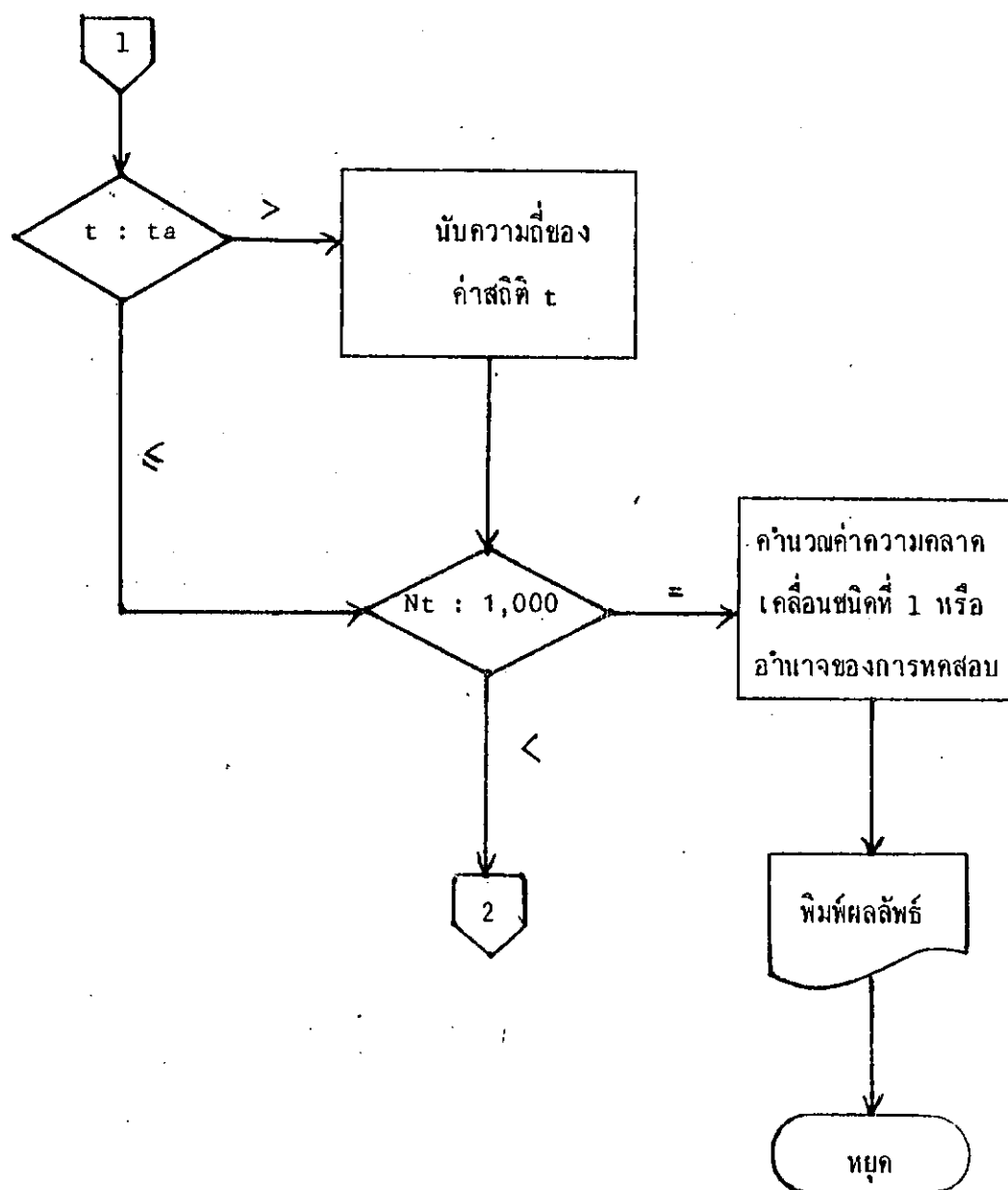


ถ้า t ตามระดับนัยสำคัญที่กำหนด
ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอลนั้น เนื่องจากผลของสิ่งทดลองส่งผลต่อ
การทดลองทำให้คะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นการแจกแจงของค่าสถิติ t จึง
มีลักษณะเป็นการแจกแจงตามสมมติฐานเลือก H_1 (Alternative Hypothesis) เท่านั้น
ดังนั้นจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (β) ได้เพียงอย่างเดียว ซึ่งทำให้การคำนวณค่า
ได้แต่อำนาจของการทดสอบ ($1-\beta$)



ในการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบนี้จะทำได้ โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อกับความถี่ของค่าสถิติ t จากการคำนวณที่มีค่ามากกว่าค่าสถิติ t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดไว้ที่ระดับ .05, .025 และ .01 สำหรับค่าสถิติ t ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง จะคำนวณทั้งสิ้น 1,000 ค่า เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ค่อนข้างละเอียด ซึ่งในการคำนวณค่าสถิติ t แต่ละค่าก็จะต้องสร้างข้อมูลชุดใหม่ที่เป็นตัวแปรสุ่มตามที่กำหนดทุกครั้ง เมื่อได้จำนวนความถี่ของสถิติ t จากการคำนวณที่มีค่ามากกว่าค่าสถิติ t จากตารางแล้ว นำจำนวนครั้งคือ 1,000 ไปหารความถี่ที่นับได้ ค่าที่ได้ก็จะเป็นค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 สำหรับกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซเทรอล และค่าที่ได้จะเป็นอำนาจของการทดสอบ สำหรับกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบ นอนเซเทรอล





เมื่อ t_a แทน ค่าสถิติ t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญตามที่กำหนด

N_t แทน จำนวนความถี่ของค่าสถิติ t จากการคำนวณ

ภาพประกอบ 4 แสดงการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ

การสรุปผลวิธีการปรับแก้การถดถอยทางสถิติทั้ง 3 วิธี

การสรุปผลวิธีการปรับแก้การถดถอยทางสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสุกโตต่าง จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบจากผลที่คำนวณได้ โดยในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล จะพิจารณาหาความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ของวิธีการปรับแก้แต่ละวิธีว่า วิธีการปรับแก้วิธีใดให้ผลความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 น้อยกว่าวิธีการที่ใช้เป็นเกณฑ์ วิธีนั้นถือว่าให้ผลการปรับแก้ที่ยอมรับได้ และวิธีการปรับแก้ใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 น้อยที่สุดวิธีการปรับแก้ นั้นให้ผลดีที่สุด ส่วนกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบอนเซนทรอลจะพิจารณาจากค่าอำนาจของการทดสอบ ถ้าอำนาจของการทดสอบของวิธีการปรับแก้วิธีใดให้ค่ามากกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่ใช้เป็นเกณฑ์แล้ว วิธีการปรับแก้ให้ให้ผลการปรับแก้ที่ยอมรับได้ และถ้าวิธีการปรับแก้ใดให้ค่าอำนาจของการทดสอบมากที่สุด วิธีการปรับแก้ นั้นให้ผลดีที่สุด

การเปรียบเทียบผลกับวิธีที่ใช้เป็นเกณฑ์นั้น หมายถึง เรายอมให้อิทธิพลของการทดลองเกิดการถดถอยทางสถิติได้ในปริมาณสูงสุด เท่ากับปริมาณการถดถอยทางสถิติที่เกิดในกรณีที่มีการวัดนั้นเป็นผลการวัดของคะแนนจริง โดยที่ผลการวัดทั้ง 2 ครั้งนั้นมีความสัมพันธ์ตามที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดขึ้นในการวัดกลุ่มสุตโตง 3 วิธี ได้แก่ การปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการประมาณค่าคะแนนจริง การปรับแก้โดยใช้คะแนนแตกต่างถดถอย การปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการหักคะแนนการถดถอย (เคลต้า) ออกจากคะแนน ความแตกต่างที่วัดได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของการสอบ โดยการสรุปผลจากการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีปรับแก้ทั้ง 3 วิธี กับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล ซึ่งถ้าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีการปรับแก้ใดต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลใช้ได้ และถ้าค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีปรับแก้ใดมีค่าน้อยที่สุด แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลดีที่สุด แต่เมื่อผลการทดลองเป็นกรณีนอนเซนทรอล จะพิจารณาที่อำนาจของการทดสอบ ถ้าอำนาจของการทดสอบของแนววิธีปรับแก้ใดมีค่ามากกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลใช้ได้ และถ้าอำนาจของการทดสอบของวิธีปรับแก้ใดมีค่ามากที่สุด แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลดีที่สุด อย่างไรก็ตาม ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแต่ละแนววิธีปรับแก้ที่ให้ผลใช้ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมีได้ปรับแก้คะแนน ส่วนอำนาจของการทดสอบของวิธีปรับแก้ที่ให้ผลใช้ได้ จะต้องมียู่ระหว่างอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมีได้ปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ เนื่องจากจากการผลการศึกษาในครั้งนี้มิได้ให้ผลสอดคล้องกับลักษณะดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงลักษณะการกระจายของค่าสถิติ (t-distribution) และลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างของแต่ละแนววิธีปรับแก้เพิ่มเติมเพื่อประกอบในการพิจารณาผลการศึกษาของแต่ละแนววิธีการปรับแก้ด้วย

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ จึงนำเสนอความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแต่ละวิธีรับแก้ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อน และยังมีได้รับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ เมื่อกรณีผลการทดลองเป็นแบบซ่อนเร้น พร้อมกับเสนอลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ และลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่าง ส่วนในกรณีผลการทดลองเป็นแบบนอนซ่อนเร้น นำเสนอค่าอำนาจของการทดสอบของแต่ละวิธีรับแก้ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้รับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ พร้อมกับเสนอลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ และลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างเช่นเดียวกัน ในการนำเสนอมีลำดับดังนี้

1. เสนอผลของวิธีรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยคิดส่วนสุทธองของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจากการวัด (observed score)
2. เสนอผลของวิธีรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยคิดส่วนสุทธองของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจริง (true score)
3. เสนอผลของวิธีรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย โดยคิดส่วนสุทธองของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจากการวัดและโค้งของคะแนนจริง
4. เสนอผลของวิธีรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการหักคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ ซึ่งส่วนสุทธองของทางโค้งคิดจากโค้งของคะแนนจากการวัด
5. เสนอผลของวิธีรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการหักคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ ซึ่งส่วนสุทธองของทางโค้งคิดจากโค้งของคะแนนจริง

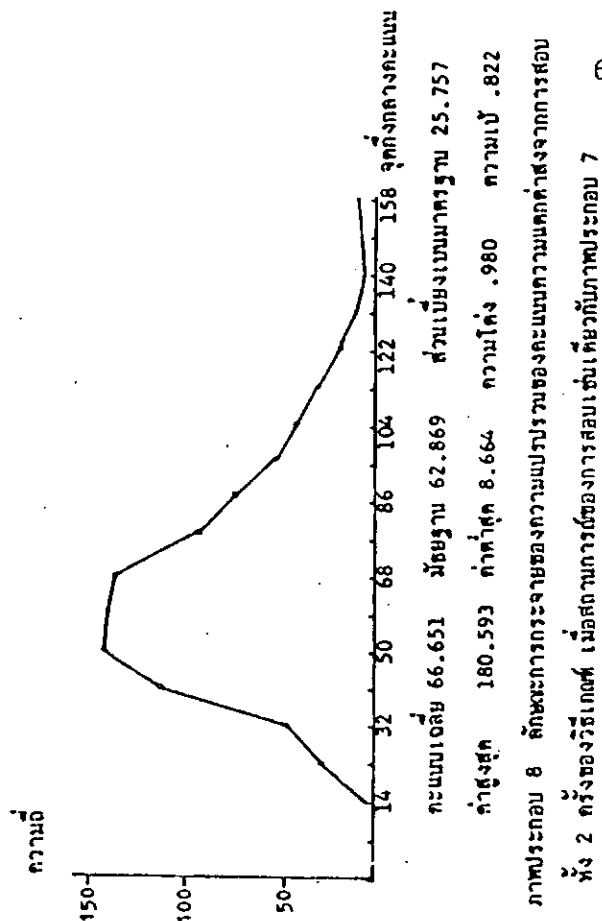
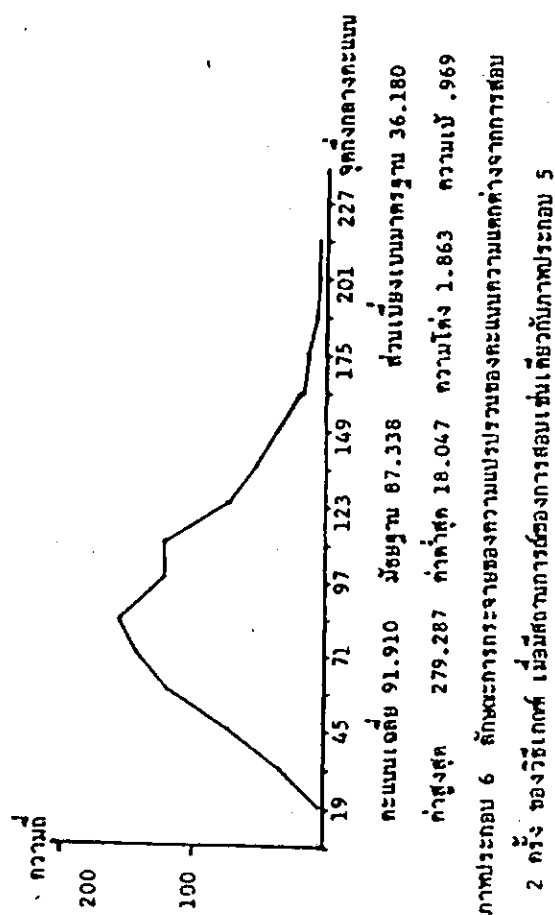
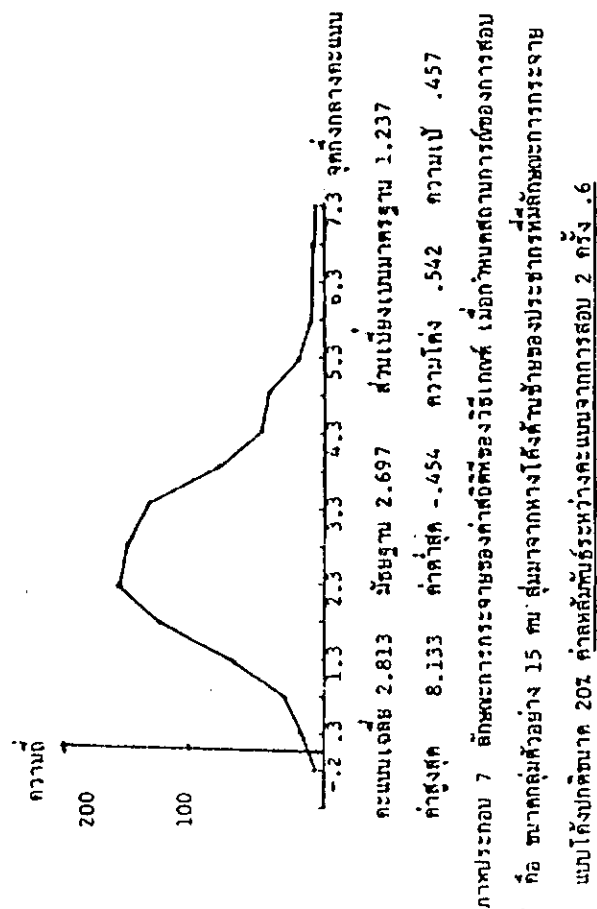
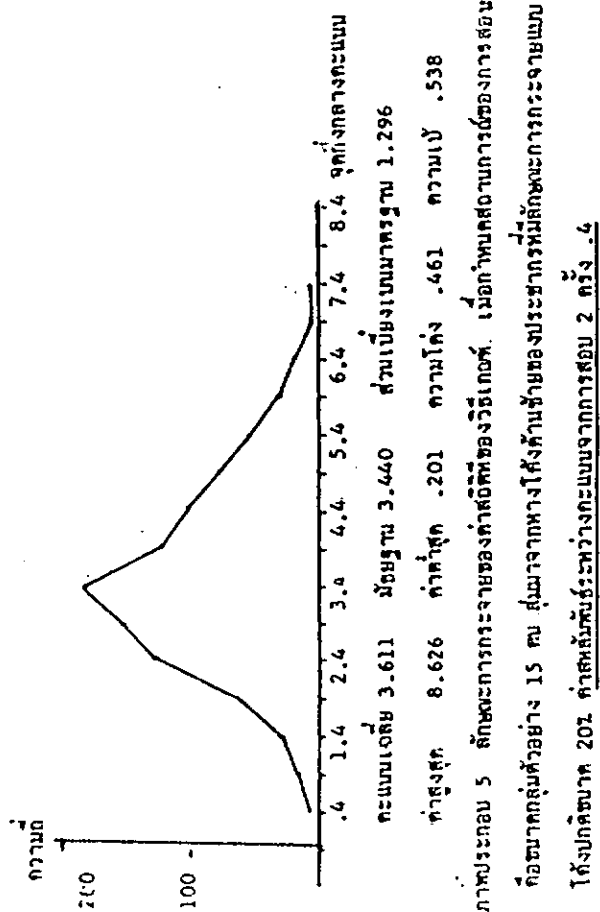
จากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์หรือวิธีที่ใช้คะแนนจริง กับวิธีที่ใช้คะแนนจากการวัดที่มีความคลาดเคลื่อน พบว่า วิธีที่ใช้คะแนนจากการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนให้ค่าโอกาสความผิดประเภทที่ 1 สูงกว่า และค่าอำนาจของการทดสอบสูงกว่าด้วย (รายละเอียดตาราง 12 - 16) ในทุกสถานการณ์ของการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนยิ่งทำให้ผลการทดลองทางสถิติมีมากขึ้นไปอีก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำวิธีการปรับแก้ที่คาดว่าจะให้ผลการปรับแก้ที่ใกล้เคียงกับการวัดที่ได้จากคะแนนจริงมาทดลองใช้ ซึ่งปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. ผลการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อส่วนสุดโต่งของโค้ง คือ โค้งของคะแนนจากการวัด

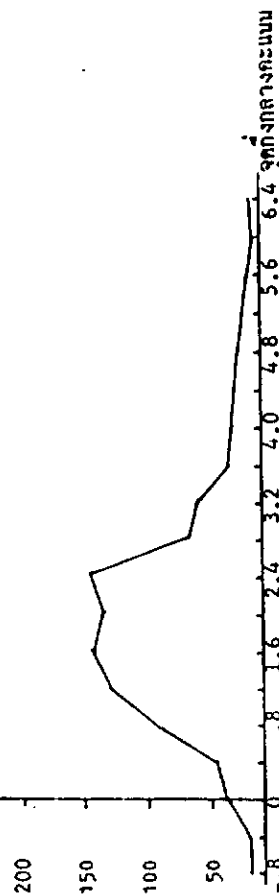
ผลการปรับแก้ของวิธีนี้มีรายละเอียดตาราง 2 ถึง ตาราง 8

ตาราง 2 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และ เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7

สหสัมพันธ์ระหว่าง การสอบทั้ง 2 ครั้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.4	.7710	.8930	.9470	.8225	.9095	.9559	.9929	.9959	.9969
.6	.5280	.6940	.8050	.6919	.8389	.9019	.9819	.9869	.9919
.8	.2380	.4040	.5290	.5529	.7269	.8279	.9329	.9649	.9799

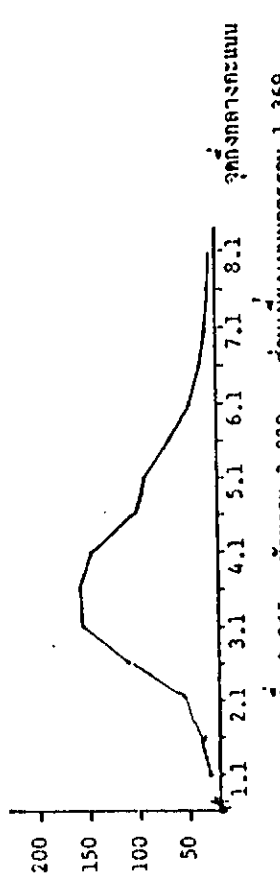


ความถี่



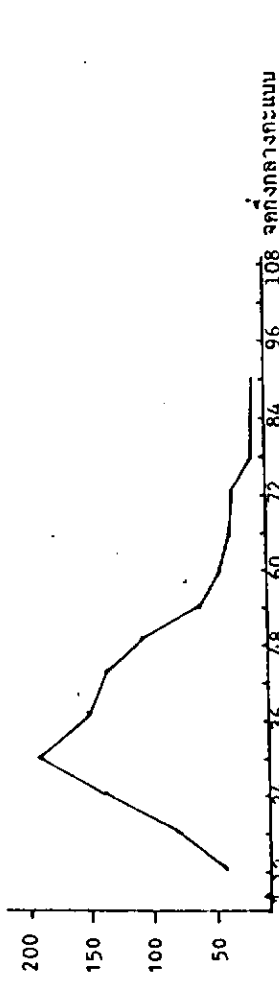
กะแบบเฉลี่ย 1.927 มัธยฐาน 1.842 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.161
ค่าสูงสุด 6.690 ค่าต่ำสุด -1.099 ความโค้ง .654 ความเบ้ .447
ภาพประกอบ 9 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกิด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบ 2 ครั้ง .8

ความถี่



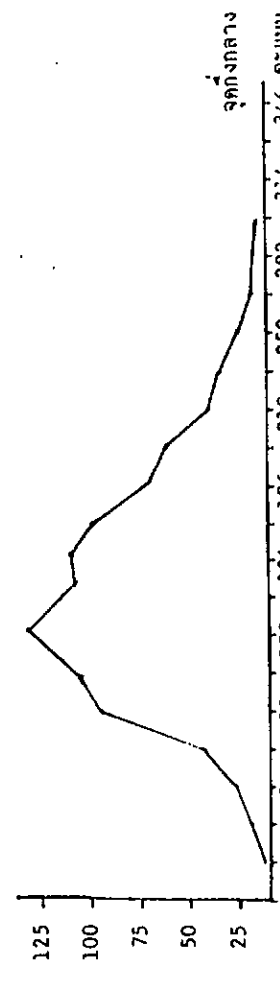
กะแบบเฉลี่ย 3.965 มัธยฐาน 3.820 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.369
ค่าสูงสุด 10.153 ค่าต่ำสุด .087 ความโค้ง 1.184 ความเบ้ .768
ภาพประกอบ 11 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกิด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
ไม่ได้ทำการปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20% ความเบ้
ของเครื่องวัด .7 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .4

ความถี่



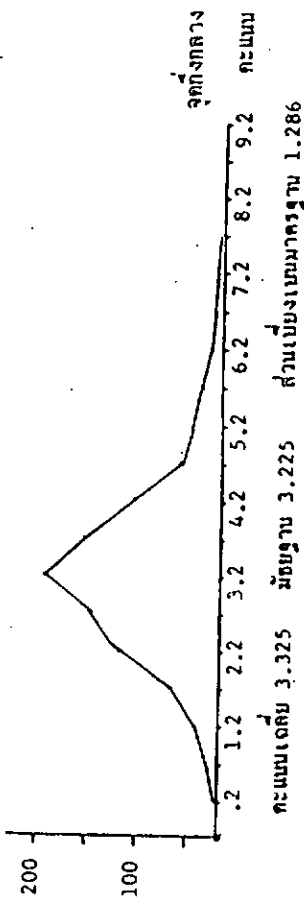
กะแบบเฉลี่ย 36.962 มัธยฐาน 35.058 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.232
ค่าสูงสุด 122.035 ค่าต่ำสุด 9.046 ความโค้ง 2.468 ความเบ้ 1.083
ภาพประกอบ 10 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกิด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับสถานการณ์ในการสอบ 9

ความถี่



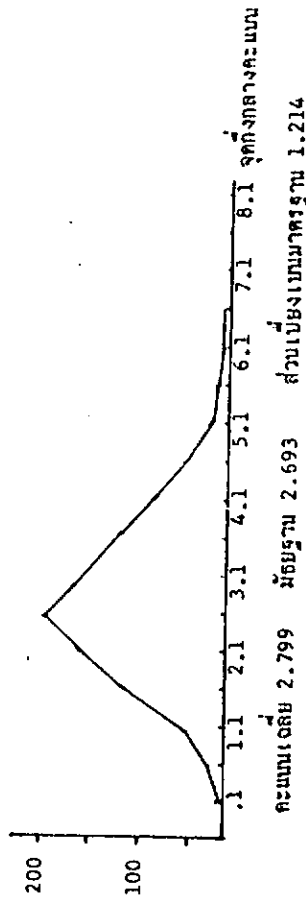
กะแบบเฉลี่ย 152.641 มัธยฐาน 145.417 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 57.125
ค่าสูงสุด 345.353 ค่าต่ำสุด 25.777 ความโค้ง -.009 ความเบ้ .567
ภาพประกอบ 12 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกิด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังไม่ได้ปรับแก้กะแบบ โดยมีสถานการณ์ของการสอบ
การสอบเช่นเดียวกับสถานการณ์ในการสอบ 11

ความถี่



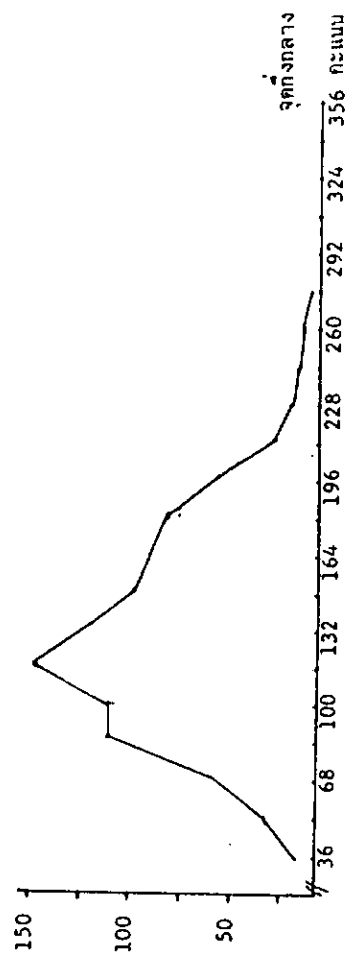
กะแบบเฉลี่ย 3.325 มัธยฐาน 3.225 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.286
ค่าสูงสุด 9.217 ค่าต่ำสุด .271 ความโค้ง 1.433 ความเบ้ .767
ภาพประกอบ 13 ลักษณะการกระจายของกะแบบที่ ของวิถีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับเปลี่ยนกะแบบ เมื่อกำหนดสถานที่ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งด้านซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องม้วัด
.7 และสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 2.799 มัธยฐาน 2.693 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.214
ค่าสูงสุด 8.295 ค่าต่ำสุด -.187 ความโค้ง 1.028 ความเบ้ .470
ภาพประกอบ 15 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ของวิถีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ทำการปรับเปลี่ยนกะแบบ เมื่อกำหนดสถานที่ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางโค้งซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของ
เครื่องมือวัด .7 และสัมพันธ์ระหว่างกะแบบทั้ง 2 ครั้ง .8

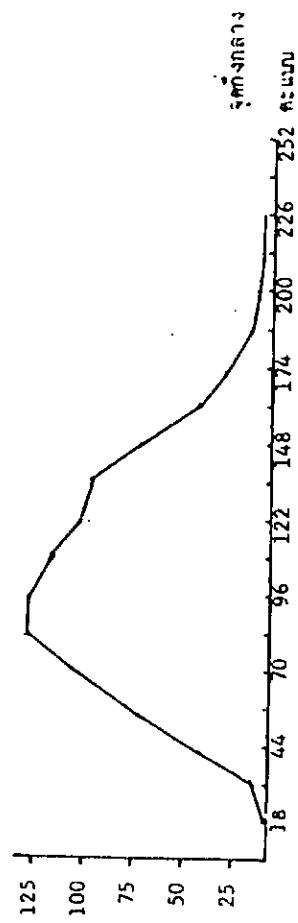
ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 133.645 มัธยฐาน 126.533 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51.339
ค่าสูงสุด 362.092 ค่าต่ำสุด 28.980 ความโค้ง .952 ความเบ้ .777
ภาพประกอบ 14 ลักษณะการกระจายของกะแบบที่ของการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับเปลี่ยนกะแบบ เมื่อกำหนดสถานที่ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งด้านซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องม้วัด
.7 และสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

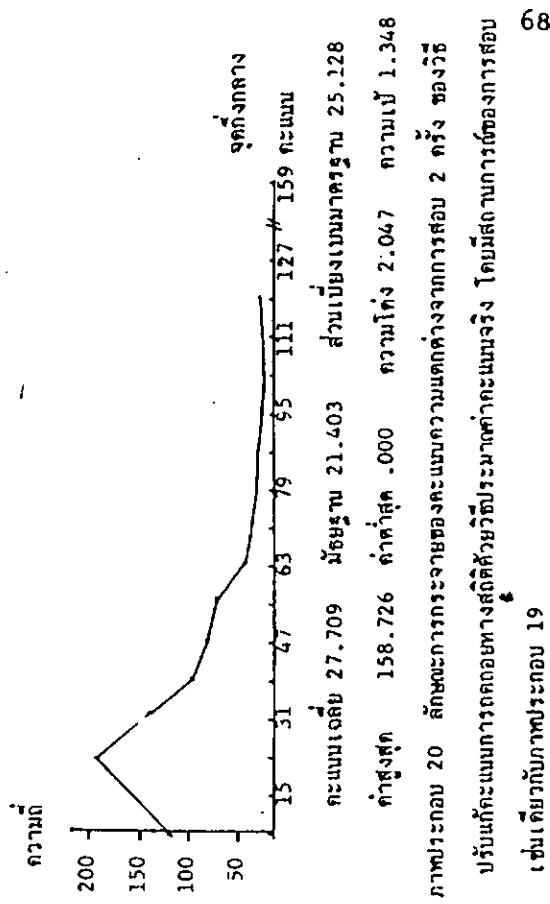
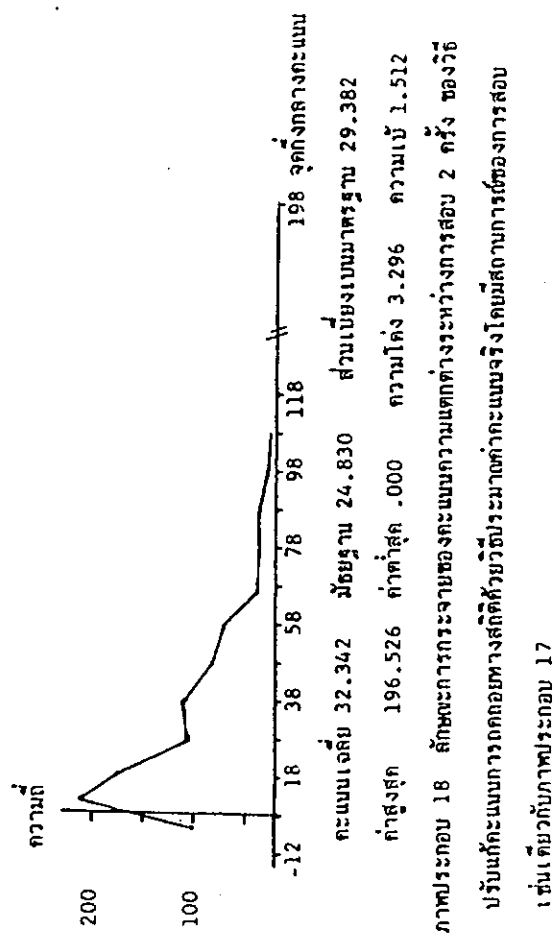
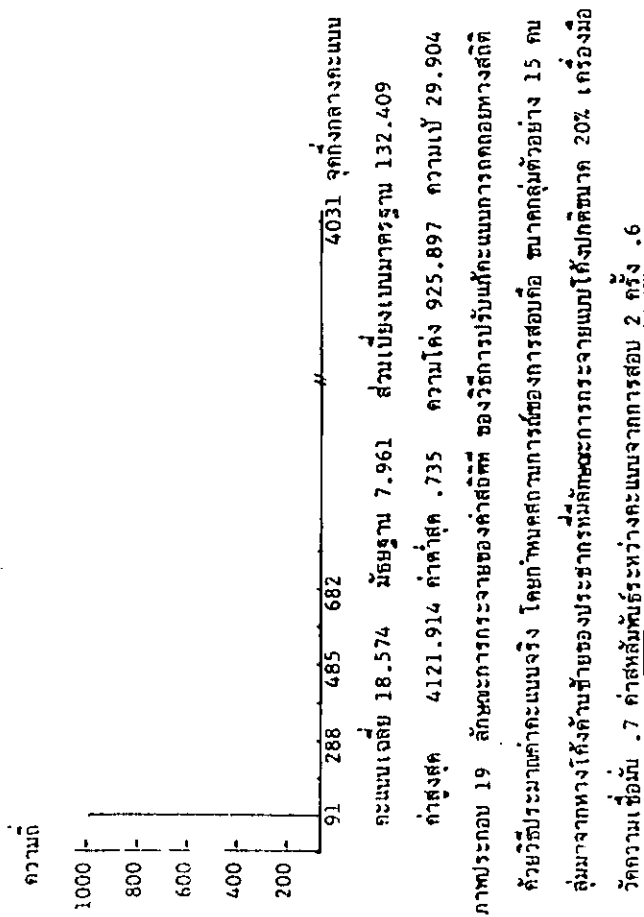
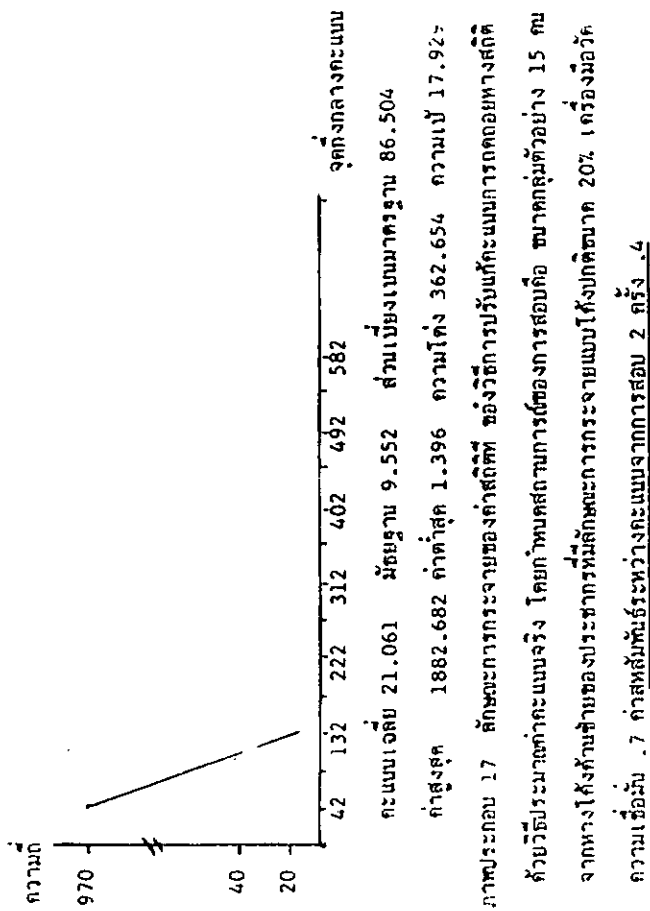
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 13

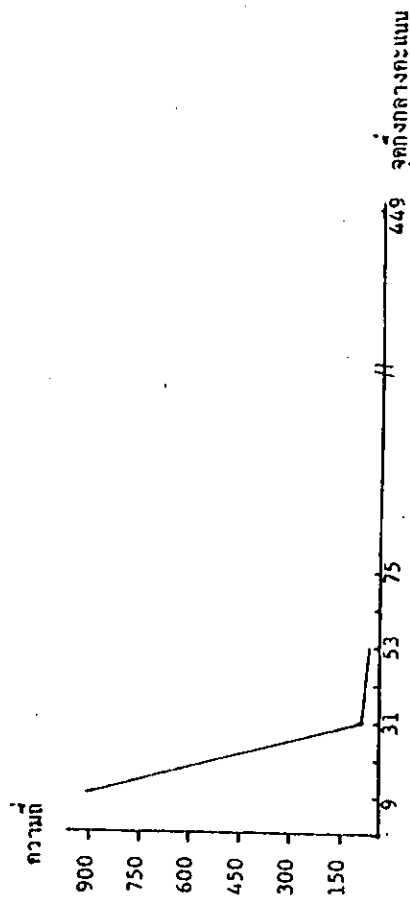
ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 108.015 มัธยฐาน 103.006 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 41.558
ค่าสูงสุด 277.454 ค่าต่ำสุด 19.539 ความโค้ง .577 ความเบ้ .656
ภาพประกอบ 16 ลักษณะการกระจายของกะแบบที่ของการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับเปลี่ยนกะแบบ เมื่อกำหนดสถานที่ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางโค้งซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของ
เครื่องมือวัด .7 และสัมพันธ์ระหว่างกะแบบทั้ง 2 ครั้ง .8

การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 15

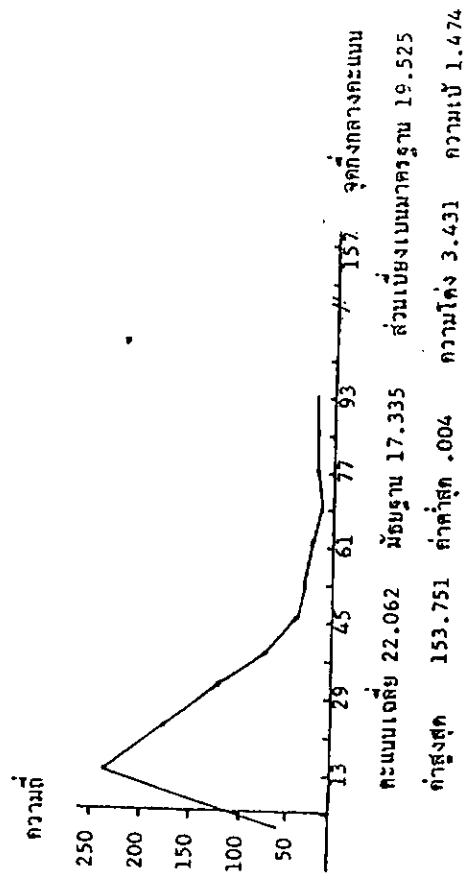




คะแนนเฉลี่ย 12.590 มัธยฐาน 6.819 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.524

ค่าสูงสุด 456.894 ค่าต่ำสุด .560 ความถี่ 123.346 ความแปร 9.750

ภาพประกอบ 21 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีปรับปรุงแก้ไขแบบการลดหย่อนทางสถิติ
 ช่วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยกำหนดสถานภาพของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
 สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือ
 วัดมีความเชื่อมั่น .7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .8



คะแนนเฉลี่ย 22.062 มัธยฐาน 17.335 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.525

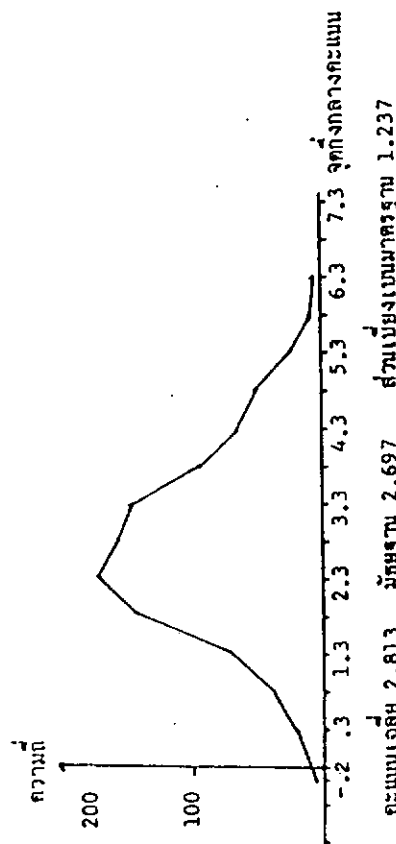
ค่าสูงสุด 153.751 ค่าต่ำสุด .004 ความถี่ 3.431 ความแปร 1.474

ภาพประกอบ 22 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ
 ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนการลดหย่อนทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยมี
 สถานการณ์ของการสอบ เช่นเดียวกับภาพประกอบ 21

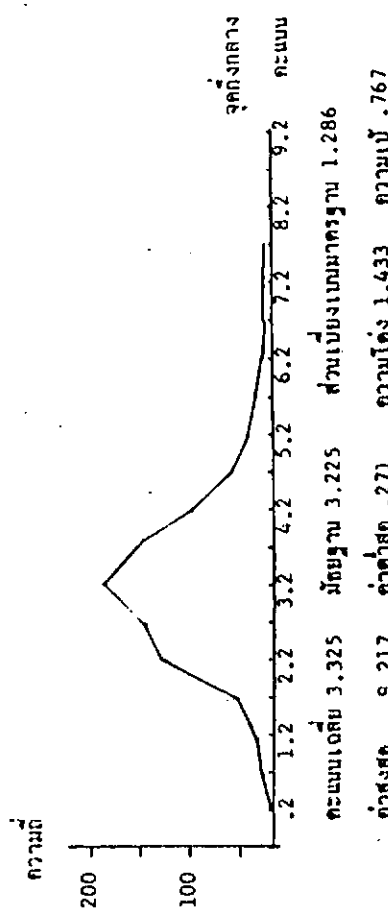
จากตาราง 2 ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบ 2 ครั้งมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์แล้วมีค่าสูงกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนก็จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าอีกด้วย และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่าค่าสถิติของวิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีช่วงการกระจายกว้างมาก ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่สูงกว่า 0.00 มาก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของวิธีเกณฑ์ใกล้เคียงกับ 0.00 มากที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของวิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าต่างกันมาก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยกับมัธยฐานของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ลักษณะกระจายของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงยังมีความเบ้ และความโค้ง สูงมาก ส่วนลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงนั้น มีลักษณะคือ ค่าเฉลี่ยต่ำกว่า และมีช่วงการกระจายแคบกว่าวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 3 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
 โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และ
 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6

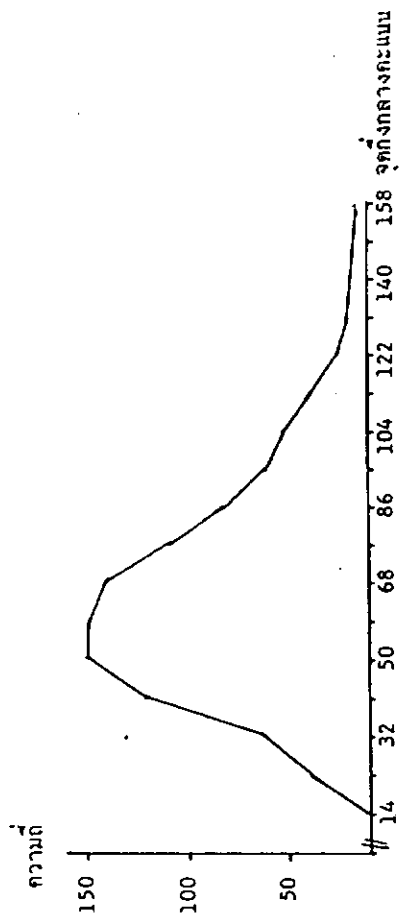
ความเชื่อมั่นของ เครื่องมือวัด	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.7	{			.6919	.8389	.9019	.9819	.9869	.9919
.8				.5529	.7269	.8279	.9297	.9619	.9769
.9				.4939	.6609	.7889	.8149	.8869	.9249



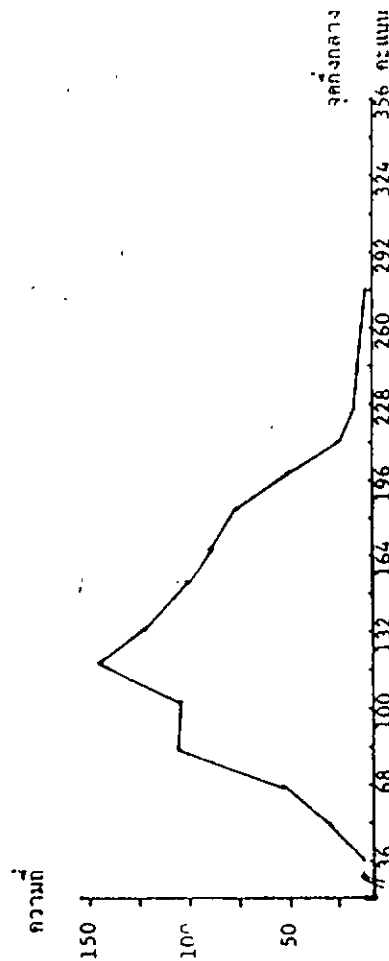
ภาพประกอบ 23 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทคส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6



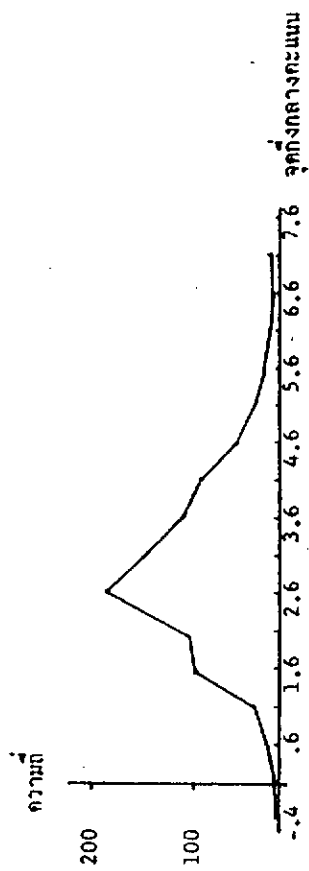
ภาพประกอบ 25 ลักษณะการกระจายของคะแนนที่ของวิธีที่มีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



ภาพประกอบ 24 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทคส์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบ เช่นเดียวกับภาพประกอบ 23

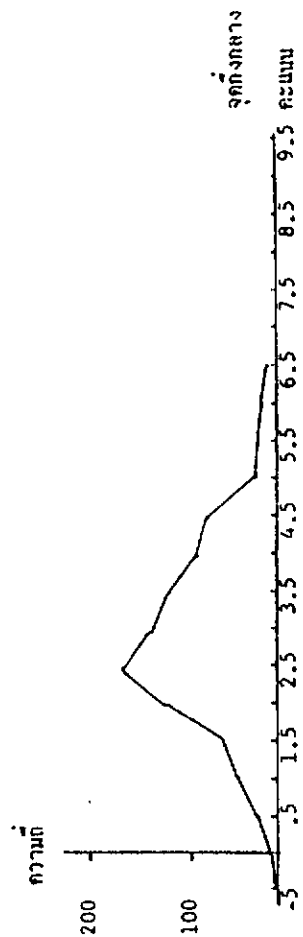


ภาพประกอบ 26 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีที่มีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน โดยมีสถานการณ์ของการสอบ เช่นเดียวกับภาพประกอบ 25



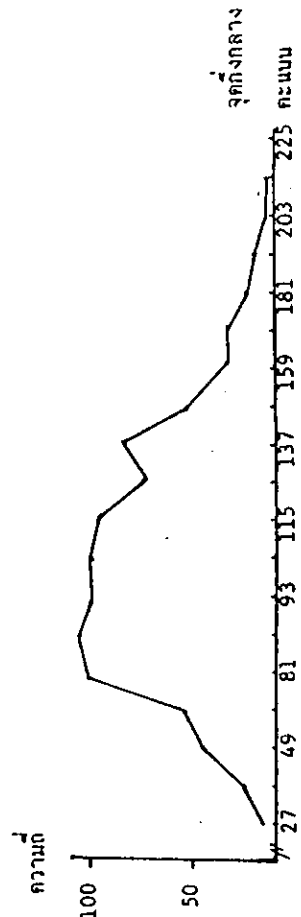
ค่าเฉลี่ย 3.061 มัธยฐาน 2.939 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.264
ค่าต่ำสุด 1.428 ค่าสูงสุด 6.57

ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับเปลี่ยนแบบ เมื่อกำหนดสถานการของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทาง
โค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความ
เชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



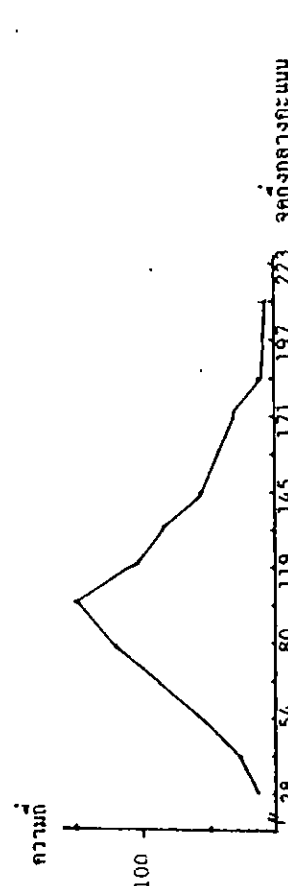
ค่าเฉลี่ย 2.989 มัธยฐาน 2.856 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.312
ค่าต่ำสุด 1.651 ค่าสูงสุด 6.85

ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับเปลี่ยนแบบ เมื่อกำหนดสถานการของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทาง
โค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความ
เชื่อมั่น .9 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



ค่าเฉลี่ย 106.628 มัธยฐาน 101.552 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.045
ค่าต่ำสุด 24.168 ค่าสูงสุด 155.7

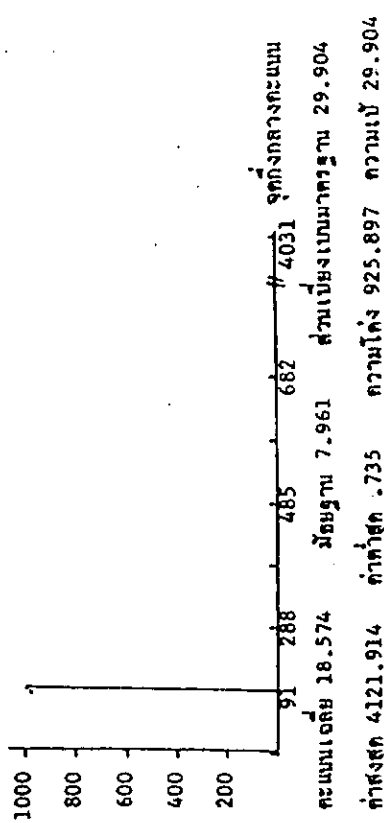
ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับเปลี่ยนแบบ โดยมีการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับเปลี่ยนแบบ โดยมีการสอบ
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 27



ค่าเฉลี่ย 106.779 มัธยฐาน 101.818 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 39.547
ค่าต่ำสุด 25.223 ค่าสูงสุด 155.7

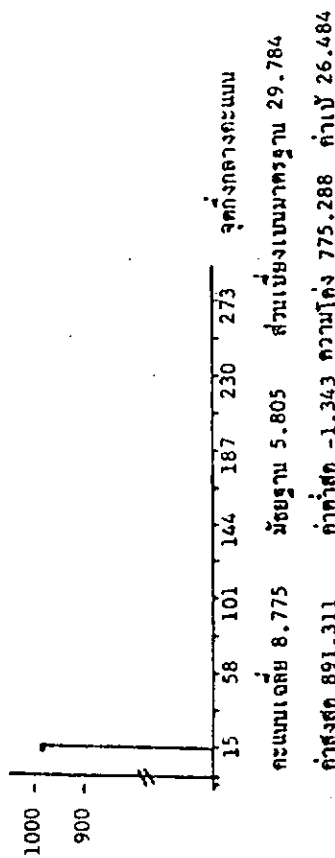
ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับเปลี่ยนแบบ โดยมีการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับเปลี่ยนแบบ โดยมีการสอบ
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 29

ความถี่



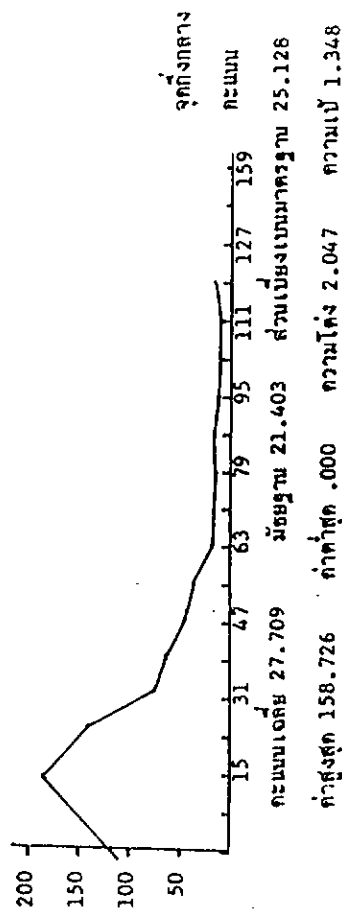
ภาพประกอบ 31 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งวิธีการปรับแก้แบบการดัดแปลงทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าความถี่ โดยกำหนดค่าของการกระจายคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งเส้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือ วัดความถี่ 7 ค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6

