

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีรายละเอียดของประชากร กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนวัดพลับพลาชัย ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด คือ มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และเป็นโรงเรียนที่ยินดีให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยได้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 136 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 ฉบับ ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 แบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการบวก

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการลบ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการคูณ

ฉบับที่ 4 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการหาร

ส่วนที่ 2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเป็น 4 โปรแกรมย่อย คือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการบวก
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการลบ
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการคูณ
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการหาร

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์

ตอนที่ 2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์

รายละเอียดในแต่ละตอนมีดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ป.3

การสร้างแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ป.3 มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้น ป.1 - ป.3 เอกสารการตอนที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการวิเคราะห์ลำดับชั้นของเนื้อหาในเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร ซึ่งได้ลำดับชั้นของเนื้อหาในแต่ละเรื่องดังนี้

1.1 การบวก ประกอบด้วย 21 เนื้อหาตามลำดับ ดังนี้

1.1.1 จำนวน 1-5 และ 0

- 1.1.2 จำนวน 6-10
 - 1.1.3 จำนวน 11-20
 - 1.1.4 จำนวน 21-100
 - 1.1.5 หลักเลขและค่าประจำหลักหน่วย และหลักสิบ
 - 1.1.6 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 5
 - 1.1.7 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 9
 - 1.1.8 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 20
 - 1.1.9 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 100
 - 1.1.10 จำนวน 101-1,000
 - 1.1.11 หลักเลขและค่าประจำหลักหน่วย หลักสิบ และหลักร้อย
 - 1.1.12 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 1,000
 - 1.1.13 จำนวน 1,001-10,000
 - 1.1.14 หลักเลขและค่าประจำหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย และหลักพัน
 - 1.1.15 การเปรียบเทียบจำนวนที่มีค่าไม่เกิน 10,000
 - 1.1.16 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 5
 - 1.1.17 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 9
 - 1.1.18 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 20
 - 1.1.19 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 100
 - 1.1.20 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 1,000
 - 1.1.21 การบวกจำนวน 2 จำนวน ซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 10,000
- 1.2 การลบ ประกอบด้วยเนื้อหา 7 เนื้อหาตามลำดับ ดังนี้
- 1.2.1 การลบจำนวน 2 จำนวน ซึ่งตัวตั้งมีค่าไม่เกิน 5
 - 1.2.2 การลบจำนวน 2 จำนวน ซึ่งตัวตั้งมีค่าไม่เกิน 9
 - 1.2.3 การลบจำนวน 2 จำนวน ซึ่งตัวตั้งมีค่าไม่เกิน 20
 - 1.2.4 การลบจำนวน 2 จำนวน ที่ตัวตั้งมีตของหลักและไม่มีการกระจาย
 - 1.2.5 การลบจำนวน 2 จำนวน ที่ตัวตั้งมีตของหลักและมีการกระจาย
 - 1.2.6 การลบจำนวน 2 จำนวน ที่ตัวตั้งมีค่าไม่เกิน 1,000
 - 1.2.7 การลบจำนวน 2 จำนวน ที่ตัวตั้งมีค่าไม่เกิน 10,000

1.3 การคูณ ประกอบด้วย 6 เนื้อหาตามลำดับ ดังนี้

1.3.1 การนับเพิ่ม

1.3.2 การคูณเบื้องต้น

1.3.3 การคูณระหว่างจำนวนที่มี 1 หลัก กับจำนวนที่มี 2 หลัก

1.3.4 การคูณระหว่างจำนวนที่มี 1 หลัก กับจำนวนที่มี 3 หลัก

1.3.5 การคูณระหว่างจำนวนที่มี 1 หลัก กับจำนวนที่มี 4 หลัก

1.3.6 การคูณระหว่างจำนวนที่มี 2 หลัก กับจำนวนที่มี 2 หลัก

1.4 การหาร ประกอบด้วยเนื้อหา 6 เนื้อหาตามลำดับ ดังนี้

1.3.1 การนับลด

1.3.2 การหารเบื้องต้น

1.3.3 การหารจำนวนที่ตัวตั้งเป็นจำนวนที่มี 1 หลัก

1.3.4 การหารจำนวนที่ตัวตั้งเป็นจำนวนที่มี 2 หลัก

1.3.5 การหารจำนวนที่ตัวตั้งเป็นจำนวนที่มี 3 หลัก

1.3.6 การหารจำนวนที่ตัวตั้งเป็นจำนวนที่มี 4 หลัก

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามลำดับชั้นการเรียนรู้เนื้อหาในเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร ที่วิเคราะห์ได้ในชั้นที่ 1 ได้ผลดังตารางที่ 1 (รายละเอียดของจุดประสงค์เสนอ ในภาคผนวก ข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของจุดประสงค์การเรียนรู้ของทักษะการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำแนกตามระดับชั้น

ทักษะ	จำนวนจุดประสงค์ในแต่ละระดับชั้น			รวม จำนวน(ร้อยละ)
	ป.1 จำนวน(ร้อยละ)	ป.2 จำนวน(ร้อยละ)	ป.3 จำนวน(ร้อยละ)	
1. การบวก				
1.1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน	11 (11.34)	4 (4.12)	4 (4.12)	19 (19.59)
1.2 การบวก	7 (7.22)	6 (6.19)	7 (7.22)	20 (20.66)
2. การลบ	10 (10.31)	5 (5.15)	8 (8.25)	23 (23.71)
3. การคูณ	3 (3.09)	7 (7.22)	10 (10.31)	20 (20.62)
4. การหาร	5 (5.15)	6 (6.19)	4 (4.12)	15 (15.46)
รวม	36 (37.11)	28 (28.87)	33 (34.02)	97 (100.00)

3. ดำเนินการสร้างแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ โดยสร้างเป็นแบบสอบประเภทเติมคำตอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนจุดประสงค์การเรียนรู้ละ 4 ข้อ ได้จำนวนข้อสอบในแต่ละฉบับดังนี้

แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการบวก	จำนวน	156	ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการลบ	จำนวน	92	ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการคูณ	จำนวน	80	ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการหาร	จำนวน	60	ข้อ

ซึ่งสามารถจำแนกจำนวนข้อสอบของแต่ละทักษะตามระดับชั้นได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของข้อสอบในแบบสอบทักษะการบวก การลบ การคูณ และการหาร
จำแนกตามระดับชั้น

ทักษะ	จำนวนข้อสอบในแต่ละระดับชั้น			รวม จำนวน(ร้อยละ)
	ป.1 จำนวน(ร้อยละ)	ป.2 จำนวน(ร้อยละ)	ป.3 จำนวน(ร้อยละ)	
1. การบวก				
1.1 ความเข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับจำนวน	44 (11.34)	16 (4.12)	19 (4.12)	76 (19.58)
1.2 การบวก	28 (7.22)	24 (6.19)	28 (7.22)	80 (20.63)
2. การลบ	40 (10.31)	20 (5.15)	32 (8.25)	92 (23.71)
3. การคูณ	12 (3.09)	28 (7.22)	40 (10.31)	80 (20.62)
4. การหาร	20 (5.15)	24 (6.19)	16 (4.12)	60 (15.46)
รวม	144 (37.11)	112 (28.87)	132 (34.02)	388 (100.00)

4. นำแบบสอบทั้ง 4 ฉบับที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ โดยใช้วิธีการตัดสินความสอดคล้องของไควเนลลีและแอมเบอร์ตัน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : item-objective congruence) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

พบว่าข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอให้ปรับข้อสอบบางข้อในเนื้อหาการใช้ตัวเลขแทนจำนวน 21 - 100 ให้สื่อความหมายได้ชัดเจนขึ้น และให้ปรับข้อคำถามในเนื้อหาการนับเพิ่มในจุดประสงค์ที่ 1 และ 2 ปรับข้อคำถามในเนื้อหาเรื่องการนับลด จุดประสงค์ที่ 1 ให้ชัดเจนขึ้น

ตัวอย่างข้อสอบ เนื้อหาเรื่องการนับเพิ่ม จุดประสงค์ที่ 1 ที่มีการปรับ
 “นับเพิ่มที่ละสิบ 3 ครั้งจะได้.....” ปรับเป็น “นับเพิ่มที่ละสิบ 3 ครั้งจะได้เท่าใด”

ตัวอย่างข้อสอบ เนื้อหาเรื่องการนับเพิ่ม จุดประสงค์ที่ 2 ที่มีการปรับ
 “นับเพิ่มที่ละสิบ....ครั้ง จึงจะได้ 60” ปรับเป็น “นับเพิ่มที่ละสิบกี่ครั้งจึงจะได้ 60”

ตัวอย่างข้อสอบ เนื้อหาเรื่องการนับลด จุดประสงค์ที่ 1 ที่มีการปรับ
 “มีดอกไม้อยู่ 25 ดอก นับลดทีละห้า.....ครั้ง จึงจะหมดพอดี”
 ปรับเป็น “มีดอกไม้อยู่ 25 ดอก นับลดทีละห้ากี่ครั้ง จึงจะหมดพอดี”

5. นำแบบสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัด
 โสมนัส จำนวน 32 คน เพื่อดูความชัดเจนของภาษาและคำสั่งที่ใช้ ผลการทดลองให้พบว่าภาษา
 และคำสั่งที่ใช้มีความชัดเจน นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจตรงกันไม่สับสน

6. นำแบบสอบที่ปรับแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบ ใน
 การนำแบบสอบไปเก็บข้อมูลในครั้งนี้ได้แยกแบบสอบเป็น 5 ฉบับ โดยแยกแบบสอบสำหรับตรวจ
 สอบความรอบรู้ในทักษะการบวกเป็นสองฉบับ คือแบบสอบสำหรับตรวจสอบความเข้าใจพื้นฐาน
 เกี่ยวกับจำนวน และแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการบวก เนื่องจากแบบสอบ
 ดังกล่าวมีจำนวนของข้อสอบที่มากข้อ ทำให้ได้จำนวนของข้อสอบในแบบสอบแต่ละฉบับดังนี้

แบบสอบสำหรับตรวจสอบความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน	จำนวน 76 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการบวก	จำนวน 80 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการลบ	จำนวน 92 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการคูณ	จำนวน 80 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการหาร	จำนวน 60 ข้อ

ในการนำแบบสอบทั้ง 5 ฉบับไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยได้ทำการสุ่มข้อสอบ
 ในแต่ละจุดประสงค์มาจุดประสงค์ละ 2 ข้อจาก 4 ข้อซึ่งข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์มีความเป็นคู่
 ขนานกันเนื่องจากเป็นข้อสอบที่ได้จากการสร้างด้วยรูปแบบเดียวกัน ทำให้ได้จำนวนข้อสอบใน
 แบบสอบแต่ละฉบับที่จะนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

แบบสอบสำหรับตรวจสอบความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน	จำนวน 38 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการบวก	จำนวน 40 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการลบ	จำนวน 46 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการคูณ	จำนวน 40 ข้อ
แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการหาร	จำนวน 30 ข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลวัดปรมัยยิก จำนวน 5 ห้องเรียน โดยใช้แบบสอบ 1 ฉบับทดสอบกับนักเรียน 1 ห้องเรียน โดยได้จำนวนนักเรียนที่ทำแบบสอบในแต่ละฉบับดังนี้

ฉบับที่ 1 มีนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบจำนวน	39 คน
ฉบับที่ 2 มีนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบจำนวน	39 คน
ฉบับที่ 3 มีนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบจำนวน	34 คน
ฉบับที่ 4 มีนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบจำนวน	34 คน
ฉบับที่ 5 มีนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบจำนวน	37 คน

จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบสอบ โดยการหาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) และหาค่าความยาก อำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยได้ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบสอบแต่ละฉบับดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน	
มีค่าความเที่ยง	.7882
มีค่าความยากอยู่ในช่วง	.87-1.00
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง	.0000 - .6145

ฉบับที่ 2 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการบวก	
มีค่าความเที่ยง	.8116
มีค่าความยากอยู่ในช่วง	.74 -1.00
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง	.0000 - .7060

ฉบับที่ 3 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการลบ

มีค่าความเที่ยง	.9260
มีค่าความยากอยู่ในช่วง	.41 -1.00
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง	.0000 - .7442

ฉบับที่ 4 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการคูณ

มีค่าความเที่ยง	.8986
มีค่าความยากอยู่ในช่วง	.18 - .97
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง	.0000 - .7709

ฉบับที่ 5 แบบสอบสำหรับตรวจสอบความรู้ในทักษะการหาร

มีค่าความเที่ยง	.7727
มีค่าความยากอยู่ในช่วง	.64 -1.00
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง	.0000 - .7016

ตอนที่ 2 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานของนักเรียนชั้น ป.3

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

ทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้น อันประกอบด้วยทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณและทักษะการหารนั้น เป็นทักษะที่สำคัญมากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ประยูร อาษานาม, 2537) แต่กลับพบว่าปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สำคัญของนักเรียนก็คือการขาดทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน (กรมวิชาการ, 2537; จิวรรณ กิรติกร, 2538) ดังนั้นจึงควรที่จะเร่งแก้ไขปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าว ซึ่งวิธีการหนึ่งที่จะช่วยได้ก็คือการตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานของนักเรียน เพราะหากพบว่านักเรียนยังไม่รอบรู้ในทักษะใด ครูผู้สอนจะได้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่พบเหล่านั้นได้ทันเวลาที่ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาแบบสอบที่มีประสิทธิภาพที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถเหล่านั้น เนื่องจากธรรมชาติของวิชา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลำดับชั้น ดังนั้นในการตรวจสอบความรอบรู้ดังกล่าวจึงควรจะตรวจสอบความสามารถเรียงตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชา ซึ่งนอกจากสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาแล้วยังสอดคล้องกับกระบวนการในการจัดการเรียนการสอนด้วย แต่จากหลักการตรวจสอบความรอบรู้ตามลำดับชั้นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นนั้นต้องดำเนินการทดสอบทีละเนื้อหา และการทดสอบนั้นต้องสามารถทดสอบแบบเดินหน้าคือทดสอบในเนื้อหาที่สูงขึ้นทีละลำดับชั้น และสามารถดำเนินการทดสอบแบบถอยหลังคือทำการทดสอบในเนื้อหาที่ต่ำกว่าลงไปทีละลำดับชั้นได้ เพื่อหาจุดที่นักเรียนเริ่มมีความบกพร่อง ซึ่งการใช้แบบสอบปกติไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเพื่อให้การดำเนินการทดสอบเป็นไปตามกระบวนการตรวจสอบความรอบรู้ที่พัฒนาขึ้น

2. วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปัญหา

จากหลักการตรวจสอบความรอบรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งใช้วิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามลำดับชั้นของเนื้อหานั้น ถ้าใช้แบบสอบปกติจะไม่สามารถกระทำได้นี้เนื่องจากในการตรวจสอบความรอบรู้นั้นจะทำการตรวจสอบทีละจุดประสงค์ของแต่ละเนื้อหาโดยจุดเริ่มต้นของจุดประสงค์ที่จะทำการตรวจสอบได้แก่จุดประสงค์ที่ 1 ของเนื้อหาแรกในระดับชั้น ป.3 ของแต่ละทักษะ เมื่อนักเรียนทำการทดสอบในจุดประสงค์แรกแล้วก็ต้องตรวจทันทีว่านักเรียนมีความรอบรู้ในจุดประสงค์ดังกล่าวหรือไม่ โดยแยกเป็น 2 กรณีคือ กรณีแรก ถ้านักเรียนมีความรอบรู้ในจุดประสงค์แรกแล้ว นักเรียนก็ต้องทำข้อสอบในจุดประสงค์ลำดับที่สูงขึ้นต่อไปทีละจุดประสงค์ จนถึงจุดประสงค์ที่นักเรียนไม่ผ่านซึ่งแสดงว่านักเรียนยังไม่รอบรู้ในจุดประสงค์นั้นของเนื้อหาลำดับชั้นดังกล่าวจึงจะยุติการทดสอบโดยผลของการทดสอบก็จะแสดงให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ผ่านคือจุดประสงค์ที่นักเรียนมีความรอบรู้แล้ว ส่วนจุดประสงค์สุดท้ายที่นักเรียนไม่ผ่านก็คือจุดประสงค์ที่นักเรียนยังไม่รอบรู้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือนักเรียนมีความรอบรู้ถึงจุดประสงค์ที่ต่ำกว่าจุดประสงค์ที่พบว่ายังไม่รอบรู้ 1 ลำดับชั้น

กรณีที่ 2 หากนักเรียนไม่ผ่านในจุดประสงค์แรกที่ทำกรทดสอบอันแสดงถึงนักเรียนยังไม่รอบรู้ในจุดประสงค์ดังกล่าว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบในจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่

ต่ำกว่าเนื้อหาแรก 1 ลำดับชั้น และนักเรียนต้องทำการทดสอบในจุดประสงค์ที่ต่ำกว่าลงไปเรื่อยๆ จนกว่านักเรียนจะสามารถผ่านการทดสอบจึงจะยุติการทดสอบ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ถึงแค่ระดับของจุดประสงค์ที่ผ่าน ส่วนจุดประสงค์ที่ไม่ผ่านก็คือจุดประสงค์ที่นักเรียนยังไม่รอบรู้

จากวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ทางการเรียนดังกล่าวจะเห็นว่าการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบปกตินั้นไม่สามารถกระทำได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย เพื่อให้การทดสอบเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้

2.2 การวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการ

จากปัญหาของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามลำดับชั้นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นนั้น จึงเห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ต้องการนั้นจะต้องสามารถดำเนินการตรวจสอบความรอบรู้ได้ตามกระบวนการที่วางไว้ คือ

2.2.1 กระบวนการในการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

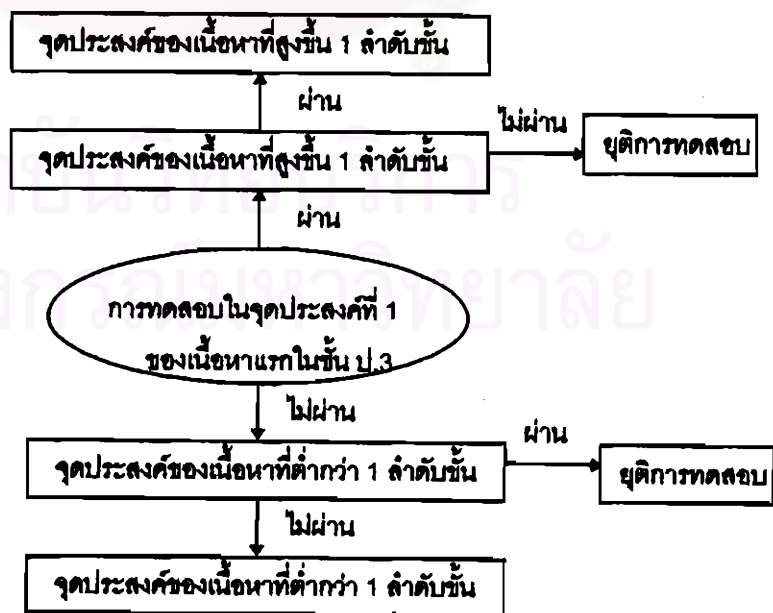
การตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แยกออกเป็น 4 เรื่องตามทักษะพื้นฐาน คือทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณ และทักษะการหาร โดยทำการตรวจสอบความรอบรู้ตามลำดับชั้นการเรียนรู้ในทัศนในเนื้อหาต่างๆดังกล่าว จากมโนทัศน์พื้นฐานไปสู่มโนทัศน์ที่ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินความรอบรู้ตามแนวคิดของอันเดอร์ฮิลล์และไนซีลี (Underhill, 1981; Nicely, 1977 อ้างถึงใน ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) ที่ถือเอาการตอบข้อสอบถูกต้องร้อยละ 75 ของจำนวนข้อทั้งหมดเป็นเกณฑ์บอกว่านักเรียนมีความสามารถในระดับนั้นจริง ดังนั้นถ้านักเรียนทำข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์ของแต่ละเนื้อหาได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่านักเรียนมีความรอบรู้ในจุดประสงค์นั้น หากผลการทดสอบของนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จะถือว่านักเรียนยังไม่มี ความรอบรู้ในจุดประสงค์ดังกล่าว

โดยในแต่ละทักษะจะประกอบด้วยข้อสอบที่เรียงตามลำดับชั้นเนื้อหาจากเนื้อหาพื้นฐานในระดับชั้น ป.1 ไปสู่เนื้อหาที่สูงขึ้นทีละลำดับชั้นจนถึงเนื้อหาสุดท้ายในระดับชั้น ป.3 ในการทำการทดสอบจะมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ การตรวจสอบความรอบรู้โดยรวมในแต่ละทักษะของระดับชั้น ป.3 และการตรวจสอบความรอบรู้เฉพาะจุดประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การตรวจสอบความรอบรู้โดยรวมในระดับชั้น ป.3

เมื่อนักเรียนเลือกการทดสอบเป็นแบบไม่ระบุจุดประสงค์ที่จะทดสอบ ซึ่งหมายถึงเป็นการตรวจสอบความรอบรู้ทั้งหมดของทักษะนั้นในระดับชั้น ป.3 เมื่อเข้าสู่กระบวนการทดสอบ โปรแกรมจะเสนอข้อสอบในจุดประสงค์ที่ 1 ของเนื้อหาแรกๆของระดับชั้น ป.3 โดยใน 1 จุดประสงค์ของแต่ละเนื้อหาจะประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ถ้านักเรียนทำข้อสอบได้ถูกต้อง 3 ใน 4 ข้อ แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ในจุดประสงค์แรกๆของเนื้อหาดังกล่าว โปรแกรมจะทำการเสนอข้อสอบในจุดประสงค์ลำดับถัดไปที่สูงกว่าเดิม 1 ลำดับชั้นเป็นอย่างนี้เรื่อยไป จะยุติการทดสอบก็ต่อเมื่อนักเรียนทำข้อสอบไม่ผ่านในจุดประสงค์ใดจุดประสงค์หนึ่ง หรือนักเรียนสามารถทำการทดสอบได้ผ่านหมดจนถึงจุดประสงค์สุดท้ายของเนื้อหาสุดท้าย

ถ้านักเรียนทำข้อสอบในจุดประสงค์ที่ 1 ของเนื้อหาแรกๆของระดับชั้น ป.3 ไม่ผ่าน โปรแกรมจะเสนอข้อสอบในเนื้อหาที่ต่ำกว่าเนื้อหาดังกล่าวซึ่งก็คือเนื้อหาสุดท้ายในระดับชั้น ป.2 ถ้านักเรียนผ่านก็จะยุติการทดสอบทันที แต่ถ้าไม่ผ่านโปรแกรมก็จะเสนอข้อสอบในจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต่ำกว่าเนื้อหาดังกล่าวลงอีก 1 ลำดับชั้น ทีละจุดประสงค์ จนกว่านักเรียนจะสามารถผ่านในจุดประสงค์ใดจุดประสงค์หนึ่งได้ หรือจนกว่าจะถึงจุดประสงค์ที่ 1 ของเนื้อหาแรกๆของระดับชั้น ป.1 โปรแกรมจึงจะยุติการทดสอบ ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพของการทดสอบได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 2 การทดสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์

2) การตรวจสอบความรอบรู้เฉพาะจุดประสงค์

เมื่อนักเรียนเลือกรายการในการทดสอบเป็นแบบระบุจุดประสงค์ที่ต้องการจะทดสอบ โปรแกรมจะเสนอรายการให้นักเรียนเลือกว่าต้องการจะทำการทดสอบในเนื้อหาใดจุดประสงค์ที่เท่าไร โดยให้นักเรียนพิมพ์ตัวเลขประจำรายการที่ต้องการทดสอบลงไป เมื่อนักเรียนเลือกรายการที่ต้องการทดสอบแล้วโปรแกรมจะทำการเสนอข้อสอบที่ละ 1 ข้อ จนครบ 4 ข้อ เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบโปรแกรมจะรายงานผลให้นักเรียนทราบทันทีว่านักเรียนมีความรอบรู้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาดังกล่าวหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินความรอบรู้เดียวกันกับการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรอบรู้โดยรวมในแต่ละทักษะ

2.2.2 กระบวนการรายงานผลการตรวจสอบความรอบรู้

เมื่อนักเรียนทำการทดสอบเสร็จแล้ว โปรแกรมต้องสามารถรายงานผลการทดสอบให้นักเรียนทราบทันที โดยรูปแบบในการรายงานผลแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ รูปแบบการรายงานผลสำหรับการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์โดยรวมของแต่ละทักษะ และรูปแบบการรายงานผลสำหรับการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรอบรู้เฉพาะจุดประสงค์

2.2.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องสามารถเก็บผลการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนได้ สำหรับให้ครูผู้สอนมาเปิดดูในภายหลัง

2.2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องสามารถจัดพิมพ์ใบรายงานผลการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนได้

2.2.5 ขอบเขตของโปรแกรม

ขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาเขียนโปรแกรม เป็นโปรแกรมแบบสอบสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อันประกอบด้วย 4 ทักษะ คือ ทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณ และทักษะการหาร โดยมีเนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่เนื้อหาแรกในระดับชั้น ป.1 ถึง เนื้อหาสุดท้ายในระดับชั้น ป.3 ที่ได้จากการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพแล้วในชั้นต้น

2.2.6 โปรแกรมแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน

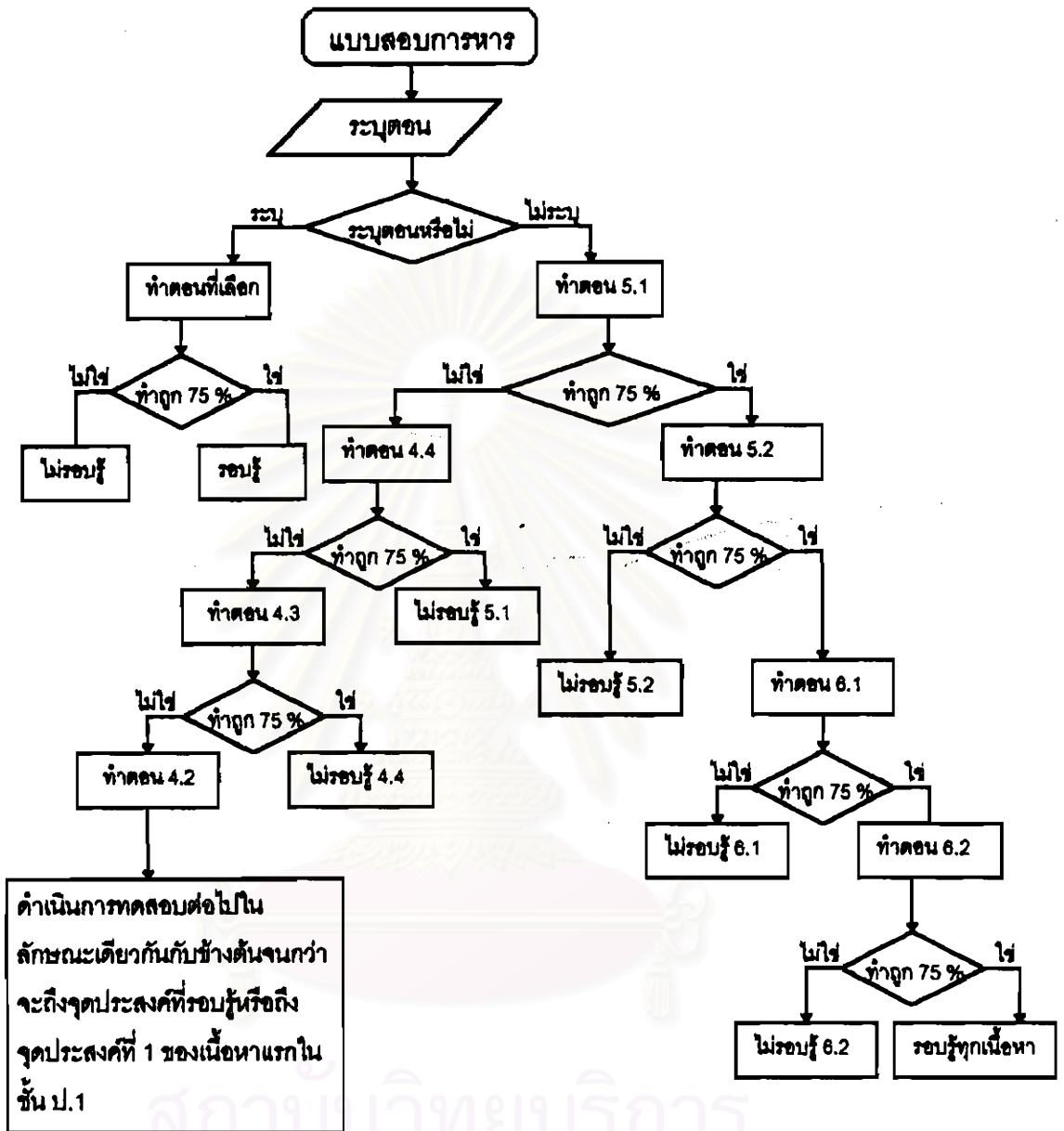
เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณที่คล่องและมีความแม่นยำขึ้น โดยการฝึกทำแบบฝึกหัดจากโปรแกรมแบบฝึกหัดซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในโปรแกรมการทดสอบ ซึ่งโปรแกรมแบบฝึกหัดดังกล่าวนักเรียนสามารถทำการฝึกได้เองโดยลำพังเนื่องจากเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อแล้วโปรแกรมจะทำการตรวจคำตอบของนักเรียนทันทีว่าทำถูกหรือผิดและแสดงผลป้อนกลับให้นักเรียนทราบในรูปแบบของคำชมเมื่อนักเรียนทำถูกต้อง และให้กำลังใจให้นักเรียนพยายามทำต่อไปเมื่อนักเรียนทำผิด ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นที่จะทำให้นักเรียนมีความสนใจและความพยายามที่จะฝึกฝนต่อไป รวมถึงนักเรียนจะได้ทำแบบฝึกหัดที่มีโจทย์ที่หลากหลายแม้นักเรียนจะทำแบบฝึกหัดในเรื่องเดิมเนื่องจากโปรแกรมแบบฝึกหัดดังกล่าวสามารถสร้างโจทย์เองได้โดยไม่ซ้ำกัน ซึ่งการที่นักเรียนได้ฝึกฝนด้วยการทำแบบฝึกหัดบ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณพื้นฐานที่ดี มีความคล่องและแม่นยำในการคิดคำนวณมากขึ้น

3. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้น ป.3 โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 การสร้างผังงาน (flow chart) แสดงการทำงานของโปรแกรม

เมื่อนักเรียนเลือกแบบทดสอบแล้วจะเข้าสู่โปรแกรมสำหรับการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะดังกล่าว ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุว่า จะทดสอบความรอบรู้ทั้งหมดทุกจุดประสงค์ หรือตรวจสอบความรอบรู้เฉพาะจุดประสงค์ใดจุดประสงค์หนึ่ง ซึ่งขั้นตอนในการตรวจสอบความรอบรู้นั้นจะดำเนินการตรวจสอบในลักษณะเดียวกันทุกทักษะ ดังตัวอย่างผังงานแสดงการตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการหารต่อไปนี้

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

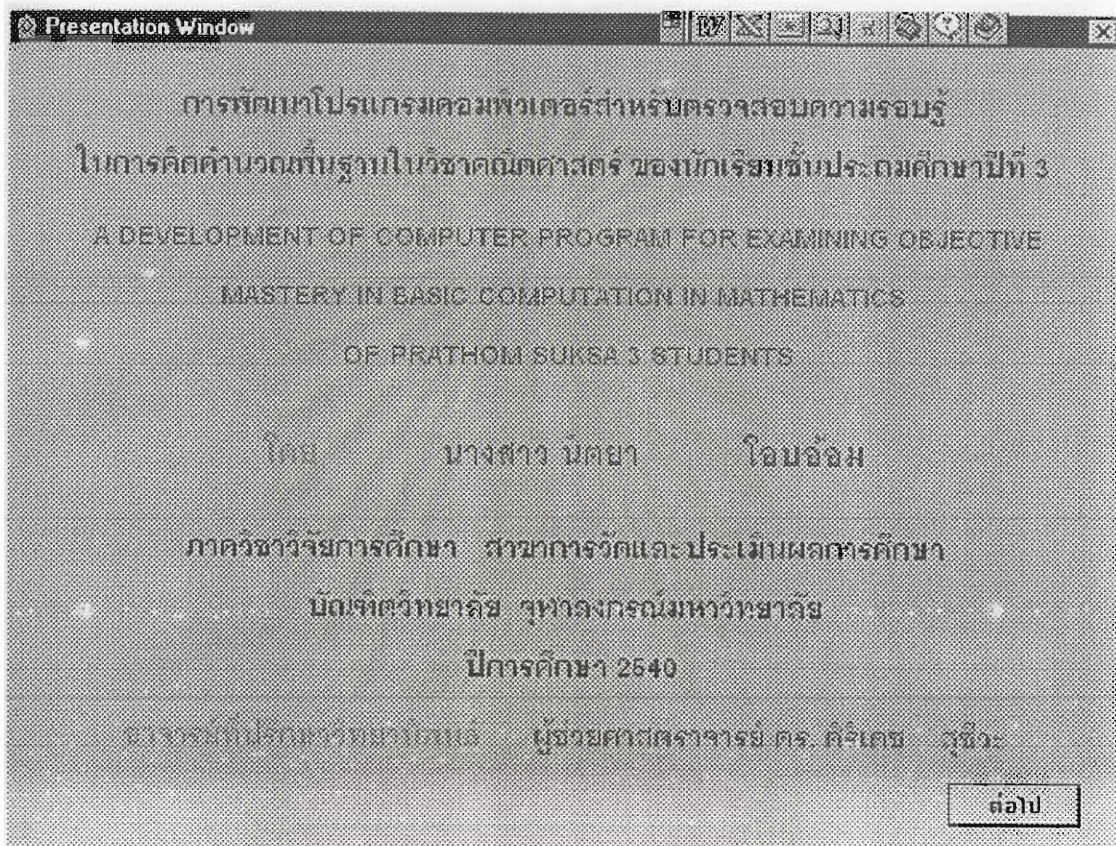


แผนภูมิที่ 3 แสดงตัวอย่างการดำเนินการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในทักษะการหาของโปรแกรม

- หมายเหตุ ⇒ คำว่าตอน เช่น ตอน 4.3 หมายถึง จุดประสงค์ที่ 3 ของเนื้อหาที่ 4
 ⇒ ตอน 5.1 คือจุดประสงค์ที่ 1 ในเนื้อหาแรกของชั้น ป.3 และ ตอน 6.2 คือจุดประสงค์สุดท้ายในเนื้อหาสุดท้ายของชั้น ป.3

3.2 การออกแบบหน้าจอของโปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ออกแบบหน้าจอแสดงโลโก้ของโปรแกรม



ภาพที่ 1 หน้าจอแสดงโลโก้ของโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 การออกแบบหน้าจอสำหรับรับข้อมูลของนักเรียนที่เข้าทดสอบ

ข้อมูลผู้ทดสอบ

พิมพ์ชื่อโรงเรียน
ของนักเรียนสิคะ

ยินดีต้อนรับ

ถ้าพิมพ์เสร็จแล้ว ให้กดแป้น Enter

โปรดเลือกเพศ ชาย หญิง

โปรดกรอกชื่อของนักเรียน
วนิดา

ชั้น/ห้องที่เรียน เลขที่
3/2 7

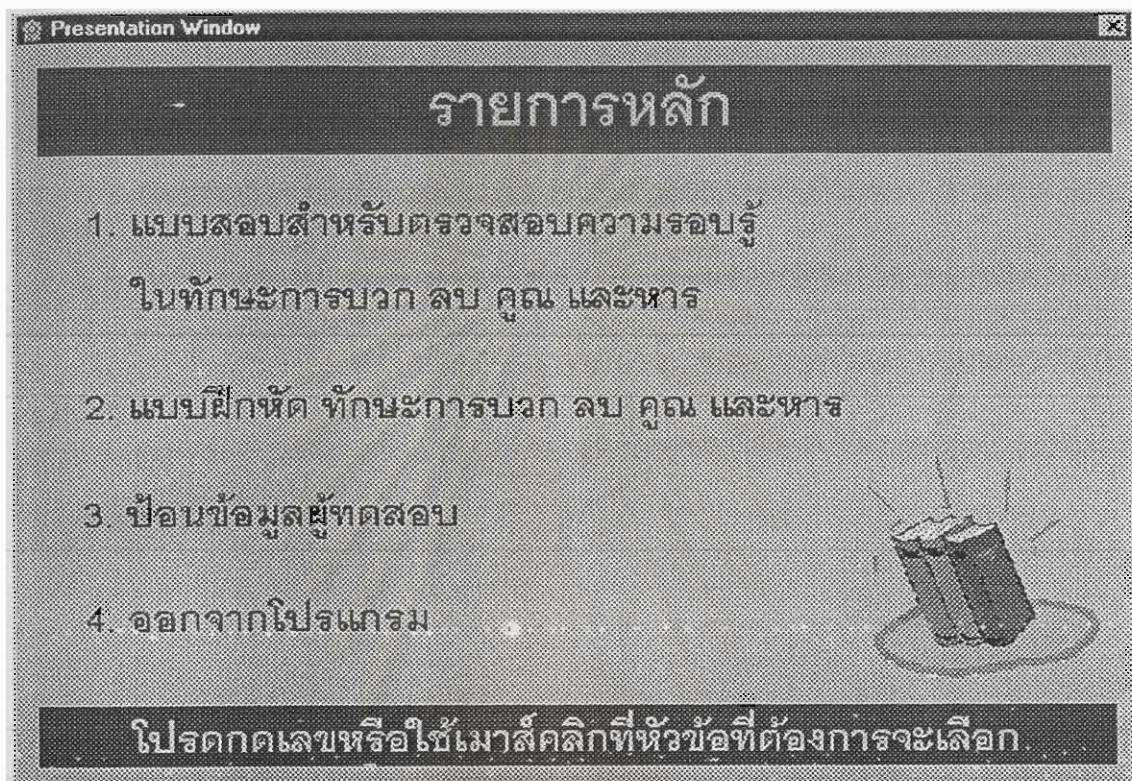
โปรดกรอกชื่อโรงเรียนของนักเรียน
วัดพลับพลาชัย

วันที่ / เวลา : 27/7/98 21:57

ภาพที่ 2 หน้าจอที่รับข้อมูลของผู้ทดสอบที่กรอกข้อมูลเรียนร้อยแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

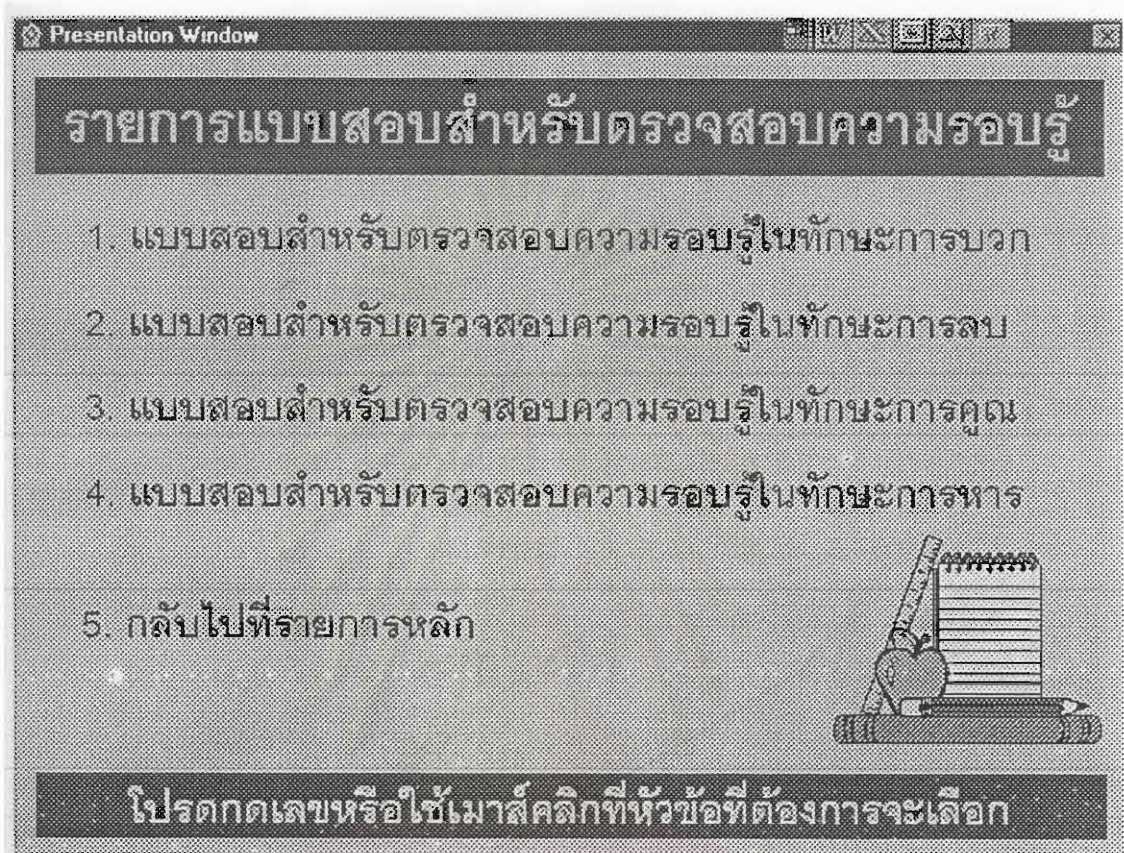
3.2.3 ออกแบบหน้าจอที่แสดงรายการหลักของโปรแกรมสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ในทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน



ภาพที่ 3 หน้าจอที่แสดงรายการหลักในโปรแกรมสำหรับตรวจสอบความรอบรู้
ในทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน

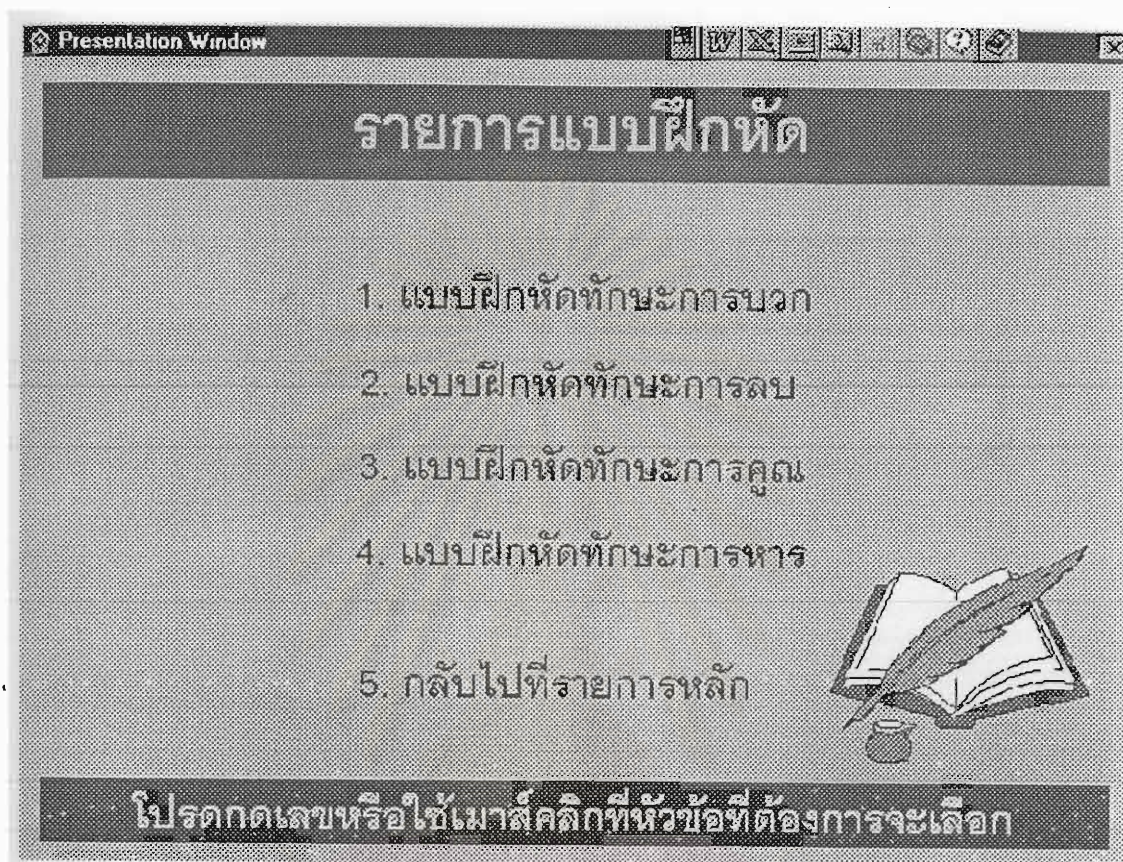
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 ออกแบบหน้าจอที่แสดงรายการย่อยในโปรแกรมแบบสอบ



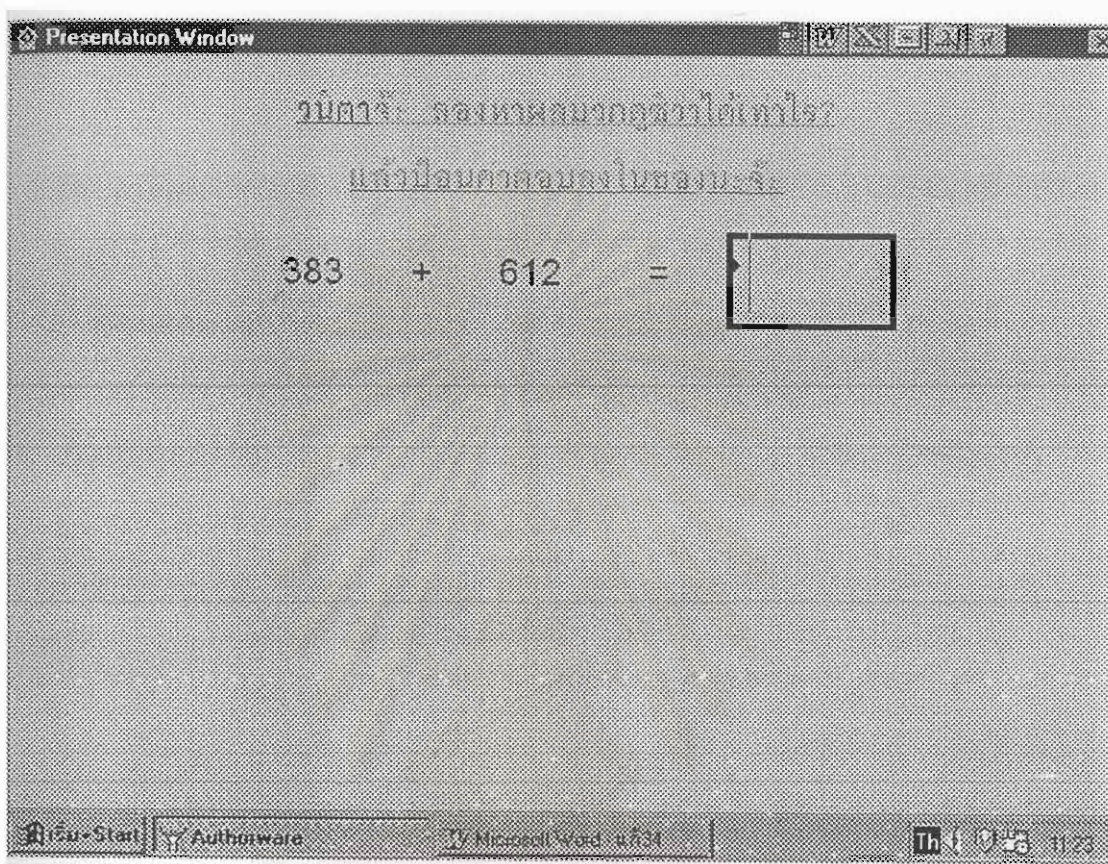
ภาพที่ 4 หน้าจอที่แสดงรายการย่อยในโปรแกรมแบบสอบ

3.2.5 ออกแบบหน้าจอที่แสดงรายการย่อยในโปรแกรมแบบฝึกหัด



ภาพที่ 5 หน้าจอที่แสดงรายการย่อยในโปรแกรมแบบฝึกหัด

3.2.6 ออกแบบหน้าจอที่เสนอข้อสอบ/แบบฝึกหัด



ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอที่เสนอข้อสอบ/แบบฝึกหัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.7 ออกแบบหน้าจอที่รายงานผลการทดสอบ

Presentation Window

ผลการทดสอบ

ชื่อนักเรียน **วนิดา** ชั้น **3/1** เลขที่ **15**

โรงเรียน **วัดพลับพลารักษ์**

วันที่ทดสอบ **10/9/98** เริ่มเวลา **11:23** ถึง **11:24**

แบบสอบถามตรวจสอบความรู้ (เลือก) **ทักษะการบวก**

เนื้อหาที่ทดสอบ **คอน 20.1 การบวกจำนวนสองจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 1,000 (ไม่มีกาหนด)**


ผลการทดสอบ **มีความรอบรู้**

1. พิมพ์
2. กลับ

ภาพที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอรายงานผลการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.8 การออกแบบหน้าจอรายงานผลการทำแบบฝึกหัด



ผลการทำแบบฝึกหัด

ชื่อนักเรียน	วันตา	ชั้น 3/1	เลขที่ 15
โรงเรียน	วัดพลับพลาชัย		
วันที่ทำ	10/9/98	เริ่มเวลา	11:25 ถึง 11:27
แบบฝึกหัด	ทักษะการบวก		
เนื้อหาที่ทำ	ตอบ 20.2 การบวกจำนวนสองจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 1,000 (มีการทดจากหลักหน่วยไปหลักสิบ)		
ผลการทำ	ทำได้ถูกต้อง 9 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ		

ภาพที่ 8 ตัวอย่างหน้าจอรายงานผลการทำแบบฝึกหัด

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมและเขียนโปรแกรมการทดสอบ

ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ในการคิดคำนวณพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 นั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autoware ในการเขียนโปรแกรม โดยมีเกณฑ์ / เหตุผลในการเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าว คือ

1. ความสามารถในการทำงานได้ตามรูปแบบของการทดสอบที่กำหนดไว้
2. ความสะดวกในการนำไปใช้ โปรแกรมดังกล่าวสามารถนำไปติดตั้งลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีโปรแกรม Autoware อยู่ในเครื่อง

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถนำโปรแกรมสำเร็จรูป Autoware ไปใช้ได้

1. ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เทียบได้กับเครื่อง ไอ บี เอ็ม ทุกชนิด
2. มีหน่วยความจำอย่างน้อย 16 เมกะไบต์
3. ฮาร์ดดิสก์มีขนาดอย่างน้อย 540 เมกะไบต์
4. ใช้กับโปรแกรมระบบปฏิบัติการบนวินโดวส์ 95

5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

ในการทดสอบโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

5.1 ทดสอบการใช้โปรแกรมโดยผู้วิจัย

เมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้ว จึงทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำงานของโปรแกรมว่ามีความถูกต้องเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

5.2 ทดสอบการใช้โปรแกรมโดยนักเรียน

นำโปรแกรมการทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนวัดมงคลโคธาวาส จ.สมุทรปราการ จำนวน 169 คน เพื่อดูว่านักเรียนมีปัญหาในการใช้โปรแกรมดังกล่าวหรือไม่ อย่างไรบ้าง ซึ่งจากการทดลองใช้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในด้านการให้เมาส์ในการคลิกเลือกรายการซึ่งอยู่ในส่วนแรกของโปรแกรมก่อนที่จะเริ่มการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำปัญหาที่พบดังกล่าวมาปรับ

โปรแกรมโดยในการเลือกรายการซึ่งเดิมต้องใช้เวลาในการคลิกเลือกปรับเป็น
เลือกด้วยการกดหมายเลขของรายการบนแป้นคีย์บอร์ด

6. วิเคราะห์คุณภาพของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ที่ดำเนินการตรวจ
สอบโดยคอมพิวเตอร์ในด้านความเที่ยงและความตรงของผลการตรวจสอบความรอบรู้
นำโปรแกรมการทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนวัดหลักพลารีย์ จำนวน 136 คน ในการตรวจ
สอบความเที่ยงใช้วิธีการหาความเที่ยงแบบการสอบซ้ำ (test-retest) โดยเมื่อนำ
โปรแกรมสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ไปทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 1 แล้วทิ้งระยะเวลา
ไป 2 สัปดาห์จึงทำการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 เพื่อดูผลการตรวจสอบความรอบรู้ของนัก
เรียนคนเดียวกันในการทดสอบทั้งสองครั้งว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ถ้าสอดคล้องกัน
แสดงว่าวิธีการสำหรับตรวจสอบความรอบรู้มีความเที่ยง จากนั้นตรวจสอบความตรง
ของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์โดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบ
ความรอบรู้ที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบ และผลการตรวจสอบความรอบรู้ที่ได้จากครู
ผู้สอนที่ดำเนินการโดยการเรียกนักเรียนมาทำแบบสอบถามกับครูที่ละคนและครูซักถามวิธี
การคิดของนักเรียนในแต่ละข้อ เพื่อดูความสอดคล้องของผลการตรวจสอบความรอบรู้
ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์และผลการการตรวจสอบความรอบรู้ที่ได้จากครู หาก
ผลการตรวจสอบความรอบรู้ของทั้งสองวิธีสอดคล้องกันแสดงว่าวิธีการตรวจสอบ
ความรอบรู้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมีความตรง

7. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม

คู่มือการใช้โปรแกรม ประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ดังนี้

- 4.1 คำอธิบายลักษณะโปรแกรม
- 4.2 คำอธิบายการติดตั้งและการเรียกใช้โปรแกรม
- 4.3 คำอธิบายการใช้โปรแกรมการทดสอบ
- 4.4 คำอธิบายการพิมพ์ผลการทดสอบ
- 4.5 คำอธิบายการบริหารการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้ และการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามสำหรับตรวจสอบความรอบรู้

1.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาด้วยวิธีการตัดสินความสอดคล้องของไรเนลดีและแฮมเบิร์ตันโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC: item- objective congruence) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 หาค่าความเที่ยงของแบบสอบที่พัฒนามาขึ้น ด้วยวิธีการหาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coffect α)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum Si^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ α คือ ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

Si^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S^2 คือ ความแปรปรวนของแบบสอบ

2. การตรวจสอบคุณภาพของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลักการตรวจสอบความรอบรู้ตามลำดับขั้นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้น

2.1 การตรวจสอบความตรงของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตรวจสอบความตรงของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ที่พัฒนาขึ้น โดยการเทียบผลการตรวจสอบความรอบรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์และผลการตรวจสอบความรอบรู้จากครู โดยครูผู้สอนนำนักเรียนที่เข้าทำการทดสอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วพบว่ายังไม่รอบรู้ในจุดประสงค์ใดจุดประสงค์หนึ่งนั้นมาทำการตรวจสอบด้วยวิธีการให้คิดออกเสียง (think aloud) ทีละคนซ้ำอีกครั้ง โดยครูนำข้อสอบของจุดประสงค์ที่นักเรียนยังไม่รอบรู้มาให้นักเรียนทำอีก ซึ่งนักเรียนจะต้องทำข้อสอบดังกล่าวต่อหน้าครูผู้สอน โดยในขณะที่นักเรียนคิดหาคำตอบให้นักเรียนพูดกระบวนการในการคิดของตนออกมาด้วย และคำนวณหาร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการตรวจสอบความรอบรู้สอดคล้องกัน

2.2 การตรวจสอบความเที่ยงของวิธีการตรวจสอบความรอบรู้ตามจุดประสงค์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตรวจสอบความเที่ยงของวิธีการที่พัฒนาขึ้น โดยวิธีการหาความเที่ยงแบบการสอบซ้ำ (test-retest) ที่ได้จากผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อดูความสอดคล้องกันระหว่างผลการตรวจสอบความรอบรู้ของทั้งสองครั้งของนักเรียนคนเดียวกันว่าสอดคล้องกันหรือไม่ แล้วคำนวณหาร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการตรวจสอบความรอบรู้ที่สอดคล้องกันในการทดสอบ 2 ครั้ง