

๗

371.17072

๗ 329 0

การแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปรัชญา สรรพศรี

๓๖
๓๖
๓๖
๓๖
๓๖
๓๖

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามุขบัณฑิต

พฤษภาคม 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

166679

การแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

บทคัดย่อ

ของ

ปรัชญา สรรพศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต

พฤษภาคม 2531

ในการจัดการศึกษา ในทางปฏิบัติมักแสดงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนและการฝึกอบรมเป็นความแตกต่างระหว่างความสามารถของผู้เรียนก่อนการสอนและหลังการจัดการเรียนการสอน แต่ความแตกต่างดังกล่าวอาจกล่าวถึงผลของการจัดการเรียนการสอนอย่างไม่ตรงประเด็น ดังนั้น คำนวณที่สำคัญและชัดเจนเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนคือ สัดส่วนระหว่างผู้ที่เปลี่ยนแปลงจากไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอนเป็นผ่านเกณฑ์หลังการสอน แต่ยังไม่มีการสุ่มทางสถิติและการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่านี้นักกล่าว การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอสัดส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ เป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีนี้ นักกล่าว โดยที่ A คือจำนวนผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน B เป็นจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอน และ C เป็นจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน

การศึกษานี้ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์จากเครื่องคำนวณคอมพิวเตอร์โดยวิธีการมอนติคาร์โล เลือกตัวอย่างจากประชากรเลขสุ่มที่มีค่าความเบ้เป็น 1.5 และ -1.5 ความโค้งเป็น 6.0 ขนาดตัวอย่างสำหรับการศึกษาคือ 10, 20, 25, 30, 35, 40 และ 50 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินการผ่านเกณฑ์คือ .6, .7 และ .8 ของคะแนนเต็มในการสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนคือ .6, .7 และ .9 และค่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง ($\hat{P}$) คือ .7, .8 และ .9 การจำลองสถานการณ์ของค่าดัชนีที่เสนอนั้นจำลองกระทำ 2,000 ครั้ง ในแต่ละชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่กำหนด และบันทึกความถี่ของค่า P ที่คำนวณได้ในแต่ละการแจกแจงที่สร้างขึ้น

จากการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจงว่าเป็นอย่างเดียวกันหรือไม่ และสมนัยกับการแจกแจงมาตรฐานใดที่มีอยู่ ได้แก่ โคลสแควร์ ทวินาม หรือการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบด้วยโคลสแควร์ พบว่า การแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีที่เสนอมีลักษณะไม่เป็นอย่างเดียวกันและไม่สมนัยกับการแจกแจงใดที่มีอยู่ ทำให้ไม่สามารถนำการแจกแจงที่มีอยู่แล้วไปใช้ในการสรุปตามสัดส่วนที่เสนอได้ จึงเสนอตารางแสดงค่า P จากการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีที่เสนอสำหรับการสรุปโดยตรง

จากผลการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้สรุปลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิ
ภาพการจัดการเรียนการสอนไว้เพราะสรุปไม่ได้ว่าการแจกแจงดังกล่าวมีลักษณะเป็น
เป็นอย่างเดียวกัน จึงมีข้อเสนอแนะว่าควรศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีที่เสนอ
กับการแจกแจงแบบเบต้าไบโนเมียลต่อไป

SAMPLING DISTRIBUTION OF AN INDEX OF TEACHING EFFECTIVENESS

AN ABSTRACT

BY

NATTADA SAPPASREE

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

May 1988

In education practice especially in training and instruction, the efficiency was usually presented in terms of differences between performance prior to training and after. The differences might not actually represented effort made in the training session. Hence there was a need to look for more appropriate index. Proportion of learners who had changed from do-not-know at the pretest to known at the post-test was considered to be the most appropriate one. But its statistical property such as sampling distribution was not known. Hence it was the purpose of this study to look into the sampling distribution of an index defined as $P = \frac{B - A}{C}$ where A was the number of learners who had already performed better than the stated criterion at the pretest, B was the number of learners who did better than the stated criterion at the post-test and C was the number of learners who did not pass the criterion at the pretest.

The investigation was done through computer simulation with the Monte Carlo technique taking random samples from defined populations with 1.5 and -1.5 skewness, and 6.0 kurtosis. The sample sizes covered from small sample with 10 observations, 20, 25, 30, 35, 40 and up to 50. Performance criterion for passing was at .6, .7 and .8 of the maximum score. There relationship between the pretest and the post-test were .6, .7 and .9 and the true value of the investigating ratio, $\hat{P}$, were .7, .8 and .9. For each of the configurations the number of simulation was 2000. The observed P values was then tabulated into various ranges. The number of

P value at each interval were printed and presented as sampling distribution of P.

The obtained sampling distributions were evaluated whether they could fit any known distribution such as χ^2 , binomial and normal distributions. It was revealed that the test of goodness of fit resulted in rejecting hypotheses concerning the fit. Hence, it was concluded that the sampling distribution of P seemed to be unique. The known distribution, χ^2 , binomial and normal could not be used to serve as the approximation density function of P. To make this investigation be more applicable to interested person, the distributions with various parameters were then generated and presented.

Since the result did not confirm the form of the sampling distribution of P and information indicated that the distribution of the post-test affected the distribution of P, it was recommended that the procedure should employ the Bayesian approach with the Beta-Binomial distribution to compare with the P distribution.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปัตถิของมหาวิทยาลัย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ๒/๕๖ ๔.๗.๕๕ ประธาน

(ศ.ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์)

..... ๗๒ ๐๐-๕๖ กรรมการ

(รศ.ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่)

..... ๓๓ ๖-๕ กรรมการ

(ดร.โกวิท ประวาลพุกกะ)

คณะกรรมการสอบ

..... ๒/๕๖ ๔.๗.๕๕ ประธาน

(ศ.ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์)

..... ๗๒ ๐๐-๕๖ กรรมการ

(รศ.ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่)

..... ๓๓ ๖-๕ กรรมการ

(ดร.โกวิท ประวาลพุกกะ)

..... ๓๓ ๖-๕ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.สงวน ลักษณะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปัตถิของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๓๑

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และ ดร.โกวิท ประวาลพุกษ์ ในการให้คำปรึกษา แนะนำอย่างเป็นประโยชน์และดียิ่งตลอดมา

ด้วยความกรุณาจาก ศาสตราจารย์ ดร.สมพร บัวทอง คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ในการให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนความกรุณาในคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัยตลอดมา และ ดร.สงบ ลักษณะ กรุณาเป็นกรรมการภายนอก ในการสอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ด้วยความซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณของบุพการี นายสอาด และ นางฉ่อน สรรพศรี ที่เลี้ยงดู สนับสนุน และให้กำลังใจในด้านการศึกษาของผู้วิจัยด้วยความรักอย่างยิ่งตลอดมา

ณัฐภา สรรพศรี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
2	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	11
	ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน	11
	ตอนที่ 2 การแจกแจงตัวแปรสุ่มสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ..	22
	ตอนที่ 3 วิธีการมอนติคาร์โล	25
	ตอนที่ 4 การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์	28
	ตอนที่ 5 สรุปแนวคิดของผู้วิจัยที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ..	35
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	47
	ความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย	47
	ขอบเขตของการวิจัย	49
	ข้อกีดขวางเบื้องต้นของการวิจัย	49
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	50
3	วิธีดำเนินการวิจัย	51
	กรอบงานที่สำคัญในการศึกษาการแจกแจงค่าสถิติของตัวแปรสุ่ม	51
	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	56
	รายละเอียดในการดำเนินงาน	57
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80

5	สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	91
	ผลการวิจัย	91
	อภิปรายผลการวิจัย	92
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	98
	บรรณานุกรม	100
	ภาคผนวก	107
	ประวัติย่อของผู้วิจัย	113

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .7$	81
2	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .8$	82
3	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .9$	83
4	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .7$	84
5	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .8$	85
6	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .9$	85
7	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .7$	86
8	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .8$	87
9	การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .9$	88
10	การแจกแจงความถี่ของค่า $\hat{P}$ ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ $\hat{P}$ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้	89
11	แสดงค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ตามที่กำหนด (สำหรับการสรุปผลแบบทางเดียว)	90

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ตารางการแจ้งแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนในภาวะก่อนการสอนและ หลังการสอน	4
2	แสดงลักษณะการแจกแจงผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ และแบบตัวต่อตัว (อัตราส่วนที่แสดงใน ภาพประกอบคืออัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้สอนต่อจำนวนผู้เรียน)	15
3	ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม	16
4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงของคะแนนความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เมื่อให้เวลาในการเรียน และวิธีสอนแบบเดียวกันแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน	17
5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงของคะแนนความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามแนวทางการเรียนเพื่อรอบรู้ ...	18
6	ตารางการแจ้งแบบ 2 X 2 ของข้อมูลความถี่ที่ใช้ในการทดสอบด้วย ไคสแควร์	29
7	แสดงตารางการแจ้งของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน	33
8	แสดงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่คาดหวังเชิงทฤษฎีกับข้อมูลที่ศึกษา	33
9	แสดงกรอบความคิดในประเด็นของการจัดการเรียนการสอน	36
10	แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากที่สุดเพื่อ เปลี่ยนแปลงระดับความรู้ของผู้เรียน	38
11	แสดงการเปรียบเทียบตารางการแจ้งแบบ 2 X 2 ของการทดสอบด้วย ไคสแควร์กับการแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนการสอนและ หลังการสอน	40

12	แสดงหลักการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ วิธีการมอนติคาร์โล และ ตัวอย่างประกอบ โดยตัวอย่างที่เสนอเป็นสถานการณ์ของดัชนี ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ($P = \frac{B - A}{C}$) 44	44
13	สาระสำคัญของแนวคิดในการวิจัย 46	46
14	แสดงกรอบงานที่สำคัญของการวิจัย 53	53
15	แผนงานในส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม (แผนงานส่วนนี้อยู่ใน งานส่วนที่  ในภาพประกอบ 14 หน้า 53) 55	55
16	แสดงพื้นฐานของข้อมูลตามสัดส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ 58	58
17	แสดงโครงการแจกแจงของคะแนนก่อนการสอนของผู้เรียน เมื่อพิจารณา ตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ 59	59
18	แสดงโครงการแจกแจงคะแนนของผู้เรียนในภาวะหลังการสอน เมื่อพิจารณา ตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ 60	60
19	แสดงชุดของค่าต่าง ๆ ของแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลจากคอมบิเนชันของค่า ดังกล่าวที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่ม 65	65
20	แสดงโครงการแจกแจงและการใช้จุดตัด (c) แบ่งคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นคะแนนผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากคะแนนก่อนการสอนและ คะแนนหลังการสอน 70	70
21	แสดงขั้นตอนวิธีการมอนติคาร์โล ในการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม ของ $P = \frac{B-A}{C}$ (ขั้นตอนนี้เป็นรายละเอียดของงานส่วนที่  ของ ภาพประกอบ 15 หน้า 55) 73	73
22	ขั้นตอนการคำนวณงานเมื่อการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นอย่างเดียวกัน (จากชุดที่เลือก มาศึกษา) 76	76

- 23 ขั้นตอนการดำเนินงานเมื่อการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพการ
จัดการเรียนการสอนจากชุดที่เลือกมาศึกษาจากคอมบินีชันของค่าต่าง ๆ
ของเงื่อนไขที่กำหนดนั้นไม่เป็นอย่างเดียวกัน 78
- 24 การบันทึกค่า P ของการแจกแจงตัวแปรสุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
.01, .025, .05 และ .10 (อยู่ในขั้นตอน***** ในภาพประกอบ
23 หน้า 78) 79

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วัตถุประสงค์ของหลักสูตรโดยทั่วไป มุ่งเน้นเพื่อจะสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้หรือปรับปรุงส่งเสริมการเรียนรู้ (ชมพันธุ์ ญูชวร ฅ อยุชยา. 2525 : 3 ; Lancaster. 1974 : 9 - 10) โดยมุ่งหวังให้คนส่วนใหญ่หรือทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาจนถึงขั้นเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนเป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้การดำเนินการของหลักสูตรมีความเป็นไปได้ เพราะเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนในเรื่องราวเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การจัดการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงกิจกรรมและวิธีการที่จะก่อให้เกิดผลมากที่สุดแก่ผู้เรียนทุกคน นักการศึกษาพยายามค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอย่างเท่าเทียมกัน เช่น ในการศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนรูปแบบหนึ่ง จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จัดเป็นกลุ่มทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าการทดสอบสมมติฐานทางสถิติพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญก็จะสรุปว่ารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้นส่งผลต่อการจัดการศึกษา แล้วเผยแพร่ผลการศึกษาค้นคว้านั้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนให้มากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การสำเร็จการศึกษามีคุณภาพตามข้อกำหนดในหลักสูตร จัดเป็นประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา (แสง ปิ่นมณี. 2528 : 21) เพราะคุณภาพและปริมาณของผู้สำเร็จการศึกษาคือเป็นผลผลิตของการจัดการศึกษาส่วนหนึ่ง (ชินภัทร ภูมิรัตน. 2528 : 21) การตรวจสอบ

คุณภาพของผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน นอกจากนั้น การวัดและประเมินผลจะมีคุณประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อนำผลการวัดไปเสริมการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนได้ยิ่งขึ้น (Schutz. 1980 : 33 - 34) เพื่อให้มีความรู้ความสามารถตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษา

แนวคิดของการวัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้และความสามารถของผู้เรียน (สมศักดิ์ สิมะเวช. 2521 : 71) แนวคิดนี้เชื่อว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปเพื่อตัดสินว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนในระดับที่น่าพอใจหรือไม่ คะแนนจากการสอบจะมีความหมายและคุณค่าอย่างสมบูรณ์ต่อเมื่อคะแนนนั้นสามารถแปลได้ในความหมายของศักยภาพ ความสามารถและความสำเร็จในกิจกรรมที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน (Mehren and Ebel. 1967 : 62) การวัดผลแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ในระดับใดเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น (Glaser. 1963 : 519) ความสามารถและระดับความรู้ของผู้เรียนเป็นการวัดประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน (Lancaster. 1974 : 239) เพราะการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงจะทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพทางการศึกษาสูงไปด้วย (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2524 : 1) การจัดการเรียนการสอนจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาอย่างยิ่ง เพราะส่งผลถึงระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียนโดยตรง ซึ่งระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียนดังกล่าวนี เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

นอกจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อระบุระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนดังที่ปฏิบัติกันจะนำไปสู่การอธิบายเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนได้แนวทางหนึ่งแล้ว เกณฑ์ที่เหมาะสมอีกแนวทางหนึ่งคือการจัดการเรียนการสอนแล้วทำให้สามารถจำแนกผู้เรียนตามระดับความรู้เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการเรียนการสอนกับภาวะหลังการเรียนการสอน ดังข้อเขียนของ โกวิท ประวาลพุกษ์ (2528 : 3) ที่เสนอว่า

... ในเรื่องการเรียนรู้การสอน เกณฑ์ที่ควรได้รับการอ้างอิงและนำมาใช้มากที่สุดน่าจะ ได้แก่ ความสามารถในการจำแนกจะหว่างผู้ที่ยังไม่เคยเรียนกับผู้ที่ยังไม่เคยเรียน หรือความสามารถในการจำแนกจะหว่างผู้ฝึกหัดกับผู้ชำนาญการ ซึ่งจะเป็นการจำแนกสภาวะก่อนการฝึกและหลังการฝึกได้อย่างชัดเจน และประสิทธิภาพของการสอนจึงจำเป็นจะต้องใช้เกณฑ์อย่างหนึ่งก็คือ สัดส่วนของผู้ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อนสอนแล้วกลายเป็นผู้ที่ยังไม่เคยเรียน สัดส่วนเหล่านี้จะเป็นตัวเกณฑ์ที่ชัดเจนที่สุด ตรงงานมากที่สุด ถ้าผลการสอนนำมาใช้สร้างเกณฑ์เหล่านี้ได้ก็จะทำให้การพัฒนาคนเป็นไปอย่างชัดเจน ตรงเป้าหมายยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการรวบรวมงานทั้งจุดมุ่งหมาย การเรียนรู้การสอน และการสอบวัด เข้าไปอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน

แนวคิดในการจำแนกจะหว่างผู้เรียนในภาวะก่อนการสอนกับภาวะหลังการสอน คือ ในการจัดการเรียนการสอนนั้นเมื่อก่อนการสอน (pretest) ผู้เรียนควรจะทำข้อสอบใด ๆ ไม่ได้เลย เพราะถ้ารู้แล้วก็ไม่มีประโยชน์ที่จะสอน และหลังจากการจัดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่ก็ควรจะทำข้อสอบในแบบสอบหลังการสอน (posttest) ได้ (พิศิษฐ์ คัมภวณิช. 2529 : 54) ซึ่งเป็นไปตามหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ที่ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถที่จะมีผลสัมฤทธิ์ในระดับสูงได้ ถ้าผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือและเวลาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละคนในขั้นตอนต่าง ๆ ของการเรียนรู้ จนเปลี่ยนแปลงจากความเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ (nonmastered) ไปสู่ความเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์ (mastered) เพราะหลักการนี้ต้องการให้ผู้เรียนส่วนใหญ่คือเกือบทั้งชั้นเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างแท้จริงหรือชำนาญการในสิ่งที่เรียน (Bloom. 1976 : 4 ; สำเริง บุญเรืองรัตน์. 2523 : 3 ; อาคม จันทสุนทร. 2527 : 1 ; ณฤชชาติ สุวรรณวงศ์. 2520 : 8) จะทำให้การจัดการศึกษาเกิดประโยชน์อย่างสูงสุด เพราะทั้งเป้าหมายถึงผู้เรียนส่วนใหญ่และมุ่งถึงผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดแก่ผู้เรียนเหล่านั้นในระดับสูง ดังข้อเขียนของ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2523 : 3) เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนส่วนหนึ่งที่ว่า

... ความคิดเกี่ยวกับโอกาสทางการศึกษาเป็นสิ่งที่อยู่ในวิสัยที่ครูและผู้จัดการศึกษาสามารถสร้างสรรค์ขึ้นได้นี้ ในการจัดการเรียนการสอนก็ควรตั้งคคิเสียใหม่ว่า

1. นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่สอนสิ่งกันในโรงเรียนนั้นได้อย่างเท่าเทียมกัน ถ้าจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม ...

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนและหลักการของแนวคิดการเรียนเพื่อรอบรู้ แสดงให้เห็นว่านักการศึกษาเน้นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนในการพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนให้อยู่ในระดับสูง เป้าหมายของการพัฒนาคือผู้เรียนส่วนใหญ่หรือทั้งหมด

จากแนวคิดเบื้องต้นในหลักการเรียนเพื่อรอบรู้และการวัดผลประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ จะพิจารณาผู้เรียนในสองสถานการณ์คือก่อนการสอนและหลังการสอน ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาในประเด็นของการสอบวัดเพื่อแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้นตามหลักการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เพื่อสรุปว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่นั้น แสดงสภาพการณ์ดังกล่าวเป็นตารางการณ้จร (contingency table) ในภาพประกอบ 1

ภาวะการสอน ระดับความรู้	ก่อนการสอน	
	ก่อนการสอน	หลังการสอน
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D
รวม	$A+C = N$	$B+D = N$

ภาพประกอบ 1 ตารางการณ้จรแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน

จากภาพประกอบ จำนวนผู้เรียนทั้งหมดคือ N และตารางการณ์จะมีเซลล์ (cell) จำนวน 4 เซลล์ ให้ A, B, C และ D เป็นจำนวนผู้เรียนที่ถูกจัดประเภท เมื่อมีภาวะการสอนและระดับความรู้เป็นตัวแทนสำคัญ ดังนี้

- A เป็นจำนวนผู้มีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน (เซลล์ [A])
- B เป็นจำนวนผู้มีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอน (เซลล์ [B])
- C เป็นจำนวนผู้มีความรู้ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน (เซลล์ [C])
- D เป็นจำนวนผู้มีความรู้ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอน (เซลล์ [D])

เมื่อพิจารณาโดยใช้แนวทางความคิดจากหลักการเวียนเพื่อรอบรู้และแนวความคิดจากการวัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ตามเป้าหมายของการจัดการศึกษา ถ้าการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามหลักการที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพแล้ว ก่อนการเรียนการสอนหรือในการสอบก่อนการสอนจะมีผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์จำนวนน้อยหรือไม่มีเลย คือ A มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ($A \rightarrow 0$) และส่วนใหญ่หรือทั้งหมดจะมีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ คือ C มีค่าเข้าใกล้ N ($C \rightarrow N$) เมื่อจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนทั้งหมดนี้และทำการทดสอบหลังการสอนแล้ว ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ในภาวะก่อนการสอน (จำนวน C) จะกลายเป็นผู้ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอน ดังนั้น ในการสอบหลังการสอนผู้เรียนส่วนใหญ่หรือทั้งหมดจะมีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์ หรือ B มีค่าเข้าใกล้ N ($B \rightarrow N$) หรือหน่วยที่อยู่ในเซลล์ [C] จะกลายไปเป็นหน่วยที่อยู่ในเซลล์ [B] และผู้มีความรู้ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ควรจะมีจำนวนน้อยหรือไม่มีเลย คือ D มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ($D \rightarrow 0$) สิ่งที่จะแสดงความสามารถในการจัดการเรียนการสอนก็คือ จำนวนผู้เปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์จากไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอนมาเป็นผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอน จากตาราง B เป็นจำนวนของผู้เรียนที่อาจมาจากเซลล์ [C] หรือเซลล์ [A] ดังนั้น ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนคือ ผลต่างระหว่างจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอนกับจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน ($B - A$) และประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนจะสมบูรณ์เมื่อจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนมาจากจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน นั่นคือ ถ้า $B - A = C$ หรือ $\frac{B-A}{C} = 1$ จะบ่งชี้ว่าการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์ แต่ในสถานการณ์ทั่ว ๆ ไปนั้นการจัดการ

เรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์อาจทำได้ยาก ดังนั้น ควรคำนึงถึงข้อมูลที่จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพที่เป็นไปได้และมีแนวโน้มว่าเหมาะสม นั่นคือ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ควรจะพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนผู้มีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์อันเป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอน ($B - A$) กับจำนวนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน (C) สามารถจะแสดงสัดส่วนได้เป็น

$$P = \frac{B - A}{C}$$

เมื่อให้ P เป็นสัญลักษณ์แทนสัดส่วนที่แสดงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสัดส่วนนี้ แสดงถึงผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางการพัฒนามนุษย์ด้วยระบบการศึกษาและการฝึกฝนที่มีเป้าหมายเพื่อผู้เรียนทุกคนหรือเกือบทุกคน และเป็นไปตามแนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความไวในการสอน (instructional sensitivity index) ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ผู้ที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการเรียนการสอนในเรื่องที่จะเรียนนั้น จะทำข้อสอบใด ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไม่ได้เลย และหลังจากการจัดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนก็ควรจะทำข้อสอบในแบบสอบนั้นได้ (พิศิษฐ์ คันทวณิช. 2529 : 54)

ในขณะที่การจัดการเรียนการสอนโดยยึดหลักแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ คำนึงถึงผู้เรียนแต่ละคนที่จะให้มีความรู้ความสามารถถึงขั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานในระดับสูงในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนได้ ทำให้การจัดการศึกษาเกิดประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาผู้เรียนอย่างแท้จริง ผู้สอนเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Bloom. 1971 : 47) เพราะมีบทบาทในการกระตุ้น แนะนำและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (Mouly. 1973 : 12 - 13 ; Bugelski. 1977 : 14) หัวใจของการพัฒนาการศึกษาจึงอยู่ที่ผู้สอน ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนและการจัดการศึกษา ดังแนวนโยบายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ที่จะเร่งปรับปรุงการศึกษาในทุกระดับทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของผู้สอนและกระบวนการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เพื่อให้ผู้สอนทำการสอนอย่างจริงจัง และมีประสิทธิภาพ

(พจน์ สะเพียรชัย. 2528 : 26) ซึ่งจะทำให้การจัดการศึกษาเป็นไปอย่างมีคุณภาพ

การตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนนั้น มักจะพิจารณาจากระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติกันในการวัดผลประเมินผลการศึกษา นอกจากนี้ ในการวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการสอนหรือรูปแบบการสอนนั้นส่วนใหญ่มุ่งให้ความสำคัญกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมเพื่อสรุปว่าการสอนหรือรูปแบบการสอนนั้นส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่ ผลสรุปเกี่ยวกับปริมาณของผู้ที่ได้รับผลจากการจัดการเรียนการสอนนั้นยังไม่ชัดเจนหรืออาจกล่าวได้ว่ายังไม่มีความสำคัญเลย งานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของผู้สอนส่วนใหญ่จะศึกษาถึงตัวแปรที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของผู้สอน เช่น บุคลิกภาพ แต่ไม่ได้ศึกษาถึงผลการจัดการเรียนการสอนโดยตรง ในขณะที่การจัดการเรียนการสอนมีความสำคัญที่จะมีผลต่อระดับความรู้ของผู้เรียน วิธีการทางสถิติที่ถูกต้องตรงประเด็นสำหรับการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนั้นจะช่วยในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนกับผลที่จะได้จากการจัดการเรียนการสอน (Flanders. 1969 : 1424 citing Midley and Mitsel. 1963 : 247 - 328) ปริมาณของผู้เรียนที่ได้รับผลจากการจัดการเรียนการสอน ควรจะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนได้อีกประเด็นหนึ่ง การพิจารณาโดยใช้สัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ จะเป็นข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่สามารถจะใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่ได้มาจากข้อมูลความถี่ที่ผู้วิจัยเห็นว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างยิ่งประการหนึ่ง จึงเสนอสัดส่วนนี้เป็นสูตรในการคำนวณทางสถิติเพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ถ้าค่า P ความสัดส่วนนี้มีค่าสูงคือมีค่าเข้าใกล้ 1 ($P \rightarrow 1$) ก็มีแนวโน้มว่าการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์อันเป็นผลเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนกับผู้ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอนนั้นมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าการจัดการเรียนการสอนนั้นสามารถเปลี่ยนผู้ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอนไปอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ได้และจะถือว่ามีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์เมื่อ $P = 1$ แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วย่อมเป็นไปได้น้อยที่ P จะมีค่าเป็น 1 สิ่งที่เราคาดหวังคือ P ควรจะเป็นสัดส่วนที่มีค่าเข้าใกล้ 1 เพื่อแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงผู้เรียนนั้นเป็นไปได้เกือบสมบูรณ์ อาจใช้ค่า P เป็น 0.7,

0.8 หรือ 0.9 ขึ้นอยู่กับแนวคิดหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องของเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอนว่าควรจะใช้ค่า P เท่าไรเป็นเกณฑ์ ซึ่งการใช้ค่า P ที่ค่าใดค่าหนึ่งนี้จะเป็นการนำไปสู่การประมาณค่า (estimate) เกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนซึ่งอาจตั้งสมมติฐานของการทดสอบว่าสัดส่วนที่แสดงประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนมีค่าไม่แตกต่างกับค่าที่คาดหวัง เมื่อทำการทดสอบแล้วจะสรุปผลเป็นระดับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

ข้อมูลสำหรับสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ ที่เสนอขึ้นนี้ เป็นข้อมูลนามบัญญัติ (nominal scale) ที่มีพื้นฐานมาจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยตรง เพราะได้จากการจัดประเภทผู้เรียนตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสองประเภท คือ ผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ เกณฑ์ที่จะใช้ในการจัดประเภทดังกล่าวเรียกว่าจุดตัด (cutting point ให้สัญลักษณ์เป็น c) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างคะแนนที่กำหนดเป็นเกณฑ์กับคะแนนที่กำหนดเป็นคะแนนเต็มของการสอบนั้น ๆ หลังจากการจัดประเภทดังกล่าวแล้วจะทำให้ได้ค่า A , B , C และ D ที่ปรากฏในตารางดังภาพประกอบ 1 ค่า c ที่กำหนดขึ้นจึงเป็นเงื่อนไขหนึ่งของข้อมูลในการใช้สัดส่วนที่เสนอนี้ ขณะเดียวกัน ข้อมูลในลักษณะนี้ไม่เป็นอิสระต่อกันเพราะมีเหตุผลว่าควรจะเป็นกลุ่มเดียวกัน คือเป็นกลุ่มเดิมที่อยู่ในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน ความสัมพันธ์ของข้อมูลจะแสดงได้จากความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนกับคะแนนหลังการสอน ให้สัญลักษณ์เป็น ρ จะเป็นเงื่อนไขอีกประการหนึ่งของข้อมูลที่ใช้ นอกจากนี้ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด (N ; $N = A+C = B+D$) จะเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลของสัดส่วนที่เสนอเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน แสดงว่าข้อมูลสำหรับการแสดงดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้แม้จะเป็นข้อมูลนามบัญญัติ แต่จะต้องเป็นข้อมูลที่มีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับจุดตัด (c) ค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน (ρ) และจำนวนผู้เรียน (N) ซึ่งจะได้อธิบายถึงในส่วนของวิธีดำเนินการวิจัยต่อไป

เมื่อต้องการแสดงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนจากข้อมูลความถี่โดยสัดส่วน P ที่ผู้วิจัยเสนอสำหรับการคำนวณ ในการสรุปผลเป็นนัยสำคัญทางสถิติ นั้น ยังไม่ทราบลักษณะการแจกแจงทั่วแปรสุ่ม (sampling distribution) ของสัดส่วน P ที่สำคัญ

ว่ามีการแจกแจงในลักษณะใด จึงไม่มีค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่จะใช้เป็นมาตรฐานสำหรับสถิติทดสอบ เพื่อการเปรียบเทียบกับค่า P ที่คำนวณได้ในการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ แม้ว่าข้อมูลของการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนโดยสัดส่วน P นี้ เป็นข้อมูลนามบัญญัติที่จัดกระทำเป็นความถี่แล้วคำนวณเป็นค่าสัดส่วนซึ่งข้อมูลในลักษณะนี้มักจะเทียบค่าสถิติที่คำนวณได้กับค่ามาตรฐานของการแจกแจงไคสแควร์ (Chi-Square Distribution) (Minium. 1970 : 379) จากค่าความน่าจะเป็นในการวางมาตรฐานที่กำหนดไว้เพื่อสรุปเป็นนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบนั้น ๆ สัดส่วน P ที่เสนออยู่นอกประเด็นของข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) ที่สำคัญของการทดสอบไคสแควร์ เพราะข้อมูลขาดความเป็นอิสระระหว่างหน่วยตัวอย่าง ระหว่างเซลล์และระหว่างสัณฐาน (column) ของตารางการแจกแจง เพราะเป็นผู้เรียนกลุ่มเดิมผ่านกระบวนการเรียนการสอน ทั้งเป็นสูตรที่เสนอขึ้นใหม่ ยังไม่อาจสรุปได้ว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ใกล้เคียงกับการแจกแจงไคสแควร์ได้ จนกว่าจะทราบลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่แท้จริงของสัดส่วน P นี้ การหาการแจกแจงที่แท้จริง (exact distribution) ของข้อมูลที่ศึกษาแต่ละครั้งที่จะใช้สัดส่วน P ในการทดสอบแต่ละครั้งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและไม่อาจทำได้ในหลักการทั่วไป ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับสถิติทดสอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้หาการแจกแจงที่แท้จริงของข้อมูลที่ศึกษาทุกครั้ง แต่จะเปรียบเทียบกับตารางการแจกแจงมาตรฐานที่มีความสัมพันธ์สูงมากกับการแจกแจงที่แท้จริงในสถิติทดสอบนั้น ๆ แล้วสรุปตามหลักการสถิติอ้างอิง (statistics inference) อย่างคำนึงถึงระดับความเชื่อมั่นหรือนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบนั้น ๆ

ในขณะที่สัดส่วน P ที่เสนอสำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนจะเป็นดัชนีที่แสดงถึงประสิทธิภาพดังกล่าวได้ แต่ยังไม่มีการแจกแจงตัวแปรสุ่มของการตรวจสอบด้วยดัชนีนี้ เพื่อให้การใช้สัดส่วนนี้อยู่ในวิสัยที่เป็นไปได้และเป็นประโยชน์ต่อการประเมินและการวิจัยในห้องเรียนตลอดจนการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรอย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างและศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ จากตัวแปรสุ่ม (random variable) เพื่อการแจกแจงที่ถูกต้องในการทดสอบสมมติฐานของการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สัดส่วน P เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความน่าจะเป็นภายใต้การแจกแจงของตัวแปรสุ่มเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับค่า P ที่คำนวณได้จาก

ข้อมูลในระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ โดยการสร้างการแจกแจงของสัปดาห์ P จากตัวแปรสุ่มที่เป็นผลมาจากการสร้างตัวเลขสุ่ม (generate random number) ภายในเงื่อนไขของค่า c , ρ และ N โดยใช้วิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของคณิตศาสตร์เชิงทดลองที่ใช้เลขสุ่มในการแก้ปัญหาและช่วยหาคำตอบของเรื่องราวที่ยังไม่แน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้น โดยลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

(standard error) (Hammersley and Handscomb. 1964 : 2, 5, 21 ; Krobe. 1980 : 242) ของคำตอบที่จะได้ด้วยการจัดกระทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อสรุปเป็นความน่าจะเป็นของปัญหานั้น ๆ ผลที่ได้จะเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพผู้สอนในด้านการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นการนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนทุกคนหรือส่วนใหญ่อย่างเสมอภาคกันตามวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาอย่างแท้จริง ทำให้การวัดผลเข้าไปเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์สำหรับการจัดการศึกษาและการพัฒนาหลักสูตร การวิจัยทางการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในการวิจัยเกี่ยวกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ใช้สำหรับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนจากระดับความรู้ของผู้เรียนเมื่อพิจารณาโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน จากข้อมูลนามบัญญัติตามสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ ที่ผู้วิจัยเสนอ ผู้วิจัยค้นคว้าและศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อนำไปสู่แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับเรื่องราวที่ศึกษา ดังจะเสนอเป็นตอน ๆ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน
2. การแจกแจงตัวแปรสุ่มสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ
3. วิธีการมอนติคาร์โล
4. การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์
5. สรุปแนวคิดของผู้วิจัยที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

การศึกษาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทุกคน การเข้าโรงเรียนเรียนหนังสือจนอ่านออกเขียนได้และมีความรู้พิเศษในสาขาต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับกันว่ามีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน (สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา. 2527 : 21) ในการจัดการศึกษาให้เกิดประโยชน์ ผู้จัดทำหลักสูตรควรพยายามสร้างสภาพการณ์หรือสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้หรือปรับปรุงส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน (ชมพันธุ์ ฤกษ์ ๓ อยุธา. 2525 : 3) การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือในการพัฒนาบุคคล ดังที่วัตถุประสงค์ของหลักสูตรโดยทั่วไปมุ่งเน้นเพื่อจะสร้างสถานการณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอน (Lancaster. 1974 : 9 - 10) การจัดการ

เรียนการสอนจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญของการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

จากความหมายของการจัดการเรียนการสอน (teaching) ที่สำคัญ ดังนี้
พจนานุกรมทางการศึกษา (Dictionary of Education) ให้ความหมายว่า
การจัดการเรียนการสอน คือกิจกรรมที่จัดเตรียมสถานการณ์ เจื่อนใจ และแผนงานใน
กิจกรรมเพื่อที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในสถานศึกษา (Good. 1945 : 411)

แฟตตู (Fattu. 1960 : 7) ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนว่า
เป็นการกระทำของผู้สอนทั้งมวลทั้งรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์
โดยการจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนในเนื้อหาวิชาการและสถานการณ์ปัจจุบัน
เพื่อให้เกิดพัฒนาการแก่ผู้เรียนในทุกด้าน

มัวร์ลี (Mouly. 1973 : 12 - 13) ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนการสอน
เป็นการเสนอกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการ โดยผู้สอนจะมีบทบาทในการแนะนำ กระตุ้น
และช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุวัตถุประสงค์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2520 : 70) ให้ความหมายว่า การสอน
คือความพยายามของผู้สอนที่จะจัดกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้บุคคลเกิดการเรียนรู้

จากความหมายดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนจึงเป็นความพยายามของผู้สอน
ที่จะจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ รวมทั้งกระตุ้น แนะนำ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใน
เรื่องราวเนื้อหาที่สอน ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน จึงมีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน
อย่างแท้จริง เพราะเป็นผู้รับผลโดยตรง จากแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของผู้สอน
(teacher effective) ที่ อาร์มสตรอง เสนอประเด็นต่าง ๆ ในการประเมินประสิทธิ
ภาพของผู้สอน 21 รายการ ดังนี้ (Armstrong. 1973 : 55)

1. ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้หลักการทางจิตวิทยาในการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างจำนวนผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในระดับ "ผ่าน" และผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ในระดับ "ไม่ผ่าน"
3. ทักษะในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. การเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสม
5. ทักษะในการเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแรงจูงใจใฝ่สัมพันธของผู้เรียน
6. ทักษะในการพัฒนาเชาวน์ปัญญาของผู้เรียน
7. การพัฒนาทักษะทางกายภาพของผู้เรียน
8. การเสริมแรงอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อกระตุ้นผู้เรียนในกระบวนการจัดการ

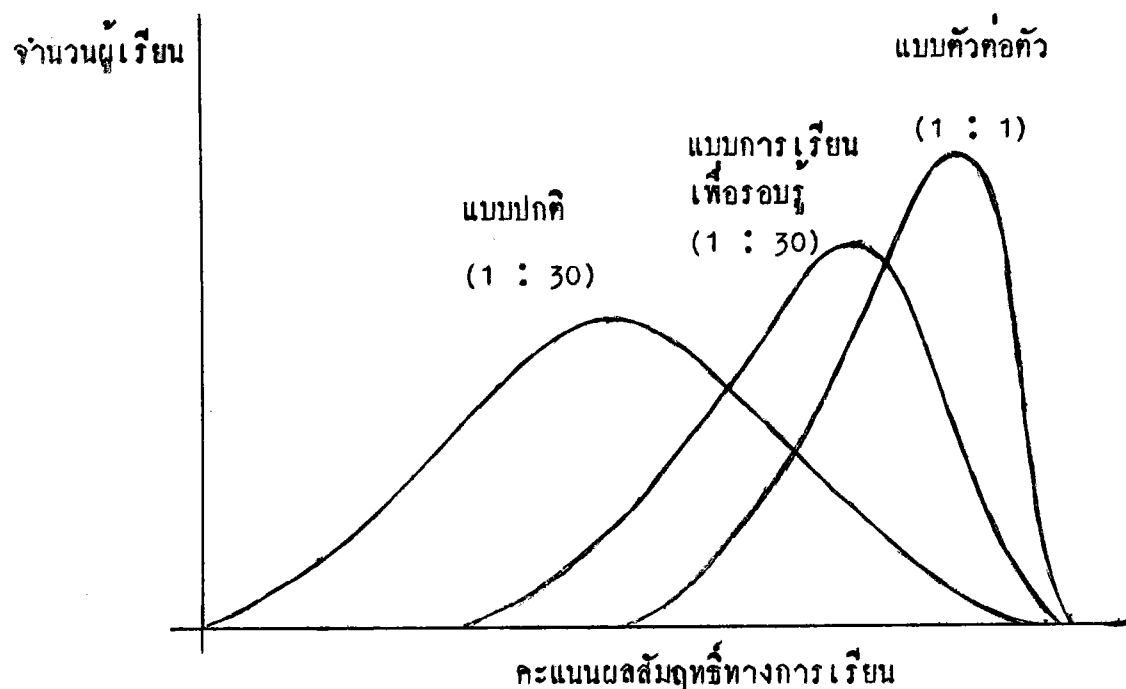
เรียนการสอน

9. ประสิทธิภาพในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและประเมินผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด
10. ทักษะในการแปลความหมายของคะแนนจากการวัดผลระหว่างเรียนและนำผลที่ได้จากการวัดมาเป็นส่วนในการจัดการเรียนการสอน
11. ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้หลักการหรือทฤษฎีการเรียนรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์
12. การสร้างบรรยากาศแบบประชาธิปไตยในการเรียนการสอน
13. ประสิทธิภาพในการแนะนำกลุ่มผู้เรียนให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในด้านการเรียนรู้
14. การจัดกิจกรรมทางสังคมเพื่อชุมชน
15. การพัฒนากิจกรรมในชั้นเรียนที่เหมาะสมเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนที่ขาดทักษะทางสังคม
16. การพัฒนาคุณลักษณะและพฤติกรรมทางค่านิยมของนักเรียน
17. การช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาในเรื่องการปรับตัวในการเรียน
18. การจัดสถานการณ์ในชั้นเรียนเพื่อช่วยลดความวิตกกังวลของผู้เรียน
19. การช่วยเหลือผู้เรียนอ่อนเพื่อพัฒนาระดับการเรียนรู้
20. การประยุกต์ใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ในการจัดการเรียน

การสอน

21. แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนให้ผู้ปกครองหรือผู้เกี่ยวข้องกับผู้เรียนทราบ

จากรายการในการประเมินประสิทธิภาพของผู้สอนดังกล่าว เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งเป็นลักษณะย่อย ๆ ที่กล่าวถึงวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา แสดงว่า ประสิทธิภาพของผู้สอนที่สำคัญคือประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับหลักความคิดทางการศึกษาทั่ว ๆ ไป ที่มุ่งให้คนส่วนใหญ่หรือทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษารวมถึงขั้นเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงกิจกรรมและวิธีสอนที่จะก่อให้เกิดผลสูงสุดแก่ผู้เรียนทุกคนให้มีความรู้ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนให้มากที่สุด นักการศึกษาพยายามค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในระดับสูง นั่นคือ หาวิธีการที่จะแสดงว่าวิธีการสอนนั้น ๆ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากผลงานวิจัยของแอนาเนีย เปรียบเทียบวิธีการสอน 3 วิธี คือ วิธีสอนแบบปกติ (conventional) แบบการเรียนเพื่อรอบรู้ และวิธีสอนแบบตัวต่อตัว (one to one tutoring) โดยที่วิธีสอนแบบปกติและแบบการเรียนเพื่อรอบรู้นั้น จัดการเรียนการสอนโดยมีผู้เรียนเป็นกลุ่มประมาณ 30 คน แต่การสอนแบบตัวต่อตัวนั้นมีจำนวนผู้เรียน 1 คน ต่อผู้สอน 1 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบตัวต่อตัวประมาณร้อยละ 90 และผู้ที่ได้รับการสอนแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ประมาณร้อยละ 80 สอบได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในระดับสูง สำหรับผู้ที่ได้รับการสอนแบบปกติมีประมาณร้อยละ 20 เท่านั้นที่สอบได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในระดับสูง (Anania. 1982 : 4269-A) และผลงานวิจัยของเบอร์ก เปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนจากการสอน 3 วิธีเช่นเดียวกับแอนาเนีย ปรากฏว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบตัวต่อตัวประมาณร้อยละ 95 แบบการเรียนเพื่อรอบรู้ประมาณร้อยละ 85 สอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ (Burke. 1984 : 2025-A) บลูม ผู้เสนอหลักการและศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีสอนแบบการเรียนเพื่อรอบรู้จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งงานวิจัยของแอนาเนียและเบอร์ก ตลอดจนงานวิจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับผลการสอน 3 วิธีนี้สรุปว่า วิธีสอนแบบตัวต่อตัวให้ผลสูงสุด แบบการเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลสูงกว่าการสอนแบบปกติ ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการแจกแจงคะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน 3 วิธี ดังกล่าว ดังภาพประกอบ 2 (Bloom. 1984 : 5)

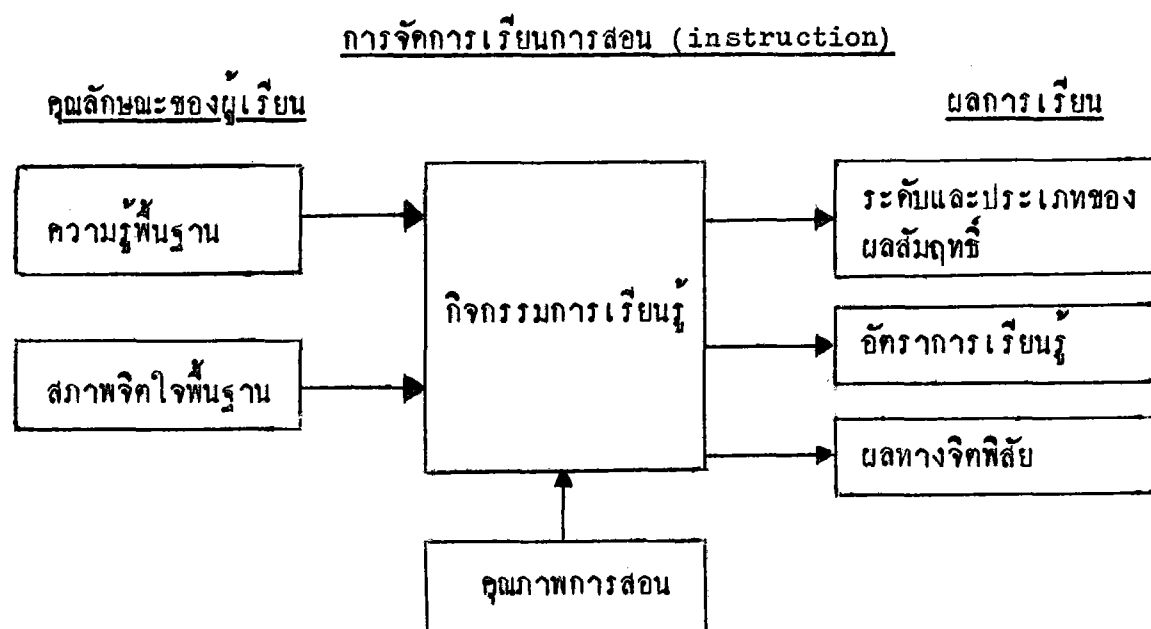


ภาพประกอบ 2 แสดงลักษณะการแจกแจงผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ
แบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ และแบบตัวต่อตัว (อัตราส่วนที่แสดงในภาพประกอบคือ
อัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้สอนต่อจำนวนผู้เรียน)

จากภาพประกอบ แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่ได้รับการสอนแบบตัวต่อตัวมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (left skewness) และมีความโค้ง (kurtosis) สูง แบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและความโค้งน้อยกว่าแบบตัวต่อตัว ส่วนการเรียนรู้แบบปกติมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) มีความโค้งน้อยกว่าแบบตัวต่อตัวและแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ แสดงว่าการสอนแบบตัวต่อตัวให้ผลลัพธ์ที่ดีในการจัดการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในเรื่องที่เรียน แต่การสอนแบบตัวต่อตัวเป็นสิ่งที่ทำได้ยากในโรงเรียนปกติทั่วไป ส่วนใหญ่ใช้จำนวนผู้สอนต่อผู้เรียนเป็น 1 : 30 (Bloom. 1976 : 28) นักการศึกษาพยายามหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพและไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องลงทุนมากเกินไปแต่ได้ผลคุ้มค่าและใกล้เคียงกับการสอนแบบตัวต่อตัว การเรียนรู้เพื่อรอบรู้ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่มีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติทั่วไป

และให้ผลใกล้เคียงกับแบบตัวต่อตัว (สุธรรม จันทน์หอม. 2527 : 3)

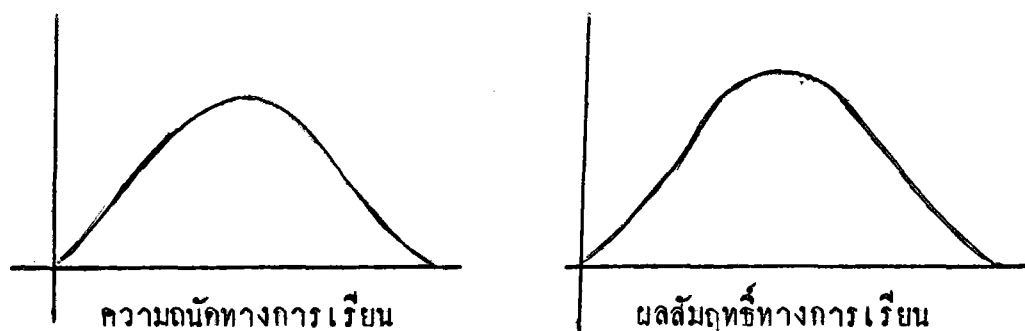
การเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เป็นแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน (Theory of School Learning) ของบลูม (Bloom. 1976 : 11) ที่เสนอว่า ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากคุณลักษณะของผู้เรียน (student characteristics) กับคุณภาพของการสอน (quality of instruction) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม

จากทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน บลูมสรุปว่า คุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานและสภาพจิตใจพื้นฐาน เป็นตัวแปรที่เข้าไปมีส่วน (account for) อยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 65 แต่เมื่อรวมคุณลักษณะของผู้เรียนกับคุณภาพการสอนแล้วจะเข้าไปมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนถึงร้อยละ 90 (Bloom. 1976 : 169) แนวคิดในทฤษฎีนี้ แสดงความสำคัญของคุณภาพการสอนที่จะเอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และนำไปสู่แนวคิดของการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ จากแรกเริ่มที่บลูมให้ความเห็นว่า การเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นผู้สอนจะคาดหวังและมีความเชื่อตั้งแต่

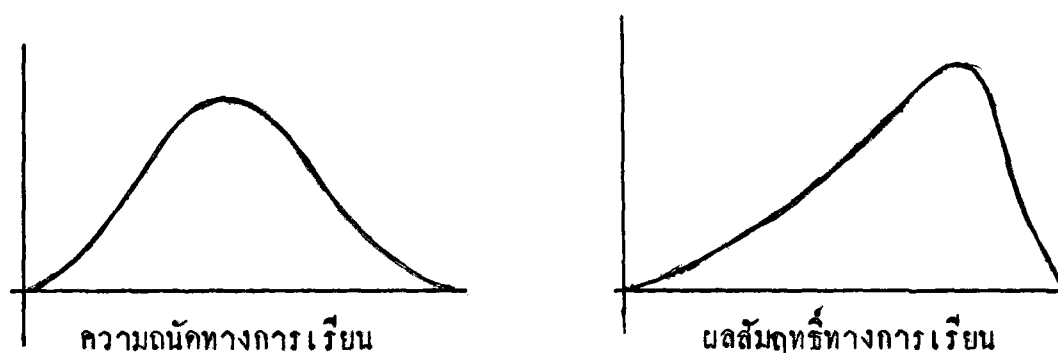
เริ่มต้นการเรียนการสอนแต่ละภาคการศึกษาแล้วว่าผู้เรียนของคณนั้นมีเพียงหนึ่งในสามเท่านั้นที่จะเรียนได้ในเกณฑ์ดี อีกหนึ่งในสามจะเรียนพอใช้ได้เท่านั้น และหนึ่งในสามของผู้เรียนเหล่านั้นจะต้องสอบตกเสมอไป ผู้ที่สอบตกจะมีอัตมโนภาพ (self concept) ว่าตนเองเป็นคนขาดความสามารถที่จะเรียน (Bloom. 1971 : 47) ทำให้การจัดการศึกษาไม่ประสบผลสำเร็จ บลูมเห็นว่า แท้ที่จริงแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไปสามารถจะเรียนรู้สิ่งที่จัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุถึงเกณฑ์ที่กำหนดจนกลายเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ถึงระดับผ่านเกณฑ์ กล่าวคือ ถ้าความถนัดทางการเรียน (aptitude) ของผู้เรียนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (normal curve) และการจัดการเรียนการสอนที่ให้เวลาเท่ากันและวิธีสอนแบบเดียวกันทั้งชั้นเรียนแล้ว ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจะมีการแจกแจงของคะแนนเป็นโค้งปกติด้วย ดังภาพประกอบ 4 (Block. 1971 : 6)



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงของคะแนนความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เมื่อให้เวลาในการเรียนและวิธีสอนแบบเดียวกันแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน

แสดงให้เห็นว่า เมื่อจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนโดยให้เวลาและวิธีสอนแบบเดียวกันแล้ว ความถนัดทางการเรียนจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนอย่างมาก ในอีกทางหนึ่ง ถ้าความถนัดทางการเรียนของผู้เรียนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ เมื่อผู้สอนให้ความช่วยเหลือและเวลาที่เหมาะสมกับแต่ละคนแล้ว ผู้เรียนส่วนใหญ่จะสามารถ

สอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่มากกว่าการเรียนการสอนแบบที่ให้เวลาและวิธีสอนเช่นเดียวกันสำหรับผู้เรียนทั้งชั้นเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ แสดงได้ดังภาพประกอบ 5 (Block. 1971 : 7)



ภาพประกอบ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงของคะแนนความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามแนวคิดการเรียนเพื่อรอบรู้

จากภาพประกอบ 5 แสดงว่าคุณภาพการจัดการเรียนการสอนก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนได้ในหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ซึ่งมีความเชื่อและหลักการที่สำคัญว่า ผู้เรียนทุกคนหรือเกือบทุกคนสามารถจะเรียนรู้สิ่งที่จัดการเรียนการสอนในโรงเรียนจนถึงระดับผ่านเกณฑ์ในเรื่องนั้น ๆ ได้ ถ้าจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับแต่ละคน และให้เวลาอย่างเพียงพอกับความสามารถที่จะเรียน โดยในระหว่างการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือในการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนต่าง ๆ อย่างพอเพียง (Bloom. 1976 : 4)

ในส่วนของคุณภาพการสอน ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนหรือเกือบทุกคนถึงระดับผ่านเกณฑ์นั้น ให้ความสำคัญในกิจกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนมากที่สุดที่ บลูม เสนอว่า คุณภาพของการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย (Bloom. 1976 : 115 - 126) การแนะนำ (cues) การเสริมแรง (reinforcement) การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน (participation) การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไข

ข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน (feedback/correction)

นอกจากนี้ บลูมมีความเห็นว่า สิ่งสำคัญสำหรับแนวทางการเรียนเพื่อรอบรู้ นั่นคือการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) และมีกระบวนการแก้ไขในส่วนต่าง ๆ ของการจัดการเรียนการสอน อาจให้การบ้าน สอบย่อย (quiz) หรือให้งานเพิ่มเติมที่เหมาะสมกับแต่ละคน เพื่อเปลี่ยนแปลงระดับความรู้ไปสู่ความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และสิ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จของการเรียนเพื่อรอบรู้จะขยายไปสู่ความคิดที่ว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ นั่นคือ นอกจากการเรียนเพื่อรอบรู้จะมีจุดมุ่งหมายในการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแล้วยังพัฒนาระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย (Bloom. 1974 : 4,13)

แนวทางการเรียนเพื่อรอบรู้ เป็นแบบการจัดการเรียนการสอนที่แทบจะไม่แตกต่างจากปกติแต่อย่างใด ที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือการสอบระหว่างสอนหรือสอบภายหลังจบหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย กับการช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนซ่อมเสริมเพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์ (สุธรรม จันทน์หอม. 2527 : 8) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเด่นชัดที่จะทำให้การจัดการศึกษาประสบผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์ (Mayo. 1970 : 1) แสดงให้เห็นว่า ในการจัดการศึกษานั้นผู้รับผิดชอบสามารถจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุดได้ แม้ว่าโดยส่วนรวมแล้วอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ทั้งในโรงเรียนและที่บ้าน แต่ก็สามารถจะทำให้ความคลาดเคลื่อนนั้นมีบทบาทน้อยลงได้จนน้อยที่สุด นั่นคือ มุ่งมั่นและพยายามที่จะจัดการเรียนการสอนให้เกิดความสำเร็จได้ (Bloom. 1976 : 16) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์นั้นอยู่ในวิสัยที่ทำได้ เพราะตัวแปรที่สำคัญที่สุดของการจัดการเรียนการสอนคือคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน (Bloom. 1976 : 11)

ลักษณะเด่นที่สำคัญของการศึกษาในทุกระดับคือบทบาทของผู้สอน เพราะทำให้การจัดการเรียนการสอนเกิดขึ้นโดยตรง ผู้สอนจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาการจัดการศึกษาในโรงเรียน (Bugelski. 1977 : 14 ; Edelfelt and Orvelli. 1978 : 9) ดังจะเห็นได้จากที่แนวนโยบายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) นั้นจะเร่งปรับปรุงการศึกษาทุกระดับ ทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปรับปรุงคุณภาพของครู อาจารย์ และกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

โดยคำนึงว่า ผู้สอนเป็นหัวใจของการพัฒนาการศึกษา จึงมุ่งหาวิธีการที่จะทำให้ผู้สอนทำการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ (พจน์ สะเพียรชัย. 2528 : 26) ทั้งนี้ เพราะงานสอนคืองานหลักของผู้สอน

เมื่อพิจารณาจากแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ ความหมายของการจัดการเรียนการสอนและประสิทธิภาพของผู้สอนที่เน้นจากประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนนั้น แสดงถึงความเชื่อว่า การจัดการเรียนการสอนของผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคนหรือส่วนใหญ่จนถึงขั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นความเชื่อที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จสูงสุดตามเกณฑ์ของการจัดการศึกษา ดังที่ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2523 : 1 - 2) เสนอแนะไว้ว่า

ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้ได้อย่างดียิ่งนั้น มีเกณฑ์สำคัญอยู่ 2 ประการ ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนแล้วทำให้ผลผลิตทางการศึกษาเพิ่มพูนขึ้นอย่างมากที่สุด ผลผลิตทางการศึกษาในที่นี้ ประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในชั้นต่าง ๆ ได้แก่ สติปัญญา ความสามารถของนักเรียนและทัศนคติต่าง ๆ ต่อวิชาที่เรียนของนักเรียน เช่น จะต้องมีความสนใจในวิชาที่เรียน นักเรียนจะแสดงความปรารถนาจะเรียนให้ได้อย่างดีผลสัมฤทธิ์สูง ๆ จะต้องมีความซื่อสัตย์ในวิชาชีพที่ตนเรียน เป็นต้น

2. จัดการเรียนการสอนแล้วทำให้ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถและทัศนะต่าง ๆ เกี่ยวกับวิชาที่เรียน มีน้อย หรือแทบจะไม่มีเลย กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนทุกคนจะมีผลผลิตทางการศึกษาถึงในระดับที่เท่าเทียมกันโดยไม่ต้องคำนึงว่าสติปัญญาพื้นฐานของนักเรียนเหล่านั้นจะแตกต่างกันมาแต่ก่อน

ในทางปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้โดยตรงนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมประการหนึ่งในการตัดสินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ควรจะพิจารณาจากปริมาณของผู้สำเร็จ

การศึกษา ที่ส้อมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2523 : 20) เกณฑ์ที่ควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนคือความสามารถในการจำแนกระหว่างผู้ฝึกหัดกับผู้ชำนาญการ จากภาวะก่อนการสอนกับหลังการสอนเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจน คือสัดส่วนของผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ในภาวะก่อนการสอนแล้วกลายมาเป็นผู้ผ่านเกณฑ์ในภาวะหลังการสอน ซึ่งสัดส่วนนี้จะเป็นตัวเกณฑ์ที่มีความชัดเจนและตรงงานมากที่สุด ถ้าสามารถนำผลการจัดการเรียนการสอนมาสร้างเกณฑ์เช่นนี้ได้ จะทำให้การพัฒนาคนเป็นไปอย่างชัดเจนตรงเป้าหมายยิ่งขึ้น เป็นการรวมงานทั้งจุดมุ่งหมาย การเรียนการสอนและการสอบวัดเข้าไประหว่างเกณฑ์เดียวกัน (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2528 : 3) นับเป็นคุณประโยชน์และคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน เพราะโอกาสทางการศึกษาเพื่อพัฒนาคนนั้น อยู่ในวิสัยที่ผู้สอนและผู้จัดการศึกษาสามารถสร้างสรรขึ้นได้ ควรจะถือว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่สอนได้อย่างเท่าเทียมกันถ้าจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม (สำเริง บุญเรืองรัตน์. 2523 : 3) จากแนวคิดดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่งในการบ่งชี้ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อให้การศึกษาเป็นประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาผู้เรียน คือสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์อันเป็นผลเนื่องจากการจัดการเรียนการสอน กับจำนวนผู้อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการจัดการเรียนการสอน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนนั้น พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาถึงตัวแปรที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน เช่น บุคลิกภาพของผู้สอน อย่างไรก็ตาม เมคเลย์ และ มิทเชล (Flanders. 1969 : 1424 citing Midley and Mitsel. 1963 : 247 - 328) เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับงานวิจัยบางเรื่องว่า เกณฑ์ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของผู้สอนยังไม่เที่ยงตรง (invalid) หรือการวัดพฤติกรรมของผู้สอนนั้นอาจจะขาดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน หายที่สุดได้สรุปเกี่ยวกับงานวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนว่าวิธีการทางสถิติที่ถูกต้องควรประเด็นนั้นจะช่วยให้การพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนกับผลที่จะได้จากการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น ถ้ามีสูตรการคำนวณที่เหมาะสมกับสภาพการณ์และหลักการของการจัดการเรียนการสอน จะทำให้วิธีการ

ทางสถิติในการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างถูกต้องตรงประเด็นและมีความหมาย ทำให้ได้ผลสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาอย่างยิ่ง

ตอนที่ 2 การแจกแจงตัวแปรสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐาน (hypothesis) เป็นข้อความที่คาดคะเนค่าตอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป และนำไปสู่การทดสอบความสัมพันธ์นั้น ๆ สมมติฐานจึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการอธิบายทฤษฎีหรือกระบวนการในทฤษฎี และจัดเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการแสวงหาความก้าวหน้าของความรู้ให้ขยายขอบเขตกว้างขวางยิ่งขึ้น (Kerlinger. 1973 : 18 - 22) สมมติฐานของการวิจัยนั้นจะทดสอบได้โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติตามหลักการของสถิติอ้างอิง (inferential statistics) เพื่อเป็นเครื่องมือในการตอบปัญหาของการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานทางสถิตินี้สืบเนื่องมาจากข้อจำกัดเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับประชากรอย่างสมบูรณ์ การที่จะเข้าใจประชากรหรือพารามิเตอร์ (parameter) จำเป็นต้องอาศัยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จึงต้องใช้การทดสอบสมมติฐานที่มีเหตุผลเชื่อถือได้เพื่อจะอ้างอิงไปถึงประชากร การทดสอบสมมติฐานขึ้นอยู่กับข้อตกลงที่ว่าสมมติฐานภายใต้การทดสอบนั้นเป็นจริง (Clark. 1953 : 178)

ในหลักการทางสถิติ สมมติฐานที่ทดสอบภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริง เรียกว่า สมมติฐานที่เป็นกลาง (null hypothesis) ซึ่งเป็นสมมติฐานที่ยอมรับว่าพารามิเตอร์นั้นมีค่าที่แน่นอน และทดสอบว่าค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแตกต่างไปจากค่าพารามิเตอร์หรือไม่ ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าแตกต่างก็จะปฏิเสธ ถ้าไม่แตกต่างจะยอมรับค่าพารามิเตอร์นั้น (Lehman. 1978 : 443) ดังนั้น การทดสอบสมมติฐานที่เป็นกลางคือการกำหนดว่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ประมาณจากกลุ่มตัวอย่างกับค่าพารามิเตอร์เป็นไปโดยบังเอิญ (by chance) หรือไม่ ที่ค่าความน่าจะเป็นเท่าไร เรียกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Level of Statistical Significance) ซึ่งเป็นระดับของโอกาสที่สภาพเป็นจริงจะไม่เป็นไปตามผลสรุป เช่น ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (มักแทนด้วย

ด้วยสัญลักษณ์ $\alpha = .05$) คือโอกาสที่จะเกิดสิ่งที่ไม่เป็นไปตามผลสรุปมีอยู่ 5 ครั้ง ใน 100 ครั้ง (Kerlinger. 1973 : 169) ซึ่งทดสอบแล้วอาจพบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้น ถูกหรือผิดก็ได้ เพราะไม่สามารถที่จะทำการสำรวจจากประชากรทั้งหมดได้ ถ้ามีการ ปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลางก็อาจจะยอมรับหรือทดสอบเพื่อยอมรับสมมติฐานสำรอง (alternative hypothesis) ที่ตั้งไว้

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพื่อสรุปผลการทดสอบโดยกล่าวอ้างถึงระดับ นัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบนั้น ๆ เมื่อคำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบแล้ว จะเปรียบเทียบ ค่าที่คำนวณได้กับค่ามาตรฐานที่กำหนดภายใต้ระดับนัยสำคัญทางสถิติในการวางมาตรฐาน โดยถือว่าค่านั้นเกิดจากการแจกแจงที่เป็นการแจกแจงมาตรฐานจากทฤษฎี เพื่อสรุปเป็นผล การทดสอบตามระดับนัยสำคัญที่กำหนดนั้น ๆ (Maraschuillo. 1971 : 177 - 393 ; Guilford and Fructure. 1981 : 169 - 174) ตารางมาตรฐานที่กำหนดนั้นมาจาก โหมดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการแจกแจงในหลักการเชิงทฤษฎี เช่น การแจกแจงไคสแควร์ จะมีฟังก์ชันของการแจกแจงซึ่งได้จากทฤษฎี เมื่อมีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่แสดงถึง ความถี่ที่คาดหวังในเชิงทฤษฎี (f_e) กับความถี่ของข้อมูลที่ศึกษา (f_o)

$$\chi^2 = \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

ในความเป็นจริงยังไม่มี การแจกแจงเชิงประจักษ์สำหรับสูตรการคำนวณที่แสดงนี้ แต่มีข้อพิสูจน์ว่าการแจกแจงของสูตรคำนวณนี้มีความสัมพันธ์สูงมากกับการแจกแจงมาตรฐาน ไคสแควร์ (Folks. 1981 : 320) ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับการทดสอบทางสถิติทั้งหลายที่ ปฏิบัติกัน คือเทียบค่าที่คำนวณได้จากสถิติทดสอบกับค่ามาตรฐานจากตารางที่ได้จากการ แจกแจงเชิงทฤษฎี โดยถือว่าการแจกแจงของสถิติทดสอบนั้น ๆ มีความใกล้เคียง (approximate) กับการแจกแจงเชิงทฤษฎีที่ใช้ เมื่อมีผู้พัฒนาตัวประมาณ (estimator) ขึ้นมาใหม่จะพยายามหาการแจกแจงของตัวประมาณนั้นเพื่อพิจารณาว่าการแจกแจงนั้น ใกล้เคียงกับการแจกแจงใดที่มีอยู่แล้ว (Johnson. 1978 : 168)

การแจกแจงที่ใช้สำหรับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้มาจากโหมดทาง คณิตศาสตร์ (Johnson. 1978 : 160) ที่เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีความสำคัญ

อย่างยิ่งสำหรับสถิติอ้างอิง เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าสถิติค่าหนึ่ง ๆ ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากันที่เลือกอย่างสุ่ม (random) จากประชากรชุดเดียวกัน เช่น การแจกแจงความแปรปรวน (variance) ของตัวแปรสุ่ม ได้จากค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้จากจำนวน N_{C_n} ครั้ง เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรขนาด N จะได้ค่าความแปรปรวนทั้งหมด N_{C_n} ค่าที่ต่างกันไปเป็นการแจกแจงตัวแปรสุ่มของความแปรปรวน (sampling distribution of variance) ในทำนองเดียวกันเมื่อจะหาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าเฉลี่ย (sampling distribution of mean) จะได้ค่าสถิติที่เป็นค่าเฉลี่ย N_{C_n} ค่า สิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ผลของการทดสอบเพราะสามารถจะนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของการทดสอบได้ (Maraschuilo. 1971 : 277 - 393) แต่เมื่อไม่สามารถหาการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่แท้จริงของข้อมูลได้ในทางปฏิบัติก็จะพิจารณาจากตัวแปรสุ่มในทางทฤษฎีที่ถือว่าใกล้เคียงกันอย่างยิ่ง