ความถี่



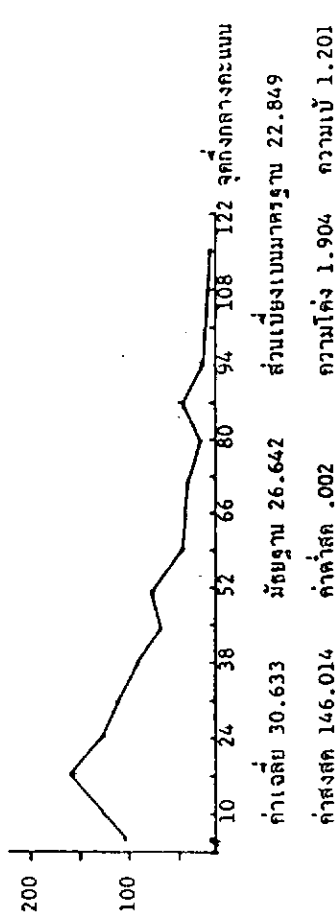
ภาพประกอบ 33 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งวิธีการปรับแก้แบบการดัดแปลงทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าความถี่ เมื่อกำหนดค่าของการกระจายคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งเส้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือ วัดความถี่ 8 และสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



ภาพประกอบ 32 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งวิธีการปรับแก้แบบการดัดแปลงทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าความถี่ โดยวิธีการปรับแก้แบบการดัดแปลงทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าความถี่ เมื่อกำหนดค่าของการกระจายคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งเส้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือ วัดความถี่ 2 ครั้ง

ความถี่

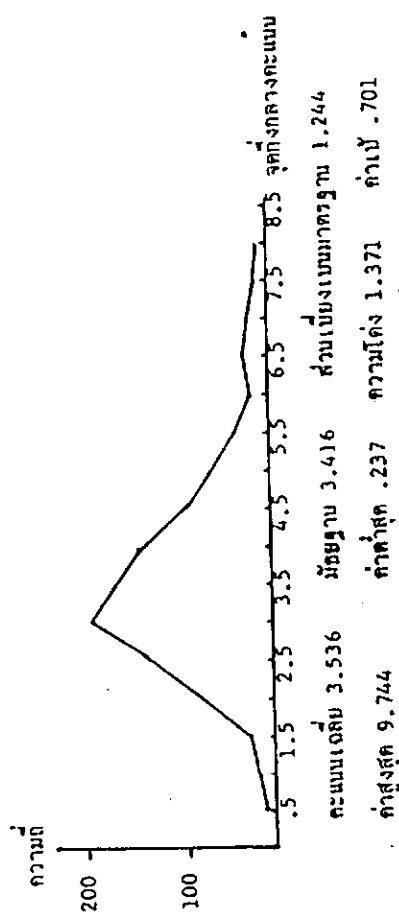


ภาพประกอบ 34 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งวิธีการปรับแก้แบบการดัดแปลงทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าความถี่ เมื่อกำหนดค่าของการกระจายคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งเส้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือ วัดความถี่ 2 ครั้ง

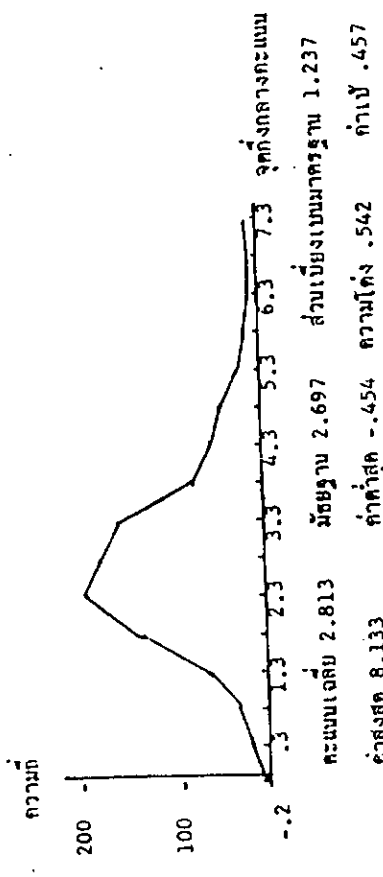
จากตาราง 3 เมื่อความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดมีขนาดเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีขนาดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนปรากฏว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าทั้ง 2 วิธี และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติ พบว่าค่าสถิติของวิธีการปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีการกระจายของคะแนนกว้างมาก ในขณะที่การกระจายของค่าสถิติของอีก 2 วิธีแคบกว่า และค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าห่างจาก 0.00 แต่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนมีค่าใกล้ 0.00 มากกว่า ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าต่างกันมากกว่า ค่าเฉลี่ยกับค่ามัธยฐานของวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน นอกจากนี้ ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงนี้ ยังมีความเบ้ และความโด่งสูงมาก เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงพบว่ามีความแปรปรวนต่ำกว่า และมีการกระจายของคะแนนแคบกว่าวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 4 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
 โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
 15 คน สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8
 โดยประชากรมีลักษณะการกระจายแบบปกติ

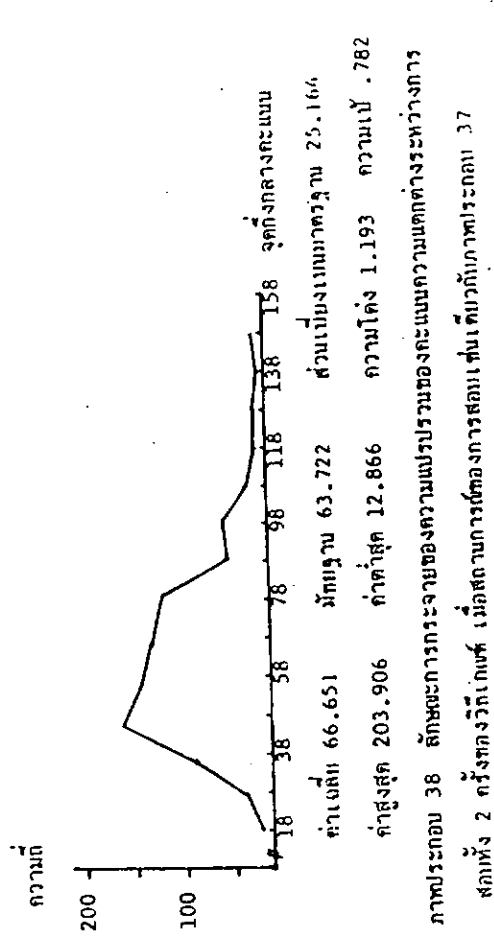
ขนาดของทางโค้ง ที่นำมาศึกษา	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
10%	.7750	.8830	.9430	.8069	.9069	.9619	.9889	.9959	.9989
20%	.5280	.6940	.8050	.5529	.7169	.8279	.9297	.9619	.9769
30%	.3450	.5150	.6620	.4329	.6179	.7469	.7929	.8699	.9119



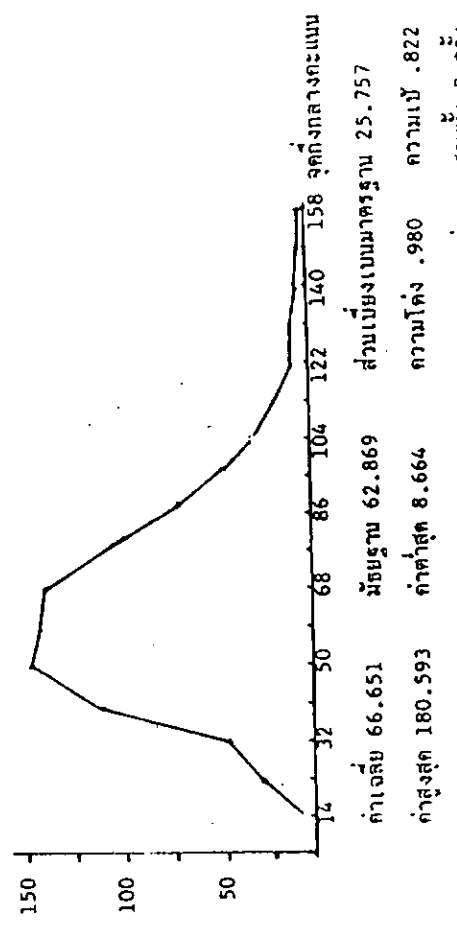
ภาพประกอบ 37 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสต์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 102 และสัมพันธ์ของกะแบบระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



ภาพประกอบ 39 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสต์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบได้ปกติขนาด 207 และสัมพันธ์ของกะแบบจากการสอบ 2 ครั้ง .6

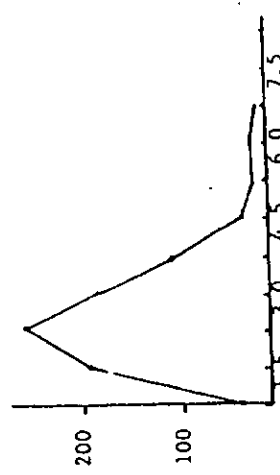


ภาพประกอบ 38 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของกะแบบความแตกต่างระหว่างทาง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเป็นไปด้วยภาพประกอบ 37



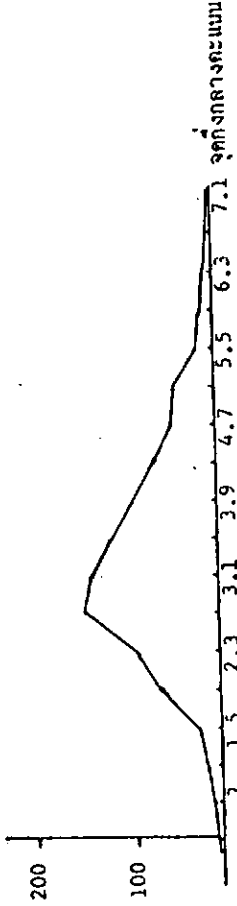
ภาพประกอบ 40 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของกะแบบความแตกต่างของการสอบทั้ง 2 ครั้ง
ของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเป็นไปด้วยภาพประกอบ 39

ความถี่



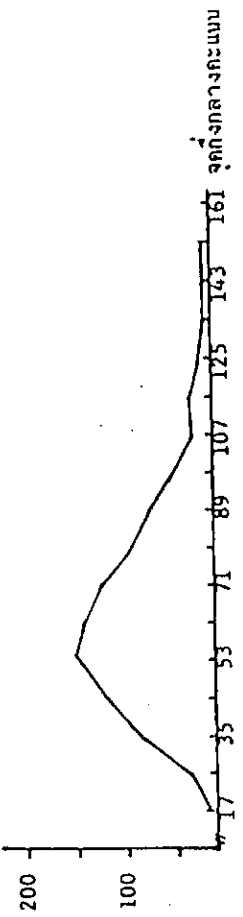
จุดกึ่งกลางกะแบบ
กะแบบเฉลี่ย 2.315 มัธยฐาน 2.315 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.187
ค่าสูงสุด 9.709 ค่าต่ำสุด -1.123 ความโค้ง 1.815 ค่าเบี่ยงเบน .611
ภาพประกอบ 41 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสท์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบปกติขนาด 30% และสหสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



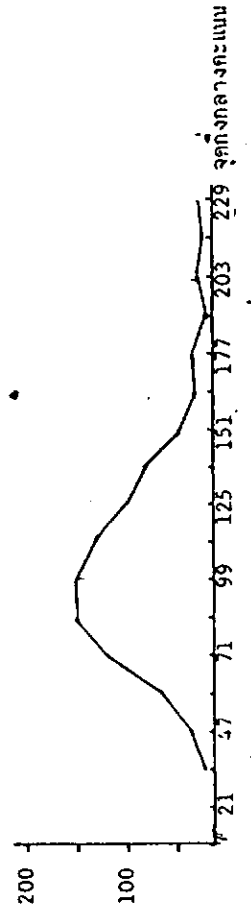
จุดกึ่งกลางกะแบบ
กะแบบเฉลี่ย 3.198 มัธยฐาน 3.198 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.172
ค่าสูงสุด 7.105 ค่าต่ำสุด -1.132 ความโค้ง .114 ค่าเบี่ยงเบน .310
ภาพประกอบ 43 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสท์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับ
นัยยะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์การวัดก็คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้าย
ซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 10% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8
และสหสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



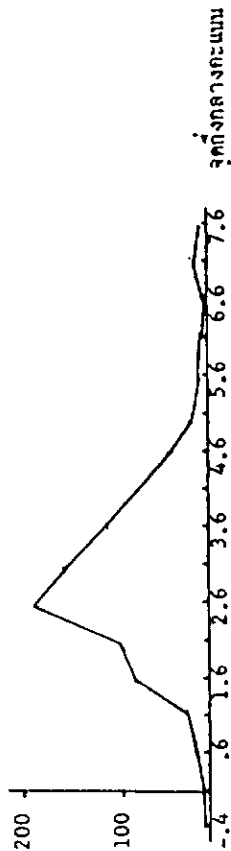
จุดกึ่งกลางกะแบบ
ค่าเฉลี่ย 65.658 มัธยฐาน 62.848 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.526
ค่าสูงสุด 199.047 ค่าต่ำสุด 14.433 ความโค้ง 1.244 ความเบี่ยง .873
ภาพประกอบ 42 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสท์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 41

ความถี่



จุดกึ่งกลางกะแบบ
ค่าเฉลี่ย 107.114 มัธยฐาน 104.205 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 35.118
ค่าสูงสุด 290.827 ค่าต่ำสุด 36.433 ความโค้ง 1.293 ความเบี่ยง .740
ภาพประกอบ 44 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสท์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับนัยยะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์การ
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 43

ความถี่



ค่าสูงสุด 9.615 ค่าต่ำสุด -.508 ความถี่ 1.428 ค่าเบ .657

ภาพประกอบ 45 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิสัยทัศนความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์การวัดคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สมมติว่าจากทางโค้งด้วย

ท้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

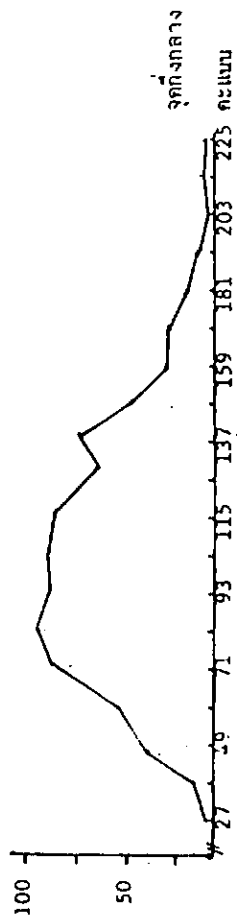


ค่าสูงสุด 8.546 ค่าต่ำสุด -.322 ความถี่ 1.007 ค่าเบ .648

ภาพประกอบ 47 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิสัยทัศนความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์การวัดคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สมมติว่าจากทางโค้ง

ด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 30% เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

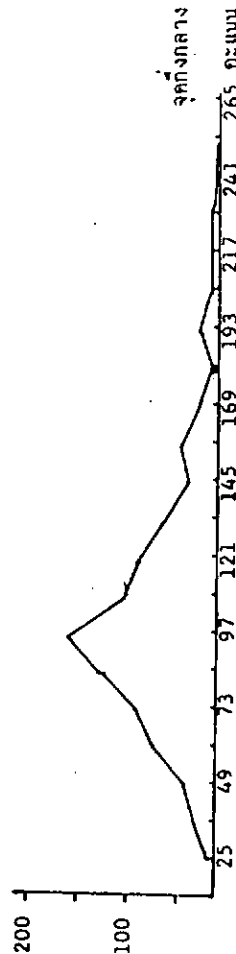
ความถี่



ค่าสูงสุด 249.632 ค่าต่ำสุด 24.168 ความถี่ .010 ความเบ .557

ภาพประกอบ 46 ลักษณะการกระจายของความเร็วของกะแบบความคลาดเคลื่อนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิสัยทัศนความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 45

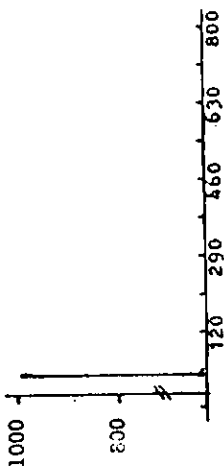
ความถี่



ค่าสูงสุด 269.310 ค่าต่ำสุด 20.599 ความถี่ .621 ความเบ .663

ภาพประกอบ 48 ลักษณะการกระจายของความเร็วของกะแบบความคลาดเคลื่อนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิสัยทัศนความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 47

ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 14.856 มัธยฐาน 8.094 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 61.464
ค่าสูงสุด 1768.807 ค่าต่ำสุด .622 ความโค้ง 669.410 ค่าเบี่ยงเบน 24.124

ภาพประกอบ 49 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนด
สถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางใต้ของชายของประชากร
ที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 10% เครื่องมือวัดความเชื่อมั่น .8 และค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

จุดกึ่งกลางคะแนน

ความถี่

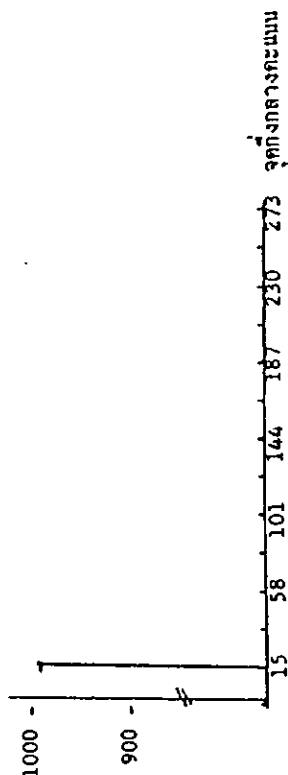


ค่าเฉลี่ย 26.858 มัธยฐาน 21.882 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.223
ค่าสูงสุด 171.979 ค่าต่ำสุด .001 ความโค้ง 4.265 ความเบี่ยงเบน 1.524

ภาพประกอบ 50 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
สอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ เช่นเดียวกับ
ภาพประกอบ 49

จุดกึ่งกลางคะแนน

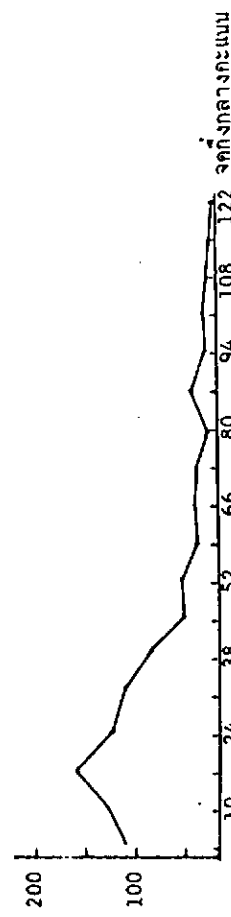
ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 8.776 มัธยฐาน 5.805 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.784
ค่าสูงสุด 891.311 ค่าต่ำสุด -1.343 ความโค้ง 775.288 ค่าเบี่ยงเบน 26.784

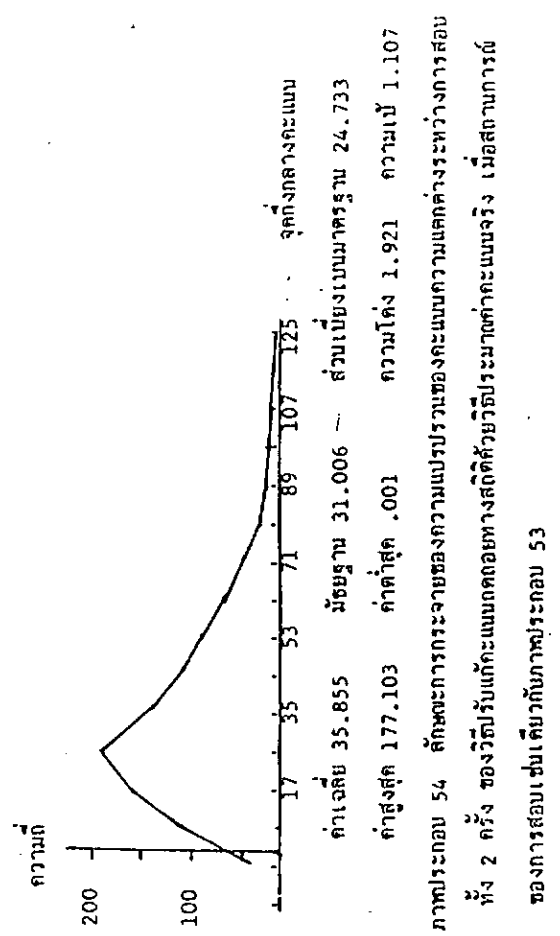
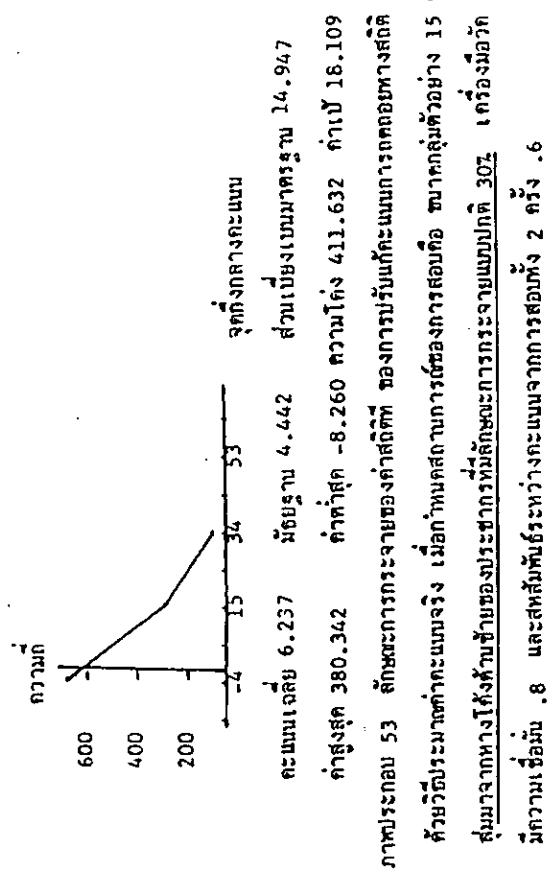
ภาพประกอบ 51 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางใต้ของชายที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20% เครื่องมือวัด
มีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



ค่าเฉลี่ย 30.633 มัธยฐาน 26.642 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.849
ค่าสูงสุด 146.014 ค่าต่ำสุด .002 ความโค้ง 1.904 ความเบี่ยงเบน 1.201

ภาพประกอบ 52 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 51

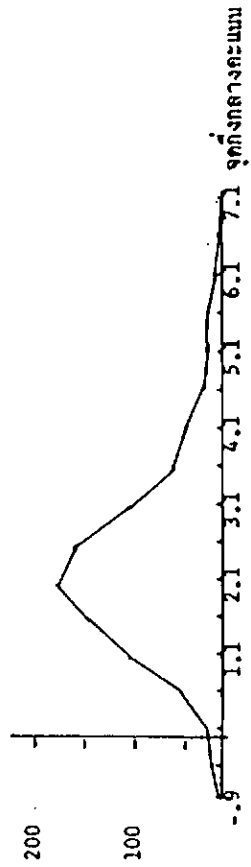


จากตาราง 4 เมื่อขนาดของทางโค้งของประชากรที่นำมาศึกษามีขนาดเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีขนาดลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์และวิธีที่คิดว่าการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ทำการปรับแก้คะแนนแล้วให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าทั้ง 2 วิธี จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่าค่าสถิติของวิธีการปรับแก้ด้วยการประมาณค่าคะแนนจริงมีช่วงการกระจายของคะแนนกว้างมาก โดยที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าห่างจาก 0.00 ที่สุด และเมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของคะแนนที่ พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงต่างกันในขณะที่ค่าคะแนนเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของอีก 2 วิธีนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้ยังมีความเบ้และความโด่งสูงมาก และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายขนาดคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้ ยังพบว่า มีค่าเฉลี่ย ต่ำกว่าวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 5 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20%

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไว้ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
10	.3120	.4920	.6720	.3289	.5179	.6709	.8149	.8719	.9239
15	.5280	.6940	.8050	.5529	.7169	.8270	.9297	.9619	.9769
20	.6870	.8350	.9150	.7509	.8529	.9129	.9679	.9839	.9889

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 2.393 มัธยฐาน 2.255 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.305

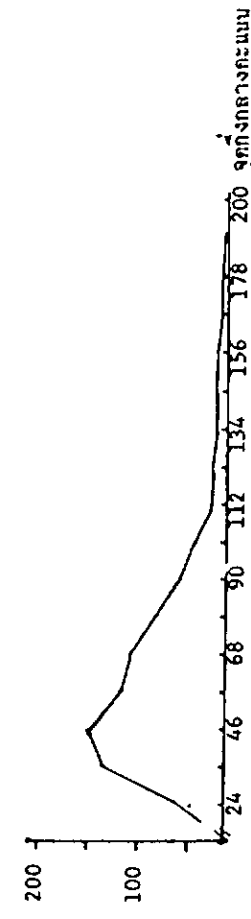
ค่าสูงสุด 8.536 ค่าต่ำสุด -1.308 ความโค้ง 1.181 ความเบ้ .711

ภาพประกอบ 55 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเคอร์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการกระจาย

คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย

แบบปกติขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



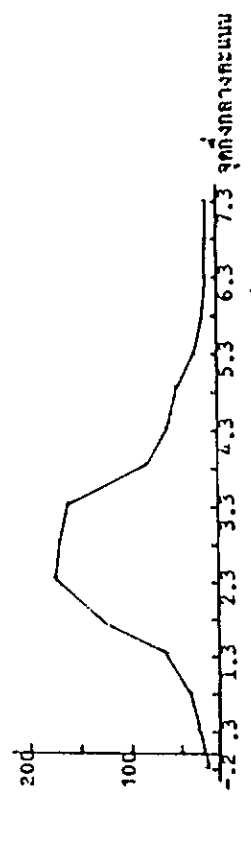
คะแนนเฉลี่ย 65.980 มัธยฐาน 60.008 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 33.100

ค่าสูงสุด 219.387 ค่าต่ำสุด 5.086 ความโค้ง 2.375 ความเบ้ 1.227

ภาพประกอบ 56 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ

2 ครั้งของวิธีเคอร์ เมื่อมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 55

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 2.813 มัธยฐาน 2.697 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.237

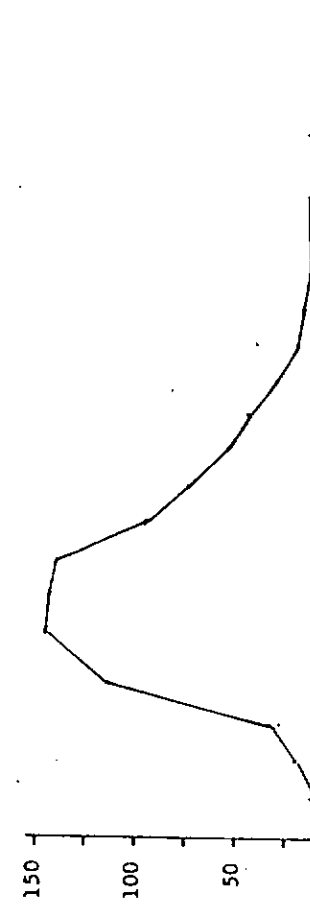
ค่าสูงสุด 8.133 ค่าต่ำสุด -.454 ความโค้ง .542 ความเบ้ .457

ภาพประกอบ 57 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเคอร์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการกระจาย

คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย

แบบโค้งปกติขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



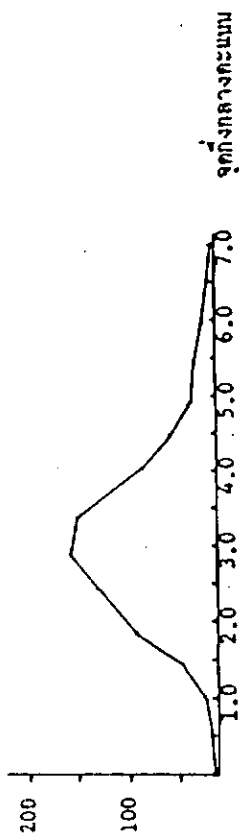
คะแนนเฉลี่ย 66.650 มัธยฐาน 62.869 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.757

ค่าสูงสุด 180.593 ค่าต่ำสุด 8.664 ความโค้ง .980 ความเบ้ .822

ภาพประกอบ 58 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ

ทั้ง 2 ครั้งของวิธีเคอร์ เมื่อมีสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 57

ความถี่

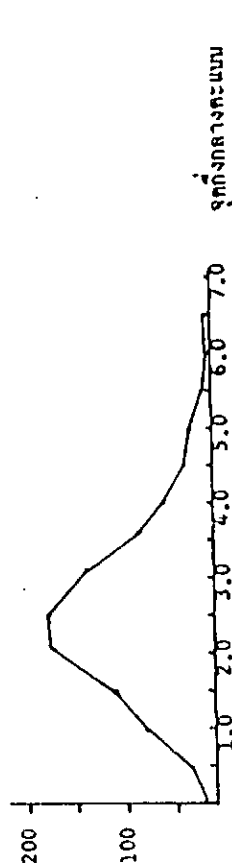


กะแบบเฉลี่ย 3.186 มัธยฐาน 3.104 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.179

ค่าสูงสุด 7.177 ค่าต่ำสุด -1.222 ความถี่ 283 ความเบ้ .269

ภาพประกอบ 59 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอย คือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สุ่มจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และกำลังสัมพันธ์ของกะแบบจากการสอยทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

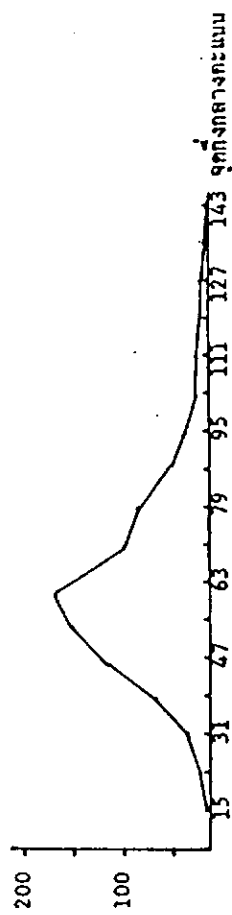


กะแบบเฉลี่ย 2.550 มัธยฐาน 2.461 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.210

ค่าสูงสุด 10.209 ค่าต่ำสุด -2.228 ความถี่ 2290 ความเบ้ .774

ภาพประกอบ 61 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอย คือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน สุ่มจากหางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมีความแม่นยำ .8 และกำลังสัมพันธ์ระหว่างกะแบบจากการสอยทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

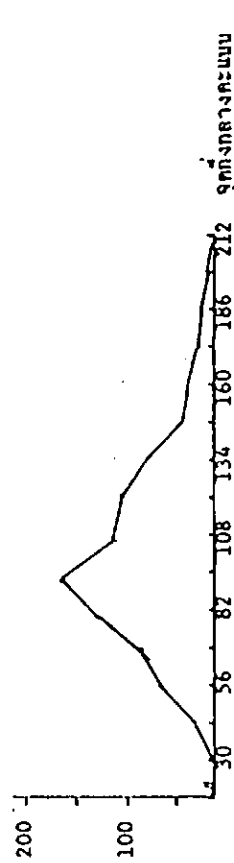


กะแบบเฉลี่ย 67.004 มัธยฐาน 63.750 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.579

ค่าสูงสุด 174.283 ค่าต่ำสุด 14.941 ความถี่ 1068 ความเบ้ .852

ภาพประกอบ 60 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอย คือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 59 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อมีสถานการณ์ของการสอยเช่นเดียวกับภาพประกอบ 59

ความถี่

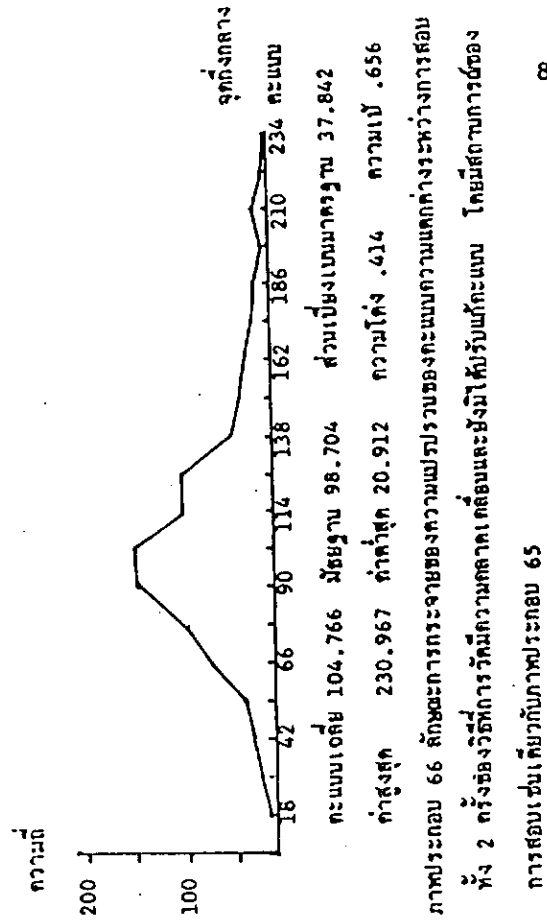
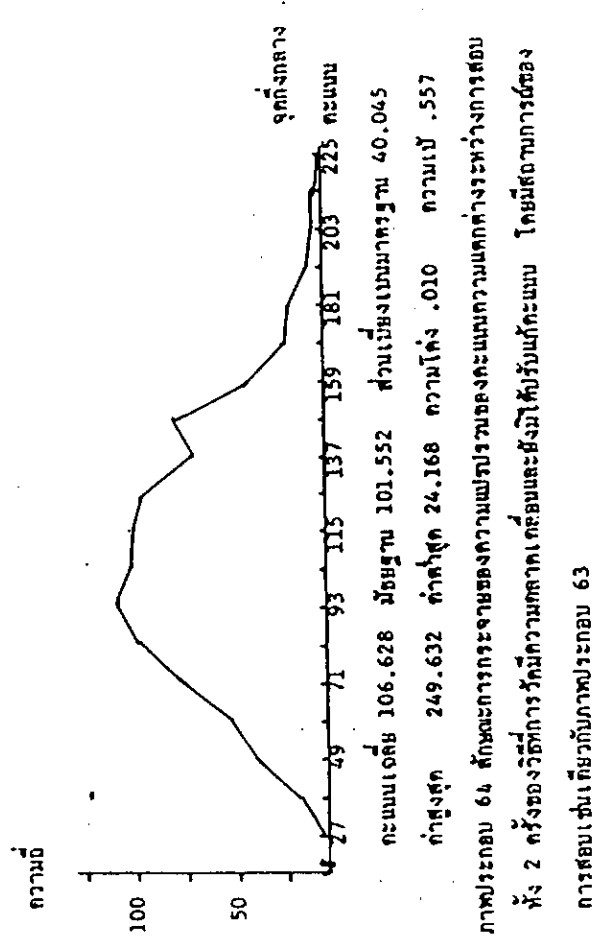
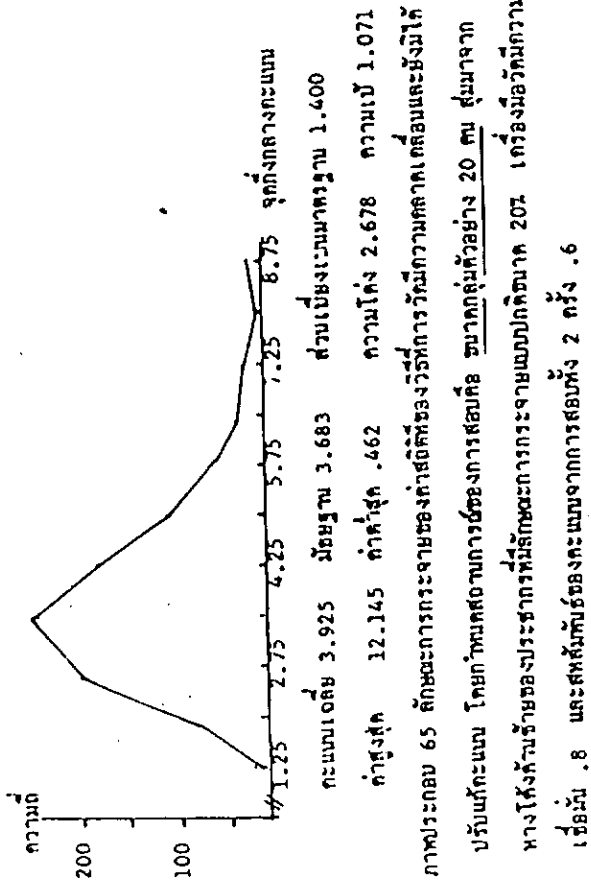
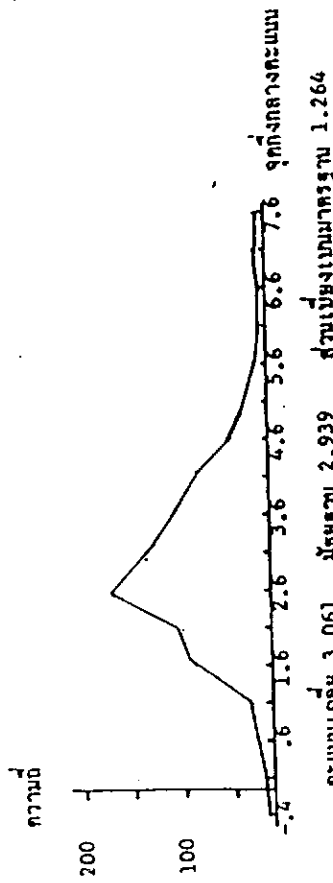


กะแบบเฉลี่ย 104.087 มัธยฐาน 98.987 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 38.255

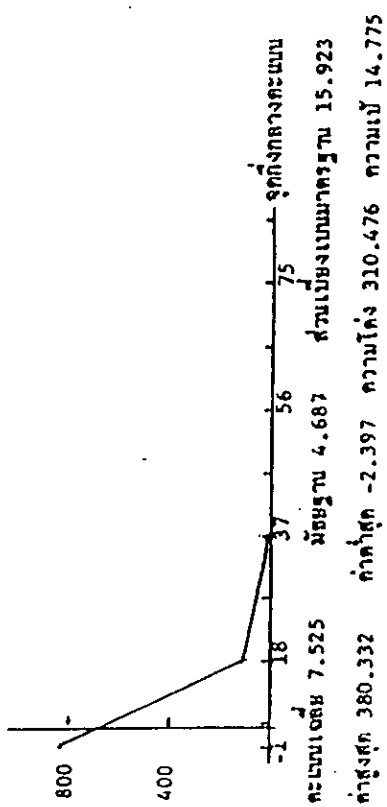
ค่าสูงสุด 294.656 ค่าต่ำสุด 26.196 ความถี่ 753 ความเบ้ .655

ภาพประกอบ 62 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอย คือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้ โดยมีสถานการณ์ของการสอยเช่นเดียวกับภาพประกอบ 61

เช่นเดียวกับภาพประกอบ 61

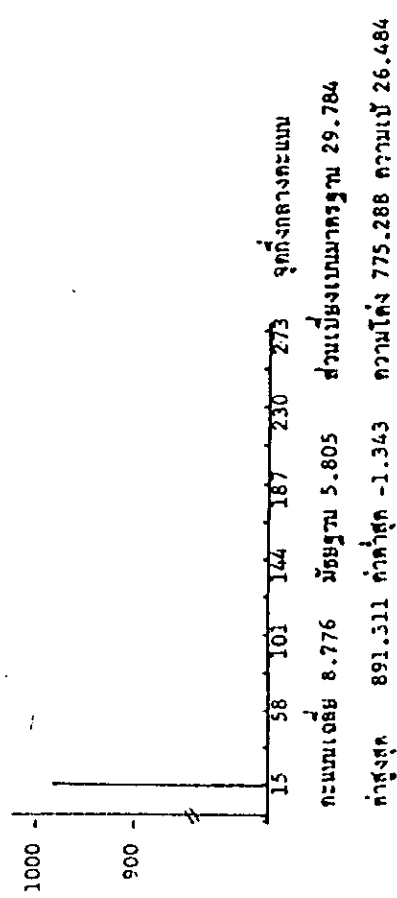


ความถี่



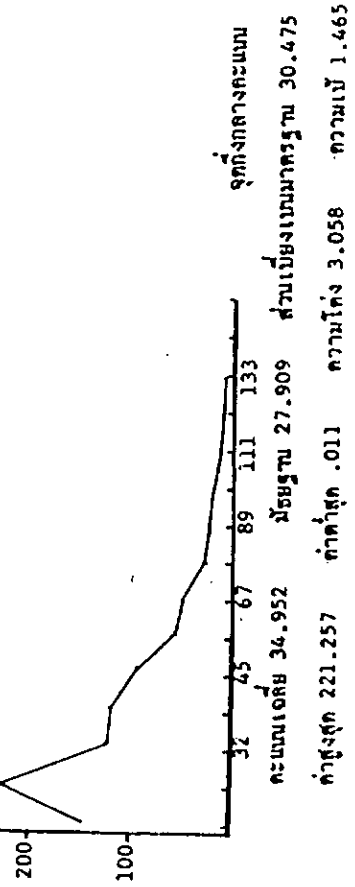
คะแนนเฉลี่ย 7.525 มัธยฐาน 4.687 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.923
ค่าสูงสุด 380.332 ค่าต่ำสุด -2.397 ความถี่ 310.476 ความถี่ 14.775
ภาพประกอบ 67 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงทักษะการออกเสียงระหว่าง
ช่วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อทดสอบสมมติฐานของการทดสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน
ส่วนรวมจากทางใต้ด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติ 20% เครื่องมือ
วัดความเชื่อมั่น .8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง .6

ความถี่



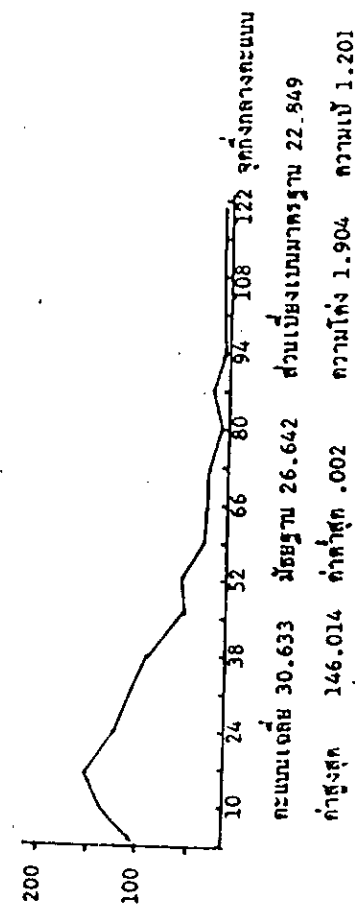
คะแนนเฉลี่ย 8.776 มัธยฐาน 5.805 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.784
ค่าสูงสุด 891.311 ค่าต่ำสุด -1.343 ความถี่ 775.288 ความถี่ 26.484
ภาพประกอบ 69 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงทักษะการออกเสียงระหว่าง
ช่วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อทดสอบสมมติฐานของการทดสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
ส่วนรวมจากทางใต้ด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติ 20% เครื่องมือวัด
ความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

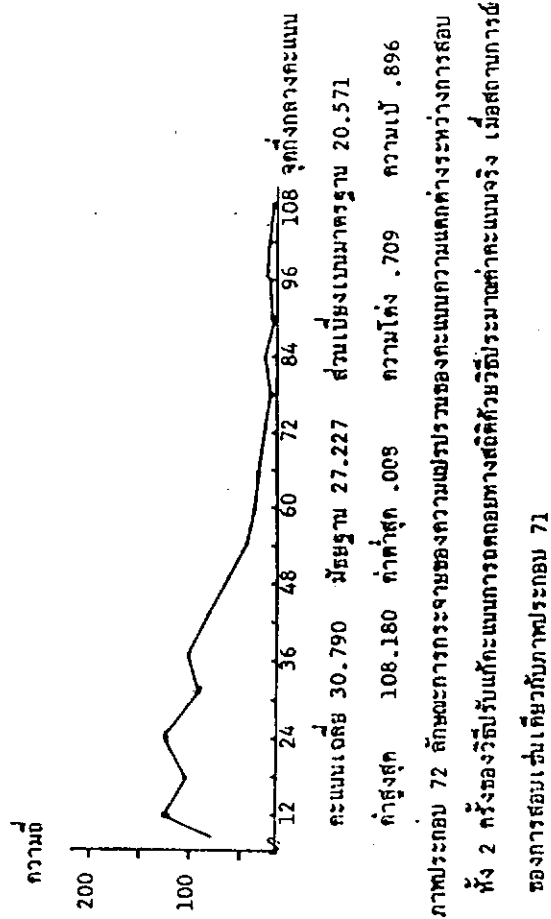
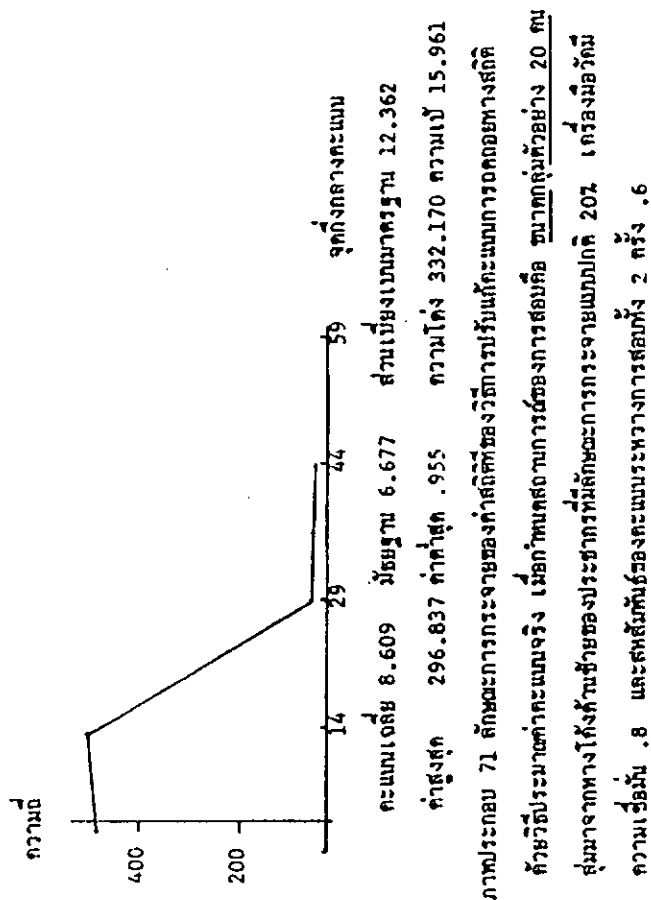


คะแนนเฉลี่ย 34.952 มัธยฐาน 27.909 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 30.475
ค่าสูงสุด 221.257 ค่าต่ำสุด .011 ความถี่ 3.058 ความถี่ 1.465
ภาพประกอบ 68 ลักษณะการกระจายของคะแนนรวมของคะแนนความแตกต่างจากการสอบ
ทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับปรุงทักษะการออกเสียงระหว่างสถิติวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 67

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 30.633 มัธยฐาน 26.642 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.849
ค่าสูงสุด 146.014 ค่าต่ำสุด .002 ความถี่ 1.904 ความถี่ 1.201
ภาพประกอบ 70 ลักษณะการกระจายของคะแนนรวมของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับปรุงทักษะการออกเสียงระหว่างสถิติวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 69

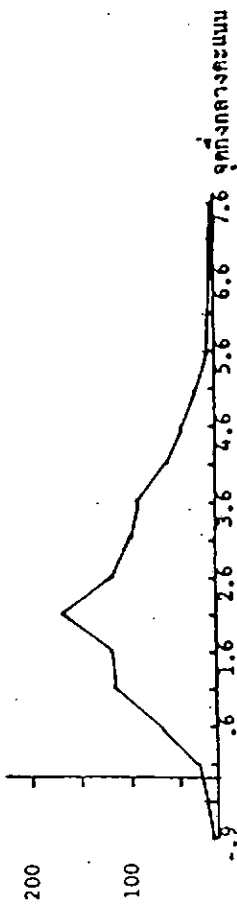


จากตาราง 5 เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีขนาดเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์และวิธีที่คิดว่าการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนแล้วให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าทั้ง 2 วิธี จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีช่วงการกระจายของคะแนนกว้างกว่าการกระจายของค่าสถิติของทั้ง 2 วิธี โดยที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าห่างจาก 0.00 มากที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์มีค่าใกล้ 0.00 ที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าห่างกันมากกว่า ค่าเฉลี่ยกับมัธยฐานของค่าสถิติของอีก 2 วิธีดังกล่าว นอกจากนี้ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในภาพการวัดมีความแปรและความโค้งสูงมาก และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้ ยังพบว่า มีค่าเฉลี่ย ค่ากว่า วิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 6 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความเบ้ของโค้งประชากร -.75

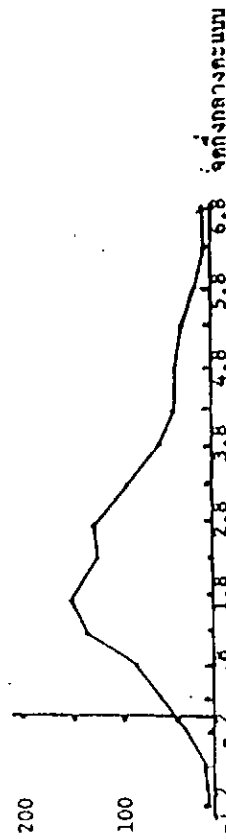
ความโค้งของโค้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดไว้ในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
1.5	.3800	.5250	.6450	.5800	.7590	.8630	.8540	.9070	.9390
2.5	.4030	.5340	.6440	.5970	.7480	.8520	.8150	.8700	.9070
3.5	.3920	.5300	.6530	.6020	.7550	.8570	.8580	.8960	.9200

ความถี่



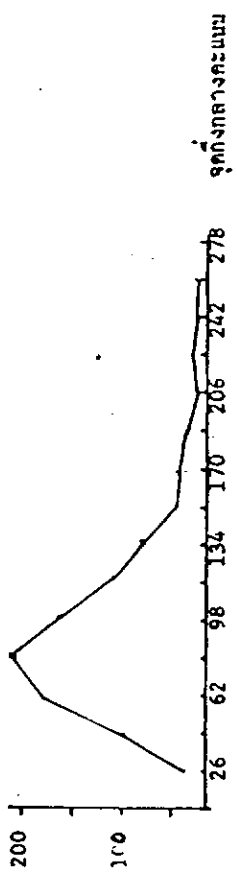
กะแบบเฉลี่ย 2.355 มัธยฐาน 2.219 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.354
ค่าสูงสุด 8.839 ค่าต่ำสุด -1.579 ความถี่ 4451 ความเบ้ .516
ภาพประกอบ 73 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกรด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ส่วนมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ ซ้าย 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 1.5 และพบค่าสหสัมพันธ์
ของกะแบบระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



กะแบบเฉลี่ย 2.423 มัธยฐาน 2.275 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.468
ค่าสูงสุด 8.839 ค่าต่ำสุด -1.278 ความถี่ 836 ความเบ้ .674
ภาพประกอบ 75 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกรด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ส่วนมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ ซ้าย 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของกะแบบ
ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

