

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คู่อันดับและกราฟ โดยวิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียนแกนนำ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนประภัสสรรังสิต จังหวัดพิจิตร โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) และใช้แผนแบบที่มีกลุ่มควบคุม สอบก่อน-สอบหลัง โดยการสุ่ม(Randomized Pretest-Posttest Control Group Design) ดังนี้

กลุ่ม (Group)	สอบก่อน (Pretest)	การจัดกระทำ (Treatment)	สอบหลัง (Posttest)
E(R)	O ₁	X ₁	O ₂
C(R)	O ₃	X ₀	O ₄

E แทนกลุ่มทดลอง

C แทนกลุ่มควบคุม

(R) แทนการสุ่มเข้ากลุ่ม

X₁ แทนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียนแกนนำ

X₀ แทนการสอนตามปกติ

O₁, O₃ แทนการสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

O₂, O₄ แทนการสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

และได้เสนอรายละเอียดในประเด็นต่อไปนี้

1. ประชากร
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. แผนปฏิบัติการหรือขั้นตอนการศึกษา

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประภัสสร
รังสิต จังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประภัสสร
รังสิต จังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน รวม
72 คน โดยทำการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม(Cluster Random Sampling)แล้วจึงจับฉลากห้องเรียนมา 2
ห้องเรียนจากจำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ซึ่งจัดนักเรียนคละกันแล้ว นำห้องเรียน 2 ห้องเรียน มา
จับฉลากอีกครั้งเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียน
แกนนำ และกลุ่มควบคุม สอนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียน แกนนำ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียนแกนนำ เรื่อง คู่อันดับและกราฟ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1(
ช่วงชั้นที่ 3) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปสอนกับกลุ่มทดลอง ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นสร้าง

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3(ม1-3)
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
3. จัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
4. วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้กับสาระและมาตรฐาน
การเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3
5. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้

6. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
7. จัดทำโครงการสอน/กำหนดการสอน
8. วิเคราะห์ผู้เรียน
9. ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ
10. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้, เอกสารและสื่อวัตกรรมการประกอบแผน
11. จัดทำแบบบันทึกการประเมินคุณภาพผู้เรียนและแบบสังเกตพฤติกรรม
ค้นหาคุณภาพ

1. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอให้คณะกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์ตรวจสอบเชิงเนื้อหา
2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างการจัด
แผนการ学习与ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง พร้อมนำผลมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วเสนอกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
ตรวจสอบเพื่อพิจารณาอีกครั้ง
4. ทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน แล้วนำมาแก้ไข
ข้อบกพร่องอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติกลุ่ม
ควบคุม ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นสร้าง

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3(ม1-3)
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
3. จัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
4. วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้และ
มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3
5. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้
6. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
7. จัดทำโครงการสอน/กำหนดการสอน
8. วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายกลุ่มตามวิธีการเรียนรู้

9. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เรื่อง คู่อันดับ และกราฟ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

ขั้นหาคุณภาพ

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติไปให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบเชิงเนื้อหา
2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้อง ระหว่างการจัดแผนการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำผลมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาอีกครั้ง
4. ทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อดูความเหมาะสม ของเวลา กิจกรรม สื่อ แล้วนำมาแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเพื่อสรรหานักเรียนแกนนำ

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเพื่อสรรหานักเรียนแกนนำ กลุ่มทดลอง ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นสร้าง

1. ศึกษาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) และช่วงชั้นที่ 3 (ภาคเรียนที่ 1)
2. สร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานจำนวน 40 ข้อมีการแบ่งสอบ 4 ครั้งๆ 10 ข้อ ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการทบทวนความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมจากช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) และช่วงชั้นที่ 3(ภาคเรียนที่ 1) เพื่อเชื่อมโยงสู่ เรื่อง คู่อันดับและกราฟ

ขั้นหาคุณภาพ

1. นำแบบทดสอบที่สร้างไปปรึกษาคณะครู-อาจารย์กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เพื่อขอความคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องเกี่ยวกับอักษร ภาษา จำนวน ตัวเลือก รูปภาพ
2. นำแบบทดสอบไปให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครบถ้วน ของเนื้อหาในการเชื่อมโยงสู่เรื่อง คู่อันดับและกราฟ
3. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นทบทวนความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิม จากช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) และหน่วยการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 เพื่อเชื่อมโยงสู่ เรื่อง คู่อันดับและ กราฟ หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบเพื่อพิจารณาอีกครั้ง

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน

6. นำผลมาเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ แก้ไข ปรับปรุง

7. นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นสร้าง

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากเอกสารและตำรา

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3. สร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก สำหรับใช้ทดสอบก่อนและหลัง

การทดลอง

ขั้นหาคุณภาพ

1. นำแบบทดสอบที่สร้างให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไข

2. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และวัดผลการศึกษา 3 คน

(รายชื่อดังภาคผนวก ง) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและแก้ไขสำนวนภาษา ตัวเลือก ตัวลวง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบเพื่อพิจารณาอีกครั้ง

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 70 คน

5. นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก และปรับปรุง (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) แล้วคัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.74 ซึ่งค่าความยากง่ายเฉลี่ย เท่ากับ 0.57 แสดงว่าแบบทดสอบดังกล่าวมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนก (x) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.64 ซึ่งอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 แสดงว่าแบบทดสอบดังกล่าวสามารถจำแนกผู้สอบได้ จึงถือว่าคุณภาพของแบบทดสอบอยู่ในระดับดี

6. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นสร้าง

1. ศึกษาทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีการของลิเกิต(Likert) (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2542 : 90-98)
2. สร้างแบบวัดเจตคติเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเกิต (Likert) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ขั้นหาคุณภาพ

1. นำแบบวัดเจตคติไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์และวัดผลการศึกษาจำนวน 3 คน (รายชื่อคณาจารย์ กง) ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม และนำมาแก้ไขพัฒนา
2. นำแบบวัดเจตคติที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อพิจารณาอีกครั้ง
3. นำแบบวัดเจตคติไปใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
4. นำข้อมูลมาจัดระบบ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบัก(Cronbach,1990 : 204) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ทั้งฉบับเท่ากับ .9244 แล้วจึงนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจากนักเรียนแกนนำ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ

สำหรับกลุ่มทดลองเริ่มด้วยการทดสอบก่อนเรียนและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเพื่อสรรหานักเรียนแกนนำ แล้วดำเนินการตามกิจกรรมประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

กลุ่มควบคุมเริ่มด้วยการทดสอบก่อนเรียนและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการสอนตามปกติ ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

การกำหนดเวลาเรียนใช้ตารางเรียนเป็นคาบคู่ (ครั้งละ 2 ชั่วโมง) เก็บรวบรวมข้อมูลในสถานการณ์จริงในชั้นเรียนตามกิจกรรมที่จัดขึ้น เมื่อเรียนครบทั้ง 8 ชั่วโมงแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียนและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง จากแบบทดสอบ แบบบันทึกผล แบบสังเกต ดังต่อไปนี้

รายการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์
ผลงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน	ผ่าน 80%
ทักษะกระบวนการ	แบบบันทึกประเมินคุณภาพนักเรียน	
คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม	แบบบันทึกผลการเรียนรู้คุณลักษณะที่พึงประสงค์	
ความรู้ความเข้าใจ	แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร IOC แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .5 ขึ้นไปเป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นในแต่ละข้อ
ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(บุญเรียง ขจรศิลป์ 2529 : 157)

$$\text{ความยากง่าย}(p) = \frac{R_H + R_L}{n}$$

$$\text{อำนาจจำแนก}(r) = \frac{R_H - R_L}{\frac{n}{2}}$$

เมื่อ	p	=	ความยากง่าย
	r	=	อำนาจจำแนก
	R _L	=	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	R _H	=	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	n	=	ผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

1.3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณโดยใช้สูตร KR-20(Kuder-Richardson formula 20) (ยุทธพงษ์ กัวยวรรณ 2543 : 134) ดังนี้

$$KR_{20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	KR ₂₀	=	ความเชื่อมั่น
	K	=	จำนวนข้อสอบ
	P	=	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q	=	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ
	S ²	=	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach, 1990 : 204) ดังนี้

$$\alpha_k = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	α _k	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	=	จำนวนข้อของแบบสอบถาม
	∑ S _i ²	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	S _i ²	=	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

2. สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS for window V.10 วิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่

2.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ $\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 \bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่ม

2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติ

ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตรการทดสอบที (t-test) แบบ Dependent (ล้วน สายศและ อังคณา สายศ 2536 : 78) ใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ D = ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่(ก่อนและหลัง)

n = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum D$ = ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล
ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

$\sum D^2$ = ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็น
รายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับ
หลังเรียน

2.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติ
ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ Pooled Variance t-test
ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}, \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_p^2 = \text{ความแปรปรวนร่วม (Pooled Variance)}$$

$$= \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

เมื่อ \bar{x}_1, \bar{x}_2 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

S_1^2, S_2^2 = ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

n_1, n_2 = จำนวนตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

