

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราสซ์ มีขั้นตอนวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์และการสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปลายเปิด

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณลักษณะข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินประสิทธิภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 10 วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอน	วิธีการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์ /สถิติที่ใช้	ผลลัพธ์
1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสาร ตำรา บทความ รายงานการวิจัยและวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. สัมภาษณ์นักวิชาการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์, ผู้อำนวยการโรงเรียน, ศึกษานิเทศก์	- นักวิชาการ 2 คน - ครูวิทยาศาสตร์ 7 คน - ผู้อำนวยการโรงเรียน 2 คน - ศึกษานิเทศก์ 3 คน	- แบบวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง - แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	- วิเคราะห์เนื้อหา	- ข้อมูลและแนวทางเพื่อการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์
2. การสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์และการสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปลายเปิด	1. นำผลการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบมาสร้างโมเดลสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ 2. กำหนดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ม.1 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน 3.1 จำนวน 4 ตัวชี้วัด 4. สร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน 2 มิติ 5.สร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ๕ แบบเขียนตอบ จำนวน 40 ข้อ 6. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและความเหมาะสมของโมเดลภาวะสันนิษฐานฯ	- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผล จำนวน 10 คน - นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100 คน	- โมเดลภาวะสันนิษฐานฯ - แผนที่ภาวะสันนิษฐาน 2 มิติ - ข้อสอบเขียนตอบปลายเปิด - แบบประเมินค่าดัชนีความคล้อยลึงของข้อสอบ	- ค่าดัชนีความคล้อยลึงของข้อสอบ	- ความถูกต้องเหมาะสมของโมเดลภาวะสันนิษฐานฯ และแผนที่ภาวะสันนิษฐานฯ - คุณภาพของข้อสอบ - คำตอบจากการตอบข้อสอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์ /สถิติที่ใช้	ผลลัพธ์
<p>3. การตรวจสอบคุณลักษณะข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และการตรวจสอบ โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์</p>	<p>1.สังเคราะห์ตัวเลือกจากการตอบข้อสอบปลายเปิดของผู้เรียน นำไปจัดกลุ่มตามระดับความสามารถที่ระบุไว้</p> <p>2. กำหนดลักษณะเฉพาะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้ค่าคะแนนแบบหลายค่า</p> <p>3.สร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ</p> <p>4. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนในการทดลองใช้ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน</p> <p>5. ทดลองใช้ข้อสอบกับกลุ่มทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์</p> <p>6. วิเคราะห์คุณลักษณะและคุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ</p> <p>7. นำผลการสอบมาวิเคราะห์เพื่อทำการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์</p>	<p>- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 300 คน</p>	<p>- ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ</p>	<p>- ความตรงเชิงโครงสร้างภายใน</p> <p>- ความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</p>	<p>- ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสม</p> <p>- โมเดลภาวะสันนิษฐานฯ และแผนที่ภาวะสันนิษฐานฯ ที่มี ความถูกต้องเหมาะสม</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการ	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์ / สถิติที่ใช้	ผลลัพธ์
<p>4. ประเมินประสิทธิภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1</p>	<p>1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนในการใช้ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน</p> <p>2. นำไปทดสอบกับแหล่งข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพและคุณภาพของแบบวัดฯ</p> <p>3. ตรวจสอบและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์และโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์</p>	<p>- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 500 คน</p>	<p>- ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก</p>	<p>- ความตรงเชิงโครงสร้างภายใน</p> <p>- ความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</p>	<p>ประสิทธิภาพของเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยโมเดลภาวะสันนิษฐานฯ และข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์</p>

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แนวทางของระบบการประเมินผลแนวใหม่ ที่เรียกว่า BEAR Assessment System ประกอบด้วย หน่วยโครงสร้างที่ 1 : โมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎีและแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (Construct Maps) หน่วยโครงสร้างที่ 2 : การออกแบบข้อคำถาม (Items design) หน่วยโครงสร้างที่ 3 : กำหนดเกณฑ์การให้ค่าคะแนนของคำตอบ (Outcome space) และหน่วยโครงสร้างที่ 4 : โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตามโครงสร้าง Wright Maps ผู้วิจัยจะนำผลของการทดสอบจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวนี้มาใช้ประมาณค่าความสามารถแฝงและหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยการวัดแบบราสซัส ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เป็นขั้นตอนแรกของหน่วยโครงสร้างที่ 1 ในระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการสร้าง Construct Maps (Wilson, 2005) เพื่อสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดำเนินการดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย

1.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

1.2 นักวิชาการด้านการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 คน

1.3 ครูมีความผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเป็นครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ และเคยเข้าร่วมการอบรมด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้อย่างน้อย 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 2 ปีที่ผ่านมา จำนวน 7 คน

1.4 ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จำนวน 2 คน

1.5 ศึกษานิเทศก์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 รับผิดชอบงานวัดและประเมินผลการศึกษา งานพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ และงานส่งเสริมการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา จำนวน 3 คน

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้เก็บข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับใช้สัมภาษณ์นักวิชาการด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ผู้อำนวยการโรงเรียน ศึกษานิเทศก์ เกี่ยวกับสภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์และการวัดผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการคิดวิเคราะห์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ สภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสัมภาษณ์

2.2 กำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์ จัดทำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยลักษณะของคำถามแบบปลายเปิด สรุปประเด็นคำถามดังนี้

2.2.1 แบบสัมภาษณ์นักวิชาการด้านการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เกี่ยวกับสถานการณ์และสภาพปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในปัจจุบัน วิธีการและเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ แนวทางในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน คำบรรยายลักษณะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ ความเหมาะสมของคำถามและคำตอบสำหรับใช้ทดสอบผู้เรียนว่ามีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ การแบ่งระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

2.2.2 แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิธีการและเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน วิธีการแปลผลจากการใช้เครื่องมือในการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ความเหมาะสมและปัญหาในการใช้เครื่องมือวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ การแบ่งระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ คำบรรยายลักษณะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ ลักษณะของข้อคำถามและลักษณะของคำตอบที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2.2.3 แบบสัมภาษณ์ผู้อำนวยการโรงเรียน สภาพปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในโรงเรียน ลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ วิธีการส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เครื่องมือในการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน การส่งเสริมให้ครูผู้สอนมีการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมในการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

2.2.4 แบบสัมภาษณ์ศึกษานิเทศก์ เกี่ยวกับสภาพปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน คุณสมบัติของเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ การแบ่งระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ คำบรรยายลักษณะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ ลักษณะของข้อคำถามและลักษณะของคำตอบที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน การส่งเสริมให้โรงเรียนพัฒนาผู้เรียนวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้มีความสามารถคิดวิเคราะห์

2.3 นำแบบสัมภาษณ์ฯ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.4 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไข จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำไปสัมภาษณ์

3. การดำเนินการ

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การศึกษาทฤษฎีและแนวคิดการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำมาสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ โดยสังเคราะห์ข้อมูลจาก หนังสือ ตำรา บทความ เอกสาร รายงานทางวิชาการงานวิจัยต่างๆ ตลอดจนข้อมูลที่ปรากฏในฐานข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อประกอบโครงสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์โดยการกำหนดระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ คำบรรยายความสามารถของผู้เรียน

ส่วนที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ นักวิชาการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 2 คน ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 คน ผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 2 คน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและสรุปเนื้อหา

ส่วนที่ 3 การกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการใช้ในการวัดการคิดวิเคราะห์ โดยเลือกใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 โดยการศึกษาข้อมูลจำนวนข้อสอบและรูปแบบการออกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2558 ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) และช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) พบว่าจำนวนข้อสอบแยกตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 มีจำนวนข้อของข้อสอบและมีค่าคะแนนรวมมากที่สุด และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกปี รวมทั้งทำการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางกลุ่ม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ผู้เรียนได้เรียนในทุกระดับชั้นของการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในระดับที่สูงขึ้น และผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์ในการใช้สารในชีวิตประจำวัน โดยการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่กล่าวมานี้เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับระดับชั้นอื่น วิชาอื่นหรือการวัดคุณลักษณะและความสามารถอื่นต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ โดยทฤษฎีการคิดของบลูม แนวคิดของแอนเดอร์สันและแครทโฮล แนวคิดของไซน์เนอร์และลิสตัน และทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน ทำการจำแนกและจัดกลุ่มองค์ประกอบของความสามารถที่นำไปสู่การมีความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน พบว่าการที่ผู้เรียนจะมีความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังตาราง 11

ตาราง 11 การจัดกลุ่มและจำแนกระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

แนวคิด/ทฤษฎี	ความสามารถประกอบการคิดวิเคราะห์		
ทฤษฎีการคิดของบลูม	1. การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ	2. การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	3. การคิดวิเคราะห์ หลักการ
แนวคิดของแอนเดอร์สันและแครทโฮล	1. การจำแนก แยกแยะแยกย่อย	2. การจัดระบบได้	3. การให้เหตุผล
แนวคิดของไซน์เนอร์และลิสตัน	1. ความสามารถในการให้รายละเอียด	2. ความสามารถในการให้เหตุผล	3. ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลไปสู่การปฏิบัติ
ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน	1. การจำแนกเปรียบเทียบ 2. การจัดกลุ่ม	3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	4. การสรุปหลักการ 5. การนำไปใช้

จากตาราง 11 การจำแนกและจัดกลุ่มองค์ประกอบของความสามารถที่นำไปสู่การมีความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีรายละเอียดดังนี้

1. จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มหลักการคิดวิเคราะห์ความสำคัญของบลูม หลักการจำแนกแยกแยะแยกย่อยของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการให้รายละเอียดของไซน์เนอร์และลิสตันและการจำแนกเปรียบเทียบการจัดกลุ่มของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความสามารถนี้ว่าเป็น “ความสามารถในการแยกแยะหรือแยกย่อยให้รายละเอียดของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วนๆ ระบุความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้อย่างมีเหตุและผลเข้าใจง่าย สามารถเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้นๆ อย่างมีหลักการ หลักเกณฑ์ มีเหตุและผล”

2. จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มหลักการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูม หลักการจัดระบบได้ของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการให้เหตุผลของไซน์เนอร์และลิสตันและการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดการจัดกลุ่มของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความสามารถนี้ว่าเป็น “ความสามารถในการให้เหตุผล ระบุความสัมพันธ์ย่อยๆ ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวพัน สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การจัดระบบโดยการให้เหตุผล การระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง ”

3. จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มหลักการคิดวิเคราะห์หลักการของบลูม หลักการให้เหตุผลของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลไปสู่การปฏิบัติของไซน์เนอร์และลิสตันและการสรุปหลักการการนำไปใช้ของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความสามารถนี้ว่าเป็น “การค้นหาหลักการสำคัญของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว สถานการณ์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันของสิ่งเหล่านั้นจนค้นพบความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้ เป็นการให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นโดยการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง สามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม”

ผลการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ดังที่กล่าวมาข้างต้น ใน ข้อที่ 1) ความสามารถในการแยกแยะหรือแยกย่อยให้รายละเอียดของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็น ส่วน ๆ ระบุความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้อย่างมีเหตุและผลเข้าใจง่าย สามารถเปรียบเทียบ จัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุและผล ความสามารถที่กล่าวมานี้เป็นความสามารถที่ถูกระบุอยู่ในการใช้ทักษะขั้นพื้นฐาน ที่ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีอยู่เดิมและแฝงอยู่ในความสามารถเพื่อนำไปสู่ทักษะขั้นสูง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้หลักการเพียง 2 ด้าน คือ ความสามารถด้านการให้เหตุผลและความสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อนำมาสร้างมิติองค์ประกอบความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและแผนที่ภาวะสันนิษฐาน โดยแบ่งเป็น 2 มิติ ได้แก่ มิติการให้เหตุผล และมิติการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ของความสามารถในแต่ละมิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. มิติการให้เหตุผล (justification dimension) เป็นการให้เหตุผลในการจำแนก การให้รายละเอียดสิ่งต่างๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการ ให้รายละเอียดของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็น ส่วน ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุและผล สามารถระบุความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้อย่างมีเหตุและผลเข้าใจง่าย การระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง

2. มิติการนำไปประยุกต์ใช้ (application dimension) เป็นความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการสรุปหลักการสำคัญของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ ที่เกิดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันของสิ่งเหล่านั้น แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้ เป็นการให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นโดยการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง สามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ/ ผู้ทรงคุณวุฒิ 13 ท่าน วิเคราะห์เนื้อหาและสรุปเนื้อหา โดยสรุปความสำคัญของการสัมภาษณ์ดังนี้

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงลึกโดยการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์และด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการ สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ครอบคลุมในประเด็นของการศึกษาโดย สัมภาษณ์นักวิชาการด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชา วิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 เขต 39 และเขต 41 จำนวน 7 คน ศึกษานิเทศก์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 จำนวน 3 คน ผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 2 คน และเพื่อความเหมาะสมในการสรุปผลการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจึง กำหนดสัญลักษณ์แทนผู้ให้สัมภาษณ์ดังนี้ นักวิชาการ 2 คน (Scholar แทนด้วย SL 1-2) ครูผู้สอน 7 คน (Teacher แทนด้วย TC 1-7) ศึกษานิเทศก์ 3 คน (Supervisor แทนด้วย SV 1-3) และผู้อำนวยการโรงเรียน 2 คน (Director แทนด้วย DT 1-2) ดังนี้

1) ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาด้านความสามารถคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี / ครูผู้สอน / ศึกษานิเทศก์ / ผู้อำนวยการโรงเรียน

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาด้านความสามารถคิดวิเคราะห์ของ ผู้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญลำดับแรกๆที่ผู้วิจัยมีความต้องการในการค้นหาข้อมูลและ ทราบถึงสภาพที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถเก็บ ข้อมูลได้ครอบคลุมในประเด็นของการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ที่ เกิดกับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์สรุป ดังนี้

สภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

สภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในปัจจุบันอยู่ในระดับต่ำ โดยจาก ผลการทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ในห้องเรียน การสอบ O-NET การสอบ PISA พบว่ามี ผลสัมฤทธิ์ด้านการคิดวิเคราะห์ต่ำกว่าเกณฑ์มาก ซึ่งมีเพียงนักเรียนกลุ่มการเรียนเฉพาะทางที่ เน้นวิทยาศาสตร์หรือโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่และมีการแข่งขันสูงนักเรียนจะมีทักษะการคิด วิเคราะห์ที่สูง ปัญหาที่พบมีปัจจัยจากตัวผู้เรียน เช่น สภาพครอบครัว การอ่านไม่คล่องเขียนไม่ คล่อง เป็นผู้เรียนอยู่ในกลุ่มอ่อน มักไม่ชอบคิด ไม่ชอบวิเคราะห์ ไม่สามารถประยุกต์ มี สารสนเทศในการอำนวยความสะดวก ปัจจัยจากการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เช่น การขาด การส่งเสริมทักษะเฉพาะด้าน การสอนแบบท่องจำ ขาดการปูพื้นฐานการคิดมาจากระดับ ประถมศึกษา หรือขาดการส่งเสริมการคิด จึงทำให้คิดไม่เป็น ไม่รู้จักการแก้ปัญหา การ

จัดการเรียนรู้ไม่เอื้อให้สามารถทดลองหรือสืบค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง **ขาดเครื่องมือวัดการคิดวิเคราะห์ที่แปลผลได้ตามความสามารถที่แท้จริง** การไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาผู้เรียน จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของเด็กไทยอยู่ในระดับต่ำโดยดูได้จากคะแนน PISA ในหลายๆ ครั้งที่ผ่านๆ มา จะมีแต่นักเรียนกลุ่มเน้นวิทย์ กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ หรือกลุ่มโรงเรียนสาธิตๆ เท่านั้นที่มีคะแนนสูงเทียบเท่าหรือมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศสมาชิก...” (SL1 : 18 ธันวาคม 2559)

“...ในการทดสอบระดับชาติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น การสอบ ONET การสอบ TIMSS การสอบ PISA รายการสอบระดับชาติเหล่านี้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์จะมุ่งวัดผลของการคิดวิเคราะห์ที่เกิดกับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งผลทดสอบระดับชาติในทุกๆ ระดับในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่ามาตรฐาน...” (SL2: 18 ธันวาคม 2559)

“...มีปัญหาในกลุ่มของนักเรียนห้องเรียนปกติจำนวนหนึ่งที่ย่านหนังสือได้ไม่คล่องทำให้มีปัญหาในเรื่องของการเรียนรู้ช้ากว่าเพื่อนๆ จึงไม่มีความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์ได้ลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องตามกระบวนการ...” (TC 1: 6 ธันวาคม 2559)

“...นักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มักจะมีปัญหาการแข่งขันสูงมาก ทั้งด้านผลการเรียน การสอบเข้าเรียนต่อในระดับที่สูงขึ้น ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่จะชอบการเรียนการสอนระบบติวเตอร์มากกว่าการทำกิจกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์แม้ว่าโรงเรียนจะพยายามสอดแทรกกิจกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์หรือจัดรายวิชาที่เน้นการคิดและการวิจัย เช่น รายวิชาวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ ก็จะพบปัญหาในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดและลงมือทำวิจัยแม้จะเป็นเพียงงานวิจัยเล็กๆ ก็จะมีการต่อต้าน...” (TC 2: 6 ธันวาคม 2559)

“...นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ นักเรียนที่มีปัญหาเรื่องการคิดวิเคราะห์ส่วนใหญ่ถูกสอนโดยการท่องจำเนื้อหาในหนังสือเรียนทำให้นักเรียนขาดทักษะ ในการคิดนักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ นักเรียนที่มีฐานะยากจน ไม่ได้อยู่กับกับพ่อแม่ ทำให้ขาดการดูแลเอาใจใส่และกระตุ้นพัฒนาการด้านการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้อย่างเน้นที่ความรู้ ความจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์...” (TC 3: 6 ธันวาคม 2559)

“...นักเรียนที่เข้ามาเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนักเรียนที่จบจากโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในชุมชน มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะของการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับปานกลางอ่อนจนถึงต่ำกว่าเกณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีพื้นฐานการเรียนจากระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตบริการของโรงเรียนนักเรียนส่วนใหญ่อ่านไม่คล่อง เขียนไม่คล่อง ไม่มีพื้นฐานด้านการคิดวิเคราะห์มาเลย...” (TC 4 : 7 ธันวาคม 2559)

“...นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ยังขาดทักษะความสามารถทางด้านคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ชอบคิดไม่ชอบวิเคราะห์ไม่สามารถประยุกต์ ชอบทำอะไรที่สะดวกรวดเร็ว...” (TC 5 : 7 ธันวาคม 2559)

“...นักเรียนที่มาจากโรงเรียนประถมศึกษาในชุมชน ส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนที่จะไม่ค่อยได้รับการปูพื้นฐานการคิดมาจากประถมศึกษาหรือขาดการส่งเสริมการคิด ทำให้คิดไม่เป็นไม่รู้จักการแก้ปัญหาปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันเพราะขาดทักษะด้านการคิด เชื่อกุทุกอย่างที่เห็นที่ได้ยินที่รับรู้ได้โดยไม่มีเหตุผล ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูลได้ง่ายจึงทำให้กระบวนการคิดวิเคราะห์ไม่สามารถเกิดกับนักเรียน...” (TC 7 : 7 ธันวาคม 2559)

“...หากดูจากคะแนน PISA ด้านการอ่านเชิงวิเคราะห์พบว่า อยู่ในระดับที่ต่ำมากโดยส่วนใหญ่โรงเรียนที่อยู่นอกเขตเมืองนั้นคะแนนต่ำเด็กหลายคนมีปัญหาเรื่องการอ่าน ส่งผลต่อการทำคะแนนวิชาอื่น เพราะไม่สามารถอ่านโจทย์ให้เข้าใจ ซึ่งการอ่านโจทย์ที่กำหนดมานั้นต้องอ่านแบบวิเคราะห์ซึ่งเด็กขาดทักษะการคิดวิเคราะห์...” (SV1 : 8 ธันวาคม 2559)

“...ผลทดสอบการคิดวิเคราะห์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก โดยเฉพาะในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากรายงานการวิจัยหลายๆ เรื่องมักจะระบุว่า ส่วนใหญ่มาจากการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนไม่เอื้อให้สามารถทดลองหรือสืบค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง มักจะใช้การเรียนรู้จากกิจกรรมหรือตัวอย่างที่มีตามสื่อหรือสิ่งพิมพ์สำเร็จรูปจนทำให้เด็กไม่ต้องคิดอะไรเพิ่มเติมหรือไม่สามารถคิดวิเคราะห์ไปจนถึงไม่เกิดกระบวนการคิด โดยเฉพาะการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่ง

จำเป็นจะต้องใช้การทดลอง สืบค้น สืบหาหลักฐาน และใช้หลักเหตุผล มาสรุป เพื่อให้ได้คำตอบด้วยตัวเอง...” (SV2 : 8 ธันวาคม 2559)

“...ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ต่ำเป็นจำนวนมาก เมื่อทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ นักเรียนและไม่ได้รับการส่งเสริมในเรื่องกระบวนการคิดมาจากระดับชั้น ประถมศึกษาในนักเรียนบางส่วน ซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อการสอบ ระดับชาติด้วย...” (SV3 : 8 ธันวาคม 2559)

สภาพปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้การคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน

สภาพปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้การคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน โดยในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนที่ไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถออกแบบการทดลองและระบุตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ หรือหากมีข้อมูลให้ก็ไม่สามารถวิเคราะห์และลงข้อสรุปได้ เป็นเพราะผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ วิธีการสอน สื่อ นวัตกรรมไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ได้ การจัดการเรียนรู้ที่ขาดการบูรณาการอย่างหลากหลาย ครูต้องมีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ เกิดกระบวนการคิด ผู้เรียนมีความแตกต่างกันแต่สถานศึกษาส่วนใหญ่จะใช้เกณฑ์ในการประเมินการคิดวิเคราะห์เดียวกันมาประเมินผู้เรียน ทำให้ไม่ได้รับผลของการคิดวิเคราะห์ที่แท้จริง หรือไม่สามารถนำผลการประเมินไปแปลผลได้ จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“.....นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นบางคนยังไม่สามารถ ออกแบบการทดลองและระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือเมื่อได้ ข้อมูลก็ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นเพื่อลงข้อสรุปได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดี.....” (SL1 : 18 ธันวาคม 2559)

“.....รูปแบบในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างบูรณาการ และหลากหลายมีความสำคัญมาก ครูถือว่าเป็นผู้มีบทบาทในการสร้าง องค์ความรู้และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ เกิดกระบวนการคิด การตอบสนองต่อการเรียนรู้ ปัจจุบันก็มีสื่อ นวัตกรรม ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของครูและนักเรียนอย่างมากมาย...” (SL2 :18 ธันวาคม 2559)

“...การเรียนการสอนในโรงเรียนก็ไม่มีมาตรฐานเดียวกันอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอนก็แตกต่างกันมากทำให้เด็กมีมาตรฐานไม่เหมือนกัน นำเกณฑ์เดียวกันมาวัดทำให้เกิดความล้มเหลวทางการศึกษา...” (DT1 : 13 ธันวาคม 2559)

“...ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน ผู้สอนขาดเครื่องมือหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ โดยเฉพาะ...” (TC 3 : 6 ธันวาคม 2559)

“...ปัญหาของผู้เรียนที่มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ต่ำ เป็นผลมาจากกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอน หรือ สื่อนวัตกรรมที่ไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ได้...” (TC 6 : 7 ธันวาคม 2559)

“...ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจและมีทักษะในการจัดการความรู้ให้กับนักเรียน สามารถที่จะออกแบบกระบวนการเรียนรู้ตลอด คาบเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การตั้งโจทย์ ทบทวนหรือการให้ โอกาสผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนและตั้งคำถามจากประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียน และสรุปองค์ความรู้ในช่วงโม่งเรียนเพื่อฝึกทักษะเชื่อมโยง ความรู้จากห้องเรียน และทักษะการวิเคราะห์แลกเปลี่ยนกับผู้อื่น โดยครู ควรให้ข้อเสนอแนะแก่เด็กอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของการสร้าง พัฒนาการเรียนรู้แก่เด็ก...” (TC 7 : 7 ธันวาคม 2559)

“...ครูผู้สอนขาดการสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน โดยเฉพาะการจัดการเรียนที่ครูส่วนใหญ่บอกให้จด เรียนตามหนังสือ ขาดปฏิสัมพันธ์ ระหว่างครูกับเด็ก ซึ่งการสร้างแรงจูงใจต่อการเรียนเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อเด็ก ไม่มีแรงจูงใจก็ไม่อยากเรียน ไม่อยากคิด ไม่รู้สึกสนุก ไม่สนใจ...” (SV 1 : 8 ธันวาคม 2559)

สภาพปัญหาด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์

สภาพปัญหาด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ เป็น ปัญหาสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการแก้ไขเพราะในโรงเรียนยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะ เครื่องมือในการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ โดยเฉพาะเพียงอย่างเดียวในปัจจุบันยังไม่ปรากฏชัดเจน หากมีก็มีน้อยเพราะต้องเป็นการสร้าง เฉพาะสำหรับการวัด ส่วนใหญ่สร้างเครื่องมือขึ้นมาเองโดยไม่มี การตรวจสอบคุณภาพของ

เครื่องมือ หรือมีการใช้เครื่องมือวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ที่สำเร็จรูปจากสื่อสิ่งพิมพ์ผลของการวัดจากเครื่องมือจึงไม่สามารถบอกค่าความสามารถที่แท้จริงได้ ผลการคิดวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะปรากฏเป็นหลักฐานในการประเมินผลสัมฤทธิ์ปลายภาคเรียนซึ่งเป็นการให้คะแนนแบบไม่มีเกณฑ์ หรือมีเกณฑ์ที่ไม่ชัดเจนไม่สามารถแปลผลการวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด หากเป็นข้อสอบหรือแบบทดสอบการนำคะแนนของผลการวัดไปใช้ได้ไม่ครอบคลุมกับการปรับปรุงหรือพัฒนาผู้เรียน ปัญหา มักจะเกิดกับการออกแบบการใช้เครื่องมือที่เมื่อนำไปใช้จนเสร็จสิ้นกระบวนการแล้วไม่สามารถนำผลการวัดนั้นไปใช้ได้จริงโดยเครื่องมือที่สามารถวัดการคิดวิเคราะห์ที่มีมาตรฐานที่สุดในปัจจุบัน คือ แบบทดสอบ PISA ซึ่งมีการพัฒนาข้อสอบอยู่อย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“....เครื่องมือที่เป็นมาตรฐานที่สุดของ สสวท. ที่ใช้ในการวัดการคิดวิเคราะห์ คือ แบบทดสอบ PISA ซึ่ง วัดความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ในบริบทของวิทยาศาสตร์ จะวัดทุก 3 ปี โดยแต่ละครั้งจะมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบ PISA มีการพัฒนารูปแบบการทดสอบมาเรื่อยๆ ส่วนเครื่องมืออื่นๆ ของ สสวท. ที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อสอบโครงการ พสวท. หรือข้อสอบ PISA like....” (SL1 : 18 ธันวาคม 2559)

“.....เครื่องมือในการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะเพียงอย่างเดียวในปัจจุบันยังไม่ปรากฏชัดเจนหากมีก็น้อยเพราะต้องเป็นการสร้างเฉพาะสำหรับปัจจุบันจะมีแบบทดสอบที่จะมีโครงสร้างที่ออกแบบไว้ว่าข้อใดวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์บ้าง ข้อสอบในระดับชาติทุกรายการจะเน้นการคิดขั้นสูงตั้งแต่ระดับการคิดวิเคราะห์ขั้น ปัญหาของเครื่องมือที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์ส่วนใหญ่หากเป็นข้อสอบหรือแบบทดสอบจะมีปัญหาที่การนำคะแนนของผลการวัดไปใช้ได้ไม่ครอบคลุมกับการปรับปรุงหรือพัฒนาผู้เรียน การออกแบบการใช้เครื่องมือที่เมื่อนำไปใช้จนเสร็จสิ้นกระบวนการแล้ว ไม่สามารถนำผลการวัดนั้นไปใช้ได้จริง...” (SL2 : 18 ธันวาคม 2559)

“.....การวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจะใช้ข้อสอบโดยการจัดทำ Test blueprint แล้วทำการออกข้อสอบตาม Test blueprint แต่ในการสอบมิใช่เป็นข้อสอบที่วัดการคิดวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว....” (TC 1 : 6 ธันวาคม 2559)

“.....ไม่มีเครื่องมือเฉพาะในการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน
วัดรวม ๆ กันทุก ๆ ทักษะความสามารถ....” (TC 2 : 6 ธันวาคม 2559)

“.....ในการจัดการเรียนการสอนไม่มีข้อสอบเฉพาะสำหรับการคิด
วิเคราะห์ จะใช้ข้อสอบหลังเรียนในแต่ละบทเรียนซึ่งจะเป็นข้อสอบที่ผ่าน
การวิเคราะห์ข้อสอบว่าเป็นข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์มาทดสอบนักเรียน
แปลผลจากคะแนนที่ได้โดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ในการวัดที่ตั้งไว้...”
(TC 3: 6 ธันวาคม 2559)

“.....ใช้ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์แปลผลจากคะแนนสอบ
เป็นระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย ต่ำกว่าเกณฑ์ จากการกำหนด
ช่วงคะแนนในการตอบคำถามจึงไม่สามารถบอกความสามารถที่แท้จริง
ของผู้เรียนได้...” (TC 4: 7 ธันวาคม 2559)

“.....ใช้คู่มือแนวทางการพัฒนาและประเมินการอ่าน คิด
วิเคราะห์ และเขียนตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำโดยสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ซึ่ง
จะมีวิธีการและกิจกรรมในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน
วิทยาศาสตร์อยู่ด้วย ถือว่าเป็นการประเมินแบบภาพรวมกว้าง ๆ ไม่มี
ความชัดเจนในการระบุความสามารถของผู้เรียน...” (TC 5 : 7 ธันวาคม
2559)

“.....ควรมีการวัดและประเมินผลที่มีความหลากหลาย วัดผล
ตามสภาพจริงและสามารถให้ผลการวัดนั้นบอกถึงความสามารถด้านการ
คิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้เพราะเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
ด้านการคิดวิเคราะห์ไม่ชัดเจนแม้จะเป็นข้อสอบก็ไม่สามารถแปลผลของ
การวัดออกมาได้....” (TC 6 : 7 ธันวาคม 2559)

“....ครูผู้สอนวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้
ไม่ครอบคลุมเนื่องจากความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์มีความหมายที่
กว้างหรือระบุพฤติกรรมของการคิดวิเคราะห์ได้ยากจึงทำให้ออกแบบ
เครื่องมือวัดผลโดยเฉพาะไม่ได้...” (TC 7 : 7 ธันวาคม 2559)

“.....ครูผู้สอนต้องมีการวัดและประเมินผลที่ไม่ใช่แค่วัดเพื่อให้
ได้คะแนนมาคิดเป็นระดับผลการเรียนปลายภาคเรียนเท่านั้น ต้อง
คำนึงถึงความสามารถและทักษะที่จะเกิดขึ้นกับตัวของผู้เรียนด้วย

เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน การนำผลการทดสอบไปใช้พัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียนทั้งรายบุคคลและ ในภาพรวมสามารถทราบผลการสอบและผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มคะแนน สอบของผู้เรียนได้ภายหลังสิ้นสุดการสอบบางครั้งอาจใช้เวลานานขึ้นอยู่กับ จำนวนผู้สอบว่ามีมากน้อยเพียงใด และผลการวิเคราะห์ข้อสอบยังไม่ สะท้อนความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริง แต่ผลการสอบไม่ได้เป็นการ แสดงว่านักเรียนคิดวิเคราะห์เป็นหรือไม่ หรือมี ความสามารถในการคิด อยู่ในระดับใด มากหรือน้อยเพียงใด.....” (SV1 : 8 ธันวาคม 2559)

“....จากการประเมินผลการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนพบว่า หลายๆ โรงเรียนไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการประเมินแท้จริง บางโรงเรียนเกิดจากการสรุปผลการประเมินขึ้นเอง บางโรงเรียนนำ เครื่องมือของโรงเรียนอื่นที่มีบริบทของผู้เรียนที่ไม่เหมือนกับโรงเรียน ตนเองมาใช้ทำให้ผลที่ได้ไม่มีความน่าเชื่อถือ...” (SV : 8 ธันวาคม 2559)

“....จากผลการรายงานในมาตรฐานที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่ที่มีผลการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี - ดีมาก ทุกโรงเรียนซึ่งมีความ ขัดแย้งกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการสอบและผลการทดสอบ ระดับชาติโดยสิ้นเชิง และในแต่ละโรงเรียนไม่สามารถตอบคำถามของผู้ ประเมินได้ว่าได้ผลการประเมินการคิดวิเคราะห์มาได้อย่างไร ใช้เครื่องมือ ใดในการเก็บข้อมูล แปลผลข้อมูลอย่างไร วิเคราะห์ผลอย่างไร ...” (SV3 : 8 ธันวาคม 2559)

2) ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นในการวัดระดับ ความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้าน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี / ครูผู้สอน / ศึกษานิเทศก์

ความคิดเห็นในการวัดระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิชา วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นในการวัดระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถด้านการคิดขั้นสูง **ต้องมียุทธศาสตร์ประกอบย่อย ๆ ของ ความสามารถเพื่อให้กำหนดระดับความสามารถได้ง่ายขึ้น** สามารถนำไปสร้างเครื่องมือวัด ที่ชัดเจนได้มากขึ้น การสร้างข้อสอบที่เหมาะสมกับการวัดการคิดวิเคราะห์ต้องสร้างขึ้นให้เป็น เรื่องราวหรือสถานการณ์ ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถด้านคิดวิเคราะห์

ขึ้นอยู่กับแนวคิดของนักวิชาการหลากหลายกลุ่ม แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในห้องเรียนมีคุณภาพในระดับหนึ่ง สามารถแปลความหมายใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของห้องเรียนตนเองได้ ยังไม่มีมาตรฐานเชิงเปรียบเทียบในสเกลระดับใหญ่ แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีสองรูปแบบใหญ่ๆ คือแบบทดสอบที่อ้างอิงถึงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ **content based** อีกแบบหนึ่งคือแบบ **concept based** ไม่พยายามอ้างอิงเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ผู้เรียนที่สามารถแปลความหมาย เลือกใช้ข้อมูลหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลเป็นคำถามที่ให้นักเรียนต้องตัดสินใจเลือกหรือสร้างข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งระบุเหตุผลหรือหลักฐานแสดงถึงการตัดสินใจพร้อมระบุเหตุผลหรือหลักฐาน มีการแปลความหมายข้อมูลหรือเลือกใช้อ้างอิงข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปเป็นคำถามที่ตรงประเด็นมีความเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน มีการเปรียบเทียบ เกี่ยวกับการนำไปใช้ได้จริงหรือสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เกณฑ์ในการวัดต้องชัดเจนและต้องสามารถบรรยายลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างครอบคลุม กำหนดค่าบรรยายความสามารถในแต่ละระดับให้กับผู้เรียนให้มีความแตกต่างกันมาก ๆ และให้คะแนนในแต่ละระดับความสามารถ เมื่อทำการทดสอบกับผู้เรียนแล้วการแปลผลจากคะแนนต้องสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องในความสามารถคิดวิเคราะห์ที่ส่วนใด บอกระดับความสามารถของผู้เรียนเป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขสามารถวัดได้ข้อสอบนั้นจะเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพมาก จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...แบบทดสอบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีสองรูปแบบใหญ่ๆ คือ แบบทดสอบที่อ้างอิงถึงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (content-based) อีกแบบหนึ่ง คือ แบบทดสอบที่เป็น general โดยไม่พยายามอ้างอิงเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ สำหรับครูที่ต้องการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในห้องเรียนอาจจะต้องเลือกใช้แบบทดสอบที่อ้างอิงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามบทเรียนนั้นๆ เพื่อจะได้เป็นการพัฒนาทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (construct) ผู้เรียนที่สามารถแปลความหมาย เลือกใช้ข้อมูลหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลเป็นคำถามที่ให้นักเรียนต้องตัดสินใจเลือกหรือสร้างข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งระบุเหตุผลหรือหลักฐานแสดงถึงการตัดสินใจพร้อมระบุเหตุผลหรือหลักฐาน มีการแปลความหมายข้อมูลหรือเลือกใช้อ้างอิงข้อมูล เพื่อสร้างข้อสรุป...” (SL1 : 18 ธันวาคม 2559)

“...การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถด้านการคิดขั้นสูงซึ่งจะต้องมีองค์ประกอบย่อยๆ ด้วยความสามารถใดบ้างจึงจะเรียกว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ได้ น่าจะต้องใช้วิธีการให้คำจำกัดความของการคิดวิเคราะห์และแตกเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อให้กำหนดระดับความสามารถได้ง่ายขึ้นและทำให้สามารถนำไปสร้างเครื่องมือวัดที่ชัดเจนได้มากขึ้นโดยคุณลักษณะหรือการแสดงออกในการพิจารณาระดับการคิดวิเคราะห์...” (SL2 : 18 ธันวาคม 2559)

“...เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดระดับการคิดวิเคราะห์ต้องเป็นข้อสอบซึ่งการสร้างข้อสอบให้ผู้เรียนทดสอบที่เหมาะสมกับการวัดการคิดวิเคราะห์ต้องสร้างขึ้นเป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์คล้ายกับข้อสอบ ONETหรือข้อสอบ PISA เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ โดยต้องมีความชัดเจนของการระบุวัตถุประสงค์ของเรื่องที่วิเคราะห์ มีความครบถ้วนของส่วนประกอบ/องค์ประกอบที่แยกแยะจากเรื่องที่วิเคราะห์ มีความถูกต้องและความชัดเจนของการอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบและส่วนประกอบต้องมีความสัมพันธ์กัน แล้วให้เกณฑ์ในการวัดกับข้อสอบที่สร้างขึ้นเพื่อนำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์ที่สร้างขึ้น เพื่อบอกระดับความสามารถของผู้เรียนเป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขสามารถวัดได้...” (TC1 : 6 ธันวาคม 2559)

“....เกณฑ์ในการวัดต้องชัดเจนและต้องสามารถบรรยายลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างครอบคลุมและแบ่งแยกได้ชัดเจนกำหนดคำบรรยายความสามารถในแต่ละระดับให้กับผู้เรียนให้มีความแตกต่างกันมาก และให้คะแนนในแต่ละระดับความสามารถ โดยเครื่องมือที่ใช้ควรเป็นแบบสอบหรือข้อสอบที่สร้างขึ้นอย่างมีมาตรฐาน เป็นคำถามที่มีความเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน เป็นคำถามที่มีการเปรียบเทียบเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ได้จริงหรือสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เป็นคำถามที่ตรงประเด็น ที่ใช้ภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจและเมื่อทำการทดสอบกับผู้เรียนแล้ว การแปลผลคะแนนต้องสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องในความสามารถคิดวิเคราะห์ที่ส่วนใด บอกค่าความสามารถคิดวิเคราะห์ได้ข้อสอบนั้นจะเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพมาก...” (TC 2 : 6 ธันวาคม 2559)

“...ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เป็นปลายเปิดไม่สกัดกั้นคำตอบ ไม่ชี้้นำคำตอบ กะทัดรัด เข้าใจตรงประเด็น คำถามต้องสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีข้อเท็จจริง ทำให้สามารถเห็นถึงความสามารถที่ชัดเจนของผู้เรียน แต่ต้องกำหนดโครงสร้างของข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความละเอียด แบ่งระดับความสามารถให้ชัดเจน โดยมีคำอธิบายความสามารถ โดยน่าจะต้องมีความละเอียดกว่า Rubric ในการให้คะแนนทั่วไป..” (TC 4 : 7 ธันวาคม 2559)

“...ให้คำจำกัดความของ “การคิดวิเคราะห์” ให้ชัดเจนโดยการศึกษจากเอกสารที่เกี่ยวข้องว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วจึงนำองค์ประกอบดังกล่าวมากำหนดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคะแนนความสามารถ เพราะหากจะวัดการคิด วิเคราะห์ตามปกติก็ไปเลือกใช้ข้อสอบที่อยู่ท้ายบทเรียนในหนังสือเรียนก็ได้ แต่หากจะวัดโดยเฉพาะต้องให้ความสำคัญกับการแบ่งระดับความสามารถที่ต้องมีความชัดเจนและคำถามที่จะใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คำถามต้องให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แยกแยะปัญหา จัดหมวดหมู่ วิเคราะห์แนวคิด หรือบอกความสัมพันธ์และเหตุผล” (TC 5 : 7 ธันวาคม 2559)

“...ข้อสอบหรือแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ต้องสามารถแปลผลของการวัดได้โดยบอกได้เป็นระดับความสามารถที่ต้องการวัดซึ่งสามารถสร้างเครื่องมือได้หลายรูปแบบ เช่น แบบประเมิน ข้อสอบแบบประเมินรายงานการทดลองวิทยาศาสตร์ แต่สิ่งสำคัญคือต้องบรรยายความสามารถของผู้เรียนออกเป็นระดับ ได้อย่างชัดเจน โดยคำบรรยายต้องครอบคลุมลักษณะพฤติกรรมหรือคำตอบของผู้เรียนที่จะแสดงออกหรือตอบสนองต่อข้อคำถาม ที่กำหนดให้เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำไปแปลความหมายได้ตรงกับจุดประสงค์ที่เราต้องการวัด....” (TC 7 : 7 ธันวาคม 2559)

“.....การให้คะแนนและการแปลผลคะแนนความสามารถนั้นครูผู้สอนต้องใช้ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้ระดับคุณลักษณะผู้เรียนแล้วสร้างเครื่องมือหรือข้อสอบให้สอดคล้องเพื่อที่จะให้ผู้เรียนตอบสนองต่อข้อสอบให้ตรงกับการบรรยายคุณลักษณะหรือความสามารถควรแบ่งให้เห็นให้ชัดเจนให้แต่ละระดับ

ขาดออกจากกัน ลักษณะคล้ายการสร้างรูปค แต่ต้องเป็นรูปคที่มีความละเอียดมากกว่าและสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดได้จริงเห็นเป็นรูปธรรม เพราะเครื่องมือที่มีคุณภาพต้องสามารถแปลผล การวัดเพื่อบอกความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้เป็นรายบุคคล ไม่ใช่เป็นการประเมินโดยภาพรวม” (SV 1 : 8 ธันวาคม 2559)

“...เครื่องมือวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีความเชื่อมั่น มีความเป็นปรนัย ค่าความยากง่ายเหมาะสม มีค่าอำนาจจำแนก...” (SV 2 : 8 ธันวาคม 2559)

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์และการสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปลายเปิด แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 โมเดลนี้จะประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

1. แหล่งข้อมูล

1.1 ข้อมูลความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนภายใต้แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น

1.2 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 13 คน

1.3 ข้อมูลของเนื้อหาสาระที่ใช้เพื่อเป็นตัวอย่างในการกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในโครงสร้างภายในและขอบเขตของแผนที่ภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โครงสร้างข้อสอบการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน และรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)

2. การดำเนินการ

2.1 นำผลการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบมาใช้ในการกำหนดโครงสร้างของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นโมเดลเพื่อแสดงผลของระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งระดับความสามารถและคำบรรยายความสามารถของผู้เรียน 5 ระดับ ได้แก่ ชั้นเบื้องต้น (Beginning) ชั้นพื้นฐาน (Basic) ชั้นเชี่ยวชาญ (Proficient) ชั้นสูง (Advanced) (Cizek, 2012) ดังภาพ 23

ระดับความสามารถ (Level)	คำบรรยายความสามารถ (Description of respondent)
ขั้นสูง (Advanced)	เข้าใจหลักการและสาระสำคัญ สามารถอภิปรายและสรุปความรู้จากการใช้เหตุผลแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันแล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่าง ๆ ตีความข้อมูลที่ซับซ้อนแล้วสรุปเป็นข้อค้นพบที่ถูกต้อง นำไปใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง มีวิธีการที่หลากหลายสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายและซับซ้อน ออกแบบแนวทางและให้ข้อเสนอแนะหรือทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้
ขั้นเชี่ยวชาญ (Proficient)	เข้าใจหลักการและสาระสำคัญ สามารถอธิบายความรู้ โดยใช้เหตุผลแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่าง ๆ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง ตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วสรุปเป็นข้อค้นพบที่ถูกต้อง ใช้หลักการและความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแก้ไขสถานการณ์ได้
ขั้นพื้นฐาน (Basic)	มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ แสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลได้ นำข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นมาอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อค้นพบ ใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์บางส่วนแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปในบริบทของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
ขั้นเบื้องต้น (Beginning)	มีความรู้พื้นฐานจากความรู้เดิม ไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือบอกความสัมพันธ์ จากข้อมูล ใช้ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้บางส่วนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ง่าย ๆ หรือคุ้นเคย

ภาพ 23 โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 กำหนดเนื้อหาที่ใช้เพื่อเป็นตัวอย่างในการบรรยายคำตอบของผู้เรียนซึ่งอยู่ในขอบเขตของเนื้อหาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร ในมาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ จำนวน 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

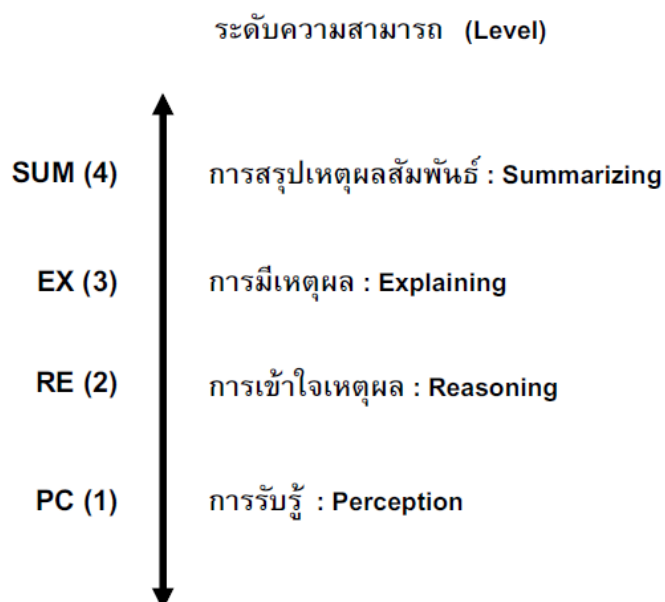
ตัวชี้วัดที่ 1 ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม

ตัวชี้วัดที่ 2 อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร

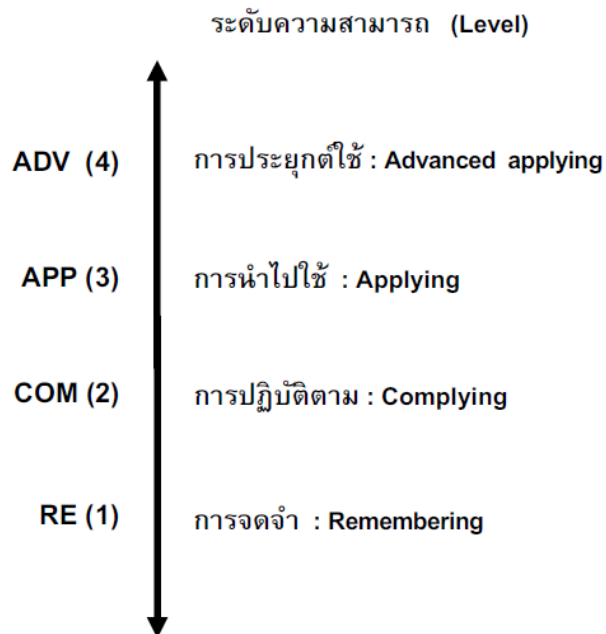
ตัวชี้วัดที่ 3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย

ตัวชี้วัดที่ 4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.3 ผู้วิจัยทำการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (Construct Mapping) จากโครงสร้างความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ประกอบอยู่ในโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นมิติองค์ประกอบความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแบ่งเป็น 2 มิติ ได้แก่ แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ ประกอบไปด้วยระดับความสามารถ ดังภาพ 24 และภาพ 25



ภาพ 24 การแบ่งระดับความสามารถแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล



ภาพ 25 การแบ่งระดับความสามารถแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้

เมื่อผู้วิจัยได้ระบุระดับความสามารถของแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้แล้ว จากนั้นทำการกำหนดคำบรรยาย ความสามารถและคำบรรยายคำตอบของผู้เรียน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ SOLO taxonomy model (Biggs, J. B. & Collis, K., 1982) ซึ่งพัฒนามาจากโครงสร้างทั่วไปของการ พัฒนาสติปัญญาของเพียเจต์ เป็นวิธีการวิเคราะห์และจัดระดับของการปฏิบัติ โดยพิจารณา ลักษณะในการสังเกตผลการเรียนรู้จากการตอบสนองของผู้เรียนต่อระดับความซับซ้อนของ คำถามที่ตั้งขึ้นอย่างหลากหลาย เป็นคำกริยาช่วยอธิบายว่าผู้เรียนมีสมรรถนะ ความสามารถ พัฒนาการเป็นอย่างไร ซึ่งระดับความสามารถของผู้เรียนโดยมีคำกริยาในแต่ละระดับเป็นการ บ่งบอกถึงความสามารถของผู้เรียน ดังภาพ 26 และภาพ 27

ระดับความสามารถ (Level)	คำบรรยายความสามารถ (Description of respondent)
4 ระดับการสรุป เหตุผลสัมพันธ์	อภิปรายและสรุปองค์ความรู้จากการให้เหตุผล ตามหลักการและสาระสำคัญของข้อมูล มาช่วยในการหาข้อสรุป มีการอธิบายขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ระบุวิธีการที่เหมาะสมแก่ไขสถานการณ์ที่กำหนด สามารถใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่อย่างเหมาะสม ตอบโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง
3 ระดับการมีเหตุผล	ผู้เรียนสามารถอธิบายความรู้โดยการให้เหตุผลด้วยความเข้าใจในหลักการและสาระสำคัญของข้อมูลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละส่วนช่วยนำไปสู่การหาข้อสรุป แต่ไม่ได้อธิบายขั้นตอนให้เหตุผลที่ชัดเจน ให้เหตุผลแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นส่วน ๆ โดยใช้ความรู้ความเข้าใจตามหลักการในการอธิบายอย่างสมเหตุสมผลแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง
2 ระดับการเข้าใจเหตุผล	ผู้เรียนสามารถบรรยายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสาระสำคัญของข้อมูล เมื่อนำการให้เหตุผลมาช่วยในการหาข้อสรุป เป็นเหตุผลที่เกิดจากความเข้าใจของผู้เรียนที่อาจมีข้อมูลที่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน ข้อสรุปที่ได้ยังไม่ถูกต้อง มีการบรรยายเหตุผลออกได้เป็นส่วน ๆ สามารถอธิบายประกอบการให้เหตุผลกับคำตอบที่ไม่ซับซ้อนได้
1 ระดับการรับรู้	ผู้เรียนสามารถบอกหรือระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องในสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลในการตอบคำถามด้วยความรู้เดิมที่เป็นผลมาจากการจดจำข้อมูล ไม่สามารถอธิบายด้วยการใช้เหตุผล ตอบคำถามได้เพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน ไม่ชัดเจน คำตอบไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับข้อมูลอื่น ๆ ได้ หรือไม่ได้แสดงความพยายามในการให้เหตุผลเลย

ภาพ 26 การระบุคำบรรยายความสามารถของผู้เรียนในแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล

ระดับความสามารถ (Level)	คำบรรยายความสามารถ (Description of respondent)
ขั้นสูง (Advanced)	เข้าใจหลักการและสาระสำคัญ สามารถอภิปรายและสรุปความรู้จากการใช้เหตุผลแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันแล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่าง ๆ ตีความข้อมูลที่ซับซ้อนแล้วสรุปเป็นข้อค้นพบที่ถูกต้อง นำไปใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง มีวิธีการที่หลากหลายสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายและซับซ้อน ออกแบบแนวทางและให้ข้อเสนอแนะหรือทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้
ขั้นเชี่ยวชาญ (Proficient)	เข้าใจหลักการและสาระสำคัญ สามารถอธิบายความรู้ โดยใช้เหตุผลแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ออกเป็นส่วน ๆ เชื่อมโยงความสัมพันธ์แต่ละส่วนเข้ากันได้กับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รู้วิธีการที่ถูกต้องโดยแสดงเหตุผลนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด ใช้หลักการและความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแก้ไขสถานการณ์ได้
ขั้นพื้นฐาน (Basic)	มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากความเข้าใจของตนเอง แสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลได้ นำข้อมูลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ ใช้แก้ปัญหาความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์บางส่วนแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่คุ้นเคยได้
ขั้นเบื้องต้น (Beginning)	มีความรู้พื้นฐานจากความรู้เดิม ไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือบอกความสัมพันธ์ จากข้อมูล ใช้ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้บางส่วนในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ได้

ภาพ 27 คำบรรยายความสามารถของผู้เรียนในแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้

2.4 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลและแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และความสอดคล้อง เพื่อให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

2.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ทำการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลและแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ โดยพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้อง สำนวนภาษา ของคำบรรยายความสามารถและคำบรรยายคำตอบ ได้ตั้งภาพ 28

ระดับ ความสามารถ (Level)	คำบรรยายความสามารถ (Description of respondent)	คำบรรยายคำตอบ (Description of response)
การสรุป เหตุผล สัมพันธ์ (Summariz : SUM) (4)	ผู้เรียนอภิปรายและสรุปความรู้ จากข้อมูล ที่กำหนดให้ด้วยความรู้ความเข้าใจ ภาพรวมทั้งหมดของข้อมูล สามารถ วิเคราะห์แยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ กันได้เป็นส่วน ๆ แสดงเหตุผลที่เป็น ขั้นตอนชัดเจน ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการให้เหตุผลในการสรุป ความสัมพันธ์ ได้คำตอบที่ถูกต้องและ ครบถ้วนในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ กำหนด เลือกใช้วิธีการที่หลากหลายมี ความเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ แก้ปัญหาซับซ้อนได้	ประกอบด้วยคำตอบจากการสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ด้วยความรู้ความเข้าใจ อธิบายประกอบด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลส่วนหนึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับข้อมูลอีกส่วนหนึ่งและมีการให้เหตุผลประกอบข้อมูลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน คำตอบประกอบด้วยข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจนหรือมีข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเสนอแนะหรือนำไปสู่การแก้ไขสถานการณ์ใหม่ได้ ตัวอย่าง เช่น คำถาม : โดยปกติในกระเพาะอาหารจะมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนเป็นโรคกระเพาะอาหารแต่ชอบทานกล้วยเดี่ยวที่ใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมาก ๆ เป็นประจำนั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะ ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะอาหารไม่ควรรับประทานน้ำส้มสายชูซึ่งมีค่า pH เป็นกรดแก่เช่นเดียวกับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร หากรับประทานมาก ๆ จะยิ่งเพิ่มความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร กรดในกระเพาะอาหารจะกัดกร่อนเนื้อเยื่อภายในกระเพาะอาหารทำให้มีแผลเพิ่มขึ้น ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะจึงควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีความเป็นกรด ควรรับประทานอาหารที่มีสมบัติที่เป็นกลางหรือเป็นเบสอ่อน ๆ จึงจะเหมาะสม เช่น ข้าว ไข่ต้ม นม เป็นต้น
การมีเหตุผล (Explaining : EX) (3)	ผู้เรียนอธิบายความรู้ ด้วยการพิจารณา ข้อมูลที่กำหนดให้จากการทำความเข้าใจ ภาพรวมของข้อมูลด้วยหลักการทาง วิทยาศาสตร์ แสดงความสัมพันธ์ของ ข้อมูลในแต่ละส่วน ใช้ข้อมูลที่เป็นเหตุเป็น ผลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล ได้ คำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ที่กำหนด ใช้วิธีการที่ถูกต้องแก้ปัญหาได้	ประกอบด้วยคำตอบจากการอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้อง แสดงเหตุผลที่สัมพันธ์กับข้อมูลแยกเป็นส่วน ๆ สามารถให้เหตุผลจาก ข้อมูลส่วนหนึ่งไปสู่อีกส่วนที่มีความสัมพันธ์กันได้ครบถ้วน ได้คำตอบที่ถูกต้อง ในการแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด ตัวอย่างเช่น คำถาม : ในกระเพาะอาหารปกติจะมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนที่เป็นโรคกระเพาะ อาหารแต่ชอบกินกล้วยเดี่ยวที่ใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมาก ๆ นั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะน้ำย่อยในกระเพาะอาหารมีความเป็นกรด ผู้ที่เป็นโรค กระเพาะจึงไม่ควรใส่น้ำส้มสายชูในอาหารเพราะน้ำส้มสายชูเป็นกรดเช่นกัน หากรับประทาน เข้าไปในกระเพาะจะมีค่าความเป็นกรดสูงซึ่งจะทำให้มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อกระเพาะอาหาร ทำให้มีแผลเพิ่มขึ้นได้
การเข้าใจ เหตุผล (Reasoning : RE) (2)	ผู้เรียนบรรยายสาระสำคัญของข้อมูลหรือ สถานการณ์ที่กำหนด ผู้เรียนเข้าใจข้อมูล เพียงบางส่วนแต่สามารถอธิบายหรือแสดง ข้อมูลในการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ออกเป็นส่วน เป็นเหตุผลที่เกิดจากความรู ความเข้าใจของผู้เรียนเอง ได้คำตอบที่ไม่ ครบถ้วนในการแก้ปัญหา	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากความเข้าใจพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการ ให้เหตุผลประกอบโดยเป็นเหตุผลตามความเข้าใจของผู้เรียน หรือใช้ข้อมูลจาก สถานการณ์ที่กำหนดมาเป็นข้อมูลในคำตอบ คำตอบที่ได้อาจมีข้อมูลที่ไมชัดเจน หรือไม่ครบถ้วน หรือเป็นการให้ข้อสรุปที่ไต่ยังไม่ถูกต้อง ตัวอย่าง เช่น คำถาม : ในกระเพาะอาหารปกติจะมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนที่เป็นโรคกระเพาะ อาหารแต่ชอบกินกล้วยเดี่ยวที่ใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมาก ๆ นั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะ กล้วยเดี่ยวที่ใส่น้ำส้มสายชูมาก ๆ จะเปรี้ยว น้ำส้มสายชู อันตรายควรใช้มะนาวปรุงแทนน้ำส้มสายชู
การรับรู้ (Perception : PC) (1)	ผู้เรียนบอกหรือระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องใน สาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลในการตอบ คำถาม ด้วยความรู้เดิม ตามความเข้าใจ ของผู้เรียนเองจากความคุ้นเคยหรือ สถานการณ์ซ้ำ ๆ ตอบคำถามได้เพียง บางส่วน คำตอบไม่ชัดเจน ไม่สามารถให้ เหตุผลขยายความเพื่อนำไปสู่การแสดง ความสัมพันธ์ได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากข้อมูลจากความจำซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนจำในตำรา การ สอน การพบเห็นในชีวิตประจำวัน มีข้อมูลจำกัด ตอบสั้น ๆ ง่าย ๆ ไม่ครบถ้วน ไม่ สามารถแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับข้อมูลอื่นได้ แสดงเหตุผลที่ไม่สอดคล้องหรือไม่ ไม่ได้แสดงความพยายามในการให้เหตุผล ตัวอย่าง เช่น คำถาม : ในกระเพาะอาหารปกติจะมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนที่เป็นโรคกระเพาะ อาหารแต่ชอบกินกล้วยเดี่ยวที่ใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมาก ๆ นั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะ น้ำส้มสายชูเปรี้ยว เป็นสารอันตราย หรืออาจตอบเพียงสั้น ๆ ว่า ไม่เหมาะสม

ภาพ 28 แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล (Justification of Construct Map)

ระดับ ความสามารถ (Level)	คำบรรยายความสามารถ (Description of respondent)	คำบรรยายคำตอบ (Description of response)
การ ประยุกต์ใช้ (Advanced applying : ADV) (4)	ผู้เรียนอภิปรายและสรุปความรู้จากข้อมูลที่กำหนดโดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สาระสำคัญในทุกส่วนของข้อมูล ใช้การอภิปรายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนข้อมูลเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป ด้วยความเข้าใจที่ถูกต้อง และใช้ความรู้แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในแบบต่าง ๆ ทั้งแบบง่ายและซับซ้อน ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการที่เหมาะสม ออกแบบแนวทางให้ข้อเสนอแนะ และทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากการสรุปข้อมูลด้วยความเข้าใจโจทย์หรือสถานการณ์ที่กำหนด เป็นคำตอบที่ได้จากการเชื่อมโยงความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์และนำไปสู่การให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ทุกส่วนมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นความคิดแบบรวบยอด ไม่ได้ตอบแบบแยกส่วน คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าความรู้ที่ได้จากสถานการณ์หนึ่งถูกนำไปใช้กับอีกสถานการณ์หนึ่งได้ ตัวอย่างเช่น คำถาม : เมื่อสีน้ำมันเป็นเนื้อ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสีที่เบื่อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สีที่เบื่อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันสน เพราะน้ำมันสนเป็นตัวทำลายที่สามารถดึงอนุภาคของน้ำมันออกมาได้ดีจึงนิยมใช้ผสมกับสีน้ำมันสำหรับทาสีต่าง ๆ เพื่อลดความเข้มข้นของสีน้ำมันและช่วยให้สามารถทาสีพื้นผิวได้เรียบยิ่งขึ้นไม่เหนียวจนเกินไป และเคยเห็นพ่อใช้น้ำมันสนในการล้างแปรงทาสีเมื่อใช้งานเสร็จ น้ำมันสนจึงสามารถนำมาล้างสีที่เบื่อนมือออกได้ดีเช่นกัน
การนำไปใช้ (Applying : APP) (3)	ผู้เรียนสามารถอธิบาย ความรู้จากหลักการและสาระสำคัญของข้อมูล สามารถอธิบายทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ อธิบายเหตุผลไปสู่การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการเข้ากับสาระสำคัญของข้อมูล นำไปใช้แก้ไขสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือใช้แก้ไขปัญหา / สถานการณ์อย่างง่าย ได้อย่างถูกต้อง	ประกอบด้วยคำตอบการให้เหตุผลที่ถูกต้องในการอธิบายองค์ความรู้ตามหลักการและแนวคิด โดยการให้เหตุผลเป็นส่วน ๆ ด้วยข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน นำไปสู่คำตอบที่แสดงความสัมพันธ์ที่ครบถ้วน ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการใช้อองค์ความรู้ในการนำไปแก้ปัญหาสถานการณ์เก่าหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่าง เช่น คำถาม : เมื่อสีน้ำมันเป็นเนื้อ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสีที่เบื่อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สีที่เบื่อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันสน เพราะ น้ำมันสนเป็นตัวทำลายที่ใช้ผสมในสี และเคยเห็นพ่อใช้น้ำมันสนล้างสีจากแปรงจึงใช้ล้างสีออกจากมือได้
การปฏิบัติตาม (Complying : COM) (2)	ผู้เรียนสามารถบรรยาย ความรู้ที่เกี่ยวข้องในสาระสำคัญของข้อมูลออกได้เป็นส่วน ๆ ตามความเข้าใจของผู้เรียน บอกรายละเอียดในแต่ละส่วนได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละส่วนให้สัมพันธ์กัน เลือกใช้หลักการที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้องในบางส่วนเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือกำหนดให้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากความเข้าใจพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุผลสนับสนุนโดยเป็นความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนหรือเลือกใช้ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในโจทย์หรือสถานการณ์แล้วนำมาใช้ประกอบการตอบคำถาม เลือกคำตอบที่นำมาใช้ในการแก้ไขโจทย์หรือสถานการณ์ได้ ตัวอย่าง เช่น คำถาม : เมื่อสีน้ำมันเป็นเนื้อ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสีที่เบื่อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สีที่เบื่อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันสน เพราะเคยเห็นพ่อใช้น้ำมันสนล้างแปรงทาสีก็สามารถล้างสีน้ำมันที่ติดออกได้
การจดจำ (Remembering : RE) (1)	ผู้เรียนจำหลักการพื้นฐาน หรือความรู้ที่เกี่ยวข้องในสาระสำคัญของข้อมูล โดยหลักการและความรู้ที่จำนั้นไม่สามารถขยายความให้ครบถ้วนและชัดเจน แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยด้วยหลักการหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง	ประกอบด้วยคำตอบที่เป็นหลักการพื้นฐานหรือสาระสำคัญที่จำมาจากการเรียน การบอกเล่า หรือประสบการณ์ เป็นคำตอบง่าย ๆ ไม่แสดงความหมายหรือความเกี่ยวข้อง ข้อมูลอื่น ๆ ตัวอย่าง เช่น คำถาม : เมื่อสีน้ำมันเป็นเนื้อ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสีที่เบื่อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สีที่เบื่อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันสนล้าง

ภาพ 29 แผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ (Application of Construct Map)

ระยะที่ 2 ผู้วิจัยสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเขียนตอบปลายเปิด

เป็นการสร้างข้อสอบตามโครงสร้างความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสร้างข้อคำถามที่มีความลดหล่นเพื่อการแสดงระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยขั้นตอนนี้สอดคล้องกับหน่วยโครงสร้างที่ 2 : การออกแบบข้อคำถาม ของระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง เป็นข้อคำถามที่สามารถสะท้อนหลักฐานที่ได้จากการตอบคำถามของผู้เรียนตามระดับความสามารถและสอดคล้องกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยทำการสร้างข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบจากคำถามที่กำหนดให้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

1.1 ขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการสร้างข้อคำถามอยู่ในหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เฉพาะมาตรฐาน ว 3. 1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีจำนวน 4 ตัวชี้วัด รายละเอียดดังตาราง 14

1.2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดและประเมินผล จำนวน 10 คน

1.3 ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม จำนวน 100 คน

ตาราง 12 จำนวนข้อคำถามตามเนื้อหาสาระในข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อคำถามแบบปลายเปิด

ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ว 3.1	จำนวนข้อคำถาม (ข้อ)	
	มิติการให้เหตุผล	มิติการนำไปประยุกต์ใช้
ตัวชี้วัดที่ 1 ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดของอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม	5	5
ตัวชี้วัดที่ 2 อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร	5	5
ตัวชี้วัดที่ 3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย	5	5
ตัวชี้วัดที่ 4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	5	5

2. การดำเนินการ

2.1 ผู้วิจัยกำหนดลักษณะของข้อสอบ (item specification) วัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบข้อสอบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ให้ความสอดคล้องกับโครงสร้างตัวแปรที่ต้องการวัดและคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสอบแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่กำหนดไว้ในแผนที่ภาวะสันนิษฐานทั้ง 2 มิติแบ่งข้อคำถามเพื่อวัดความสามารถทั้ง 2 มิติ มิติละ 20 ข้อ รวมจำนวนคำถามในข้อสอบ 40 ข้อ ดังภาพ 30

ระดับ ความ สามารถ	มิติการให้เหตุผล																			
4			X	X	X	X			X	X					X		X		X	
3	X		X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
missing	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
ระดับ ความ สามารถ	มิติการนำไปประยุกต์ใช้																			
4	X		X	X					X	X	X	X			X					X
3	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
missing	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ข้อที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

ภาพ 30 การกำหนดลักษณะของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากภาพ 30 ผู้วิจัยกำหนดลักษณะของข้อสอบในแต่ละข้อโดย แต่ละข้อจะวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับที่ไม่เท่ากันโดยมีความสอดคล้องกับโครงสร้างตัวแปรและคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดลักษณะของข้อสอบ

2.2 สร้างข้อคำถามสำหรับข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบข้อสอบปลายเปิด โดยให้สัมพันธ์กับการกำหนดลักษณะของข้อสอบ เพื่อให้ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นคำถามที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองข้อคำถามเพื่อให้ได้ใกล้เคียงกับคำบรรยายคำตอบมากที่สุด เพื่อวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบของผู้เรียนเพื่อเป็นสารสนเทศนำมาจัดกลุ่มคำตอบเพื่อใช้พัฒนาข้อคำถามและตัวเลือกในข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งจะเป็นข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่สมบูรณ์ในการดำเนินการระยะต่อไป การสร้างคำถามปลายเปิดจำนวน 40 ข้อ สอดคล้องตามโครงสร้างของตัวแปรและขอบเขตของแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 2 มิติ

2.3 นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 10 ท่าน ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Validity evidence based on test content) ด้วยวิธีการ similarity index (the Standards for Educational and Psychological Testing : AERA, APA, & NCME, 2014) เป็นการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึง ของผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และผู้สร้างข้อสอบเป็นสำคัญที่มีความเห็นตรงกันต่อจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยข้อสอบแต่ละข้อจะถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดัชนีความคล้ายคลึงของผลประเมิน (similarity index) ซึ่งคำนวณจากจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นตรงกันต่อจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ของข้อคำถามกับนิยามในแผนที่ภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ทั้ง 2 มิติ โดยกำหนดค่าของเกณฑ์การยอมรับว่าข้อสอบผ่านเกณฑ์การพิจารณาต้องไม่ต่ำกว่า .80 ซึ่งทุกข้อคำถามมีค่าอยู่ในช่วง .80-1.00 จึงแสดงว่าข้อสอบฉบับนี้มีความคล้ายคลึงของผลประเมินซึ่งเป็นความตรงเชิงเนื้อหา จึงสามารถนำไปใช้ได้จริง ตาราง 13

ตาราง 13 ดัชนีความคล้ายคลึงของผลการประเมิน (Similarity index) โดยผู้เชี่ยวชาญกับระดับความสามารถของผู้เรียน

ข้อที่	ผลการประเมินระดับความสามารถของผู้เรียน										ค่าดัชนีความคล้ายคลึง	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10		
1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
6	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.0	ผ่านเกณฑ์
8	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
9	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
10	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0.8	ผ่านเกณฑ์
12	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	0.9	ผ่านเกณฑ์
13	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0.8	ผ่านเกณฑ์
14	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	0.9	ผ่านเกณฑ์
15	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
16	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0.9	ผ่านเกณฑ์
17	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
18	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.0	ผ่านเกณฑ์
20	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินระดับความสามารถของผู้เรียน										ค่าดัชนี ความ คล้ายคลึง	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10		
21	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
22	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.0	ผ่านเกณฑ์
24	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
25	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
26	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
27	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	0.9	ผ่านเกณฑ์
28	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	0.9	ผ่านเกณฑ์
29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.0	ผ่านเกณฑ์
30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1.0	ผ่านเกณฑ์
31	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
32	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
33	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
34	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	0.8	ผ่านเกณฑ์
35	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.9	ผ่านเกณฑ์
36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1.0	ผ่านเกณฑ์
37	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
38	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	0.8	ผ่านเกณฑ์
39	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	0.8	ผ่านเกณฑ์
40	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	0.8	ผ่านเกณฑ์

2.5 นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบข้อสอบ กำหนดระยะเวลาในการทำข้อสอบ การปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบโดยผ่านการสะท้อนคุณภาพจากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง โดยทำการติดต่อขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2560 เพื่อให้ได้คำตอบของผู้เรียนจำนวน 100 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

จากการทดลองพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) ใช้เวลาในการทำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ เสร็จเรียบร้อยใช้เวลา 90 นาที

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาโดยการตรวจคำตอบจากการตอบสนองจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบปลายเปิด 40 ข้อ จากกลุ่มทดลอง 100 คน ที่เขียนบรรยายคำตอบซึ่งคำบรรยายคำตอบของผู้เรียนแสดงถึงระดับความสามารถของผู้เรียน โดยผู้วิจัยต้องทำการพิจารณาการบรรยายคำตอบของผู้เรียนว่าตรงกับระดับความสามารถที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแผนที่ภาวะสันนิษฐานทั้ง 2 มิติ ที่ระดับความสามารถใด จากนั้นรวบรวมคำตอบ และสังเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มคำตอบโดยเรียงลำดับตามระดับความสามารถของผู้เรียน

3.2 รวบรวมคำตอบที่ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบ นำคำตอบมาจัดกลุ่มตามระดับความสามารถ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคำตอบจากโครงสร้างในแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 มิติ ได้แก่ แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งคำตอบเหล่านี้จะถูกนำไปสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบ

ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อนำคำตอบของผู้เรียนที่ตอบสนองต่อข้อคำถามโดยการเขียนบรรยายคำตอบมาจัดกลุ่มคำตอบตามระดับความสามารถให้มีความสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในโครงสร้างของแผนที่ภาวะสันนิษฐานทั้ง 2 มิติ โดยจากผลการตอบคำถาม พบว่าคำตอบของผู้เรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกันจะตอบคำถามคล้ายกัน แต่อาจมีความซับซ้อนของคำหรือการอธิบายที่มากน้อยแตกต่างกันและจากผลการทดสอบด้วยข้อสอบดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาจัดเป็นสารสนเทศในการวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบจากการตอบข้อสอบปลายเปิด เพื่อใช้เป็นตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังตัวอย่างนี้

ตัวอย่าง : ใช้ข้อมูลจากตารางที่กำหนดให้เป็นข้อมูลประกอบการตอบคำถามข้อที่ 1

สารที่ผสมกัน	วิธีการแยกสาร
น้ำตาลทรายกับทราย	การละลายน้ำ
ทรายกับผงตะไบเหล็ก	การหยิบออก
กากมะพร้าวกับกะทิ	การกรอง
น้ำมันปิโตรเลียม	การกลั่นลำดับส่วน
สีในน้ำหมึกปากกา	โครมาโทกราฟี
เกลือในน้ำทะเล	การตกผลึก

ข้อที่ 1 (พิจารณาแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล)

คำถาม สารที่ผสมกันในข้อใดที่ใช้วิธีการแยกสารที่ไม่ถูกต้อง และวิธีการที่ถูกต้องในการแยกสารสองชนิดนี้ออกจากกันต้องใช้วิธีการใดจึงจะถูกต้องที่สุด

- เป็นคำถามเพื่อวัดระดับความสามารถการมีเหตุผล (3)

ระดับความสามารถ	ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนจากการตอบข้อคำถามปลายเปิด (Open - end)
การมีเหตุผล (3)	คำตอบในระดับนี้ เช่น - ทราymbกับผงตะไบเหล็ก เนื่องจากผงตะไบเหล็กเป็นโลหะและมีขนาดเล็กไม่สามารถใช้วิธีการหยิบออกจากทรายได้ จึงต้องใช้แม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กออกจึงจะถูกต้อง - ผงตะไบเหล็กเป็นโลหะ ถ้าปนกับทรายจะแยกไม่ออกเพราะเล็กมากจึงต้องนำแม่เหล็กมาดูดออก - ทรายมีขนาดเล็กมากผงตะไบเหล็กก็เล็กมาก ไม่มีสารไหนละลายน้ำได้ เอามือหยิบออกก็ยากมาก ต้องใช้แม่เหล็กแผ่นกลม ๆ มาดูดออกจะสะดวกและง่ายที่สุด
การเข้าใจเหตุผล (2)	คำตอบในระดับนี้ เช่น - วิธีการแยกสารที่ไม่ถูกต้องคือ การหยิบทรายออกจากผงตะไบเหล็ก ต้องเปลี่ยนมาใช้แม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กออก - ที่ไม่ถูกต้องมีเพียงข้อเดียวคือ การแยกผงตะไบเหล็กออกจากทรายต้องใช้แม่เหล็กมาช่วยแยกผงเหล็กออกจากทรายจะสะดวกและง่าย - ผงตะไบเหล็กเล็กมาก ๆ เล็กกว่าทรายใช้วิธีการแยกด้วยการหยิบออกยากมาก
การรับรู้ (1)	คำตอบในระดับนี้ เช่น - ทรายกับผงตะไบเหล็กแยกสารไม่ถูกต้อง ให้ใช้ตะแกรงร่อนที่มีรูขนาดเล็ก - ทรายกับผงตะไบเหล็ก ต้องใช้เครื่องกรองทรายออกจากผงตะไบเหล็กเพราะทรายมีขนาดใหญ่กว่า - ทรายกับผงตะไบเหล็ก แยกสารโดยใช้การหยิบออกได้เพราะมีสีต่างกัน
ตอบผิด / ไม่ตอบ (missing)	คำตอบในระดับนี้ เช่น - น้ำตาลทรายกับทราย ใช้วิธีแยกโดยการหยิบออกหรือการกรอง - เกลือในน้ำทะเล / เกลือในน้ำทะเลใช้การระเหิด - สีในน้ำหมักปากกา - การไม่ตอบคำถาม

จากตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าเป็นคำตอบของผู้เรียนในข้อคำถามในมิติที่ 1 : การให้เหตุผล ใช้แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลในการพิจารณาจัดกลุ่มคำตอบตามระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งในข้อนี้เป็นคำถามที่วัดความสามารถในมิติที่ 1 การให้เหตุผลในระดับที่ 3 คือ การให้เหตุผล ซึ่งถูกกำหนดไว้ในภาพ 28 ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบแบบปลายเปิด ข้อที่ 1-20 มิติความสามารถการให้เหตุผล ดังนั้นในข้อที่ 1 จึงเป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถของผู้เรียนในระดับที่ 3

จากตัวอย่างผลการตอบข้อสอบปลายเปิดของผู้เรียน ผู้วิจัยนำคำตอบที่ถูกจัดกลุ่มตามระดับความสามารถมาพัฒนาเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกมีค่าของระดับความสามารถที่ลดหลั่นกันตามความซับซ้อนของความสามารถในการตอบคำถาม ซึ่งทุกตัวเลือกมีค่าของระดับความสามารถกำหนดไว้ ดังตัวอย่างคำถามข้อที่ 1 พิจารณาแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล ดังนี้

ตัวอย่างคำถามข้อที่ 1 (พิจารณาแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล)
คำถาม สารที่ผสมกันในข้อใดที่ใช้วิธีการแยกสารที่ไม่ถูกต้อง และวิธีการที่ถูกต้องในการแยกสารสองชนิดนี้ออกจากกันต้องใช้วิธีการใดจึงจะถูกต้องที่สุด

- ① น้ำตาลทรายกับทรายแยกออกจากกันได้โดยการกรองทรายผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดเล็ก (ระดับ 0)
- ② ทรายกับผงตะไบเหล็ก ผงตะไบเหล็กเป็นโลหะที่มีขนาดเล็กให้ใช้แม่เหล็กดูดแยกออก (ระดับ 3)
- ③ ทรายกับผงตะไบเหล็ก เม็ดทรายมีขนาดใหญ่กว่าผงตะไบเหล็กจึงหยิบออกได้ (ระดับ 1)
- ④ ทรายกับผงตะไบเหล็กแยกกันได้โดยใช้แม่เหล็กดูดทรายและผงตะไบเหล็กออกจากกัน (ระดับ 2)

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณลักษณะข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การตรวจสอบคุณลักษณะข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาให้เป็นข้อสอบเลือกตอบ เป็นการพัฒนาข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนรูปแบบข้อสอบปลายเปิด ให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความสามารถโดยใช้ข้อสอบเป็นเครื่องมือวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

1.1 รายการคำถามจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ

1.2 รายการคำตอบที่จะนำมาใช้เป็นตัวเลือกของข้อคำถามในแต่ละข้อซึ่งจะได้มาจากการจัดกลุ่มคำตอบตามระดับความสามารถ จากการเขียนบรรยายคำตอบของผู้เรียนที่เขียนตอบในแต่ละข้อซึ่งเป็นคำตอบที่แสดงถึงการมีความสามารถในระดับที่แตกต่างกันของผู้เรียนที่ตอบคำถามในแต่ละข้อโดยตรวจสอบได้จากการตอบข้อคำถาม เพราะเมื่อนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันจะทำให้ตอบสนองต่อข้อคำถามตามแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ที่ต่างกันและเมื่อนำรูปแบบคำตอบของผู้เรียนมาแบ่งกลุ่มตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 2 มิติ ตามระดับที่กำหนดไว้ในโครงสร้าง จะเป็นคำตอบที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนในแต่ละระดับ

1.3 กำหนดลักษณะของข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อให้คะแนนแบบหลายค่า ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อระบุถึงระดับความสามารถที่ต้องการวัดในแต่ละข้อคำถาม โดยแต่ละข้อคำถามจะวัดระดับความสามารถที่ถูกระบุไว้ในแผนที่ภาวะสันนิษฐานในแต่ละมิติที่ระดับความสามารถที่แตกต่างกัน

1.4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 จำนวน 300 คน

2. การดำเนินการ

2.1 สังเคราะห์ตัวเลือกจากข้อคำถามที่ได้รับการจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในแต่ละข้อมาเพื่อใช้เป็นตัวเลือกของข้อคำถาม

2.2 การจัดตัวเลือกของข้อคำถามแต่ละข้อจากข้อที่ 1-40 ให้เป็นไปตามกับการกำหนดลักษณะของข้อสอบ โดยแต่ละข้อจะถูกกำหนดให้วัดระดับความสามารถที่แตกต่างกัน แต่ละข้อให้คะแนนแบบหลายค่า ตัวเลือกของแต่ละข้อจะไม่มีตัวเลือกที่ไม่มีค่าคะแนน จะเป็นตัวเลือกที่ได้คะแนนลดหลั่นกันตามระดับความสามารถของผู้เรียนที่ใช้ในการเลือกตอบคำถาม ดังภาพ 31

ข้อที่ 1 - 20 ข้อคำถามเพื่อวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ใน "มิติการให้เหตุผล"																																								
ข้อที่ ตัวเลือก	คะแนนของตัวเลือกในแต่ละข้อ																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																				
①	0	2	1	3	4	3	2	0	3	2	0	3	0	2	3	1	4	0	4	3																				
②	3	1	3	4	3	1	1	3	2	4	1	0	1	3	2	3	1	2	3	1																				
③	1	1	2	2	2	4	1	1	1	3	0	1	0	1	1	0	2	1	2	4																				
④	2	0	4	2	1	2	0	2	4	1	0	2	2	0	4	2	3	3	1	2																				
ตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4																				
ข้อที่ 21 - 40 ข้อคำถามเพื่อวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ใน "มิติการนำไปประยุกต์ใช้"																																								
ข้อที่ ตัวเลือก	คะแนนของตัวเลือกในแต่ละข้อ																																							
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																				
①	2	0	1	1	3	0	3	1	1	4	1	3	2	1	3	3	1	2	2	1																				
②	1	1	2	4	0	1	2	1	3	3	4	4	1	2	4	1	2	3	1	0																				
③	4	0	3	2	1	3	1	2	2	2	3	1	1	3	1	2	0	2	0	4																				
④	3	0	4	3	2	2	0	3	4	1	2	2	0	2	2	0	3	1	1	2																				
ตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4																				

ภาพ 31 การกำหนดลักษณะของข้อสอบตามระดับความสามารถให้กับตัวเลือกของข้อสอบ

2.3 นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

2.4 ผู้วิจัยติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวันและเวลาในการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2.5 นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 40 ข้อ ไปทดลองใช้ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 เป็นตัวแทนของโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 300 คน ในวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2560 ดังนี้

2.5.1 โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม จำนวน 100 คน

2.5.2 โรงเรียนไทรงามพิทยาคม จำนวน 100 คน

2.5.3 โรงเรียนราษฎร์ปริชาพิทยาคม จำนวน 100 คน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 นำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ที่พิจารณาคูณลักษณะและคุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังนี้

3.1.1 หลักฐานความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Reliability evidence based on reliability coefficient) ได้แก่

3.1.1.1 ค่าความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha

3.1.1.2 ค่าความเที่ยงแบบ Person separation

3.1.1.3 ความเที่ยงแบบ EAP/PV

3.1.2.4 ค่าความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งแบบวัด (Split Half Method)

3.1.2 หลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างภายใน (Validity evidence based on internal structure) โดยการหาค่าสถิติ infit

ระยะที่ 2 การตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

1. แหล่งข้อมูล

1.1 โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปให้

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ของกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

2. การดำเนินการ

นำผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้โปรแกรม ConstructMap เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปใช้ นำผลที่ได้มาพัฒนาโมเดลที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกับโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างของแผนที่ภาวะสันนิษฐานให้เหมาะสมและพัฒนาเป็นโครงสร้างของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความถูกต้องสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการในระยะต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

- ความเที่ยง criterion zone (Wilson, 2005)

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินประสิทธิภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ทำการพัฒนาตามโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลและแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์มาตรวจสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และวิเคราะห์ผลความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. แหล่งข้อมูล

1.1 ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผ่านการพัฒนาและตรวจคุณลักษณะที่เหมาะสม

1.2 โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการพัฒนาและตรวจคุณลักษณะที่เหมาะสม

1.3 แหล่งข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 โดย Reeve & Fayers (2005) ได้กล่าวว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 500 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีการแจกแจงของคุณลักษณะแฝงที่ต้องการศึกษาอย่างหลากหลาย และครอบคลุมทุกค่าของคุณลักษณะแฝงนั้น

ดังนั้น จึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลของงานวิจัย จำนวน 500 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อเป็นตัวแทนของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ดังนี้

1.3.1	โรงเรียนวัชรวิทยา	จำนวน 100 คน
1.3.2	โรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม	จำนวน 100 คน
1.3.3	โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยฯ	จำนวน 100 คน
1.3.4	โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ	จำนวน 100 คน
1.3.5	โรงเรียนนครไตรตรึงษ์	จำนวน 100 คน

2. การดำเนินการ

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนดวันและเวลาในการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ระหว่างวันที่ 28 กุมภาพันธ์ – 10 มีนาคม 2559

2.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบที่ผ่านการทำข้อสอบของผู้เรียน ตรวจสอบและคัดเลือกกระดาษคำตอบที่ไม่สมบูรณ์ออก เช่น ไม่ตอบ เต่า

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประสิทธิภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้แก่

3.1.1 หลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างภายใน (Validity evidence based on internal structure) ได้แก่ ค่าสถิติ infit

3.1.2 หลักฐานความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Reliability evidence based on reliability coefficient) ได้แก่

3.1.2.1 ค่าความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha

3.1.2.2 ค่าความเที่ยงแบบ Person separation

3.1.2.3 ค่าความเที่ยงแบบ EAP/PV

3.1.2.4 ค่าความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งแบบวัด (Split Half Method)

3.2 ประสิทธิภาพของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ ความเที่ยง criterion zone