บทที่ 4

ผลการพัฒนาและประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประดิษฐ์ เพื่อพัฒนาและสร้างโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงตามแนวนอน โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการคำนวณค่าสถิติต่างๆใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อทำการแปลงคะแนนจากแบบสอบเทียบมาตราฉบับหนึ่ง (ฟอร์ม Y) ไปยังแบบสอบเทียบมาตราอีกฉบับหนึ่ง (ฟอร์ม X) โดยใช้แบบสอบร่วมภายนอก (ฟอร์ม U) ขณะเดียวกันโปรแกรมนี้สามารถรายงานผลค่าสถิติพื้นฐาน, คะแนนแปลงจากแบบสอบเทียบมาตรา, ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา(SE^2_y)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา(SE_y) คะแนนมาตรฐานที (T-Score) และคะแนนมาตรฐานซี (z-Score) สามารถรายงานผลได้ทั้งบนจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ ดังนั้นในการนำเสนอผลการพัฒนาและการตรวจสอบความตรงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกและเข้าใจความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข ผู้วิจัยจึงกำหนดอักษรย่อและสัญลักษณ์ดังนี้

Form X แทน แบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X

Form Y แทน แบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y

Form U แทน แบบสอบร่วมฟอร์ม U

X แทน คะแนนที่ได้จากการสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X

Y แทน คะแนนที่ได้จากการสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y

U แทน คะแนนที่ได้จากการสอบแบบสอบร่วมฟอร์ม U

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย(mean)ของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X

$\bar{Y}$ แทน คะแนนเฉลี่ย(mean)ของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y

$\bar{U}$ แทน คะแนนเฉลี่ย(mean)ของแบบสอบร่วมฟอร์ม U

S^2 แทน ความแปรปรวน (variance)

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

Sk แทน ความเบ้ (skewness)

Ku แทน ความโด่ง (kurtosis)

Range แทน พิสัย (range) .

กลุ่ม α แทน กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทดสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X และแบบสอบร่วมฟอร์ม U

กลุ่ม β แทน กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทดสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y และแบบสอบร่วมฟอร์ม U

X^* แทน คะแนนแปลงของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y ไปสู่คะแนนของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X

SE^2_y แทน ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา

SE_y แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 โรงเรียน คือโรงเรียนมัธยมวัดชาตุทอง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นกลุ่ม α และโรงเรียนสิริรัตนาธร กำหนดให้เป็นกลุ่ม β ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเทียบมาตราคะแนนแบบสอบ

กลุ่ม	ฟอร์ม X		ฟอร์ม Y		ฟอร์ม U			
	จำนวนข้อสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวนข้อสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวนข้อสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวนห้อง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
กลุ่ม α	40	40	-	-	20	20	10	413
กลุ่ม β	-	-	40	40	20	20	14	421

จากตารางที่ 8 จะเห็นว่ากลุ่ม α จะได้รับการทดสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X ซึ่งมีจำนวนข้อสอบ 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน และแบบสอบร่วมฟอร์ม U จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 10 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียนทั้งหมด 413 คน ในทำนองเดียวกัน กลุ่ม β จะได้รับการทดสอบแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y ซึ่งมีจำนวนข้อสอบ 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน และแบบสอบร่วมฟอร์ม U จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 14 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 421 คน

<u>ผลการพัฒนาและประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์</u>

การเสนอผลการพัฒนาและประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยแบ่งออก เป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและทดลองโปรแกรม

ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรม

<u>ตอนที่ 1. ผลการพัฒนาและทดลองโปรแกรม</u>

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป พร้อมทั้งคู่มือการใช้โปรแกรมสำหรับการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงตามแนวนอนโดยใช้แบบสอบร่วม จากการที่ผู้วิจัยได้พัฒนาและทดลองโปรแกรมจนสำเร็จทุกขั้นตอน ได้ผลดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

1.1.1 โปรแกรมสามารถทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้

1.1.2 โปรแกรมสามารถสื่อความหมายกับผู้ใช้ได้ โดยการใช้โปรแกรมแต่ละขั้นตอนนั้น สามารถเลือกใช้คำสั่งได้อย่างง่าย โดยการอ่านคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมบนจอภาพ

1.1.3 รายการหลัก(main manu) และรายการย่อยนั้น รูปแบบการเลือกใช้แต่ละรายการเป็นแบบ pulldown manu คือผู้ใช้สามารถใช้ลูกศรชี้ขึ้นและลูกศรชี้ลง เพื่อเลือกรายการต่างๆได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว การทำงานในแต่ละขั้นตอนมีการทำงานอย่างถูกต้อง รายการหลักสามารถเลือกดำเนินการได้ดังนี้

1.1.3.1 สามารถดำเนินการเกี่ยวกับการป้อนข้อมูล เพิ่มเติม แก้ไขลบข้อมูล และสร้างไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลได้ นอกจากนี้ข้อมูลเก่าสามารถเรียกนำมาวิเคราะห์ได้อีก และสามารถแก้ไขข้อมูลเก่าที่มีการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดได้อีกด้วย

1.1.3.2 โปรแกรมสามารถคำนวณค่าสถิติพื้นฐานดังนี้

1.1.3.2.1 ค่าเฉลี่ย (mean)

1.1.3.2.2 ความแปรปรวน (variance)

1.1.3.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

1.1.3.2.4 ความเบ้ (skewness)

1.1.3.2.5 ความโด่ง (kurtosis)

1.1.3.2.6 พิสัย (range)

1.1.3.2.7 ค่าสูงสุด (maximum)

1.1.3.2.8 ค่าต่ำสุด (minimum)

1.1.3.2.9 จำนวนข้อมูล

1.1.3.3 โปรแกรมสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ดังนี้

1.1.3.3.1 คะแนนแปลงที่ได้จากการเทียบมาตราคะแนนแบบสอบเทียบมาตรา จากฉบับหนึ่ง (ฟอร์ม Y) ไปยังแบบสอบเทียบมาตราอีกฉบับหนึ่ง (ฟอร์ม X) โดยใช้แบบสอบร่วมภายนอกฟอร์ม U (external anchor test) ด้วยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ตามวิธีของ Lord โดยคะแนนแปลงที่ได้มีลักษณะดังนี้

(1) คะแนนแปลงที่ได้จากการเทียบมาตราคะแนนแบบสอบเมื่อแบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงเท่ากัน (equally reliable test)

(2) คะแนนแปลงที่ได้จากการเทียบมาตราคะแนนแบบสอบเมื่อแบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงไม่เท่ากัน (uneqally reliable test)

1.1.3.3.2 ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (error variance and standard deviation equating)ของการเทียบมาตรา

1.1.1.3.4 โปรแกรมสามารถคำนวณคะแนนมาตรฐานที(T-score) และคะแนนมาตรฐานซี(z-score)ได้

1.1.4 โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ต่างๆ บนจอภาพดังนี้

1.1.4.1 แสดงผลลัพธ์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ความเบ้, ความโด่ง, พิสัย, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุดและจำนวนข้อมูล โดยการแสดงผลลัพธ์ออกมานั้น จะแสดงครั้งละวิชา โดยออกมาเป็นห้องและรวมทั้งหมด

1.1.4.2 แสดงผลลัพธ์คะแนนแปลง(X^*) ในส่วนนี้ ผู้ใช้ต้องเลือกรูปแบบการแสดงผลตามสถานการณ์การแปลงคะแนนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง คือ 1) กรณีที่แบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงเท่ากัน และ 2) กรณีที่แบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงไม่เท่ากัน และการพิมพ์คะแนนแปลง (X^*) จะพิมพ์จากคะแนนต่ำสุดไปยังคะแนนสูงสุด

1.1.4.3 แสดงผลความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (error variance and standard deviation of equating : SE^2_y, SE_y) จะแสดงจากค่าต่ำสุดไปยังค่าสูงสุด โดยแสดงในรูปตาราง ซึ่งมี 3 ส่วน คือ 1) คะแนนแปลง (X^*) 2)ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (SE^2_y) และ 3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (SE_y)

1.1.4.4 แสดงคะแนนมาตรฐานที (T-score)และคะแนนมาตรฐานซี (z-score) ของแต่ละวิชาได้ โดยการแสดงคะแนนมาตรฐานซีและทีนั้นจะแสดงจากคะแนนต่ำสุดไปยังคะแนนสูงสุด

1.1.5 โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ได้ดังนี้

1.1.5.1 พิมพ์ค่าสถิติพื้นฐานของแต่ละวิชา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ความแปรปรวน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ความเบ้, ความโด่ง, พิสัย, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, และจำนวนข้อมูล โดยเลือกพิมพ์ครั้งละวิชา ในส่วนนี้โปรแกรมสามารถพิมพ์ระบุบอกชื่อไฟล์ (file) ที่ผู้ใช้ได้เก็บข้อมูลไว้ รวมทั้งแสดงระดับชั้นเรียน รหัสวิชา และ วัน เวลา ที่สั่งให้โปรแกรมพิมพ์ออกมาในส่วนนี้ด้วย

1.1.5.2 พิมพ์คะแนนแปลง (X^*) จากคะแนน Y ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลได้สองกรณีดังที่กล่าวมาแล้ว คือ 1)กรณีที่แบบสอบเทียบมาตรา ทั้งสองฉบับมีความเที่ยงเท่ากัน และ2)กรณีที่แบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงไม่เท่ากัน จากทั้งสองกรณีนี้ การพิมพ์คะแนนแปลง (X^*) ที่แปลงจากคะแนน Y จะพิมพ์จาก คะแนนต่ำสุดไปยังคะแนนสูงสุด

1.1.5.3 พิมพ์ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (Error variance and standard deviation of equating : SE^2_y, SE_y) โดยพิมพ์คะแนนแปลง(x^*), พิมพ์ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (SE^2_y) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (SE_y) โดยพิมพ์จากคะแนนแปลงน้อยที่สุดไปยังคะแนนแปลงมากที่สุด

1.1.5.4 พิมพ์คะแนนมาตรฐานซี(z-Score) และคะแนนมาตรฐานที (T-score)ของแต่ละวิชา โดยพิมพ์คะแนนมาตรฐาน จะพิมพ์คะแนนต่ำสุดไปยังคะแนนสูงสุดของแต่ละวิชา โดยเลือกพิมพ์ได้ครั้งละ 1 วิชา

1.1.6 เมื่อมีการวิเคราะห์ข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งแล้ว ก็สามารถป้อนข้อมูล ชุดใหม่ เพื่อทำการวิเคราะห์ได้โดยที่ข้อมูลเดิมจะจะถูกเก็บไว้และไม่ถูกลบออกไป กล่าวคือข้อมูลแต่ละชุดที่ใส่เข้าไปจะมีการบันทึกไว้และในกรณีที่มีการป้อนข้อมูลยังไม่เสร็จสมบูรณ์โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลไว้และสามารถเรียกไฟล์นั้นมาทำการเพิ่มเติมและแก้ไขข้อมูลในไฟล์นั้นๆ ได้ ส่วนการจัดเก็บข้อมูลจะเก็บเป็นลักษณะไฟล์ๆ หนึ่ง และถ้าไม่มีความจำเป็นใช้ไฟล์นี้แล้วก็สามารถทำการลบไฟล์นี้ออกได้

1.2 ผลการทดลองโปรแกรม

การทดลองโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาและสร้างขึ้นนั้นได้ทำการทดลองระบบการทำงานภายในของโปรแกรม(systematic internal review) โดยมีผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

1.2.1 ความถูกต้องของการสร้างแฟ้มข้อมูลและการบันทึกข้อมูล ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลที่ได้ ทำการป้อนข้อมูลชุดนั้นโดยให้โปรแกรมทำงานในแต่ละขั้นตอน แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าเข้าไปนั้น โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลได้หรือไม่ ผลจากการทดลอง พบว่าโปรแกรมสามารถทำการบันทึกข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วนตามจำนวนข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไป ส่วนการเรียกแฟ้มข้อมูลมาดู พบว่าข้อมูลที่ได้บันทึกไว้สามารถบันทึกได้ตรงตามที่สั่งและถ้ามีการสั่งลบข้อมูล ก็จะมีการลบข้อมูลออกจริงตามคำสั่งทุกขั้นตอน ดังนั้น แสดงว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ทุกขั้นตอน

1.2.2 ความแม่นยำของการคำนวณหรือผลการวิเคราะห์ ตลอดจนการแสดงผลลัพธ์บนจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ มีความถูกต้องตรงกัน ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นด้วย

การแสดงผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมากับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข (ใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ซึ่งผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1.2.2.1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X กับ คะแนนแบบสอบร่วมฟอร์ม U (กลุ่ม α) แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนจากแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X และคะแนนจากแบบสอบร่วมฟอร์ม U ทั้งฉบับในกลุ่ม α

ค่าสถิติ	โปรแกรม		เครื่องคิดเลข	
	ฟอร์ม X	ฟอร์ม U	ฟอร์ม X	ฟอร์ม U
$\bar{X}$	21.740	7.970	21.7400	7.970
S^2	47.221	11.285	47.221	11.285
S	6.871	3.359	6.871	3.359
SK.	0.400	0.644	0.400	0.644
Ku.	-0.551	0.234	-0.551	0.234
Range	30.000	18.000	30.000	18.000

1.2.2.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y กับ คะแนนแบบสอบร่วมฟอร์ม U (กลุ่ม β) แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนแบบสอบเทียบมาตรา ฟอร์ม Y และคะแนนแบบสอบร่วมฟอร์ม U ทั้งฉบับ ในกลุ่ม β

ค่าสถิติ	โปรแกรม		เครื่องคิดเลข	
	ฟอร์ม Y	ฟอร์ม U	ฟอร์ม Y	ฟอร์ม U
$\bar{Y}$	21.413	7.895	21.413	7.895
S^2	55.466	10.217	55.466	10.217
S	7.447	3.196	7.447	3.196
SK.	0.490	0.845	0.490	0.845
Ku.	-0.348	0.581	-0.348	0.581
Range	35.000	17.000	35.000	17.000

1.2.2.3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบร่วมฟอร์ม U ทั้งกลุ่ม α และ β แสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนจากแบบสอบร่วม ฟอร์ม U รวมสองกลุ่ม(กลุ่ม α และกลุ่ม β)

ค่าสถิติ	โปรแกรม	เครื่องคิดเลข
	ฟอร์ม U	ฟอร์ม U
$\bar{U}$	7.932	7.932
S^2	10.734	10.734
S	3.276	3.276
SK.	0.740	0.740
Ku.	0.399	0.399
Range	18.000	18.000

จากตารางที่ 9,10 และ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ความแปรปรวน(S^2), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S), ความเบ้(Sk), ความโด่ง (Ku) และพิสัย ระหว่างการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนากับการคำนวณด้วย เครื่องคิดเลข ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลถูกต้องตรงกันทุกประการ

1.2.2.4 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนแปลงจากแบบ สอบเทียบมาตราฟอร์ม Y ไปสู่คะแนนของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X โดยแบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับ ผู้วิจัยได้ใช้สูตร KR 21 ในการหาค่าความเที่ยง ซึ่งได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 และ 0.81 ตามลำดับ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คะแนนที่ได้จากการสอบแบบสอบเทียบมาตราทั้งฟอร์ม X และฟอร์ม Y (กลุ่ม α และกลุ่ม β) และคะแนนจากแบบสอบร่วมฟอร์ม U ทั้งสองกลุ่ม (กลุ่ม α และกลุ่ม β) มาจัดแยกตามลักษณะของการเทียบมาตราเชิงเส้นตรง จากนั้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปร แกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา แล้วนำผลที่ได้ตรวจสอบกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข จากการประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ตามวิธีของ Lord ดังสมการที่ (4)-(7) เพื่อนำค่าที่ได้ ไปคำนวณหาจุดตัด (intercept) และความชัน (slope) ดังสมการที่ (8)-(9) เพื่อนำค่าเหล่านี้ไปเทียบคะแนนในสมการเส้นตรงในสมการที่ (2) (หน้า 12!) ทำให้ได้คะแนนแปลงจากแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Yไปสู่คะแนนของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X จากนั้นแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ข้อมูลด้วยโปรแกรมฯ กับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์คะแนนแปลงจากแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y ไปสู่คะแนนของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X เมื่อแบบสอบเทียบมาตรามีความเที่ยงไม่เท่ากัน (r_{tt}=0.84 และ 0.81 ตามลำดับ)

	X^*			X^*	
Y	โปรแกรม	เครื่องคิดเลข	Y	โปรแกรม	เครื่องคิดเลข
1	5.4280	5.4287	21	20.8600	20.8598
2	6.1996	6.1994	22	21.6316	21.6314
3	6.9712	6.9710	23	22.4032	22.4030
4	7.7428	7.7426	24	23.1748	23.1746
5	8.5144	8.5142	25	23.9464	23.9462
6	9.2860	9.2858	26	24.7180	24.7178
7	10.0576	10.0574	27	25.4896	25.4894
8	10.8292	10.8290	28	26.2612	26.2610
9	11.6008	11.6006	29	27.0328	27.0326
10	12.3724	12.3722	30	27.8044	27.8042
11	13.1440	13.1438	31	28.5760	28.5758
12	13.9156	13.9154	32	29.3476	29.3474
13	14.6872	14.6870	33	30.1192	30.1190
14	15.4588	15.4586	34	30.8908	30.8906
15	16.2304	16.2302	35	31.6624	31.6622
16	17.0020	17.0018	36	32.4340	32.4338
17	17.7736	17.7734	37	33.2056	33.2054
18	18.5452	18.5450	38	33.9772	33.9770
19	19.6168	19.6166	39	34.7488	34.7486
20	20.0884	20.0882	40	35.5204	35.5202

จากตารางที่ 12 ผลการแสดงคะแนนแปลงจากแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม Y ไปสู่คะแนนของแบบสอบเทียบมาตราฟอร์ม X ค่าที่ได้จะต่างกันเล็กน้อยในส่วนของทศนิยม

Lord ได้เสนอสูตรคำนวนในการแปลงคะแนน ในกรณีที่แบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับ (ฟอร์ม X และฟอร์ม Y) มีความเที่ยงเท่ากัน ดังนั้นในส่วนนี้ผู้จัยได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมา เพื่อให้ประมวลผลคะแนนแปลงในกรณีที่แบบสอบเทียบมาตราทั้งสองฉบับมีความเที่ยงเท่ากัน (equally reliable tests) ดังนั้น ผู้ใช้สามารถเลือกใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา ถ้าต้องการแปลงคะแนนจากแบบสอบเทียบมาตราที่มีความเที่ยงเท่ากันโดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ยังคงใช้สูตรในสมการที่ (4)-(7) (หน้า 17-18) จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าจุดตัด (intercept) และความชัน (slope) ในสมการที่ (10) และ (11) (หน้า 18) เพื่อทำการเทียบคะแนนเชิงเส้น ดังสมการที่ (2)(หน้า 12)

1.2.2.5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (error variance and standard deviation of equating) ซึ่งเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงความแม่นยำในการเทียบ มาตราเชิงเส้นตรง ซึ่ง Lord ได้เสนอสูตร ในสมการที่ (14) (หน้า 19) จากนั้นผู้วิจัยจึงได้แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนากับเครื่องคิดเลขดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (error variance and standard deviation of equating : SE^2_y, SE_y)

Y	X^*				Y	X^*			
	โปรแกรม		เครื่องคิดเลข			โปรแกรม		เครื่องคิดเลข	
	SE_y	SE^2_y	SE_y	SE^2_y		SE_y	SE^2_y	SE_y	SE^2_y
1	1.2132	1.4719	1.2132	1.4719	17	0.5686	0.3234	0.5687	0.3234
2	1.1652	1.3578	1.1652	1.3578	18	0.5472	0.2995	0.5472	0.2995
3	1.1177	1.2494	1.1177	1.2494	19	0.5302	0.2812	0.5303	0.2812
4	1.0707	1.1466	1.0708	1.1467	20	0.5182	0.2686	0.8183	0.2686
5	1.0244	1.0495	1.0245	1.0496	21	0.5114	0.2616	0.5115	0.2616
6	0.9787	0.9580	0.9788	0.9580	22	0.5100	0.2602	0.5101	0.2603
7	0.9338	0.8721	0.9339	0.8722	23	0.5142	0.2645	0.5143	0.2645
8	0.8898	0.7919	0.8899	0.7919	24	0.5238	0.2744	0.5239	0.2744
9	0.8469	0.7173	0.8469	0.7174	25	0.5385	0.2900	0.5385	0.2900
10	0.8051	0.6483	0.8052	0.6484	26	0.5577	0.3111	0.5578	0.3112
11	0.7748	0.5850	0.7649	0.5850	27	0.5813	0.3380	0.5814	0.3380
12	0.7261	0.5273	0.7262	0.5274	28	0.6086	0.3704	0.6086	0.3704
13	0.6894	0.4753	0.6894	0.4753	29	0.6391	0.4085	0.6391	0.4085
14	0.6548	0.4288	0.6549	0.4288	30	0.6724	0.4522	0.6725	0.4522
15	0.6228	0.3880	0.6229	0.3881	31	0.7081	0.5015	0.7082	0.5016
16	0.5940	0.3529	0.5940	0.3529	32	0.7459	0.5565	0.7460	0.5565

ตารางที่ 14 (ต่อ)ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรา (Error variance and standard deviation of equating : $S E^2_y$, $S E_y$)

Y	X* โปรแกรม		X* เครื่องคิดเลข		Y	X* โปรแกรม		X* เครื่องคิดเลข	
	$S E_y$	$S E^2_y$	$S E_y$	$S E^2_y$		$S E_y$	$S E^2_y$	$S E_y$	$S E^2_y$
33	0.7855	0.6171	0.7856	0.6171	37	0.9570	0.9159	0.9570	0.9159
34	0.8266	0.6833	0.8266	0.6834	38	1.0023	1.0047	1.0023	1.0047
35	0.8690	0.7553	0.8691	0.7553	39	1.0484	1.0992	1.0484	1.0992
36	0.9125	0.8328	0.9126	0.8328	40	1.0950	1.1992	1.0951	1.1992

จากตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนการเทียบมาตรา (error variance and standard deviation of equating) ด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข จะเห็นว่าค่าที่ได้แตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของทศนิยม

จากตารางที่ 12,13 และ 14 จะพบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล ระหว่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข พบว่าทุกๆค่า แตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของทศนิยม ทั้งนี้สูตรที่ใช้ในการคำนวณดังกล่าว มีความยุ่งยาก และซับซ้อนมากกว่าการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ดังนั้น การคำนวณหรือการประมวลผลข้อมูล ด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา จะให้ค่าทุกค่าสูงกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข

1.2.3 ความเชื่อถือได้ของระบบในการใช้งาน สามารถตรวจสอบได้ โดยสั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมือนกัน 2 ครั้งแล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 ครั้ง มีความถูกต้องตรงกัน แสดงว่าโปรแกรมมีระบบในการใช้งานที่เชื่อถือได้

1.2.4 การตรวจสอบต่อความผิดพลาดของผู้ใช้ จากการทดสอบโปรแกรมโดยการทดลองใส่ข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ป้อนข้อมูลผิด หรือป้อนข้อมูลเกินความเป็นจริง ตลอด

จนการสั่งงานไม่เป็นไปตามขั้นตอน เช่น มีการป้อนคะแนนมากกว่าคะแนนเต็ม หรือมีการป้อนจำนวนนักเรียนมากกว่าที่ระบุไว้ในตอนต้น เมื่อสั่งให้โปรแกรมทำงานโปรแกรมจะมีเสียงเตือนและมีข้อความปรากฏแสดงให้เห็น เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลให้ถูกต้อง โปรแกรมจึงจะทำงานต่อไป ดังนั้นในส่วนนี้ แสดงว่าโปรแกรมมีการตรวจสอบต่อความผิดพลาดจากผู้ใช้โปรแกรม

1.2.5 การสั่งงานได้ตรงตามความต้องการจากการทดลองให้โปรแกรมทำงานทุกขั้นตอนพบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามที่สั่ง

2. ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรม

ในการประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงตามแนวนอนโดยใช้แบบสอบร่วม ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินชนิดมาตรประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีทั้งหมด 25 ข้อ แต่ละข้อแบ่งช่วงการประเมินเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ให้ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 แทน เห็นด้วย
3 แทน ไม่แน่ใจ
2 แทน ไม่เห็นด้วย
1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากนั้นนำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในที่นี้คือผู้ทำหน้าที่งานวัดผลและวิจัยในสถานศึกษาต่างๆ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 14 ท่าน โดยแต่ละท่านที่จะทำการประเมินนั้น ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้อธิบายวัตถุประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นมาพร้อมการสาธิตการใช้โปรแกรมในแต่ละขั้นตอน จากนั้นผู้วิจัยได้ให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นพร้อมคู่มือการใช้โปรแกรมท่านละ 1 ชุด ให้ผู้ประเมินได้ทำการประเมินเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยทำการประเมินในส่วนต่อไปนี้

1. ความสามารถพื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรม
2. คู่มือการใช้โปรแกรม
3. ประสิทธิภาพของโปรแกรมระหว่างการใช้งาน
4. ด้านการนำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์

ซึ่งผลการประเมินโปรแกรมด้านต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญมีผลดังนี้

1. ความสามารถพื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรม

ตารางที่ 15 แสดงผลความสามารถพื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรม

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	$\bar{X}$	S
1	ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก็สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้	4.43	0.8516
2	ผู้ใช้โปรแกรมควรจบทางด้าน วัดผลการศึกษา	3.35	1.2774
3	ผู้ใช้โปรแกรมไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการพิมพ์ดีด ก็สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้	3.57	1.0163

จากตารางที่ 15 จะเห็นว่าการประเมินโปรแกรมโดยผู้ใช้โปรแกรม ในด้านความสามารถพื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรมนั้น ผู้ประเมินค่อนข้างเห็นด้วยว่า ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เท่าใดนักก็สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ แต่ในขณะ เดียวกันผู้ประเมินเห็นด้วยว่า ผู้ใช้โปรแกรม ควรเป็นผู้มีความรู้ทางด้านการวัด และประเมินผลทางการศึกษา

2. การประเมินคู่มือการใช้โปรแกรม

ตารางที่ 16 แสดงผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรม

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	$\bar{X}$	S
1	อธิบายวัตถุประสงค์ของโปรแกรมได้ชัดเจน	4.50	0.5188
2	อธิบายวิธีการใช้โปรแกรมเป็นลำดับขั้น	4.36	0.4972
3	ภาษาอ่านเข้าใจง่าย	4.28	0.4688
4	มีรูปภาพประกอบการใช้โปรแกรม	4.27	1.0509
5	เนื้อหามีความยาวพอเหมาะ	4.93	0.7300
6	เนื้อหามีความชัดเจน	4.00	0.9607

จากตารางที่ 16 การประเมินโปรแกรมด้านคู่มือการใช้โปรแกรม ผู้ประเมินโปรแกรม เห็นด้วยอย่างยิ่งว่า คู่มือการใช้โปรแกรม อธิบายวัตถุประสงค์ของการใช้โปรแกรมได้ชัดเจนผู้ประเมินโปรแกรมยังค่อนข้างเห็นด้วยว่า คู่มือการใช้โปรแกรมมีการการอธิบายวิธีการใช้โปรแกรมเป็นลำดับขั้น รวมทั้งภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย มีรูปภาพอธิบายประกอบการใช้โปรแกรมอย่างเป็นลำดับขั้น ในด้านเนื้อหาก็มีความยาวพอเหมาะ

3. การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมระหว่างการใช้โปรแกรม

ตารางที่ 17 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมระหว่างการใช้โปรแกรม

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	S.D.
1	คำแนะนำการใช้ขั้นตอนต่างๆ บนจอภาพขณะใช้โปรแกรมสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.14	1.0271
2	ผู้ใช้ป้อนข้อมูลได้สะดวก	4.36	0.8419
3	โปรแกรมคำนวณได้รวดเร็ว	4.86	0.3631
4	โปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติต่างๆ บนจอภาพได้อย่างครบถ้วน	4.36	0.7449
5	ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดได้	4.36	0.6333
6	ผลการวิเคราะห์พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ถูกต้อง	4.43	0.5135
7	โปรแกรมง่ายต่อการใช้งาน	4.28	0.4688
8	ผลคำนวณจากโปรแกรมถูกต้องแม่นยำ	4.21	0.4258
9	ผู้ใช้เก็บข้อมูลบางส่วนไว้ในไฟล์ได้ กรณีที่มีการป้อนข้อมูลยังไม่เสร็จสมบูรณ์	4.50	0.5188
10	คำแนะนำการใช้โปรแกรมมีความสอดคล้อง	4.28	0.4688
11	โปรแกรมมีการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ใช้โปรแกรม	4.07	0.6157

จากตารางที่ 17 การประเมินโปรแกรมด้านประสิทธิภาพของโปรแกรมระหว่างการใช้โปรแกรม ผู้ประเมินเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าโปรแกรมสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และใน

ขณะเดียวกัน ผู้ใช้ป้อนข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ก็สามารถเก็บข้อมูลบางส่วนไว้ในไฟล์ได้ และ จะทำการป้อนข้อมูลต่อเมื่อใดก็ได้ ส่วนรายการที่ผู้ประเมินค่อนข้างเห็นด้วยคือ ผลการวิเคราะห์บนจอภาพและทางเครื่องพิมพ์แสดงผลได้อย่างถูกต้องและตรงกัน ส่วนการป้อนข้อมูลผู้ประเมินต่างเห็นด้วยว่า การป้อนข้อมูล ป้อนได้ง่าย สะดวก รวมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลบางส่วนที่เกิดจากการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดได้ ส่วนคำแนะนำในคู่มือ กับการใช้โปรแกรมมีความสอดคล้องกัน ทำให้โปรแกรมง่ายต่อการใช้งาน และใช้ได้อย่างถูกต้อง ผู้ประเมินยังเห็นด้วยอีกว่าผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรมมีความถูกต้องและแม่นยำ

4. การประเมินด้านการนำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินด้านการนำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์

ข้อที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S
1	ค่าสถิติต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรมนี้ มีความเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในการเรียน การสอน และการสอบ	4.64	0.4972
2	ผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมนี้ สามารถนำข้อมูลเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงการเรียนการสอน ในแต่ละโรงเรียนให้มีมาตรฐานเดียวกัน	4.07	0.7300
3	โปรแกรมนี้ช่วยให้คะแนนแต่ละโรงเรียนมีมาตรฐานยิ่งขึ้น	4.07	0.9168
4	โปรแกรมนี้ช่วยให้คะแนนผลสัมฤทธิ์แต่ละวิชาแต่ละโรงเรียนสามารถเปรียบเทียบกันได้	4.28	0.6112
5	มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการเปรียบเทียบผลการเรียน	4.50	0.5188

จากตารางที่ 18 จากการประเมินด้านการนำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์ ผู้ประเมินค่อนข้างเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า ค่าสถิติต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรมนี้ มีความเพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการเรียน การสอน และการสอบ มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการเปรียบเทียบผลการเรียน และผู้ประเมินค่อนข้างเห็นด้วยว่า โปรแกรมนี้ยังช่วยแปลงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเดียวกันของแต่ละโรงเรียน มีความหมายที่เปรียบเทียบกันได้ และยังนำผลการวิเคราะห์ไปปรับปรุงการเรียนการสอนในแต่ละโรงเรียนให้มีมาตรฐานเดียวกันได้