การแจกแจงตัวแปรสุ่ม มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ดังนั้น เมื่อมีการสร้างสูตรการคำนวณทางสถิติสูตรใด ๆ ขึ้นเพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติในการศึกษาวิจัยเรื่องใด ๆ จะต้องคำนึงถึงการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติของสูตรที่สร้างขึ้นนั้น เพื่อประโยชน์ในการสรุปผลการทดสอบ เนื่องจากสูตรที่สร้างขึ้นใหม่ยังไม่มี การแจกแจงตัวแปรสุ่มที่แท้จริงของสูตรนั้น ดังนั้น อาจทดสอบความใกล้เคียงกันกับการแจกแจงมาตรฐานที่มีอยู่แล้วและคาดว่าอาจใกล้เคียงกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสูตรคำนวณทางสถิติที่สร้างขึ้นนั้น ถ้าพบว่าการแจกแจงที่มีอยู่มีความใกล้เคียงกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้น จะใช้ค่าที่ปรากฏในตารางมาตรฐานของการแจกแจงที่มีอยู่แล้วสำหรับเปรียบเทียบสรุปเป็นผลการทดสอบได้ ถ้าพบว่าการแจกแจงนั้นไม่ใกล้เคียงกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสูตรสถิติที่สร้างขึ้น ควรสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสูตรสถิตินั้น เพื่อให้การสรุปผลการทดสอบทางสถิตินั้นมีความเป็นไปได้ เพื่อเป็นการแจกแจงในทางทฤษฎีสำหรับการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดยใช้สูตรคำนวณทางสถิติที่สร้างขึ้น การแจกแจงดังกล่าวจะได้มาจากตัวเลขสุ่ม (random number) ซึ่งมักจัดทำโดยวิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) (Johnson. 1978 : 172 ; Muller. 1978 : 840)

ตอนที่ 3 วิธีการมอนติคาร์โล

แอมเมอร์สลี และ แอนคคอมบี้ กล่าวถึงความเป็นมาของวิธีการมอนติคาร์โลโดยสรุปว่า วิธีการมอนติคาร์โลเริ่มพัฒนาเป็นระบบขึ้นมาในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ประมาณปี ค.ศ. 1944 แม้ในช่วงก่อนหน้านั้นจะมีการใช้หลักการมอนติคาร์โลแต่ยังไม่เป็นการพัฒนาอย่างตรงประเด็น เช่น ในช่วงหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 19 มีผู้ทดลองโยนเข็มบนแผ่นราบที่ขีดเส้นขนานไว้ แล้วศึกษาจากจำนวนภาคตัดระหว่างแนวเข็มกับเส้นตรงเส้นใดเส้นหนึ่งของเส้นขนานเพื่อสรุปเป็นค่า π และในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีการรวบรวมผลงานมอนติคาร์โลในสถานศึกษาทางค่านสถิติของอังกฤษ แต่การใช้วิธีการมอนติคาร์โลในการวิจัยหรือค้นคว้าในเรื่องราวต่าง ๆ นั้นยังมีน้อย ที่รวบรวมได้มักจะเป็นเพื่อการเรียนการสอนในทางสถิติ ในปี ค.ศ. 1908 กอสเซต (W.S. Gosset ใช้นามแฝงว่า Student) ทดลองใช้วิธีการสุ่มเพื่อการค้นพบการแจกแจงของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) และในปีเดียวกันนี้เขาได้สร้างการแจกแจงที (t - distribution) โดยใช้วิธีการสุ่มที่มีพื้นฐานมาจากการเคาะผลลัพธ์ล่วงหน้าจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งวิธีการนี้ยังแตกต่างจากวิธีการมอนติคาร์โลที่พัฒนาอย่างเป็นระบบในช่วงปัจจุบันอยู่บ้าง แต่ก็มีสถานการณ์ใกล้เคียงกัน ถือเป็นจุดเริ่มต้นของวิธีการมอนติคาร์โล ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง มีการใช้วิธีการมอนติคาร์โลเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยเกี่ยวกับระเบิดปรมาณู โดยศึกษาความน่าจะเป็นของการแพร่กระจายอย่างสุ่มของนิวตรอน (neutron diffusion) ในวัสดุเชื้อเพลิง และในปี ค.ศ. 1948 มีการพัฒนาวิธีการมอนติคาร์โลขึ้นอีกโดย แฮร์ริส และ คาห์น (Harris and Kahn) และในช่วงนี้ เฟอร์มี (Fermi) เมโทรโพลิส (Metropolis) และ ยูแลม (Ulam) ใช้วิธีการมอนติคาร์โลเพื่อประมาณค่าไอเกน (Eigen value) ของสมการ Schrodinger นับเป็นการสร้างและปรับปรุงวิธีการมอนติคาร์โลในแนวการพัฒนาอย่างมีระบบขึ้นใหม่และใช้กันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับข้อขัดแย้งต่าง ๆ และเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากยิ่งขึ้น (Hammersley and Handscomb. 1964 : 6 - 9) มีการประยุกต์วิธีการมอนติคาร์โลสำหรับการหาค่าอินทิกรัล (integral) ที่สลับซับซ้อนในหลายมิติ ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อินทิกรัล

แก้ปัญหาทางฟิสิกส์ที่สลับซับซ้อนหรือไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของการวิเคราะห์หาค่าตอบโดยปกติ และยังประยุกต์ใช้สำหรับงานทางสถิติในด้านการศึกษาความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม (Rubinstein. 1981 : 12) ตลอดจนการศึกษาความแกร่ง (robustness) ของการทดสอบทางสถิติต่าง ๆ เช่น งานวิจัยของยูและคินน์ (Yu and Dunn. 1982 : 987 - 1004) งานวิจัยของแลมเบิร์ต (Lambert. 1982 : 352 - 357) ปรินซ์ตันของเอธิงตัน (Ethington. 1986 : 2716-B) ปรินซ์ตันของคลาร์ก (Clark. 1985 : 3863-B) และงานวิจัยของ โกวิท ประวาลพุกษ์ (Kowit Pravalpruk. 1974) ที่ศึกษาค้นคว้าในประเด็นต่าง ๆ และถือเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อน (Rubinstein. 1981 : 12)

วิธีการมอนติคาร์โล เป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์เชิงทดลอง เป็นการทดลองโดยใช้ตัวเลขสุ่ม (random number) ในการแก้ปัญหา (Hammersley and Handscomb. 1964 : 2) มาช่วยหาค่าตอบของเรื่องราวที่ยังไม่แน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้น เพราะเลขสุ่มมีประโยชน์ในหลายประการคือ (Muller. 1978 : 839)

1. ทำให้การเลือกตัวอย่างเป็นไปอย่างไม่มีอคติในการสำรวจหรือทดลองในบริบท (context) เดียวกัน ทั้งนี้เพราะเลขสุ่มมาจากแนวคิดเกี่ยวกับการคำนวณความน่าจะเป็น
2. เลขสุ่มจะทำให้ได้มาซึ่งรูปแบบต่าง ๆ หรือวิธีการที่สลับซับซ้อนโดยการสร้างสถานการณ์จำลอง (simulate)
3. การใช้เลขสุ่มอาจทำเพื่อการศึกษาคุณสมบัติทางทฤษฎีของกระบวนการทางสถิติที่มีความสำคัญสำหรับการประมาณค่า ตลอดจนนำไปสู่คำอธิบายเกี่ยวกับอำนาจของการทดสอบทางสถิติ (power of statistical tests)
4. เพื่อหาค่าตอบในปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจะพิจารณาจากการแจกแจงความน่าจะเป็นของปัญหานั้น ๆ

หลักการที่สำคัญของวิธีการมอนติคาร์โล คือการนำเลขสุ่มมาประยุกต์แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาถึงผลสรุปของปัญหานั้น มีขั้นตอนที่สำคัญคือ

1. สร้างเลขสุ่ม (generate random number) ที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในช่วง 0,1 ซึ่งอาจได้มาจากการวางเลขสุ่ม หรือสุ่มอย่างง่าย หรือวิธีการสร้างในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยหลักการของกฎเอนเซียม (congruential) อย่างใดอย่างหนึ่ง จากนั้นจึงนำเลขสุ่มนี้ไปสร้างตัวแปรตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการในปัญหาที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลของปัญหานั้น ๆ (Swarub, Gupta and Mohan. 1982 : 666 - 674) เช่น สร้างเลขสุ่มขึ้นมาจำนวนหนึ่งแล้วนำเลขสุ่มนั้นไปสร้างเป็นคะแนนผลการสอบของผู้เรียน บางปัญหาที่สำคัญจึงอาจไม่ใช่เลขสุ่มโดยตรง แต่มีขั้นตอนที่มาจากพื้นฐานของเลขสุ่ม เป็นการแปลงเลขสุ่มที่สร้างขึ้นให้เป็นตัวแปรที่มีค่าต่าง ๆ และตัวแปรนั้นมีการแจกแจงตามที่ต้องการจากหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวที่ศึกษานั้น ๆ

2. นำข้อมูลที่สร้างจากเลขสุ่มในขั้นตอนที่ 1 มาประยุกต์หรือหาค่าต่าง ๆ ตามปัญหาที่ต้องการตามสูตรการคำนวณในปัญหาที่ศึกษา และทำวิธีการนั้นซ้ำ ๆ กันจำนวนหลายครั้ง (Krober. 1980 : 242) โดยถือว่าการทำซ้ำ ๆ กันนั้นเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลให้มีจำนวนมากเพื่อลดความไม่แน่ใจและลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าตอบที่จะได้ (Hammersley and Handscomb. 1964 : 5, 21) เพื่อสรุปเป็นความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ในปัญหานั้น ๆ

จากหลักการของวิธีการมอนติคาร์โล จะเห็นว่าการใช้เลขสุ่มเพื่อเป็นพื้นฐานในการหาค่าตอบของปัญหาเป็นวิธีการที่จะนำไปสู่แนวคิดในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ โดยเฉพาะทฤษฎีของความน่าจะเป็นที่จะนำไปสู่การอ้างอิงผลสรุปในสถานการณ์ของข้อมูลจริง เพราะปราศจากผลกระทบจากบริบทอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในการทดลอง เมื่อจัดกระทำซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวนมากแล้ว ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ แต่ละครั้งจะหมดไป (counter balance) จะทำให้มีความมั่นใจในผลที่ได้สูงมาก โดยเฉพาะเมื่อใช้กับการคำนวณค่าสถิติจะได้การแจกแจงตัวแปรสุ่มของหลักการสถิติเรื่องนั้น ๆ ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพราะจะนำค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลจริงมาเปรียบเทียบกับค่าสถิติของการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่นของการทดสอบระดับต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นผลการทดสอบนั้น เช่น ปฏิเสธ (reject) หรือยอมรับ (accept) สมมติฐานที่กำหนดไว้ วิธีการมอนติคาร์โลจึงเหมาะสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจง

ตัวแปรสุ่มของค่าสถิติที่กำหนดขึ้นสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของปัญหาที่เกี่ยวข้องเมื่อยังไม่อาจสรุปได้ชัดเจนว่าค่าสถิตินั้นมีการแจกแจงตัวแปรสุ่มเป็นแบบใด ดังนั้น จึงเป็นวิธีการที่ควรใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจงของค่าสถิติของสูตรการคำนวณที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อประโยชน์ในการวิจัย

ตอนที่ 4 การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่รู้จักกันแพร่หลายอีกชนิดหนึ่ง คือการแจกแจงไคสแควร์ ซึ่ง เพียร์สัน (Pearson) นำมาเสนอประมาณปี ค.ศ. 1900 และใช้การแจกแจงไคสแควร์นี้ในเรื่องของตัวแปรสุ่มในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา (Chao. 1974 : 277)

ไคสแควร์ ใช้สัญลักษณ์เป็น χ^2 แทนการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่มีสมการดังนี้ (Freund and Walpole. 1980 : 198)

$$f(x) = \frac{\chi^{(v-2)/2} e^{-x/2}}{2^{v/2} \Gamma(v/2)} \quad \text{for } x > 0$$

เมื่อ $e = 2.71828$

v เป็นชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจงไคสแควร์

การแจกแจงนี้มีค่า $\mu = v$ และ $\sigma^2 = 2v$ ดังนั้น โค้งของการแจกแจงขึ้นอยู่กับค่าของชั้นแห่งความเป็นอิสระ เมื่อค่านี้มีค่าน้อย โค้งของการแจกแจงเป็นเบ้ขวา (right skewed) ความเบ้จะลดลงเมื่อค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นและเข้าใกล้ลักษณะสมมาตรเมื่อค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระเป็น 10 และเมื่อมีค่าสูงขึ้น การแจกแจงไคสแควร์จะเข้าสู่การแจกแจงปกติมาตรฐาน (Chao. 1974 : 280) ลักษณะเช่นนี้จึงเป็นพื้นฐานในการนำการแจกแจงไคสแควร์ไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ (Anderson and Bancroft. 1952 : 131) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ใช้ข้อมูลความถี่หรือข้อมูลจัดประเภท

(categories) ตามคุณลักษณะหรือคุณภาพของข้อมูลนั้นโดยสามารถนำไปจัดลงในตารางการแจกแจงในลักษณะของความถี่ เช่น ตารางการแจกแจงแบบ 2 x 2 ดังภาพประกอบ

	A ₁	A ₂	
B ₁	a	b	a + b
B ₂	c	d	c + d
	a + c	b + d	

ภาพประกอบ 6 ตารางการแจกแจงแบบ 2 x 2 ของข้อมูลความถี่ที่ใช้ในการทดสอบด้วยไคสแควร์ (Hays. 1981 : 552)

จากภาพประกอบ แสดงถึงการจัดประเภทข้อมูลตามคุณลักษณะลงในตารางการแจกแจง เมื่อมีตัวแปรอิสระ 2 ชนิด (A, B) แต่ละตัวแปรจะมี 2 ระดับ (A₁, A₂ และ B₁, B₂) หลักการใหญ่ในการทดสอบด้วยไคสแควร์คือการเปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่ที่คาดหวังเชิงทฤษฎี (expected frequency) กับความถี่ของข้อมูลที่ศึกษา (observed frequency) (Runyon. 1980 : 321 - 324) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{r=1}^R \sum_{c=1}^C \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

เมื่อ f_o เป็นความถี่ของข้อมูลที่ศึกษา

f_e เป็นความถี่ที่คาดหวังเชิงทฤษฎี

R เป็นจำนวนระดับของตัวแปรที่ 1 (จำนวนแถว)

C เป็นจำนวนระดับของตัวแปรที่ 2 (จำนวนสัณภูมิ)

โดยมีชั้นแห่งความเป็นอิสระ $v = (R - 1)(C - 1)$ ดังนั้น ตาราง 2 x 2

จึงมี $v = 1$

ในที่นี้ ค่าความถี่ที่คาดหวังเชิงทฤษฎีจะเป็นพารามิเตอร์ และความถี่ของข้อมูล ที่ศึกษาจะเป็นค่าประมาณจากพารามิเตอร์ ถ้าค่าสองค่านี้ใกล้เคียงกันการทดสอบก็ไม่มี นัยสำคัญ (สำนวน มณีเรือง. 2515 : 35) เพื่อสรุปที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

ค่าที่คำนวณได้จากสูตรที่แสดงนั้น เป็นค่าสถิติทดสอบเพื่อตอบปัญหาของการวิจัย ซึ่งจะต้องพิจารณาค่าสถิติที่คำนวณได้นั้นว่าอยู่ในช่วงใดของพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงของ สถิติทดสอบนั้น เพียร์สัน ยืนยันว่าค่าสถิตินี้มีการแจกแจงใกล้เคียงอย่างยิ่งกับการแจกแจง ไคสแควร์ (Folks. 1981 : 320) ซึ่งใช้ค่าจากการแจกแจงไคสแควร์มาตรวจสอบ ในการสรุปเป็นผลการทดสอบค่าสถิตินี้

การทดสอบไคสแควร์เป็นการทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วน เพื่อตอบคำถามหลายแบบคือ

1. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูล (Test of Homogeneity) เพื่อ สรุปว่าข้อมูลที่น่ามาศึกษามีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ เช่น การทดสอบสัดส่วนด้วยไคสแควร์ (Chi-Square Test of Homogeneity of Proportions) ทดสอบความเท่ากันของ สัดส่วนของประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปของข้อมูลทวินาม (binomial) และการทดสอบ การแจกแจงด้วยไคสแควร์ เพื่อทดสอบความเท่ากันของการแจกแจงของประชากรตั้งแต่สอง กลุ่มขึ้นไปของข้อมูลมัลติโนเมียล (multinomial) (ศิริสุโข. 2529 ก : 3 - 10)

2. การทดสอบภาวะสมรูปสนิท (Test of Goodness of Fit) เพื่อทดสอบว่า ข้อมูลที่ศึกษามีความสมนัยกับข้อมูลที่คาดหวังเชิงทฤษฎีตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ กลุ่มข้อมูล ที่ได้มามีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงกับข้อมูลเดิมหรือไม่ นักวิจัยมักจะมีความเห็นว่าข้อมูล ที่ได้มามีการแจกแจงแบบปกติเพียงอย่างเดียว ทั้ง ๆ ที่มีการแจกแจงลักษณะอื่นอีก

(Lancaster. 1969 : 37) การทดสอบนี้อาจทดสอบความสมนัยกับการแจกแจงของข้อมูล ในแบบต่าง ๆ (สำนวน มณีเรือง. 2515 : 67) เพื่อสรุปเป็นการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง

3. การทดสอบความเป็นอิสระ (Test of Independence) สำหรับข้อมูลที่จัด ลงในตารางการฉกฉกร เป็นการทดสอบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร คำถามใน การทดสอบคือ ความถี่ของข้อมูลที่ศึกษาตัวแปรหนึ่งมีความสัมพันธ์กับอีกตัวแปรหนึ่งหรือไม่ เช่น จำนวนคนที่ตอบว่า "ใช่" มีความสัมพันธ์กับอายุของผู้ตอบหรือไม่ (Steger. 1971 : 54) ถ้าผลปรากฏว่าไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดแล้ว จะสรุปว่าไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความดีที่คาดหวังเชิงทฤษฎีกับความดีของข้อมูลที่ศึกษา แปลความว่าตัวแปรทั้งสองมีอิสระต่อกันหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน ถ้าการทดสอบมีนัยสำคัญ จะแปลความว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร

การทดสอบใด ๆ จะต้องคำนึงถึงข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) ของสถิติทดสอบที่ใช้ ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบไคสแควร์มีดังนี้ (Minium. 1970 : 384 - 385 ; Hays. 1981 : 551 - 552 ; Phillips and Thompson. 1969 : 209 - 225 ; Maraschuilo. 1971 : 391)

1. ข้อมูลที่ศึกษาเป็นข้อมูลความดีที่เป็นจำนวนเต็ม
2. การจัดประเภทข้อมูลต้องเป็นอิสระต่อกัน ไม่ซ้ำซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน นั่นคือข้อมูลหนึ่ง ๆ จะถูกจัดเข้าไปอยู่ในประเภทใด ๆ ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น
3. ข้อมูลในการวางแผนการวิจัยต้องเป็นอิสระต่อกัน ข้อมูลใด ๆ จะอยู่ในเหตุการณ์หรือเซลล์ใดของการวางแผนเพียงเซลล์เดียวเท่านั้น
4. ความดีที่คาดหวังเชิงทฤษฎีไม่ควรน้อยกว่า 10 สำหรับตารางการวิจัยที่มีค่าขั้นต่ำแห่งความเป็นอิสระเป็น 1 ถ้าค่านี้มากกว่า 1 อาจใช้ความดีดังกล่าวไม่น้อยกว่า 5 ได้
5. ผลรวมของความดีที่คาดหวังเชิงทฤษฎีต้องเท่ากับผลรวมของความดีของข้อมูลที่ศึกษา

ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสถิติใด ๆ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการใช้สถิติทดสอบนั้น การฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบที่ใช้เป็นแหล่งหนึ่งของความคลาดเคลื่อนในการวิจัยจากหลายแหล่ง (กิเรก ศรีสุโข. 2529 ข : 41 - 42) ในการทดสอบสถิติไคสแควร์นั้น คำนวณง่าย ให้ประโยชน์มากมายและนำไปใช้อย่างแพร่หลายกับข้อมูลความดี (Steger. 1971 : 53) แต่ยังมี การใช้กันอย่างผิดพลาดอยู่ ข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องในการใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ มีดังนี้ (Lewis and Burke. 1971 : 55 - 101)

1. การขาดความเป็นอิสระระหว่างการเกิดหรือการวัดคุณภาพในเหตุการณ์หนึ่ง ๆ
2. ความดีที่คาดหวังในเชิงทฤษฎีมีน้อยเกินไป
3. ละเลยความสำคัญของความดีของเหตุการณ์ที่ไม่เกิดขึ้น
4. ผลรวมของความดีที่คาดหวังไม่เท่ากับผลรวมของความดีจากข้อมูลที่ศึกษา

5. ความดีที่คาดหวังที่กำหนดในงานวิจัยเป็นค่าที่ไม่มีความหมายอย่างชัดเจน
6. การจัดประเภทข้อมูลยังไม่ถูกต้อง
7. การใช้ข้อมูลที่ไม่เป็นความดี
8. ใช้ค่าขึ้นแห่งความเป็นอิสระอย่างไม่ถูกต้อง
9. คำนวณผิดพลาด

นอกจากนี้ นักสถิติส่วนหนึ่งกล่าวถึงข้อควรระมัดระวังในการใช้สถิติทดสอบ

ไคสแควร์ พอสรุปได้ดังนี้ (Wert. 1954 : 164 - 166 ; Dayton. 1971 : 74 - 76 ; Runyon. 1980 : 325 ; Lewis and Burke. 1971 : 55)

1. สูตรในการคำนวณค่าไคสแควร์ใช้ข้อมูลความดี ไม่ควรพยายามคำนวณโดยใช้สูตรลัดส่วน

2. ไม่ควรละเลยความดีของข้อมูลที่ไม่เกิดขึ้น
3. สูตรในการคำนวณไม่เหมาะสมกับการวัดซ้ำในตารางความดีต่าง ๆ
4. ในตารางการแจกแจงแบบ 2 x 2 ไม่ควรใช้ขนาดตัวอย่างต่ำกว่า 40
5. ไม่ควรใช้ความดีที่คาดหวังเชิงทฤษฎีน้อยเกินไป และความแตกต่างระหว่าง

แถวในตารางการแจกแจงไม่ควรจะมากเกินไป

6. การเกิดเหตุการณ์ของข้อมูลจัดประเภทต้องเป็นอิสระต่อกัน
7. แต่ละหน่วยตัวอย่างที่ถูกวัดเพื่อจัดประเภทข้อมูลควรเป็นอิสระซึ่งกันและกัน
8. การใช้ตารางการแจกแจงต้องคำนึงถึงความเป็นอิสระของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเซลล์
9. ความดีที่คาดหวังเชิงทฤษฎีต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล

แม้ว่าข้อควรระวังประการหนึ่งคือค่าที่สังเกตได้จากแต่ละเซลล์ของตารางการแจกแจงต้องเป็นอิสระต่อกัน อีกประการหนึ่งคือไม่ควรใช้กับข้อมูลที่มีการวัดซ้ำ (Dayton. 1971 : 75) แต่ยังมีข้อเสนอของ คลัทท์ ว่าการทดสอบไคสแควร์นั้นอาจเกิดกรณีที่กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มเดิมที่ถูกสอบวัดโดยการสอบก่อนการสอน (หรือวัดก่อนการทดลอง) และวัดซ้ำโดยการสอบหลังการสอน (หรือวัดหลังการทดลอง) ในการทดลองทางการศึกษาที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระ มีวิธีการดังนี้ (Klugh. 1970 : 159 - 161)

		วัดก่อนการทดลอง		
		พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ	
วัดหลังการทดลอง	ไม่พึงพอใจ	a	b	a + b
	พึงพอใจ	c	d	c + d
		a + c	b + d	

ภาพประกอบ 7 แสดงตารางการแจกแจงของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน

จากภาพประกอบเป็นข้อมูลที่แสดงสภาพความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง ปรากฏว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์ [a] กับเซลล์ [d] ให้การเปลี่ยนแปลงที่คาดหวังเชิงทฤษฎีเป็น $\frac{a + d}{2}$ แสดงข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงในภาพประกอบ 8

	พึงพอใจครั้งแรก	ไม่พึงพอใจครั้งแรก
	ไม่พึงพอใจครั้งที่สอง	พึงพอใจครั้งที่สอง
การเปลี่ยนแปลงความถี่ของข้อมูลที่ศึกษา	a	d
การเปลี่ยนแปลงความถี่ที่คาดหวังเชิงทฤษฎี	$\frac{a + d}{2}$	$\frac{a + d}{2}$

ภาพประกอบ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่คาดหวังเชิงทฤษฎีกับข้อมูลที่ศึกษา

เปลี่ยนข้อมูลจากตารางการแจกแจง 2×2 เป็นข้อมูลตัวแปรเดียว 2 ระดับ แล้วคำนวณค่าไคสแควร์เมื่อเป็นข้อมูลตัวแปรเดียว

$$\text{จะได้ } \chi^2 = \frac{(a - (a + d)/2)^2}{(a + d)/2} + \frac{(d - (a + d)/2)^2}{(a + d)/2}$$

แล้วใช้การแจกแจงไคสแควร์มาสรุปเป็นผลการทดสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

จากข้อตกลงเบื้องต้น ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและข้อควรระวังในการใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ตลอดจนข้อเสนองานของคลังสำหรับข้อมูลที่ไม่นับอิสระและมีการวัดซ้ำ ซึ่งยังไม่มียุทธวิธีที่แน่ชัดในเรื่องนี้ เพราะฝ่ายนักสถิติที่เน้นให้คำนึงและระวังในความผิดพลาดนี้มีจำนวนไม่น้อย และข้อเสนอวิธีคำนวณนี้เป็นตัวอย่างที่ยังไม่ได้สรุปผลที่ได้กันอย่างชัดเจน แสดงว่าอาจเกิดข้อบกพร่องขึ้นได้ในหลายกรณีที่จะทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งการวิจัยที่ให้ผลสรุปคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงนั้น นอกจากผลงานจะไม่มีคุณค่าแล้วยังจะเกิดผลร้ายแก่ผู้นำนโยบายไปใช้ และเป็นการสะสมความคลาดเคลื่อนของข้อเท็จจริงให้แก่ศาสตร์สาขานั้น ๆ ด้วย (คิเรก ศรีสุโข. 2529 ข : 36) การใช้สถิติไคสแควร์จึงต้องคำนึงถึงข้อจำกัดตลอดจนแนวทางต่าง ๆ แต่ไคสแควร์มีความสำคัญมากสำหรับข้อมูลที่เป็นความถี่และสนใจสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน เพราะใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างสัดส่วนสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Ferguson. 1976 : 199) อย่างไรก็ตาม แม้ไคสแควร์จะเป็นการทดสอบในลักษณะของความถี่ แต่เป็นความถี่ที่ดีที่สุดในการทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วน (Minium. 1970 : 381) การใช้การแจกแจงไคสแควร์เพื่อทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วนจึงเป็นเรื่องที่ปฏิบัติกันได้เมื่อข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบด้วยไคสแควร์

สัดส่วนของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาวะการจัดการ เรียนการสอนเมื่อที่มาของข้อมูลคือระดับความรู้ของผู้เรียนเมื่อก่อนการสอนกับหลังการสอนนั้นไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบด้วยไคสแควร์ เพราะมีการวัดซ้ำซึ่งเป็นข้อควรระวังสำหรับการทดสอบนี้ ดังนั้นจึงไม่อาจเชื่อมั่นว่าการทดสอบไคสแควร์เหมาะสมกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนที่มีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์ซึ่งเป็นผลจากการจัดการเรียนการสอน กับผู้ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน ถ้ามีการสร้างสูตรการคำนวณเกี่ยวกับสัดส่วนที่ใช้ข้อมูลในลักษณะดังกล่าวจะเป็นสูตรที่แตกต่างจากการทดสอบด้วยไคสแควร์ ควรศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสูตรการคำนวณนั้น เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานทางสถิติในเรื่องนั้น ๆ ได้

ตอนที่ 5 สรุปแนวคิดของผู้วิจัยที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปเป็นแนวคิด ดังต่อไปนี้

1. ในหลักความคิดของการศึกษาเพื่อพัฒนาบุคคลนั้น มุ่งจัดการศึกษาให้คนส่วนใหญ่ได้รับการศึกษาจนถึงขั้นเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ กิจกรรมสำคัญของหลักสูตรแต่ละหลักสูตร คือการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนของการศึกษาในระบบถือเป็นความพยายามของผู้สอนที่จะจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ รวมทั้งกระตุ้น แนะนำ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องราวของเนื้อหาวิชานั้น ๆ

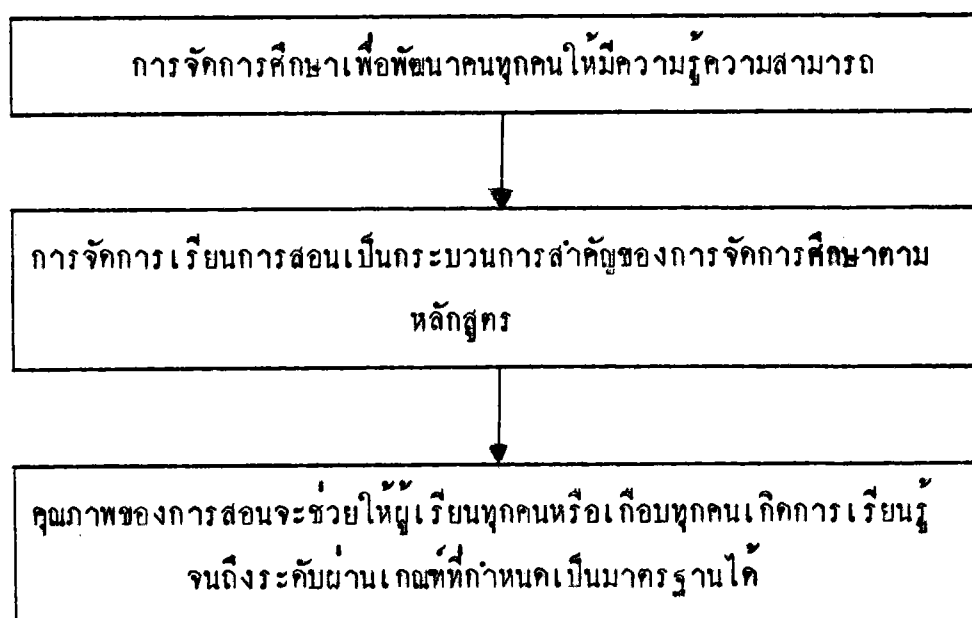
2. จากทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom) แสดงว่าผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากคุณลักษณะของผู้เรียนกับคุณภาพการสอนของผู้สอน และตัวแปรที่สำคัญที่สุดของการจัดการเรียนการสอนคือ คุณภาพของการสอน เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ในระดับสูงได้ แม้ว่าในการจัดการเรียนการสอนนั้นอาจมีความคลาคลื่อนทั้งที่โรงเรียนและที่บ้านที่จะส่งผลต่อระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนควรใช้ความพยายามในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างสูงสุด เพื่อให้ความคลาคลื่อนดังกล่าวมีผลน้อยที่สุด

ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า แม้จะมีตัวแปรทางบริบทอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องที่อาจทำให้ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนเบี่ยงเบนไปจากที่ควรจะเป็น แต่ผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถจะลบล้างอิทธิพลจากตัวแปรนั้น ๆ ได้ โดยมุ่งเน้นที่การเพิ่มคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน ด้วยวิธีการหรือหลักการต่าง ๆ ทั้งในทางจิตวิทยาการเรียนรู้หรือหลักการจัดการเรียนการสอน หรือการช่วยเหลือด้วยวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

3. เมื่อความคิดเกี่ยวกับโอกาสทางการศึกษาเป็นสิ่งที่ผู้สอนและผู้จัดการศึกษาสามารถสร้างสรรค์ขึ้นได้ ควรจะมีความเชื่อมั่นว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่จัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้อย่างเท่าเทียมกันถ้าจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม และในหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้นั้นมีแนวคิดเบื้องต้นว่า ผู้เรียนทุกคนหรือเกือบทุกคนที่ยังไม่มีความรู้ในสิ่งที่จัดการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ สามารถจะเรียนรู้ในสิ่งนั้น ๆ ในระดับ

สูงถ้ามีการช่วยเหลือและให้เวลาที่เหมาะสมกับแต่ละคนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จนถึงระดับผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดว่าเป็นระดับของผู้มีความรู้ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนนั้น แสดงว่าหลักการนี้ให้ความสำคัญต่อกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง และให้ความสำคัญน้อยที่สุดต่ออิทธิพลของตัวแปรทางบริบทที่อาจทำให้ผลการเรียนรู้คลาดเคลื่อนไป เพราะมุ่งเน้นที่การช่วยเหลือด้วยวิธีการหรือหลักการต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้ที่ถูกระบุว่ายังมีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เปลี่ยนแปลงการเรียนรู้จนถึงระดับผ่านเกณฑ์ได้ เป็นแนวคิดที่เห็นความสำคัญของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในวิสัยที่เป็นไปได้ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนหรือส่วนใหญ่มีความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างแท้จริง

จากแนวความคิดของผู้วิจัยที่กล่าวมาแล้ว แสดงกรอบความคิดในประเด็นของการจัดการเรียนการสอนตามลำดับดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 9 แสดงกรอบความคิดในประเด็นของการจัดการเรียนการสอน

4. ในการวัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์จะประเมินว่าผู้เรียนแต่ละคนมีผลสัมฤทธิ์ในระดับใดเมื่อเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด แล้วตัดสินว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ เมื่อพิจารณาแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ประกอบแล้ว อาจจัดเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ตามระดับความรู้คือผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์และภาวะของผู้เรียนอันเกี่ยวเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอน คือก่อนการสอนซึ่งอาจประเมินด้วยการสอบก่อนการสอน กับภาวะหลังการสอนซึ่งประเมินด้วยการสอบหลังการสอน โดยสามารถสรุปและแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนในภาวะดังกล่าวดังภาพ (ภาพประกอบ 1)

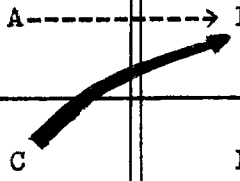
ภาวะการสอน ระดับความรู้	ก่อนการสอน	หลังการสอน
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D
รวม	A + C	B + D

A, B, C และ D เป็นจำนวนผู้เรียนในภาวะการสอนตามระดับความรู้ที่แบ่งตามเกณฑ์มาตรฐาน กลุ่ม A + C และ B + D เป็นกลุ่มเดียวกัน เพราะเป็นกลุ่มเดิมในภาวะการสอนที่ต่างกัน โดยที่ A + C เป็นภาวะก่อนการสอน และเมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้วจะกลายเป็นกลุ่ม B + D ดังนั้น เซลล์ต่าง ๆ ในตารางการณ์จริงจึงเป็นเซลล์ที่ไม่อิสระหรืออาจกล่าวได้ว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน

5. เมื่อพิจารณาถึงหลักการเรียนเพื่อรอบรู้และวัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการจัดการศึกษา จะเห็นว่าเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนอยู่ที่ผู้เรียนทุกคน นั่นคือ จะต้องพยายามจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนทุกคนหรือเกือบทุกคนเปลี่ยนระดับความรู้จากไม่ผ่าน

เกณฑ์เมื่อก่อนการสอนเป็นผ่านเกณฑ์เมื่อการจัดการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ทั้งแสดง
แนวความคิดนี้ในภาพประกอบ 10

ภาวะการสอน ระดับความรู้	ก่อนการสอน	หลังการสอน
	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D



ภาพประกอบ 10 แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากที่สุดเพื่อ
เปลี่ยนแปลงระดับความรู้ของผู้เรียน

จากภาพจะเห็นว่าถ้าผู้สอนพยายามจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดแล้ว
ผู้เรียนที่อยู่ในเขต [C] จะเปลี่ยนไปอยู่ในเขต [B] นอกจากนี้ ถ้าไม่มีความคลาดเคลื่อน
เกิดขึ้นแล้ว ผู้ที่อยู่ในเขต [A] จะเปลี่ยนไปอยู่ในเขต [B] ด้วย ดังนั้น เมื่อข้อมูลเป็น
ข้อมูลความดี สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สิ่งที่แสดงถึงความสามารถในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนคือ
จำนวนผู้เปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์จากเดิมไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอนมาเป็นผ่านเกณฑ์เมื่อ
อยู่ในภาวะหลังการสอน

5.2 จากการวางแผนจร B เป็นจำนวนผู้เรียนที่มาจากเขต [C] หรือเขต
[A] ดังนั้น ผลที่เกิดเนื่องจากการจัดการเรียนการสอน คือ ผลต่างระหว่างจำนวนผู้
ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะหลังการสอนกับจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอน ($B - A$)

5.3 ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนจะสมบูรณ์เมื่อ จำนวนผู้เรียนที่ได้รับผลจากการจัดการเรียนการสอน ($B - A$) มาจากจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน (จำนวน C) นั่นคือ ถ้า $B - A = C$ จะแสดงว่าการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์

5.4 ในสถานการณ์ทั่ว ๆ ไปนั้น การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์อาจทำได้ยากก็ควรคำนึงถึงข้อมูลที่จะบ่งชี้ประสิทธิภาพที่เป็นไปได้และมีแนวโน้มว่าเหมาะสม ดังนั้น สิ่งที่จะควรจะเป็นดัชนีของประสิทธิภาพดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากข้อมูลความดี คือสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ซึ่งเป็นผลของการจัดการเรียนการสอน (จำนวนผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอน - จำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน ($B - A$)) กับจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน (C)

ถ้าให้ P เป็นสัดส่วนดังกล่าว จะสร้างสูตรคำนวณเพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

$$P = \frac{B - A}{C}$$

ข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณตามสูตรเพื่อแสดงดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ เป็นข้อมูลความดีที่ได้มาจากการจัดประเภทผู้เรียนตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสองประเภท คือ ผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์

จากสัดส่วน P ที่เสนอนี้ ถ้าการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ค่า $B - A$ ควรมีค่าเข้าใกล้ C นั่นคือ สัดส่วน P ที่คำนวณได้ควรมีค่าสูง คือเข้าใกล้ 1 เพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ค่าสัดส่วน P ที่แสดงประสิทธิภาพดังกล่าวจึงอาจมีค่า .7, .8 หรือ .9 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้ 1 การใช้ค่า P ใดเป็นเกณฑ์ค่าสุดในการตัดสินใจเพื่อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันหลักสูตรหรือนโยบายวิชานั้น ๆ

5.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนตามสูตรคำนวณที่ผู้วิจัยเสนอ จะเป็นแนวทางในการสรุปผลเป็นประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนได้อย่างตรงประเด็น เมื่อข้อมูลที่จะนำมาคำนวณเป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากสถานการณ์จริงนั้น เมื่อ

ต้องการสรุปอ้างอิงไปถึงค่าพารามิเตอร์ก็อาจทำได้โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อสรุปเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์

6. การแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีการศึกษาลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มไว้แล้ว เช่นศึกษาว่ามีความใกล้เคียง (approximate) หรือสัมพันธ์อย่างสูงกับการแจกแจงมาตรฐานใด หรือศึกษาค่าต่าง ๆ ของการแจกแจงตัวแปรสุ่มแล้วสร้างเป็นตารางมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าสถิติที่คำนวณได้จากข้อมูล สำหรับสูตรสัดส่วน P ที่เสนอเพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ ยังไม่มีการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ P ที่จะใช้เป็นมาตรฐานเพื่อการเปรียบเทียบกับค่า P ที่จะคำนวณได้จากข้อมูลที่แท้จริงในการสรุปเป็นผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ

7. เมื่อข้อมูลเป็นความถี่และพิจารณาในค่านัยสำคัญนั้น สถิติที่ใช้ในการคำนวณอย่างแพร่หลายคือไคสแควร์ ในการศึกษาความแตกต่างของสัดส่วนที่คาดหวังเชิงทฤษฎีกับสัดส่วนของข้อมูลจริงจะใช้สถิติทดสอบไคสแควร์เช่นเดียวกัน ดังนั้น ควรพิจารณาว่าดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว จะใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ได้หรือไม่ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบตารางการกระจายของการทดสอบด้วยไคสแควร์กับตารางที่แสดงระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนการสอนและหลังการสอน ดังแสดงในภาพประกอบ 11

การทดสอบด้วยไคสแควร์			ระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนการสอนและหลังการสอน		
	A ₁	A ₂		ก่อนการสอน	หลังการสอน
B ₁	a	b	a + b	ผ่านเกณฑ์	
B ₂	c	d	c + d	ไม่ผ่านเกณฑ์	
	a + c	b + d	N ₁	A + C	B + D
					N ₂

ภาพประกอบ 11 แสดงการเปรียบเทียบตารางการกระจายแบบ 2×2 ของการทดสอบด้วยไคสแควร์กับการแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนการสอนและหลังการสอน

จากภาพประกอบ N_1 เป็นขนาดตัวอย่างของการทดสอบด้วยไคสแควร์ และ N_2 เป็นขนาดตัวอย่างของระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการสอน พิจารณาพบความแตกต่างกัน ดังนี้

7.1 a, b, c และ d จะต้องมาจากหน่วยที่เป็นอิสระต่อกัน จากข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบด้วยไคสแควร์ นั่นคือ แต่ละหน่วยตัวอย่างจะปรากฏในเซลล์ใด ๆ เพียงเซลล์เดียวเท่านั้น แต่ A, B, C และ D ของตารางแสดงระดับความรู้ในภาวะก่อนการสอบกับหลังการสอบไม่เป็นอิสระต่อกัน หน่วยตัวอย่างส่วนใหญ่จะปรากฏในเซลล์มากกว่า 1 เซลล์ เสมอ เพราะเป็นข้อมูลที่แสดงถึงบุคคลเดิมคือผู้เรียนโดยผ่านภาวะการจัดการเรียนรู้การสอน

7.2 ผลรวมทั้งหมดของการทดสอบด้วยไคสแควร์ (N_1) ต่างจากผลรวมทั้งหมดของระดับความรู้ของผู้เรียนก่อนการสอบและหลังการสอบ (N_2) นั่นคือ $N_1 = a + b + c + d$ แต่ $N_2 = A + C = B + D$

จากความแตกต่างสองประการดังกล่าว จะเห็นว่าสภาพข้อมูลทั้งสองตารางมีหลักการแตกต่างกัน ดังนั้น แม้ลักษณะข้อมูลจะเป็นความถี่และทดสอบสมมติฐานอย่างเดียวกัน แต่ยังไม่ใช่ว่าสิ่งที่จะตอบคำถามเดียวกัน ถ้าจะใช้การทดสอบด้วยไคสแควร์สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้การสอน จะทำให้ไม่เป็นการทดสอบสมมติฐานที่ถูกต้อง เพราะเป็นเพียงการแสดงว่าสัดส่วนของจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอบกับผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอบเท่ากันหรือไม่ การสรุปผลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานจึงไม่มีความหมายเท่าที่ควร ขณะเดียวกัน ข้อมูลของสัดส่วนแสดงประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้การสอนเบี่ยงเบนไปจากข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบด้วยไคสแควร์ ดังนี้

- ก. ขาดความเป็นอิสระระหว่างหน่วยตัวอย่างเพราะเป็นการวัดซ้ำ (pretest-posttest)
- ข. ขาดความเป็นอิสระระหว่างเซลล์เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากเซลล์หนึ่งมาสู่อีกเซลล์หนึ่ง
- ค. ความถี่ที่คาดหวังเชิงทฤษฎีนั้นเป็นไปได้เพราะ A และ D จะเข้าใกล้ศูนย์

แม้ว่าจะมีข้อเสนอในการทดสอบเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน แต่ขัดกับหลักการของการทดสอบด้วยไคสแควร์ และความถี่ที่คาดหวังเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น $\frac{a + d}{2}$ เป็นไปไม่ได้และไม่เหมาะสมกับข้อมูลและหลักการของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และยังไม่มียุทธวิธีที่แน่ชัดเกี่ยวกับเรื่องนี้เพราะฝ่ายนักสถิติที่เน้นให้คำนึง ระยะเวลาว่างในความผิดพลาดนี้มีไม่น้อย และข้อเสนอวิธีการคำนวณเป็นเพียงตัวอย่างที่ยังไม่ได้สรุปผลที่ได้อย่างกระจ่างชัดนัก แสดงว่าการใช้ไคสแควร์ในกรณีนี้อาจเกิดข้อบกพร่องขึ้นได้

ในการทดสอบข้อมูลที่เป็นความถี่และทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วนมักจะเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าสถิติจากการแจกแจงไคสแควร์ ขณะเดียวกัน ลักษณะข้อมูลของสัดส่วนที่เป็นคั่นของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้มีความเฉพาะตัวอยู่หลายด้าน และยังไม่มีการทดสอบว่าการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงไคสแควร์หรือไม่ ทำให้ไม่อาจสรุปได้ว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ที่เสนอ ใกล้เคียงกับการแจกแจงที่เป็นมาตรฐานแบบใด

8. เพื่อให้เกิดการใช้สัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ เป็นคั่นของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนอยู่ในวิสัยที่เป็นไปได้ ควรมีการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสัดส่วน P ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการสรุปเกี่ยวกับระดับนัยสำคัญของคั่นดังกล่าว โดยที่ข้อมูลที่ได้อาจจากการจัดประเภทผู้เรียนตามระดับผลสัมฤทธิ์เป็นผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจึงมีเงื่อนไขดังนี้

8.1 จุดแบ่งระดับผลสัมฤทธิ์ เพื่อจัดประเภทผู้เรียนเป็นผู้มีความรู้ในระดับผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ (ใช้สัญลักษณ์ c) เป็นคะแนนที่ใช้ในการตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์เพื่อจัดประเภทดังกล่าว

8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอน (ใช้สัญลักษณ์ ρ) เนื่องจากข้อมูลไม่เป็นอิสระ แสดงเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของคะแนนก่อนการสอบและคะแนนหลังการสอบดังกล่าว

8.3 สัดส่วนที่คาดหวังว่าจะเป็นประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน (ใช้สัญลักษณ์ P) จะเป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ สัดส่วนที่คาดหวังนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงผู้มีความรู้ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอบเป็นผ่านเกณฑ์หลังการสอน

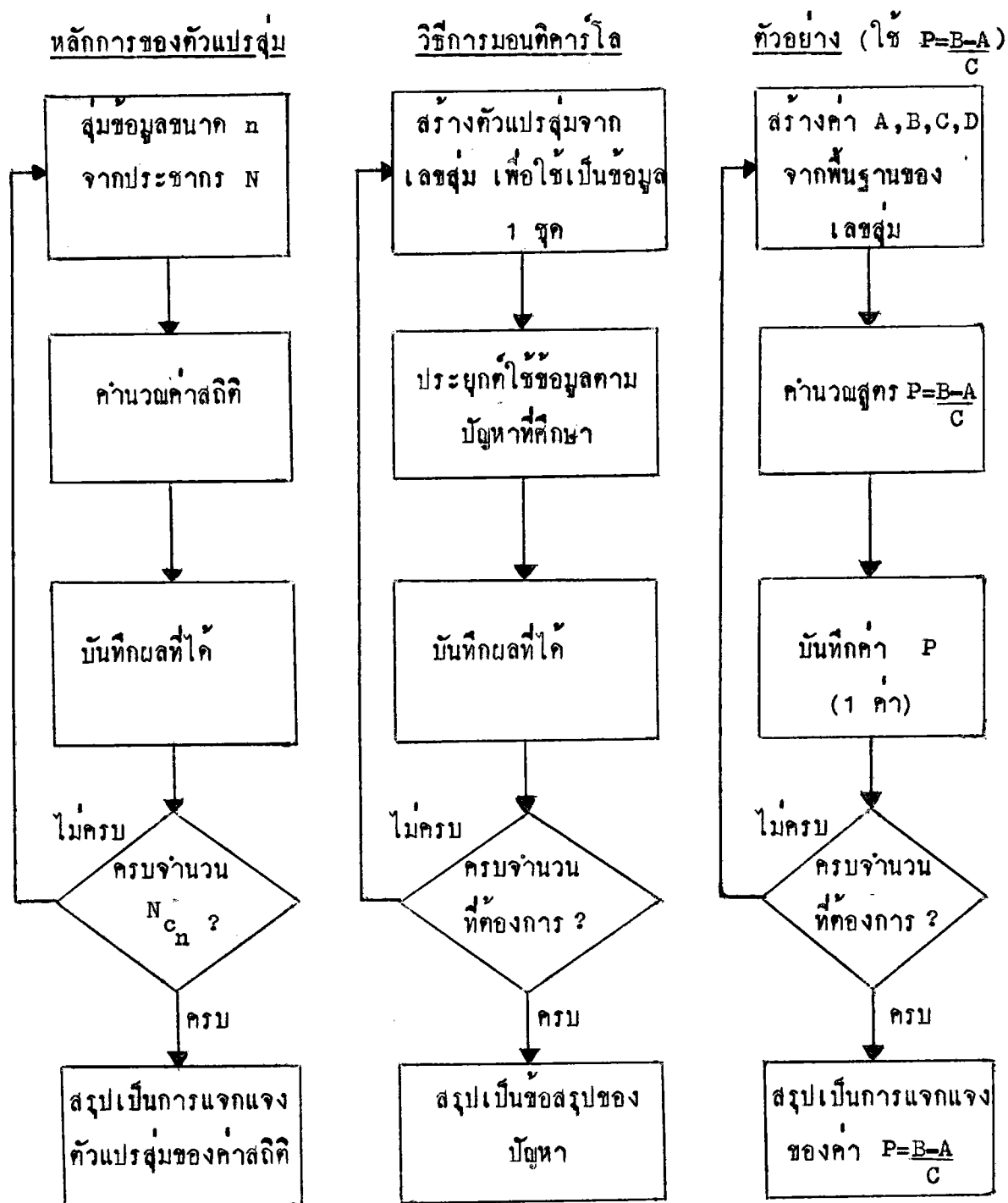
8.4 จำนวนผู้เรียน (N) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

เงื่อนไขของข้อมูลจะมีค่าของแต่ละเงื่อนไขต่าง ๆ กัน ตามหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแต่ละเงื่อนไข เมื่อนำค่าต่าง ๆ ของแต่ละเงื่อนไขมาจัดคอมบิเนชัน (combination) แล้ว จะได้ชุดของค่าต่าง ๆ ที่กำหนดเป็นเงื่อนไขของข้อมูลดังกล่าวจำนวนหนึ่ง การสร้างการแจกแจงหนึ่งการแจกแจง จะเป็นการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P จากค่าต่าง ๆ ที่กำหนดเป็นเงื่อนไขของข้อมูลหนึ่งชุด

การสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยหรือการทดสอบทางสถิติสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกับนโยบายและวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาที่มุ่งหวังในการพัฒนาบุคคลอย่างมากที่สุดและเสมอภาคกัน

9. หลักการของการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ คือการสุ่มตัวแปร ขนาด n จากประชากรขนาด N จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ${}^N C_n$ กลุ่ม ค่ารวมค่าสถิติที่ศึกษาจากตัวแปรทุกกลุ่ม จะทำให้ได้ค่าสถิติ ${}^N C_n$ ค่า การแจกแจงค่าสถิติที่คำนวณได้ ${}^N C_n$ ค่า เป็นการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ นั่น ๆ

วิธีการมอนติคาร์โล เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติใด ๆ ที่เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ เพราะตัวแปรที่เป็นข้อมูลมีพื้นฐานมาจากเลขสุ่ม นั่นถือว่าไม่มีความคลาดเคลื่อนจากสถานการณ์ใด ๆ เมื่อนำมาประยุกต์ตามสูตรการคำนวณทางสถิติที่จะศึกษา และจัดกระทำซ้ำเป็นจำนวนมาก จะได้ค่าจากผลการคำนวณจำนวนมากสามารถนำค่าที่ได้นั้นมาสรุปเป็นการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ นั่น ๆ ได้ ดังแสดงหลักการของการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ และวิธีการมอนติคาร์โล พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ซึ่งเป็นสถานการณ์ของสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ ที่ผู้วิจัยเสนอ ซึ่งแสดงว่าวิธีการมอนติคาร์โลสามารถใช้กับการศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนได้ ดังภาพประกอบ 12



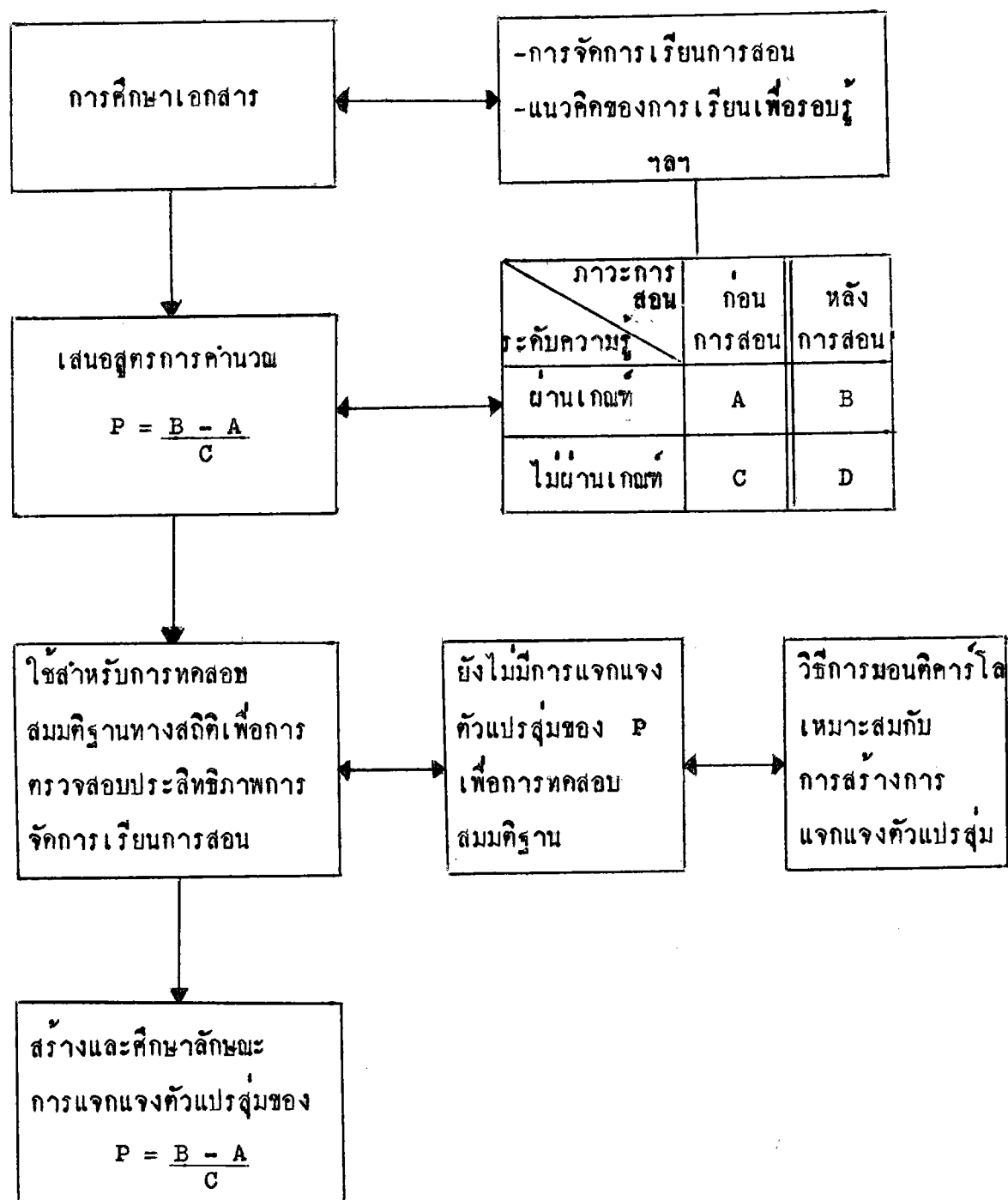
ภาพประกอบ 12 แสดงหลักการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ วิธีการมอนติคาร์โล และตัวอย่างประกอบ โดยตัวอย่างที่เสนอเป็นสถานการณ์ของคณิธิประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ($P = \frac{B-A}{C}$)

จากภาพประกอบ 12 จะเห็นว่าวิธีการมอนติคาร์โล เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าสถิติ และสามารถนำมาใช้กับการศึกษาตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน $P = \frac{B-A}{C}$ ที่ผู้วิจัยเสนอได้

จากแนวคิดและเหตุผลของผู้วิจัยที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และหลักการในสภาพปัจจุบัน จึงเสนอสูตรการคำนวณเพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน สำหรับข้อมูลที่เป็นความถี่ คือ

$$P = \frac{B - A}{C}$$

และจะศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P นี้ โดยใช้วิธีการมอนติคาร์โล เพื่อประโยชน์ในการสรุปผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน โดยสามารถกล่าวอ้างถึงระดับความเชื่อมั่นในการสรุปผลได้อย่างตรงประเด็น ซึ่งสรุปสาระสำคัญของแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังแสดงในภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 สารสำคัญของแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเสนอสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ เป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน พร้อมทั้งสร้างและศึกษาการแจกแจงของค่าสถิติจากตัวแปรสุ่มในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ด้วยสัดส่วนที่เสนอนี้ เพื่อแสดงค่าใดค่าหนึ่ง ดังนี้

1. ในกรณีที่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างเดียวกัน ค่าเนนการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสถิติ P จากตัวแปรสุ่ม เพื่อใช้กับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน P ที่เสนอ ด้วยสัดส่วนมาตรฐาน

หรือ ...

2. ในกรณีที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างเดียวกัน ค่าเนนการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P เพื่อใช้กับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน P ที่เสนอ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10

โดยข้อมูลของตัวแปรสุ่มที่ศึกษานี้ อยู่ภายใต้เงื่อนไขของจุดแบ่งระดับผ่านเกณฑ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอบ ขนาดตัวอย่าง และสัดส่วนที่คาดหวังของประสิทธิภาพการจัดการจัดการเรียนการสอน

ความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการเสนอดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน คือ $P = \frac{B-A}{C}$ ซึ่งได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง หลักการและแนวคิดของผู้วิจัย และศึกษาลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P เพื่อความเป็นไปได้ในการใช้สูตรนี้ในทางสถิติสำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

การวิจัยครั้งนี้จะมีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ คือ

1. ในด้านระเบียบวิธีวิจัย

1.1 คำนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เสนอนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยทางการศึกษา เนื่องจากจะมีสูตรในการคำนวณเพิ่มขึ้น และสามารถนำไปใช้ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่นอกเหนือจากข้อมูลที่ได้จากผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เพื่อให้ผลสรุปของการวิจัยทางการศึกษามีความหมายยิ่งขึ้น เช่น ในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนที่สร้างชั้นใด ๆ นอกจากจะวิเคราะห์ข้อมูลในมาตราอื่น เพื่อสรุปเป็นความแตกต่างของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแล้ว อาจใช้สูตรคำนวณสัดส่วน P นี้ประกอบ เพื่อแสดงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่พัฒนาขึ้นด้วย

1.2 ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับสัดส่วนของจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ที่เป็นผลเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนกับจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน $P = \frac{B - A}{C}$ นี้ จะเป็นการค้นพบการแจกแจงที่ถูกต้องสำหรับเรื่องนี้ เพื่อประโยชน์ในการทดสอบทางสถิติอ้างอิงของการศึกษา สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป

1.3 ผลการค้นพบจะให้ข้อมูลประโยชน์ต่อการวิจัยเรื่องอื่น ๆ ที่มีข้อมูลในลักษณะเดียวกัน คือเป็นข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่แต่ละเซลล์ของการแจกแจงไม่เป็นอิสระต่อกัน หรือหน่วยตัวอย่างบางหน่วยปรากฏในเซลล์มากกว่า 1 เซลล์ ซึ่งยังมีข้อมูลลักษณะนี้ในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากด้านการจัดการเรียนการสอน

2. ในด้านการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาหลักสูตร กล่าวคือ เป็นเทคนิควิธีการทางสถิติที่จะใช้ในการตรวจสอบเพื่อสรุปผลการจัดการเรียนการสอนว่าบรรลุเป้าหมายทางการศึกษาหรือไม่ เพื่อประกอบข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมุ่งพัฒนาคนทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพต่อไป ทั้งเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบผลสำเร็จของโครงการศึกษาหรืออบรมใดส่วนหนึ่งด้วย

3. เป็นการเสนอดัชนีทางการศึกษาที่มีความหมายยิ่งขึ้น อธิบายได้ชัดเจน ถ้านำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ (indicator) ทางด้านการดำเนินงานในการจัดการศึกษาแล้ว จะเป็นตัวแปรนำไปสู่คุณภาพของการจัดการศึกษาที่ตรงประเด็น มีความหมาย และเสริมต่อคุณภาพรวมทั้งผลผลิตได้โดยตรง

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการเสนอดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ใช้ข้อมูลที่จัดกระทำเป็นความถี่ โดยอาศัยแนวคิดและหลักการจากการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยไม่ศึกษาวิจัยในสภาพการทดลองตามสภาพการณ์จริง แต่ใช้ข้อมูลจากเลขลุ่มตามวิธีการมอนติคาร์โลเท่านั้น
2. ข้อมูลที่ใช้สำหรับงานวิจัยเป็นข้อมูลที่จัดกระทำเป็นความถี่ แต่เป็นความถี่ของข้อมูลที่เป็นคะแนนผลการสอบ ที่มีเงื่อนไขต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดเงื่อนไขและต่าง ๆ ดังนี้
 - 2.1 จุดแบ่งคะแนนออกเป็นข้อมูลจำประเภท คือ ผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์
 - 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน
 - 2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 - 2.4 ค่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง
3. การศึกษาการแจกแจงตัวแปรลุ่ม และแสดงค่า P มาตรฐานสำหรับการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยค่าสถิติที่เสนอนี้ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 เท่านั้น

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเฉพาะข้อมูลนามบัญญัติ ค่าที่ใช้ในการคำนวณจึงเป็นตัวเลขแสดงค่าที่ให้การคำนวณเป็นสัดส่วนที่แสดงประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน โดยการศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาในเชิงผลทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถิติที่ใช้ตัวแปรลุ่มมาศึกษา ไม่รวบรวมข้อมูลจากข้อมูลหรือสถานการณ์จริง การวิจัยครั้งนี้จึงถือว่าข้อมูลต่าง ๆ มีความสมบูรณ์ในตัวเองที่ปราศจากผลกระทบจากสภาพแวดล้อมหรือบริบทโดยทั่วไป

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน	หมายถึง	ความสามารถของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเปลี่ยนภาวะจากมีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนเมื่อยังไม่ได้รับการจัดการเรียนการสอน มาเป็นผ่านเกณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนแล้ว
ผู้สอน	หมายถึง	ผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อมุ่งหวังให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในระดับใด ๆ หรือเนื้อหาวิชาใด ๆ ที่รับผิดชอบ
ผู้เรียน	หมายถึง	บุคคลใด ๆ ที่เข้ารับการกระบวนการจัดการเรียนการสอนในสถาบันใด ๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็น การเสนอแนะของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเสนอสูตรทางสถิติที่ได้มาจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการแจกแจงค่าสถิติของตัวแปรสุ่มเพื่อให้ดัชนีที่เสนอมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ จัดเป็น การวิจัยเชิงบรรยายที่ได้รับผลมาจากการทดลองโมเดลทางคณิตศาสตร์สถิติ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปเป็นตารางการนำเสนอแสดงระดับความรู้ของผู้เรียนในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน ดังภาพประกอบ 1

	ก่อนการสอน	หลังการสอน
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D
	A + C	B + D

จากข้อมูลส่วนนี้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดเป็นความถี่ และแนวคิดที่ได้มาจากการจัดการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนทั้งหมดหรือส่วนใหญ่บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน นำมาเป็นแนวทางในการเสนอแนะประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน คือ

$$P = \frac{B - A}{C}$$

กรอบงานที่สำคัญในการศึกษาการแจกแจงค่าสถิติของตัวแปรสุ่ม

เพื่อให้การใช้สัณฐานที่เสนอเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนมีความเป็นไปได้ในกระบวนการทางสถิติ สำหรับการสรุปเป็นผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้อย่างมีความเชื่อมั่นพอเพียงในค่าสถิติที่ใช้ จึงศึกษาลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P

ที่ผู้วิจัยเสนอเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสรุปผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในทางสถิติ โดยมีกรอบงานที่สำคัญคือ

1. เลือกบางชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล โดยหลักการพาร์เชียลลี (Partially Incomplete Block Design) จากคอมบินั่นของแต่ละค่าในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล

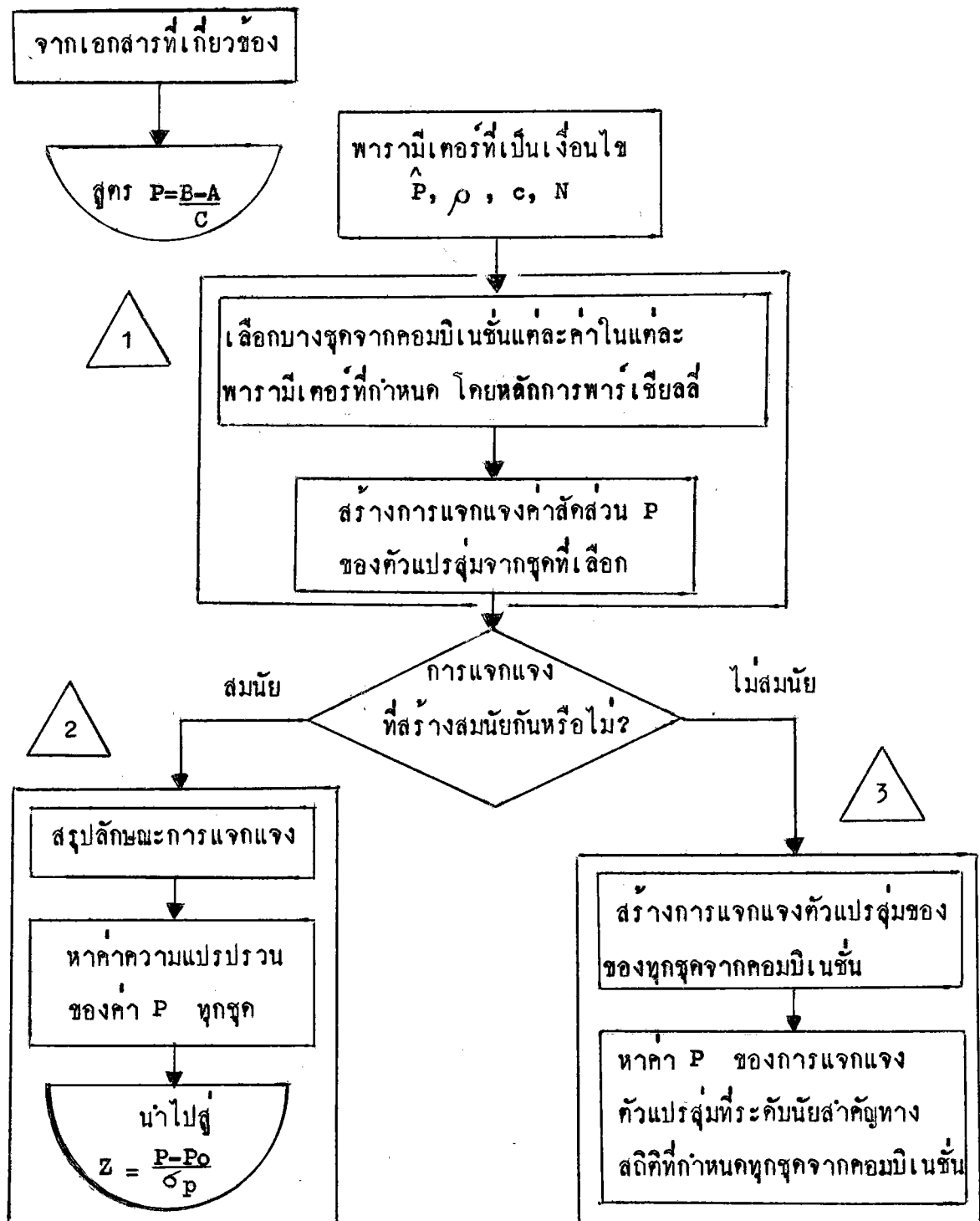
เนื่องจากสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ ต้องใช้ข้อมูลที่มาจากการจัดประเภทตามระดับความรู้ของผู้เรียน จึงมีเงื่อนไขของข้อมูล 4 เงื่อนไข (N, ρ, P และ c) ในแต่ละเงื่อนไขมีค่าต่าง ๆ กัน เมื่อจัดคอมบินั่นของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขนั้นจะได้ชุดของค่าดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยเลือกเพียงบางชุดโดยหลักการพาร์เชียลลีที่ทำให้ชุดของค่าดังกล่าวมีจำนวนน้อยที่สุดที่ครอบคลุมทุกค่าของเงื่อนไขของข้อมูลเพื่อศึกษาแนวโน้มของการแจกแจง

จากชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขที่เลือกมา สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ของแต่ละชุดที่เลือก

2. ถ้าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P ของแต่ละชุดที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจงนั้นสมนัยกัน สรุปลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีที่เสนอ และจะอาศัยความสมนัยกันของการแจกแจงเหล่านั้นนำไปสู่การแจกแจงมาตรฐานของทุกค่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง ($\hat{P}$) ที่กำหนดเป็นเงื่อนไข โดยหาค่าความแปรปรวนของค่า P จากการแจกแจงตัวแปรสุ่ม (σ_P^2) ของทุกชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล เพื่อนำไปสู่การใช้สูตรคะแนนมาตรฐานของ P ($Z_P = \frac{P - P_0}{\sigma_P}$)

3. ถ้าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ของแต่ละชุดที่เลือกมาศึกษาไม่เป็นอย่างเดียวกัน จะสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของทุกชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล พร้อมทั้งแสดงค่า P ของตัวแปรสุ่มในแต่ละชุดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10

กรอบงานที่สำคัญนี้แสดงให้เห็นว่า จากกรอบงานที่ 1 พิจารณาผลที่ได้ในทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง คือ กรอบงานที่ 2 หรือกรอบงานที่ 3 อย่างใดอย่างหนึ่ง แสดงกรอบงานที่สำคัญนี้ในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงกรอบงานที่สำคัญของการวิจัย

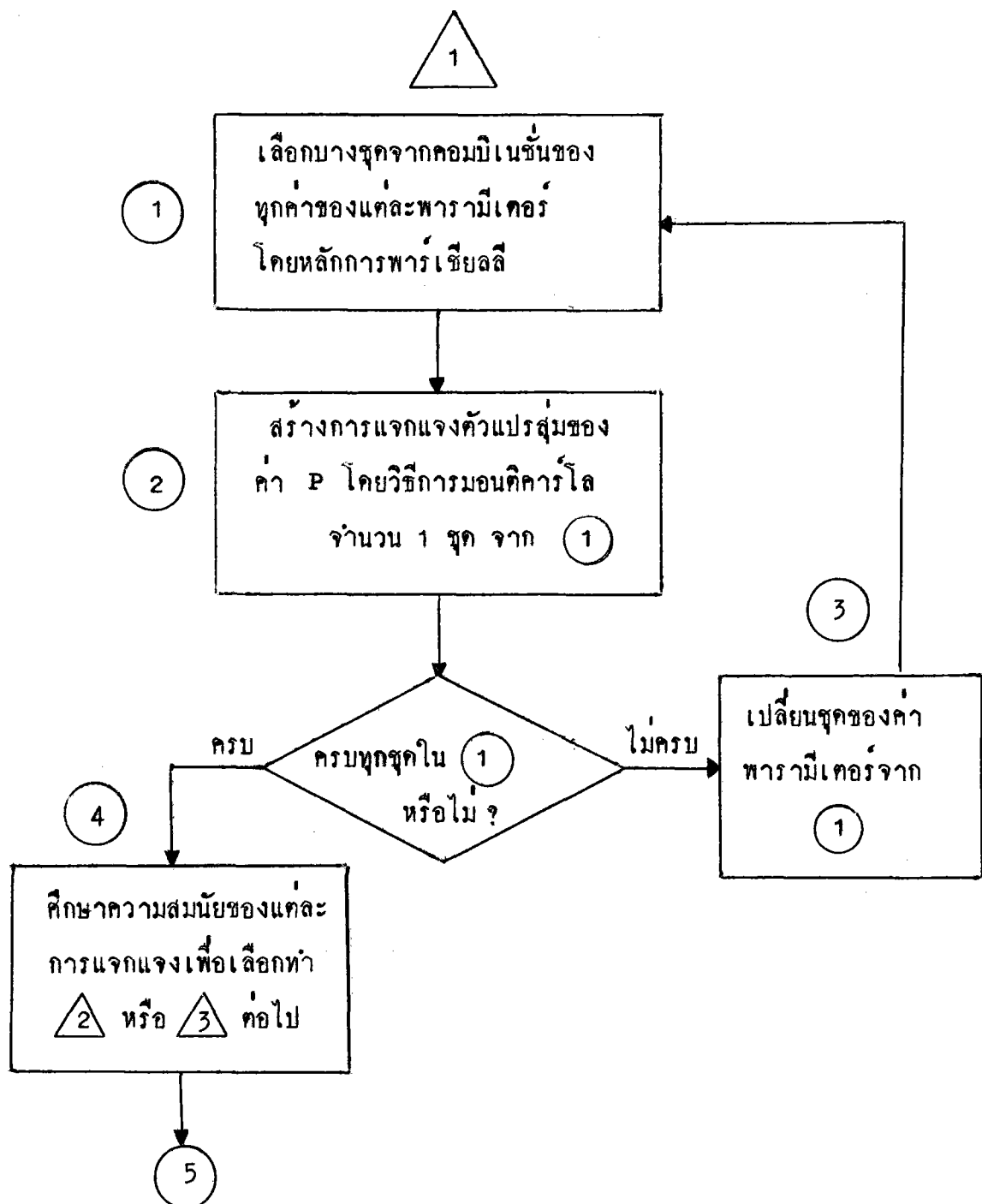
จากกรอบงานที่สำคัญในภาพประกอบ 14 ส่วนที่สำคัญคือการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของแต่ละจุดที่เลือกมาศึกษาจากคอมบินเชันของแต่ละค่าในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล แล้วศึกษาการแจกแจงเพื่อนำไปสู่ทางเลือกทิศทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มและแผนงานขั้นต่อไปในทางเลือกทั้งสองของกรอบงานนั้น ใช้วิธีการมอนติคาร์โล ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดและเหมาะสมสำหรับการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มในทางทฤษฎีของค่าสถิติใด ๆ ที่ยังไม่มีการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่เป็นมาตรฐานไว้ ดังได้กล่าวแล้วในส่วนของเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น วิธีการมอนติคาร์โล จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณ เพื่อสรุปตัดสินใจในการทดสอบสถิติเมื่อใช้สูตรสัดส่วน P ที่ผู้วิจัยเสนอเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นข้อมูลอีกด้านหนึ่งสำหรับการจัดการศึกษา มีแผนงานในส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม ดังนี้

1. กำหนดค่าของแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล สำหรับดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

2. สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม จากแต่ละจุดของคอมบินเชันของข้อ 1 โดยวิธีการมอนติคาร์โลโดยการหาค่าสถิติจาก $P = \frac{B - A}{C}$ ซึ่งเป็นการทำซ้ำ 2,000 ครั้ง สำหรับการแจกแจง 1 การแจกแจง

3. เปลี่ยนชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล ซึ่งกำหนดใน 1 แล้วสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มตามข้อ 2 จนครบทุกชุดจากคอมบินเชันของค่าต่าง ๆ

แผนการดำเนินงานส่วนนี้ เป็นกรอบงานที่ 1 ของกรอบงานที่สำคัญที่ได้กล่าวไปแล้ว แสดงแผนการดำเนินงานในส่วนนี้ ดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แผนงานในส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม (แผนงานส่วนนี้
อยู่ในงานส่วนที่ 1 ในภาพประกอบ 14 หน้า 53)

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

จากกรอบงานที่สำคัญของการวิจัย และแผนการดำเนินงานในส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม มีขั้นตอนในการดำเนินงานทั้งหมด ดังนี้

1. กำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูล และเงื่อนไขอื่น ๆ ของข้อมูล

1.1 กำหนดลักษณะการแจกแจงของคะแนนของผู้เรียน

1.2 กำหนดช่วงคะแนนของการสอบของผู้เรียน

1.3 กำหนดขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.4 กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) ของคะแนนก่อนการสอนและคะแนน

หลังการสอนของผู้เรียน

1.5 กำหนดสัดส่วนที่คาดหวังของประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

1.6 กำหนดจุดตัดของคะแนนที่ใช้ตัดสินเพื่อจำแนกระหว่างผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์

2. สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มจากแต่ละชุดของแต่ละค่าในแต่ละพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ขึ้นของแต่ละค่าดังกล่าว โดยวิธีการมอนติคาร์โลเฉพาะชุดที่เลือกมาโดยหลักการพาร์เซียลลี การสร้างการแจกแจงดังกล่าวมีดังนี้

2.1 สร้างเลขสุ่ม (generate random number)

2.2 สร้างคะแนนผู้เรียนจากเลขสุ่มตามลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดในขั้นตอนที่ 1

2.3 จัดคะแนนผู้เรียน จากขั้นตอน 2.2 เข้าสู่เซลล์ต่าง ๆ ในตารางการฉกฉวยเพื่อแปลงเป็นข้อมูลความถี่

2.4 คำนวณสัดส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ จากข้อมูลในขั้นตอนที่ 2.3

2.5 จัดกระทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.4 จำนวน 2,000 ครั้ง

2.6 บันทึกจำนวนของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ของการแจกแจง เพื่อการศึกษาความสัมพันธ์กันของการแจกแจงของชุดที่เลือกมาดำเนินการในช่วงแรก

3. เปลี่ยนชุดของค่าพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูลที่เลือกมาจากคอมบิเนชันของค่าดังกล่าว แล้วจัดกระทำโดยวิธีการตามขั้นตอนที่ 2

ในขั้นตอนที่ 2 และ ขั้นตอนที่ 3 จัดกระทำจนครบทุกชุดของแต่ละค่าพารามิเตอร์ที่เลือกมาเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์กันของการแจกแจง

4. ศึกษาความสัมพันธ์ของการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นของชุดที่เลือกมาเพื่อศึกษา จากขั้นตอนนี้จะมีทางเลือกที่จะดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 5 หรือขั้นตอนที่ 6 โดยที่

5. ถ้าขั้นตอนที่ 4 ปรากฏว่าการแจกแจงแต่ละชุดมีความสัมพันธ์กัน จะสรุปลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสัคส่วน P กับการแจกแจงมาตรฐานที่มีอยู่ และใช้วิธีการมอนติคาร์โลหาค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มของสัคส่วน P (σ_P^2) ในเชิงทฤษฎี และแสดงค่าความแปรปรวนดังกล่าวของทุกชุดของแต่ละค่าพารามิเตอร์จากคอมบิเนชันของค่าพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูล สำหรับนำไปใช้ในการตรวจสอบกับสูตรคำนวณ

เพื่อสรุปเป็นผลการทดสอบตามระดับนัยสำคัญทางสถิติต่าง ๆ หรือ...

6. ถ้าขั้นตอนที่ 4 ปรากฏว่าการแจกแจงที่สร้างขึ้นไม่สัมพันธ์กัน จะสรุปว่าการแจกแจงไม่เป็นอย่างเดียวกัน จะใช้วิธีการมอนติคาร์โลสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสัคส่วน P ของทุกชุดของค่าต่าง ๆ ของแต่ละพารามิเตอร์จากคอมบิเนชันของค่าเหล่านั้น และแสดงค่า P จากการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 สำหรับการนำไปเปรียบเทียบกับค่า P ที่คำนวณได้จากข้อมูลจริงโดยใช้สูตร $P = \frac{B - A}{C}$ เพื่อสรุปเป็นนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบ

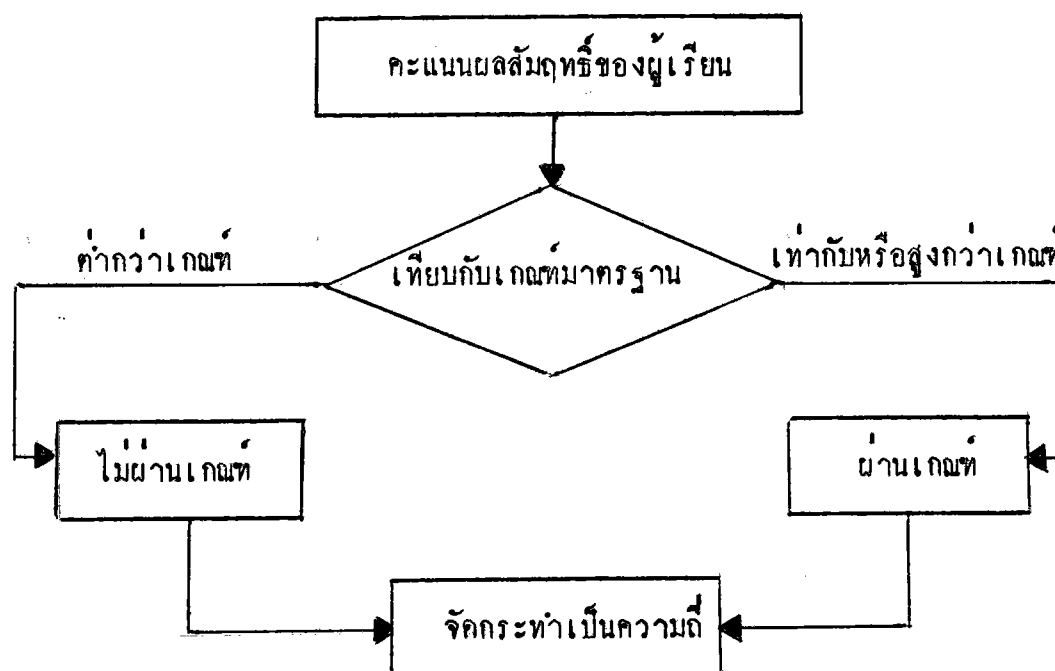
รายละเอียดในการดำเนินงาน

จากขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดลักษณะต่าง ๆ สำหรับเตรียมข้อมูลที่ใช้ในวิธีการมอนติคาร์โล ขั้นตอนที่ 2 เป็นวิธีการมอนติคาร์โลสำหรับแต่ละชุดของค่าที่กำหนดในแต่ละพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูลที่กำหนดในช่วงแรก ขั้นตอนที่ 3 เป็นการเปลี่ยนชุดของค่าที่กำหนดนั้น จาก 3 ขั้นตอนนี้จะได้การแจกแจงตัวแปรสุ่มจำนวนหนึ่ง เพื่อการ

พิจารณาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจง ชั้นตอนที่ 4, 5 และชั้นตอนที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบเพื่อนำไปสู่ผลของการวิจัย โดยมีรายละเอียดของชั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. กำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูล และเงื่อนไขอื่น ๆ ของข้อมูล

ข้อมูลในการคำนวณตามลำดับที่เสนอเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ มีพื้นฐานจากคะแนนการสอบของผู้เรียน แล้วเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เพื่อระบุว่าอยู่ในประเภทผ่านเกณฑ์ จักกระทำเป็นความดีสำหรับการคำนวณ แสดงพื้นฐานของข้อมูลดังกล่าว ดังภาพประกอบ

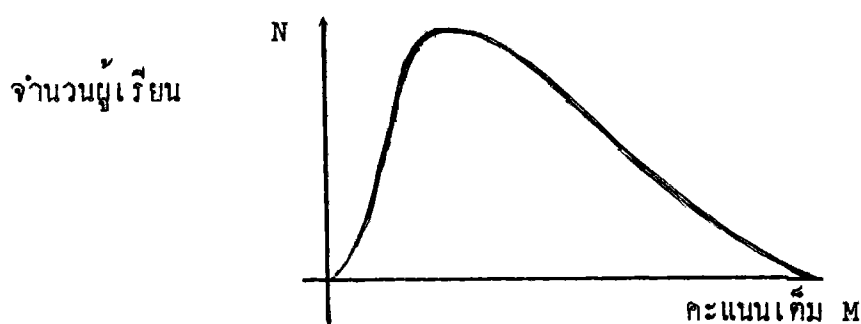


ภาพประกอบ 16 แสดงพื้นฐานของข้อมูลตามลำดับ $P = \frac{B - A}{C}$

การวิจัยครั้งนี้สร้างข้อมูลมาจากเลขสุ่มเพื่อศึกษาโดยวิธีการมอนติคาร์โล เพื่อให้ข้อมูลที่สร้างมีลักษณะตามหลักการพื้นฐานของสูตรการคำนวณและเรื่องที่เกี่ยวข้อง จึงกำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูลและเงื่อนไขอื่น ๆ ของข้อมูลดังต่อไปนี้

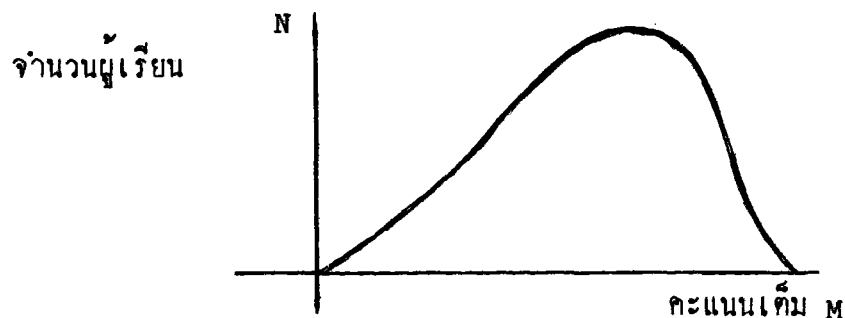
1.1 กำหนดลักษณะการแจกแจงของคะแนนผู้เรียน

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้มีพื้นฐานมาจากคะแนนการสอบของผู้เรียนเมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน ซึ่งจะนำไปสู่สัณฐานที่เป็นคัมภ์ของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน เมื่อพิจารณาจากจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนกับจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่ออยู่ในภาวะก่อนการสอน การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดลักษณะของข้อมูลโดยอาศัยแนวทางจากคะแนนการสอบของผู้เรียน จากข้อเขียนของบลูม ที่ถือว่าในแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ นั้น การแจกแจงคะแนนการสอบของผู้เรียนไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ (Bloom. 1971 : 45) และจากแนวคิดการวัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ที่ถือว่าก่อนการสอบนั้นผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ ต่อมาหลังจากการจัดการเรียนการสอนแล้วส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์ แสดงว่า เมื่อผู้เรียนได้รับการทดสอบก่อนการสอน ส่วนใหญ่จะได้คะแนนจากการสอบนั้นน้อย และมีผู้เรียนส่วนน้อยได้คะแนนมาก การแจกแจงของคะแนนก่อนการสอนจึงมีลักษณะเป็นโค้งเบ้ จากเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดลักษณะการแจกแจงของคะแนนก่อนการสอนในขั้นตอนของการวิจัย เป็นการแจกแจงเบ้ ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 17 แสดงโค้งการแจกแจงของคะแนนก่อนการสอนของผู้เรียน เมื่อพิจารณาคามหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้

จากภาพประกอบ 17 N เป็นจำนวนผู้เรียนทั้งหมด M เป็นคะแนนเต็ม ลักษณะการแจกแจงของคะแนนเป็นการแจกแจงเบ้ขวา ผู้วิจัยใช้ลักษณะการแจกแจงนี้ สำหรับการสร้างตัวแปรจากเลขสุ่มตามขั้นตอนที่ 2.2 ของวิธีดำเนินการวิจัยในส่วนของ คะแนนก่อนการสอน สำหรับคะแนนหลังการสอนยึดหลักแนวคิดเดียวกัน กล่าวคือ ในการ สอบหลังการสอน ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีคะแนนมาก ผู้ที่ได้คะแนนน้อยจะมีจำนวนน้อย ลักษณะการแจกแจงคะแนนหลังการสอนจึงมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ดังแสดงใน ภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบ 18 แสดงโค้งการแจกแจงคะแนนของผู้เรียนในภาวะหลังการสอน เมื่อ พิจารณาตามหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้

จากภาพประกอบ เป็นลักษณะการแจกแจงสำหรับการสร้างตัวแปรจากเลขสุ่ม ตามขั้นตอนที่ 2.2 ของวิธีดำเนินการวิจัยในส่วนของคะแนนหลังการสอนเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาตามวิธีการมอนติคาร์โล เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเบ้ เมื่อพิจารณา ในแนวคิดของการเรียนเพื่อรอบรู้ จากภาพประกอบที่ 2 จะเห็นว่าในการเรียนแบบตัวต่อตัว นั้น โค้งการแจกแจงมีความโค้งและความเบ้มาก แบบการเรียนเพื่อรอบรู้มีความโค้งและ ความเบ้น้อยกว่าแบบตัวต่อตัวแต่มากกว่าแบบการเรียนปกติซึ่งมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ จากหลักการนี้ ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการเรียนแบบตัวต่อตัวมีการแจกแจงของคะแนนเข้าใกล้การ แจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล (Exponential Distribution) ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนที่

เหมาะสมของการแจกแจงแบบไม่สมมาตรที่มีส่วนของปลายโค้งการแจกแจงหนัก

(heavy-tailed asymmetric distribution) (Blair and Higgins. 1980 : 309 - 335) ซึ่งการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียลมีค่าความโค้งเป็น 9 และความเบ้เป็น 2 ส่วนการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานมีความโค้งเป็น 3 ความเบ้เป็น 0 ดังนั้น จึงกำหนดให้การแจกแจงคะแนนของผู้เรียนมีค่าความโค้งเป็น 6 ซึ่งเป็นค่ากลางของความโค้งของการแจกแจงปกติมาตรฐานกับการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล และกำหนดให้ค่าความเบ้ประมาณ 1.5 ซึ่งน้อยกว่าความเบ้ของการแจกแจงเอกโปเนนเชียล กำหนดเป็นความโค้งและความเบ้ของการแจกแจงคะแนนทั้งในส่วนก่อนการสอนและหลังการสอนในการวิจัยนี้ โดยคะแนนหลังการสอนมีค่าความเบ้เป็นลบ (ประมาณ -1.5)

1.2 กำหนดช่วงคะแนนการสอบของผู้เรียน

การตัดสินใจผู้เรียนเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ ต้องพิจารณาคะแนนที่ได้รับจากคะแนนเต็มของการสอบที่กำหนดในการสอบวัด ในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดช่วงคะแนนการสอบของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีค่าไม่เกินคะแนนเต็มของการสอบนั้น ๆ จากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่า ในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่าง ๆ นั้น ส่วนใหญ่มักจะใช้คะแนนเต็มเป็น 100 คะแนน เพราะสะดวกในการคำนวณและกล่าวในลักษณะของร้อยละได้อย่างสะดวกที่สุดด้วย ในทำนองเดียวกัน การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดคะแนนเต็มเป็น 100 คะแนน ดังนั้น ช่วงคะแนนที่ใช้ในการวิจัยจึงมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 ซึ่งการกำหนดช่วงคะแนนนี้ไม่ได้เป็นข้อกำหนดลักษณะข้อมูลที่สำคัญนัก เพราะคะแนนเต็มจำนวนเท่าใดก็ตามจะนำมาถ่วงน้ำหนักกับคะแนนของผู้เรียนในรูปสัดส่วนเพื่อการจัดประเภท แต่การกำหนดในครั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสร้างตัวแปรสุ่มจากเลขสุ่มสำหรับวิธีการมอนติคาร์โล

1.3 กำหนดขนาดตัวอย่างที่จะใช้ในการวิจัย

จากการวางแผนการวิจัยแสดงจำนวนผู้เรียนแยกตามระดับความรู้ในภาวะก่อนการสอนกับหลังการสอน (ภาพประกอบ 1)

	ก่อนการสอน หลังการสอน	
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D
	A + C = N	B + D = N

แสดงว่าขนาดตัวอย่าง N เป็นจำนวนรวมของผู้เรียนทั้งหมด โดยที่ $N = A + C$ หรือ $N = B + D$ คือผลรวมของจำนวนข้อมูลของเซลล์ในสครัมภ์ มีค่าเท่ากัน ($A + C = B + D$) และเป็นกลุ่มเดียวกัน N ในที่นี้ คือจำนวนผู้เรียนในชั้นเรียนหนึ่ง ๆ เท่าที่ผู้วิจัยพบในการจัดการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป มีจำนวนผู้เรียนในชั้นเรียนแตกต่างกันในระดับต่ำกว่าอุดมศึกษาส่วนใหญ่จะมีจำนวนผู้เรียนในช่วง 20 ถึง 50 คนในชั้นเรียนหนึ่ง แต่ในระดับอุดมศึกษาบางรายวิชาอาจมีจำนวนผู้เรียนน้อยกว่านั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ในช่วง 10 ถึง 50 โดยให้ N มีค่า 10, 20, 25, 30, 35, 40 และ 50 ตามลำดับ เป็นขนาดตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.4 กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) ของคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน

ข้อมูลที่ใช้ในสัปดาห์ที่เป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของแต่ละเซลล์ในตารางการันจอร์ไม่เป็นอิสระต่อกัน แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจแสดงถึงความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอนกับคะแนนหลังการสอน ให้ ρ เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนดังกล่าว โดยกำหนดค่า ρ สำหรับการวิจัยนี้เป็น .6, .7 และ .9 โดยเทียบเคียงจากข้อเสนอของ ค็อก (Cox. 1957 : 150 - 158) ที่กล่าวว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรอิสระอย่างแท้จริงนั้นมีค่าต่ำสุดเป็น .6 ค่ากลางเป็น .7 และค่าสูงสุดเป็น .9 เป็นแนวทางในการกำหนดค่า ρ สำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.5 กำหนดสัดส่วนที่คาดหวังของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ($\hat{P}$) เป็นการกำหนดสัดส่วนโดยประมาณของการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เรียน เป็นค่าที่แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้ จากหลักการของดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เสนอนี้ ถ้าการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ค่า $\hat{P}$ ที่คำนวณได้ควรมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งเป็นการแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงผู้เรียนจากมีความรู้ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อก่อนการสอบไปเป็นผ่านเกณฑ์เมื่อหลังการสอบ แต่ค่า $\hat{P} = 1$ นั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าให้ความคาดหวังในการเปลี่ยนแปลงสภาพดังกล่าวมีค่าเป็น .7, .8 และ .9 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 และค่า $\hat{P}$ เป็นเงื่อนไขสำคัญของการแจกแจงตัวแปรสุ่มแต่ละการแจกแจง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มจากสัดส่วน (μ_p) ของการแจกแจง เป็นประโยชน์ในการสรุปเป็นผลการทดสอบทางสถิติต่อไป

1.6 กำหนดจุดตัดของคะแนนที่ใช้ตัดสินเพื่อจำแนกระหว่างผู้มีผลสัมฤทธิ์ในระดับผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์

ข้อมูลที่ใช้ได้จากการจัดแบ่งคะแนนเป็นผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ ทั้งที่อยู่ในภาวะก่อนการสอบและหลังการสอบ โดยพิจารณาจากคะแนนของผู้เรียน จึงต้องกำหนดว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งประเภทดังกล่าวควรจะอยู่ที่ตำแหน่งใด ให้จุดตัดที่ถือว่าเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำในการตัดสิน แทนด้วยสัญลักษณ์ c ซึ่งค่า c นี้เป็นสัดส่วนระหว่างคะแนนจากการสอบกับคะแนนเต็มของการสอบนั้น

ในการกำหนดจุดตัดดังกล่าว ในแนวคิดของการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ที่มุ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เพื่อตัดสินว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้ในมวลความรู้เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ โดยทั่วไปยังไม่มีเกณฑ์ที่ตายตัวในการกำหนดมาตรฐานที่เป็นจุดในการตัดสิน อาจพิจารณาจากธรรมชาติของเนื้อหาวิชาหรือจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการของวิชานั้น ๆ ในเรื่องเกณฑ์การตัดสินระดับผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์นี้ บล็อก (Block, 1974 : 31 - 33) เสนอบทความที่สรุปและอภิปรายเกี่ยวกับผลงานวิจัยด้านการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Learning in the Classroom : An Overview of Recent Research) โดยอ้างถึงงานศึกษาของบลูม ว่าใช้เกณฑ์ผลการสอบร้อยละ 80

ในการตัดสินใจผ่านเกณฑ์และอ้างอิงงานวิจัยของ คิม (Kim) ว่าใช้เกณฑ์เป็นร้อยละ 80 เช่นเดียวกัน ส่วน เชคอฟ (Shacoft. 1979 : 70) ให้ความเห็นว่าอาจใช้เกณฑ์เป็นร้อยละ 80 หรือ 75 หรือต่ำกว่านี้ก็ได้ถ้ามีหลักการและเหตุผลที่เหมาะสม และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2527 : 65 - 68) เสนอบทความเรื่อง "ทฤษฎีการวัดและ ประเมินผลการศึกษา" กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวกับเกณฑ์ในการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ ทั้งไทยและต่างประเทศว่ามีการศึกษาถึงการใช้เกณฑ์ต่าง ๆ กัน เช่น ร้อยละ 80, 85, 90 และ 95 ของข้อสอบเป็นจุดในการตัดสินใจว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ และสรุปจาก ผลงานเหล่านี้ว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการวัดผลแบบอิงเกณฑ์คือร้อยละ 80 ของข้อสอบ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบกับคะแนนเต็มที่กำหนดในการสอบแล้ว คือ .8 สรุปได้ว่าเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้เป็นจุดตัดสินระดับความรู้ของผู้เรียนเป็น ผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม ค่า .8 นี้ ไม่อาจถือได้ว่าเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด สำหรับทุกเนื้อหาวิชาที่มีลักษณะและธรรมชาติแตกต่างกันในการสอบวัดแต่ละครั้ง ต้อง เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ผลการวิจัยนี้มีความครอบคลุมประโยชน์ใน หลายสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าอื่น ๆ นอกเหนือจากค่า .8 เป็นเกณฑ์ กล่าวคือ เกณฑ์ในการตัดสินผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์เป็นสัดส่วนระหว่างคะแนนที่สอบได้กับคะแนนเต็ม เป็น .8 และค่าใกล้เคียง นั่นคือ กำหนดจุดตัด $c = .6, .7$ และ $.8$ เป็นเงื่อนไข หนึ่งของข้อมูลในการวิจัย

จากขั้นตอนที่ 1 แต่ละพารามิเตอร์จะมีค่าที่กำหนดมากกว่า 1 ค่า เมื่อนำค่า ต่าง ๆ เหล่านี้ ($N, \rho, \hat{P}, c$) มาจัดคอมบินขึ้นแล้ว จะได้ชุดของแต่ละค่าของแต่ละ พารามิเตอร์ จำนวน 189 ชุด แต่ในการศึกษาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่ม ของสัดส่วน P ที่เสนอ จะใช้เพียงบางชุดเท่านั้น ผู้วิจัยใช้หลักการพาร์เซย์ลีม่ากำหนด ชุดที่จะสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มสำหรับการศึกษาแนวโน้มดังกล่าว ปรากฏชุดของค่า ต่าง ๆ ของแต่ละพารามิเตอร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 19

สำหรับ $\hat{P} = .7$

P	.6			.7			.9		
$N \backslash c$	.6	.7	.8	.6	.7	.8	.6	.7	.8
10					X				
20	X				X				X
25			X		X		X		
30		X			X			X	
35					X				
40				X	X	X			
50					X				

ทำนองเดียวกัน จะมีตารางสำหรับ $\hat{P} = .8$ และ $\hat{P} = .9$ ด้วย

ภาพประกอบ 19 แสดงชุดของค่าต่าง ๆ ของแต่ละพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขของข้อมูล จากคอมพิวเตอร์ขึ้นของค่าดังกล่าวที่เลือกมาเพื่อศึกษาแนวโน้มของลักษณะการแจกแจงตัวแปรสุ่ม

2. สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มจากแต่ละชุดของค่าต่าง ๆ ในแบบแผน ตามวิธีการมอนติคาร์โล

จากชุดของค่าต่าง ๆ ที่กำหนดที่เลือกมาในแบบแผนการวิจัย สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มโดยวิธีการมอนติคาร์โล 1 ชุดของค่าต่าง ๆ นั้น คือ 1 การแจกแจง ซึ่งสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำเนียบการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างเลขสุ่ม

ในการสร้างเลขสุ่ม ใช้โปรแกรมสับรูทีนแรนดอม (SUBROUTINE RANDOM) ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรนไฟว์ (FORTRAN IV) ได้เลขสุ่มที่สร้างขึ้นมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในช่วง (0, 1) (Rubinstein, 1981 : 11) เพราะตัวเลขที่สร้างขึ้นเป็นตัวเลขแบบสุ่มที่มีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน และ

การแจกแจงยูนิฟอร์มเป็นการแจกแจงแบบสมมาตรที่มีส่วนปลายโค้งเบา (light-tailed symmetric distribution) ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีของการแจกแจงแบบนี้ (Blair and Higgins. 1980 : 309 - 355) จากโปรแกรมสับรูทีนแรนคอมนี้ จะได้เลขสุ่มจำนวนมากก่อนที่จะเกิดการซ้ำกันของตัวเลข ใช้คำสั่ง SUBROUTINE RANDOM (IX, IY, RN) ตามวิธีการสร้างเลขสุ่มด้วยวิธีคองกรูเอนเชียล (Congruential Generation Method) โดย RN คือเลขสุ่มที่สร้างขึ้น วิธีการของโปรแกรมนี้คือ (Shannon. 1975 : 352 - 354)

- 2.1.1 เลือกเลขคี่น้อยกว่า 9 หลัก เป็นตัวเริ่มต้น (กำหนดเป็น IX)
- 2.1.2 คูณตัวเริ่มต้นด้วยค่า a โดยที่ a ไม่น้อยกว่า 5 หลัก
- 2.1.3 คูณชั้นตอนที่ 2.2.2 ด้วยค่า $1/m$ โดยค่า m เป็น prime number ของ 2^b เมื่อ b เป็นจำนวนบิต (bits) ในเวิร์ด (word) ของเครื่องคำนวณคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างเลขสุ่ม
- 2.1.4 ได้เลขสุ่มตามต้องการมีค่าระหว่าง 0, 1 เป็นเลขสุ่ม 1 จำนวน
- 2.1.5 เปลี่ยนค่า IX ใหม่ เพื่อนำไปสร้างเลขสุ่มตัวต่อไปจนครบจำนวนที่ต้องการ

จากหลักการนี้ ผู้วิจัยสร้างโปรแกรมโดยอาศัยตัวอย่างโปรแกรมการสร้างเลขสุ่มของไวท์และชมิคท์ (White and Schmidt. 1975 : 421) และตัวอย่างของแชนนอน (Shannon. 1975 : 353 - 354) ดังนี้ (โปรแกรมนี้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาด 36 บิต และเลือกค่าเริ่มต้นเป็น 262147)

SUBROUTINE RANDOM (IX,IY,RN)

IY = IX * 262147

IF (IY) 3,4,4

3 IY = IY + 34359738337 + 1

4 RN = FLOAT(IY)

RN = RN * .2910383E - 10

IX = IY

RETURN

END

หลังจากการสร้างเลขสุ่มโดยใช้โปรแกรมสับรูทีนดังกล่าวแล้ว จะเรียกเลขสุ่มมาใช้โดยคำสั่ง CALL RANDOM (IX,IY,RN) และทดสอบความเป็นเลขสุ่มของเลขสุ่มที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบความถี่ด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ (Rubinstein. 1981 : 42) โดยมีหลักการว่าเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและมีความเป็นเลขสุ่มนั้นจะกระจายตัวเลขในช่วงต่าง ๆ เท่า ๆ กัน และค่าเฉลี่ยของเลขสุ่มของการแจกแจงยูนิฟอร์มในช่วง (0, 1) มีค่า 0.5 ความแปรปรวนมีค่าเป็น .08 จากการสร้างเลขสุ่ม 100,00 จำนวน เพื่อทดสอบความเป็นเลขสุ่มในหลักการดังกล่าว ได้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามต้องการ และเลขสุ่มนั้นกระจายในช่วงต่าง ๆ เท่า ๆ กัน โปรแกรมที่สร้างขึ้นจึงเหมาะสมตามหลักการของการแจกแจงยูนิฟอร์มในช่วง (0, 1)

2.2 สร้างคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากเลขสุ่มที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนนี้เป็นการแปลงเลขสุ่มที่สร้างขึ้นจากขั้นตอนที่ 2.1 ให้เป็นคะแนนการสอบของผู้เรียน โดยคะแนนของผู้เรียนในส่วนนี้มีทั้งคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน ซึ่งมีวิธีการที่ต่างกันในการแปลงเลขสุ่มมาเป็นคะแนน วิธีการดังกล่าวคือ

2.2.1 คะแนนก่อนการสอน เป็นตัวแปรที่ได้มาจากเลขสุ่มที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2.1 แล้วแปลงเลขสุ่มนั้นให้มีการแจกแจงเบ้ขวา (ดังภาพประกอบที่ 18) มีค่าความเบ้เป็นบวก (1.5) โดยใช้โปรแกรมสับรูทีนที่ได้จากวิธีการแปลงข้อมูลแบบ Generalized Lamda Distribution (GLD) ที่ แรมเบอร์ก และ ชไมเซอร์ เสนอไว้ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการสร้างข้อมูลที่ไม่สมมาตรที่มีฐานนิยมเพียงฐานเดียว (Unimodal Assymmetric Distribution) (Ramberg and other. 1979 : 201 - 214) วิธีการแปลงเลขสุ่มให้แจกแจงแบบเบ้ในวิธีการนี้คือ (Ramberg and Schmeiser. 1974 : 78 - 82)

$$R(P) = \lambda_1 + P^3 - (1 - P)^4 / \lambda_2$$

เมื่อ $R(P)$ คือตัวแปรที่แปลงจากเลขสุ่ม (RN) ที่สร้างขึ้น มีการแจกแจงเบ้ และโค้งตามที่กำหนด

P คือตัวแปรสุ่ม (RN) ในช่วง (0, 1) ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2.1

- λ_1 คือค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดตำแหน่ง (location parameter)
 λ_2 คือค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดสเกล (scale parameter)
 λ_3 และ λ_4 คือพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างของการแจกแจง (shape parameter)

ค่า λ_1 , λ_2 , λ_3 และ λ_4 เป็นค่าที่ได้จากการวางของแรมเบอร์กตามค่าความเบ้และความโค้งที่ต้องการ เมื่อนำมาสร้าง $R(P)$ ตามสมการแล้ว จะได้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น 1 ถ้าต้องการให้ข้อมูลที่ได้จากฟังก์ชันนี้มีค่าเฉลี่ยเป็น μ ความแปรปรวนเป็น σ^2 ต้องแปลงค่า λ_1 และ λ_2 เป็นค่า λ_1 และ λ_2 ใหม่โดยใช้สมการ

$$\lambda_1(\mu, \sigma) = \lambda_1(0, 1)\sigma + \mu$$

$$\lambda_2(\mu, \sigma) = \lambda_2(0, 1)/\sigma$$

หรือแปลงค่าของข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวนเป็น 1 ด้วยการคำนวณ $R(P) = \mu + \sigma * R(P)$ ซึ่งได้ตัวแปรเดียวกันกับที่แปลงค่า μ และ σ^2 ตามสมการค่าที่สร้างจากเลขสุ่มตามวิธีการนี้ จะเป็นข้อมูลที่มีค่าความเบ้ ความโค้ง ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามต้องการ ในการวิจัยนี้ใช้ค่าความเบ้และความโค้งตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1.1

จากวิธีการนี้เป็นการแปลงเลขสุ่มที่สร้างขึ้น 1 จำนวน เป็นคะแนนสอบก่อนการสอนของผู้เรียน 1 จำนวน เพื่อให้ได้คะแนนดังกล่าวมีจำนวนเท่าขนาดตัวอย่างที่กำหนด จึงทำการแปลงเลขสุ่มเป็นคะแนนก่อนการสอนโดยวิธีดังกล่าวจนได้จำนวนเท่าขนาดตัวอย่างที่ต้องการ ซึ่งกำหนดไว้ในชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละพารามิเตอร์ที่ศึกษา

ผู้วิจัยทดลองแปลงเลขสุ่มให้มีความเบ้ ความโค้ง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กำหนด เพื่อตรวจสอบลักษณะของข้อมูลที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าโปรแกรมสับรูดินที่ใช้ตามหลักการนี้ทำให้ได้คะแนนก่อนการสอนตามความเบ้ ความโค้ง ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามที่ต้องการ

2.2.2 คะแนนหลังการสอน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างแต่ละเซลล์ในการวางการพิจารณาความสัมพันธ์กัน ซึ่งผู้วิจัยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอนกับ

คะแนนหลังการสอนเป็น .6, .7 และ .9 (จากขั้นตอนที่ 1.4) เพื่อให้ได้คะแนนหลังการสอนที่สัมพันธ์กับคะแนนก่อนการสอน สร้างเลขสุ่มชุดที่ 2 ที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0, 1) และดำเนินการขั้นตอนต่อไปดังนี้

ก. แปลงเลขสุ่มชุดที่ 2 ให้มีการแจกแจงเบ้ซ้ายตามที่กำหนดในลักษณะการแจกแจงคะแนนหลังการสอน โดยหลักการเกี่ยวกับการแปลงเลขสุ่มเป็นคะแนนก่อนการสอน ในขั้นตอนที่ 2.2.1 ได้เลขสุ่ม 1 จำนวน ที่มีลักษณะการแจกแจงตามที่กำหนด

ข. จากข้อ ก. นำผลที่ได้มาแปลงเป็นคะแนนหลังการสอนที่สัมพันธ์กับคะแนนก่อนการสอน ดังนี้

ให้ Y_1 เป็นคะแนนสอบก่อนการสอน 1 จำนวน (ได้จาก 2.2.1)

R_1 เป็นเลขสุ่มที่ได้จาก 2.2.2-ก. 1 จำนวน

X_1 เป็นตัวเลขที่สัมพันธ์กับ Y_1 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่กำหนด

จากคำดังกล่าว สร้างคะแนนหลังการสอนที่สัมพันธ์กับคะแนนก่อนการสอนตามสมการที่ดัดแปลงจากสมการที่ โกวิต ประवालพฤษ์ (Kowit Pravalpruk. 1974 : 44) ใช้ในการสร้างข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

$$X_1 = \rho Y_1 + R_1 \sqrt{1 - \rho^2}$$

ปรับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้เป็นไปตามความเปลี่ยนแปลงที่คาดหวังของจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอนกับผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน ให้เป็นค่าคงที่ของแต่ละชุดจากคอมพิวเตอร์ ดังนี้ จากสมการ

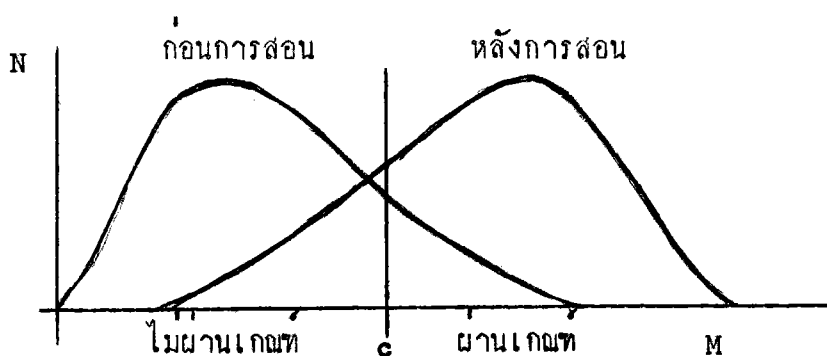
$$X = \mu + X_1 \sigma$$

จะได้ X เป็นคะแนนหลังการสอนที่มีการแจกแจงตามที่กำหนดและมีความสัมพันธ์กับคะแนนก่อนการสอนตามค่า ρ ที่กำหนด และเกี่ยวข้องกับค่าสัดส่วนประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง ($\hat{P}$) ที่กำหนด โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนน 1 จำนวน จากนั้นใช้วิธีการเดิมตามขั้นตอน 2.2.2 สร้างคะแนนดังกล่าวจนได้คะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน (จำนวนเท่ากัน) ตามขนาดตัวอย่าง (N) ที่กำหนดในชุดของค่าต่าง ๆ ที่ศึกษา

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยสร้างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนจำนวนหนึ่ง ตรวจสอบความเบ้ ความโค้งของคะแนนหลังการสอน และตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนกับหลังการสอนโดยใช้สูตรของเพียร์สัน ปรากฏว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นตามหลักการนี้ทำให้ได้คะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนที่มีลักษณะตามที่กำหนด จึงใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นดังกล่าวในการวิจัยครั้งนี้

2.3 จัดคะแนนเข้าสู่เซลล์ในตารางการแจกแจง เพื่อแปลงเป็นข้อมูลความถี่

ในขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.2 ได้คะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนของกลุ่มตัวอย่างขนาด N ตามกำหนด ใช้คะแนนตรงจุดตัด c ที่กำหนด เป็นจุดแบ่งคะแนนที่ได้ เพื่อจัดเป็นคะแนนที่ผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินว่าคะแนนที่น้อยกว่าคะแนนที่จุดตัด เป็นคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และคะแนนที่เท่ากับหรือมากกว่าคะแนนที่จุดตัด เป็นคะแนนผ่านเกณฑ์ ทั้งในส่วนของคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน แสดงลักษณะการใช้จุดตัดในโค้งของการแจกแจงคะแนน ดังนี้



ภาพประกอบ 20 แสดงโค้งการแจกแจงและการใช้จุดตัด (c) แบ่งคะแนนของกลุ่มตัวอย่างเป็นคะแนนผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน

จากภาพประกอบ ที่จุด c จะแบ่งคะแนนเป็นสองส่วน คือส่วนของคะแนนผ่านเกณฑ์ซึ่งอยู่ที่จุดตัดและเหนือจุดตัด ส่วนคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ต่ำกว่าจุดตัด ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มของคะแนนเข้าสู่เซลล์ต่าง ๆ ของตารางการแจกแจงที่แสดงระดับความรู้ความ

ภาวะก่อนการสอนและหลังการสอน แล้วนับจำนวนคะแนนในแต่ละเซต จะได้ค่า A, B, C และ D ในตารางการแจกแจง ดังนี้ (ภาพประกอบ 1)

	ก่อนการสอน	หลังการสอน
ผ่านเกณฑ์	A	B
ไม่ผ่านเกณฑ์	C	D
	$A + C = N$	$B + D = N$

ในที่นี้ A คือจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน

B คือจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอน

C คือจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน

D คือจำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์หลังการสอน

N คือขนาดกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนผู้เรียน

A, B, C และ D จึงเป็นข้อมูลความถี่ที่แปลงจากเลขสุ่ม ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4 คำนวณสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ จากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนที่ 2.3

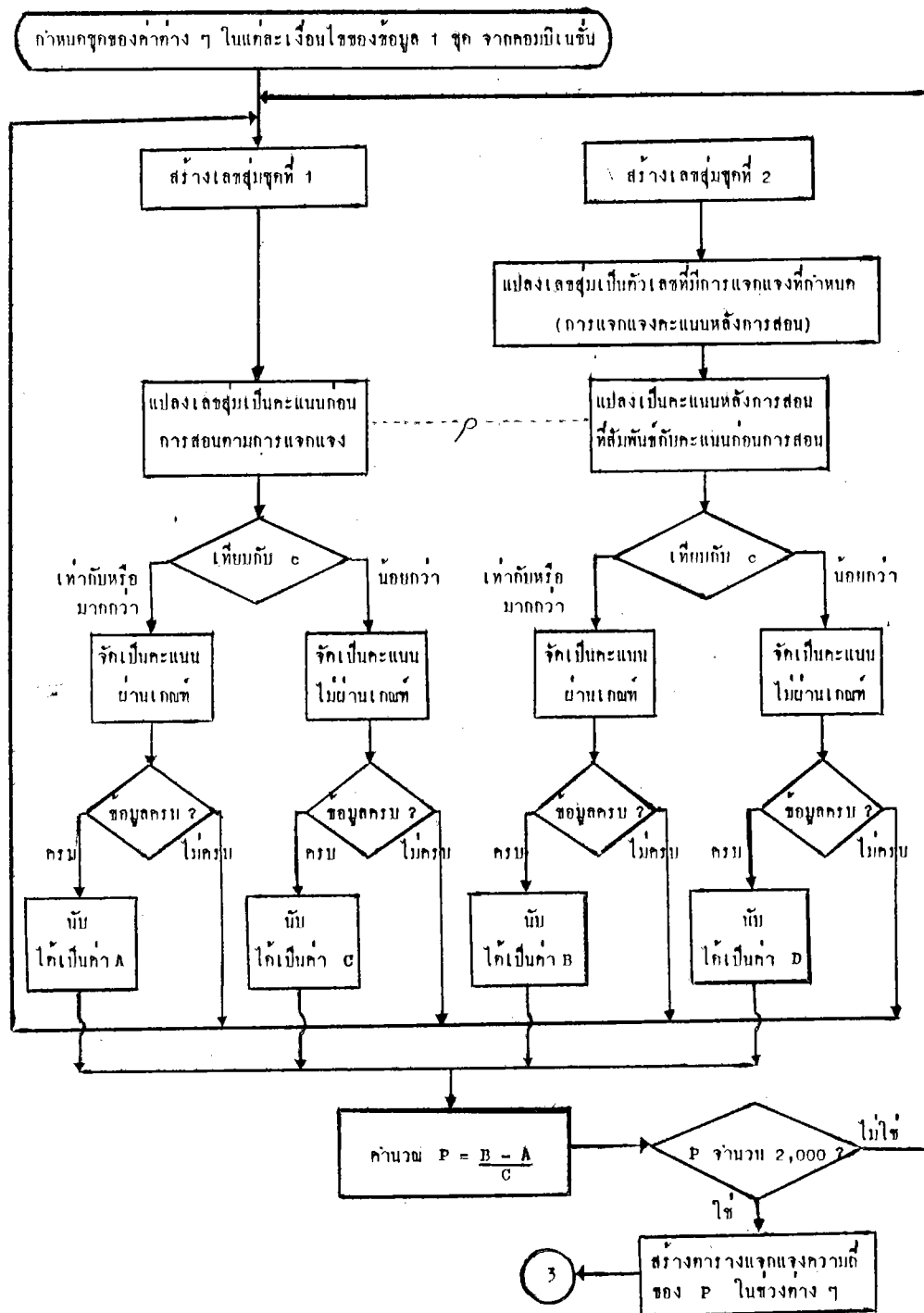
คำนวณค่าสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ ที่ถือเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ได้ค่า P 1 ค่า

2.5 จัดกระทำซ้ำ 2,000 ครั้ง

จากขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.4 ได้ค่า P 1 ค่า ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาการแจกแจง ผู้วิจัยเลือกจัดกระทำซ้ำ 2,000 ครั้ง จะได้ค่า P จำนวน 2,000 ค่า เพื่อแสดงการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ที่คำนวณได้ต่อไป สำหรับ 1 ชุดของค่าต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์ของค่าที่เป็นเงื่อนไขต่าง ๆ

2.6 บันทึกจำนวนของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ของการแจกแจง เพื่อการศึกษาลักษณะของการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ของชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่เลือกมาดำเนินการ แล้วแจกแจงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ สำหรับการทดสอบความสมนัยของการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จากขั้นตอนที่ 2.1 ถึงขั้นตอนที่ 2.6 นี้ เป็นส่วนของการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม 1 การแจกแจงจากชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล 1 ชุด สามารถแสดงภาพการดำเนินงานในส่วนของการจัดกระทำตามวิธีการมอนติคาร์โลในการสร้างการแจกแจงของค่า P ดังภาพประกอบที่ 21 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินงานในส่วนนี้แล้ว จะได้ค่าสถิติ P จำนวน 2,000 ค่า ของการแจกแจงตัวแปรสุ่ม 1 การแจกแจง



ภาพประกอบ 21 แสดงขั้นตอนตามวิธีการมอนติคาร์โล ในการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่ม
ของ $P = \frac{B-A}{C}$ (ขั้นตอนนี้เป็นรายละเอียดของงานส่วนที่ 2 ของภาพประกอบ 15 หน้า 55)

3. เปลี่ยนชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล

จากค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล เมื่อนำค่าเหล่านั้นมาจัดคอมบินेशन จะได้ชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขจำนวนมาก ในการสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ที่เสนอ ตามขั้นตอนที่ได้อธิบายแล้ว การแจกแจงที่สร้างขึ้น 1 การแจกแจงเป็นการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P ของชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไข และสร้างตารางการแจกแจงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การทดสอบความสมนัยของการแจกแจงตัวแปรสุ่มซึ่งเป็นการศึกษาลักษณะการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้แล้ว เปลี่ยนชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล เพื่อสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มในขั้นตอนที่ 2 ทั้งกระบวนการ จะได้การแจกแจงของค่า P เพิ่มขึ้นอีก 1 การแจกแจง พร้อมทั้งความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ในแต่ละการแจกแจง ทำเช่นนั้นจนครบทุกชุดของค่าต่าง ๆ ดังกล่าวที่เลือกมาศึกษา ซึ่งระบบการทำงานนี้เป็นไปตามภาพประกอบ 15 หน้า 55 (ส่วนที่ ③ ของ $\triangle 1$)

4. ศึกษาความสมนัยกันของตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้น

จากกระบวนการมอนติคาร์โล ได้ตารางการแจกแจงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ที่คำนวณได้ในแต่ละชุดของค่าต่าง ๆ ที่เลือกมาศึกษาทุกชุด นำค่าความถี่เหล่านั้นมาทดสอบความสมนัยของการแจกแจงตัวแปรสุ่มนั้นโดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ ถ้าปรากฏว่าทุกการแจกแจงสมนัยกัน จะดำเนินการในขั้นตอนที่ 5 ต่อไป ถ้าพบว่ามีอย่างน้อย 1 การแจกแจงไม่สมนัยกับการแจกแจงของชุดอื่น ๆ จะสรุปว่าการแจกแจงที่สร้างขึ้นไม่มีลักษณะเป็นอย่างเดียวกัน จะดำเนินการในขั้นตอนที่ 6 ต่อไป

5. ศึกษาความแปรปรวนของการแจกแจงตัวแปรสุ่ม P โดยวิธีการมอนติคาร์โล

ถ้าการศึกษาความสมนัยกันของการแจกแจงที่สร้างขึ้นในแต่ละชุดของค่าต่าง ๆ ที่เลือกมาศึกษาพบว่ามีความสมนัยกัน จะดำเนินการต่อไปดังนี้

5.1 สร้างโค้งการแจกแจงโดยการพลอต (plot) ค่า P ที่คำนวณได้ลงในกราฟ เพื่อเสนอเป็นแนวโน้มของการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน จะได้ลักษณะโค้งการแจกแจงของค่าดัชนีดังกล่าว

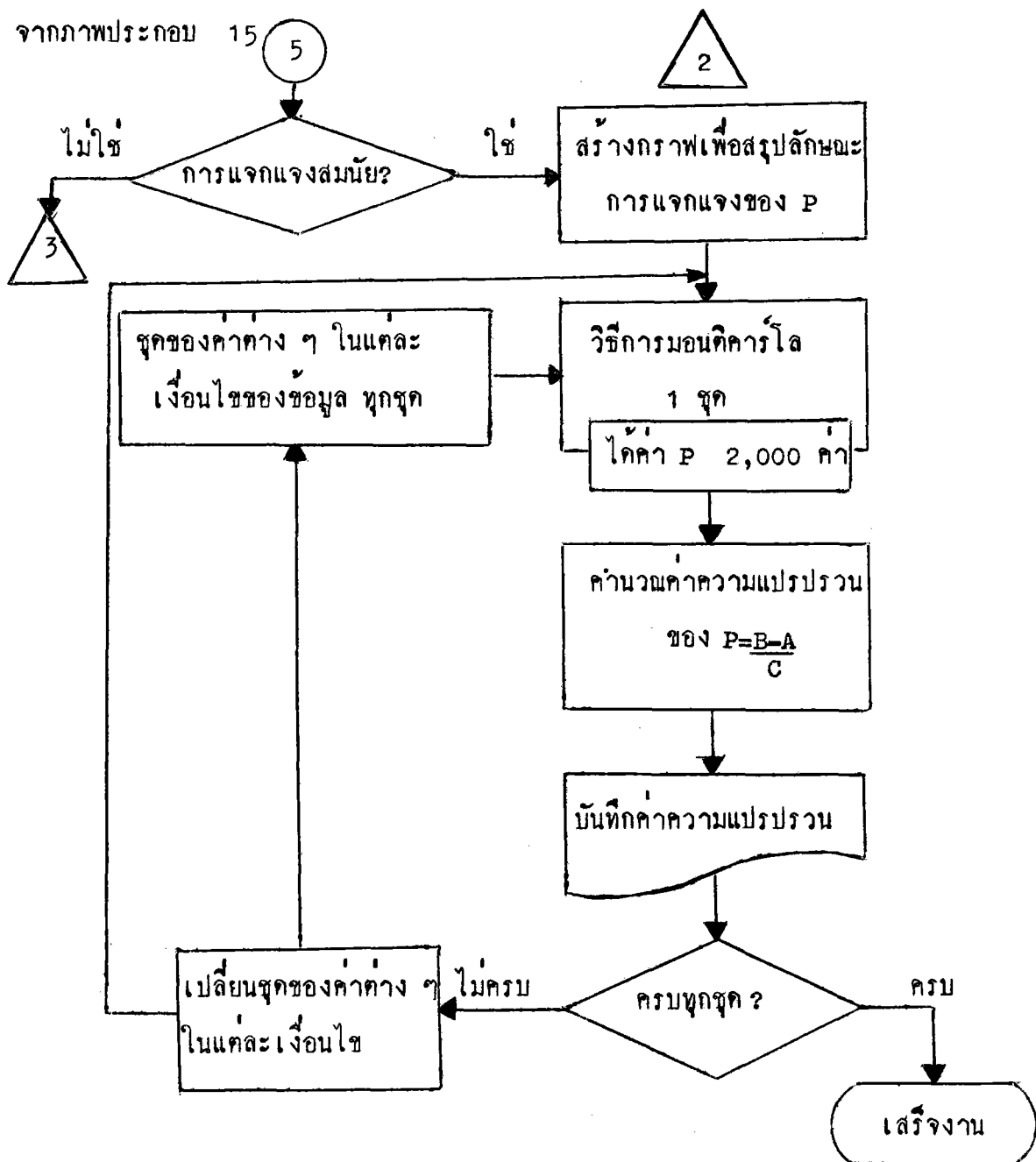
5.2 สรุปลักษณะการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนว่าใกล้เคียงกับการแจกแจงมาตรฐานใดที่มีอยู่แล้ว ถ้าการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงมาตรฐานที่มีอยู่ จะสรุปการใช้การแจกแจงนั้นในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ในกรณีที่มีแนวโน้มว่าการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงปกติ ใช้วิธีการมอนติคาร์โลหาค่าความแปรปรวนของค่า P ของทุกชุดจากคอมบินันชันของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล ในส่วนนี้ใช้วิธีการเกี่ยวกับขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.5 ในแต่ละชุดหรือการแจกแจง จะได้ค่า P จำนวน 2,000 ค่า นำมาคำนวณค่าความแปรปรวนของค่า P ของแต่ละชุด แสดงภาพประกอบ 22 ซึ่งต่อเนื่องกับภาพประกอบ 15 (หน้า 55) ทั้งนี้ (ภาพประกอบนี้เป็นส่วนที่อยู่ในงานส่วนที่  ของกรอบงานที่สำคัญในภาพประกอบ 14 หน้า 53)

จะได้ค่าเชิงทฤษฎีของความแปรปรวนของทุกชุดจากคอมบินันชันของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลซึ่งเป็นความแปรปรวนของค่า P จากตัวแปรสุ่ม (6^2_P) ที่สามารถนำไปใช้ในการทดสอบเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนตามดัชนีที่เสนอ

แนวทางการใช้สัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$ เป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

จากค่าความแปรปรวนของค่า P จากตัวแปรสุ่ม ซึ่งจัดกระทำต่อเมื่อการแจกแจงทุกชุดที่เป็นไปได้ในคอมบินันชันของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลนั้นเป็นอย่างเดียวกันสามารถนำไปใช้ในการทดสอบเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทางดังนี้

- ก. จากข้อมูลในสภาพการณ์จริง คำนวณสัดส่วน $P = \frac{B-A}{C}$
- ข. จากค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล พิจารณาค่าความแปรปรวนของชุดของค่าของแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลของ ก.
- ค. จากสมมติฐานว่า P_0 มีค่าใด จะนำไปคำนวณกับค่า P ที่คำนวณได้ในข้อ ก. ตามสูตรการหาสัดส่วนมาตรฐาน โดยใช้ค่าความแปรปรวนจากข้อ ข.



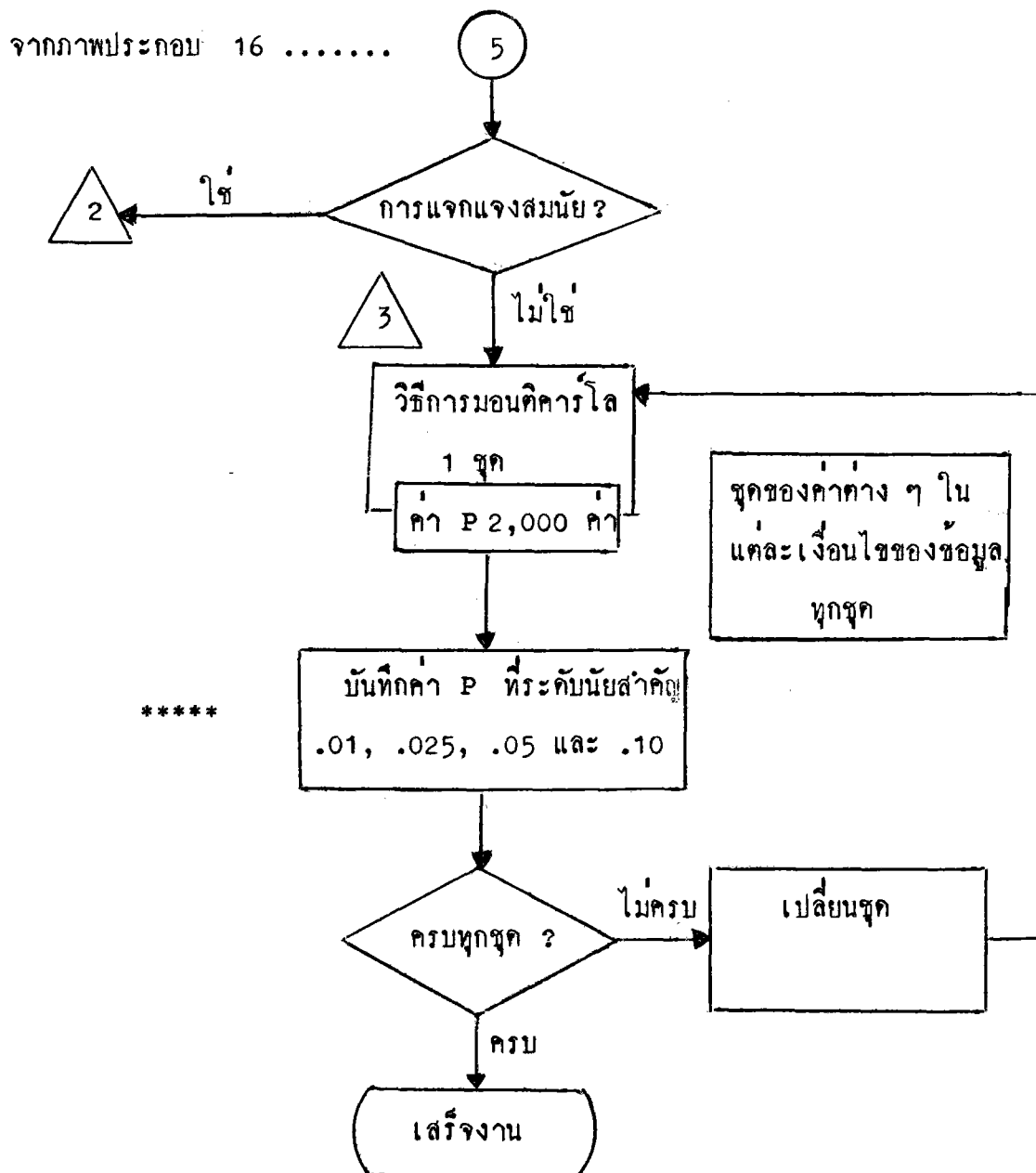
ภาพประกอบ 22 ขั้นตอนการดำเนินงานเมื่อการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพ
การจัดการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นอย่างเดียวกัน (จากชุดที่เลือกมาศึกษา)

6. สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P ของทุกชุดจากคอมบินเนชันของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล และเสนอค่า P จากตัวแปรสุ่มที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่กำหนด

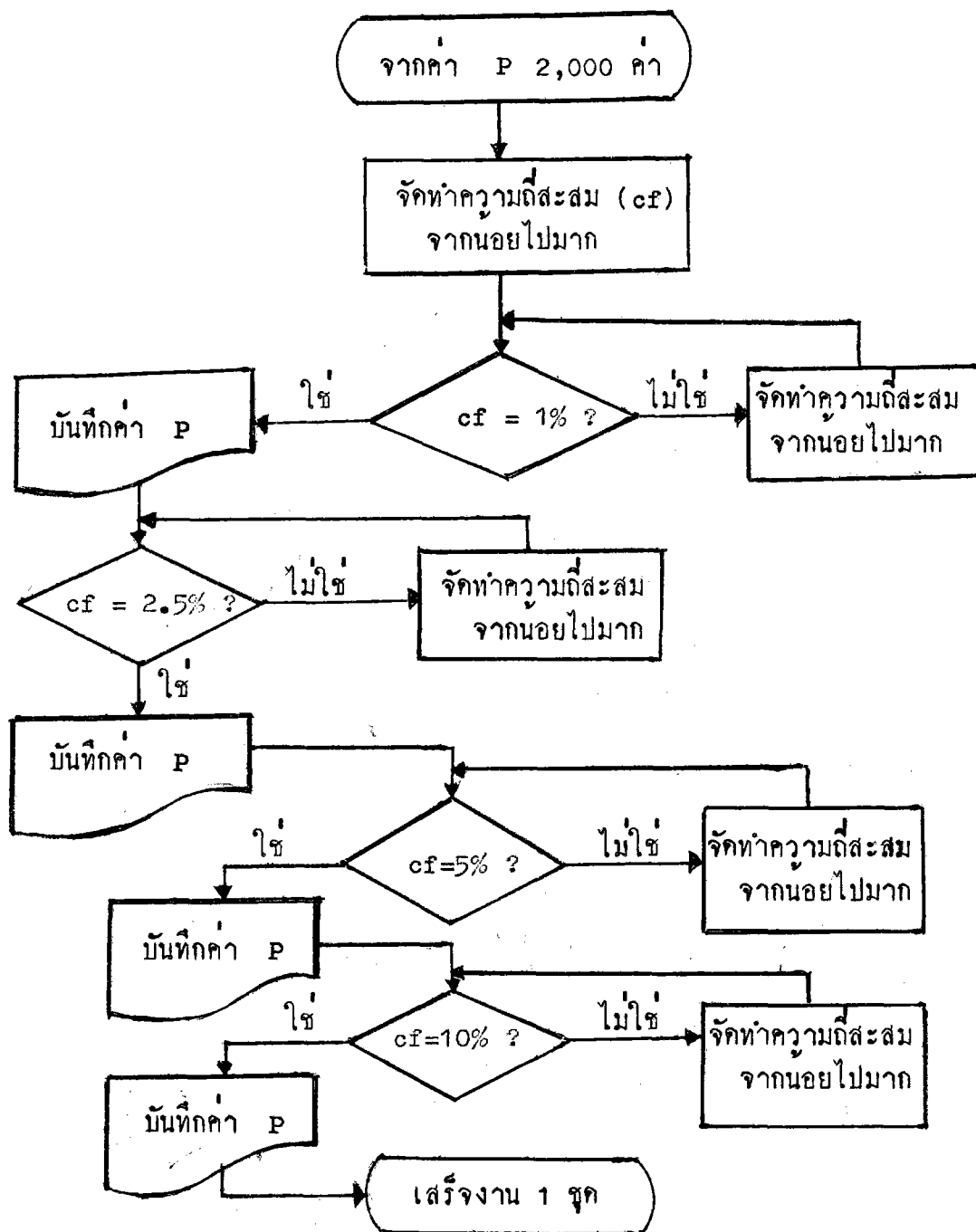
เมื่อการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงนั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงเป็นอย่างเดียวกัน สร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P ทุกชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่กำหนดไว้ (จากขั้นตอนที่ 1) โดยใช้วิธีการมอนติคาร์โลเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.5 และดำเนินการเช่นเดียวกันจนครบทุกชุดจากคอมบินเนชันของค่าที่กำหนดในเงื่อนไข

ในแต่ละชุด แสดงค่า P จากการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 โดยมีวิธีการคือ

จากค่า P จำนวน 2,000 ค่า นำมาจัดข้อมูลให้มีความถี่สะสมจากน้อยไปมาก และหาค่า P ที่ตรงกับความถี่สะสมร้อยละ 1, 2.5, 5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ (เป็นค่า P ทางซ้ายของโค้งการแจกแจง สำหรับการทดสอบแบบทางเดียว (one tailed) แสดงแผนการดำเนินงานในขั้นตอนนี้ได้ทั้งภาพประกอบที่ 23 ซึ่งเป็นขั้นตอนการดำเนินการต่อเมื่อการแจกแจงตัวแปรสุ่มที่ศึกษาในช่วงแรกไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นอย่างเดียวกัน ทำให้ไม่อาจสรุปได้อย่างชัดเจนว่าการแจกแจงมีลักษณะใด สำหรับวิธีการมอนติคาร์โลจะดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2.1 ถึง 2.5 (ภาพประกอบที่ 21 หน้า 73) ทุกกระบวนการ จากขั้นตอนที่ 2.5 จะได้ค่า P จำนวน 2,000 ค่า ของ 1 ชุดจากคอมบินเนชันของค่าของเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนด บันทึกค่า P โดยใช้หลักการของความถี่สะสมถึงได้กล่าวแล้ว เพื่อให้ได้ค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด ในส่วนของการบันทึกค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดนั้น แสดงแผนการดำเนินงานทั้งภาพประกอบ 24 (หน้า 79)



ภาพประกอบ 23 ขั้นตอนการดำเนินงานเมื่อการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพ
การจัดการเรียนการสอนจากชุดที่เลือกมาศึกษาจากคอมพิวเตอร์เนชั่นของค่าต่าง ๆ ของเงื่อนไข
ที่กำหนดนั้นไม่เป็นอย่างเดียวกัน



ภาพประกอบ 24 การบันทึกค่า P ของการแจกแจงตัวแปรสุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 (อยู่ในขั้นตอน ***** ในภาพประกอบ 23 หน้า 78)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอสัดส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ เพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีนี้ โดยวิธีการมอนติคาร์โลซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ของดัชนีดังกล่าวจากข้อมูลเลขสุ่มจากประชากรตามลักษณะพื้นฐานและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของดัชนีที่เสนอนี้ ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ในการศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสัดส่วน P โดยการสร้างการแจกแจงดังกล่าวบางชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ของค่าเหล่านั้น โดยเลือกให้ครอบคลุมเงื่อนไขต่าง ๆ ของข้อมูลในการศึกษา เพื่อศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงว่ามีลักษณะเป็นอย่างไรเหมือนกันหรือไม่ โดยแสดงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ของค่า P ที่ได้จากการมอนติคาร์โลเพื่อการทดสอบความสมนัยกันของการแจกแจง เสนอการแจกแจงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การแจกแจงความถี่ของ P เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง แสดงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .7$

$P \backslash N$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
N	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
10		3	19	64	198	305	508	538	289	76
20		1		8	79	275	629	686	291	31
25				6	51	226	682	766	243	26
30				3	39	232	672	806	237	11
35					23	193	727	852	192	13
40					10	201	742	872	173	2
50					5	154	780	930	130	1

จากตาราง แสดงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ จากค่า P จำนวน 2,000 ค่า จากวิธีการมอนติคาร์โล เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการแจกแจง และทดสอบด้วยไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงของ P เมื่อ $N = 10$ และ $N = 20$ ผลการวิเคราะห์พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 232.107$) แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P เมื่อ $N=10$ และ $N=20$ ไม่สมนัยกัน และทดสอบระหว่างการแจกแจงของค่า P เมื่อ $N=20$ และ $N=25$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 41.367$ และระหว่างการแจกแจงของค่า P เมื่อ $N=35$ และ $N=40$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 12.849$ และระหว่างการแจกแจงของค่า P เมื่อ $N=40$ และ $N=50$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 30.356$ แสดงว่าการแจกแจงที่เสนอในตาราง 1 ไม่สมนัยกัน

ค่า P ของการแจกแจงเหล่านี้เริ่มจาก .101 เมื่อ $N = 10$ และค่า P เริ่มจาก .401 เป็นต้นไปเมื่อ $N = 35, 40$ และ 50 โดยความถี่ของค่า P ในช่วง .401 ถึง .50 ลดลงเมื่อ N มีค่ามากขึ้น

ตาราง 2 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .8$

$P \backslash N$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
N	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
10			1	14	70	121	335	579	589	281
20				1	5	36	258	708	780	212
25					3	23	208	769	732	265
30						20	167	791	880	142
35						5	164	785	869	177
40						8	118	834	936	104
50						2	89	864	974	71

จากตาราง การทดสอบด้วยไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงของ P เมื่อ $N = 10$ และ $N = 20$ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 251.209$) ระหว่างการแจกแจงของ P เมื่อ $N = 20$ และ $N = 25$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 37.24$ และระหว่างการแจกแจงของค่า P เมื่อ $N = 35$ และ 40 ปรากฏค่า $\chi^2 = 53.03$ แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่า P เมื่อกำหนดให้ค่าของเงื่อนไขต่าง ๆ คงที่ และค่าของขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .8$ นั้น ไม่สมนัยกัน

จากความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ที่แสดงในตาราง จะเห็นว่า เมื่อ $N = 10$ ค่า P จะเริ่มจากค่า .201 เป็นต้นไป และมีค่าความถี่มากในช่วง .701 ถึง .80 และช่วง .801 ถึง .90 เมื่อ $N = 50$ ค่า P จะเริ่มจากค่า .501 เป็นต้นไป

ตาราง 3 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ N มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .9$

$P \backslash N$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
10					6	14	117	403	753	707
20						2	24	245	957	772
25						1	3	155	723	1118
30							4	139	1032	825
35							1	94	807	1098
40							3	73	1051	873
50								31	1057	912

จากตาราง การทดสอบด้วยไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงของ P ของ $N = 10$ และ $N = 20$ พบว่าการแจกแจงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 213.12$) และการแจกแจงของค่า P เมื่อ $N = 40$ และ $N = 50$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 67.49$ แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขต่าง ๆ คงที่ และค่าของขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .9$ นั้น ไม่สมนัยกัน

จากความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ที่แสดงในตารางที่ 3 นี้ จะเห็นว่า เมื่อ $N = 10$ ค่า P อยู่ในช่วง .401 จนถึง 1.0 และช่วงของค่า P นี้แคบเข้า (ตั้งแต่ $P = .701$ ขึ้นไป) เมื่อ $N = 50$

1.2 การแจกแจงความถี่ของค่า P เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอบเปลี่ยนแปลง แสดงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด ในตาราง 4, 5 และ 6

ตาราง 4 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ สำหรับ $\hat{P} = .7$

$P \backslash \rho$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
ρ	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6				2	38	209	656	837	241	17
.7				3	39	232	672	806	237	11
.9				2	11	179	661	843	282	22

การทดสอบไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .6$ และ $\rho = .7$ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 6.35$) ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .7$ และ $\rho = .9$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 45.01$ และระหว่าง $\rho = .6$ และ $\rho = .9$ ค่า $\chi^2 = 31.058$ การแจกแจงทั้งหมดในตาราง 4 นี้ ปรากฏค่า P ตั้งแต่ .301 เป็นต้นไป

ตาราง 5 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .8$

$P \backslash \rho$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6						21	177	808	853	141
.7						20	167	791	880	142
.9						9	161	744	892	194

การทดสอบไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .6$ และ $\rho = .7$ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 1.832$) ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .7$ และ $\rho = .9$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 28.264$ ระหว่าง $\rho = .6$ กับ $\rho = .9$ ปรากฏค่า $\chi^2 = 35.078$ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งสองคู่ของการแจกแจง

ค่า P ปรากฏอยู่ในช่วง .501 ถึง 1.0 ทุกการแจกแจงในตาราง 5

ตาราง 6 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ ρ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .9$

$P \backslash \rho$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6							11	129	1026	834
.7							4	139	1032	825
.9								89	915	992

จากตาราง 6 ค่าไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .6$ กับ $\rho = .7$ เป็น .196 แสดงว่าการแจกแจงดังกล่าวมีลักษณะเบี่ยงอย่างเดียวกัน เมื่อทดสอบระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .7$ กับ $\rho = .9$ ได้ $\chi^2 = 75.84$ และ ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $\rho = .6$ กับ $\rho = .9$ ได้ $\chi^2 = 69.68$ แสดงว่าการแจกแจงสองคู่มีลักษณะการแจกแจงไม่เป็นอย่างเดียวกัน

ค่า P ของการแจกแจงในตาราง 6 มีค่าตั้งแต่ .601 ถึง 1

จากตาราง 4, 5 และตาราง 6 แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขต่าง ๆ คงที่ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอบเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่กำหนดไม่สมนัยกัน หรือมีลักษณะการแจกแจงไม่เป็นอย่างเดียวกัน เพราะมีอย่างน้อย 1 คู่ ไม่สมนัยกัน

1.3 การแจกแจงความถี่ของ P เมื่อค่าของจุดตัดในการจัดประเภทคะแนนเป็นผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ (c) เปลี่ยนแปลง แสดงค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ ในตาราง 7, 8 และ 9

ตาราง 7 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .7$

P \ c	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
c	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6					9	125	654	949	250	13
.7					10	201	742	872	173	2
.8					4	111	609	979	292	5

ค่าไคสแควร์ของการทดสอบความสมนัยกันของการแจกแจงระหว่างการแจกแจงเมื่อ $c = .6$ กับ $c = .7$ เป็น 90.32 แสดงว่าการแจกแจงไม่สมนัยกัน

จากตาราง 7 ค่า P มีค่าตั้งแต่ .401 ถึง 1.0 สำหรับในช่วง .401-.500 และช่วง .901-1.0 นั้น ค่าความถี่ของ P มีจำนวนน้อยทุกการแจกแจง

ตาราง 8 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .8$

P	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
c	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6						5	105	741	995	154
.7						8	118	834	936	104
.8							79	975	1011	115

การทดสอบไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $c = .6$ และ $c = .7$ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 33.73$) แสดงว่าการแจกแจงทั้งสองไม่สมนัยกัน และค่า P มีค่าตั้งแต่ .501 ถึง 1 เมื่อค่า $c = .6$ และ $c = .7$ แต่ในช่วง .501 - .60 มีค่าความถี่ของค่า P น้อย และในการแจกแจงเมื่อ $c = .8$ ค่า P อยู่ในช่วง .601 ถึง 1

ตาราง 9 การแจกแจงของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ c มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนด สำหรับ $\hat{P} = .9$

$P \backslash c$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
c	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.6								38	782	1180
.7							3	73	1051	873
.8								16	1092	892

การทดสอบไคสแควร์ระหว่างการแจกแจงเมื่อ $c = .6$ และ $c = .7$ พบว่า มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 195.80$) แสดงว่าการแจกแจงไม่สมนัยกัน และค่า P เมื่อ $c = .6$ และ $c = .8$ อยู่ในช่วง .701 - 1.0 เมื่อ $c = .7$ ค่า P อยู่ใน ช่วง .601 - 1.0 โดยที่ค่า P มีจำนวนมากในช่วง .801 - .90 และ .901 - 1.0

จากตาราง 7, 8 และ 9 แสดงว่า การแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P เมื่อกำหนด ให้เงื่อนไขต่าง ๆ คงที่ และค่าของจุดตัดในการตัดสินใจประเภทคะแนนเป็นผ่านเกณฑ์กับ ไม่ผ่านเกณฑ์เปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่กำหนดนั้น ไม่สมนัยกัน หรือมีลักษณะการแจกแจง ไม่เป็นอย่างเดียวกัน เพราะมีอย่างน้อย 1 คู่ ไม่สมนัยกัน

1.4 การแจกแจงความถี่ของ P เมื่อค่าที่คาดหวังของประสิทธิภาพการจัด การเรียนการสอน ($\hat{P}$) เปลี่ยนแปลง แสดงความถี่ของ P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้ เงื่อนไขต่าง ๆ คงที่ และ $\hat{P}$ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ ในตาราง 10

ตาราง 10 การแจกแจงความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ เมื่อกำหนดให้เงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และ $\hat{P}$ มีค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

$\hat{P} \backslash P$	.001	.101	.201	.301	.401	.501	.601	.701	.801	.901
$\hat{P}$	-.10	-.20	-.30	-.40	-.50	-.60	-.70	-.80	-.90	-1.0
.7					23	193	727	852	192	13
.8						5	164	785	869	177
.9							1	94	807	1098

ค่าความถี่ของ P เมื่อ $\hat{P} = .7$ อยู่ในช่วง .410 - 1.0 เมื่อ $\hat{P} = .8$ อยู่ในช่วง .501 - 1.0 แต่ในช่วง .501 - .60 มีความถี่น้อย และเมื่อ $\hat{P} = .9$ ค่า P อยู่ในช่วง .601 - 1.0 แต่ในช่วง .601 - 70 ค่า P มีจำนวนน้อยมาก

จากการศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน โดยสร้างการแจกแจงกึ่งกล่าวบางซึกของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูล โดยเลือกมาศึกษาให้ครอบคลุมเงื่อนไขดังกล่าว เพื่อศึกษาว่าการแจกแจงสมนัยกันหรือไม่ จากการทดสอบความสมนัยของการแจกแจงแต่ละคู่ของการแจกแจง โดยพิจารณาเมื่อกำหนดเงื่อนไขหนึ่งเปลี่ยนแปลงและเงื่อนไขอื่น ๆ คงที่ และทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ จากตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 9 แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของแต่ละการแจกแจงของซึกของค่าต่าง ๆ ที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มดังกล่าวไม่สมนัยกัน กล่าวคือไม่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงมีลักษณะเป็นอย่างเดียวกัน เพราะมีอย่างน้อย 1 คู่ของการแจกแจงไม่สมนัยกัน

2. จากการศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงในข้อ 1 พบว่าการแจกแจงไม่สมนัยกัน ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงของสัดส่วน P มีลักษณะสัมพันธ์กับการแจกแจงมาตรฐานแบบไคที่มีอยู่ จึงสร้างการแจกแจงตัวแปรสุ่มกึ่งกล่าวทุกซึกของค่าต่าง ๆ ของทุกเงื่อนไขของข้อมูลในการวิจัยนี้ จำนวน 189 ซึก และแสดงค่า P ของตัวแปรสุ่มในแต่ละซึกที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 ปรากฏค่าดังกล่าวทั้งแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่างๆ ตามที่กำหนด (แบบทางเดียว)

P	Q	P	.7				.8				.9			
			.01	.025	.05	.10	.01	.025	.05	.10	.01	.025	.05	.10
.6	.6	10	.2818	.3619	.4132	.4957	.4428	.4957	.5740	.6370	.6285	.6785	.7145	.7683
		20	.4141	.4609	.4983	.5740	.5568	.6032	.6453	.6865	.7062	.7494	.7753	.8005
		25	.4355	.4760	.5198	.5670	.5974	.6292	.6720	.6987	.7248	.7595	.7860	.8209
		30	.4608	.5071	.5518	.5836	.6091	.6388	.6710	.7065	.7461	.7810	.8057	.8309
		35	.4922	.5162	.5569	.5845	.6278	.6589	.6828	.7115	.7555	.7870	.8068	.8325
		40	.5018	.5393	.5661	.6031	.6458	.6708	.6942	.7224	.7672	.7929	.8133	.8356
.6	.7	50	.5191	.5542	.5771	.6120	.6682	.6921	.7093	.7308	.7862	.8041	.8216	.8430
		10	.3043	.3778	.4213	.4704	.4313	.4834	.5629	.5965	.5873	.6806	.6870	.7789
		20	.4338	.4679	.5059	.5617	.5638	.6105	.6431	.6826	.6931	.7413	.7659	.7921
		25	.4476	.4836	.5204	.5653	.5745	.6175	.6528	.6912	.7405	.7555	.7869	.8221
		30	.4693	.5087	.5497	.5839	.5977	.6349	.6641	.7009	.7385	.7738	.7910	.8262
		35	.4914	.5265	.5589	.5911	.6361	.6598	.6797	.7062	.7405	.7869	.8012	.8319
.6	.8	40	.5108	.5515	.5682	.6013	.6352	.6652	.6903	.7137	.7405	.7916	.8226	.8431
		50	.5288	.5574	.5777	.6138	.6505	.6817	.7008	.7240	.7824	.8010	.8147	.8346
		10	.2882	.3579	.4090	.4719	.4393	.4809	.5615	.5960	.6817	.6895	.7810	.7877
		20	.4525	.4819	.5206	.5651	.5428	.5894	.6418	.7020	.7270	.7817	.7901	.8230
		25	.4608	.4992	.5388	.5752	.5880	.6305	.6817	.6994	.7378	.7874	.7998	.8300
		30	.4917	.5370	.5623	.5917	.6065	.6423	.6683	.7137	.7783	.7922	.8247	.8387
.7	.6	35	.5072	.5322	.5614	.6005	.6249	.6496	.6920	.7238	.7859	.8210	.8300	.8450
		40	.5265	.5573	.5773	.6140	.6416	.6878	.7079	.7306	.7935	.8281	.8411	.8551
		50	.5394	.5635	.5885	.6210	.6481	.6922	.7132	.7406	.8072	.8246	.8409	.8536
		10	.3034	.3873	.4407	.4973	.4446	.4988	.5763	.6376	.6316	.6778	.7418	.7718
		20	.4331	.4721	.5228	.5703	.5648	.6110	.6472	.6867	.7240	.7628	.7840	.8242
		25	.4623	.5043	.5513	.5926	.5767	.6272	.6681	.6994	.7472	.7837	.7999	.8277
.7	.7	30	.4855	.5348	.5641	.5991	.6255	.6631	.6821	.7115	.7605	.7860	.8118	.8383
		35	.5111	.5521	.5721	.6100	.6297	.6605	.6847	.7131	.7685	.7983	.8186	.8450
		40	.5244	.5593	.5838	.6196	.6396	.6679	.7189	.7215	.7790	.8062	.8250	.8495
		50	.5534	.5708	.5977	.6291	.6672	.6929	.7116	.7324	.7974	.8232	.8415	.8580
		10	.2934	.3605	.4860	.4953	.4098	.4813	.5567	.5980	.5505	.6814	.6924	.7607
		20	.4267	.4677	.5087	.5602	.5661	.6099	.6396	.6842	.6938	.7389	.7665	.7918
.7	.8	25	.4611	.4931	.5241	.5698	.5855	.6212	.6550	.6912	.7455	.7807	.7898	.7989
		30	.4861	.5055	.5527	.5812	.6005	.6431	.6703	.7034	.7405	.7872	.7896	.8260
		35	.4934	.5255	.5588	.5947	.6313	.6565	.6816	.7074	.7719	.7875	.8039	.8334
		40	.5152	.5323	.5673	.5972	.6383	.6641	.6899	.7159	.7718	.7899	.8155	.8408
		50	.5232	.5555	.5761	.6116	.6615	.6847	.7030	.7270	.7883	.8065	.8215	.8376
		10	.3068	.3801	.4353	.4876	.4613	.5508	.5698	.6831	.6813	.6902	.7815	.7880
.9	.6	20	.4543	.4928	.5473	.5788	.5866	.6415	.6807	.6926	.7508	.7833	.7920	.8438
		25	.4614	.5062	.5531	.5968	.5949	.6525	.6760	.7099	.7550	.7884	.8216	.8304
		30	.5072	.5520	.5711	.6083	.6448	.6623	.6902	.7270	.7805	.7933	.8257	.8611
		35	.5102	.5536	.5849	.6256	.6388	.6732	.7049	.7339	.7862	.8218	.8344	.8491
		40	.5426	.5597	.5869	.6242	.6641	.6863	.7084	.7394	.7930	.8279	.8424	.8563
		50	.5592	.5830	.6095	.6352	.6790	.7017	.7171	.7440	.8051	.8241	.8411	.8560
.9	.7	10	.3463	.4013	.4397	.4518	.4224	.4855	.5697	.6331	.6230	.6733	.7138	.7661
		20	.4518	.4893	.5441	.5820	.5623	.6067	.6493	.6889	.7065	.7609	.7815	.8138
		25	.4805	.5243	.5614	.6005	.6018	.6393	.6695	.6970	.7480	.7790	.7986	.8250
		30	.5108	.5532	.5721	.6095	.6243	.6523	.6760	.7121	.7588	.7889	.8136	.8420
		35	.5177	.5564	.5829	.6213	.6405	.6668	.6869	.7179	.7697	.7964	.8165	.8409
		40	.5511	.5687	.5981	.6313	.6505	.6844	.7038	.7278	.7867	.8057	.8246	.8476
.9	.8	50	.5643	.6009	.6207	.6226	.6705	.6944	.7129	.7350	.8053	.8230	.8389	.8603
		10	.3449	.3868	.4429	.4893	.4572	.5123	.5279	.6372	.6693	.6856	.6978	.7808
		20	.4516	.4891	.5318	.5746	.5693	.6193	.6527	.6883	.7281	.7522	.7830	.8210
		25	.4719	.5118	.5513	.5930	.6005	.6318	.6685	.7040	.7440	.7823	.7953	.8272
		30	.5100	.5505	.5681	.6034	.6276	.6502	.6730	.7070	.7641	.7875	.8205	.8353
		35	.5133	.5509	.5729	.6106	.6376	.6664	.6874	.7110	.7743	.7954	.8226	.8436
.9	.9	40	.5330	.5621	.5874	.6223	.6460	.6827	.7031	.7264	.7845	.8110	.8316	.8500
		50	.5521	.5759	.6057	.6282	.6605	.6878	.7093	.7302	.8033	.8199	.8324	.8488
		10	.3505	.3974	.4549	.4987	.4305	.4911	.5682	.6316	.6807	.6873	.6983	.7854
		20	.4580	.4955	.5293	.5715	.5599	.6067	.6467	.6852	.6976	.7482	.7820	.7938
		25	.4719	.5135	.5542	.5909	.5680	.6280	.6241	.6634	.7417	.7599	.7888	.8229
		30	.5068	.5563	.5746	.6181	.6232	.6505	.6721	.7029	.7628	.7799	.7919	.8264
.9	.9	35	.5184	.5576	.5870	.6182	.6262	.6605	.6850	.7093	.7725	.7873	.8211	.8366
		40	.5517	.5695	.5993	.6309	.6430	.6663	.6897	.7173	.7805	.7918	.8254	.8422
		50	.5560	.5794	.6099	.6354	.6605	.6836	.7040	.7273	.7880	.8047	.8186	.8373

สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอข้อชี้ของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน คือส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ และศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีดังกล่าว โดยวิธีการมอนติคาร์โล ซึ่งใช้การจำลองสถานการณ์ของดัชนีที่เสนอจากเลขสุ่มที่แปลงเป็นคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนเพื่อเป็นข้อมูลของการศึกษา โดยมีเงื่อนไขของข้อมูล คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน จุดตัดที่ใช้เพื่อจัดคะแนนดังกล่าวเป็นคะแนนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ค่าที่คาดหวังในการเปลี่ยนแปลงคะแนนที่ผ่านเกณฑ์หลังการสอนกับคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนการสอน และขนาดตัวอย่างซึ่งหมายถึงจำนวนผู้เรียนในชั้นเรียน โดยแต่ละเงื่อนไขมีค่าที่กำหนดตามหลักการและเหตุผลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ กัน จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ได้ข้อมูลที่มีพื้นฐานมาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ถูกจัดเป็นคะแนนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์แล้วจัดกระทำเป็นความถี่ เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เสนอ ในการศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีดังกล่าวนั้น ในขั้นแรกผู้วิจัยเลือกเพียงบางจุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่กำหนด โดยเลือกให้ครอบคลุมค่าดังกล่าว สร้างการแจกแจงของค่า P ด้วยวิธีการมอนติคาร์โล เพื่อศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงเพื่อค่าในการในขั้นต่อไป ผลการวิจัยมีดังนี้

ผลการวิจัย

1. การแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงปรากฏว่าไม่สมนัยกัน แสดงว่าการแจกแจงของค่าดัชนีดังกล่าวไม่เป็นลักษณะเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถ

สรุปได้ชัดเจนว่าค่าดัชนีที่เสนอมีการแจกแจงเป็นแบบโค หรือไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าค่าดัชนีที่เสนอมีการแจกแจงที่สัมพันธ์อย่างสูงกับการแจกแจงมาตรฐานแบบโคที่มีอยู่

2. จากผลการวิจัยข้อ 1 เมื่อไม่สามารถสรุปลักษณะการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงสร้างการแจกแจงของค่าดังกล่าวในทุกชุดของแต่ละค่าในเงื่อนไขต่าง ๆ และแสดงค่า P ของแต่ละการแจกแจงที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, .025, .05 และ .10 เพื่อประโยชน์ในการนำสูตรสัณฐานของดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในการตรวจสอบหรือสรุปผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพดังกล่าว (ค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติต่าง ๆ ของแต่ละชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไข แสดงในตาราง 11 หน้า 90)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่สรุปได้ว่าการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของแต่ละชุดของเงื่อนไขต่าง ๆ ของคะแนนที่เลือกมาศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงนั้น ไม่สามารถสรุปได้ว่าการแจกแจงมีลักษณะเป็นอย่างไรเหมือนกัน จึงสร้างการแจกแจงของทุกชุด และแสดงค่า P ของแต่ละการแจกแจงที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด เพื่อประโยชน์ในการนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในเชิงสถิติอ้างอิงได้ สามารถอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ได้ดังนี้

1. จากการศึกษาแนวโน้มของการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน พบว่าการแจกแจงของดัชนีดังกล่าวทุกชุดของค่าต่าง ๆ ในแต่ละเงื่อนไขที่เลือกมาศึกษานั้นไม่สมนัยกัน เพราะมีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของการแจกแจงไม่สมนัยกัน และสรุปว่าการแจกแจงไม่มีลักษณะอย่างเดียวกันนั้น ทำให้ไม่อาจนำการแจกแจงที่สร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับการแจกแจงมาตรฐานแบบโค ๆ ที่มีอยู่แล้วและใช้กันอย่างแพร่หลายได้ การแจกแจงของค่าดัชนีที่เสนอนี้จึงมีลักษณะเฉพาะตัวที่ทำให้ไม่สามารถนำค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลจริงในการตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนไปเปรียบเทียบกับค่าในตารางมาตรฐานของการแจกแจงแบบโค ๆ ที่มีอยู่ได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะข้อมูลที่จำลองสถานการณ์

ขั้นนี้กำหนดให้มีเงื่อนไขหลายประเด็นเพื่อประโยชน์และครอบคลุมประเด็นของการจัดการเรียนการสอนทั้งเป็นไปตามหลักการและเหตุผลของสภาพการณ์ของการจัดการเรียนการสอนด้วย ซึ่งการกำหนดเงื่อนไขนั้นอาจทำให้สรุปลักษณะการแจกแจงอย่างชัดเจนไม่ได้เนื่องจากลักษณะของข้อมูลนั้น อย่างไรก็ตาม จากความถี่ของค่า P ในช่วงต่าง ๆ ของการแจกแจงนั้นผู้วิจัยสังเกตพบว่า ในกรณีที่ $N = 10$ นั้น มีการแจกแจงที่แตกต่างไปจากการแจกแจงอื่น ๆ มาก นั่นคือ ในกรณีที่ $N = 20, 25, 30, 35, 40$ และ 50 นั้น ในทุกค่าของเงื่อนไขอื่น ๆ นั้น การแจกแจงของค่า P มีแนวโน้มว่าเป็นไปในทำนองเดียวกัน ซึ่งพิจารณาจากการแจกแจงความถี่ของค่าดังกล่าวนั้นค่อนข้างจะคล้ายการแจกแจงแบบทวินาม (binomial) ผู้วิจัยทดลองทดสอบความสมนัยของการแจกแจงที่สร้างขึ้นกับการแจกแจงทวินามพบว่าไม่สมนัยกัน ทำให้ไม่อาจสรุปได้ว่าการแจกแจงของค่า P สมนัยกับการแจกแจงแบบทวินาม และทดลองทดสอบความสมนัยของการแจกแจงที่สร้างขึ้นกับการแจกแจงปกติมาตรฐานเมื่อค่า N สูงขึ้นพบว่าไม่สมนัยกัน แสดงว่าแม้การแจกแจงของค่าดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนจะมีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกันเมื่อค่า N สูงขึ้น และพิจารณาความถี่แล้วคล้ายกับการแจกแจงแบบทวินามก็ตาม แต่เมื่อทดสอบแล้วยังไม่อาจสรุปได้ว่าสมนัยกับการแจกแจงแบบทวินาม อย่างไรก็ตาม จากการแจกแจงความถี่ของค่า P แสดงว่าการแจกแจงตัวแปรสุ่มของดัชนีที่เสนอมีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงเมื่อขนาดตัวอย่าง (N) เปลี่ยนแปลง และการแจกแจงจะมีลักษณะแคบเข้าเมื่อค่า N สูงขึ้น ในขณะที่พิจารณาเมื่อให้ค่า N คงที่ และค่าของเงื่อนไขอื่น คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอนเปลี่ยนแปลง และค่าของจุดตัดในการจัดประเภทคะแนนเป็นผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์เปลี่ยนแปลงนั้น การแจกแจงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาที่ค่า P ที่ช่วงต่าง ๆ ของการแจกแจงความถี่ก็แสดงในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ในส่วนของการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง ($\hat{P}$) นั้น การแจกแจงมีแนวโน้มว่าเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เพราะค่าประสิทธิภาพที่คาดหวังดังกล่าวคือค่าเฉลี่ยของค่า P (μ_p) นั่นเอง

2. สำหรับค่า P ซึ่งแสดงที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่กำหนดนั้น (ตาราง 11) จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อสรุปอ้างอิงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนในหลักการสถิติอ้างอิง (statistics inferences) ได้กล่าวคือ เมื่อคำนวณสัดส่วน P จากข้อมูลของสถานการณ์ที่ศึกษาแล้วถือเป็นค่า P คำนวณ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า P ในตารางที่เสนอ เพื่อสรุปว่าสัดส่วนของข้อมูลจริงนั้นเป็นลักษณะที่ถูกต้องของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด เช่น เกี่ยวกับการใช้สถิติทดสอบอื่น ๆ ที่มีการแจกแจงตัวแปรสุ่มมาตรฐานแล้ว นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน การวิจัยในห้องเรียน การวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยทางการศึกษาต่อไป สำหรับตารางค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่แสดงไว้นั้นเป็นตารางสำหรับการทดสอบแบบทางเดียว (one tailed) ทางด้านซ้ายของการแจกแจง มีค่าเฉลี่ย (μ_p) เป็นค่า $\hat{P}$ ดังนั้น ถ้าค่า P คำนวณ มีค่าน้อยกว่าค่า P ในตารางที่เสนอ จะสรุปว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่แสดงในตาราง การที่ผู้วิจัยเสนอการแจกแจงและค่า P ดังกล่าวในแบบทางเดียวนั้นเพราะเห็นว่าค่าสัดส่วน P นั้น แม้จะคำนวณได้สูงกว่าค่า P ในตาราง ควรถือว่ามีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเพราะเป้าหมายของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่แท้จริงคือ $P = 1.00$

3. จากค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่เสนอในตารางนั้น พิจารณาเห็นว่าค่า P ที่ระดับต่าง ๆ นั้นมีค่าที่ห่างจาก $\hat{P}$ แตกต่างกัน เมื่อ N มีค่าน้อย ช่วงห่างระหว่าง P จากตารางกับ $\hat{P}$ มีมาก และเมื่อ N มีค่าเพิ่มขึ้น ช่วงห่างดังกล่าวจะลดน้อยลง หรือค่า P ในตารางจะมีค่าเข้าใกล้ $\hat{P}$ หรือ μ_p เมื่อ N มีค่ามากขึ้น การใช้ตารางการแจกแจงตัวแปรสุ่มของ P จึงมีความหมายอย่างยิ่งเมื่อ N มีค่ามากขึ้น สำหรับกรณีที่ $N=10$ นั้น ให้ช่วงของ P กว้างมากและไม่เห็นแนวโน้มของการแจกแจง ทั้งยังมีลักษณะการแจกแจงที่ไม่คล้ายกับการแจกแจงของค่า P เมื่อ N มีค่าตั้งแต่ 20 ขึ้นไป ทำให้มีข้อสังเกตว่าการใช้ค่า P ในตารางที่เสนอเมื่อ $N=10$ ในการตรวจสอบหรือสรุปผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ อาจไม่ชัดเจนเท่าที่ควร อาจไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการสรุปผลดังกล่าวนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ N มีค่าน้อยเกินไป

4. จากการแจกแจงความถี่ของค่า P จะเห็นว่าเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าตั้งแต่ 20 ขึ้นไป ค่า P จะกระจายอยู่รอบ ๆ $\hat{P}$ หรือ μ_p ทำให้มองเห็นลักษณะการแจกแจงอย่างคร่าว ๆ ว่า การแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย และการกระจายของค่า P จะแคบอยู่รอบ ๆ ค่า $\hat{P}$ เมื่อ N มีค่าเพิ่มขึ้น และยังคงมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายอยู่ ขณะเดียวกัน เมื่อค่า $\hat{P}$ มีค่ามากขึ้น การแจกแจงของค่า P จะแคบขึ้น

5. ในการนำค่า P จากตารางในระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่กำหนดในการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการสรุปเกี่ยวกับดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนั้น เมื่อผู้วิจัยแสดงค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ที่กำหนดให้เป็นนัยสำคัญของการแจกแจงแบบทางเดียว การเปรียบเทียบค่า P ที่คำนวณได้กับค่า P ในตาราง จึงเปรียบเทียบว่าค่า P ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า P ในตารางตามเงื่อนไขของข้อมูลหรือไม่ ถ้าค่า P ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า P ในตาราง จะสรุปว่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของข้อมูลที่ศึกษาต่างไปจากประสิทธิภาพที่คาดหวัง ($\hat{P}$) ที่ระดับนัยสำคัญในตาราง เช่น ค่า P คำนวณเป็น .6504 สำหรับข้อมูลที่มีจุดตกเป็น .7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอบกับคะแนนหลังการสอบเป็น .7 ขนาดตัวอย่างเป็น 30 และประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวังเป็น .8 (สมมติฐานที่จะทดสอบคือ $\hat{P} = .8$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า P ในตารางที่ระดับนัยสำคัญ .05 แล้ว ปรากฏว่าค่า P ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า P จากตาราง (P จากตาราง = .6703) จะสรุปว่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนั้นไม่เป็นไปตามประสิทธิภาพที่คาดหวังที่ .8 โดยค่า P จะต่างไปจาก .8 ด้วยความน่าจะเป็น .05 หรือเมื่อเทียบกับค่า P ในตารางที่ระดับ .025 แล้ว ปรากฏว่าค่า P คำนวณ มากกว่าค่า P ในตาราง (.6431) จะสรุปว่า ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามประสิทธิภาพที่คาดหวังที่ .8 หรือประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนมีค่าดัชนีเป็น .8 โดยที่ร้อยละ 97.25 ของค่า P ที่มากกว่า .6504 จะตกอยู่ในช่วงของค่า P ที่มากกว่า .6431 จะเห็นว่าค่าระดับนัยสำคัญที่มีค่าน้อย (.01, .025) จะทำให้ช่วงของค่า P ห่างไปจากค่าเฉลี่ย (μ_p)

กว้างขึ้น ทั้งนี้เพราะค่าในตารางเป็นค่า p โดยตรง ไม่ใช่ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์เมื่อมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าดังกล่าว เพื่อให้มีความชัดเจนในทางปฏิบัติ ผู้วิจัยเห็นว่าควรใช้ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หรือ .10 ในการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน จากตารางที่เสนอในครั้งนี้

6. ในส่วนของการแปลงเลขคู่เป็นคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอน ซึ่งปรับคะแนนเฉลี่ยของคะแนนดังกล่าวเพื่อให้ค่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวัง ($\hat{P}$) เป็นไปตามที่กำหนดนั้น สังเกตพบว่าค่า $\hat{P}$ หรือ μ_p ที่ต้องการนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างค่อนข้างชัดเจนเมื่อมีการปรับคะแนนเฉลี่ยของคะแนนหลังการสอน และเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า μ_p เพียงเล็กน้อยเมื่อเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของคะแนนก่อนการสอน ค่า μ_p จากการแจกแจงที่สร้างขึ้น มีแนวโน้มว่าเท่ากับค่าสัดส่วนของจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์หลังการสอนกับจำนวนผู้เรียนทั้งหมด ดังนั้น ในการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนที่คาดหวังนั้น นอกจากหลักการและเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาหรือหลักการจัดการเรียนการสอนแล้ว อาจใช้ค่า $\hat{P}$ ที่ใกล้เคียงกับค่า $\frac{B}{N}$ ในการสรุปผลจากข้อมูลในสถานการณ์จริงได้

7. จากค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน $P = \frac{B - A}{C}$ ที่เสนอ เมื่อนำไปใช้กับข้อมูลในสถานการณ์จริง มีวิธีการคือ

ตัวอย่างข้อมูลของการสรุปประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน

ในการวิจัยในห้องเรียน ชั้นเรียนที่ทำการศึกษา มีนักเรียน 30 คน ในการสอบก่อนการสอบมีผู้ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน และในการสอบหลังการสอน มีผู้ผ่านเกณฑ์จำนวน 24 คน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนการสอนและคะแนนหลังการสอนเป็น .7 (ค่า $c = .7$ นี้เป็นสัดส่วนระหว่างคะแนนที่ผู้ผ่านเกณฑ์ควรได้รับกับคะแนนเต็มของการสอบนั้น ๆ เช่น ในการสอบครั้งหนึ่งกำหนดคะแนนเต็มเป็น 60 คะแนน ผู้ที่จะผ่านเกณฑ์จุดตัดที่ .7 ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 42 คะแนน) ดังนั้น

$$N = 30$$

$$A = 5$$

$$B = 24$$

$$C = 25$$

$$\text{ค่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน (p)} = \frac{24 - 5}{25} = .76$$

นำค่า p ที่คำนวณได้ (.76) ไปเปรียบเทียบกับค่า p ในตารางที่ 11 ที่ค่า $\alpha = .7$, $c = .7$, $N = 30$ และ $\hat{P} = .8$ (จาก $\frac{25}{30}$ หรืออาจใช้ค่า $\hat{P}$ ตามหลักการและเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการของเนื้อหาวิชาที่จัดการเรียนการสอนนั้น) นั่นคือ ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่า $\hat{P} = .8$ ($H_0 : \hat{P} = .8$) ค่า p จากตารางมีค่า .7034 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐานของการทดสอบสรุปว่าประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ประมาณ .8

8. จากวิธีการมอนติคาร์โล เพื่อจำลองสถานการณ์ของสัดส่วน p ซึ่งเป็นการทดลองตามวิธีการเชิงคณิตศาสตร์ เมื่อข้อมูลมีพื้นฐานมาจากเลขสุ่มและจัดกระทำซ้ำกันหลายครั้ง ซึ่งเป็นไปตามหลักการของการแจกแจงตัวแปรสุ่มในทางสถิติ แม้การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาไปถึงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ แต่ผลการวิจัยนี้เป็นประโยชน์สำหรับการสรุปเป็นนัยสำคัญของค่า p จากข้อมูลจริงที่ทำการศึกษาในการตรวจสอบหรือวิจัยเพื่อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน นั่นคือ เมื่อมีการรวบรวมข้อมูลโดยนับจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์กับผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งในภาวะก่อนการสอนและหลังการสอนแล้ว คำนวณค่า p จากข้อมูลดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้นั้นกับค่า p ในตารางที่แสดงไว้ เช่นเกี่ยวกับการทดสอบทางสถิติอื่น ๆ ที่มีสูตรการคำนวณและมีการศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของสูตรการคำนวณนั้นไว้แล้ว ค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนนี้ จึงเหมาะสำหรับการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนได้ นับเป็นข้อมูลอีกด้านหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน และการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การเสนอสัดส่วน $P = \frac{B - A}{C}$ เพื่อเป็นดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และศึกษาการแจกแจงตัวแปรสุ่มของค่าดัชนีประสิทธิภาพดังกล่าวตามวิธีการมอนติคาร์โล จากผลการวิจัยจึงได้เสนอตารางแสดงค่า P ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระดับต่าง ๆ ในตาราง 11 (หน้า 90) สำหรับใช้ประโยชน์ในการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทางวิชาการ

1.1 ผู้มีหน้าที่ในการจัดการศึกษา และจัดการเรียนการสอน ตลอดจนนักวิจัยทางการศึกษา ควรนำดัชนีของประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เสนอนี้ไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผลการประเมินหรือการสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพดังกล่าวเป็นไปอย่างชัดเจน ตรงเป้าหมาย และตรงประเด็น ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการศึกษาเกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการพัฒนาการศึกษาอย่างตรงเป้าหมาย

1.2 ควรนำดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เสนอไปใช้ในการประเมินผลสำเร็จของโครงการฝึกอบรมหรือโครงการปฏิบัติการ ในหลักการเดียวกัน เพื่อให้ผลการประเมินในคำณวนผลผลิตของโครงการดังกล่าวเป็นไปอย่างชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาไปถึงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรสุ่มของดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน แม้ว่าผลการวิจัยนี้จำนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างตรงประเด็นก็ตาม แต่ยังไม่ได้อธิบายหรือสรุปเกี่ยวกับฟังก์ชันของการแจกแจงดังกล่าว ซึ่งเป็นประเด็นที่นอกเหนือจากการศึกษาครั้งนี้ จึงขอเสนอแนะให้ผู้สนใจนำไปศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับฟังก์ชันของการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ครอบคลุมในเรื่องนี้ต่อไป

2.2 จากผลการวิจัยที่สรุปว่าการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนมีลักษณะไม่เป็นอย่างเดียวกัน และไม่สมนัยกับการแจกแจงมาตรฐานที่มีอยู่นั้น สำหรับ

ผู้สนใจอาจศึกษาการแจกแจงลักษณะพิเศษในหลักสถิติเบย์เซียน (Basian Statistics) คือการแจกแจงแบบเบต้าไบนอมิอัล (Beta Binomial) ต่อไป

2.3 การวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าของแต่ละเงื่อนไขของข้อมูลไว้เพียงบางค่าที่เห็นว่าเหมาะสมและเป็นไปตามหลักการและเหตุผลที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนความเป็นไปได้ในการศึกษาครั้งนี้ อาจมีผู้สนใจศึกษาในค่าอื่น ๆ ของแต่ละเงื่อนไขเป็นการเพิ่มเติมเพื่อให้กว้างขวางในประโยชน์มากขึ้น เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอนกับคะแนนหลังการสอน โดยเพิ่มค่า $\rho = .5$ และ $\rho = .8$ หรือค่า $c = .9$

បរិយាយ

บรรณานุกรม

- โกวิท ประวาลพุกษ์. "การทดสอบแบบอิงเกณฑ์." วารสารการวัดผลการศึกษา.
1(1) : 16 - 25 ; มกราคม - เมษายน 2523.
- _____. "มองการศึกษา." วารสารการศึกษาแห่งชาติ. 20(1) : 2 - 4 ;
ตุลาคม - พฤศจิกายน 2528.
- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนากำลังคน
(พ.ศ. 2525 - 2529). ม.ป.ท., 2524. อิศำเนา.
- ชินภัทร ภูมิรัตน. "แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและประเมินผลการพัฒนาการศึกษา."
วารสารการศึกษาแห่งชาติ. 20(1) : 19 - 25 ; ตุลาคม - พฤศจิกายน
2528.
- ชมพันธ์ ฤกษ์พร ฌ อยุธยา. เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2525.
- กิเรก ศรีสุโข. "การทดสอบสมมติฐานด้วยไคสแควร์." เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง
การวิจัยทางการศึกษา. สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชน, 2529 ก. อิศำเนา.
- _____. "ความคลาดเคลื่อนในการวิจัย." วิธีวิทยาการวิจัย. 1(1) : 34 - 35 ;
มกราคม - เมษายน 2529 ข.
- เทพรัตนราชสุภา สยามบรมราชกุมารี, สมเด็จพระ. "ความสำคัญของการศึกษา."
วิทยาจารย์. 82(4) : 21 - 22 ; เมษายน 2527.
- ผดุงชาติ สุวรรณวงศ์. "การเรียนเพื่อรู้แจ้ง Mastery Learning" ครูปริทัศน์.
2(3) : 8 - 13 ; ตุลาคม 2520.
- พจน์ สะเพียรชัย. "ทิศทางการจัดการศึกษาตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6."
ใน รายงานการประชุมสัมมนาสมาคมวิชาชีพครู. หน้า 17 - 28. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์จุฬาสภา, 2528.
- พิศิษฐ์ คันทวัฒน์. "แนวคิดการพัฒนาแบบอิงเกณฑ์และการนำมาใช้." ครูปริทัศน์.
11(3) : 50 - 59 ; ตุลาคม 2529.

- วิชาการ, กรม. แนวการใช้หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2525.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชช์. "การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์." วารสารการวิจัยการศึกษา.
8(2) : 74 - 86 ; มิถุนายน 2521.
- สุธรรม จันทน์หอม. "การเรียนรู้แบบผ่านเกณฑ์หรือแบบรอบรู้ (Mastery Learning)." วารสารการวัดผลการศึกษา. 6(17) : 1 - 10 , กันยายน - ธันวาคม
2527.
- สำนวน มณีเรือง. การศึกษาเรื่องการทดสอบไคสแควร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. อักสำเนา.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์. "การเรียนรู้เพื่อรอบรู้." วารสารการวัดผลการศึกษา. 1(3) :
1 - 9 ; มกราคม - เมษายน 2523.
- _____. "ทฤษฎีการวัดและประเมินผลการศึกษา." วารสารการวัดผลการศึกษา.
5(3) : 62 - 69 ; มกราคม - เมษายน 2527.
- แสง ปิ่นมณี. "บทวิเคราะห์เรื่อง : คุณภาพและประสิทธิภาพทางการศึกษา." ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 8(4) : 17 - 24 ; เมษายน - พฤษภาคม 2528.
- อากม จันทสุนทร. "การเรียนรู้เพื่อรู้แจ้ง (Learning for Mastery)." ประชาศึกษา.
30(4) : 2 - 5 ; พฤศจิกายน 2521.
- Anania, Joanne. "the Effects of Quality of Instruction on the Cognitive and Affective Learning of Student," Dissertation Abstracts International. 42(10) : 4269-A ; April, 1982.
- Anderson, R.L. and T.A. Brancoft. Statistics Theory in Research. New York : McGraw-Hill Book Company, 1952.
- Armstrong, Harold R. "Performance Evaluation," The National Elementary Principal. 11(5) : 51 - 55 ; February, 1973.
- Blair, R.C. and J.J. Higgins. "A Comparison of the Power of Wilcoxin's Rank-Sum Statistic to that of Student's t Statistic Under Various Nonnormal Distribution," Journal of Educational Statistics. 5 : 309 - 335 ; Winter, 1980.

- Block, James H. "Mastery Learning in the Classroom : An Overview of Recent Research," in School, Society and Mastery Learning. edited by James H. Block. p. 27 - 69. New York : Holt and Winston, Inc., 1974.
- Bloom, Benjamin S., Homa J. Hastings and George F. Madous. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill, 1971.
- Bloom Benjamin S. Human Characteristics and School Learning. New York : McGraw-Hill, 1976.
- _____. "The Search for Methods of Group Instruction as Effective on One-to-One Tutoring," Educational Leadership. 41(8) : 4 - 18 ; May, 1984.
- _____. "Mastery Learning," in Mastery Learning Theory and Practice. edited by James H. Block. p. 47 - 63. New York : Holt, 1971.
- Bugelski, B.R. "Some Practical Laws of Learning," Phi Delta Kappa Educational Foundation. Fastback 96, Indiana : Bloomington, 1977.
- Burke, Arthur Joseph. "Students Potential for Learning Contrasted Under Tutorial and Group Approaches to Instruction," Dissertation Abstracts International. 44(7) : 2025-A ; January, 1984.
- Chao, Lincoln L. Statistics Methods and Analyses. 2nd ed. Kogakusha : McGraw-Hill, 1974.
- Clark, Charles E. An Introduction to Statistics. New York : John Wiley & Sons Inc., 1953.
- Clark, Mamie Louise. "Robustness of One Way Analysis of Variance for Ordinal Data," Dissertation Abstracts International. 45(12) : 3863-B ; June, 1985.
- Cox, David R. "The Use of a Concomitant Variable in Selecting an Experimental Design," Biometrika. 44 : 150 - 158, 1957.
- Dayton, Mitchell C. and Clayton L Stunkard. Statistics for Problem Solving. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.
- Edellfelt, Roy A. and Tomar Orvell. "Teacher Centers-Whare, What, Why ?," Phi Delta Kappa Educational Foundation. Fastback 117. Indiana : Bloomington, 1977.
- Ethington, Corinna Adums. "The Robustness of Lisrel Estimates in Structural Equation Models with Categorical Data," Dissertation Abstracts International. 46(8) : 2716-B ; February, 1986.

- Fattu, N.A. Theory of the Instruction. Washington D.C. : Association for Supervision and Curriculum Development, 1960.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. Tokyo : McGraw-Hill, 1981.
- Flanders, Ned A. "Teacher Effectiveness," in Encyclopedia of Educational Research. 4th ed. p. 1423 - 1434. London : Macmillan Company, 1969. citing Donald M. Medley and Harold E. Mitzel. "Measuring Classroom Behavior by Systematic Observation," in Handbook of Research on Teaching. Chicago : Rand McNally, 1963.
- Folks, J. Jeroy. Ideals of Statistics. New York : John Wiley, 1981.
- Freund, John E. and Ronald E Walpole. Mathematical Statistics. New Jersey : Prentice-Hall, 1980.
- Glaser, Robert. "Instructional Technology and the Measurement of Learning Outcomes," American Psychologist. 18 : 519 - 521 ; August, 1963.
- Guilford, J.P. and Benjamin Fruchter. Fundamental Statistics in Psychology and Education. 6th ed. Tokyo : McGraw-Hill, 1981.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw-Hill, 1945.
- Hammersley, J.M. and D.C. Handscomb. Monte Carlo Methods. London : Methuen and Co.Ltd., 1964.
- Hays, William L. Statistics. 3rd ed. Tokyo : Holt Reinehart and Winston, 1981.
- Johnson, Norman L. "Dissertation, Statistical : Approximations," in International Encyclopedia of Statistics. p. 168 - 173. New York : The Free Press, 1978.
- Kerlinger, Fred N. Foundations of Behavioral Research. 2nd ed. Tokyo : Holt-Saunders, 1981.
- Klugh, Henry E. Statistics : The Essentials fof Research. New York : John Wiley & Sons Inc., 1970.
- Kowit Pravalpruk. Investigation of Two Proposed Solutions to the Multiple Fallible Covariace Problem for Quasi-Experiments. Doctor's Thesis, Michigan : Michigan State University, 1974.
- Krobe, Ronald W. and Lawren La Forge. The Manager's Guide to Statistics and Quantitative Methods. New York : McGraw-Hill, 1980.

- Lambert, Diane. "Quantitative Robustness of Test," Journal of the American Statistical Association. 77 : 352 - 357 ; June, 1982.
- Lancaster, H.O. The Chi-Squared Distribution. New York : John Wiley & Sons, 1969.
- Lancaster, Otist Eving. Effective Teaching and Learning. New York : Gordon and Breach, 1974.
- Lehman, E.L. "Hypothesis Testing," in International Encyclopedia of Statistics. Vol. 1. p. 441 - 449. New York : The Free Press, 1978.
- Lewis, Don and C.J. Burke. "The Use and Misuse of the Chi Square Test," in Reading in Statistics for the Behavioral Scientist. edited by Joseph Steger. p. 53 - 101. New York : Holt Reinehart and Winston, 1971.
- Mayo, Samuel T. "Mastery Learning and Mastery Testing," NEME Measurement in Education. 3 : 4 p. ; March, 1970.
- Maraschulo, Leonard A. Statistical Method for Behavioral Science. New York : McGraw-Hill, 1971.
- Mehrens, William A. and Robert L. Ebel. Principles of Educational and Psychological Measurement. Chicago : Rand McNally, 1967.
- Minium, Edward W. Statistical Reasoning in Psychology and Education. New York : John Wiley & Sons Inc., 1970
- Mouly, G. George. Psychology for Effective Teaching. 3rd ed. New York : Holt, 1973.
- Muller, Merrin E. "Random Number," in International Encyclopedia of Statistics. Vol 2. p. 839 - 845. New York : The Free Press, 1978.
- Phillips, Jenne S. and Richard F. Thompson. Statistics for Nurse. New York : McMillan, 1967.
- Ramberg, John S. and others. "A Probability Distribution and Its Uses in Fitting Data," Technometrics. 21(2) : 201 - 214 ; May, 1979.
- Ramberg, John S. and B.W. Schmeiser. "An Approximated Method for Generating Asymmetric Random Variables," Communication Association Computer Machinery. 17 : 78 - 82 ; 1974.
- Rubinstien, R.V. Simulation and the Monte Carlo Method. New York : John Wiley, 1981.

- Runyon, Richard P. and Audrey Harber. Fundamental of Behavioral Statistics. 4th ed. Manila : Addison-Wesley Publishing Company, 1980.
- Schuzt, Richard E. "The Design of Measurement in Instruction," in Educational Testing and Evaluation. edited by Eva A. Baker. p. 31 - 35. London : SAGE Publishing, 1980.
- Shacoft, Marion F. Handbook of Criterion-Referenced Testing. New York : Garland STPM Press, 1979.
- Shannon, Robert E. System Simulation. New York : Prentice-Hall, 1975.
- Steger, Joseph A. Reading in Statistics for the Behavioral Scientist. New York : Holt Reinehart and Winston, 1971.
- Swarup, Kanti., P.K. Gupta and Man Mohan. Operation Research. Suton Chaned & Son Publisher, 1982.
- Wert, James E., Charles O. Neidt and Ahman J. Stanley. Statistical Method in Educational and Psychological Research. New York : Appleton-Century Crofts Inc., 1954.
- White, J.A., J.W. Schmidt and G.K. Benett. Analysis of Queing System. New York : Academic Press Inc., 1975.
- Yu, Mimi C. and Olive Jean Dunn. "Robust Test for the Equallity of Two Correlation Coefficients : A Monte Carlo Study," Educational and Psychological Measurement. 42 : 987 - 1004 ; Winter, 1982.

ภาคผนวก

05/12/88-11:32(,0)

```

1.  C*****
2.  C**
3.  C** PROGRAM TO COMPUTE
4.  C** SAMPLING DISTRIBUTION OF AN INDEX OF TEACHING EFFECTIVENESS
5.  C**
6.  C*****
7.  C**
8.  C**      THIS PROGRAM CREATED BY NATTADA SAPSREE
9.  C**      COMPUTE PROGRAM
10. C**
11. C*****
12. C**
13. C**      SUBROUTINE DESCRIPTION
14. C**
15. C**      SUBROUTINE RANDOM FOR RANDOM NUMBER GENERATING
16. C**      SUBROUTINE SKEWED FOR PRE-POSTTEST SCORE GENERATING
17. C**      RN IS RANDOM NUMBER
18. C**      X IS PRETEST SCORE
19. C**      XX IS POSTTEST SCORE
20. C**
21. C*****
22. C**
23. C**      VARIABLE DESCRIPTION
24. C**
25. C**      NA IS SAMPLE SIZE
26. C**      ROR IS COEFFICIENT CORRELATION OF PRE-POSTTEST SCORE
27. C**      CUTP IS CUTTING POINT SCORE
28. C**      EX IS MEAN SCORE OF PRETEST
29. C**      EX1 IS MEAN SCORE OF POSTTEST
30. C**
31. C*****
32. PROGRAM ABOME
33. COMMON IA
34.      IA=262147
35.      RLMD1=-.957
36.      RLMD2=.0622
37.      RLMD3=.003907
38.      RLMD4=.0677
39.      STL=15.
40.      DO 22 J=1,27
41.      READ(3,114) EX,EX1,ROR,CUTP
42. 114  FORMAT(2(F2.0),F1.1,F2.0)
43.      NA=5
44.      DO 33 JJ=1,9
45.      NA=NA+5
46.      IF(NA.EQ.15.OR.NA.EQ.45) GO TO 33
47.      RN1=0.
48.      RN2=0.
49.      RN3=0.
50.      RN4=0.
51.      RN5=0.
52.      RN6=0.
53.      RN7=0.
54.      RN8=0.
55.      RN9=0.

```

```

6.      RN10=0.
7.      RN11=0.
8.      RN12=0.
9.      RN13=0.
0.      RN14=0.
1.      RN15=0.
2.      RN16=0.
3.      RN17=0.
4.      RN18=0.
5.      R25=0.
6.      R35=0.
7.      R45=0.
8.      R55=0.
9.      R62=0.
0.      R64=0.
1.      R66=0.
2.      R68=0.
3.      R72=0.
4.      R74=0.
5.      R76=0.
6.      R78=0.
7.      R82=0.
8.      R84=0.
9.      R86=0.
0.      R88=0.
1.      R90=0.
2.      R91=0.
3.      R92=0.
4.      R93=0.
5.      Y=0.
6.      Z=0.
7.      GO 10 L=1,2000
8.      H=0
9.      A=0.
0.      B=0.
1.      C=0.
2.      D=0.
3.      H=H+1
4.      IF(N.ST.NA) GO TO 11
5.      CALL SKEWED(RLMD1,RLMD2,RLMD3,RLMD4,EX,EX1,STD,RCH,X,XX)
6.      IF(X.LT.0.0.0R.X.ST.100.) GO TO 31
7.      IF(XX.LT.0.0.0R.XX.ST.100.) GO TO 31
8.      IF(X.LT.CUTP) GO TO 5
9.      A=A+1.
0.      GO TO 7
1.      5 C=C+1.
2.      7 IF(XX.LT.CUTP) GO TO 6
3.      E=E+1.
4.      GO TO 3
5.      9 E=D+1.
6.      GO TO 3
7.      31 A=N-1
8.      GO TO 3
9.      11 P=(3-A)/C
0.      Y=Y+P
1.      Z=Z+P*P
2.      IF(P.LE.0.1) GO TO 20
3.      IF(P.LE.0.2) GO TO 30
4.      IF(P.LE.0.25) GO TO 32
5.      IF(P.LE.0.3) GO TO 40

```

```

6.      IF(P.LE.0.35) GO TO 41
7.      IF(P.LE.0.4) GO TO 50
8.      IF(P.LE.0.45) GO TO 51
9.      IF(P.LE.0.5) GO TO 60
0.      IF(P.LE.0.55) GO TO 69
1.      IF(P.LE.0.6) GO TO 70
2.      IF(P.LE.0.62) GO TO 71
3.      IF(P.LE.0.64) GO TO 72
4.      IF(P.LE.0.66) GO TO 73
5.      IF(P.LE.0.68) GO TO 74
6.      IF(P.LE.0.7) GO TO 80
7.      IF(P.LE.0.72) GO TO 81
8.      IF(P.LE.0.74) GO TO 82
9.      IF(P.LE.0.76) GO TO 83
0.      IF(P.LE.0.78) GO TO 84
1.      IF(P.LE.0.8) GO TO 90
2.      IF(P.LE.0.82) GO TO 91
3.      IF(P.LE.0.84) GO TO 92
4.      IF(P.LE.0.86) GO TO 93
5.      IF(P.LE.0.88) GO TO 94
6.      IF(P.LE.0.9) GO TO 95
7.      IF(P.LE.0.91) GO TO 96
8.      IF(P.LE.0.92) GO TO 97
9.      IF(P.LE.0.93) GO TO 98
0.      IF(P.LE.0.94) GO TO 99
1.      IF(P.LE.0.95) GO TO 81
2.      IF(P.LE.0.96) GO TO 82
3.      IF(P.LE.0.97) GO TO 83
4.      IF(P.LE.0.98) GO TO 84
5.      IF(P.LE.0.99) GO TO 85
6.      IF(P.LE.0.995) GO TO 86
7.      IF(P.LE.1.0) GO TO 67
8.      RN18=RN18+1.
9.      GO TO 10
10.     20      RN1=RN1+1.
11.     GO TO 10
12.     30      RN2=RN2+1.
13.     GO TO 10
14.     32      R25=R25+1.
15.     GO TO 10
16.     40      RN3=RN3+1.
17.     GO TO 10
18.     41      R35=R35+1.
19.     GO TO 10
20.     50      RN4=RN4+1.
21.     GO TO 10
22.     51      R45=R45+1.
23.     GO TO 10
24.     60      RN5=RN5+1.
25.     GO TO 10
26.     69      R55=R55+1.
27.     GO TO 10
28.     70      RN6=RN6+1.
29.     GO TO 10
30.     71      R62=R52+1.
31.     GO TO 10
32.     72      R64=R54+1.
33.     GO TO 10
34.     73      R66=R56+1.
35.     GO TO 10

```

```

6. 74 R68=R58+1.
7. GO TO 10
8. 80 RN7=RN7+1.
9. GO TO 10
0. 81 R72=R72+1.
1. GO TO 10
2. 82 R74=R74+1.
3. GO TO 10
4. 83 R76=R76+1.
5. GO TO 10
6. 84 R78=R78+1.
7. GO TO 10
8. 90 RNE=RN8+1.
9. GO TO 10
0. 91 R82=R82+1.
1. GO TO 10
2. 92 R84=R84+1.
3. GO TO 10
4. 93 R86=R86+1.
5. GO TO 10
6. 94 R88=R88+1.
7. GO TO 10
8. 95 RN9=RN9+1.
9. GO TO 10
0. 96 R91=R91+1.
1. GO TO 10
2. 97 R92=R92+1.
3. GO TO 10
4. 68 R93=R93+1.
5. GO TO 10
6. 98 RN10=RN10+1.
7. GO TO 10
8. 61 RN11=RN11+1.
9. GO TO 10
0. 62 RN12=RN12+1.
1. GO TO 10
2. 63 RN13=RN13+1.
3. GO TO 10
4. 64 RN14=RN14+1.
5. GO TO 10
6. 65 RN15=RN15+1.
7. GO TO 10
8. 66 RN16=RN16+1.
9. GO TO 10
10. 67 RN17=RN17+1.
11. 10 CONTINUE
12. PPAR=Y/2000.
13. VARP=Z/2000.-PPAR*PPAR
14. WRITE(6,100) N,R0N,OUTP,EX,EX1
15. 100 FORMAT(10X,16,4(2X,F10.5))
16. WRITE(6,106) RN1,RN3,R21,RN3,R35,RN4,R45,RN5,R55,RN6,R62,R64,R6
17. WRITE(6,106)R68,RN7,R72,R74,R76,R78,RN8,R82,R84,R86,R88,RN9,R91
18. WRITE(6,107)R92,R93,RN10,RN11,RN12,RN13,RN14,RN15,RN16,RN17,
19. /RN18,PPAR,VARP
20. 106 FORMAT(13(2X,F6.1)/)
21. 107 FORMAT(11(2X,F6.1),2(2X,F10.6)/)
22. 33 CONTINUE
23. 22 CONTINUE
24. STOP
25. END

```

```

6. C*****
7. C *** SKEWED ***

```

```

8. SUBROUTINE SKEWED(RLMD1,RLMD2,RLMD3,RLMD4,EX,CX1,STD,RCH,X,XX)
9. COMMON IA
10. 2 CALL RANDOM(IA,IY,RN)
11. R1=RLMD3*ALOG(RN)
12. R2=RLMD4*ALOG(1.-RN)
13. RX1=EXP(R1)
14. RX2=EXP(R2)
15. X1=RLMD1+(RX1-RX2)/RLMD2
16. CALL RANDOM(IA,IY,RN)
17. R3=RLMD4*ALOG(RN)
18. R4=RLMD3*ALOG(1.-RN)
19. RX3=EXP(R3)
20. RX4=EXP(R4)
21. XX1=-RLMD1+(RX3-RX4)/RLMD2
22. Y1=RCH*X1
23. Y2=SQRT(1.-RCH*Y1)
24. Y2=Y2*XX1
25. XX=Y1+Y2
26. X=EX+STD*X1
27. XX=CX1+STD*XX
28. RETURN
29. END
30. C*****
31. C***RANDOM***

```

```

32. SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
33. COMMON IA
34. IY=IX*0262147
35. IF(IY) 5,6,6
36. 5 IY=IY+34359738237+1
37. 6 RN=FLOAT(IY)
38. RN=RN*.2910787L-10
39. IX=IY
40. IA=IX
41. RETURN
42. END

```

```

7 IDANK 332 DEANK 1 COMMON

```

```

4.,3,PR1

```

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวณัฐภา ชี้อสฤต สรรพศรี

เกิดวันที่ 10 เดือนพฤษภาคม

พุทธศักราช 2498

สถานที่เกิด

อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 495/1 ถนนราชวิถี เขตพญาไท

กรุงเทพฯ 10400

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

นักวิจัย

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

ศูนย์วิจัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2519 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนมารีย์วิทยา จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2523 วท.บ. (ศึกษาศาสตร์-คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2525 ค.ม. (การวิจัยการศึกษา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531 กศ.ค. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร