หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ และคำนึงถึงอิทธิพลเพดาน รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนา ผู้วิจัยจึงนำเสนอขั้นตอนการพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดต่าง ๆ ดังได้อธิบายต่อไปนี้

**ตอนที่ 1 การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้**

ในการพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เพื่อค้นหาแนวคิดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่มีผู้เสนอไว้

2. กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในครั้งนี้ว่า จะพัฒนาหาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ใช้ได้ในสถานการณ์การเรียน การวิจัยเชิงทดลอง และการอบรมระยะสั้น เป็นต้น ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลหรือทำการวัดสองครั้งคือก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยเครื่องมือชุดเดิมหรือที่มีความเท่าเทียมกัน

3. วิเคราะห์ประเด็นเหมือนและประเด็นแตกต่างของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อยู่ในกรอบแนวคิดตามข้อ 2 ซึ่งมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ 1) วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แบบเรชิดวล 3) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เป็นอิสระจากคะแนนเริ่มต้น และ 4) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

4. พิจารณาจุดเด่นจุดด้อยของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เพื่อหาแนวคิดที่จะนำเสนอวิธีวัดใหม่

5. เสนอวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ตามแนวคิดและเหตุผลที่เกี่ยวข้องในรูปสมการพีชคณิต 8 วิธี

6. ทดลองใช้วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้กับข้อมูลสมมติ

7. จำลองข้อมูลให้สอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆเพื่อนำคะแนนจากข้อมูลจำลองมาตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ทั้ง 8 วิธี

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้

ในการศึกษาคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนา ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้กับสถานการณ์การเรียนที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจำลองสถานการณ์ (simulation) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวต่อไป

1. ลักษณะข้อมูลในสถานการณ์จำลอง

ผู้วิจัยสร้างประชากรขนาด 20,000 คน ในสถานการณ์การเรียน 3 ลักษณะ คือ

1.1 ลักษณะการเรียนแบบรอบรู้ (Mastery Learning) ประชากรกลุ่มนี้ผู้เรียนจะมีลักษณะการแจกแจงของความสามารถก่อนเรียนเป็นโค้งเบ้ขวามีความสามารถต่ำ ส่วนหลังเรียนผู้เรียนจะมีลักษณะการแจกแจงของความสามารถเป็นโค้งเบ้ซ้ายและมีความสามารถสูง และด้วยเหตุที่ประชากรกลุ่มเดิม ทำการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนความสามารถของคนกลุ่มเดิมจึงมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าความสัมพันธ์มีส่วนในการกำหนด ลักษณะการแจกแจงของการเรียนแบบรอบรู้ด้วย ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจง ดังนี้

ถ้าความสัมพันธ์เป็น 0.4 กำหนดให้มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ -2 ความแปรปรวนเท่ากับ1 ความเบ้เท่ากับ 1 และความโด่งเท่ากับ 6 ส่วนหลังเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ +2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ -1 และความโด่งเท่ากับ 6

ถ้าความสัมพันธ์เป็น 0.6 กำหนดให้ก่อนเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ -2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ 1 และความโด่งเท่ากับ 6 ส่วนหลังเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ +2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ -1 และความโด่งเท่ากับ 6

ถ้าความสัมพันธ์เป็น 0.8 กำหนดให้ก่อนเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ -2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ 1 และความโด่งเท่ากับ 6 ส่วนหลังเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ +2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ -0.4 และความโด่งเท่ากับ 6

1.2 ลักษณะการเรียนแบบทั่วไป (Regular Learning) ประชากรกลุ่มนี้มีลักษณะการแจกแจงของความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นโค้งปกติ แต่หลังเรียนจะมีความ

สามารถสูงขึ้น ค่าความสัมพันธ์ของความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีผลต่อลักษณะการแจกแจงของการเรียนแบบทั่วไป ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงสำหรับทุกระดับความสัมพันธ์เป็นก่อนเรียน มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ -2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3 ส่วนหลังเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ +2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3

1.3 ลักษณะการเรียนแบบกึ่งรอบรู้ (Semi-Mastery Learning) ประชากรกลุ่มนี้ผู้เรียนมีลักษณะการแจกแจงของความสามารถก่อนเรียนเป็นโค้งปกติ และมีความสามารถต่ำ แต่หลังเรียนเกิดความรอบรู้เป็นส่วนใหญ่ จึงมีการกระจายเป็นโค้งเบ้ซ้าย และมีความสามารถสูงขึ้น ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนมีผลต่อลักษณะการแจกแจงของการเรียนแบบกึ่งรอบรู้ไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจง ทุกระดับของความสัมพันธ์เหมือนกันดังนี้

ก่อนเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ -2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3 ส่วนหลังเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ +2 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ความเบ้เท่ากับ -1 และ ความโด่งเท่ากับ 6

2. <u>การดำเนินการทดลอง</u>

2.1 เงื่อนไขในการทดลอง

ด้วยเหตุที่การตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องหลายประการ ผู้วิจัยจึงต้องกำหนดเงื่อนไขในการจำลอง ดังนี้

1) ลักษณะการเรียนรู้แบ่งได้ 3 ลักษณะคือ การเรียนแบบรอบรู้ การเรียนแบบทั่วไป และการเรียนแบบกึ่งรอบรู้

2) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน กำหนดให้มี 3 ระดับ คือ 0.4 0.6 และ 0.8

3) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 ขนาด คือ 30 คน 50 คน และ 100 คน

4) ความยาวของแบบสอบ แบ่งเป็น 3 ขนาด คือ 30 ข้อ 60 ข้อ และ 120 ข้อ

จากเงื่อนไขทั้ง 4 และระดับของเงื่อนไข ผู้วิจัยสามารถจัดแบบแผนการวิจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมด 81 แบบแผน (3x3x3x3 = 81) ดังภาพ 4

| ลักษณะการเรียน | | | แบบรอบรู้ | | | แบบทั่วไป | | | แบบกึ่งรอบรู้ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คน | ข้อ | RΘ | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 30 | 30 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 60 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 120 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 50 | 30 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 60 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 120 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 100 | 30 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 60 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 120 | | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

