บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีเป้าหมายหลัก คือ การศึกษาประสิทธิผล ความยั่งยืน และมูลค่าเพิ่มของการดำเนินการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data Driven Reform) โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่ต่อเนื่องกับโครงการวิจัยในปี พ.ศ. 2558 และเพื่อให้สามารถตอบโจทย์วิจัยตามเป้าหมายดังกล่าว ผู้วิจัยจึงออกแบบการวิจัยเป็นแบบวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการวิจัยซ้ำกับครูที่ร่วมวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา พ.ศ. 2558 แต่จะมีการสลับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกัน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ประสิทธิผลของโครงการปฏิรูป รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ความยั่งยืนของโครงการว่าจะมีมากหรือน้อย การวิจัยนี้เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัย ครู โรงเรียน โดยวิธีดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ประชากร

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย และครูที่สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือตอนปลาย

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย และครูที่สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือตอนปลาย ในจังหวัดน่าน โดยมีครูจำนวน 78 คน ซึ่งแบ่งครูออกเป็นกลุ่มทดลอง 48 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยทั้งสองกลุ่มเป็นครูที่เข้าร่วมโรงการวิจัยตั้งแต่การวิจัยระยะที่ 1 ในการการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา พ.ศ. 2558 (ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2558)

การวิจัยครั้งนี้ถือว่าเป็นการวิจัยระยะที่ 2 (ดำเนินการในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา พ.ศ 2558 ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559) โดยครูกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มครูที่เข้าร่วมโครงการวิจัยในระยะที่ 1 ส่วนกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มครูที่เคยเป็นกลุ่มควบคุมในโครงการวิจัยในระยะที่ 1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเช่นนี้เพื่อให้สามารถตอบคำถามวิจัยเกี่ยวกับความยั่งยืนของผลการปฏิรูป (ตรวจสอบความก้าวหน้าของคุณภาพผู้เรียน ถึงแม้ว่าจะไม่ได้รับทรีตเม้นต์ต่อ) ประสิทธิผลของโครงการ ผลกระทบของการดำเนินงาน รวมทั้งไม่ขัดกับจริยธรรมของการวิจัยโดยนำครูที่ไม่ได้รับทรีตเม้นต์มาทดลองในระยะต่อมา

ทั้งนี้ การคัดเลือกใช้วิธีคัดเลือกจากครูที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ ประกอบด้วยครูกลุ่มควบคุม 30 คน (มีนักเรียนกลุ่มควบคุม 1,154 คน) และกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์กลุ่มทลองจำนวน 48 คน (นักเรียนกลุ่มทดลอง 1,415 คน) โดยสุ่มเลือกครูที่ประสงค์เข้าร่วมโครงการด้วยเกณฑ์ คือ ความสมัครใจเข้าร่วมโครงการ จากนั้นเลือกใช้นักเรียนทุกคนของครูที่เลือกไว้

3. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.1-6 ซึ่งประกอบด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา แบบสอบถามภูมิหลังของนักเรียน แบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของครู การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะของครู กิจกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน แบบสังเกตการณ์สอนของครู และแบบสัมภาษณ์ครู ผู้บริหาร และนักเรียน

3.1 แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ชั้นปี ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ซึ่งใช้เนื้อหาที่สอนในเทอมที่ 2 ในขั้นตอนแรกมีการพัฒนาข้อสอบจำนวน 610 ข้อ ภายหลังการทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ มีการคัดเลือกและจัดฉบับแบบทดสอบแต่ละระดับชั้นๆ ละ 2 ฉบับที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน (ฉบับที่ 1) และแบบทดสอบหลังเรียน (ฉบับที่ 2) โดยแบบทดสอบระหว่างเรียน (ฉบับที่ 1) และแบบทดสอบหลังเรียน (ฉบับที่ 2) มีข้อสอบร่วม 5 ข้อ เพื่อใช้ปรับเทียบคะแนนสำหรับการวิเคราะห์ความยั่งยืนของการดำเนินการปฏิรูป

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างของแบบทดสอบ

วิชา	จำนวนข้อสอบที่พัฒนา	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้			
		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ข้อสอบร่วม	รวม
วิทยาศาสตร์ ม.1	55	20	20	5	45
วิทยาศาสตร์ ม.2	54	20	20	5	45
วิทยาศาสตร์ ม.3	53	20	20	5	45
ฟิสิกส์ ม.4	67	20	20	5	45
ฟิสิกส์ ม.5	58	20	20	5	45
ฟิสิกส์ ม.6	54	20	20	5	45
เคมี ม.4	55	20	20	5	45
เคมี ม.5	49	20	20	5	45
เคมี ม.6	46	20	20	5	45
ชีววิทยา ม.4	60	20	20	5	45
ชีววิทยา ม.5	58	20	20	5	45
ชีววิทยา ม.6	56	20	20	5	45
รวม	610	20	240	60	540

การพัฒนาแบบทดสอบแต่ละรายวิชาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรโดยครู จำนวน 12 คน ร่วมกับนักวิจัย เพื่อกำหนดโครงสร้างของข้อสอบ โดยมีการกำหนดสาระการเรียนรู้จำนวน 7 สาระการเรียนรู้ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศซึ่งมีจำนวนมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ต่างกันตามที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เมื่อวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจึงนำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบ การเขียนข้อสอบมี 2 ลักษณะ คือ

1. **ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** เป็นข้อสอบที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัดสำหรับวิชาพื้นฐาน หรือ ผลการเรียนรู้สำหรับวิชาเพิ่มเติม โดยข้อสอบเป็นประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

2. **ข้อสอบตามแนว PISA** การสร้างข้อสอบดำเนินการตามแนวคิดของการประเมิน PISA โดยใช้ข้อสอบที่มีลักษณะหลากหลาย คือ ข้อสอบเลือกตอบ (Multiple-choice items) 4 ตัวเลือก (ข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เช่น ใช่ หรือ ไม่ใช่, เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย ข้อสอบเลือกตอบแบบซับซ้อน (complex multiple-choice items) ตอบสั้น และตอบยาว ในการวิจัยครั้งนี้สร้างข้อสอบที่มีสถานการณ์ของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ โดยข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก และข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน ตอบถูกทั้งหมดได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามแนว PISA (ปี 2012) มีการกำหนดกรอบการสร้างดังนี้

- สมรรถนะ PISA กำหนดสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องประเมินไว้ 3 สมรรถนะ คือ

1. ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่าประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2. อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม

3. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) ประกอบด้วย การแปลผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สรุป และสื่อสารให้เข้าใจได้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หลักฐาน และเหตุผลเบื้องหลังข้อสรุป และการสะท้อนนัยของการนำผลการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคม

- ความรู้ กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA มีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (knowledge of science) และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (knowledge about science) ดังนี้

1) ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- ระบบกายภาพ
- ระบบสิ่งมีชีวิต

- ระบบโลกและอวกาศ
- ระบบเทคโนโลยี

2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการเรียน แต่เป็นความรู้ที่นำมาใช้เมื่อต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมี 2 มิติที่ประเด็น คือ การหาความรู้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

- บริบทและขอบเขตของการนำไปใช้

การประเมิน PISA ได้ออกแบบบริบทเกี่ยวกับการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในบริบท 3 ด้าน คือ บริบทเกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก ในขอบเขตของการนำไปใช้ 5 ด้าน คือ

- สุขภาพ
- ทรัพยากรธรรมชาติ
- สิ่งแวดล้อม
- อันตราย
- และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ

หลังการนำข้อสอบไปใช้แล้ว ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบด้วยสูตร KR-20 และได้ผลการวิเคราะห์ดังที่นำเสนอในตาราง 3.2 โดยพบว่า ทุกวิชามีความเที่ยงสูงตามเกณฑ์ คือมากกว่า 0.7 ซึ่งช่วยรับประกันว่าการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนต่ำในระดับที่ยอมรับได้

ตาราง 3.2 ความเที่ยงของแบบทดสอบวิทยาศาสตร์

วิชา	KR-20			
	กลุ่มทดลอง ฉบับที่ 1	กลุ่มทดลอง ฉบับที่ 2	กลุ่มควบคุม ฉบับที่ 1	กลุ่มควบคุม ฉบับที่ 2
วิทยาศาสตร์ ม.1	.86	.83	.81	.82
วิทยาศาสตร์ ม.2	.84	.81	.86	.82
วิทยาศาสตร์ ม.3	.91	.81	.89	.85
ฟิสิกส์ ม.4	.86	.80	.89	.85
ฟิสิกส์ ม.5	.80	.65	.84	.85
ฟิสิกส์ ม.6	.88	.76	.89	.89
เคมี ม.4	.86	.82	.85	.83
เคมี ม.5	.85	.86	.85	.82
เคมี ม.6	.88	.87	.88	.87

วิชา	KR-20			
	กลุ่มทดลอง ฉบับที่ 1	กลุ่มทดลอง ฉบับที่ 2	กลุ่มควบคุม ฉบับที่ 1	กลุ่มควบคุม ฉบับที่ 2
ชีววิทยา ม.4	.87	.85	.85	.86
ชีววิทยา ม.5	.89	.82	.86	.86
ชีววิทยา ม.6	.84	.85	.83	.82

3.2 แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนของครู

แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนของครู เป็นคำถามครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของครูที่เน้นการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน จำนวน 10 ข้อ โดยเป็นการถามว่าครูเน้นการจัดการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมากน้อยเพียงใด คำถามประกอบด้วย

1. การให้นักเรียนคิดหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. การออกแบบการศึกษาเพื่อหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การทำการทดลองและหาข้อสรุปจากการทดลอง
4. การใช้การประเมินที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน
5. การประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

ส่วนที่สองถามเกี่ยวกับการใช้การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน ดังคำถามต่อไปนี้

6. การตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ และเก็บข้อมูลนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ
7. การใช้ข้อสอบ หรืองานที่ให้นักเรียนเขียนตอบ
8. การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงานของนักเรียน
9. การให้นักเรียนประเมินตนเอง
10. การให้เพื่อนประเมินเพื่อน

คำตอบทั้งสองส่วนเป็นแบบมาตรประมาณค่า 1-5 โดย 1=ไม่เคยเลย 2=น้อย 3=ปานกลาง 4=มาก และ 5=มากที่สุด แบบวัดนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา IOC ผ่านเกณฑ์ โดยมีค่า IOC .67-1.00 และความเที่ยงของแบบวัด (สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค) เท่ากับ .86

3.3 แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะของครู

แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะของครู เป็นแบบสอบถามแปลจากแบบวัดการจัดการเรียนแบบสืบเสาะของ PISA ประกอบด้วยคำถาม 8 ข้อ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายความคิดของนักเรียน
2. ให้เวลานักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ
3. ให้นักเรียนได้ถกเถียงกันเกี่ยวกับคำถามวิจัยที่จะทดลอง

4. ให้นักเรียนหาข้อสรุปจากการทดลองที่นักเรียนทำเอง

5. ครูอธิบายประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

6. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของตนเอง

7. มีการโต้แย้งกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการทดลอง

8. ครูอธิบายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน

โดยเป็นคำถามให้นักเรียนประเมินตามการรับรู้ของตนเอง และการให้คะแนน 5 ระดับ คือ 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 ไม่เห็นด้วย 3 ไม่แน่ใจ 4 เห็นด้วย 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบวัดนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา IOC ผ่านเกณฑ์ โดยมีค่า IOC .67-1.00 และมีค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค) เท่ากับ .89

3.4 แบบสอบถามกิจกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน

แบบสอบถามกิจกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน เป็นแบบสอบถามครูเกี่ยวกับการจัดบรรยากาศส่งเสริมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (SCIENVI) เป็นแบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากแบบวัดบรรยากาศการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของ PISA ซึ่งถามเกี่ยวกับการมีกิจกรรมประเภทต่างๆ ที่โรงเรียนส่งเสริมหรือจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ประกอบด้วยคำถาม 6 ข้อ ดังนี้

1 โรงเรียนส่งเสริมบรรยากาศห้องเรียนที่สนับสนุนการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. โรงเรียนส่งเสริมให้มีจัดการเรียนที่กระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ

3. โรงเรียนสนับสนุนการจัดเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกัน

4. โรงเรียนมีนโยบายให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนเป็นรายบุคคล

5. โรงเรียนกระตุ้นให้ครูปรับการเรียนการสอนให้ตรงกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน

6. โรงเรียนมีกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนสนใจวิทยาศาสตร์

คำถามทั้ง 6 ข้อนี้ เป็นคำถามแบบเลือกตอบแบบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่ หรือ ไม่ใช่ โดยให้คะแนน ใช่ =1 ไม่ใช่ = 0 และนำคะแนนรายข้อมารวมกันเพื่อวัดกิจกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน แบบสอบถามนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา IOC ผ่านเกณฑ์ โดยมีค่า IOC .67-1.00 และโดยมีค่าความเที่ยง (KR-21) เท่ากับ .65

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 จัดชี้แจงแนวทางดำเนินการวิจัยให้กับครูที่เข้าร่วมโครงการ 1 ครั้ง ก่อนดำเนินโครงการ (ก่อนภาคภาคการศึกษาที่ 2) เพื่อทำความเข้าใจแนวทางการทำงานให้เข้าใจตรงกัน และจัดอบรมครูผู้สอนให้มีความรู้เกี่ยวกับการประเมินการศึกษา การวิเคราะห์ข้อสอบ และการใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน 1 ครั้ง โดยการอบรมจะเน้นเนื้อหาด้านเทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลการศึกษา การวิเคราะห์ข้อสอบ และการใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำผลการทดสอบนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษาในระหว่างการอบรมเพื่อหาแนวทางการพัฒนาผู้เรียน

4.2 ให้ครูกลุ่มทดลองจัดการเรียนการสอน และผู้วิจัยทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อวินิจฉัยจุดอ่อนของการเรียนการสอน 1 ครั้ง ในเดือนแรกของภาคการศึกษาที่ 2 โดยทำทดสอบนักเรียนของครูที่เข้าร่วมโครงการกลุ่มทดลอง จำนวน 1,415 คน และกลุ่มควบคุม 1,154 คน ด้วยแบบทดสอบฉบับที่ 1

4.3 วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อวินิจฉัยจุดอ่อนของนักเรียนด้วยโมเดลการวัดเพื่อวินิจฉัย (diagnostic measurement model) และรายงานจุดอ่อนของการเรียนการสอนให้ครูผู้สอนในกลุ่มทดลองทราบ และร่วมกันวางแผนการพัฒนาผู้เรียนร่วมกับครูกลุ่มทดลองหาแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียน

4.4 นักวิจัยทำการประเมินและกำกับติดตามการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน รวมทั้งการให้คำชี้แนะแก่ครูในการจัดการเรียนการสอน อีก 1 ครั้ง โดยมีการประชุมวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งระหว่างครูและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การประเมินและกำกับติดตามใช้รูปแบบของการประชุมกลุ่มครูกลุ่มทดลอง จำนวน 48 คน ณ ห้องประชุมโรงเรียนปัว โดยให้ครูรายงานการดำเนินการและผลการพัฒนาผู้เรียนตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ในข้อ 5

4.5 หลังจากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลครั้งที่สองด้วยการทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและควบคุมด้วยแบบทดสอบฉบับที่ 2

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการดังนี้

5.1 วิเคราะห์คุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์) คะแนนก่อนเรียนด้วยสถิติ (บรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนด้วยการวิเคราะห์การวินิจฉัยด้วย โมเดลการวินิจฉัย G-DINA โดยทำการวิเคราะห์จุดอ่อนของนักเรียนด้านการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA ซึ่งวินิจฉัยทักษะ 3 ด้านของนักเรียน คือ ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่าประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม และใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence)

5.2 การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มของคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis) ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (posttest) ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วยปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนำมาจากการวิจัยของ สังวรณ์ งัดกระโทก (2552) และตัวแปรจากทฤษฎีทรัพยากร (resource-based theory) ที่ใช้อธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยมีตัวแปรระดับนักเรียน คือ ตัวแปรดัมมี่เพศชาย (MALE) เศรษฐฐานะของนักเรียน (SES) ซึ่งวัดจากรายได้ของผู้ปกครอง ความรู้เดิมของนักเรียน (pretest) ซึ่งวัดจากคะแนนสอบระหว่างเรียนในระหว่างการทดลอง ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียนประกอบด้วย ตัวแปรขนาดโรงเรียน (size) วัดจากจำนวนนักเรียนในโรงเรียน และตัวแปรที่ตั้งของโรงเรียน (location) ซึ่งเป็นตัวแปรดัมมี่ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 สำหรับโรงเรียนในเมือง และ 0 สำหรับโรงเรียนนอกเมือง/ทุรกันดาร

การวิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ด้วยโมเดลพหุระดับต่อไปนี้

Level-1 Model

$$POSTTEST_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(MALE_{ij}) + \beta_{2j}*(PRETEST_{ij}) + \beta_{3j}*(SES_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SIZE_j) + \gamma_{02}*(LOCATION_j) + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$
$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

ทั้งนี้ มูลค่าเพิ่มของคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์สามารถคำนวณได้จากคะแนน Posttest - $\hat{Y}$ โดย $\hat{Y}$ คือ ค่าทำนายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยตัวแปรทำนายที่เป็นตัวแปรอิสระในโมเดลข้างต้น

5.3 การวิเคราะห์พัฒนาการของคุณภาพวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของแต่ละชั้นปี โดยมีการปรับเทียบคะแนนระหว่างชั้นปีด้วยการปรับเทียบด้วยวิธีเคอร์เนล (Kernel Equating) โดยทำการศึกษาสองกลุ่ม คือ มัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย การปรับเทียบด้วยวิธีเคอร์เนลจะทำให้สามารถนำคะแนนมาเทียบกันเพื่อดูพัฒนาการได้อย่างไม่ลำเอียง โดยดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การปรับการแจกแจงของคะแนนของแต่ละวิชา แต่ละปีให้เรียบ (presmoothing) ด้วยโมเดลล๊อกลิเนียร์ (log-linear models) และคำนวณความน่าจะเป็นของคะแนนแต่ละค่าเพื่อใช้สำหรับปรับเทียบ ในการปรับการแจก

แจงของคะแนนของแต่ละวิชาแต่ละปีให้เรียบ ผู้วิจัยเลือกทำให้การแจกแจงของคะแนนที่เรียบแล้วมีโมเมนต์เหมือนกับการแจกแจงของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 โมเมนต์ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ และความโด่ง

2. คำนวณความน่าจะเป็นของคะแนนแต่ละค่า (estimation of score probabilities) ของประชากร โดยการเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของคะแนนแต่ละค่าจากขั้นที่ 1 ด้วยวิธีการเชิงเส้นตรง
3. การทำให้คะแนนมีความต่อเนื่อง (continuization) โดยประมาณค่าต่อเนื่องของฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของคะแนน X และ Y หรือ $\hat{F}_{h_X}(x)$ และ $\hat{G}_{h_Y}(y)$ ตามลำดับ โดยเลือกพารามิเตอร์แบนวิดท์ (bandwidth parameter: h_X และ h_Y) ที่ทำให้ $\hat{F}_{h_X}(x)$ และ $\hat{G}_{h_Y}(y)$ ใกล้เคียงกับฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเดิมของคะแนนที่นำมาปรับเทียบ
4. การปรับเทียบคะแนน (equating) การคำนวณฟังก์ชันการปรับเทียบจาก $\hat{F}_{h_X}(x)$ และ $\hat{G}_{h_Y}(y)$ ที่ทำให้ต่อเนื่องแล้ว โดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ดังสมการ $e_{YhXhY}(x) = \hat{G}^{-1}_{hY}(F_{hX}(x))$
5. คำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบด้วยวิธีเดลต้า (Delta method)

การดำเนินการทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรม Kernel Equating

5.4 การวิเคราะห์ผลกระทบของการดำเนินงานปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลต่อมูลค่าเพิ่มทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยตัวแปรตามคือ มูลค่าเพิ่มของนักเรียน ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างคะแนน Posttest และ $\hat{Y}$ ได้จากการวิเคราะห์พหุระดับในข้อ 5.1 ตัวแปรอิสระ คือ โครงการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งเป็นตัวแปรดัมมี่ (1=กลุ่มทดลอง 0=กลุ่มควบคุม) บรรยากาศการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน และการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

5.5 การวิเคราะห์ผลกระทบของการดำเนินงานปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลต่อพัฒนาการของคุณภาพวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (วิเคราะห์ระดับ ม.ต้น และ ม.ปลาย แยกจากกัน) แปลผลขนาดของผลกระทบด้วยขนาดอิทธิพล (effect size) ที่แสดงผลต่างระหว่างพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยเกณฑ์ของโคเฮน (Cohen)

5.6 วิเคราะห์แนวทางการส่งเสริมมูลค่าเพิ่มและการยกระดับพัฒนาการของคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์เชิงปริมาณว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อมูลค่าเพิ่มโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และวิเคราะห์พหุระดับเพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดส่งผลต่อพัฒนาการของคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตามโมเดลดังนี้

Level-1 Model

$$GAIN_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(MALE_j) + \beta_{2j}*(PRETEST_{ij}) + \beta_{3j}*(SES_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(GRP_j) + \gamma_{02}*(ENVI2_j) + \gamma_{03}*(Teaching_j) + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$
$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

นอกจากนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนมูลค่าเพิ่มสูง และครูผู้สอน และผู้บริหารสถานศึกษา โดยจะเลือกสัมภาษณ์ครูและโรงเรียนที่มีมูลค่าเพิ่มและพัฒนาการของคุณภาพการศึกษาสูง และพัฒนาการต่ำ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยกระดับมูลค่าเพิ่มและการยกระดับพัฒนาการของคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

5.7 การวิเคราะห์ความยั่งยืนของโครงการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์วิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแปรอิสระ คือ กลุ่มของครูผู้สอน (1=กลุ่มที่เคยเป็นกลุ่มทดลองในปี 2558 และ 0=กลุ่มที่เป็นกลุ่มทดลองปี 2559) โดยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน คือ เพศ (SEX) เศรษฐฐานะของนักเรียน (SES) ความรู้เดิมของนักเรียน (PRETEST) ประสบการณ์สอนของครู (EXPERIEN) ขนาดโรงเรียน (SIZE) และที่ตั้งของโรงเรียน (LOCATION) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สังวรณ์ งัดกระโทก, 2552) และนักวิจัยต้องทำการควบคุมตัวแปรเหล่านี้เพื่อให้สามารถประเมินได้ว่าโครงการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ทำให้เกิดความยั่งยืนหรือไม่ เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นแล้ว ในการวิเคราะห์เช่นนี้ ผลการวิจัยจะพบว่า โครงการปฏิรูปมีความยั่งยืนก็ต่อเมื่ออิทธิพลของกลุ่มของครูผู้สอนต่อผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ระดับ .05

Level-1 Model

$$POSTTEST_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(SEX_{ij}) + \beta_{2j}*(PRETEST_{ij}) + \beta_{3j}*(SES_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(GRP_j) + \gamma_{02}*(EXPERIEN_j) + \gamma_{03}*(SIZE_j) + \gamma_{04}*(LOCATION_j) + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$\beta_{2j} = \gamma_{20}$
$\beta_{3j} = \gamma_{30}$