



### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานไปตามลำดับขั้นดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหา และความรู้จากแบบเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. เลือกตัวอย่างประชากร
4. ดำเนินการวิเคราะห์แบบเรียน ด้านความสอดคล้องของ เนื้อหาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
5. ดำเนินการวิเคราะห์แบบเรียน ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
6. รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้น
7. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ตารางวิเคราะห์เนื้อหา 1 ตาราง ✓  
ตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 1 ตาราง ✓ และแบบสอบถาม 2 ชุด ✓

1. การสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตลอดจนเอกสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 1.2 ศึกษาความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตร 2521
  - 1.3 ตั้งเกณฑ์ในการวิเคราะห์เนื้อหาให้สอดคล้องตามความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร 2521
  - 1.4 นำเกณฑ์นั้น ๆ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พิจารณาให้ข้อคิดเห็นความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

## การตีความ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ให้นักเรียนมีความรู้ในความคิดรวบยอดที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยความรู้ต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยเฝ้าเห็นความสัมพันธ์ของกันและกันในเนื้อหาวิชาซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจมากกว่าความจำ
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ให้เข้าใจถึงวิธีเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการตั้งสมมุติฐาน สร้างแบบจำลองโดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง จากความคิดสร้างสรรค์ และความรู้ที่อาจต้องนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือยกเลิก เมื่อมีผลการทดลองใหม่ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อ ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ยังมีเรื่องราวบางเรื่อง ที่ยังไม่อาจใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ไปศึกษาได้
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ให้นักเรียนเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดลอม มีความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาคำกล่าวอ้าง การที่จะตัดสินเรื่องใด ๆ ควรมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นพอ เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อได้ข้อมูลที่มิใช่เหตุผลถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน มีความรับผิดชอบในการกระทำของตน นอกจากนั้นควรจะต้องปลุกฝังความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และให้เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ด้วย
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ให้นักเรียนมีทักษะในการ สังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม หมายถึง

ให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยมีสาเหตุมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น ปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม เรื่องปริมาณพลโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา และวัฒนธรรม ยิ่งกว่านั้นนักเรียนควรเข้าใจถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีสมัยใหม่ และสามารถนำความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุงชีวิตประจำวัน ตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น

การสังเกต

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ ดังนี้

1.1 เนื้อหาที่เกี่ยวกับประเภทของความรู้ต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน

1.2 เนื้อหาที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างประเภทของความรู้

2. เพื่อให้เข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ ดังนี้

2.1 เนื้อหาที่แสดงลักษณะของวิทยาศาสตร์ เช่น แสดงความเป็น ปรนัย ( Objective ) ความเป็นสากล ( Universal ) และความเป็นพลศาสตร์ ( Dynamics ) ของวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 เนื้อหาที่แสดงให้เห็นถึงขอบเขตของการใช้ประสาทสัมผัส และเครื่องมือขยายประสาทสัมผัส

2.3 เนื้อหาที่แสดงให้เห็นถึงเรื่องราวต่าง ๆ บางเรื่องที่ยังไม่อาจใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปศึกษาได้

3. เพื่อให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ ดังนี้

- 3.1 เนื้อหาที่เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 เนื้อหาที่แสดงแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น การเสนอให้มีการทดลอง
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ ดังนี้
  - 4.1 เนื้อหาที่เสนอให้มีการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5
  - 4.2 เนื้อหาที่เสนอให้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ไปวัดปริมาณของสิ่งที่ต้องการทราบขนาดออกมาเป็นตัวเลข
  - 4.3 เนื้อหาที่เสนอให้มีการแบ่งวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ ออกเป็น กลุ่ม หรือพวก โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง
  - 4.4 เนื้อหาที่เสนอให้หาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา
  - 4.5 เนื้อหาที่เสนอให้นำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมากระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น
  - 4.6 เนื้อหาที่เสนอให้นำข้อมูลที่ได้อาจกระทำใหม่ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ แลวนำเสนอข้อมูล ให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายโดยการเสนอเป็น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร สมการ กราฟ และเขียนบรรยาย
  - 4.7 เนื้อหาที่เสนอให้หาสาเหตุ หรือที่มาของปรากฏการณ์ หรือข้อมูล โดยอาศัยประสบการณ์เดิม
  - 4.8 เนื้อหาที่เสนอให้คาดเดาเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นข้างหน้า จากประสบการณ์ที่พบอยู่โดยอาศัยหลักการวิทยาศาสตร์
  - 4.9 เนื้อหาที่เสนอให้หาคำตอบของปัญหาของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
  - 4.10 เนื้อหาที่เสนอให้ควบคุมข้อมูลหรือสิ่งที่ไม่สนใจจะศึกษาผลของมันในการทดลองนั้น ๆ
  - 4.11 เนื้อหาที่กำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่ทำให้สามารถเห็นคุณสมบัติของสิ่งนั้นได้
  - 4.12 เนื้อหาที่เสนอให้ออกแบบการทดลอง และมีกิจกรรมการทดลอง