ภาพ 4 แบบแผนการวิจัยทั้ง 81 แบบแผน ตามเงื่อนไขลักษณะการเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง และความยาวของแบบสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเฉพาะบางแบบแผนการวิจัย เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นที่สนใจเปรียบเทียบ กล่าวคือ เพื่อศึกษาผลกระทบของผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถ เมื่อแปรเปลี่ยนขนาดกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อแปรเปลี่ยนความยาวของแบบสอบ ในลักษณะการเรียนรู้หนึ่งๆ ผู้วิจัยเลือกมาศึกษา 9 แบบแผน ดังนั้น ในลักษณะการเรียน 3 ลักษณะ จึงได้แบบแผนการวิจัยที่เลือกมาศึกษาทั้งหมด 27 แบบแผน ดังแสดงในภาพ 5

| ลักษณะการเรียน | | | แบบรอบรู้ | | | แบบทั่วไป | | | แบบกึ่งรอบรู้ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คน | ข้อ | RΘ | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 30 | 30 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| | 60 | | - | ◁ | - | - | ◁ | - | - | ◁ | - |
| | 120 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | 30 | | - | - | ø | - | - | ø | - | - | ø |
| | 60 | | - | ◁ | ø | - | ◁ | ø | - | ◁ | ø |
| | 120 | | - | - | ø | - | - | ø | - | - | ø |
| 100 | 30 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 60 | | - | ◁ | - | - | ◁ | - | - | ◁ | - |
| | 120 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

ภาพ 5 แบบแผนการวิจัยที่ผู้วิจัยเลือกมาศึกษา 27 แบบแผน จากทั้งสิ้น 81 แบบแผน

หมายเหตุ * เป็นแบบแผนการวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เมื่อแปรเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน

ø เป็นแบบแผนการวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เมื่อแปรเปลี่ยนความยาวของแบบสอบ

◁ เป็นแบบแผนการวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เมื่อแปรเปลี่ยนขนาดกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพ 5 แบบแผนการวิจัยที่ผู้วิจัยเลือกมาศึกษาคือแบบแผนที่แสดงด้วยเครื่องหมาย *,◁ และø

ถ้าให้ T แทนลักษณะการเรียน RΘ แทนความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน N แทนจำนวนคน และ I แทนจำนวนข้อ สามารถแสดงแบบแผนการวิจัยทั้ง 27 แบบแผนที่

เลือกมาศึกษาได้ดังภาพ 6

| T | RΘ | N | I | T | RΘ | N | I | T | RΘ | N | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | .4 | 30 | 30 | O | .4 | 30 | 30 | S | .4 | 30 | 30 |
| M | .6 | 30 | 30 | O | .6 | 30 | 30 | S | .6 | 30 | 30 |
| M | .8 | 30 | 30 | O | .8 | 30 | 30 | S | .8 | 30 | 30 |
| M | .6 | 30 | 60 | O | .6 | 30 | 60 | S | .6 | 30 | 60 |
| M | .6 | 50 | 60 | O | .6 | 50 | 60 | S | .6 | 50 | 60 |
| M | .6 | 100 | 60 | O | .6 | 100 | 60 | S | .6 | 100 | 60 |
| M | .8 | 50 | 30 | O | .8 | 50 | 30 | S | .8 | 50 | 30 |
| M | .8 | 50 | 60 | O | .8 | 50 | 60 | S | .8 | 50 | 60 |
| M | .8 | 50 | 120 | O | .8 | 50 | 120 | S | .8 | 50 | 120 |

ภาพ 6 รายละเอียดแบบแผนการวิจัยที่เลือกมาศึกษา 27 แบบแผน

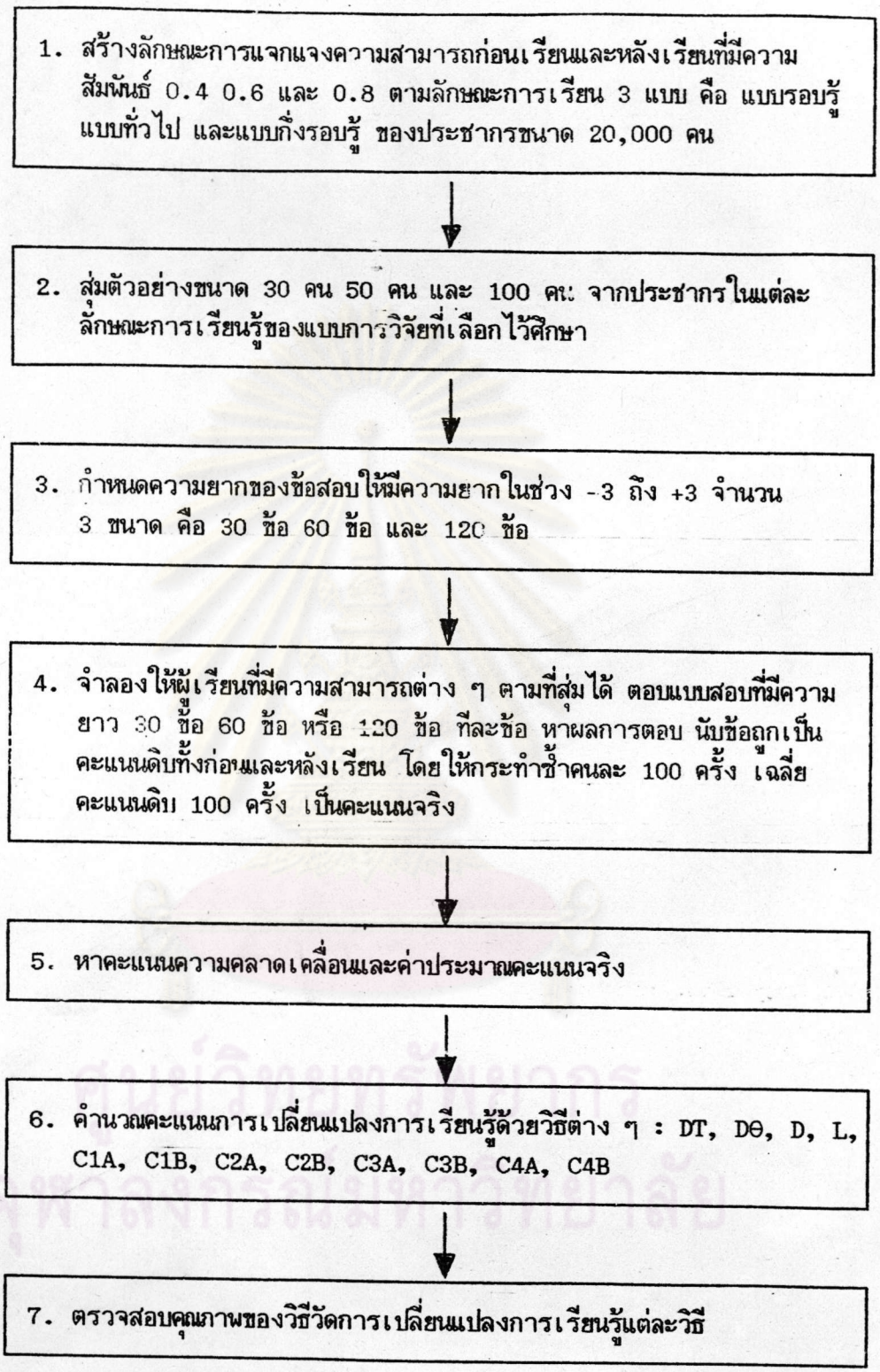
การเลือกแบบแผนการวิจัยทั้ง 9 ในแต่ละลักษณะการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีเหตุผลที่จะศึกษาผลของการใช้วิธีวัดการเรียนรู้วิธีต่าง ๆ ในสถานการณ์การเรียนที่ครอบคลุมประเด็นที่สนใจ ได้แก่

1) เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนแปรเปลี่ยนจากต่ำไปสูง คือ 0.4 0.6 และ 0.8 ในสถานการณ์ที่กลุ่มตัวอย่างน้อย และแบบสอบมีจำนวนข้อน้อยคือ 30 คน และ 30 ข้อ ตามลำดับ

2) เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่าง แปรเปลี่ยนจากน้อยไปมากคือ 30 คน 50 คน และ 100 คน ในสถานการณ์ที่ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าค่อนข้างสูงคือ 0.6 และแบบสอบมีจำนวนข้อปานกลางคือ 60 ข้อ

3) เมื่อแบบสอบมีจำนวนข้อแปรเปลี่ยนจากน้อยไปมากคือ 30 ข้อ 60 ข้อ และ 120 ข้อ ในสถานการณ์การเรียนที่ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูงคือ 0.8 และกลุ่มตัวอย่างขนาดกลางคือ 50 คน

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนสรุปได้ดังภาพ 7




ภาพ 7 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

จากแผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลองข้างต้น ผู้วิจัยสามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้ดังนี้

2.2.1 สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถตามลักษณะการเรียนรู้ 3 ลักษณะ เนื่องจากกระบวนการโดยทั่วไปของแต่ละลักษณะการเรียนรู้มีขั้นตอนเหมือนกัน จึงขออธิบายพร้อมกัน ดังนี้

1) สร้างเลขสุ่มรายคู่ที่มีการแจกแจงปกติ ด้วยสับรูทีน NORMALP (X, EX, STD, Z1, Z2) (Shannon, 1975: 361-361) ซึ่ง มาร์ซาเกลียและเบรย์ (Marsaglia and Bray) เป็นผู้คิดขึ้น โดยมีพื้นฐานจากวิธีอินเวอร์สของ บอกซ์และมูลเลอร์ (Box and Muller) ดูตัวอย่างโปรแกรมสับรูทีน NORMALP ในภาคผนวก ค สับรูทีน NORMALP (X, EX, STD, Z1, Z2) มี X เป็นค่าเริ่มต้น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ 65539 เป็นค่าเริ่มต้น EX เป็นค่ามัชฌิมเลขคณิต STD เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดให้เป็น 0 และ 1 ตามลำดับ Z1 และ Z2 เป็นเลขสุ่ม 2 ค่า ที่เกิดจากการคำนวณของสับรูทีน NORMALP ในสับรูทีนนี้จะมีการใช้สับรูทีน GENRAN (X, RN) 2 ครั้ง GENRAN เป็นสับรูทีนที่ใช้สร้างเลขสุ่มปกติสม่ำเสมอ ตามวิธีการผลิตเลขสุ่มด้วยการใช้เศษของผลหาร (Congruential method) (Banks, 1984: 263) โดย X เป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งใช้ 65539 และ RN เป็นเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอที่เกิดจากการคำนวณของสับรูทีน GENRAN ดูตัวอย่างโปรแกรมสับรูทีน GENRAN ในภาคผนวก ค การเรียก GENRAN ครั้งแรกจะได้เลขสุ่มนำไปแปลงเป็น Z1 การเรียก GENRAN ครั้งที่สองจะได้เลขสุ่มนำไปแปลงเป็น Z2 ผลที่ได้ Z1 และ Z2 เป็นเลขสุ่มที่ไม่สัมพันธ์กัน และต่างก็เป็นเลขสุ่มที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็น 0 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1

2) แปลงเลขสุ่ม Z1 และ Z2 เป็นตัวแปรที่มีการกระจายเป็นโค้งที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ และความโด่ง ตามลักษณะการเรียนรู้แต่ละลักษณะ พร้อมทั้งให้ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันตามกำหนด ค่าตัวแปรทั้งสองที่ได้ใช้แทนคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน

การแปลงตัวแปร Z1 และ Z2 เป็นตัวแปรที่มีการกระจายแบบเบ้ ใช้วิธีแปลงแบบแลมดา (Generalized Lamda Distribution-GLD) ที่แรมเบอร์ก และชไมเซอร์เสนอไว้ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการสร้างข้อมูลที่ไม่สมมาตร มีฐานนิยมเดียว (Ramberg et.al.1979: 201-214) มีสมการทั่วไป ดังนี้

$$R(p) = \lambda 1 + (p^{\lambda 3} - (1-p)^{\lambda 4})/\lambda 2$$

เมื่อ R(p) คือตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบเบ้และโด่งตามที่กำหนด

p คือตัวแปรสุ่ม

$\lambda 1$ คือค่าพารามิเตอร์กำหนดตำแหน่ง

$\lambda 2$ คือค่าพารามิเตอร์กำหนดสเกล

$\lambda 3$ และ $\lambda 4$ คือพารามิเตอร์กำหนดรูปร่าง

ค่า $\lambda 1$ $\lambda 2$ $\lambda 3$ และ $\lambda 4$ เป็นค่าที่เปิดจากตารางของแรมเบอร์ก (ดูค่าแลมดา จากภาคผนวก ก) ตามค่าความเบ้และความโด่งที่กำหนด การใช้ค่าแลมดาจากตารางมาสร้าง R(p) จะได้ข้อมูลที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 ถ้าต้องการให้ข้อมูลมีค่ามัชฌิมเลขคณิตและความแปรปรวนตามต้องการ ต้องแปลงค่า $\lambda 1$ และ $\lambda 2$ เป็นค่า $\lambda 1'$ และ $\lambda 2'$ โดยสมการ

$$\lambda 1'(M,\sigma) = \lambda 1(0,1)\sigma + M$$

$$\lambda 2'(M,\sigma) = \lambda 2(0,1)/\sigma$$

3. หลังจากได้ตัวแปรที่มีลักษณะเป็นโค้งเบ้ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ความแปรปรวน ความเบ้และความโด่งตามต้องการแล้ว ผู้วิจัยปรับให้ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันด้วยสมการ

$$Y_i = X_i\rho + R\sqrt{1-\rho^2}$$

เมื่อ $Y_i$ คือคะแนนความสามารถในการสอบครั้งหลัง

$X_i$ คือคะแนนความสามารถในการสอบครั้งแรก

$\rho$ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่กำหนด

R คือตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายตามต้องการ

จากการทดลองสร้างคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนให้มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง และความสัมพันธ์ตามกำหนด พบว่า ไม่ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนด ผู้วิจัยจึงต้องปรับค่าแลมดาที่ได้จากตารางของแรมเบอร์กทีละเล็กทีละน้อย เพื่อตรวจสอบค่าสถิติพื้นฐานจนเป็นที่พอใจ โดยเริ่มปรับค่า $\lambda 2$ $\lambda 3$ และ $\lambda 4$ ก่อน เมื่อได้ความเบ้ และความโด่งใกล้เคียงแล้วจึงปรับค่า $\lambda 1$ การปรับ $\lambda 1$ จะไม่มีผลกระทบต่อค่าสถิติพื้นฐานใด ๆ เลย นอกจากค่ามัชฌิมเลขคณิต ซึ่งค่า l1 $\lambda 2$ $\lambda 3$ และ $\lambda 4$ จะต่างกันตามความเบ้ความโด่ง มัชฌิมเลขคณิต ความแปรปรวน และความสัมพันธ์

จากการทดลองปรับค่าแลมดาสำหรับลักษณะการเรียนรู้แต่ละลักษณะและค่าความสัมพันธ์ได้ค่าแลมดา สำหรับประชากรในแต่ละลักษณะการเรียนรู้ และระดับความสัมพันธ์ดังนี้

(1) สำหรับการเรียนแบบรอบรู้

| | ความสัมพันธ์ 0.4 | ความสัมพันธ์ 0.6 | ความสัมพันธ์ 0.8 |
|---|---|---|---|
| LAM 1 | -2.287 | -2.287 | -2.287 |
| LAM 2 | -.0532 | -.0532 | -.0532 |
| LAM 3 | -.0187 | -.0187 | -.0187 |
| LAM 4 | -.0388 | -.0388 | -.0388 |
| LAM 11 | 3.9080 | 5.5608 | 7.7618 |
| LAM 21 | -.1219 | -.1899 | -.7399 |
| LAM 31 | -.0888 | -.1498 | -.3388 |
| LAM 41 | -.0187 | -.0187 | -.0587 |

(2) สำหรับการเรียนแบบทั่วไป

| | ความสัมพันธ์ 0.4 | ความสัมพันธ์ 0.6 | ความสัมพันธ์ 0.8 |
|---|---|---|---|
| LAM 1 | -1.7770 | -1.7770 | -1.7770 |
| LAM 2 | .1894 | .1894 | .1894 |
| LAM 3 | .1549 | .1549 | .1549 |
| LAM 4 | .1349 | .1349 | .1349 |
| LAM 11 | 3.2150 | 4.1652 | 6.1577 |
| LAM 21 | .1806 | .1806 | .1806 |
| LAM 31 | .1349 | .1349 | .1349 |
| LAM 41 | .1349 | .1349 | .1349 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) สำหรับการเรียนแบบกึ่งรอบรู้

| | ความสัมพันธ์ 0.4 | ความสัมพันธ์ 0.6 | ความสัมพันธ์ 0.8 |
|---|---|---|---|
| LAM 1 | -1.7770 | -1.7770 | -1.7770 |
| LAM 2 | .1894 | .1894 | .1894 |
| LAM 3 | .1549 | .1549 | .1549 |
| LAM 4 | .1349 | .1349 | .1349 |
| LAM 11 | 3.9080 | 4.8378 | 6.8078 |
| LAM 21 | -.0979 | -.2402 | -.6582 |
| LAM 31 | -.0738 | -.1599 | -.3099 |
| LAM 41 | -.0187 | -.0187 | -.0087 |

โดยค่า LAM 1 LAM 2 LAM 3 และ LAM 4 เป็นค่าที่ใช้ปรับค่ามัชฌิมเลขคณิต ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่งของประชากรก่อนเรียน LAM 11 LAM 21 LAM 31 และ LAM 41 เป็นค่าที่ใช้ปรับค่ามัชฌิมเลขคณิต ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่งของประชากรหลังเรียน

อนึ่ง ในการสร้างคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกระบวนการซิมมูเลชั่นดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเป็นเลขสุ่ม และความเหมาะสมของตัวแปรที่สร้างดังนี้