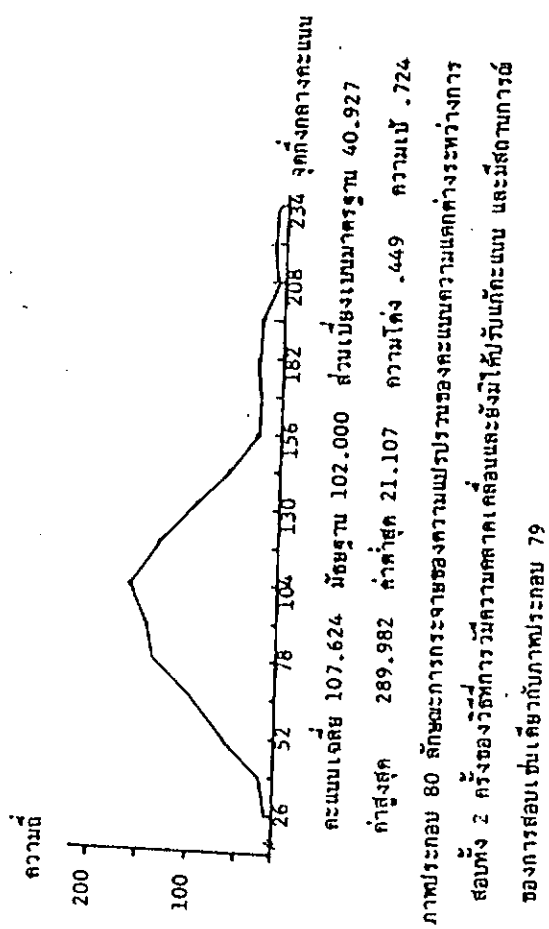
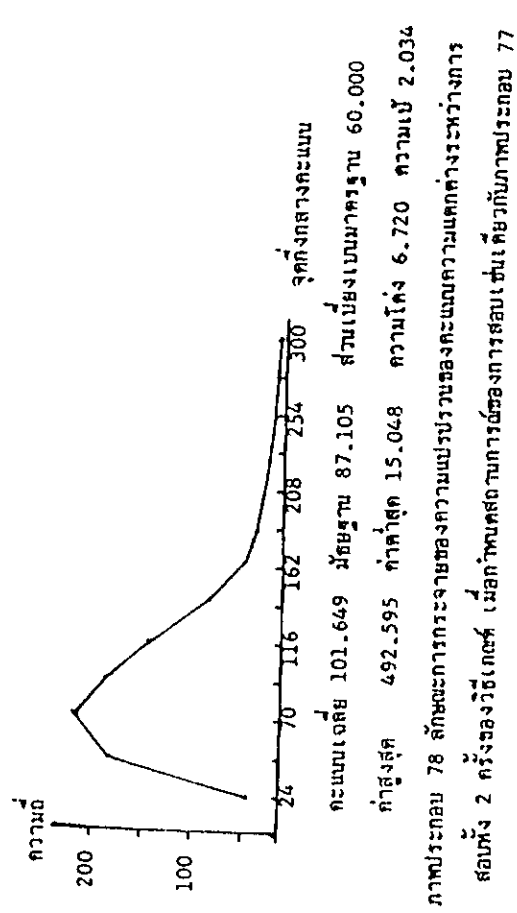
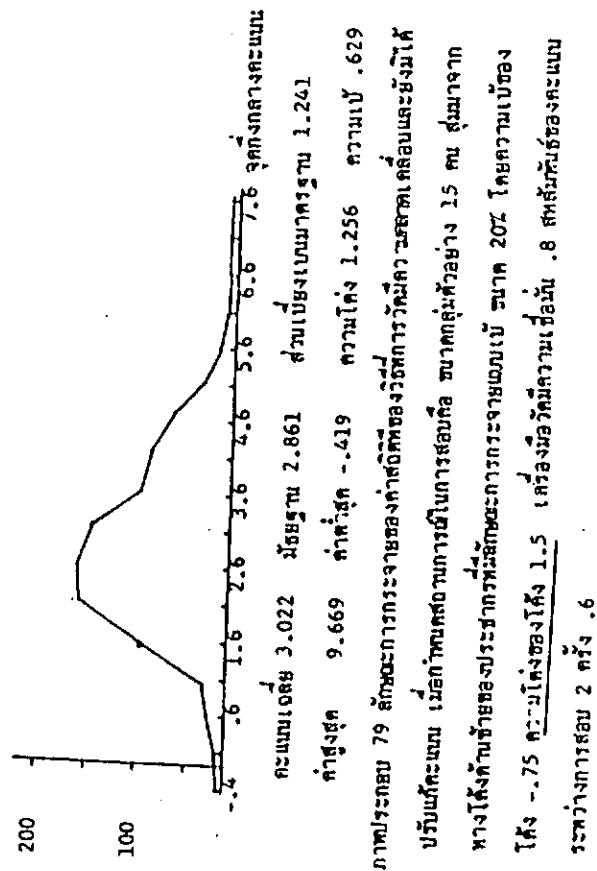
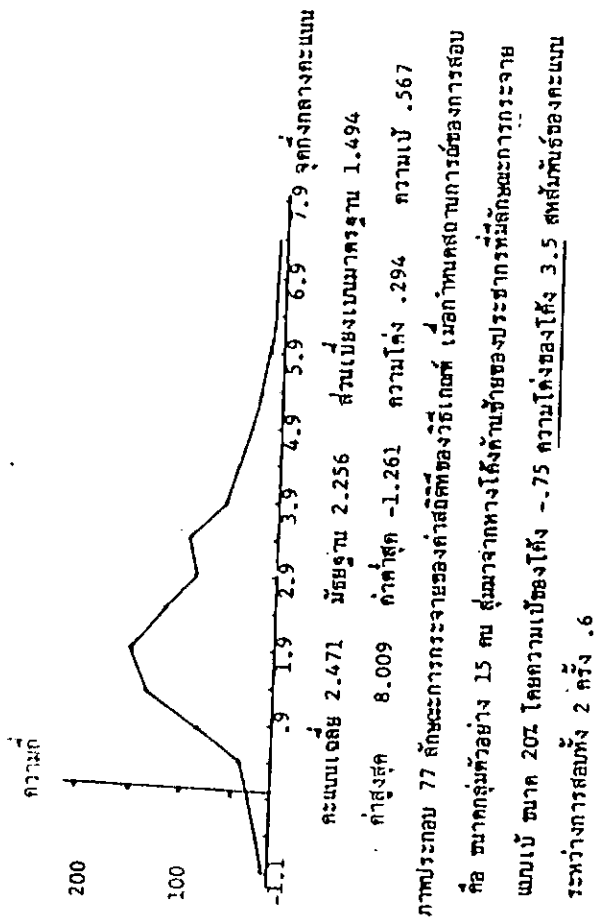


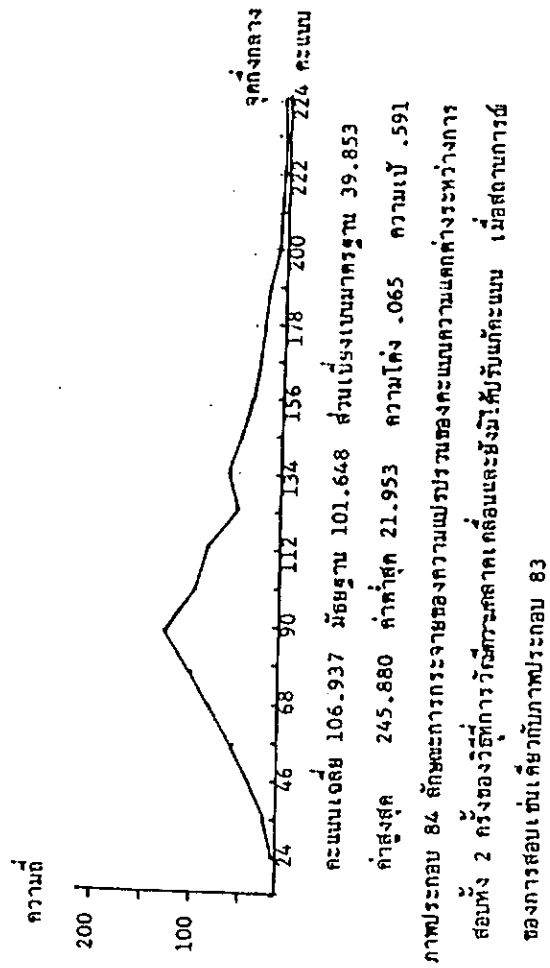
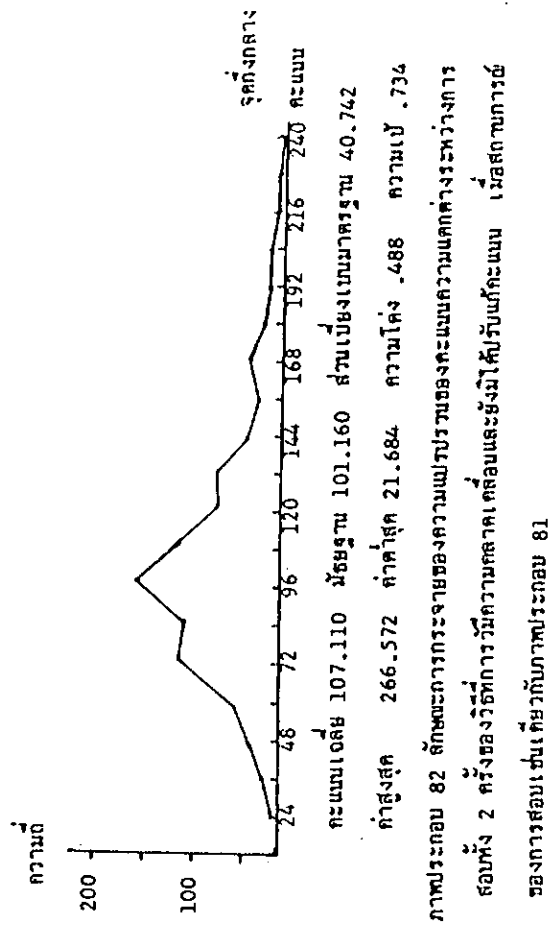
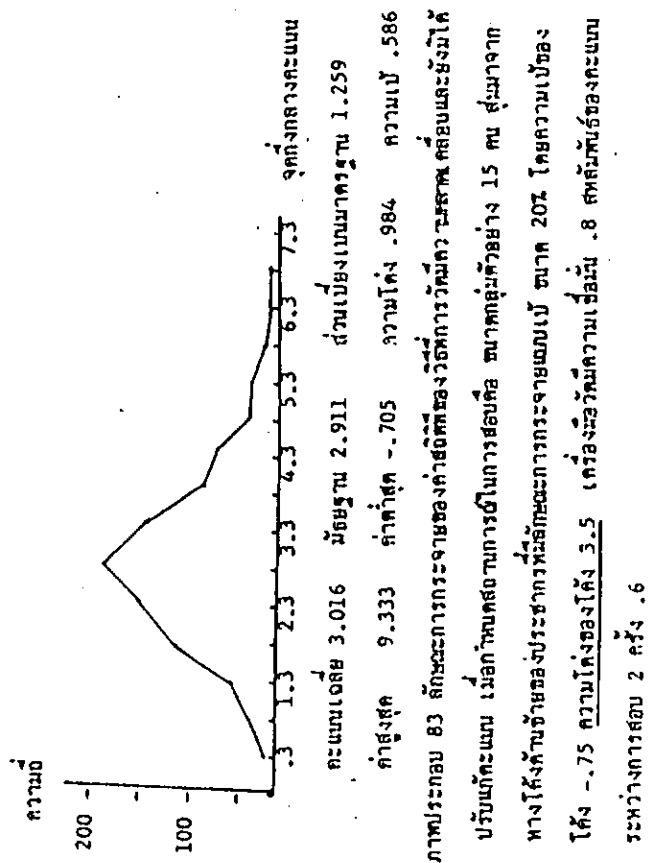
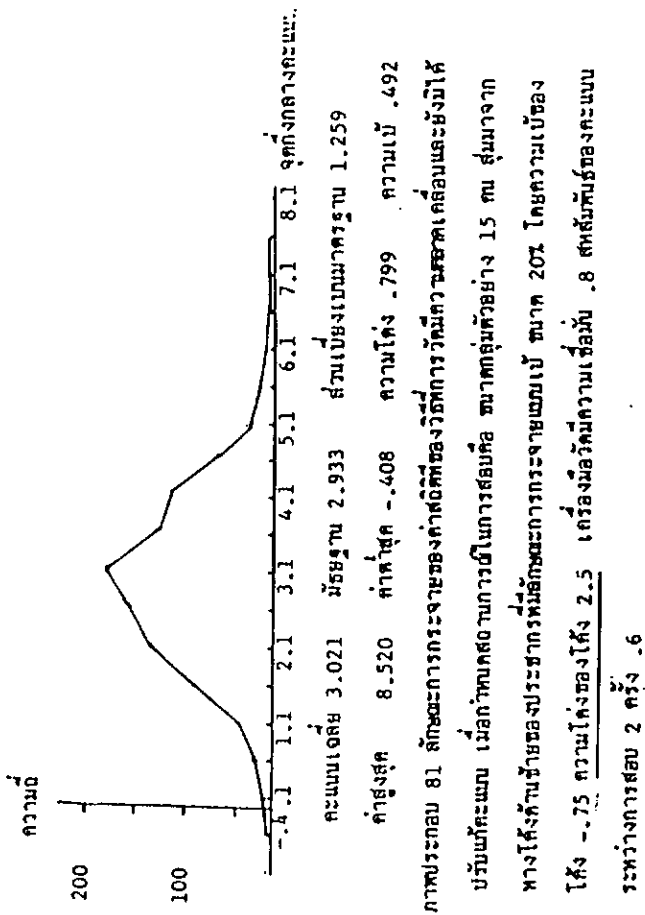
กะแบบเฉลี่ย 96.336 มัธยฐาน 86.768 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 46.274
ค่าสูงสุด 391.382 ค่าต่ำสุด 20.200 ความถี่ 4.666 ความเบ้ 1.562
ภาพประกอบ 74 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกรด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ส่วนมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ ซ้าย 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 1.5 และพบค่าสหสัมพันธ์
ของกะแบบระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

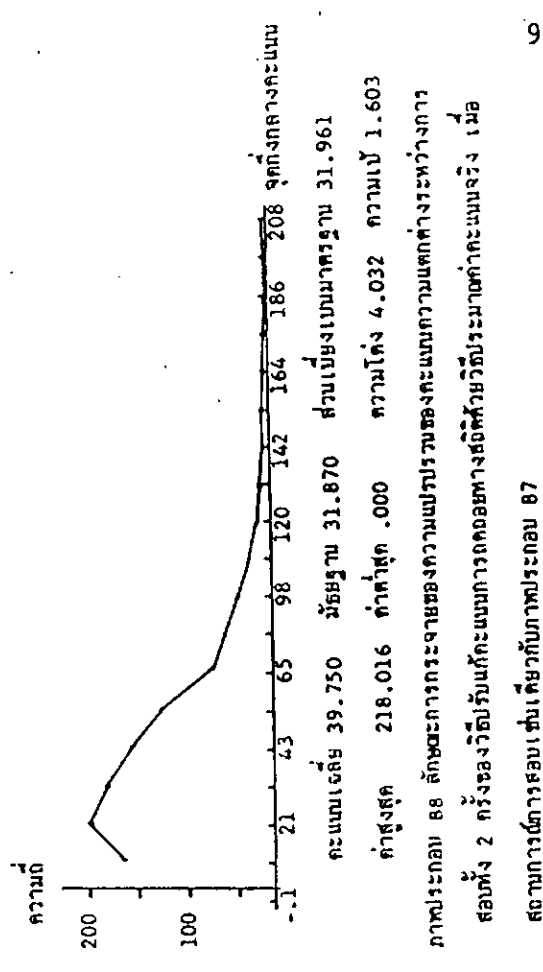
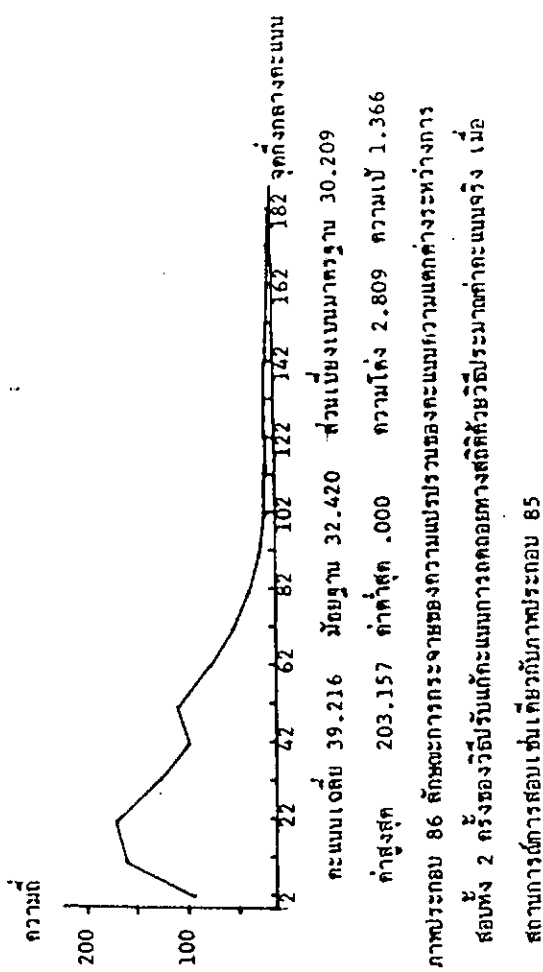
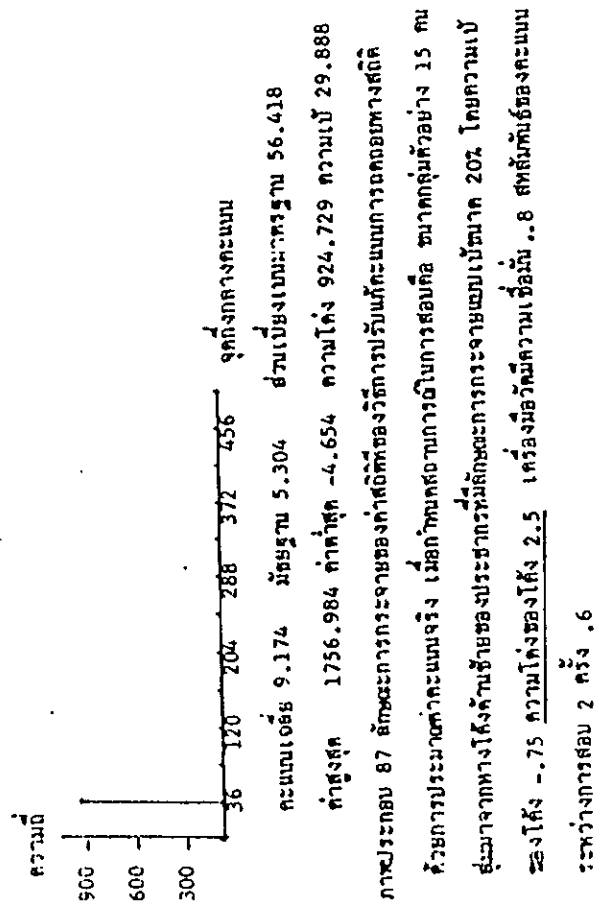
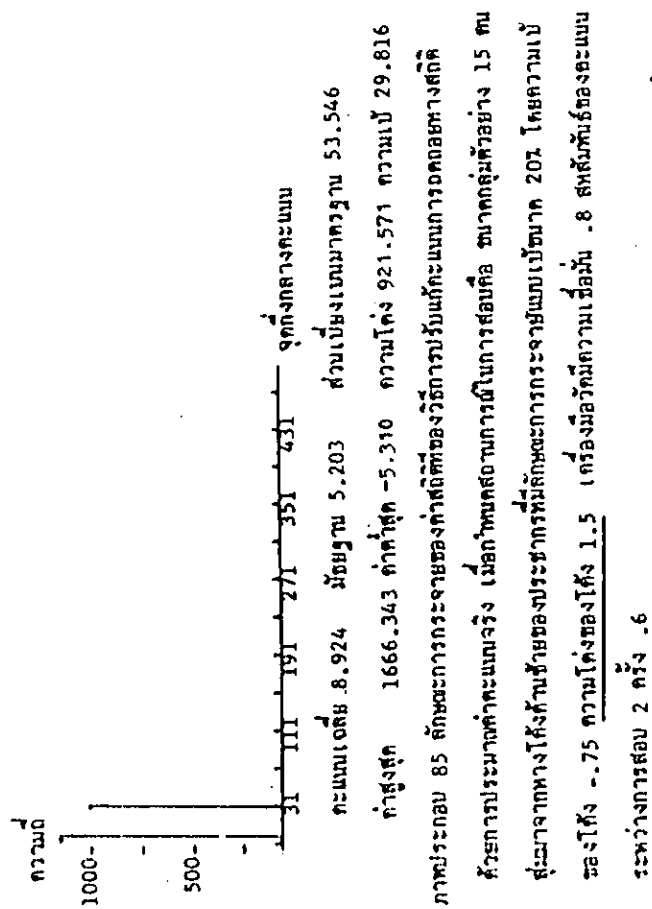
ความถี่

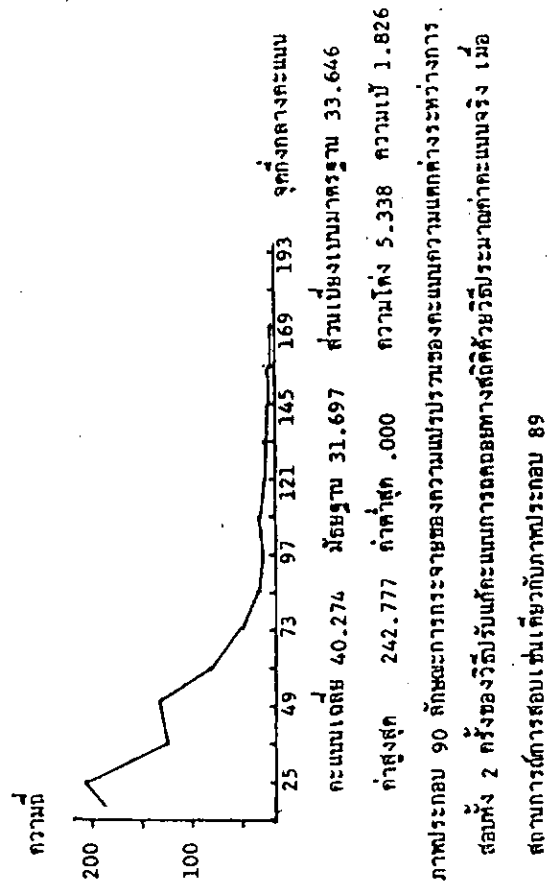
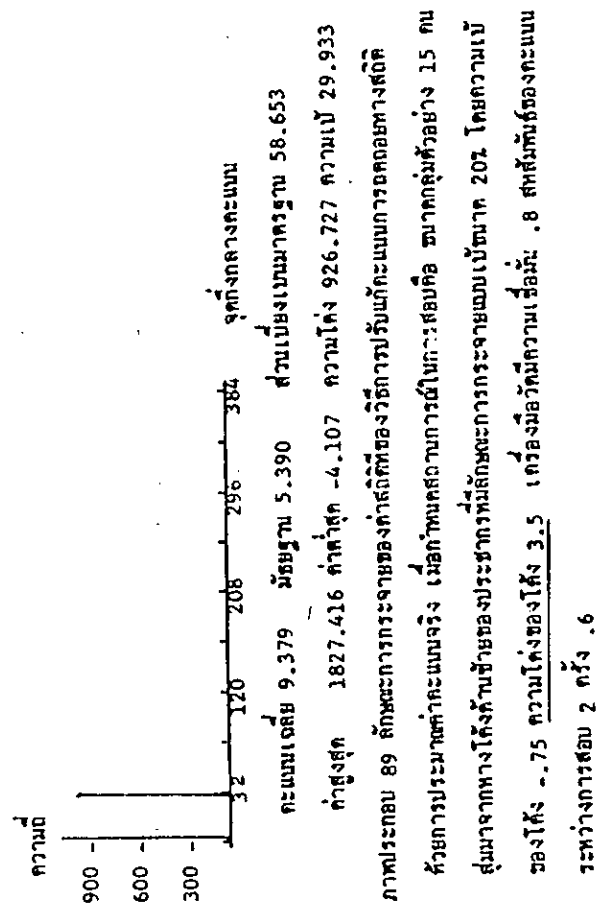


กะแบบเฉลี่ย 99.382 มัธยฐาน 88.278 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 54.147
ค่าสูงสุด 438.491 ค่าต่ำสุด 14.669 ความถี่ 5.499 ความเบ้ 1.815
ภาพประกอบ 76 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีเกรด เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ
คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ส่วนมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจาย
แบบเบ้ ซ้าย 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 สหสัมพันธ์ของกะแบบ
ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6





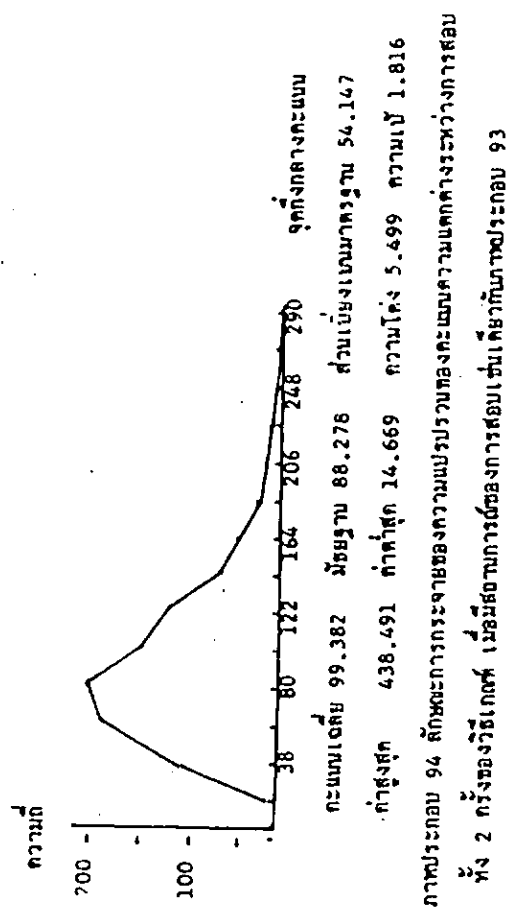
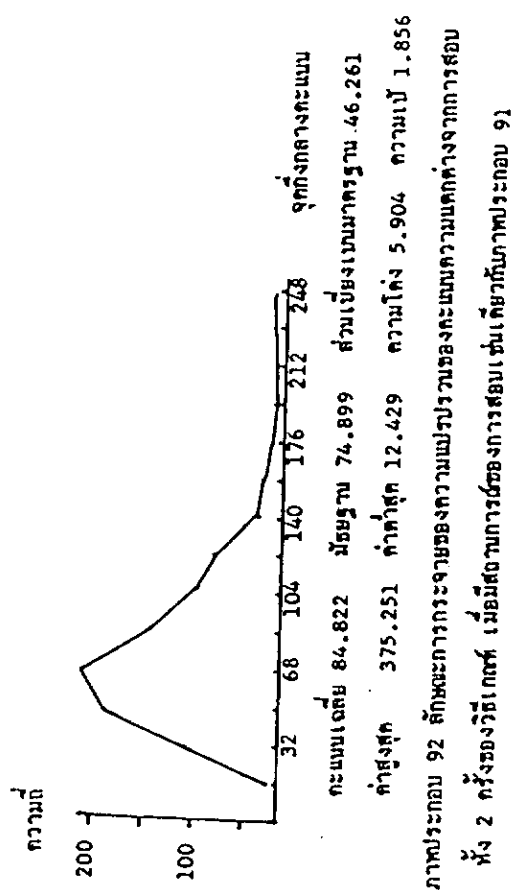
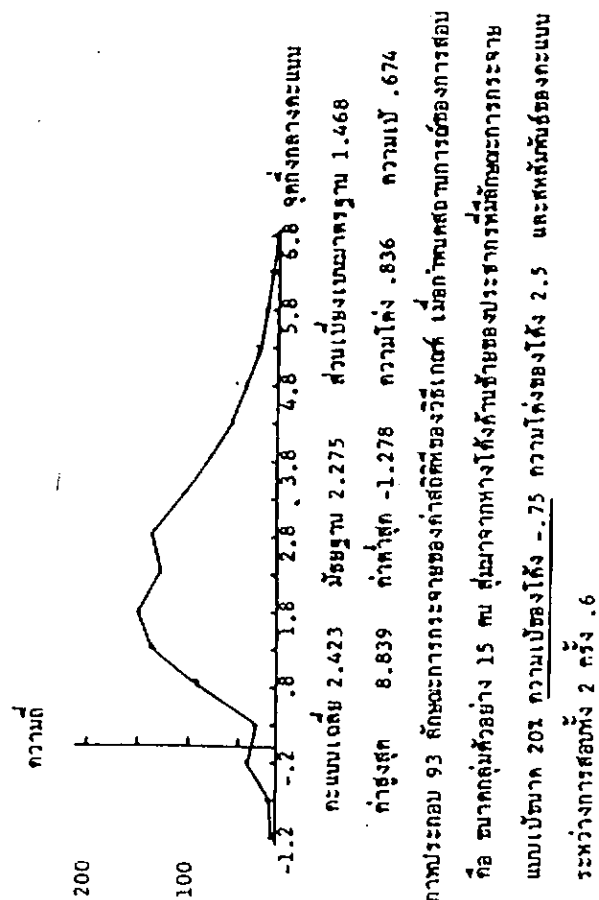
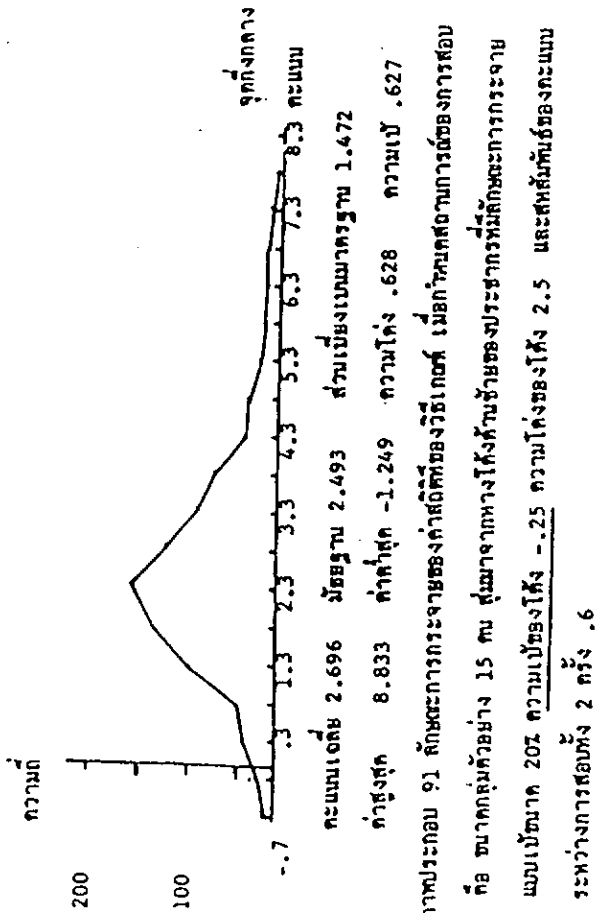




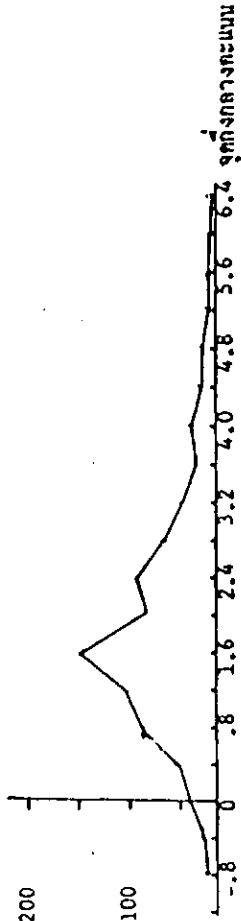
จากตาราง 6 เมื่อความโค้งมีขนาดเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน ปรากฏว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าทั้ง 2 วิธี และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าสถิติของวิธีการปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีช่วงการกระจายกว้างมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่มีค่าห่างจาก 0.00 มากที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์มีค่าใกล้ 0.00 ที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของวิธีการปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าห่างกันมากกว่า ค่าเฉลี่ยกับมัธยฐานของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน และนอกจากนี้ ความแปร และความโค้งของลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยการประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าสูงมาก และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้ ยังพบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 7 ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ โดยการประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความโค้งประชากร 2.5

ขนาด ความเบ้ ของโค้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
-.25	.4580	.6280	.7280	.5990	.7600	.8520	.8810	.9250	.9540
-.75	.4030	.5340	.6440	.5970	.7480	.8510	.8550	.9040	.9320
-1.25	.3220	.4480	.5550	.5640	.7380	.8310	.8150	.8700	.9070



ความถี่

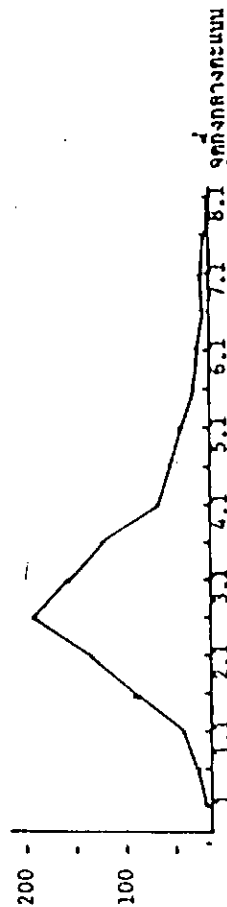


กะแบบเฉลี่ย 2.137 มัธยฐาน 1.955 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.370

ค่าสูงสุด 6.993 ค่าต่ำสุด -1.369 ความถี่ 243 ความเบ้ .497

ภาพประกอบ 95 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทคส์ เมื่อกำหนดขนาดของการทดสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งการขึ้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปัวซอง 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 และสหสัมพันธ์ของกะแบบระหว่างการสอยทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



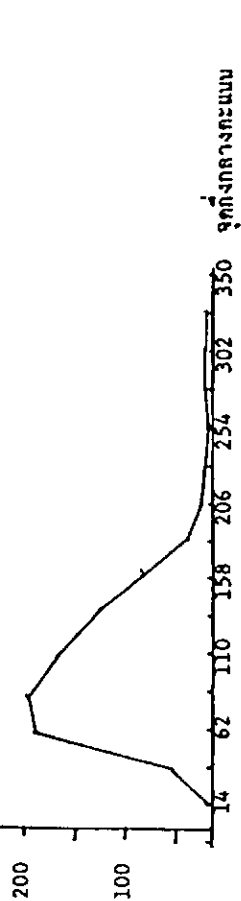
กะแบบเฉลี่ย 3.022 มัธยฐาน 2.890 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.262

ค่าสูงสุด 9.222 ค่าต่ำสุด -.940 ความถี่ 1392 ความเบ้ .645

ภาพประกอบ 97 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทคส์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดขนาดของการสอยคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งการขึ้นของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปัวซอง 20% ความเบ้ของโค้ง -2.25

ความโค้งของโค้ง 2.5 ความสัมพันธ์ของเกร็งมีวัค .8 และสหสัมพันธ์ของกะแบบระหว่างการสอยทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

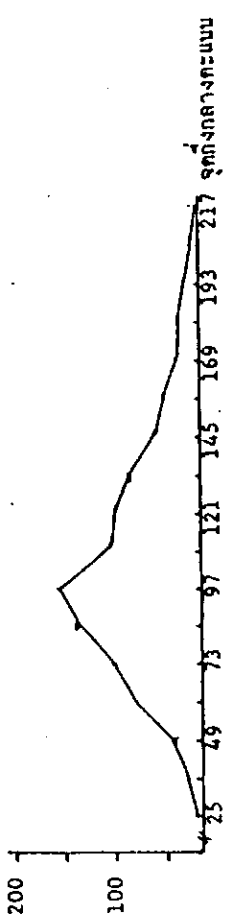


กะแบบเฉลี่ย 115.050 มัธยฐาน 103.375 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 57.318

ค่าสูงสุด 440.004 ค่าต่ำสุด 20.655 ความถี่ 3813 ความเบ้ 1.523

ภาพประกอบ 96 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความคลาดค่าระหว่างการสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทคส์ เมื่อมีสถานการณ์ของการสอยเช่นเดียวกับภาพประกอบ 95

ความถี่

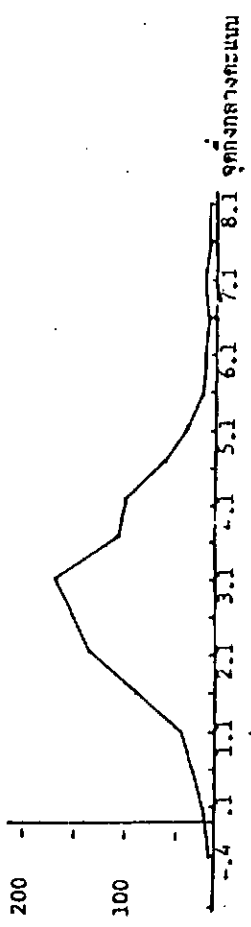


กะแบบเฉลี่ย 107.630 มัธยฐาน 100.776 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.791

ค่าสูงสุด 269.302 ค่าต่ำสุด 19.928 ความถี่ 446 ความเบ้ .689

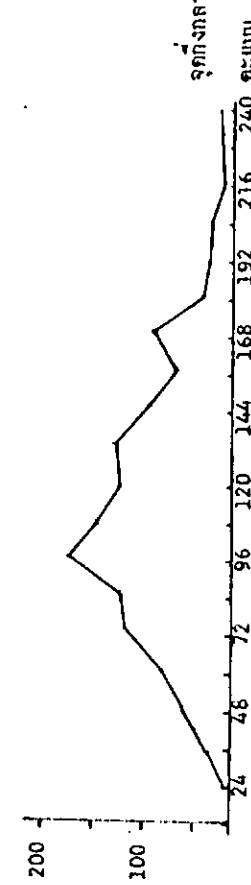
ภาพประกอบ 98 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความคลาดค่าระหว่างการสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทคส์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ มีสถานการณ์ของการสอยเช่นเดียวกับภาพประกอบ 97

ความถี่



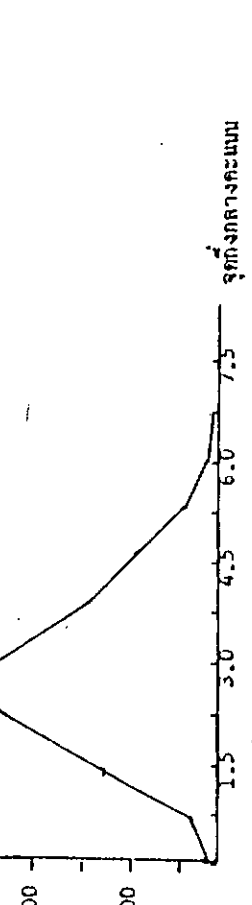
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 3.021 มัธยฐาน 2.933 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.259
ค่าสูงสุด 8.520 ค่าต่ำสุด -.408 ความถี่ .799 ความเบ้ .492
ภาพประกอบ 99 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการวัดการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้
ปรับเปลี่ยนคะแนน เมื่อกำหนดค่าของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งของโค้ง 2.5 ความถี่สัมพันธ์ของการกระจายแบบเป็นฉาก 20% ความเบ้ของโค้ง -.75
ความถี่ของโค้ง 2.5 ความถี่สัมพันธ์ของเครื่องหมาย .6 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



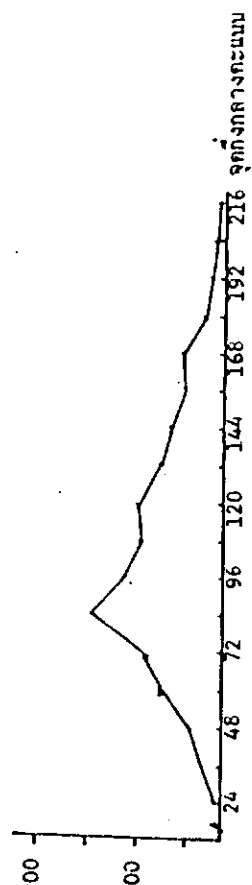
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 107.110 มัธยฐาน 101.160 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.742
ค่าสูงสุด 266.572 ค่าต่ำสุด 21.684 ความถี่ .488 ความเบ้ .734
ภาพประกอบ 100 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้ปรับเปลี่ยนคะแนน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับภาพประกอบ 99

ความถี่

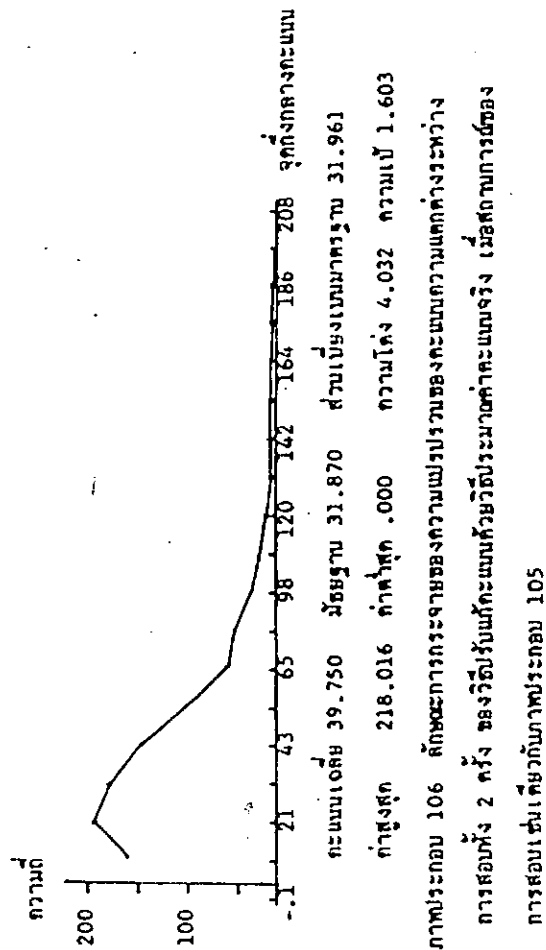
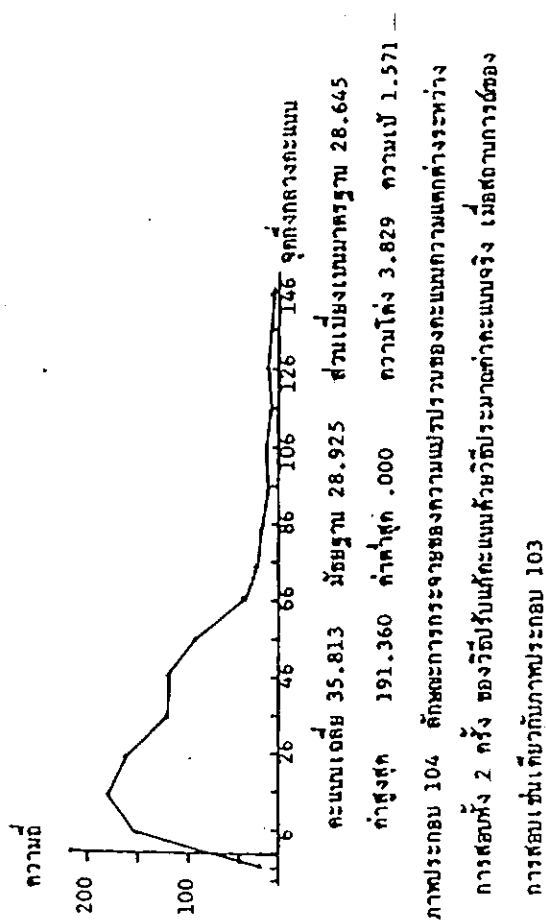
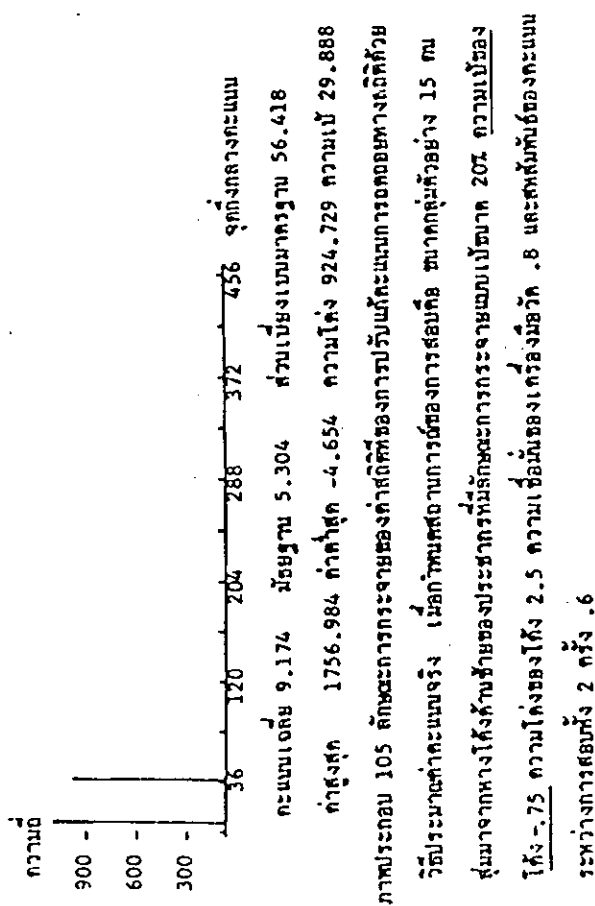
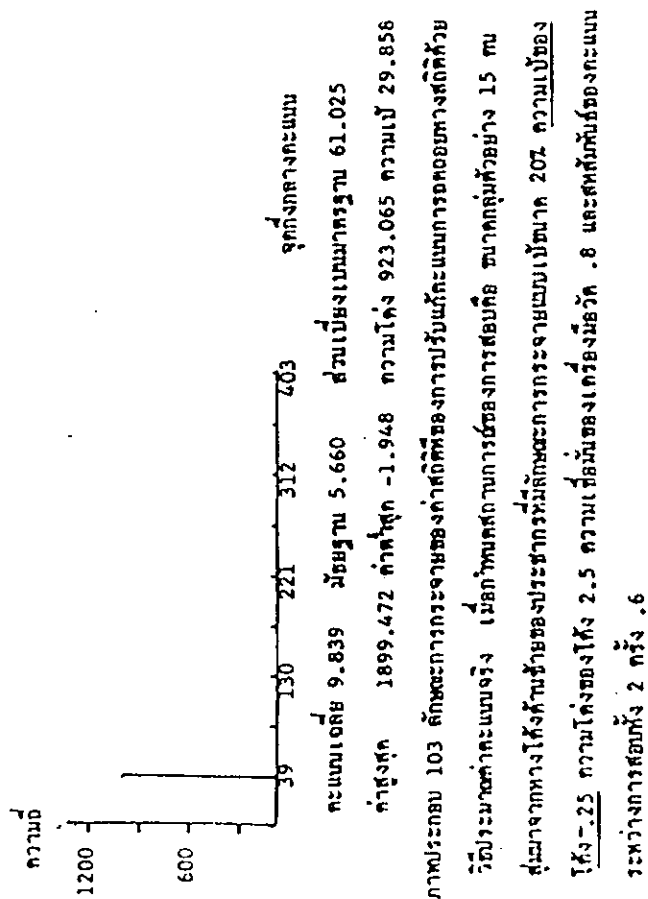


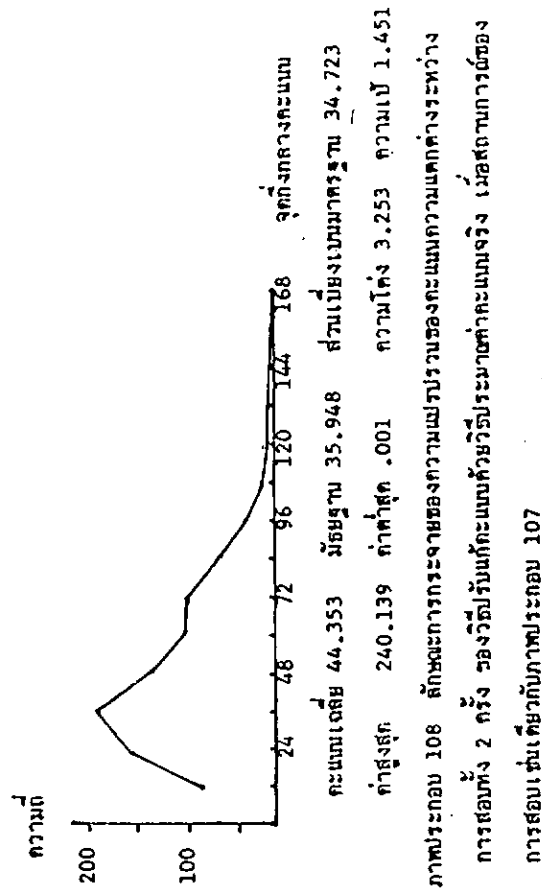
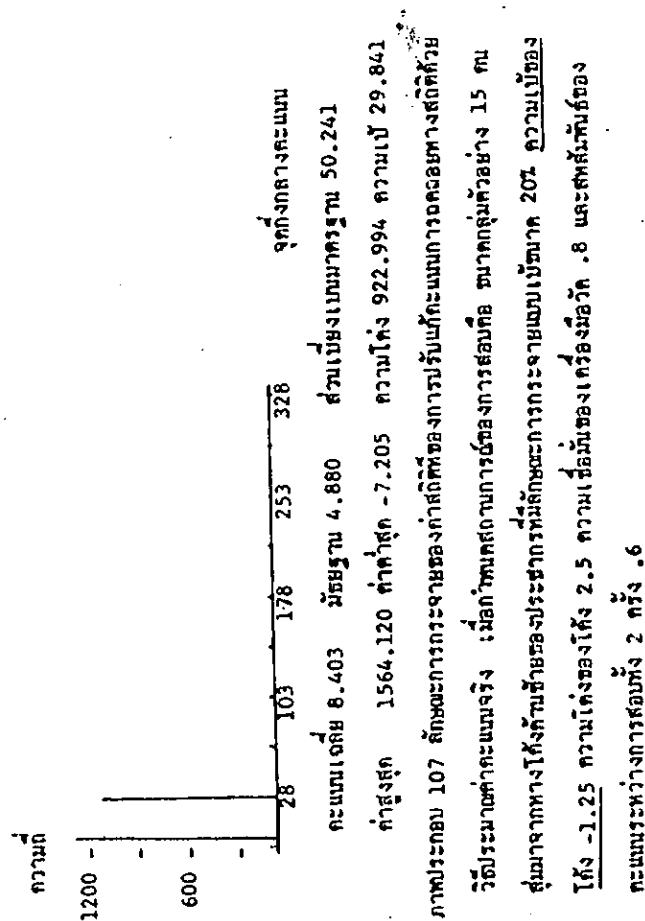
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 2.930 มัธยฐาน 2.820 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.260
ค่าสูงสุด 9.811 ค่าต่ำสุด -.998 ความถี่ 1.436 ความเบ้ .645
ภาพประกอบ 101 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการวัดการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้
ปรับเปลี่ยนคะแนน เมื่อกำหนดค่าของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งของโค้ง 2.5 ความถี่สัมพันธ์ของการกระจายแบบเป็นฉาก 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25
ความถี่ของโค้ง 2.5 ความถี่สัมพันธ์ของเครื่องหมาย .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 107.328 มัธยฐาน 101.923 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.369
ค่าสูงสุด 260.673 ค่าต่ำสุด 27.551 ความถี่ .424 ความเบ้ .640
ภาพประกอบ 102 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้ปรับเปลี่ยนคะแนน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับภาพประกอบ 101



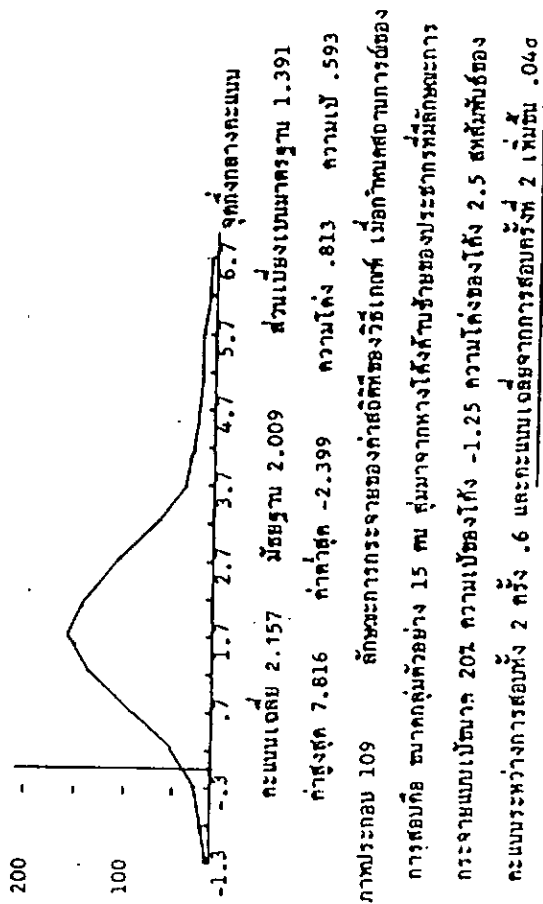


จากตาราง 7 เมื่อขนาดความเป้ของโด้งประชากรมีขนาดเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีขนาดลดลง และเมื่อเทียบกับวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนแล้ว จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าทั้ง 2 วิธี และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าสถิติของวิธีการปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีช่วงการกระจายกว้างมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่ห่างจาก 0.00 มากที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์ใกล้เคียงกับ 0.00 ที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของวิธีการประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าห่างกัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยกับมัธยฐานของวิธีเกณฑ์ และค่าเฉลี่ยกับมัธยฐานของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ทำการปรับแก้มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่า และเมื่อพิจารณาความเป้ และความโด่งของโด้งการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ความเป้และความโด่งสูงมาก ส่วนลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้มีลักษณะคือ ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

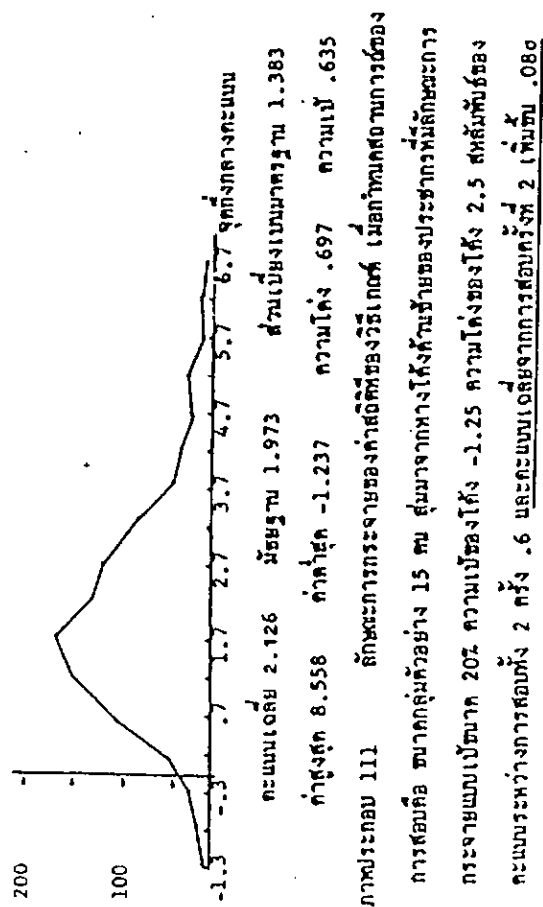
ตาราง 8 ค่าอำนาจจำแนกของการทดสอบ ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ
 ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
 จากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
 โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายของเบี่ยงเบน 20% ความ
 เบี่ยงเบนโค้งประชากร -.25 ความโค้งของประชากร 2.5

