

วิธีดำเนินการวิจัย



ลำดับขั้นของการวิจัยมีดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2523 จำนวน 60 คน

เนื่องจากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ตามระดับผลสัมฤทธิ์ โดยใช้เกณฑ์เฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษาที่ผ่านมาเป็นหลักในการจัดแบ่งกลุ่มการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ดังปรากฏในตารางที่ 4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงการแบ่งกลุ่มการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2523

กลุ่ม	จำนวนทั้งหมด	ระดับผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2522 อยู่ระหว่าง
ดีเยี่ยม	70	A กับ A ⁻
ดี	70	B กับ B ⁻
ปานกลาง	70	C กับ C ⁻
อ่อน	30	D กับ D ⁻
อ่อนมาก	20	E กับ F

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร โดยวิธีสุ่มตัวอย่างง่ายจากแต่ละกลุ่มตามระดับผล

สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเข้ารับการทดลองสอนตามกลวิธีการเรียนรู้ของบลูม และตามแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์ผลปรากฏดังตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลการสุ่มตัวอย่างประชากรเพื่อเข้ารับการสอนตามกลวิธีการเรียนรู้ของบลูม

กลุ่ม	จำนวนทั้งหมด	จำนวนที่เลือกสุ่มอย่างง่าย
ดีเยี่ยม	30	10
ดี	30	10
ปานกลาง	30	10
	รวม	30

ตารางที่ 6 แสดงผลการสุ่มตัวอย่างประชากรเพื่อเข้ารับการสอนตามแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์

กลุ่ม	จำนวนทั้งหมด	จำนวนที่เลือกสุ่มอย่างง่าย
ดีเยี่ยม	30	10
ดี	30	10
ปานกลาง	30	10
	รวม	30

2. ขบวนการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้

ขบวนการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีหลักการและผลงานการวิจัยที่เกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้

2.2 เลือกเนื้อหาและขอบเขตของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3 ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่นักเรียนได้เรียนแล้วในเทอมต้น

2.4 สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.1 กำหนดพฤติกรรมปลายทางในรูป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการศึกษาครั้งนี้พฤติกรรมปลายทางที่ต้องการ คือ

เมื่อกำหนดโจทย์สมการชั้นเดียวหนึ่งตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถสร้างสมการจากโจทย์สมการ และสามารถแก้สมการโดยใช้คุณสมบัติสมการเท่ากันได้ถูกต้อง

2.4.2 สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยเริ่มจากพฤติกรรมปลายทางแล้ววิเคราะห์พฤติกรรมปลายทางออกเป็นพฤติกรรมขั้นรองลงมา โดยใช้คำถามของโรเบิร์ต เอ็ม กานูเย ที่ว่า "การที่นักเรียนจะมีพฤติกรรมนี้ได้ หรือสามารถปฏิบัติกิจกรรมนี้ได้ โดยอาศัยเพียงคำแนะนำ ไม่มีการฝึกหัด นักเรียนควรจะสามารถปฏิบัติสิ่งใดได้เสียก่อน" การตอบคำถามนี้ทำให้ได้พฤติกรรมขั้นรองลงไปเรื่อย ๆ จนถึงพฤติกรรมขั้นต้นซึ่งไม่มีความซับซ้อนในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ผลปรากฏว่า ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ ทั้งหมด 13 พฤติกรรมเป็นพื้นฐานต่อกันเป็นลำดับ ดังแผนภาพที่ 5 และ ตารางที่ 4 ซึ่งแสดงลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและแสดงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในลำดับชั้นการเรียนรู้ตามลำดับ

2.4.3 นำลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน
ให้ข้อเสนอแนะ ปรับปรุง และ แก้ไข จนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นพ้องกันว่า
ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความสมเหตุสมผล

2.5 สร้างโปรแกรมการเรียนรู้ตามลำดับชั้นการเรียนรู้ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.5.1 เขียนโปรแกรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.5.1.1 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนเกิด

ความรู้

2.5.1.2 คำแนะนำในการศึกษาโปรแกรมการเรียนรู้

2.5.1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยเขียนขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียน

ศึกษาและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง โดยเขียนแบบอุปนัย (Inductive) ซึ่งแต่ละพฤติกรรม
ย่อยจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก. การรวบรวมข้อมูล

ข. การจัดประเภทข้อมูล

ค. การแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล

ง. การสรุปหรือค้นพบข้อสรุป

2.5.1.4 คำถามที่ใช้ทดสอบสำหรับแต่ละพฤติกรรมซึ่งจะอยู่
ตอนท้ายของพฤติกรรมย่อย ๆ ทุกพฤติกรรม นักเรียนจะต้องตอบคำถามเหล่านั้นทันทีที่ศึกษา
พฤติกรรมหนึ่ง ๆ จบลง การทดสอบครั้งที่สองของพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าจะถูกรวมเข้ากับการ
ทดสอบพฤติกรรมขั้นสูงกว่า เพื่อตรวจสอบว่าพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าคือสิ่งที่จำเป็นสำหรับ
พฤติกรรมขั้นสูงกว่าหรือไม่ ดังเช่น

เรียนพฤติกรรม 1

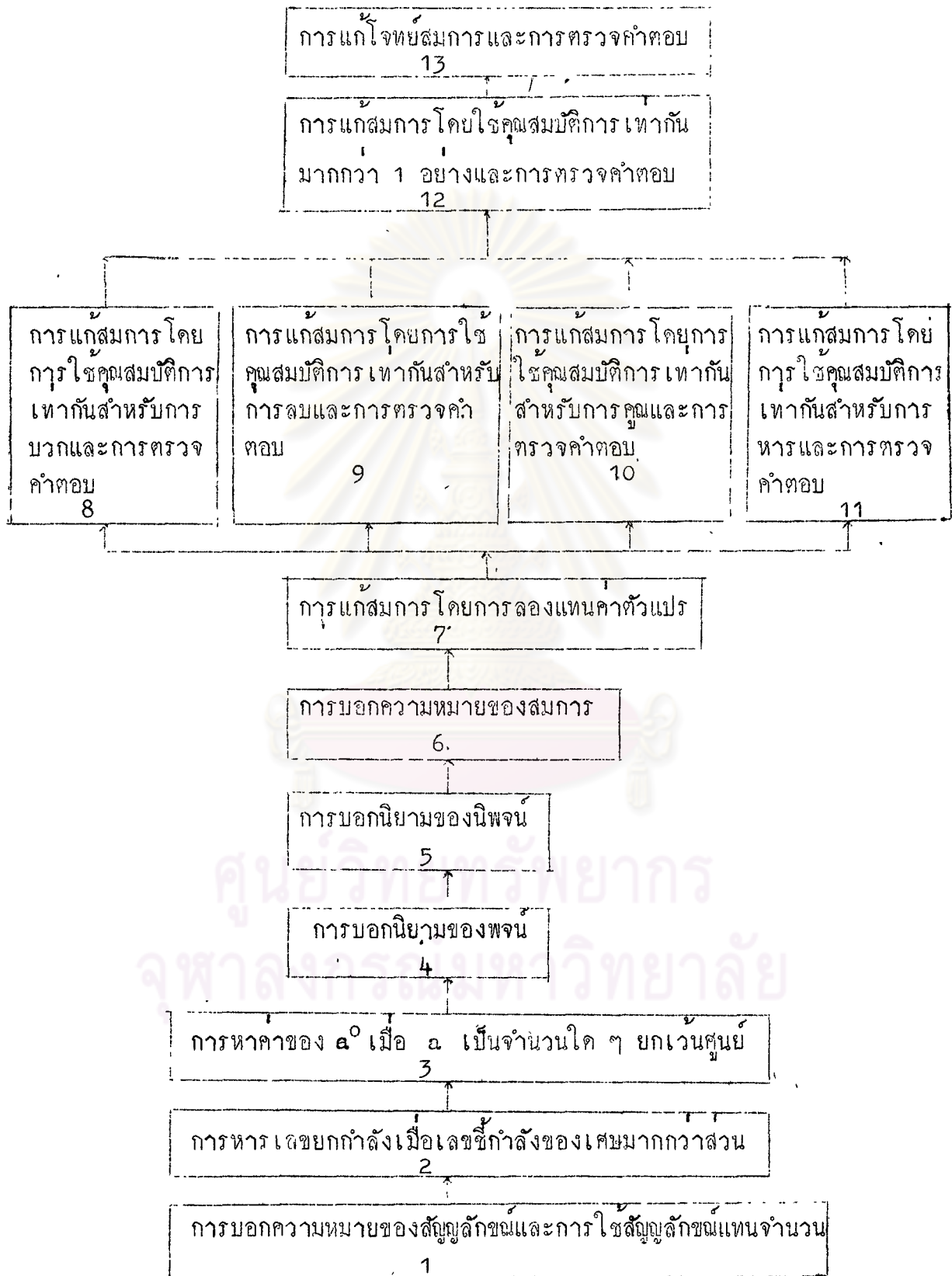
ตอบคำถามเพื่อทดสอบพฤติกรรม 1

เรียนพฤติกรรม 2

ตอบคำถามเพื่อทดสอบพฤติกรรม 2

ตอบคำถามเพื่อทดสอบพฤติกรรม 1

แผนภาพที่ 5 แสดงลำดับชั้นการเรียนรู้ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ตารางที่ 7 แสดงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในลำดับชั้นการเรียนรู้ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

พฤติกรรม	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การบอกความหมายของสัญญลักษณ์และการใช้สัญญลักษณ์แทนจำนวน	1. เมื่อกำหนดสัญญลักษณ์ต่าง ๆ มาให้นักเรียนสามารถบอกความหมายของสัญญลักษณ์ และสามารถใช้สัญญลักษณ์แทนจำนวนได้ถูกต้อง
2. การหารเลขยกกำลัง เมื่อเลขชี้กำลังของเศษมากกว่าของส่วน	2. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเลขยกกำลัง ซึ่งเลขชี้กำลังของเศษมากกว่าของส่วน นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ และสรุปหลังการหารเลขยกกำลัง ซึ่งเลขชี้กำลังของเศษมากกว่าของส่วนได้ถูกต้อง
3. การหาค่าของ a^0 เมื่อ a เป็นจำนวนใด ๆ ยกเว้นศูนย์	3. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเลขยกกำลัง ซึ่งเลขชี้กำลังของเศษเท่ากับเลขชี้กำลังของส่วน นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์และหาค่าของ a^0 เมื่อ a เป็นจำนวนใด ๆ ยกเว้นศูนย์ได้ถูกต้อง
4. การบอกนิยามของพจน์	4. เมื่อกำหนดพจน์มาให้ นักเรียนสามารถบอกนิยามของพจน์ได้ถูกต้อง
5. การบอกนิยามของนิพจน์	5. เมื่อกำหนดนิพจน์มาให้ นักเรียนสามารถบอกนิยามของพจน์ได้ถูกต้อง
6. การบอกความหมายของสมการ	6. เมื่อกำหนดพจน์หรือนิพจน์ที่อยู่สองข้างของเครื่องหมายเท่ากับมาให้ นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการได้ถูกต้อง
7. การแก้สมการโดยการลองแทนค่าตัวแปร	7. เมื่อกำหนดสมการชั้นเดียวหนึ่งตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการ เพื่อหาคำตอบของสมการหรือรากของสมการโดยการลองแทนค่าตัวแปรในสมการได้ถูกต้อง



พฤติกรรม	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
8. การแก้สมการ โดยการใช้คุณสมบัติการเท่ากันสำหรับการบวกและการตรวจคำตอบ	8. เมื่อกำหนดสมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติเท่ากันสำหรับการบวก และการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
9. การแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันสำหรับการลบและการตรวจคำตอบ	9. เมื่อกำหนดสมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติเท่ากันสำหรับการลบ และตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
10. การแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันสำหรับการคูณและการตรวจคำตอบ	10. เมื่อกำหนดสมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติเท่ากันสำหรับการคูณ และตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
11. การแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันสำหรับการหารและการตรวจคำตอบ	11. เมื่อกำหนดสมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรมาให้ นักเรียนแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันสำหรับการหาร และตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
12. การแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันมากกว่า 1 อย่าง และตรวจคำตอบ	12. เมื่อกำหนดสมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรที่ยกขึ้นมา ให้ นักเรียนสามารถแก้สมการ โดยการ ใช้คุณสมบัติการเท่ากันมากกว่า 1 อย่าง และตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
13. การแก้โจทย์สมการและการตรวจคำตอบ	13. เมื่อกำหนดโจทย์สมการขึ้นเดี่ยวนึงตัวแปรมาให้ นักเรียนสามารถสร้างสมการจากโจทย์สมการ และสามารถแก้สมการ โดยใช้คุณสมบัติเท่ากันได้ถูกต้อง

การเรียนและการตอบคำถามเพื่อทดสอบ สำหรับโปรแกรมการเรียนรู้อัจฉริยะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะเป็นไปดังตัวอย่างข้างต้นจนครบทุกพฤติกรรม ในการทดสอบถ้านักเรียนคนใดประสบความสำเร็จในการทดสอบครั้งที่ 2 ของพฤติกรรม 1 แต่ไม่ประสบความสำเร็จในการทดสอบครั้งแรกของพฤติกรรม 1 จะถูกกันออกจากการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะไม่สามารถบอกได้ว่าพฤติกรรมใดที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ก่อน พฤติกรรมในระดับสูงกว่าอาจช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในพฤติกรรมระดับต่ำกว่าภายหลัง ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากเกิดพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้น ความเชื่อมั่นในความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้จะอยู่ในระดับต่ำ

2.5.2 นำโปรแกรมการเรียนรู้อัจฉริยะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ครูทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะ จนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นพ้องกันว่าโปรแกรมการเรียนรู้อัจฉริยะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สอดคล้องกับลำดับชั้นการเรียนรู้และอยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และคำถามท้ายพฤติกรรมย่อยสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้น (รายละเอียดโปรแกรมการเรียนรู้อัจฉริยะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก.)

2.6 การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.6.1 นำโปรแกรมการเรียนรู้อัจฉริยะไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิต แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างง่ายจากแต่ละกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่แท้จริง ผลปรากฏดังตารางที่ 8 ดังต่อไปนี้

การเรียนและการตอบคำถามเพื่อทดสอบ สำหรับโปรแกรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะเป็นไปดังตัวอย่างข้างบนจนครบทุกพฤติกรรม ในการทดสอบตามนักเรียนภาคประสมผลสำเร็จในการทดสอบครั้งที่ 2 ของพฤติกรรม 1 แต่ไม่ประสบผลสำเร็จในการทดสอบครั้งแรกของพฤติกรรม 1 จะถูกกันออกจากกรวิเคราะห์ข้อมูล เพราะไม่สามารถบอกได้ว่าพฤติกรรมใดที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ออนพฤติกรรมในระดับสูงกว่าอาจช่วยไปเกิดการเรียนรู้ออนพฤติกรรมระดับต่ำกว่าภายหลัง ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากเกิดพฤติกรรมดังกล่าวข้างบน ความเชื่อมั่นในความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ออนจะอยู่ในระดับต่ำ เช่น ถ้าค่าดัชนี ความเพียงพอ (ADR) ต่ำกว่า 0.85 หมายถึงพฤติกรรมชั้นต่ำกว่ายังไม่เพียงพอต่อการเป็นพื้นฐานของพฤติกรรมชั้นสูงกว่า การแก้ไขต้องเพิ่มพื้นฐานอย่างอื่นอีก และปรับปรุงการสอนพฤติกรรมชั้นสูง ถ้าค่าดัชนี ความแม่นยำ (CSR) ต่ำกว่า 0.85 หมายถึงพฤติกรรมชั้นต่ำไม่ใช่พื้นฐานของพฤติกรรมชั้นสูงกว่า การแก้ไขหาพฤติกรรมชั้นต่ำที่มีความสำคัญที่ต้องเรียนรู้ออนจะต้องจัดพื้นฐานอย่างอื่นเพิ่มเติมในอีกก่อนจะเรียนพฤติกรรมนี้ และถ้าค่าดัชนี ความสมบูรณ์ (CPR) ต่ำกว่า 0.85 หมายถึง การเรียนรู้ออนพฤติกรรมชั้นต่ำและชั้นสูงใด จะตรงเรียนรู้ออนพฤติกรรมอย่างอื่นก่อน การแก้ไขควรจัดหาพฤติกรรมชั้นต่ำกว่ามาเพิ่มเติม แต่ถ้าค่าดัชนีทั้งสาม มีค่ามากกว่า 1 ค่าที่ต่ำกว่า 0.85 ให้พิจารณาความหมายของ CPR หรือ CSR ก่อน

2.5.2 นำโปรแกรมการเรียนรู้ออนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปเผยแพร่ลงคู่มือ 3 ภาค (รายละเอียดภาคผนวก ฉ) ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุง และให้ขอเสนอแนะ จนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นพ้องกันว่าโปรแกรมการเรียนรู้ออนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สอดคล้องกับลำดับชั้นการเรียนรู้ออนและอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ฐานัฒนศึกษาปีที่ 1 ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเองภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และคำถามท้ายพฤติกรรมย่อยสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้น (รายละเอียดโปรแกรมการเรียนรู้ออนปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก)

2.6 การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ออนเรื่องสมการ ฐานัฒนศึกษาปีที่ 1

2.6.1 นำโปรแกรมการเรียนรู้ออนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 30 คน มุ่งใจจากการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่ายจากแต่ละกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มุ่งไปใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรที่

แท้จริง ผลปรากฏดังตารางที่ 3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 8 แสดงผลของการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ
เรียนรู

กลุ่ม	จำนวนทั้งหมด	จำนวนที่เลือกสุ่มอย่างง่าย
ดีเยี่ยม	70	10
ดี	70	10
ปานกลาง	70	10
รวม		30

2.6.2 โฉนดเรียนเก็บมาและทำกิจกรรมตามคำแนะนำในพฤติกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดให้ หนึ่งชั่วโมงทั้งหมด 4 ภาย โดยใช้เวลาทดลองถึงแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2523 ถึงวันที่ 4 ธันวาคม 2523 วันละ 50 นาที

2.6.3 นำคะแนนที่ได้จากการตอบของนักเรียนในคำถามที่ใช้เป็นข้อทดสอบเพื่อวัด
แต่พฤติกรรมในลำดับชั้นการเรียนรู้อ่านจำนวนภาคดัชนี CSR, ADR และ CPR ซึ่งค่าดัชนี
ทั้ง 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 การยอมรับว่าสมมุติฐานในใจจริง แต่ละสมมุติฐานต้องมีค่าดัชนี
ทั้ง 3 ตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป แต่ภาคดัชนีภาคใดก็ตาม หรือหลายภาคมีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.85 ผู้วิจัยต้อง
แก้ไขดังได้กล่าวมาแล้ว สำหรับสูตร¹ การคำนวณค่าดัชนีทั้ง 3 มีดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการคำนวณ
ภาคผนวก จ)

$$CSR = \frac{f(1,1)}{f(1,1)+f(0,1)}$$

¹ รัตนา ศิริพานิช และกมล ภูระเสริฐ, จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและการวิเคราะห์ลำดับชั้นพฤติกรรมในการเรียนรู้, (กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร, 2519, หน้า 82-83.

$$ADR = \frac{f(1,1)}{f(1,1)+f(1,0)} \quad ; \quad CPR = \frac{f(1,1)}{f(1,1)+f(0,0)}$$

เมื่อ	$f(1,1)$	หมายถึงจำนวนผู้ที่สอบผ่านเหตุการณ์รวมทั้งระดับสูง
	$f(1,0)$	หมายถึงจำนวนผู้ที่สอบผ่านเหตุการณ์แต่ไม่ผ่านเหตุการณ์ขั้นสูง
	$f(0,1)$	หมายถึงจำนวนผู้ที่สอบไม่ผ่านเหตุการณ์แต่ผ่านเหตุการณ์ขั้นสูง
	$f(0,0)$	หมายถึงจำนวนผู้ที่สอบไม่ผ่านเหตุการณ์ทั้งต่ำและสูง

2.6.4 นำผลที่ได้ในข้อ 5.2 มาปรับโรงกลโช โพรแกรมการเรียนรู้ และลำดับชั้นในการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ให้ใช้เป็นแนวทางจัดลำดับเนื้อหาวิชา และดำเนินการสอนให้สอดคล้องกับลำดับชั้นการเรียนรู้ที่เที่ยงตรงแล้ว โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมและแผนการเรียนการสอนของเกลเลอร์

3. การสร้างเครื่องมือในการหาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรู้ตามการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมกับการใช้แผนการเรียนการสอนของเกลเลอร์

3.1 สร้างสมมุติฐานปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1. บทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องสมการ ฐานมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.1.2. แผนฝึกทักษะ

3.1.3. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องสมการ ฐานมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องสมการ ฐานมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ใช้เวลาศึกษาด้วยตนเองประมาณ 1 สัปดาห์ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วยคำแนะนำในการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กำชับสำหรับผู้เรียน กิจกรรมที่นักเรียนต้องเรียนรู้เอง และคำสั่ง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

ส่วนเอกสารประกอบการเรียนเรื่องสมการ ฐานมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะประกอบด้วยเรื่องกฎการแทนค่า กฎการสลับที่ กฎการจัดหมู่ กฎการกระจาย พจน์เหมือนและพจน์ไม่เหมือน การบวกและลบพจน์เหมือนที่ตัวแปรไม่ตรงกันเป็นหนึ่ง และการแก้สมการแบบต่าง ๆ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) การใช้เอกสารประกอบการเรียนให้เป็นไปตามคู่มือครู (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.2 นำสมุคปฏิบัติกิจการไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ให้ออกเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเห็นพ้องกันว่า สมุคปฏิบัติกิจการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้เป็นสื่อการสอนตามกลวิธีการเรียนรู้ของบลูม และตามแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์

3.3 สร้างแบบสอบ แบบสอบที่สร้างมี 2 ประเภทดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

3.3.2 แบบสอบเพื่อสรุปผลการเรียน

3.3.1 แบบสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน มีวิธีสร้างดังต่อไปนี้

3.3.1.1 แบบสอบประจำหน่วยการเรียนของเคลเลอร์ มีทั้งหมด 6 ชุด คือ ชุดที่ 1 ก และ 1 ข. ชุดที่ 2 ก. และ 2 ข. แบบสอบทั้ง 4 ชุด คัดกล่าวเป็นแบบปรนัย (Multiple Choice) มี 4 ตัวเลือก ส่วนชุดที่ 3 ก และ 3 ข เป็นแบบเติมข้อความสั้น ๆ ลงในช่องว่าง แบบสอบทั้ง 6 ชุด สร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และครอบคลุมเนื้อหาเรื่องสมการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ลักษณะการสร้างแบบสอบ ชุด ก. และ ชุด ข. ผู้วิจัยสร้างให้ขนานกัน (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค.)

3.3.1.2 แบบสอบประจำหน่วยการเรียนของบลูม มีทั้งหมด 4 ชุด คือ ชุด 1 ก. และ ชุด 1 ข. กับชุด 2 ก. และ 2 ข. แบบสอบทั้ง 4 ชุด เป็นแบบปรนัย สร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และครอบคลุมเนื้อหาเรื่องสมการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสร้างให้ชุด ก. และ ชุด ข. ขนานกัน (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค.)

3.3.1.3 นำแบบสอบในข้อ 3.3.1 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงและให้ออกเสนอแนะ จนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเห็นพ้องกันว่าแบบสอบในข้อ 3.3.1 สามารถใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรู้ และสามารถใช้ทดสอบเพื่อวัดความรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้

3.3.2 แบบสอบเพื่อสรุปผลการเรียน มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

3.3.2.1 แบบสอบชนิดปรนัย มี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ สร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร (ก) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค.) และครอบคลุมเนื้อหาเรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.2.2 นำข้อ 3.3.2.1 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจแก้ไข ปรับปรุง และให้ขอเสนอแนะ

3.3.2.3 การทดลองไว้แบบสอม นำแบบสอมจำนวน 60 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 213 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่แท้จริง ใช้เวลาทดสอบประมาณ 60 นาที

3.3.2.4 การวิเคราะห์แบบทดสอบที่ทดลองใช้ นำผลที่ได้จากการทำแบบสอมมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson 20)¹ สูตรในการคำนวณมีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[\frac{s_t^2 - \sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt}	เป็นค่าความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบทั้งฉบับ
n	เป็นจำนวนข้อทดสอบ
p	เป็นอัตราส่วนระหว่างผู้ตอบถูกในแต่ละข้อต่อผู้สอมที่นำมาวิเคราะห์
q	เป็นอัตราส่วนระหว่างผู้ตอบผิดในแต่ละข้อต่อผู้สอมที่นำมาวิเคราะห์
$\sum pq$	เป็นผลรวมของผลคูณระหว่าง p กับ q
s_t^2	เป็นค่าความแปรปรวนของคะแนน

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (r_{tt}) จะต้องไม่น้อยกว่า 0.60 แบบสอมชุดนั้นจึงจะใช้ได้สำหรับสูตร³ การหาค่ามัธยิมเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีดังต่อไปนี้

¹ N.M. Downie and R.W. Heat, Basic Statistical Method (New York: Harper and Row Publishers, 1970), p.246.

² ยุกิน พิพิธกุล, การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม (กรุงเทพมหานคร: กรุงเทพมหานคร พิมพ์. 2519), หน้า 141.

³ ประคอง กรรณสุท; สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 52 และ หน้า 87.

สูตรการหาค่ามัธยฐานเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ \bar{X} เป็นค่ามัธยฐานเลขคณิตของข้อมูล

$\sum fx$ เป็นผลรวมของข้อมูล

N เป็นจำนวนข้อมูล

สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2}$$

เมื่อ S.D. เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum fx$ เป็นผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

$\sum fx^2$ เป็นผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนกำลังสองกับความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

N เป็นจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

3.3.2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถาม มาหาค่าระดับความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ แต่ละข้อโดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์แบบตัด 27 เปอร์เซนต์¹ ดังนี้

ก. นำคะแนนมาเรียงจากสูงไปต่ำ

ข. หาจำนวน 27 เปอร์เซนต์ของนักเรียนทั้งหมดได้ 58 คน

ค. นับข้อสอบของกลุ่มสูง 58 คนและ ข้อสอบของกลุ่มต่ำ 58 คน

ง. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

จ. หาเปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนที่ทำถูกในแต่ละข้อของกลุ่มสูง (P_H)

และ กลุ่มต่ำ (P_L)

¹ชวาล แพรัตกุล, เทคนิคการวัดผล (กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช สําราย-
ราษฎร์, 2516), หน้า 300-310.

ด. นำค่า P_H และ P_L ไปเปิดหาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เต ฟาง (Chung Ten Fan)¹

3.3.2.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร (ข) (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ.) จำนวน 40 ข้อ

3.3.2.7 นำคะแนนจากแบบสอบ 40 ข้อไปหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (r_{tt}) โดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (r_{tt}) จะต้องไม่น้อยกว่า 0.60 จึงจะใช้เป็นแบบสอบในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประชากรจริง

3.4. สร้างคู่มือครู คู่มือครูประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.4.1 แผนการเรียนการสอนเรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ กลวิธีการเรียนรู้ของบลูม และแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์ เป็นรายคาบ

3.4.2 คำแนะนำในการสอนเป็นรายคาบ

3.4.3 เฉลยแบบฝึกหัด

3.4.4 เฉลยข้อสอบ

3.5 นำคู่มือครูในข้อ 3.4.1 และ 3.4.2 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข จนกระทั่งผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเห็นพ้องกันว่าสามารถนำไปใช้ และสอดคล้องกับกลวิธีการเรียนรู้ของบลูม และแผนการเรียนการสอนของเคลเลอร์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

¹ จุง เต ฟาง, ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ พิมพ์ในประเทศไทยโดยได้รับอนุมัติจาก E.T.S. แห่งสหรัฐอเมริกา (กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2514).

4. การรวบรวม และ การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1.1 การวางแผน (Planning) ผู้วิจัยได้วางแผนโดยการสร้าง ลำดับชั้นการเรียนรู้และทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ (ดูรายละเอียดใน ข้อ 2)

4.1.2 การวินิจฉัย (Diagnosis) ในช่วงโมงแรกก่อนเริ่มสอน ผู้วิจัย ได้ทบทวนความรู้ที่จำเป็นต้องนำมาใช้เป็นพื้นฐานประกอบการเรียนเรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง.)

4.1.3 การสอน-การเรียนรู้ (Teaching - Learning)

4.1.4 ส่วนขยายของความรู้ (Extended Learning)

4.1.5 การประเมินผลเพื่อสรุปผลการเรียน

การปฏิบัติตาม 4.1.3, 4.1.4 และข้อ 4.1.5 ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอน ในคู่มือครู (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง.)

4.2 การตรวจแบบสอบ นำกระดาษคำตอบของแบบสอบประจำหน่วยทุกหน่วย และแบบสอบเพื่อสรุปผลการเรียนทั้งสองกลุ่มมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ศูนย์คะแนน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ.)

4.3 นำผลของการบันทึกคะแนนจากแบบสอบประจำหน่วยมาใช้เพื่อพิจารณา ความรอบรู้ของหน่วยการเรียนรู้ และใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการ เรียนการสอนเพื่อแก้ไขและปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

4.4 นำผลของการบันทึกคะแนนจากแบบสอบเพื่อสรุปผลการเรียนของวิธีสอน ทั้งสองวิธี ในสามระดับการทดลองดังกล่าวมาหา ค่ามัธยิมเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าเอฟ (F-test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ คำนพุทธิพิสัย โดยใช้วิธีสอนตามกลวิธีการเรียนรู้ของบลูม และแผน

การเรียงการสอนของเกลดเดอร์ การคำนวณใช้สูตร¹

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{y}_i^2}{\sum_{i=1}^k \bar{y}_i} \quad \frac{\sum_{i=1}^k \bar{y}_i^2}{\sum_{i=1}^k \bar{y}_i}$$

ใหญ่กว่า
เล็กกว่า

$$= \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}$$

เมื่อ F มีค่าสถิติเกิน

α^2 เป็นตัวประมาณค่าความแปรปรวน

MS_{BG} เป็นกำลังสองเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม

MS_{WG} เป็นกำลังสองเฉลี่ยภายในกลุ่ม

ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบแบบแรกของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (2x3 Factorial Designs) นั้นเป็นการวิเคราะห์ว่า ค่ามัธยฐานเลขคณิตที่เปรียบเทียบกันซึ่งมีมากกว่า 2 ค่า จะมีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าการทดสอบค่าเฉลี่ยปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานเลขคณิต ในกลุ่มที่เปรียบเทียบเหล่านั้นเลยที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แสดงว่าไม่ต้องเปรียบเทียบเป็นรายคู่ต่อไป เพราะไม่มีคู่ใดแตกต่างกันเลย แต่ถาการทดสอบค่าเฉลี่ยปรากฏว่ามีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานเลขคณิตในกลุ่มที่เปรียบเทียบที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แล้วผู้วิจัยจะทดสอบรายหลัง โดยการเปรียบเทียบมัธยฐานเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความพึงพอใจ ของผลการทดสอบหลังข้ออย่างง่าย (Simple Main Effects) โดยการใ้การทดสอบภายหลังของทูคี (Tukey method of Post hoc) เพื่อเปรียบเทียบว่ามีมัธยฐานเลขคณิตคู่ใดมีความแตกต่างกันโดยนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 บ้าง

¹อุทุมพร ทองอุไทย , แผนวิเคราะห์คุณลักษณะการศึกษ (ภาคทวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2519) , หน้า 102 .