4.13 เนื้อหาที่เสนอให้ตีความหมายข้อมูล จาก การสังเกต การวัด การทดลอง และการรวบรวมมาจากแหล่งอื่น รวมทั้งสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือองค์ประกอบต่าง ๆ สรุปหน้าที่เฉพาะคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษา

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม มีเกณฑ์ ดังนี้

5.1 เนื้อหาที่เสนอให้เห็นถึง ปัญหาของสภาพแวดล้อมที่เกิดจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

5.2 เนื้อหาที่เสนอให้แก้ไขปัญหาที่เกิดจากสภาพแวดล้อมตามหลักทางวิทยาศาสตร์

5.3 เนื้อหาที่เสนอให้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปปรับปรุงความเป็นอยู่ ความปลอดภัย สุขภาพอนามัยของตนเอง และของชุมชน

2. การสร้างตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์ แบบเรียงทางด้านทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งใช้เกณฑ์และนิยาม ดังต่อไปนี้ เป็นหลักในการวิจัย คือ

### 1. การสังเกต (Observation)

หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ไต แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ จะโดยมีวัตถุประสงค์หรือจะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ไต่จากการสังเกต อาจเป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (การนับ และการกะประมาณโดยไม่ใช้เครื่องมือวัด) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถในการวัดจะคู่ไคจากการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับวัด วิธี  
การวัด และการวัดซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยของผลการวัด

### 3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การวัดแบ่งวัตถุต่าง ๆ หรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ  
ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งอาจจะจัดเป็นพวก กลุ่ม เหล่า หมู่ สกุล ชนิดหรืออย่างอื่นใน  
ลักษณะนี้ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ที่จัดแบ่งนี้อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง  
หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถในการจำแนกประเภท จะคู่ไคจาก 3 อย่างคือ

ก. มีวัตถุรวมกันอยู่หลายอย่าง สามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภทได้  
หรือไม่ โดยบอกเกณฑ์ในการจำแนกได้ควย

ข. มีการจำแนกสิ่งของเป็นประเภทไว้แล้ว สามารถบอกเกณฑ์ที่ใช้ได้  
หรือไม่

ค. มีการกำหนดเกณฑ์ให้ สามารถจัดวัตถุเข้าประเภทได้หรือไม่

### 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Space/time Relationship)

มิติ ของวัตถุโดยทั่วไปแล้ว จะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว  
และความสูง มิติของ ที่ว่าง ของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป เช่น ดินสอมี  
1 มิติ แต่พอกดลงไป ที่ว่าง ของมันจะเป็น 2 รูป มิติ (พื้นที่) พอจับหมุน Space  
ของมันจะกลายเป็น รูป 3 มิติ (ทรงกระบอก)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (ของวัตถุ) กับเวลาก็คือหาความสัมพันธ์  
ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติที่เปลี่ยน  
ไปของวัตถุกับเวลา (เช่น ความสูงของคนไม้กับระยะเวลาที่ผ่านไป)

### 5. การคำนวณ (Using Numbers)

หมายถึง การนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจาก  
แหล่งอื่น ๆ มากระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น



## 6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท และการคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือมาแสดงให้บุคคลอื่นได้เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น เช่น เสนอเป็นตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

การเขียนบรรยายสิ่งที่ได้จากการสังเกต โดยที่คนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน จัดเป็นการสื่อความหมายอย่างหนึ่งด้วย

## 7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inference)

หมายถึง การหาความหมายของข้อมูล หรือของปรากฏการณ์ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง เป็นเครื่องช่วยในการบอกความหมาย ความหมายที่เกิดขึ้นนี้เป็นการมองย้อนกลับไปบอกส่วนที่เป็นสาเหตุ หรือที่มาของปรากฏการณ์นั้น ๆ หรืออธิบายได้ว่า ปรากฏการณ์ (ที่สงสัยนั้น) คืออะไร เช่นมองเห็นน้ำนองถนน ก็ลงความเห็นว่าฝนตก เมื่อสักครู่นี้ (บอกที่มา) มองเห็นเทียนที่จุดไว้ในครอบแล้วดับทั้ง ๆ ที่เทียนยังไม่หมด ก็ลงความคิดเห็นว่าเทียนดับเพราะขาดออกซิเจน (บอกสาเหตุ) มองเห็นวัตถุสีขาว ก้อนสี่เหลี่ยม 1 ก้อน วางอยู่ในจานเกิดความสงสัยขึ้นมา ก็ลงความเห็นว่ามันคือน้ำตาล (อธิบายสิ่งที่พบเห็นได้ว่าอะไรเป็นอะไร)

## 8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การคาดเหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นข้างหน้า จากปรากฏการณ์ที่พบอยู่โดยอาศัยหลักการวิทยาศาสตร์ หรือประสบการณ์เดิมที่เชื่อถือได้อยู่แล้ว เป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์

การพยากรณ์ทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ หรือภายในระบบที่ทราบความสัมพันธ์แล้ว กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขต หรือหลายขอบเขต

ของข้อมูลที่มี

การพยากรณ์แบบที่หนึ่งจะให้ความเชื่อมั่นได้ว่าการพยากรณ์แบบที่สอง

### 9. การตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis)

สมมุติฐานเป็นข้อมูลความจริงที่คาดหวังที่ตั้งขึ้น โดยผู้ตั้งคิดว่าข้อความจริงนี้ จะใช้ตอบปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ

สมมุติฐานจะตั้งขึ้นได้จะต้องอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จนข้อมูลพอสมควรจากข้อมูลที่ได้นั้น และจากประสบการณ์เดิมบางอย่างที่เกี่ยวข้อง จะนำไปสู่การสร้างสมมุติฐานของปัญหา

วิธีหนึ่งที่จะพิจารณาว่าขอเท็จจริง ที่คาดหวังจะอยู่ในรูปของสมมุติฐานหรือไม่ ก็โดยเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของประโยค ถ้า.....ตั้งนั้น ..... ถ้าเปลี่ยนเขาสู่อุปนัยนี้ได้ ก็จักว่าน่าจะเป็นสมมุติฐานแล้ว ต่อไปก็ถามผู้ตั้งต่อไปว่าสมมุติฐานอันนี้ จะทดสอบอะไร จะสามารถทำการทดสอบได้หรือไม่ ถ้าตอบคำถามใดก็แสดงว่า ขอความนั้นเป็นสมมุติฐานแล้ว

### 10. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ นอกจากจะมีตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามแล้ว อาจจะมีตัวแปรที่ถูกควบคุมอีกด้วย

ตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูผลของมันว่าจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์อย่างนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรอิสระ หรือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

ตัวแปรควบคุมหรือตัวแปรอิสระ (ในกรณีที่มีสมมุติฐานอันหนึ่ง มีตัวแปรอิสระหลายตัว) บางตัวที่เรายังไม่สนใจ ที่จะศึกษาผลของมันในขณะที่ทดลองนั้น ๆ เพราะ



เราต้องการที่จะคุณสมบัติของตัวแปรอิสระตัวอื่นก่อน ฉะนั้น จึงต้องควบคุมให้คงที่ไว้ชั่วคราว ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

#### 11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ จะมีตัวแปรต่าง ๆ อยู่หลายตัว ในการทดลองอาจจะมีคำหรือคำศัพท์อยู่หลายคำ และคำศัพท์เฉพาะบางอย่างอาจสื่อความหมายได้หลายแง่หลายมุม ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดความหมายของคำที่ใช้ให้ชัดเจน เข้าใจตรงกัน

นิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนไม่กำกวม สามารถมองเห็นคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ ได้ และสามารถที่จะทำการทดสอบได้ง่าย ๆ เช่น มีสมมุติฐานว่า "คนไม่ต้องการแสงแดดในการเจริญเติบโต" เราก็กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า "การเจริญเติบโต" ว่า หมายถึง ความสูงของต้นไม้เท่านั้น "อัตราการระเหยของน้ำ" ก็กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า หมายถึง "ปริมาณของน้ำในกระบอกตวงที่หายไปคิดเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง" เป็นต้น

#### 12. การทดลอง (Experiment)

การทดลองเป็นการพิสูจน์เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย หรือเพื่อทดสอบสมมุติฐาน หรือเพื่อค้นคำตอบของปัญหา โดยมีหลักฐานสนับสนุนการทดลองวิทยาศาสตร์ จะต้องประกอบด้วยกิจกรรม 2 อย่างคือ กิจกรรมภาคออกแบบการทดลอง และกิจกรรมปฏิบัติทดลอง

การออกแบบการทดลอง เปรียบได้กับงานของสถาปนิกที่ออกแบบบ้าน ส่วนการปฏิบัติทดลองเปรียบได้กับงานของวิศวกร: ที่ทำการก่อสร้างบ้าน การออกแบบการทดลอง ก็คือการกำหนดวิธีการทดลอง การกำหนดเครื่องมือ และวัสดุที่ใช้ การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรในขั้นตอนต่าง ๆ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ รวมทั้งการจัดทำตารางที่จะบันทึกข้อมูล

การทดลองอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ การทดลองแบบแบ่งกลุ่ม  
เปรียบเทียบ การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ และการทดลองแบบลองถูกลองผิด

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป ( Interpreting Data and  
Concluding)

ข้อมูลที่จะนำมาตีความหมาย อาจจะได้มาจากการสังเกตโดยตรง การ  
วัด การทดลอง และการรวบรวมจากแหล่งอื่น ๆ

การลงข้อสรุปอาจทำได้ 4 แบบ

ก. สรุปภาคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มี  
อยู่ในปรากฏการณ์นั้น ข้อสรุปที่ได้เป็นเพียงการบอกความสัมพันธ์ แต่จะไม่บอกความเป็น  
เหตุเป็นผลต่อกัน

ข. สรุปหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่  
ในปรากฏการณ์นั้น ๆ ในเชิงที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน

ค. สรุปหาความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นแนวโน้ม หรือระบบการทำงาน  
ขององค์ประกอบต่าง ๆ

ง. สรุปหาหน้าที่เฉพาะ คุณสมบัติเฉพาะ การจัดจำแนกของสิ่งที่ศึกษา

3. การสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถาม 2 ชุด โดยดำเนินการ  
ดังนี้คือ

1. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครู ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารวิทยานิพนธ์  
ที่เกี่ยวกับงานวิจัย ครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวคิดในการสร้างแบบสอบถาม  
สำหรับครูขึ้น แบบสอบถามประกอบด้วยส่วนที่เป็นแบบให้เลือกตอบ และแบบให้ตอบอย่าง  
เสรี โดยรวบรวมแนวคิดที่เป็นความคิดเห็น ทศนคติ ตลอดจนปัญหาในการใช้หนังสือ แบบ  
เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ รวมทั้งขอเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงแบบ  
เรียนเล่มนี้ด้วย

2. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารวิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวคิดในการสร้างแบบสอบถามสำหรับนักเรียนชั้น โดยแบบสอบถามมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบสอบถามของครู คือ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นแบบให้เลือกตอบ และแบบให้ตอบอย่างเสรี โดยรวบรวมแนวคิดที่เป็นความคิดเห็น ทศนคคิ ตลอดจนปัญหาในการใช้หนังสือ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ รวมทั้งขอเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงแบบเรียนนี้ด้วย

3. ตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแบบสอบถาม โดยดูความถูกต้อง ชัดเจนของภาษา ถ้อยคำ ส่วนที่ใช้ ตลอดจนเนื้อหา

4. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามของครูไปทดลองใช้กับครูที่สอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ได้เป็นตัวอย่างประชากร จำนวน 20 คน และนำแบบสอบถามของนักเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสายน้ำผึ้งที่ไม่ได้เป็นตัวอย่างประชากร จำนวน 30 คน แล้วนำแบบสอบถามทั้งของครูและนักเรียนมาตรวจสอบ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของภาษา ส่วนที่ใช้ในแบบสอบถามให้ถูกต้องและชัดเจน เพื่อให้แบบสอบถามรัดกุม และเหมาะสมยิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้จริง

#### การเลือกตัวอย่างประชากร

ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างประชากรเป็นครู ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 10 โรงเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การเลือกโรงเรียนใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling)<sup>1</sup> โดยสุ่มรายชื่อโรงเรียนต่าง ๆ จำนวน 10 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์

<sup>1</sup> บุญเสริม วิสกุล, สถิติตอนที่ 1 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลข้อมูล. (กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2517), หน้า 13.

2. การเลือกตัวอย่างประชากรใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) โดยสุ่มจากครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 30 คน โรงเรียนละ 3 คน และสุ่มจากนักเรียนจำนวน 300 คน โรงเรียนละ 30 คน ดังมีรายชื่อโรงเรียนในภาคผนวก ก.

การดำเนินการวิเคราะห์แบบเรียนด้านความสอดคล้องของเนื้อหาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา และความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ในบทที่ 2 ของแบบเรียน โดยใช้ตารางวิเคราะห์สร้างขึ้น แล้วนำผลการวิเคราะห์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรง (Reliability) ของการวิเคราะห์ ซึ่งผลการตรวจสอบปรากฏว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นส่วนใหญ่ตรงกับผู้วิจัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาในด้านความสอดคล้องของเนื้อหาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ (การอภิปรายหลังการทดลอง)

บทที่	หน้าที่	บรรทัดที่	ข้อความ	ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
2	10	12	นักเรียนควรช่วยกันสรุปได้ว่า ใน การทดลองวิทยาศาสตร์ ต้องไม่เชื่ออะไอย่างง่ายดาย ควรจะไ้ทำการทดลองซ้ำหลายครั้งก่อนจะนำไปสู่ขอสรุป	



2. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 และ เล่ม 2 ทางด้านความสอดคล้องของเนื้อหาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทุกบท โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในบทที่ 2

3. ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 รวบรวมแล้ววิเคราะห์ออกมาเป็นรายละเอียดของแต่ละความมุ่งหมาย

การดำเนินการวิเคราะห์แบบเรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในบทที่ 2 ของแบบเรียน โดยใช้ตารางวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น แล้วนำผลการวิเคราะห์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Reliability) ของการวิเคราะห์ ซึ่งผลการตรวจสอบปรากฏว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านมีความคิดเห็นส่วนใหญ่ตรงกับผู้วิจัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (คำถามหลายบท)

บทที่	หน้าที่	บรรทัดที่	ข้อความ	ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
2	33	19	ขอใบหนึ่งใส่ นำเติมพอดีแล้วปิดจกสมควรรหรือไม่ที่จะนำมาใช้ในตู้เย็นจนกระทั่งน้ำในขวดกลายเป็นน้ำแข็ง เพราะเหตุใด	

2. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 และเล่ม 2 ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะด้วยตนเองทุกบท โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในบทที่ 2

3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 2 รวบรวมแล้ววิเคราะห์ออกมาเป็นรายละเอียดของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของแต่ละทักษะ

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำหนังสือ ขอความร่วมมือจากโรงเรียนต่าง ๆ โดยผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วเดินทางไปส่งแบบสอบถามตามโรงเรียนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้นั้นด้วยตนเอง พร้อมกับแจ้งวันและเวลาที่จะไปรับแบบสอบถามคืน ปรากฏว่าแบบสอบถามที่ได้รับจากครูนั้นมีจำนวนทั้งสิ้น 28 ชุด คิดเป็นร้อยละ 93.33 ของจำนวนครูทั้งหมด ส่วนแบบสอบถามของนักเรียนได้คืนมาครบทั้ง 300 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100.00

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการวิเคราะห์เนื้อหาจากตารางวิเคราะห์เนื้อหาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วเสนอผลการวิจัยในรูปของร้อยละ
2. ทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แล้ววิเคราะห์ออกมาเป็นร้อยละ
3. ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามทั้งหมดของครูและนักเรียน มาแจกแจงความถี่ของคำตอบ แต่ละรายการ แล้วเสนอผลการวิจัยในรูปของร้อยละ