บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้ขั้นตอนตามแนวกลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอคนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ระเบียบวิธีวิจัย
2) กลุ่มเป้าหมาย
3) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
4) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5) การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
7) การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล

1. ระเบียบวิธีวิจัย

ใช้รูปแบบการวิจัยแบบยังไม่เข้าขั้นการทดลอง (Pre Experimental Design) แบบ One shot case study

X **O_2**

แสดงรูปแบบการวิจัยโดยใช้การทดสอบหนึ่งครั้ง

X หมายถึง วิธีสอนตามแบบกลวิธีเมตาคอคนิชัน

O_2 หมายถึง
- คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย
- คะแนนความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชันของกลุ่มเป้าหมาย
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมาย

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.1) ตัวแปรต้น คือ การเรียนการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน

2.2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน(การแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาในสังคม) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1) การศึกษาและค้นคว้าเอกสาร

1. ศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด หลักการและกฎต่างๆเกี่ยวกับกระบวนการคิดกับการเรียนรู้เมตาคอคนิชันกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอคนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการเรียนรู้

3. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ วิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

4. ศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

5. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดเมตาคอคนิชัน วิธีการวัดและประเมินผลการพัฒนาเมตาคอคนิชัน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากคู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน

1.4 ศึกษาแบบการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันได้แก่ การฝึกแบบโดยตรง และการฝึกแบบสอดแทรกในเนื้อหา

1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

ตารางที่ 2 กลวิธีเมตาคอคนิชันที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน พร้อมทั้งเกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน (ชั่วโมง)	กลวิธีเมตาคอคนิชัน	เกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1	- งาน (ความหมายของงาน)	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่านและมีการทดลอง
	งาน (การคำนวณเกี่ยวกับงาน)	1	การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
2	- พลังงาน (ความหมายของพลังงาน, ทดลองเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง)	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
3	- พลังงาน (คำนวณเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง)	2	การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
4	- พลังงาน (พลังงานจลน์)	1	การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
5	- พลังงาน (พลังงานกล)	1	การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 กลวิธีเมตาคอคนิชันที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน พร้อมทั้งเกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน(ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน (ชั่วโมง)	กลวิธีเมตาคอคนิชัน	เกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
6	พลังงาน (พลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ)	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
7	พลังงาน (พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ)	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
8	พลังงาน (การถ่ายโอนพลังงานความร้อน)	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
9	สมดุลความร้อน	1	การอ่าน การทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่านทดลอง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและพิจารณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาด้านความตรงตามจุดประสงค์ และด้านความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พร้อมทั้งความเหมาะสมในการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุง เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ในขั้นนำไม่ควรใส่รูปมากเกินไปควรใส่ไว้ในใบงานหรือใบความรู้ก็ได้ ควรใส่คำถามนำลงไปในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มากกว่านี้จะทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น ควรตัดข้อความที่ไม่จำเป็นและทำให้เกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ออก ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผนไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นข้อค้นพบที่ได้จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้และข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข เช่น ใช้เวลาในการนำเข้าสู่บทเรียนมากเกินไปคำถามนำเข้าสู่บทเรียนเป็นสิ่งไกลตัวนักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์จึงตอบไม่ตรงเนื้อหา

ความแตกต่างของนักเรียนมีมากคนเก่งก็ทำงานเสร็จเร็ว คนเรียนอ่อนทำงานเสร็จช้าบางคนไม่สามารถทำได้ และขั้นสรุปนักเรียนยังไม่สามารถสรุปองค์ความรู้ที่เรียนมาได้ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยได้นำข้อค้นพบเหล่านั้นมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้และสอดคล้องกับสภาพห้องเรียนจริง

4.3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 3 ชุด ดังนี้

1. แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเลือกเนื้อหา เรื่อง งาน พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ พลังงานกล และพลังงานความร้อนซึ่งเป็นหัวข้อที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณมาสร้างแบบทดสอบ จำนวน 5 ข้อ

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน และสถานการณ์ปัญหาในสังคม

2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่มีความตรงเชิงเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน โดยเลือกเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง “วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย”

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับปัญหาภายในสังคมโดยเลือกสถานการณ์ปัญหาในบริบทของโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ในหัวข้อ “ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์”

