



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาว่ารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมได้ตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง (Subjects)

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาอ้อวิทยา ต. นาอ้อ อ.เมือง จ.เลย ปีการศึกษา 2532 จำนวน 34 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน หญิง 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 17 คน เป็นนักเรียนชาย 9 คน นักเรียนหญิง 8 คน กลุ่มควบคุม 17 คน เป็นนักเรียนชาย 9 คน นักเรียนหญิง 8 คน

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. การเลือกโรงเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างแบบจงใจ (purposive sampling) โดยพิจารณาจากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 1.1 เป็นโรงเรียนสหศึกษา
- 1.2 เป็นโรงเรียนที่มีการกระจายด้านฐานะ เศรษฐกิจสังคมพอสมควร ซึ่งพอจะถือได้ว่าเป็นตัวแทนของนักเรียนที่มาจากชนชั้นต่าง ๆ ในสังคมได้
- 1.3 เป็นโรงเรียนที่มีการจัดห้องเรียนแบบคละ ทำให้นักเรียนในแต่ละห้องมีลักษณะไม่แตกต่างกัน
- 1.4 ผู้บริหารและคณะครูยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี และยินยอมให้ผู้วิจัยจัดสภาพการณ์ทดลอง เช่น การจัดชั่วโมงสอน (treatment) ได้ตามความเหมาะสม และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการจัดสภาพการณ์เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ตามความเหมาะสม

จากเหตุผลข้อ 1.1 - 1.4 ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนนาอ้อวิทยา ต.นาอ้อ อ.เมือง จ.เลย เป็นโรงเรียนที่จะทำการวิจัยในครั้งนี้

2. การเลือกห้องเรียน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลากแบบไม่ใส่คืน สุ่มห้องเรียนชั้น ม.3 จำนวน 2 ห้อง ได้ห้องเรียนชั้น ม.3/2 และ ม.3/3 สุ่มอย่างง่ายห้องเรียนทั้งสองห้องเป็นห้องทดลองและห้องควบคุม ผลการสุ่มได้ ห้อง 3/1 เป็นห้องเรียนกลุ่มทดลอง ห้อง 3/3 เป็นห้องเรียนกลุ่มควบคุม

3. การสุ่มนักเรียนเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายสุ่มนักเรียนมาห้องละ 17 คน ดังนี้

3.1 จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง ห้อง 3/1 ทั้งหมด 36 คน จัดเข้ากลุ่มแบบสุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากแบบไม่ใส่คืนได้นักเรียนกลุ่มทดลอง 17 คน เป็นนักเรียนชาย 9 คน นักเรียนหญิง 8 คน

3.2 จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุมห้อง 3/3 ทั้งหมด 34 คน จัดเข้ากลุ่มแบบสุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน ได้นักเรียนกลุ่มควบคุม 17 คน เป็นนักเรียนชาย 9 คน นักเรียนหญิง 8 คน

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเพศ

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$n_1 = 17$ คน (ชาย 9 คน หญิง 8 คน)	$n_2 = 17$ คน (ชาย 9 คน หญิง 8 คน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรที่ศึกษาจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- 1.1 แบบวัดก่อนและหลังการทดลอง มี 3 ประเภท ดังนี้
 - 1.1.1 แบบวัดทักษะการคิดนอกกรอบ
 - 1.1.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.1.3 แบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการประเมินจากผลงาน
ใช้ชื่อย่อว่า แบบวัด พ.ค.ส.1
- 1.3 แบบตรวจสอบกระบวนการคิดและการทำงาน มี 4 ประเภท ดังนี้
 - 1.3.1 แบบรายงานกระบวนการคิด
 - 1.3.2 แบบรายงานกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์
 - 1.3.3 แบบสัมภาษณ์การรายงานกระบวนการทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์
 - 1.3.4 แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในแผนการทดลอง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอน (treatment) นักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียกว่า ชุดการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ชื่อย่อว่า รูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 ซึ่งประกอบด้วยการสอน 2 อย่าง คือ

2.1 การสอนเทคนิคการคิดนอกกรอบ เป็นการสอนเทคนิคการคิดตามทฤษฎีการคิดนอกกรอบของดีโบริน ประกอบด้วยการสอนเทคนิคการคิด 8 แบบ ซึ่งในแต่ละแบบจะประกอบด้วย การสอนทฤษฎีของการคิดแต่ละแบบ การฝึกคิดตามตัวอย่าง และการฝึกคิดตามแบบฝึกหัด การทดสอบย่อยในแต่ละเทคนิคเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียน เรียนรู้ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ สอน 3 คาบต่อสัปดาห์ รวม 16 สัปดาห์

2.2 การสอนระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นบูรณาการประกอบด้วยทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความและลงข้อสรุป การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามปฏิบัติการ การทดลอง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วย การอธิบาย การสาธิต การทดลองและทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อยในแต่ละบทเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียน เรียนรู้ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ สอน 1 คาบต่อสัปดาห์ รวม 16 สัปดาห์

วิธีสร้างและคุณภาพของ เครื่องมือดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบวัดทักษะการคิดนอกกรอบ

แบบวัดทักษะการคิดนอกกรอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดนอกกรอบตามแนวทฤษฎีของดีโบบิน โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. การสร้างแบบวัดการคิดนอกกรอบ

1.1 ศึกษาทฤษฎีการคิดนอกกรอบของดีโบบิน จากหนังสือ และบทความของดีโบบิน (De Bono 1980: 1-140, 1982: 1-200, 1984(1): 1-500, 1984(2): 16-17, 1988: 1-150) แสดงให้เห็นว่า การคิดนอกกรอบเป็นการคิดแก้ปัญหาประเภทหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา หลาย ๆ แนวคิด แล้วนำแนวคิดที่ได้นี้ มาใช้แก้ปัญหตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ กระบวนการคิดนอกกรอบประกอบด้วยเทคนิคการคิดที่สำคัญคือ

1.1.1 เทคนิคการคิดเพื่อสร้างแนวคิดที่ออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่ แล้วสร้างแนวคิดแบบอื่นขึ้นมา เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เทคนิคการคิดลักษณะนี้จำแนกเป็นเทคนิคการคิดย่อยได้ 3 เทคนิค คือ

1.1.1.1 เทคนิคการหาแนวคิดครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญในการครอบงำไม่ให้เกิดแนวคิดอื่น

1.1.1.2 เทคนิคการ "เลื่อน" การตัดสินแนวคิด

1.1.1.3 เทคนิคการ "เปลี่ยน" ความเชื่อเดิม มี 2 เทคนิคย่อยคือ

- เทคนิคการ "คิด" เพื่อเปลี่ยนความเชื่อเดิม

- เทคนิคการ "ถามทำไม" เพื่อเปลี่ยนความเชื่อเดิม

1.1.2 เทคนิคการคิดเพื่อสร้างแนวคิด การทดสอบการคิดนอกกรอบตามเทคนิคการคิดเหล่านี้ดีโบบินใช้วิธีการวัดกระบวนการคิดนอกกรอบ 2 ลักษณะคือ การวัดด้วยการสอบข้อเขียน (paper and pencil test) และการสอบปฏิบัติ (performance test)

1.2 เมื่อได้เทคนิคการคิดที่ถือว่าเป็นเทคนิคการคิดที่สำคัญแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการสอนการฝึกคิด ตัวอย่างการฝึกการคิด และแบบฝึกหัดการคิด แต่ละเทคนิคของดีโบบินอย่างละเอียด แล้วเลือกเอาแบบฝึกหัดแต่ละเทคนิค มาเขียนเป็นข้อคำถามเพื่อจะใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

- 1.3 นำข้อคำถามให้อาจารย์ที่ปรึกษาในฐานะผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (content) เทคนิคการคิดนอกกรอบที่จะใช้วัด (Content validity)
- 1.4 นำมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง
- 1.5 นำข้อคำถามให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมในการใช้ภาษา (face validity) ที่จะใช้วัดกับนักเรียนชั้นมัธยม
- 1.6 ทำการแก้ไขปรับปรุง และ เขียนคำอธิบาย วิธีการตอบ เพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบการคิดนอกกรอบต่อไป
- 1.7 นำแบบทดสอบการคิดนอกกรอบที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบนักเรียนชั้น ม.3 โรงเรียนเลขพิทยาคม และ โรงเรียนเลขอนุกุลวิทยาลัย จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจคำสั่ง และ ตอบข้อคำถามได้หรือไม่

1.8 นำแบบทดสอบมาแก้ไขปรับปรุงในเรื่องคำสั่ง ให้ความชัดเจน กระชับรัด และ สื่อความหมายให้ผู้ตอบเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.9 จัดทำเป็นแบบทดสอบการคิดนอกกรอบ

2. การหาคุณภาพของแบบวัดการคิดนอกกรอบ

2.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการคิดนอกกรอบอย่างละเอียด ทำการวิเคราะห์การคิดนอกกรอบว่าประกอบด้วยเทคนิคการคิดที่สำคัญอะไรบ้าง จากนั้นศึกษาการวัดการคิดนอกกรอบแต่ละเทคนิคของดีโบโน ข้อคำถามที่ผู้วิจัยเห็นว่าวัดเทคนิคนั้นโดยตรง และสามารถนำมาใช้ทดสอบกับเด็กไทยได้ และผู้วิจัยยังได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบความตรงซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เมื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้ที่ได้ศึกษาเรื่องนี้มาเป็นอย่างดีมีความเห็นตรงกัน ก็น่าจะยืนยันถึงความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้

2.2 การหาความเที่ยง (reliability) ใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบ้านน้ำสรวีวิทย์ ต. กุดน้ำใส อ.พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบครั้งแรก และครั้งหลังห่างกัน 14 วัน ได้ค่าสหสัมพันธ์ของการทดสอบ 2 ครั้ง เท่ากับ .763

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สร้างโดย กิ่งฟ้า ลินธูงษ์ และคณะ โดยได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยม แล้วสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ใ้ให้ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา แล้วนำข้อสอบจำนวน 96 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนทั่วประเทศจำนวน 200 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และความยากง่ายของข้อสอบ ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายเหมาะสมจำนวน 40 ข้อ เมื่อนำมาจำแนกจะจัดข้อสอบที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

ข้อสอบข้อที่	13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1 - 3	การสังเกต
4 - 5	การวัด
6 - 8	การจำแนกประเภท
9 - 12	ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา
13 - 15	การใช้ตัวเลข
16 - 17	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
18 - 19	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
20 - 23	การพยากรณ์
24 - 26	การตั้งสมมติฐาน
27 - 30	การกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
31 - 33	การกำหนดและควบคุมตัวแปร
34 - 36	การทดลอง
37 - 40	การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

นำข้อสอบนี้ไปหาความเที่ยง โดยวิธีของ KR-20 ได้ค่าความเที่ยงสำหรับชั้นมัธยม .73 (กิ่งฟ้า สินธวงษ์ และคณะ 2525: 1-169)

แบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบว่าแบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้นนั้น มีจุดประสงค์จะวัดทักษะด้านใด



และได้ตั้งนิยามปฏิบัติการเกี่ยวกับการวัดทักษะอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ต้องการจะวัดในลักษณะใดบ้าง

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง อาทิ งานวิจัยของ อุบลพงษ์ พัฒนเสรี (2518: 4-70) อุษณีย์ วิเศษพานิช (2525: 6-82) ฉลองพร แก้วชราภรณ์ (2526: 56-101) สมบูรณ์ กลมววรรณ (2530: 48-60) ตลอดจนแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมต้น เพื่อสำรวจว่ามีทักษะใดบ้างที่เป็นทักษะที่สำคัญในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นนี้

4. เมื่อได้ศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยนำทักษะเหล่านั้นมาพิจารณาว่า ทักษะชนิดใดบ้างที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการใช้ตาชั่งสปริง เพื่อหาน้ำหนัก ทักษะการใช้เทอร์โมมิเตอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิ ทักษะการใช้กระบอกตวง เพื่อหาปริมาตร และทักษะการใช้หลอดทดลอง เป็นทักษะที่มีความสำคัญและ เป็นทักษะพื้นฐานในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

5. เมื่อได้ทักษะที่ต้องการแล้ว ได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะภาคปฏิบัติที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดนิยามปฏิบัติการทักษะที่ต้องการวัดดังนี้

ทักษะที่ 1 ทักษะการใช้ตาชั่งสปริง หมายถึง การใช้ตาชั่งสปริง ชั่งน้ำหนัก โดยให้ตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง และอ่านหน่วยน้ำหนักได้ถูกต้อง ขณะอ่านตาชั่งต้องอยู่ระดับเดียวกับขีดบอกน้ำหนัก

ทักษะที่ 2 ทักษะการใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การจับเทอร์โมมิเตอร์โดยใช้มือจับปลายส่วนบนของหลอดแก้ว โดยไม่ให้มือถูกส่วนกระเปาะแก้วที่บรรจุปรอท เมื่อจะวัดอุณหภูมิต้องให้กระเปาะ เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด แต่ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านตาชั่งต้องอยู่ในระดับเดียวกับระดับปรอท

ทักษะที่ 3 ทักษะการใช้กระบอกตวง หมายถึง การจับกระบอกตวงโดยใช้มือค้ำปลายด้านบนของกระบอกตวง การอ่านปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวงจากระดับต่ำสุดของส่วนเว้าของผิวหน้าของของเหลวในกระบอกตวง ขณะกระบอกตวงตั้งตรงเป็นมุมฉาก การเทของเหลวจากกระบอกตวงออกจากทางปากส่วนที่ทำไว้สำหรับเท

ทักษะที่ 4 ทักษะการใช้หลอดทดลอง หมายถึง การหยิบจับหลอดทดลองโดยใช้มือค้ำปลายด้านบนของหลอดทดลอง การเขย่าหลอดทดลองโดยใช้นิ้วมือเป็นจุดหมุน เขย่าหลอด

ทดลองจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน การตั้งหลอดทดลองในที่ตั้ง โดยให้หลอดทดลองตั้งตรง เป็นมุมฉาก และไม่มีสารละลายหกออกนอกหลอดทดลอง

6. ผู้วิจัยกำหนดพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสังเกตพฤติกรรมที่ถูกต้อง รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนพฤติกรรมที่ถูกต้อง คือถ้าทำพฤติกรรมที่ถูกต้องในแต่ละพฤติกรรมจะได้ 1 คะแนน ทักษะที่ต้องการวัดมี 4 ทักษะ ทักษะละ 3 พฤติกรรม รวมคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 12 คะแนน ดังรายละเอียดแต่ละทักษะดังนี้

6.1 ทักษะการใช้ตาชั่งสปริง

พฤติกรรมที่ต้องสังเกต

การจัดเตรียมเครื่องมือ

การชั่งน้ำหนัก

การอ่านน้ำหนัก

เกณฑ์การบันทึกพฤติกรรมที่ถูกต้อง

การใช้มือจับให้ชิดบอมน้ำหนักของตาชั่งสปริงอยู่ที่ชิดศูนย์

เอาวัตถุที่ต้องการชั่งน้ำหนักใส่จานชั่งน้ำหนักแล้ว เกี่ยวขอเกี่ยวของตาชั่งสปริง ยกตาชั่งสปริงให้จานชั่งน้ำหนักลอยพ้นพื้นโต๊ะ เป็นมุมฉาก คอยจนชิดบอมน้ำหนักหยุดนิ่ง

อ่านน้ำหนักในขณะที่ยกจานชั่งน้ำหนักลอยพ้นพื้นโต๊ะ ขณะอ่านน้ำหนักสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับชิดบอมน้ำหนัก

6.2 ทักษะการใช้เทอร์โมมิเตอร์

พฤติกรรมที่ต้องสังเกต

การหยิบจับเครื่องมือ

การวัดอุณหภูมิ

เกณฑ์การบันทึกพฤติกรรมที่ถูกต้อง

การจับเทอร์โมมิเตอร์โดยใช้นิ้วหัวแม่มือ และนิ้วอีก 4 นิ้ว คีบด้านปลายของ เทอร์โมมิเตอร์ให้ตั้งฉากกับพื้น

การจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ให้กระเปาะอยู่ลึกถึงตรงกลางของของเหลว โดยไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับหลอดทดลอง

พฤติกรรมที่ต้องสังเกต

การอ่านอนุกรม

เกณฑ์การบันทึกพฤติกรรมที่ถูกต้อง

การใช้มือคีบเทอร์โมมิเตอร์เป็นมุมฉาก ให้ขีดระดับกับ
ปรอทอยู่ในระดับสายตา และกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์
อยู่ลึกถึงตรงกลางของช่องหลอดโดยไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์
สัมผัสกับหลอดทดลอง แล้วจึงอ่านอนุกรม

6.3 ทักษะการใช้กระบอกตวง

พฤติกรรมที่ต้องสังเกต

การหยิบจับเครื่องมือ

การอ่านปริมาตร

การเทของเหลว

เกณฑ์การบันทึกพฤติกรรมที่ถูกต้อง

การจับกระบอกตวงโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วอีก 4 นิ้ว
คืบปลายด้านบนของกระบอกตวงตั้งฉากกับพื้น

อ่านในระดับสายตาจากระดับต่ำสุดของส่วนเว้าของ
ผิวหน้าของของเหลวในกระบอกตวง ขณะที่กระบอก
ตวงตั้งฉากกับพื้นระนาบ

การเทของเหลวจากปากส่วนที่ทำไว้สำหรับเท

6.4 ทักษะการใช้หลอดทดลอง

พฤติกรรมที่ต้องสังเกต

การหยิบจับเครื่องมือ

การเขย่าหลอดทดลอง

การตั้งหลอดทดลองที่มี
สารละลายอยู่ในที่ตั้งหลอด
ทดลอง

เกณฑ์การบันทึกพฤติกรรมที่ถูกต้อง

การจับหลอดทดลองโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วอีก
4 นิ้ว คืบปลายด้านบนของหลอดทดลอง

การใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้เป็นจุดหมุน ใช้นิ้วกลาง
นิ้วนาง นิ้วก้อยดันหลอดไปมา จนสารละลายเป็นเนื้อ
เดียวกัน

การเสียบหลอดทดลองในที่ตั้ง โดยให้หลอดทดลองตั้ง
ตรงเป็นมุมฉาก และไม่มีสารละลายหกออกนอกหลอด
ทดลอง

7. เมื่อได้กำหนดทักษะที่จะวัด และ เกณฑ์การให้คะแนนทักษะที่จะวัดแล้ว ผู้วิจัยได้ส่งให้อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน เป็นผู้ตรวจสอบเพื่อยืนยันว่า ทักษะที่จะวัด และ เกณฑ์ที่ใช้วัดนั้นได้สอดคล้องกับเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอนและความรู้ ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นผู้วิจัยส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของคำสั่งและการใช้ภาษาเพื่อใช้วัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาได้พิจารณาแล้วว่าเหมาะสม ผู้วิจัยนำมาสร้าง เป็นแบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

8. การหาคุณภาพของเครื่องมือ ดำเนินการดังนี้

8.1 การหาความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนที่ 1-7 โดยการวิเคราะห์เนื้อหา นำมาสร้างเป็นนิยามปฏิบัติการ ให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

8.2 การหาความเที่ยงของแบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) โดยผู้วิจัยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนเลขออนกุลวิทยา ต.นาอาน อ.เมือง จ.เลย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบครั้งแรก และครั้งหลังห่างกัน 14 วัน ได้ค่าสหสัมพันธ์ของการทดสอบ 2 ครั้ง .78

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินจากโครงการวิทยาศาสตร์ (แบบวัด พ.ค.ส.1)

กระบวนการสร้างแบบวัด พ.ค.ส.1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และ เอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะทฤษฎีการคิดนอกกรอบของดีโบบิน (De Bono 1980: 1-140, 1982: 1-200, 1984(1): 1-150, 1984(2): 16-17, 1988: 1-150) ทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเบสิเมอร์และแทรฟฟิงเจอร์ (Besemer and Treffinger 1981: 158-178 ; Besemer and Quinn 1986: 115-126) และจากเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 2530: 261-262) แล้วทำการสังเคราะห์ข้อความรู้ที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด พ.ค.ส.1 ว่า ภาวะสันนิษฐาน

(construct) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินจากโครงงานวิทยาศาสตร์ คาร์มีนิยามปฏิบัติการว่าอย่างไร ประกอบด้วยมิติ (dimension) และมโนทัศน์ (concept) ของแต่ละด้านอย่างไร เมื่อศึกษาจากทฤษฎีและเกณฑ์การตัดสินดังกล่าว ได้ข้อความรู้ดังต่อไปนี้

1.1 เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีตีโบโน

ทฤษฎีของตีโบโน มีความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการคิดนอกกรอบเพื่อให้เกิดแนวคิด และทดสอบแนวคิด เพื่อนำมาแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีการคิดนอกกรอบของตีโบโนประกอบด้วยมิติที่สำคัญ 2 มิติ คือ

1.1.1 มิติการคิดนอกกรอบ หมายถึง การสร้างแนวคิดมาเพื่อจะใช้แก้ปัญหา ซึ่งแนวคิดที่ได้จะต้องมีลักษณะ ดังนี้คือ

1.1.1.1 แนวคิดที่มีนภาพ หมายถึง แนวคิดที่คิดขึ้นมาได้เอง มีความแปลกใหม่แตกต่างจากแนวคิดทั่วไป


1.1.1.2 แนวคิดที่มีลักษณะ เฉพาะตัว หมายถึง แนวคิดที่เกิดขึ้น มีลักษณะ เฉพาะตัวของผู้คิด กล่าวคือ แนวคิดที่เกิดขึ้นอาจเป็นแนวคิดที่ได้รับอิทธิพลมาจากคนอื่น หรือดัดแปลงแนวคิดของคนอื่น แต่เมื่อได้พัฒนาจนเป็นแนวคิดที่นำมาใช้แก้ปัญหาแล้ว จะเป็นแนวคิดที่มีลักษณะ เฉพาะตัวของผู้คิด

1.1.2 มิติการแก้ปัญหา หมายถึง การตัดสินว่าความคิดที่เกิดขึ้นนั้น สามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

1.1.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหตามวัตถุประสงค์ หมายถึง ผลงาน (หรือวิธีการ) ที่ได้จากความคิดนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์

1.1.2.2 ความเหมาะสมและเพียงพอในการแก้ปัญหตาม วัตถุประสงค์ หมายถึง ผลงาน (หรือวิธีการ) ที่ได้จากความคิดนั้นมีความเหมาะสม และเพียงพอที่จะนำไปใช้แก้ปัญหตามวัตถุประสงค์ เช่น ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ ใช้ง่าย ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย เพียงพอตามเกณฑ์ที่ต้องการ เป็นต้น

1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ เบลีเมอร์และ เทรพินเจอร์
เบลีเมอร์และ เทรพินเจอร์ ตั้ง เกณฑ์ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผลงานออกเป็น 3
มิติ 14 มานทัศน์ ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงานตามทฤษฎีของ เบลีเมอร์ และ เทรพทินเจอร์

1. นวัตกรรม (Novelty)	2. การแก้ปัญหา (Resolution)	3. การต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis)
<p>พิจารณาจากกระบวนการใหม่ (new process) วิธีการใหม่ (new techniques) มโนทัศน์ใหม่ (new concept) การมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานลักษณะ เดียวกันนี้ในอนาคต</p> <p>1.1 เพาะความคิด (Germinal) ผลผลิตมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานลักษณะ เดียวกันนี้ในอนาคต</p> <p>1.2 คิดริเริ่ม (Original) ผลผลิตมีความคิดไม่เหมือน ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นที่มีประสบการณ์ การฝึกและการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน</p> <p>1.3 เปลี่ยนรูป (Transformational) ผลผลิตทำให้เกิดการปฏิบัติให้ผู้ใช้ ผู้ฟัง ผู้พบเห็นเปลี่ยนการรับรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น</p>	<p>พิจารณาจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมของผลผลิต</p> <p>2.1 เพียงพอ (Adequate) ผลผลิตสามารถแก้ปัญหาในสภาพการณ์ที่เป็นปัญหาอย่างเพียงพอ</p> <p>2.2 เหมาะสม (Appropriate) ผลผลิตสามารถแก้ปัญหาดังตรงตามความต้องการ</p> <p>2.3 สมเหตุสมผล (Logical) ผลผลิตมีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องสมเหตุสมผลตามวิธีการของศาสตร์นั้น</p>	<p>พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต น่าดู แสดงถึงฝีมือและความชำนาญพร้อมทั้งสื่อความหมายได้</p> <p>3.1 ชวนดู (Attractive)</p> <p>3.2 ซับซ้อน (Complex)</p> <p>3.3 ประณีต (Elegant)</p>

1. นวัตกรรม (Novelty)	2. การแก้ปัญหา (Resolution)	3. การต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis)
	<p>2.4 ใช้ประโยชน์ได้ (Useful) ผลผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้</p> <p>2.5 คุณค่า (Valuable) ผลผลิตนั้นมีคุณค่าตามเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ด้านการเงิน ด้านกายภาพ ด้านจิตวิทยา</p>	<p>3.4 สื่อความหมาย (Expressive)</p> <p>3.5 สมบูรณ์ (Organic)</p> <p>3.6 ใช้ฝีมือและความชำนาญ (Well-Crafted)</p>

ศูนย์วิทยพัชรพงษ์กร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 เกณฑ์การตัดสินความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ของสมาคม
วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย คณะกรรมการตัดสินโครงการวิทยาศาสตร์ได้กำหนดเกณฑ์ในการ
ตัดสินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม ดังนี้

ความแปลกใหม่ หมายถึง โครงการที่มีความแปลกใหม่แตกต่างจากโครงการ
ชั้นอื่น ๆ ที่ส่ง เข้าประกวดในระดับชั้นเดียวกันในด้านเหล่านี้

1.3.1 ความแปลกใหม่ในการกำหนดปัญหาและการระบุตัวแปรที่ต้องการ
ศึกษา พิจารณาจากข้อต่อไปนี้

- การคิดปัญหา และการวัดตัวแปรขึ้นมาใหม่
- การตัดแปลง เปลี่ยนแปลงจากผู้อื่นเคยทำมาก่อน นำมาพัฒนา
เป็นความคิดของตัวเอง

1.3.2 ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง พิจารณาจากข้อต่อไปนี้

- การคิดออกแบบวิธีการทดลองขึ้นมาใหม่
- การตัดแปลง เปลี่ยนจากที่ผู้อื่นเคยทำมาก่อน แล้วพัฒนามา
เป็นของตัวเอง
- วิธีการแก้ปัญหา
- วิธีการวัดและการควบคุมตัวแปร
- วิธีการรวบรวมข้อมูล
- การเลือกและทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ใน
การทดลอง
- การเลือกและทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำการ
ประดิษฐ์
- ประเด็นอื่น ๆ ตามที่ผู้ประเมินเห็นว่าเหมาะสม

ผู้วิจัยนำเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 กลุ่มมาสรุปเปรียบเทียบและสังเคราะห์
ข้อความรู้ที่ได้เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างแบบวัด พ.ค.ส.1 ดังตารางที่ 6 และ 7

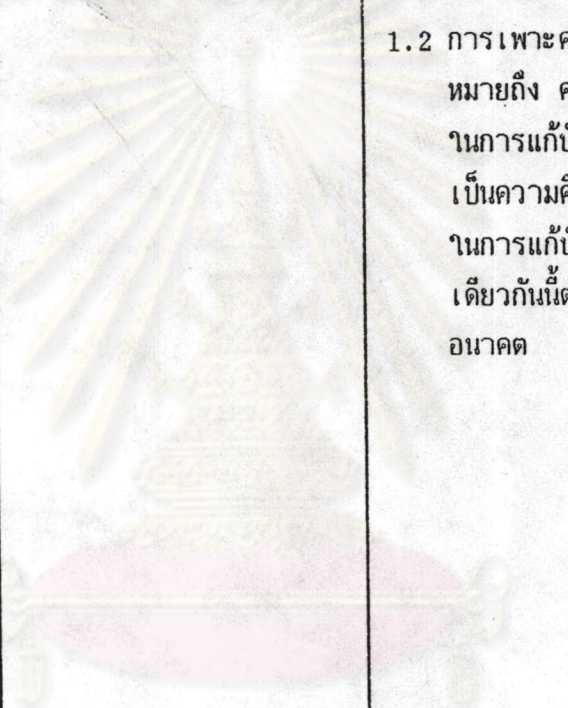
ตารางที่ 6 วิเคราะห์ภาวะสันนิษฐานความคิดสร้างสรรค์ของดีโบน คุณลักษณะของผลงานที่มีความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีของ
เบลีเมอร์และ เทรพทินเจอร์ และลักษณะ เกณฑ์ในการตัดสินความคิดสร้างสรรค์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ของ
สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

เนื้อหา	ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของดีโบน	ทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของ เบลีเมอร์และ เทรพทินเจอร์	เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
<p>แนวคิดที่มีอิทธิพลต่อทฤษฎี</p> <p>วิธีการตัดสินความคิดสร้างสรรค์</p> <p>ภาวะสันนิษฐาน (construct) ที่ถือว่าเป็นคุณลักษณะ (trait) ที่สำคัญของทฤษฎี</p>	<p>นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยมที่มีความเห็นว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดจากผลงานที่สร้าง</p> <p>ตรวจสอบจากผลงานว่าแก้ไขปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่</p> <p>มีภาวะสันนิษฐานที่สำคัญ 2 มิติ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มิติด้านกระบวนการคิดนอกกรอบ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 แนวคิดที่มีรูปภาพ 1.2 แนวคิดที่มีลักษณะ เฉพาะตัว 2. มิติการแก้ปัญหา <ol style="list-style-type: none"> 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ 	<p>นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม นักวิจัยที่เห็นว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์ต้องวัดที่คุณภาพของผลงาน</p> <p>วัดจากคุณภาพของผลงาน</p> <p>มีภาวะสันนิษฐานที่สำคัญ 3 มิติ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มิติการคิด <ol style="list-style-type: none"> 1.1 การเพาะความคิด 1.2 ความคิดริเริ่ม 1.3 การเปลี่ยนแปลงและการรับรู้เกี่ยวกับปัญหาในเรื่องนั้น 	<p>นักจิตวิทยาและนักวิชาการที่เสนอว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์สามารถตัดสินได้จากตัวโครงการงานวิทยาศาสตร์ วัดจากตัวโครงการงานวิทยาศาสตร์</p> <p>มีภาวะสันนิษฐาน 1 มิติ คือ ความแปลกใหม่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความแปลกใหม่ของปัญหา <ol style="list-style-type: none"> 1.1 การคิดปัญหา และตัวแปรขึ้นมาเอง 1.2 การดัดแปลงและหาวิธีแก้ปัญหา

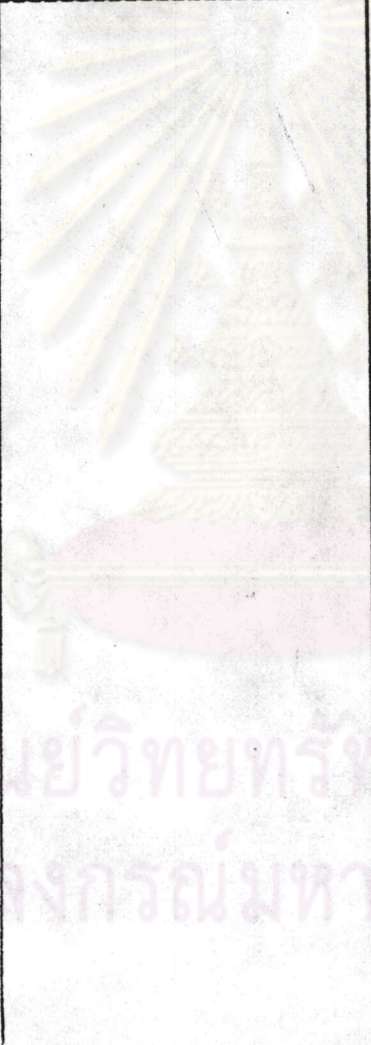
เนื้อหา	ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของดีโบิน	ทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของ เบลิเมอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
	<p>2.2 ความเหมาะสมและเพียงพอใน การแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์</p>	<p>2. มิติการแก้ปัญหา</p> <p>2.1 ความเพียงพอ</p> <p>2.2 ความเหมาะสม</p> <p>2.3 ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์</p> <p>2.4 การใช้ประโยชน์</p> <p>3. การต่อเติมเสริมแต่งและการ สังเคราะห์</p> <p>3.1 ความน่าสนใจ</p> <p>3.2 ความซับซ้อน</p> <p>3.3 ความประณีต</p> <p>3.4 ความสามารถในการสื่อความหมาย ให้คนอื่นเข้าใจ</p>	<p>2. ความแปลกใหม่ของการใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์</p> <p>2.1 การออกแบบการทดลอง</p> <p>2.2 การตัดแปลงแบบการทดลอง</p> <p>2.3 วิธีการแก้ปัญหา</p> <p>2.4 วิธีการวัด การควบคุมตัวแปร</p> <p>2.5 วิธีการรวบรวมข้อมูล</p> <p>2.6 วิธีการเลือกอุปกรณ์</p> <p>2.6.1 ในการทดลอง</p> <p>2.6.2 ในการประดิษฐ์</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา	ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของดีโบริน	ทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเบลีเมอร์และ เทรพพินเจอร์	เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
<p>มนทัศน์ และลักษณะร่วมกันของแต่ละทฤษฎี</p>	<p>ทฤษฎีของดีโบริน ให้ความสำคัญกับแนวคิดและการแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์ ซึ่งในมิติที่ 1 ของดีโบริน มีลักษณะร่วมกันอย่างชัดเจนกับทฤษฎีของเบลีเมอร์ และ สวท. ส่วนมิติที่ 2 เน้นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ก็มีส่วนร่วมกันกับทฤษฎีของเบลีเมอร์</p>	<p>ส่วนมิติที่ 1 และ 2 สอดคล้องกับทฤษฎีของดีโบริน แต่ในส่วนที่ 3 ที่เป็นมิติของการต่อเติมเสริมแต่ง และการสังเคราะห์นั้น จากหลักฐานงานวิจัยของเบลีเมอร์ พบว่ามิติที่ 1 และ 2 แยกกันออกเป็นคนละมิติอย่างชัดเจนในขณะที่มิติที่ 3 มีส่วนร่วมอยู่ในมิติที่ 1 และ 2 ซึ่งเบลีเมอร์ได้เสนอว่ามิติที่ 3 สามารถรวมอยู่ในมิติที่ 1 และ 2 ได้</p> <p>สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยศาสตร์นั้น ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มิติที่ 3 ไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับเรื่องโครงการวิทยศาสตร์มากนัก แต่มนทัศน์ด้านความสามารถในการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ</p> <p>ผู้เชี่ยวชาญส่วนหนึ่งเห็นว่า เป็นสิ่งสำคัญของโครงการวิทยศาสตร์และน่าจะลองศึกษา ผู้วิจัยจึงนำมนทัศน์นี้มาศึกษาโดยจัดเป็นมนทัศน์หนึ่งในมิติการแก้ปัญหา</p>	<p>เกณฑ์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย มีมิติด้านภาพของความคิดเท่านั้น ซึ่งในการทำโครงการวิทยศาสตร์ การเพิ่มมิติด้านการแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์ จะทำให้เกณฑ์การประเมินสมบูรณ์ยิ่งขึ้น</p>

ทฤษฎีดีโบน	ทฤษฎีเมลิเมอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์ของ สมาคม	มิติหลักของแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทง
	<p>1.2 การเพาะความคิด ความคิดนั้นเป็นความคิด ที่มีอิทธิพลในการแก้ปัญหา ลักษณะ เดียวกันนี้ต่อไปใน อนาคต</p>		<p>1.2 การเพาะความคิด หมายถึง ความคิดที่ใช้ ในการแก้ปัญหา นี้ จะ เป็นความคิดที่มีอิทธิพล ในการแก้ปัญหาลักษณะ เดียวกันนี้ต่อไปใน อนาคต</p>	<p>*6. มีอิทธิพลต่อไป ในอนาคต (influential) 7. ปฏิวัติวิธีการ แก้ปัญหา (revolution) 8. กำหนดแนวโน้ม ในการแก้ปัญหา (trend setting) 9. แบบหัวรุนแรง (radical) *10. เอาไปใช้ได้ ในอนาคต</p> <p>ไม่มีอิทธิพลต่อ อนาคต (uninfluential) การแก้ปัญหา ตามเกณฑ์เฉลี่ย ทั่ว ๆ ไป (average) ไม่ได้กำหนดแนว โน้มในการแก้ ปัญหา (warmed over) แบบหัวเก่า (old hat) เอาไปใช้ไม่ได้ ในอนาคต</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทฤษฎีดีปโบน	ทฤษฎีเมลิเมอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์ของ สมาคม	มิติหลักของแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทง
2. มิติการแก้ปัญหา 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ 2.2 ความเหมาะสมและเพียงพอในการแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์	2. มิติการแก้ปัญหา 2.1 ความเพียงพอ 2.2 ความเหมาะสม		2. มิติด้านการแก้ปัญหา 2.1 ความเพียงพอ 2.2 ความเหมาะสม	11. แก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ 12. แก้ปัญหาได้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ 13. แก้ปัญหาได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์ 14. มีคุณค่าเมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์ แก้ปัญหาไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ แก้ปัญหาได้ไม่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ แก้ปัญหาได้ไม่เพียงพอตามวัตถุประสงค์ ไม่มีคุณค่าเมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

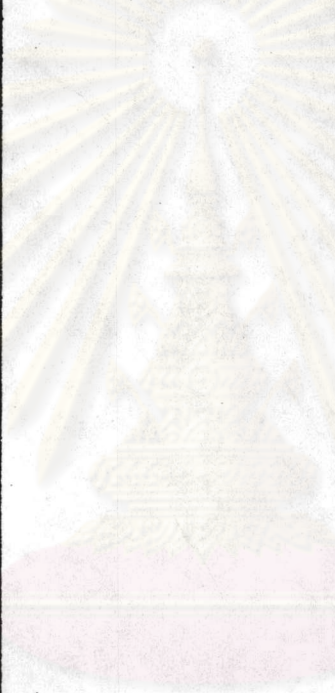
ทฤษฎีบท	ทฤษฎีเมสเซอร์และ เทรพีทเจอร์	เกณฑ์ของ สมาคม	มิตหลักของ แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทง	
2.3 มีการทดสอบว่าแนวคิดสามารถชี้แก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์	2.3 ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ (logical)	2. ความแปลกใหม่ในการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ 2.1 การออกแบบการทดลอง 2.2 การวัดและเก็บรวบรวมข้อมูล 2.3 การควบคุมตัวแปร	2.3 ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ กระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้มีความสมเหตุสมผลตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์	15. เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (relevant) *16. ถูกต้องตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (correct) *17. ใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล (logical)	ไม่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (unrelevant) ไม่ถูกต้องตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (incorrect) ใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ไม่สมเหตุสมผล (illogical) ใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ไม่เหมาะสม (inappropriate)



ทฤษฎีดีโบน	ทฤษฎีเมลิเมอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์ของสมาคม	มิติหลักของแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทบ										
	<p data-bbox="436 1031 698 1078">2.4 การใช้ประโยชน์</p>			<table border="0"> <tr> <td data-bbox="1633 415 1856 554">19. ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ได้เพียงพอ (adequate)</td> <td data-bbox="1954 415 2151 608">ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงพอ (inadequate)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1633 623 1911 762">20. มีความแปลกใหม่ ในการใช้ระเบียบ วิธีวิทยาศาสตร์</td> <td data-bbox="1954 623 2151 762">ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ เหมือนทั่วไป</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1633 777 1911 1008">21. มีความแปลกใหม่ ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบ มาใช้ในการ ทำโครงการ</td> <td data-bbox="1954 777 2173 1008">ไม่มีความแปลก ใหม่ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบมาใช้ในการ ทำโครงการ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1633 1024 1889 1116">22. ใช้ประโยชน์ได้ (useful)</td> <td data-bbox="1954 1024 2151 1162">ใช้ประโยชน์ ไม่ได้ (useless)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1633 1185 1867 1324">*23. สามารถทำ- งานได้ (workable)</td> <td data-bbox="1954 1185 2151 1324">ไม่สามารถ ทำงานได้ (unworkable)</td> </tr> </table>	19. ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ได้เพียงพอ (adequate)	ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงพอ (inadequate)	20. มีความแปลกใหม่ ในการใช้ระเบียบ วิธีวิทยาศาสตร์	ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ เหมือนทั่วไป	21. มีความแปลกใหม่ ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบ มาใช้ในการ ทำโครงการ	ไม่มีความแปลก ใหม่ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบมาใช้ในการ ทำโครงการ	22. ใช้ประโยชน์ได้ (useful)	ใช้ประโยชน์ ไม่ได้ (useless)	*23. สามารถทำ- งานได้ (workable)	ไม่สามารถ ทำงานได้ (unworkable)
19. ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ได้เพียงพอ (adequate)	ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงพอ (inadequate)													
20. มีความแปลกใหม่ ในการใช้ระเบียบ วิธีวิทยาศาสตร์	ใช้ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์ เหมือนทั่วไป													
21. มีความแปลกใหม่ ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบ มาใช้ในการ ทำโครงการ	ไม่มีความแปลก ใหม่ในการเลือก อุปกรณ์หรือวัตถุ ดิบมาใช้ในการ ทำโครงการ													
22. ใช้ประโยชน์ได้ (useful)	ใช้ประโยชน์ ไม่ได้ (useless)													
*23. สามารถทำ- งานได้ (workable)	ไม่สามารถ ทำงานได้ (unworkable)													

ทฤษฎีดีโบน	ทฤษฎีเมลิเวอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์ของ สมาคม	มิติหลักของแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทบ
				<p>24. ทำงานได้ ตามวัตถุประสงค์ ประสงค์ (functional)</p> <p>25. ชิ้นส่วนต่าง ๆ สามารถปฏิบัติ งานได้ไม่ติดขัด</p> <p>26. แข็งแรง ทนทาน</p> <p>*27. ทำงานได้ผล</p> <p>ทำงานไม่ได้ ตามวัตถุประสงค์ ประสงค์ (non- functional)</p> <p>บางชิ้นส่วน ติดขัด ไม่ สามารถ ปฏิบัติงานได้</p> <p>ขอบบางไม่ ทนทาน</p> <p>ทำงานไม่ได้ ผล</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทฤษฎีดีโบบิน	ทฤษฎีเมลิเมอร์และ เทรพินเจอร์	เกณฑ์ของ สมาคม	มิติหลักของแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้าง	ข้อกระทบ	
	3. การต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ 3.1 ความน่าสนใจ 3.2 ความสมบูรณ์ 3.3 ความประณีตสวยงาม 3.4 ความสามารถในการอธิบายและสื่อความหมาย		ความสมบูรณ์ของโครงการงาน และการมีบางส่วนที่จะต้องปรับปรุง ความประณีต ความสวยงาม	28. งานนี้มีความสมบูรณ์แล้ว ไม่ต้องปรับปรุง (perfect) 29. ประณีต 30. สวยงาม 31. มีคำอธิบายชัดเจน (clear) 32. สามารถที่จะเข้าใจได้ (understandable) ----- หมายเหตุ ข้อที่มี * หมายถึงข้อกระทบคล้ายกันเพื่อตรวจสอบความตั้งใจ rate ของ rater 1. ข้อ 6 กับ ข้อ 10 2. ข้อ 16 กับ ข้อ 17 3. ข้อ 23 กับ ข้อ 27	งานนี้ยังไม่สมบูรณ์ ต้องปรับปรุง (imperfect) หยาด น่าเกลียด คำอธิบายไม่ชัดเจน (ambiguous) ไม่สามารถที่จะเข้าใจได้ (mysterious)

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีดีโบโน ประกอบด้วยภาวะสันนิษฐานที่สำคัญ 2 มิติคือ การคิด และการแก้ปัญหาโดยที่มิติการคิดจะพิจารณาจากคุณภาพและความมีสัญลักษณ์เฉพาะตัวของแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา ส่วนในมิติการแก้ปัญหา นั้น พิจารณาจากความสามารถในการแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์และความเหมาะสม ความเพียงพอที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมิติเหล่านี้เป็นมิติที่ร่วมกันกับมิติการวัดความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีของ เบลีเมอร์และ เทรพฟินเจอร์ และร่วมกันกับเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย รวมทั้งได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ร่วมกันตัดสินใจว่า ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์นั้น ควรจะวัดในมิติและ มโนทัศน์ใดบ้าง ซึ่งความเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่สอดคล้องกับมิติและมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ามิติการต่อเติม เสริมแต่ง และการสังเคราะห์ไม่เกี่ยวข้องกับการวัด ความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสังเคราะห์และบูรณาการจาก ข้อความรู้อย่างต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว และในเรื่องการสื่อความหมายที่ผู้อื่นเข้าใจนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกี่ยวข้องกับลักษณะการวัดความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ จึงได้ เสนอให้นำมโนทัศน์มาศึกษาในมิติการแก้ปัญหาด้วย

จากการบูรณาการข้อความรู้อย่างทุกส่วนดังกล่าวมาแล้วข้างต้น แบบวัด พ.ค.ส.1 จึง ประกอบด้วยการวัด 2 มิติดังนี้ คือ

1. มิติด้านการคิด หมายถึง การประเมินความคิดสร้างสรรค์โดยการพิจารณาจาก กระบวนการคิดของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ในด้านการคิด ในการกำหนดปัญหา การคิด ในการกำหนดแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา การคิดในการตัดแปลงความคิดที่มีอยู่แล้วให้มีเอกลักษณ์ เฉพาะตัว เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา รวมทั้งอิทธิพลของแนวคิดนี้ต่อกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะ เดียวกันนี้ในอนาคต มิติด้านการคิดนี้จำแนกเป็น 2 มโนทัศน์ คือ

1.1 นวภาพ (Novelty) หมายถึง ความแปลกใหม่ในการกำหนดปัญหา ความแปลกใหม่ในการกำหนดแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ความแปลกใหม่ที่สมารถตัดแปลงความคิดที่มีอยู่ แล้วให้เป็นความคิดที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพื่อนำไปใช้เป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา

1.2 การเพาะความคิด (Germinal) หมายถึง อิทธิพลของความคิดที่ใช้ในการ ทำโครงการวิทยาศาสตร์นี้ต่อกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะ เดียวกันนี้ในอนาคต

2. มิติการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหของโครงการนี้ สามารถแก้ปัญหา ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพเพียงใด เมื่อพิจารณาในด้านต่อไปนี้ คือ ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความถูกต้องตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

2. ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ (Logical)

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1. ไม่เกี่ยวข้องกับ | <input type="checkbox"/> | เกี่ยวข้องกับระเบียบ |
| กับระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ | <input type="checkbox"/> | วิธีวิทยาศาสตร์ |
| 2. ถูกต้องตาม | <input type="checkbox"/> | ไม่ถูกต้องตาม |
| ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ | <input type="checkbox"/> | ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ |
| 3. ใช้ระเบียบวิธี | <input type="checkbox"/> | ใช้ระเบียบวิธี |
| วิทยาศาสตร์ | <input type="checkbox"/> | วิทยาศาสตร์ |
| อย่างสมเหตุสมผล | <input type="checkbox"/> | ไม่สมเหตุสมผล |

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความครอบคลุมของการวัดความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ และพิจารณาความเหมาะสมของมิติ มโนทัศน์ ข้อกระทงที่สร้างขึ้นว่าเหมาะสมที่จะใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่ ผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดดังนี้

3.1 ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องเนื้อหาวิชาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่บุคคลที่เคยทำวิทยานิพนธ์และทำวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ระดับปริญญาเอก เคยเป็นประธานกรรมการคุมวิทยานิพนธ์ในเรื่องเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในระดับบัณฑิตศึกษา รวมทั้งเคยเป็นผู้สอนวิชาที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในระดับบัณฑิตศึกษา ได้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 2 ท่าน

3.2 ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการทำโครงการวิทยาศาสตร์และการตัดสินโครงการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บุคคลที่เคยเป็นประธานกรรมการหรือกรรมการในการตัดสินโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับประเทศ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมซึ่งมีผลงาน งานวิจัย ตำรา เอกสารเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการตัดสินโครงการวิทยาศาสตร์ ได้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 2 ท่าน

3.3 ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการตัดสินและการคุมทำโครงการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บุคคลที่เคยเป็นอาจารย์ผู้สอน และอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และเป็นกรรมการตัดสินโครงการวิทยาศาสตร์ ได้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 1 ท่าน

4. การปรับปรุงแก้ไขเป็นแบบวัด เมื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตัดสินความครอบคลุมในเนื้อหาขั้นแรกแล้ว ใช้เกณฑ์ความฟุ้งกันร้อยละ 80 คัดเลือก มิติ มโนทัศน์ และสเกลย่อยที่มีผู้เชี่ยวชาญเห็นพ้องกันร้อยละ 80 เป็นข้อคำถาม

5. ส่งข้อความให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาในรายละเอียดด้านคำสั่ง คำอธิบาย ข้อคำถาม เมื่อผู้เชี่ยวชาญทุกคนเห็นว่าใช้เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ได้ก็นำมาใช้เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการประเมินจากผลงาน
6. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

การหาคุณภาพของแบบวัด พ.ค.ส. 1

1. ความตรง (Validity)

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) แบบวัด พ.ค.ส.1 ได้สร้างขึ้นตอนดังต่อไปนี้

1.1.1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารทางวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการตัดสินจากผลงาน โดยเฉพาะทฤษฎีการคิดนอกกรอบ ของดีโบโน ทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยประเมินจากผลงานของ เบลีเมอร์และ เทรพฟินเจอ และเกณฑ์การตัดสินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์ของสมาคม วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

1.1.2 ทำการสังเคราะห์ข้อความรู้ที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด ภาวะสันนิษฐาน นิยามปฏิบัติความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์ว่าควร ประกอบด้วย มิติ มโนทัศน์ ด้านใดบ้าง

1.1.3 นำเอาข้อความรู้จากข้อ 1.1.2 มาสังเคราะห์แล้วเขียนเป็น สเกลย่อยตามแบบมาตรจำแนกความหมายที่มีระยะห่างระหว่างค่าคุณศัพท์ที่ตรงกันข้ามกัน 7 ช่อง ได้แบบวัด พ.ค.ส.1 ฉบับร่างที่แบ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 มิติ 8 มโนทัศน์ 32 สเกลย่อย

1.1.4 นำแบบวัด พ.ค.ส.1 ฉบับร่างที่มีสเกลย่อย 32 ข้อ ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญเรื่องความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหาของแบบวัด พ.ค.ส.1 ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมในประเทศไทย

1.1.5 นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัด พ.ค.ส.1 จนผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เห็นพ้องต้องกันในแต่ละสเกลย่อยไม่น้อยกว่า 4 คน ว่าสเกลย่อยเหล่านี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.1.6 นำสเกลย่อยตามข้อ 1.1.5 มาให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบ ความเหมาะสมในการใช้ภาษา

1.1.7 นำสเกลย่อยในข้อ 1.1.6 มาเขียนเป็นแบบสอบถามพร้อมทั้งเขียนคำอธิบาย วิธีการทำให้เรียบร้อย

ขั้นตอนการสร้างแบบวัด พ.ค.ส.1 ตั้งแต่ข้อ 1.1.1 - 1.1.7 ยืนยันได้ว่าแบบวัดนี้มีความตรงและครอบคลุมตามเนื้อหา

1.2 ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) ผู้วิจัยใช้หลักความสามารถในการจำแนกโครงการงานได้ตรงตามสภาพ (known groups) โดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารและหลักฐานคะแนนการตัดสินโครงการงานวิทยาศาสตร์ระหว่างปี พ.ศ.2527-2533 เพื่อเลือกโครงการงาน 2 ลักษณะ คือ เป็นโครงการงานที่ได้รับรางวัลการประกวด และคณะกรรมการประกวดเห็นว่าโครงการงานนี้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง โครงการงานที่ไม่ได้รับรางวัล และคณะกรรมการประกวดเห็นว่าโครงการงานนี้มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ

นำโครงการงานทั้ง 3 กลุ่มนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญการตัดสินโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3 คน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. เคยเป็นอาจารย์สอนและคุมโครงการงานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
2. เคยเป็นผู้เชี่ยวชาญในการจัดทำเอกสาร การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนโครงการผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (พสวท.)
3. เคยเป็นวิทยากร เรื่องการจัดทำและการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เคยเป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์ระดับ กลุ่มโรงเรียน จังหวัด ภาค มาแล้ว

ใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการงานทั้ง 4 ชิ้น จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของโครงการงานวิทยาศาสตร์กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง มาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ โดยการทดสอบแบบทีฟูล (t-test used pooled variance) พบว่าคะแนนของโครงการงานวิทยาศาสตร์กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง สูงกว่าคะแนนของโครงการงานวิทยาศาสตร์กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าแบบวัด พ.ค.ส.1 มีความตรงตามสภาพเพราะสามารถจำแนกโครงการงานกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์สูง กับโครงการกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำได้ถูกต้อง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การหาความเที่ยงของแบบวัด พ.ค.ส.1

2.1 ความเที่ยงของการตัดสินของผู้ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ 1 คน ซึ่งเรียกว่า สหสัมพันธ์ของความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน 1 คน (Reliability by the Intraclass Correlation) (Guilford 1954: 395)

$$\text{สูตร } r_{11} = \frac{V_p - V_e}{V_p + (k-1)V_e}$$

- r_{11} = ความเที่ยงของการประเมินค่าของผู้ตัดสิน 1 คน
 V_p = ความแปรปรวนของโครงการวิทยาศาสตร์
 V_e = ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
 k = จำนวนผู้ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์เท่ากับ 3 คน

2.2 ค่าเฉลี่ยของความเที่ยงของการประเมินที่เกิดจากผู้ประเมินทั้ง 3 คน (Reliability by the Inter Correlation) (Guilford 1954: 395)

$$\text{สูตร } r_{kk} = \frac{V_p - v_e}{V_p}$$

- r_{kk} = ค่าเฉลี่ยของการประเมินค่าที่เกิดจากผู้ประเมินทั้งหมด
 V_p = ความแปรปรวนของโครงการวิทยาศาสตร์
 V_e = ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
 k = จำนวนผู้ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์เท่ากับ 3 คน

กระบวนการในการพัฒนาค่าความเที่ยงของแบบวัด พ.ค.ส.1

เนื่องจากแบบวัด พ.ค.ส.1 เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินจากโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้ผู้ประเมิน (rater) สามารถใช้แบบวัดนี้ได้ อย่างมีคุณภาพผู้วิจัยดำเนินการดังนี้



1. กำหนดคุณสมบัติของผู้ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ ครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วในข้อ 1.2 ให้ผู้ประเมินชุดเดียวกับการหาความตรงเชิงจำแนกของ เครื่องมือจำนวน 3 คน
 2. ผู้วิจัยทำหน้าที่ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ครงงานวิทยาศาสตร์กับชั้นมัธยมต้นตามวิธีการของแบบวัด พ.ค.ส.1 พร้อมทั้งไปขอความอนุเคราะห์ด้วยตัวเองอีกด้วย ซึ่งผู้ประเมินทั้ง 3 คน ยินดีที่จะเป็นผู้ประเมิน
 3. ผู้วิจัยอธิบาย และอบรมวิธีการใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ให้ผู้ประเมินทั้ง 3 คน พร้อมทั้งให้ผู้ประเมินทดลองใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ ครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้
 - 3.1 การอบรมครั้งที่ 1 ผู้วิจัยไปพบผู้ประเมินทั้ง 3 คน ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้โดยละเอียดจนผู้ประเมินเข้าใจดีแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้อธิบายถึงบทบาทของผู้ประเมินในการวิจัยครั้งนี้ว่าจะต้องทำหน้าที่ดังนี้
 - 3.1.1 ศึกษาเกณฑ์ และวิธีการใช้แบบวัด พ.ค.ส.1
 - 3.1.2 ทดลองใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ประเมิน ครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มของชาวอีสาน 3 เรื่อง เพื่อตรวจสอบว่าผู้ประเมินสามารถเข้าใจเกณฑ์ของแบบวัด พ.ค.ส.1
 - 3.1.3 ประเมิน ครงงานวิทยาศาสตร์ 4 ชิ้น ที่มีลักษณะตามข้อ 1.2 จำนวน 3 ครั้ง เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ ด้านความเที่ยงของผู้ประเมิน 1 คน ความเที่ยงของผู้ประเมิน 3 คน และความตรงตามสภาพ
- เมื่อผู้ประเมินเข้าใจบทบาทของตนตามข้อ 3.1.1 ถึงข้อ 3.1.3 แล้ว ผู้วิจัยให้ผู้ประเมินศึกษาเกณฑ์การประเมินตามแบบวัด พ.ค.ส.1 อภิปรายและซักถามร่วมกับผู้วิจัย และผู้ประเมินคนอื่น จนทุกคนเข้าใจเกณฑ์การประเมิน และวิธีการใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 แล้วผู้วิจัยจึงแจกตัวอย่าง แฟ้มตัวอย่าง ครงงานวิทยาศาสตร์ที่กำหนดหัวข้อเรื่องให้ ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดหัวข้อเรื่อง "การขาดแคลนน้ำดื่มของชาวอีสาน" และตัวอย่าง ครงงานวิทยาศาสตร์ที่ทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องนี้ 3 ชิ้น คือ ครงงาน ก. การใช้ไม้เท้าคนทรงเจ้าชูดบ่อน้ำ ครงงาน ข. การใช้เครื่องวัดความชื้นในชั้นดินอย่างง่ายเพื่อกำหนดบริเวณที่ชูดบ่อน้ำ ครงงาน ค. การใช้เครื่องโซนาร์แบบคลื่นเสียงสะท้อน 3 กลุ่มคลื่นเสียงและระเบิดไมโครนิวตรอนในการชูดบ่อน้ำ ให้ผู้ประเมินทดลองใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของ ครงงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 3

ขึ้น จากนั้นนำคะแนนของผู้ประเมินทั้ง 3 คน มาพิจารณา ผลจากการพิจารณาพบว่า ผู้ประเมินสามารถประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ชิ้น ตรวจสอบสภาพของโครงการกล่าวคือ

โครงการ ก ผู้ประเมินให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ต่ำสุด และ เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละมโนทัศน์ จะมีคะแนนต่ำในทุกมโนทัศน์โดยเฉพาะมโนทัศน์นภาพ การเพาะความคิด ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์

โครงการ ข ผู้ประเมินให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงสุด และ เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละมโนทัศน์จะมีคะแนนค่อนข้างสูงในทุกมโนทัศน์

โครงการ ค ผู้ประเมินให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ระดับกลาง และ เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละมโนทัศน์จะมีคะแนนค่อนข้างสูงในมโนทัศน์นภาพ การเพาะความคิด ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ แต่จะมีคะแนนค่อนข้างต่ำในมโนทัศน์ การایش ประโยชน์ความเพียงพอ การนำไปใช้ การสื่อความหมายที่คนอื่นเข้าใจ

เมื่อผู้วิจัยได้ตรวจการประเมินพบว่าผู้ประเมินสามารถจำแนกโครงการตัวอย่างทั้ง 3 ชิ้น ได้ตรงแล้ว จึงมอบเพิ่มโครงการวิทยาศาสตร์ 4 ชิ้น คือ เรื่อง การสร้างเครื่องกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประสิทธิภาพสูง การสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแรงดันน้ำ โครงการเลี้ยงกระต่าย การทำเยื่อกระดาษจากพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น แล้วให้ผู้ประเมินไปอ่านให้เข้าใจพร้อมทั้งใช้แบบวัด พ.ค.ส.1 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชิ้น

3.2 การอบรมครั้งที่ 2 ผู้วิจัยนำผลการประเมินของผู้ประเมินทั้ง 3 คน มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ได้ค่าความเที่ยงของผู้ประเมิน 1 คน (intra rater reliability) เท่ากับ .65 และค่าความเที่ยงของผู้ประเมิน 3 คน (inter rater reliability) เท่ากับ .56 ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการให้คะแนนของผู้ประเมินทั้ง 3 คนว่ามีความเบี่ยงเบน (deviate) ของการให้คะแนนในมิติ และมโนทัศน์ใด และได้สอบถามผู้ประเมินทั้ง 3 คนว่ายังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการประเมินในมิติและมโนทัศน์ใด จากข้อมูลทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยพบว่า ผู้ประเมินยังมีปัญหาเกี่ยวกับเกณฑ์การตัดสินด้านมโนทัศน์นภาพ มโนทัศน์การเพาะความคิด มโนทัศน์ความเพียงพอ มโนทัศน์ความสมบูรณ์ จึงได้อธิบายและให้ผู้ประเมินแต่ละคนแสดงความคิดเห็น เหตุผลของตนว่าทำไมจึงให้คะแนนในมโนทัศน์เหล่านี้ อย่างไรก็ตาม จากนั้นร่วมกันสรุปจนทุกคนเข้าใจตรงกัน พร้อมทั้งขอให้ผู้ประเมิน ประเมินโครงการซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3.3 การอบรมครั้งที่ 3 ผู้วิจัยนำผลการประเมินของผู้ประเมินทั้ง 3 คน มาหาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินครั้งที่ 1 ได้ค่าความเที่ยงของผู้ประเมิน 1 คน เท่ากับ .82 ค่า

ความเที่ยงของผู้ประเมิน 3 คนเท่ากับ .89 จากนั้นทำกิจกรรมเหมือนกับข้อ 3.2 โดยเฉพาะ
 มโนทัศน์ความสมบูรณ์แล้วให้ผู้ประเมิน ประเมินโครงการชุดเดิมซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3.4 การอบรมครั้งที่ 4 ผู้วิจัยนำผลการประเมินของผู้ประเมินทั้ง 3 คน มาหา
 ค่าความเชื่อมั่นของการประเมินครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยงของผู้ประเมิน 1 คน เท่ากับ .94 ค่า
 ความเที่ยงของผู้ประเมิน 3 คน เท่ากับ .97 ซึ่งถือว่าค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับว่ามีคุณภาพ

แบบตรวจสอบกระบวนการคิดและการทำงาน

แบบรายงานกระบวนการคิด

แบบรายงานกระบวนการคิด เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อต้องการให้นักเรียน
 รายงานข้อมูลให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการทำโครงการอย่างไร
 แบบรายงานความคิดนี้เป็นแบบสอบถามปลายเปิด

1. การสร้างแบบรายงานความคิด

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการ
 ทราบว่านักเรียนได้พัฒนาแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการทำโครงการอย่างไร

1.2 กำหนดเนื้อหาหลักของแบบสอบถาม แบบสอบถามมีเนื้อหาหลักดังนี้

1.2.1 ปัญหาที่นักเรียนต้องการตอบ

1.2.2 แนวคิดที่จะใช้ในการทำโครงการ

1.2.3 กระบวนการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน

1.3 การกำหนดเนื้อหาหลักออกมาเป็นเนื้อหาย่อย จากเนื้อหาหลักในข้อ 1.2
 ผู้วิจัยจำแนกเนื้อหาย่อยได้ดังนี้

1.3.1 ปัญหาที่นักเรียนต้องการตอบ จำแนกได้ดังนี้

1.3.1.1 ปัญหาที่ต้องการตอบ

1.3.1.2 ประเภทโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (โครงการ
 เชิงสำรวจ โครงการเชิงทดสอบ โครงการสิ่งประดิษฐ์ อื่น ๆ)

1.3.4 แนวคิดที่จะใช้ในการทำโครงการ จำแนกแนวคิดต่าง ๆ ที่นักเรียน
 ได้ และการเลือกแนวคิดมาใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.3.4.1 แนวคิดที่ 1 คือ

1.3.4.2 แนวคิดที่ 2 คือ

- 1.3.4.3 แนวคิดที่ 3 คือ
- 1.3.4.4 การเลือกแนวคิดที่.....มาใช้เพราะ
- 1.3.4.5 กระบวนการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน จำแนกดังนี้
1. บอกกระบวนการที่ทำให้เกิดแนวคิด
 2. บอกที่มาของแนวคิด เช่นคิดขึ้นเอง ดัดแปลงมาจากคนอื่น
 3. รายงานรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน

1.4 กำหนดจำนวนข้อคำถามและวิธีการถาม สร้างข้อคำถามเป็นแบบสอบถาม
ปลายเปิดให้ครอบคลุมตามเนื้อหา

1.5 เขียนข้อกระทง คำอธิบาย และวิธีการใช้

2. การหาคุณภาพของแบบรายงานความคิด

2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) แบบรายงานความคิดมี
เนื้อหาเพื่อต้องการทราบกระบวนการพัฒนาแนวคิดที่นักเรียนนำมาใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างตามเนื้อหาดังกล่าว จึงถือได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา และเมื่อสร้าง
เป็นข้อคำถามแล้วได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้ภาษาที่จะใช้ถามนักเรียน
ชั้นมัธยมปีที่ 3 (Face validity) อีกด้วย

2.2 ความเที่ยงของแบบวัด ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามนี้ประกอบกับการสัมภาษณ์
นักเรียนโดยตรง เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่างการตอบจากแบบสอบถามและการตอบ
จากแบบสัมภาษณ์จึงถือได้ว่าแบบรายงานกระบวนการคิดมีความเที่ยงเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการ
เก็บรวบรวมข้อมูลได้

แบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

แบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อต้อง
การให้นักเรียนรายงานข้อมูลให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนได้นำเอาระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์มาใช้ในการ
การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพียงใด แบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบสอบถาม
ปลายเปิด

1. การสร้างแบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์
 - 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม แบบสอบถามนี้วัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้นำเอาระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพียงใด
 - 1.2 กำหนดเนื้อหาหลักของแบบสอบถาม แบบสอบถามมีเนื้อหาหลัก ดังนี้
 - 1.2.1 ปัญหาที่นักเรียนต้องการตอบ
 - 1.2.2 การใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์
 - 1.2.3 การสรุปและรายงานผลที่ได้
 - 1.3 กำหนดเนื้อหาหลักออกเป็นเนื้อหาย่อย จากเนื้อหาหลักในข้อ 1.2 ผู้วิจัยจำแนกเนื้อหาย่อยได้ดังนี้
 - 1.3.1 ปัญหาที่นักเรียนต้องการตอบ จำแนกได้ดังนี้
 - 1.3.1.1 ปัญหาที่นักเรียนสนใจ
 - 1.3.1.2 โครงงานที่นักเรียนคิดจะทำเป็นโครงงานแบบใด
 - 1.3.2 การใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ จำแนกได้ดังนี้
 - 1.3.2.1 การรวบรวมข้อมูล
 - 1.3.2.2 การกำหนดสมมติฐาน
 - 1.3.2.3 การกำหนดนิยามปฏิบัติการ
 - 1.3.2.4 การออกแบบการทดลองหรือการออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล
 - 1.3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 1.3.2.6 การสรุปผล
 - 1.4 การสรุปผลและรายงานผลที่ได้ จำแนกได้ดังนี้
 - 1.4.1 การสรุปผลที่ได้จากข้อ 1.3.2.6
 - 1.4.2 การรายงานผลที่ได้ ปัญหา และข้อเสนอแนะ
 - 1.5 การกำหนดจำนวนข้อคำถาม และวิธีการถาม การสร้างข้อคำถามเป็นแบบสอบถามปลายเปิดให้ครอบคลุมตามเนื้อหา
 - 1.6 เขียนข้อกระทง คำอธิบาย และวิธีการใช้

2. การหาคุณภาพของแบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) แบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้รายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้วิจัยได้สร้างตามเนื้อหาดังกล่าวจึงถือได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา และเมื่อสร้างเป็นข้อคำถามแล้วได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้ภาษาที่จะใช้ถามนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3 (face validity) อีกด้วย

2.2 ความเที่ยง ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามนี้ประกอบกับการสัมภาษณ์นักเรียนโดยตรง เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่างการตอบจากแบบสอบถามและการตอบจากแบบสัมภาษณ์ จึงถือได้ว่าแบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์มีความเที่ยงเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

แบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ต้องการให้นักเรียนรายงานว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร แบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด

1. ขั้นตอนในการสร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ เนื่องจากแบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อจะทราบกระบวนการทำงาน และตรวจสอบว่านักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านั้นจริงหรือไม่ โดยใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกัน (consistency) ระหว่างแบบสัมภาษณ์ กับ แบบสอบถาม อีก 2 ชนิด คือ แบบรายงานความคิด และแบบรายงานระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์จึงสร้างให้มีความตรงกับแบบสอบถาม

1.2 กำหนดจำนวนข้อคำถาม และวิธีการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยกำหนดข้อคำถาม 9 ข้อ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดที่ให้ผู้ตอบ ตอบตามความเป็นจริง

1.3 เขียนข้อกระทง คำอธิบาย และวิธีการใช้

แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสมุดบันทึกความจำในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้าน การค้นคว้า การเกิดแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร การใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ในการทดสอบแนวคิด ตลอดจนสิ่งที่น่าสนใจอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลตรวจสอบกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนร่วมกับแบบรายงานความคิดแบบรายงานระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นสมุดบันทึกที่ผู้วิจัยแจกให้นักเรียนบันทึกในเรื่องต่อไปนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจจะแก้
2. แนวคิดที่นักเรียนคิดว่าจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นข้อ 1
3. การเกิดแนวคิด นักเรียนได้แนวคิดมาอย่างไร
4. การพัฒนาแนวคิด
5. การออกแบบการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
6. การใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ในการทำ
7. การค้นคว้า การปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา
8. ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ
9. ข้อเสนอแนะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 8 สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะที่จะวัด	ทฤษฎีหลักในการสร้าง เครื่องมือ	ลักษณะของแบบวัด	คุณภาพของ เครื่องมือ
<p>1. แบบวัดก่อนและหลัง การทดลอง</p> <p>1.1 แบบวัดการคิดนอกรอบ</p>	<p>ความสามารถในการคิดนอกรอบ ตามทฤษฎีของดีโบริน</p>	<p>สร้างจากแบบวัดการคิดนอกรอบ ตามทฤษฎีของดีโบริน</p>	<p>ประกอบด้วยแบบวัด 2 ลักษณะ คือ</p> <p>1. แบบวัดด้วยการถามตอบในกระดาษคำตอบ (Paper and pencil test)</p> <p>2. แบบวัดด้วยการปฏิบัติการ (Performance test)</p>	<p>หาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยการสังเคราะห์จากทฤษฎี และการหาความตรงตามเนื้อหา โดยการยอมรับของผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดนอกรอบ การหาความเที่ยงด้วยการทดสอบซ้ำได้ค่าความเที่ยง .763</p>
<p>1.1 แบบวัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์</p>	<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกได้เป็นทักษะย่อย 13 ทักษะ</p>	<p>ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งสร้าง โดย กิ่งฟ้า สินธวงษ์ และคณะ</p>	<p>เป็นแบบวัดแบบปรนัย มีตัวเลือก 5 ตัวเลือก</p>	<p>หาความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตรมัธยม กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความครอบคลุม เนื้อหา</p> <p>หาความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเที่ยง .73 (กิ่งฟ้า สินธวงษ์ และคณะ 2525: 1-169)</p>

ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะที่จะวัด	ทฤษฎีหลักในการสร้าง เครื่องมือ	ลักษณะ ของแบบวัด	คุณภาพของ เครื่องมือ
1.3 แบบวัดทักษะการใช้ข้อบ่งชี้ทางวิทยาศาสตร์	ทักษะการใช้ข้อบ่งชี้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกย่อยเป็นทักษะการใช้ข้อบ่งชี้ 4 ทักษะ	ดัดแปลงจากแบบวัดทักษะอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของ สสวท. โดยพิจารณาให้ตรงกับความรู้ของนักเรียนที่ต้องการจะวัด	แบบสังเกตพฤติกรรม	หาความตรงตามเนื้อหา โดยการพิจารณาจากครูผู้สอนการใช้ข้อบ่งชี้ทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม จำนวน 5 คน หาความเที่ยงด้วยวิธีการวัดซ้ำได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .78
2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีประเมินจากผลงาน (แบบวัด พ.ค.ส.1)	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	<p>บูรณาการมาจาก</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของ ดีโบบิน 2. ทฤษฎีการประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงานของ เบลีเมอร์ และ เทรพินเจอร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์จากผลงานของ เบลีเมอร์ และควิน (CPAM and CPSS) 3. เกณฑ์ในการตัดสินความคิดสร้างสรรค์ของโครงการวิทยาศาสตร์ ของ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 	มาตรวัดแบบมาตรจำแนกความหมายของออสกูด ซึ่งประกอบด้วย คำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้าม และมีระยะห่างระหว่างคำคุณศัพท์ 7 ช่อง	หาความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยการสังเคราะห์จากทฤษฎีและการหาความตรงตามเนื้อหา โดยการยอมรับของผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 คน หาความเที่ยง ความสอดคล้องของผู้ประเมิน โดยมีค่าความสอดคล้องกันภายในของผู้ประเมินแต่ละคนเท่ากับ .94 ค่าความสอดคล้องกันระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ .97

ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะที่จะวัด	ทฤษฎีหลักในการสร้าง เครื่องมือ ;	ลักษณะของแบบวัด	คุณภาพของ เครื่องมือ
<p>3. แบบตรวจสอบกระบวนการคิดและการทำงาน</p> <p>3.1 แบบรายงานกระบวนการคิด</p> <p>3.2 แบบรายงานกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์</p>	<p>ความสามารถในการคิด</p> <p>ความสามารถในการคิด โดยใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความคิด และรายงานกระบวนการ ทำให้คนอื่นทราบได้</p>	<p>การสร้างแบบสอบถามปลายเปิด</p> <p>การสร้างแบบสอบถามปลายเปิด</p>	<p>แบบสอบถามปลายเปิด</p> <p>แบบสอบถามปลายเปิด</p>	<p>หาความตรงตามเนื้อหา และความสอดคล้องกันของคำตอบที่ได้จากแบบรายงานกระบวนการคิดกับแบบสัมภาษณ์ การรายงานกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน</p> <p>หาความตรงตามเนื้อหา และความสอดคล้องกันของคำตอบที่ได้จากกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์กับแบบสัมภาษณ์ การรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึก กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะที่จะวัด	ทฤษฎีหลักในการสร้าง เครื่องมือ	ลักษณะ ของแบบวัด	คุณภาพของ เครื่องมือ
3. แบบสัมภาษณ์การ รายงานกระบวนการ- การทำโครงการ วิทยาศาสตร์	กระบวนการในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์	การสร้างแบบสัมภาษณ์	แบบสัมภาษณ์	หาความตรงตามเนื้อหา และ ความสอดคล้องกันของคำตอบที่ได้จากแบบสัมภาษณ์นี้กับแบบรายงานกระบวนการคิดแบบรายงานกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3.4 แบบบันทึกกระบวนการ การทำโครงการ วิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	กระบวนการคิดและกระบวนการ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	การเขียนบันทึก เพื่อรายงานการ ปฏิบัติงาน	แบบบันทึก	การหาความสอดคล้องกันของคำตอบที่ได้จากแบบบันทึกนี้กับแบบรายงานกระบวนการคิด แบบรายงานกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์การรายงานกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 แบบแผนการทดลอง

แบบวิจัย (Research design) ของการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบมีกลุ่มควบคุม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (pre test post test control group design) โดยมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลือกมาด้วยการสุ่ม ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 9 แบบแผนการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

R	$\begin{bmatrix} O_{11} \\ O_{12} \\ O_{13} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} O_{21} \\ O_{22} \\ O_{23} \end{bmatrix}$	O _T
R	$\begin{bmatrix} O_{11} \\ O_{12} \\ O_{13} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} X_1 \\ - \\ - \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} O_{21} \\ O_{22} \\ O_{23} \end{bmatrix}$	O _T

- R หมายถึง การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม
- O₁₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบที่ 1 แบบวัดการคิดนอกกรอบ
- O₁₂ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- O₁₃ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบที่ 3 แบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
- O₂₁ หมายถึง การทดสอบหลังการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ 1 แบบวัดการคิดนอกกรอบ
- O₂₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- O₂₃ หมายถึง การทดสอบหลังการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ 3 แบบวัดทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์



- O_T หมายถึง การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์
โดยใช้ผู้ประเมิน ประเมินตามแบบวัด พ.ค.ส.1
- X₁ หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 305
- X₂ หมายถึง การสอนกระบวนการคิดนอกกรอบ
- X₃ หมายถึง การสอนระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ทำการทดสอบก่อนการทดลองนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การทดสอบกระบวนการคิดนอกกรอบก่อนการทดลอง
ใช้แบบวัดกระบวนการคิดนอกกรอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบการคิดนอกกรอบโดยวิธีการสอบ
ข้อเขียน (paper and pencil test)
2. การทดสอบการคิดนอกกรอบโดยวิธีปฏิบัติการ
(performance test)

3.2.1.2 การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่ง
สร้างโดยกิ่งฟ้า สินธวงศ์ และคณะ

3.2.1.3 การทดสอบทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้
แบบทดสอบทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดัดแปลงและพัฒนามาจากแบบ
ทดสอบทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.)

4. การสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ทำการสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ดังนี้

4.1 นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 305 จำนวน 4
คาบ/สัปดาห์ และได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 ซึ่งประกอบด้วยการสอน 2
ส่วนคือ การสอนการคิดนอกกรอบ และการสอนระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์
รวมเวลาที่นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนทั้งหมด 8 คาบ/สัปดาห์ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 305 4 คาบ/สัปดาห์

4.1.2 กระบวนการคิดนอกกรอบ 3 คาบ/สัปดาห์

4.1.3 ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ 1 คาบ/สัปดาห์

4.2 นักเรียนกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 305 จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์

5. ทำการทดสอบหลังการทดลอง (post test) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับการทดสอบก่อนการทดลอง ดังมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การทดสอบกระบวนการคิดนอกกรอบหลังการทดลองใช้แบบวัดกระบวนการคิดนอกกรอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ลักษณะคือ

5.1.1 การวัดการคิดนอกกรอบโดยวิธีการสอบข้อเขียน

5.1.2 การวัดการคิดนอกกรอบโดยวิธีปฏิบัติการ

5.2 การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งสร้างโดย กิ่งฟ้า สีนธวงค์ และคณะ

5.3 การทดสอบทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองตามรูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 ตามข้อ 4 จบแล้ว และได้ทำการทดสอบหลังการทดลองตามข้อ 5 แล้ว ผู้วิจัยได้จัดกระบวนการอบรมเพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ดังนี้

6.1 การกระตุ้นโดยการสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหาในเวลาที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 305 ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6.2 การอบรมนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการอบรมนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและทดลองจำนวน 34 คน เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

6.2.1 การให้อาจารย์ใหญ่ และอาจารย์วิทยาศาสตร์กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยถือเป็นการแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนแต่ละคน นักเรียนที่ส่งโครงการงานวิทยาศาสตร์จะได้คะแนนจุดประสงค์ซึ่งถือเป็นคะแนนเก็บระหว่างภาค 20 คะแนน ได้รับเงินค่าวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการงานคนละ 100 บาท และถ้าโครงการงานของใครดีมีคุณภาพทางโรงเรียนจะส่งเข้าประกวดในระดับภาคและระดับชาติต่อไป

6.2.2 ผู้วิจัยเชิญอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนเลยพิทยาคมที่สนใจจะทำโครงการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมปลาย เข้าประกวดในระดับภาคมาแล้วขอคิด ประสพการณ์ และผลที่ได้จากทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.3 ผู้วิจัยฉายวีดีโอเทปกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้นักเรียนดู

6.2.4 ผู้วิจัย อาจารย์วิทยาศาสตร์ อาจารย์ใหญ่ทำการตกลงร่วมกับนักเรียนว่าให้นักเรียนทุกคนทำโครงการวิทยาศาสตร์มาส่ง และกำหนดให้ผู้วิจัยและอาจารย์วิทยาศาสตร์ชั้น ม.3 เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.5 ผู้วิจัยทำการสอนและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ชักถาม ทดสอบจนนักเรียนเข้าใจโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.6 ผู้วิจัยสรุปบทวนกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อย้ำให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้ง จากนั้นได้อธิบายการเขียนโครงการวิทยาศาสตร์ตลอดจนกระบวนการรายงานกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนนักเรียนเข้าใจ ผู้วิจัยแจกเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นคู่มือในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้

6.2.6.1 เอกสารสรุปย่อกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.6.2 เอกสารแบบฟอร์มการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.6.3 ตัวอย่าง โครงการวิทยาศาสตร์

6.2.6.4 แบบรายงานกระบวนการคิด

6.2.6.5 แบบรายงานกระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

6.2.6.6 สมุดบันทึกความคิดและวิธีการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.7 ผู้วิจัยได้กำหนดบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

6.2.7.1 ขั้นอธิบายและชี้ให้เห็นความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.2.7.2 ขั้นการคิดและกำหนดปัญหา

6.2.7.3 ขั้นการวางแผนในการทำโครงการ

6.2.7.4 ขั้นการลงมือทำโครงการ

6.2.7.5 ขั้นการเขียนรายงานและส่งโครงการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้อบรมชี้แจงให้อาจารย์วิทยาศาสตร์ ชั้น ม.3 ที่จะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษา
การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับผู้วิจัยให้เข้าจับบทบาทหน้าที่ที่จะต้องปฏิบัติต่อ
นักเรียนในแต่ละขั้นตอนดังตารางข้างล่างนี้

ตาราง 10 แสดงบทบาทของนักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษานในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งในกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

กิจกรรม	นักเรียน	อาจารย์ที่ปรึกษา
1. อธิบายความสำคัญ ของการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ และ กระบวนการในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์	รับความรู้ และศึกษากระบวนการ การทำโครงการวิทยาศาสตร์	- สอน อธิบาย อภิปราย เพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความ สำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ และมีความต้องการที่จะทำโครง งานวิทยาศาสตร์ - จัดการอบรมกระบวนการทำ โครงการวิทยาศาสตร์
2. การคิดและกำหนด ปัญหา	- สำรวจปัญหาที่นักเรียนสนใจ - กำหนดปัญหาที่จะทำ - แสวงหาแนวคิดที่จะใช้ แก้ปัญหา - ได้แนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา	- สนทนา ตอบปัญหานักเรียน - ร่วมอภิปรายกับนักเรียน จัดทำเอกสารและแหล่งค้น คว้าข้อมูลให้นักเรียน - ให้นักเรียนไปศึกษานอก สถานที่ที่วิทยาลัยครูเลยเพื่อ จะได้ความรู้เพิ่มเติม
3. การวางแผนใน การทำโครงการ	- กำหนดปัญหาขอบเขตของ ปัญหา และกำหนดวัตถุประสงค์ ที่จะแก้ปัญหา วัตถุประสงค์ของ การศึกษา	- แสดงความคิดเห็นตามที่ นักเรียนถาม - ช่วยหาข้อมูลเกี่ยวกับความ เป็นไปได้ของโครงการ - ช่วยตอบคำถามนักเรียนเรื่อง การกำหนดวัตถุประสงค์

กิจกรรม	นักเรียน	อาจารย์ที่ปรึกษา
4. การลงมือทำโครงการ	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา ตลอดจนข้อความรู้ที่เกี่ยวข้อง - ตั้งนิยามปฏิบัติการ - การออกแบบการทดลอง - การเก็บข้อมูล - วางแผนการทำโครงงานล่วงหน้า 	<ul style="list-style-type: none"> - บอกแหล่งข้อมูล เอกสารผู้เชี่ยวชาญ - ให้ข้อคิดเห็น ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน ตอบคำถามของนักเรียน - สอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคลว่าได้แนวคิดอะไรบ้าง จะวางแผนการทำอย่างไร สงสัยเรื่องอะไร จะให้ครูช่วยอะไร - ออกไปเยี่ยมตามบ้านเพื่อให้กำลังใจ ถามว่าต้องการอะไรเพิ่มเติมจะให้ช่วยอะไรบ้าง
5. การเขียนรายงานและส่งโครงงานวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์ข้อมูล - สรุปผล - สรุปผล - เขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ - เขียนข้อค้นพบ ปัญหาข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หรืออุปสรรคที่ทำให้ไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามนักเรียน - ตอบคำถามนักเรียน - ตอบคำถามนักเรียน - กำหนดแบบฟอร์มการเขียน อัดสำเนาแจกนักเรียน อธิบายให้นักเรียนเข้าใจ - ตอบคำถามนักเรียน แนะนำงานการใช้ภาษาใช้คำต่าง ๆ ตามที่นักเรียนถาม - เก็บรวบรวมข้อมูลทุกอย่าง

กิจกรรม	นักเรียน	อาจารย์ที่ปรึกษา
		- ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ กระบวนการคิดกระบวนการ ทำ เพื่อประกอบเป็นข้อมูล ในการวิจัย

6.2.8 อาจารย์ที่ปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทำ
 หน้าที่ดังนี้

6.2.8.1 อธิบาย และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงความหมาย
 และการทำโครงการวิทยาศาสตร์โดยการประชุมนักเรียน การอธิบาย ฉายวีดิโอเทป

6.2.8.2 มอบหมายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคนทำโครงการ
 วิทยาศาสตร์มาส่งคนละ 1 โครงการ โดยถือว่าโครงการนี้เป็นคะแนนจุดประสงค์ที่ถือเป็นคะแนน
 เกณฑ์ระหว่างภาคเรียน 20 คะแนน

6.2.8.3 จ่ายเงินค่าวัสดุ อุปกรณ์ ในการทำโครงการวิทยา
 ศาสตร์ คนละ 100 บาท

6.2.8.4 กำหนดตาราง เวลาที่จะให้นักศึกษาพบเพื่อปรึกษา
 ขอคำแนะนำในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.3
 จะนั่งอยู่ที่ห้องวิทยาศาสตร์พร้อมกันสัปดาห์ละ 2 วัน เพื่อให้คำปรึกษาในเรื่องการทำโครงการ
 วิทยาศาสตร์

แต่ถ้านักเรียนได้ถามในเวลาอื่นขณะที่อาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 คน ไม่ได้
 อยู่ด้วยกัน อาจารย์ที่ปรึกษาแต่ละคนจะมีสมุดบันทึกคำถามของนักเรียนไว้แล้วนำมาปรึกษากันใน
 ช่วง เวลาที่นั่งรอให้คำปรึกษา

6.3 การติดตามผลกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผู้วิจัยและ
 อาจารย์วิทยาศาสตร์ชั้น ม.3 ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาได้ร่วมกันจัดทำตารางติดตามกระบวนการ
 ทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 5 ระยะดังนี้

6.3.1 ระยะเวลาที่ 1 การติดตามผลเรื่องความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.3.2 ระยะเวลาที่ 2 การติดตามผลเรื่องการกำหนดปัญหาและการสร้าง แนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

6.3.3 ระยะเวลาที่ 3 การติดตามเรื่องการวางแผนในการทำโครงการ กระบวนการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ทดสอบแนวคิด อาทิ การกำหนดแบบการทดลอง การควบคุม ตัวแปร การวัดและเก็บข้อมูล

6.3.4 ระยะเวลาที่ 4 การติดตามผลเรื่องการลงมือทำโครงการ ผลที่ได้ การสรุป และข้อเสนอแนะต่าง ๆ

6.3.5 ระยะเวลาที่ 5 การติดตามผลเรื่องการเขียนรายงานและการส่ง โครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อเก็บข้อมูลประกอบการวิจัยเพิ่มเติมแล้ว เพื่อตรวจสอบกระบวนการในการทำโครงการทั้งหมดโดยเฉพาะในเรื่อง การได้แนวคิดการทดสอบแนวคิด รวมทั้งการรายงานกระบวนการทำโครงการทั้งหมด

6.4 การเก็บรวบรวมและจัดระบบโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อ นักเรียนส่งโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยรวบรวมและจัดระบบโครงการวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนแต่ละคนดังนี้

6.4.1 การเก็บรวบรวมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โครงการงาน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนที่ส่งจะประกอบด้วยสิ่งเหล่านี้

6.4.1.1 รายงานกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.4.1.2 สิ่งประดิษฐ์ หรือตัวสิ่งของที่สร้างขึ้น (ถ้ามี)

6.4.1.3 แบบรายงานความคิด

6.4.1.4 แบบรายงานการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

6.4.1.5 สมุดบันทึกความคิดและวิธีการในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์

6.4.1.6 แบบสัมภาษณ์กระบวนการคิด และกระบวนการใช้ ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6.4.1.7 ภาพถ่ายกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และ สิ่งประดิษฐ์ (ถ้ามี)

6.4.2 การรวบรวมข้อมูลที่จะนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญการตัดสินใจโครงการวิทยาศาสตร์ ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยคัดเลือกเอกสารและสิ่งของตามข้อ 6.4.1.1, 6.4.1.2 และข้อ 6.4.1.7 มารวมเป็นชุดเดียวกันแล้วใส่หีบ

6.4.3 การส่งโครงการวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญการตัดสินใจโครงการวิทยาศาสตร์ ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจัดรวบรวมโครงการดังต่อไปนี้

6.4.3.1 นำโครงการวิทยาศาสตร์ทุกชิ้นที่ใส่หีบแล้วไปถ่ายเอกสาร จำนวน 3 ชุด

6.4.3.2 จัดลำดับในการเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญการตัดสินใจโครงการวิทยาศาสตร์ ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจับสลากสุ่มลำดับในการถูกประเมิน เพื่อป้องกันการลำเอียง เนื่องจากลำดับในการถูกประเมินทั้ง 3 ชุด

6.4.3.3 รวบรวมโครงการตามลำดับที่สุ่มได้ตามข้อ 6.4.3.2 ใส่หีบส่งให้ผู้เชี่ยวชาญการตัดสินใจโครงการวิทยาศาสตร์ตามข้อ 1.2 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะได้ตรวจประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ 34 ชิ้น โดยมีลำดับการตรวจโครงการแตกต่างกันทั้ง 3 ชุด

6.4.4 นำข้อมูลจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนน และหาค่าสถิติพื้นฐาน ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปดังนี้

6.4.4.1 การกำหนดน้ำหนักและให้คะแนนสเกลย่อย

นำแบบวัด พ.ค.ส.1 ของผู้ประเมินมาตรวจให้คะแนนตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ คือ ถ้าสเกลย่อยมีค่าแสดงลักษณะทางบวกอยู่ทางด้านซ้ายมีน้ำหนักช่วงด้านซ้ายสุดเป็น 7 แล้วลดลงตามลำดับ ช่วงขวาสุดจะมีน้ำหนักเป็น 1 ทำนองตรงกับข้ามสเกลย่อยที่มีค่าแสดงลักษณะทางบวกอยู่ทางขวามีน้ำหนักช่วงด้านขวาสุดเป็น 7 แล้วลดลงตามลำดับ ช่วงซ้ายสุดจะมีน้ำหนักเป็น 1 ดังตัวอย่าง

3. มโนทัศน์ ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์

21. ไม่เกี่ยวข้องกับระเบียบ [1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7] เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธี
วิธีวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์
22. ถูกต้องตามระเบียบวิธี [7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1] ไม่ถูกต้องตามระเบียบวิธี
วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์

6.4.4.2 การหาค่าคะแนนของโครงการงานวิทยาศาสตร์ 1 ชิ้น

ผู้ประเมิน 1 คน

1. ค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ หาได้จากการนำเอาคะแนนในแต่ละสเกลย่อยตามข้อ 6.4.4.1 มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสเกลย่อย
2. ค่าเฉลี่ยมิติ หาได้จากการนำเอาคะแนนในแต่ละมโนทัศน์ตามข้อ 6.4.4.2 ในแต่ละมิติ มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนมโนทัศน์
3. ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เอาคะแนนรายมโนทัศน์ตามข้อ 1 มารวมกันทั้งหมด

6.4.4.3 การหาค่าคะแนนของโครงการงานวิทยาศาสตร์ 1 ชิ้น

ผู้ประเมิน 3 คน

1. ค่าเฉลี่ยของโครงการงานในแต่ละมโนทัศน์ หาได้จากการเอาคะแนนในแต่ละมโนทัศน์ตามข้อของผู้ประเมินแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนผู้ประเมิน 3
2. ค่าเฉลี่ยของโครงการงานในแต่ละมิติ หาได้จากการเอาคะแนนมโนทัศน์ในแต่ละมิติตามข้อของผู้ประเมินแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนผู้ประเมิน 3

3. ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
เอาคะแนนทุกมโนทัศน์ตามข้อ 1 ของ
ผู้ประเมินแต่ละคนมารวมกัน แล้วหารด้วย
จำนวนผู้ประเมิน คือ หารด้วย 3

6.4.4.4 การหาค่าคะแนนของโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่ม

ทดลอง และควบคุม

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนโครงการวิทยาศาสตร์เป็น
กลุ่มในแต่ละมโนทัศน์มาจากการเอาคะแนน
ของโครงการแต่ละชิ้นในแต่ละมโนทัศน์ตามข้อ
(1) ของโครงการทุกชิ้นในกลุ่มเดียวกันมา
รวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างใน
แต่ละกลุ่ม (17)
2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนโครงการวิทยาศาสตร์เป็น
กลุ่มในแต่ละมิติ มาจากการเอาค่าคะแนน
ของโครงการแต่ละชิ้นในแต่ละมิติตามข้อ
(2) ของโครงการทุกชิ้นในกลุ่มเดียวกัน
มารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างใน
แต่ละกลุ่ม (17)
3. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์มาจากการเอาคะแนนความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
ตามข้อ (3) มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวน
กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (17)

เมื่อนำคะแนนจากแบบวัด พ.ค.ส.1 ของผู้ประเมินทั้ง 3 คนมาตรวจให้คะแนนตามวิธี
การข้อ 6.4.4 แล้ว จึงนำคะแนนเหล่านี้ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ตาราง II กิจกรรมของนักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลอง

กิจกรรม กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อน การทดลอง (Pre-test)	การสอน			การทดสอบหลัง การทดลอง (Post-test)	การอบรมวิธีการทำ โครงงาน วิทยาศาสตร์	กระบวนการทำโครงงาน			การเก็บข้อมูล การทำโครงงาน ของนักเรียน
		เนื้อหา	การคิด	ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์			การคิด	การคิดนอก กรอบ	การส่ง โครงงาน	
กลุ่มทดลอง	ทำการทดสอบก่อน การทดลอง นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้ 1. วัดการคิด นอกกรอบ - วัดด้วยการ ตอบในกระดาษ คำตอบ - วัดด้วยการ กระทำ 2. วัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 3. วัดทักษะการ ใช้อุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์	วิชา วิทยาศาสตร์ 305	สอนเทคนิค การคิดนอก กรอบ	สอนระเบียบ วิธีวิทยา- ศาสตร์	ทำการทดสอบหลัง การทดลอง นักเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้ 1. วัดการคิดนอก กรอบ - วัดด้วยการตอบ ในกระดาษคำตอบ - วัดด้วยการ กระทำ 2. วัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ 3. วัดทักษะการใช้ อุปกรณ์ทางวิทยา- ศาสตร์	อบรมการทำโครง งานวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม	คิดและวาง แผนการทำ โครงงาน วิทยาศาสตร์ โดยอิสระ	อาจารย์ที่- ปรึกษา ติดตามผล การทำงาน 5 ครั้งตาม บทบาทและ ขั้นตอนที่ กำหนด	ส่งตาม กำหนด	ส่งแบบสอบถาม สมุดบันทึก และ ตอบแบบสัมภาษณ์

กิจกรรม กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อน การทดลอง (Pre-test)	การสอน			การทดสอบหลัง การทดลอง (Post-test)	การอบรมวิธีการทำ โครงงาน วิทยาศาสตร์	กระบวนการทำโครงงาน			การเก็บข้อมูล การทำโครงงาน ของนักเรียน
		เนื้อหา	การคิด	ระเบียบวิธี วิทยาศาสตร์			การคิด	การคิดนอก กรอบ	การส่ง โครงงาน	
กลุ่มควบคุม	ทำการทดสอบก่อน การทดลอง เหมือน กลุ่มทดลอง	วิชา วิทยาศาสตร์ 305 เหมือนกลุ่ม ทดลอง	ทำกิจกรรมตามปกติ	ทำการทดสอบหลัง การทดลอง เหมือน กลุ่มทดลอง	ทำการอบรมการทำ โครงงานวิทยา- ศาสตร์ เหมือน นักเรียนกลุ่ม ทดลอง	คิดแล้ววาง- แผนการทำ โครงงาน วิทยาศาสตร์ โดยอิสระ	อาจารย์ที่ ปรึกษา ติดตามผล การทำงาน 5 ครั้ง ตามบทบาท และขั้นตอน ที่กำหนด เหมือนกลุ่ม ทดลอง	ส่งงานตาม กำหนด เวลา เหมือนกลุ่ม ทดลอง	ส่งแบบสอบถาม และตอบแบบ สัมภาษณ์ เหมือนกลุ่ม ทดลอง	



การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแยกวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ผลของการสอนต่อการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ด้านที่สอบ และผลของการสอนต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่ง เป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการทดสอบก่อนการทดลอง เพื่อแสดงถึงลักษณะของกลุ่มตัวอย่างว่ามีความสามารถด้านการคิดนอกกรอบ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เหมือนกันหรือแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการทดสอบก่อนการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีลักษณะในด้านความคิดนอกกรอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ในการทดสอบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะใช้การทดสอบด้วยค่าที่โดยใช้พูลเวเรียน (t-test used pooled variance)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนการทดสอบหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างว่ามีพัฒนาการทางด้านการคิดนอกกรอบ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการสอบหลังการทดลองมีดังนี้

1. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนการคิดนอกกรอบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่ม
3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบความแตกต่างในข้อ 1. 2. และ 3. จะใช้การทดสอบค่าสถิติแบบที่ โดยใช้พูลเวเรียน โดยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ .05

ถ้าคะแนนการทดสอบทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่ารูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 สามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์ของความสามารถด้านนั้นได้ เป็นการยืนยันว่ารูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

ในระดับผลสัมฤทธิ์ ส่วนการยืนยันว่ารูปแบบการสอนแบบ พ.ค.ส.1 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ในระดับผลผลิตต้องตัดสินจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตอนที่ 3

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นรายมนทัศน์
2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นรายมิติ
3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการวิทยาศาสตร์รวม

$$\text{สูตร } t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$\text{เมื่อ } S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{Fuguson 1985: 178})$$

ความหมายสัญลักษณ์

X_1	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง
X_2	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม
n_1	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
S_p^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนร่วมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
S_1^2	หมายถึง	ความแปรปรวนในกลุ่มทดลอง
S_2^2	หมายถึง	ความแปรปรวนในกลุ่มควบคุม