คะแนนเฉลี่ยของ การสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.04σ	.3140	.4610	.5860	.5690	.7240	.8450	.8220	.8660	.8990
.08σ	.3350	.4720	.5930	.5710	.7270	.8410	.8230	.8680	.9010
.12σ	.3290	.4560	.4730	.6100	.7600	.8520	.8370	.8790	.9170

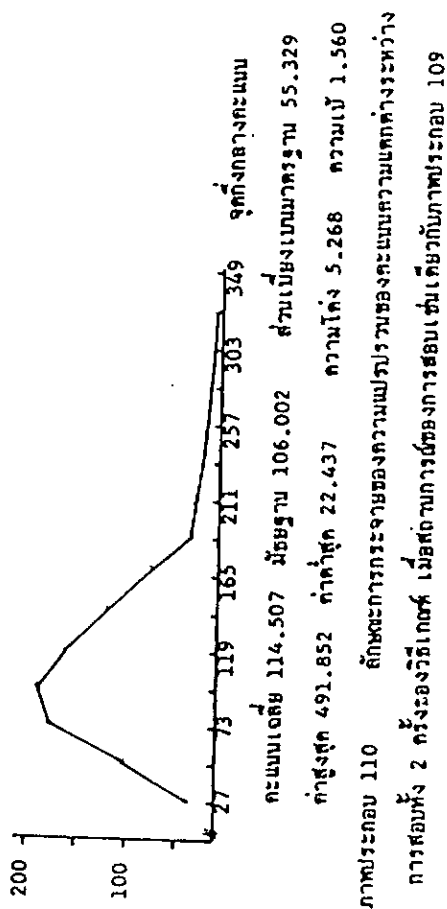
ความถี่



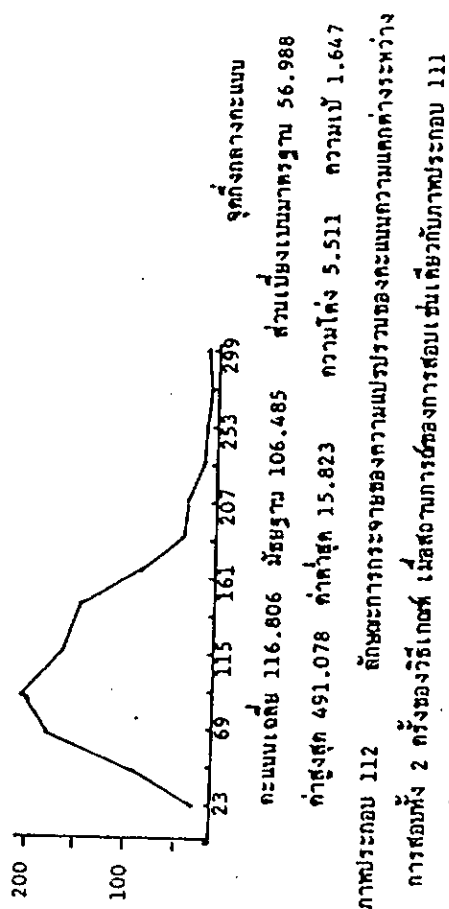
ความถี่

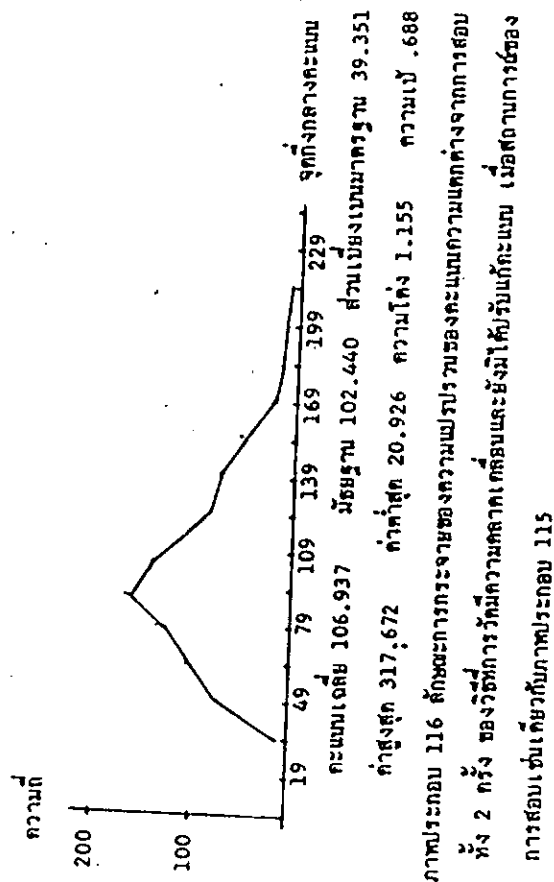
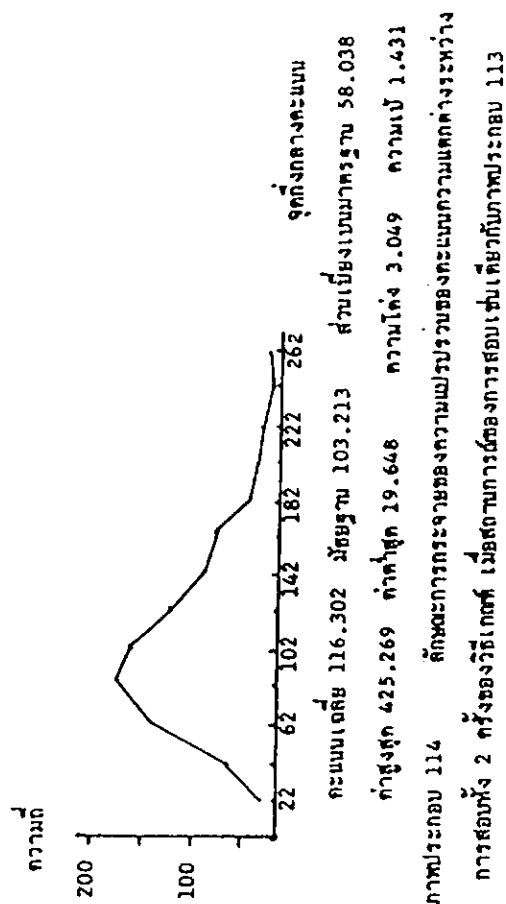
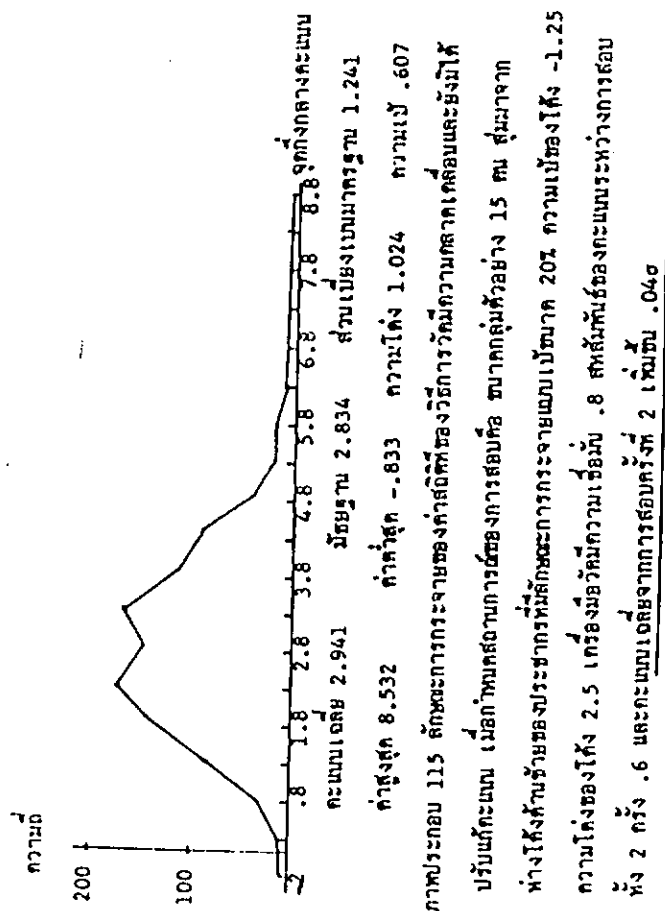
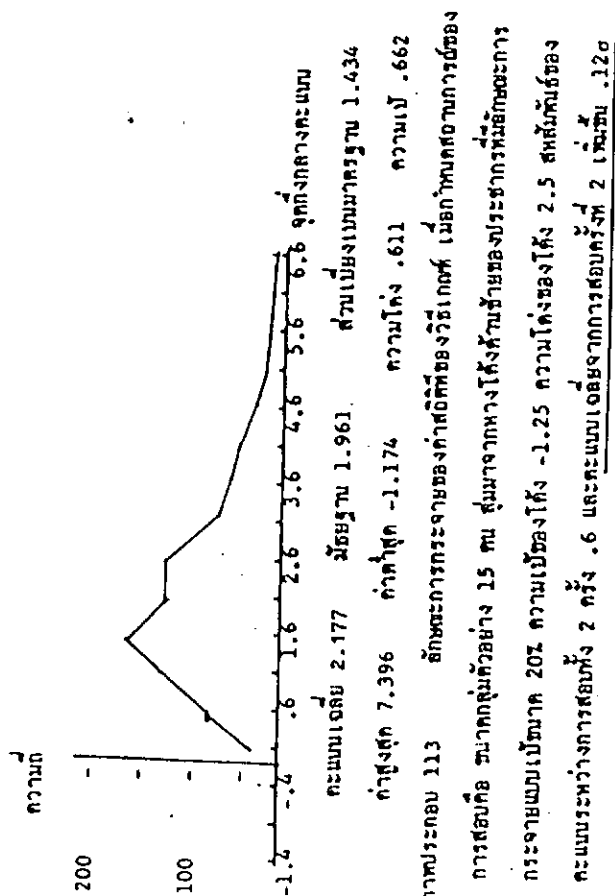


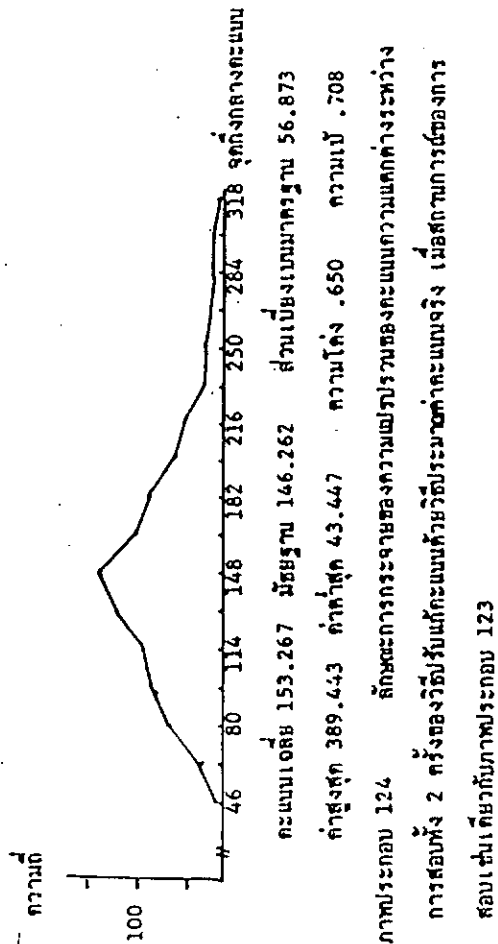
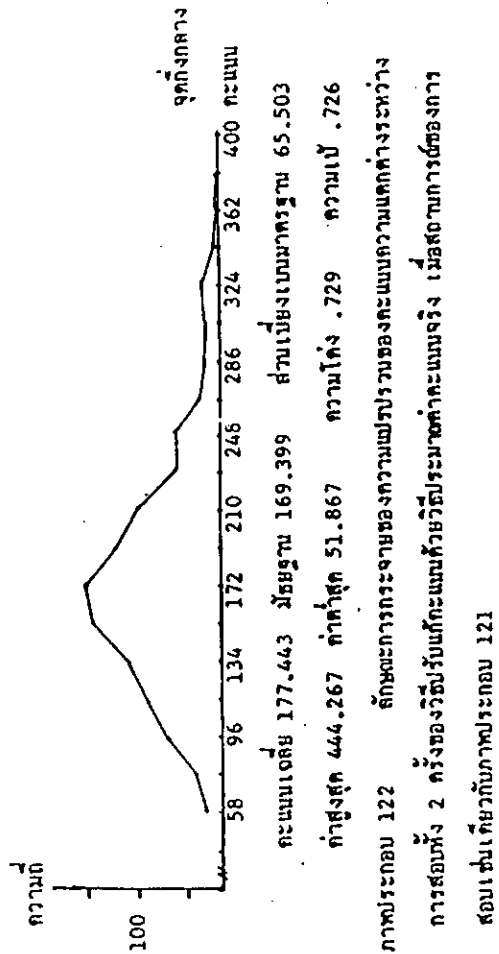
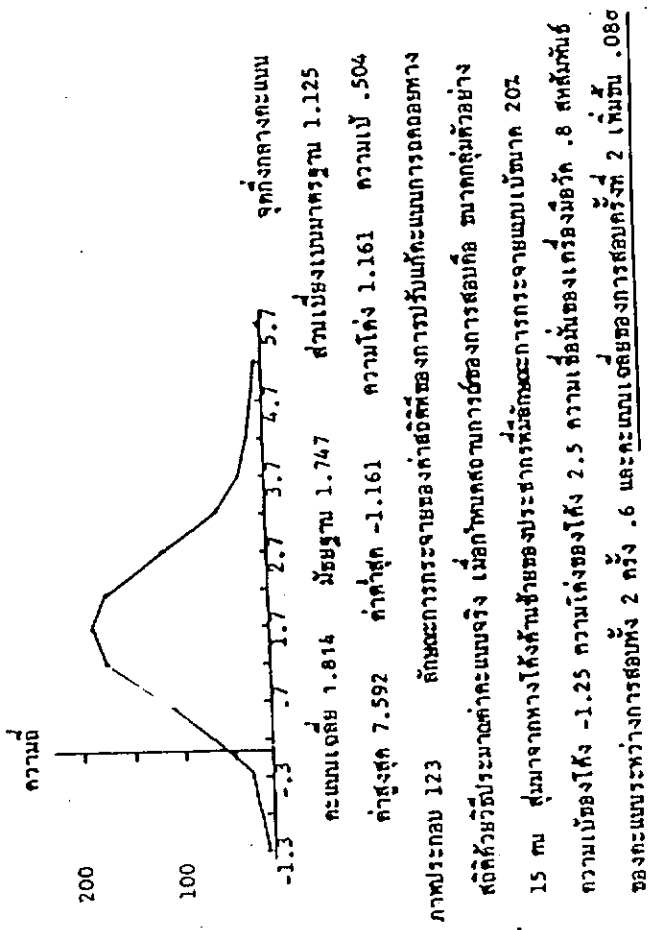
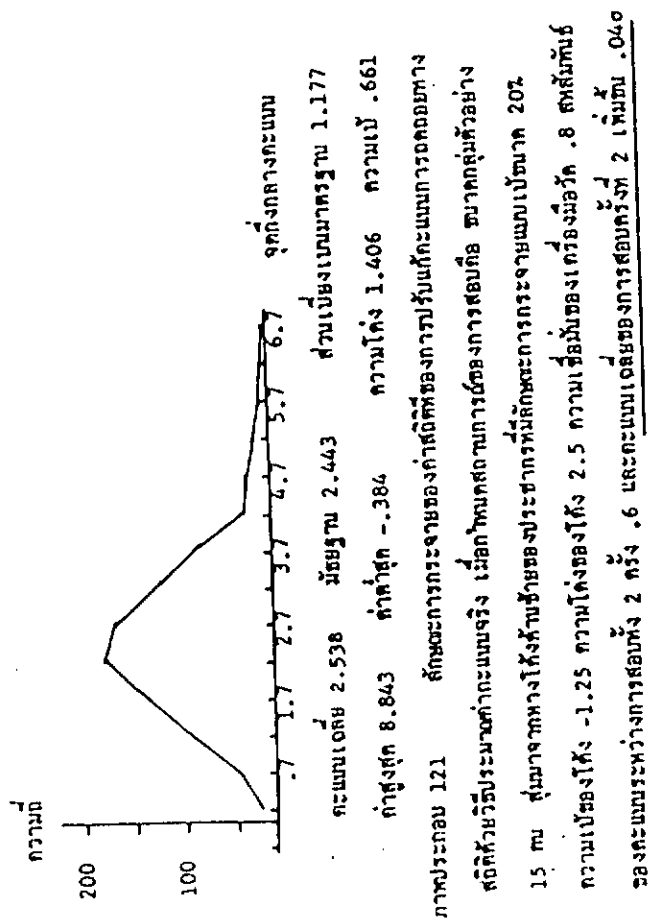
ความถี่

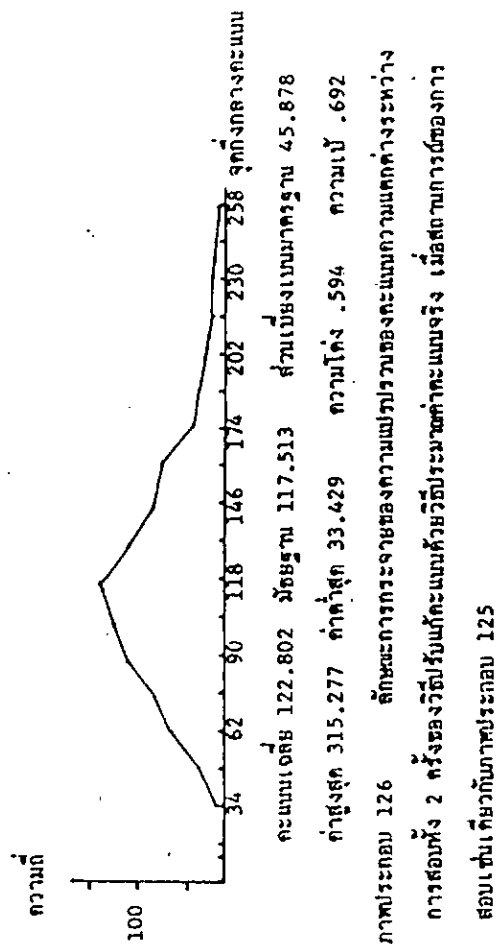
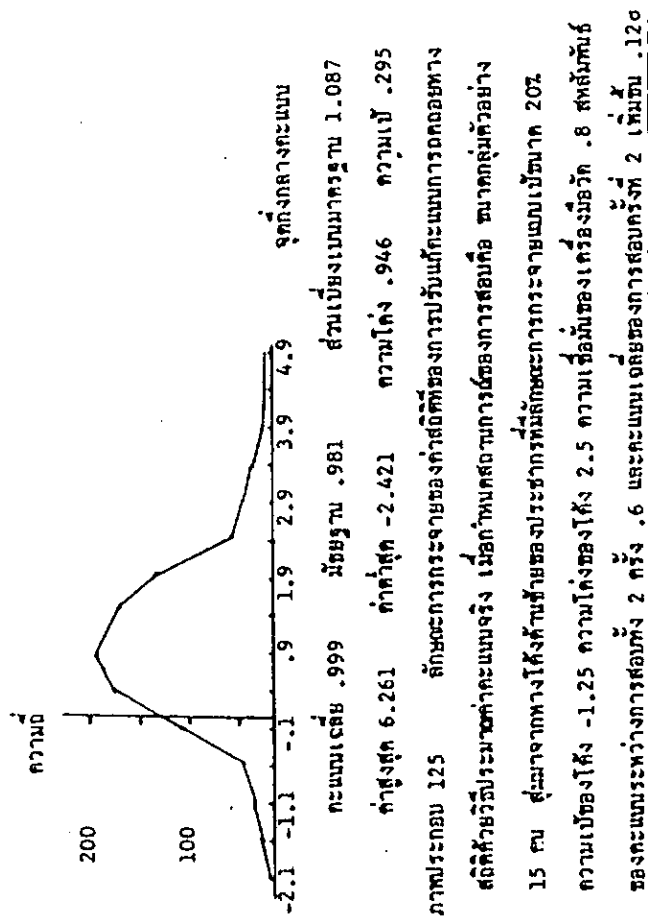


ความถี่









จากตาราง 8 เมื่อคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 ต่างจากคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรกมากขึ้น ค่าอำนาจของการทดสอบของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้ จะให้ค่าอำนาจของการทดสอบมากกว่า 2 วิธีดังกล่าว และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงใกล้เคียงกับ 0.00 ที่สุด ค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของวิธีเกณฑ์มีค่าห่างจาก 0.00 ที่สุด ส่วนลักษณะการกระจายของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของทั้ง 3 วิธีมีลักษณะแบบเดียวกันคือ เบ้ขวา

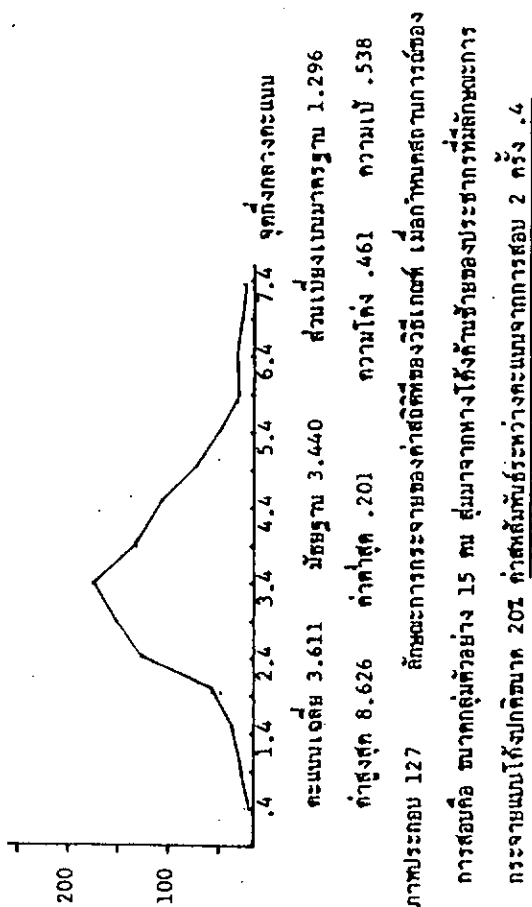
2. ผลการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อส่วนสุกโห่งของ
ทางโห่ง คัดจากโห่งของคะแนนจริง

ผลการปรับแก้วิธีนี้ ให้ผลเช่นเดียวกับเมื่อคัดจากทางโห่งของคะแนนจากการวัด กล่าวคือ หั่วงค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบจะสูงกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบของวิธีเกดท์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ดังนั้นในที่นี้จึงนำเสนอแต่เพียงผลการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อส่วนสุกโห่งของทางโห่งคัดจากโห่งองคะแนนจริงเพียงสถานการณ์เดียว ดังตาราง 9 - 10

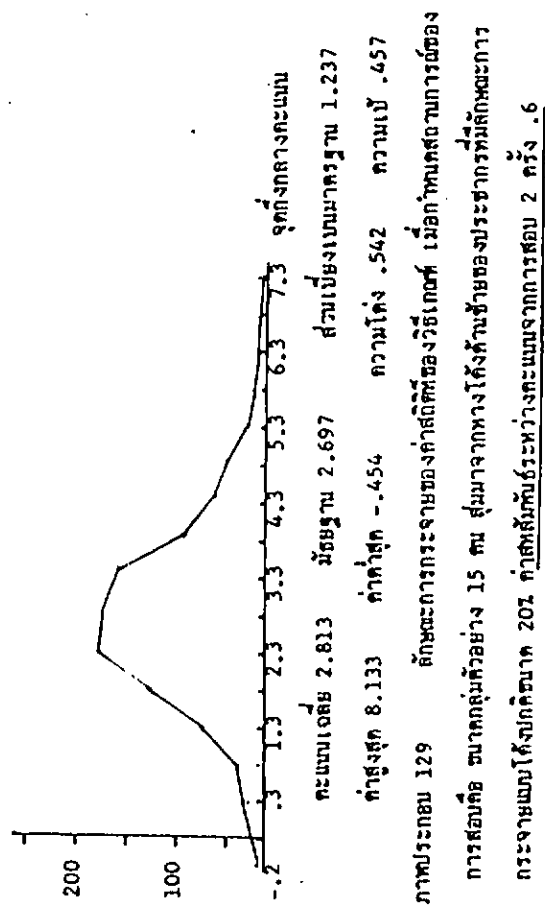
ตาราง 9 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อส่วนสุทธิต้องของทางโค้งเกิดจากโค้งของคะแนนจริง และกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% และเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7

สหสัมพันธ์ของ คะแนนจากการ สอบทั้ง 2 ครั้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้โดยวิธีประมาณค่า คะแนนจริง		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.4	.7710	.8930	.9470	.8225	.9095	.9559	.9180	.9400	.9550
.6	.5280	.6940	.8050	.6919	.8389	.9019	.7840	.8410	.8720
.8	.2380	.4040	.5290	.5529	.7269	.8270	.5200	.5880	.6400

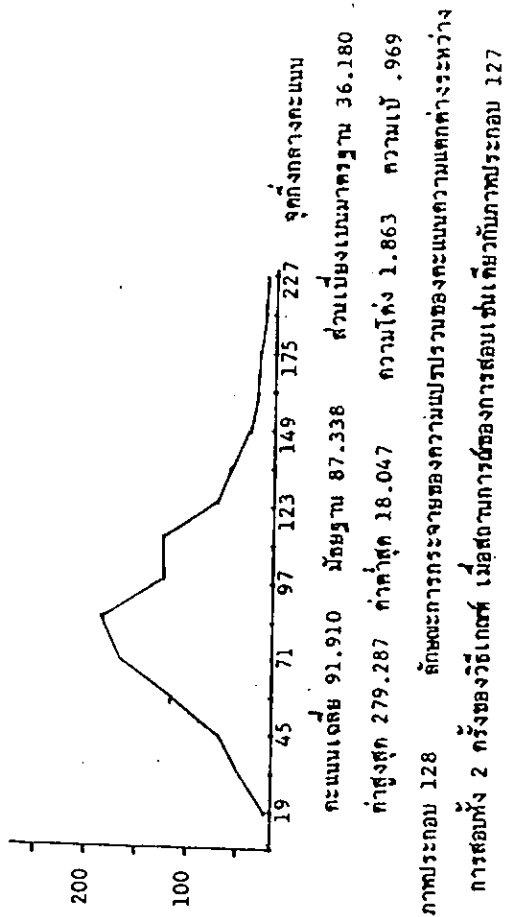
ความถี่



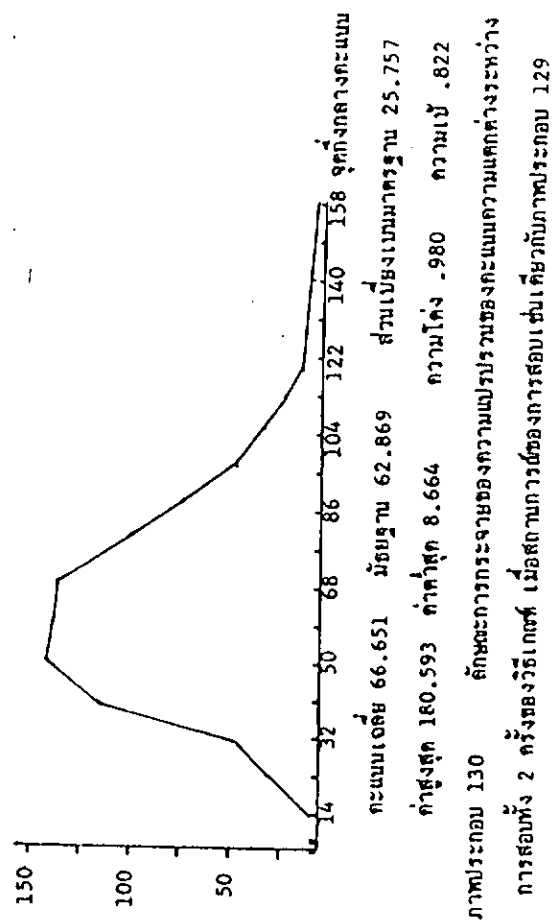
ความถี่

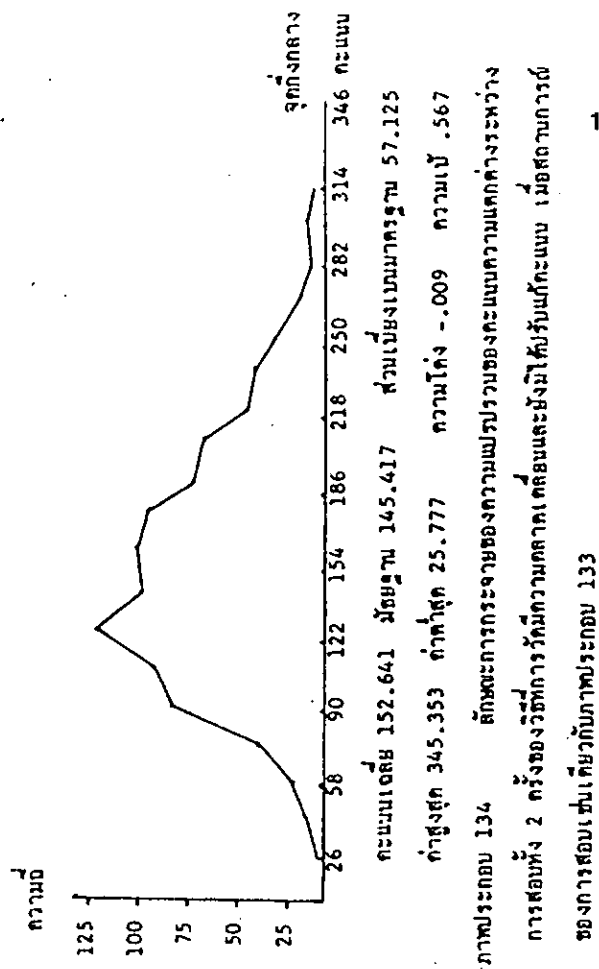
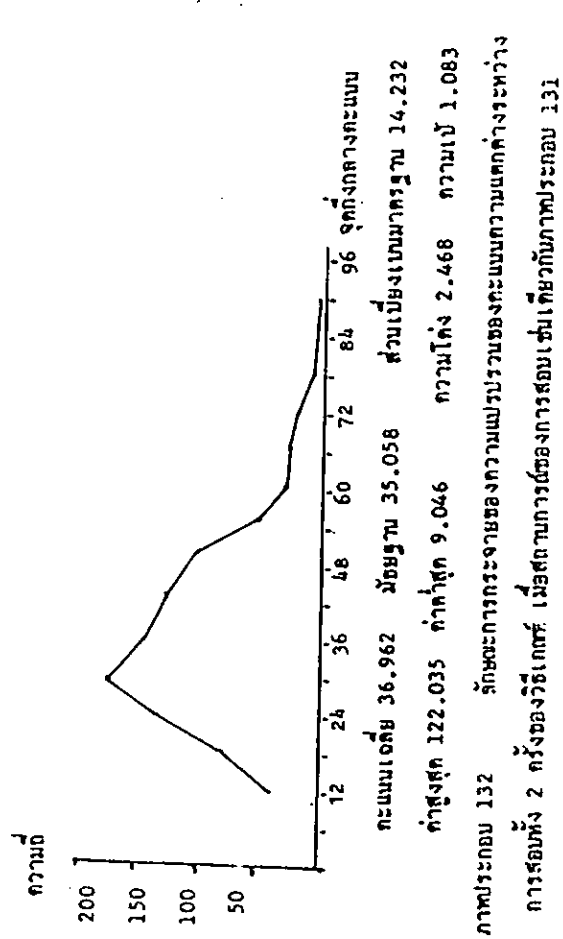
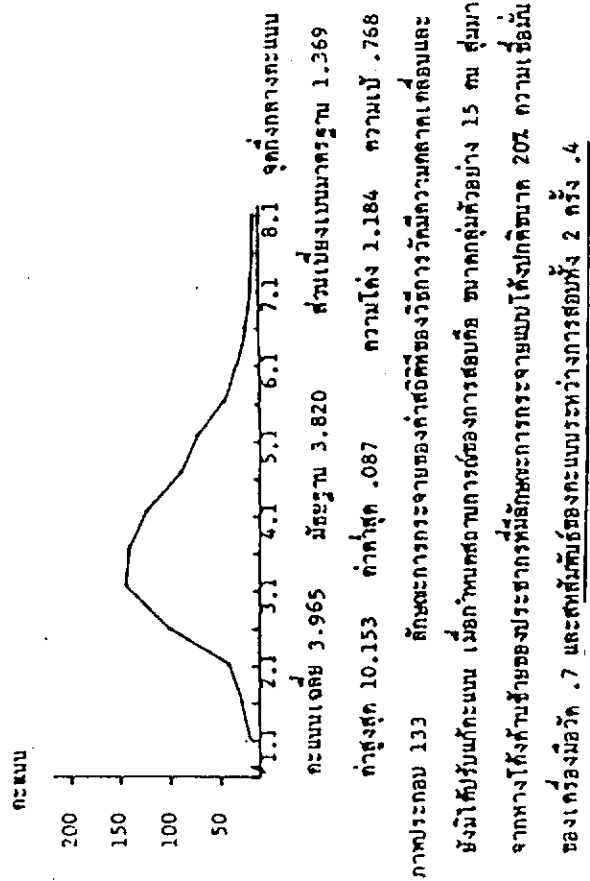
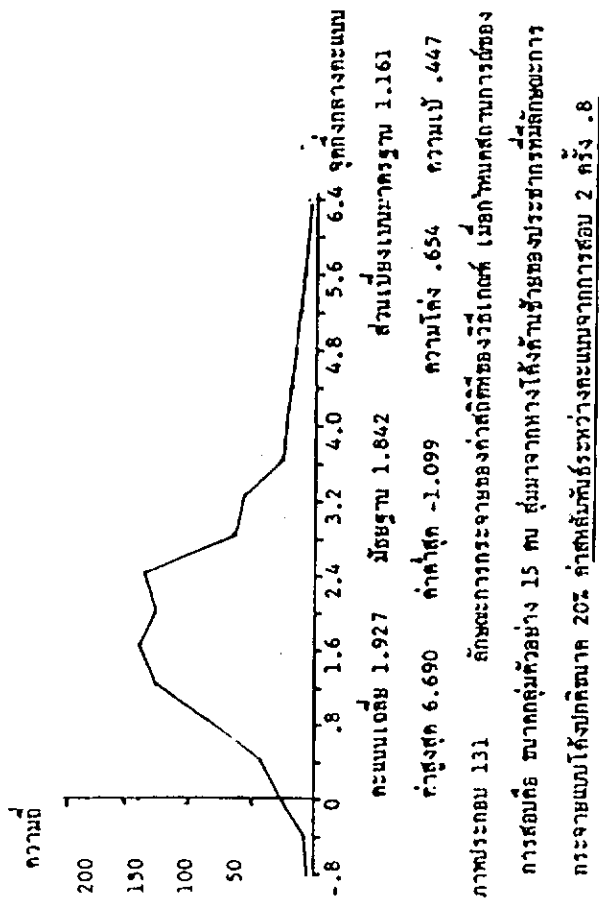


ความถี่

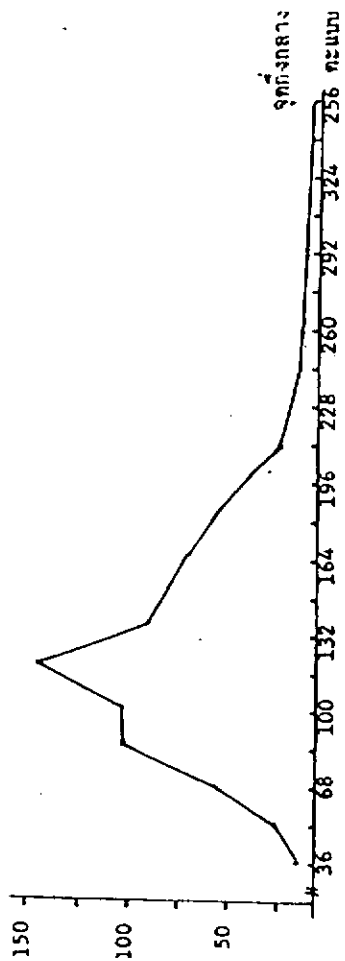


ความถี่



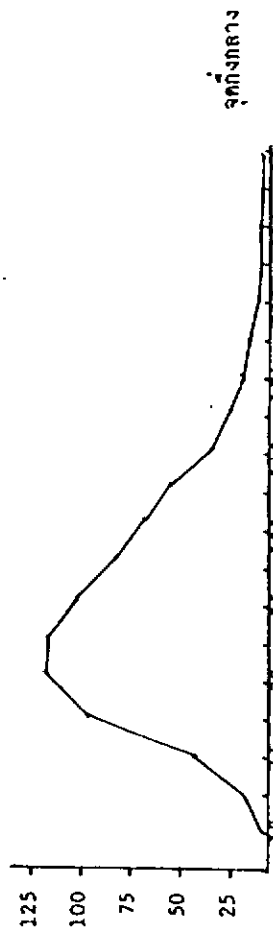


ความถี่



จุดกึ่งกลาง
กะแบบเฉลี่ย 133.645 มัธยฐาน 126.533 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51.339
ค่าสูงสุด 362.092 ค่าต่ำสุด 28.980 ความถี่ .951 ความเบ้ .777
ภาพประกอบ 136 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่มีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 135

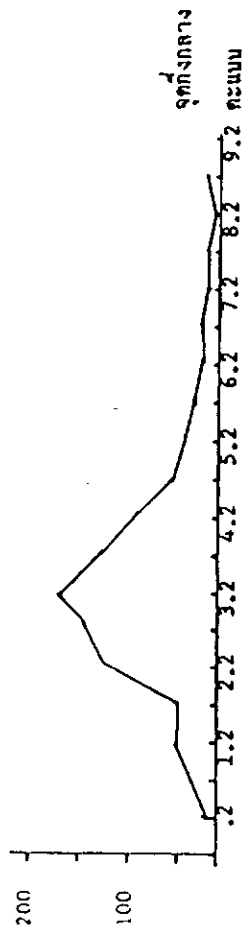
ความถี่



จุดกึ่งกลาง
กะแบบเฉลี่ย 108.015 มัธยฐาน 103.006 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 41.558
ค่าสูงสุด 277.454 ค่าต่ำสุด 19.539 ความถี่ .577 ความเบ้ .686
ภาพประกอบ 138 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของกะแบบความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่มีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 137

116

ความถี่

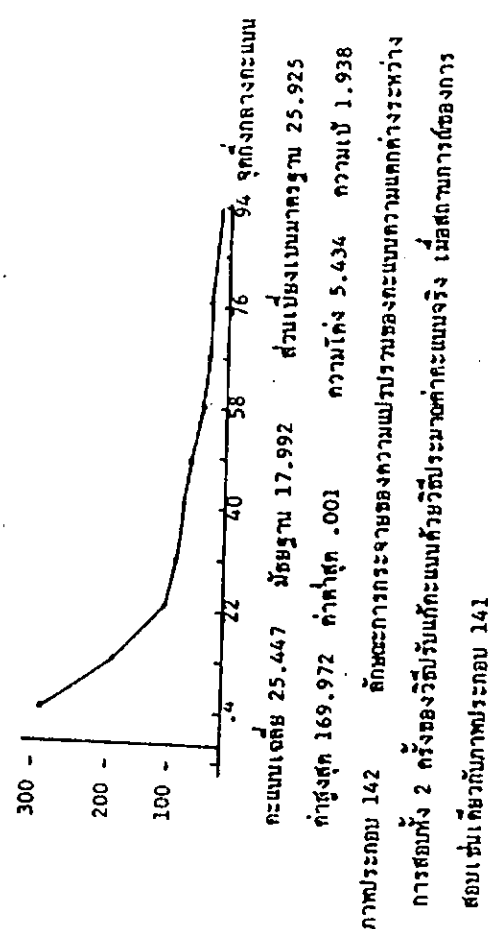
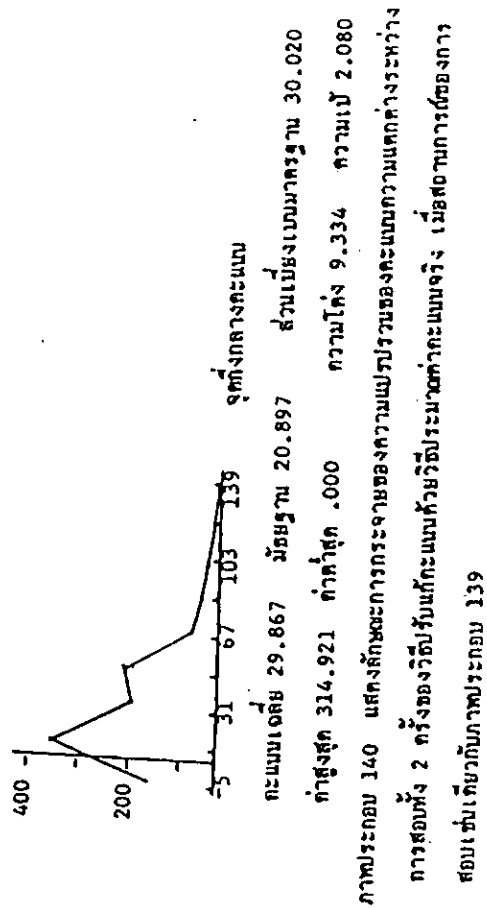
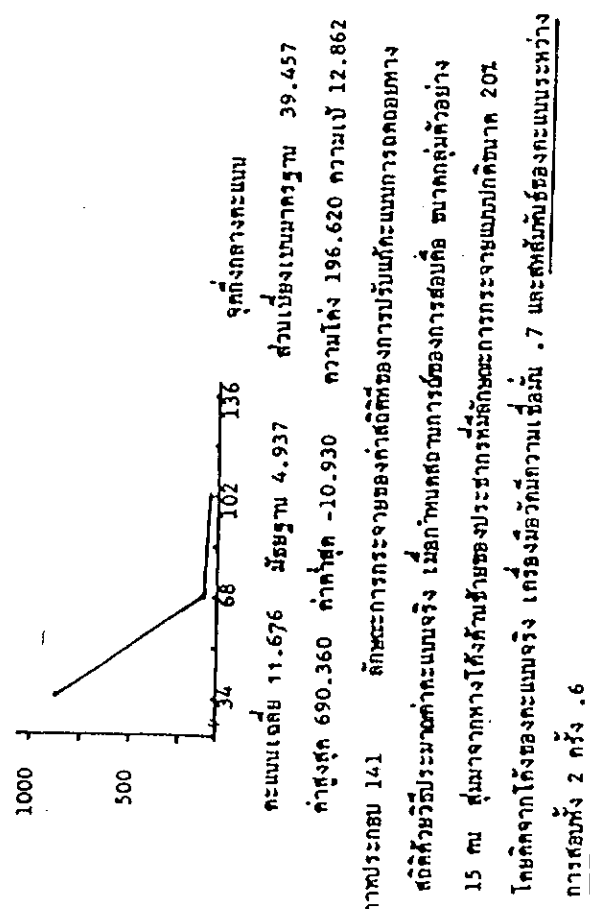
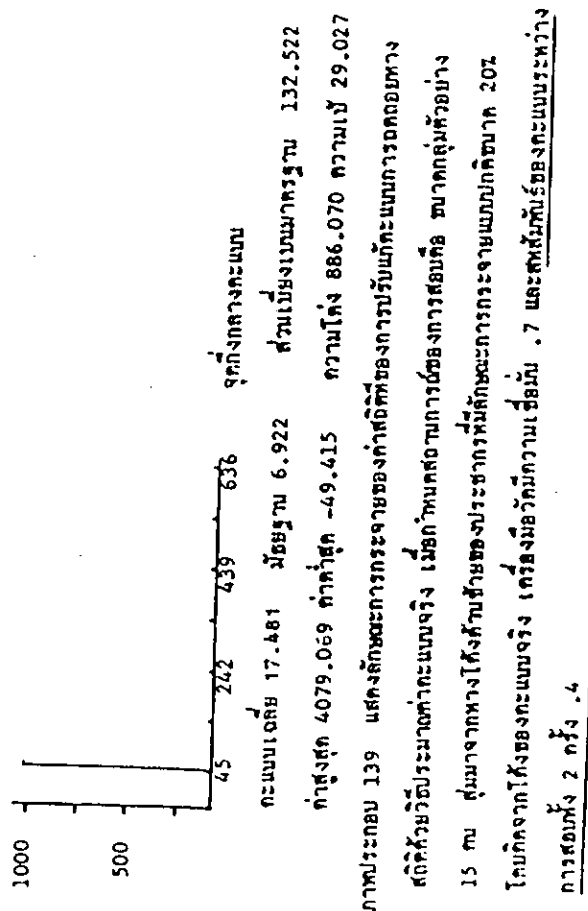


จุดกึ่งกลาง
กะแบบเฉลี่ย 3.325 มัธยฐาน 3.225 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.286
ค่าสูงสุด 9.217 ค่าต่ำสุด .271 ความถี่ 1.433 ความเบ้ .761
ภาพประกอบ 135 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่น
ของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของกะแบบระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



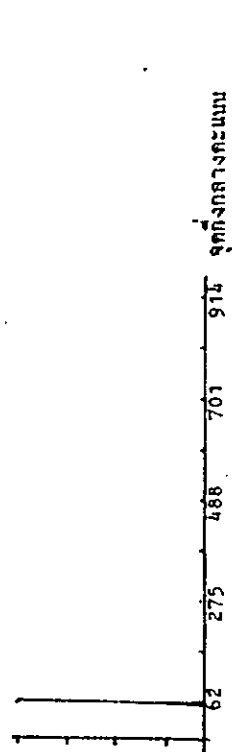
จุดกึ่งกลางกะแบบ
กะแบบเฉลี่ย 2.799 มัธยฐาน 2.693 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.214
ค่าสูงสุด 8.295 ค่าต่ำสุด -.187 ความถี่ 1.028 ความเบ้ .670
ภาพประกอบ 137 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้ปรับแก้กะแบบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่น
ของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของกะแบบระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8



ความถี่

1000

500



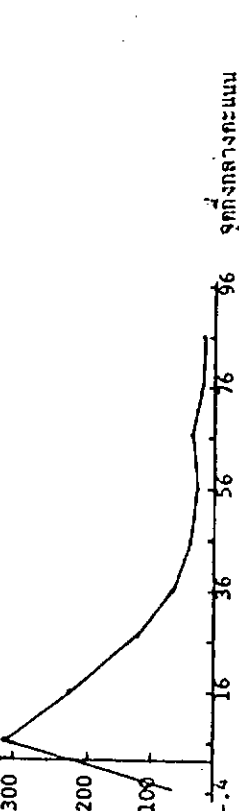
คะแนนเฉลี่ย 11.669 มีฐาน 2.784 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 142.689
ค่าสูงสุด 4427.166 ค่าต่ำสุด -42.462 ความถี่ 920.672 ความถี่ 29.810
ภาพประกอบ 143 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับแก้คะแนนการวัดกยทาง
สถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อคำนวณค่าสถิติของการวัดกยคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 202
โดยคิดจากโค้งของคะแนนจริง เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .8

ความถี่

300

200

100



คะแนนเฉลี่ย 20.158 มีฐาน 14.505 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.392
ค่าสูงสุด 192.652 ค่าต่ำสุด .000 ความถี่ 7.943 ความถี่ 2.054
ภาพประกอบ 144 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง เมื่อสถานการณ์ของการ
สอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 143

จากตาราง 9 เมื่อค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้งเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง โดยคิดขนาดของโค้งของประชากรจากคะแนนจริงที่มีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ แล้วให้ค่ามากกว่าทุกขนาดของค่าสหสัมพันธ์ ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนนแล้ว ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีปรับแก้ให้ค่าต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนในสถานการณ์ที่ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง เท่ากับ .8 จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่มีค่าห่างจาก 0.00 มาก และมีช่วงการกระจายของคะแนนกว้างมาก ค่าเฉลี่ยและมัธยฐานมีค่าต่างกันมาก ความเบ้และควมโค้งสูงมากเช่นกัน และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงในสถานการณ์นี้ มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ โดยที่ค่าเฉลี่ยของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงมีค่าน้อยกว่าอีก 2 วิธี

3. ผลการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีการใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย เมื่อคิดส่วนสุดโต่งของโค้ง จากโค้งของคะแนนจากการวัด และกรณีที่คิดส่วนสุดโต่งของโค้ง จากโค้งของคะแนนจริง

ผลของวิธีการปรับแก้ดังกล่าวให้ผลการปรับแก้ คือ ถ้าผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล ให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ใกล้เคียงกับ 0.00 ทุกสถานการณ์ของการทดลอง เช่นเดียวกับ เมื่อผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล ให้ค่าอำนาจของการทดสอบใกล้เคียงกับ 0.00 ทุกสถานการณ์ของการทดลอง

4. ผลการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยการหักคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ เมื่อคิดส่วนสุดโต่งของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจากการวัด

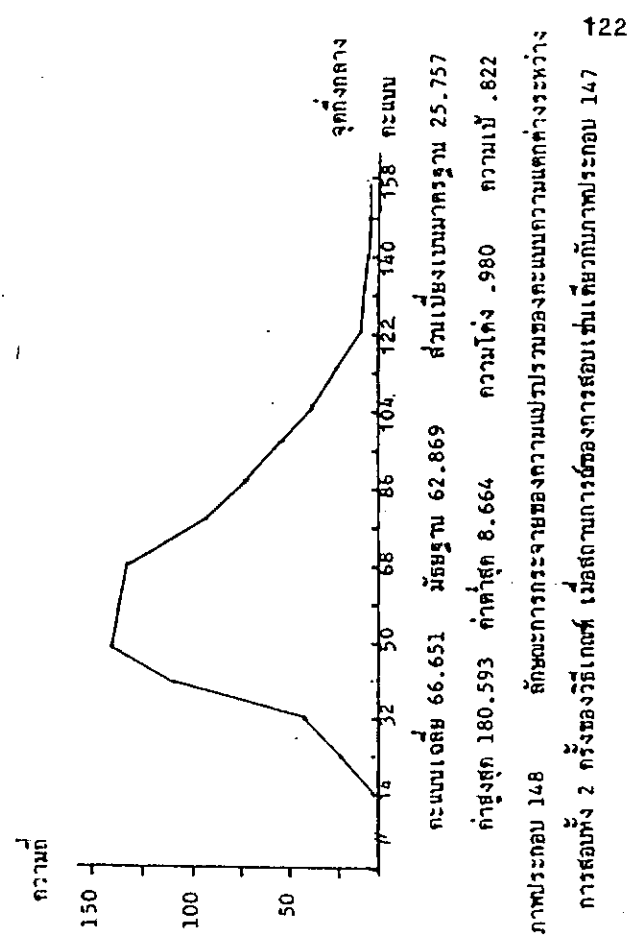
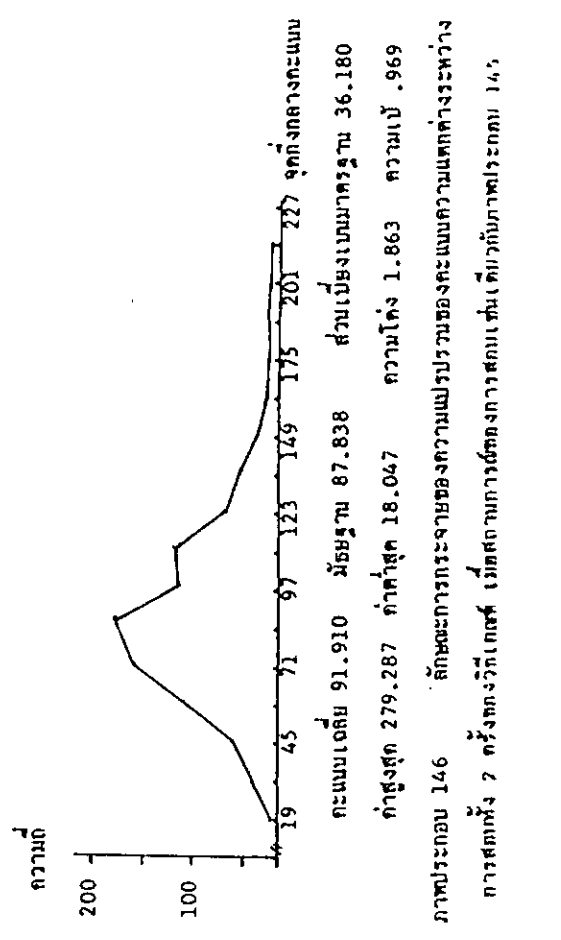
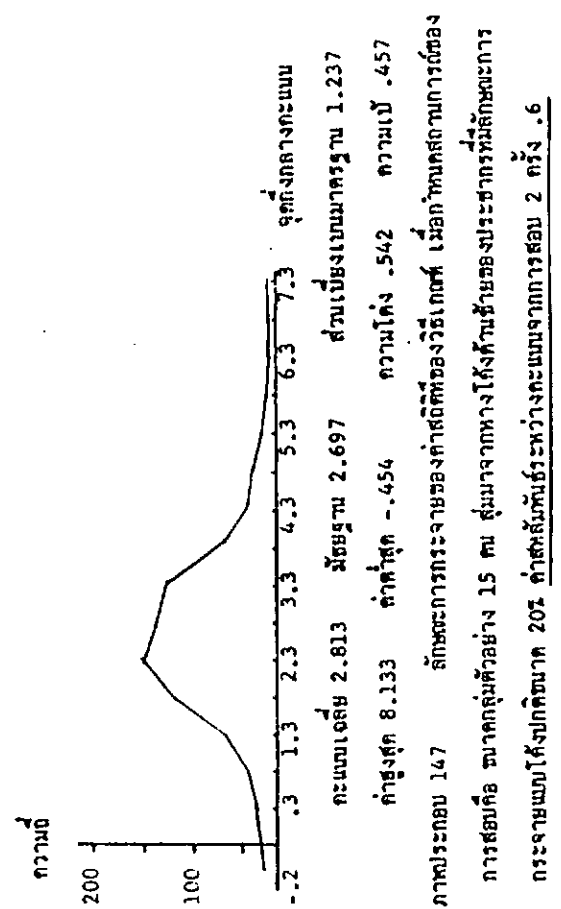
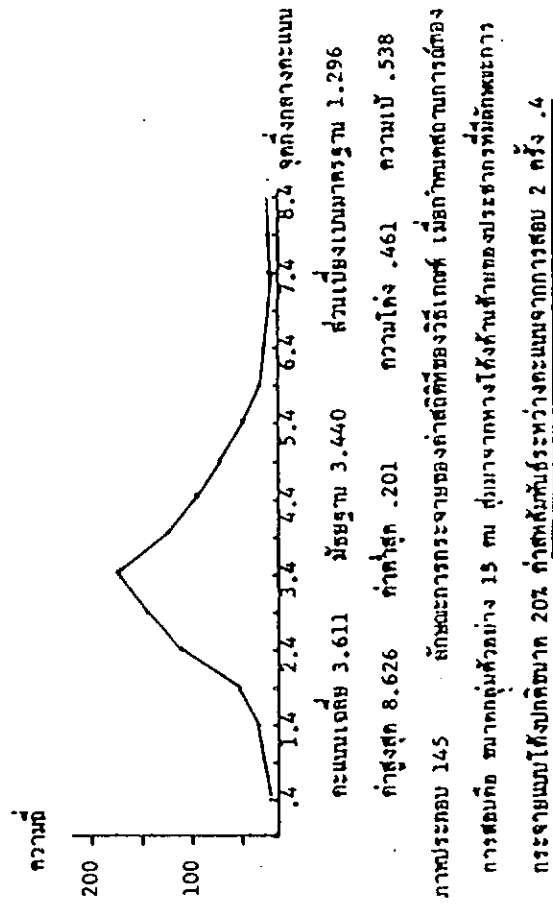
ผลการปรับแก้ของวิธีนี้ให้ผล เช่นเดียวกับผลการปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง กล่าวคือ ให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีเกณฑ์ และสูงกว่าวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน ซึ่งมีได้นำเสนอรายละเอียดของผลการปรับแก้ไว้ในที่นี้

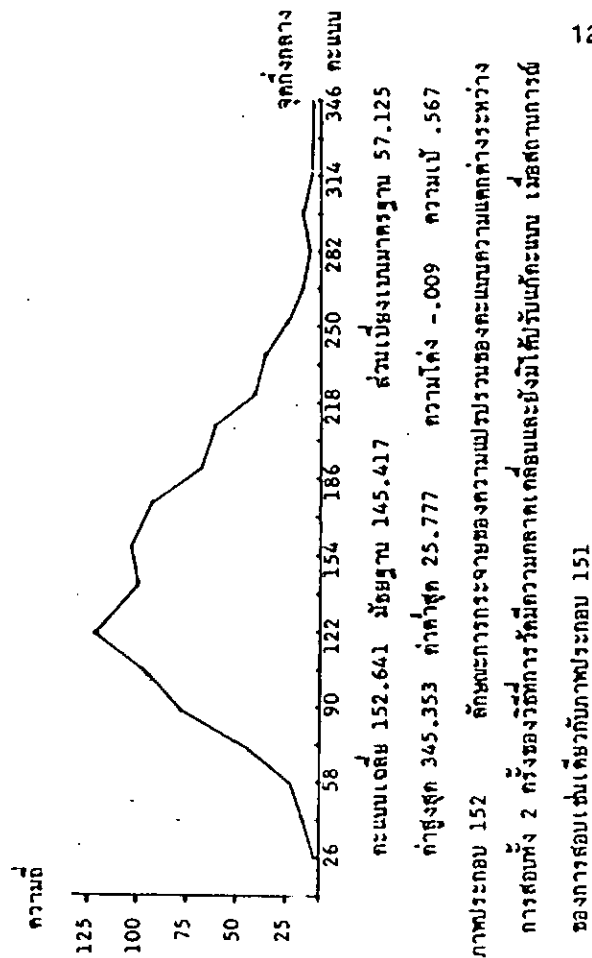
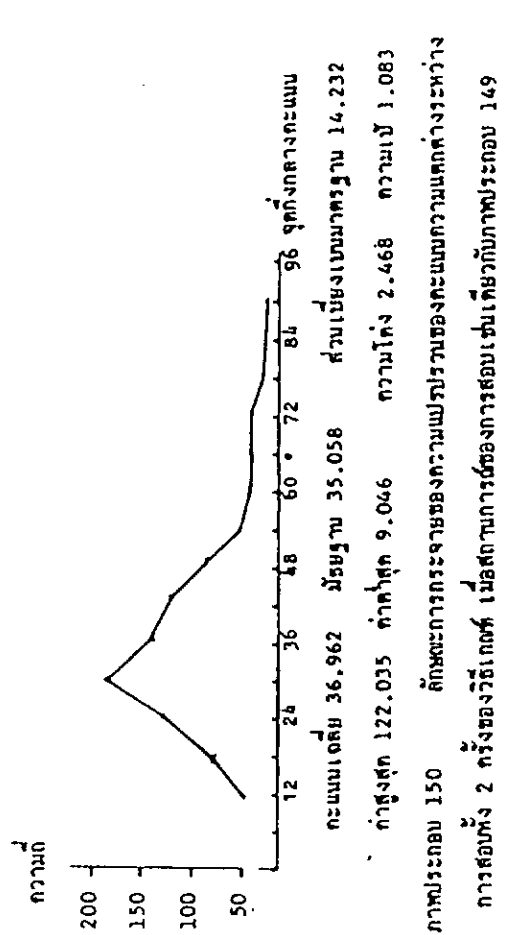
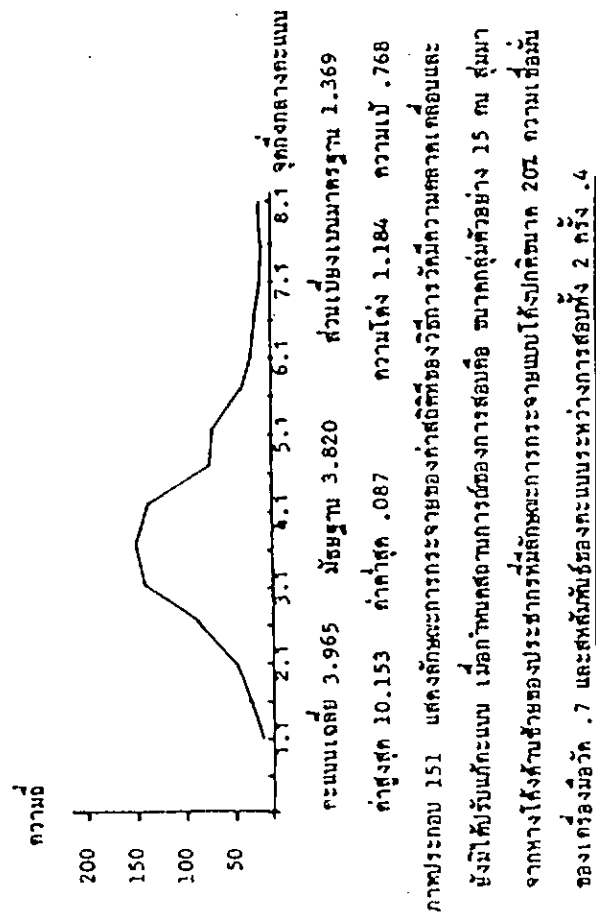
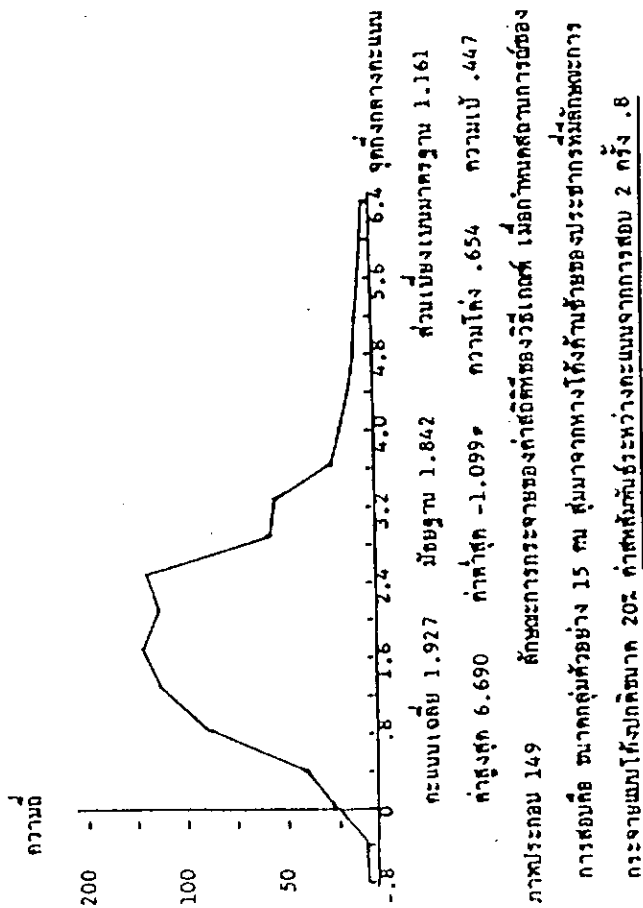
5. ผลการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติโดยหักคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ เมื่อคิดส่วนสุดโต่งของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจริง

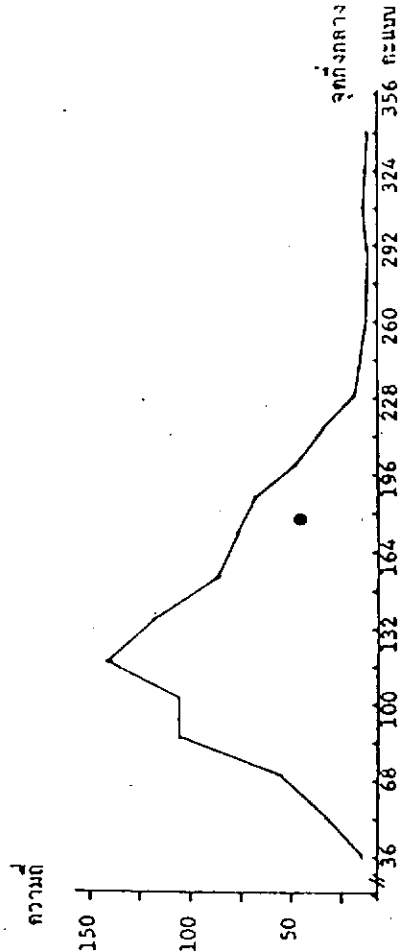
วิธีการปรับแก้นี้ให้ผลการปรับแก้คือ ในกรณีผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล ให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่า ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่ยังมิได้ปรับแก้คะแนน ส่วนกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล ให้ค่าอำนาจของการทดสอบต่ำกว่าวิธีเกณฑ์ และวิธีที่ยังมิได้ปรับแก้คะแนน ดังรายละเอียดในตาราง 10 ถึงตาราง 16

ตาราง 10 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีการหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และเครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .7

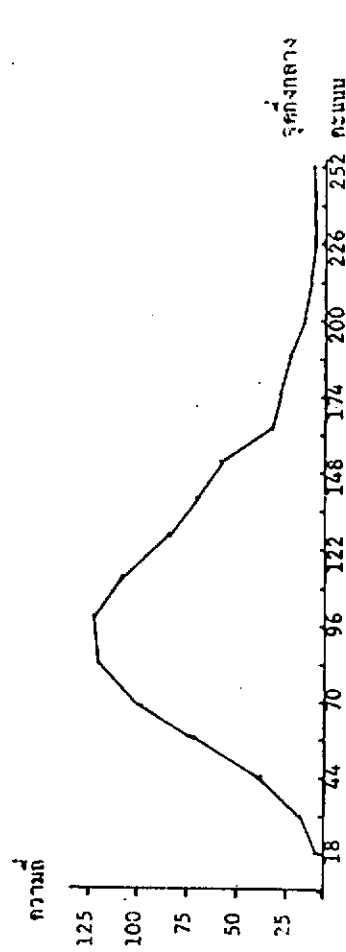
สหสัมพันธ์ ระหว่างการสอบ ทั้ง 2 ครั้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.4	.7710	.8930	.9470	.8225	.9095	.9559	.4750	.6100	.6960
.6	.5280	.6940	.8050	.6919	.8389	.9019	.3170	.4170	.5120
.8	.2350	.4040	.5290	.5529	.7269	.8279	.2100	.2790	.3520



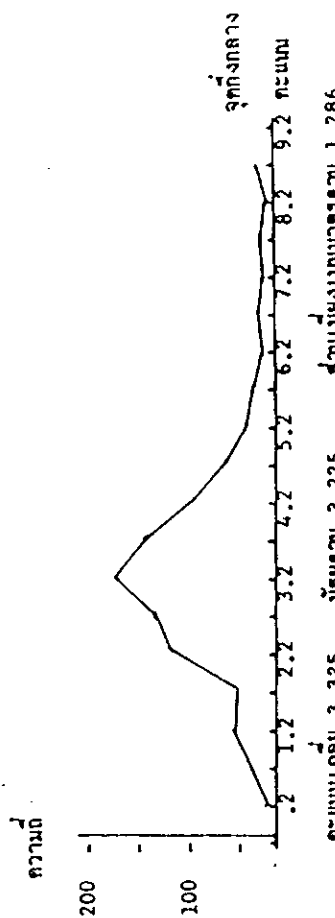




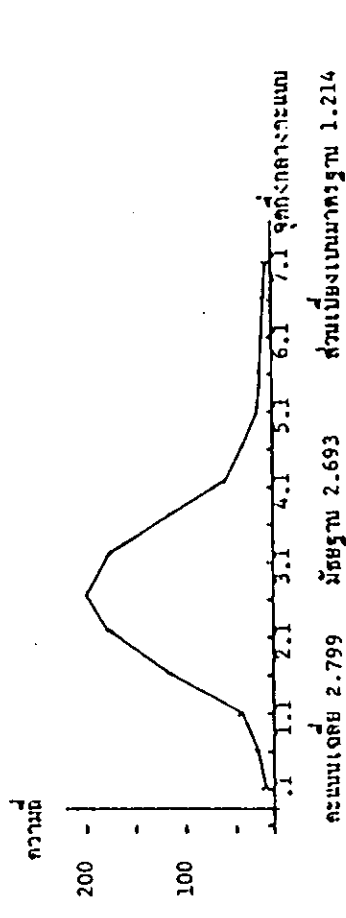
คะแนนเฉลี่ย 133.645 มัธยฐาน 126.533 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51.339
ค่าสูงสุด 362.092 ค่าต่ำสุด 28.980 ความโค้ง .952 ความเบ้ .777
ภาพประกอบ 154 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 153



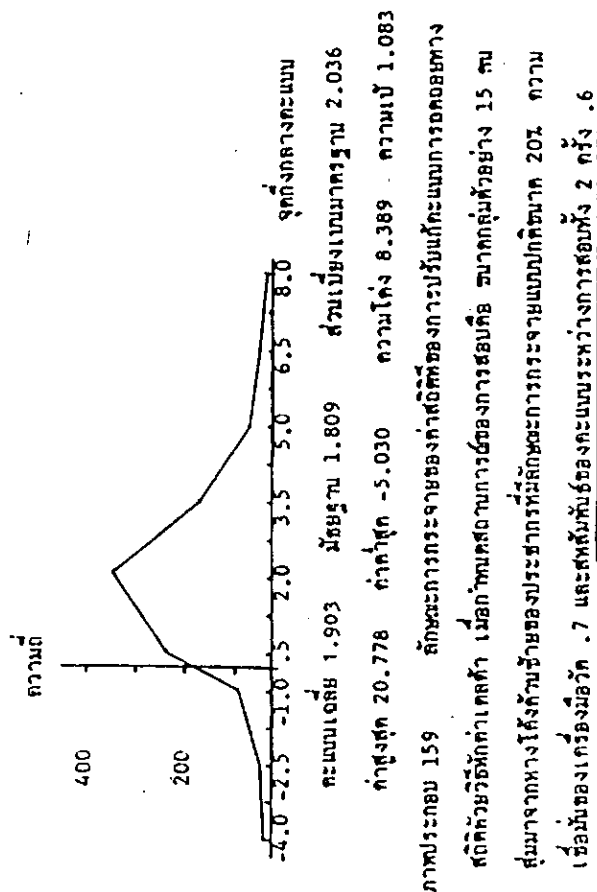
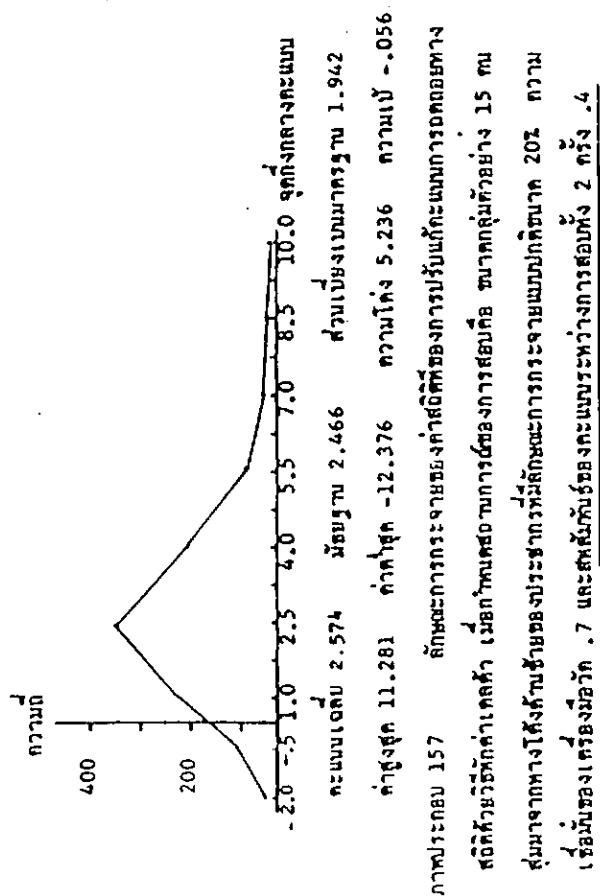
คะแนนเฉลี่ย 108.015 มัธยฐาน 103.006 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 41.558
ค่าสูงสุด 277.454 ค่าต่ำสุด 19.539 ความโค้ง .577 ความเบ้ .686
ภาพประกอบ 156 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 155



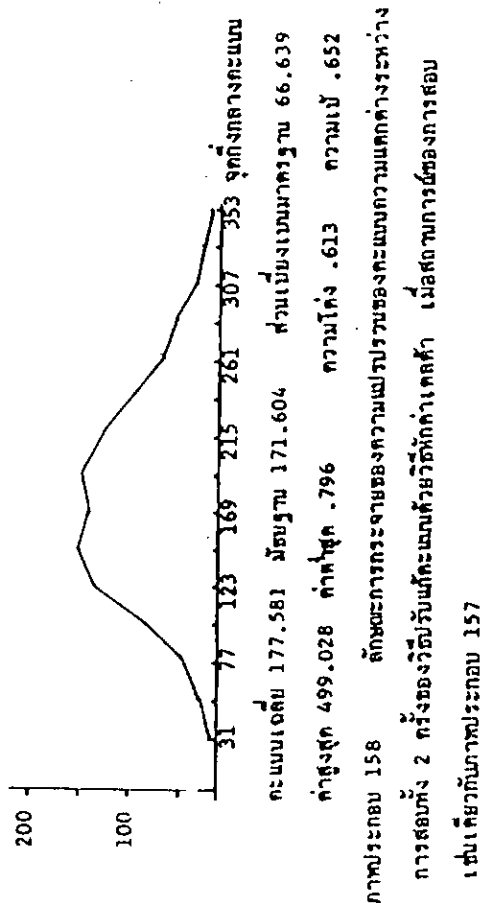
คะแนนเฉลี่ย 3.325 มัธยฐาน 3.225 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.286
ค่าสูงสุด 9.217 ค่าต่ำสุด .271 ความโค้ง 1.433 ความเบ้ .767
ภาพประกอบ 153 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดค่าสถิติของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางใต้ถึงทางซ้ายของการที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่น
ของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



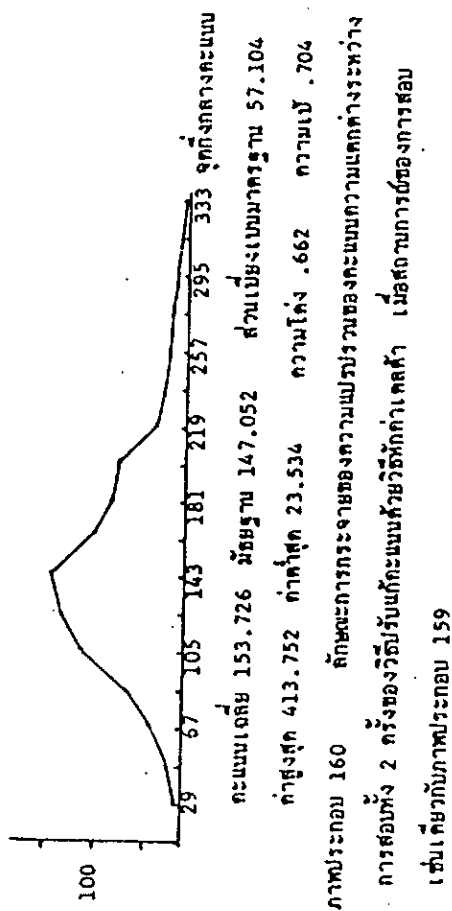
คะแนนเฉลี่ย 2.799 มัธยฐาน 2.693 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.214
ค่าสูงสุด 8.295 ค่าต่ำสุด -.187 ความโค้ง 1.028 ความเบ้ .670
ภาพประกอบ 155 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่วัดมีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดค่าสถิติของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางใต้ถึงทางซ้ายของการที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% ความเชื่อมั่น
ของเครื่องมือวัด .7 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .8

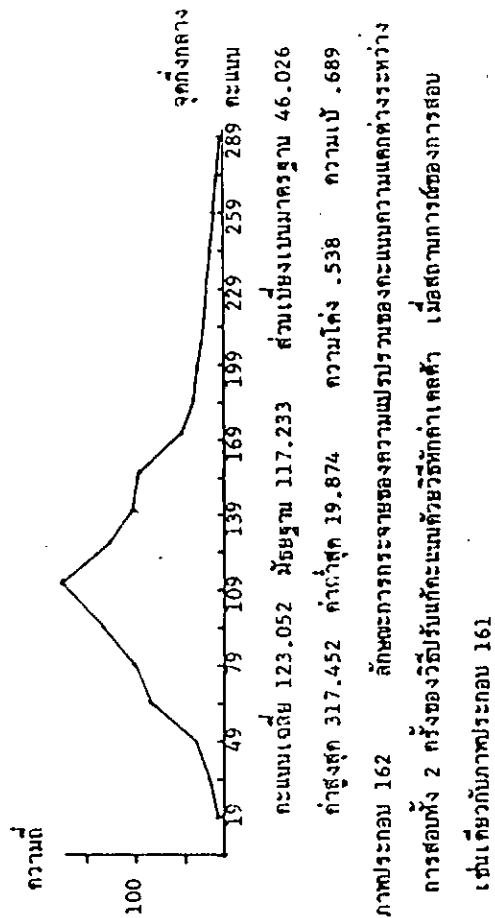
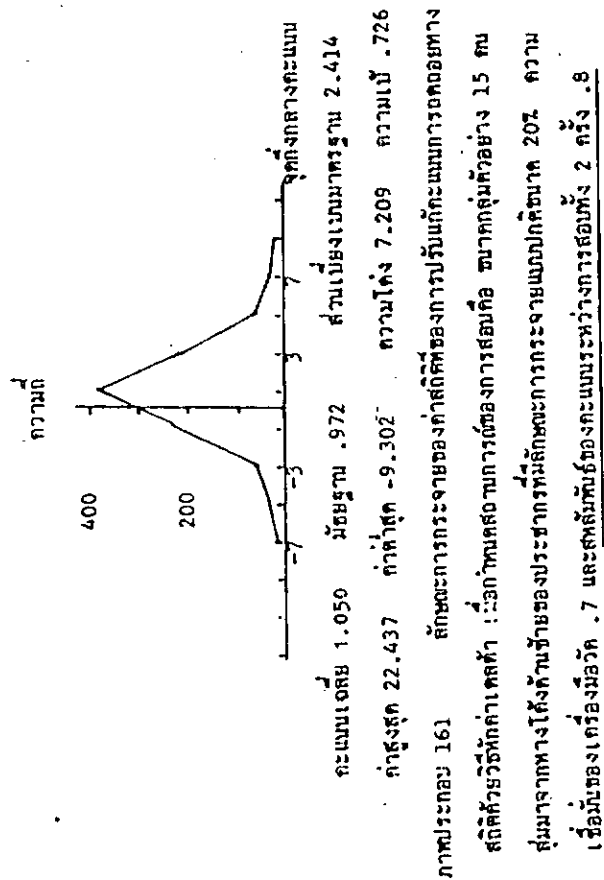


ความถี่



ความถี่



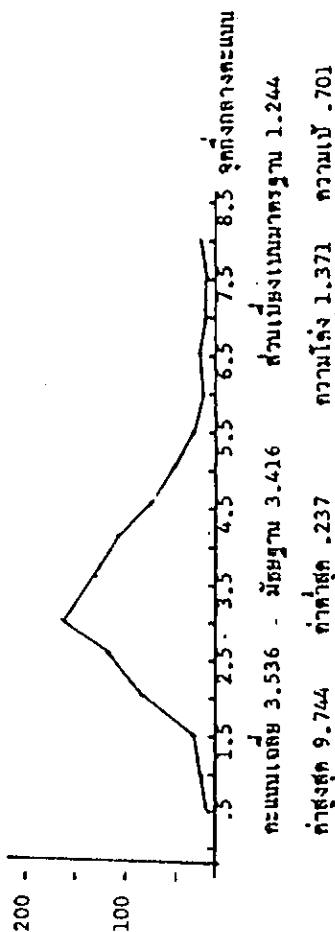


จากตาราง 10 เมื่อสหสัมพันธ์ของคะแนนจากการสอบ 2 ครั้ง มีค่าเพิ่มขึ้นความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยที่มีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ 2 วิธีดังกล่าว จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยที่มีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 มากที่สุดในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนนมีค่าห่างจาก 0.00 มากที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้ด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยในสถานการณ์นี้ มีลักษณะคล้ายกับความแปรปรวนของอีก 2 วิธี

ตาราง 11 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีการหักค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยประชากรมีลักษณะการกระจายแบบปกติ

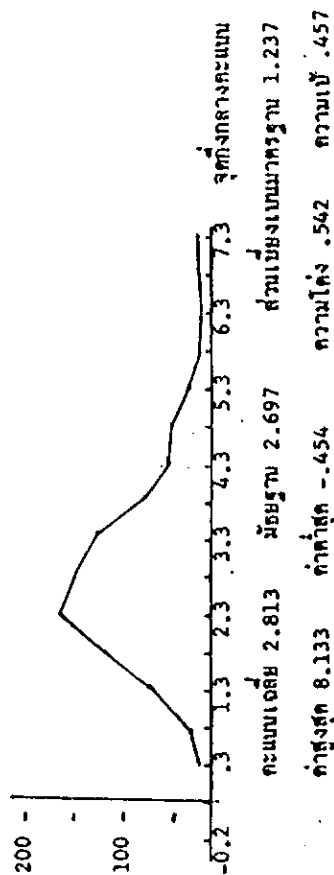
ขนาดของ ทางโค้ง ที่นำมาศึกษา	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
10%	.7750	.8830	.9430	.8069	.9069	.9619	.5110	.6180	.6820
20%	.5280	.6940	.8050	.5529	.7169	.8279	.3630	.4730	.5770
30%	.3450	.5150	.6620	.4329	.6179	.7469	.2600	.3860	.4870

ความถี่



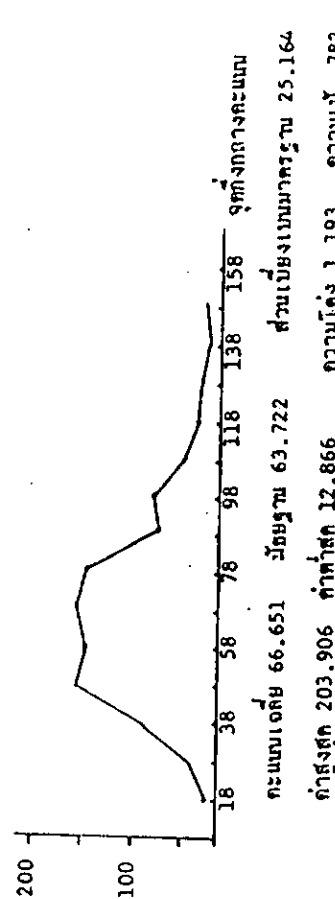
กะแบบเฉลี่ย 3.536 - มัธยฐาน 3.416 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.244
ค่าสูงสุด 9.744 ค่าต่ำสุด .237 ความถี่ 1.371 ความเบ้ .701
ภาพประกอบ 163 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของ
การสอยคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 102 และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอย 2 ครั้ง .6

ความถี่



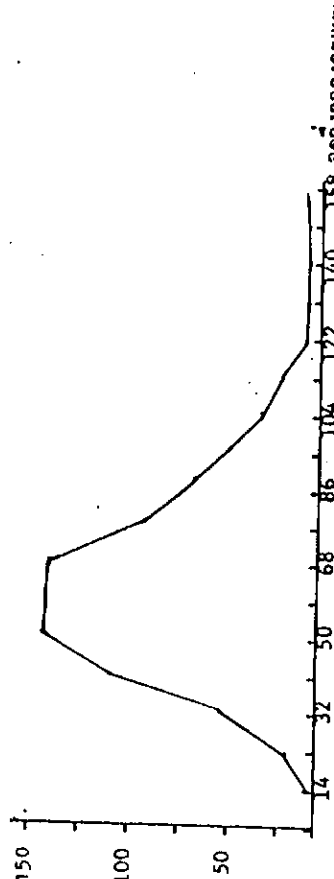
กะแบบเฉลี่ย 2.813 มัธยฐาน 2.697 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.237
ค่าสูงสุด 8.133 ค่าต่ำสุด -.454 ความถี่ .542 ความเบ้ .457
ภาพประกอบ 165 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของ
การสอยคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอย 2 ครั้ง .6

ความถี่

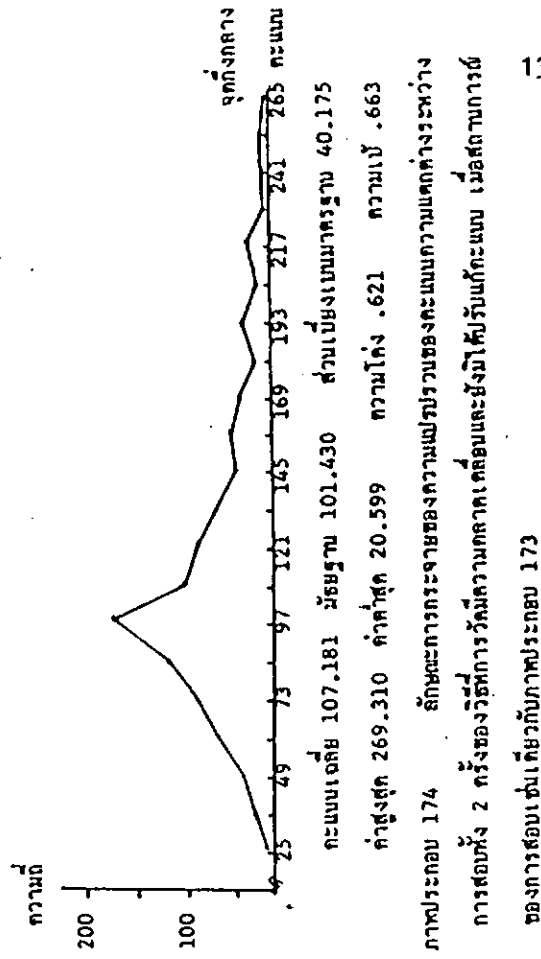
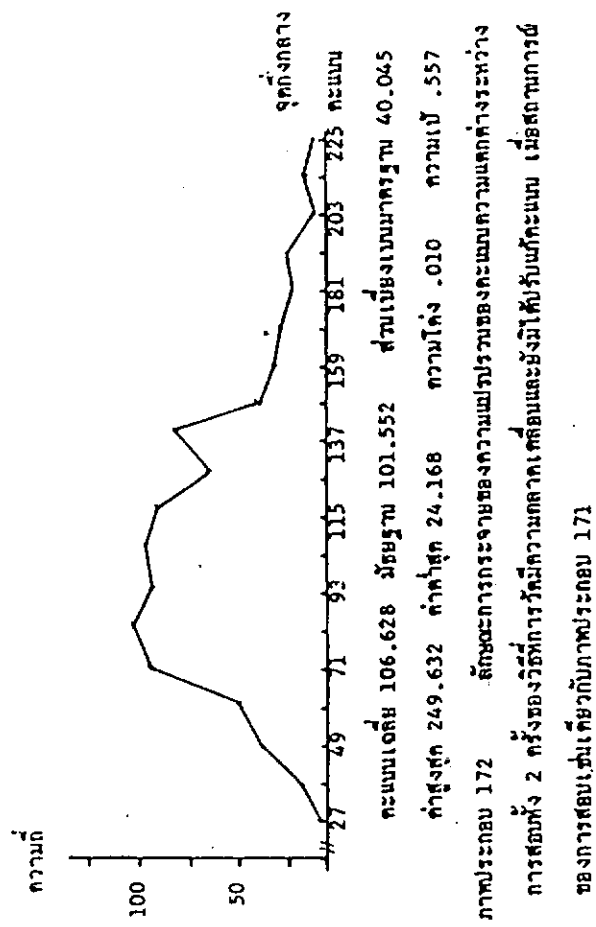
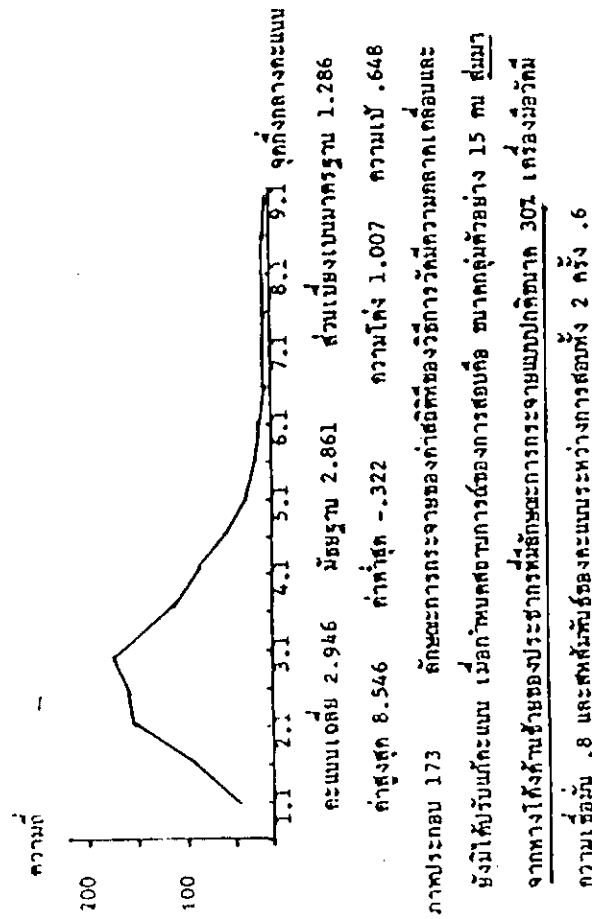
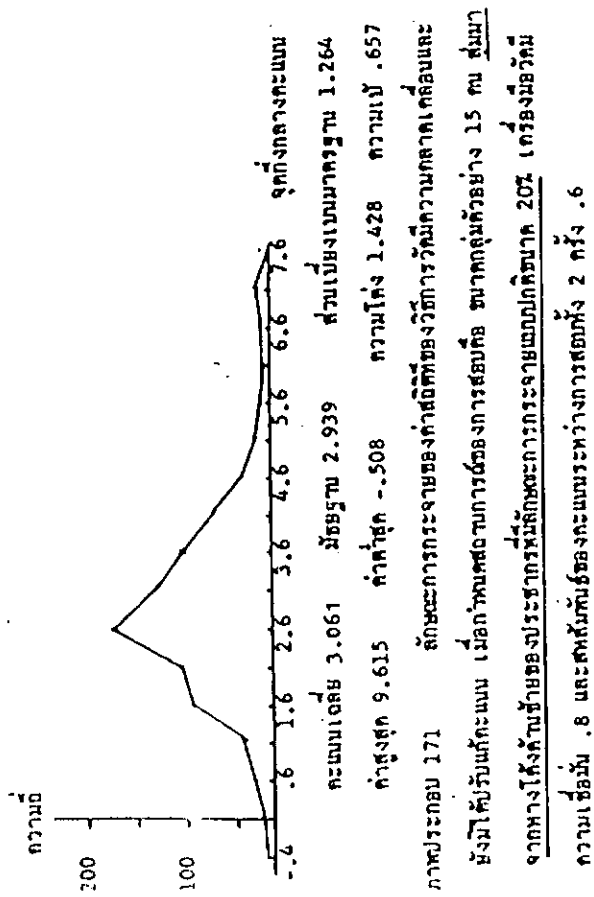


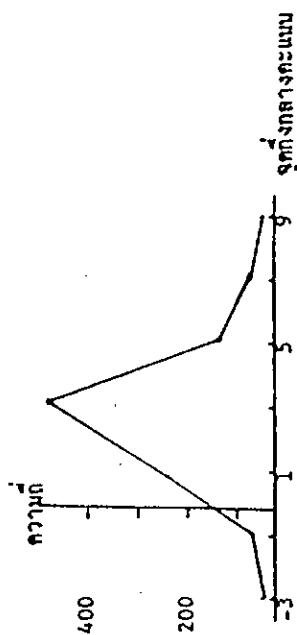
กะแบบเฉลี่ย 66.651 มัธยฐาน 63.722 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.164
ค่าสูงสุด 203.906 ค่าต่ำสุด 12.866 ความถี่ 1.193 ความเบ้ .782
ภาพประกอบ 164 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของ
การสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของคะแนนการสอย 163

ความถี่

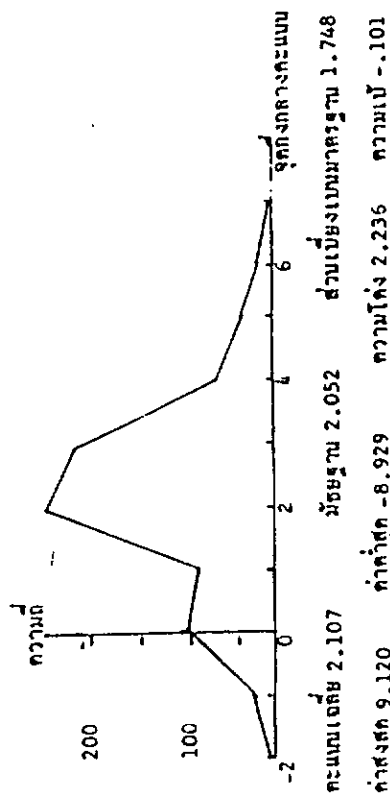


กะแบบเฉลี่ย 66.651 มัธยฐาน 62.869 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.757
ค่าสูงสุด 180.593 ค่าต่ำสุด 8.664 ความถี่ .980 ความเบ้ .822
ภาพประกอบ 166 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของ
การสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอยทั้ง 2 ครั้งของวิธีเกสส์ เมื่อคำนวณค่าสถิติของคะแนนการสอย 166

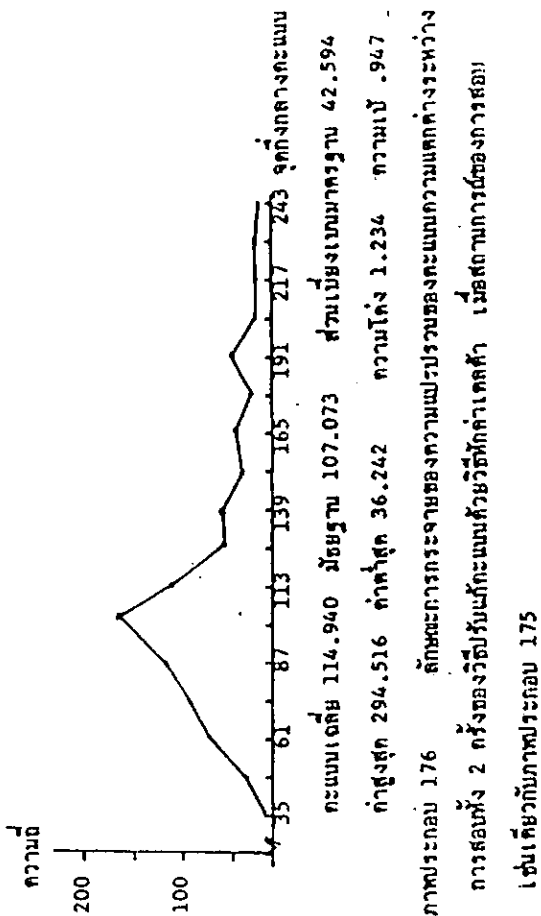




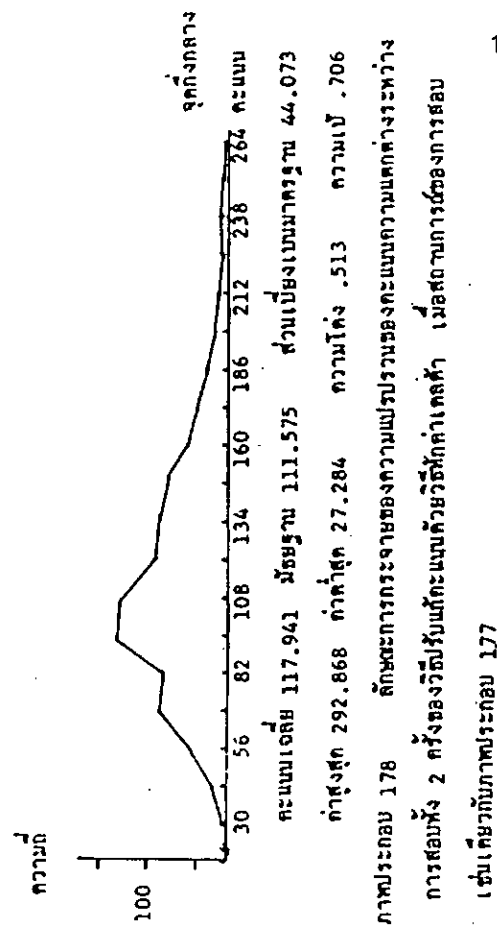
คะแนนเฉลี่ย 2.557 มัธยฐาน 2.2645 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.384
ค่าสูงสุด 11.384 ค่าต่ำสุด -26.097 ความโค้ง 41.882 ความเบ้ -3.369
ภาพประกอบ 175 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับปรุงแก้ไขแบบการทดลองทาง
สถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อหักค่าเฉลี่ยของการกระจายของค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
ออกมาจากทางโค้งด้านซ้ายของกราฟที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 10% ความ
เชื่อมกันของเครื่องวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



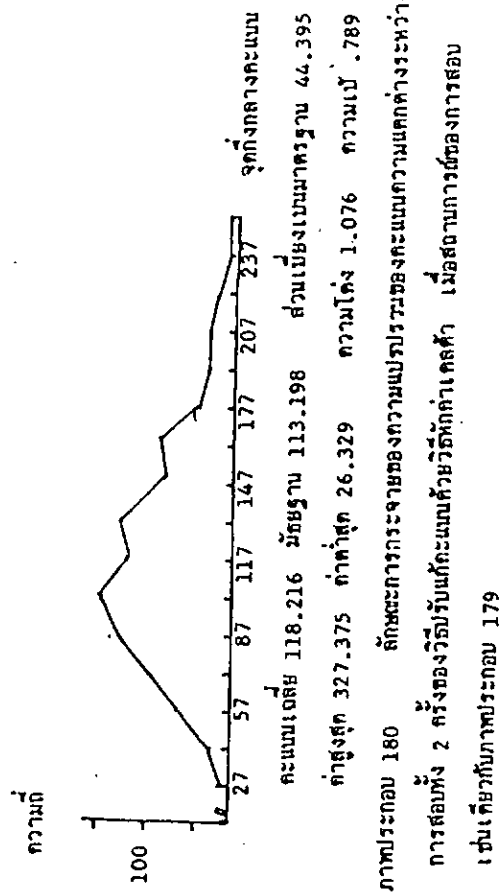
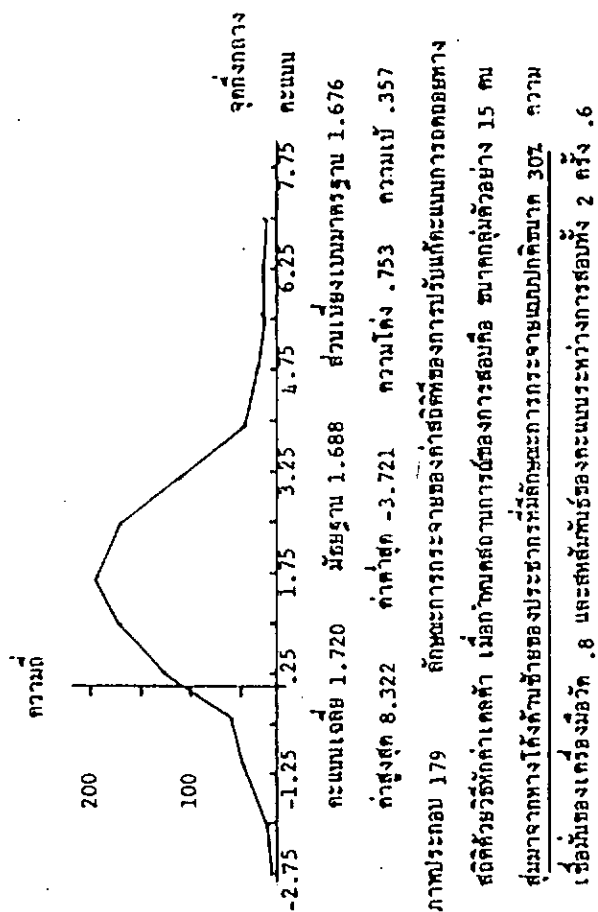
คะแนนเฉลี่ย 2.107 มัธยฐาน 2.052 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.748
ค่าสูงสุด 9.120 ค่าต่ำสุด -8.929 ความโค้ง 2.236 ความเบ้ -.101
ภาพประกอบ 177 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการปรับปรุงแก้ไขแบบการทดลองทาง
สถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อหักค่าเฉลี่ยของการกระจายของค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
ออกมาจากทางโค้งด้านซ้ายของกราฟที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20% ความ
เชื่อมกันของเครื่องวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6



คะแนนเฉลี่ย 114.940 มัธยฐาน 107.073 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 42.594
ค่าสูงสุด 294.516 ค่าต่ำสุด 36.242 ความโค้ง 1.234 ความเบ้ .947
ภาพประกอบ 176 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับปรุงแก้ไขวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อหักค่าเฉลี่ยของการสอบ
เช่นเดียวกับภาพประกอบ 175



คะแนนเฉลี่ย 117.941 มัธยฐาน 111.575 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 44.073
ค่าสูงสุด 292.868 ค่าต่ำสุด 27.284 ความโค้ง .513 ความเบ้ .706
ภาพประกอบ 178 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับปรุงแก้ไขวิธีหักค่าเฉลี่ย เมื่อหักค่าเฉลี่ยของการสอบ
เช่นเดียวกับภาพประกอบ 177



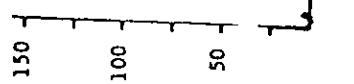
จากตาราง 11 เมื่อขนาดของทางโค้งของประชากรที่นำมาศึกษามีขนาดใหญ่ขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยตัวมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้คะแนนจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้ง 2 วิธีดังกล่าว จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยตัว มีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 มากกว่าค่าเฉลี่ยของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่ การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้รับแก้คะแนน ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของแต่ละวิธีทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยตัวในสถานการณ์นี้ มีลักษณะคล้ายกับอีก 2 วิธี

ตาราง 12 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีการหักค่าเฉลี่ยต่ำ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน จากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบโค้งปกติขนาด 20% และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความเชื่อมั่น ของ เครื่องมือวัด	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยต่ำ		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.7	}			.6919	.8389	.9019	.3170	.4170	.5120
.8				.5529	.7269	.8279	.3630	.4730	.5770
.9				.4939	.6609	.7889	.4290	.5630	.6700

ความถี่

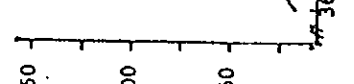
150
100
50



คะแนนเฉลี่ย 66.651 มัธยฐาน 62.869 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.757
ค่าสูงสุด 180.593 ค่าต่ำสุด 8.664 ความถี่ .980 ความเบ้ .822
ภาพประกอบ 182 ลักษณะการกระจายของความถี่ของคะแนนความถี่ของการสอบ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 181

ความถี่

150
100
50

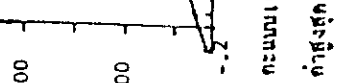


คะแนนเฉลี่ย 133.645 มัธยฐาน 126.533 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51.339
ค่าสูงสุด 362.092 ค่าต่ำสุด 28.980 ความถี่ .952 ความเบ้ .777
ภาพประกอบ 184 ลักษณะการกระจายของความถี่ของคะแนนความถี่ของการสอบ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 183

ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 183

ความถี่

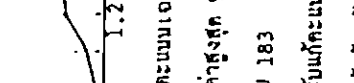
200
100
-2



คะแนนเฉลี่ย 2.813 มัธยฐาน 2.697 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.237
ค่าสูงสุด 8.133 ค่าต่ำสุด -.454 ความถี่ .542 ความเบ้ .457
ภาพประกอบ 181 ลักษณะการกระจายของความถี่ของค่าสถิติของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 180

ความถี่

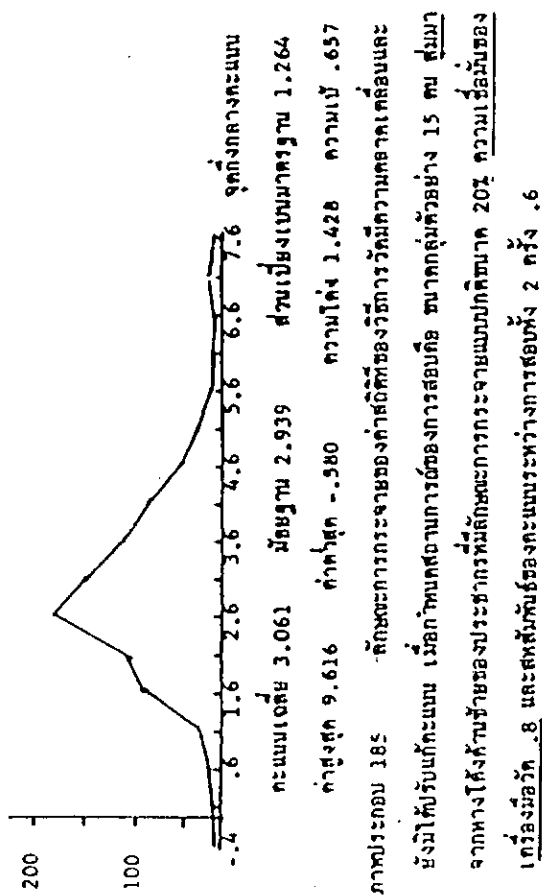
200
100
-2



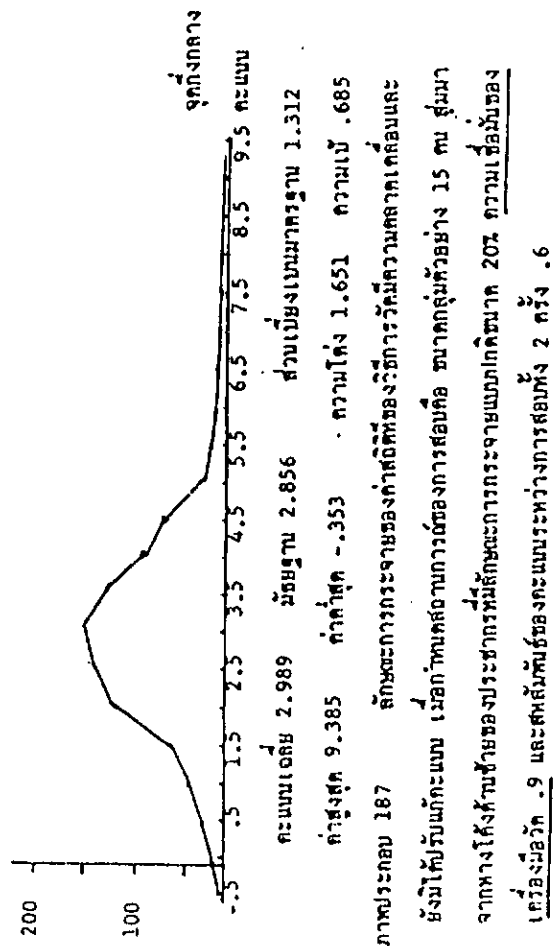
คะแนนเฉลี่ย 3.325 มัธยฐาน 3.225 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.286
ค่าสูงสุด 9.217 ค่าต่ำสุด .271 ความถี่ .767
ภาพประกอบ 183 ลักษณะการกระจายของความถี่ของค่าสถิติของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 182

ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 183

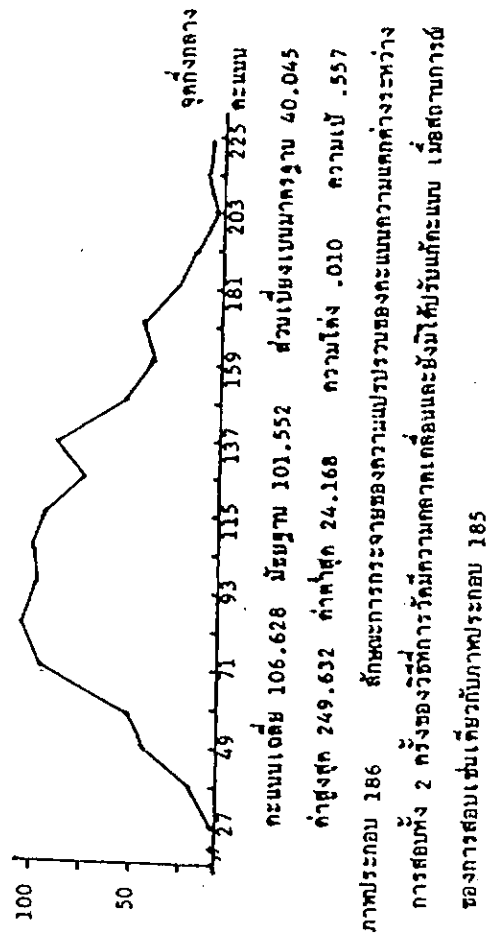
ความถี่



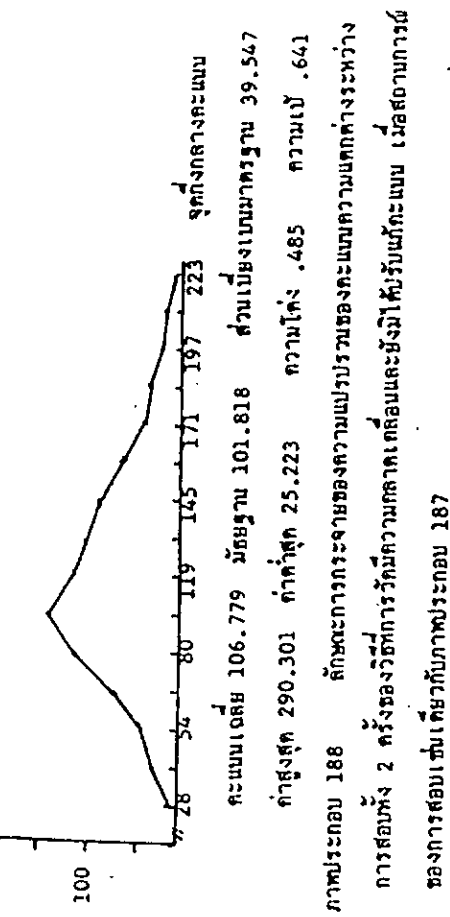
ความถี่



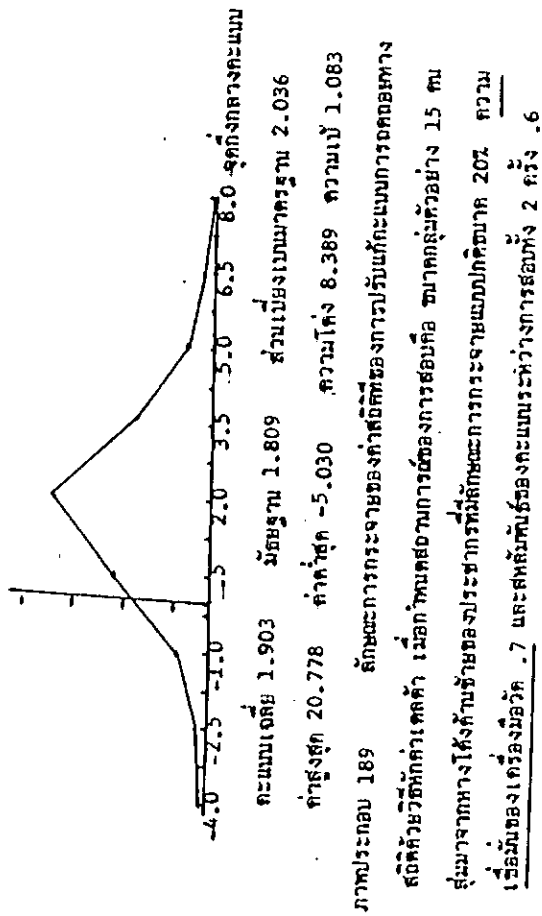
ความถี่



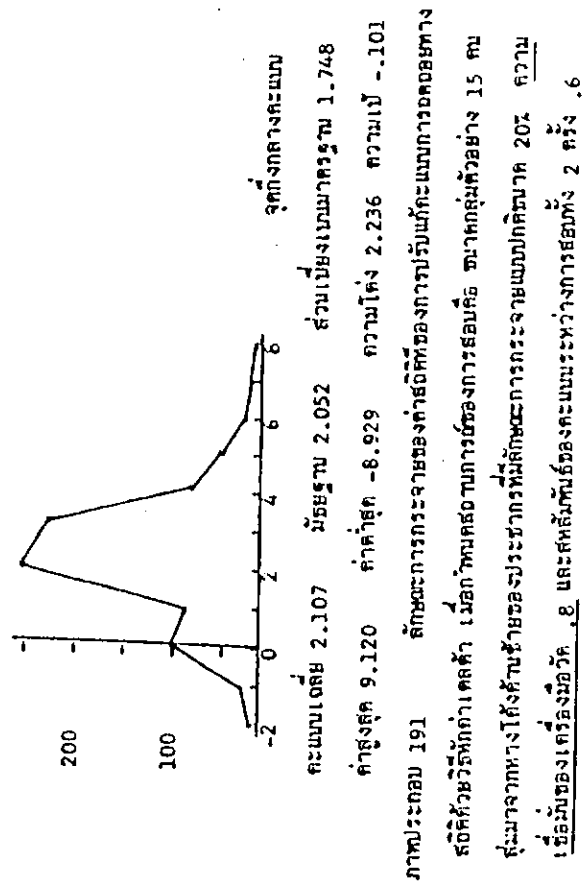
ความถี่



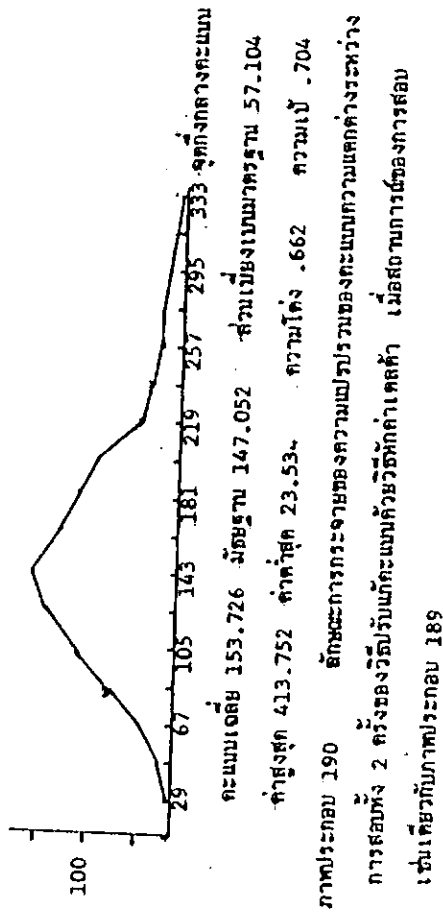
ความถี่



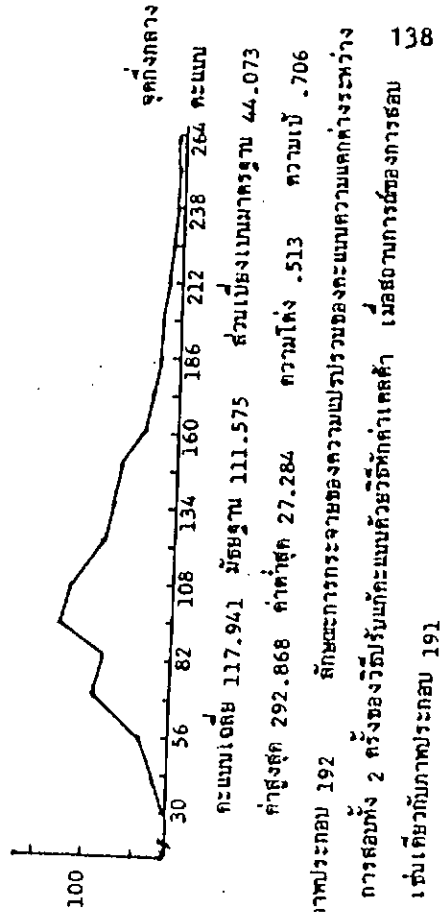
ความถี่

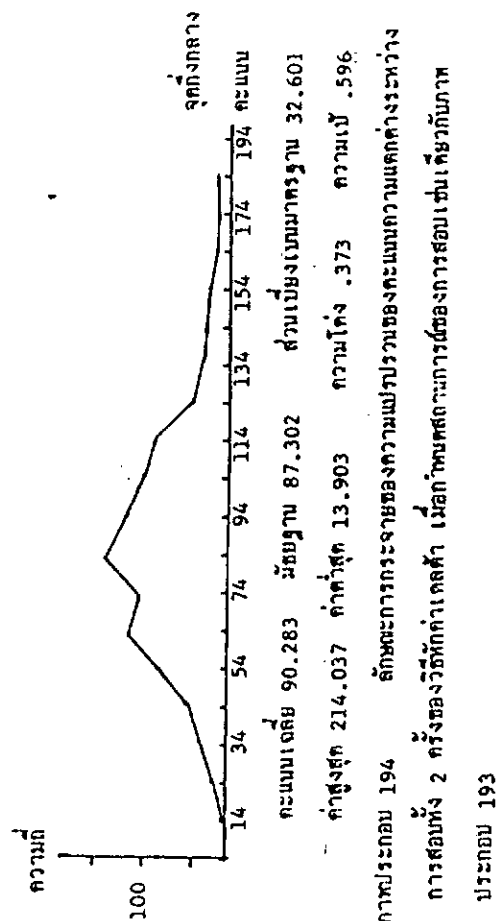
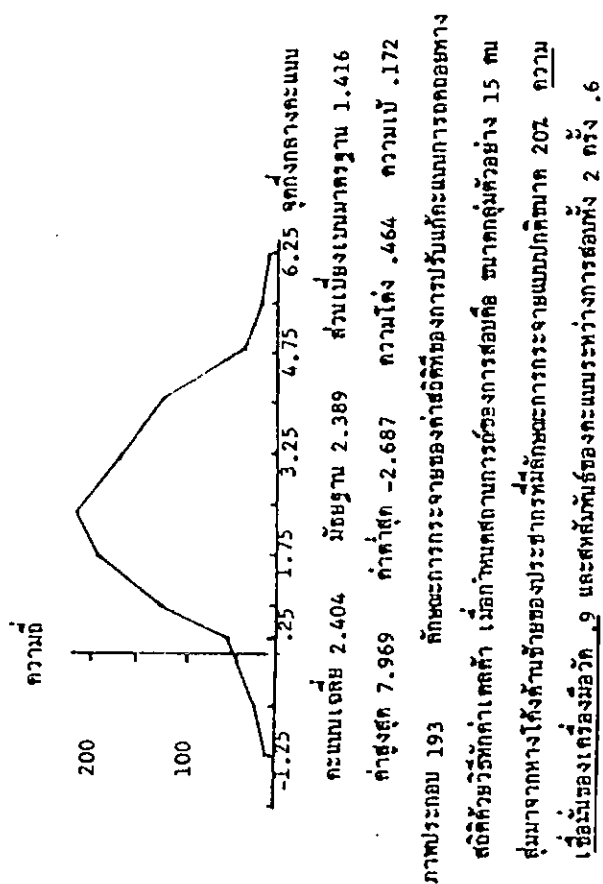


ความถี่



ความถี่

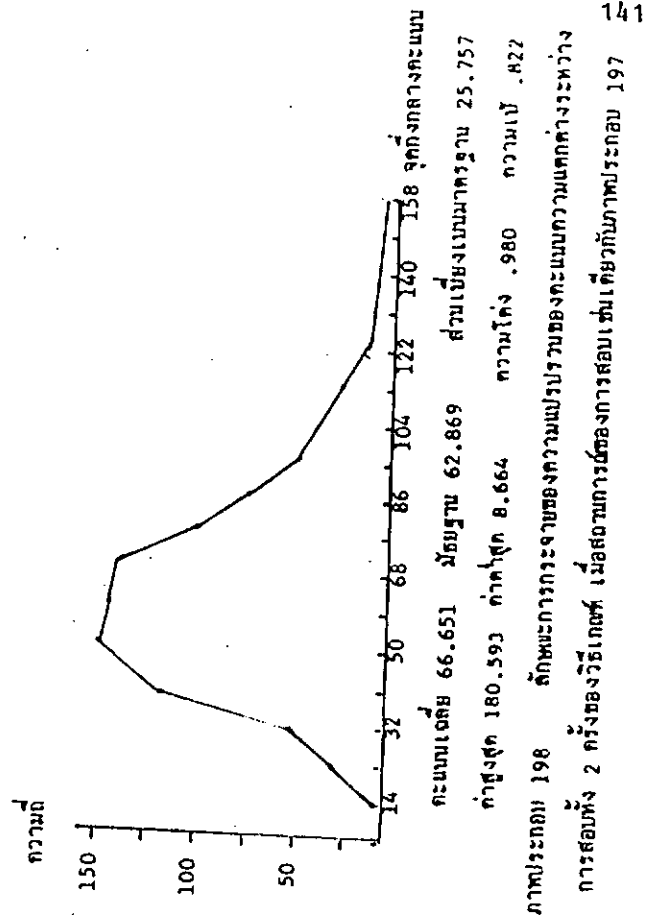
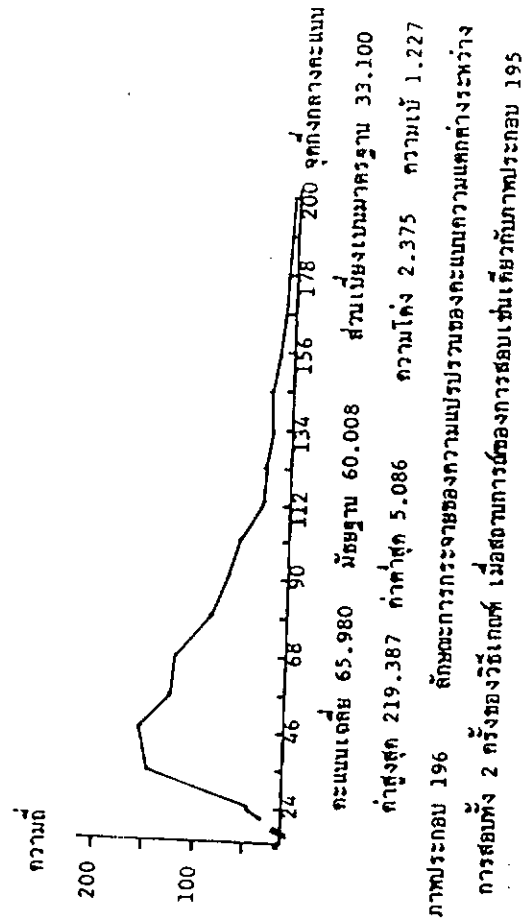
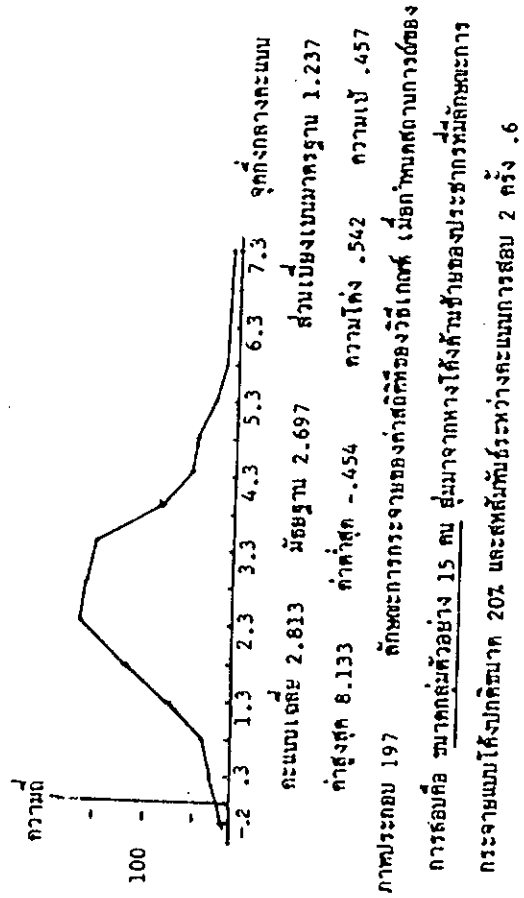
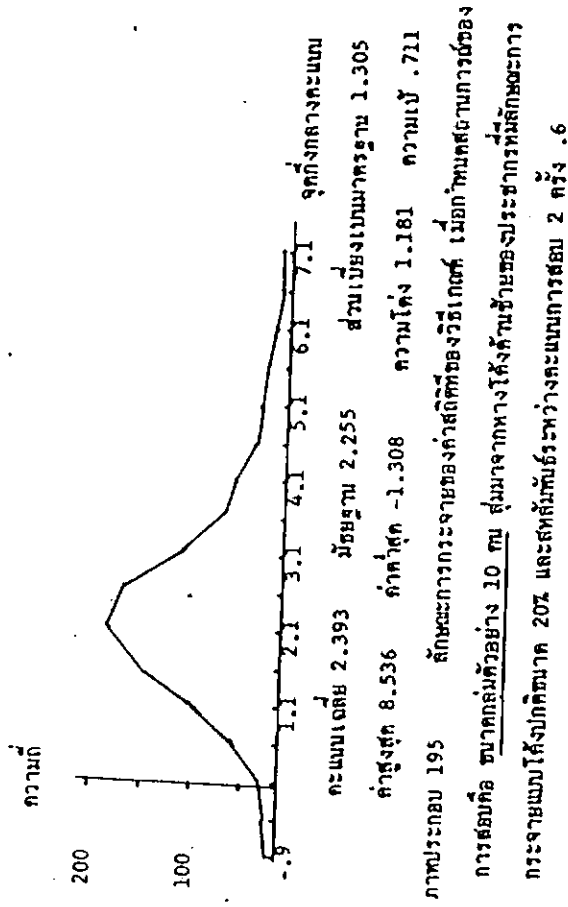




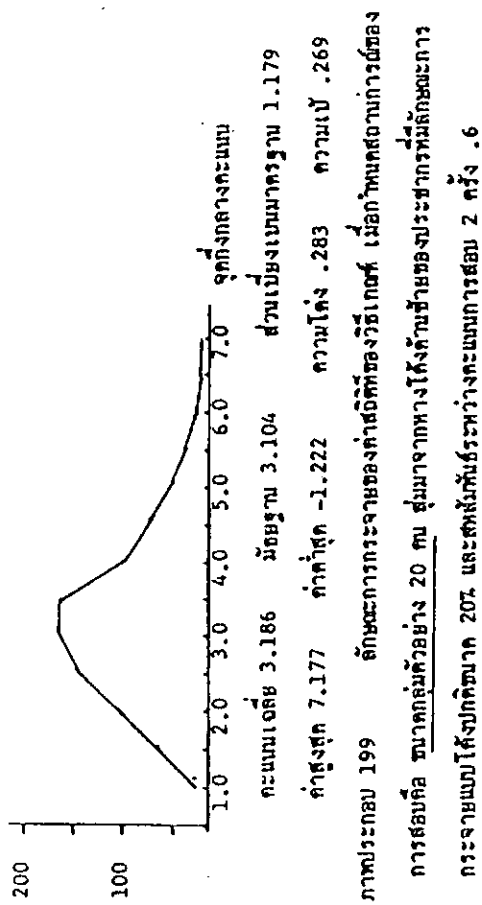
จากตาราง 12 เมื่อความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดมีค่าเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลตต้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์ และวิธีที่คิดว่าการวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนนจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่าทั้ง 2 วิธี และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่มีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 มากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของอีก 2 วิธีดังกล่าว และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของแต่ละวิธี ทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสองทั้ง 2 ครั้งของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยการหักค่าเคลตต้า มีค่าความเบี่ยงอยู่ระหว่างความเบ้ของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 13. ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้าย ของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20%

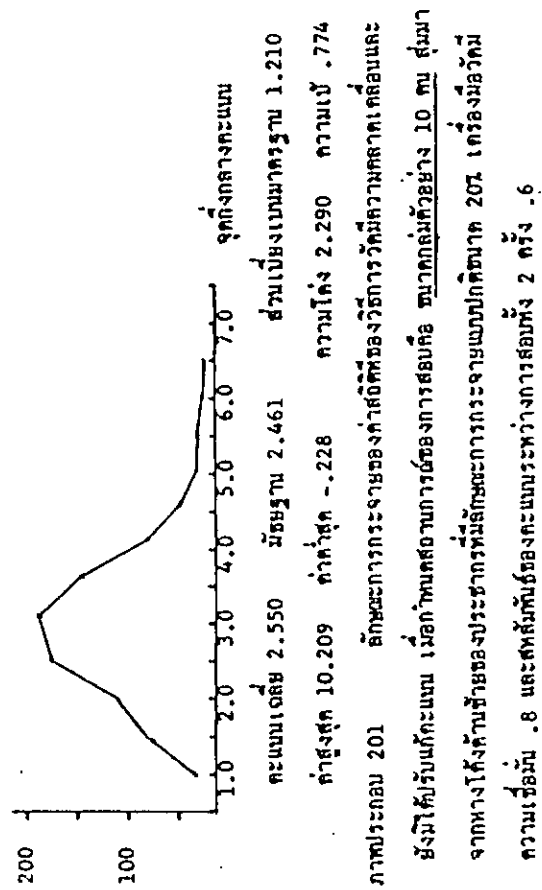
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
10	.3120	.4920	.6720	.3289	.5179	.6709	.2480	.3550	.4490
15	.5280	.6940	.8050	.5529	.7169	.8270	.3630	.4730	.5770
20	.6870	.8350	.9150	.7509	.8529	.9129	.3780	.5040	.6000



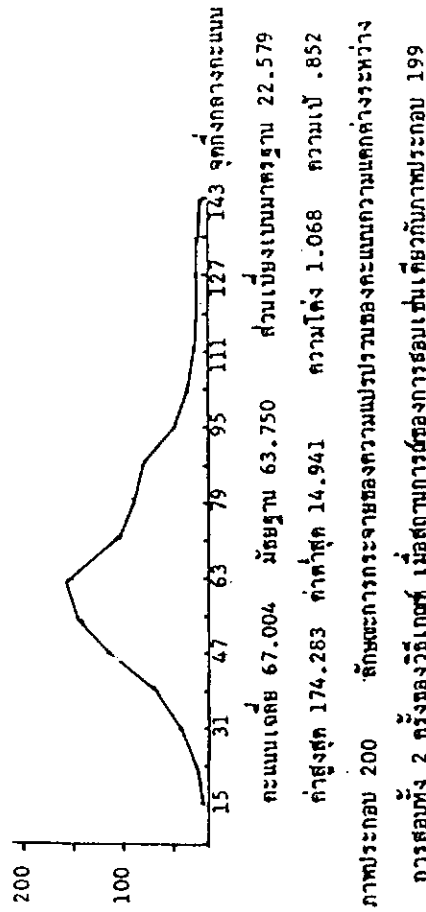
ความถี่



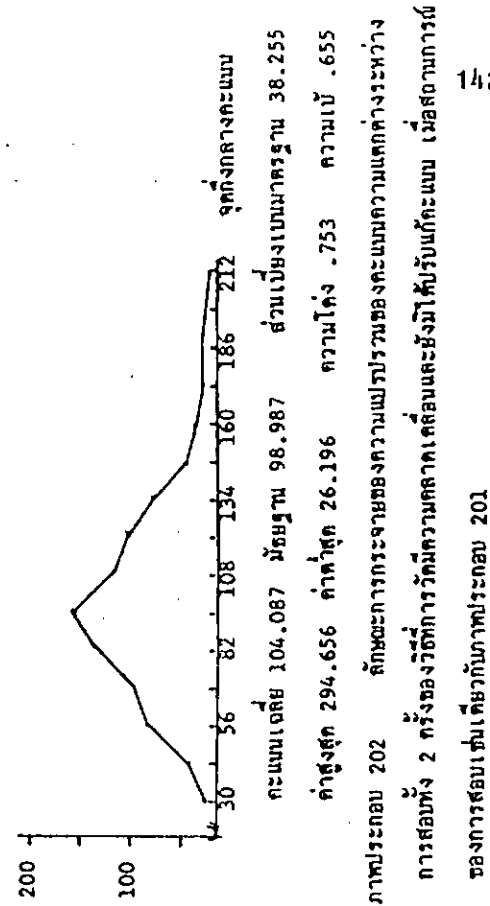
ความถี่



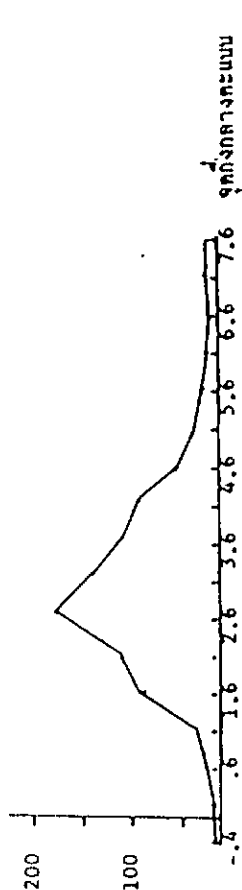
ความถี่



ความถี่



ความถี่



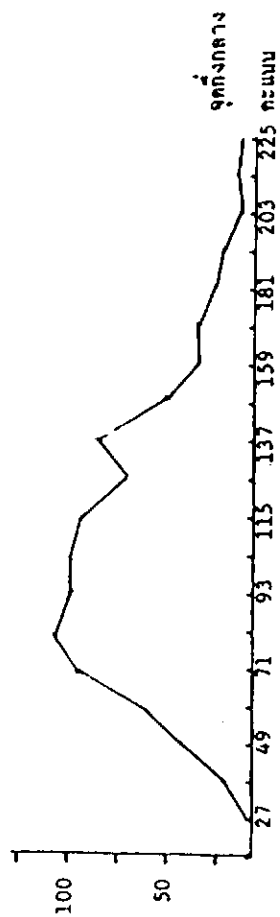
คะแนนเฉลี่ย 3.061 มัธยฐาน 2.939 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.264
ค่าสูงสุด 9.616 ค่าต่ำสุด -.508 ความถี่ 1.428 ความเบ้ .657
ภาพประกอบ 203 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้รับประกัน เมื่อทำการทดสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมา
จากทางใต้ ด้านซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



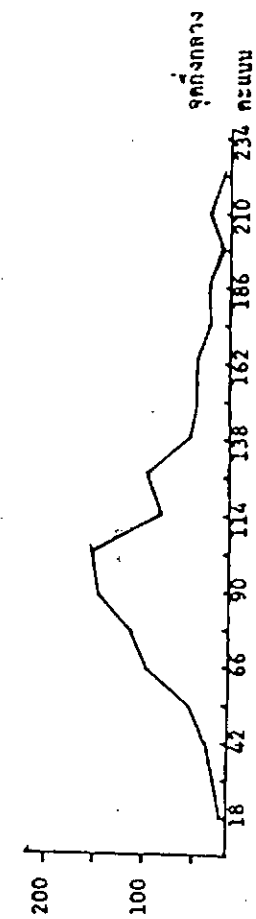
คะแนนเฉลี่ย 3.925 มัธยฐาน 3.683 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.400
ค่าสูงสุด 12.145 ค่าต่ำสุด .462 ความถี่ 2.678 ความเบ้ 1.071
ภาพประกอบ 205 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและ
ยังมิได้รับประกัน เมื่อทำการทดสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สุ่มมา
จากทางใต้ ด้านซ้ายของการกระจายแบบปกติขนาด 20% เครื่องมือวัดมี
ความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



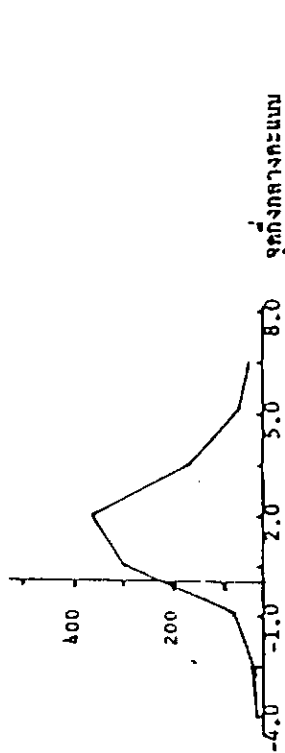
คะแนนเฉลี่ย 106.628 มัธยฐาน 101.552 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.045
ค่าสูงสุด 249.632 ค่าต่ำสุด 24.168 ความถี่ .010 ความเบ้ .557
ภาพประกอบ 204 ลักษณะการกระจายของคะแนนของความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับประกัน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 203

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 104.766 มัธยฐาน 98.704 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 37.842
ค่าสูงสุด 230.967 ค่าต่ำสุด 20.912 ความถี่ .414 ความเบ้ .656
ภาพประกอบ 206 ลักษณะการกระจายของคะแนนของความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับประกัน เมื่อสถานการณ์
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 205

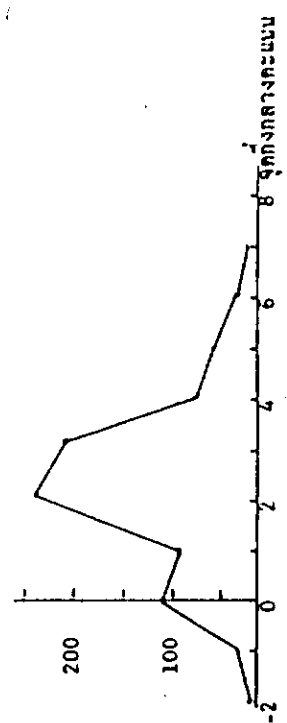
ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 1.762 มัธยฐาน 1.654 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.006
ค่าสูงสุด 12.457 ค่าต่ำสุด -14.737 ความถี่ 7.632 ความถี่ .100

ภาพประกอบ 207 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีประมาณค่าคะแนนจริงด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสมมติฐานการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 คน สุ่มมาจากทางโค้งหางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 207 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

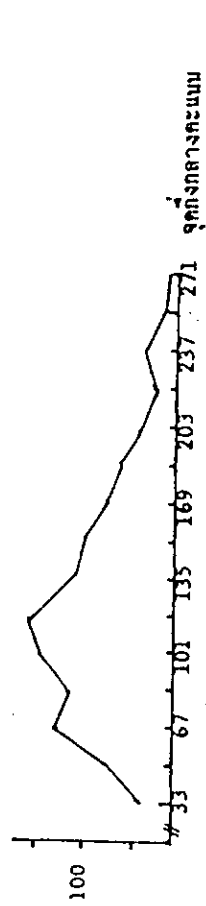
ความถี่



ค่าสูงสุด 9.120 ค่าต่ำสุด -8.929 ความถี่ 2.236 ความถี่ -.101

ภาพประกอบ 209 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ของวิธีประมาณค่าคะแนนการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน หางสถิติด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสมมติฐานการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งหางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 207 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

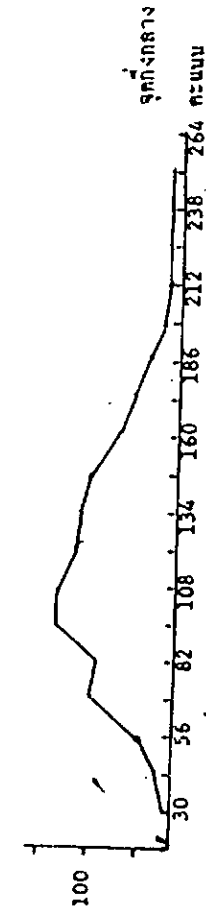
ความถี่



ค่าสูงสุด 362.892 ค่าต่ำสุด 8.592 ความถี่ .931 ความถี่ .816

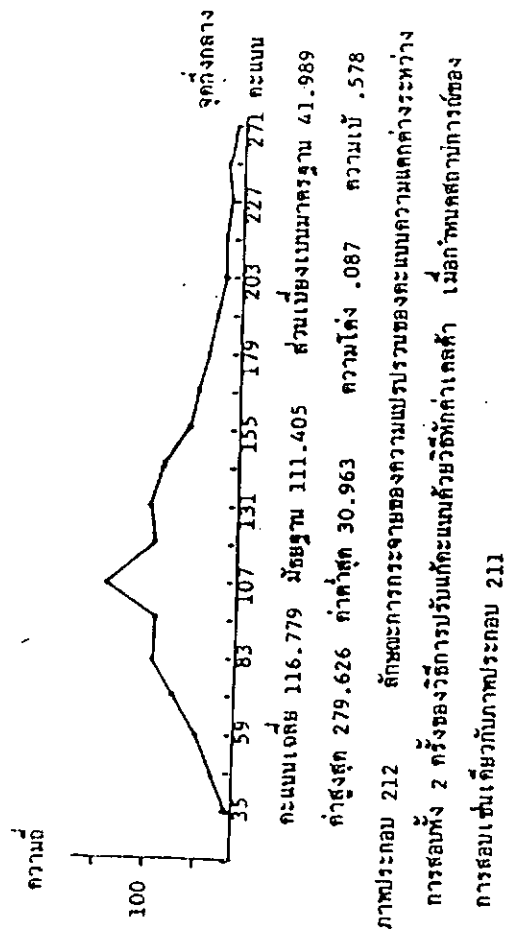
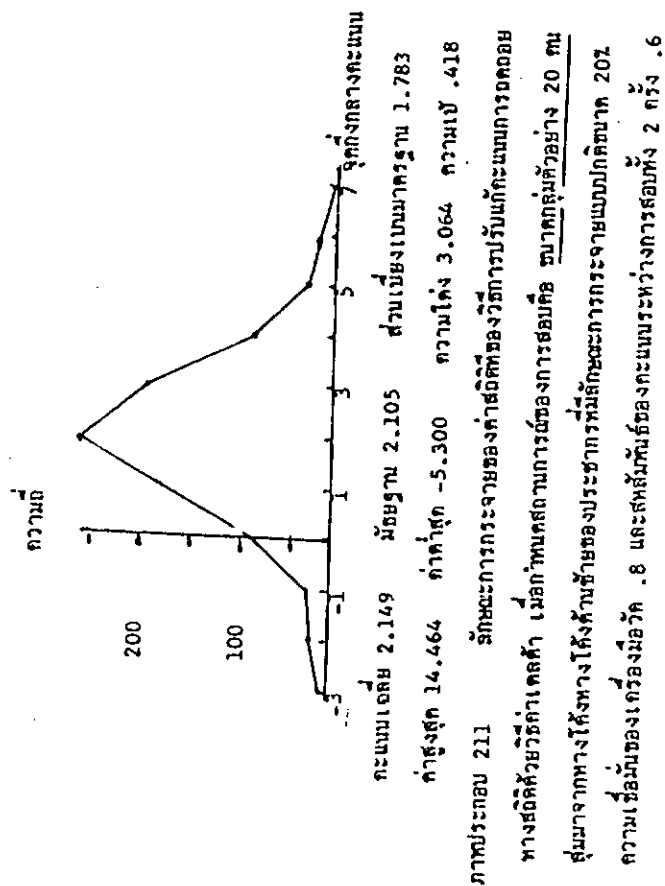
ภาพประกอบ 208 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสมมติฐานการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 207

ความถี่



ค่าสูงสุด 292.868 ค่าต่ำสุด 27.284 ความถี่ .513 ความถี่ .706

ภาพประกอบ 210 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีที่การปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสมมติฐานการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 209



จากตาราง 13 เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยที่มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเกณฑ์และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่า 2 วิธีดังกล่าว และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 ที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน มีค่าห่างจาก 0.00 มากที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยในสถานการณ์นี้ มีค่าความเบี่ยงระหว่างความเบ้ของวิธีเกณฑ์ และความเบ้ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 14 : ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งทางด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความเบ้ของโค้งประชากร -.75

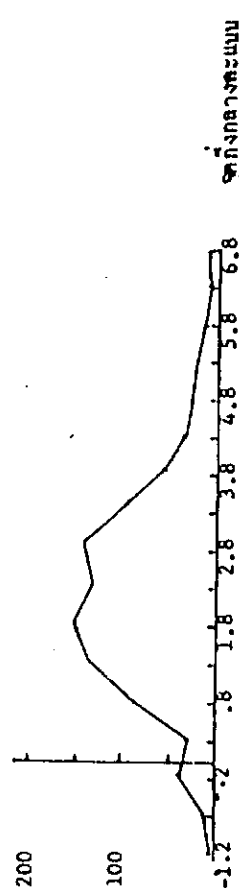
ความโค้งของโค้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
1.5	.3800	.5250	.6450	.5800	.7590	.8630	.3100	.4300	.5230
2.5	.4030	.5340	.6440	.5970	.7480	.8520	.3120	.4200	.5220
3.5	.3920	.5300	.6530	.6020	.7550	.8570	.3360	.4340	.5170

ความถี่



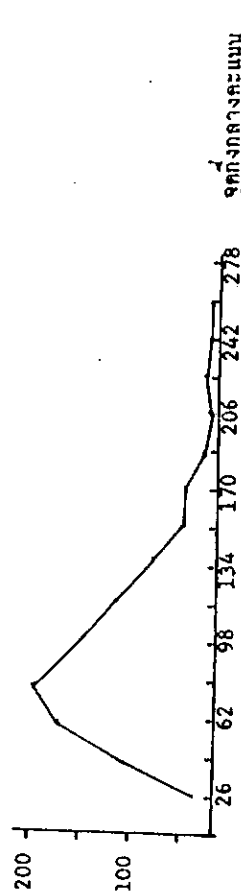
คะแนนเฉลี่ย 2.355 มัธยฐาน 2.219 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.354
ค่าสูงสุด 7.765 ค่าต่ำสุด -1.579 ความโค้ง .445 ความเบ้ .516
ภาพประกอบ 213 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีทดสอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 1.5 และขนาด
สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



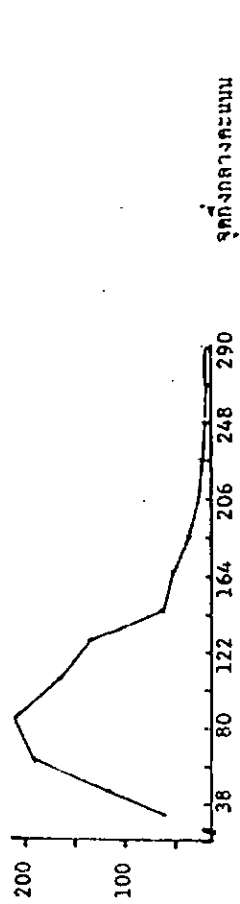
คะแนนเฉลี่ย 2.423 มัธยฐาน 2.275 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.468
ค่าสูงสุด 8.839 ค่าต่ำสุด -1.278 ความโค้ง .836 ความเบ้ .674
ภาพประกอบ 215 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีทดสอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 และขนาด
สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



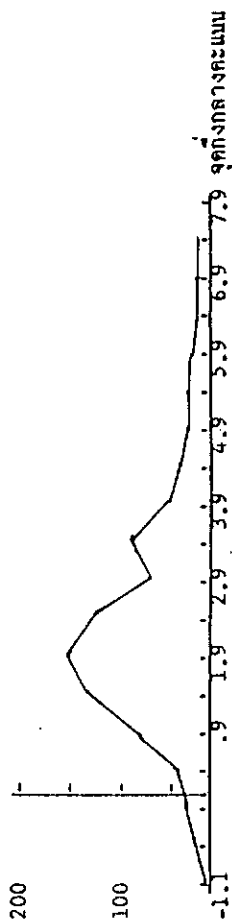
คะแนนเฉลี่ย 96.336 มัธยฐาน 86.768 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 46.274
ค่าสูงสุด 391.382 ค่าต่ำสุด 20.200 ความโค้ง 4.666 ความเบ้ 1.562
ภาพประกอบ 214 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีทดสอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีทดสอบ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเป็นที่ยอมรับภาพประกอบ 213

ความถี่



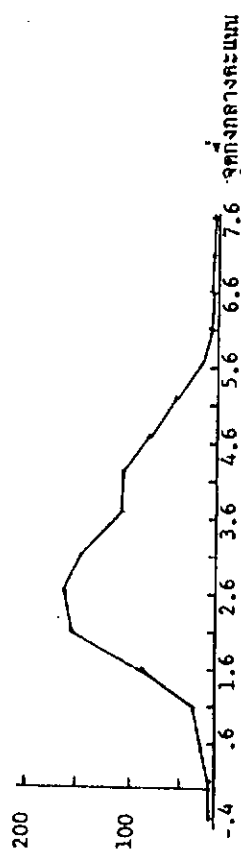
คะแนนเฉลี่ย 99.382 มัธยฐาน 88.278 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 54.147
ค่าสูงสุด 438.491 ค่าต่ำสุด 14.669 ความโค้ง 5.499 ความเบ้ 1.816
ภาพประกอบ 216 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีทดสอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีทดสอบ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเป็นที่ยอมรับภาพประกอบ 215

ความถี่



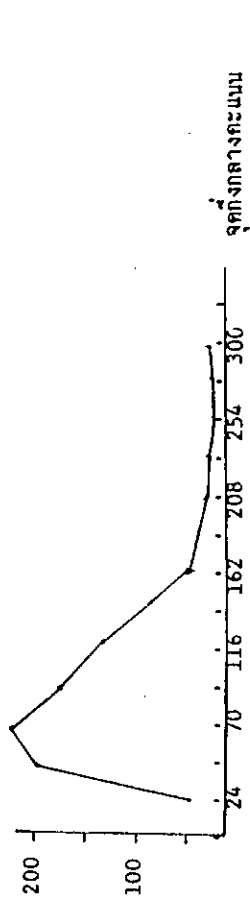
คะแนนเฉลี่ย 2.471 มัธยฐาน 2.256 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.494
ค่าสูงสุด 8.009 ค่าต่ำสุด -1.261 ความโค้ง .294 ความเบ้ .567
ภาพประกอบ 217 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสต์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการ
กระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 3.5 และขนาด
สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



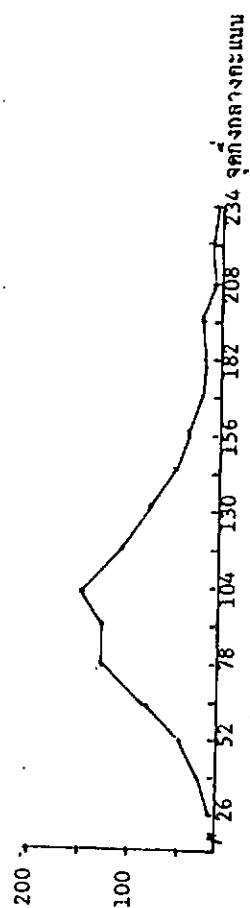
คะแนนเฉลี่ย 3.022 มัธยฐาน 2.861 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.241
ค่าสูงสุด 9.559 ค่าต่ำสุด -.419 ความโค้ง 1.256 ความเบ้ .629
ภาพประกอบ 219 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีเทสต์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง
-.75 ความโค้งของโค้ง 1.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนน
ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



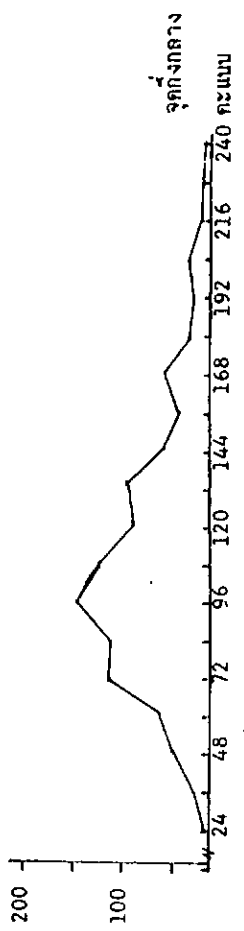
คะแนนเฉลี่ย 101.649 มัธยฐาน 87.105 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 60.000
ค่าสูงสุด 492.595 ค่าต่ำสุด 15.048 ความโค้ง 6.720 ความเบ้ 2.034
ภาพประกอบ 218 ลักษณะการกระจายของคะแนนการสอบเมื่อเทียบกับภาพประกอบ 217
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ เมื่อสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 217

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 107.624 มัธยฐาน 102.000 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.927
ค่าสูงสุด 289.982 ค่าต่ำสุด 21.107 ความโค้ง .449 ความเบ้ .784
ภาพประกอบ 220 ลักษณะการกระจายของคะแนนการสอบเมื่อเทียบกับภาพประกอบ 219
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีเทสต์ที่มีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อเทียบกับภาพประกอบ 219
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 219

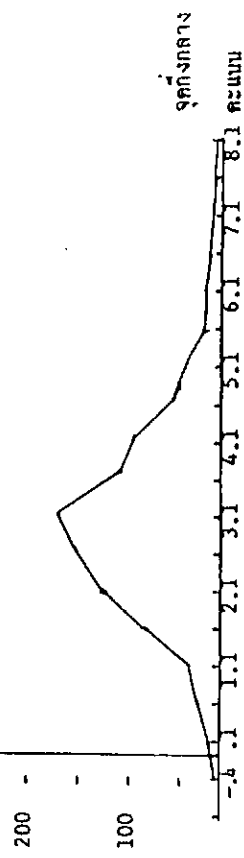
ความถี่



ค่าสูงสุด 266.572 ค่าต่ำสุด 21.684 ความโค้ง .488 ความเบ้ .734

ภาพประกอบ 222 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้ไขคะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 221

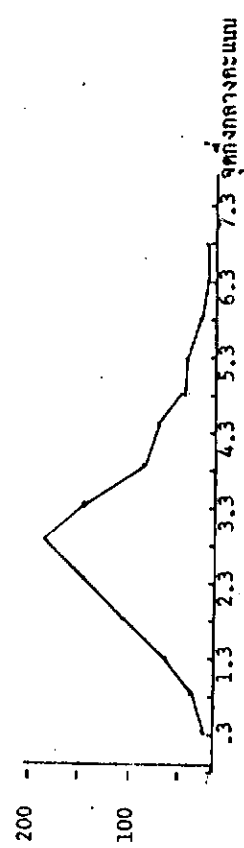
ความถี่



ค่าสูงสุด 8.520 ค่าต่ำสุด -.408 ความโค้ง .799 ความเบ้ .492

ภาพประกอบ 221 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้ไขคะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างกาสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

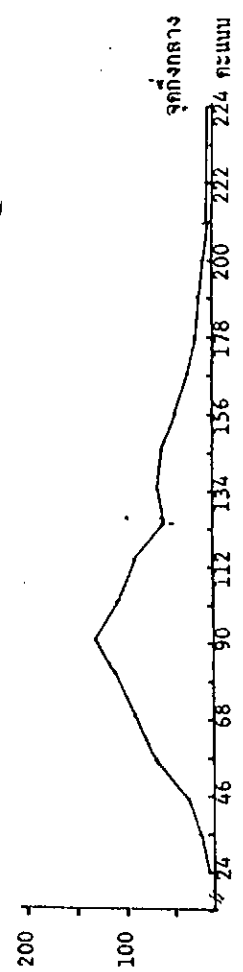
ความถี่



ค่าสูงสุด 9.333 ค่าต่ำสุด -.705 ความโค้ง .984 ความเบ้ .586

ภาพประกอบ 223 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้ไขคะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจากทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% โดยความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 3.5 เครื่องมือวัดมีความเชื่อมั่น .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างกาสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

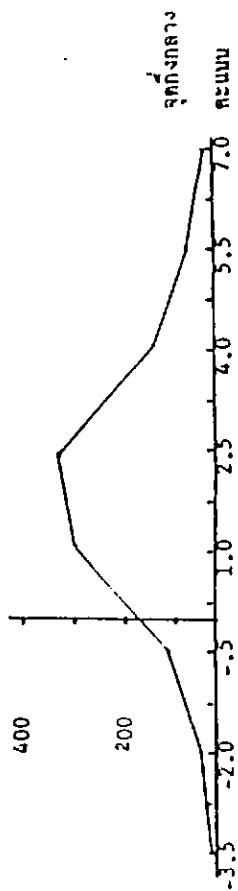
ความถี่



ค่าสูงสุด 245.880 ค่าต่ำสุด 21.953 ความโค้ง .065 ความเบ้ .591

ภาพประกอบ 224 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนและยังมิได้รับแก้ไขคะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 223

ความถี่

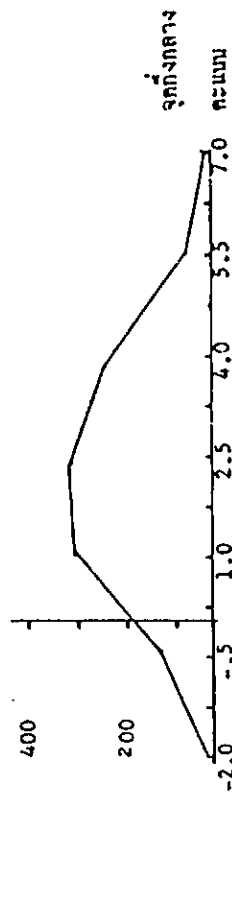


คะแนนเฉลี่ย 1.898 มัธยฐาน 1.873 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.910

ค่าสูงสุด 11.704 ค่าต่ำสุด -9.694 ความโค้ง 3.154 ความเบ้ .054

ภาพประกอบ 225 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงให้คะแนนการออกคอกย
ทางสถิติด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เนื่องจากคุณสมบัติของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งทางโค้งของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20%
ความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 1.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมีอวัค .8 และ
สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 1.914 มัธยฐาน 1.836 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.912

ค่าสูงสุด 12.812 ค่าต่ำสุด -10.742 ความโค้ง 4.645 ความเบ้ .058

ภาพประกอบ 227 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงให้คะแนนการออกคอกยทาง
สถิติด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เนื่องจากคุณสมบัติของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
สุ่มมาจากทางโค้งทางโค้งของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20%
ความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมีอวัค .8 และ
สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่

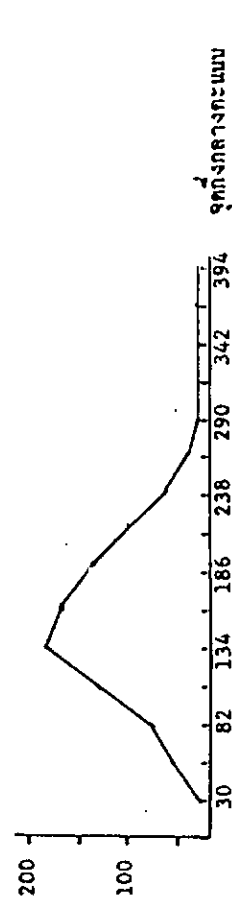


คะแนนเฉลี่ย 143.681 มัธยฐาน 134.652 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 57.422

ค่าสูงสุด 454.059 ค่าต่ำสุด 36.632 ความโค้ง 1.789 ความเบ้ .964

ภาพประกอบ 226 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับปรุงให้คะแนนด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าเฉลี่ย
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 225

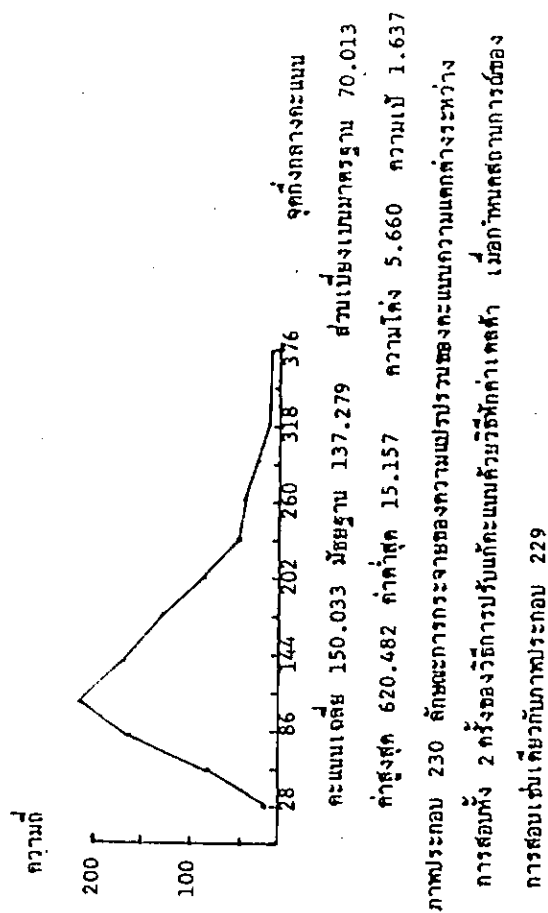
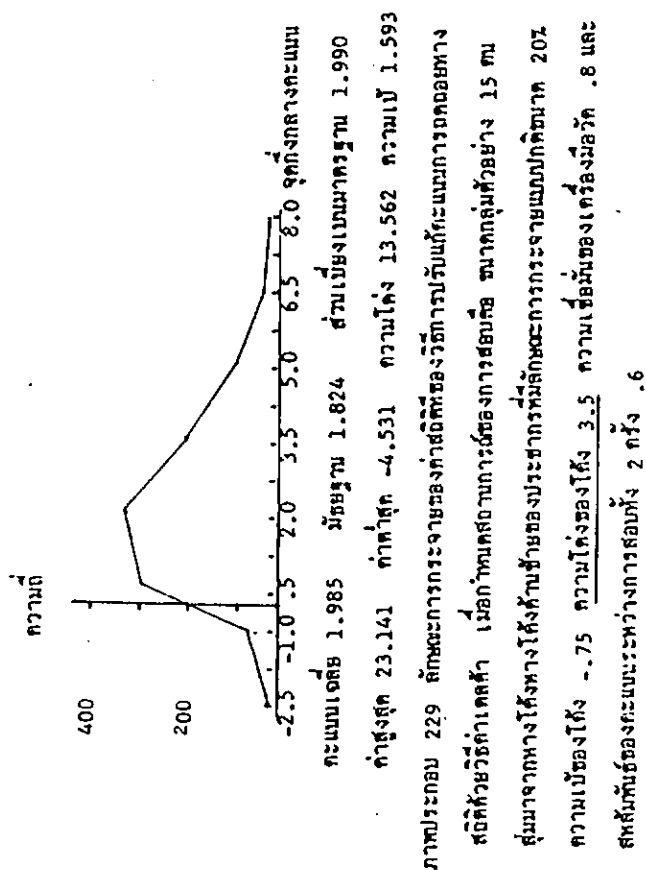
ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 148.141 มัธยฐาน 139.421 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 65.240

ค่าสูงสุด 559.344 ค่าต่ำสุด 21.133 ความโค้ง 3.269 ความเบ้ 1.267

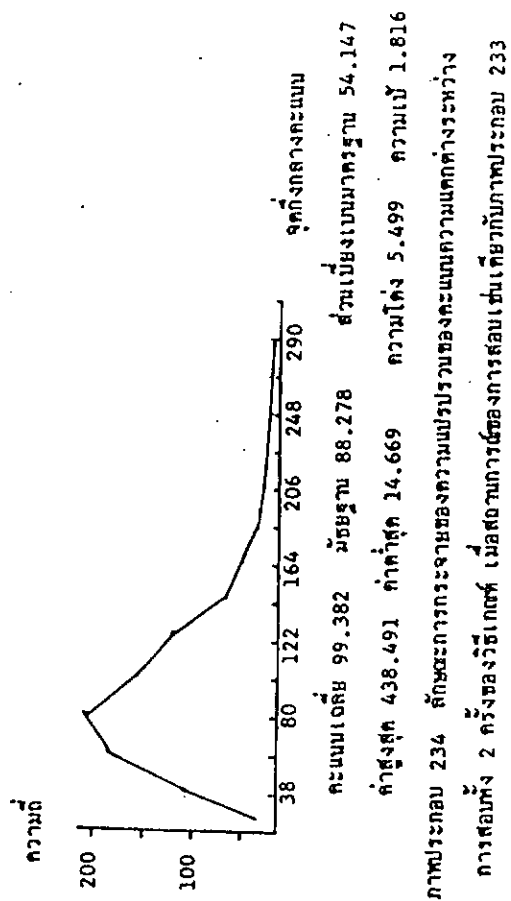
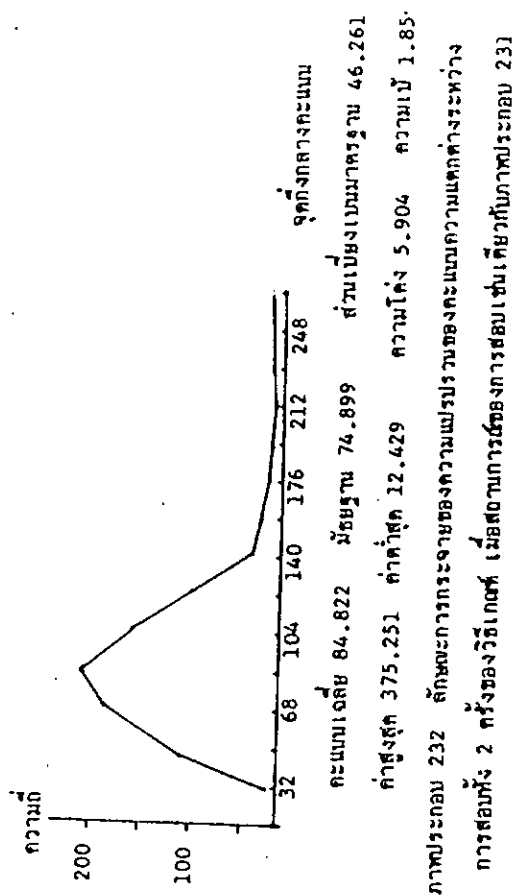
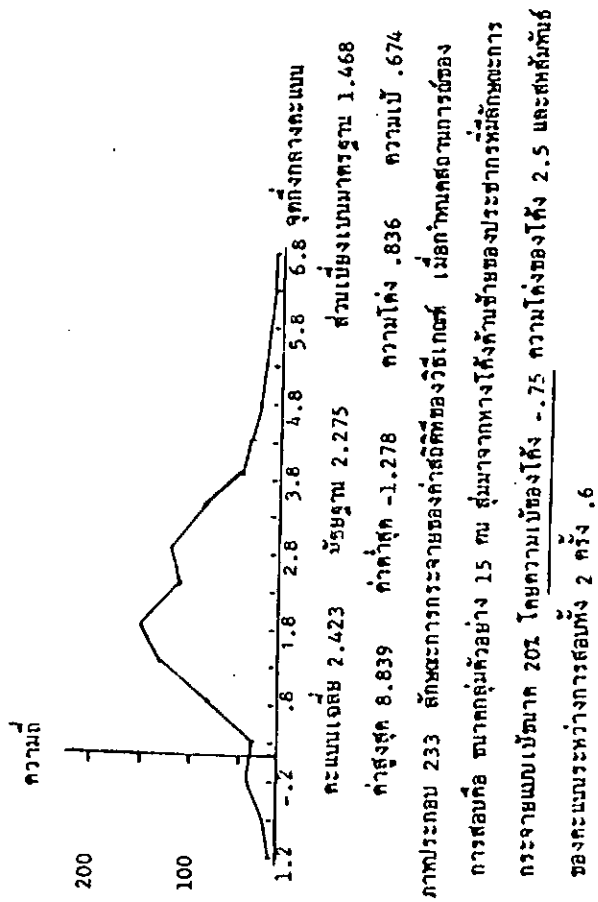
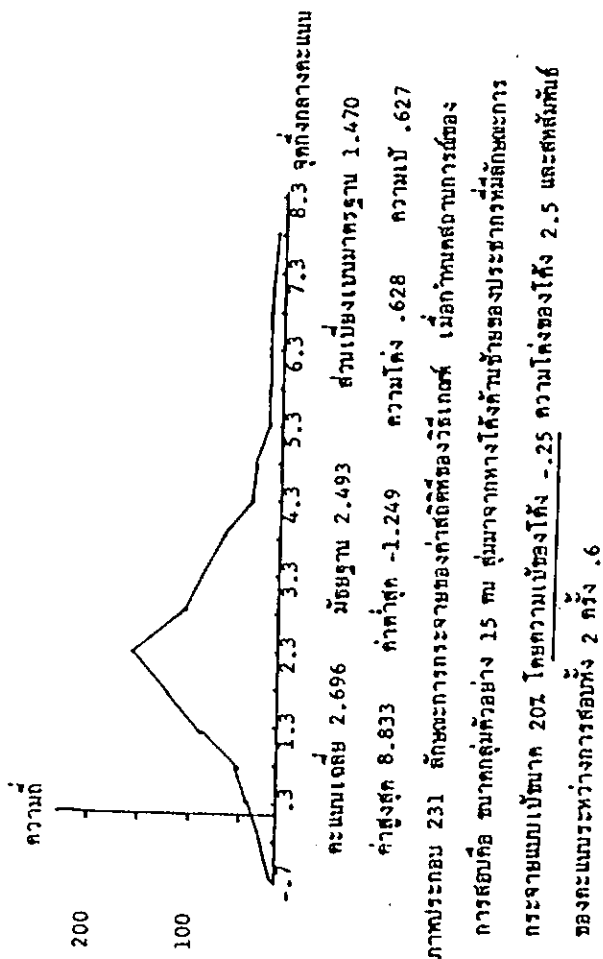
ภาพประกอบ 228 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับปรุงให้คะแนนด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าเฉลี่ย
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 227



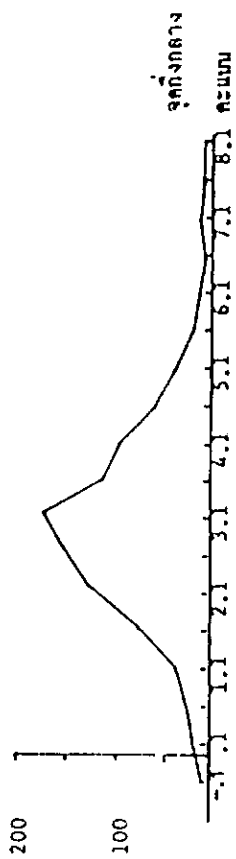
จากตาราง 14 เมื่อค่าความโค้งของโค้งประชากรเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย มีค่าไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่คิดว่าการวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนนจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่า จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 มากที่สุด ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน มีค่าห่างจาก 0.00 มากที่สุด ส่วนคะแนนเฉลี่ยและมัธยฐานของค่าสถิติของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ความเบ้ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยในสถานการณ์นี้มีค่าอยู่ระหว่างความเบ้ของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน

ตาราง 15 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งทางด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% และขนาดความโค้งของโค้งประชากร 2.5

ความเบ้ของโค้ง	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
-.25	.4580	.6280	.7280	.5990	.7600	.8520	.4710	.6200	.7230
-.75	.4030	.5340	.6440	.5970	.7480	.8510	.3120	.4200	.5220
-1.25	.3220	.4480	.5550	.5640	.7380	.8310	.2890	.3930	.4980



ความถี่



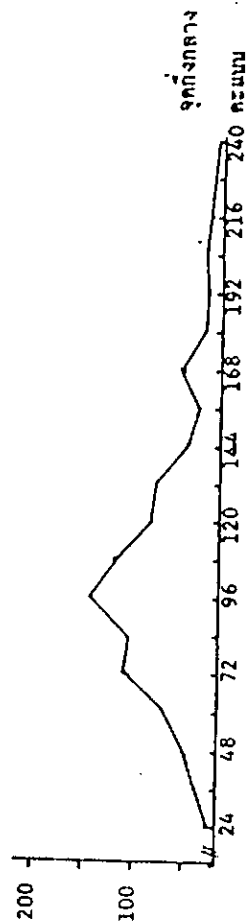
จุดกึ่งกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.021 มัธยฐาน 2.933 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.259
ค่าสูงสุด 8.520 ค่าต่ำสุด -.408 ความถี่ .799 ความเบ้ .402
ภาพประกอบ 239 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดตามการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้
ห่างโค้งของโค้ง 2.5 ความถี่ของเครื่องวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
ความถี่ของโค้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



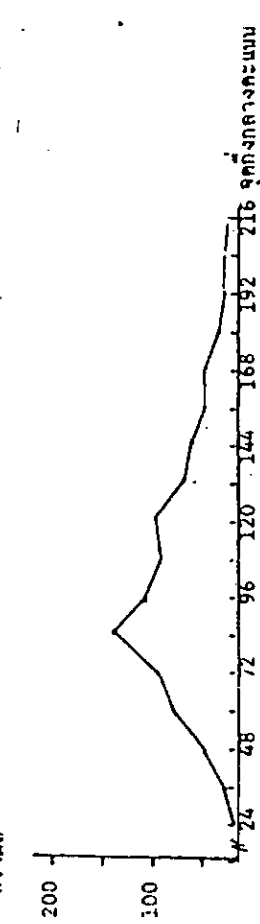
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 2.930 มัธยฐาน 2.820 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.260
ค่าสูงสุด 9.811 ค่าต่ำสุด -.998 ความถี่ 1.436 ความเบ้ .645
ภาพประกอบ 241 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดตามการกระจายของค่าสถิติของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้
ห่างโค้งของโค้ง 2.5 ความถี่ของเครื่องวัด .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



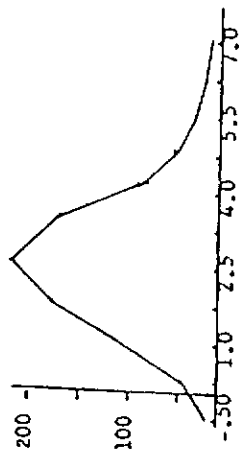
จุดกึ่งกลาง
คะแนนเฉลี่ย 107.110 มัธยฐาน 101.160 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.742
ค่าสูงสุด 266.572 ค่าต่ำสุด 21.684 ความถี่ .488 ความเบ้ .734
ภาพประกอบ 240 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดตามการ
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 239

ความถี่



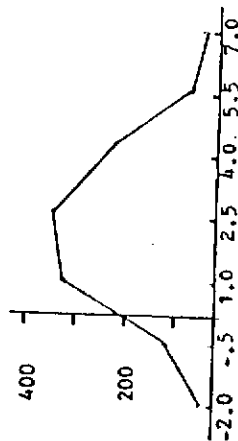
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 107.328 มัธยฐาน 101.923 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.369
ค่าสูงสุด 260.673 ค่าต่ำสุด 27.551 ความถี่ .424 ความเบ้ .640
ภาพประกอบ 242 ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนอย่างยิ่งมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดตามการ
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 241

ความถี่



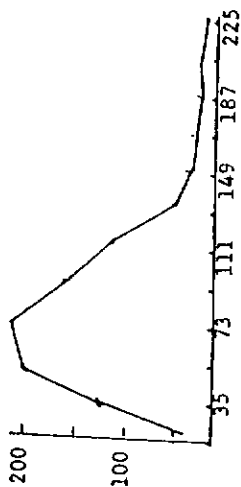
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 2.682 มัธยฐาน 2.545 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.472
ค่าสูงสุด 9.660 ค่าต่ำสุด -1.870 ความโค้ง .867 ความเบ้ .632
ภาพประกอบ 243 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดด้านการกระจายการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
ส่วนมาจากการหาโค้งทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20%
ความเบ้ของโค้ง -.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมีวัค .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



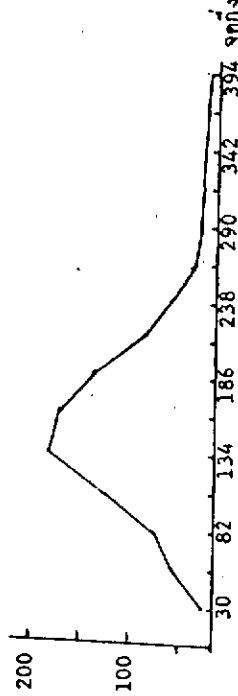
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 1.914 มัธยฐาน 1.836 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.912
ค่าสูงสุด 12.812 ค่าต่ำสุด -10.742 ความโค้ง 4.645 ความเบ้ .058
ภาพประกอบ 245 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับแก้คะแนนการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดด้านการกระจายการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
ส่วนมาจากการหาโค้งทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบปกติขนาด 20%
ความเบ้ของโค้ง -.75 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมีวัค .8 และสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6

ความถี่



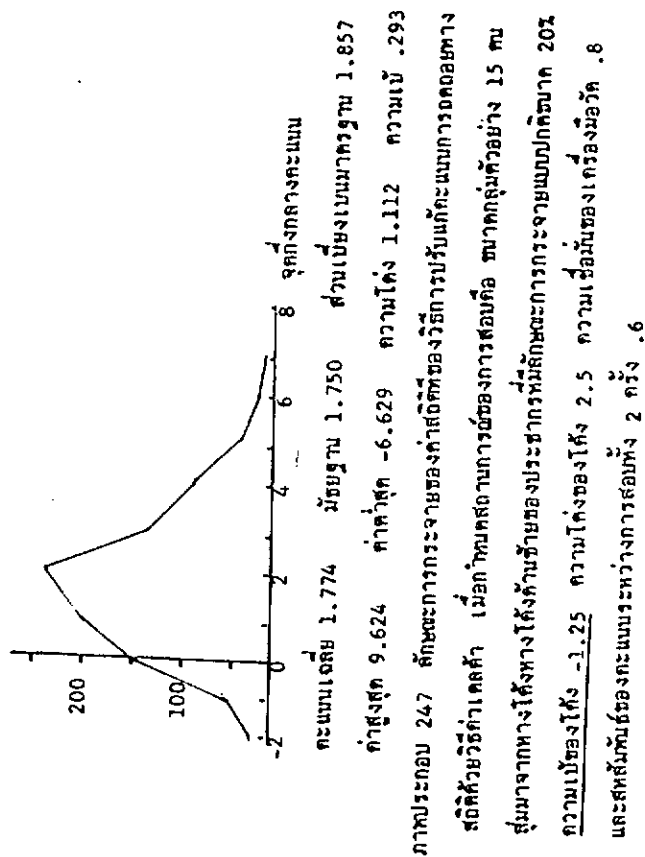
จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 84.362 มัธยฐาน 76.587 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 42.901
ค่าสูงสุด 336.489 ค่าต่ำสุด 0.0 ความโค้ง 3.153 ความเบ้ 1.403
ภาพประกอบ 244 ลักษณะการกระจายของคะแนนการสอบของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับแก้คะแนนด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดด้านการสอบการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 243

ความถี่

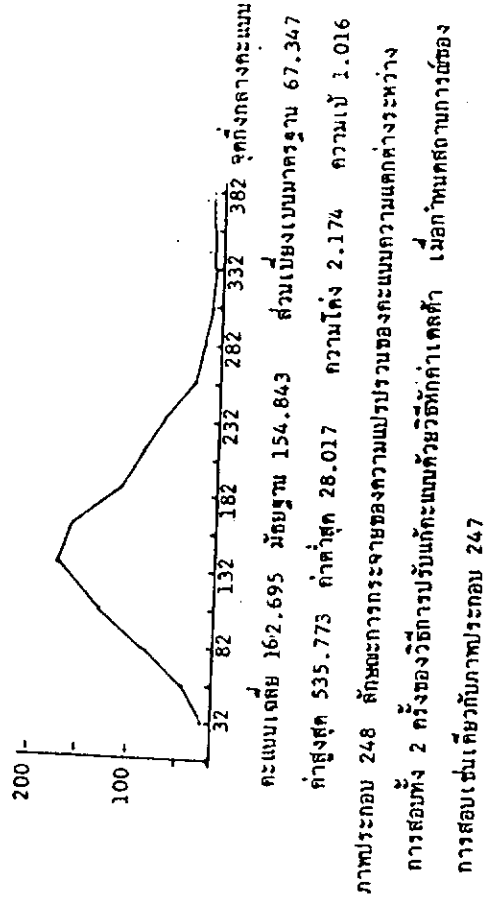


จุดกึ่งกลางคะแนน
คะแนนเฉลี่ย 148.141 มัธยฐาน 139.421 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 65.240
ค่าสูงสุด 559.344 ค่าต่ำสุด 21.133 ความโค้ง 3.269 ความเบ้ 1.267
ภาพประกอบ 246 ลักษณะการกระจายของคะแนนการสอบของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับแก้คะแนนด้วยวิธีค่าเฉลี่ย เมื่อกำหนดด้านการสอบการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 245

ความถี่



ความถี่

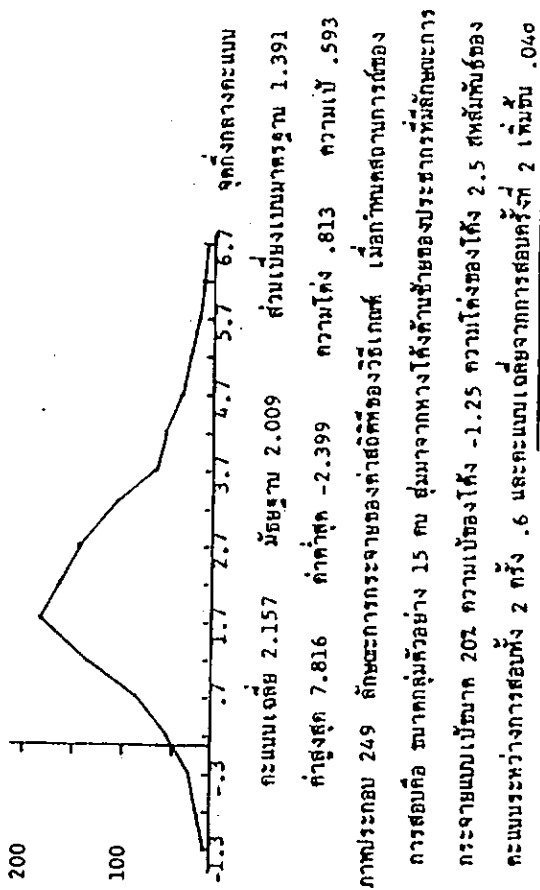


จากตาราง 15 เมื่อค่าความเบ้ของโค้งประชากรมีค่าเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อน เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของทั้ง 2 วิธีดังกล่าว จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนมีค่าห่างจาก 0.00 ที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมัธยฐานของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ความเบ้ของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนในสถานการณ์นี้ มีค่าอยู่ระหว่างความเบ้ของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและมิได้ปรับแก้คะแนน

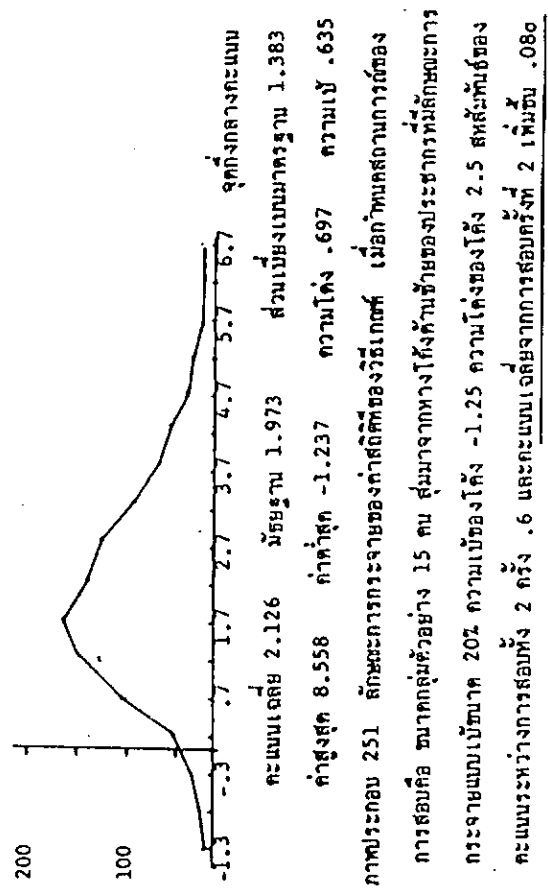
ตาราง 16 อำนาจของการทดสอบของการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหาค่าเคลต้า เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบ คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยสุ่มมาจากทางโค้งด้านซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขนาด 20% ความเบ้ของโค้งประชากร -.75 ความโค้งของโค้งประชากร 2.5

คะแนนเฉลี่ย ของการสอบ ครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น	ขนาดของ α ที่กำหนดในกรณี								
	เกณฑ์			ไม่ได้ปรับแก้คะแนน			ปรับแก้ด้วยวิธีหาค่าเคลต้า		
	.01	.025	.05	.01	.025	.05	.01	.025	.05
.04σ	.3140	.4610	.5860	.5690	.7240	.8450	.2390	.3480	.4250
.08σ	.3350	.4720	.5930	.5710	.7270	.8410	.2790	.3840	.4830
.12σ	.3290	.4560	.4730	.6100	.7600	.8520	.2780	.3840	.4900

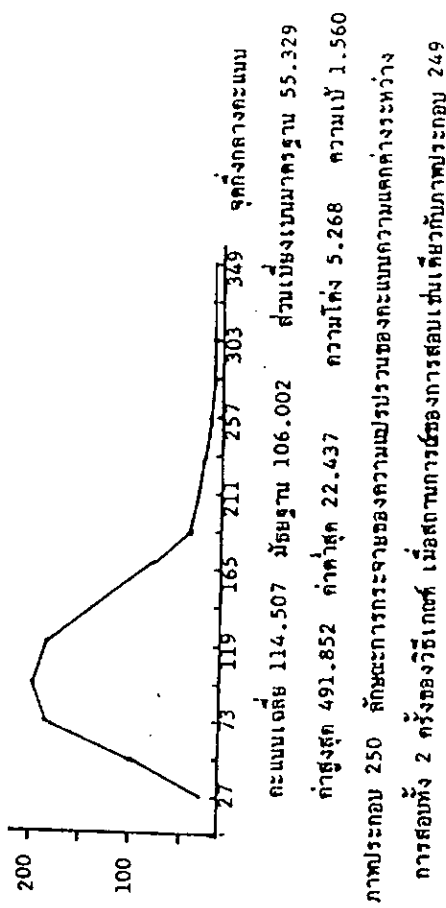
ความถี่



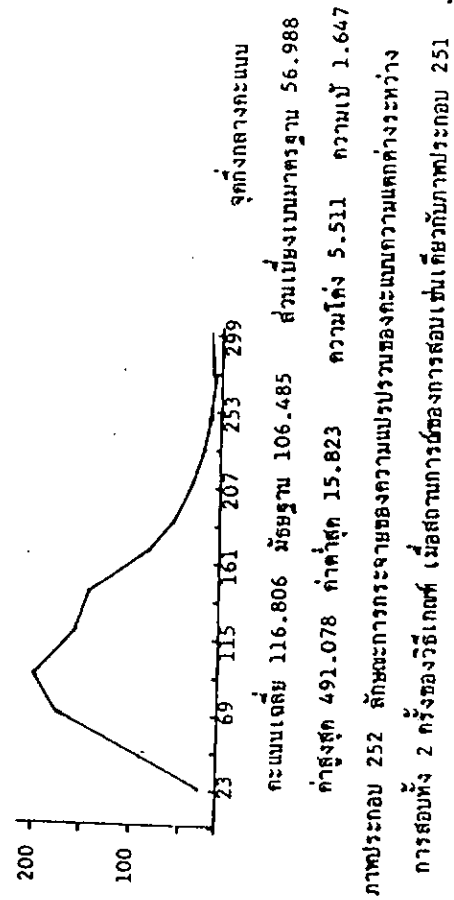
ความถี่



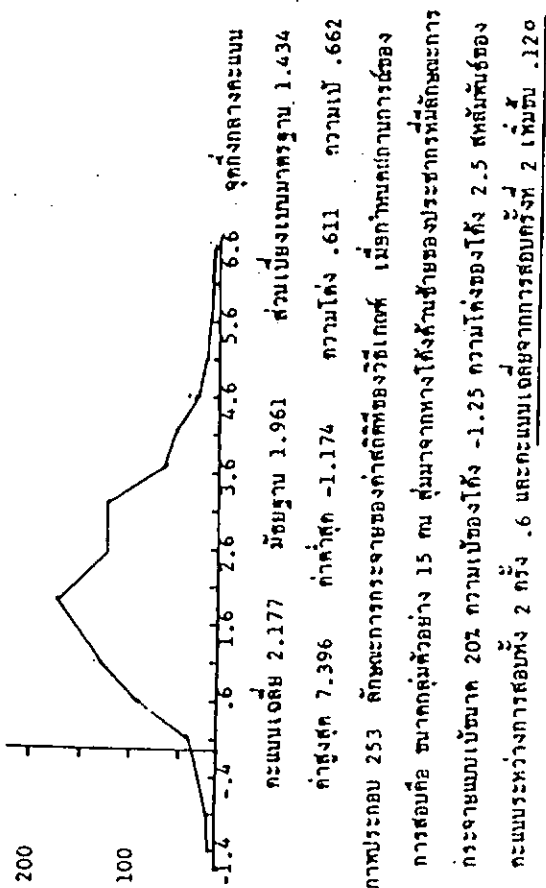
ความถี่



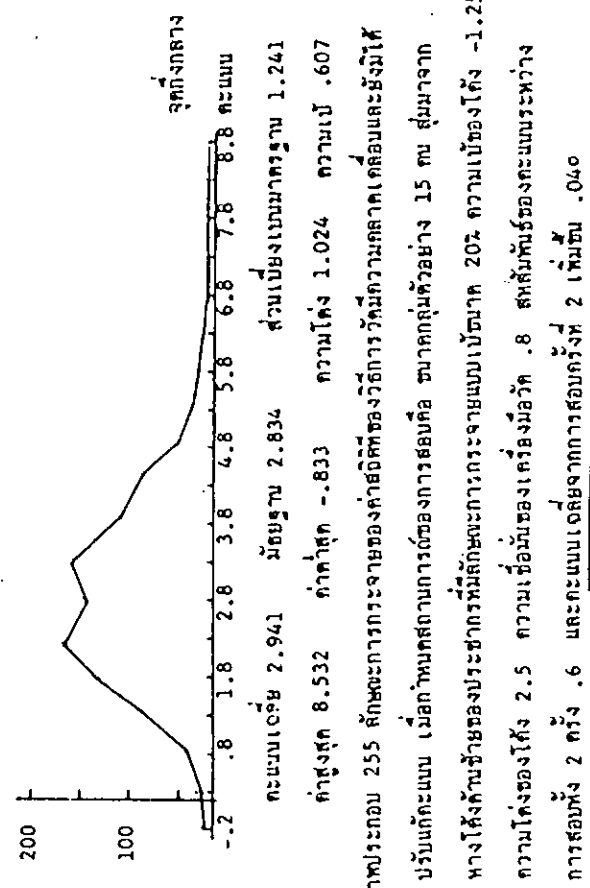
ความถี่



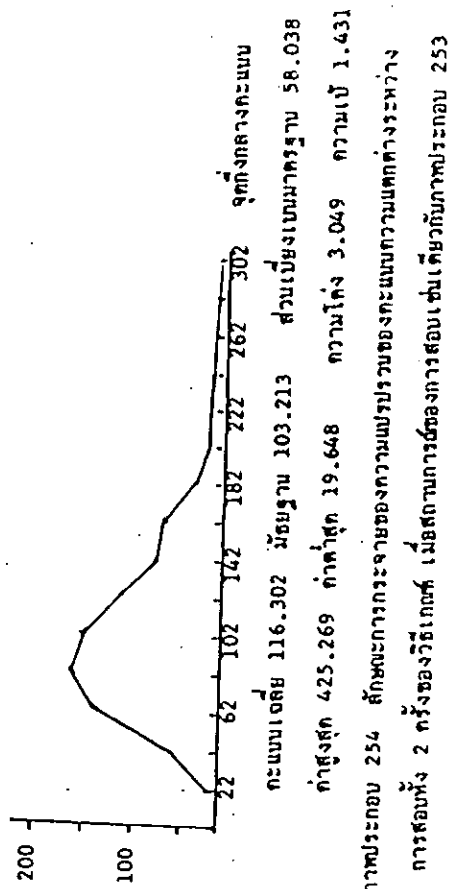
ความถี่



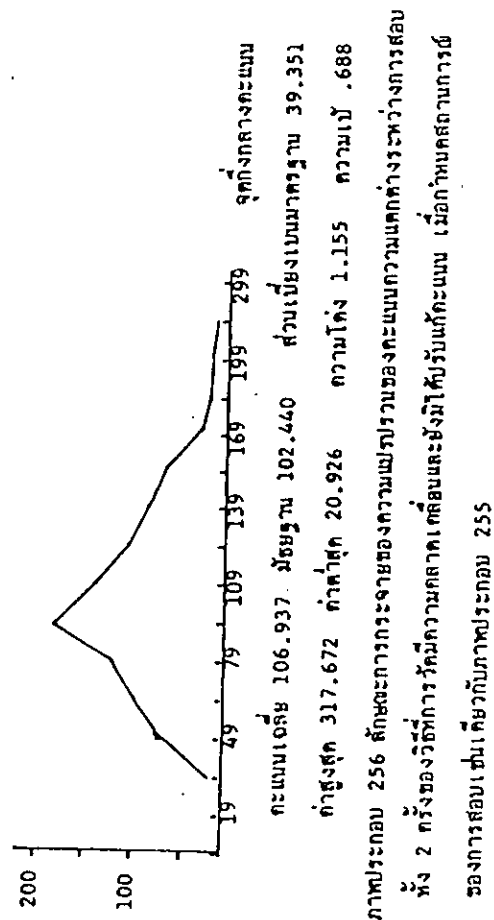
ความถี่



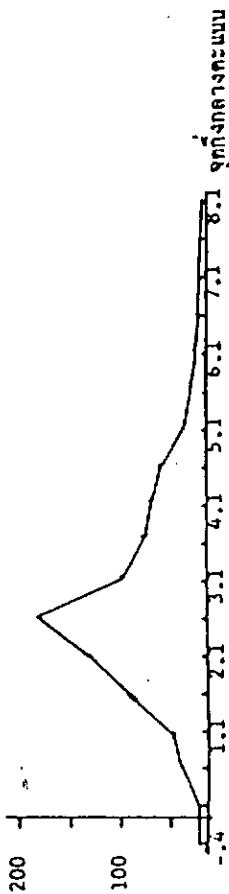
ความถี่



ความถี่

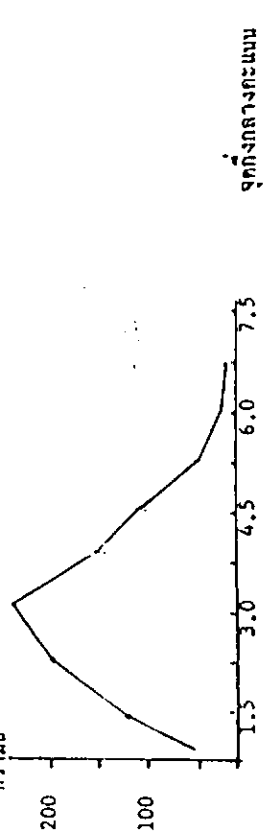


ความถี่



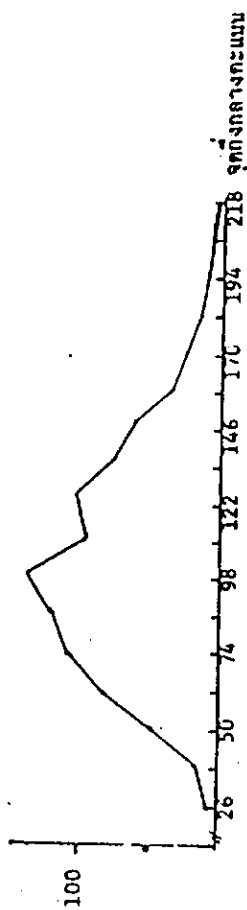
คะแนนเฉลี่ย 2.978 มัธยฐาน 2.783 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.335
ค่าสูงสุด 8.885 ค่าต่ำสุด -.676 ความโค้ง 1.241 ความเบ้ .706
ภาพประกอบ 257 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25
ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .080

ความถี่



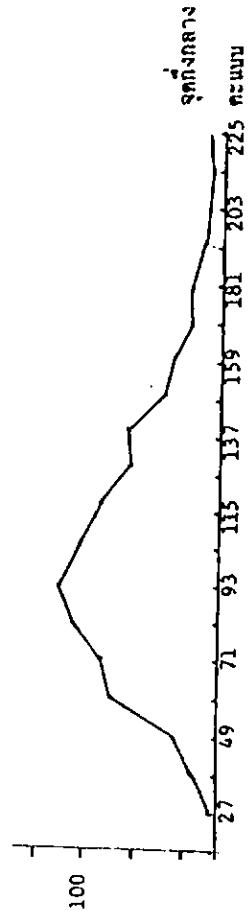
คะแนนเฉลี่ย 3.041 มัธยฐาน 2.951 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.245
ค่าสูงสุด 10.201 ค่าต่ำสุด -.769 ความโค้ง 1.643 ความเบ้ .717
ภาพประกอบ 259 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้
ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของโค้ง -1.25.
ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่าง
การสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .120

ความถี่



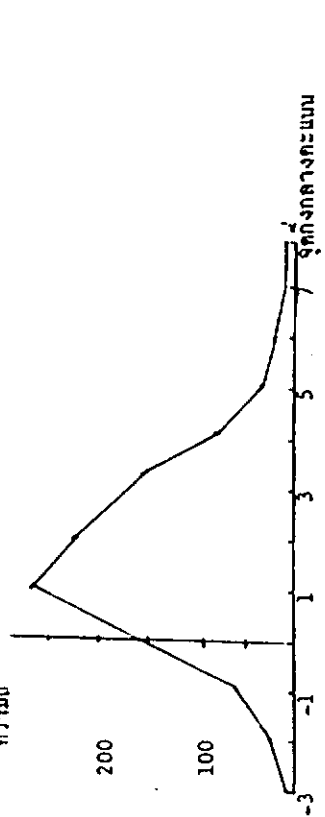
คะแนนเฉลี่ย 106.886 มัธยฐาน 101.363 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.070
ค่าสูงสุด 266.527 ค่าต่ำสุด 24.732 ความโค้ง .579 ความเบ้ .671
ภาพประกอบ 258 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์การ
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 257

ความถี่



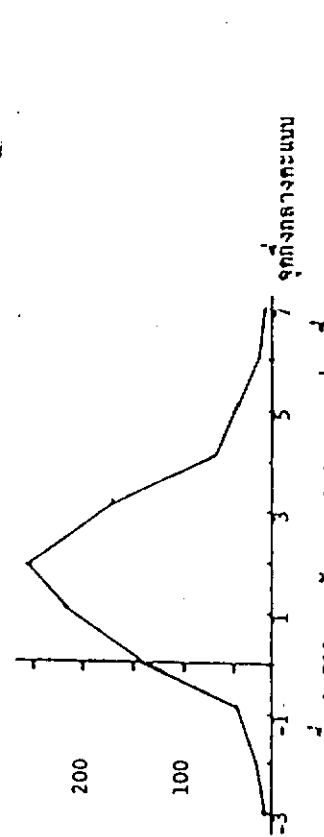
คะแนนเฉลี่ย 107.514 มัธยฐาน 101.398 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40.522
ค่าสูงสุด 250.683 ค่าต่ำสุด 23.355 ความโค้ง -.014 ความเบ้ .576
ภาพประกอบ 260 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบ
ทั้ง 2 ครั้งของวิธีการวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน เมื่อกำหนดสถานการณ์การ
ของการสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 259

ความถี่



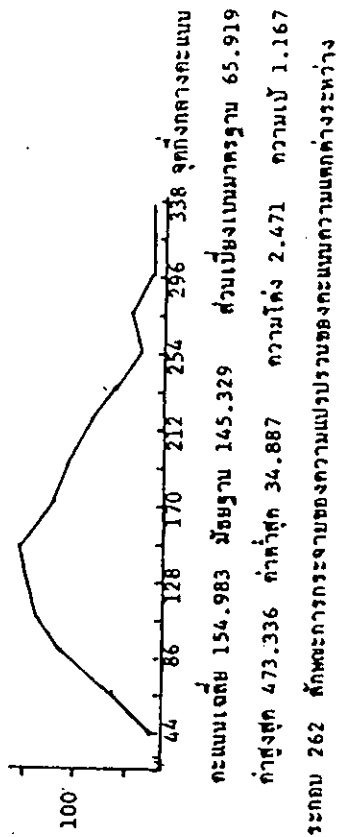
คะแนนเฉลี่ย 1.583 มัธยฐาน 1.452 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.742
ค่าสูงสุด 11.836 ค่าต่ำสุด -4.209 ความโค้ง 2.157 ความเบ้ .649
ภาพประกอบ 261 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงลักษณะแบบการทดลองทางสถิติ
ด้วยวิธีค่าเคลสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของ
โค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 สหสัมพันธ์ของคะแนน
ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .040

ความถี่



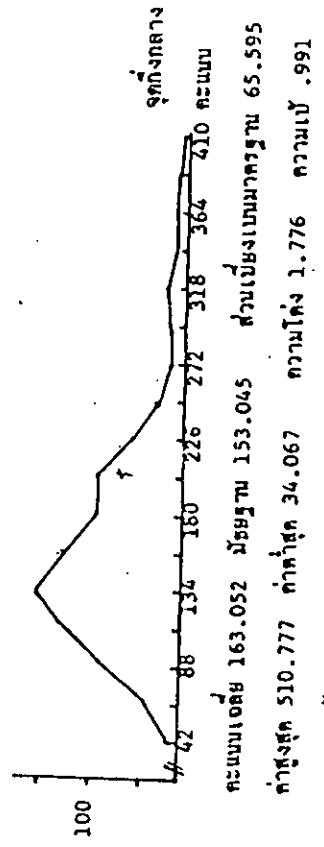
คะแนนเฉลี่ย 1.792 มัธยฐาน 1.708 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.834
ค่าสูงสุด 14.908 ค่าต่ำสุด -5.244 ความโค้ง 4.325 ความเบ้ .706
ภาพประกอบ 263 ลักษณะการกระจายของค่าสถิติของวิธีการปรับปรุงลักษณะแบบการทดลองทางสถิติ
ด้วยวิธีค่าเคลสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการสอบคือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน สุ่มมาจาก
ทางโค้งทางโค้งซ้ายของประชากรที่มีลักษณะการกระจายแบบเบ้ขวา 20% ความเบ้ของ
โค้ง -1.25 ความโค้งของโค้ง 2.5 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนัก .8 สหสัมพันธ์ของคะแนน
ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง .6 และคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น .080

ความถี่

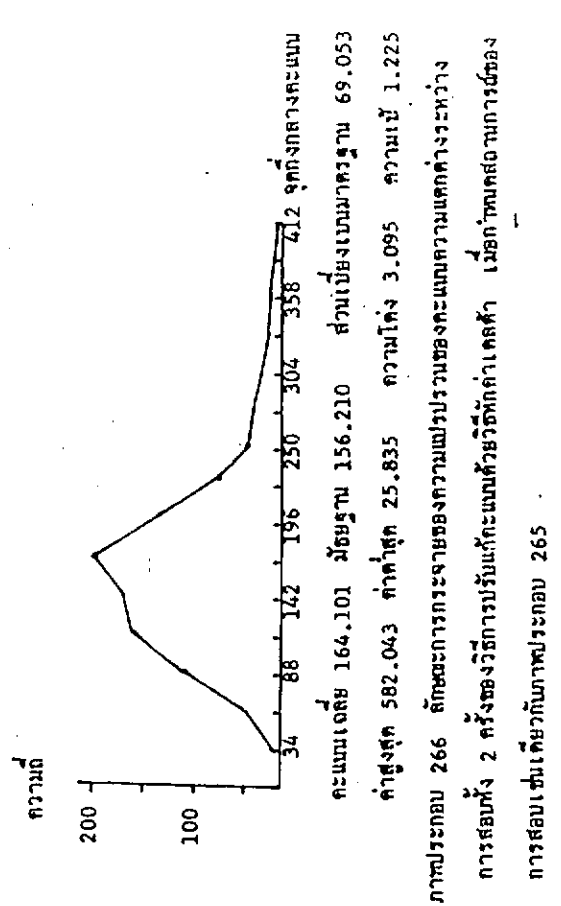
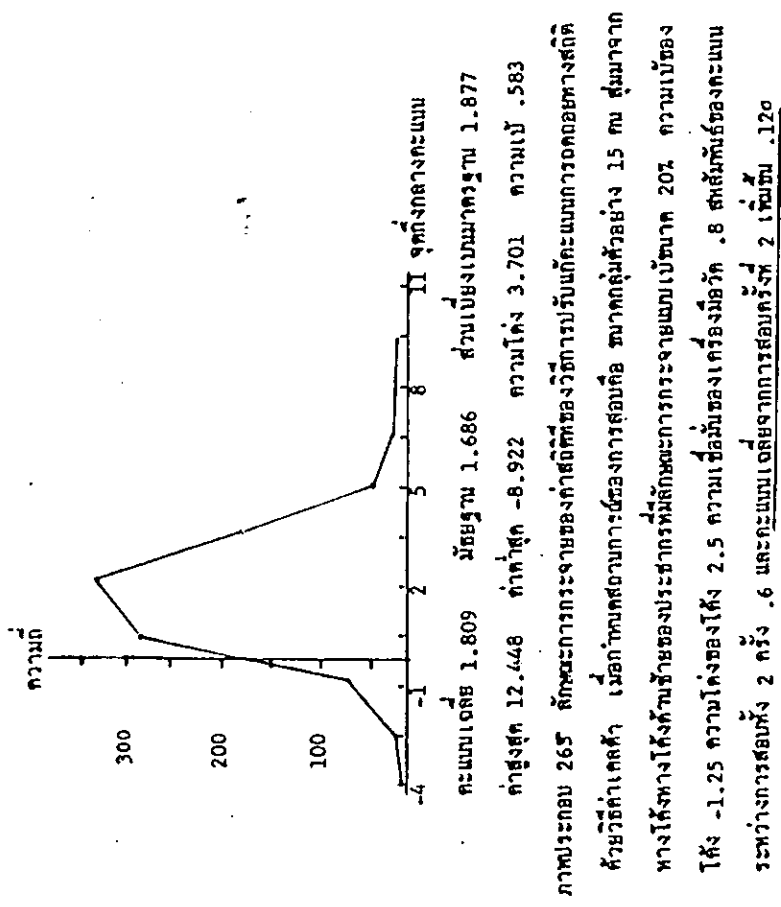


คะแนนเฉลี่ย 154.983 มัธยฐาน 145.329 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 65.919
ค่าสูงสุด 473.336 ค่าต่ำสุด 34.887 ความโค้ง 2.471 ความเบ้ 1.167
ภาพประกอบ 262 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับปรุงลักษณะด้วยวิธีค่าเคลสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 261

ความถี่



คะแนนเฉลี่ย 163.052 มัธยฐาน 153.045 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 65.595
ค่าสูงสุด 510.777 ค่าต่ำสุด 34.067 ความโค้ง 1.776 ความเบ้ .991
ภาพประกอบ 264 ลักษณะการกระจายของคะแนนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการ
การสอบทั้ง 2 ครั้งของวิธีการปรับปรุงลักษณะด้วยวิธีค่าเคลสส์ เมื่อกำหนดสถานการณ์ของการ
การสอบเช่นเดียวกับภาพประกอบ 263



จากตาราง 16 เมื่อคะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยจากการสอบครั้งแรกมากขึ้น ค่าอำนาจของการทดสอบของวิธีการปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้ามักเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน จะให้ค่าอำนาจของการทดสอบต่ำกว่าอำนาจของการทดสอบของ 2 วิธีดังกล่าว และจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของค่าสถิติที่ ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติที่วิธีการปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้ามักมีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 มากที่สุด ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนมีค่าห่างจาก 0.00 ที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยและมีฐานของแต่ละวิธีทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาการกระจายของความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ความแปรปรวนของวิธีปรับแก้คะแนนด้วยวิธีหักค่าเคลต้ามักมีค่าอยู่ระหว่างความแปรปรวนของวิธีเกณฑ์ และวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ผลการปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติทั้ง 3 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. การปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริง ทั้งกรณีที่เกิดส่วนสุกโต้งของโง้งจากโง้งของคะแนนจริง และโง้งของคะแนนจากการวัด ให้ผลการปรับแก้คือ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเชนทรอล ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเชนทรอลให้ค่าอำนาจของการทดสอบสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

2. การปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยการใช้คะแนนความแตกต่างทดลอง ทั้งกรณีที่คิดส่วนสุกโต้งของโง้งจากโง้งของคะแนนจริง และโง้งของคะแนนจากการวัดให้ผลการปรับแก้คือ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าเข้าใกล้ 0.00 ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเชนทรอล และกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเชนทรอลให้ค่าอำนาจของการทดสอบมีค่าเข้าใกล้ 0.00 เช่นกัน

3. การปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีหักคะแนนความแตกต่างทดลอง (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างจากการวัดให้ผล คือ

3.1 การปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีหักคะแนนความแตกต่างทดลอง (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างจากการวัดเมื่อคิดส่วนสุกโต้งของโง้งจากโง้งของคะแนนจากการวัด ให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเชนทรอล กรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเชนทรอลให้ค่าอำนาจของการทดสอบสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อน และมิได้ปรับแก้คะแนน

3.2 การปรับแก้คะแนนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีหักคะแนนความแตกต่างทดลอง (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างจากการวัดเมื่อคิดส่วนสุกโต้งของโง้งจากโง้งของคะแนนจริงให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 น้อยกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ เมื่อผลการทดลองเป็นแบบเชนทรอล เมื่อผลการทดลองเป็นแบบนอนเชนทรอลให้ค่าอำนาจของการทดสอบน้อยกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์

สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อเปรียบเทียบแนวการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดในการวัดกลุ่มสุตโตง 3 วิธี ได้แก่ การปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริง การปรับแก้โดยใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย และการปรับแก้โดยการหักค่าคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ ว่าวิธีปรับแก้ใดให้ผลใช้ได้ และวิธีปรับแก้ใดให้ผลการปรับแก้ดีที่สุด ทั้งในกรณีผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอลและนอนเซนทรอล ซึ่งวิธีการศึกษาใช้วิธีมอนติคาร์โล โดยการจำลองสถานการณ์ของการสอบ เพื่อเป็นข้อมูลของการศึกษา ในการศึกษาได้กำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ศึกษา คือ สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ขนาดความสุตโตงของโค้งประชากร ลักษณะของโค้งประชากรที่เป็นแบบปกติและแบบเบ้ โดยแต่ละเงื่อนไขได้กำหนดค่าที่ศึกษาให้มีค่าต่างกันเงื่อนไขละ 3 ขนาด ซึ่งการกำหนดค่านั้น กำหนดตามหลักการและเหตุผลที่มาสนับสนุนในแต่ละเงื่อนไข จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาศึกษา คือ ข้อมูลที่เป็นคะแนนของการสอบครั้งที่ 1 และคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 จากนั้นจึงดำเนินการจำลองสถานการณ์ในการปรับแก้คะแนนตามแนวการปรับแก้แต่ละวิธีต่อไป ในการพิจารณาว่าแนววิธีปรับแก้ใดให้ผลเป็นที่ยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้หรือไม่ นั้น มีเกณฑ์คือ ถ้าผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล พิจารณาที่ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ถ้าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีปรับแก้ใด มีค่าน้อยกว่า ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลใช้ได้ และถ้าค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแนววิธีปรับแก้ใดมีค่าน้อยที่สุด แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลดีที่สุด แต่ถ้าผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล พิจารณาที่อำนาจของการทดสอบ ถ้าอำนาจของการทดสอบของแนววิธีปรับแก้ใดมีค่ามากกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ แนววิธีปรับแก้ันั้นให้ผลการปรับแก้เป็นที่ยอมรับว่าใช้ได้ และเมื่ออำนาจของการทดสอบของแนววิธี

ปรับแก้ไคมีค่ามากที่สุด แนววิธีรับแก้ันให้ผลดีที่สุด แต่ทั้งนี้อำนาจของการทดสอบของวิธีรับแก้ันนั้นจะต้องน้อยกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อน และยังมีได้ปรับแก้กะแนค้วย ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

ผลการวิจัย

ผลการปรับแก้กะแนคการลดคยทางสถิติทั้ง 3 วิธี แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

- ก. การปรับแก้ที่ให้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้
- ข. การปรับแก้ที่ให้ผลไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้

การปรับแก้ที่ให้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้ คือ การปรับแก้กะแนคการลดคยทางสถิติด้วยวิธีหักกะแนคการลดคยทางสถิติ (เคลต้า) ออกจากกะแนคความแตกต่างที่วัดได้ โดยคิดความสุคโต่งของไค้งของไค้งของกะแนคจริงในกรณีทีผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล ดังจะเห็นได้จากค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีรับแก้ันมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมีได้ปรับแก้กะแนค ซึ่งรายละเอียดของผลการปรับแก้กะแนคของวิธีนี้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้ค่าต่าง ๆ ที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเงื่อนไขมีดังนี้

1. กรณีที่ไค้งของประชากรมีลักษณะการกระจายแบบปกติ

1.1 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไป คือ สหสัมพันธ์ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้ง มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ขนาดความสุคโต่งของไค้งประชากร และความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดมีค่าคงที่ พบว่า วิธีรับแก้กะแนคการลดคยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อคิดส่วนสุคโต่งของไค้งจากไค้งของกะแนคจริงให้ผลการปรับแก้ดีขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากยิ่งค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบทั้ง 2 ครั้งเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะยิ่งลดลง

1.2 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไปคือ ขนาดความสุคโต่งของไค้งประชากรที่นำมาศึกษามีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง สหสัมพันธ์ระหว่างกะแนคจาก

การสอบทั้ง 2 ครั้ง และความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดครั้งที่ พบว่า วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลตต้าเมื่อคิดส่วนสุทธองโค้งจากโค้งของคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ที่ขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากขนาดความสุทธองโค้งของโค้งประชากรมีขนาดใหญ่ขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะยิ่งลดลง

1.3 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไปคือ ขนาดของความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง และขนาดความสุทธองโค้งของโค้งประชากรที่นำมาศึกษาครั้งที่ พบว่าวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลตต้าเมื่อคิดส่วนสุทธองโค้งของโค้งประชากร จากโค้งของคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ที่น้อยลง ซึ่งจะเห็นได้จากยิ่งขนาดของความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะยิ่งเพิ่มขึ้น

1.4 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไปคือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ ขนาดความสุทธองโค้งของโค้งประชากรที่นำมาศึกษา ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด และสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบสองครั้งมีค่าครั้งที่ พบว่า วิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลตต้า เมื่อคิดส่วนสุทธองโค้งจากโค้งของคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ที่น้อยลง ซึ่งเห็นได้จากยิ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ยิ่งเพิ่มขึ้น

2. กรณีที่โค้งของประชากรมีลักษณะการกระจายแบบเบ้

2.1 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไปคือ ความโค้งของโค้งมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ขนาดความสุทธองโค้งของโค้งประชากรที่นำมาศึกษาและความเบ้ของโค้งประชากรครั้งที่ พบว่า วิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลตต้าเมื่อคิดส่วนสุทธองโค้งของโค้งประชากรจากคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ที่ขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากถึงแม้ค่าความโค้งของโค้งจะเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่แตกต่างกัน

2.2 เมื่อกำหนดให้ค่าที่เปลี่ยนไปคือ ความเบ้ของโค้งประชากรที่นำมาศึกษามีขนาดเพิ่มขึ้น โดยเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง ความเชื่อมั่น

ของเครื่องมือวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ขนาดความสุดโต่งของโค้งประชากรที่นำมาศึกษา และความโค้งของโค้งประชากรมีค่าคงที่ พบว่า วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเคลต้า เมื่อคิดส่วนสุดโต่งของโค้งจากโค้งของคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ดีขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อความเบ้ของโค้งประชากรเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะลดลง

การปรับแก้ที่ให้ผลไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้ มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริง หักรณที่คิดส่วนสุดโต่งของโค้งจากโค้งของคะแนนจริง และโค้งของคะแนนจากการวัด มีผลการปรับแก้คือ เมื่อผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอล จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มากกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ทุกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล ค่าอำนาจของการทดสอบของแนววิธีปรับแก้มีค่าสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนทุกเงื่อนไขของการทดลอง ผลการปรับแก้ดังกล่าวให้ผลเช่นเดียวกัน ทั้งกรณีที่การกระจายของประชากรเป็นแบบปกติและการกระจายแบบเบ้

2. วิธีการปรับแก้โดยใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย หักรณที่คิดส่วนสุดโต่งของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจริงและโค้งของคะแนนจากการวัด มีผลการปรับแก้คือ เมื่อผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอลจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าเข้าใกล้ 0.00 ทุกเงื่อนไขของการทดลอง และเมื่อผลการทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอลจะให้ค่าอำนาจของการทดสอบเข้าใกล้ 0.00 ทุกเงื่อนไขของการทดลองเช่นเดียวกัน การปรับแก้ดังกล่าวให้ผลเช่นเดียวกัน ทั้งกรณีที่การกระจายของประชากรเป็นแบบปกติและการกระจายแบบเบ้

3. วิธีการปรับแก้โดยหักคะแนนการถดถอย (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ เมื่อคิดส่วนสุดโต่งของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจากการวัด มีผลการปรับแก้คือ เมื่อผลการทดลองเป็นแบบเซนทรอลจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีเกณฑ์ และมากกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน ทุกเงื่อนไขของการทดลอง และเมื่อผลการ

ทดลองเป็นแบบนอนเซนทรอล ให้ค่าอำนาจของการทดสอบสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธี เกณฑ์และสูงกว่าอำนาจของการทดสอบของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน ทุกเงื่อนไขของการทดสอบ การปรับแก้ดังกล่าวให้ผลเช่นเดียวกันทั้งกรณีของการกระจายของประชากร เป็นแบบปกติ และการกระจายแบบเบ้

อภิปรายผลการวิจัย

การที่วิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่าคะแนนจริงให้ผลการปรับแก้ทำให้ทั้งความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบมากกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบของวิธีเกณฑ์ และมากกว่าค่าของวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน พออธิบายได้ดังเหตุผลคือ วิธีการประมาณค่าคะแนนจริง ทำให้คะแนนจากการประมาณค่ามีค่าเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มมากยิ่งขึ้น (Mehren and Lehmann. 1975 : 93 - 94) ดังนั้นคะแนนจากการประมาณค่านี้จะไปลดความคลาดเคลื่อนอย่างไม่เป็นระบบออก มีผลทำให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการประมาณค่าของค่าสถิติมีค่าลดลง ในขณะที่ความแตกต่างเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้งที่ได้จากการประมาณค่ามีค่าคงที่ ดังนั้นจึงมีผลทำให้ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบของวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีประมาณค่ามีค่าสูงขึ้น คือ สูงกว่าวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนน

ส่วนการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีใช้คะแนนความแตกต่างถดถอยให้ผลการปรับแก้ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบใกล้เคียงกับ 0.00 พออธิบายได้ดังนี้ คือ คะแนนสอบครั้งที่ 2 จากการทำนายจะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนของการสอบครั้งที่ 2 จากการวัดมาก (Kerlinger. 1981 : 605) และนอกจากนี้คะแนนจากการวัดจะกระจายอยู่ในลักษณะที่บางคะแนนสูงกว่าคะแนนจากการทำนาย และบางคะแนนต่ำกว่าคะแนนจากการทำนายในปริมาณใกล้เคียงกัน จึงมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนจากการวัด

และคะแนนจากการทำนาย มีค่าใกล้เคียงกับ 0.00 ด้วย จึงเป็นเหตุให้ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบใกล้เคียงกับ 0.00 เช่นกัน

เหตุผลที่การปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ เมื่อคิดส่วนสุทธของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจากการวัดให้ผลการปรับแก้ที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบมากกว่าวิธีเกณฑ์ และมากกว่าวิธีที่การวัดมีความคลาดเคลื่อนและยังมิได้ปรับแก้คะแนนนั้น ในขณะที่ผู้วิจัยยังไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในลักษณะดังกล่าวได้

ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่ให้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้ คือ วิธีปรับแก้ด้วยวิธีหักค่าเฉลี่ยออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ เมื่อคิดส่วนสุทธของทางโค้งจากโค้งของคะแนนจริง แต่ให้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้เฉพาะในกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซโทรล คือ ผลการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในสภาพความเป็นจริงถ้าผู้วิจัยนำวิธีปรับแก้มาใช้ ผู้วิจัยจะต้องประมาณค่าคะแนนจริงจากคะแนนที่วัดได้ ซึ่งในขั้นนี้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น และไม่สะดวก นอกจากนี้วิธีการปรับแก้ให้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ในการยอมรับว่าผลการปรับแก้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซโทรลเพียงอย่างเดียวดังที่กล่าวแล้ว ซึ่งในสภาพการณ์จริงก่อนวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยไม่มีโอกาสทราบว่าผลการทดลองของตนเป็นแบบเซโทรลหรือนอนเซโทรล ดังนั้น วิธีการปรับแก้จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสภาพการทดลองจริง

จากผลการศึกษา และเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้สรุปได้ว่า วิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติทั้ง 3 วิธีคือ วิธีปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริง วิธีใช้คะแนนความแตกต่างถดถอย และวิธีหักคะแนนการถดถอยทางสถิติ (เฉลี่ย) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ ยังไม่สามารถนำมาใช้ปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดในการวัดตามสภาพการณ์ของห้องเรียนจริงได้ ทั้งกรณีที่ผลการทดลองเป็นแบบเซโทรล หรือนอนเซโทรล

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแนวทางที่ชี้แนะว่า วิธีการที่น่าจะนำมาใช้ในการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติที่เกิดขึ้นในการวัดได้ คือ การนำเอาวิธีปรับแก้ด้วยการประมาณค่าคะแนนจริง และวิธีปรับแก้โดยใช้คะแนนแตกต่างถดถอยมาปรับแก้ร่วมกัน ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการปรับแก้โดยการประมาณค่าคะแนนจริงนั้น สามารถปรับความแปรปรวนของประชากรให้น้อยลง ซึ่งมีผลทำให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนลดลงด้วย ส่วนวิธีการปรับแก้โดยใช้คะแนนความแตกต่างถดถอยนั้น สามารถปรับผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้งให้ลดลงได้ ดังนั้นจึงเป็นการปรับทั้ง 2 ส่วน ซึ่งน่าจะทำให้ผลการปรับแก้ใกล้เคียงกับคะแนนจริง จึงเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจที่จะทำการศึกษาแนววิธีปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติต่อไป คือ การรูปแบบที่จะนำแนววิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ 2 วิธีดังกล่าวมาผสมกัน

2. ในกรณีที่นักวิจัยต้องการทราบว่า การทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีการวัดก่อนและหลัง (Pre test - Post test design) ให้ผลหรือไม่ กล่าวคือ สิ่งทดลอง (treatment) ส่งผลหรือไม่นั้น ควรจะเลือกใช้วิธีการปรับแก้โดยการหักคะแนนความแตกต่างถดถอย (เคลต้า) ออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้ ทั้งนี้เพราะวิธีนี้ให้ค่าอำนาจของการทดสอบต่ำกว่าอำนาจของการทดสอบทางวิธีเกณฑ์ นั่นคือ ถ้าผลการวิเคราะห์ปรากฏมีความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อน และหลังการทดลองจะสามารถสรุปได้อย่างมั่นใจว่าสิ่งทดลองให้ผลจริง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- "การสอบซ่อมเสริม,". มิตรครู. 3 : 53 - 55, กุมภาพันธ์ 2527.
- คำรง ศิริเจริญ. การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสนใจในวิธีการเรียน
จัดมโนภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความแปรปรวนของอัตราการเรียนรู้ (Learning
rate variance) ระหว่างนักเรียนที่สอนโดยวิธีการเรียนรู้เพื่อรู้แจ้ง (Mastery
learning) กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีบรรยาย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- บัญญัติ พนเจริญสวัสดิ์. "ข้อมูลมอดิเคอร์โลสำหรับการกระจายปกติ," วารสารวิทยาศาสตร์.
38 : 700 - 704 พฤศจิกายน, 2527.
- ไพรมหา พจนพิมล. การศึกษาแบบมอดิเคอร์โล : การเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบของ
ที-เทส, วิลค็อกซัน เทส, เทอร์-โฮฟต์ิง, นอมอล-สก็อต เทส และแวนเดอแวร์เตน
นอร์มอล-สก็อต เทส ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 แบบ. วิทยานิพนธ์
ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, อัดสำเนา.
- ละเอียด รัชต์เผ่า. รูปแบบการสอนเป็นกลุ่มที่ให้ผลการเรียนใกล้เคียงกับผลการสอนแบบครู
หนึ่งคนต่อนักเรียนหนึ่งคน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- วิชาการ, กรม. คำชี้แจงรายละเอียดประกอบหนังสือกรมวิชาการ เลขที่ ศธ. 0608/9547
ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2525 เรื่องการไต่ระดับผลการเรียนในหลักสูตรมัธยมศึกษา
ตอนปลาย พุทธศักราช 2524. 2525. อัดสำเนา.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. ม.ป.ท., 2529.
- ศึกษานิเทศการ, กระทรวง. คู่มือการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2527. 2521.
_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร 2525.

- สมชัย ยืนนาน. การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โลเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองกลุ่ม. วิทยาภิพันธ์ บช.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- สาวัญศึกษา, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์. คู่มือการจัดสอนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัว. ม.ป.ท., 2529. อัดสำเนา.
- สุกัน เทียนทอง. "การสอนซ่อมเสริมเพื่อให้ผ่านเกณฑ์," ประชาศึกษา. 7 : 22 - 24 เมษายน, 2528.
- สุธรรม จันทรหอม. "การเรียนรู้แบบผ่านเกณฑ์หรือแบบรอบรู้," วารสารการวัดผลการศึกษา. 1 : 1 - 9 พฤษภาคม - สิงหาคม, 2527.
- Anastasi, Anne. Differential Psychology. 3rd ed., New York, McMillan Publishing Co, Inc. 1970.
- Ary, Donald and Lucy Cleser Jacobs and Asgher Razavieh. Introduction to Research in Education. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1979.
- Best, John W. and James V. Kahn. Research in Education. 5th ed., New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.
- Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School Learning. New York, McGraw-Hill Book Company, 1976.
- Bloom, Benjamin S., George F. Madaus and Thomas J. Hastings. Evaluation to Improve Learning. New York, McGraw-Hill Book Company, 1981.
- Boonruangrutana, Samrerang. "What Happens When Correlated Errors are Introduced?" Educational and Psychological Test Bureau Srinakharinwirot University, November, 1978. Typed.
- Campbell, Donald. J. and Julian. C. Stanley. Experimental and Quasi-experimental Designs for Research. Chicago, Rand McNally College Publishing Company, 1963.
- Fleishman, Allen I. "A Method for Simulating Non-normal Distributions," Psychometrika. 4 : 521-531, December, 1978.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. Tokyo, Kogakusha Company, Ltd., 1965.
- Gulliksen, Harold. Theory of Mental Tests. New York, John Wiley and Sons, Inc, 1950.

- Harnett, Donald L. Introduction to Statistical Methods. London, Addison-Wesley Publishing Company, 1971.
- Isaac, Stephen and Michael B. William. Handbook in Research and Evaluation. San Diego, California, 1983.
- Johnson, Clemens M. A Review of Research Methods in Education. Chicago, Rand Mc Nally College Publishing Company, 1977.
- Kerlinger, Fred. N. Fundation of Behavioral Research. 2nd ed., Tokyo, Holt-Saungers, 1981.
- Kerlinger, Fred. N. and Elazar Pedhazur. Multiple Regression in Behavioral Research. New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1973.
- Lewin, Mirian Understanding Psychological Research. New York, John wiley and Sons Inc., 1979.
- Lohnes, Paul. R. and Cooley W. William. Introduction to Statistical Procedures : with Computer Exercises. New York, John, Wiley and Sons, Inc., 1968.
- Lord, Frederic M. and Melvin B. Novick. Statistical Theories of Mental Test Scores. Massachusetts, Addison-Westey, 1968.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation Education and Psychology. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- Mouly, George J. The Science of Educational Research. New York, American Book Company, 1963.
- Nisbet, D.J. and Entwistle. Educational Research Methods. London, University of London Press Ltd., 1970.
- Pravalpruk, Kowit. Investigation of Two Proposed Solutions to the Multiple Fallible Covariable Problem for Quasi-Experiments. Doctor's Thesis, Michigan State University, 1974.
- Sax, Gibert. Foundation of Eucational Research. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.
- Shannon, Robert E. Systems Simulation:the art and science. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1975.
- Slavin, Robert E. Research Methods in Education : A Practical Guide. New Jersey, Prentic-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1984.
- Taha, Hamdy A. Operations Research on Introduction. 3rd ed., New York, Macmillan Publishing Co. Inc., 1982.

- Tuckman, Bruce W. Conducting Educational Research. New York, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1972.
- Vockell, Edward L. Educational Research. New York, Mcmillan Publishing Co. Inc., 1983.
- Wiersma, William. Research Methods in Education. An Introduction New York, J.B. Lippincott Company, 1969.
- Yakowity, Sidney J. Computational Probability and Simulation. London, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1972.
- Yamane, Taro. Statistics: An Introductory Analysis, 3rd ed., Tokyo, Harper International Edition, 1973.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

แสดงค่าสัมประสิทธิ์ b , c และ d ตามวิธีของฟลิชแมน

ตาราง 17 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ b, c และ d ตามวิธีการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจง
แบบเบ้ของ ฟลิซแมน

ความ เบ้		ความ โค้ง			B	C	D
1.75	3.75	0.92966052480111	0.39949667453766	-0.03646699281275			
1.50	3.75	0.86588620352314	0.22102762101262	0.02722069915809			
1.50	3.50	0.88690855456083	0.23272187792846	0.01875401444244			
1.50	3.25	0.91023877496903	0.24780864411835	0.00869952997029			
1.50	3.00	0.93620992090360	0.26831868322542	-0.00368190099903			
1.50	2.75	0.96443747224458	0.29807621191230	-0.01963521430303			
1.50	2.50	0.99209856718687	0.34526935903177	-0.04181526211241			
1.25	3.75	0.81888156132542	0.16064255561731	0.04916517172492			
1.25	3.50	0.83472669039047	0.16546665419634	0.04385221308384			
1.25	3.25	0.85174062710067	0.17101073821620	0.03803066692496			
1.25	3.00	0.87016387886005	0.17749222807992	0.03157509494526			
1.25	2.75	0.89031839050274	0.18523508277808	0.02430713561023			
1.25	2.50	0.91261314105424	0.19474622768576	0.01596248199126			
1.25	2.25	0.93774043576005	0.20686671601473	0.00613024990315			
1.25	2.00	0.96640616806420	0.22308978847471	-0.00586255218100			
1.25	1.75	0.99949784644724	0.24624842887675	-0.02117724378041			
1.25	1.50	1.03732397122554	0.28227102596774	-0.04209052633812			
1.00	3.75	0.78942074416451	0.11942383662867	0.06153961924505			
1.00	3.50	0.80290583376385	0.12210992461489	0.05733551785617			
1.00	3.25	0.81713276543078	0.12508112045759	0.05284904949443			
1.00	3.00	0.83221632289426	0.12839670935047	0.04803205907079			
1.00	2.75	0.84830145553715	0.13213547065430	0.04282253816015			
1.00	2.50	0.86557488958491	0.13640488393449	0.03713875125893			
1.00	2.25	0.88428277118735	0.14135625914686	0.03086993391983			
1.00	2.00	0.90475830311225	0.14721081863342	0.02386092280190			
1.00	1.75	0.92746633976156	0.15430725098288	0.01588548300086			
1.00	1.50	0.95307689770618	0.16319427626410	0.00659736974453			
1.00	1.25	0.98258511915167	0.17482469452982	-0.00456507744552			
1.00	1.00	1.01748518639311	0.19099508385633	-0.01857699796908			
1.00	0.75	1.05993380621160	0.21543408088777	-0.03728846051332			
1.00	0.50	1.11465523356736	0.25852489125964	-0.06601339414569			
0.75	3.75	0.76995202064185	0.08563059561704	0.06934855449019			
0.75	3.50	0.78217273051806	0.08725259129727	0.06568498605230			
0.75	3.25	0.79495262685357	0.08901550782281	0.06182200554749			
0.75	3.00	0.80836339881256	0.09094289213403	0.05773230755921			
0.75	2.75	0.82249224466377	0.09306441724945	0.05338234897766			
0.75	2.50	0.83744678260912	0.09541813550752	0.04873027147556			
0.75	2.25	0.85336207930094	0.09805385102577	0.04372288092319			
0.75	2.00	0.87041098768531	0.10103830525054	0.03829112262516			
0.75	1.75	0.88881983583405	0.10446351079607	0.03234306422362			
0.75	1.50	0.90889310938952	0.10846068760906	0.02575256208705			
0.75	1.25	0.93105392309623	0.11322488108796	0.01834005494883			
0.75	1.00	0.95591357125244	0.11906128313604	0.00983810049833			
0.75	0.75	0.98439732894675	0.12647935041464	-0.00017482979206			
0.75	0.50	1.01798354640471	0.13640251351290	-0.01241224193515			
0.75	0.25	1.05917362852414	0.15068875788687	-0.02819626089809			
0.75	0.0	1.11251460048528	0.17363001955694	-0.05033444870926			
0.75	-0.25	1.20392340617686	0.22758947506748	-0.09549567396576			
0.50	3.75	0.75739984777977	0.05552444121576	0.07425915142054			
0.50	3.50	0.76890587541111	0.05647215540722	0.07088677148643			

ตาราง 17 (ต่อ).

ความ ความ		B			C	D
ปี	โคง					
0.50	3.25	0.78088173005011			0.05749287097856	0.06735271683459
0.50	3.00	0.79338100476375			0.05859728796468	0.06363759352080
0.50	2.75	0.80646754404870			0.05979852701132	0.05971815169213
0.50	2.50	0.82021829990300			0.06111289719250	0.05556617644075
0.50	2.25	0.83472726718530			0.06256098771565	0.05114694309845
0.50	2.00	0.85011102914029			0.06416925946524	0.04641702467833
0.50	1.75	0.86651677519629			0.06597243296920	0.04132108400060
0.50	1.50	0.88413424213468			0.06801719309367	0.03578703942948
0.50	1.25	0.90321412393338			0.07036816659914	0.02971850575197
0.50	1.00	0.92409763318404			0.07311802793159	0.02298245181387
0.50	0.75	0.94726632241948			0.07640557409735	0.01538797196646
0.50	0.50	0.97343106918044			0.08045036185716	0.00664738328997
0.50	0.25	1.00370252335312			0.08562503291528	-0.00370088000554
0.50	0.0	1.03994603972583			0.09262357406250	-0.01646085654705
0.50	-0.25	1.08559667905205			0.10290996902235	-0.03319706659066
0.50	-0.50	1.14784905722603			0.12015606910630	-0.05750353451604
0.25	3.75	0.75031534111078			0.02734119591845	0.07699282409939
0.25	3.50	0.76144830727079			0.02778212551548	0.07376857545917
0.25	3.25	0.77300829583485			0.02825487450003	0.07040005844916
0.25	3.00	0.78504099113665			0.02876378789438	0.06687116600052
0.25	2.75	0.79760024256974			0.02931412174287	0.06316282101938
0.25	2.50	0.81075018336126			0.02991231084290	0.05925218604949
0.25	2.25	0.82456809276114			0.03056633874422	0.05511158940232
0.25	2.00	0.83914834011794			0.03128626308577	0.05070703595619
0.25	1.75	0.85460794420601			0.03208497913365	0.04599609338072
0.25	1.50	0.87109461567493			0.03297936179585	0.04092481046466
0.25	1.25	0.88879874777889			0.03399203130579	0.03542308246001
0.25	1.00	0.90797193683084			0.03515419180007	0.02939742137986
0.25	0.75	0.92895681403887			0.03651041219964	0.02271917644022
0.25	0.50	0.95223758733324			0.03812714596039	0.01520430356261
0.25	0.25	0.97853113001303			0.04010900967596	0.00657629354597
0.25	0.0	1.00896426283423			0.04263274479965	-0.00360752773660
0.25	-0.25	1.04545395821482			0.04602657996297	-0.01611868374910
0.25	-0.50	1.09162984652106			0.05098546424880	-0.03246963121043
0.25	-0.75	1.15546858231190			0.05928145029513	-0.05617881116691
0.25	-1.00	1.26341280092760			0.07746243900117	-0.10003604502301
0.0	3.75	0.74802080799221			0.0	0.07787271610187
0.0	3.50	0.75903729021108			0.0	0.07469419122736
0.0	3.25	0.77046795694613			0.0	0.07137653241549
0.0	3.00	0.78235622045349			0.0	0.06790455640586
0.0	2.75	0.79475308530197			0.0	0.06426034643397
0.0	2.50	0.80771907418732			0.0	0.06042254280525
0.0	2.25	0.82132681354781			0.0	0.05636538554628
0.0	2.00	0.83566457198565			0.0	0.05205739701455
0.0	1.75	0.85084120886649			0.0	0.04745952834774
0.0	1.50	0.86699326941512			0.0	0.04252248423852
0.0	1.25	0.88429545439108			0.0	0.03718274611280
0.0	1.00	0.90297659829926			0.0	0.03135645239684
0.0	0.75	0.92334504635701			0.0	0.02492958648521
0.0	0.50	0.94583093702434			0.0	0.01774144664586
0.0	0.25	0.97106090002478			0.0	0.00955505507423
0.0	0.0	1.00000000000000			0.0	0.0
0.0	-0.25	1.03424763182041			0.0	-0.01154929007313
0.0	-0.50	1.07673274256343			0.0	-0.02626832123859
0.0	-0.75	1.13362194989244			0.0	-0.04673170311060
0.0	-1.00	1.22100956933052			0.0	-0.08015837236135
-0.25	3.75	0.75031534111078			-0.02734119591845	0.07699282409939

ภาคผนวก ข

แสดงผลการตรวจสอบ ค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง
ในเงื่อนไขที่ต้องการ

ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบ ค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโค้ง
เมื่อกระจายมีลักษณะเบ้ และการวัดไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด และกำหนดค่าสหสัมพันธ์
เท่ากับ .6

ค่าที่กำหนด		ค่าที่ได้จากการตรวจสอบ				
ความเบ้	ความโค้ง	สหสัมพันธ์	ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโค้ง
-1.25	2.5	.5797	50.0145	99.3252	-1.2239	2.3117
-.75	3.5	.5902	50.0192	99.1680	-.7030	3.0308
-.75	2.5	.5918	50.0168	99.3803	-.7185	2.2358
-.75	1.5	.5926	50.0138	99.6460	-.7358	1.4284
-.25	2.5	.5942	50.0165	99.5916	-.2315	2.2897

ตาราง 19 แสดงผลการตรวจสอบ ค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง
เมื่อการกระจายมีลักษณะเป็นโค้งปกติ และมีความคลาดเคลื่อนในการวัด

ค่าที่กำหนด		ค่าที่ได้จากการตรวจสอบ				
ความเชื่อมั่น	สหสัมพันธ์	สหสัมพันธ์	ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโด่ง
.7	.4	.2825	50.0031	143.6742	-.0289	3.1695
	.6	.4195	49.9965	143.6133	-.0262	3.0978
	.8	.5568	49.9927	143.4067	-.0226	3.0106
.8	.4	.3223	50.9950	125.9013	-.0326	3.2004
	.6	.4792	50.9911	125.8845	-.0311	3.1341
	.8	.6367	50.9874	125.7310	-.0287	3.0446
.9	.4	.3618	50.9894	112.0244	-.0355	3.2346
	.6	.5386	50.9858	112.0258	-.0334	3.1647
	.8	.7168	50.9820	111.9373	-.0336	3.0931

ตาราง 20 แสดงผลการตรวจสอบ ค่าสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโค้ง
เมื่อการกระจายของโถ้ง มีลักษณะเบ้และการวัดมีความคลาดเคลื่อนในการวัด เมื่อกำหนดค่า
สหสัมพันธ์ .6 และความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .8

ค่าที่กำหนด		ค่าที่ได้จากการตรวจสอบ				
ความเบ้	ความโค้ง	สหสัมพันธ์	ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโค้ง
-1.25	2.5	.4978	49.9656	125.9243	-.9054	1.6346
-.75	3.5	.4625	49.9854	125.6565	-.5399	2.0729
-.75	2.5	.4648	49.9846	125.7802	-.5463	1.5375
-.75	1.5	.4664	49.9835	125.9304	-.5530	0.9941
-.25	2.5	.5261	49.9702	126.0041	-.1806	1.7499

ภาคผนวก ก

แสดงตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

```

10 C
20 C
30 C
40 C
50 C*****PROGRAME DELTA*****C
60     PROGRAM DELTA
70     COMMON IA
80     DIMENSION XX(15),ZZ(15),XY(15),DF(15),XR(15),YP(15)
90     IA=14470209956
100    A=.19474622768576
110    B=.91264314105424
120    D=.01596248199126
130    C=-A
140    NT1=0
150    NT2=0
160    NT3=0
170    T1=2.624
180    T2=2.145
190    T3=1.761
200    D1=41.6
210    RHO=.6
220    RTT=.8
230    TS=25.
240    N=1000
250    DO 10 J=1,N
260 90    SXZ=0.
270    SXX=0.
280    SZZ=0.
290    SXX2=0.
300    SZZ2=0.
310    SXY=0.
320    SSXY=0.
330    SXY2=0.
340    SXYR=0.
350    SXA=0.
360    SYA=0.
370    SX2=0.
380    SY2=0.
390    I=0
400    P=15.
410 100    EX=0.
420    STD=1.
430    CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
440    XT=50.+10.*X
450    IF(XT.GT.D1)GO TO 100
460    IF(XT.LE.D1)GO TO 50
470 50    I=I+1
480    AA=X*RHO
490    AB=SQRT(1.-RHO**2)
500    ZB=AA+Y*AB
510    A2=ZB**2
520    A3=ZB**3
530    Z=A+B*ZB+C*A2+D*A3
540 C
550 C
560 C
570 C
580 C
590 C
600 C

```

```

610 C
620 C
630 C
640 C
650      ZT=50.08+10.*Z
660      STD=SQRT(TS)
670      CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
680      X2=XT+X
690      CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
700      X1=XT+X
710      IF(I.GT.15)GO TO 400
720      XY(I)=X2
740      XX(I)=X1
750      ZZ(I)=ZT+Y
760      XR(I)=XT
770      YR(I)=ZT
780      SXZ=SXZ+XX(I)*ZZ(I)
790      SXX=SXX+XX(I)
800      SZZ=SZZ+ZZ(I)
810      SXX2=SXX2+XX(I)**2
820      SZZ2=SZZ2+ZZ(I)**2
830      SSXY=SSXY+XX(I)*XY(I)
840      SXY=SXY+XY(I)
850      SXY2=SXY2+XY(I)**2
860      SXYR=SXYR+XR(I)*YR(I)
870      SXA=SXA+XR(I)
880      SYA=SYA+YR(I)
890      SX2=SX2+XR(I)**2
900      SY2=SY2+YR(I)**2
910      GO TO 100
920 400  SXXM=SXX/P
930      SXM=SXA/P
940      VXR=SX2/P-(SXM)**2
950      SYM=SYA/P
960      VYR=SY2/P-(SYM)**2
970      SXR=SQRT(VXR)
980      SYR=SQRT(VYR)
990      VX=SXX2/P-(SXXM)**2
1000     SZZM=SZZ/P
1010     VY=SZZ2/P-(SZZM)**2
1020     SX=SQRT(VX)
1030     SY=SQRT(VY)
1040     BA=P*SXZ-(SXX*SZZ)
1050     BB=P*SXX2-(SXX**2)
1060     BC=P*SZZ2-(SZZ**2)
1070     CA=SQRT(BB*BC)
1080     COR=BA/CA
1090     DA=P*SXYR-(SXA*SYA)
1100     DB=P*SX2-(SXA**2)
1110     DC=P*SY2-(SYA**2)
1120     DE=SQRT(DB*DC)

```

```

1130 C
1140 C
1150 C
1160 C
1170 C
1180 C
1190 C
1200 C
1210 C

```

```

1220 C
1230 C
1240      CORR=DA/DE
1250      EA=P*SSXY-(SXX*SXY)
1260      EC=P*SXY2-(SXY**2)
1270      ED=SQRT(DB*EC)
1280      RT=EA/ED
1290      IF(RT.LE.0.0)GO TO 90.
1300      RR=COR/SQRT(RT)
1310      CC=RR*(SY/SX)
1320      AA=SZZM-CC*SXXM
1330      RS=CORR/SQRT(RT)
1340      CS=RS*(SYR/SXR)
1350      AS=SYM-CS*SXM
1360      PH=AA+CC*(SXXM)
1370      PM=AS+CS*(SXXM)
1380      DPM=PM-PN
1390 C      WRITE(6,18)CS,CC,PM,PM
1400 C18    FORMAT(2X,4(2X,F14.7))
1410      SDF=0.
1420      SDF2=0.
1430      DO 16 L=1,15
1440      DF(L)=ZZ(L)-XX(L)
1450      SDF=SDF+DF(L)
1460      SDF2=SDF2+DF(L)**2
1470 16    CONTINUE
1480      DTM=SDF/P
1490      VD=SDF2/(P-1.)-SDF**2/(P**2-P)
1500      SQDT=SQRT(VD)
1510      QDT=SQDT/SQRT(P)
1520      TT=(DTM-DPM)/QDT
1530      WRITE(2,33)TT,DTM,VD
1540 33    FORMAT(10X,3(3X,F14.7))
1550 20    IF(TT.GT.T1)NT1=NT1+1
1560 30    IF(TT.GT.T2)NT2=NT2+1
1570 40    IF(TT.GT.T3)NT3=NT3+1
1580 10    CONTINUE
1590      TNT1=NT1/1000.
1600      TNT2=NT2/1000.
1610      TNT3=NT3/1000.
1620      WRITE(6,200)TNT1,TNT2,TNT3,JA
1630 200   FORMAT(3X,3(3X,F14.7),I15)
1640      STOP
1650      END
1660      SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
1670      COMMON JA
1680 1      CALL RANDOM(JA,IY,RN)
1690      V1=2.*RN-1.
1700      CALL RANDOM(JA,IY,RN)
1710      V2=2.*RN-1.
1720 C
1730 C
1740 C
1750 C
1760 C
1770 C
1780 C
1790 C
1800 C
1810 C

```

```
1820 C
1830 S=V1*V1+V2*V2
1840 IF(S.GE.1.)GO TO 1
1850 RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
1860 RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
1870 X=EX+RNN1*STD
1880 Y=EX+RNN2*STD
1890 RETURN
1900 END
1910 SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
1920 COMMON IA
1930 IY=IX*262147
1940 IF(IY)5,6,6
1950 5 IY=IY+34359738337+1
1960 6 RN=FLOAT(IY)
1970 RN=RN*.2910383E-10
1980 IX=IY
1990 IA=IX
2000 RETURN
2010 END
```

```

10 C
20 C
30 C
40 C
50 C*****PROGRAM SKEW*****C
60     PROGRAM SKEW
70     COMMON IA
80     IA=13031300329
90     RHO=.6
100    A=.19474622768576
110    B=.91264314105424
120    D=.01596248199126
130    C=-A
140    T1=2.624
150    T2=2.145
160    T3=1.761
170    D1=41.6
180    NT2=0
190    NT3=0
200    NT1=0
210    N=1000
220    DO 10 I=1,N
230        SDT=0.
240        SDT2=0.
250        EX=0.
260        STD=1.
270        NC=0
280        P=15.
290 100    CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
300        XT=50.+10.*X
310        IF(XT.LE.D1)GO TO 50
320        IF(XT.GT.D1)GO TO 100
330 50      NC=NC+1
340        IF(NC.GT.15)GO TO 400
350        AA=X*RHO
360        AB=SQRT(1.-RHO**2)
370        Z=AA+Y*AB
380        A2=Z**2
390        A3=Z**3
400        Y2=A+B*Z+C*A2+D*A3
410        ZT=50.04+10.*Y2
420        DT=ZT-XT
430        SDT=SDT+DT
440        SDT2=SDT2+DT**2
450        GO TO 100
460 400    DTM=SDT/P
470        VD=SDT2/(P-1.)-SDT**2/(P**2-P)
480        SQDT=SQRT(VD)
490        QDT=SQDT/SQRT(P)
500        TT=DTM/QDT
510        WRITE(2,22)TT,DTM,VD
520 22      FORMAT(10X,3(3X,F14.7))
530 20      IF(TT.GT.T1)NT1=NT1+1
540 C
550 C
560 C
570 C
580 C
590 C
600 C

```

```

610 C
620 C
630 C
640 C
650 30 IF(TT.GT.T2)NT2=NT2+1
660 40 IF(TT.GT.T3)NT3=NT3+1
670 10 CONTINUE
680 TNT1=NT1/1000.
690 TNT2=NT2/1000.
700 TNT3=NT3/1000.
710 WRITE(6,200)TNT1,TNT2,TNT3,IA
720 200 FORMAT(3(2X,F20.9),I15)
730 STOP
740 END
750 SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
760 COMMON IA
770 1 CALL RANDOM(IA,IY,RN)
780 V1=2.*RN-1.
790 CALL RANDOM(IA,IY,RN)
800 V2=2.*RN-1.
810 S=V1*V1+V2*V2
820 IF(S.GE.1.)GO TO 1
830 RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
840 RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
850 X=EX+RNN1*STD
860 Y=EX+RNN2*STD
870 RETURN
880 END
890 SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
900 COMMON IA
910 IY=IX*262147
920 IF(IY)5,6,6
930 5 IY=IY+34359738337+1
940 6 RN=FLOAT(IY)
950 RN=RN*.2910383E-10
960 IX=IY
970 IA=IX
980 RETURN
990 END

```

```

10 C
20 C
30 C
40 C
50 C*****PROGRAM MEASURE WITHOUT ERROR*****C
60     PROGRAM TRUE
70     COMMON 1A
80     1A=14182532435
90     NT1=0
100    NT2=0
110    NT3=0
120    RHO=.6
130    T1=2.624
140    T2=2.145
150    T3=1.761
160    D1=41.6
170    N=1000
180    DO 10 I=1,N
190    SDT=0.
200    SDT2=0.
210    NC=0
220    P=15.
230    EX=0.
240    STD=1.
250 100 CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
260    XT=50.+10.*X
270    IF(XT.LE.D1)GO TO 50
280    IF(XT.GT.D1)GO TO 100
290 50  NC=NC+1
300    IF(NC.GT.15)GO TO 400
310    AA=X*RHO
320    AB=SQRT(1.-RHO**2)
330    Z=AA+Y*AB
340    ZT=50.0+10.*Z
350    DT=ZT-XT
360    SDT=SDT+DT
370    SDT2=SDT2+DT**2
380    GO TO 100
390 400 SDTM=SDT/P
400    VDT=SDT2/(P-1.)-SDT**2/(P**2-P)
410    SQDT=SQRT(VDT)
420    QDT=SQDT/SQRT(P)
430    TT=(SDTM)/QDT
440    WRITE(6,11)TT,SDTM,VDT
450 11  FORMAT(10X,3(5X,F10.5))
460 20  IF(TT.GT.T1)NT1=NT1+1
470 30  IF(TT.GT.T2)NT2=NT2+1
480 40  IF(TT.GT.T3)NT3=NT3+1
490 10  CONTINUE
500    TNT1=NT1/1000.
510    TNT2=NT2/1000.
520    TNT3=NT3/1000.
530    WRITE(6,200)TNT1,TNT2,TNT3
540 C
550 C
560 C
570 C
580 C
590 C
600 C

```

```

610 C
620 C
630 C
640 C
650 200 FORMAT(8X,F9.4)
660 STOP
670 END
680 SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
690 COMMON IA
700 1 CALL RANDOM(IA,IY,RN)
710 V1=2.*RN-1.
720 CALL RANDOM(IA,IY,RN)
730 V2=2.*RN-1.
740 S=V1*V1+V2*V2
750 IF(S.GE.1.)GO TO 1
760 RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
770 RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
780 X=EX+RNN1*STD
790 Y=EX+RNN2*STD
800 RETURN
810 END
820 SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
830 COMMON IA
840 IY=IX*262147
850 IF(IY)5,6,6
860 5 IY=IY+34359738337+1
870 6 RN=FLOAT(IY)
880 RN=RN*.2910383E-10
890 IX=IY
900 IA=IX
910 RETURN
920 END

```

```

10 C
20 C
30 C
40 C
50 C*****PROGRAM NO CORRECTION*****C
60     PROGRAM NOCOR
70     COMMON IA
80     DIMENSION XX(20),ZZ(20)
90     IA=13991781823
100    NT1=0
110    NT2=0
120    NT3=0
130    T1=2.539
140    T2=2.093
150    T3=1.729
160    RTT=.8
170    D1=41.59320
180    RHO=.6
190    N=1000
200    DO 10 J=1,N
210        DT=0.
220        SDT=0.
230        SDT2=0.
240        P=20.
250        TS=25.
260        I=0
270        EX=0.
280 100    STD=1.
290        CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
300        XT=50.+10.*X
310        AA=X*RHO
320        AD=SQRT(1.-RHO**2)
330        Z=AA+Y*AD
340        ZT=50.00+10.*Z
350        STD=SQRT(TS)
360        CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
370        XZ=XT+X
380        IF(XZ.GT.D1)GO TO 100
390        IF(XZ.LE.D1)GO TO 50
400 50    J=J+1
410        XX(I)=XZ
420        ZZ(I)=ZT+Y
430        DT=ZZ(I)-XX(I)
440        SDT=SDT+DT
450        SDT2=SDT2+DT**2
460        IF(I.EQ.20)GO TO 400
470        GO TO 100
480 400    DTM=SDT/P
490        VD=SDT2/(P-1.)-SDT**2/(P**2-P)
500        SQDT=SQRT(VD)
510        QDT=SQDT/SQRT(P)
520        TT=DTM/QDT
530        WRITE(6,22)TT,DTM,VD
540 C
550 C
560 C
570 C
580 C
590 C
600 C

```

```

610 C
620 C
630 C
640 C
650 22      FORMAT(10X,3(3X,F14.7))
660 20      IF(TT.GT.T1)NT1=NT1+1
670 30      IF(TT.GT.T2)NT2=NT2+1
680 40      IF(TT.GT.T3)NT3=NT3+1
690 10      CONTINUE
700      TNT1=NT1/1000.
710      TNT2=NT2/1000.
720      TNT3=NT3/1000.
730      WRITE(6,200)TNT1,TNT2,TNT3,IA
740 200     FORMAT(3(5X,F15.12),3X,115)
750      STOP
760      END
770      SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
780      COMMON IA
790 1      CALL RANDOM(IA,IY,RN)
800      V1=2.*RN-1.
810      CALL RANDOM(IA,IY,RN)
820      V2=2.*RN-1.
830      S=V1*V1+V2*V2
840      IF(S.GE.1.)GO TO 1
850      RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
860      RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
870      X=EX+RNN1*STD
880      Y=EX+RNN2*STD
890      RETURN
900      END
910      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
920      COMMON IA
930      IY=IX*262147
940      IF(IY)5,6,6
950 5      IY=IY+34359738337+1
960 6      RN=FLOAT(IY)
970      RN=RN*.2910383E-10
980      IX=IY
990      IA=IX
1000      RETURN
1010      END

```

```

10 C
20 C
30 C
40 C
50 C *****PROGRAM ESTIMATE TRUE SCORE*****C
60     PROGRAM ESTJM
70     COMMON IA
80     DIMENSION XX(15),ZZ(15),XY(15),PRE(15),POS(15)
90     IA=24075695837
100    NT1=0
110    NT2=0
120    NT3=0
130    T1=2.624
140    T2=2.145
150    T3=1.761
160    RTT=.7
170    D1=41.600
180    RHO=.4
190    N=1000
200    DO 10 J=1,N
210 90    SXX=0.
220    SXY=0.
230    SZZ=0.
240    SSXY=0.
250    SX2=0.
260    SXY2=0.
270    P=15.
280    TS=42.857
290    I=0
300    LX=0.
310 100    STD=1.
320    CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
330    XT=50.+10.*X
340    IF(XT.GT.D1)GO TO 100
350    IF(XT.LE.D1)GO TO 50
360 50    I=I+1
370    AA=X*RHO
380    AB=SQRT(1-RHO**2)
390    Z=AA+AB*Y
400    ZT=50.+10.*Z
410    STD=SQRT(TS)
420    CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
430    XY(I)=XT+X
440    CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
450    XX(I)=XT+X
460    ZZ(I)=ZT+Y
470    SXX=SXX+XX(I)
480    SZZ=SZZ+ZZ(I)
490    SXY=SXY+XY(I)
500    SSXY=SSXY+XX(I)*XY(I)
510    SX2=SX2+XX(I)**2
520    SXY2=SXY2+XY(I)**2
530    IF(I.EQ.15)GO TO 400
540 C
550 C
560 C
570 C
580 C
590 C
600 C

```

```

610 C
620 C
630 C
640 C
650
660 400 GO TO 100
670 XXM=SXX/P
680 ZZM=SZZ/P
690 XYM=SXY/P
700 PA=P*SSXY-SXX*SXY
710 PB=P*SX2-SXX**2
720 PC=P*SXY2-SXY**2
730 PD=SQRT(PB*PC)
740 RT=PA/PD
750 IF(RT.LE.0.0)GO TO 90
760 SDT=0.
770 SDT2=0.
780 DO 15 I=1,15
790 PRE(I)=XXM+RT*(XX(I)-XXM)
800 POS(I)=ZZM+RT*(ZZ(I)-ZZM)
810 DT=POS(I)-PRE(I)
820 SDT=SDT+DT
830 15 SDT2=SDT2+DT**2
840 CONTINUE
850 DTM=SDT/P
860 VD=SDT2/(P-1.)-SDT**2/(P**2-P)
870 SQDT=SQRT(VD)
880 QDT=SQDT/SQRT(P)
890 TT=DTM/QDT
900 55 WRITE(6,55)TT,DTM,VD
910 20 FORMAT(10X,3(3X,F11.5))
920 30 IF(TT.GT.T1)NT1=NT1+1
930 40 IF(TT.GT.T2)NT2=NT2+1
940 10 IF(TT.GT.T3)NT3=NT3+1
950 CONTINUE
960 TNT1=NT1/1000.
970 TNT2=NT2/1000.
980 TNT3=NT3/1000.
990 200 WRITE(6,200)TNT1,TNT2,TNT3,1A
1000 FORMAT(3(2X,F9.5),115)
1010 STOP
1020 END
1030 SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
1040 1 COMMON 1A
1050 CALL RANDOM(1A,1Y,RN)
1060 V1=2.*RN-1.
1070 CALL RANDOM(1A,1Y,RN)
1080 V2=2.*RN-1.
1090 S=V1*V1+V2*V2
1100 IF(S.GE.1.)GO TO 1
1110 RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
1120 RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
1130 C X=EX+RNN1*STD
1140 C
1150 C
1160 C
1170 C
1180 C
1190 C
1200 C

```

```
1210 C
1220 C
1230 C
1240 Y=EX+RNN2*STD
1250 RETURN
1260 END
1270 SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
1280 COMMON IA
1290 IY=IX*262147
1300 IF(IY)5,6,6
1310 5 IY=IY+34359738337+1
1320 6 RN=FLOAT(IY)
1330 RN=RN*.2910383E-10
1331 IX=IY
1332 IA=IX
1340 RETURN
1350 END
```

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นางสาวกานดา ทองวัฒนะ
วัน เดือน ปี เกิด	7 พฤษภาคม 2496
สถานที่เกิด	อำเภอเวียง จังหวัดสิงห์บุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 33/80 สุขใจวิลเลจ ซอยถนนอมรินทร์ ถนนรามอินทรา เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10230
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ศึกษานิเทศก์ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 ลพบุรี 15000
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2514	เตรียมอุดมศึกษา (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนอัมพรไพศาล
พ.ศ. 2518	อ.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิชาโทคณิตศาสตร์) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2522	อ.ม. (การวัดและการประเมินผลการศึกษา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2532	กศ.ค. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาวิธีการปรับแก้คะแนนการทดสอบทางสถิติสามวิธี

บทคัดย่อ

ของ

กานดา ทองวัฒนะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต

มกราคม 2532

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติ 3 วิธี ซึ่งการถดถอยทางสถิติดังกล่าวเกิดในกรณีศึกษาโดยใช้แบบแผนการวิจัยที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว และมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง แบบแผนการวิจัยนี้ใช้มากในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริม วิธีการปรับแก้วิธีที่ 1 คือ การใช้คะแนนจริงจากการประมาณค่าคะแนนที่วัดได้

วิธีการปรับแก้วิธีที่ 2 ใช้วิธีหาคะแนนความแตกต่างถดถอยที่ครอนบาคและเฟอเรบีได้เสนอไว้ ซึ่งคะแนนความแตกต่างนี้ได้จากการนำคะแนนการสอบครั้งที่ 2 ที่ได้จากการทำนายไปลบออกจากคะแนนการสอบครั้งที่ 2 ที่วัดได้ วิธีการปรับแก้วิธีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายที่จะปรับแก้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสหสัมพันธ์ระหว่างการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่สมบูรณ์ โดยการหาผลต่างของคะแนนการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนาย เมื่อสหสัมพันธ์ไม่สมบูรณ์กับคะแนนการสอบครั้งที่ 2 จากการทำนายเมื่อสหสัมพันธ์ของการสอบทั้งสองครั้งสมบูรณ์ จากนั้นนำผลต่างนี้ไปลบออกจากคะแนนความแตกต่างที่วัดได้

ในการดำเนินการศึกษานี้ ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งจะทำการคำนวณค่าสถิติ ของแต่ละแนววิธีการปรับแก้ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จำนวน 1,000 ครั้ง แล้วเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของค่าสถิติ นี้ กับลักษณะการกระจายของค่าสถิติ ของวิธีการที่การวัดทั้ง 2 ครั้ง ปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัด ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในการศึกษานี้ คือ ขนาดความสุตโตงของโค้ง, สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดทั้ง 2 ครั้ง, ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด, ขนาดกลุ่มตัวอย่าง และลักษณะการกระจายของประชากร ซึ่งขนาดความสุตโตงของโค้งที่ศึกษาคือขนาด 10%, 20% และ 30% จากหางโค้งด้านซ้ายของประชากร สหสัมพันธ์ระหว่างการสอบวัดทั้ง 2 ครั้ง มีค่า .4, .6 และ .8 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด .7, .8 และ .9 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10, 15 และ 20 ลักษณะการกระจายของประชากร เป็นแบบปกติและแบบเบ้ ในประชากรที่มีการกระจายแบบเบ้ กำหนดค่าความเบ้ -1.25, -.75 และ -.25 ความโค้ง 3.5, 2.5 และ 1.5 การเปรียบเทียบกับวิธีการวัดไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดทั้งค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .01, .025 และ .05

ผลของการศึกษาพบว่า วิธีการปรับแก้วิธีที่ 1 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีการวัดปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัด วิธีที่ 2 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบใกล้เคียงกับ 0.00 ส่วนวิธีที่ 3 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบต่ำกว่าวิธีที่การวัดไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด

ดังนั้นขอแนะนำเมื่อนักวิจัยประสบปัญหาเนื่องจากการลดรอยทางสถิติเกิดขึ้นในการวัด ควรเลือกใช้วิธีการปรับแก้การลดรอยทางสถิติแนววิธีที่ 3 มาใช้ แต่การปรับแก้วิธีนี้จะสามารถปรับแก้กะแผนการลดรอยทางสถิติออกได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

A STUDY OF THREE CORRECTION METHODS ON REGRESSION EFFECTS

AN ABSTRACT

BY

KANDA TONGVAITTANA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree
at Srinakharinwirot University

January 1989

The purpose of this study was to investigate three proposed correction methods for the regression effect in the pretest - posttest one group design which was the most utilized in remedial teaching.

The first method was simply using the estimated true score to replace the dependent variable. The estimated true score for the post observation were computed and used in place of the observed post test.

The second method involved the regressed gain score as recommended by Cronbach and Furby. The predicted post test scores were computed and the differences between the observed post test scores and its' respective predicted post test scores were use in the analysis to reduce from the observed gain scores. The third method was aiming at the correction for the imperfect correlation between the pre-test and post test. The differences between the predicted post-test scores and the predicted post-test scores when the correlation was perfect were computed. The observed gain scores were then corrected by these differences.

The Monte Carlo simulation was employed with 1,000 replication to derive at the actual sampling distributions of the statistic t under the investigation. These actual sampling distributions were then composed to the situation when both pre-test and post-test were measured without error. Parameters in the design were the cut-off percentage of the sample, the correlation between the pretest and the post-test, the reliability of the measure, sample sizes and the population distribution. The samples were set at the 10%, 20% and 30% at the bottom group of the population. The correlations were .4, .6 and .8. The reliability

coefficients of the measure were .7, .8 and .9. The sample sizes were 10, 15 and 20. The population distributions covered the skewedness of -1.25, -.75 and -.25 with the kurtosis of 3.5, 2.5 and 1.5. The comparison of both type I error rate and power was done at $\alpha = .01$, .025 and .05 levels.

The result of the investigation revealed that the first correction measure in general produced larger both type I error and statistical power than those when the dependent variables were measure without error. The second method gave both type I error and power values very close to 0.0. The third procedure resulted in smaller type I and smaller power.

When the researcher faced with the situation of regression effect, it was recommended that the third corection method might be a way to make some correction even though the procedure still could at remove the total effect from the design.