1. การทดสอบความเป็นเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอของสับรูทีน GENRAN ด้วยวิธีไคสแควร์ ผู้วิจัยเขียนโปรแกรม UNIFORM.FOR เพื่อทดสอบความเป็นเลขสุ่ม 20,000 ค่า พบว่า เลขสุ่ม 20,000 ค่ามีความเป็นเลขสุ่มสม่ำเสมอจริง (ดูตัวอย่างโปรแกรม ในภาคผนวก ค และผลการทดสอบความเป็นเลขสุ่มในภาคผนวก ข)

2. ตรวจสอบค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการใช้สับรูทีนต่าง ๆ ได้แก่ สับรูทีน MSD (NO,TOR,XBAR,SD) ซึ่งเป็นสับรูทีนสำหรับหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สับรูทีน SKEW (Y, YBAR, N, SK) ซึ่งเป็นสับรูทีนสำหรับหาค่าความเบ้ สับรูทีน KURTO (Y,YBAR,N,ZKUR) ซึ่งเป็นสับรูทีนสำหรับหาค่าความโด่ง และสับรูทีน CORR (NO,TOR1,TOR2,R) ซึ่งเป็นสับรูทีนสำหรับหาค่าความสัมพันธ์แบบเพียร์สันโพรดักโมเมนต์ (ดูตัวอย่างโปรแกรมของสับรูทีนทั้งหมดนี้ในภาคผนวก ค)

ผลการสร้างคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน ตามลักษณะการเรียนรู้แต่ละแบบได้ผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับลักษณะการเรียนแต่ละลักษณะ

| ลักษณะการเรียน | | Rθ | ค่าสถิติก่อนเรียน μ | $\sigma^2$ | SK | Ku | ค่าสถิติหลังเรียน μ | $\sigma^2$ | SK | Ku |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แบบรอบรู้ | กำหนด | 0.40 | -2.00 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 2.00 | 1.00 | -1.00 | 6.00 |
| | ได้ | 0.39 | -2.02 | 1.02 | 1.16 | 6.14 | 2.01 | 1.00 | -1.25 | 6.49 |
| | กำหนด | 0.60 | -2.00 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 2.00 | 1.00 | -1.00 | 6.00 |
| | ได้ | 0.60 | -2.02 | 1.02 | 1.16 | 6.14 | 2.00 | 1.10 | -0.95 | 6.85 |
| | กำหนด | 0.80 | -2.00 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 2.00 | 1.00 | -0.40 | 6.00 |
| | ได้ | 0.80 | -2.02 | 1.02 | 1.16 | 6.14 | 2.01 | 1.03 | -0.38 | 8.25 |
| แบบทั่วไป | กำหนด | 0.40 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 |
| | ได้ | 0.39 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.00 | 1.07 | 0.05 | 3.01 |
| | กำหนด | 0.60 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 |
| | ได้ | 0.60 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.01 | 1.07 | 0.02 | 2.97 |
| | กำหนด | 0.80 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 |
| | ได้ | 0.80 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.00 | 1.07 | 0.00 | 2.91 |
| แบบกึ่งรอบรู้ | กำหนด | 0.40 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | -1.00 | 6.00 |
| | ได้ | 0.40 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.10 | 1.04 | -1.18 | 5.77 |
| | กำหนด | 0.60 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | -0.50 | 5.00 |
| | ได้ | 0.61 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.01 | 1.04 | -1.19 | 6.60 |
| | กำหนด | 0.80 | -2.00 | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | -1.00 | 6.00 |
| | ได้ | 0.80 | -2.00 | 1.08 | 0.08 | 2.99 | 2.03 | 1.07 | -0.87 | 6.63 |

2.2.2 สุ่มตัวอย่างจากประชากรมาครั้งละ 30 คน 50 คน หรือ 100 คน สำหรับลักษณะการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามแบบแผนที่ผู้วิจัยเลือกมาศึกษาด้วยการใช้คำสั่ง DO

2.2.3 กำหนดค่าความยากของข้อสอบ ผู้วิจัยกำหนดค่าความยากของข้อสอบสำหรับแบบสอบ 3 ฉบับ ที่มีความยาว 30 ข้อ 60 ข้อ และ 120 ข้อ ซึ่งแต่ละขนาดกำหนดค่าความยากตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นค่า b อยู่ในช่วง -3 ถึง +3 โดยค่าความยากในแบบสอบแต่ละฉบับจะมีค่ากระจายแบบสม่ำเสมอจากง่ายไปยาก ดังแสดงในภาคผนวก ข

2.2.4 จำลองการตอบแบบสอบ ผู้วิจัยจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนซึ่งมีความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนต่าง ๆ กัน ตอบแบบสอบ ซึ่งมีความยากกระจายสม่ำเสมอตามที่กำหนดในข้อ 2.2.3 เพื่อหาผลการตอบรายข้อตามขั้นตอนดังนี้

1) คำนวณโอกาสการตอบถูกของแต่ละคนในแต่ละข้อ โดยใช้สับรูทีน POBA(AXETA,AB,APOB) สับรูทีนนี้จะนำค่าความสามารถของผู้ตอบที่ละคนและค่าความยากของข้อสอบทีละข้อของแต่ละฉบับ มาคำนวณโอกาสการตอบถูกรายข้อของแต่ละคนด้วยฟังชันราส์ช ดังนี้

$$P_{ij} = EXP(\theta_i - b_j)/[1+EXP(\theta_i - b_j)]$$

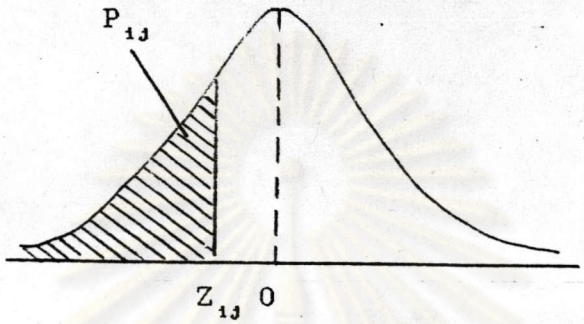
ผู้วิจัยขออธิบายตัวอย่างการจำลองผลการตอบที่มีผู้ตอบ 30 คน ตอบข้อสอบ 60 ข้อ ดังนี้

เมื่อ i มีค่า 1,2,3...30 โปรแกรมจะเรียกค่า $\theta_i$ มาแทนค่าในฟังชัน ซึ่งแปรเปลี่ยนค่า $b_j$ จาก j=1,2,3,...60 แล้วจึงเรียก $\theta_i$ ค่าที่สองมาแทนค่าในฟังชัน ซึ่งแปรเปลี่ยนค่า $b_j$ อีก 60 ค่าเหมือนเดิม เรียกค่า $\theta_i$ จนครบ 30 ครั้ง เปรียบเสมือนผู้สอบ 30 คน ทำแบบสอบที่มีข้อสอบ 60 ข้อ จะได้โอกาสของการตอบถูกรายข้อของแต่ละคน ดังแสดงในภาพ 7

| คนที่\ข้อที่ | 1 | 2 | 3 | ... | 60 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $P_{11}$ | $P_{12}$ | $P_{13}$ | ... | $P_{1,60}$ |
| 2 | $P_{21}$ | $P_{22}$ | $P_{23}$ | ... | $P_{2,60}$ |
| 3 | . | . | . | ... | ... |
| 30 | $P_{30,1}$ | $P_{30,2}$ | $P_{30,3}$ | ... | $P_{30,60}$ |

ภาพ 8 โอกาสในการตอบถูกของคน 30 คน ที่ตอบแบบสอบ 60 ข้อ

2) คำนวณค่าคะแนนมาตรฐานที่แสดงขอบเขตพื้นที่ของค่า $P_{ij}$ แต่ละค่าในการแจกแจงปกติมาตรฐานโดยใช้สับรูทีน NORTR1 (P,Y,D,IE) เรียกค่าซี (Z-Score) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่แสดงเขตพื้นที่ของ $P_{ij}$ แต่ละตัว เช่น ถ้าค่า $P_{12}$ มีค่าเท่ากับ 0.50 จะได้ค่า $Z_{12}$ เท่ากับ 0 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่แสดงเขตพื้นที่ของค่า $P_{12}$ ค่า $P_{ij}$ หนึ่งค่า จะได้ตำแหน่งแสดงขอบเขตพื้นที่คือ $Z_{ij}$ หนึ่งค่า ดังแสดงในภาพ 9




ภาพ 9 พื้นที่ $P_{ij}$ หรือโอกาสของการตอบถูกข้อที่ j ของคนที่ i และ ตำแหน่ง $Z_{ij}$

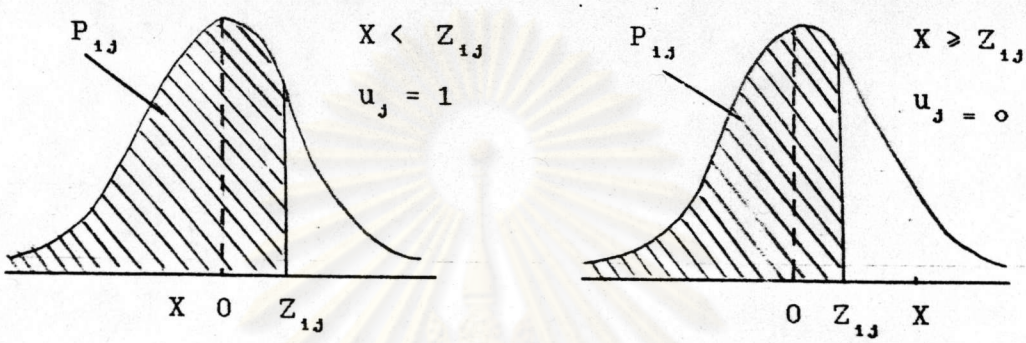
ค่าตำแหน่งแสดงขอบเขตของโอกาสการตอบถูกของผู้สอบ 30 คน ในการตอบแบบสอบที่มีจำนวน60 ข้อ แสดงได้ดังภาพ 10

| คนที่\ข้อที่ | 1 | 2 | 3 | ... | 60 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $Z_{11}$ | $Z_{12}$ | $Z_{13}$ | ... | $Z_{1,60}$ |
| 2 | $Z_{21}$ | $Z_{22}$ | $Z_{23}$ | ... | $Z_{2,60}$ |
| 3 | $Z_{31}$ | $Z_{32}$ | $Z_{33}$ | ... | $Z_{3,60}$ |
| : | : | : | : | : | : |
| 30 | $Z_{30,1}$ | $Z_{30,2}$ | $Z_{30,3}$ | ... | $Z_{30,60}$ |

ภาพ 10 ค่าคะแนนมาตรฐานซีเป็นตำแหน่งแสดงขอบเขตของโอกาสการตอบถูกรายข้อของผู้สอบแต่ละคน

3) หาผลการตอบรายข้อของแต่ละคน ใช้สับรูทีน RESP(XETA,B, IUU,X,EX,STD,NO,MO) เป็นการเปรียบเทียบค่า $Z_{ij}$ กับเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบทั่วไปที่

เรียกมาทีละคน ถ้าเลขสุ่มที่เรียกมามีค่าน้อยกว่า $Z_{ij}$ ถือว่าตอบถูก เพราะตกอยู่เขตพื้นที่ใต้โค้งปกติของค่า $P_{ij}$ ให้ผลการตอบ $U_j$ เท่ากับ 1 ถ้าเลขสุ่มที่เรียกมามีค่ามากกว่า $Z_{ij}$ ถือว่าตอบผิด เพราะตกอยู่นอกพื้นที่ใต้โค้งปกติของค่า $P_{ij}$ ให้ผลการตอบ $U_j = 0$ ดังภาพ 11




(ก) ตอบถูก (ข) ตอบผิด

ภาพ 11 โอกาสของการตอบ และผลการตอบ

4) หาผลรวมคะแนนดิบของแต่ละคน โดยใช้คำสั่ง DO ให้รวมผลการตอบทีละข้อจนครบทุกข้อและทุกคน ของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

5) หาคะแนนจริงของแต่ละคน ผู้วิจัยจำลองให้มีการตอบในขั้น 1) ถึง 4) ซ้ำ 100 ครั้ง เปรียบได้กับการให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบก่อนเรียน 100 ครั้ง และตอบแบบสอบหลังเรียน 100 ครั้ง นำคะแนนดิบจากขั้น 4) แต่ละครั้งรวมกันแล้วเฉลี่ยเป็นคะแนนจริงรายบุคคลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2.5 หาคะแนนความคลาดเคลื่อนและค่าประมาณคะแนนจริง ผู้วิจัยใช้สับรูทีน ERR(NO,TOR,T,E) ซึ่งเป็นการหาความคลาดเคลื่อนรายบุคคล โดย E = TOR-T และใช้สับรูทีน ESTM(NO,RE,TOR,BAR,EST) ซึ่งเป็นการหาค่าประมาณคะแนนจริง โดย EST = BAR+RE(TOR-BAR) หาคะแนนความคลาดเคลื่อนและคะแนนประมาณคะแนนจริงของแต่ละบุคคลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ทำจนครบทุกคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2.6 คำนวณคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ โดยคำนวณทุกวิธีดังต่อไปนี้

1) คำนวณความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียน

$$DT_i = T_{Yi} - T_{Xi}$$

2) คำนวณความแตกต่างระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน

$$D\Theta_i = \Theta_{Yi} - \Theta_{Xi}$$

3) คำนวณความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน

$$D_i = Y_i - X_i$$

4) คำนวณคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

$$L_i = W_x X_i + W_Y Y_i + K$$

5) คำนวณคะแนน C1A

$$C1A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$$

6) คำนวณคะแนน C1B

$$C1B = (1-W_2)Y_i - X_i$$

7) คำนวณคะแนน C2A

$$C2A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - (1-W_3)\hat{T}_{Xi}$$

8) คำนวณคะแนน C2B

$$C2B_i = (1-W_2)Y_i - (1-W_3)X_i$$

9) คำนวณคะแนน C3A

$$C3A_i = (1-W_{2.1})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$$

10) คำนวณคะแนน C3B

$$C3B_i = (1-W_{2.1})Y_i - X_i$$

11) คำนวณคะแนน C4A

$$C4A_i = (1-W_2/\hat{T}_{Xi})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi} + W_2F/\hat{T}_{Xi}$$

12) คำนวณคะแนน C4B

$$C4B_i = (1-W_2/X_i)Y_i - X_i + W_2F/X_i$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดแต่ละวิธี

ผู้วิจัยนำผลการคำนวณคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีไปตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

3.1 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาแต่ละวิธีวัดได้สอดคล้องกับวิธีเกณฑ์ต่อไปนี้

3.1.1 วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียน

3.1.2 วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยหาความสัมพันธ์แบบเพียร์สันโพรดักโมเมนต์ระหว่างวิธีวัดที่ผู้วิจัยพัฒนากับวิธีเกณฑ์โดยนำแฟ้มข้อมูลจากขั้น 2.2.6 มาวิเคราะห์ต่อด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSSPC VERSION 5.2 ต่อจากนั้นผู้วิจัย คัดลอกผลการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ที่ต้องการ นำป้อนเข้าเครื่องเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าสหสัมพันธ์ เป็นรายคู่ ด้วยการวิเคราะห์ t-Hotelling ด้วยโปรแกรม THO.FOR

3.2 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถจำแนกอันดับที่ได้ตรงกับวิธีเกณฑ์ เช่นเดียวกับ 3.1.1 และ 3.1.2

ผู้วิจัยหาความสัมพันธ์แบบอันดับและหาค่าร้อยละของการจำแนกอันดับได้ตรงกับวิธีเกณฑ์โดยใช้โปรแกรม TR.FOR ร่วมกับแฟ้มข้อมูลจากขั้น 2.2.6 (ดูตัวอย่างโปรแกรม ในภาคผนวก ค)

3.3 เปรียบเทียบความเที่ยงของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้กับความเที่ยงของวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนและวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

ผู้วิจัยคำนวณความเที่ยงของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีในโปรแกรมหลักโดยการหาความเที่ยงตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม คือความเที่ยงเท่ากับกำลังสองของความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบและคะแนนจริงของคะแนนนั้น เช่น ความเที่ยงของ $D = r^2_{D,DT}$

หลังจากนั้นผู้วิจัยเก็บผลการคำนวณความเที่ยงไว้ในแฟ้มเพื่อเรียกมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเที่ยงของแต่ละวิธีเป็นรายคู่ ด้วยสูตร Z-test โดยใช้โปรแกรม INCOR.FOR (ดูตัวอย่างโปรแกรม ในภาคผนวก ค)

3.4 เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลง

การเรียนรู้แต่ละวิธีกับวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

ผู้วิจัยคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีในโปรแกรมหลักโดยการหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดแบบดั้งเดิมคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับผลคูณของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนและรากที่สองของผลต่างระหว่าง 1 กับความเที่ยงของคะแนน เช่น ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนน D จะได้ $S_{ED} = S_D \sqrt{1-R_{DD}}$

เมื่อคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแต่ละวิธีแล้วผู้วิจัยเก็บข้อมูลไว้ในแฟ้ม เพื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดระหว่างวิธีต่าง ๆ เป็นรายคู่ ด้วยสูตร F-test โดยใช้โปรแกรม F.FOR (ดูตัวอย่างโปรแกรม ในภาคผนวก ค)

ในการวิเคราะห์แต่ละแบบแผนการวิจัย ผู้วิจัยใช้โปรแกรมหลักเดียวกันนำมาเปลี่ยนค่าความสัมพันธ์ จำนวนคน จำนวนข้อ และค่าแลมดา สำหรับประชากรในแต่ละลักษณะการเรียนรู้ และค่าความสัมพันธ์ตามที่กำหนดในแบบแผนการวิจัยที่เลือกมาศึกษาทั้ง 27 แบบแผน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละลักษณะการเรียนรู้ ค่าสถิติดังกล่าวได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$,) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku)

4.1.1 $\bar{X} = \Sigma X/N$

4.1.2 $S = \sqrt{(\Sigma X^2/N) - \bar{X}^2}$

4.1.3 $Sk = \Sigma(X-\bar{X})^3/NS^3$

4.1.4 $Ku = \Sigma(X-\bar{X})^4/NS^4$

4.2 คำนวณคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ตามวิธีที่ผู้วิจัยเสนอทั้ง 8 วิธี วิธีเกณฑ์ 2 วิธี และวิธีที่ใช้เปรียบเทียบอีก 2 วิธี ดังต่อไปนี้

4.2.1 $C1A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$

4.2.2 $C1B_i = (1-W_2)Y_i - X_i$

4.2.3 $C2A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - (1-W_3)\hat{T}_{Xi}$

4.2.4 $C2B_i = (1-W_2)Y_i - (1-W_3)X_i$

4.2.5 $C3A_i = (1-W_{2.1})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$

4.2.6 $C3B_i = (1-W_{2.1})Y_i - X_i$

4.2.7 $C4A_i = (1-W_2/\hat{T}_{Xi})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi} + W_2F/\hat{T}_{Xi}$

4.2.8 $C4B_i = (1-W_2/X_i)Y_i - X_i + W_2F/X_i$

4.2.9 $DT_i = T_{Yi} - T_{Xi}$

4.2.10 $D\Theta_i = \Theta_{Yi} - \Theta_{Xi}$

4.2.11 $L_i = W_XX_i + W_YY_i + K$

4.2.12 $D_i = Y_i - X_i$

โดยที่ $W_2$ คือสัมประสิทธิ์ถดถอย $T_Y - T_X$ ลงบน $T_{(F-Y)}$

$W_2 = -r_{DY}S_D/R_{YY}.S_Y$

$W_3$ คือสัมประสิทธิ์ถดถอย $T_Y - T_X$ ลงบน $T_{(F-X)}$

$W_3 = -r_{DX}S_D/R_{XX}.S_X$

$W_{2.1}$ คือสัมประสิทธิ์ถดถอย $T_Y - T_X$ ลงบน $T_{(F-Y)}$ เมื่อควบคุม $T_X$

$$W_{2.1} = \frac{(S^2_X R_{XX}.+S^2_Y R_{YY}.-2r_{XY}S_XS_Y)^{1/2}}{S_Y} \quad \frac{r_{DX}r_{XY} - R_{XX}.r_{DY}}{\sqrt{R_{DD}.(R_{XX}.R_{YY}.-r^2_{XY})}}$$

$\hat{T}_Y$ = ค่าประมาณคะแนนจริงหลังเรียน

$\hat{T}_Y = \bar{Y} + R_{YY}.(Y_i-\bar{Y})$

$\hat{T}_X$ = ค่าประมาณคะแนนจริงก่อนเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\hat{T}_x = \bar{X} + R_{xx'}(X - \bar{X})$$

$$W_x = S_y r_{xy}(1-R_{yy'})-S_x(R_{xx'}-r^2_{xy})/S_x(1-r^2_{xy})$$

$$W_y = S_y R_{yy'}(1-r_{xy})-S_x r_{xy}(1-R_{xx'})/S_y(1-r^2_{xy})$$

$$K = \bar{Y} - \bar{X} - W_x\bar{X} - W_y\bar{Y}$$

4.3 ตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนา

4.3.1 คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ($\bar{X}$, Mdn, Mo) การวัดการกระจาย (Max, Min, R, S) และ ลักษณะการแจกแจงความถี่ของคะแนนผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ (Sk, Ku) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSPC$^+$

4.3.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนากับคะแนนจากวิธีเกณฑ์ ใช้สหสัมพันธ์เพียร์สันโพรดักโมเมนท์

$$r_{xy} = [N\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y]/[\{N\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\}\{N\Sigma Y^2-(\Sigma Y)^2\}]^{1/2}$$

(Ferguson, 1971:102)

4 3.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสหสัมพันธ์ ใช้สถิติ t

$$t = r\,[(N-2)/(1-r^2)]^{1/2}$$ (Ferguson, 1971:169)

4.3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีต่าง ๆ กับวิธีเกณฑ์ โดยใช้ t-Hotelling

$$t = (r_{12}-r_{13})[(N-3)(1+r_{23}) / 2(1-r^2_{23}-r^2_{12}-r^2_{13}+2r_{12}r_{13}r_{23})]^{1/2}$$

(Ferguson, 1971:171)

4.3.4 หาความสัมพันธ์อันดับระหว่างคะแนนจากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนากับวิธีเกณฑ์ ใช้สหสัมพันธ์อันดับของสเปียร์แมน

$$r_c = 1 - 6\Sigma d^2 / N(N^2-1)$$ (Ferguson, 1971:306)

4.3.5 หาความเที่ยงของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาและวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีอื่น ๆ

ความเที่ยงของการวัดใด ๆ เท่ากับ กำลังสองของความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงกับคะแนนดิบของการวัดนั้น เช่น

$$R_{XX'} = r^2_{X,TX}$$

$$R_{DD'} = r^2_{D.\ DT}$$

$$R_{LL'} = r^2_{L,\ LT}$$

$$R_{C1A,C1A'} = r^2_{C1A,\ C1AT}$$

$$R_{C1B,C1B'} \quad r^2_{C1B,\ C1BT}$$

4.3.6 ทดสอบความแตกต่างระหว่างความเที่ยงของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีต่าง ๆ ด้วยสูตร

$$_ = (Z_{r1} - Z_{r2}) \,/[1/(N_1 - 3)+1/(N_2-3)]^{1/2}$$

(Ferguson, 1971:171)

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรม เพื่อสร้างประชากร สุ่มกลุ่มตัวอย่าง ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบก่อนเรียน และหลังเรียน นำผลการสอบมาคำนวณผลการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี และตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดแต่ละวิธี กับวิธีเกณฑ์ ตลอดจนทำการทดสอบสมมติฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย