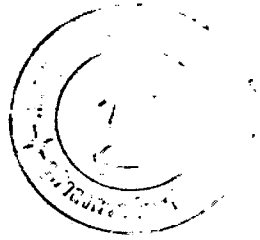


บทที่ ๓

วิธีดำเนินการวิจัย

ลักษณะประชากร



กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนเทศบาล - วัดโพธิ์นิมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๐ คน เป็นชาย ๓๐ คน หญิง ๓๐ คน เลือกจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด ๔๑๒ คน ถือเกณฑ์การ คัดเลือกโดยใช้วิธีจับคู่สุ่มนักเรียนซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ เหมือนหรือใกล้เคียงกันในด้าน

๑. เพศ
๒. อายุ
๓. สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาสามัญ ซึ่งเป็นผลการสอบได้ วิชาสามัญจากชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓
๔. ภูมิหลังทางบ้านในด้าน ศาสนา อาชีพ และรายได้ของ - บิดามารดา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสำรวจและแบบทดสอบรวม ๒ ชุด ซึ่งผู้วิจัย สร้างเอง คือ

๑. แบบสำรวจทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
๒. แบบทดสอบสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔

รายละเอียดเกี่ยวกับแบบสำรวจและแบบทดสอบแต่ละชุด มีดังนี้

๑. ~~แบบสำรวจทัศนคติทางวิทยาศาสตร์~~

ก. การสร้างแบบสำรวจ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการสร้างคำถาม ให้สอดคล้องกับความหมายตามคำจำกัดความของคำว่า "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์"

ในงานวิจัยเรื่องนี้ ซึ่งหมายถึงการที่บุคคลมีคุณสมบัติ ๔ ประการ คือ การเป็นคน
 ซางสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ การไม่เชื่อถือโชคกลาง การมีความรอบคอบถี่ถ้วน
 ซื่อสัตย์ในการหาหลักฐานมาแก้ปัญหา เพื่อให้คำตอบที่ได้รับเป็นความจริง และการเป็น
 คนใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น แบบสำรวจทั้งหมดเป็นแบบมาตราส่วน
 ประมาณค่า (rating scale) โดยแต่ละขอแบ่งออกเป็น ๓ ระดับ หรือ ๓ ขอ
 ให้เลือก คือ "จริงหรือเห็นด้วย" "ไม่แน่ใจ" และ "ไม่จริงหรือไม่เห็นด้วย" ให้
 นักเรียนขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสำรวจ คือ แต่ละขอนักเรียนเลือก
 ของถูกต้องตรงกับเกณฑ์ที่วางไว้ ได้ ๓ คะแนน ถ้าเลือกของ "ไม่แน่ใจ" ได้
 ๒ คะแนน และถ้าเลือกของตรงข้ามกับเกณฑ์ที่วางไว้ ได้ ๑ คะแนน แบบสำรวจทั้งหมด
 ชุดมีจำนวน ๔๐ ขอ ดังนั้น ค่าของคะแนนจะเป็นดังนี้ คือ ถ้าได้ $40 \times 3 = 120$ คะแนน
 ถือว่านักเรียนผู้นั้นมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงที่สุด ถ้าได้ $40 \times 2 = 80$ คะแนน
 ถือว่านักเรียนผู้นั้นมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง และถ้าได้ $40 \times 1 = 40$ คะแนน
 ก็ถือว่านักเรียนผู้นั้นยังมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ข. การทดลองใช้แบบสำรวจ ผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจไปลองทดสอบ
 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนเทศบาลวัดมะลิ ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับ
 ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย จำนวน ๔๐ คน เพื่อศึกษาขอบกพรอง

ค. การปรับปรุงแบบสำรวจ หลังจากได้ทำการทดลองสอบ
 (pre-test) แล้ว พบว่า การจัดลำดับข้อยังบกพร่อง คำตอบที่ถูกเป็นแบบแผน
 (pattern) อยู่หลายตอน กับข้อความของคำถามบางขอไม่รัดกุมชัดเจน จึงได้
 ทำการแก้ไขขอบกพรอง แล้วนำแบบสำรวจที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่
 ทำการวิจัย จากนั้นก็นำข้อมูลมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่วางไว้ เพื่อหาความ
 เชื่อถือได้ (Reliability)

ในการหาค่าความเชื่อถือได้ ไคไจคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างที่เรียน -
 วิทยาศาสตร์ โดยวิธีบรรยายทั้งกลุ่ม ซึ่งมี ๓๐ คน ใช้วิธีแบ่งครึ่งแบบสำรวจ
 (Split half) โดยเอาคะแนนของแบบสำรวจชุดเดียวกันมาแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน
 คือ คะแนนของข้อคี่กับคะแนนของข้อคู่ โดยตรวจความถี่นักเรียนแต่ละคนทำคะแนนข้อคี่
 ได้เท่าใด และข้อคู่ ได้เท่าใด เมื่อไคคะแนนเป็นสองชุดแล้ว ก็หาค่าสหสัมพันธ์ของ
 คะแนนทั้งสองชุดนั้น โดยใช้วิธีการของเพียร์สัน (Pearson's Product moment
 correlation coefficient) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{N \sum X'Y' f(X,Y) - \sum X' f(X) \sum Y' f(Y)}{\sqrt{[N \sum X'^2 f(X) - (\sum X' f(X))^2] [N \sum Y'^2 f(Y) - (\sum Y' f(Y))^2]}}$$

ในการคำนวณ ไคค่า $r = .25$ แต่เนื่องจาก ที่ได้
 เป็นค่าความเชื่อมั่นเพียงครึ่งเดียวของแบบสำรวจชุดนี้ เพื่อให้ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้ง
 ฉบับของแบบสำรวจ จึงนำมาเข้าสู่สูตรขยายของ Spearman-Brown เพื่อให้
 ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ดังนี้ คือ

$$r_{11} = \frac{2 \times r_{\frac{11}{22}}}{1 + r_{\frac{11}{22}}}$$

^๑ ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, (พ.ร.ศ. ๒๕๑๓),
 หน้า ๑๐๖

^๒ สงม แสงบำรุง, เทคนิคการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์, (พ.ร.ศ. ๒๕๑๖),
 หน้า ๖๓

^๓ สงม แสงบำรุง, เรื่องเดียวกัน หน้าเดียวกัน

เมื่อ r_{11} เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจทั้งหมด

r_{11}
 $\frac{22}{21}$ เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจครึ่งหนึ่ง

คำนวณโอกาส $r = .59$ ดังนั้น แบบสำรวจทั้งหมดมีความเชื่อมั่นทั้งหมด $.59$ นับว่าใช่เป็นเครื่องมือวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยได้

๒. แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔

ก. การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักเกณฑ์จากหนังสือการวัดผลการศึกษา หนังสือการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของฝ่ายการศึกษาและบริการชุมชน ซึ่งใช้กันอยู่ในโรงเรียนเทศบาลทั่วไปในกรุงเทพมหานคร อีก ๒ ฉบับ ในการออกข้อสอบผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา จัดลำดับความสำคัญของเนื้อหา โดยพิจารณาจากหลักสูตรประมวลการสอน และหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ที่ใช้กันแพร่หลาย อีก ๔ เล่ม ข้อทดสอบ ๑๒๐ ข้อ แบ่งออกเป็น ๔ ตอน ตอนละ ๓๐ ข้อ ดังนี้คือ

- ตอนที่ ๑ วัดความสามารถเกี่ยวกับความจำ (ข้อ ๑ - ๓๐)
- ตอนที่ ๒ วัดความสามารถเกี่ยวกับความเข้าใจ (ข้อ ๓๑ - ๖๐)
- ตอนที่ ๓ วัดความสามารถเกี่ยวกับความเข้าใจเหตุผล (ข้อ ๖๑ - ๙๐)
- ตอนที่ ๔ วัดความสามารถเกี่ยวกับการนำไปใช้ (ข้อ ๙๑ - ๑๒๐)

ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choice) โดยแต่ละข้อมี ๔ ตัวเลือก ให้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบถูกได้คะแนน ๑ คะแนน ถ้าตอบผิดไม่ได้คะแนน

ข. การทดลองใช้แบบทดสอบ ให้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้ไปให้นักเรียนโรงเรียนเทศบาลวัดมะลิ ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่

ทำการวิจัย ลองทำดูหนึ่งห้องเรียน ทั้งนี้เพื่อศึกษาขอบเขตของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

ค. การปรับปรุงแบบทดสอบ หลังจากได้ทำการทดลองสอบแล้วพบว่า
ข้อสอบที่ออก ๑๒๐ ข้อนั้น ค่อนข้างยากและยาวไม่สำหรับนักเรียนในระดับนี้ และการ
ใช้คำศัพท์บางคำก็เกินระดับนี้แล้วไม่เข้าใจความหมาย จึงได้ตัดข้อทดสอบให้สั้นลง
เหลือ ๑๐๐ ข้อ แบ่งออกเป็น ๔ ตอนเช่นเดิม ตอนละ ๒๕ ข้อ กับได้แก้ไขสำนวน
ภาษาให้เหมาะสมกับเด็กในระดับนี้ด้วย จากนั้นได้เอาแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบ
กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนเทศบาลวัดมะลิอีก ๑ ห้องเรียน จำนวน
๕๐ คน เพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability)

ในการหาค่าความเชื่อถือได้ ผู้วิจัยใช้วิธีแบ่งครึ่ง (Split half)
เช่นเดียวกับแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กำหนดค่า $r = 0.๗๓$ แต่เนื่องจาก
จากค่า r ที่ได้เป็นค่าความเชื่อมั่นเพียงครึ่งเดียวของข้อสอบชุดนี้ จึงนำมาเข้า
สูตรขยายเช่นเดียวกับแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบ
ทดสอบทั้งฉบับเป็น ๐.๘๔ ดังนั้น แบบทดสอบฉบับนี้พอจะใช้เป็นเครื่องมือวัดสัมฤทธิผล
ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

วิธีดำเนินการ

ทำการทดลองสอนโดยแยกกลุ่มตัวอย่างที่ได้จับคู่ไว้ ๓๐ คู่ เป็น ๒ กลุ่ม
จากกันเป็น ๒ กลุ่ม เป็นกลุ่มละ ๓๐ คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนชาย ๑๕ คน นักเรียน-
หญิง ๑๕ คน กลุ่มหนึ่งเรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง อีกกลุ่มเรียนวิทยาศาสตร์โดย
วิธีบรรยาย สำหรับวิชาอื่น ๆ ยกเว้นวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสองกลุ่มเรียนโดยครูผู้สอน
คนเดียวกัน เช่น ครู ก. สอนภาษาไทยในกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง
ครู ก. นี้ก็จะสอนภาษาไทยในกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบรรยายด้วย เป็นต้น
ส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ นั้น ทำการสอนโดยนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ของวิทยาลัยครูธนบุรี ภายใต้
การดูแลอย่างใกล้ชิดของอาจารย์นิเทศก์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยให้

นักศึกษาฝึกสอน ๒ คน คนหนึ่งสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง ในกลุ่มที่เรียน -
วิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง อีกคนหนึ่งสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบรรยายในกลุ่มที่เรียน
วิทยาศาสตร์โดยวิธีบรรยาย ดำเนินการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวเป็นเวลา ๑ ปี -
การศึกษา โดยเริ่มทำการสอนในสัปดาห์ที่ ๒ นับแต่วันเปิดเรียนภาคต้นปีการศึกษา
๒๕๑๖ และสิ้นสุดการสอนก่อนปิดภาคปลาย ๒ สัปดาห์ ในปีการศึกษาเดียวกัน เมื่อ
สิ้นสุดการสอนแล้ว ได้ทำการทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และสัมฤทธิ์ผลในการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้น โดยใช้แบบทดสอบซึ่งผู้วิจัยสร้างเองทั้งสองชุด

รายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอนในการทดลองสอนนี้ มีดังนี้

คือ

๑. เนื้อหาที่สอน

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่กำหนด
ไว้ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โดยมีเนื้อหาเหมือนกัน
ตามหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของกระทรวงศึกษาธิการ

๒. การดำเนินงาน

๒.๑ การเตรียมการสอน ก่อนการเปิดทำการทดลองสอน

คณะครูโรงเรียนเทศบาลวัดโพธิ์นิมิตร์ และคณะอาจารย์มหาวิทยาลัย
วิทยาลัยครูชนบุรี ได้ร่วมกันจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรือนเพาะชำ และจัดหา
อุปกรณ์การสอนต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง กับได้ฝึกหัด
วิธีการสอนแก่นักศึกษาฝึกสอนที่อาสาสมัครเข้าทำการทดลองสอนในครั้งนี้

๑ กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๓
(พระนกร: ๒๕๐๓) หน้า ๒๕ - ๒๘

๒ กระทรวงศึกษาธิการ, แบบเรียนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เล่ม ๔ ชั้นประถมศึกษา-
ปีที่ ๔ (พระนกร: ๒๕๑๕)

๒.๒ วิธีการสอน กลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบรรยายนั้น การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีการทดลองปฏิบัติการ ครูผู้สอนเป็นผู้อธิบายและสรุปเนื้อหาให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนจดเนื้อหาที่เรียนลงในสมุดจด มีการให้คำถามไปตอบเป็นการบ้านเป็นครั้งคราว เพื่อทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีทดลอง การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ดำเนินไปโดยนักเรียนทดลองลงมือปฏิบัติกิจกรรม และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ไม่มีการบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย ตั้งปัญหาขึ้นเองตามหัวข้อที่เตรียมไว้ ครูเป็นผู้ช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปตามหัวข้อที่กำหนดไว้ เมื่อเกิดเป็นปัญหาขึ้นมาแล้ว ให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ด้วยตัวเอง วิธีการในการแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองปฏิบัติการมากที่สุด มีการสังเกตสอบถามหรือค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาประกอบบ้าง โดยในแต่ละปัญหา ครูจะพยายามให้นักเรียนหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ก่อนจะสรุปเป็นคำตอบที่สมบูรณ์

ตัวอย่างวิธีสอนเช่น การสอนเรื่อง "การลุกไหม้ของเทียนไข" ในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบรรยาย ครูผู้สอนจะบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟังว่า ในการลุกไหม้ของเทียนไขนั้น ถ้าเราจุดเทียนครั้งแรกจะเห็นไส้เทียนเป็นสีดำ แล้วสักครู่ก็ลุกเป็นเปลวสว่าง ผลการลุกไหม้จะเกิด ควัน เขม่า และคาร์บอนไดออกไซด์ ควันและเขม่า เมื่ออธิบายจบแล้ว ก็อาจมีคำถามให้ตอบเป็นการทบทวนความจำในเนื้อหา ส่วนในกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลอง ครูจะให้นักเรียนได้ทำงานด้วยตัวเองจริง ๆ ตามลำดับขั้น ดังนี้

- สังเกตแท่งเทียนไขก่อนจุดไฟ
- ไขไม่ชี้คจุดที่ไส้เทียน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของไส้เทียนที่กำลังจุด บันทึกผลไว้
- เอาแผ่นกระดาษกั้นเปลวไฟให้รัศไส้เทียน บันทึกผลที่เกิดขึ้น

- ตั้งเทียบไขไว้ในจาน เหน้ำน้ปุ่นใสลงในจานให้ท่วมแท่ง
เทียบไขเล็กน้อย จุดเทียบไขเอาแก้วครอบเทียบไข
สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำปุ่นใส มันก็กผลไว้ แล้วคิด
หาเหตุผลว่าที่เป็นดังนี้เพราะอะไร

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว มีการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน
แล้วอภิปรายผลรวมกัน และช่วยกันสรุปเนื้อหา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ เพื่อทดสอบ
ความมีนัยสำคัญของผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กับความ
มีนัยสำคัญของผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้วิธี t - test ค่าสถิติที่ทำการคำนวณ และ
วิธีการในการคำนวณ มีดังนี้

๑. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของ

- ๑.๑ คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
- ๑.๒ คะแนนสัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสองกลุ่ม

โดยใช้สูตร

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

๒. ค่าสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่าง

- ๒.๑ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
- ๒.๒ สัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

โดยใช้วิธีการของเพียร์สัน (Pearson's Product moment correlation coefficient) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

๓. จากค่าสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ (r_{xy}) ที่คำนวณได้ ตามข้อ ๒ นำไปหาระดับความมีนัยสำคัญของ r ทั้งสอง โดยเปรียบเทียบ จากตารางมาตรฐาน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทัศนคติทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีนัยสำคัญที่ระดับ .๑๐ และค่าสัมประสิทธิ์ แห่งสหสัมพันธ์ระหว่างสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕ จึงได้หาค่า t โดยใช้วิธีการดังนี้

๓.๑ จำนวนมัชฌิมเลขคณิตของผลต่างระหว่าง

ก. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

ข. สัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่ม

โดยใช้สูตร

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

๓.๒ จำนวนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของผลต่างทั้งสอง

^๕ ประคอง กรรณสูต, เรื่องเกม, หน้า ๑๐๖

^๖ Gene V. Glass and Jullan C. Stanley, Statistical Methods in Education and Psychology (Englewood Cliffs, New Jersey; Prentice-Hall Inc., 1970) p.536

^๗ ประคอง กรรณสูต, เรื่องเกม, หน้า ๘๕

โดยใช่สูตร

$$s_{\bar{d}} = \frac{S.D. \cdot \bar{d}}{\sqrt{N-1}}$$

$$\text{และ } S.D. \cdot \bar{d} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2}$$

๓.๓ ค่าของอัตราส่วนวิกฤติ (t)

$$\text{โดยใช่สูตร } t = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}}$$

จากค่าอัตราส่วนวิกฤติที่คำนวณได้ นำไปทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองชุดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

-
- ๔๔ ประคอง กรรณสูต, เรืองเต็ม, หน้า ๔๖
 ๔๕ ประคอง กรรณสูต, เรืองเดียวกัน, หน้าเดียวกัน
 ๑๐ ประคอง กรรณสูต, เรืองเดียวกัน, หน้าเดียวกัน