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน ทั้งหมด จำนวน 30 ข้อ

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

1.2) ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย การใช้คำถาม และการเขียนข้อคำถามให้ชัดเจน

1.3) ศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน แบบเรียน คู่มือครู ที่มีเนื้อหาที่ต้องใช้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและถูกต้องตามจุดประสงค์รายวิชา

1.4) วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 32101) เรื่อง งานและพลังงาน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้น ม.1 - 3

1.5) สร้างแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นแบบอัตนัย 5 ข้อ ตามการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 5 เรื่อง คือ งาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกล และ พลังงานความร้อน

1.6) เกณฑ์การให้คะแนนในแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อๆ ละ 15 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1.6.1 วาดรูปประกอบการคำนวณได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน

1.6.2 แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีขั้นตอนที่สมบูรณ์ ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน ให้ 10 คะแนน

1.6.3 แสดงคำตอบที่ถูกต้อง ให้ 2 คะแนน

1.7) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อแก้ไขและปรับปรุง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อ

1.7.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตรวจแบบสอบเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เช่น ควรกำหนดให้นักเรียนวาดรูปประกอบทุกข้อ ควรเรียบเรียงโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์บางข้อ ที่มีคำถามไม่ชัดเจน ควรตัดข้อความที่ไม่จำเป็นและทำให้เกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ออก ควรเพิ่มคำหรือข้อความที่จะทำให้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์ เป็นต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.8) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแบบสอบอีกครั้ง

1.9) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลอง กับกลุ่มนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เนื่องจากเคยเรียนวิทยาศาสตร์ ว 32101 แล้ว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แล้วนำ

ผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค โดยมีค่าความเที่ยง 0.60

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.9.1 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อ หาได้จากผลบวกของคะแนนในแต่ละขั้นตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมินการแก้ปัญหา ข้อละ 15 คะแนน

1.9.2 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์โดยรวมหาได้จากผลรวมของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อรวมกันแล้วนำมาคิดเป็นร้อยละ แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ 70/70

2. แบบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาในสังคม ซึ่งเป็นการวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชัน หลังการเรียน (Post-test) ของผู้เรียนด้วยวิธีการให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1) ศึกษาเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากคู่มือครู หนังสือเรียนของนักเรียน และเว็บไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้สถานการณ์ปัญหา

2.3) ศึกษาเนื้อหาและวิธีการสร้างสถานการณ์ปัญหาจากเว็บไซต์ต่างๆ หนังสือเรียน คู่มือครู

2.4) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเปรียบเทียบการใช้คำถาม ความยาวของข้อความสถานการณ์ปัญหา

2.5) สร้างแบบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหา ให้ครอบคลุมการใช้เมตาคอคนิชันทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การวางแผนแก้สถานการณ์ปัญหา การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน

2.6) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้สถานการณ์ปัญหาดังนี้ตอบคำถามได้ครบตามขั้นตอนของกระบวนการกลวิธีเมตาคอคนิชัน ทั้ง 4 ขั้นตอน และบอกเหตุผลสอดคล้องกับสถา

การณ์ปัญหาที่กำหนดให้ คะแนนเต็ม 15 คะแนน และตรวจให้คำตอบตามเกณฑ์ถ้าตอบคำถามไม่ได้ หรือไม่สอดคล้องกับกระบวนการกลวิธีเมตาคอคนิชัน ให้ 0 คะแนน

2.7) นำแบบสอบความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหา ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อแก้ไขและปรับปรุง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตรวจแบบสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงของแบบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหา เช่น สถานการณ์ปัญหาไม่ควรมีข้อความยาวเกินไปเพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายอ่านพอผ่านๆ ไม่ได้ทำความเข้าใจ ควรมีข้อมูลมาสนับสนุนให้ชัดเจนนักเรียนจึงจะพอมองภาพออกและเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาต่อไปควรมีการเน้นจุดสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนทำความเข้าใจหรือเป็นหัวใจสำคัญของสถานการณ์ และไม่ควรใส่เนื้อหาที่เป็นการชี้นำคำตอบ เป็นต้น ผู้วิจัยได้แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้แบบทดสอบมีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2.8) นำแบบสอบความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแบบทดสอบอีกครั้ง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน มีรายละเอียดดังนี้

2.8.1 คะแนนความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่มีความตรงเชิงเนื้อหา งานและพลังงาน เรื่อง **"วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย"** คะแนนเต็ม 15 คะแนน หาได้จากผลบวกของคะแนนในแต่ละขั้นตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา(3 คะแนน) ขั้นวางแผน(4 คะแนน) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา(5 คะแนน) และขั้นประเมินการแก้ปัญหา(3 คะแนน)

2.8.2 คะแนนความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาภายในสังคม เรื่อง **"สถานการณ์ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์"** คะแนนเต็ม 15 คะแนน หาได้จากผลบวกของคะแนนในแต่ละขั้นตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา(3 คะแนน) ขั้นวางแผน (4 คะแนน) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา(5 คะแนน) และขั้นประเมินการแก้ปัญหา(3 คะแนน)

3. คะแนนความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยรวมหาได้จากผลรวมของคะแนนความสามารถในการแก้สถาการณ์ปัญหา ในแต่ละข้อรวมกันคิดเป็นร้อยละแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ 70/70

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงานทั้งหมด จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีจากเอกสารต่าง ๆ

4.2) กำหนดขอบเขตและสัดส่วนของแบทดสอบ โดยผู้วิจัยสร้างตารางผังข้อสอบหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

4.3) เลือกรูปแบบข้อสอบ โดยผู้วิจัยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ(Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก แล้วดำเนินการเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดไว้ จำนวน 40 ข้อ

4.4) พิจารณาทบทวนปรับปรุงข้อสอบฉบับร่าง โดยผู้วิจัยเอง แล้วนำไปตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. พิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน ของข้อความและภาษาที่ใช้

2. พิจารณาความถูกต้องเชิงเนื้อหา ว่าข้อสอบสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดพิจารณาว่าข้อสอบ แต่ละข้อวัดเนื้อหาพฤติกรรมใด

3. พิจารณาความเหมาะสมของคำสั่ง รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น คำถามชี้นำมากเกินไปควรจะใช้คำถามใหม่ ถามปัจจัยที่ทำให้เกิดงานไม่ใช่ความสัมพันธ์ของงานกับพลังงาน ไม่ใช่บ่งชี้พลังงานศักย์แต่ให้หาพลังงานศักย์ เปลี่ยนคำถามใหม่เพราะไม่สอดคล้อง ปรับคำถามใหม่เพราะชี้นำมากเกินไป เป็นต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำดังกล่าว

4.5) พิจารณาทบทวน ปรับปรุง ข้อสอบทั้งฉบับ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดไว้ มารวมกันเป็นฉบับ จำนวน 40 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ ตำบลห้วยม่วง อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ดังนี้

1. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามมาตรฐานคะแนนที่กำหนด โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2. คำนวณหาค่าความยากง่าย(p) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมีค่าความยากง่าย(p) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80

3. คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.83

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4.6) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า p ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 และ ค่า r ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.83 คัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ รวมกันเป็นฉบับ

4.7) นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ ตำบลห้วยม่วง อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน

1. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามมาตรฐานคะแนนที่กำหนด โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2. คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น(Reliability) KR-20 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91

4.8) นำข้อสอบที่ได้ซึ่งมีค่าความยากง่าย(p) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.83 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91 จำนวน 30 ข้อ ไปใช้สำหรับทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้

5.1) ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการเรียนการสอน

1. ทำการทดสอบกลุ่มเป้าหมายเพื่อพิจารณาความสามารถ ความรู้ด้านภาษา ด้านการคำนวณของกลุ่มเป้าหมาย

2. ทำการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้าน การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การนำเสนอข้อมูลและการใช้อุปกรณ์ โดยใช้แบบฝึก

3. ฝึกทักษะการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการทดลองโดยใช้แบบฝึกการทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

4. ฝึกทักษะการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

5. แนะนำวิธีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน เนื้อหาสาระ และความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจ

5.2) ขั้นดำเนินการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ สร้างขึ้นกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนตามแนวกลวิธีเมตาคอคนิชัน จำนวน 10 แผน ระยะเวลาการเรียน คือ 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ รวมเวลาประมาณ 15 คาบ เวลาเรียนคาบละ 60 นาที

5.3) ขั้นหลังการเรียนการสอน

1. เมื่อสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้ว ให้กลุ่มเป้าหมายทำการทดสอบด้วยแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน (Post-test) อัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 10 นาที รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 50 นาที

2. หลังจากนั้นให้นักเรียนเข้าสอบวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันโดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อศึกษาว่านักเรียนสามารถนำกลวิธีเมตาคอคนิชันที่ได้ฝึกมาใช้ในการแก้สถาการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 30 นาที รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 60 นาที

3. ให้นักเรียนเข้าสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 2 นาที รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 60 นาที เพื่อศึกษาว่าหลังจากที่นักเรียนได้ฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันแล้ว มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง งานและพลังงาน มากน้อยเพียงใด

4. ตรวจให้คะแนนเมตาคอคนิชันจากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหา

5. นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ คะแนนการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้สถานการณ์ปัญหา และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

6.1) การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน ทั้ง 10 แผน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย หาค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาเทียบเกณฑ์การผ่าน คือ 70/70 หมายถึง ให้มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

6.2) วิเคราะห์ความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน จากแบบวัดการแก้

สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา ในหัวข้อ **"วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย"** และสถานการณ์ปัญหาในสังคมในหัวข้อ **"ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์"** ข้อละ 15 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย หาค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาเทียบเกณฑ์การผ่าน คือ 70/70 หมายถึง ให้มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนำข้อมูลที่ได้มาเขียนบรรยายในรูปความเรียง

6.3) การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน ทั้ง 10 แผน แล้วทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย หาค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาเทียบเกณฑ์การผ่าน คือ 70/70 หมายถึง ให้มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย

1.1 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย ที่ให้คะแนนไม่เป็น 1 กับ 0 แต่อาจจะให้คะแนนเป็นอย่างอื่น หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของคอร์นบัค (Cronbach) หรือ สัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ดังนี้

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\Sigma s_i^{\,2}}{s_t^{\,2}}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

S^2_i แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S^2_t แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย

2.1 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบ (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Porwer of discrimination)

1.1) คำนวณหาค่าความยากง่าย(p) โดยใช้สูตร

$$p_i = \frac{R_i}{N_i}$$

เมื่อ pi แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

Ri แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

ค่าความยากง่ายที่เป็นได้ ตั้งแต่ 0 ถึง 1 และค่าความยากง่ายที่เหมาะสมของข้อสอบที่ใช้ได้อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8

2.2 คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก **(Discrimination)** (r) โดยใช้สูตร

$$\mathbf{r} = \frac{n_k - n_l}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อนั้น ๆ

n_k แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

n_l แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

N/2 แทน ครึ่งหนึ่งของจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

2.3) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) (หรือความเที่ยง)ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่สม่ำเสมอ คงที่ แน่นอน ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม

ใช้สูตร $KR-20 = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\Sigma p_i q_i}{S^2{}_k}\right)$ โดยที่ $q_i = 1 - p_i$

เมื่อ K แทน จำนวนข้อหรือความยาวของแบบทดสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i

S^2_k แทน ค่าความแปรปรวยของคะแนนรวม

3. การวิเคราะห์หาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Item-Objective Congruence) โดยคำนวณจากสูตร ของ Rovinelli and Hambleton ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านโดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถามดังนี้

- ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
- ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
- ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ 1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 มีค่าความเที่ยงตรงสูง ใช้ได้

2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

7.2) สถิติที่เกี่ยวข้องกับการรายงานผลการวิจัย หรือสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

เป็นค่าสถิติที่นำมาใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะสถิติที่มีการใช้บ่อยในการรายงานผลการวิจัยในชั้นเรียน ดังนี้

1. ค่าร้อยละ (Percentage) เป็นค่าที่มีฐานหรือส่วนเป็นร้อย ใช้ในการนำเสนอผลข้อมูลที่เป็นความถี่

สูตร $P = \frac{f}{N} x100$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ของข้อมูลที่ต้องการ

N แทน จำนวนทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นการหาค่ากลางเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างชุดนั้นๆ

สูตร $\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ S.D. คำนวณได้จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{(X-\overline{X})^2}{N-1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวม

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด