การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL LEARNING PACKAGE BY 4C/ID MODEL TO ENHANCE SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING SKILL FOR GRADE 8 STUDENTS: AN APPLICATION MULTIPLE GROUP GROWTH MODELING

วันชัย มาชูตระกูล
WANCHAI MACHUTRAKULL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-ED-D-228-066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL LEARNING PACKAGE BY 4C/ID MODEL TO ENHANCE SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING SKILL FOR GRADE 8 STUDENTS: AN APPLICATION MULTIPLE GROUP GROWTH MODELING

WANCHAI MACHUTRAKULL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE
DEGREE OF DOCTOR INDUSTRIAL EDUCATION
IN INDUSTRIAL EDUCATION (RESEARCH AND DEVELOPMENT CURRICULUM)
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-ED-M-228-066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ
นักศึกษา	นายวันชัย มาชูตระกูล
รหัสนักศึกษา	57603016
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนินทร์ รัตนโอฬาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา คิดดี

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันทักษะการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่เยาวชนจำเป็นต้องมีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สังคมก็จะเกิดความสงบสุข ลดข้อขัดแย้งต่างๆได้อย่างสันติวิธี งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างวิจัยได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้ตัวอย่างในกลุ่มทดลอง 122 คน กลุ่มควบคุม 114 คน เครื่องมือวิจัยแบ่งเป็นเครื่องมือจัดกระทำได้แก่ชุดกิจกรรมการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพ โดยอาศัยความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านความความเหมาะสม พบว่าอยู่ในระดับมาก และเครื่องมือวิจัยที่ใช้รวบรวมข้อมูลคือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบความเรียง เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพจนสามารถนำไปใช้รวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างได้ และใช้เวลาในการวิจัย 6 สัปดาห์ ผลจากสถิติวิเคราะห์ t-test แบบ 2 กลุ่มอิสระพบว่า การสุ่มตัวอย่างมีความน่าเชื่อถือ โดยทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของควบคุมและกลุ่มทดลองไม่ต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 สำหรับผลสถิติวิเคราะห์ Cohen’s D ชุดกิจกรรมการเรียนมีขนาดอิทธิพล .98 ส่วนผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุพบว่า อัตราพัฒาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีรูปแบบเป็นเส้นตรง โดยกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีอัตราพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น .77 และ 1.40 ตามลำดับนักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแต่ละคนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น และอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน สำหรับกลุ่มควบคุมนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นสูงจะมีอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในกลุ่มทดลองทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยในกลุ่มทดลองสูงมีแนวโน้มกว่ากลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Development of Instructional Learning Package by 4C-ID to Enhance Scientific Problem Solving Skill for Grade 8 Students: an Application Multiple Group Growth Modeling
Student	Wanchai Machutrakull
Student ID	57603016
Degree	Doctor Industrial Education
Program	Industrial Education (Research and Development Curriculum)
Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Thanin Ratana O-larn
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Krissana Kiddee

ABSTRACT

In the recent, problem-solving skills are behaviors that adolescents need in order to solve problems in their daily life that will reduce conflict in a peaceful way for social peace. The true experimental was designed to focuses on tracking skills development, especially to develop scientific problem-solving skills to students. The target of the population were 8^{th} Grade Students including in Bangkok. A research tool was included Instructional Package, that the quality was examined by experts to commentary on issues as appropriate, also the scientific problem-solving skills writing test was examined. It takes 6 weeks in the experimental, then the data were analyzed using two independent t-tests and showed that sampling was reliable. The mean scores of the control group and control group were not significantly different at the .05 level. For the statistical Cohen's D showed that the effect size of Instructional Package was .98. The results of the statistical analysis, a t-test for two independent groups indicated the Sampling was reliable. The analysis found that the rate of growth curve model of pluralist developed for solving scientific problems in both the control group, also the experimental group formed a linear growth curve, with a control group and an experimental group has developed a scientific solution .77 And 1.40, as well. The initial problem-solving skills of the control and experimental groups were not significant .05 level. Also, the analysis of Multiple Group Growth Modeling captured the inter-individual difference of scientific Problem-solving skill and detected the intra-individual difference of growth rate of Scientific Problem Solving for both groups as well. For the control group, students with high initial rate scientific problem-solving skills were developed scientific problem-solving

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

skills significant .05 level. However, the experimental group did not. Finally, the growth rate of scientific problem-solving skills in the experimental group was higher than the control group likely

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร. ธนินทร์ รัตนโอฬาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. กฤษณา คิดดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขในขั้นสุดท้าย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหลายที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยทั้งทางตรงและทางอ้อมจนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จ ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการเป็นตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย และเป็นตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัว มาชูตระกูลทุกคน รวมทั้งมิตรทั้งหลายที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจกับผู้วิจัยตลอดมา งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ใน ณ โอกาสนี้

คุณค่าของวิทยานิพนธ์และประโยชน์ทั้งหลายอันพึงมี ขอบมอบให้ผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่ยังอยู่และล่วงลับไป รวมทั้งความดีที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้อาจารย์ในคณะครุศาสตร์อุตหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ด้วยความรักและเคารพยิ่ง หากเนื้อความใดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ทุกประการ

วันชัย มาชูตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....V
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญภาพ.....VIII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย. 7
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....7
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....7
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....9
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....16
2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....16
2.2 ชุดกิจกรรมการเรียน.....45
2.3 การวัดอัตราพัฒนาการการเรียนรู้.....65
2.4 โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง.....68
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....76

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....81
ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....81
ขั้นตอนที่ 2 และ ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....84

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....101
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.........101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลของชุดกิจกรรมที่มีต่อคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2....105
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2....102

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....114
5.1 สรุปผลการวิจัย 114
5.2 อภิปรายผล....117
5.3 ข้อเสนอแนะ....124

บรรณานุกรม....126

ภาคผนวก....144
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินวิจัย....145
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญ....148
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....150
ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ....180
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการวิจัย....190

ประวัติผู้เขียน....193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 รูปแบบของปัญหา....23
2.2 รูปแบบของปัญหา....23
2.3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์....31
2.4 การวิเคราะห์รูปแบบทดสอบประเมินความสามารถแก้ปัญหา 6 ลักษณะ 47
2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในงานวิจัย....51
2.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบของชุดการเรียนของนักวิจัยและนักวิชาการ 59
2.7 การออกแบบชุดการเรียนในส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัย....72
2.8 ดัชนีความสอดคล้องสำหรับโมเดลสมการโครงสร้าง....83
3.1 รูปแบบปัญหาที่นำมาใช้ในการวิจัย....102
3.2 ผลการตรวจคุณภาพเบื้องต้นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์....107
3.3 แบบแผนการทดลอง....109
3.4 ขั้นตอนและผลลัพธ์ในการดำเนินการวิจัย....114
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแนวคิดหลัก....119
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและประเด็นการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียน....120
4.3 ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง ของข้อมูลแต่ละตัวแปร
ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง....121
4.4 ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง ของข้อมูลแต่ละตัวแปร
ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง....124
4.5 ค่าของอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียน(ES)ในแต่ละช่วงเวลา(Time)....125
4.6 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งอัตราพัฒนาการกลุ่มพหุ....110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนต้นแบบที่ใช้ในการวิจัย.....8
1.2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....9
2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Tarvin.....23
2.2 รูปแบบเส้นตรงที่มีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหา 25
2.3 กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต 25
2.4 วงจรการแก้ปัญหา.....26
2.5 ความต่อเนื่องของระดับความเป็นจริงของการประเมินผลการปฏิบัติ.....29
2.6 องค์ประกอบของ 4C/ID.....52
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบอนุมานและอุปมาน.....57
2.8 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ แบบบรรยาย และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น.....57
2.9 ขั้นตอนของ 4C/ID 58
2.10 ยุทธศาสตร์การเรียนรู้แบบ บรรยายเชิงอนุมาน.....59
2.11 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอุปมาน.....60
2.12 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายเชิงอุปมาน.....60
2.13 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอนุมาน.....61
2.14 องค์ประกอบของกิจกรรมชุดการเรียนที่ใช้ในการวิจัย.....62
2.15 กรอบแนวคิด covariate latent growth curve model approach.....73
2.16 กรอบแนวคิด Multiple Group Growth Modeling กลุ่มทดลอง/กลุ่มควบคุม.....74
2.17 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการกลุ่มพหุ.....75
3.1 การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling).....92
3.2 .โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....95
4.1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนต้นแบบที่ใช้ในการวิจัย.....102
4.2 รูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนที่ใช้ในการวิจัยที่ปรับปรุงโดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ.....104
4.3 แนวโน้มอัตราทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....109
4.4 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในกลุ่มควบคุม.....112
4.5 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในกลุ่มทดลอง.....113
5.1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลบางส่วนในกลุ่มควบคุม.....121
5.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลบางส่วนในกลุ่มทดลอง.....122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความจำเป็นที่ต้องพัฒนาทักษะในด้านต่างๆให้เยาวชนไทยให้มีความเชี่ยวชาญ เป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องปฏิบัติโดยทันที เพราะว่าทักษะของเด็กไทยศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่มุ่งเน้นให้เยาวชนไทยเป็นพลเมืองไทย พลเมืองอาเซียนและพลโลก ที่มีคุณภาพ รวมทั้งเป็นทักษะที่สำคัญที่จะทำให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมปัจจุบันอย่างมีความสุข (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. 2557: 1) จึงเป็นความท้าทายของบุคคลากรทางการศึกษาไทย ที่จะปลูกฝังทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้แก่นักเรียน เพื่อให้พวกเขาเหล่านั้นมีทักษะเพียงพอในการดำรงชีวิต และสามารถใช้ทักษะเหล่านั้นแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รวมทั้งมีทักษะการคิด ทักษะการสร้างนวัตกรรม และทักษะการแก้ปัญหา (วรพจน์ วงค์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์. 2556: 35)

ทักษะการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการและเป็นทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต เป็นทักษะที่ส่งเสริมระดับความสามารถต่างๆ ที่นำไปสู่ความสำเร็จในชีวิต ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาได้ดีย่อมเป็นคนที่ประสบความสำเร็จในชีวิต และในอนาคตบุคคลที่มีทักษะในการแก้ปัญหาสูงย่อมประสบผลสำเร็จในชีวิตส่วนตัว ครอบครัวและหน้าที่การทำงาน คุณภาพของมนุษย์จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่และทักษะในการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2550: 23-24) ดังนั้น ทักษะในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียน เพราะการแก้ปัญหา ถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และปฏิบัติงานลุล่วงด้วยดีสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2552: 1) ที่ระบุว่า การศึกษามีเป้าหมายหลักที่สำคัญคือ การสร้างคนให้มีความคิด รักในการเรียนรู้ มีคุณธรรมจริยธรรม มีหลักการในการตัดสินใจ มีความคิดสร้างสรรค์ทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็น รวมทั้งมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ได้ ด้วยตนเองซึ่งหมายถึงการสอนให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหานั่นเอง

ประเทศไทยมีหน่วยงานที่ปฏิบัติภารกิจสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับสถานศึกษา คือ สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีหน้าที่หลักในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ครูได้นำไปใช้พัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีทัดเทียมนานาชาติ จัดให้มีการศึกษาค้นคว้า วิจัย และพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ วิธีสอนและการประเมินผลการเรียนการสอน เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยเน้นการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลัก หน่วยงานที่รับผิดชอบวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นคือ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาได้ ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาจนได้โครงสร้างหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา คู่มือครูในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พร้อมทั้งผลิตสื่อการเรียนรู้ได้แก่ หนังสือเรียน คู่มือครูตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ โปสเตอร์ วิดิทัศน์ สื่อเสริม และแบบฝึกหัด เพื่อให้ครูได้เลือกใช้ในการจัดการเรียนรู้สู่นักเรียนตามความเหมาะสมในบริบทของสถานศึกษา (สุนีย์ คล้ายนิล. 2555: 5-17) เนื่องจากปัจจัยหลายประการที่เข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิเช่นการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและสภาพเศรษฐกิจที่ซับซ้อนขึ้น ตลอดจนปัจจัยภายในของสถานศึกษาแต่

เอกสารนี้...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละแห่งที่แตกต่างกันทำให้การจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง (สุนีย์ คล้ายนิล. 2547: 24-32) จนทำให้รัฐบาลต้องประกาศใช้กฎหมายทางการศึกษาฉบับแรกในปี พ.ศ. 2542 และประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในปี พ.ศ. 2551 เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหันมาให้ความสำคัญต่อผลสำเร็จของนักเรียนอย่างจริงจัง (เสกสรรค์ แย้มพินิจ. 2559: online) ผลการทดสอบระดับชาติ (O-net) ของนักเรียนไทยในภาพรวมก็ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก เพราะยังมีนักเรียนในสถานศึกษาเป็นจำนวนมากที่มีผลทดสอบ O-net อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ ผลการทดสอบ TIMSS 2011 คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก็มีแนวโน้มที่ลดลง (สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: 18) สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) นักเรียนของประเทศไทยร้อยละ 66 มีสมรรถนะระดับ 2 จากเกณฑ์ประเมินสมรรถนะนักเรียน 6 ระดับ (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2557: 159) แสดงให้เห็นถึงการจัดการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานของประเทศไทยยังมีจุดด้อยอยู่หลายประการ ปัญหาเหล่านี้นับว่าเป็นความเสี่ยงที่จะทำให้ประเทศไทยล้าหลังประเทศอื่นๆ จากรายงานผลการทดสอบนาๆชาติในวิชาวิทยาศาสตร์ (OECD 2013:19) พบว่าประเทศไทย อยู่ที่อันดับที่ 50 จาก 65 ประเทศ ถึงแม้ว่าผลการสอบ PISA ในปี ค.ศ. 2012 จะเพิ่มขึ้นมากกว่าปี ค.ศ. 2009 แต่ก็ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ส่วนการประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ (TIMSS 2011) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 500 คะแนน ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์ได้ 427 คะแนน และวิชาวิทยาศาสตร์ได้ 451 คะแนน มีแนวโน้มต่ำลงในหลายปีที่ผ่านมา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2557: 52-60) และจากการทบทวนเอกสารพบว่าทักษะการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกันสูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Omiwale. 2011: 163; Fadden & Gladden. 2012: 5) แสดงว่าหากทักษะการแก้ปัญหาต่ำจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย เมื่อผู้วิจัยได้สืบค้นผลการสอบ O-net ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2558 ในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ามีผู้เข้าสอบ 656,463 คน มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 37.63 แสดงว่ามีโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนมีผลการสอบ O-net ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีความเกี่ยวพันกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก็คือ รูปแบบการสอน แม้ว่าสถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะพัฒนารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และสื่อ ให้ครูได้ใช้ แต่ยังปรากฏว่าผลการสอบ O-net วิชาวิทยาศาสตร์ในภาพรวมยังต่ำกว่าวิชาอื่น อาจเป็นไปได้ว่ารูปแบบการสอนน่าจะส่งผลกับผมสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจริง ดังปรากฏในงานวิจัยหลายๆ ฉบับเช่นงานวิจัยของ จินตนา คำสอนจิก (2553) อดุลย์ คำมิตร (2554) พบว่าชุดกิจกรรมการสอน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ Chado & Robert (2015: 62-63) รายงานผลการวิจัยว่าชุดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถไปใช้ประกอบการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ ทักษะ และเจตคติได้จริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก็มีภารกิจที่สำคัญคือ พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบในขอบเขตรายวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลที่ได้จากการปฏิบัติจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการ วิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558: 309) ซึ่งการแก้ปัญหา ในแต่ละครั้งรูปแบบหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาอาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสบการณ์เดิมของนักเรียนและสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น แต่กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่ถือว่าได้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2557: 1-7) นอกจากนี้ Huppatz (2015: 36-38) กล่าวอีกว่า การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพราะเป็นวิธีที่มีขั้นตอนการหาคำตอบหรือค้นหาความจริง มีระเบียบแบบแผนที่เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา (Srinivas 2016: online; Weir. 1974: 16-18; Beecroft, Duffy & Moran. 2003: 17-19; Tarvin. 2016: online; Llewllyn. 2002: 87-89; Williams & Carey. 2016: online; สุคนธ์ สินธพานนท์. 2550: 145; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550:10; สุวิทย์ มูลคำ. 2551: 27-28; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556: 110; Wilson, Fernandez & Hadaway. 1993: 57-78) นอกจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่ทำให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป คือวิธีสอนของครู (Voss, Kunter, & Baumert. 2011: 952; König et al. 2011: 188; สุนีย์ คล้ายนิล. 2547: 22-24; สุนีย์ คล้ายนิล. 2555: 34; สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: 23; Österholm. 2016: online)

ในการพัฒนานักเรียนให้ประสบผลสำเร็จในการเรียน ครูนับว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างยิ่งเพราะครูเป็นผู้ใกล้ชิดนักเรียนที่สุด เป็นบุคคลที่มีหน้าที่โดยตรงในการพัฒนาคุณภาพนักเรียนโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามกรอบความเชื่อที่ว่า นักเรียนเป็นบุคคลที่พัฒนาได้ ดังนั้นการออกแบบการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียน และการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ถ้าครูได้สามารถเลือกใช้กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอน กิจกรรม หรือสื่อที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งการแสวงหาปัจจัยสำคัญ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ก็จะเป็นหลักประกันได้ว่านักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก็จะอยู่ในระดับที่สูง ดังนั้นสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึงคือการเลือก การปรับใช้ หรือการพัฒนานวัตกรรมต่างๆ เพื่อนำมาใช้การเรียนการสอน (กรมวิชาการ. 2546: 9; กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 1; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558: 70-72; ณัฐกร สงคราม. 2557: 47-48; ทิศนา แขมมณี. 2558. 137-140; ประสาท เนืองเฉลิม.2558: 132-137; บรรจง อมรชีวิน. 2556: 16-26; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2550: 37-40; วิจารณ์ พานิช. 2557: 28-33.) ซึ่งมีนวัตกรรมหลายรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ส่งเสริมทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ อาทิเช่น หลักสูตร วิธีสอน รูปแบบการสอน การจัดการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเสริมกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจและน่าจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาได้ ซึ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากแนวคิดของนักวิชาการต่างๆ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียน การวัดและประเมินผล (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2525: 131-133; ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2535: 105; บุญชม ศรีสะอาด. 2549: 50-51; สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คณะ. 2551: 18; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2550: 52; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558: 437; Houston & Eowsam. 1972: 10–15; Duane. 1975: 105) ส่วนที่สำคัญที่สุดของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อนักเรียนโดยตรงคือ กิจกรรมการเรียน เมื่อผู้วิจัยได้สืบค้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนพบว่ามีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่น่าสนใจคือรูปแบบ 4C/ID ซึ่งพัฒนาโดย Merriënboer แห่ง Maastricht University มี 4 องค์ประกอบได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียน (Learning Tasks) ข้อมูลสนับสนุน (Supportive Information) กระบวนการรับรู้ข้อมูล (Procedural Information) และ กิจกรรมย่อย (Part-task Practice) สามารถใช้พัฒนานักเรียนให้มีทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ เพราะมีกิจกรรมและข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เป็นลำดับขั้น มีการใช้สื่อและเทคโนโลยีและการช่วยเหลือนักเรียนในทุกขั้นตอน (Merriënboer, Clark & Croock. 2002: 43; Murray. 2013:1-2; Melo & Miranda. 2015: 317) ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบ 4C/ID มาใช้เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดกิจกรรมการเรียน Instructional Package) ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมการเรียน (Learning Tasks) และข้อมูลประกอบการเรียน (Procedural Information) สำหรับกิจกรรมการเรียนประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยคือ การเรียนแบบอุปมาน (Inductive Learning) กิจกรรมการเรียน (Task Classes) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) สำหรับข้อมูลประกอบการเรียน แบ่งออกเป็นข้อมูลที่เป็นเอกสาร และข้อมูลออนไลน์ (Merriënboer et al., 2002: 43; Murray. 2013: 1-2; Clark. 2016: online)

อย่างไรก็ตามมีนักการศึกษาและครูเป็นจำนวนมากที่นำนวัตกรรมพัฒนาทางการศึกษาแล้วไปใช้กับกับนักเรียนโดยมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นที่จะเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นไปตามเป้าหมายตามหลักสูตร โดยเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการใช้นวัตกรรมทางการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทักษะ เจตคติต่อการเรียน โดยภาพรวมผลการวิจัยสรุปว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังใช้นวัตกรรมสูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรม หรือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สุภมาส เทียนทอง 2553, ขุนทอง คล้ายทอง. 2554, นาตยา ช่วยชูเชิด. 2557, ศศิธร พงษ์โภคา และ อุบลวรรณ ส่งเสริม. 2558, แคทรียา มุขมาล และ วิมล สำราญวานิช. 2014, เฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ. 2015, Aluko & Olorundare. 2007, Serin. 2011, Fatoke, Ogunlade & Ibidiran. 2013: 100, Özsoy, Kuruyer & Çakiroglu. 2015: 129) สถิติที่วิเคราะห์ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย หรือวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนดิบที่มีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ และไม่ได้นำความคลาดเคลื่อนนั้นมาร่วมวิเคราะห์ พร้อมทั้งรายงานผลไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปการรายงานมักจะเน้นการพัฒนาการจากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการวัดผลก่อนและหลังใช้นวัตกรรม หรือสองกลุ่มอิสระ โดยตีความจากผลทดสอบสมมติฐานจากสถิติทดสอบ ซึ่งการรายงานผลการวิเคราะห์ดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากค่าเฉลี่ยการวัดผลหลังจากการใช้นวัตกรรมไม่ใช่คะแนนที่แท้จริง (True Score) คะแนนดังกล่าวอาจมีส่วนที่เกิดจากการเดาซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) แต่การวิเคราะห์มิได้สนใจนำค่าความคลาดเคลื่อนมาร่วมวิเคราะห์ (สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และ รัชนีกูล ภิญโญภานุวัตน์. 2552: 253-255; Handcock & Lawrence. 2006: 171-172; Rogosa & Wilett. 1985: 203-204) ซึ่งอาจทำให้การสรุปผลวิจัยคลาดเคลื่อน หรือขาดสารสนเทศในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้นวัตกรรมได้อย่างลุ่มลึกและชัดเจน

สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ให้ความสำคัญคือพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน ในมาตรา 8(3) มาตรา 22 มาตรา 23(2) มาตรา 24(2) และมาตรา 30 มีเนื้อหาโดยสรุปว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ เน้นความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มา ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา พัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนในแต่ละระดับการศึกษา แสดงว่าเจตนารมณ์ส่วนหนึ่งของ พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ต้องการให้สถานศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอน จัดการศึกษาให้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนานักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (กรมวิชาการ. 2546: 9-16) ประเด็นสำคัญของจัดการศึกษาคือเน้นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

การวัดพัฒนาการเรียนรู้หรือการเปลี่ยนแปลงเพื่อศึกษาความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นภารกิจที่ครูจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ หรือศึกษาประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา แนวคิดในการวัดแบบดั้งเดิมนั้น เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงโดยผ่านการวัด 2 ครั้ง คือก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีได้แก่ วิธีหาความแตกต่างของคะแนนดิบ (Tucker. 1966: 281) วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงในส่วนที่เหลือ (Residual Score) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ วิธีประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (Relative gain score) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 45) และวิธีวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริง ของ อวยพร เรืองตระกูล ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อด้อย ในด้านความเชื่อมั่นของคะแนนพัฒนาการ และมิได้แก้ไขปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการวัด ดังนั้นในการหาพัฒนาการจากความแตกต่างของการวัด นอกจากจะมีความคลาดเคลื่อนแล้ว ยังมีข้อด้อยในด้านสารสนเทศในแง่ของอัตราพัฒนาการของนักเรียน กล่าวคือแบบแผนการวัด ก่อนเรียน หลังเรียน เป็นแบบแผนที่บังคับให้เป็นเส้นตรง (Linear Change Pattern) ทั้งๆที่ในความเป็นจริง อัตราการพัฒนาการอาจเป็นแบบแผนอื่นได้แก่ Quadratic Pattern หรือ Cubic Pattern (McArdle. 2012: 547; Hedeker & Gibbons. 2006: 1-2; Fitzmaurice, Laird & Ware. 2011: 3-7) จึงทำให้เกิดแนวคิดในการศึกษาแบบวัดซ้ำหลายครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริง กล่าวคือนักเรียนมีอัตราพัฒนาการการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีแนวโน้มที่จะซับซ้อน ดังนั้นการวัดเพียง 2 ครั้งจึงไม่เพียงพอต่อการอธิบายการเปลี่ยนแปลงข้างต้น การวัดแนวใหม่จึงควรมีการวัดซ้ำมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป (Multi Wave) (Handcock & Lawrence. 2006: 172)

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีมากกว่า 2 ครั้งควรใช้การวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของคะแนนจริง (True Score) ซึ่งเป็นคะแนนแฝง (Latent Score) ของการวัดแต่ละครั้ง และนำคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) ออกไปจากผลการวัด จะทำให้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของคะแนนดังกล่าวได้ถูกต้องกับความเป็นจริงมากกว่า โดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (Longitudinal Perspective) วิเคราะห์ข้อมูล (Cicchetti. 2016: 1015) คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวนี้เรียกว่า คะแนนพัฒนาการ (Growth Score) และทางเลือกในการวิเคราะห์ข้อมูลก็คือประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) มีจุดเด่นคือ โมเดลการวิจัยกับโมเดลการวิเคราะห์เป็นโมเดลเดียวกัน และยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กันได้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากขึ้น SEM จึงมีความได้เปรียบกว่าโมเดลวิเคราะห์ดั้งเดิม ที่ไม่สามารถฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเหล่านี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538: 9, Toe & Khine. 2013: 3-4) การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว การวิเคราะห์ความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลง โมเดลคะแนนความแตกต่างแฝง และโมเดลโค้งพัฒนาที่มีตัวแปรแฝง เป็นการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว (Longitudinal Data) และโมเดลที่นิยมใช้มากในปัจจุบันนี้ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Cure Model : LGCM) (Singer & Willett. 2003: 9-10; Bollen & Curran. 2006: 16; Little. 2013: 26-27; Grimm, Ram, & Estabrook. 2017: 10-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) เพราะเป็นโมเดลที่ง่ายต่อการตีความ เป็นโมเดลประหยัด ไม่มีความลำเอียงต่อการประมาณค่า สามารถศึกษารูปแบบพัฒนาการในเชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง สามารถประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงและความคลาดเคลื่อนในการวัดได้แม้ขนาดตัวอย่างจะน้อยหรือมีการขาดหายไปของข้อมูล (สุภมาส อังสุโชติ และคณะ 2552: 264-265; Zhiyong Zhang & Lijuan Wang. 2009: 1084) เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปของตัวอย่างมิได้รับตัวแปรจัดกระทำในงานวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ โมเดลโค้งพัฒนาแบบมีตัวแปรแฝง แต่เลือกใช้เทคนิคกลุ่มพหุ (Multiple Group Growth Modeling) (Little, 2013: 209:211; Grimm et al. 2017: 114) เพื่อให้ได้สาระสนเทศที่เกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวอย่างทั้งรายบุคคล และระหว่างบุคคล

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าทักษะการแก้ปัญหามีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับสังคมในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผนเป็นขั้นเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการว่ามีประสิทธิภาพใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง แต่อย่างไรก็ตามจากการทบทวนเอกสารพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้แก่การจัดการเรียนการสอนของครู อย่างไรก็ดีผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาวิทยาศาสตร์ในภาพรวมทั้งประเทศก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ ทั้งนี้เนื่องมาจากทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ระดับต่ำ แสดงว่าลำพังแต่การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติ บางครั้งอาจไม่เหมาะสมกับบริบทในแต่สถานศึกษา อาจต้องมีการเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของกิจกรรมการเรียนซึ่งสืบค้นเอกสารพบว่ากิจกรรมการเรียนมีส่วนส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้และยังพบต่อไปอีกว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนโดยใช้รูปแบบ 4C/ID สามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่มีความซับซ้อนได้ดี ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่พัฒนาจากรูปแบบ 4C/ID กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการศึกษาข้อมูลระยะยาว (Longitudinal Data) โดยทำการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนใช้ศึกษากิจกรรมการเรียน และวัดทำการวัดครั้งที่ 2 หลังจากผู้เรียนศึกษากิจกรรมการเรียนชุดที่ 1 ทำการวัดครั้งที่ 3 หลังจากผู้เรียนศึกษากิจกรรมการเรียนชุดที่ 2 และ ทำการวัดครั้งที่ 4 หลังจากผู้เรียนศึกษากิจกรรมการเรียนชุดที่ 3 รวมทั้งหมดเป็นการวัดซ้ำในตัวแปรเดียวกันคือทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรวม 4 ครั้ง เพื่อติดตามอัตราพัฒนาการดังกล่าวของผู้เรียน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วย โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ (Multiple Group Growth Modeling: MGM) (Little. 2013: 209:211; Grimm et al. 2017: 114) เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรงในรายบุคคลและระหว่างบุคคลของตัวอย่าง ซึ่งโมเดลโค้งพัฒนากลุ่มพหุดังกล่าวในต่างประเทศมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง แต่ในประเทศไทยมีผู้ศึกษาไม่มากนัก โดยเฉพาะการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุที่ศึกษาอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวอย่างทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนที่ประยุกต์รูปแบบ 4C/ID มีคุณภาพสามารถนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

1.3.2 นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนมีรูปแบบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเป็นเส้นตรง

1.3.3 นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นในระหว่างบุคคลต่างกัน

1.3.4 นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนมีอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และรายบุคคลต่างกัน

1.3.5 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

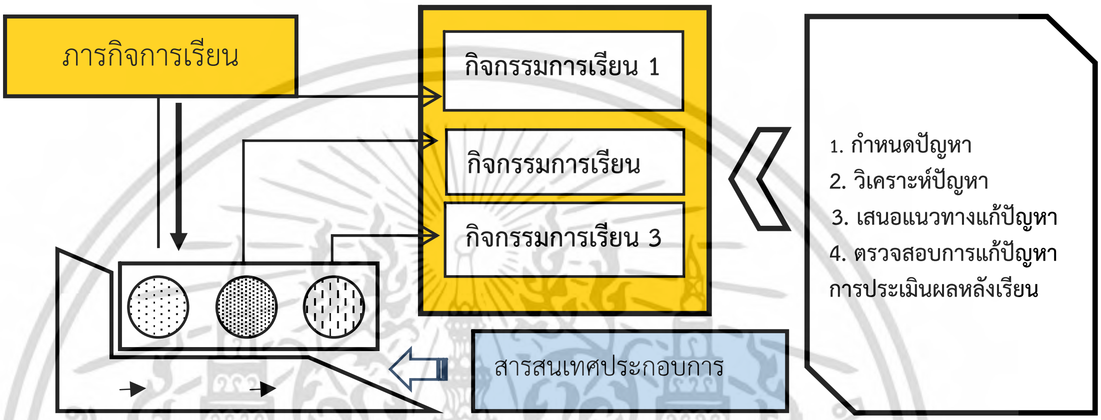
1.4.1 ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังเคราะห์จากแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 131-133) ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2535: 105) บุญชม ศรีสะอาด (2549: 50-51) สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คณะ (2551: 18) ทิศนา แขมมณี (2551: 1-12) สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550: 52) ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558: 437) Houston et al. (1972:10–15) Duane (1975: 105) ได้องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียน 5) การประเมินผล

1.4.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังเคราะห์โดยใช้แนวคิดของ สุคนธ์ สินธพานนท์ (2550: 145) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 10) สุวิทย์ มูลคำ (2551: 27-28) ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 110) Wilson et al. (1993: 57-78) Weir (1974: 16-18) Beecroft et al. (2003: 17-19) Llewllyn (2013: 169-173) Srinivas (2016:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

online) Tarvin (2016: online) Williams & Carey (2016: online) ซึ่งประกอบด้วย 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา

1.4.2 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID โดยแนวคิดของ Merriënboer et al. (2002: 43) เพื่อประยุกต์จัดกิจกรรมการเรียน ประกอบด้วย การกำหนดและการวิเคราะห์ปัญหา การการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการตรวจสอบการแก้ปัญหา การสรุปกระบวนการแก้ปัญหาและ ทดสอบหลังเรียน แสดงได้ดังภาพที่



ภาพที่ 1.1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนต้นแบบ ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.4 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Grimm et al. (2017: 14) ประกอบไปด้วยตัวแปรที่ศึกษา ต่อไปนี้

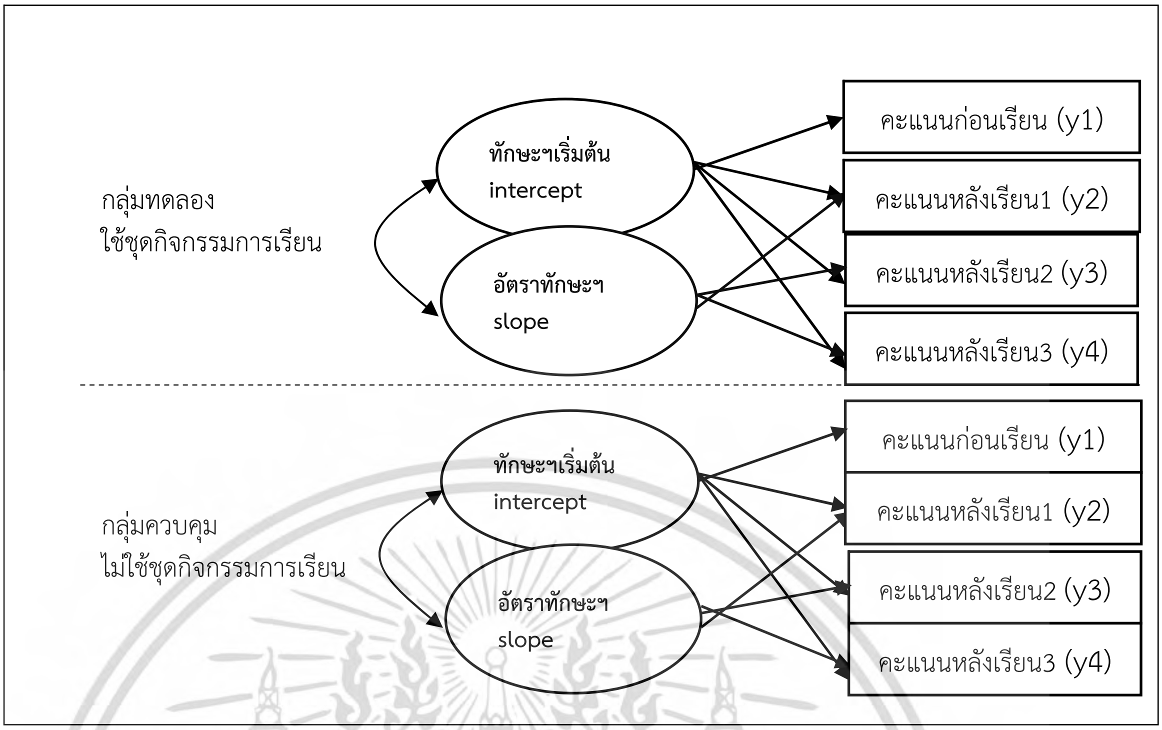
1.4.4.1 ชุดกิจกรรมการการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ กับไม่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียน เป็นตัวแปรกลุ่ม

1.4.4.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น เป็นคะแนนก่อนเรียน คะแนนดังกล่าวแฝงอยู่ในคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตคือ คะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน1 คะแนนหลังเรียน2 คะแนนหลังเรียน3

1.4.4.3 อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงอัตราพัฒนาการของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วัดจากคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1(y2) ครั้งที่ 2 (y3) ครั้งที่ 3 (y4) โดยที่คะแนนก่อนเรียน (y1) ถือว่าไม่มีอัตราพัฒนาการ ส่วนคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1, 2 และ 3 กำหนดอัตราพัฒนาเป็นเส้นตรง มีค่าเป็น 0, 1, 2, 3 ตามลำดับ

กรอบแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กำหนดเส้นอิทธิพลทางตรงจากทักษะฯ เริ่มต้น (Intercept) และเส้นอิทธิพลทางตรงจากอัตราทักษะฯ (Slope) ไปยังผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นดังภาพที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย
ที่มา: Grimm et al. 2017: 11

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2: การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ซึ่งมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ รูปแบบ 4C/ID ออกแบบกิจกรรมเป็น 3 กิจกรรม แต่ละกิจกรรม ห่างกัน 2 สัปดาห์ ซึ่ง 4C/ID Model มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบได้แก่ 1) ภารกิจการเรียน (Learning Task) 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) 3) สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) 4) ภารกิจย่อย (Part Task Practice) ในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เพียง 2 ขั้นตอนได้แก่ ภารกิจการเรียน (Learning Task) และ สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) เนื่องจากตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ยังไม่มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในตอนที่ 1 นี้แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นได้แก่

ขั้นที่ 1 การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แหล่งข้อมูล คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นที่ 2 การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แหล่งข้อมูล คือ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

ชุดกิจกรรมการเรียน

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน โดยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) และตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ให้ข้อมูล คือ

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวัดของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การวัด กับข้อคำถาม (IOC) ค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน (Inter Rater Reliability: IRR) โดยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในชั้น (Intra Class Correlation: ICC) (McGraw& Wong. 1996: 41) ค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r)

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ผู้ตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 2คน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

ผลการประเมิน IOC ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (IRR) โดยวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในชั้น (ICC) การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha coefficient: α)

ประชากรคือ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กรุงเทพมหานคร 126 โรงเรียน

ตัวอย่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กรุงเทพมหานคร 1 โรงเรียน จำนวน 40 คน

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เป็นการศึกษาคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเท่าเทียมกันของตัวอย่างของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ t-test Independent จากคะแนนเฉลี่ยการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น และศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้สถิติ Cohen’s D จากคะแนนการวัด 4 ครั้ง (y1-y4)

ประชากรคือ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กรุงเทพมหานคร 126 โรงเรียน

ตัวอย่างคือ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กรุงเทพมหานคร 1 โรงเรียน จำนวน 236 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 114 คน กลุ่มทดลอง 122 คน

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียน

ตัวแปรตามได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 3 การศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เป็นการศึกษารูปแบบของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ ความแปรปรวนร่วมระหว่างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ใช้ข้อมูลตอนที่ 2 และทำการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น วิเคราะห์อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

ตัวอิสระเป็นตัวแปรจัดกลุ่มได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียน และใช้ชุดกิจกรรมการเรียน

แปรตามซึ่งเป็นตัวแปรแฝงได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น (Intercept)

อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Slope) จากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังผ่านกิจกรรมการเรียนแต่ละครั้ง จำนวน 3 ครั้ง

ตัวแปรสังเกต เป็นตัวแปรที่ได้จากการวัด 4 ครั้งได้แก่

y1 คือ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น

y2 คือ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังผ่านกิจกรรมที่ 1

y3 คือ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังผ่านกิจกรรมที่ 2

y4 คือ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังผ่านกิจกรรมที่ 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่ออัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

1.6.1 ชุดกิจกรรมการเรียน หมายถึง หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีครูอำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา และประเมินผลจากผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียน 5) การประเมินผล

1.6.1.1 หลักการ หมายถึง ส่วนประกอบแรกของ ชุดกิจกรรมการเรียน ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากแนวคิดของนักวิชาการ ประกอบด้วย ชื่อชุดกิจกรรมการเรียน คำชี้แจงและหลักการของชุดกิจกรรมการเรียน

1.6.1.2 วัตถุประสงค์ หมายถึงวัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

1.6.1.3 เนื้อหา หมายถึงเนื้อหาในรายวิชา ว 22104 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 หน่วยการเรียนคือ อาหารและสารอาหารใช้เป็นเนื้อหาสร้างสถานการณ์ประกอบการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากแนวคิดของนักวิชาการ ประกอบไปด้วย การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา

1.6.1.4 กิจกรรมการเรียนหมายถึง กิจกรรมเรียนที่ประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID ออกแบบ กิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย ภารกิจการเรียน (Learning Task) และสารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information)

1.6.1.5 ภารกิจการเรียน (Learning Task) หมายถึงภารกิจการเรียนในชุดกิจกรรมการเรียนนี้ ซึ่งประกอบด้วย การเรียนแบบอุปมานประกอบสถานการณ์ การฝึกหัดแก้ปัญหาประกอบสถานการณ์ ความช่วยเหลือในการเรียนรู้จากครู การสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ประกอบสถานการณ์หลังผ่านกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.1.6 สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) หมายถึง เอกสารการเรียนที่ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างที่นักเรียนใช้ชุดกิจกรรมการเรียน ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกิจกรรม

1.6.1.7 การประเมินผล หมายถึง การประเมินผลโดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัยหา แบบความเรียง โดยมีข้อคำถามเป็นสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเขียนตอบคำถาม เป็นความเรียง เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบรูบริกส์ แบบแยกส่วน ในด้านการกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา

1.6.1.8 การกำหนดปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนศึกษาเอกสารและเรียนรู้ด้วยตนเอง พร้อมเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยจัดให้ เป็นการศึกษาจากเอกสารชุดกิจกรรมการเรียน แล้วให้นักเรียนกำหนดปัญหาจากสถานการณ์โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถาม ให้ผลย้อนกลับ และให้คำแนะนำ

1.6.1.9 การวิเคราะห์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนศึกษาเอกสารและเรียนรู้ด้วยตนเอง พร้อมเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยจัดให้ เป็นการศึกษาจากเอกสารชุดกิจกรรมการเรียน แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถาม ให้ผลย้อนกลับ และให้คำแนะนำ

1.6.1.10 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนคัดเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาจากหลายแนวทาง ที่ได้จากการกำหนดปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ด้วยตัวนักเรียนเองโดยมีโดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถาม ให้ผลย้อนกลับ และให้คำแนะนำ

1.6.1.11 การตรวจสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง พร้อมเอกสารประกอบการเรียนการเรียนที่ผู้วิจัยจัดให้ เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ผู้วิจัยออกแบบไว้รวมทั้งเสนอแนวทางใหม่หากผลลัพธ์การแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถาม ให้ผลย้อนกลับ และให้คำแนะนำ

1.6.1.12 การสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ออกเป็นขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้แนะนำ

1.6.1.13 สถานการณ์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาประกอบการเรียนแบบอุปมานประกอบแบบฝึกหัดแก้ปัญหา ประกอบข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเนื้อหาในสถานะการณ์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนเรื่องอาหารและการดำรงชีวิต ในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นสถานการณ์ที่อาจเกิดได้จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนไม่เคยใช้ในการแก้ปัญหามาก่อน

1.6.2 การสร้างเครื่องมือวิจัย หมายถึงการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียน และ การออกแบบเครื่องมือรวบรวมข้อมูลอันได้แก่แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับวัตถุประสงค์การวัด โดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3 คุณภาพของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นตัวอย่าง มีความยาก และอำนาจจำแนก และมีค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์

1.6.4 คุณภาพของเกณฑ์การประเมินคะแนนแบบรูบริกส์ หมายถึง เกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์แบบแยกส่วน มีความเหมาะสมกับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน

1.6.5 คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนหมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนสามารถพใช้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้จริง โดยตรวจสอบได้จากผลการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นตัวอย่างในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียน

1.6.6 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการหรือขั้นตอน อันประกอบด้วย 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบการแก้ปัญหา ที่อาศัยความรู้ประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารและสารอาหาร เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียน

1.6.7 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น หมายถึง คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียน

1.6.8 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Posttest) หมายถึง คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังผ่านกิจกรรมการเรียน แต่ละกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียน

1.6.9 อัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เปลี่ยนไปตามเวลาเมื่อใช้ชุดกิจกรรมการเรียน ในการวิจัยนี้มีกิจกรรมการเรียน 3 กิจกรรม

1.6.10 การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุหมายถึงการวิเคราะห์รูปแบบของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา การวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นรายกลุ่ม ระหว่างบุคคล การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รายกลุ่ม และรายบุคคลโดยการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการศึกษาข้อมูลระยะยาว รวมทั้งวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกำหนดให้การจัดการเรียนรู้ในกลุ่มกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เป็นตัวแปรกลุ่ม

1.6.11 การจัดการเรียนรู้แบบปกติหมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในคาบเรียนปกติที่ทางสถานศึกษาจัดไว้ในตารางเรียน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.12 การจัดการเรียนรู้แบบปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนหมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในคาบเรียนปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยออกแบบเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ในคาบกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ที่ทางสถานศึกษาจัดไว้ในตารางเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2: การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมการเรียน
3. การวัดอัตราพัฒนาการการเรียนรู้
4. โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดพัฒนาโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เป้าหมายของหลักสูตรการศึกษาทุกระดับประการหนึ่งก็คือสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นบูรณาการของทุกส่วนในการเรียนเข้าด้วยกัน และเป็นสิ่งที่ต้องนำไปใช้ในชีวิตจริงมากที่สุด แต่ในปัจจุบันพบว่าคุณภาพของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ แสดงว่าการจัดการศึกษาของไทยยังไม่อยู่ในสภาพที่จะสร้างนักเรียนที่มีคุณภาพ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในด้านทักษะการแก้ปัญหาที่ยังอยู่ในระดับต่ำ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 1; เจือจันทร์ จงสถิตอยู่. 2557: 3-4; ทวีพร บุญวานิช. 2557: 14-14) เมื่อสังเกตสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจะพบได้อย่างชัดเจนว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีสอนที่เน้นให้ความสำคัญกับการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหาวิชา ทำให้นักเรียนเป็นคนที่ขาดกระบวนการคิด และไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2550: 23-24)

ทักษะแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพราะหากนักเรียนต้องการจะประสบผลสำเร็จในการเรียนแล้ว นักเรียนจะต้องเป็นบุคคลที่มีทักษะการแก้ปัญหา หากครูได้ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการวางแผนในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตั้งแต่ในชั้นเรียนให้กับนักเรียนแล้วก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนในห้องเรียนของนักเรียนทั้งในปัจจุบันและการทำงานในอนาคต เพราะจะเป็นการฝึกให้นักเรียนเผชิญปัญหา ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคให้หมดไป จนเกิดเป็นความเคยชิน และส่งผลให้เกิดเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Baker, Rudd, & Pomeroy. 2001: 175) ดังนั้นการฝึกให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาและนำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้ในการเรียนและในชีวิตจริง จึงมีคุณค่าและประโยชน์ต่อตัวนักเรียนมากกว่าการมุ่งให้นักเรียนท่องจำและรู้เนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว อุษา ชูชาติ (2558: 1-5) กล่าวว่าระบบการศึกษาของไทยจะต้องพัฒนาให้นักเรียนสามารถคิดเป็นพึ่งตนเองได้ และรู้จักวิธีการแก้ปัญหา โดยการนำเหตุการณ์และปัญหาจากชุมชนมาให้นักเรียนได้เรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ได้ ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการก็ได้เล็งเห็นในความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นสมรรถนะของ

เอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนและการฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 3)

ที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าคุณภาพทางการศึกษาของนักเรียนไทยยังไม่บรรลุผลตามที่คาดหวังตามหลักสูตร ขาดทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นทักษะที่จำเป็นต่อนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ สมควรอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเพื่อให้พวกเขาเหล่านั้นเติบโตไปเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในท่ามกลางความหลากหลายหรือการเปลี่ยนทางวัฒนธรรม สังคม และความก้าวหน้าเทคโนโลยีได้อย่างยั่งยืน (สุพรรณี ชาญประเสริฐ. 2556: 10-12)

2.1.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

Cardellini (2006: 131-132) และ Jonassen (1997: 3) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้เหตุผลและทักษะในการตัดสินใจมิใช่ในเฉพาะสถานศึกษา แต่ใช้ในการแก้ปัญหาในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

Good (1973: 44) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐานเพื่อ การหาข้อยุติปัญหาของแต่ละคนอาจอาจไม่เหมือนกัน และวิธีการให้เหตุผลก็ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับ ข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้ หรือขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่มีอยู่

Hardin (2002: 1) มีความเห็นว่าการแก้ปัญหาประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ สิ่งที่กำหนดให้ เป็นข้อเท็จจริงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป้าหมาย สิ่งที่ต้องการให้บรรลุ และกระบวนการแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

Johnson & Morrow (1981: 138) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาเป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคน หรือมากกว่าเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูลในการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้มีทักษะ ความรู้และสามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

Souillard & Kerr (1990: 28) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นเกมของ สติปัญญา และกิจกรรมเพื่อการสื่อสาร ที่นักเรียนต้องมีความรู้ทางวิชาการและมีความคิดสร้างสรรค์เป็นของตนเอง เพื่อนำมาใช้ในการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น สนทนาและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประเมินผลปัญหาต่างๆ เพื่อเสนอข้อสรุปของปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

กัลยา ตากูล (2550: 20) ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาหมายคือ ความสามารถในการคิดรวบรวม หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรค ที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการขจัดปัญหาให้หมดไป

ไพโรจน์ คะเชนท์ (2559: online) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ การหาคำตอบ การหาวิธีการที่เหมาะสม เป็นการแก้ปัญหาที่เกิดจากความตึงเครียดทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ และเป็นการขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็น รู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 4) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่าการแก้ปัญหาหมายถึง การใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความและการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความหมายของ ปัญหา สรุปได้ว่า ปัญหา คือ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่บุคคลต้องเผชิญในสถานศึกษาและในชีวิตประจำวัน และแก้ไขซึ่งต้องใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างเหมาะสมรวมไปถึงการใช้ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม ทักษะการคิด การตัดสินใจ และ การใช้เหตุผลของแต่ละบุคคลในการหาคำตอบส่วนการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการหรือขั้นตอนที่อาศัยความรู้ประสบการณ์ในการขจัดอุปสรรค หรือปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้บรรลุ จุดมุ่งหมายหมายที่ต้องการ

2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหานั้นเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและการคิด ดังนั้นการศึกษาด้านการแก้ปัญหา และมีทฤษฎีที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการทางสติปัญญาดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

Cherry (2016: online) และวยุภา จิตรสิงห์ (2534: 8) ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์ของ Piaget ว่า เด็กจะเรียนรู้สิ่งต่างๆรอบตัวโดยอาศัยขบวนการทำงานของโครงสร้างทางสติปัญญาคือขบวนการปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) จะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาตีความหมายโดยนำสิ่งใหม่มาปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ถ้าข้อมูลใหม่ที่รับเข้ามานั้นแตกต่างจากข้อมูลเดิมมากก็จะไม่สามารถเข้าใจข้อมูลใหม่ได้หมดจึงต้องปรับข้อมูลก่อนรับเข้าไปในโครงสร้างทางความคิดส่วนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างที่มีอยู่แล้วภายในให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้โดยปรับโครงสร้างทางความคิดให้เหมาะกับประสบการณ์ที่จะรับเข้าไป นอกจากนี้ Cherry (2016: online) วนิดา ราชรักษ์ (2548: 13-14) และ อรชา วราวิทย์ (2536: 12-14) ยังได้อ้างความเชื่อของ Piaget ว่า ลำดับขั้นของพัฒนาการทางสมองของเด็กไม่ว่าจะอยู่ในสภาพของวัฒนธรรมใดก็ตามจะเป็นอย่างเดียวกันและพัฒนาการทางความคิดของบุคคลจากวัยเด็กถึงวัยที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์มีการพัฒนาเป็นลำดับขั้น (Stage) ตามวุฒิภาวะและมีความต่อเนื่องกันสภาพแวดล้อมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นเด็กให้ค้นพบความรู้ใหม่ที่จะนำเด็กไปสู่ขั้นตอนต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์ พร้อมกับแบ่งการพัฒนาการทางสติปัญญาเป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) พัฒนาการขั้นนี้เริ่มมีตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะเกิดการเรียนรู้จากประสาทสัมผัสเด็กมักจะหยิบจับวัตถุมาลูบคลำ หรือเคาะ ฯลฯ ในขั้นนี้ความคิดความเข้าใจของเด็กจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อมือและสายตาสามารถรู้ว่าสสารไม่หายไปจากโลกสามารถค้นหาวัตถุที่เปลี่ยนที่ไปตลอดจนสามารถสื่อสารโดยใช้ภาษาได้เด็กวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อยๆซ้ำๆเป็นการเลียนแบบพยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เมื่อสิ้นสุดระยะนี้ก็จะมีการแสดงออกของพฤติกรรมอย่างมีจุดมุ่งหมายและสามารถแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนวิธีการต่างๆเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการแต่ความสามารถในการวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

2. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้และยังไม่รู้จักใช้เหตุผล (Proportional Stage) ระยะนี้อยู่ในช่วงอายุประมาณ 2-7 ปีซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นย่อยๆอีก2ขั้นคือในช่วงอายุ 2-4 ปีเป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้นสามารถจะโยงความสัมพันธ์ระหว่าง 2 เหตุการณ์หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันได้แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัดเพราะเด็กยังยึดตนเองเป็นศูนย์กลางคือยึดความคิดของตนเองเป็นใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่นความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องกับหลักความเป็นจริง ในช่วงที่ 2 ของระยะนี้อยู่ในช่วงอายุประมาณ 4-7 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เด็กจะมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้นรู้จักแยกแยะชิ้นส่วนของวัตถุรู้จักแบ่งพวกแต่ยังคิดหรือตัดสินผลของการกระทำต่างๆจากสิ่งที่เห็นภายนอกเท่านั้น

3. ระยะแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage) อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นระยะที่เด็กเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดีเพราะเด็กเริ่มลดความคิดยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง โดยเริ่มนำเอาเหตุผลรอบๆตัวมาคิดประกอบในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเด็กวัยนี้สามารถคิดทบทวนกลับได้นอกจากนี้ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงอายุนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดพวกได้อย่างสมบูรณ์สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี

4. ระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation) อยู่ในช่วงอายุ11 ปีขึ้นไปขั้นนี้จะเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็ก ความคิดความเข้าใจของเด็กในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่สมบรูณ์ดีที่สุดคือเด็กจะสามารถคิดได้แม้สิ่งนั้นไม่ปรากฏให้เห็นสามารถตั้งสมมติฐานและพิสูจน์ได้สามารถแก้ปัญหาต่างๆโดยมีการคิดก่อนแก้ปัญหานั้นๆสามารถเข้าใจสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่างๆได้ดีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยนี้จะเจริญเติบโตเต็มที่เช่นเดียวกับผู้ใหญ่แต่อาจมีการตัดสินใจแก้ปัญหาต่างจากผู้ใหญ่อยู่บ้างเพราะมีประสบการณ์น้อยกว่า

2.1.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Bruner

McLeod (2012: online) กล่าวว่า Bruner สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาสติปัญญาและความคิดของเด็กคือ สิ่งแวดล้อมและได้เสนอแนวคิดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) และการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) และได้แบ่งการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้น Enactive Stage เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing)

2. ขั้น Iconic Stage ขั้นนี้เด็กจะเกิดจากความคิดการรับรู้เป็นส่วนใหญ่อาจจะมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้ง

3. ขั้น Symbolic Stage เป็น ขั้นที่เด็กจะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ ในสิ่งที่ซับซ้อนได้มากขึ้น

Bruner คิดว่าการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและสติปัญญานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้งภายในและภายนอก สำหรับองค์ประกอบภายในคือกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในส่วนที่เกี่ยวกับองค์ประกอบภายนอก ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี ที่เด็กเหล่านั้นมีประสบการณ์ตรง

จากทฤษฎีของ Piage และ Bruner ที่กล่าวถึงสติปัญญาและพัฒนาการ ผู้วิจัยสนใจศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพราะนักเรียนอยู่ในช่วงอายุ 13 ปี เป็นระยะที่นักเรียนสามารถการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม เข้าใจความสัมพันธ์ของต่างๆ ที่ ซับซ้อนได้โดยอาศัยรูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงที่นักเรียนเคยพบและเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และเป็นสถานการณ์สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ในทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่นักเรียนศึกษามาก่อนหรือกำลังศึกษาในชั้นเรียน ส่วนประเภทของปัญหาที่จะนำมาใช้เป็นสถานการณ์ผู้วิจัยจะได้กล่าวเป็นลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ประเภทของการแก้ปัญหา

Frederiksen (1984: 363-367), Jonassen(1997: 65) แบ่งการแก้ปัญหาเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (Well-Structured Problem) คือ ปัญหาที่กำหนดรายละเอียดไว้ครบถ้วนให้นักเรียนแก้ปัญหาเช่นแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์

2. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Ill-Structured Problem) คือ ปัญหาที่มีความซับซ้อน ไม่ระบุรายละเอียดซึ่งจำเป็น หรือไม่มีแนวทางในการหาคำตอบเป็นปัญหา ที่ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความพยายามในการหาความสัมพันธ์และแยกแยะประเด็นของปัญหาโดยต้องอาศัยความรู้ด้านการคิดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ต่างๆเข้ามาช่วยก่อนที่จะดำเนินการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ เช่น ถ้านักเรียนต้องอพยพขึ้นที่สูงนาน 5 วันนักเรียนจะเตรียมอาหารเอาไว้ดำรงชีพสำหรับคน 4 คนอย่างไร

Fabby & Koenig (2013: 142) กล่าวว่าปัญหามีอยู่ 2 รูปแบบคือ

1. ปัญหาพื้นฐาน (Algorithmic Problems) เป็นปัญหาที่ใช้ความสามารถและความรู้ขั้นพื้นฐานในการแก้ปัญหา และมีคำตอบแน่นอนโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อน

2. ปัญหาที่ใช้ความคิดขั้นสูง (Conceptually-based Problems) เป็นปัญหาที่ซับซ้อนเข้าใจยากต้องใช้ความรู้และทฤษฎีมาจัดเรียงลำดับความคิดอาศัยเหตุมาจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

Wood (2006: 99) ได้กล่าวถึงรูปแบบของปัญหาแบบดั้งเดิมดังแสดงได้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปแบบของปัญหา

รูปแบบของปัญหา (Type)	ข้อมูล (Data)	เป้าหมาย (Goal)
1	กำหนดให้	ระบุเป้าหมาย
2	ให้บางส่วน	ระบุเป้าหมาย
3	กำหนดให้	ไม่ระบุเป้าหมาย
4	ไม่กำหนด	ระบุเป้าหมาย

ซึ่ง Wood (2006: 99) ได้ปรับปรุงรูปแบบของปัญหาแบบดั้งเดิมให้ให้สะดวกต่อการจำแนกปัญหาให้ชัดเจนขึ้นซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รูปแบบของปัญหา

รูปแบบ	ข้อมูล	วิธีการ	เป้าหมาย	ทักษะที่ใช้
1	กำหนดให้	คุ้นเคย	กำหนด	ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเดิม
2	กำหนดให้	ไม่คุ้นเคย	กำหนด	มองหาวิธีการที่คล้ายกันที่ทราบมาใช้
3	ให้บางส่วน	คุ้นเคย	กำหนด	วิเคราะห์ปัญหาเพื่อสืบค้นข้อมูลที่ใช้
4	ให้บางส่วน	ไม่คุ้นเคย	กำหนด	ค้นหาวิธีการและข้อมูลที่เป็นไปได้
5	กำหนดให้	คุ้นเคย	เปิดกว้าง	ตัดสินใจหาเป้าหมายที่เหมาะสมสำรวจเครือข่ายความรู้และเทคนิคที่จำเป็น
6	กำหนดให้	ไม่คุ้นเคย	เปิดกว้าง	ตัดสินใจหาเป้าหมายที่เหมาะสมสำรวจเครือข่ายความรู้และเทคนิคที่จำเป็น
7	ให้บางส่วน	คุ้นเคย	เปิดกว้าง	กำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนจากเป้าหมายที่คลุมเครือ
8	ให้บางส่วน	ไม่คุ้นเคย	เปิดกว้าง	เสนอวิธีการและเป้าหมายเพื่อให้ได้คำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.2.ปัญหาในรูปแบบที่ 1 เป็นปัญหาพื้นฐานใช้ความรู้ความสามารถในระดับต้นก็สามารถแก้ปัญหาได้เช่นการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเพื่อทบทวนความรู้หลังเรียนเป็นปัญหาที่กำหนดข้อมูลมาเพียงพอใช้วิธีแก้ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนและมีคำตอบแน่ชัดตัวอย่างเช่น “ถ้ากระหายน้ำ ควรรับประทานผลไม้ชนิดใด?”

ปัญหารูปแบบที่ 2 ยังมีความคล้ายคลึงกับปัญหารูปแบบที่1ต่างกันที่วิธีการที่ได้มาของคำตอบเป็นวิธีต่างจากวิธีการเดิมกล่าวคือใช้วิธีในการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบใหม่มิใช่แค่เพียงวิธีการเดิมที่เคยจำได้ และมีคำตอบแน่นอนตัวอย่างเช่น “ถ้ากลางวันมีเวลา 20 ชั่วโมง เราควรทานอาหารกี่มื้อ?”

ปัญหาในรูปแบบที่ 3 เป็นปัญหาที่กำหนดข้อมูลไม่ครบแต่ยังใช้วิธีการเดิมในการแก้ปัญหาและมีคำตอบชัดเจนตัวอย่างเช่น “นักกีฬาต้องการพลังงาน 100 กิโลแคลอรี่ ใน 1 วัน ต้องรับประทานน้ำผลไม้เท่าใด? ถ้าน้ำผลไม้ 1 แก้ว ให้พลังงาน 20 กิโลแคลอรี” ซึ่งนักเรียนมักจะขอข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา

ปัญหาในรูปแบบที่ 4 จะให้ข้อมูลเพียงเล็กน้อยและต้องใช้วิธีใหม่ในการแก้ปัญหาและมีคำตอบแน่นอนตัวอย่างเช่น “ปลา 1 ตัวมีโปรตีนกี่กรัม?” เป็นปัญหาที่นักเรียนต้องอาศัยความเป็นเหตุผลลำดับความคิด และข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา

ปัญหาในรูปแบบที่ 5 จะให้ข้อมูลและใช้วิธีที่ทราบแล้วในการแก้ปัญหาแต่ตอบได้หลายแนวทาง ตัวอย่างเช่น “คนปกติรับประทานอาหาร 3 มื้อต่อวัน แต่ทำไมบางคนถึงอ้วนบางคนถึงผอมทั้งๆที่รับประทานอาหารแบบเดียวกัน” จะเห็นได้ว่าเป็นปัญหาที่เปิดกว้างมีหลายคำตอบและใช้เหตุผลหลายประการในการตัดสินใจ

ปัญหาในรูปแบบที่ 6 ให้ข้อมูลครบถ้วนแต่ใช้วิธีอื่นที่ต่างจากเดิมในการแก้ปัญหาคำตอบมีหลายแนวทางตัวอย่างเช่น “ปัจจุบันผลผลิตอาหารจากการเกษตรจำนวนมากปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ควบคุมแมลงและอันตรายต่อผู้บริโภค เกษตรจึงหันมาใช้สารสกัดจากพืชบางชนิดมาป้องกันแมลงแต่ได้ผลน้อยทำให้เกษตรกรหันไปใช้สารเคมีควบคุมแมลงเช่นเดิม ถ้าท่านเป็นเกษตรจะแก้ปัญหานี้อย่างไร ?” จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาลักษณะนี้ต้องเลือกวิธีทดลองและอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วแต่ต้องเลือกให้เหมาะสมเพื่อหาคำตอบในการแก้ปัญหาอาจมีการลองผิดลองถูกหลายครั้งแต่คำตอบจะชัดเจนขึ้นตามลำดับ

ปัญหาในรูปแบบที่ 7 ให้ข้อมูลบางส่วนใช้วิธีเดิมในการแก้ปัญหาคำตอบมีหลายแนวทางตัวอย่างเช่น “ในเวลาที่ไม่สบาย มักทานอาหารไม่ค่อยได้ ร่างกายจะอ่อนแอ ถ้าต้องการให้ร่างกายแข็งแรงและทานอาหารได้เหมือนเดิม ให้ท่านเสนอวิธีการที่ดีที่สุดและมีความเป็นไปได้พร้อมระบุเหตุผล”การแก้ปัญหาลักษณะนี้ต้องมีการสืบค้นข้อมูลซึ่งจะได้แนวทางหลายแนวทางแต่การหาแนวทางที่ดีที่สุดและเป็นไปได้ในบริบทหนึ่งๆต้องสืบค้นข้อมูลเป็นจำนวนมากเพื่อหาคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนด

ปัญหาในรูปแบบที่ 8 ให้ข้อมูลบางส่วน ใช้วิธีที่ต่างจากเดิมในการแก้ปัญหาคำตอบมีหลายแนวทางตัวอย่างเช่น “ที่ประเทศบราซิลมีการค้นพบว่ายุงลายเป็นพาหะไวรัสสายพันธ์ใหม่ ท่านคิดว่าไวรัสถ้าแพร่ระบาดมายังประเทศไทยจะเกิดอันตรายหรือไม่ ? ถ้าเกิดอาการเป็นอย่างไร ? และจะรักษาได้อย่างไร?” การแก้ปัญหาในรูปแบบนี้คล้ายกับปัญหารูปแบบที่ 6 เพียงแต่ครูและนักเรียนต้องร่วมกันสืบค้นหาข้อมูลเพราะเป็นปัญหาใหม่ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าปัญหารูปแบบที่ 1 และ 2 เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนใช้ทักษะระดับพื้นฐานแก้ไขได้ แต่รูปแบบที่ 3 เป็นต้นไปต้องอาศัยทักษะและวิธีการที่ซับซ้อนขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบปัญหาที่ 5 ถึง 8 เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะหลายอย่างในการค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบและวิธีการยังจะไม่ชัดเจนในตอนแรก ข้อมูลที่ใช้อาจยังไม่เพียงพอนักเรียนจำเป็นต้องกำหนดกรอบประเด็นปัญหาโดยทดลองหรือการสืบค้นแนวคิดทฤษฎีเพิ่มเติมและใช้เวลานานกว่าจะแก้ปัญหาได้สำเร็จ (Wood. 2006: 99-100)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการแก้ปัญหามี 2 ประเภทคือปัญหาที่มีโครงสร้างสมบรูณ์คือมีข้อมูลและรู้วิธีการแก้ปัญหามีคำตอบชัดเจน และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบรูณ์เป็นปัญหาที่อาจมีข้อมูลเพียงบางส่วนหรือวิธีแก้ปัญหาไม่แน่ชัดหรือคำตอบอาจมีหลายแนวทางผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยทักษะที่ซับซ้อน และสืบค้นแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อมาช่วยในการแก้ปัญหา

สำหรับในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยนำปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นสถานการณ์ในการวิจัยและใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สำหรับการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายในการแก้ปัญหาชัดเจนโดยปัญหาจะเป็นแบบที่ 3 และ 4 ตามแนวคิดของ Wood เป็นรูปแบบปัญหาที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไปเพื่อให้เหมาะกับพัฒนาการของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ยังมีประสบการณ์และทักษะการแก้ปัญหาไม่มากนัก ส่วนกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดของนักวิจัยและนักวิชาการในลำดับต่อไป

2.1.4 กระบวนการแก้ปัญหา

โดยปกติมนุษย์จะมีวิธีการแก้ปัญหาอยู่หลายวิธีตามประสบการณ์ของตนเองซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายที่สุดคือการลองผิดลองถูกแต่ปัจจุบันสังคมมีปัญหาเกิดขึ้นมากมายและส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดจึงเป็นการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักและจากการศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหาพบว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหานั้นๆ แต่สิ่งที่เหมือนกันคือ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน มีนักวิชาการหลายคนได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

Weir (1974: 16-18) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติที่ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและทำงานที่แน่นอนได้ดีดังนี้ 1) ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาหมายถึงความสามารถในการบอกปัญหาวิธีการภายในขอบเขตที่กำหนด 2) ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาหมายถึงความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็น ไปได้ข้องปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด 3) ขั้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน คือความสามารถ ในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 4) ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึงความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

Beecroft et. al. (2003: 17-19) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนเช่นเดียวกันคือ 1) ขั้นนิยามปัญหาเป็นการวินิจฉัยสถานการณ์ต่างๆอาจเขียนแผนผังข้อสรุปประเด็นปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยมุ่งเน้นไปที่สาเหตุของปัญหา 2) กำหนดทางเลือกในการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการพิจารณาทางเลือกหลายๆทางและทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกนั้นอย่างสมเหตุผล 3) ประเมินทางเลือกที่กำหนดไว้โดยต้องคำนึงถึงผลกระทบว่าจะไม่เกิดปัญหาต่อเนื่องเมื่อเลือก

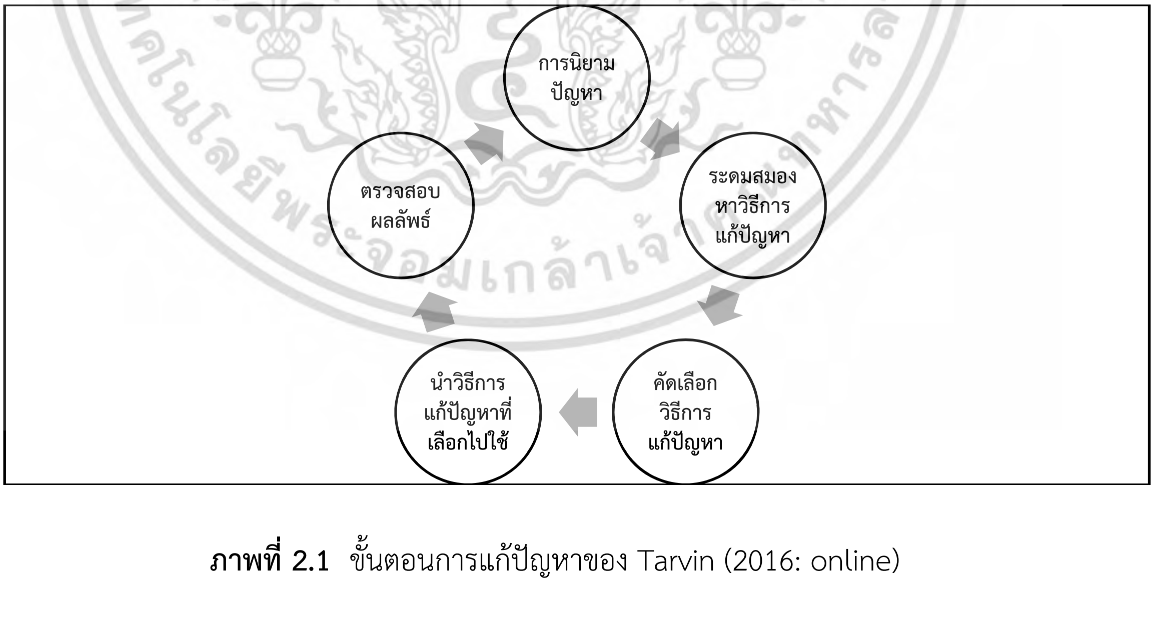
เอกสารนี้เ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเลือกนั้นและเป็นทางเลือกที่ทุกคนในกลุ่มยอมรับ 4) ดำเนินการติดตามการแก้ปัญหาพร้อมตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเปรียบกับผลการแก้ปัญหากับผลที่ได้คาดหวังจนปัญหาได้รับการแก้ไข

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนคล้ายคลึงกันแต่แตกต่างกันที่รายละเอียด คือ การแก้ปัญหาเริ่มต้นที่ขั้นตอนของการกำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจนโดยผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความพร้อมในการแก้ปัญหาและเผชิญกับการแก้ปัญหาหลังจากนั้นจึงทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและดำเนินการตรวจสอบข้อมูลไปทีละเรื่องจนสามารถหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างเหตุและผลได้ชัดเจน ส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผลคือการค้นพบสาเหตุของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่อย่างแท้จริงได้ทำการแก้ไขแล้วรวบรวมไว้เป็นความรู้ประสบการณ์ตลอดจนสามารถตั้งเป็นกฎเกณฑ์ต่างๆขึ้นมาใช้ต่อไป นอกจากนั้นยังมีนักวิชาการทางการศึกษาหลายคนที่พยายามเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายมากขึ้นดังเช่น

Srinivas (2016: online) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) การนิยามปัญหาคือเป็นการกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขโดยระบุผลลัพธ์ที่ต้องการ 2) การวิเคราะห์ปัญหาเป็นการทำความเข้าใจในปัญหาที่ต้องการแก้ไขและตรวจสอบสิ่งที่เกี่ยวข้อง 3) การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาเป็นการค้นหารายละเอียดและมองหาแนวทางที่เป็นไปได้ทุกแนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ 4) การวิเคราะห์การแก้ปัญหาเป็นการตรวจสอบศักยภาพมองหาข้อเด่นข้อด้อยในแต่ละวิธีของวิธีแก้ปัญหาต่างๆที่ได้สืบค้นมา 5) การเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการแก่ปัญหาหมายถึงการคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นได้และมีศักยภาพมากที่สุดและ 6) การวางแผนนำแนวทางที่เลือกไปใช้แก้ปัญหาเป็นการนำวิธีแก้ปัญหาที่คัดสรรมาลงมือปฏิบัติจริงเพื่อค้นหาคำตอบ

กระบวนการแก้ปัญหาของ Tarvin (2016: online) มี 5 ขั้นตอน แสดงได้ดังแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Tarvin (2016: online)

สุวิทย์ มูลคำ (2551: 27-28) ระบุว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหามีทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาเป็นการทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นและสร้างขอบเขตของปัญหา 2) การตั้งสมมุติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหาเป็นการนำความรู้และประสบการณ์มาใช้ในการคาดเดาคำตอบของปัญหาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

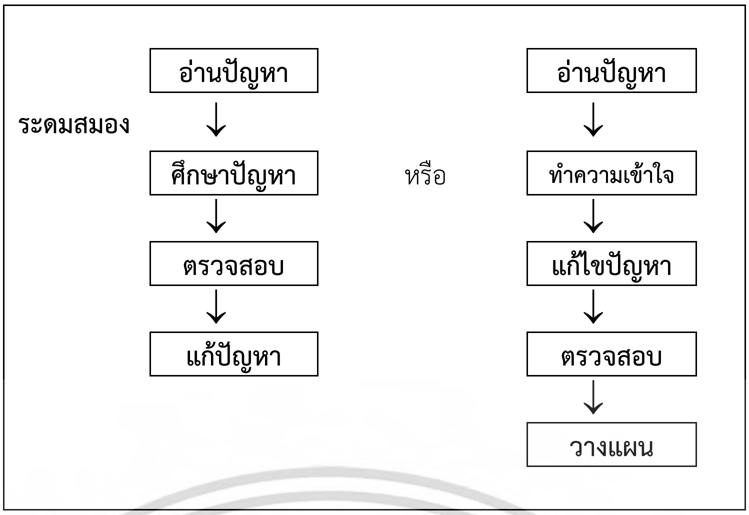
ล่วงหน้าซึ่งควรตั้งสมมุติฐานไว้มากกว่า1ข้อ 3) การวางแผนแก้ปัญหาเป็นการคิดวิธีการในการแก้ปัญหาโดยมีการวางแผนการไว้เป็นลำดับขั้นตอน 4) การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติหรือลงมือแก้ไขปัญหาตามที่วางแผนไว้ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมุติฐานเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและนำไปสู่การหาคำตอบให้กับปัญหาหรือการหาคำตอบให้กับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ 6) การสรุปผล เป็นการประเมินผลของการแก้ปัญหาสรุปผลคำตอบพร้อมทั้งเป็นการนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหาไปใช้เป็นแนวทาง ในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 110) ที่ระบุว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนเช่นกัน แต่มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนต่างกันดังนี้ 1) ขั้นตระหนักรู้ปัญหา เป็นขั้นตื่นตัวและตระหนักรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล/ขั้นค้นหาสาเหตุของปัญหาเป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งที่เกิดความวิตกกังวล สับสนวุ่นวายใจจะต้องค้นหาเก็บรวบรวมข้อมูลค้นคว้าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้มากที่สุด 3) ขั้นกำหนด/ระบุปัญหาเป็นขั้นที่สวามารถระบุได้ว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริงซึ่งจะต้องใช้ความรู้ทักษะการวิเคราะห์และการสังเคราะห์เข้ามาร่วมด้วย 4) ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่คิดค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้ได้มากมายหลายๆวิธี 5) ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาข้อสรุปว่าจากแนวทางหลายๆทางในการแก้ปัญหานั้นแนวทางใดเหมาะสมที่สุด 6) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ชี้ให้เห็นว่าการตัดสินใจมีความถูกต้องเหมาะสมสามารถนำเอาวิธีการที่เลือกนั้นไปปฏิบัติและปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาสำหรับ

Williams & Carey (2016) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาออกเป็น 6 ขั้นตอนเช่นกันซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นระบุปัญหาเป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหาที่สนใจ 2) กำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ต้องการ 3) ระดมสมองเพื่อค้นหาข้อคิดเห็นจากปัญหาจากมุมมองของผู้อื่นซึ่งอาจได้ข้อคิดดีๆจากมุมมองนั้น 4) เลือกวิธีการแก้ปัญหาเป็นการประเมินเพื่อเสาะหาวิธีแก้ปัญหาที่มีศักยภาพ 5) กำหนดรายละเอียดในการแก้ปัญหาเป็นการวางแผนการแก้ปัญหาโดยช่วยกันกำหนดรายละเอียดต่างๆที่จำเป็น 6) ตรวจสอบและแก้ไขเป็นการตรวจสอบแผนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้เพื่อปรับปรุงหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด

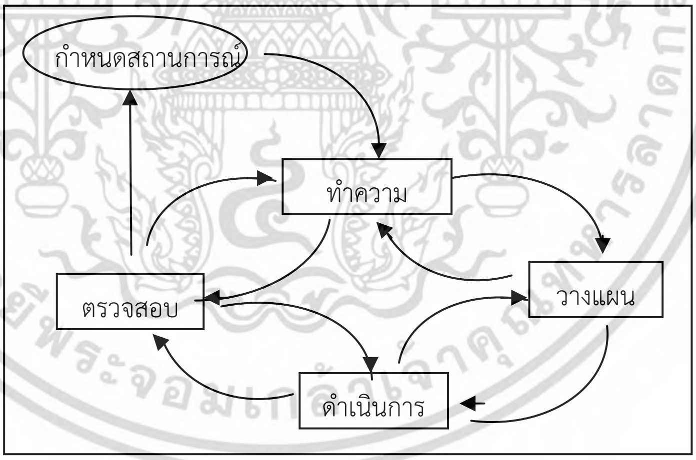
จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่ามีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาแนวเส้นตรง คือไม่ได้มีการระบุถึงแนวทางของการกลับไปแก้ปัญหาเมื่อการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ Wilson et al. (1993: 57-78) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าโดยทั่วไปการนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาจะนำเสนอเป็นขั้นๆในลักษณะการแก้ปัญหาแนวตรงดังภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 รูปแบบเส้นตรงที่มีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหา
ที่มา: Wilson et al. 1993:57-78)

จะเห็นว่ารูปแบบเส้นตรงเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติและอย่างไรก็ตามกระบวนการแก้ปัญหาแบบเส้นตรงนี้แสดงให้ความสำคัญเพียงคำตอบเท่านั้นทำให้ Wilson เห็นข้อบกพร่องดังที่กล่าวมาพวกเขาจึงได้นำกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya มาปรับปรุงโดยนำเสนอในรูปแบบแก้ปัญหาใหม่ที่มีลักษณะเป็นกรอบแนวคิดแบบพลวัตดังภาพที่ 2.3

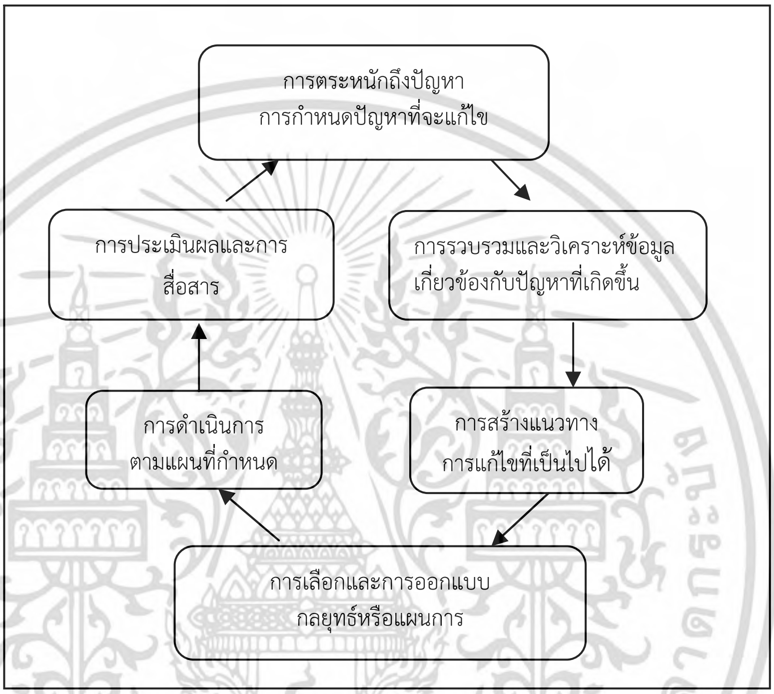


ภาพที่ 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต
ที่มา: Wilson et al. 1993:57-78)

จากภาพที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าผู้แก้ไขปัญหาเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา หรือหากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาก็สามารถที่จะย้อนกลับไปยังขั้นตอนเดิมได้โดยจะเห็นว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบเป็นแนวตรงดังรูปแบบเดิมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Llewellyn (2002: 87-89) ที่เสนอการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นวงจรการแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการตระหนักถึงปัญหาและการกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่จะแก้ไขซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการแสดงการคิดถึงปัญหาที่ต้องแก้ไขและต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและสามารถเข้าใจง่ายจากนั้นจึงมีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้ความคิดและทักษะในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและหาทางแก้ไขที่เป็นไปได้และเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด มีการวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมถึงอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นสุดท้ายคือการประเมินผลการแก้ปัญหาและการสื่อสารซึ่งเป็นการทบทวนข้อมูลที่เก็บรวบรวมและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สำหรับการแก้ปัญหาเมื่อไม่ประสบความสำเร็จผู้ดำเนินการสามารถกลับไปดำเนินการใหม่ได้ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 วงจรการแก้ปัญหา (Llewellyn. 2002: 89)
ที่มา: Llewellyn. 2002: 89)

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาก็คือการกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาซึ่งนักวิชาการมีความเห็นแตกต่างกันไปในรายละเอียด แต่ในภาพรวมจะเห็นได้ว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหามีลักษณะคล้ายคลึงกันเช่น การกำหนดสถานการณ์ การตระหนักถึงปัญหา และกำหนดปัญหา ความหมายโดยรวมก็คือการระบุขอบเขตของปัญหาให้มีความชัดเจนลงไปว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร มีขอบเขตไม่กว้างจนเกินไปและเป็นขั้นที่ต้องกระทำเป็นอันดับแรก ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า ขั้นกำหนดปัญหา เมื่อกำหนดปัญหาได้ชัดเจนแล้ว ขั้นต่อไป เป็นการหาสาเหตุของปัญหาด้วยการสืบค้นข้อมูล และแยกแยะ จัดกลุ่มหรือเรียงลำดับ เพื่อพิจารณาว่าสิ่งใดน่าจะเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้คืออะไร ขั้นนี้คือขั้นวิเคราะห์ปัญหา ต่อมาก็ค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายๆ แนวทาง และพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุด ขั้นที่คือขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นสุดท้ายเป็นการดำเนินการแก้ปัญหาตามทางเลือกนั้นตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งตรวจสอบและประเมินว่าผลการแก้ปัญหานั้นตรงกับสาเหตุของปัญหาหรือไม่ หรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกัยปัญหาที่ได้กำหนดขอบเขตไว้หรือไม่ ตรงกับความคาดหวังหรือประเด็นปัญหาตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่ หากไม่ใช่คำตอบที่แท้จริงแนวทางใดที่สามารถให้คำตอบได้ตรงกับความต้องการ เรียกขั้นตอนนี้ว่า ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษา / ขั้นตอน	Srinivas (2016: online)	Weir (1974: 16-18)	Beecroft et al. (2003: 17-19)	Tarvin (2016: online)	Llewllyn (2002: 87-89)	Williams & Carey (2016:online)	สุคนธ์ สินธพานนท์ (2550 : 145)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 10)	สุวิทย์ มูลคำ (2551: 27-28)	ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 110)	Wilson et al. (1993: 57-78)	แนวคิดที่ในงานวิจัยในครั้งนี้
กำหนดสถานการณ์											√	ขั้นกำหนดปัญหา
ตระหนักถึงปัญหา					√					√	√	
กำหนดปัญหา	√	√	√	√		√	√	√	√	√		
ตั้งสมมุติฐาน	√							√	√			ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
ระบุสาเหตุ							√					
รวบรวมข้อมูล	√			√		√		√	√	√		
วิเคราะห์ปัญหา	√	√	√		√			√	√			
เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	√	√	√	√	√		√		√	√	√	ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหา
ดำเนินการตามแผนที่กำหนด	√			√	√					√	√	ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา
ตรวจสอบการแก้ปัญหา		√	√	√		√	√		√	√	√	
สรุปผล					√			√	√			
ประเมินผล						√		√				

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เสนอมาทั้งหมดนี้มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อสรุปออกมาเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาแล้วพบว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกันคือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขั้นกำหนดปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหาสร้างขอบเขตของปัญหาและต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหาหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแล้วพบว่า แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยาก สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถหรือพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้และเหมาะต่อการนำไปใช้ในการวัดทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาในส่วนของการวัดทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่สำคัญหลายประเด็นที่แตกต่างจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป ซึ่งผู้วิจัยได้สืบค้นรายละเอียดรูปแบบการวัดทักษะการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบจากนักวิจัยและนักการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1.5 การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความซับซ้อนในการปัญหาหนึ่งๆต้องใช้ทักษะการคิดระดับสูงเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหากเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนข้อมูลไม่เพียงพอและมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายแนวทางการแก้ปัญหาก็ยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นลำดับดังนั้นการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมจึงจะสามารถประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตามข้อเท็จจริง

2.1.5.1 หลักการวัดและประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา

โดยหลักการของการประเมินผลตามสภาพจริงนั้นจะเน้นการวัดประเมินพฤติกรรมจากการปฏิบัติที่นักเรียนแสดงออกมาเพราะสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติออกมาได้นั้นย่อมเป็นผลรวมเบ็ดเสร็จของหลายสมรรถภาพหลายพฤติกรรมที่มีอยู่ภายในตัวของนักเรียน โดย ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2549) (อ้างใน บรรดล สุขปิติ. 2559: 11-12) ได้เน้นย้ำว่าการวัดความสามารถโดยใช้แบบทดสอบนั้นเป็นการวัดความสามารถการแก้ปัญหาในกระดาษ ซึ่งสภาพ การณ์ ของการประเมินเช่นนี้มีความสมจริงต่ำมาก การให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการตอบในกระดาษ คำตอบนั้นนักเรียนจะใช้ความคิดเป็น ส่วนใหญ่ยังไม่ถึงขั้นการปฏิบัติจริง และอาจเรียกได้เพียงว่า“เป็นการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา” ไม่ใช่การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติจริง รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจึงอาจขยายความเกี่ยวกับระดับการวัดของการปฏิบัติเป็นดังนี้

ระดับที่ 1 การแก้ปัญหาในกระดาษเป็นการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนตอบในกระดาษคำตอบซึ่งจะตั้งโจทย์ปัญหาจำลองขึ้นแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหานั้นทั้งนี้โดยเน้นพฤติกรรมด้านทักษะและการประยุกต์ใช้ตามแนวคิดสภาพการณ์ของการทดสอบแบบนี้จะมีความสมจริงต่ำมากนักเรียนใช้ความคิดเป็นส่วนใหญ่ยังไม่ถึงขั้นการปฏิบัติจริงแบบทดสอบระดับนี้เรียกว่าเป็นแบบทดสอบการปฏิบัติการแก้ปัญหาในกระดาษ หรือเป็นแบบทดสอบวัดความคิดในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่ 2 การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน เป็นการทดสอบจากสถานการณ์ปัญหาจริง แต่ทดสอบทีละส่วนทีละทักษะเพื่อให้มั่นใจว่าพฤติกรรมหรือทักษะนั้นๆโดยการให้นักเรียนปฏิบัติหรือการให้บอกว่าสิ่งของหรือเครื่องมือที่ใช้การแก้ปัญหาเฉพาะส่วนนี้ถือว่ายังไม่ถึงขั้นการแก้ปัญหาจริง

ระดับที่ 3 การแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามที่เคยเรียนมาแล้วนักเรียนจะใช้ความสามารถหรือทักษะที่เคยฝึกไว้แล้วมาแก้ปัญหาการปฏิบัติงานนั้นในลักษณะของการเลียนแบบการทดสอบในระดับนี้มีความจำเป็นมากสำหรับการปฏิบัติงานที่มีลักษณะเสี่ยงอันตรายเช่นการใช้เครื่องมือที่มีอันตรายการหัดขับรถตัวอย่างที่ชัดเจนมากในกรณีนี้คือ การฝึกหัดนักบินอวกาศที่จะต้องให้นักบินผ่านขั้นตอนการปฏิบัติเหมือนขณะอยู่ในอวกาศแต่เป็นการแก้ปัญหาในหุ่นจำลองหรือยานอวกาศจำลอง (Simulated Module) ซึ่งถ้ายังไม่แน่ใจก็จะไม่สามารถปล่อยออกไปปฏิบัติงานจริงได้หรือในกรณีนักศึกษาแพทย์ที่จะต้องฝึกฉีดยาผ่าตัดกับหุ่นจำลองและศพแล้วจึงจะเป็นผู้ช่วยแพทย์และเป็นแพทย์ทำการผ่าตัดเองได้ในที่สุด

ระดับที่ 4 การแก้ปัญหาการปฏิบัติจากตัวอย่างงาน เป็นการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์จริงที่ยังมีอาจารย์คอยควบคุมดูแลอยู่การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้นักเรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริงๆ

ระดับที่ 5 การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริงเป็นการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงโดยตัวของนักเรียนเองซึ่งนักเรียนควรได้มีการบันทึกตรวจสอบการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานของตน เก็บข้อมูลเพื่อทำเป็นผลงาน ผลการสังเกตจากผู้สอนและเพื่อนๆ โดยรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบเรียกว่าแฟ้มสะสมงานดังภาพที่ 2.5

ระดับความเป็นจริง	กลวิธีการแก้ปัญหา
มีความเป็นจริงต่ำ (การประยุกต์ขั้นแรก) ↓	ระดับที่ 1 การแก้ปัญหาในกระดาษ ระดับที่ 2 การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน
การประยุกต์ขั้นกลาง ↓	ระดับที่ 3 การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง ระดับที่ 4 การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจากตัวอย่างงาน
มีความเป็นจริงสูง (การประยุกต์ขั้นสูง)	ระดับที่ 5 การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง

ภาพที่ 2.5 ความต่อเนื่องระดับความเป็นจริงของการประเมินผลการปฏิบัติ
(บรรดล สุขปิติ. 2559: 11)

จะเห็นว่าการแบ่งระดับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้นที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริงรองลงมาคือการปฏิบัติงานจากตัวอย่างงานการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลองและการแก้ปัญหาเฉพาะส่วนสำหรับการแก้ปัญหาในกระดาษนั้นสะท้อนถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างต่ำแต่ในสถานการณ์ชั้นเรียนจริงๆเลือกใช้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญหาในกระดาษด้วยแบบทดสอบโดยพยายามเขียนข้อคำถามให้ดีถามความคิดที่ลึกซึ้งและสัมพันธ์กับทักษะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงพยายามดัดแปลงปรับปรุงรูปแบบของข้อคำถามที่เคยใช้อยู่รวมทั้งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการในการสอบใหม่ๆการวัดความสามารถสำหรับการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบก็อาจเป็นวิธีการที่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นแม้โดยหลักการจะไม่ดีมากเหมือนการให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยลงมือปฏิบัติจริง (บรรดล สุขปิติ. 2559: 13)

อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถจะใช้การวัดพฤติกรรมโดยตรงได้แล้วก็ควรเลือกใช้แบบทดสอบ โดยยกเอาข้อความหรือเหตุการณ์ที่เป็นสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองมาเป็นต้นเรื่องแล้วตั้งคำถามด้วยชนิดและรูปแบบต่างๆให้นักเรียนพิจารณาและแก้ปัญหาไปตามสถานการณ์นั้นๆว่าจะทำอย่างไรหรือควรทำวิธีใดซึ่งถ้านักเรียนคนใดตอบถูกเราก็อนุมานได้ว่าถ้าเขาไปเผชิญกับปัญหาจริงในชีวิตแล้วเขาก็คงคิดและปฏิบัติในการแก้ปัญหาเหล่านั้นตามที่ตอบมาเพราะโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เรามักจะปฏิบัติตามวิธีการที่เคยรู้เคยเข้าใจมาก่อน

แบบทดสอบประเมินผลการแก้ปัญหาที่ดี ๆ ในปัจจุบันควรใช้แบบทดสอบในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาโดยหลีกเลี่ยงการใช้ข้อคำถามที่วัดความรู้ในลักษณะแยกส่วนที่เป็นข้อคำถามที่วัดข้อละประเด็นย่อยๆที่ไม่เกี่ยวกันและประการสำคัญไม่ควรถามเรื่องของวามรู้ความจำมากจนเกินไป

ดังนั้นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้นในบางกรณีหรือในบางสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาได้ก็มีความจำเป็นที่ต้องเลือกใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการประเมินทดแทนแต่ต้องสร้างให้มีคุณภาพดีเลือกใช้ข้อคำถามที่วัดความคิดที่ลึกซึ้งมีความสัมพันธ์กับทักษะในการแก้ปัญหาและปรับปรุงรูปแบบของข้อคำถามหรือเทคนิควิธีในการเขียนข้อคำถามแบบทดสอบประเมินผลการแก้ปัญหาที่ดี ๆ ในปัจจุบันควรใช้แบบทดสอบในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหา

2.1.5.2 รูปแบบและวิธีการของแบบทดสอบประเมินความสามารถแก้ปัญหา

การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปและการแก้ปัญหาสำหรับการปฏิบัติงานจริงมีมานานแล้วมีแบบทดสอบที่อยู่ในกลุ่มแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลายชนิดหลายรูปแบบและข้อคำถามในแบบทดสอบที่ใช้ก็มีหลากหลายทั้งรูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบรูปแบบปรนัยชนิดถูกผิดหลายตัวเลือกรูปแบบอัตนัยชนิดเติมข้อความหรือบรรยายเป็นความเรียงโดยแบบทดสอบแต่ละชนิดหรือรูปแบบข้อคำถามแต่ละรูปแบบก็จะมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกันผู้ประเมินจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แบบทดสอบที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำคัญมี 6 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบการจัดการปัญหา
รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ
รูปแบบที่ 3 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย
รูปแบบที่ 4 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบอัตนัยประยุกต์
รูปแบบที่ 5 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัยประยุกต์
รูปแบบที่ 6 แบบทดสอบการวัด 3 ขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2.1 แบบทดสอบการจัดการปัญหา

แบบทดสอบการจัดการปัญหา(Management Problem)เป็นแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบแบบถูกผิดหลายตัวเลือกหรือคล้ายกับแบบสำรวจรายการ (Checklist) กล่าวคือแบบทดสอบจะกำหนด“สถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้และมีข้อคำถามในลักษณะที่ให้เลือกว่าในการแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นนั้นท่านจะปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติโดยกำหนดรายการที่เป็นการปฏิบัติให้พิจารณาหลาย ๆ รายการ

แบบทดสอบการจัดการปัญหานี้ไม่ใช่แบบทดสอบที่มีข้อคำถามแบบถูกผิดตามปกติธรรมดาที่ถามความรู้ความจำตามเนื้อหาหรือสรุปมาจากตำราซึ่งจะใช้ความสามารถทางสมองเพียงการระลึกได้ของเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมาเท่านั้นแต่แบบทดสอบที่เรียกชื่อว่าแบบทดสอบการจัดการปัญหานี้จะใช้ความสามารถทางสมองขั้นสูงเพื่อวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกปฏิบัติตามตัวเลือกใดเพื่อการแก้ปัญหาโดยสามารถจะเลือกตอบได้มากเท่าที่พิจารณาแล้วเห็นว่าจำเป็นต้องปฏิบัติซึ่งลักษณะสำคัญของแบบทดสอบการจัดการปัญหามีดังนี้ (Wenk. 1981: 226 อ้างใน อาภรณ์ ชูดวง. 2535: 24)

1. แบบทดสอบการจัดการปัญหาใช้สถานการณ์จำลองที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงาน

2. ชุดคำถามและตัวเลือกตอบตามความเกี่ยวเนื่องของการตัดสินใจกระทำตั้งแต่เริ่มเผชิญปัญหาโดยจัดรายการตัวเลือกตอบไว้ให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่ผู้ตอบต้องการเลือก

3. มีการให้เหตุผลที่ได้จากการเลือกตัวเลือกนั้นๆ ในลักษณะที่คล้ายจริง

4. ใช้เกณฑ์การยอมรับของผู้เชี่ยวชาญตัดสินให้คะแนนการเลือกของผู้ตอบโดยพิจารณาจากกิจกรรมในแต่ละตัวเลือกและกำหนดค่าคะแนนประจำแต่ละตัวเลือก

5. ตัดสินความสามารถของผู้ตอบจากดัชนีต่าง ๆ คือ

5.1 ดัชนีประสิทธิภาพ

5.2 ดัชนีความคล่องและ

5.3 ดัชนีความสามารถ

จากแบบทดสอบการจัดการปัญหาที่ได้กล่าวมานี้แม้ว่านักเรียนจะใช้ความสามารถทางสมองในระดับสูงและอาศัยสถานการณ์ในการตั้งชุดคำถามแต่การตอบคำถามของนักเรียนยังต้องอาศัยตัวเลือกที่ผู้ตั้งคำถามสร้างขึ้นเป็นชุดคำตอบจึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการสอบเนื่องจากการเดาจากชุดคำตอบการแนะคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ขาดสาระสนเทศในการคิดแก้ปัญหาและไม่ทราบวิธีการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

2.1.5.2.2. แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ

ข้อคำถามแบบเลือกตอบจะเป็นข้อคำถามที่นิยมใช้กันมากในการสร้างแบบทดสอบเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพราะข้อคำถามแบบเลือกตอบมีจุดเด่นอยู่หลายประการที่สำคัญได้แก่

1. ถามได้เป็นจำนวนมากข้อจึงมีความครอบคลุมเนื้อหาได้อย่างกว้างขวาง

2. การตรวจง่ายและมีความเป็นปรนัยใช้เวลาตรวจน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้ได้กับการประเมินที่มีผู้เข้ารับการสอบวัดเป็นจำนวนมาก(และมีเวลาตรวจน้อย)

4. สามารถจะคัดเลือกข้อคำถามที่วิเคราะห์แล้วมีคุณภาพดีเก็บเอาไว้ใช้ได้อีกในโอกาสต่อไป แต่อย่างไรก็ตามข้อคำถามแบบเลือกตอบก็มีข้อจำกัดหรือจุดอ่อนที่สำคัญคือ

4.1 การมีตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะคำตอบให้กับนักเรียน

4.2 เดาได้ง่ายเดาแล้วมีโอกาสได้คะแนนค่อนข้างสูงคะแนนที่สอบได้จึงไม่แน่ว่าเป็นการสะท้อนถึงความรู้ความสามารถที่มีอยู่จริงในตัวนักเรียน

4.3 ขาดสารสนเทศที่สำคัญคือไม่รู้ว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการแก้ปัญหา

4.1 ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆหรือความคิดริเริ่ม ความคิดที่ซับซ้อน

1. ลักษณะของแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้ประเมินความสามารถในแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบนั้นในสมัยก่อนจะใช้ข้อคำถามเดี่ยวที่แยกถามความรู้ความคิดเป็นส่วนๆโดยเลือกใช้ข้อคำถามในกลุ่มนำไปใช้แต่ก็อาจมีข้อคำถามในลักษณะการวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินค่าเพราะมีความเชื่อว่าความสามารถในแก้ปัญหาจะใช้ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ประการ (Mcguire. 1963 อ้างใน พวงแก้ว ปุณยกนก. 2531:) แต่อย่างไรก็ตาม Quellmalz (1985: 29) ได้ให้ข้อสังเกตว่าการใช้ข้อคำถามวัดความรู้แยกเป็นส่วนๆ ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในปัจจุบันการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบได้ปรับเปลี่ยนมาใช้แบบทดสอบแบบกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วถามด้วยข้อคำถามแบบเลือกตอบหลายๆ ข้อเพื่อวัดความสามารถตามประเด็นที่เชื่อว่าเป็นขั้นตอนของกระบวนการในการแก้ปัญหา เช่น หากมีความเชื่อในกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็จะถามคำถามเพื่อวัดความสามารถตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ถามให้ระบุปัญหา

1.2 ถามให้กำหนดสมมติฐาน

1.3 ถามให้ระบุข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้

1.4 ถามวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และ

1.5 ถามผลสรุปที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

อีกทางเลือกหนึ่งก็คือใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Guildford (1971: 12) ก็จะถามคำถามเพื่อวัดความสามารถ 5 ประการได้แก่

1. ถามให้ระบุปัญหาที่แท้จริง
2. ถามให้วิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ถามให้เสนอแนวทางแก้ปัญหา
4. ถามให้ตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา
5. ถามให้นำวิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้

จะเห็นว่าแนวคิดของการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นกรณีศึกษาโดยสถานการณ์ที่กำหนดเป็นต้นเรื่องของปัญหานั้นควรเป็นเรื่องจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริงและสอดคล้องสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ของสาขาวิชา เช่น ถ้าเป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์แล้วสถานการณ์ก็จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถ้าเป็นแบบทดสอบเพื่อการแก้ปัญหาของนักศึกษาแพทย์แล้วสถานการณ์ก็จะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพของผู้ป่วย

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาในปัจจุบันจะมีลักษณะเป็นชุดหรือเป็นตอนโดยในแต่ละตอนจะกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้แล้วมีข้อคำถามหลายๆข้อเพื่อวัดความสามารถในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการในการแก้ปัญหาตามแนวคิดทฤษฎีที่ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวคิดทั้งนี้ก่อนที่จะลงมือเขียนสถานการณ์และข้อคำถามนั้นจำเป็นจะต้องมีความชัดเจนเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2. การตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบสำหรับการตรวจให้คะแนนนั้นเนื่องจากข้อคำถามของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบดังนั้นการตรวจให้คะแนนจึงใช้ระบบ 1-0 ตามปกติกล่าวคือถ้าข้อใดตอบถูกจะได้1คะแนน แต่ถ้าข้อใดตอบผิดก็จะได้ 0 คะแนนแล้วนับรวมข้อคำถามที่ตอบถูกซึ่งจำนวนข้อคำถามที่ตอบถูกนี้จะเป็นคะแนนที่สอบได้

แต่อย่างไรก็ตามยังมีแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีวิธีการตรวจให้คะแนนที่ต่างออกไปเช่นครูผู้สร้างแบบทดสอบมีความเชื่อว่ากระบวนการแก้ปัญหาจะอาศัยทักษะความคิดในแต่ละตอนหลายข้อที่ต่อเนื่องกัน (ตามทักษะกระบวนการแก้ปัญหา) ดังนั้นการตรวจให้คะแนนจึงต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องตามลำดับของการคิดแก้ปัญหา การตรวจให้คะแนนจึงเริ่มตรวจข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นตอนแรกก่อน ถ้าตอบถูกก็จะตรวจให้คะแนนกับข้อคำถามข้อต่อไปและนับคะแนนเพิ่มขึ้นตามจำนวนข้อที่ตอบถูก แต่ถ้าหากพบคำตอบผิดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็จะยุติการตรวจสำหรับข้อคำถามในสถานการณ์นั้นทันที โดยจะไม่ตรวจให้คะแนนกับข้อคำถามที่ตามมาแม้ว่าจะมีคำตอบที่ตอบถูกก็ตาม

3. กระบวนการในการสร้างแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบกระบวนการในการสร้างแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างแบบทดสอบโดยทั่วไป กล่าวคือมีการดำเนินการเป็น 3 ระยะได้แก่

ระยะที่ 1 การเตรียมการก่อนเขียนข้อคำถามซึ่งจะต้องมีการกำหนดที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงว่าจะสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอะไรหรือในวิชาใดพร้อมทั้งมีการวิเคราะห์หลักสูตรหรือแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดให้ชัดเจนพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน (ควรเขียนให้อยู่ในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการ) กรอบแนวคิดในการประเมิน (ระบุว่ายึดถือแนวคิดทฤษฎีในการแก้ปัญหาของใคร) โครงสร้างของแบบทดสอบลักษณะเฉพาะของข้อคำถามที่ใช้จำนวนข้อคำถามและอื่นๆ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบความเหมาะสมของแนวคิดในการประเมินโครงสร้างของแบบทดสอบและลักษณะเฉพาะของข้อคำถามที่จะใช้ โดยวิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาวิพากษ์และให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ระยะที่ 2 การลงมือเขียนข้อคำถามเป็นการเขียนข้อคำถามตามลักษณะเฉพาะของข้อคำถาม ตามโครงสร้างของแบบทดสอบพร้อมทั้งจัดทำคำเฉลยและคำชี้แจงของแบบทดสอบในระยะนี้จะได้แบบทดสอบฉบับร่าง

ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบฉบับร่างและปรับปรุงแก้ไขเป็นการนำแบบทดสอบฉบับร่างไปตรวจสอบคุณภาพซึ่งมีการดำเนินการ 2 ลักษณะคือ การตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้เชี่ยวชาญและการตรวจสอบคุณภาพโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่คล้ายคลึงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบประเมินแก้ปัญหาแบบเลือกตอบยังมีข้อด้อยเช่นเดียวกันกับแบบจัดการปัญหากล่าวคือคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนจากนักเรียนที่เกิดจาก การแนะคำตอบ การเดาคำตอบ ขาดข้อมูลแสดงที่วิธีคิดแก้ปัญหา และการคิดที่ซับซ้อน

2.1.5.2.3 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย

ด้วยความตระหนักถึงจุดอ่อนของการใช้ข้อคำถามแบบจัดการกับปัญหาและแบบเลือกตอบสำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาตามที่กล่าวมาแล้ว คือ

(1) การมีตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะคำตอบให้กับนักเรียน

(2) ทำให้เดาได้ง่ายเดาแล้วมีโอกาสได้คะแนนสูง

(3) ไม่ทราบว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการแก้ปัญหา

(4) ไม่เหมาะที่จะวัดความสามารถในการคิดที่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในการแก้ปัญหาในสภาพชีวิตจริงคงไม่มีการกำหนดตัวเลือกให้นักเรียนต้องหาวิธีการแก้ปัญหาเอง

Gronlund and Linn (1990: 93-97) สรุปว่ารูปแบบของข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินทักษะการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะของพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับสูงและมีลักษณะซับซ้อนได้ดีคือข้อคำถามแบบอัตนัย

Quellmalz (1985: 48) ให้ข้อสังเกตว่าแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดในระดับสูงนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญาของสถานการณ์ที่กำหนดควรเป็นปัญหาสำคัญที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้บ่อยๆ ในชีวิจริง

2. วัดทักษะรวมไม่ใช่แยกวัดเป็นส่วน ๆ

3. มีทางเลือกในการตีความหรือการตัดสินใจแก้ปัญหา

4. เป็นคำถามเปิดสำหรับให้อธิบายเหตุผล

5. เป็นคำถามในเชิงเชื่อมโยงความคิดหรือการสรุปทั่วไป

6. วัดทักษะทางการคิดขั้นสูง เช่นให้วางแผนให้บอกกระบวนการแก้ปัญหาให้คิดต่อไปว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็นต้น

รูปแบบของแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยควรมีลักษณะเป็นกรณีศึกษาเช่นเดียวกับแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น กล่าวคือ แบบทดสอบจะแบ่งออกเป็นตอนๆโดยในแต่ละตอนจะมีสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามลักษณะของเนื้อหาวิชาแล้วมีข้อคำถามแบบอัตนัยหลายๆข้อตามหลักการหรือแนวความเชื่อเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ครูผู้ออกข้อสอบยึดถือ

แม้ว่าส่วนดีของการใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยคือสามารถวัดความสามารถของนักเรียนในการเสนอข้อคิดเห็นการเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงการแสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะกระบวนการแต่จุดอ่อนของการใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยก็คือการตรวจให้คะแนนเพราะข้อคำถามแบบอัตนัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนคำตอบเองจึงทำให้นักเรียนมีอิสระที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเขียนคำตอบด้วยถ้อยคำสำนวนของตนเองอย่างอิสระและคำตอบที่ถูกก็อาจมีหลายทางเลือกที่เป็นไปได้การตรวจคำตอบของข้อคำถามแบบอัตนัยจึงต้องใช้เวลามากยุ่งยากและการให้คะแนนไม่ค่อยคงที่ไม่มีความเป็นปรนัย

Hopkins (1990: 144), Flateby (2016: 4-7) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจให้คะแนนของข้อคำถามแบบอัตนัยจะมี 2 ประการคือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานของครูผู้ตรวจแต่ละคนกับการกระจายของคะแนนในการตรวจของรูอีกด้วยเพราะครูบางคนตรวจให้คะแนนโดยมีพิสัยของคะแนนน้อยแต่ครูบางคนตรวจให้คะแนนโดยมีพิสัยของคะแนนมาก

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นจะต้องมีแนวทางในการตอบที่เป็นไปได้พร้อมกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งเรียกว่า การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Scoring Rubric) (Hafner & Hafner. 2003: 1511-1513) นั่นคือเกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครูหรือผู้ประเมินที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่นักเรียนได้พยายามสร้างขึ้นการประเมินผลงานของนักเรียนจะมี 2 ลักษณะคือผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียนและกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงานจะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ผู้ประเมินจะต้องตัดสินคุณภาพของผลงานหรือกระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละคนที่มีระดับที่แตกต่างกันหลายระดับระดับที่แตกต่างกันอาจจะเป็นระดับคุณภาพของชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้นหรือระดับของกระบวนการต่าง ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนได้ใช้เพื่อให้เกิดผลงาน โดยปกติจะใช้ รูบริกส์ในการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติแต่การปฏิบัติงานที่มีซับซ้อนผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลายๆ ส่วนของการปฏิบัตินั่นคือผู้ประเมินจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่มากมายเพื่อให้เหมาะกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกันหรือเหมาะกับแต่ละส่วนของการปฏิบัติงานการให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ1-4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุดเลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมาคุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบายรูบริกส์ ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในระดับนั้น (Jonsson & Svingby. 2007: 130-144)

การประเมินศักยภาพของนักเรียนโดยให้ลงมือปฏิบัตินั้นไม่มีคำเฉลยหรือคำตอบถูกที่แน่ชัดลงไปเหมือนแบบทดสอบเลือกตอบการประเมินผลงานแต่ละชิ้นของนักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินคุณภาพของงานอย่างเป็นปรนัยซึ่งมันเป็นการยากที่จะทำได้การให้คะแนนหรือ รูบริกส์ จึงมีขึ้นมาเพื่อกำหนดแนวทางในการตัดสินอย่างยุติธรรมและปราศจากความลำเอียง Rubricจะต้องมีความชัดเจนในเกณฑ์การให้คะแนน มีความน่าเชื่อถือตัวอย่างเช่นผู้ประเมิน 2 คนสามารถใช้รูบริกส์ เดียวกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนชิ้นเดียวกันแล้วให้คะแนนได้ตรงกัน การให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คนที่ประเมินอย่างเป็นอิสระจากกันจะมีความเชื่อมั่น (Reliability) ของการประเมิน (Rezaei & Lovorn. 2010: 26-30) โดยมีองค์ประกอบของเกณฑ์การให้ คะแนน (Scoring Rubric) หลายองค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบจะต้องคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้ (Moskal. 2000: online)

1. มีอย่างน้อย 1 คุณลักษณะหรือ 1 มิติที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินนักเรียน

2. นิยามและยกตัวอย่างมีความชัดเจนในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การให้คะแนนเป็นอัตราส่วนกันในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

4. มีมาตรฐานที่เด่นชัดในแต่ละระดับของการให้คะแนน

ในแต่ละระดับการให้คะแนนจะต้องมีความชัดเจนในการนิยามและความกว้างของระดับคะแนนไม่ควรเกิน 6 ถึง 7 ระดับถ้ามีระดับของการให้คะแนนกว้างมากเกินไปจะมีความลำบากในการตัดสินความแตกต่างในแต่ละระดับเช่นความกว้างคะแนนเป็น100 ทำให้ยากที่จะอธิบายว่าคะแนน 81 มีคุณภาพแตกต่างจาก 80 หรือ 82 อย่างไร (Hafner & Hafner. 2003: 1522) และจะทำให้ความสอดคล้องของการประเมินด้วยผู้ประเมินหลายคนลดลงไป การกำหนดความกว้างของการให้คะแนนจึงต้องมีความเหมาะสมและชัดเจนในการนิยามที่ครอบคลุมตั้งแต่ แย่ที่สุด (Poor) จนถึงดีที่สุด (Excellent) Jackson (2015: online) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์ (Scoring Rubric) ไว้ 3 ชนิดคือ

1.Analytic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่แยกส่วนหรือองค์ประกอบคุณลักษณะของผลงานหรือกระบวนการ แล้วนำแต่ละส่วนหรือองค์ประกอบของคุณลักษณะมารวมกันเป็นคะแนนรวม

2. Developmental Rubrics เป็นส่วนหนึ่งของ Analytic Rubrics ซึ่งไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินแต่มีเพื่อพัฒนาข้อคำถามของ Rubrics ตามขอบเขตของ Program ที่จัดให้นักเรียน โดยทั่วไป Developmental Rubrics ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่นำมาสนับสนุน

3.Holistic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการที่ไม่ได้แยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน คือจะประเมินในภาพรวมของผลงานหรือกระบวนการนั้น

การให้คะแนนแบบ Holistic Rubrics ใช้ได้ง่ายและใช้เพียงไม่กี่ครั้งต่อนักเรียน 1 คน จะเป็นการประเมินในภาพรวมของทุกคุณลักษณะในการปฏิบัติงานส่วนการให้คะแนนแบบ Analytic Rubrics จะใช้บ่อยครั้งโดยจะประเมินแยกในแต่ละคุณลักษณะของงาน ซึ่งการประเมินแบบนี้จะมีประโยชน์เมื่อสนใจจะวินิจฉัยหรือช่วยเหลือนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในแต่ละส่วนหรือแต่ละคุณลักษณะของการปฏิบัติงานนั้นๆหรือไม่ ซึ่งจะมีส่วนให้ครูได้ช่วยเสริมสร้างหรือพัฒนาการเรียนรู้ในแต่ละคุณลักษณะของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น (Mertler. 2001: online)

สำหรับกระบวนการในการสร้างแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการสร้างแบบทดสอบโดยทั่วไป กล่าวคือจะมีการดำเนินการเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1. การเตรียมการก่อนเขียนข้อคำถามที่ต้องกำหนดกรอบแนวคิด (ทฤษฎีหรือหลักการ) ที่ยึดถือ โครงสร้างของแบบทดสอบลักษณะของข้อคำถามจำนวนข้อคำถาม และอื่น ๆ

ระยะที่ 2. การลงมือเขียนข้อคำถามเป็นการเขียนข้อคำถามจัดทำแนวทางหรือกฎเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ระยะที่ 3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบฉบับร่างทั้งโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญวิพากษ์และการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน

จากข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัยซึ่งทำให้ได้สารสนเทศที่สำคัญในการแก้ปัญหาของนักเรียนจึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีแม้ว่าจะมีข้อด้อยเกี่ยวกับการให้คะแนนของผู้ตรวจแต่สามารถเพิ่มความเป็นปรนัยได้โดยการกำหนดเกณฑ์การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจในลักษณะที่เป็น Rubrics ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนของนักวัดผลเช่นข้อสอบ PISA ข้อสอบ TIMMS รวมทั้งข้อสอบ O-net เองก็มีแนวโน้มจะออกเป็นแบบอัตนัยมากขึ้นในทุกวิชาในอนาคต

2.1.5.2.4 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยประยุกต์

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Essay Question Test) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบทดสอบ MEQ บางครั้งก็เรียกว่าแบบทดสอบความเรียงประยุกต์หรือแบบทดสอบบรรยายชนิดดัดแปลง ซึ่งชื่อแบบทดสอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดล้วนเป็นแบบทดสอบชนิดเดียวกันโดยในที่นี้จะใช้ชื่อว่า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาของ นภา หลิมรัตน์ (2559: 1-5), และ Mavis (2014: 221-224) อธิบายว่าแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาได้ดีชนิดหนึ่งโดยเริ่มต้นพัฒนามาจากการจัดการศึกษาทางด้านการแพทย์ที่พัฒนาแบบทดสอบดังกล่าวขึ้นเพื่อใช้สำหรับวัดทักษะการแก้ปัญหาทางการแพทย์ของนักศึกษาแพทย์ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปัญหาที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริงสำหรับทดสอบทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัยหรือให้การรักษาผู้ป่วยของนักศึกษาแพทย์ทุกคนและในทุกสถานการณ์ได้รวมทั้งเกิดความไม่เชื่อมั่นในการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีการเดามีการแนะคำตอบโดยตัวเลือกที่กำหนดในตัวข้อคำถามเองและข้อคำถามอัตนัยแบบบรรยายทั่วไปก็มีจุดอ่อนที่มักจะถามกว้างๆไม่เฉพาะเจาะจงโดยเฉพาะถ้าคำถามถามไม่ชัดเจนจะทำให้นักเรียนตอบไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดที่เน้นการวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคล้ายคลึงแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ปัญหาแต่แทนที่จะให้ข้อมูลที่เป็นกรณีศึกษาทั้งหมดเพียงครั้งเดียวเท่านั้นก็เปลี่ยนเป็นการแบ่งข้อมูลของสถานการณ์ทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ และให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ แล้วกำหนดให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยพร้อมแทรกข้อคำถามแบบอัตนัยที่เฉพาะเจาะจงตามกระบวนการของการแก้ปัญหาตั้งแต่ต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์จึงมีลักษณะที่เรียกว่า Serial Question Test

จะเห็นว่าข้อคำถามของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์จะถามไม่กว้างแต่จะถามอย่างเจาะจงจึงทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์โดยการตอบจะต้องตอบโดยใช้ข้อมูลเฉพาะเท่าที่มีอยู่ในแต่ละส่วนย่อยที่กำหนดให้เท่านั้นและโดยปกติจะมีการกำหนดระยะเวลาในการตอบดังนั้นนักเรียนจึงต้องคิดหาคำตอบเองอย่างถูกต้องรวดเร็วบนพื้นฐานของการแก้ปัญหา และประการสำคัญนักเรียนต้องแน่ใจกับคำตอบก่อนจึงจะไปทำในส่วนย่อยต่อไปเพราะการดำเนินการสอบของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์นี้ไม่อนุญาตให้กลับไปแก้คำตอบของข้อที่ผ่านมาแล้วและไม่อนุญาตให้เปิดไปดูข้อมูลในส่วนย่อยต่อไปก่อนทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ตรวจสอบกระบวนการในการคิดตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนได้ว่าถูกหรือผิดอย่างไร

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในกรณีที่ไม่สามารถจัดดำเนินการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ดังนั้นแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์จึงมีลักษณะเป็นกรณีศึกษาที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ตัดสินใจและเพื่อให้สอดรับกับการวัดประเมินสภาพจริงการกำหนดสถานการณ์ปัญหาจึงใช้สถานการณ์ที่เป็นจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพเป็นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือหากเป็นการประเมินพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการฝึกปฏิบัติงานเฉพาะทางก็ใช้2สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพการปฏิบัติงานจริง ๆ เช่นใช้สถานการณ์ของคนไข้สำหรับการประเมินนักศึกษาแพทย์ ใช้สถานการณ์เกี่ยวกับการเรียนการสอนสำหรับการประเมินนักศึกษาครูเป็นต้น อนึ่งสถานการณ์ที่กำหนดให้ต้องมีข้อมูลเพียงพอในการนำไปใช้สำหรับการตอบข้อคำถามและต้องครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของรายวิชาหรือเนื้อหาที่ต้องการประเมิน

ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ก็คือนักเรียนต้องใช้ข้อมูลเฉพาะสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแต่ละตอนย่อยเท่านั้นการตอบคำถามจึงต้องตอบไปทีละสถานการณ์จะเปิดข้ามไปดูข้อมูลในสถานการณ์ต่อไปก่อนแล้วนำมาตอบข้อคำถามในตอนต้นไม่ได้และเมื่อตอบคำถามในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งผ่านไปแล้วจะไม่ได้รับอนุญาตให้กลับไปแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบเดิมอีกไม่ได้ ดังนั้นนักเรียนจะต้องคิดหาคำตอบในแต่ละเหตุการณ์ย่อยอย่างรอบคอบและมั่นใจดังนั้นการออกแบบการจัดพิมพ์ข้อคำถามจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องเอื้อต่อการดำเนินการให้เป็นไปตามเงื่อนไขนี้

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่มีจุดเน้นในการประเมินทักษะในการแก้ปัญหาซึ่งต้องการให้นักเรียนตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างรอบคอบและภายในระยะเวลาที่เหมาะสมด้วยแล้วเขียนตอบด้วยภาษาที่รวบรัดแต่ชัดเจนในช่องว่างภายในระยะเวลาที่กำหนดทั้งนี้หากครบกำหนดตามระยะเวลาแล้วนักเรียนต้องหยุดการตอบข้อคำถามข้อนั้นและหยิบข้อคำถามข้อใหม่ขึ้นมาทำต่อทันที แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมเวลาในการสอบดังกล่าวค่อนข้างจะมีปัญหามาก Stratford & Pierce-Fenn (1985:1075-1076) จึงเสนอแนะให้นักเรียนสามารถปรับเวลาในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อให้เหมาะกับตัวของนักเรียนแต่ละคนเองเพียงแต่ต้องตอบข้อคำถามให้เสร็จทุกข้อภายในเวลารวมที่กำหนดให้

ในปัจจุบันพบว่าการนำแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ไปใช้จะมีปัญหามากในเรื่องการดำเนินการสอบได้แก่การพลิกไปดูข้อมูลข้างหน้า หรือการย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบการควบคุมเวลาในการคิดคำตอบ และความสับสนในการแจกสถานการณ์กรณีศึกษาที่ใช้ในการสอบเพราะเมื่อข้อสอบมีหลายชุดทำให้แจกสถานการณ์ซ้อนกันหรือสลับกันได้

2.1.5.2.5 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัยประยุกต์

แบบทดสอบปรนัยประยุกต์หรือแบบทดสอบเลือกตอบประยุกต์ (Modified Multiple Choice Question : MMCQ) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจุดอ่อนในเรื่องการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องความเป็นปรนัยของการตรวจ ความยากลำบากและเวลาในการตรวจ ซึ่งทำให้นำไปใช้กับสถานการณ์ที่มีนักเรียนเข้าสอบจำนวนมากๆได้ยาก

โครงสร้างของแบบทดสอบปรนัยประยุกต์เป็นเช่นเดียวกับแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์คือมีลักษณะเป็นชุดของสถานการณ์มีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่สมบูรณ์ออกเป็นสถานการณ์ย่อยๆที่ต่อเนื่องกันแล้วค่อยๆทยอยกำหนดในแบบทดสอบทีละสถานการณ์ย่อยพร้อมแทรกข้อคำถามแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลในสถานการณ์ย่อยนั้นเป็นระยะๆจนครบสมบูรณ์แต่อย่างไรก็ตามจุดอ่อนประการสำคัญของการใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบที่มีการวิพากษ์ วิจารณ์กันมากก็คือการที่มีตัวเลือกให้เลือกตอบโดยนักเรียนไม่ได้คิดคำตอบด้วยตัวเองนั้น ทำให้โอกาสในการเดาแล้วได้คะแนนมีสูงและวัดความคิดขั้นสูงได้ยากเช่นการคิดแก้ปัญหา การคิดวิพากษ์วิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะกระบวนการในการคิดขั้นสูงนั้นจะต้องอาศัยความคิดหลายประการ เช่น การคิดสรุปความ การคิดคาดคะเนการคิดประเมินค่า (Haladyna. et al. 2002: 325-328)

2.1.5.2.6 แบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหาโดยใช้การวัด 3 ขั้น

การสอบวัด 3 ขั้น (triple jump) เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาการปฏิบัติงานทางการแพทย์และการพยาบาลโดยเป็นการสอบปากเปล่าในลักษณะเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เป็นจริงหรือเสมือนจริงทั้งนี้เพื่อประเมินว่านักศึกษาแพทย์หรือพยาบาลที่จะสำเร็จการศึกษาออกไปประกอบอาชีพดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาผู้ป่วยได้หรือไม่หรือสามารถแก้ไขปัญหาผู้ป่วยได้ในระดับใด กระบวนการแก้ปัญหาผู้ป่วยโดยการประเมินแบบ 3 ขั้น เรียกว่า Triple Jump Assessment (Rangachari. 2002: 5758) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้นักศึกษาได้พบสถานการณ์ปัญหาในการรักษาพยาบาลจริงโดยให้ได้พบผู้ป่วยรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยจากการซักถาม การตรวจร่างกายและข้อมูลประวัติ แล้วนำมาคิดสมมติฐานซึ่งอาจยังไม่มั่นใจว่าถูกต้องหรือยังไม่กระจ่างขั้นนี้จะมีการชี้แจงและอภิปรายระหว่างนักศึกษากับครูผู้ประเมิน ครั้งที่ 1 โดยอาจใช้เวลาประมาณ 15 นาที

ขั้นตอนที่ 2 ให้นักศึกษาไปค้นหาจากแหล่งความรู้ต่างๆเช่นจากการสอบถามแพทย์หรืออาจารย์แพทย์จากเพื่อนนักศึกษาแพทย์ด้วยกันจากเอกสารหรือรายงานต่างๆแล้วนำข้อมูลของผู้ป่วยไปสัมพันธ์กันก่อนจะสรุปการวินิจฉัยอย่างมีเหตุผล ศึกษาวิธีการรักษาและเลือกวิธีรักษาที่เห็นสมควร พร้อมด้วยเหตุผล ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองทั้งนี้อาจใช้เวลา 1 - 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 3 นักศึกษากลับมาพบครูผู้ประเมินพร้อมแหล่งความรู้ที่ไปศึกษาหากเป็นจากเทคโนโลยีสารสนเทศ จดแหล่งและหัวเรื่องมาแจ้งแก่ผู้ประเมิน นักศึกษาอธิบายกระบวนการคิดเหตุผลและการตัดสินใจสรุปการวินิจฉัยและเลือกวิธีรักษารวมทั้งการสั่งตรวจเพิ่มเติม ขั้นตอนนี้เป็นการชี้แจงและอภิปรายระหว่างนักศึกษาและครูผู้ประเมินเป็นครั้งที่ 2 ใช้เวลา 30-45 นาที

จะเห็นว่าการประเมินแบบ 3 ขั้นนี้เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางการแพทย์หรือพยาบาลจากสถานการณ์จริง หรือเสมือนจริงโดยการปฏิบัติกับนักศึกษาครั้งละ 1 คน และคนละ 1 สถานการณ์ที่ไม่เหมือนกัน แต่ก็สามารถที่จะปรับวิธีดังกล่าวมาใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และเปลี่ยนเป็นการสอบโดยมีการเขียนตอบบนกระดาษ เพื่อให้สามารถจัดสอบได้กับนักเรียนทีละหลาย ๆ คนได้

อนึ่งหากเป็นการวัด 3 ขั้นแบบสอบปากเปล่าทีละคนครูผู้สอนก็อาจจะสอบถามหรือร่วมอภิปรายกับนักเรียนในขณะที่ตอบเพื่อเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับและประเมินกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเช่นอาจสอบถามว่า“ข้อมูลที่นักเรียนได้มานั้นได้มาอย่างไร ข้อมูลที่ได้มานั้นสามารถอธิบายถึงปัญหาในประเด็นใดหรือช่วยในการสรุปและวางแผนจัดการแก้ไขปัญหาอย่างไรเป็นต้นแต่สำหรับการดำเนินการสอบด้วยการตอบในกระดาษนั้นก็สามารถดำเนินการได้โดยวิธีให้นักเรียนได้เข้าชี้แจงพูดคุยกับครูในขณะที่ตรวจคำตอบของนักเรียนแต่ละคนหรือภายหลังจากที่ครูได้อ่านคำตอบของนักเรียนแล้วก็ได้

จะเห็นว่าการประเมินด้วยวิธีการสอบวัด 3 ขั้นนี้สามารถประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และยังสามารถตรวจสอบเบื้องหลังความเข้าใจในหลักการต่าง ๆที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาแก้ไขปัญหาได้อย่างละเอียดแต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องมาตรฐานการประเมินโดยเฉพาะความไม่เป็นปรนัยใช้เวลาในการสอบดำเนินการสอบและการตรวจนานมาก

และสำหรับปัญหาเรื่องการดำเนินการสอบและการตรวจต้องใช้เวลานานมากนั้นคงต้องยอมรับว่ามีความจำเป็นเพราะวิธีการนี้เป็นการพิสูจน์ว่านักเรียนผู้นั้นมีความสามารถแก้ปัญหาได้จริงเพียงใดการประเมินโดยใช้การสอบวัด 3 ขั้นเป็นวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด (พวงแก้ว ปุณยกนก, 2531) แต่อย่างไรก็ตามจากข้อจำกัดดังกล่าวจึงควรเลือกใช้วิธีนี้กับการประเมินที่มีจำนวนนักเรียนไม่มากนัก และมักใช้กับการสอบรวบยอด (Comprehensive Examination) ที่เป็นการประมวลความรู้ที่ได้รับมา ทั้งหมดจากการเรียนการสอนรายวิชาหรือหลักสูตรที่ศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่ารูปแบบและวิธีการของแบบทดสอบประเมินความสามารถแก้ปัญหาที่มีอยู่ด้วยกัน 6 ลักษณะ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบของการทดสอบดังแสดงได้ตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์รูปแบบทดสอบประเมินความสามารถแก้ปัญหา 6 ลักษณะ

รายละเอียด	รูปแบบและวิธีการของแบบทดสอบประเมินการแก้ปัญหา					
	การจัดการปัญหา	เลือกตอบ	อัตนัย/ความเรียง	อัตนัยประยุกต์	ปรนัยประยุกต์	การวัด 3 ขั้น
กำหนดปัญหาจากสถานการณ์จริง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิเคราะห์แก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
มีตัวเลือกให้ตอบ	✓	✓			✓	
มีการเขียนตอบ			✓	✓		✓
มีการประเมินคำตอบ			✓	✓		✓
มีการให้เหตุผล			✓	✓		✓
ครอบคลุมเนื้อหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
มีความเป็นปรนัย	✓	✓			✓	
มีสารสนเทศการคิด			✓	✓		✓
มีเหตุผลการคิด			✓	✓		✓
ทราบเบื้องหลังการคิด			✓	✓		✓
สะดวกในการสร้าง			✓			
ตรวจง่าย	✓	✓			✓	
ใช้เวลาสร้างน้อย	✓		✓			
นำไปใช้สะดวก	✓	✓	✓		✓	

จากตารางที่ 2.4 การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยมีความเหมาะสมในการวัดการแก้ปัญหา เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดไว้เพียง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหาขั้นวิเคราะห์ปัญหาขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยฯ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นที่ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยเพราะสามารถสร้างและวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาทุกประเด็นนอกจากนี้แบบทดสอบแบบอัตนัยมีข้อดีหลายประการได้แก่สามารถวัดการคิดระดับสูงทราบสารสนเทศในการคิด ลดความคลาดเคลื่อนจากการเดาคำตอบของผู้ตอบสร้างง่ายนำไปใช้สะดวกส่วนข้อด้อยที่สำคัญได้แก่ความเป็นปรนัยผู้วิจัยแก้ไขโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ Analyticals Rubrics Scales การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยเพื่อประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนเอง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากผู้ตรวจ นอกจากนี้ยังมีความเหมาะสมในการให้คะแนนโดยแยกออกเป็นแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาอันได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา ทำให้มีสารสนเทศด้านทักษะของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามในการวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งทักษะดังกล่าวอาจจะเกิดจากนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้มาตั้งแต่ดั้งเดิมหรือเกิดทักษะขึ้นระหว่างเรียนในชั้นเรียน ซึ่งกรณีดังกล่าวยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่หลายประการซึ่งผู้วิจัยจะขอกล่าวเพียงบางประการดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหามีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อนักเรียน อย่างไรก็ดียังมีปัจจัยหลายประการที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาอันได้แก่ ความรู้เดิม (สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. 2559) ผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Scherer & Beckmann. 2014: 2-10) ความเชื่อในความสามารถแห่งตน (Otacıoğlu. 2008: 920-921) บทบาทของครอบครัว (Vukovic, Roberts, & Wrigh. 2013: 451) คุณภาพการสอนของครู (Sammons et al. 2008: 33-34) ลักษณะของปัญหา (Young Hoan Cho., Caleon, & Kapur. 2015: 81) สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน (Sammons. 2008: 32-33) นวัตกรรมการสอน ได้แก่หลักสูตร, วิธีสอน,สื่อการสอน,ชุดกิจกรรมการเรียน (Guerriero. 2016: 3-4, Chapman. 2005: 228-229, Heo Su yun & Seo Hyun Ah. 2015: 40-41, Jegede & Fatoke. 2014: 183) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้วเป็นจำนวนมากสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนซึ่งถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมที่ใกล้ตัวผู้สอนและนักเรียนมากที่สุด (Jegede & Fatoke. 2014: 183) อีกทั้งเป็นสื่อที่ครูสามารถพัฒนาได้ด้วยและให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองขณะที่ครูมีภาระกิจทางราชการไม่สามารถเข้าสอนในชั้นเรียนได้ หรือใช้แทนครูผู้สอนในกรณีที่มีคุณครูท่านอื่นเข้าสอนแทน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถใช้ทบทวนบทเรียนได้อีกด้วย วิธีการทำชุดกิจกรรมการเรียนไม่ยุ่งยากครูสามารถสร้างได้เองเพื่อใช้กับเนื้อหาที่ไม่ซับซ้อนเกินไป สำหรับองค์ความรู้ที่ต้องใช้ทักษะการเรียนระดับสูงควรมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ก็จะช่วยให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนได้ดียิ่งขึ้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนมีรายงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศหลายเรื่องที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ชุดกิจกรรมการเรียนยังมีความสัมพันธ์ของทักษะการแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังจะได้เสนอเป็นลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือทางสาขาอื่นๆที่หลายประเทศต้องการให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งในศตวรรษ 21 นี้ การแก้ปัญหายังมีความสำคัญต่อพลโลก เพราะทักษะการแก้ปัญหาดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุขและยังมีความจำเป็นต่อคนรุ่นใหม่ในอนาคตข้างหน้า (Jerald. 2009: 50) สำหรับประเทศไทยนับตั้งแต่มีการประกาศใช้ พระราชบัญญัติการศึกษา พศ. 2542 และ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เป็นต้นมา ทักษะการแก้ปัญหายังเป็นนโยบายหลักที่รัฐบาลต้องการให้เกิดต่อนักเรียนทุกระดับ ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในสาขาวิชาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศดังต่อไปนี้

Aluko & Olorundare (2007) ศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีที่เกิดจากจัดการเรียนการสอน 3 วิธีได้แก่เรียนแบบร่วมมือเรียนด้วยตนเองและเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยวิธีเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพสูงสุด

Fatoke, Ogunlade, & Ibidiran (2013) ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนเน้นยุทธวิธีแก้ปัญหาที่มีต่อคิดคำนวณในวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนแบบแก้ปัญหาอย่างมียุทธวิธีทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้านคิดคำนวณในวิชาเคมีสูงกว่าใช้วิธีสอนแบบปกติ

Serin (2011) ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าหลังทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคับทางสถิติที่ระดับ .05

ขุนทอง คล้ายทอง (2554) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบไม่ต่างกัน แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01

แคทรียา มุขมาล และ วิมล สำราญวานิช (2014) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังจัดกิ จกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

นาตยา ช่วยชูเชิด (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังทดลอง ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิขรินทร์ธาร โคตรสิงห์ และ คณะ (2556) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ (2015) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิธร พงษ์โภคา และ อุบลวรรณ ส่งเสริม. (2558) ศึกษาผลจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิดเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและ หลังเรียน และ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการของวามสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิดพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิดนักเรียนมีผลการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนพัฒนาการของวามสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง

สุภมาส เทียนทอง (2553) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

จากรายงานการวิจัยดังกล่าว สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนดังรายละเอียดตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในงานวิจัย

ผู้วิจัย	วัตถุประสงค์	สถิติวิเคราะห์ข้อมูล	ผลการศึกษา
สุภมาส เทียนทอง (2553)	ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	t-test dependent	การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
ขุนทอง คล้ายทอง (2554)	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	t-test Independent	ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้7ขั้นไม่ต่างกันแต่การจัดการเรียนรู้ทั้ง2แบบทำให้การคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
นาตยา ช่วยชูเชิด (2557)	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม	t-test dependent	นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
ศศิธร พงษ์โภคา และ อุบลวรรณ ส่งเสริม (2558)	ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด	t-test dependent	พัฒนาการของวามสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง
แคทรียา มุขมาลและวิมล สำราญวานิช (2014)	ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	t-test dependent	ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เฟื่องลัดดา จิตจักรและคณะ (2015)	ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องปฏิกิริยาเคมี	MANOVA	ผลสัมฤทธิ์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ผู้วิจัย	วัตถุประสงค์	สถิติวิเคราะห์ข้อมูล	ผลการศึกษา
Aluko and Olorundare (2007)	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี จากจัดการเรียนการสอน 3 วิธีได้แก่ เรียนแบบร่วมมือ เรียนด้วยตนเอง เรียนแบบปกติ	ANCOVA	ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยวิธีเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อใช้การสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม
Serin (2011)	ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	t-test independent, ANCOVA	หลังทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม
Fatoke et. al. (2013)	ศึกษาชุดการเรียนแบบแก้ปัญหาอย่างมียุทธวิธี ที่มีต่อคิดคำนวณในวิชาเคมี	ANCOVA	ชุดการเรียนแบบแก้ปัญหาอย่างมียุทธวิธีทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้านคิดคำนวณในวิชาเคมีสูงกว่าใช้วิธีสอนแบบปกติเมื่อควบคุมความรู้เดิมจากการสอบก่อนเรียน

จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีส่งผลต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนคือชุดการเรียน วิธีสอนและพฤติกรรมการอ่านของนักเรียนแสดงว่าชุดการเรียนจึงเป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจ เพราะเป็นปัจจัยที่ส่งผลทางบวกกับทักษะการแก้ปัญหาและเป็นนวัตกรรมที่ครูคุ้นเคยในการใช้ในห้องเรียน

อย่างไรก็ดีข้อสังเกตจากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าสถิติเชิงอ้างอิงที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลมักเป็น General Linear Model (GLM) เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม 2 ค่า หรือมากกว่า เพื่อทดสอบนัยสำคัญจากสมมติฐาน ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยจากผลการวัดในเชิงปริมาณจากคะแนนดิบ (Observ Score) ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Eystematic Error) และความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) รวมอยู่ด้วยแม้จะมีการควบคุมด้วยตัวแปรร่วมก็อาจจะลดความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบได้บ้าง แต่ก็ยากที่จะขจัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ประกอบกับโมเดลการวิจัยและโมเดลการวิเคราะห์ซึ่งจะเป็นโมเดลคนละชนิดกัน ข้อตกลงเบื้องต้นค่อนข้างเคร่งครัด อีกทั้งมิได้นำค่าความคลาดเคลื่อนมาร่วมวิเคราะห์ส่งผลให้การแปลความหมายอาจไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง บางครั้งก็อาจขาดสารสนเทศที่สำคัญเช่นพัฒนาการด้านความรู้ทักษะและคุณลักษณะของนักเรียน สถิติในกลุ่มGLM (เช่น t-test Dependent) ให้อัตราพัฒนาการแบบเส้นตรง (Linear) จากการทดสอบค่าเฉลี่ยก่อน-หลัง (Pretest, Posttest) ในบางครั้งอัตราพัฒนาการอาจเป็นรูปแบบอื่นเช่น แบบเส้นโค้งสมการกำลังสอง (Quadratic Slope) หรือเส้นโค้งสมการกำลังสาม (Rubic Slope) (McArdle. 2012: 547, Hedeker & Gibbons. 2006: 1-2, Fitzmaurice. et al. 2011: 3-7) นอกจากนี้ Little (2013: 47- 48) กล่าวว่า อัตราพัฒนาการของการศึกษาข้อมูลระยะยาว อาจเป็นไปได้ 6 รูปแบบ คือ Step Functional, Linear Increase, Cumulative Ogive, Quick and Dissipates, Uniform Rise and Fall และ Quick and Tapping. ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่แปรเปลี่ยนไปตามเวลา ทั้งนี้ถ้านักวิจัยทราบถึงแนวโน้มของรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงก็จะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย รวมทั้งออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันวิธีวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติได้เจริญก้าวหน้าไปมากโดยเฉพาะสถิติวิเคราะห์ที่เรียกว่าโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) มีความเหมาะสมและมีความยืดหยุ่นมากกว่าสถิติวิเคราะห์ในกลุ่ม GLM ที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มที่ปนอยู่ในคะแนนเฉลี่ย (Observ Score) ทั้งนี้เนื่องจากสถิติวิเคราะห์ SEM มีการนำความคลาดเคลื่อนมาร่วมวิเคราะห์ ผลการวิจัยที่ได้จึงมีความถูกต้องมากกว่าสถิติวิเคราะห์ในกลุ่ม GLM ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้ SEM เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยจะขอกล่าวรายละเอียดในตอนที่ 4 และตอนที่ 5 แต่ในที่นี้ผู้วิจัยใคร่ขอกล่าวรายละเอียดของชุดการเรียนในตอนที่ 2 เป็นลำดับต่อไป

2.2 ชุดกิจกรรมการเรียน

ในปัจจุบันแม้ว่าหลักการและแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับความนิยมมีความโน้มเอียงไปทางการจัดการเรียนรู้โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางแต่ก็มิได้หมายความว่า จะยึดครูเป็นศูนย์กลางไม่ได้อย่างที่ทุกคนเข้าใจ ความจริงแล้วครูควรยึดหลักการและวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญซึ่งในอนาคตการจัดการเรียนการสอนมีแนวโน้มที่จะยึดหลักการสอนโดยไม่มีครูเพิ่มขึ้นเนื่องการจัดการศึกษาจะมุ่งเน้นไปยังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเป็นรายบุคลซึ่งมีความเป็นไปได้สูงเนื่องจากเทคโนโลยีทางการศึกษาได้ก้าวหน้าไปมาก (ทิศนา แขมมณี. 2558:155) และชุดกิจกรรมการเรียนก็เป็นอีกหนทางหนึ่งในบรรดาทางเลือกของการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองได้เป็นรายบุคคล

ชุดกิจกรรมการเรียนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาใช้พัฒนานักเรียนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะและเจตคติทางการเรียนในรายวิชาต่างๆทั้งระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับสูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐานเนื่องจากมีข้อเด่นหลายประการอาทิเช่นใช้ทบทวนบทเรียนใช้สอนซ่อมเสริมใช้พัฒนาทักษะ และสามารถใช้จัดการเรียนการสอนทดแทนครูเป็นบางเนื้อหาในกรณีที่ครูไม่ได้เข้าชั้นเรียนหรือให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามศักยภาพ (ชัยยงค์ พรมวงศ์. 2556: 1-2) ด้วยข้อเด่นดังกล่าวชุดการเรียนจึงเป็นนวัตกรรมที่ครูนิยมใช้จัดการเรียนรู้

2.2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียน

มีนักการศึกษาหลายคนได้กล่าวถึงความหมายเกี่ยวกับชุดการเรียน หรือชุดกิจกรรมการเรียน (Instructional Package) ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่าชุดกิจกรรมการเรียน นักการศึกษาได้ให้นิยามของชุดกิจกรรมการเรียนคือ การนำเอาระบบสื่อที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นชุดการเรียนนิยมจัดไว้ในกล่อง หรือซองเป็นหมวดๆไว้ในชุดการเรียนประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนสื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์อาทิเช่นรูปภาพ สไลด์ เทป แผ่นคำบรรยาย ฯลฯ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหาวิชาและหลักสูตรนำไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (ชรินรัตน์ จิตตสุโภและคณะ. 2554: 71-73; สงกรานต์ มณีโคตร และคณะ. 2554: 56-58; ฐิติยาภรณ์ มีจันที. 2555: 33; ระพีพรรณ พงษ์ปลื้ม. 2557: 20-22, ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558: 455; อาร์ซีมาด เหมจำ. 2558: 50-52; 91-94; Jonassen. 1997: 87) และ ทิศนา แขมมณี (2558: 374) ได้กล่าวถึงชุดกิจกรรมการเรียนว่าเป็นส่วนหนึ่งของวิธีสอนโดยใช้ศูนย์การเรียน (Learning Center) ที่ผู้สอนให้นักเรียนศึกษาหาความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจัดเตรียมสื่อ ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ สุมาลี ชัยเจริญ (2557: 207) ได้สรุปว่า ชุดกิจกรรมการเรียนเป็นชุดสำหรับการเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองค์ความสามารถของนักเรียนโดยออกแบบตามหลักจิตวิทยามาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียน หรือชุดการเรียนคือ กระบวนการสอนแบบโปรแกรมชนิดหนึ่งให้นักเรียนศึกษาด้วยคนเองมีครูอำนวยความสะดวกเป็นที่ปรึกษาและประเมินผลการเรียนรู้โดยอาศัยระบบสื่อผสมที่สอดคล้องกับหลักสูตรจุดประสงค์และเนื้อหามาช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

2.2.2 ประเภทและส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนเมื่อแบ่งตามลักษณะการใช้งานมี 3 ประเภท คือ (ทิศนา แขมมณี. 2558: 375-376)

2.2.2.1 ชุดการเรียนแบบบรรยายหรือชุดกิจกรรมการเรียนสำหรับครูเป็นชุดการเรียนสำหรับใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ภายในกล่องจะประกอบด้วยสื่อการสอนที่ใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของรูมาเป็นผู้แนะนำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้นชุดกิจกรรมการเรียนแบบบรรยายจะมีเนื้อหาโดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมตามลำดับขั้นดังนั้นสื่อการสอนทที่ใช้ควรเป็นสื่อที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนหรือได้ยินอย่างทั่วถึงเช่นสไลด์ภาพยนตร์แผนภูมิแผนภาพโทรทัศน์ เอกสารประกอบการบรรยายเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายตามปัญหาและหัวข้อที่กำหนดไว้และชุดการเรียนประเภทนี้มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกับสื่อการสอนอย่างไรก็ตามถ้าหากเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่สามารถบรรจุไว้ในกล่องได้จะต้องกำหนดไว้ในคู่มือครูส่วนที่เกี่ยวกับครูผู้สอนจะต้องเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนทำการสอน

2.2.2.2 ชุดการเรียนสำหรับกิจกรรมกลุ่มหรือชุดการเรียนที่ใช้กับศูนย์เรียนรู้เป็นชุดการเรียนแบบกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยอาศัยระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วยและหัวเรื่องโดยเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ร่วมนักประกอบกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็กๆประมาณ 5-7 คนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนชุดการสอบแบบกิจกรรมกลุ่มนี้ประกอบด้วยชุดย่อยๆตามจำนวนศูนย์ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์จะจัดสื่อการสอนไว้ในรูปแบบของสื่อประสมอาจเป็นสื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับนักเรียนใช้ทั้งศูนย์ร่วมนักเรียนที่เรียนได้ใช้ชุดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูในระยะเริ่มเรียนเท่านั้นหลังจากเคยชินต่อวิธีการเรียนแบบนี้แล้วนักเรียนจะสามารถช่วยเหลือกันเองภายในกลุ่มระหว่างการประกอบกิจกรรมหากมีปัญหาสามารถถามครูได้ตลอดเวลา

2.2.2.3 ชุดการเรียนรายบุคคลหรือชุดการเรียน: เป็นชุดการเรียนที่มีการจัดระบบเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้โดยนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสนใจของแต่ละคน และตามอัตราการเรียนรู้ของตน นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองชุดการเรียนประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหรือศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมด้วยตนเองผู้สอนจะเป็นผู้ที่ให้ คำแนะนำและช่วยเหลือทันที หรือนักเรียนอาจนำชุดการเรียนประเภทนี้ไปศึกษาเองที่บ้านได้ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักศึกษาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2535:114) ได้ระบุว่าชุดการเรียนนอกจากจะมีทั้ง 3 ประเภทดังข้างต้นแล้วยังมีอีกประเภทหนึ่งคือชุดการเรียนทางไกลเป็นประเภทที่ 4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4 ชุดการเรียนทางไกลเป็นชุดการเรียนที่นักเรียนจะเรียนด้วยตนเองแต่มีข้อแตกต่างกับชุดการเรียนรายบุคคล ในส่วนที่ชุดการเรียนรายบุคคล ผู้สอนจะเป็นผู้เก็บรวบรวมไว้ที่ผู้สอน นักเรียนจะมาพบผู้สอนเพื่อขอศึกษาเนื้อหาจากชุดการเรียนที่นักเรียนเตรียมไว้ ขณะที่ชุดการเรียนทางไกล นักเรียนจะเก็บรวบรวมชุดการเรียนไว้กับตนเอง ตัวอย่างชุดการเรียนที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ ชุดการเรียนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หรือ ชุดการเรียนทางไกลของกรมการศึกษานอกโรงเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกชุดกิจกรรมการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่มเรื่องการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนสำหรับครูและใช้สอนรวมทั้งเป็นเอกสารสำหรับนักเรียนทั้งชั้นเรียนเนื่องจากผู้วิจัยมีความประสงค์จะออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยมีผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำ และให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ศึกษาครั้งละ 90 นาที ทั้งนี้เนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาโดยกำหนดสถานการณ์ปัญหากิจกรรมและ สื่อการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้วิจัยใช้ประกอบคำแนะนำการใช้คำถามการใช้สื่อเอกสาร และวิดิทัศน์ ประกอบการสอนการให้นักเรียนร่วมกิจกรรมกลุ่ม และการให้นักเรียนเขียนตอบคำถามแบบความเรียง เพื่อลดบทบาทของการพูดของผู้วิจัยให้น้อยลงและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น

2.2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนที่สร้างขึ้นมีหลายลักษณะขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้เช่นชุดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่มชุดการเรียนแบบบรรยายและชุดการเรียนรายบุคคลหรือชุดการเรียนองค์ประกอบของชุดการเรียนนี้แตกต่างกันในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาส่วนประกอบของชุดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ตรงกับตามลักษณะกับการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งชุดการเรียนมีส่วนประกอบต่างๆตามแนวคิดของนักวิชาการดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 131-133) จำแนกองค์ประกอบของชุดการเรียนจำแนก ได้ 6 ส่วน คือ

1. หัวเรื่อง คือ หน่วยของเนื้อหาและแบ่งส่วนย่อยอีกเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด
2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนเป็นรายละเอียดการใช้ช่วยทำให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. วัสดุประกอบการเรียน มีสิ่งของให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่นเอกสาร รูปภาพ ฯลฯ
4. บัตรงาน ใช้สำหรับชุดการเรียนกลุ่ม มีขนาดพอเหมาะกับวัยนักเรียน
5. กิจกรรมสำรองสำหรับชุดการเรียนแบบกลุ่มเตรียมไว้สำหรับนักเรียนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2535: 105) กล่าวว่า ชุดการเรียนประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนคือ

1. คู่มือสำหรับครูผู้ใช้ชุดการเรียนและแบบฝึกปฏิบัติสำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียน
2. เนื้อหาสาระซึ่งอยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบผสมและกิจกรรมการเรียนทั้งกลุ่มและรายบุคคลที่กำหนดไว้ให้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. การประเมินผลเป็นการประเมินผลของกระบวนการได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า ผลงานที่สำเร็จ ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญชม ศรีสะอาด (2549: 50-51) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้

1. คู่มือสำหรับผู้สอนและนักเรียนที่ใช้ชุดการเรียน
2. คำสั่งเพื่อเป็นแนวทางในการเรียน
3. เนื้อหาบทเรียนที่อยู่ในรูปแบบต่างๆเช่นเทปชุดการ์ตูนฯลฯ
4. กิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ทำหรือค้นคว้าต่อจากที่เรียนแล้ว
5. แบบทดสอบสำหรับการประเมินผลเกี่ยวกบเนื้อของบทเรียนนั้น

สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คณะ (2551: 18) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอนมี 4 ส่วน คือ

1. คำชี้แจงในการใช้ชุดการเรียน เป็นคำชี้แจงให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนและส่วนประกอบของชุดการเรียน
2. บัตรคำสั่ง เป็นการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดการเรียนการสอนนั้น
3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ เป็นบัตรที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ
4. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาให้นักเรียนศึกษา สิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหาคือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย
5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว
6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัดเมื่อนักเรียนทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว สามารถตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยแบบฝึกหัด
7. บัตรทดสอบ เมื่อนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว นักเรียนจะมีความรู้ในหัวข้อที่เรียนนั้นๆ ต่อจากนั้นจึงให้นักเรียนทำบัตรทดสอบ
8. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีคำเฉลยของบัตรทดสอบที่นักเรียนได้ทำไปแล้วเป็นการตรวจสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในการศึกษาชุดการเรียนการสอนนั้น

ทิศนา แขมมณี (2558: 10-12) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการจัดทำชุดกิจกรรมดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรมการเรียน
2. ชื่อหน่วย หมายถึง หัวข้อย่อยที่ประกอบขึ้นเป็นชุดกิจกรรมการเรียน
3. คำชี้แจง สำหรับนักเรียนหมายถึงข้อแนะนำ ในการเรียนด้วยตนเองจากชุดกิจกรรม
4. สาระการเรียนรู้ หมายถึง เนื้อหารายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ในชุดกิจกรรม
5. ตัวบ่งชี้ในการเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาในหน่วยย่อยของชุดกิจกรรมตามที่กำหนด
6. เวลาทีใช้ หมายถึงระยะเวลาทีใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละหน่วยของชุดกิจกรรม
7. กิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วย หมายถึง การกำหนดงานทีจะให้นักเรียนปฏิบัติ
8. สื่อและอุปกรณ์ทีใช้ หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กับการเรียนการสอนในชุดกิจกรรม
9. การประเมินผล หมายถึง การทดสอบความสามารถของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยหน่วยการเรียนในชุดกิจกรรมการเรียน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558: 437) ได้เสนอองค์ประกอบของชุดการเรียนไว้ 4 ส่วนคือ

1. คู่มือการใช้ชุดการเรียน จัดทำเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้สามารถใช้ชุดการเรียนประกอบการสอนได้อย่างสะดวกและบรรลุจุดมุ่งหมาย
2. บัตรงาน เป็นบัตรที่ระบุกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตาม ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนว่าสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่

4. สื่อการเรียนต่างๆเป็นสิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนองตัวอย่างเช่น บทความ จุลสาร บทเรียนโปรแกรม วีดิทัศน์ ของจริง ฯลฯ เป็นต้น

Houston et al. (1972: 10–15) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอบข่ายชุดการเรียนการสอน สิ่งที่นักเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียน

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัด ไม่กำกวมที่กำหนดว่านักเรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือเพื่อทราบว่านักเรียนอยู่ในขั้นการเรียนจากชุดการเรียนการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิผลตามจุดประสงค์เพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียน ปากเปล่า การทำงาน ปฏิกิริยาตอบสนองต่อคำถามง่ายๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post Assessment) เป็นแบบทดสอบ เพื่อวัดผลหลังเรียน

Duane (1975: 105) ได้ระบุองค์ประกอบของชุดการเรียนได้ 7 องค์ประกอบคือ

1. หลักการและเหตุผลที่อธิบายถึง จุดมุ่งหมายของชุดการเรียนรู้ ความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ของนักเรียน

2. คำอธิบายเนื้อหา ซึงชี้ให้เห็นถึงความซับซ้อนของเนื้อหา ความคิดรวบยอด และทักษะรวมทั้งเจตคติที่นักเรียนต้องเรียนรู้ โดยเนื้อหาจะแบ่งออกเป็นส่วนๆ

3. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเขียนแสดง ความคิดรวบยอด ทักษะ และเจตคติ ออกมาในรูปของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในสิ่งที่กระทำ เงื่อนไขการกระทำและเกณฑ์ขั้นต่ำของพฤติกรรม วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใช้ในสร้างชุดการเรียนเพื่อใช้ในการออกแบบการเรียนการเลือกแหล่งเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นลำขั้นในการเรียนรู้ กิจกรรมดังกล่าวจะประกอบด้วย การดู การฟังการอ่าน การอภิปรายการมีส่วนร่วมการทบทวน การสรุป ที่สอดคล้องกับวัตถุประเชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ผู้สอนพึงประสงค์

5. กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาหรือศึกษาความรู้ในระดับสูง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยสนับสนุนชุดการเรียนเพื่อขยายขอบเขตองค์ความรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

6. เครื่องมือประเมินผลก่อนเรียน และหลังเรียนประกอบด้วย

6.1 การประเมินผลก่อนเรียนเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อนำไปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน

6.2 การประเมินตนเอง เป็นประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน เปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การประเมินผลหลังเรียน เพื่อตัดสินใจว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่านจุดประสงค์ ถ้าไม่ผ่านจะได้ไปทบทวนกิจกรรมในชุดการเรียนอีกครั้งจนกว่าจะผ่านวัตถุประสงค์นั้น

จากแนวคิดของนักวิจัยและนักวิชาการสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของชุดการเรียนได้ตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบของชุดการเรียนของนักวิจัยและนักวิชาการ

นักวิชาการ / องค์ประกอบของชุดการเรียน	วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525:131-133)	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2535 : 105)	บุญชม ศรีสะอาด (2549 : 50 - 51)	สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คณะ (2551:	ทิศนา แขมมณี (2551 : 10 - 12)	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550 : 52)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558 :437)	Houston, et. al. (1972: 10 – 15)	Duane (1975:105)	แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	
ชื่อเรื่อง	✓				✓		✓			✓	หลักการ
คำชี้แจง,			✓	✓	✓	✓		✓		✓	
หลักการ									✓	✓	
วัตถุประสงค์					✓			✓	✓	✓	วัตถุประสงค์
เนื้อหา		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	เนื้อหา
กิจกรรมการเรียน	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	กิจกรรมการเรียน
สื่อการเรียน	✓				✓		✓			✓	
การประเมินผล		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	การประเมินผล
คู่มือ	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	คู่มือครูและเอกสารสำหรับนักเรียน

จากตารางวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆของชุดการเรียนพบว่ามีส่วนคล้ายคลึงกันในประเด็นหลักแต่แตกต่างการในการจัดเรียงลำดับและองค์ประกอบย่อยต่างๆในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของชุดการเรียนซึ่งประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) การจัดกิจกรรมการเรียน 5) การประเมินผล และทุกองค์ประกอบผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์ออกเป็นชุดกิจกรรมการเรียน

อย่างไรก็ตาม ทิศนา แขมมณี (2558: 150-151) ได้กล่าวว่า สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนต้องคำนึงถึงตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1. มีการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของนักเรียน
2. ชุดกิจกรรมการเรียนสามารถตอบสนองค์ความต้องการของนักเรียน
3. มีการชี้แจงวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวิธีใช้ชุดกิจกรรมการเรียน
4. ให้คำปรึกษาแนะนำนักเรียนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนโดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน
5. นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองและทราบผลการประเมินของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มีการติดตามเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2.4 แนวคิดในการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้รูปแบบ 4C/ID

ในหลายปีที่ผ่านมานักวิชาการนักการศึกษาครู และ อาจารย์ ได้พยามที่จะพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้แต่ยังพบว่านักเรียนยังไม่สามารถควบคุมการเรียนของตนเอง (ปิยวรรณ รุ่งวรพงศ์. 2557: 11-12)และยังไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และคณะ.2516: online) ดังนั้นการออกแบบชุดการเรียนที่เหมาะสมจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวของนักเรียนได้ และจากการศึกษาเอกสารต่างๆพบว่าการออกแบบชุดการเรียนแบบ 4C/ID ที่พัฒนาโดย Merriënboer แห่ง Maastricht University ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารใช้แก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ Melo & Miranda (2015: 317) ได้ทำการวิเคราะห์เชิงอภิมาน (Meta-Analysis) หาประสิทธิผลการใช้ 4C/ID ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เมื่อหาขนาดอิทธิพล (Effect Size) โดยใช้เกณฑ์ของ Cohen พบว่าการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 4C/ID เพื่อให้นักเรียนการแสวงหาความรู้ และการถ่ายโอนความรู้ มีขนาดอิทธิพล (D) = 0.80 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของรูปแบบ 4C-ID ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดของการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้ 4C/ID ดังนี้

4C/ID model หมายถึง Four Component Instruction Design เป็นรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอน ถูกนำเสนอโดยMerriënboe (Merriënboer. 2002: 43, Information Resources Manangment Assosiation.USA. 2011: 1025-1026, Merriënboe., & Kirschner. 2007: 245-248, Temby & Herlig. 2016: online) ซึ่งมี 4 องค์ประกอบได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 บทเรียน (Learning Tasks)

องค์ประกอบที่ 2 สื่อสนับสนุนการเรียน (Supportive Information)

องค์ประกอบที่ 3 ข้อมูล (Procedural Information)

องค์ประกอบที่ 4 บทปฏิบัติการย่อย (Part-task Practice)

โดยในแต่ละองค์ประกอบมีเนื้อหาโดยสรุปคือ

1. บทเรียน (Learning Tasks) หมายถึงประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงจัดให้นักเรียนโดยมีลักษณะซับซ้อนสอดคล้องกับบทเรียนอาจคล้ายกับบทเรียนเดิมแต่หลากหลายกว่าในองค์ประกอบนี้มีขั้นตอนย่อยๆคือ

1.1 การออกแบบบทเรียน หรือกิจกรรม

1.2 การเรียงลำดับกิจกรรม

1.3 การกำหนดเป้าหมายในการเรียน

2. สื่อสนับสนุนการเรียน (Supportive Information) เป็นสื่อ หรือข้อมูล ที่ส่งเสริมการเรียนและไม่มีอยู่ในบทเรียน อาจเป็น ประสบการณ์ ความคิดเห็น องค์ความรู้ เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อนักเรียน อยู่บนหลักการของวามเป็นจริง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ออกแบบหรือคัดเลือกสื่อสำหรับนักเรียน

2.2 วิเคราะห์องค์ความรู้ที่ต้องการให้นักเรียน

2.3 วิเคราะห์ความสนใจของนักเรียน

3.ข้อมูล (Procedural Information or Just In Time Information) เป็นข้อมูลที่จำเป็นต้องมีในการเรียนการสอนหรือบทปฏิบัติการและกำหนดมาให้ในบทเรียนประกอบด้วยผู้สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเสนอการสาธิตการร่วมแสดงความคิดเห็นข้อมูลที่กำหนดให้มีอยู่หลายอย่างหากนักเรียนไม่เลือกใช้ข้อมูลใดต้องอธิบายเหตุผลให้ชัดเจนซึ่งในองค์ประกอบนี่มี 3 ขั้นตอนคือ

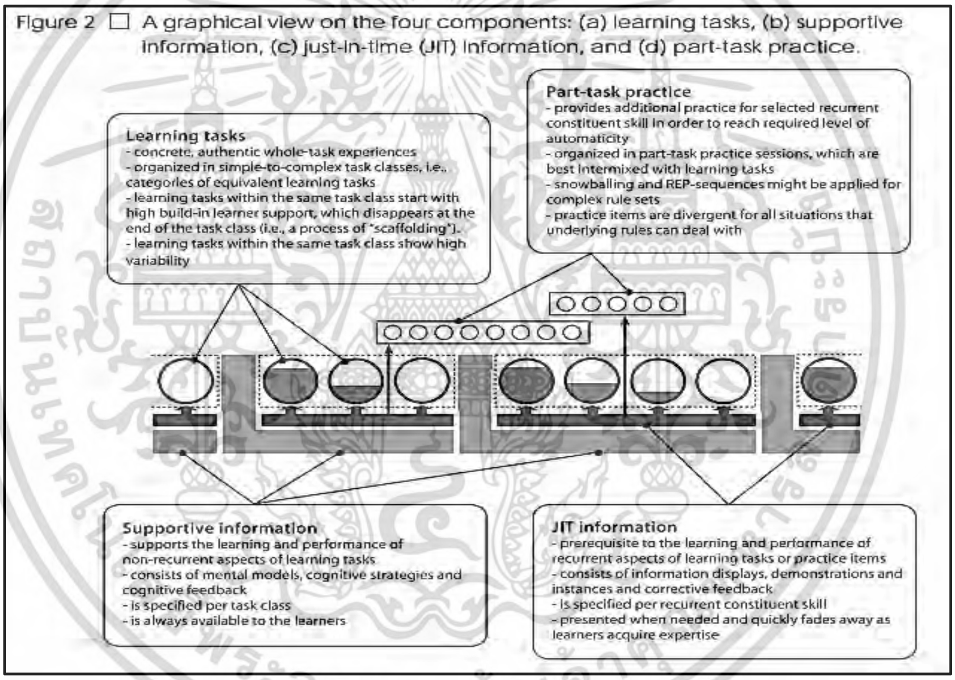
3.1 คัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสม

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่จัดให้นักเรียน

3.3 วิเคราะห์ความรู้เดิมของนักเรียน

3.4 การให้ความช่วยเหลือผู้เรียน

4. บทปฏิบัติการย่อย (Part Task Practice) เป็นบทปฏิบัติการย่อยๆให้นักเรียนสามารถเลือกใช้และคัดเลือกข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลายได้เองเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการโดยนำผลจากประเด็นย่อยๆได้มารวมกันเพื่อผลสำเร็จตามบทปฏิบัติการที่กำหนดและอาจมีการทำซ้ำกันไปเรื่อยๆ บทปฏิบัติการย่อยต้องมีความท้าทายแต่อาจแตกต่างกันไปตามเหตุการณ์สำหรับองค์ประกอบนี้ ผู้ออกแบบจะต้องคัดเลือกหรือออกแบบบทปฏิบัติการหรือกิจกรรมย่อยหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียน องค์ประกอบของ 4C-ID แสดงได้ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 องค์ประกอบของ 4C/ID model (ที่มา: Merriënboer. et. al. 2002: 44)

สรุปได้ว่า การออกแบบการเรียนรู้ 4C/ID model เป็นรูปแบบการพัฒนาการเรียนรู้ มี 4 องค์ประกอบได้แก่ 1) บทเรียน (Learning Tasks) เป็นภาระงานของผู้เรียนในการศึกษาหาความรู้ 2)สื่อสนับสนุนการเรียน (Supportive Information) เป็นแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นเพื่อเสริมภาระงานที่ได้รับสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียน 3) ข้อมูล (Procedural Information or Just in time Information) เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติ ภาระงานของผู้เรียน รวมทั้งการช่วยเหลือผู้เรียน 4) บทปฏิบัติการย่อย (Part Task Practice) เป็นภาระงานย่อยในภาระงานหลักที่กำหนดในกิจกรรมการเรียน ใช้ช่วยเหลือผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดผลสำเร็จ จำเป็นต้องมีวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผู้วิจัยขอนำเสนอวิธีสอน และเทคนิคการสอน บางส่วนตามแนวคิดของทิศนา แขมมณี (2558: 337-342) ได้แก่

วิธีสอนโดยใช้การนิรนัยหรืออนุมาน (Deduction)

1. ความหมาย วิธีการสอนโดยใช้การนิรนัย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลายๆตัวอย่าง หรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปนั้นๆอย่างลึกซึ้งขึ้น หรือกล่าวสั้นๆได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อยๆ

2. วัตถุประสงค์ วิธีการสอนโดยใช้การนิรนัย เป็นวิธีการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการและสามารถนำหลักดังกล่าวไปใช้ได้

3. องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน

3.1 มีผู้สอนและผู้เรียน

3.2 มีทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปต่างๆ

3.3 มีตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลาย ที่สามารถนำทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปนั้นนำไปใช้ได้

3.4 มีการฝึกนำทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

3.5 มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการนำหลักการไปใช้

4. ขั้นตอนสำคัญของการสอน

4.1 ผู้สอนถ่ายทอดความรู้/ทฤษฎี/หลักการ/กฎหรือข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆตามความเหมาะสม

4.2 ผู้สอนให้ตัวอย่างสถานการณ์หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้

4.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัตินำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

4.5 ผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. เทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆในการใช้วิธีสอนโดยการนิรนัยให้มีประสิทธิภาพ

5.1 การเตรียมการ ผู้สอนจำเป็นต้องทำความเข้าใจทฤษฎี/หลักการ/กฎ/ข้อความรู้/ข้อสรุป ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน และหาวิธีที่เหมาะสมในการถ่ายทอดหรือนำเสนอเนื้อหาสาระเหล่านั้นแก่ผู้เรียน นอกจากนั้น ครูจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่างที่ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหาสาระเหล่านั้นไปใช้ให้เกิดผลสำเร็จ ตัวอย่างควรเป็นสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดและความเข้าใจที่ชัดเจน

5.2 การนำเสนอข้อความรู้/ทฤษฎี/หลักการ/กฎ/ข้อสรุป แก่ผู้เรียน ผู้สอนจำเป็นต้องทำความเข้าใจในสิ่งที่จะสอนเป็นอย่างดี รวมทั้งหาวิธีการที่เหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหาสาระเหล่านั้นให้แก่ผู้เรียน จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเพียงพอ ผู้สอนควรทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนให้ฝึกใช้ความรู้

5.3. การนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกใช้ความรู้ เมื่อเห็นว่าผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการ/กฎ/ข้อสรุป ที่ให้พอสมควรแล้ว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนฝึกการนำความรู้ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆซึ่งควรจะมีความหลากหลายพอสมควรเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น

6. ข้อดีและข้อจำกัด

6.1 ข้อดี เป็นวิธีสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการนำทฤษฎี/หลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็วสามารถพัฒนา โดยไม่ต้องรอผู้เรียนรู้ได้ช้ากว่า

6.2 ข้อจำกัด ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่าง/สถานการณ์/ปัญหาที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอทฤษฎี หลักการ ผู้เรียนรู้ได้ช้า อาจจะตามไม่ทันเพื่อนและเกิดปัญหาในการเรียนรู้

วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย (Induction)

1. ความหมาย วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย คือ กระบวนการสอนที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง/ข้อมูล/ความคิด/เหตุการณ์/สถานการณ์/ปรากฏการณ์ที่มีหลักการ/แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน มาให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ/แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆต่อไป กล่าวอย่างสั้นได้ว่า เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่างๆด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์ วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ/แนวคิดหรือข้อความรู้ต่างๆอย่างเข้าใจ

3. องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน

3.1 มีผู้สอนและผู้เรียน

3.2 มีตัวอย่าง/ข้อมูล/สถานการณ์/เหตุการณ์/ปรากฏการณ์/ความคิดที่เป็นลักษณะย่อยๆของสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

3.3 มีการวิเคราะห์ตัวอย่างต่างๆเพื่อหาหลักการที่ร่วมกัน

3.4 มีข้อสรุปที่มีลักษณะเป็นหลักการ/แนวคิด

3.5 มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

4. ขั้นตอนสำคัญของการสอน

4.1 ผู้สอน และ/หรือ ผู้เรียน ยกตัวอย่าง/ข้อมูล/สถานการณ์/เหตุการณ์/ปรากฏการณ์/ความคิด ที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้

4.2 ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์หาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น

4.3 ผู้เรียนสรุปหลักการ/แนวคิด ที่ได้จากตัวอย่างนั้น

4.4 ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. เทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆในการใช้วิธีสอนโดยการอุปนัยให้มีประสิทธิภาพ

5.1 การเตรียมตัวอย่าง ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมยกตัวอย่าง/ข้อมูล/สถานการณ์/เหตุการณ์/ปรากฏการณ์/ความคิด ที่มีหลักการ/แนวคิด ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แฝงอยู่ตัวอย่างที่ให้ควรประกอบด้วยลักษณะหรือคุณสมบัติย่อยๆที่ครอบคลุม หลักการ/แนวคิดนั้น การสอนในลักษณะนี้เป็นวิธีการหลักที่ใช้ในการสอนมโนทัศน์และหลักการต่างๆ ซึ่งการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดมากๆนั้น นอกจากนั้นการตั้งประเด็นคำถามให้ผู้เรียนได้ค้นคิดหาคำตอบ ก็มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญมาก การตั้งประเด็นคำถามที่ตรงจุด ตรงประเด็น และมีลักษณะที่ท้าทายความคิด จะช่วยจูงใจให้ผู้เรียนอยากคิด อยากหาคำตอบและอยากเรียนรู้เพิ่มเติม

5.2 การให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์หาหลักการ/แนวคิด จากตัวอย่าง หากตัวอย่างที่ให้แก่ผู้เรียนเป็นตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะหรือคุณสมบัติย่อยๆของหลักการ/แนวคิดนั้นๆและมีประเด็นคำถามที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้ว ย่อมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาและวิเคราะห์ได้ตรงวัตถุประสงค์อย่างรวดเร็ว แต่หากผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จ หรือทำได้ไม่ถูกต้อง ผู้สอนสามารถใช้คำถามเพิ่มเติม หรือให้ข้อมูลเพิ่มเติมได้ แต่ไม่ควรให้ในลักษณะที่เป็นการบอกคำตอบ วิธีสอนนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้คิด ได้ทำความเข้าใจด้วยตนเอง จึงควรใช้วิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นต่อไป โดยการตั้งประเด็นคำถามเพิ่มเติมและควรให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดร่วมกันวิเคราะห์เป็นกลุ่มย่อยเพื่อจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น กระตุ้นและตรวจสอบความคิดของกันและกัน อย่างไรก็ตาม ดังนั้นผู้สอนจึงควรจัดให้ผู้เรียนได้มีเวลาในการคิดเป็นรายบุคคลด้วยก่อนที่จะอภิปรายกลุ่มย่อย และควรใช้เทคนิควิธีการต่างๆที่จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มย่อยอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกันพอสมควร

5.3 การให้ผู้เรียนสรุปและนำข้อสรุปไปใช้ ผู้สอนควรจะเตรียมตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ๆที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกนำความรู้/ข้อสรุปไปใช้หรือผู้สอนอาจให้ผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างจากประสบการณ์ก็ได้ การส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ นอกจากจะเป็นการช่วยให้ความรู้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตอย่างแท้จริงแล้ว ยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่แน่นขึ้น ลึกซึ้งขึ้น และยังเป็นโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ๆเพิ่มเติมขึ้นอีกด้วย

6. ข้อดีและข้อจำกัด

6.1 ข้อดี เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆได้

6.2 ข้อเสีย เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญๆของหลักการ/แนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

เทคนิคการสอนแบบให้ความช่วยเหลือ(scaffolding)

เป็นเทคนิคการสอนแบบหนึ่ง มาจากแนวคิดของไวก็อตสกี้ Vygotsky (1978: 86)) เรื่องการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรมและความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้และพัฒนาการ แนวทางที่ Vygotsky เสนอไว้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ซึ่งอธิบายไว้ว่า Scaffolding หมายถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองได้ โดยเป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้การช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุน ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใด เรื่องหนึ่ง ทำให้ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอนให้กลายเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ภายในตนเอง ซึ่งจะส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป ทำให้ผู้เรียนสามารถกำกับตนเองในการเรียนรู้ และมีความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น (ดวงกมล สวนทอง. 2556) Wood, Bruner & Ross. (1976) ได้เสนอวิธีการ Scaffolding ไว้ 6 ประการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสร้างความสนใจ (Recruitment) กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยความสมัครใจ โดยผู้เรียนจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของงานหรือการเรียนรู้นั้น

2. ลดการเรียนรู้ที่ไร้หลักการ (Reduction in Degree of Freedom) เพราะจะทำให้ยากต่อการจัดการหรือการให้ความช่วยเหลือ ดังนั้น ผู้สอนจะต้องสะท้อนผลการเรียนรู้ (Feedback) เป็นระยะๆ เพื่อให้ผู้เรียนนำผลไปใช้เพื่อเพิ่มการเรียนรู้ในแต่ละขั้นได้อย่างถูกต้อง

3. รักษาทิศทางการเรียนรู้ (Direction Maintenance) ผู้สอนต้องดูแลกวดขันผู้เรียนเป็นพิเศษเพื่อให้เรียนรู้ที่จะมุ่งไปสู่จุด มุ่งหมายตั้งไว้

4. กำหนดลักษณะสำคัญของสิ่งที่จะเรียนรู้ให้เด่นชัด (Marking Critical Features) เช่น ผู้สอนเมื่ออธิบายเนื้อหาสาระบางอย่างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ก็ควรเน้นเสียงเป็นพิเศษ หรือหากผู้เรียนเกิดความขัดแย้งในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ ผู้สอนควรแปลความหมายของเรื่องที่กำลังเรียนรู้นั้นๆ เสียใหม่ ด้วยภาษาที่ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายๆ และถูกต้องตรงกัน

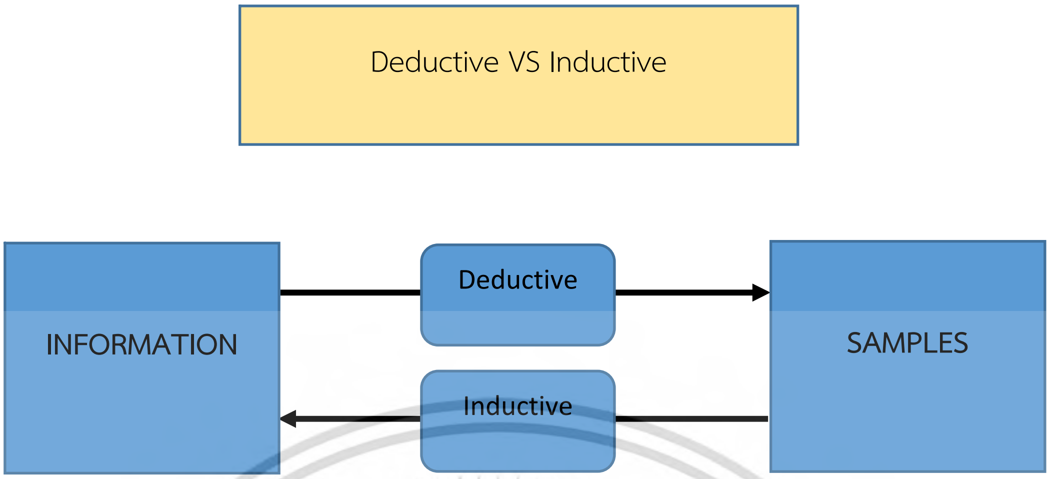
5. ควบคุมความรู้สึกคับข้องใจของผู้เรียน (Frustration Control) รับรู้ต่ออารมณ์ของผู้เรียนที่แสดงออกมา เช่น ผู้สอนต้องยอมรับความรู้สึกของผู้เรียนกรณีที่เขาเกิดความไม่เข้าใจสิ่งที่ กำลังเรียนรู้ ไม่ควรเพิกเฉยหรือปล่อยให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ค้างคาใจ เพราะจะทำให้ผู้เรียนมีความคับข้องใจเพิ่มมากขึ้น

6. มีการสาธิต (Demonstration) หรือมีแบบอย่างให้กับผู้เรียนในการแก้ปัญหาการเรียนรู้

นอกจากนี้ Larkin (2001: 30-34) ยังให้คำแนะนำในเรื่องการช่วยเหลือผู้เรียนด้วยว่าการสอนแบบ Scaffolding เป็นการช่วยเหลือสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถทำงานให้สำเร็จ เมื่อผู้เรียนต้องเรียนรู้สิ่งใหม่หรือสิ่งที่ยาก ผู้เรียนอาจจะต้องการความช่วยเหลือมากขึ้น และเมื่อผู้เรียนเริ่มจะทำงานนั้นได้สำเร็จ การช่วยเหลือสนับสนุนนั้นจะค่อย ๆ ลดลง จนกระทั่งผู้เรียนสามารถรับผิดชอบหรือทำงานนั้นได้ด้วยตนเอง การช่วยเหลือจะยุติลง

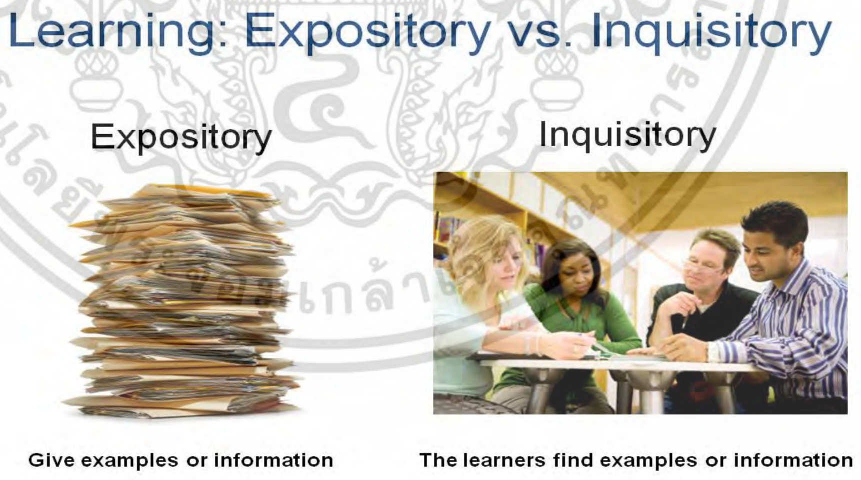
โดยปกติในการจัดการเรียนรู้ถือว่าเป็นการแสวงหาความรู้ความจริงโดยการให้เหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์ วิธีการให้เหตุผลได้ 2 แบบคือ วิธีการนิรนัยหรือการอนุมาน (Deductive Method) เป็นการใช้เหตุผลจากทฤษฎีหรือหลักการ ไปลงข้อสรุป ส่วนวิธีการอุปนัยหรือการอุปมาน (Inductive Method) เป็นการสรุปจากความจริงย่อย เพื่อลงข้อสรุปเป็นความจริงใหม่ (วรรณี แกมเกตุ. 2555: 10-12) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้เกิดกับนักเรียนซึ่ง สามารถเขียนเป็นแผนภาพที 2.7 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบอนุมานและอุปมาน
ที่มา: Clark. 2016: online

จากภาพที่ 2.7 ดังกล่าวสามารถอธิบายได้โดยรวมว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบอนุมานเป็นการอธิบายให้ความรู้ให้สาระสนเทศหรือข้อมูลตามด้วยการยกตัวอย่างสนับสนุน ส่วนวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอุปมานเป็นการนำเสนอตัวอย่างหรือกรณีศึกษา หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วสรุปออกมาเป็นสาระสนเทศหรือองค์ความรู้จากแนวคิดทั้ง 2 แบบดังกล่าวสามารถการจัดการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ และแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังภาพที่ 2.8 (Clark. 20016: online)



ภาพที่ 2.8 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ แบบบรรยาย และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น
ที่มา: Clark. 2016: online

จากภาพที่ 2.8 การเรียนแบบ Expository ครูอธิบาย นำเสนอสรุปเป็นความรู้ให้นักเรียน ส่วนการเรียนแบบ Inquisitory นักเรียนหาข้อมูลจากตัวอย่างเพื่อสรุปความรู้ ด้วยตัวเอง การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสวงหาความรู้ความจริงแบบ อนุมานและอุปมานรวมทั้งการเรียนแบบ Expository และ Inquisitory ดังกล่าว Merriënboer (2002: 46) จึง ออกแบบการจัดการเรียนรู้ 4C/ID model มีขั้นตอนดังภาพที่ 2.9

ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนของ 4C/ID
ที่มา: Clark. 2016: online

จากภาพที่ 2.9 ในขั้นที่ 1 เป็นการเสนอสารสนเทศตามด้วยการแสดงตัวอย่าง ขั้นที่ 2 เสนอตัวอย่าง และ สรุปเป็นสารสนเทศ ขั้นที่ 3 เสนอสารสนเทศให้แก่นักเรียน แล้วนักเรียนแสดงตัวอย่าง และ ขั้นที่ 4 เสนอตัวอย่างให้นักเรียนแล้วนักเรียนสรุปเป็นสารสนเทศ จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถกำหนดยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ ได้ออกเป็น 3 แบบคือ

1. ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบ บรรยายเชิงอนุมาน (Deductive Expository Strategy) เป็นจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอสารสนเทศเป็นอันดับแรกตามด้วยตัวอย่างสถานการณ์หรือการสาธิต โดยองค์ความรู้ทั้งหมดจะถูกถ่ายทอดไปยังนักเรียนและผลสำเร็จสูงสุดอยู่ที่ใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการอธิบายและยกตัวอย่างวิธีการนี้จะใช้ได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์เดิมมาก่อนบ้างแล้วโดยสถานะการณ์ที่ใช้กับนักเรียนเป็นสถานะการณ์ทั่วไปที่นักเรียนเคยประสบมาบ้างซึ่งนักเรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจแค่พื้นฐานไม่สามารถบรรลุความรู้ในระดับสูงได้จึงเหมาะสำหรับความรู้พื้นฐานที่จะนำเสนอให้นักเรียน ซึ่งการเรียนรู้แบบ Deductive Expository Strategy แสดงได้ดังภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.10 ยุทธศาสตร์การเรียนรู้แบบ บรรยาเชิงอนุมาน
ที่มา: Clark. 2016: online

2. ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบ การสืบค้นเชิงอุปมาน (Inductive Inquisitory Strategy) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มต้นที่ กรณีศึกษา ตัวอย่าง หรือสถานะการณ์ ให้แก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนสรุปเป็นสารสนเทศหรือองค์ความรู้ต่อไปนอกจากนักเรียนจะได้ศึกษาเนื้อหาแล้ว นักเรียนยังเกิดกระบวนการหรือขั้นตอนการหาความรู้วิธีการนี้ใช้ได้กับนักเรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์เดิมมาก่อนหรือมีเพียงเล็กน้อยและยังสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าในระดับสูงได้แต่สถานะการณ์ที่นำมาใช้ควานเป็นสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและเป้าหมายการเรียนไม่ลึกซึ้งจนเกินไป เป็นวิธีการที่เป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในระดับสูงให้แก่นักเรียนเพื่อเป็นการลดเวลาการเรียนผู้สอนอาจต้องใช้คำถามแนะนำกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและแนะนำวิธีการค้นพบคำตอบซึ่งจะได้ผลดีกว่าบังคับให้นักเรียนไปสำรวจเอาเองดังภาพที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.11 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอุปมาน
ที่มา: Clark. 2016: online

3. ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายเชิงอุปมาน (Inductive Expository Strategy) เป็นการนำเสนอตัวอย่างหรือสถานะการณ์ในขั้นแรกต่อไปเป็นนำเสนอสารสนเทศหรือความรู้ให้แก่นักเรียนเนื้อหาสาระทั้งหมดผู้สอนนำเสนอ วิธีการนี้นักเรียนจะมีความเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่ายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบ บรรยายเชิงอนุมาน (Deductive Expository Strategy) แต่ไม่ดีไปกว่ายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอุปมาน (Inductive Inquisitor Strategy) การจัดการเรียนรู้แบบ การสืบค้นเชิงอุปมานเหมาะสำหรับความรู้ที่ชัดแจ้ง (Declaration Knowdge) อาทิเช่นข้อเท็จจริงหรือความคิดรวบยอดที่ไม่ซับซ้อนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอุปมานแสดงได้ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายเชิงอุปมาน
ที่มา: Clark. 2016: online

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอนุมาน (Deductive Inquisitory Strategy) จะเริ่มต้นด้วยการนำเสนอข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจให้แก่นักเรียน ต่อจากนั้นให้นักเรียนยกสถานะการณ์ ตัวอย่าง หรือกรณีศึกษาขึ้นมาแสดง ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอนุมานดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.13

ภาพที่ 2.13 ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบการสืบค้นเชิงอนุมาน
ที่มา: Clark. 2016: online

จากหลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 4C/ID ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำขั้นตอนดังกล่าวมาออกแบบชุดการเรียน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการ อนุมาน และอุปมาน ในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบรรยายและแบบสืบค้นเข้าด้วยกันแล้วสังเคราะห์เป็นชุดการเรียนโดยในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบชุดการเรียนการสอนมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การออกแบบชุดการเรียนในส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัย

4C/ID	ส่วนประกอบ	แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	
1) ภารกิจการเรียน (Learning Task)	- ออกแบบกิจกรรม - เรียงลำดับภาระงาน - กำหนดจุดประสงค์	- วัตถุประสงค์	1) กิจกรรมการเรียนรู้ - วัตถุประสงค์ - ยุทธศาสตร์การสอน - แบบทดสอบหลังเรียน 2) ข้อมูลสำหรับนักเรียน - เอกสารประกอบ - ความช่วยเหลือจากครู
2) สารสนเทศประกอบการเรียน) (Procedural Information)	- ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ - วิเคราะห์ความรู้เดิม - การออกแบบเอกสารประกอบการเรียน - ความช่วยเหลือจากครู	-ยุทธศาสตร์การสอน - สื่อประกอบการเรียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

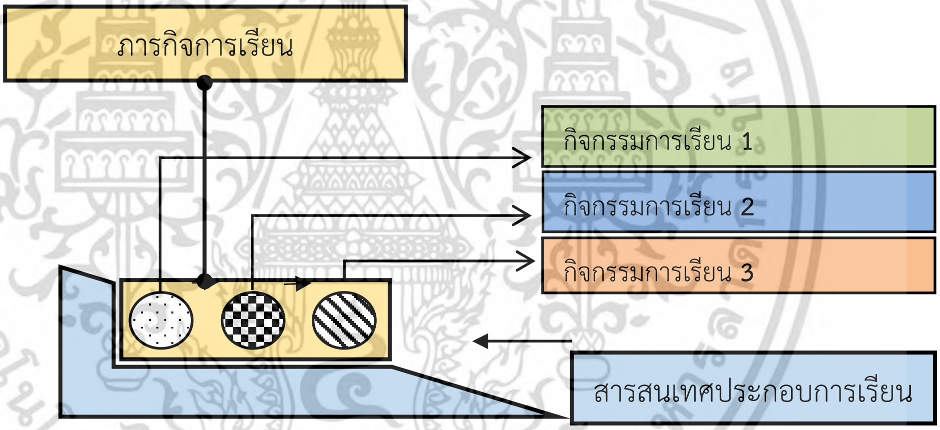
จากตารางที่ 2.7 สรุปได้ว่า ภารกิจการเรียน (Learning Tasks) ประกอบด้วย การออกแบบกิจกรรม การเรียงลำดับภาระงาน และ การกำหนดวัตถุประสงค์ ส่วน สารสนเทศประกอบการเรียน(Procedural Information) ประกอบด้วย การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ วิเคราะห์ความรู้เดิม การแกแบบเอกสารประกอบการเรียน และความช่วยเหลือจากครู

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ องค์ประกอบของชุดการเรียน การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบ 4C/ID ผู้วิจัยสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียน โดยประยุกต์ใช้ รูปแบบ 4C-ID คือ 1) ภาระงาน (Leaning Task) 2) สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) องค์ประกอบทั้ง 2 ที่มีอยู่ในกิจกรรมการเรียน มีรายละเอียดดังนี้

1. ภารกิจการเรียน (Learning Task) ประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ 2) กิจกรรมการเรียน 3) แบบประเมินหลังเรียน

2. สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) ประกอบด้วย เอกสารสำหรับนักเรียน และความช่วยเหลือจากครู

กิจกรรมการเรียนดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 องค์ประกอบของกิจกรรมชุดการเรียน ที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพที่ 2.14 สามารถสรุปกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้

1.1กิจกรรมการเรียนที่ 1 ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพเบื้องต้นแล้ว ต่อจากนั้นนักเรียนศึกษาจากเอกสารที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ประกอบด้วยสถานการณ์ตัวอย่างแสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนสรุปหลักการของกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างโดยผู้วิจัยคอยให้ความช่วยเหลือ จากนั้นให้นักเรียนกำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา กำหนดแนวทางแก้ปัญหา และตรวจสอบผลการแก้ปัญหาจากเอกสารที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้และผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถามและให้คำแนะนำในทุกประเด็นให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ และผู้วิจัยทดสอบทักษะการแก้ปัญหาหลังทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 กิจกรรมการเรียนที่ 2 นักเรียนศึกษาเอกสาร ประกอบด้วยตัวอย่างที่ผู้วิจัยเตรียม มีการกำหนดและวิเคราะห์ปัญหาเป็นตัวอย่างปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ให้นักเรียนกำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาและตรวจสอบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถามและให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็นเมื่อเสร็จสิ้นผู้วิจัยทดสอบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.3 กิจกรรมการเรียนที่ 3 นักเรียนศึกษาเอกสาร ประกอบด้วยตัวอย่างที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้นักเรียน กำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาและตรวจสอบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยมีผู้วิจัยให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย (Task3) เมื่อเสร็จสิ้นผู้จัยทดสอบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ลำดับต่อไปผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.5 การสร้างชุดการเรียน

แนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนมุ่งเน้นไปที่นักเรียนรายบุคลหรือรายกลุ่มมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ไปที่นักเรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้นประกอบกับความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนทำให้ผู้สอนได้มีการนำเทคโนโลยีเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้นำไปสู่การจัดการศึกษาแบบใหม่ให้นักเรียนได้ศึกษาตามอัธยาศัยโดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำวางแผนในการจัดการเรียนรู้ ติดตาม รวบรวมข้อมูล ประเมินผลการเรียนสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการสร้างชุดการเรียนได้แก่การจัดเนื้อหาเป็นลำดับขั้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนและศึกษาด้วยตนเอง รวมทั้ง ให้นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบผลการเรียนของตนเอง (ทิศนา แขมมณี. 2558:149-151) ในการการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนผู้วิจัยได้สืบค้นแนวคิดของนักวิชาการดังมีรายละเอียดดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 18) เมื่อผู้สอนสร้างชุดการเรียนการสอนเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ควรดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกหัวข้อ (Topic) กำหนดขอบเขตและประเด็นสำคัญของเนื้อหาผู้สร้างชุดการเรียนการสอนควรเลือกหัวข้อและประเด็นสำคัญได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาในระดับชั้นที่จะสอนว่าหัวข้อใดที่เหมาะสมที่ควรนำไปสร้างชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสามารถศึกษาความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. กำหนดเนื้อหาที่จะทำชุดการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน

3. เขียนวัตถุประสงค์ประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้สอนและนักเรียนทราบว่าเมื่อศึกษาชุดการเรียนการสอนจบแล้ว นักเรียนจะต้องมีความสามารถอย่างไร

4. สร้างแบบวัด การสร้างแบบวัดมี 3 แบบ คือ

4.1 แบบวัดพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน

4.2 แบบวัดย่อย เพื่อวัดความรู้ของนักเรียนหลังจากนักเรียนเรียนจบในแต่ละเนื้อหาย่อย

4.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากการศึกษาชุดการเรียนการสอนจบแล้ว

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จัดทำชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

5.1 บัตรคำสั่ง

5.2 บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย (ถ้ามี)

5.3 บัตรเนื้อหา

5.4 บัตรฝึกหัด และบัตรเฉลยบัตรฝึกหัด

5.5 บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ

6. วางแผนจัดกิจกรรมผู้สอนออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยมีหลักการ คือ

6.1 ให้นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นผู้เพียงคอยให้คำแนะนำ

6.2 เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับชุดการเรียนการสอน

6.3 ให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการคิดอย่างหลากหลาย

6.4 มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. การรวบรวมและจัดทำสื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนบที่มีผู้จัดทำไว้แล้ว ผู้สอนอาจนำมาปรับปรุงดัดแปลงใหม่ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ที่สอน หรือผู้สอนสร้างสื่อการเรียนการสอนใหม่ก็ได้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 134-137) ได้เสนอขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาที่นำมาสร้างชุดกิจกรรมนั้นให้ละเอียดว่าจะเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรบ้างกับนักเรียนนำมาวิเคราะห์แล้วแบ่งเป็นหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนจะต้องมีหัวข้อย่อยรวมอยู่ต้องพิจารณาให้ละเอียดเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในหน่วยอื่น การแบ่งหน่วยการเรียนการสอนของแต่ละวิชานั้นควรเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาว่าต้องเรียนรู้สิ่งใดก่อน

2. พิจารณาการทำชุดกิจกรรมโดยคำนึงถึงนักเรียนคือจะให้อะไรกับนักเรียนและทำอย่างไร

3. กำหนดหน่วยการเรียนและเนื้อหาสาระที่ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียน โดยเป็นหน่วยที่น่าเรียนรู้ หาสื่อการเรียนได้ง่าย หน่วยการเรียนมีหลักการหรือความคิดรวบยอดอะไร

4. กำหนดความคิดรวบยอดที่สอดคล้องกับหน่วยการเรียนและหัวเรื่องโดยสรุปแนวความคิด และ หลักเกณฑ์ที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม

5. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอดเป็นพฤติกรรมซึ่งนักเรียนสารถแสดงออกมาให้เห็นภายหลังที่เรียนจบเนื้อหาแต่ละเรื่องและผู้สอนสามารถวัดได้

6. การวิเคราะห์งานเพื่อหากิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องและเหมาะสม

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนให้ประสานกลมกลืน ไม่ซับซ้อน คำนึงถึงพื้นฐานผู้เรียน

8. มีสื่อการเรียนวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียน ที่ครูและนักเรียนจะต้องกระทำ เพื่อเป็นแนวทางการเรียนรู้ซึ่งครูจะต้องจัดทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย

9. ประเมินผลเพื่อตรวจสอบดูว่าหลังการเรียนการสอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงตามที่วัตถุประสงค์การเรียนกำหนดไว้หรือไม่

10. การทดลองชุดกิจกรรมเพื่อหาประสิทธิภาพการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อปรับปรุงให้ถูกต้องเหมาะสมควรนำไปทดลองกับกลุ่มเล็กๆก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและการแก้ไขปรับปรุงอย่างดี แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่โดยกำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

10.1 ชุดกิจกรรมนี้ต้องการความรู้เดิมของนักเรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดกิจกรรมนี้เหมาะสมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน มีความสับสนวุ่นวายหรือไม่

10.4 การสรุปผลการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางสู่ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆ ดีหรือไม่

10.5 การประเมินผลหลังการเรียนเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นนั้น ให้ความเชื่อมั่นได้มากน้อยเพียงใด

สรุปว่าการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาสาระของวิชา และหน่วยการเรียนที่จะนำมาทำชุดการเรียนอย่างละเอียดกำหนดความคิดรวบยอดกำหนดวัตถุประสงค์ และนำวัตถุประสงค์มาวิเคราะห์เพื่อหากิจกรรมการเรียนที่เหมาะสม เรียงลำดับกิจกรรม สื่อการเรียน การประเมินผลแล้วนำชุดกิจกรรมการเรียนไปหาประสิทธิภาพหลังการเรียนเพื่อตรวจสอบว่าผลการใช้ชุดการเรียน

จากขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียน ดังนี้

1. กำหนดหลักการ
2. กำหนดวัตถุประสงค์
3. กำหนดเนื้อหา
4. กำหนดกิจกรรมการเรียน
5. กำหนดการประเมินผล

2.3 การวัดพัฒนาการการเรียนรู้

นักการศึกษาได้ให้ความสนใจต่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่งสังเกตได้จากการเผยแพร่งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศผ่านทางวารสารทางการศึกษาและการประชุมเชิงวิชาการระดับชาติ และ ระดับนานาชาติ ออกมาอย่างต่อเนื่อง (Jung and Wickram. 2008: 302-304) ในประเทศไทยได้มีรายงานวิจัยที่บ่งบอกถึงผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนในด้านพัฒนาการของนักเรียน และรายงานค่าสถิติเชิงเปรียบเทียบกลุ่มเดียว (Dependent t-test) หลายกลุ่มวัดซ้ำ (Repeated Measure ANOVA) และนิยมเปรียบเทียบพฤติกรรมผู้เรียนโดยการวัดพัฒนาการเปลี่ยนแปลงก่อนเรียน หลังเรียน หรือพัฒนาการแบบวัดซ้ำ

การวัดพัฒนาการหรือการวัดการเปลี่ยนแปลง Willett (1997: 214, 219 ได้แบ่งวิธีวิทยาการวัด เป็น 2 กลุ่ม คือ การวัดพัฒนาการแบบเดิม (Traditional Methods of Measuring Changes) และการวัดตามแนวใหม (Modern Methods of Measuring Changes) เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม คือ ลักษณะของวิธีการวัดและผลของการวัด

2.3.1 การวัดพัฒนาการของนักเรียนแบบเดิม

แนวคิดในการวัดพัฒนาการแบบเดิม มีการวัด 2 ครั้ง คือก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนที่ได้จากการวัดเรียกว่า คะแนนการเปลี่ยนแปลง (Change Score) ซึ่งมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Difference Score) (Edwards. 2001: 265-266) วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ (Residual Score) (Dimitrov & Rumrill. 2003:161) วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็น อิสระจากคะแนนจริง ก่อนเรียน (Base-free Measure of Change)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Cronback & Furby. 1970: 68) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ (Regression-based Estimators of True Gain Score) (Newsom. 2016: 278) วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ของศิริชัย กาญจนวาสี (2557: 13-14) ในแต่ละวิธีนั้นมีรายละเอียดดังนี้ ดังนี้

2.3.1.1 วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Difference Score) เป็นการหาคะแนน การเปลี่ยนแปลงจากความแตกต่างของผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบสอบฉบับเดิมหรือคู่ขนาน จุดเด่นของวิธีนี้คือ เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดของการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวประมาณ ค่าที่ไม่ลำเอียงในการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริง จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนความแตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำ ถ้าคะแนนก่อนเรียนและหลัง เรียนมีความสัมพันธ์กันสูง (Willett. 1997: 214, Traub. 1994: 128) ความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความแตกต่างกับคะแนนก่อนเรียนมีแนวโน้มที่จะเป็นลบ ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงมีโอกาสที่จะมีความแตกต่างต่ำ ทำให้ไม่ยุติธรรมต่อนักเรียนที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูง (Linn & Slinde. 1977: 125)

2.3.1.2 วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ (Residual Score) เป็นการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนผลการทำนายคะแนนสอบหลังเรียนด้วยคะแนนสอบก่อนเรียน จุดเด่นของวิธีนี้คือคะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นอิสระจากคะแนนสอบก่อนเรียนและสามารถกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนสอบก่อนเรียนได้ วิธีการนี้มีจุดอ่อนเรื่องคะแนนความแตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำ คะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือไม่สามารถสะท้อนถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลได้อย่างตรงไปตรงมา และคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537: 29)

2.3.1.3 วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน(Base - free Measure of Change) เป็นการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียน ก่อนเรียน เรียกคะแนนทำนายหลังเรียนด้วยคะแนนจริงก่อนเรียน จุดเด่นของวิธีนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียนและสามารถ กำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนสถานภาพเริ่มต้นได้ จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงไม่สามารถตีความเป็นปริมาณ การเปลี่ยนแปลงรายบุคคลได้ และคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537: 30)

2.3.1.4 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ (Regression-based Estimators of True Gain Score) คะแนนการเปลี่ยนแปลงได้จากการทำนายที่แท้จริงด้วยคะแนนสอบก่อนเรียน และ หลังเรียน จุดเด่นของวิธีนี้ คือ ถ้าคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากัน ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงกว่าจะได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสูง และมีแนวโน้มว่าเด็กเก่งได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเด็กอ่อน และผลการเปลี่ยนแปลงจะคงเส้นคงวา จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่างถ้าสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไปแม้เพียงคนเดียว ย่อมมีผลกระทบต่อคะแนนที่ประมาณค่าได้ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความหมาย และ พิสัยของคะแนนแคบกว่าพิสัยของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537: 31)

2.3.1.5 วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (Relative Gain Score) เป็นการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากการอัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียน กับหลังเรียน กับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบก่อนเรียน จุดเด่นของวิธีนี้คือ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนที่ไม่ขึ้นกับกลุ่มคะแนนที่ได้แทนระดับปริมาณการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ ้และลดปัญหาเรื่องอิทธิพลเพดาน (Celling Effect) จุดอ่อนของวิธีนี้คือยังไม่มีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากไม่ใช้โมเดลเชิงบวก (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537: 30)

2.3.2 ทฤษฎีคะแนนจริงแบบดั้งเดิม

ทฤษฎีคะแนนจริงแบบดั้งเดิมตั้งอยู่บนพื้นฐานของโมเดลการวัดคะแนนจริงแบบดั้งเดิมที่อธิบายถึงคะแนนที่ได้จากการวัด (Observed score : O) ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ คะแนนจริง (True score : T) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error score : E) ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงได้ดังสมการ

$$O = T + E$$

แสดงว่า

$$T = O - E$$

นั่นคือ คะแนนจริงของตัวอย่างแต่ละหน่วย มิใช่คะแนนที่ได้จากการสังเกตแต่เพียงอย่างเดียว แต่รวมคะแนนความคลาดเคลื่อนเอาไว้ด้วยซึ่งก็หมายถึง คะแนนจริง มีความสัมพันธ์กับคะแนนที่สังเกตได้ และคะแนนความคลาดเคลื่อน ในรูปของสมการเส้นตรง และคะแนนความคลาดเคลื่อนดังกล่าว อาจมีค่าเป็นบวกหรือ ลบ หรือมีค่าเป็นศูนย์ก็ได้ และความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) เป็นความคลาดเคลื่อนจากวัด ซึ่งอาจเกิดจากเครื่องมือ และคุณลักษณะของตัวอย่าง และคะแนนจริง ไม่มีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน (ศิริชัย กาญจนาวาสี. 2556: 39-42, Tractenberg. 2010: 1) ในทำนองเดียวกันนี้ สุภมาส อังสุโชติ และคณะ (2552: 1-2) กล่าวว่า สถิติวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเช่น t-test, ANOVA, ANCOVA, MANNOVA และ MANCOVA ก็มักใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการสังเกตมาเปรียบเทียบกันโดยอิงทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม ซึ่งนั่นก็หมายถึงความคลาดเคลื่อนของคะแนนจากการวัด มีการแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ความแปรปรวนเป็น 1 คะแนนความคลาดเคลื่อน ตัวแปรหนึ่งจะสัมพันธ์กับตัวแปรหนึ่งไม่ได้ มิหนำซ้ำสถิติบางตัวเช่น Multiple Regression Analysis (MRA) มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การวัดต้องปราศจากความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะเป็นเช่นนั้นได้ เครื่องมือต้องมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เป็น 1 นับเป็นข้อจำกัดอันสำคัญที่ทำให้การวัดค่าตัวแปรไม่เป็นไปตามธรรมชาติการวัดส่งผลถึงความแม่นยำของผลการวิจัยที่ใช้สถิติวิเคราะห์ดังกล่าว

วิธีการวัดพัฒนาการแบบเดิมที่มีการวัด 2 ครั้ง ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ มีทั้งจุดเด่นและจุดด้อยดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าการวัดพัฒนาการแบบเดิมไม่เพียงพอในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้ง จะช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องกว่าโดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (Longitudinal Perspective) ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Grimm, Ram, & Estabrook. 2017: 114)

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดพัฒนาการของนักเรียนแบบดั้งเดิม

Sumran & Intasuwan. (2003: 70) ได้พัฒนาหลักสูตรสร้างเสริมความฉลาดทางอารมณ์และวิเคราะห์ความแปรปรวน 3 ทางแบบวัดซ้ำ(Three-way repeated measures ANOVA) พบว่าความฉลาดทางอารมณ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารุทัศน์ วงศ์ข้าหลวงและคณะ (2514: 133) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านเริ่มแรกของเด็กวัยเตาะแตะโดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดซ้ำ (repeated measure ANOVA) พบว่าทักษะการอ่านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิราภรณ์ บุตรทอง และคณะ (2009: 36) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการจัดการความเหนื่อยล้าร่วมกับโยคะในผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับรังสีรักษาโดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดซ้ำ(repeated measure ANOVA) พบว่าผู้ป่วยมะเร็ง มีคะแนนเฉลี่ยความเหนื่อยล้าหลังการทดลองต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการจัดการความเหนื่อยล้าเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับการพยาบาลตามปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($F = 63.71, p < .01$)

ศุภรา แสงแก้ว และคณะ. (2554) ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดซ้ำ (repeated measure ANOVA) พบว่ามีความคงทนในการเรียนหลังเรียน 2 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05.

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสถิติวิเคราะห์ แบบ ANOVA, MANOVA โดยอาศัยค่าสถิติ หรือประมาณค่า หรือเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ในการวิเคราะห์และแปลความหมายจากค่าสถิติเป็นการเปรียบเทียบความต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม หรือค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ให้ข้อค้นพบในขอบเขตที่จำกัด (Goldstein & Behuniak. 2005: 1-2) ข้อจำกัดจึงไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามวิจัยที่ตัวแปรต่างๆมีความเกี่ยวพันกันในทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ ประการสำคัญที่สุดโมเดลการวิเคราะห์ไม่ได้นำคะแนนจริง (True Score) มาทำการวิเคราะห์เพราะธรรมชาติของการวัดคะแนนของตัวแปรย่อมมีความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) และโมเดลการวัดก็มิได้นำคะแนนความคลาดเคลื่อนเข้ามาร่วมวิเคราะห์ ทำให้ข้อค้นพบจากการวิจัยมีข้อด้อยอย่างเห็นได้ชัด และยิ่งงานวิจัยระยะยาวที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามด้วยแล้ว ยิ่งมีความซับซ้อนเกินกว่า จะให้คำตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น ดังนั้นการวัดพัฒนาการแนวใหม่ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลสมการโครงสร้างจึงเป็นทางเลือกที่มีจุดเด่นหลายประการ (Joreskog & Sorbom. 1989: 2 อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538:17, Mueller. 1988: 18) ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอเป็นลำดับต่อไป

2.4 โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง

ความก้าวหน้าของวิธีวิทยาทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ นักการศึกษาและนักวิจัยจึงมีการพัฒนามาเป็นวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่ในรูปโมเดลโค้งพัฒนาการ (Latent Growth Curve Model) ซึ่งต้องมีการ เก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่าสองครั้ง (Multi-waves) โดยโมเดลนี้มีกรอบแนวคิดว่าคะแนนการวัดแต่ละ ครั้งเป็นคะแนนผสม (Composite Score) ที่ประกอบ ด้วยคะแนน 3 ส่วน คือคะแนนเริ่มต้น อัตราการการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการ และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นดัชนีองค์ประกอบเฉพาะของการวัดแต่ละครั้ง (Duncan & Duncan. 2009: 982) ในการวิเคราะห์อัตราพัฒนาการ และค่าพารามิเตอร์อื่นๆที่นักวิจัยสนใจ โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ในที่นี้ผู้วิจัยขอนำเสนอหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 โมเดลสมการโครงสร้าง

การวิเคราะห์พัฒนาการแนวใหม่ได้นำสมการโครงสร้างมาใช้ในการศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดหลายๆครั้งคะแนนที่ได้จากการวัดพัฒนาการแนวใหม่นี้ มักเรียกว่า คะแนนพัฒนาการ (Growth Score) จุดเด่นของโมเดลสมการโครงสร้างคือเป็น วิธีการที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างครอบคลุม และมีคำอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้อย่างลึกซึ้ง รวมทั้งมีการคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วย นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายโปรแกรม เช่น LISREL, AMOS, EQS, และ MPlus ฯลฯ

ลักษณะของโมเดลสมการโครงสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model) เป็นแบบจำลองที่นักวิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติเพื่อความเหมาะสมในการศึกษาวิจัย การที่ต้องสร้างโมเดลการวิจัยเพราะ การศึกษาจากสภาพจริงอาจทำได้ไม่สะดวก เนื่องจากองค์ประกอบ ต่างๆ เช่น ความซับซ้อนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความอันตรายถ้าลงมือทดลองจริง เป็นต้นโมเดลสมการโครงสร้าง ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญสองโมเดล คือ โมเดลการวัด(Measurement Model) และโมเดลโครงสร้าง (Structural Model) โมเดลการวัดมีสองโมเดล คือ โมเดลการวัดสำหรับตัวแปร ภายนอกและโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายใน (Joreskog and Sorbom. 1989: 2 อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538: 17) มีข้อตกลงเบื้องต้นของสมการโครงสร้าง สรุปได้ 4 ประการคือ

ประการแรก ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดลเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear) เชิงบวก (Additive) ถ้าในสภาพจริงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นเส้นโค้งต้องปรับ ให้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ประการที่สองลักษณะการแจกแจงของตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในและความคลาดเคลื่อนต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายในตัวแปรสังเกตภายนอก และตัวแปรแฝงภายในต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

ประการที่สาม ลักษณะความเป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อนมีข้อตกลง เบื้องต้นแยกออกเป็น 4 ข้อ ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายในและตัวแปรแฝงภายในเป็นอิสระต่อกัน
2. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายนอกและตัวแปรแฝงภายนอกเป็นอิสระต่อกัน
3. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายในและตัวแปรแฝงภายนอกเป็นอิสระต่อกัน
4. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายใน ตัวแปรสังเกตภายนอก และตัวแปรแฝงภายใน เป็นอิสระต่อ

ประการสุดท้าย กรณีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) ที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้งการวัดตัวแปรต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลื่อม (time lag) ระหว่างการวัดโมเดลสมการโครงสร้าง เป็นโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกต และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝง ในโมเดลการวิจัย ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้าง คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์จากตัวอย่างกับเมทริกซ์ที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดลสมมติฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการโครงสร้างนั้นมีขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล

ขั้นตอนที่ 2 การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณ ค่าพารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความกลมกลืนระหว่างเมทริกส์ของข้อมูลเชิงประจักษ์กับเมทริกซ์ของโมเดลสมมติฐาน เมื่อมีความกลมกลืน จึงจะนำค่าอิทธิพลที่ประมาณค่าได้มาแปลความหมายโมเดลต่อไป

ในการแปลความหมายโมเดลสมการโครงสร้างผู้วิจัยต้องแน่ใจว่าโมเดลสมมติฐานต้องสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าดัชนีแสดงความกลมกลืน (Fit Indicies) ได้แก่ ค่า chi-square จะต้องไม่มีมีนัยสำคัญ (p-value > .05) ส่วนค่าดัชนีอื่นๆ จะแบ่งเป็น goodness of fit ได้แก่ GFI, AGFI, CFI, TLI มีค่าระหว่าง 0-1 ค่าที่ดี ควรใกล้ 1 และ ค่า Badness of fit ได้แก่ RMR, SRMR, RMSEA มีค่าระหว่าง 0-1 ค่าที่ดี ควรใกล้ 0 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีเพื่อตัดสินความสอดคล้องของโมเดลได้แก่ chi-square, df, RMSEA, CFI, TLI ค่าดัชนีดังกล่าวมีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตัดสินความสอดคล้องของโมเดล ด้วยค่าดัชนีต่างๆ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ดัชนีความสอดคล้องสำหรับโมเดลสมการโครงสร้าง

Fit Index	Reference	Goodness or Badness of Fit Index	Theoretical Range	Cutoff Criterion
Chi-square	Jöreskog (1969)	Badness	≥ 0	p < .05
RMSEA	Steiger & Lind (1980)	Badness	> 0	< .06
CFI	Bentler (1990)	Goodness	0-1	> .95
TLI or NNFI	Tucker & Lewis (1973)	Goodness	0-1	> .95

ที่มา: West, Taylor & Wu (2012: 212-213)

จากตารางที่ 2.8 ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตัดสินความสอดคล้องของโมเดลโดย ค่า Chi-square มากกว่า 0 ค่า p-value ไม่มีนัยสำคัญ (p < .05), RMSEA น้อยกว่า .06, CFI มากกว่า .95 และ TLI มากกว่า .95

การใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มี การเก็บข้อมูลหลายครั้งหรือการเก็บข้อมูลระยะยาว (Longitudinal data) มีหลายวิธีอาทิการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว การวิเคราะห์ความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงแฝง โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลซิมเพล็กซ์ โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ โมเดลซิมเพล็กซ์มีตัวแปรแฝงพัฒนาการโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้จะเสนอการ วิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโดยเทคนิคโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ

2.4.2 โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง

โมเดลนี้มีพื้นฐานมาจากโค้งพัฒนาการที่ Rao (1958) และTucker (1958) เสนอ แนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบประเภท Component Analysis ในการศึกษาแบบแผนการ เปลี่ยนแปลงรายบุคคล แบบแผนพัฒนาการแปลผลจากคะแนนรวม (Composite Score) ที่น้ำหนักแต่ ละส่วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหมุนแกน แต่การวิเคราะห์แบบนี้ไม่สามารถประมาณค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือ หรือความคลาดเคลื่อนได้ ต่อมามีผู้ปรับโมเดลนี้อีกหลายครั้ง ล่าสุด Meredith & Tisak (1990) ใช้การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของส่วนที่เหลือและตรวจสอบโมเดลด้วยสมการโครงสร้างเชิงยืนยัน เรียกโมเดลนี้ว่า Latent Growth Curve Model โดยข้อมูลต้องมีลักษณะเป็นโครงสร้างเชิงเวลา (Time Structued Data) ในการวัดพัฒนาการตัวแปรของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง มีแนวคิดว่า พัฒนาการเชิงเส้นตรงรายบุคคลในการวัด 1 คน เวลา 1 ครั้ง คะแนนการวัดแต่ละครั้ง เป็นคะแนนรวม ที่ประกอบด้วย คะแนนความสามารถเริ่มต้น (Initial status หรือ Intercept) อัตราพัฒนาการ (Rate of change หรือ Slope) และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเขียนในรูปโมเดลในเชิงคณิตศาสตร์คือ

Y(t) = $\eta_1 + \eta_2\beta_t + E_t$

(2.1)

Y(t) คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

η_1 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

η_2 คือ ตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราพัฒนาการ

E_t คือ ความคลาดเคลื่อน

β_t คือ สัมประสิทธิ์ของเวลา t

ชุดของคะแนนการวัดทุกครั้งของแต่ละคน Y = ($y1, y2, y3,..., ym$) คะแนนการวัดของ 1 คน จำนวน 4 ครั้ง เขียนเป็นโมเดลการวัดที่มีแบบแผนเส้นตรง คือ

Y1 = $\eta_1 + \eta_2\beta_1 + E_1$

(2.2)

Y2 = $\eta_1 + \eta_2\beta_2 + E_2$

(2.3)

Y3 = $\eta_1 + \eta_2\beta_3 + E_3$

(2.4)

Y4 = $\eta_1 + \eta_2\beta_4 + E_4$

(2.5)

เขียนเป็นสมการเมทริกซ์ได้ คือ Y = $\Lambda\eta + \varepsilon$ เมื่อ η เป็นเวคเตอร์คอลัมน์องค์ประกอบร่วมของคะแนนการวัดแต่ละครั้ง (yt) ประกอบด้วย คะแนนจริงของ Intercept (η_1) และ Slope(η_2) ε เป็นเวคเตอร์คอลัมน์คะแนนส่วนที่เหลือของ y หรือคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด Λ เป็น เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ ในแบบแผนพัฒนาการเชิงเส้นตรง มี 2 คอลัมน์ คอลัมน์ แรกเป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ Intercept ที่ส่งผลต่อคะแนนการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน จึง กำหนดค่าทุกครั้งเท่ากับ 1 สำหรับคอลัมน์ที่สองเป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ Slope ที่ส่งผลต่อคะแนนการวัดแต่ละครั้งไม่เท่ากันคือ β_1, β_2, β_3 และ β_4 ในการประมาณค่าจึงกำหนดค่าเริ่มต้นของ การวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 1-4 เป็น 0, 1,2,3 สำหรับการกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบครั้งแรกเป็น 0 เพราะ นักเรียนยังไม่เกิดพัฒนาการ และน้ำหนักองค์ประกอบเป็นค่าเชิงสัมพัทธ์จึงกำหนดน้ำหนักครั้งต่อมา เป็น 1 ส่วนน้ำหนักองค์ประกอบ β_3 และ β_4 เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า ถ้าแบบแผนพัฒนา การเป็น Quadratic แล้ว Λ มี3 คอลัมน์คือ Intercept, Linear slope และ Quadratic slope จำนวน แถวของ Λ จึงเท่ากับจำนวนครั้งของการวัด และจำนวนคอลัมน์ของ Λ แสดงถึง แบบแผนพัฒนาการ สำหรับคอลัมน์ของ Λ นี้ Meredith and Tisak เรียกว่า Basis function ดังนั้นในกรณี โมเดลไม่เป็นเส้นตรง ก็เพิ่ม Basis Function เป็นคอลัมน์ที่ 3 ในเมทริกซ์ Λ เชน่กรณีแบบแผนพัฒนาการ quadratic ต้องเพิ่มคอลัมน์ที่มีสมาชิกเป็น β_{21} , β_{22}, β_{23} และ β_{24} เรียงลงมาในแต่ละแถวค่าเริ่มต้นอิทธิพลของ quadratic slope ในคอลัมน์ที่ 3 จึงเป็น 2 เท่าของคอลัมน์ที่ 2 โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงนี้เป็นโมเดลสมการโครงสร้างที่มีการสร้างค่า Intercept และ Slope รายบุคคลที่เป็นตัวแปรแฝง (η) จะประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (μ)และส่วนที่เบี่ยงเบนต่างจากค่าเฉลี่ย (ζ)สมการ คือ

$$\mathrm{I}\eta = \mu + \zeta \quad \text{หรือ} \quad \eta = \mu\mathrm{I} + \zeta \tag{2.6}$$

เมื่อ **I** คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์

เขียนในรูปของเมทริกซ์ของ Intercept และ Slope รายบุคคลเทียบกับกลุ่มอื่น $\mu_{\Pi 0}$ และ $\mu_{\Pi 1}$ เป็นค่าเฉลี่ยของ intercept และ slope ตามลำดับ

หากเขียนในรูปสมการโครงสร้างของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงด้วยกัน คือ

$$b\eta_1 = \mu_1\mathrm{I} + \zeta_1 \tag{2.7}$$

$$\eta_2 = \mu_2\mathrm{I} + + \zeta_2 \tag{2.8}$$

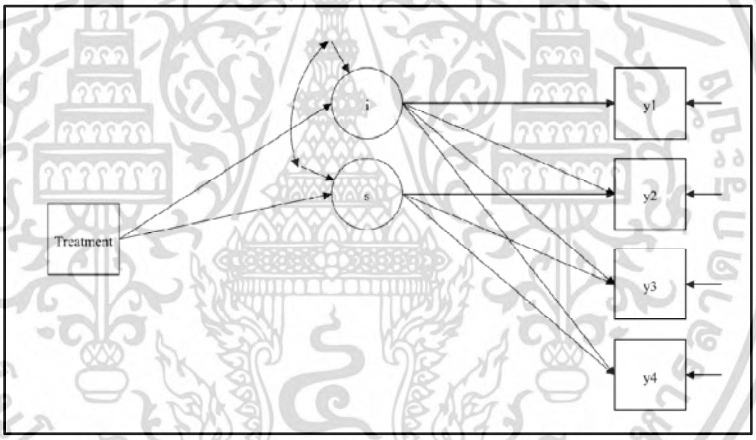
สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าที่ประมาณได้จากสมการโครงสร้างซึ่งเป็นค่าอิทธิพลของตัวแปรอิสระสมมติ เป็นค่าคงที่เท่ากับ 1 ที่มีต่อ η_1 และ η_2 ส่วน ζ_1 และζ_2 คือ คะแนนเบี่ยงเบนรายคนจากคะแนนเฉลี่ยหรือคะแนนเศษเหลือการใช้วิธีวิทยาการสมการโครงสร้างวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและเมื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลจะทำให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง คือ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนด้วยความแปรปรวนร่วมระหว่าง Intercept และ Slope นอกจากนี้ โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง ยังสามารถขยายขอบเขตการวิเคราะห์ออกไปได้หลายรูปแบบ เช่นโมเดลที่สามารถนำตัวแปรร่วมเข้ามาร่วมทำนายอัตราพัฒนาการ (Covariate Latent growth Modeling) โมเดลการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรเชิงกลุ่มหรือการวิเคราะห์กลุ่มพหุเข้ามาทำนายอัตราพัฒนาการ (Multiple-Group Growth Modeling) ซึ่งสามารถอธิบายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็น รายบุคคล และระหว่างบุคคล รวมทั้งอธิบายความแปรปรวนระหว่างคะแนนพฤติกรรมเดิม กับอัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวอย่างได้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้โมเดลการวิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (Multiple-Group Growth Modeling) โดยกำหนดตัวแปรร่วมเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มคือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.3 โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรร่วม

การวิเคราะห์อัตราพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในรายบุคคลและระหว่างบุคคลในงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อตรวจสอบอิทธิพลการจัดกระทำ (treatment) ต่อตัวอย่าง หรือผลของนวัตกรรมที่มีต่อตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองซ้ำๆกัน (repeated measure) เพื่อสังเกตอัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวอย่างนั้น สามารถขยายเทคนิคการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงแบบดั้งเดิมไปอีกขั้นหนึ่งในระดับที่สูงขึ้นโดยมองตัวแปรที่จัดกระทำเป็นตัวแปรร่วมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระยะยาว (Trajiectories) จัดเป็นโมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงและตัวแปรร่วม (Covariate Latent Growth Curve Modeling) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากตัวแปรที่ผู้วิจัยจัดกระทำในช่วงเวลาที่ทำการทดลองซ้ำเป็นช่วงๆไป (Multi Waves) ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 กรอบแนวคิด โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงและตัวแปรร่วม (Covariate Latent Growth Curve Modeling)

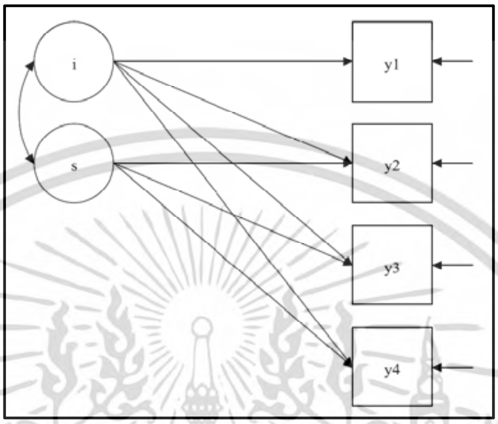
ความหมายของสัญญลักษณ์

Treament	=	ตัวแปรจัดกระทำ
i	=	คะแนนความสามารถเริ่มต้น (Intercept)
s	=	อัตราพัฒนาการความสามารถ (Slope)
y1	=	คะแนนความสามารถในการวัดครั้งที่ 1 (Wave 1)
y2	=	คะแนนความสามารถในการวัดครั้งที่ 2 (Wave 2)
y3	=	คะแนนความสามารถในการวัดครั้งที่ 3 (Wave 3)
y4	=	คะแนนความสามารถในการวัดครั้งที่ 4 (Wave 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ (Mutiple Group Growth modeling)

ในงานวิจัยเชิงทดลองยังสามารถใช้เทคนิคกลุ่มพหุในโมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงได้ (Multiple Group Growth Modeling) โดยแยกเป็น 2 โมเดล ที่มีกรอบแนวคิดเหมือนกันคือ โมเดลของกลุ่มทดลอง และโมเดลของกลุ่มควบคุม โดยกำหนดให้ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นตัวแปรกลุ่ม (Grouping) เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงของตัวอย่างในระยะยาว (Trajiectories) ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 กรอบแนวคิด โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ (Multiple Group Growth Modeling)

ผลการวิเคราะห์ทั้ง Covariate Latent Growth Cure Modeling และ Multiple Group Growth Modeling สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างของพฤติกรรมหรือความสามารถระหว่างบุคคล และภายในบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการของพฤติกรรมหรือความสามารถของตัวอย่างที่นักวิจัยสนใจได้ แต่สำหรับ Multiple Group Growth Modeling สามารถบอกให้รายละเอียดได้ลึกซึ้งกว่าโดยที่สามารถ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของพฤติกรรมหรือความสามารถ ระหว่างบุคคล และภายในบุคคล ของตัวอย่างในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ในการตรวจสอบการเปลี่ยนพฤติกรรมของตัวอย่างทั้งรายบุคคลและระหว่างบุคคล Grimm และคณะ (2017: 114-115) กล่าวว่าในงานวิจัยเชิงทดลองแท้สามารถใช้กรอบแนวคิดการวิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (Mutiple-Group Framework) เพื่อใช้อธิบายความแตกต่างระว่างบุคคล และ ภายในบุคคล ในการศึกษาอัตราพัฒนาการ ในโมเดลโค้งพัฒนาการที่ตัวแปรกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Latent Growth Model with Time-invaraint Covaiate) โดยใช้ข้อมูลระยะยาวได้อย่างเหมาะสมภายใต้กรอบแนวคิดพหุระดับ (Multilevel Modeling Framwork) สำหรับโมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุเชิงเส้นตรง เมื่อกำหนดให้ i หมายถึงบุคคล มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n และ g คือกลุ่ม

ในระดับที่ 1 เราสามารถกำหนดโมเดลจำเพาะได้ดังนี้

$$y_{ti}^{(g)} = b_{1i}^{(g)} + b_{2i}^{(g)}.t + u_{ti}^{(g)}$$

(2.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $y_{ti}^{(g)}$ คือค่าตัวแปรตามที่ได้จากการวัดบุคคลที่ i ที่เวลา t ของกลุ่ม g
$b_{1i}^{(g)}$ คือ ค่าตัวแปรตามเริ่มต้นของบุคคลที่ i ในเวลา t=0 ของกลุ่ม g
$b_{2i}^{(g)}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามของบุคคล i เมื่อ t เปลี่ยนไป 1 หน่วย
$u_{ti}^{(g)}$ คือ ค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนจำเพาะของบุคคลที่ i ที่เวลา t ของกลุ่ม g
โดยที่ $u_{ti}^{(g)} \sim n(0,\delta_{u}^{2(g)})$ ค่าความคลาดเคลื่อนนี้ การกระจายแบบปกติในแต่ละกลุ่ม

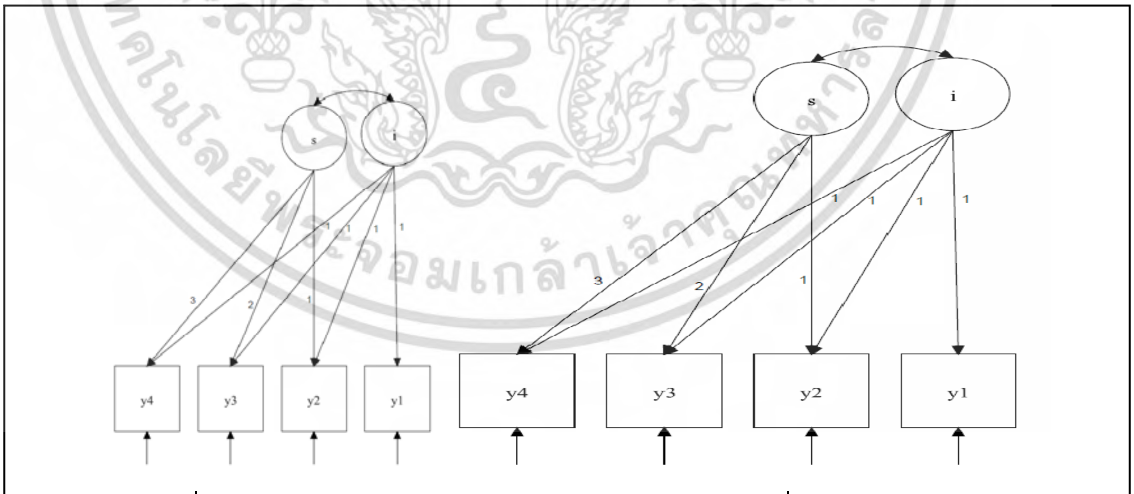
ทำนองเดียวกันนี้ในระดับที่ 2 เราสามารถกำหนดโมเดลจำเพาะเชิงกลุ่มคือ

$$b_{1i}^{(g)} = \beta_{1}^{(g)} + d_{1i}^{(g)}$$
(2.10)

$$b_{2i}^{(g)} = \beta_{2}^{(g)} + d_{2i}^{(g)}$$
(2.11)

โดยที่ $\beta_{1}^{(g)}$ และ $\beta_{2}^{(g)}$ เป็นค่าเฉลี่ยจากการวัดของพฤติกรรมเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนของพฤติกรรมในระดับกลุ่มส่วน $d_{1i}^{(g)}$ *และ* $d_{2i}^{(g)}$ คือส่วนต่างของพฤติกรรมเริ่มต้น และอัตราตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมรายบุคคลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยในระดับกลุ่ม ส่วนต่างนี้ต้องมีการกระจายหลายตัวแปรตามแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยเป็น 0

ดังนั้นในการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำโดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุเชิงเส้นตรง ร่วมกับการวิเคราะห์พหุระดับ ทั้งรายบุคคลและระหว่างบุคคล ผ่านการวัดพฤติกรรม 4 ครั้ง โดยการวิเคราะห์รวม จึงมีกรอบแนวคิดดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการกลุ่มพหุ

นอกจากนี้จากกรอบแนวคิดดังกล่าวจึงสามารถแสดงเป็นสมการถดถอย (Mix-Model) เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาในระดับกลุ่มได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$y_{ti} = \beta_0 + \beta_1(time_{ti}) + \beta_2(treatment_i) + \beta_3(treatment_i)(time_{ti}) + b_{0i} + b_{1i}(time_{ti}) + d_{ti}$ (2.12)

สำหรับกลุ่มควบคุม β_0 คือคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น β_1 คืออัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในแต่ละช่วงเวลาการทดลอง สำหรับกลุ่มทดลองจะมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น (β_2) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการ (β_3) เมื่อได้รับตัวแปรจัดกระทำ ส่วน b_{0i}, b_{1i} และ d_{ti} เป็นอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น กับอัตราพัฒนาการที่แปรเปลี่ยนไปในแต่ละบุคคล d_{ti} คือความแตกต่างของอัตราพัฒนาการระหว่างบุคคลในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการทดลองที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hesser. 2015:113; Murphy, Sloper & Berry. 2014: 7-10)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิค Multiple Group Growth Modeling ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาอิทธิพลของชุดกิจกรรมการสอนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสืบค้นความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาในระดับบุคคล รวมทั้งค้นหาความแตกต่างของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในรายบุคคลและระหว่างบุคคล อันจะเป็นประโยชน์ยิ่งในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับบริบทของผู้เรียนต่อไป

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดพัฒนาการโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

ด้วยข้อเด่นของการวัดอัตราพัฒนาการโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างแบบมีตัวแปรแฝงโดยประยุกต์ใช้ SEM ดังกล่าวทำให้นักวิชาการสร้างงานวิจัยพร้อมทั้งรายงานผลการวิเคราะห์ดังแสดงได้ต่อไปนี้

สมถวิล วิจิตรวรรณา (2545) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ชนิดตัวแปรเดี่ยวและชนิดตัวแปรพหุผลการวิเคราะห์พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เป็นโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ รองลงมาคือโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลพหุระดับ

รุจิพัชญ์ อรุวีวัฒนานนท์ (2553) ศึกษาการพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีด้วยตัวแปรแฝงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และอัตมโนทัศน์ พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และอัตมโนทัศน์ โดยเก็บข้อมูลระยะยาวจำนวน 3 ครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติเชิงบรรยาย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน repeated measure ANOVA และการตรวจสอบความตรงของโมเดล ผลการวิจัยพบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงของทั้ง 3 โมเดล มีความสอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี โดยโมเดลโค้งพัฒนาการของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีค่า x^2=0.09, df=2, p=0.96, RMSEA=0.00,CFI=1.00 การให้เหตุผลทาคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ก่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และอัตมโนทัศน์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กิจกานต์ สมรัตน์ (2554) ศึกษาการพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงของวามสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation : r_{xy})ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way repeated measures : ANOVA) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับ (Multilevel Latent Growth Curve Model : MLGCM) และโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Multilevel Structure Equation Latent Growth Curve Analysis) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปผลการวิจัยสรุปพบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับของพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรระดับนักเรียนส่งอิทธิพลต่อพัฒนาการของความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเจตคติต่อการเรียน และการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผลผ่านเจตคติต่อการเรียน และการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านเจตคติต่อการเรียนด้วยขนาดอิทธิพล ตัวแปรระดับห้องเรียนส่งอิทธิพลต่อพัฒนาการของวามสามารถในการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียน ค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเอง และคุณภาพการสอนมีอิทธิพลทางตรง และคุณภาพการสอนมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านค่าเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียน และค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตัวเอง

สมเกียรติ ทานอก (2554) ศึกษาการพัฒนาและตรวจสอบโมเดลโค้งพัฒนาการเหลื่อมเวลาระยะยาวที่มีตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาชีพครู พัฒนาการเจตคติต่อวิชาชีพครูและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการเจตคติต่อวิชาชีพครูผลการวิจัยสรุปว่า โมเดลโค้งพัฒนาการเหลื่อมเวลาระยะยาวที่มีตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาชีพครูที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีรูปแบบพัฒนาการแบบไม่ใช่เส้นตรง เจตคติต่อวิชาชีพครูมีค่าเฉลี่ยสถานะตั้งต้นในการวัดครั้งแรกเท่ากับ 3.87 และมีอัตราพัฒนาการเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาการศึกษาตามหลักสูตรจากภาคเรียนที่ 1 ถึงภาคเรียนที่ 10 ด้วยอัตราการพัฒนาการเฉลี่ย 0.08 และ ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการพัฒนาการเจตคติวิชาชีพครูคือ ความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์กับนักศึกษาและความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน รองลงมาคือ ความตั้งใจประกอบอาชีพครู คะแนนเฉลี่ยสะสม และสาขาวิชา

เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ (2555) ได้ศึกษาการ เพื่อพัฒนาโมเดลการวัดทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการ และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง ผลการวิจัยพบว่า โมเดลการวัดทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 5 ตัว เรียงลำดับองค์ประกอบจากการคิดสะท้อน การคิดวิเคราะห์ การคิดตัดสินใจ การคิดสร้างสรรค์ การคิดโต้แย้งด้วยเหตุผล ตามลำดับ โปรแกรมการพัฒนาทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการที่พัฒนาขึ้น เป็นการพัฒนา 5 ขั้นตอนตามกระบวนการคิดวิพากษ์ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรผลกลุ่มการสอนที่ใช้และไม่ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นและประเภทของโรงเรียนมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการ โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของโมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงในการวัดทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการของนักเรียนสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และขนาดอิทธิพลของโปรแกรมการพัฒนาทักษะที่มีผลต่อคะแนนดั้งเดิมและอัตราการเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าเท่ากับ 0.986 และ 0.421 ตามลำดับ

ชนิดา ไพบูลย์สวัสดิ์ (2556) ได้ เปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ด้านภาษาอังกฤษของนักเรียนที่ได้รับการ สอนด้วยรูปแบบการสอนที่แตกต่างกัน เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงของการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วย รูปแบบการสอน 5รูปแบบ มี่มีต่อพัฒนาการด้านอ่านออกเขียนได้ภาษาอังกฤษ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยายความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way repeated measures : ANOVA) โมเดลโค้งพัฒนาการ (Latent Growth Curve Model : LGCM) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า พัฒนาการความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ภาษาอังกฤษของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่แตกต่างกันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ มีอัตราพัฒนาการต่างกัน โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการของวามสามารถในการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดศรีสะเกษ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อัตราการพัฒนาการความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามขนาดของโรงเรียนมีอัตราพัฒนาการแตกต่างกัน

กนกกร ศิริสุข (2556) ศึกษาและพัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่ไม่มีคัวแปรร่วมและมีตัวแปรร่วมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่มีตัวแปรร่วมในวิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีมีแนวโน้มลดลง วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมมีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีมีแนวโน้มสูงขึ้น โมเดลโค้งพัฒนาการผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีตัวแปรร่วม พบว่า ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคเหนือมีคะแนนเริ่มต้นวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้มีคะแนนเริ่มต้นไม่ต่างกันและภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีน้อยกว่าภาคอื่นทุกวิชา โรงเรียนเอกชนมีคะแนนเริ่มต้นสูงกว่าโรงเรียนรัฐบาลทุกวิชา ยกเว้นวิชาภาษาไทยมีคะแนนเริ่มต้นไม่ต่างกัน แต่มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีน้อยกว่าโรงเรียนรัฐบาลในวิชาภาษาไทยและวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนวิชาอื่นไม่ต่างกัน โรงเรียนในเขตเมืองมีคะแนนเริ่มต้นสูงกว่าโรงเรียนในเขตชนบททุกวิชา แต่มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีน้อยกว่าโรงเรียนเขตชนบททุกวิชายกเว้นวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมที่มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีไม่ต่างกัน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีคะแนนเริ่มต้นและอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีสูงกว่าโรงเรียนขนาดเล็กทุกวิชา ยกเว้นวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมที่มีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีไม่ต่างกัน โรงเรียนขนาดใหญ่มีคะแนนเริ่มต้นในวิชาภาษาไทยและวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมสูงกว่าโรงเรียนขนาดเล็กส่วนวิชาอื่นไม่ต่างกัน และมีอัตราคะแนนพัฒนาการต่อปีในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าโรงเรียนขนาดเล็กส่วนวิชาอื่นไม่ต่างกัน โรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็กมีคะแนนเริ่มต้นและอัตราคะแนนพัฒนาการไม่ต่างกันทุกวิชา

ณัฐพล แจ้งอักษร (2557) วิเคราะห์พัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองและแรงจูงใจในการเป็นครูวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองและแรงจูงใจในการเป็นครูและวิเคราะห์อิทธิพลการรับรู้ความสามารถของตนเองและแรงจูงใจในการเป็นครูในแต่ละช่วงเวลา และวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุการรับรู้ความสามารถของตนเองและแรงจูงใจในการเป็นครูวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการแฝงเชิงสาเหตุที่มีตัวแปรเหลื่อมเวลาผลการวิจัยพบว่าโมเดลโค้งพัฒนาการแฝงเชิงสาเหตุที่มีตัวแปรเหลื่อมเวลาไขว้สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์นักศึกษาครูมีพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองในภาคการศึกษาแรก และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาการแรงจูงใจในการเป็นครูเพิ่มขึ้น รูปแบบการเปลี่ยนแปลงทั้งสองมีลักษณะเป็นเส้นตรงค่าเริ่มต้นการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อค่าเริ่มต้นแรงจูงใจในการเป็นครูเป็นบวกค่าพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อค่าพัฒนาการแรงจูงใจในการเป็นบวก และค่าพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อค่าเริ่มต้นแรงจูงใจในการเป็นครูเป็นลบการรับรู้ความสามารถของตนเองช่วงต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีอิทธิพลต่อช่วงสองเป็นบวกและช่วงสองมีอิทธิพลต่อช่วงสามเป็นบวกขณะที่แรงจูงใจในการเป็นครูช่วงสองมีอิทธิพลต่อช่วงสามเป็นลบโดยตลอดระยะเวลาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเป็นครูช่วงเวลาเดียวกันเป็นบวกและการรับรู้ความสามารถของตนเองช่วงต้นมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเป็นครูช่วงเวลาต่อไปเป็นลบขณะที่แรงจูงใจในการเป็นครูช่วงสองมีอิทธิพลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองช่วงสามเป็นลบ

พรรณี ไพศาลทักษิณ (2557) ศึกษาความสามารถเดิม (true intercept) และอัตราพัฒนาการ (true slope) ในรูปคะแนนจริงของการเรียนรู้ของนักศึกษาศึกษาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) จากอัตราพัฒนาการของการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคะแนนการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคะแนนการทดสอบแต่ละครั้งศึกษาความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการทดสอบในแต่ละครั้ง และ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถเดิมกับอัตราพัฒนาการ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การวิเคราะห์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีลักษณะแบบแผนเชิงเส้นตรงและโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความสามารถเดิมอัตราพัฒนาการค่าน้ำหนักองค์ประกอบและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการทดสอบความรู้ของนักเรียน

Curan & Muthén (1999) ประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการพัฒนาทฤษฎีและตัวแปรจัดกระทำในงานวิจัยเชิงทดลองแท้ พบว่าโมเดลโค้งพัฒนาการมีศักยภาพสามารถขยายขีดความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลมากกว่าโมเดลวิเคราะห์แบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างอำนาจการทดสอบผลทางสถิติที่สูงกว่า ความเคร่งครัดของข้อตกลงเบื้องต้นที่ผ่อนคลายกว่า และผลของตัวแปรจัดกระทำที่ให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากกว่าเดิม ทำให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมในอนาคต

Shogren, Bovaird, Plamer & Wehmeyer (2010) ศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ในการอยู่ร่วมกันของผู้บกพร่องทางสติปัญญาและไม่บกพร่องทางสติปัญญา โดยประยุกใช้โมเดลโค้งพัฒนาการ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาข้ออมูลระยะยาว ตั้งแต่ตัวอย่างอายุ 8-18 ปี พบว่าตัวอย่างสามารถอยู่ร่วมกันและเรียนรู้ด้วยกันได้ และมีเจตคติเชิงบวกต่อกัน

Muthén et al (2002) ศึกษาการใช้ Growth Mixture Modeling (GMM) ประเมินตัวแปรจัดกระทำในการลดความก้าวร้าวของวัยรุ่น ผลการศึกษาพบว่าผลของตัวแปรจัดกระทำ เมื่อวิเคราะห์ด้วย GMM สามารถจัดลำดับความก้าวร้าวที่ลดลงของวัยรุ่นได้เป็นกลุ่มย่อยที่มีรูปแบบต่างกัน ผลการศึกษาทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีข้อมูลในการออกแบบตัวแปรจัดกระทำได้เหมาะสมกับรูปแบบความก้าวร้าวในแต่ละกลุ่มซึ่งมีความแตกต่างกัน

Skibbe et al (2008) ศึกษาพัฒนาการทักษะการอ่านโดยตัวแปรจัดกระทำเป็นความยากของภาษา (Language Difficulties) กับรูปแบบของภาษา (Typical Language) ของนักเรียนอนุบาล (fifth grade) พบว่าทักษะการอ่านเริ่มต้นของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อได้รับตัวแปรจัดกระทำพบว่านักเรียนมีทักษะการอ่านในอัตราที่สูงในช่วงเริ่มต้น จากนั้นเริ่มคงที่ในช่วงหลังนักเรียนที่ได้รับตัวแปรจัดกระทำด้วยภาษายากๆ มีทักษะการอ่านต่ำกว่านักเรียนที่ถูกจัดกระทำด้วยรูปแบบของภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lammers et al (2015) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรม ที่มีอิทธิพลต่อการดื่มสุราของวัยรุ่น วิเคราะห์ข้อมูลโดยโมเดลโค้งพัฒนาการ ผลการศึกษาในระยะยาวพบว่า วัยรุ่นที่ผ่านการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยนำมาทดลองจะดื่มสุราลดลง

จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงข้อค้นพบที่สำคัญเมื่อใช้เดลโค้งพัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของอัตราพัฒนาการซึ่งมีหลายลักษณะทั้งแบบเส้นตรงและแบบเส้นโค้งบาง กรณีมีอัตราพัฒนาการเป็นลบเป็นบางช่วง แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงได้สารสนเทศเกี่ยวกับอัตราพัฒนาการมากกว่าการวิเคราะห์แบบดั้งเดิมที่ใช้คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศพบว่ามีการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการในหลายรูปแบบเพื่อใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแปรจัดกระทำหรือพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำไปใช้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิเคราะห์หรือจัดกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยตามระดับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทำให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับข้อค้นพบเพื่อให้ผู้วิจัยนำไปใช้พัฒนาคุณลักษณะต่างๆของตัวอย่างได้ตรงตามธรรมชาติและบริบทของตัวอย่างมากยิ่งขึ้น

จากการทบทวนเอกสารพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในกานแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา

ชุดกิจกรรมการเรียน ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล

ในชุดกิจกรรมการเรียนนี้ กิจกรรมการเรียนมี 3 กิจกรรม แต่ละกิจกรรม ประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID 2 องค์ประกอบออกแบบการดำเนินกิจกรรม โดยที่องค์ประกอบแรกได้แก่ Learning tasksเพื่อออกแบบการจัดกิจกรรม ประกอบไปด้วย การเรียนแบบอุปมานจากตัวอย่าง การฝึกหัดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ตัวอย่าง และการประเมินผลด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา องค์ประกอบที่สอง ได้แก่ Procedural Information เป็นส่วนสนับสนุน Learning tasks ให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียน รวมทั้ง การดูแลช่วยเหลือจากครูผู้สอนโดยใช้เทคนิค Scaffolding อันได้แก่ Corrective Feedback, Questioning

ในส่วนของการประเมินผล ใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบความเรียง และตรวจคำตอบโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์แบบแยกส่วนโดยใช้คะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ 2 คน ประเมินคำตอบแต่ละข้อ แต่ละคนของนักเรียน

ในการวัดอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ วิเคราะห์ รูปแบบอัตราพัฒนาการ ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ความความแปรปรวนของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างบุคคล อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหารายบุคคล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ มีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนฯเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียน

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพและแบบประเมินความเหมาะสม ชุดกิจกรรมการเรียน

1. แหล่งข้อมูล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ชุดกิจกรรมการเรียน

2. ผู้ให้ข้อมูล

ผู้วิจัยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตามเกณฑ์ของ วรรณี แกมเกตุ (2555: 219) เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนก่อนนำไปใช้ทดลองจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลตามต้องการ ผู้วิจัยคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญแบบมีวัตถุประประสงค์ (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้

2.1 ครูปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา มีวิทยฐานะระดับครูเชี่ยวชาญมีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมทางการศึกษาหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยในสาขานวัตกรรมทางการศึกษาหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทในสาขานวัตกรรมทางการศึกษาหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน

2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประผลทางการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก ด้านการวัดผล และประเมินผล มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยในสาขาการวัดผลหรือประเมินผล ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยในสาขาการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 1 คน

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ให้ข้อมูลแสดงอยู่ในภาคผนวก ข

3. รายละเอียดของชุดกิจกรรมการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างและหาคุณภาพ ดังต่อไปนี้

3.1 ชุดกิจกรรมการเรียน ผู้วิจัยศึกษาเอกสารเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับความหมายของชุดกิจกรรมการเรียน ประเภทและส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียน องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียน นำข้อมูลมาสรุปและสังเคราะห์ตามตารางที่ 2.6 บทที่ 2 และได้ข้อมูลพื้นฐานในการสร้างชุดกิจกรรมดังนี้ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา (4) การจัดกิจกรรมการเรียน (5) การประเมิน ทุกองค์ประกอบผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์ออกเป็นชุดกิจกรรมการเรียนฉบับร่าง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรูปแบบ 4C/ID และทำการศึกษาวิธีสอน และเทคนิคการสอน เพื่อนำมาใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการตรวจสอบการแก้ปัญหา

3.2 คู่มือสำหรับผู้สอน ผู้วิจัยศึกษาองค์ประกอบของครู่มือครูสำหรับผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์แลเทคโนโลยี ได้องค์ประกอบของคู่มือครู ประกอบด้วย -หลักการ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน - แนวทางการจัดกิจกรรม สื่อและเอกสาร การเตรียมสอนล่วงหน้า ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม แนวทางประเมินผล ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู และเอกสารอ้างอิง

3.3 เอกสารสำหรับนักเรียน ผู้วิจัยประยุกต์จากคู่มือสำหรับผู้สอน ประกอบด้วย คำชี้แจงสาระ วัตถุประสงค์การเรียน แนวคิดหลัก กิจกรรมการเรียน เอกสารประกอบการเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

3.4 ข้อมูล เป็นเอกสารสำหรับนักเรียนใช้ศึกษาประกอบการแก้ปัญหา เนื้อหาเป็นข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและการดำรงชีวิต ผู้วิจัยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 บทที่ 1 เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต

3.5 เอกสารสำหรับการประเมินผล เป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ประกอบสถานการณ์โดยประยุกต์จากคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรสถานศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 หน่วยการเรียนเรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต และเนื้อหาหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่ม 2 บทที่ 1 เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต โดยแบบวัดมีลักษณะเป็นความเรียง วัดผลจากพฤติกรรม 4 ประเด็นคือ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา ตามวัตถุประสงค์ที่ระบุในชุดกิจกรรมการเรียน

4. เครื่องมือประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียน และการตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียน เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้กับตัวอย่าง

การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

1. ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน ได้ความเหมาะสมในประเด็นต่อไปนี้ คือ 1) ความเหมาะสมของหลักการ 2) ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ 3) ความเหมาะสมของเนื้อหา 4) ความเหมาะสมกิจกรรมการเรียน 5) ความเหมาสมในการประเมินผล

2. ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามจากประเด็น 5 ประเด็นได้แก่ ความเหมาะของหลักการ ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมกิจกรรมการเรียน และความเหมาะสมของการประเมินผล ได้ข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 12 ข้อ โดยข้อคำถามเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยอาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาข้อคำถามแล้วให้คะแนนโดยกำหนดน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสม มาก
3 หมายถึง เหมาะสม ปานกลาง
2 หมายถึง เหมาะสม น้อย
1 หมายถึง เหมาะสม น้อยที่สุด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้ (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. 2555: 95)

4.51-5.00 หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50 หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50 หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50 หมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3. ผู้วิจัยนำแบบประเมินความเหมาะสมาตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คนมาให้ความคิดเห็นด้านความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (Index of Item–Objective Congruence: IOC) ผู้วิจัยนำแบบตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความเหมาะสมไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนความเห็นโดยมีความหมายดังนี้

คะแนน 1 แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ในแบบประเมิน
คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ในแบบประเมิน
คะแนน -1 แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวันิยามศัพท์ในแบบประเมิน

ผู้วิจัยนัดรับแบบตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเองและนำข้อมูลจากแบบตรวจสอบคุณภาพไปวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากสมการที่ 3.1 (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2558: 195)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้อง

∑R หมายถึง คะแนนความรวมคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ข้อคำถามมีค่า IOC .50 ขึ้นไปจึงจะถือว่านำไปใช้ได้ (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. 2555: 122-123) ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนพบว่ามีค่าตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง

ขั้นตอนที่ 2 และ ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ การศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์

2 เพื่อศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่อไปนี้คือ

2.1 การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เริ่มต้น ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3 การหาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในรายบุคคล และ ระหว่างบุคคล ในประเด็นต่อไปนี้คือ

3.1 การตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

3.2 การตรวจสอบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

3.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

2 เพื่อศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นต่อไปนี้คือ

2.1 การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดความเรียง วัดกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วยสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามใน 4 ประเด็นคือ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอทางในการแก้ปัญหา การตรวจสอบการแก้ปัญหา ข้อสอบ 1 ฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยสถานการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 คะแนน รวม 16 คะแนน ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 2 สถานการณ์ปัญหา ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นแล้วเพื่อใช้เป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แหล่งข้อมูล ผู้ให้ข้อมูล ตัวอย่าง

1. **แหล่งข้อมูลคือ** เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์

2. **ผู้ให้ข้อมูล** ผู้วิจัยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตามเกณฑ์ของ วรรณี แกมเกตุ. (2555:219) เพื่อประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบวัด (Index of Item–Objective Congruence: IOC) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนนำไปใช้ทดลองจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลตามต้องการ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้

2.1 ครูปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา มีวิทยฐานะระดับครูเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน

2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการวัดผล และประเมินผล มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยในสาขาการวัดผลหรือประเมินผลที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการวิจัยในสาขาการประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 คน รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ให้ข้อมูลแสดงอยู่ในภาคผนวก ข

3. **ตัวอย่าง** คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จากโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร มา 1 โรงเรียน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งหมด 126 โรงเรียน สุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน มีนักเรียนที่เป็นตัวอย่างจำนวน 45 คน ใช้ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ โดยขอความร่วมมือจากผู้ประสานงานที่ผู้วิจัยติดต่อไว้ ได้ข้อมูลสมบูรณ์คืนมา 40 ฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสอดคล้องมาตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการวิเคราะห์ ดัชนี IOC จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาให้คะแนนความเห็น และใช้ข้อคำถามมีค่า IOC .50 ขึ้นไปเก็บรวบรวมข้อมูล (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. 2555: 122-123)

2.1.2 รายละเอียดของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สืบค้นเอกสารจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวกับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ เกณฑ์การประเมินคำตอบแบบรูบริกส์ เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานนำมาร่างต้นแบบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหของององค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสืบค้นเอกสารเพื่อให้ได้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ประเภทของการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมากำหนดนิยามเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเลือกรูปแบบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Wood (2006: 99) ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รูปแบบปัญหาที่นำมาใช้ในการวิจัย

รูปแบบปัญหา	ข้อมูล	วิธีการแก้ปัญหา	เป้าหมายการแก้ปัญหา	กระบวนการแก้ปัญหา
1	กำหนดให้	คุ้นเคย	กำหนด	ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเคยเรียนรู้
2	กำหนดให้	ไม่คุ้นเคย	กำหนด	มองหาวิธีการที่คล้ายกับที่เคยเรียนรู้มาใช้
3	ให้บางส่วน	คุ้นเคย	กำหนด	วิเคราะห์ปัญหาเพื่อสืบค้นข้อมูลที่ใช้
4	ให้บางส่วน	ไม่คุ้นเคย	กำหนด	ค้นหาวิธีการและข้อมูลที่เป็นไปได้

ผู้วิจัยนำปัญหารูปแบบที่ 1 และ 2 นำมาออกแบบสถานการณ์ปัญหาประกอบกิจกรรมการเรียนเนื่องจากเป็นรูปแบบที่นักเรียนคุ้นเคยจากการทำแบบฝึกหัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับปัญหารูปแบบที่ 3 ผู้วิจัยนำมาออกแบบสถานการณ์ปัญหาประกอบแบบวัด เพื่อสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้กับผู้เรียนในชีวิตประจำวัน เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนจนเกินเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2

สำหรับกระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ จากแนวคิดของ นักวิชาการ นำมาสังเคราะห์เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นกำหนดปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหาสร้างขอบเขตของปัญหาและต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย

ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหาหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

ข้อมูลดังกล่าวใช้กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้าง แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนรวม 4 ฉบับ และใช้สำหรับกำหนดเนื้อหาและสถานการณ์ประกอบปัญหาในชุดกิจกรรมการเรียน จำนวน 14 สถานการณ์โดยแต่ละสถานการณ์เป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงหรือนักเรียนอาจพบได้ในชีวิตจริง (Scenario)

ในส่วนของข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษา และวิเคราะห์หลักการวัดและประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา รูปแบบและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเลือกรูปแบบการวัดแบบความเรียง เพราะจะทำให้ทราบถึงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญ และช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการเดาตำตอบของนักเรียน สำหรับจุดด้อยของแบบวัดแบบความเรียง อาจวัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหานั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยเห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน และพฤติกรรมที่สนใจคือทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถออกได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา จึงใช้สามารถแบบวัดแบบความเรียงได้

ผู้วิจัยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินรูบริกส์ เพื่อให้ผู้ตรวจนำไปใช้ประเมินคำตอบแบบความเรียง ในแต่ละประเด็นเป็นตัวเลข โดยกำหนดให้ 2 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามได้ตรงประเด็นครบถ้วนถูกต้อง 1 คะแนนหมายถึงตอบได้ถูกต้องกึ่งหนึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน และ 0 คะแนนถ้าผู้เรียนไม่ตอบคำถาม, คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตรงประเด็น เนื่องจากข้อคำถามในแต่ละปัญหาแยกออกเป็นคำถามใน 4 ประเด็น และเพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมทุกประเด็น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เกณฑ์การประเมินรูบริกส์แบบแยกส่วน (Analytical Rubrics Scale)

สำหรับจุดด้อยในการตรวจให้คะแนนที่ไม่เป็นปรนัย ผู้วิจัย และ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 คน มีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่น้อยกว่า 10 ปี มีวิทยาฐานะไม่ต่ำกว่าครูชำนาญการพิเศษร่วมกันประเมินคำตอบของนักเรียนแต่ละคน โดยแยกกันประเมินอย่างอิสระจนครบทุกข้อ และทุกคน ซึ่งจะทำให้คะแนนจากการตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาดังกล่าวใกล้เคียงกับคะแนนจริงและมีความเป็นปรนัยมากยิ่งขึ้น (Jackson. 2015: online; Moskal. 2000: online, ; Hopkins & Other. 1990: 144; Flateby 2016: 4-7; Gronlund and Linn. 1990 : 93-97; Quellmalz. 1985: 48; Hafner & Hafner. 2003: 1511-1513)

2. สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ การสอบโดยครอบคลุมนิยามเชิงปฏิบัติการของ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากข้อมูลพื้นฐานได้แก่ การกำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และตรวจสอบการแก้ปัญหา

2.2 สร้างแบบวัดแบบความเรียง โดยกำหนดข้อคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับและพฤติกรรมด้านทักษะที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

2.3 กำหนดวิธีตรวจให้คะแนนแบบวัดเป็นรูบริกส์แบบแยกส่วน (Analytical Rubrics Scale) โดยใช้เกณฑ์แบบแยกส่วนได้แก่ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา

3. การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยตรวจสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต้นแบบ ด้วยการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบวัดโดยด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย, ตรวจสอบความตรงโดยใช้ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congroence : IOC), ตรวจสอบความสอดคล้องของการให้คะแนนแบบวัดทักษะ จากผู้ตรวจ 2 คน (inter rater reliability : IRR) โดยนำผลการตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาจากตัวอย่าง ของผู้ตรวจทั้ง 2 คน มาวิเคราะห์ค่า ICC เป็นรายข้อ, นำค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาจากผู้ตรวจทั้งสองคน ที่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ICC มาวิเคราะห์ความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อจากผลการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาของตัวอย่าง จากค่าเฉลี่ยของผู้ตรวจทั้ง 2 คน ทั้งนี้หากแบบวัดข้อใดมีความสอดคล้องต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจะนำข้อ จากนั้นผู้วิจัยแบ่งแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ออกเป็น 4 ฉบับ ฉบับละ 2 ข้อ แบบวัดแต่ละฉบับนำมาวิเคราะห์ความชื่อมั่นโดยพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α Coefficient) ทั้งฉบับ ก่อนนำมาใช้ทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แล้วนำไปสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านความสอดคล้องของแบบวัดกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของข้อคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

3.2 การตรวจสอบคุณภาพด้านความน่าเชื่อถือของการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยปรับตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ตัวอย่างที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือได้จาการสุ่มแบบกลุ่ม มา 1 โรงเรียนได้ สุ่มแบบกลุ่มได้ 1 ห้องเรียน ได้ตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 45 คน ผู้วิจัยติดต่อผู้ประสานงานซึ่งเป็นครูผู้สอน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยรับแบบทดสอบกลับคืนมา 40 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 89 นำมาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนและการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 10 ปี อีก 1 คน โดยใช้เกณฑ์รูบริกส์แบบแยกส่วน ผู้วิจัยนำผลการตรวจระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (Inter Rater Reliability : IRR) มาวิเคราะห์ด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intra-Class Correlation: ICC) (Koo, & Li, 2016: 150) เพื่อหาค่าความสอดคล้องความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน เนื่องจากผู้วิจัยเลือกผู้ตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบเฉพาะเจาะจงจึงเลือกใช้ Two-Way Mixed-Effects Model เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องหรือความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน (McGraw & Wong, 1996:33 , Shrout & Fliess, 1979: 421) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายข้อตามสมการที่ 3.2

$$\mathrm{ICC}(3,\mathrm{K}) = \frac{\mathrm{MS_R}-\mathrm{MS_E}}{\mathrm{MS_R}}$$

(3.2)

เมื่อ MS_R = ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างแถว

MS_E = ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

ใช้เกณฑ์การตัดสินค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) เพื่อประเมินความสอดคล้องของความน่าเชื่อถือ (IRR) ของความเห็นระหว่างผู้ประเมินดังนี้ (Cicchetti. 1994: 286)

<0.40	ความความสอดคล้องของความเห็นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับ ต่ำ
0.40-0.59	ความความสอดคล้องของความเห็นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับ พอใช้
0.60-0.74	ความความสอดคล้องของความเห็นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับ ดี
0.74-1.00	ความความสอดคล้องของความเห็นระหว่างผู้ประเมิน ดีมาก

3.3 การตรวจคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยนำผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นค่าเฉลี่ยระหว่างผู้ตรวจที่ผ่านการประเมินความน่าเชื่อถือ มาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Item Difficulty Indices: p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Discrimination Indices: r) (Whitney, and Sabers, 1970: 13) ตามสมการที่ 3.3 และ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p = \frac{S_H+S_L-(2NX_{min})}{2N(X_{max}-X_{min})}$$

(3.3)

$$r = \frac{S_H-S_L}{N(X_{max}-X_{min})}$$

(3.4)

S_H = ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L = ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
N = จำนวนตัวอย่างในกลุ่มสูง หรือต่ำ
X_{max} = คะแนนสูงสุด
X_{min} = คะแนนต่ำสุด

เกณฑ์ตัดสินคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ค่าความยากง่าย (P_i) และค่าอำนาจจำแนก (r_i) ใช้เกณฑ์ในการเลือกข้อสอบความเรียงรายข้อดังนี้ (Patock. 2004: 2-3, บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. 2555: 254)

$0.30 \le P_i \le 0.70$
$0.30 \le r_i \le 0.70$

นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพด้านความยากง่าย มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง โดยใช้ Cronbach's alpha ดังสมการที่ 3.5

$$\alpha = [\frac{k}{k-1}][1-\frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}]$$

(3.5)

เมื่อ α = ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง
k = จำนวนข้อคำถาม
S_i^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
S_t^2 = ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ตัดสินคุณภาพของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยเกณฑ์การตัดสิน α อยู่ระหว่าง 0.70-0.95 มีค่าเหมาะสม (Tavakul, & Dennick , 2011: 54)

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

1. ผลการตรวจสอบความตรงระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบวัด โดยวิเคราะห์วิเคราะห์ค่า IOC โดยอาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่า IOC รายข้อย่อยๆ อยู่ระหว่าง .52-.84 แสดงว่าข้อคำถามมีคุณภาพ สามารถนำมาใช้ทดลองได้ (รายละเอียดค่า IOC แสดงในภาคผนวก ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์รูกบริกส์แบบแยกส่วน ในด้านความเป็นปรนัยในการให้คะแนน โดยการตรวจสอบความสอดคล้องด้านความน่าเชื่อถือในการประเมินของผู้ตรวจ 2 คน (IRR) เป็นรายข้อ ด้วยการวิเคราะห์ค่า ICC โดยอาศัยข้อมูลผลการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน จากตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์แบบแยกส่วน มีค่าระหว่าง .60-.88 แสดงว่าการให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาจากผู้ตรวจ 2 คนไปในทิศทางเดียวกัน

3. ผลการตรวจสอบความยากง่าย และอำนานจำแนกของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความยาก (p) และดัชนีอำนาจจำแนก (r) รายข้อ จากคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาของตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาจากผู้ตรวจ 2 คน ค่า p อยู่ระหว่าง .41- .66 และค่า r อยู่ระหว่าง .30-.56 แสดงว่าแบบวัดแต่ละข้อมีคุณภาพตามเกณฑ์

4. ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค (α) โดยใช้ข้อมูลจากจากคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ = .98 แสดงว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามีคุณภาพตามเกณฑ์ ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นไปตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ข้อที่	mean	variance	IOC[1]	ICC[2]	p	r	ผลการตัดสิน
1	3.99	.19	.6-1	.72*	.58	.30	มีคุณภาพ
2	4.06	.19	.6-1	.79*	.56	.35	มีคุณภาพ
3	4.29	.07	.4-1	.88*	.51	.40	ปรับข้อคำถาม
4	4.74	.19	.6-1	.68*	.65	.39	มีคุณภาพ
5	4.83	.08	.8-1	.80*	.52	.41	มีคุณภาพ
6	4.30	.01	.8-1	.79*	.56	.42	มีคุณภาพ
7	2.56	.09	.4-.6	.79*	.41	.39	ปรับข้อคำถาม
8	4.56	.07	.6-1	.81*	.59	.42	มีคุณภาพ
9	4.54	.10	.8-1	.76*	.56	.43	มีคุณภาพ
10	4.65	.06	.8-1	.76*	.63	.40	มีคุณภาพ
11	4.46	.03	.6-1	.74*	.59	.37	มีคุณภาพ
12	4.49	.05	.6-.8	.81*	.54	.36	มีคุณภาพ
13	5.06	.05	.8-1	.76*	.64	.56	มีคุณภาพ
14	4.80	.03	.6.1	.60*	.66	.43	มีคุณภาพ

หมายเหตุ [1] แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 4 ข้อ แต่ละข้อย่อยมีค่า IOC ต่างกัน ค่า IOC จึงกำหนดเป็นช่วง ตามรายละเอียดในภาคผนวก ง

[2] * หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

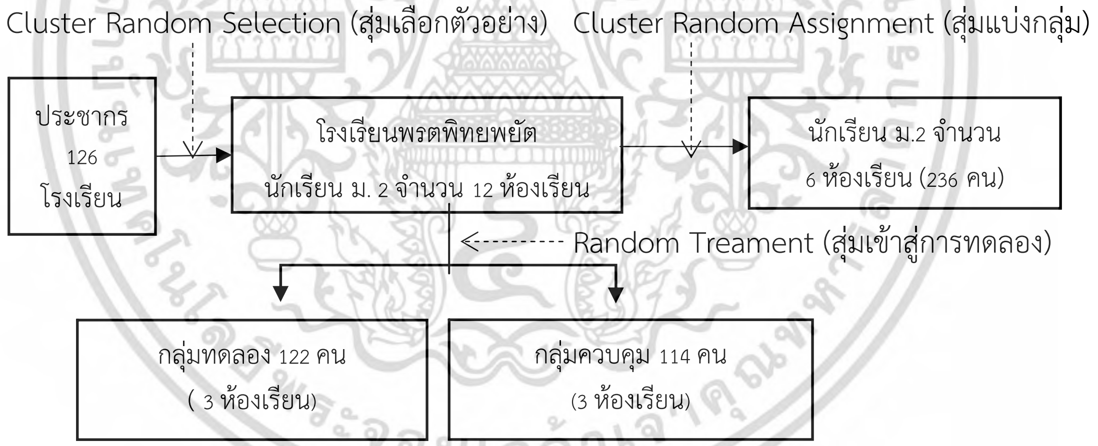
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เริ่มต้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 126 โรงเรียน

ขนาดตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้หลักการทั่วไป (Rule of Thump) กำหนดขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 200 คน (Hoogland & Boomsma 1998: 365; Kline, 2005: 12) โดยผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัด สพฐ. กรุงเทพมหานคร ให้ได้ตัวอย่างในการวิจัยไม่น้อยกว่า 200 คน ตัวอย่างสุ่มแบบหลายขั้นตอน (2 Stage Cluster Random Sampling) ขั้นแรกสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Selection) ได้โรงเรียนพรตพิทยพยัต ซึ่งมีนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 ห้องเรียน ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Assignment) ได้ 6 ห้องเรียน คือห้อง 2/1, 2/3, 2/4, 2/6, 2/7, 2/11 มีนักเรียน 30 คน, 44 คน, 39 คน, 46 คน, 42 คน และ 48 คน ตามลำดับ หลังจากนั้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการสุ่มเข้าสู่ตัวอย่างทดลอง (Random Treatment) คือ ห้องเรียน 2/1, 2/6, 2/11 มีนักเรียนรวมทั้งหมด 124 คน เก็บข้อมูลได้สมบูรณ์ 122 คน และเข้าสู่กลุ่มควบคุมคือห้องเรียน 2/3, 2/4, 2/7 มีนักเรียนรวมทั้งหมด 125 คน เก็บข้อมูลได้สมบูรณ์ 114 คน รวมตัวอย่างทั้งหมด 249 คน เก็บข้อมูลได้สมบูรณ์ 236 คน คิดเป็นร้อยละ 94.77 รายละเอียดดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage Random Sampling)

2.2.2.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำบันทึกข้อความจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับผู้อำนวยการสถานศึกษา เมื่อได้รับอนุญาต ผู้วิจัยจึงเข้าไปติดต่อกับนักเรียนที่ตัวอย่างและชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย ทั้งนี้นักเรียนที่เป็นตัวอย่างทุกคนสมัครใจเข้ารับการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียน ก่อนทดลอง ผู้วิจัย และผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสานงานเก็บรวมรวบข้อมูลและเป็นผู้ชี้แจง ให้คำแนะนำในการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ในแต่ละห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

หลังทดลอง กลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน ผู้วิจัยเป็นผู้คุมสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียนให้ผู้ประสานงาน เป็นผู้คุมสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล ในการตรวจให้คะแนนผู้วิจัย และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ อีก 1 ท่าน เป็นผู้ตรวจให้คะแนน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้นคือวิธีการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ปกติเสริมด้วยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนและจัดการเรียนรู้ปกติ

ตัวแปรตามคือ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2.4 แบบแผนการทดลอง

เป็นการทดลองแท้มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้จากการสุ่ม วัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง โดยการศึกษาข้อมูลระยะยาว (Longitudinal data) โดยมีแบบแผนดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3. 3 แบบแผนการทดลอง

	Wave1		Wave2		Wave3		Wave4
ตัวอย่าง	คะแนนการวัดทักษะฯ1	กิจกรรมการเรียน1	คะแนนการวัดทักษะฯ2	กิจกรรมการเรียน2	คะแนนการวัดทักษะฯ3	กิจกรรมการเรียน3	คะแนนการวัดทักษะฯ4
RE	O_{E1}	X_1	O_{E2}	X_2	O_{E3}	X_3	O_{E4}
RC	O_{C1}	-	O_{C2}	-	O_{C3}	-	O_{C4}
วัน/เดือน/ปี	11/12/60		25/12/60		8/1/61		22/1/61

RE หมายถึง ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง
RC หมายถึง ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม
O_{E1} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองก่อนให้สิ่งทดลอง
O_{C1} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 1 ของกลุ่มควบคุม
X_1 หมายถึง สิ่งทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนที่ 1
\- หมายถึง ไม่ได้รับสิ่งทดลองคือกิจกรรมการเรียน
O_{E2} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองเมื่อได้รับสิ่งทดลอง
O_{C2} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุม
X_2 หมายถึง สิ่งทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนที่ 2
O_{E3} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 3 ของกลุ่มทดลองเมื่อได้รับสิ่งทดลอง
O_{C3} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 3 ของกลุ่มควบคุม
X_3 หมายถึง สิ่งทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนที่ 3
O_{E4} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลองเมื่อได้รับสิ่งทดลอง
O_{C4} หมายถึง คะแนนจากการวัดทักษะครั้งที่ 4 ของกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำของ Little (2013: 51-52) กล่าวว่าระยะเวลาที่ห่างกันในแต่ละช่วงของการให้สิ่งทดลองจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าแบบแผนการศึกษาเป็นแบบใด หากเป็นศึกษาข้อมูลระยะยาวเชิงทดลองพบอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ก็สามารถกำหนดระยะเวลาแต่ละช่วงได้ตามความเหมาะสม การวิจัยนี้ผู้วิจัยให้สิ่งทดลองห่างกัน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยเริ่มทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 11 ธันวาคม 2560 ถึง 22 มกราคม 2561 รวมเวลา 6 สัปดาห์

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.5.1 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น

(1) การแจงของข้อมูลหลายตัวแปรตามปกติ ตรวจสอบโดยวิเคราะห์ความเบ้ ควรมีค่าระหว่าง ±1 ความโด่งควรมีค่า ระหว่าง ±3

(2) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่าเทียมกันในแต่ละช่วงเวลา ผู้วิจัยใช้หลักการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง จึงทำให้ผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อน ผลการทดสอบจึงคงทน (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538: 17; Barker, Rancourt, & Jelalian. 2014:240)

(3) ความเป็นอิสระค่าของตัวแประตามใช้แบบแผนการทดลองเป็น True Experimental

2.2.5.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test Independent เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของตัวอย่าง

2.3 การหาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size: D) ด้วยสถิติ Cohen’s D (Lakens. 2013: 864) เพื่อหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนหลังใช้ทดลอง ตามสมการที่ 3.6 และ 3.7

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{S_{pooled}} \quad (3.6)$$

$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad (3.7)$$

เมื่อ D หมายถึง ขนาดอิทธิพล

μ_1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง

μ_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม

n_1 หมายถึง ขนาดตัวอย่างของกลุ่มทดลอง

n_2 หมายถึง ขนาดตัวอย่างของกลุ่มควบคุม

s_1^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

s_2^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

เกณฑ์การแปลความหมายของขนาดอิทธิพล (Ray & Shadish. 1996: 1320)

ขนาดอิทธิพล (D) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.5 หมายถึงมีขนาดอิทธิพลน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดอิทธิพล (D) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.80 หมายถึงมีขนาดอิทธิพลปานกลาง
ขนาดอิทธิพล (D) ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป หมายถึงมีขนาดอิทธิพลมาก

3. เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในรายบุคคล และระหว่างบุคคล

3.1 การตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติ t-test Independent เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของตัวอย่างในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ผลการเปรียบเทียบต้องไม่มีนัยสำคัญ ($p>.05$)

3.2 การตรวจสอบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

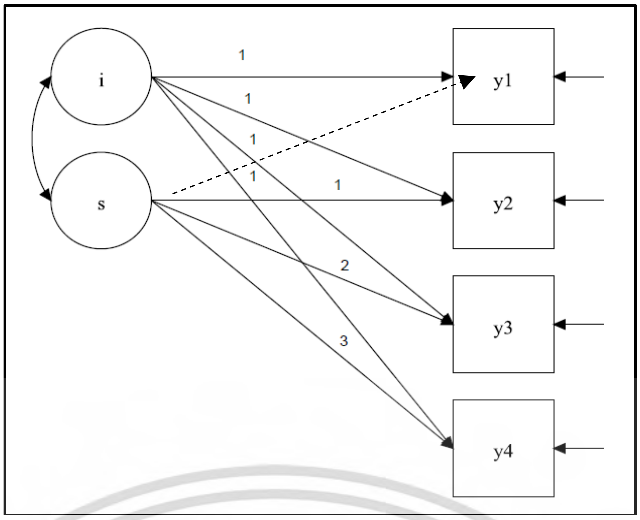
ผู้วิจัยตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลโค้งพัฒนาการพหุ กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีลำดับในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นำผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานมาพัฒนาเป็นโมเดลสมมติฐาน ผู้วิจัยกำหนด ตัวแปร เชิงกลุ่มมีสัญญลักษณ์เป็น 0 สำหรับกลุ่มควบคุม และ 1 สำหรับกลุ่มทดลอง ให้มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องในโมเดลดังนี้

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 4 ตัวคือ ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 3 ครั้ง โดยตัวบ่งชี้ทั้งหมดมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นแฝงอยู่ ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจึงกำหนดให้มีขนาดอิทธิพล เท่ากับ 1 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

อัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 4 ตัวคือ ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นและผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 3 ครั้ง ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัย กำหนดให้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นมีขนาดอิทธิพล = 0 ส่วนผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 3 ครั้ง กำหนดแบบแผนให้เป็นเส้นตรง มีค่าเป็น 1, 2, 3 ตามลำดับ ได้โมเดลสมมติฐานดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

I	=	คะแนนเริ่มต้นทักษะการแก้ปัญหา
s	=	อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา
y1	=	คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียน
y2	=	คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังผ่านกิจกรรมการเรียนชุดที่ 1
y3	=	คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังผ่านกิจกรรมการเรียนชุดที่ 2
y4	=	คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังผ่านกิจกรรมการเรียนชุดที่ 3

ผู้วิจัยตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการนำข้อมูลเชิงประจักษ์จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 มาตรวจสอบความสอดคล้อง โดยกำหนดค่า parameter ระหว่าง i ไปยัง y1, y2, y3, y4, = 1 และกำหนดอัตราพัฒนาการเบื้องต้นเป็นเส้นตรงโดยกำหนดค่า parameter ระหว่าง s ไปยัง y1, y2, y3, y4 เป็น 0, 1,2 และ 3 ตามลำดับ นำผลการประมาณค่า parameter ตรวจสอบความกลมกลืน โดยมีเกณฑ์ประมาณค่า ดังนี้ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ไม่มีนัยสำคัญ กล่าวคือ p-value>.05, ดัชนี CFI และ TLIมากกว่า .95 ดัชนี RMSEA น้อยกว่า .06 ถ้าค่าดัชนีต่างๆไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ผู้วิจัยทำการปรับโมเดล ในส่วนของ เส้นน้ำหนักองค์ประกอบของ s ไปยัง y1, y2, y3, y4 เป็นค่าอื่น เช่น 0, 1, 2, 4 โดยคำนึงถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาโมเดล นอกจากนั้นอาจตรวจสอบความสมเหตุสมผลในการประมาณค่า parameter อื่นๆ ต่อไป

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัย ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mplus 8 วิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุโดยวิเคราะห์ค่า parameter ในโมเดล ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต่อไปนี้

1. Intercept Mean เพื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Slope Mean เพื่อตรวจสอบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

3. Intercept Variance เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างบุคคล

4. Slope Variance เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาภายในบุคคล

5. Intercept and Slope Covariance เพื่อตรวสอบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 3 ขั้นสามารถสรุปเป็นวิธีดำเนินการวิจัยโดยภาพรวมดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ขั้นตอนและผลลัพธ์ในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	ตัวอย่าง/แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลลัพธ์
ขั้นตอนที่ 1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	1. เพื่อสร้างแลตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียน	1. สร้าง ชุดกิจกรรมการเรียน 2. ตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ 3.ตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนโดยตัวอย่าง	1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง 2 ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน 3. ตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวม 40 คน 3. ผู้ตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาฯ 2 คน	1. แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน 2. แบบประเมินความสอดคล้อง	1. ค่าเฉลี่ย 2. IOC 3. ICC	ชุดกิจกรรมการเรียน1. มีความเหมาะสม2. มีความตรงเชิงเนื้อหา 3. ผลการตรวจให้คะแนนน่าเชื่อถือ
ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทาง๒	2. เพื่อศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่ส่งผลทักษะการแก้ปัญหาทาง	.วัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 ห้องเรียน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 3 ห้องเรียน จำนวน 125คนต่อกลุ่ม	. ชุดกิจกรรมการเรียน 2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ฉบับ	. Levene's test 2. t-test Independent 3. Cohen's D 4. Mauchly's test	1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	ตัวอย่าง/แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลลัพธ์
	2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เริ่มต้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง 2. ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเสริมการเรียนแบบปกติในกลุ่มทดลอง 3. วัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเสริมการเรียนแบบปกติ (กลุ่มทดลอง) และที่เรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)	2. ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนเรียน 1 ครั้ง และ หลังเรียน 3 ครั้ง	เพื่อตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาฯเริ่มต้นและทักษะการแก้ปัญ		1. ผลการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2. ขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรม
ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่ออัตรา	3. เพื่อพัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุของทักษะการแก้ปัญหาฯ 3.1 ตรวจสอบความสอดคล้องโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ 3.2 เพื่อศึกษารูปแบบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาฯของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	1. ตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2. รูปแบบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาฯของกลุ่มทดลองและกลุ่ม 3. ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาฯเริ่มต้นระหว่างบุคลของของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุมพหุที่สอดคล้องกับข้อมูล		Multiple-Group Growth Modeling	1. โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มหุ ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2. รูปแบบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาฯทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 3. ความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาฯเริ่มต้นระหว่างบุคลของของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีดำเนินการ	ตัวอย่าง/แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลลัพธ์
ที่มีต่ออัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	3.3เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาฯ เริ่มต้นระหว่างบุคลของของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 3.4 เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาฯ รายบุคคลของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 3.3 เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการ	4. ศึกษาอัตราพัฒนาการจากคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 5. ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาอัตราพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม				4. ความแตกต่างของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหารายบุคคลของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 5.ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาฯกับอัตราพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยเรื่องการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนที่ประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์ 3 ประการได้แก่ 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้ ตอนที่ 1 ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตอนที่ 2 ผลการศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยนำเสนอผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 5 ประเด็นดังนี้

1.1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียน

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด หลักการและทฤษฎี จากเอกสารที่เกี่ยวข้องจนได้ข้อมูลพื้นฐาน ต่อจากนั้นนำข้อมูลพื้นฐาน มานิยามและกำหนดขอบเขตองค์ประกอบต่างๆในชุดกิจกรรมการเรียน เพื่อทำการสังเคราะห์ชุดกิจกรรมการเรียนต้นแบบ ผลการสังเคราะห์พบว่าองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนประกอบไปด้วย

1) หลักการ
2) วัตถุประสงค์
3) เนื้อหา
4) กิจกรรมการเรียน
5) การประเมินผล

ผู้วิจัยองค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์มากำหนดรายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดกิจกรรมการเรียน

1) หลักการ

- การเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3) เนื้อหา

- อาหารและการดำรงชีวิต
- กระบวนการการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4) กิจกรรมการเรียน

4.1 ทดสอบก่อนเรียน

4.2 กิจกรรมการเรียนเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ชุดที่ 1

4.3 กิจกรรมการเรียนเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ชุดที่ 2

4.4 กิจกรรมการเรียนเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ชุดที่ 3

4.5 สื่อการเรียน

- เอกสารประกอบการเรียน
- เอกสารสำหรับครู และนักเรียน

5) การประเมินผล

- แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากรายเอียดของชุดกิจกรรมการเรียน ผู้วิจัยมีวัตุประสงค์เพื่อเสริมสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มี 4 ขั้นคึก ขั้นที่ 1) การระบุปัญหา ขั้นที่ 2) การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3) การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4) การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา

เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำลังศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 คือ อาหารและการดำรงชีวิต ซึ่งเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรที่ สสวท. ได้กำหนดไว้ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 255 1 ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงวัตุประสงค์ สาระการเรียน และแนวคิดหลัก กับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังแสดงได้ในตารางที่ 4.1

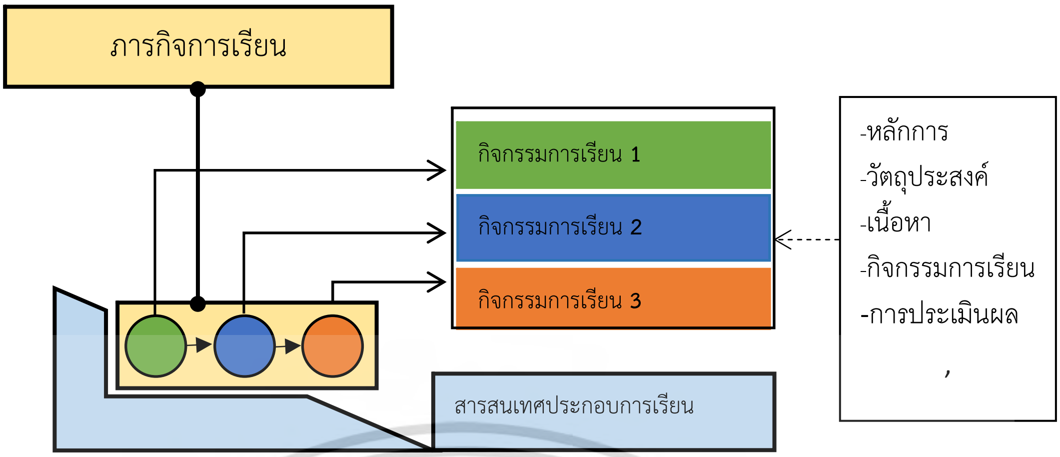
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแนวความคิดหลัก

ชื่อชุดกิจกรรม	เรื่อง	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดหลัก
ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. กำหนดปัญหาโดยมีขอบเขตได้ชัดเจน 2. วิเคราะห์และระบุสาเหตุสำคัญของปัญหาได้ 3. สามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 4. ตรวจสอบผลการแก้ปัญหาและเสนอแนวทางใหม่ถ้าแนวทางเดิมไม่สามารถแก้ปัญหาได้	1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การตั้งปัญหาสร้างขอบเขตของปัญหาและต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย 2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุ ที่สำคัญของปัญหา 3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 4. การตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึงการประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหาหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา	ในการกำหนดปัญหาจะต้องพิจารณาประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่ให้ชัดเจน ⇩ เมื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ชัดเจนแล้วก็ต้องทำการวิเคราะห์แยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยหาสาเหตุหลักของปัญหา จากข้อมูลที่มี ⇩ หลังจากนั้นพิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลใหม่ ⇩ ระบุผลลัพธ์ที่ได้และประเมินคำตอบจากการแก้ปัญหา ถ้าคำตอบไม่สมเหตุสมผล ให้พิจารณาทางเลือกใหม่ที่เป็นไปได้

สำหรับกิจกรรมการเรียนในชุดกิจกรรมการเรียน โดยประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID มา 2 องค์ประกอบคือ ภารกิจการเรียน และ สารสนเทศประกอบการเรียน ให้ ใกล้เคียงกับเนื้อหาที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำลังศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 คือ อาหารและการดำรงชีวิต ออกแบบเครื่องมือสำหรับการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดความเรียง ประกอบสถานการณ์อิงตามเนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียน วัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใน 4 ประเด็นคือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา และ การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา รวมทั้งเกณฑ์ การประเมินรูบริกส์ชนิดแยกส่วน ต่อจากนั้นผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์และนิยามเชิงปฏิบัติการมาทำการสังเคราะห์องค์ประกอบได้รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนดังภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนต้นแบบ ที่ใช้ในการวิจัย

1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดกิจกรรมเบื้องต้น

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมนำส่งและนัดหมายรับแบบประเมินคืนจากผู้เชี่ยวชาญด้วยตนเองเมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียน

ข้อที่	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลผล
1. หลักการ	4.20	.45	เหมาะสมมาก
2. วัตถุประสงค์	4.40	.55	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหา	4.40	.55	เหมาะสมมาก
4. กิจกรรม	3.55	.51	เหมาะสมมาก
5. การประเมินผล	3.88	.65	เหมาะสมมาก
รวม	3.85	.63	เหมาะสมมาก

หมายเหตุ รายละเอียดมีในภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบในชุดกิจกรรมการเรียนพบว่า ในแต่ละองค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.55-4.40 โดยองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือวัตถุประสงค์และเนื้อหา 4.40 องค์ประกอบที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดคือ กิจกรรมมีค่าเฉลี่ย 3.55 โดยภาพรวมแล้วในความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนมีค่า 3.85 ดังนั้นชุดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมมากสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ภาพรวมพร้อมทั้งข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและการปรับปรุงแก้ไขดังตารางที่ 4.3

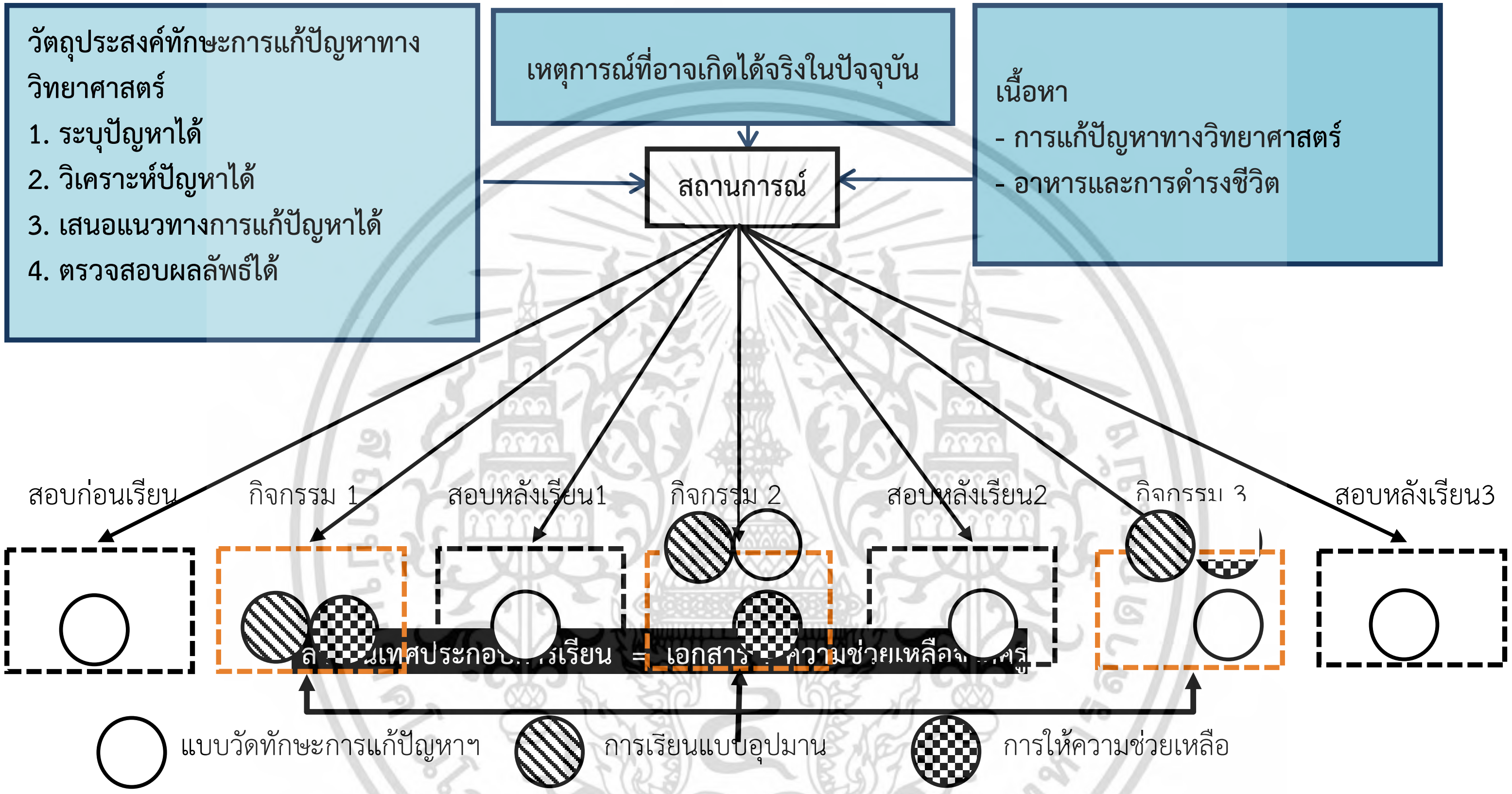
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเด็นปรับปรุง แก้ไขชุดกิจกรรมการเรียน

ประเด็น	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประเด็นปรับปรุง	การแก้ไข
1. หลักการ	4.20	.20	-	-
2. วัตถุประสงค์	4.40	.30	-	-
3. เนื้อหา	4.40	.30	-	-
4. กิจกรรม	3.55	.26	กิจกรรมเวลาน้อยไป	เพิ่มเวลาในแต่ละกิจกรรมจาก 60 นาทีเป็น 90 นาที
			ควรเพิ่มเทคนิคการสอน	เพิ่มเทคนิคการเรียนแบบ Inductive Learning และเพิ่มการช่วยเหลือผู้เรียน โดยวิธี scaffolding
			มีส่วนร่วมกับนักเรียนให้มากขึ้น	ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกมากขึ้น ช่วยเหลือผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานต่ำ
			ยกเลิก VDO Clip ใช้สื่อที่นักเรียนมีโอกาสได้ใช้จริง	เพิ่มสื่อเอกสาร แบ่งเอกสารเป็นเล่มเล็กๆกระทัดรัด
5. การประเมินผล	3.40	.30	แบบวัดข้อ 7 ยากเกินไปใช้เวลามาก	นำแบบวัดที่ยากเกินไปและอำนาจจำแนกน้อยมาเป็นตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัด
รวม	3.85	.41		

จากผลการประเมินคุณภาพเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าว่าชุดกิจกรรมการเรียนสามารถนำไปใช้ทดลองกับตัวอย่างได้ แต่ผู้วิจัยได้นำข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนก่อนนำไปใช้ทดลองจริงดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนจึงมีรูปแบบดังภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนที่ใช้ในการวิจัยที่ปรับปรุงโดยคำแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

จากนั้นผู้วิจัยจึงนำชุดกิจกรรมการเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับตัวอย่างต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างในกลุ่มควบคุม ที่จัดการเรียนรู้ปกติ และกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนด้วยการศึกษาข้อมูลระยะยาวห่างกันช่วงละ 2 สัปดาห์ จำนวน 3 ช่วง และทำการวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังให้ตัวแปรจัดกระทำกับตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพื่อตรวจสอบผลของชุดการเรียนที่มีต่อพัฒนาการทางด้านทักษะการแก้ปัญหาของตัวอย่างในกลุ่มควบคุมและในกลุ่มทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะนำเสนอผลหลังทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนกับตัวอย่างที่คัดเลือกดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติวิเคราะห์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบสองกลุ่มอิสระ (t-test Independent) โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ (Multiple Group Growth Modeling) ดังนี้

ผู้วิจัยทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายของข้อมูลจากการวัดคะแนนทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มควบคุม n=114 และกลุ่มทดลอง n=122 โดยตรวจความเบ้ ความโด่ง ของข้อมูลของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทุกๆการวัดแต่ละครั้งมีความเบ้ (sk) มีค่าระหว่าง -0.59 ถึง 0.62 ซึ่งค่าความเบ้อยู่ระหว่าง ±1 และ ส่วนความโด่ง (ku) มีค่าระหว่าง -0.93 ถึง 0.27 ซึ่งค่าความโงอยู่ระหว่าง ±3 แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติแบบตัวแปรเดียว (Brown 2002: 280) เมื่อตรวจสอบค่าความเท่าเทียมกันของความแปรปรวน ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติ Levene’s test ได้ค่าสถิติ F = .35 ได้ค่าความน่าจะเป็นในความคลาดเคลื่อน p value = .55 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของตัวอย่างในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่ต่างกัน สำหรับความเป็นอิสระของแต่หน่วยของตัวอย่างผู้วิจัยใช้การออกแบบวิจัยโดยการสุ่มแบบอาศัยความน่าจะเป็น สามารถใช้สถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มอิสระ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้ สำหรับการวิคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ หมายถึงทุกค่ามีการกระจายแบบปกติ จะทำให้มีโอกาสสูงในการกระจายปกติแบบในหลายตัวแปรตาม (Tabachnick & Fidell. 2001: 329) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังกำหนดขนาดตัวอย่างในการทดลองไม่น้อยกว่า 200 หน่วย ตามกฏทั่วไป (Rule of Thumb) จึงสามารถวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุได้

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมต้นแบบผ่านการตรวจคุณภาพเบื้องต้นแล้วนำไปทดลอง กับตัวอย่างที่สุ่มโดยอาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอน ทำการเก็นข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานพบว่า แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเต็ม 16 คะแนน ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นเฉลี่ย 4.19

เอกสารนี้... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวัดซ้ำหลังเรียน 3 ครั้ง มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.94, 5.57และ 6.42 และมีความแปรปรวนเป็น 3.17, 3.98, 4.93, 5.97 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นเฉลี่ย 4.36 เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการเรียน 3 ครั้ง ทำการวัดคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 5.81, 7.25, 6.42 ส่วนความแปรปรวน มีค่า1.78, 1.19, 3.58, 3.69 ตามลำดับ ในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมกกว่าในกลุ่มควบคุม และความแปรปรวนในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในการวัดแต่ละครั้งดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง ของข้อมูลแต่ละตัวแปร ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=114)				กลุ่มทดลอง (n=122)			
	mean	variance	sk	ku	Mean	variance	sk	ku
y1	4.19	3.17	0.09	-0.54	4.36	1.78	-0.59	-0.09
y2	4.94	3.98	0.00	-0.74	5.81	1.19	0.62	0.04
y3	5.57	4.93	0.18	-0.71	7.25	3.58	-0.10	0.27
y4	6.42	5.97	0.08	-0.93	8.56	3.69	-0.19	-0.09

หมายเหตุ Levene’s test p-value = .55
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย y1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent พบว่า t=.13, p=.88, df=234
ความเบ้ (sk) ±1, ความโด่ง (ku) ± 3 ถือว่ามีการกระจายแบบปกติ (Brown 2002: 280)

ผู้วิจัย ใช้ t-test สองกลุ่มอิสระทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของของกลุ่มทดลอง = 4.19 และกลุ่มควบคุม = 4.36 ผลการทดสอบพบว่า ได้ค่า t = .13 และ ค่าความน่าจะเป็นในความคลาดเคลื่อน (p value) = . 89 ที่ df = 234 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.4 ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติจำนวน 114 คน มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นเฉลี่ย 4.19 ทำการวัดซ้ำหลังเรียน 3 ครั้ง มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.94, 5.57และ 6.42 และมีความแปรปรวนเป็น 3.17, 3.98, 4.93, 5.97 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลองจำนวน 122 คน มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นเฉลี่ย 4.36 เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการเรียน 3 ครั้ง ทำการวัดคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 5.81, 7.25, 6.42 ส่วนความแปรปรวน มีค่า1.78, 1.19, 3.58, 3.69 ตามลำดับ ในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมาก และความแปรปรวนในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในการวัดแต่ละครั้ง

2.3 ผลการหาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.4 มาหาขนาดอิทธิพลโดยนำค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนจากการวัดแต่ละครั้ง ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง มาคำนวนขนาดอิทธิพลโดยใช้สูตรของ Cohen’s D (Lakens. 2013: 864) ได้ค่าขนาดอิทธิพลในช่วงการวัดแต่ครั้ง = 0, 0.55, 0.82 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.98 ตามลำดับ แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น เมื่อชุดกิจกรรมการเรียนมีกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติซ้ำกันมากขึ้น แสดงว่าคุณภาพของชุดการเรียนขึ้นอยู่กับจำนวนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียน (ES) ในแต่ละช่วงเวลา (Time)

Time	Variable	Control n=114		Experiment n=122		ES (Effect Size)
		Mean	Variance	Mean	Variance	
0	y1	4.19	3.17	4.36	1.78	0
2 week	y2	4.94	3.98	5.81	1.19	0.55
4 week	y3	5.57	4.93	7.25	3.58	0.82
6 week	y4	6.42	5.97	8.56	3.69	0.98

หมายเหตุ Levene’s test p-value = .55

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ด้วยโปรแกรม mplus 8 เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการรูปแบบอัตราพัฒนาการ (Slope Shape) ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น (Intercept Mean: i) ความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้น (Variance i) ค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Slope Mean: s) ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Variance s) และ ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นกับของอัตรพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Covariance i, s) ตามลำดับดังนี้

2.4 ผลการวิเคราะห์โค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ

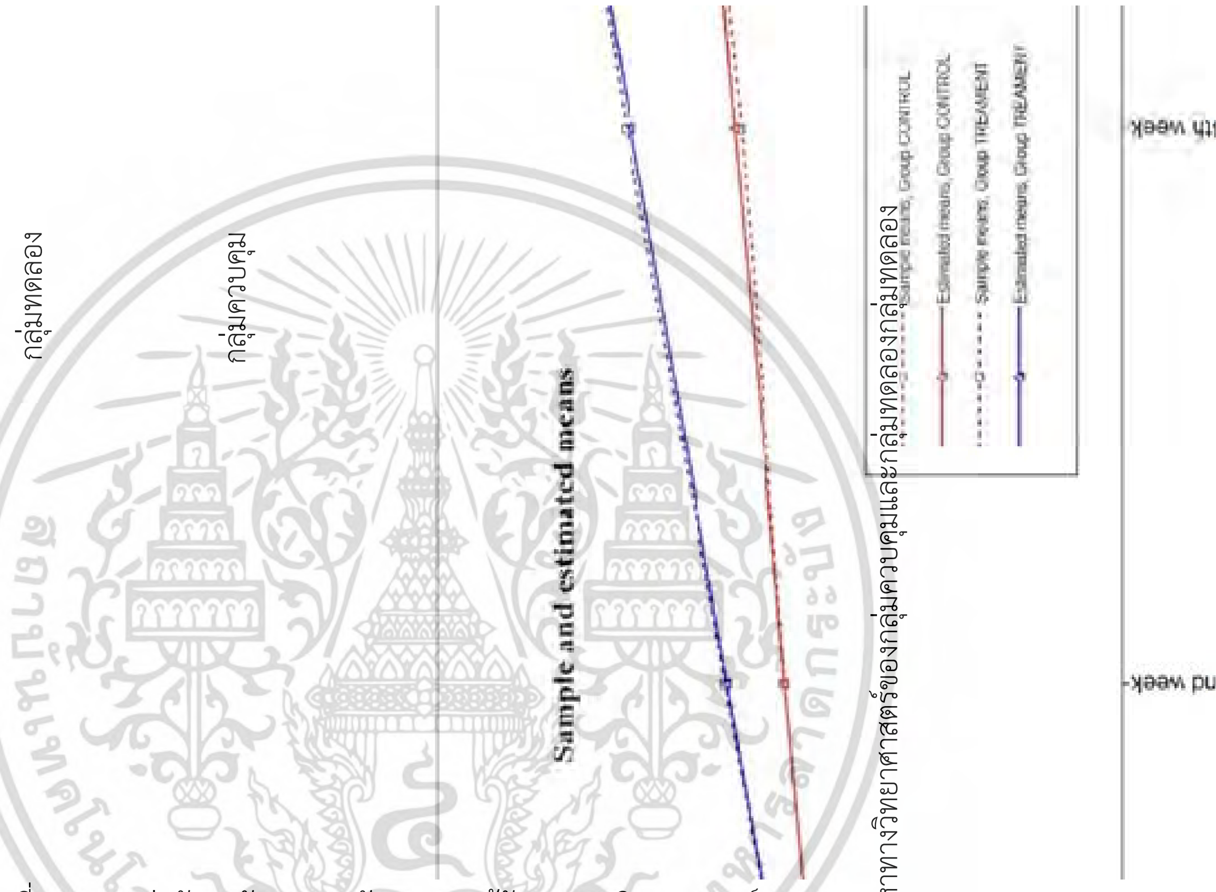
ผู้วิจัยนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ด้วยโปรแกรม mplus 8 เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลและค่าพารมิเตอร์ต่างๆตามลำดับดังนี้

2.4.1 ตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากผลการวิเคราะห์ ค่าดัชนีความสอดคล้องเบื้องต้นพบว่า มีค่า χ^2=29.30, df=10, p-value=0, CFI=.98, TLI=.98 และ RMSEA=.13 ตามเกณฑ์การตัดสิน ของ West, Taylor & Wu (2012: 212-213) ค่าดัชนีที่เหมาะสมคือ $\chi^2 \geq 0$, p-value < .05, RMSEA < .06, CFI & TLI > .95 (West, Taylor & Wu. 2012: 212-213) ผลการวิเคราะห์ข้างต้นดังกล่าว จึงไม่สามารถรายงานค่าพารามิเตอร์ได้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับโมเดลโดยการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยนำค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดทักษะแก้ปัญหาครั้งที่ 2(e_2) และครั้งที่ 4(e_4) ในกลุ่มทดลอง โดยกำหนดให้สัมพันธ์กัน และทำการวิเคราะห์โมเดลใหม่พบว่า ได้ค่าดัชนีต่างต่างๆดังนี้ χ^2=10.31, df=8, p-value=.24, CFI=.99, TLI=.99 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RMSEA=.05 เป็นไปตามเกณฑ์ของ West, Taylor & Wu (2012: 212-213) แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.4.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการกลุ่มพหุ พบว่ารูปแบบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แนวโน้มอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.3 พบว่าอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Slope Mean) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย .74 และกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย 1.41 ทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2) ผลการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการกลุ่มพหุ ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในกลุ่มควบคุมได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น (Mean i)=4.19, t=25.13, ค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเมื่อสิ้นสุดการใช้ชุดกิจกรรมการเรียน (Mean s)=.74, t=21.92, ความแปรปรวนของของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น (Variance i)=3.12, t=7.41 ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (Variance s)=.10, t=5.15, ความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (Covariance i, s)=.30, t =4.45 ส่วนในกลุ่มทดลองมีค่า Mean i, Mean s, Variance i, Variance s, และ Covariance i, s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 4.36(t=36.93), 1.41(t=33.94), 1.48(t=6.14), .14(t=3.50), .06(t=.76) ตามลำดับ มีนัยสำคัญที่ระดับ.05 แต่ Covariance i, s ในกลุ่มทดลองไม่มีนัยสำคัญรายละเอียดตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ โมเดลอัตราพัฒนาการกลุ่มพหุ

พารามิเตอร์ที่ประมาณค่า	โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ (MGM)			
	กลุ่มควบคุม n=114	ค่า t	กลุ่มทดลอง n=122	ค่า t
Mean i	4.19	25.13	4.36	36.93
Mean s	.74	21.92	1.41	33.94
Variance i	3.12	7.41	1.48	6.14
Variance s	.10	5.15	.14	3.50
Covariance i, s	.30	4.45	.06	.76
ดัชนีความสอดคล้อง				
χ^2	10.31			
df	8			
p-value	.24			
CFI	.99			
TLI	.99			
RMSEA	.05			

หมายเหตุ α = .05

t =1.96 – 2.57; (α =.05) ; t ≥ 2.58; (α=.01)

จากผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุพบข้อมูลที่สำคัญที่สามารถอธิบายคะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เริ่มต้นและอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแยกในแต่ละประเด็นดังนี้

1. กลุ่มควบคุม

1.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เริ่มต้นพบว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.19 คิดเป็นร้อยละ 26.19 จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน และยังพบความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เริ่มต้นของกลุ่มเป็น 3.12 แสดงว่าในแต่ละบุคคลของกลุ่มควบคุมมีทักษะการแก้ปัญหาต่างกัน แสดงได้ดังภาพที่ 4.4

1.2 ผลการวิเคราะห์อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มควบคุมพบว่าตลอดการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย .74 หมายถึงเมื่อกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนจะมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่าในทุกๆ 2 สัปดาห์ นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติจะมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น 0.74 คะแนน นอกจากนี้ยังพบความแปรปรวนของ อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม =.10 แสดงว่าภายในนักเรียนคนเดียวกันมีอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในทุกๆ 2 สัปดาห์แตกต่างกันดังภาพที่ 4.4

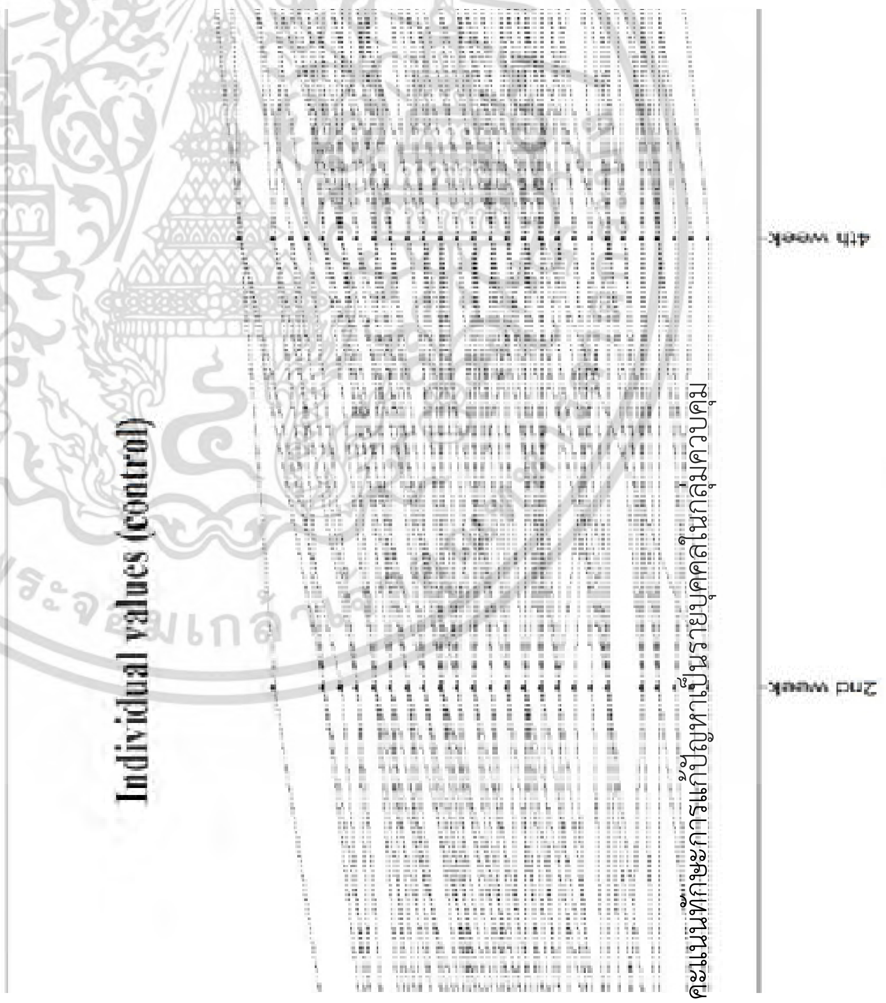
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก ขนาด .30 แสดงว่า ถ้านักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นสูง อัตราพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหาจะสูงตาม

2 กลุ่มทดลอง

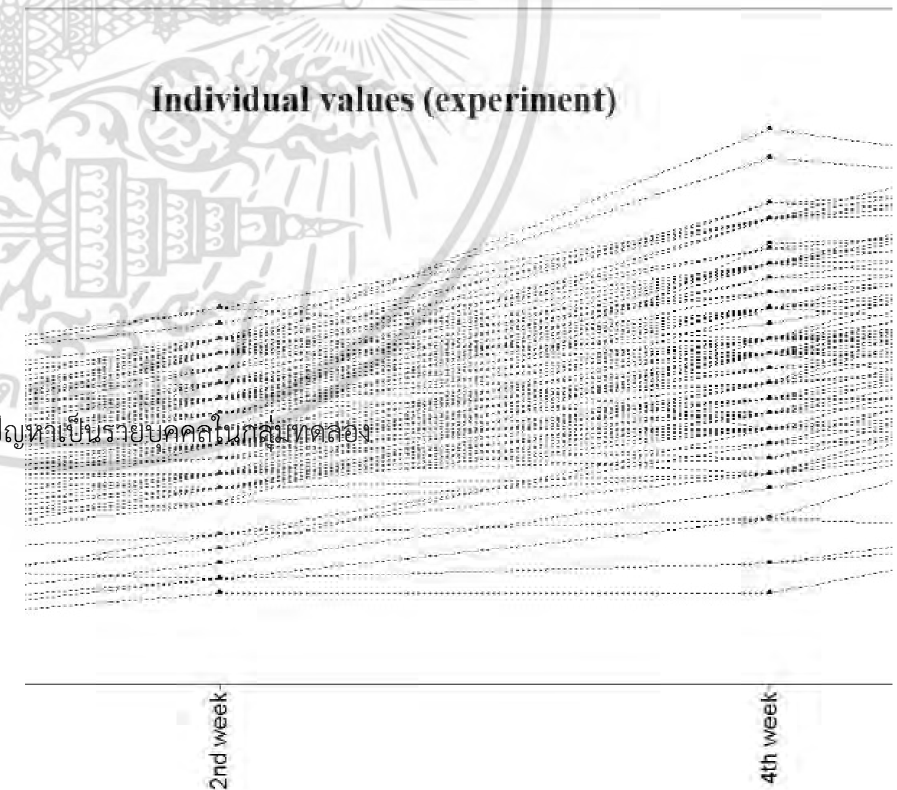
2.1 จากผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เริ่มต้น พบว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 4.36 คิดเป็นร้อยละ 27.25 จากคะแนนเต็ม16 คะแนน และยังพบความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์เริ่มต้นเป็น 1.48 แสดงว่านักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลองยังมีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 4.5

2.2 ผลการวิเคราะห์อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มควบคุมตลอดการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย 1.41 แสดงว่าเมื่อกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเสริมด้วยกิจกรรมการเรียน นักเรียนจะมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.41 คะแนน



ภาพที่ 4.4 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในกลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเชิงทดลองเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ต์ใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เพื่อศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างได้จากสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้ตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนพรตพิทยพยัต จำนวน 236 คน แบ่งเป็นตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม 114 คน ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง 122 คน ตัวแปรที่ศึกษาคือทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือวัดตัวแปรคือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบความเรียงประกอบสถานการณ์ เนื้อหาเรื่องอาหารและการดำรงชีวิต วัดใน 4 ประเด็นคือ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและ 4) การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ประเมินคำตอบด้วยเกณฑ์รูบริกส์แบบยกส่วน ตรวจคำตอบโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากผู้ประเมิน 2 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่ชุดกิจกรรมการเรียน ใช้รูปแบบ 4C/ID ในการสร้างประยุกต์ใช้เพียง 2 ขั้นตอนคือ 1) ภารกิจการเรียน (Learning Task) และ 2) สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) โดยออกแบบกิจกรรมการเรียน 3 กิจกรรม นำไปตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุง แล้วนำไปใช้ทดลองกับตัวอย่าง ตัวแปรต้นเป็นวิธีจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 วิธีได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และวิธีจัดการเรียนรู้แบบปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียน เวลา และสถานที่ใช้ในการวิจัย คือภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน สถิติ t-test แบบสองกลุ่มอิสระ วิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Cohen's D) และวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ โดยใช้โปรแกรม Mplus 8

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ สรุปผลการวิจัยในแต่ละขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สรุปผลการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนโดยประยุกใช้รูปแบบ 4C/ID จากการสืบค้นเอกสารพบว่าทักษะการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่มีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนเนื่องจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี่ สังคม และวัฒนธรรมทำให้เกิดข้อขัดแย้งในประเด็นต่างๆมกมายดังนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาให้ตัวเองได้อย่างเหมาะสมดำรงชีวิตในสังคมท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากปัญหาที่เกิดในชีวิตจริงของผู้เรียนมีหลายรูปแบบและมีความสลับซับซ้อนแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะกับตัวอย่างวิจัยซึ่งเป็นผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาสามาถแก้ปัญหาโดยเหตุผลเชิงนามธรรมได้ ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบปัญหาที่มีข้อมูลแสดงถึงสาหตุของปัญหาและกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เดิมหรือทักษะที่มีนำมาแก้ไขตามสถานการณ์ที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ และเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจพบได้ใจชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนต้นแบบซึ่งประกอบด้วย บทนำ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนและการประเมินผล สำหรับ กิจกรรมการเรียนประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID มี 3 ชุด ประกอบด้วยภาระการเรียน สื่อการเรียน ประกอบวิธีการเรียนแบบอุปมาน และความช่วยเหลือจากผู้สอน มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนได้แก่การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ในส่วนของการประเมินผล ผู้วิจัย ใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบความเรียงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากนิยามเชิงปฏิบัติการทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาเกณฑ์รูบริกส์แบบแยกส่วนเพื่อใช้ตรวจคำตอบจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เมื่อได้ชุดกิจกรรมการเรียนต้นแบบ ผู้วิจัยจึงนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสม ค่า IOC ของแบบวัดทักษะโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านความยาก ค่าอำนาจจำแยก ความสอดคล้อง ในการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาด้วยข้อมูลจากตัวอย่างจนได้ชุดกิจกรรมการเรียนที่มีคุณภาพเบื้องต้น ก่อนนำไปทดลองใช้จริง และได้ชุดกิจกรรมเรียนรวมทั้งแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์รูริกส์แบบแยกส่วนที่มีคุณภาพเบื้องต้น

ตอนที่ 2 สรุปผลการศึกษาขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนมาทดลองกับตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสุ่มแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 114 คน ที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลอง 122 คน จัดการเรียนการสอนปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียน ในคาบเรียนกิจกรรมชุมวิชาการ 1 คาบ และคาบลดเรียนเพิ่มรู้ 1 คาบ ต่อสัปดาห์ ในสัปดาห์แรกผู้วิจัย ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาชุดที่ 1 เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นทิ้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยผู้จัยและครูประจำวิชา หลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมให้แก่กลุ่มทดลองด้วยตนเองและทำการทบสอบด้วยแบบวัดชุดทักษะการแก้ปัญหาชุดที่ 2 และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาชุดเดียวกันนี้ใช้กับกลุ่มควบคุมหลังจัดการเรียนรู้แบบปกติจากครูประจำวิชาจนเสร็จสิ้นภายในสัปดาห์นั้น และอีก 2 สัปดาห์ถัดไปผู้วิจัยทำการทดลองอีกครั้งด้วยชุดกิจกรรมชุดที่ 2 กับกลุ่มทดลอง หลังทำกิจกรรมเสร็จสิ้นทำการวัดทักษะการแก้ปัญหาด้วยแบบวัดชุดที่ 3 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ถัดไปอีก 2 สัปดาห์ ก็ทำทดลองครั้งสุดท้ายพร้อมทั้งทำการวัดทักษะการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญหาครั้งที่ 4 หลังจากนั้น ทำการตรวจให้คะแนนแบบวัดโดยผู้วิจัย และคุณครูอีก 1 ท่าน ด้วยเกณฑ์รูบริกส์ นำคะแนนจากผู้ตรวจทั้ง 2 มาหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างเป็นรายบุคคลเพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นลำดับต่อไป ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยสถิติ t-test แบบ 2 กลุ่มอิสระไม่พบนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าในภาพรวมตัวอย่างในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความเท่าเทียมกัน นั่นหมายถึงการสุ่มมีความน่าเชื่อถือสามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อการวิจัยนี้ได้ นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยตรวจสอบค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาก่อนใช้ และหลังใช้กิจกรรมแต่ละชุดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ามีเฉลี่ยค่าสูงขึ้นทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่ในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ผู้วิจัยยัง ตรวจสอบค่าอิทธิพลโดยการวิเคราะห์ค่า D ด้วยใช้สถิติของ Cohen พบว่ามีค่า = 0, 0.55, 0.82 และ 0.98 ซึ่งมีขนาดสูงขึ้นตามลำดับ แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนมีคุณภาพสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2ได้

ตอนที่ 3 สรุปผลการศึกษาอัตราพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรุปผลการวิจัยตอนที่ 3 นี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นคือ 1) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2) คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างบุคคลในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 3) อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหารายบุคคลในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาดังนี้

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องได้ค่า χ^2 =10.31, df=8, p-value=.24, CFI=.99 , TLI=.99 และ RMSEA =.05 สรุปว่าโมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระดับกลุ่ม = 4.19และ 4.36 คะแนน เมื่อเทียบกับคะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้คือ 16 คะแนนนับว่ายังอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีค่า 3.12 และ 4.37 และมีนัยสำคัญ สรุปว่า คะแนนคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล ความแตกต่างดังกล่าวพบในกลุ่มทดลอง มากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของอัตราพัฒนาการคะแนนทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าเป็นเส้นตรง มีค่าเฉลี่ยเป็น .77 และ 1.40 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 หมายถึง กลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มโดยเฉลี่ย .77 คะแนน ในทุกๆ 2 สัปดาห์ และ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มโดยเฉลี่ย 1.40 คะแนน ในทุกๆ 2 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงให้ว่า อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมีค่ามากเป็น 2 เท่า เมื่อใช้ชุดกิจกรรมการเรียน เมื่อพิจารณาความผันแปรของ อัตราพัฒนาการทักษะการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีค่า .10 และ .14 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงทักษะการแก้ปัญหารายบุคคลแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเดิม กับอัตราพัฒนาการคะแนนทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มควบคุม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกมีค่า .30 แสดงว่านักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นสูง จะมีแนวโน้มว่าอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาก็จะสูงกว่านักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นต่ำ ส่วนในกลุ่มทดลองพบความสัมพันธ์เชิงบวกเล็กน้อยเท่ากับ .06 และไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า นักเรียนไม่ว่าจะมีคะแนนทักษะเริ่มต้น สูงหรือต่ำ อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาก็ไม่ต่างกันอย่างเด่นชัด แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เท่าเทียมกัน

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 การสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรม

ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมการเรียนโดยอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลจากแนวคิดของนักวิจัยและนักวิชาการด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา และอาศัยข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่การเพิ่มวิธีเรียนแบบอุปมาน (Inductive Learning) การให้ความช่วยเหลือ (Scaffolding) ลักษณะของกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เริ่มต้นจะให้นักเรียนสรุปหลักการแก้ปัญหาจากตัวอย่างในกิจกรรม ระหว่างการทำกิจกรรมครูให้ผลย้อนกลับในเชิงแก้ไขในสิ่งนักเรียนปฏิบัติหรือสรุปประเด็นสำคัญที่นักเรียนยังเข้าใจยังคลาดเคลื่อน (Corrective feedback) เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ สามารถสรุปเป็นกระบวนการหรือหลักการจากสถานการณ์ตัวอย่างที่มีในอยู่ในกิจกรรมการเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนจำเป็นต้องคอยให้คำแนะนำ หรือใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียน แต่ไม่ควรเฉลยคำตอบ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิด และตรวจสอบความเข้าใจของตนเองก่อนที่จะทำกิจกรรม เพื่อนำหลักการที่ได้รับสรุปเป็นองค์ความรู้มาใช้ฝึกหัดแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไปของกิจกรรมการเรียนโดยแสวงหาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้รับ นักเรียนต้องสามารถเลือกใช้สื่อการเรียน แสวงหาแหล่งข้อมูลอื่น หากข้อมูลที่ครูจัดเตรียมไว้ไม่ตรงกับสภาพปัญหาในกิจกรรมที่นักเรียนได้รับ โดยการสอบถาม การอภิปราย ในชั้นเรียน รวมทั้งการช่วยเหลือจากครูเท่าที่จำเป็น เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน

เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปตามที่นักเรียนคาดหวังไว้ (ข้อสรุปนี้อาจไม่สมบูรณ์ครบถ้วน ซึ่งนักเรียนจะทราบเองจากการทดสอบ และสามารถแก้ได้ให้ดีขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมถัดไปในชุดการเรียนนี้อีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้ครูต้องคอยตรวจสอบและให้ข้อแนะนำให้ผลย้อนกลับและตั้งคำถามแต่ต้องไม่เฉลยคำตอบให้) ต่อจากนั้นจึงทำการวัดทักษะการแก้ปัญหาเป็นลำดับต่อไป หลังจากนั้นนักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเดิมอีก อีก 2 ครั้ง แต่ในสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปซึ่งเป็นการทบทวนและเพิ่มความชำนาญในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน จึงทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนมีคุณภาพเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกใช้โมเดล 4C/ID (Merriënboer et al. 2002: 43) ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนเนื่องจากรูปแบบดังกล่าวเหมาะสมกับการพัฒนาความรู้หรือทักษะซับซ้อนที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ มาประกอบกันเพื่อสังเคราะห์เป็นกระบวนการใหม่ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพราะรูปแบบ 4C/ID มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลและคัดเลือกข้อมูลจากหลายๆแหล่งรู้จักประเมินแหล่งข้อมูลที่สำคัญและมีความหมายมา เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นำมาใช้ได้มาสร้างกระบวนการหรือวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนยังไม่เคยพบมาก่อน หากการแก้ปัญหานั้นไม่สำเร็จผู้เรียนต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมมากำหนดขอบเขตปัญหา วิเคราะห์ทางเลือกใหม่ แสวงหาข้อมูลใหม่ในการกำหนดกรอบวิธีการแก้ปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีแก้ปัญหาที่เลือก ประเมินผลลัพธ์ที่ได้ หรือคาดการณ์ผลที่ได้จนแน่ใจจึงลงมือปฏิบัติตามวิธีการที่เลือก

จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาอาจต้องมีการลองผิดลองถูกได้หลายครั้ง ซึ่งการลงมือแต่ละครั้งจะทำให้สูญเสียเวลาและทรัพยากรหากแก้ปัญหาไม่สำเร็จ แต่ผู้แก้ปัญหาจะได้ข้อมูลและแนวคิดใหม่เพิ่มเติมเพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาวิธีใหม่ ดังนั้นการแก้ปัญหาที่สำคัญๆแต่ละครั้งจึงจำเป็นต้องวางแผนให้รอบคอบ ซึ่ง 4C/ID Model ได้คำนึงถึงความสำคัญในประเด็นนี้จึงนำประเด็นแรกคือการออกแบบภารกิจการเรียน (Learning Tasks) ที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ปัจจุบันนำเอาประเด็นต่างๆที่สำคัญและเกิดขึ้นจริงมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน และเป็นที่สนใจซึ่งส่วนมากและมักเป็นเหตุการณ์ใหม่ๆ ใกล้ตัวผู้เรียน นำเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้และต้องผ่านการวิเคราะห์คัดเลือกจากผู้จัดการเรียนรู้มาเป็นอย่างดี มีการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนโดยอาศัยเทคโนโลยีทางด้านเครื่องมืออำนวยความสะดวก จัดแหล่งสืบค้นที่ทันสมัยให้ผู้เรียนพร้อมใช้

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ส่วนมากมักอาศัยการอุปมานโดยใช้สารสนเทศประกอบการเรียน (Procedural Information) เพราะบางทีสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอาจไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ข้อมูลที่มีอาจไม่เพียงพอหรือไม่ตรงกับเหตุการณ์ ผู้สอนและผู้เรียนอาจต้องเรียนรู้ไปพร้อมๆกันร่วมกันแสวงหาข้อมูลคัดกรองข้อมูลให้เหมาะสมทั้งผู้เรียนผู้สอนอาจไม่สามารถปฏิบัติภารกิจตามลำพังได้ ต้องอาศัยการปรึกษาหารือและทบทวนสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่ยังไม่รู้รวมทั้งขั้นตอนและกระบวนการใหม่ที่ผ่านการวินิจฉัยร่วมกันก่อนลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้ผู้เรียนส่วนมากที่จัดระบบการคิดเป็นอย่างดีก็จะประสบผลสำเร็จในภารกิจที่กำหนดไว้โดยผู้สอน หากภารกิจใดที่ผู้เรียนยังไม่สามารถผ่านได้หรือเป็นภารกิจที่ผู้เรียนต้องการความเชี่ยวชาญเป็นพิเศษก็จะมีรูปแบบ 4C/ID จะแนะนำให้มีภาระกิจย่อย (Part task practice) ให้ฝึกฝนทุกเวลาและบ่อยครั้งเท่าที่ผู้เรียนต้องการ (Noordman. et. al. 2006: 451; (Merriënboer. & Kirschner. 2007: 245-248)

จะเห็นได้ว่า 4C/ID Model เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเหมาะสมไม่ยึดติดกับรูปแบบหรือขั้นตอนที่เคร่งครัดมากจนเกินไป เหมาะสมกับวิธีเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นสถานการณ์ในการเรียนรู้ให้อิสระต่อผู้เรียนในการจัดการตามวิธีของตนเอง อย่างไรก็ตามผู้เรียนจะต้องมีความรู้ มีทักษะการคิด ทักษะในการแก้ปัญหาในระดับพื้นฐานมาบ้าง (Merriënboer. & Kirschner. 2007: 246) สำหรับนักเรียนที่เป็นผู้แก้ปัญหามือใหม่ (Novice) ชุดกิจกรรมการเรียนนี้จึงใช้สถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียนและเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนนัก และใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบมีขั้นตอน เพื่อโอกาสให้ผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาได้ผลสำเร็จและใช้เวลาน้อยและมีความเป็นได้สูง นับว่า 4C/ID Model เป็นรูปแบบที่ใช้ออกแบบจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับภาวะปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เรียนคิด และเสริมสร้างทักษะในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหา

5.2.2 ขนาดอิทธิพลของชุดกิจกรรมที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เมื่อผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการไปทดลองใช้กับตัวอย่างโดยก่อนทดลองผู้จัยตรวจสอบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยรายกลุ่มต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ ระดับ .05 จึงอนุโลมได้ว่าคะแนนทักษะเดิมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่าเทียมกัน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยคัดเลือกตัวอย่างแบบสุ่มแบบหลายขั้นตอนโดยอาศัยความน่าจะเป็นซึ่งเป็นไปตามหลักการคัดเลือกตัวอย่างในสถิติอ้างอิง

ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนกับกลุ่มทดลองที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา 3 ครั้ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยมีขนาดอิทธิพล ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเท่ากับ 0 หลังนักเรียนทำกิจกรรมไปแล้วครั้งแรก มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ .55 และเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครั้งที่ 2 พบขนาดอิทธิพลเท่ากับ .82 และเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครั้งสุดท้ายมีขนาดอิทธิพลเป็น .98 แสดงว่าชุดกิจกรรมดังกล่าวทำให้ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งอาจเป็นเพราะรูปแบบ 4C/IDสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้ เนื่องจากองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนในแต่ละกิจกรรมเอื้ออำนวยต่อความสามารถในการเรียนรู้ด้านทักษะให้แก่ผู้เรียนประกอบกับผู้วิจัยได้สอดแทรกวิธีสอนแบบอุปมาน รวมทั้งให้ความช่วยเหลือกับผู้เรียน จ่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนมีคุณภาพดังกล่าว ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygosky (1978: 86) กล่าวว่า ความช่วยเหลือของผู้สอนที่มีต่อนักเรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจในสิ่งที่ตนเรียน ส่วน Julie et al (2014: 40-41) เสนอว่า การช่วยเหลือโดยการกระตุ้นความสนใจผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ รวมทั้งมีแบบอย่างให้ผู้เรียนศึกษาก็จะช่วยเหลือผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จทางการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ Larkin (2001: 33) ยังกล่าวว่าการลดความช่วยเหลือลงจะกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งหลักการดังกล่าวช่วยส่งเสริมสนับสนุนการฑัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pentimonti & Justice (2010: 245-246) พบว่าการช่วยเหลือ (scaffolding) เรื่องการอ่านและความเข้าใจในไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้นักเรียนอนุบาล มีทักษะการอ่านภาษอังกฤษเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Lu, Lajoie & Wiseman (2010:295) พบว่าการช่วยเหลือ (scaffolding) ทำให้นักศึกษาแพทย์มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนโดยอาศัยปัญหาเป็นฐานสูงขึ้น Kim & Hannafin (2011: 403) พบว่าการให้ความช่วยเหลือ (scaffolding) นักเรียนมัธยมผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

ผลการวิจัยฉบับนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yan et al (2012: 1079-1080) ซึ่งพบว่ารูปแบบการจัดกิจกรรม 4C/ID ช่วยในการพัฒนาความรู้และถ่ายโอนทักษะการสอน ให้นักศึกษาฝึกสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ, ในทำนองเดียวกัน Melo & Miranda (2515: 325) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4C/ID มีประสิทธิภาพในการถ่ายโอนความรู้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบดั้งเดิม โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ .82, และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Vandewaetere et al. (2015: 18-19) ได้พัฒนาสถานการณ์ปัญหาทางสุขภาพผู้ป่วยให้อาจารย์แพทย์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4C/ID มีประสิทธิภาพในระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวและความเหมาะสมอยู่ในระดับสูง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพ มีขนาดอิทธิพลสูง

5.2.3 อิทธิพลของชุดกิจกรรมที่มีต่ออัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

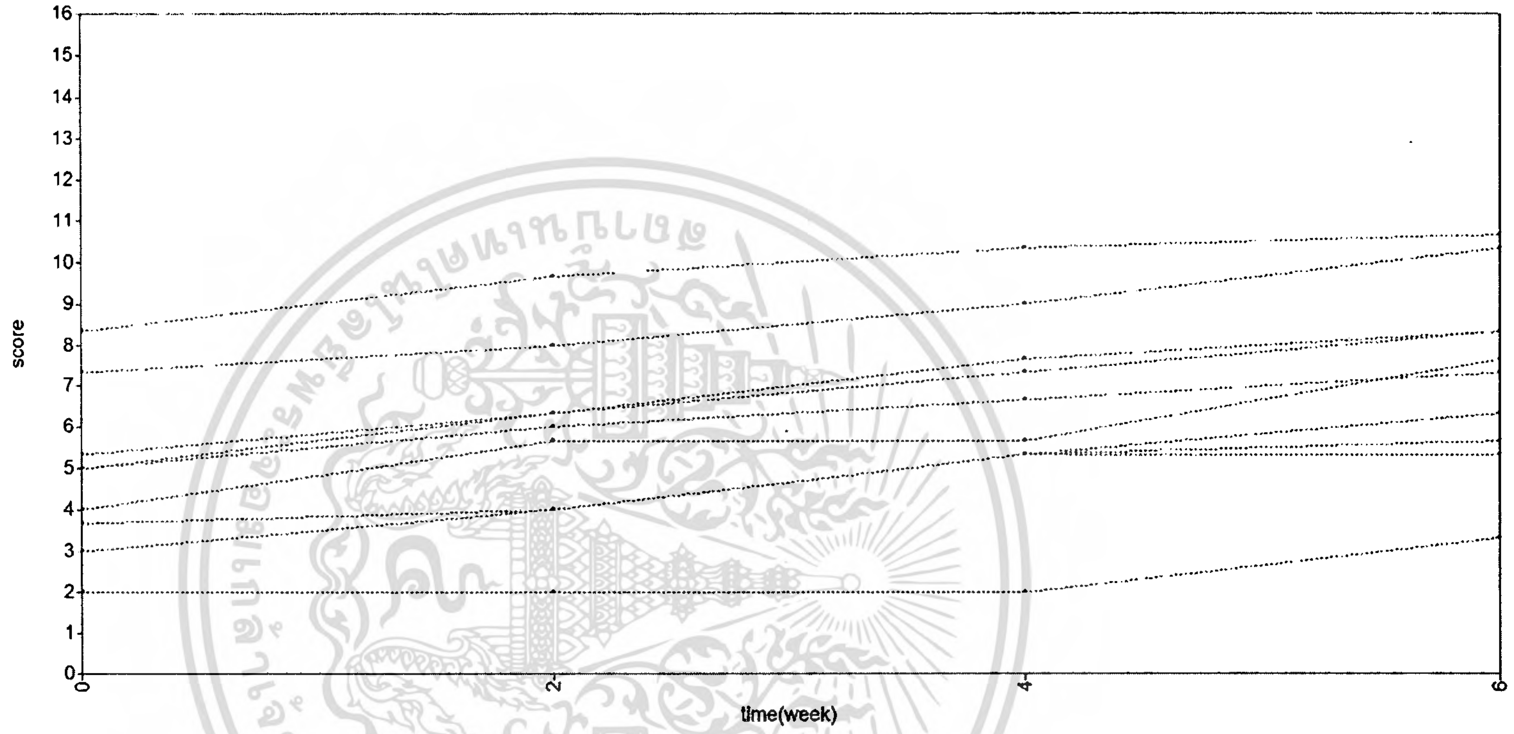
จากข้อสรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับข้อค้นพบที่สำคัญได้แก่รูปแบบอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของตัวอย่างในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีรูปแบบเป็นเส้นตรง พบความผันแปรของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างบุคคล และ พบความผันแปรของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในรายบุคคลรวมทั้งความความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น กับค่าความผันแปรของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ในกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยดังกล่าวเป็นผลมาจากการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ ซึ่งใช้ความก้าวหน้าของสถิติวิเคราะห์ในกลุ่ม SEM ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพจริงในการทดลอง เนื่องจากโมเดลดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างขั้นสูง การวิเคราะห์สามารถผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นในด้านค่าความคลาดเคลื่อน มีการวิเคราะห์ค่าของตัวแปรผ่านตัวแปรแฝง (Latent Variable) ที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง ซึ่งเป็นธรรมชาติของตัวแปรในทางสังคมศาสตร์ โดยการวิเคราะห์มีการแยกค่าความคลาดเคลื่อน ออกไปจากคะแนนการวัด และทำการประมาณค่าโดยใช้ค่าที่แท้จริงทำให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าโมเดลการวิเคราะห์เดิมที่เคร่งครัดต่อข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ (Joreskog & Sorbom. 1989: 2 อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538 :17; Mueller,1996: 18) นอกจากนี้โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุยังสามารถติดตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ว่าเป็นรูปแบบเส้นตรง หรือเส้นโค้ง หรือรูปแบบอื่นๆ ตามความเป็นจริงของพฤติการที่เปลี่ยนไปโดยอาศัยการศึกษาข้อมูลระยะยาว (ในงานวิจัยนี้พบรูปแบบเป็นเส้นตรง) โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ยังให้รายละเอียดในระดับบุคคล ในระดับกลุ่มมากว่าโมเดลโค้งพัฒนาการแบบดั้งเดิมที่มีมุมมองตัวแปรจัดกระทำเป็นตัวแปรร่วม หรือตัวแปรทำนายแล้วทำการวิเคราะห์รวม (Grimm et. al. 2017: 114-115; Hesser, 2015: 113; Murphy, Sloper, & Berry, 2014: online) ทำให้ขาดรายละเอียดระดับกลุ่มย่อย ในงานวิจัยเชิงทดลอง

จากข้อสรุปผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุดังกล่าวผู้วิจัยขออภิปรายโดยนำเสนอรายละเอียดข้อค้นพบในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

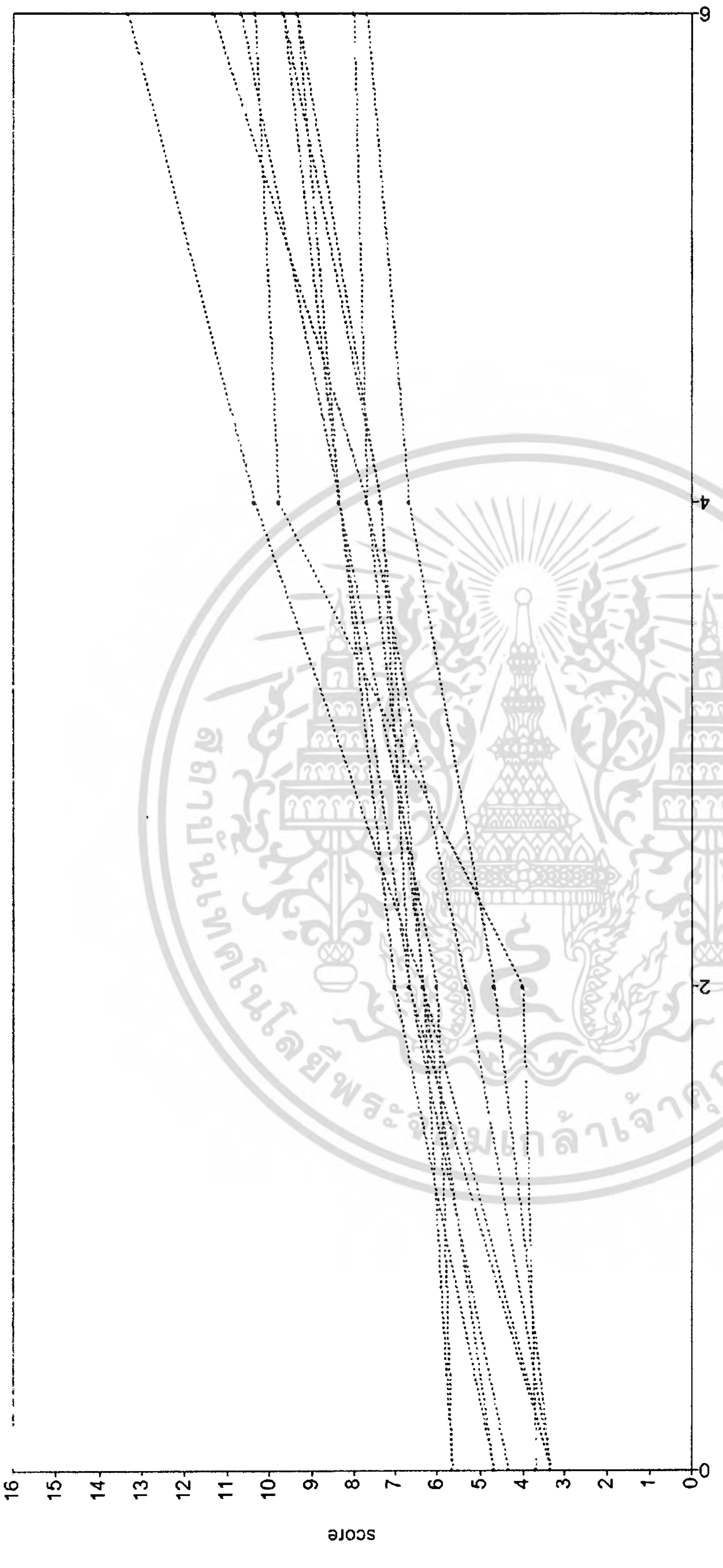
ค่าความผันแปรของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นระหว่างบุคคลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบยังมีความผันแปรของทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นของทั้ง 2 กลุ่ม แสดงให้เห็นว่าในแต่ละบุคคลมีทักษะในการแก้ปัญหาไม่เท่ากันดังภาพที่ 5.1 และ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลบางส่วนในกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในกลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน เป็นผลมาจากตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยไม่ได้นำเข้ามาร่วมวิเคราะห์เพื่อทำนายความผันแปรดังกล่าว อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์พบค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาเดิมยังอยู่ในระดับดับต่ำสอดคล้องผลการสอบ PISA และ TIMMS แสดงให้เห็นว่าการจัดการการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับมัธยมศึกษายังไม่ประสบผลสำเร็จ และยังคงต่ำในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2557: 159; สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: 18; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2557: 52-60)

อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มความคุม โดยพิจารณาจากค่าอิทธิพลที่สูงขึ้นเรื่อยๆ และค่าเฉลี่ยของพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (Slope Mean = 1.410) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กลุ่มควบคุม(Slope Mean = .77) เมื่อเวลาผ่านไปแสดงให้เห็นว่าเมื่อจัดการเรียนการสอนปกติแล้วเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้สูงกว่าการเรียนปกติและเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนบ่อยครั้งจะทำให้ทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ทั้งนี้อาจมาจากชุดกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับการพัฒนาพฤติกรรมทางด้านทักษะซึ่งต้องอาจศัยการฝึกฝนจนกว่าจะเกิดความชำนาญ (Merriënboer & Kirschner. 2007: 246) นอกจากนี้ในชุดกิจกรรมยังมีการเรียนรู้แบบอุปมานที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้เองจากตัวอย่างในกิจกรรมการเรียนซึ่งสถานการณ์ในตัวอย่างและกิจกรรมการเรียน และ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเป็นสถานะการณ์ที่ใกล้ตัว (ทิศนา แขมมณี. 2558: 337-342) มีครูคอยให้คำปรึกษา พร้อมมีการกระตุ้นด้วยการใช้คำถามและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ อยากแก้ปัญหาในสถานการณ์ถัดไป นักเรียนจึงมีทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น (Larkin. 2001: 30-34)

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มควบคุม ซึ่งหมายความว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติมีทักษะการแก้ปัญหาเดิมอยู่ในระดับสูงก็จะทำให้อัตราพัฒนาการทักษะการปัญหาสูงขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาเดิมในระดับต่ำอัตราพัฒนาการก็จะต่ำลง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติไม่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนที่กลุ่มอ่อนบางส่วนได้ อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดสื่อการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง หรือนักเรียนไม่สามารถแสวงหาแหล่งเรียนรู้นอกเหนือไปจากการจัดการเรียนรู้ของครูในชั้นเรียนปกติ อย่างไรก็ดีในการทดลองนี้พบว่านักเรียนแต่ละคนที่เรียนแบบปกติเสริมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาใกล้เคียงกันเพราะไม่พบนัยสำคัญระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของชุดกิจกรรมการเรียนและความสามารถของสถิติวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการกลุ่มพหุ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการที่นักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการไม่แตกต่างกันมากอาจมาจากความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนโดยใช้รูปแบบ 4C/ID ที่ผู้วิจัยได้อภิปรายไปแล้วในเบื้องต้น แต่เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งน่าจะมาจากผู้วิจัยได้จัดเตรียมสื่อไว้พร้อมสำหรับการเรียน ทั้งเอกสารประกอบการเรียน เอกสารคู่มือนักเรียน เอกสารสำหรับครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งการให้ความช่วยเหลือนักเรียน (Scaffolding) ในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้คำถาม การให้ผลย้อนกลับ ประกอบกับการทำกิจกรรมเพื่อฝึกความชำนาญให้นักเรียนซ้ำกัน 3 ครั้ง แต่ความช่วยเหลือจะค่อยๆลดลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่ตนมีแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการแก้ปัญหา ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนที่ประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจ 4 ประเด็น คือ การสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนที่ประยุกต์รูปแบบ 4C/ID ผลของชุดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อการพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น (Intercept) อัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (Slope) รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นกับอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัย พบว่าชุดกิจกรรมการเรียน ที่ประยุกต์ใช้รูป 4C/ID สามารถเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ได้ เมื่อสังเกตจากค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ จากค่าความผันแปรของทักษะการแก้ปัญหาในแต่ละครั้งในตารางที่ 4.4 ความผันแปรของกลุ่มทดลอง (Variance y2=1.19, Variance y3=3.58, Variance y4=3.69) ยังน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (Variance y2=3.98 , Variance y3=4.93, Variance y4=5.97) กล่าวคือนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นต่ำมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นสูง จึงสมควรใช้ชุดกิจกรรมการเรียนที่ประยุกต์ใช้ รูปแบบ 4C/ID นี้ เสริมการเรียนปกติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หรือในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป ทั้งนี้ผู้สอนควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อในหลักสูตรเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้นต่างกันก็ตาม

5.3.1.2 การออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผู้สอนควรใช้เทคนิคการสอน และกิจกรรมการเรียนที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้เอง ควรให้ผู้เรียนทำกิจกรรมซ้ำๆกัน เพราะทักษะการแก้ปัญหาต้องอาศัยการฝึกฝนจึงจะเกิดความชำนาญ

5.3.1.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรมีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งจัดหาสื่อที่ทันสมัยใช้ง่ายที่จำเป็นและเพียงพอการจัดกิจกรรมดังกล่าว การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจึงจะเห็นผลสำเร็จอย่างชัดเจน

5.3.1.4 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียน พบว่าอัตราการเรียนรู้ใกล้เคียงกันเป็นผลมาจากครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมสื่อที่จำเป็นให้นักเรียนได้ใช้หาข้อมูล การใช้คำถามที่เหมาะสม และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้ผู้เรียนมีการแก้ไขตนเองเป็นระยะๆ รวมทั้งการลดความช่วยเลือเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเองทำเองด้วยความมั่นใจ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ครูควรคัดกรองผู้เรียนเป็นกลุ่มตามความสามารถ ศึกษาผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ความช่วยเหลือ และให้ผลย้อนกลับให้เหมาะสมในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งตรวจสอบผู้เรียนเป็นระยะๆ เมื่อพบข้อบกพร่องครูควรรีบแก้ไขโดยเร็ว

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C/ID เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนเพียง 2 องค์ประกอบคือ Learning Tasks และ Procedural Information ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาผลของ 2 องค์ประกอบที่เหลือ ได้แก่ Supportive Information และ Part Task Practice เมื่อนำมาพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ เพื่อศึกษาว่าสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ ในปริมาณเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบหรือจัดการเรียนรู้เสริมกับนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

5.3.2.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบกลุ่มพหุ (MGM) พบความผันแปรทักษะการแก้ปัญหาเริ่มต้น (intercept variance) ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกัน (Inter Individual Change) การจัดการเรียรู้ที่มีผู้เรียนแตกต่างกันในชั้นเรียนเดียวกันย่อมเป็นอุปสรรคที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนทุกคนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ ดั้งนั้นผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มเบื้องต้นเช่นการทดสอบก่อนเรียน เพื่อทำการแบ่งกลุ่มพร้อมทั้งทำการวิจัยสืบค้นนวัตกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งในชั่วโมงที่จัดการเรียนสอนตามตารางสอนปกติ และนอกเหนือไปจากชั่วโมงเรียนปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของนักเรียน ผู้สอนและสถานศึกษา

5.3.2.3 ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (slope variance) มีนัยสำคัญทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงถึงอัตราพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนไม่คงที่ (Intra Individual Change) แสดงว่ายังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการการแก้ปัญหาของนักเรียนผู้เรียน ผู้วิจัยไม่ได้นำเข้ามาร่วมวิเคราะห์ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยค้นหาตัวแปรที่นำมาอธิบายความแปรปรวน หรือตัวแปรที่ส่งผลต่ออิทธิพลต่ออัตราพัฒนาการ (Moderator) ที่เพื่อนำมาพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพได้ตรงประเด็น

5.3.2.4 ในกลุ่มที่ได้รับตัวแปรจัดกระทำผลการวิเคราะห์พบความแตกต่างของอัตราพัฒนาการในรายบุคคลหลังทดลอง การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มตามคุณลักษณะของนักเรียน (Latent Class Analysis) ที่ทำให้เกิดความแตกต่างของอัตราพัฒนาการเพื่อศึกษาสาเหตุของความแตกต่างนั้นอันจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนตามความแตกต่างดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนกกร ศิริสุข. 2556. “พัฒนาการคุณภาพการศึกษาไทยโดยผ่านโมเดลโค้งพัฒนาการในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.”**วารสารศึกษาศาสตร์.** 24(2): 29-63

กรมวิชาการ. 2546. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ : อักษรไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. 2552. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิจกานต์ สมรัตน์. 2554. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดศรีษะเกษ: การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กัลยา ตากูล. 2550. “การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษาโรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย.” ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ. 2555. การทดลองวัดผลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงในการพัฒนาทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขุนทอง คล้ายทอง. 2554. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น”การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โครงการ PISA ประเทศไทย. 2557. **ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง.** กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

แคทรียา มุขมาล และ วิมล สำราญวานิช. 2014. “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 qโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.” **GRC. Khon kaen University**. 15(1):2594-2602.

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล และ อุบลวรรณ ส่งเสริม. 2558. “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.” วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 8(1): 267-282.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารุทัศน์ วงศ์ข้าหลวง, ไพบูลย์อ่อนมั่ง, พัฒนา ชัชพงศ์ และ อารี สัณหฉวี. 2514. "การพัฒนารูปแบบ READ เพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านเริ่มแรกของเด็กวัยเตาะแตะ." **วารสารสมาคมนักวิจัย.** 19 (2): 125-135

จินตนา คำสอนจิก. 2553. "การพัฒนาชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การ์ตูนอนิเมชั่น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จิราภรณ์ บุตรทอง, วงจันทร์ เพชรพิเชฐเชียร และ อุไร หัถกิจ. 2552. "ผลของโปรแกรมการจัดการความเหนื่อยล้าร่วมกับโยคะต่อความเหนื่อยล้าในผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับรังสีรักษา." **วารสารสภาการพยาบาล**. 24 (4): 29-42

เจือจันทร์ จงสถิตอยู่. 2557. "การจัดการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ในพื้นที่ด้วยพลังเครือข่าย." **วารสารการศึกษาไทย.** 11(111) : 3-11

ชนิดา ไพบูลย์สวัสดิ์, สุนทรพจน์ ดำรงพานิช และ พัชรี จันทร์เพ็ง. 2555. "การศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ภาษาอังกฤษของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดศรีสะเกษ จากรูปแบบการสอนของครู ที่แตกต่างกัน: โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง."วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 9(2): 115-126

ชรินรัตน์ จิตตสุโภ, เนติ เฉลยวาเรศ และศรินทิพย์ ภู่สำลี. 2554. "การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องหน่วยสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.** 5(3):67-74

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558. **80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : พีบาลานซ์ดีไซน์ แอนด์ ปริ้นติ้ง.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2535. **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 1-8.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัยยงค์ พรมวงศ์. 2556. "การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน." **วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1): 7-20

ฐิติยาภรณ์ มีจันที. 2555. "ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7E's สำหรับนักเรียน ชั้นประถม ศึกษาปีที่ 4." **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.** 31(3): 28-37

ณัฐกร สงคราม. 2557. **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : วี.พริ้น.

ณัฐพล แจ้งอักษร. 2557. อิทธิพลของพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองที่มีต่อพัฒนาการแรงจูงใจในการเป็นครูของนักศึกษาครู: การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแฝงเชิงสาเหตุที่มีตัวแปรเหลื่อมเวลาไขว. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงกมล สวนทอง 2556. "การวิจัยและพัฒนารูปแบบการสอนแบบสแกฟโฟลด์ที่ส่งเสริมจิตลักษณะฉันทะ และความสามารถในการเขียนบทความเชิงวิชาการของนักศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์." วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาการวิจัยและพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศนา แขมมณี. 2551. **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_________. 2558. **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวีพร บุญวานิช. 2557. “การติดตามและประเมินผล การจัดการศึกษาตามนโยบายรัฐบาล ปี ๒๕๕๖.” **วารสารการศึกษาไทย.** 11(116): 14

ธีระยุทธ ภูเขา. 2550. “การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลสมการโครสร้าง 3 รูปแบบในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์.” วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาการทดสอบและการวิจัยทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นาตยา ช่วยชูเชิด. 2557. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.” **วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา**. 6(12) : (87-94).

นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538. ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LISREL). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

________. 2538. “วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติ.” **วารสารวิธีวิทยาการวิจัย.** 7(2): 1-31.

นภา หลิมรัตน์. 2559. **Modified Essay Question**. [online]. เข้าถึงได้จาก: http://teachingresources.psu.ac.th/document/2551/limrat/7Modified%20Essay%20Question.pdf.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, เบญจลักษณ์ น้ำฟ้า และ ชัดเจน ไทยแท้. 2516. **องค์ความรู้เรื่องเทคนิคการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** [online]. เข้าถึงได้จาก: http://management.kpru.ac.th/wp-content/uploads/2015/04/KM_12.pdf

บรรจง อมรชีวิน. 2556. **Thinking School สอนให้คิด.** กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

บรรดล สุขปิติ. .2559. **การเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา.** [online]. เข้าถึงได้จาก : research.npru.ac.th/development/research_npru/images/stories/98.doc.

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. 2555. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย: คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. 2549. การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556. **การพัฒนาการคิด.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาท เนืองเฉลิม. 2558. **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ: แอคทีพ พริ้นท์.

ปิยวรรณ รุ่งวรพงศ์ . 2557. “การส่งเสริมความสามารถในการควบคุมการเรียนของผู้เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ผ่านไดอาล็อก.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 25(1): 1-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พวงแก้ว ปุณยกนก. 2531. แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็ม อี คิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2558. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ไพศาลทักษิณ. 2557. "การวิเคราะห์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิตชั้นปีที่ 4 เพื่อสอบใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลและผดุงครรภ์ในวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่."**วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์.** 6(1): 38-47.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. 2550. **ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการ จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_______. 2557. **สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ คะเชนท์. 2559. **ทักษะการแก้ปัญหา.** [online]. เข้าถึงได้จาก : http://chan2.obec.go.th/wattungpelschool/manage/upload_file/tfNfuJhSITd201505212.

เฟื่องลัดดา จิตจักร, อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล และ อรอุมา เจริญสุข. 2015. "ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6." **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6.** 3(6) : 356-366.

ยุพา กุมภาว์ และ วิมล สำราญวาณิช. 2014. "ผลสัมฤทธฺทางการเรียนและความคิดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ขอนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้." วารสารวิจัย มข. 7(4): 109-116.

ระพีพรรณ พงษ์ปลื้ม. 2557. "การพัฒนาชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขันบูรณาการสำหรับนักเรียน ชันมัธยมศึกษาปีที่ 3." **วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ.** 4(7) : 11-24.

รุจิพัชญ์ อรุวีวัฒนานนท์. 2553. "ความสัมพันธ์ของพัฒนาการระหว่าง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และอัตมโนทัศน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสกลนคร : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง." **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 16: 204-213.

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตฤกษ์. 2556. ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษาเพื่อศตรวรรษที่ 21 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ. โอเพ่นเวิลด์.

วยุภา จิตรสิงห์. 2534. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวยที่ครูใช้คำถามแบบเชื่อมโยงเนื้อหาและแบบเชื่อมโยงประสบการณ์. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาการศึกษาปฐมวัย. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วนิดา ราชรักษ์. 2548. “การพัฒนาแบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.”การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา.บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิชัย วงษ์ใหญ่. 2525. **พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วินิจ เทือกทอง. 2537. “การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการคำนวณคะแนนเพิ่มวิธีต่างๆ ด้วยระเบียบวิธีการมอนติคาร์โล.” วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

วิจารณ์ พานิช. 2557. **การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21.** นครปฐม : ส เจริญ การพิมพ์.

วรรณี แกมเกตุ. 2555. **วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร พงษ์โภคา และ อุบลวรรณ ส่งเสริม. 2558. “การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด.” **วารสารฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ.** 8(2) : 1223-1237.

ศิขรินทร์ธาร โคตรสิงห์, ประวิต เอราวรรณ์ และ มนูญ ศิวารมย์. 2556. “การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” **วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา**. 11(2) : 40-52.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556. **ทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_______. 2557. “การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain Scores).” **วารสารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย.** 1(1) : 12-13

ศุภรา แสงแก้ว และคณะ. 2554. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ว.มรม.** 10(1): 39-48

สงกรานต์ มณีโคตร, เนตรชนก จันทร์สว่าง และสุรทิน นาราภิรมย์. 2554. “การพัฒนาและศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการอ่านทางวิทยาศาสตร์เรื่องการดำรงชีวิตของสัตว์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกก่องวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์เขต 1.” **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**. 5(1): 49-60.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556. **ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.** สมุทรปราการ : แอดวานส์พริ้นติ้ง เซอร์วิส.

_______. 2557. **คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมถวิล วิจิตรวรรณา. 2545. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับและโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ.” **วารสารวิธีวิทยาการวิจัย.** 15(1): 37-59.

สมเกียรติ ทานอก. 2554. “การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการเจตคติต่อวิชาชีพครู ของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการเหลื่อมเวลาระยะยาวที่มีตัวแปรแฝง.” **วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา.** 9(2): 53-69.

สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. 2559. มุมมองการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. [online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.stemedthailand.org/?knowstem/

สุคนธ์ สินธพานนท์ และ ปัญญา สังข์ภิรมย์ 2550. **สุดยอดวิธีสอนการงานอาชีพและเทคโนโลยี: นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่.** นนทบุรี: บริษัทไทยร่มเกล้าจำกัด.

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์. 2551. **พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์เลี่ยงเชียง.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. 2556. “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21.” **นิตยสาร สสวท.** 42(185): 10-13

สุภมาส เทียนทอง. 2553. “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. 2557. **สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ : เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL.** กรุงเทพฯ :เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สุมาลี ชัยเจริญ. 2557. **การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ.** ขอนแก่น : โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.

สุนีย์ คล้ายนิล. 2547. **ความรู้และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้.** สมุทรปราการ : เซเว่น พริ้นติ้ง.

สุนีย์ คล้ายนิล. 2555. **การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาการและภาวะถดถอย.** สมุทรปราการ : แอดวานส์พริ้นติ้ง.

สุวิทย์ มูลคำ. 2551. **กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2550. **19 วิธีการจัดการเรียนร้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

เสกสรรค์ แย้มพินิจ. 2558. **การปฏิรูปการเรียนรู้ตาม พรบ.2542 กับบทบาทของ มจธ. ที่ต้องดำเนินการ .** [online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.kmutt.ac.th/organization/Education/Technology/teched/improve.html.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2552. **ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561).** กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค..

_______. 2557. **รายงานการติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษาตามนโยบายด้านการศึกษาของรัฐบาล ปี 2556.** กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.

_______. 2557. **สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก ปี 2557.** กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักอุทยานการเรียนรู้. 2551. **ทัศนคติและพฤติกรรมการอ่านของคนไทย.** [online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tkpark.or.th/tha/research_detail/14/.

อดุลย์ คำมิตร มณเฑียร ชมดอกไม้ และ ปริญญา ทองสอน. 2554. “การพัฒนาชุดการเรียนการสอนที่เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” **วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยบูรพา.** 7(1): 96-107.

อรชา วราวิทย์. 2536. การตัดสินใจแก้ปญหาของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปฐมวัย. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537. “การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อวยพร เรืองตระกูล. 2544. “การพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ชูดวง. 2535. “การสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาร์ซีมาด เหมจำ. 2558. “การพัฒนาชุดกิจกรรมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เอกภพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.** 8(1) : 41-54.

อุษา ชูชาติ. 2558. “บทวิเคราะห์ : มุมมองด้านการศึกษาของนายกรัฐมนตรี (พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา).” **วารสารวิจัยการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.** 3(6) : 1-17

Aluko, K.O. & Olorundare, A.s. 2007. “Effects of Cooperative and Individualistic Instructional Strategies On Students Problem Solving Abilities In Secondary School Chemistry In Ilesa, Nigeria.” **African Research Review.** 1(1): 100-107

Barker, D., Rancourt, D., & Jelalian, E. 2014. Flexible Models of Change: Using Structural Equations to Match Statistical and Theoretical Models of Multiple Change Processes. J Pediatr Psychol. 39(2): 233–245.

Baker, M., Rudd, R., & Pomeroy. 2001. Relationships between Critical and Creative Thinking. Journal of Southern Agricultural Education Research. 51(1): 173-188.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Becker, L.A. 2000. Effect Size (ES). [online]: Available : https://www.uv.es/~friasnav/EffectSizeBecker.pdf.

Beecroft, D.G., Duffy, G.L., Moran W.J. 2003. **The Executive Guide to Improvement and Change**. ASQ Quality Press.

Bollen, K.A., & Curran, P.J. 2006. **Latent curve models: A structural equation approach.** NJ: Wiley.

Brown, C., Robinson, D. 2002. Skewness and Kurtosis Implied by Option Prices: A Correction, Journal of Financial Research 25(2): 279-282

Bruner, J.S., McLeod, S.A. 2012. Simplypsychology. [online]. Avaiable: https://www.simplypsychology.org/bruner.html

Cardellini, L. 2006. “Fostering creative problem solving in chemistry through group work.” **Chemistry Education Research and Practice.** 7 (2): 131-140.

Chado, M.I.D., & Robert, O.O. 2015. “The Effect of Computer-Assisted Instructional Package for Teaching Metalwork Technology (MWT) at Nigeria Certificate in Deucalion (Technical) Level.” International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development. 4(1) : 56-66

Chapman, O. 2005. “CONSTRUCTING PEDAGOGICAL KNOWLEDGE OF PROBLEM SOLVING: PRESERVICE MATHEMATICS TEACHERS.” **Proceedings of the 29 th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. (2) : 225-232.

Cherry, K. 2016. **Piaget's Stages of Cognitive Development: Background and Key Concepts of Piaget's Theory.** [online]. Available: https://www.verywell.com/piagets-stages-of-cognitive-development-2795457.

Christopher, L., & Knoll. 2000. “The Relationship Between Motivation and Reading. Comprehension.” Degree of Master of Education MASTERS THESIS. Graduate q

Cicchetti, D. 1994. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. Psychological Assessment. 6(4):284–290

Cicchetti, D. 2016. **Developmental Psychopathology, Theory and Method.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Clark, D. 2016. **van Merriënboer's 4C/ID Model and Instructional Design.** [online]. Available: http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/learning/id/4c_id.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cronbach, L.J., & Furby, L. 1970. “How we should Measure “CHANGE” or should we?” **Psychological Bulletin.** 74(1): 68-80.

Curran & Muthén. 1999. “The application of latent curve analysis to testing developmental theories in intervention research.” **Am J Community Psychol.** 27(4):567-95.

Dimitrov, D.M. & Rumrill, P.D.Jr. 2003. “Pretest-posttest designs.” **Measurement of change. Work.** 20: 159–165.

Duane, J. 1975**. Individualized Instruction Programmed and Materials.** New York: Englewood Cliffs.

Duncan, T.E., & Duncan, S. C. 2009. “The ABC’s of LGM : an introductory guide to latent variable growth curve modeling.” **Soc Personal Psychol Compass**. 3(6):979–991.

Edwards, J. R. 2001. “Ten Difference Score Myths.” **Organizational Research Methods.** 4(3): 265-287.

Fabby, C. & Koenig, K. 2013. “Relationship of Scientific Reasoning to Solving Different Physics Problem Types.” **PERC Proceedings. American Association of Physics Teachers.** 141-144.

Fadden, G., & Gladden, M. 2012. **Caring for Yourself – self-help for families and friends supporting people with mental health problems. Rethink Mental Illness and Meriden Family Programme.** Birmingham: White Halo Design.

Fatoke, A. O. Ogunlade, T.O. & Ibidiran, V.O. 2013. “The Effects of Problem-Solving Instructional Strategy and Numerical Ability on Students’ Learning Outcomes.” **The International Journal of Engineering And Science** (IJES). Vol. 2 (10) (97-102).

Fitzmaurice, G., Laird, N. & Ware, J. 2011. **Applied Longitudinal Analysis.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Flateby, T.L. 2016. **A Guide for Writing and Improving Achievement Tests.** University of South Florida Tampa. [online]. Available: http://www.usf.edu/provost/documents/assessment/resources-guideforwritingandimprovingachievementtests.pdf .

Frederiksen, N. 1984. “The real test bias: Influences of testing on teaching and learning.” **American Psychologist**, 39(3), 193-202. http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.39.3.193

Jonassen, D. 1997. “Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes.” **Educational Technology Research and Development**. 45(1):65–94.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Goldstein, J., & Behuniak, P. 2005. “Growth Models in Action : Selected Case Studies. Practical Assessment.” **Research & Evaluation.** 10(11), 1-1

Good, C. V. 1973. **Dictionary of Education.** 3rd ed. New York: Mc Graw Hill.

Grimm, K.J.,Ram, N., Estabrook, R., 2017. Growth Modeling Structural Equation and Multilevel Modeling Approaches. New York. Guilford Press.

Gronlund, N.E., & Linn, R.L. 1990. **Measurement and evaluation in teaching**. 6th ed. New York: Macmillan Publishing Company.

Guerriero, S. 2016. **Teachers’ Pedagogical Knowledge and the Teaching Profession.** [online]. Available: http://www.oecd.org/edu/ceri/Background_document_to_Symposium_ITEL-FINAL.pdf.

Guilford, J. P. & H. Ralph. 1971. **The Analysis of Intelligence.** New york : McGraw – Hill Book Company.

Hafner, J. C. & Hafner, P.M. 2003. “Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool : an empirical study of student peer-group rating.” **INT. SCI. EDU**. 25(12): 1509-1528.

Haladyna, T.M., Steven M. D. & Rodriguez, M.C. 2002. “A Review of Multiple-Choice Item-Writing Guidelines for Classroom Assessment.” **APPLIED MEASUREMENT IN EDUCATION.** 15(3): 309–334.

Hancock, G.R., & Lawrence, F.R. 2006. **Using latent growth models to evaluate longitudinal change. In G. R. Hancock & R. O. Mueller (Eds.), Structural Equation Modeling: A Second Course**. Greenwood: Information Age

Hardin, L.E. 2002. “Problem solving concepts and theories.” [online]. Available: http://www.utpjournals.com/jvme/tocs/303/226.pdf.

Hedeker, D. & Gibbons, R.D. 2006. **Longitudinal Data Analysis.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Heo Su yun & Seo Hyun Ah. 2015. “The Effects of Early Childhood Teachers’ Pedagogical Content Knowledge in Mathematics, Attitude towards Mathematics and Mathematics Teaching Efficacy on their Problem-solving Ability.” **Advanced Science and Technology Letters.** 115: 38-42.

Hesser, H. 2015. “Modeling individual differences in randomized experiments using growth models: Recommendations for design, statistical analysis and reporting of results of internet interventions.” **Internet Interventions.** 2(2): 110–120 .

Hoogland, J. J. & Boomsma, A. 1998. “Robustness Studies in Covariance Structure Modeling.” **Sociological Methods and Research.** 26: 329–367

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hopkins, K.D., Stanley, J.C., & Hopkins, B.R. 1990. **Educational and Psychological Measurement and Evaluation.** 7th ed. NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Houston, R.W. W., & Eowsam, R.B. 1972. **Developing Instruction Modules; A Modulate System for Writing Modules.** Texas: University of Houston.

Huppatz, D.J. 2015. "Revisiting Herbert Simon's Science of Design." **Massachusetts Institute of Technology.** 31(2). 29-40

Hyeon-Suk Kang., & Yoon-Bok Lee. 2014. "Towards a cultural ecology of pedagogy based on Bruner's narrative theory." **Advanced Science and Technology Letters.** 71:115-118.

Information Resources Management Association. USA. 2011. **Instructional Design: Concepts, Methodologies, Tools and Applications.** New York: Information Science Reference.

Jackson, E. 2015. **Types of Rubrics. DePaul University Teaching Commons. Chicago.** [online]. Available: http://resources.depaul.edu/teaching-commons/teaching-guides/feedback-grading/rubrics/Pages/types-of-rubrics.aspx.

Jegede, S.A., & Fatoke, A.O. 2014. "The Effects of Problem-Solving Instructional Strategy, Three Modes of Instruction and Gender on Learning Outcomes in Chemistry." **Journal of Education and Practice.** 5(23): 179-184.

Jerald, C.D. 2009. **Defining a 21st century education. The Center for Public Education.** [online]. Available: http://www.cfsd16.org/public/_century/pdf/Defininga21stCenturyEducation_Jerald_2009.pdf.

Johnson, K., & Morrow, K. 1981. **Communication in the classroom: Applications and methods for a communicative approach.** London: Longman.

Jonassen, D.H. 1997. "Instructional design models for well-structured and Ill-structured problem-solving learning outcomes." **ETR&D.** 45(1): 65-94.

Jonsson, A., & Svingby, G. 2007. "The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences." **Educational Research Review.** 2: 130–144.

Joreskog, K.G., & Sorbom D. 1989. LISREL 7: A Guide to the Program and Applications. Chicago: SPSS, Inc.

Julie W., Ankrum , Maria T., Genest, Elizabeth G. & Belcastro. 2014. The Power of Verbal

Scaffolding: ''Showing'' Beginning Readers How to Use Reading Strategies. Early Childhood Educ J. 42: 39–47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jung, T., & Wickrama K. A. S. 2008. “An introduction to latent class growth analysis and growth mixture modeling.” **Social and Personality Psychology Compass**. 8(2): 302–317

Kim, M.C. & Hannafin, M.J. 2011. “Scaffolding Problem Solving in Technology-Enhanced Learning Environments (TELEs).” **Bridging Research and Theory with Practice. Computers & Education**. 56(2), 403-417.

Khan, S., Hafeez, A., & Saeed, M. 2012. “The Impact of Problem Solving Skill of Heads’on Students Students’ Academic Achievement.” Academic Achievement.” **Interdisciplinary Business Research.** 4(1): 316-321.

King, P.M., & Baxter Magolda, M.B. 2005. “A developmental model of intercultural maturity.” **Journal of College Student Development.** 46(2): 571-592.

Kline, R. B. 2005**. Principles and Practice of Structural Equation Modeling** (2nd ed.). New York. Guilford.

Koo, T.K., & Li, M.Y. 2016 "A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research" **J. Chiropr Med** 15(2) : 155-163

König, J., Blömeke, S., Paine, L., Schmidt, W.H., & Hsieh, F.J. 2011. “General pedagogical knowledge of future middle school teachers: On the complex ecology of teacher education in the United States, Germany, and Taiwan.” **Journal of Teacher Education**. 62(2): 188 -201.

Lakens, D. 2013. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs: **Front Psychol**. 26(4): 863. [online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3840331/

Lammers, J., Goossens, F., Conrod, P., Engels, R., Wiers, R., & Kleinjan, M. 2015. Effectiveness of a selective intervention program targeting personality risk factors for alcohol misuse among young adolescents: Results of a cluster randomized controlled trial: Personality risk factors alcohol misuse young adolescents. **Addiction.** 110(7): 10-19.

Larkin, M. J. 2001. Providing Support for Student Independence Through Scaffolded Instruction. **TEACHING Exceptional Children**. 34(1): 30-36.

Lazarus, B. D. & Callahan, T. 2000. ATTITUDES TOWARD READING EXPRESSED BY ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS DIAGNOSED WITH LEARNING DISABILITIES. Reading Psychology. 21(4): 271-282.

Linn, R.L., & Slinde, J.A. 1977. “The determination of the significance of change between pre- and posttesting periods.” **Review of Education Research.** 47: 121-150.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Little. T.D. 2013. **Longitudinal Structural Equation Modeling.** New York: Guilford Press.

Llewellyn, D. 2013. **Inquire Within: Implementing Inquiry- and Argument-Based Science Standards in Grades 3-8.** 3nd. CA: Corwin Press, Inc.

Lu, J., Lajoie, SP., & Wiseman, J. 2010. Scaffolding problem-based learning with CSCL tools. **International Journal Of Computer-Supported Collaborative Learning.** 5(3): 283-298

Mavis, B. 2014. **Assessing student Performance. An Introduction to Medical Teaching.** 2nd . New York: Springer.

McArdle, J.J. 2012. **Latent Curve Modeling of Longitudinal Growth Data. Handbook of Structural Equation Modeling.** New York: The Guilford Press.

McGraw, K. O., & Wong, S. P. 1996. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. Psychological Methods, 1(1), 30-46. http://dx.doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30

McLeod, S. A. 2018. Jean Piaget. : [online]. Available www.simplypsychology.org/piaget.html

Melo, M. & Miranda, G.L. 2014. "Applying the 4C-ID Model to the design of a digital educational resource for teaching electric circuits: Effects on student achievement." **Proceedings of the 2014 Work-shop on Interaction Design in Educational Environments.** 8-14.

________. 2015. **The effects of 4C-ID model approach on acquisition and transfer of knowledge about electric circuits**. Heidelberg: Springer.

Meredith, W. & Tisak, J. 1990. Latent curve analysis. **Psychometrika**. 55(1):107–122

Merriënboer, J. J. G., Clark, R.E. & de Croock, M.B.M. 2002. "Blueprints for Complex Learning: The 4C/ID-Model." **ETR&D**. 50(2): 39–64.

Merriënboer, J. J. G., & Kirschner, P. A. 2007. Ten steps tocomplex learning. New York: Taylor & Francis.

Mertler, C.A. 2001. "Designing scoring rubrics for your classroom." **Practical Assessment, Research & Evaluation.** 7(25) : [online]. Available: http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=25.

Moskal, B. M., & Leydens. J.A. 2000. Scoring Rubric Development: Validity and Reliability. Practical **Assessment, Research & Evaluation.** 7(10): [online]. Available: http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=10.

Mueller, R. O. 1996. **Basic Principles of Structural Equation Modeling: An Introduction to LISREL and EQS**. New York. Springer-Verlag.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Murphy, K., Sloper, M., & Berry, T. 2014. An Introduction to Latent Growth Curve Modeling (LGC Modeling): A Resource Packet for Participants. [online] Available: http://comm.eval.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=9402a686-aaba-48ae-b41c-361937b8cbf1

Murray, R. 2013. "Medical Education." **JOURNAL OF EUROPEAN CME.** 2: 22875.

Muth´en, B., Brown, C. H., Masyn, K., Jo, B., Khoo, S. T., Yang, C. C., Wang, C. P., Kellam,S., Carlin, J., & Liao, J. 2002. General growth mixture modeling for randomized preventive interventions. **Biostatistics** 3: 459–475.

Navarra. & Elizabeth M. 2011. "Student Attitudes Toward and Perceptions of Reading in a First Grade Classroom." Education and Human Development Master's Theses.

Newsom, J.T. 2016. **Cross-Lagged Penal Analysis.** Encyclopedia of Adulthood and Aging. (Edit by Whitbourne, S. K.). West Sussex: John Wily & Sons. Inc.

Noordman, A.M.B., Merriënboer, J.J.G., Dervleuteni, C.P.M., & Scherpbier, J.J.A., 2006. Design of integrated practice for learning professional competences. **Medical Teacher**. 28(5): 447–452

Omiwale, J.B. 2011. "RELATIONSHIP BETWEEN PROBLEM-SOLVING ABILITY AND ACHIEVEMENT IN PHYSICS AMONG SENIOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN OSUN STATE, NIGERIA." **The African Symposium.** 11(1): 158-165

Ortlieb, E., & Cheek, E.H. 2012. **Using Informative Assessments Towards Effective Literacy Instruction.** 1st ed. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.

Osburn, H.K., & Mumford, M.D. 2006. "Creativity and planning: training interventions to develop creative problem-solving skills." **Creativity Res. J.** 18:173–190.

Österholm, M. 2016. **A reading comprehension perspective on problem solving Department of Mathematics, Linköping University.** [online]. Available: http://www.mai.liu.se/SMDF/madif5/papers/Osterholm.pdf.

Otacıoğlu, S.G. 2008. "Prospective Teachers' Problem Solving Skills and Self-Confidence Levels." **Eğitim Danışmanlığı ve Araştırmaları İletişim Hizmetler.** 8 (3): 915-923.

Özsoy, G., Kuruyer, H.G., & Çakiroglu, A. 2015. "Evaluation of Students' Mathematical Problem Solving Skills in Relation to Their Reading Levels." **International Electronic Journal of Elementary Education.** 8(1): 113-132.

Perveen, K. 2010. "Effect Of The Problem-Solving Approach On Academic Achievement Of Students In Mathematics At The Secondary Level." **Contemporary Issues In Education Research.** 3(3): 9-13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Patock, J. 2004 Exam Scores: How to Interpret your Statistical Analysis Report Arizona State of University.

Pentimonti, J.M., & Justice, L.M. 2010. Teachers' Use of Scaffolding Strategies During Read Alouds in the Preschool Classroom. **Early Childhood Educ. J.** 37: 241–248

Piaget, J. 1936. Origins of intelligence in the child. London: Routledge & Kegan Paul.

Preacher, K.J., Wickman, A.L., MacCallum, R.C., & Briggs, N.E. 2008. **LATENT GROWTH CURVE MODELING.** Los Angeles: Sage Publications, Inc.

Quellmalz, E.S. 1985. "Needed: Better Methods for Testing Highter–Order Thinking Skills." **Educational Leardership**. 43: 29-34.

Rangachari, P.K. 2002. "A PROCESS-ORIENTED EVALUATION FOR PROBLEM-BASED LEARNING COURSES IN BASIC SCIENCES." **The International Union of Biochemistry and Molecular Biology.** 30(1): 57–60.

Ray, J. W., & Shadish, W. R. 1996. "How interchangeable are different estimators of effect size?." **Journal of Consulting and Clinical Psychology**. 64(6): 1316–1325

Rezaei, A.R., & Lovorn, M. 2010. "Reliability and validity of rubrics for assessment through writing." **Elsevier. Assessing Writing.** 15(1): 18–39.

Rogosa, D.R., & Willett, J.B. 1985. "Understanding Correlates of Change By Modeling Individual Differences In Growth." **Psychometrika.** 50: 203-228.

Sammons, P., Sylva, K., Melhuish, E., Blatchford, I.S., Taggart, B., Barreau, S., & Grabbe, Y. 2008. **The Influence of School and Teaching Quality on Children's Progress in Primary School.** Department for children, Schools and families. Institute of Education: University of London.

Samsu Somadayo., St.Y. Slamet, Joko Nurkamto., & Sarwiji Suwandi. 2013. "The Effect of Learning Model DRTA (Directed Reading Thingking Activity) Toward Students' Reading comprehension Ability Seeing from Their Reading Interest." **Journal of Education and Practice.** 4(8): 115-122.

Squires, S. .2014. The Effects of Reading Interest, Reading Purpose, and Reading Maturity on Reading Comprehension of High School Students.

Scherer, & Beckmann. 2014. **The acquisition of problem solving competence: evidence from 41 countries that math and science education matters**. [online]. Available: http://largescaleassessmentsineducation.springeropen.com/articles/10.1186/s40536-014-0010-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schildkraut , J., & Rosamond, W. 2004. **Sources of error.** [online]. Available: http://www.epidemiolog.net/evolving/SourcesofError.pdf.

Serin, O. 2011. "The Effects of the Computer-Based Instruction on the Achievement and Problem Solving Skills of the Science and Technology Students." **Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET.** 10 (1): 183-201.

Shogren, K. A., Bovaird, J. A., Palmer, S. B., & Wehmeyer, M. L. 2010. Examining the development of locus of control orientations in students with intellectual disability, learning disabilities, and no disabilities: A latent growth curve analysis. **Research and Practice for Persons with Severe Disabilities**. 35: 80-92.

Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. 1979. Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. Psychological Bulletin. 86(2): 420-428. http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420

Singer, & Willett. 2003. **Applied Longitudinal Data Analysis: Modeling Change and Event Occurrence.** New York: Oxford University Press.

Skibbe, L.E., Grimm, K.J., Stanton-Chapman, T.l., & Bowles, R. 2008. Reading Trajectories of Children With Language Difficulties From Preschool Through Fifth Grade. **Language, speech, and hearing services in schools.** 39(4): 75-86.

Souillard, A., & Kerr. A. 1990. **Problem Solving Activities for Science and Technology Students.** Creative Teaching English Forum Classroom. Washington, D.C.: FPG International.

Squires. S. .2014. "The Effects of Reading Interest, Reading Purpose, and Reading Maturity on Reading Comprehension of High School Students." Doctor of Education in Educational Leadership. Graduate Department and Faculty of the School of Education. Baker University.

Srinivas, H. 2016. **The Problem Solving Procces.** [online]. Available: http://www.gdrc.org/decision/problem-solve.html.

Stratford, P., & Pierce-Fenn, H. 1985. "Modified Essay Question." **Physical therapy.** 65(7): 1075-1079.

Sumran Gumjudpaia., & Pachongjit Intasuwan. 2003. "Development of the Curriculum to Strengthen Self-Regulation Factors of Emotional Intelligence for Lower Secondary School Students." **Naresuan University Journal**. 11(2): 61-74.

Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. 2001. **Using Multivariate Statistics**. 4th Edition, Allyn and Bacon, Boston.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tarvin, A. 2016. **THE 5 STEPS OF PROBLEM SOLVING.** [online]. Available: http://www.humorthatworks.com/learning/5-steps-of-problem-solving/

Tavakol, M. & Dennick, R. 2011. Making sense of Cronbach's alpha. **International journal of Medical Education**. 2: 53-55

Temby, N. & Herlig, K. 2016. **The 4C/ID-Model - A Blueprint for Complex Learning.** [online]. Available: https://insdsg619-f09.wikispaces.com/4C-ID.

Toe, T. & Khine, M.S. 2013. **APPLYING STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM) IN EDUCATIONAL RESEARCH: AN INTRODUCTION.** Application of Structural Equation Modeling in Education Research and Practice**.** ROTTERDAM: Sense Publishers.

Teo, T. Liang Ting Tsai., & Chih-Chien Yang. 2013. Application of Structural Equation Modeling in Educational Research and Practice. Pert: SENSE PLUBISHERS.

Tractenberg, R. E. 2010. Classical and modern measurement theories, patient reports, and clinical outcomes. **Contemporary Clinical Trials.** 31(1): 1–3. http://doi.org/10.1016/S1551-7144(09)00212-2

Tucker, L. R. 1966. Some mathematical notes on three-mode factor analysis. Psychometrika. 31: 279-311

Vandewaetere, M., Manhaeve, D., Aertgeerts, B., Clarebout, G., van Merriënboer, J.J.G. & Roex, A. 2015. 4C/ID in medical education: How to design an educational program based on whole-task learning: AMEE Guide No. 93. **Medical Teacher.** 37: 4–20.

Voss, T., Kunter, M. & Baumert, J. 2011. "Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation." **Journal of Educational Psychology**. 103(4952-969.

Vukovic. R. K., Roberts, O.S., & Wrigh, L.G. 2013. "From Parental Involvement to Children's Mathematical Performance: The Role of Mathematics Anxiety." **Early Education and Development.** 24: 446–467.

Vygotsky, L. S. 1978. **Mind in society: The development of higher psychological processes.** Cambridge. MA: Harvard University Press.

Weir, J.J. 1974. "Problem solving is everybody's problem." **The Science Teacher**. 4: 16–18.

West, S. G., Taylor, A. B., & Wu, W. 2012. Model Fit and Model Selection in Structural Equation Modelling. In: Hoyle, R. H. (ed.): Handbook of structural equation modeling. 209-231.

Whitney, D.R., & Sabers, D.L. 1970. Improving essay examinations III: Use of item analysis. Iowa City. University of Iowa.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Willett, J. B. 1997. **Measuring Change: What Individual Growth Modeling : Change and Development: Issues of Theory Method, and Application**. NJ: Lawrence.

Williams, D.A., & Carey, M. 2016. **SOLVING THE PROBLEMS OF A CHRONIC ILLNESS: 6-Step Problem Solving.** [online]. Available: http://www.med.umich.edu/painresearch/patients/Problem%20Solving.pdf.

Wilson, J.W., Fernandez, M.L. & Hadaway N. 1993. **Mathematical problem solving.** New York: MacMillan.

Wood, C. 2006. "The development of creative problem solving in chemistry." **Chemistry Education Research and Practice.** 7(2): 96-113.

Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. 1976. "The role of tutoring in problem solving." **Journal of Child Psychiatry and Psychology**, 17(2), 89-100.

Woodcock. B.E. 2013. **Problem Solving and Analytical Skills**. [online]. Avalable: https://www.kent.ac.uk/careers/sk/problem-solving-skills.htm.

Yan, H., Xiao, Y., & Wang, Q. 2012. Innovation in the educational technology course for preservice student teachers in East China Normal University. **Australasian Journal of Educational Technology**. 28(6): 1074-1081

Young Hoan Cho., Caleon, I.S. & Kapur, M. 2015. **Authentic Problem Solving and Learning in the 12st Century Perspectives from Singapore and Beyon.** Singapore: Springer.

Zhiyong Zhang & Lijuan Wang. 2009. "Statistical power analysis for growth cure models using SAS." **Behavior Research Method.** 41(4): 1083-1094.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ

1. หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินเครื่องมือวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4626

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

9 พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบสำรวจพฤติกรรมการอ่าน

เรียน รศ.ดร.สุภมาส อังศุโชติ /รศ.ดร.รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์ / รศ.ดร.สมถวิล วิจิตรวรรณา / รศ.ดร.ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ / ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร / ผศ.ดร.ปัญญา ธีระวิทยเลิศ / ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบสำรวจพฤติกรรมการอ่าน

ด้วยนายวันชัย มาชูตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C-ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง” โดยมี ดร.ธนินทร์ รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กฤษณา คิดดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบสำรวจพฤติกรรมการอ่านนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายวันชัย มาชูตระกูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-805-2984

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **5304**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

28 ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพรตพิทยพยัต

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถามและชุดกิจกรรมการเรียน

ด้วยนายวันชัย มาชูตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C-ID เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง" โดยมี ดร.ธนินทร์ รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กฤษณา คิดดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2559 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ นายวันชัย มาชูตระกูล เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและชุดกิจกรรมการเรียน ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-805-2984

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียน
2. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องแบบประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียน

ลำดับที่	ตำแหน่งทางวิชาการ-ชื่อ	สถานที่ทำงาน
1	รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาคย์ ดุลยสัมพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์เกษม
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา ธีระวิทยเลิศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์เกษม
3	ดร. ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
4	ดร. กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
5	นางธนัตถา ศรีกะชา	โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา

2. รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ตำแหน่งทางวิชาการ-ชื่อ	สถานที่ทำงาน
1	รองศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล วิจิตรวรรณา	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
2	รองศาสตราจารย์ ดร. ลัดดาวัลย์เพชรโรจน์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร. พงศ์เทพ จิระโร	มหาวิทยาลัยบูรพา
4	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา ธีระวิทยเลิศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทรเกษม
5	ดร. สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียน
2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนกับข้อคำถาม (IOC)
3. แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน
4. แบบประเมินความความสอดคล้องระหว่างวัตุประสงค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับข้อคำถาม (IOC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดกิจกรรมการเรียน (บางส่วน)

ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือ ไปจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติตามตารางเรียน โดยใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนในช่วงเวลาส่งเสริมการเรียนการสอน เช่นชั่วโมงชุมนุม, ชั่วโมงลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ หรือช่วงเวลาอื่นๆ ที่เหมาะสม ใ โดย 1 ชุดกิจกรรม ใช้เวลา ทั้งหมด 2 ชั่วโมงต่อ 1 สัปดาห์ ใน 1 ชุดการเรียนประกอบด้วย เอกสารการจัดการเรียนรู้สำหรับครู เอกสารสำหรับนักเรียน เอกสารแสดงรายละเอียดของเนื้อหาเรื่องอาหาร สารอาหาร และการทดสอบสารอาหาร ที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนจำนวน 8 เล่ม แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 1 ฉบับ ประกอบด้วยสถานการณ์ประกอบปัญหา 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม 4 ข้อ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ข้อคำถามละ 2 คะแนน รวม 2 สถานการณ์มีคะแนน 16 คะแนน พร้อมทั้งมีแนวทางในการตรวจให้คะแนนแต่ละสถานการณ์ แนบอยู่ในเอกสารสำหรับครู นอกจากนี้ใน 1 ชุดกิจกรรมการเรียนยังประกอบด้วยสถานการณ์ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา สถานการณ์ฝึกหัดให้นักเรียนฝึกหัดแก้ปัญหา และสุดท้ายเป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียน ประกอบด้วย 2 สถานการณ์เช่นเดียวกัน เพื่อใช้เป็นแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาหลังจากนักเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรมเสร็จสิ้น รายละเอียดในชุดกิจกรรมการเรียนจะมีคำสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ดำเนินการในแต่ละหัวข้อย่อย และแนวการจัดกิจกรรมการเรียนโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่จนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ข้อมูลจากเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้ พร้อมทั้งเทคนิคการสอนของครูอันได้แก่ การใช้คำถาม การให้คำแนะนำและการช่วยเหลือ และข้อมูลย้อนกลับ นอกจากนี้ในเอกสารสำหรับครู จะมีคำแนะนำในการเตรียมการสอนล่วงหน้า ข้อแนะนำในการทำกิจกรรม ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม การอภิปรายผลการทำกิจกรรม และความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หลักการ

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ประกอบด้วยองค์ความรู้ และทักษะย่อยๆมาเชื่อมโยงกัน ก็จะเกิดเป็นเป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา เมื่อฝึกฝนจนมีความความชำนาญก็จะเกิดเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมนักเรียนให้สามารถเผชิญกับปัญหารูปแบบใหม่และซับซ้อนกว่าเดิมในศตวรรษที่ 21 โดยการออกแบบสถานการณ์ให้สอดคล้องกับความเป็นจริง คือนำข้อมูลจากสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรเป็นสถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ และวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ใช้รูปแบบ 4C-ID เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Recurrent Scientific Problem solving skill) มีองค์ประกอบดังนี้คือ

ภาระงาน (Learning Tasks) ประกอบกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรมได้แก่ 1) สถานการณ์ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้แบบอุปมาน (Inductive Scenario) 2) สถานการณ์ฝึกหัดเพื่อนำกระบวนการแก้ปัญหานำมาเชื่อมโยง (Practice Scenario) 3) สถานการณ์เพื่อใช้ในการทดสอบหลังเรียน (Posttest Scenario)

ข้อมูลประกอบการแก้ปัญหา (Procedural Information) ประกอบด้วย 1) ข้อมูลที่จำเป็นประกอบการแก้ปัญหา (Prerequisite Information) 2) การใช้คำถาม (Questioning : 4W1H) 3) ข้อแนะนำ หรือการให้ความช่วยเหลือ (Scaffolding) การอแบบแบบชุดกิจกรรมการเรียน ชุดที่ 1 เป็นดังภาพ

2. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนผ่านชุดกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนความจะมีความสามารถ

1) สามารถสรุปหลักการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
2) กำหนดปัญหาได้
3) วิเคราะห์ปัญหาได้
4) เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้
5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้

3. เนื้อหา

อาหารและการดำรงชีวิต (ตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.)

4. กิจกรรมการเรียน

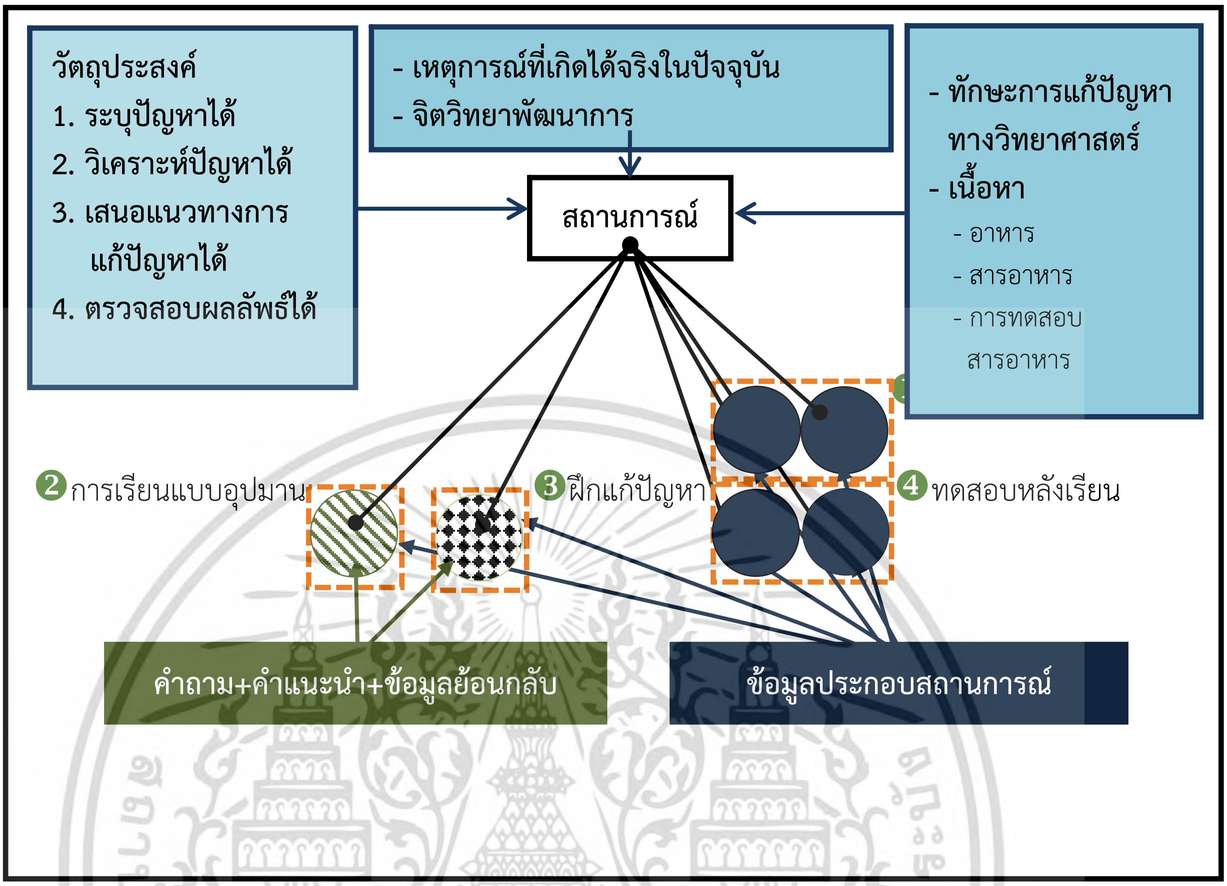
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมการเรียนรู้ และแนวความคิดหลัก

ชื่อ	เรื่อง	วัตถุประสงค์	สาระการเรียนรู้	แนวความคิดหลัก
ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. สามารถสรุปหลักการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ 2. สามารถกำหนดปัญหาได้ 3. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ 4. สามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 5. สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้	1. การกำหนดปัญหา หมายถึงการตั้งปัญหา สร้างขอบเขตของปัญหา และต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายและเข้าใจง่าย 2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา 3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 4. การตรวจสอบการแก้ปัญหา หมายถึง การประเมินความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหาหากผลที่ได้นั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา	ในการกำหนดปัญหาจะต้องพิจารณาประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่ให้ชัดเจน ⇩ เมื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ชัดเจนแล้วก็ต้องทำการวิเคราะห์แยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกับปัญหาโดยหาสาเหตุหลักของปัญหาจากข้อมูลที่มี ⇩ หลังจากนั้นพิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลใหม่ ⇩ ระบุผลลัพธ์ที่ได้และประเมินคำตอบจากการแก้ปัญหาถ้าคำตอบไม่สมเหตุผลให้พิจารณาทางเลือกใหม่ที่เป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของชุดกิกรรมการเรียน



เพื่อให้ได้ข้อมูลและสาระสนเทศมากยิ่งขึ้น กระบวนการวัดและประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงเป็นแบบวัดความเรียงตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ มีเกณฑ์การประเมินเป็นรูบริกส์แบบแยกส่วน (Analysis Rubrics Scoring) ในแต่ละขั้นตอนตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ชุดกิจกรรมการเรียนนี้จึงเน้นทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มิได้เน้นความรู้เนื้อหาตามหลักสูตร

แนวทางจัดกิจกรรม

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียน (ใช้เวลา40 นาที)

1) ครูชี้แจงการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดอัตนัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียน ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเพื่อการวิจัย มิใช่เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนไม่ได้ส่งผลต่อคะแนนวิชาใดๆที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ จึงขอความร่วมมือให้ทำแบบวัดฯ นี้อย่างตั้งใจ

2) ครูแจกแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนตอบคำถามเป็นความเรียงโดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในแบบวัด ประกอบการตอบคำถามให้อยู่ในของเขตของเนื้อหาเรื่อง อาหาร สารอาหารและการทดสอบสารอาหารที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในชั้นเรียนลงในช่องว่างของแบบวัดฯ ที่ครูแจกให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) รับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเอกสารอื่นๆที่ครูแจกให้ กลับคืนพร้อมทั้งนัดหมายอีก 2 สัปดาห์ต่อจากนี้ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นที่ 2 ต่อไป

4) ครูและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ช่วยกันตรวจคำตอบโดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นแนวทางในการตรวจคำตอบรูบริกส์แบบแยกส่วน นำผลการตรวจรายข้อและรายบุคคลทั้งครูและครูผู้สอนท่านอื่นมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัย ของแบบวัด ถ้าต่างกันไม่เกิน ร้อยละ 15 ให้นำคะแนนรายข้อและรายบุคคลมาเฉลี่ยเพื่อเป็นคะแนนในการสอบก่อนใช้ชุดกิจกรรมของนักเรียน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2558) เตรียมแจ้งผลการสอบให้นักเรียนทราบในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปมาน (ใช้เวลา 30 นาที)

1) เมื่อครบ 2 สัปดาห์ครูแจ้งผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบแล้วให้นักเรียนจดบันทึกคะแนนการประเมินผลของนักเรียนเอง

2) ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนแบบอุปมาน และบอกวัตถุประสงค์ในการเรียนให้นักเรียนทราบ เพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติกิจกรรม

3) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละไม่เกิน 5 คน ตามความสมัครใจ ครูแจกเอกสารสำหรับนักเรียนเพื่อเป็นคู่มือในการทำกิจกรรมการเรียนเป็นสถานการณ์ตัวอย่าง และพร้อมทั้งแจกเอกสารประกอบการเรียนเพื่อใช้ศึกษา

4) นักเรียนร่วมกันศึกษาเอกสารและอภิปรายเพื่อตอบคำถามในเอกสารสำหรับนักเรียน ครูให้คำปรึกษาสำหรับกลุ่มที่ต้องการคำแนะนำและความช่วยเหลือโดยใช้คำถาม ข้อเสนอแนะ ตามเหตุการณ์ และความจำเป็น เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปหลักการที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ตัวอย่าง

5) ตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมารายงานผลการศึกษา ให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายจนแล้วเสร็จ ครูให้ผลย้อนกลับ ใช้คำถามและให้ข้อเสนอแนะเป็นรายกลุ่มเพื่อให้นักเรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างได้ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนบันทึกข้อสรุปลงในสมุดบันทึก

ขั้นที่ 3 กิจกรรมฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (ใช้เวลา 30 นาที)

1) ครูทบทวนหลักการที่ได้จากการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 และให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ใหม่ในเอกสารสำหรับนักเรียน พร้อมทั้งชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรม

2) นักเรียนศึกษาสถานการณ์ใหม่ ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม พร้อมตอบคำถามตามสถานการณ์ ที่ได้รับ ครูให้คำปรึกษาและช่วยเหลือนักเรียน โดยการใช้คำถาม ให้คำแนะนำ หรือช่วยเหลือตามความเหมาะสม แต่ไม่ควรบอกคำตอบให้นักเรียนโดยตรง

3) ตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเดิมที่เคยออกมารายงานแล้ว ออกมารายงานผลการศึกษา ครูใช้คำถาม ให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมอภิปรายครูให้ผลย้อนกลับ ใช้คำถาม และให้ข้อเสนอแนะเป็นรายกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนสรุปคำตอบตามสถานการณ์จนครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนบันทึกข้อสรุปลงในสมุดบันทึก

ขั้นที่ 4 ทดสอบหลังเรียน (ใช้เวลา 40 นาที)

1) ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การทำแบบทดสอบหลังเรียนให้นักเรียนทราบพร้อมทั้งแจกแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2 เป็นรายบุคคล ซึ่งมีสถานการณ์ประกอบการศึกษา 2 สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ครูรับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์คืน พร้อมทั้งนัดหมายนักเรียนว่า อีก 2 สัปดาห์ นักเรียนจะได้รับชุดกิจกรรมการเรียนชุดที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง

3) ครูและครูผู้สอนช่วยกันตรวจตำตอบนักเรียน ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้แล้วล่วงหน้า พร้อมทั้งนำผลการตรวจรายข้อและรายบุคคล มาเปรียบเทียบความเป็นปรนัย ถ้าต่างกันไม่เกิน ร้อยละ 15 ให้นำคะแนนรายข้อและรายบุคคลมาเฉลี่ยเพื่อเป็นคะแนนในการสอบหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียน ชุดที่ 1 เตรียมแจ้งผลการสอบให้นักเรียนทราบในครั้งต่อไป

สื่อและเอกสาร

1) เอกสารสำหรับนักเรียน

2) เอกสารข้อมูลเกี่ยวกับ อาหาร สารอาหาร และการทดสอบสารอาหาร

3) เอกสารสำหรับครู

การเตรียมล่วงหน้า

1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับ ทักษะการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา รูปแบบของกิจกรรมการเรียนที่นำ 4C-ID มาประยุกต์ใช้ การใช้คำถาม การให้คำแนะนำ และการให้ผลย้อนกลับ

2) เตรียมเอกสารที่จำเป็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น แบบวัดทักษะ เอกสารสำหรับครู เอกสารสำหรับนักเรียน และข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเรียน

3) ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรวมทั้งบริหารเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด

5. การประเมินผล (รายละเอียดอยู่ในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อ คำถาม กับวัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน (IOC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 : การประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง

(The Development of Instructional Learning Package by 4C/ID to Enhance Scientific Problem Solving Skill for Grade 8 students : an Application Latent Growth Model)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร. ธนินทร์ รัตนโอฬาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ. ดร. กฤษณา คิดดี

ผู้วิจัย นายวันชัย มาชูตระกูล
นักศึกษาระดับปริญญาเอก
สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต
แขนงวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอความกรุณาท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน (IOC) โปรดอ่านรายการประเมินความสอดคล้องและทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนมากที่สุด

0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

-1 ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

พร้อมทั้งกรุณาให้ข้อเสนอแนะแต่ละรายการ(ถ้ามี) เพื่อผู้วิจัยจะได้นำมาแก้ไขและนำไปตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามในลำดับต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

วันชัย มาชูตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อผู้ประเมิน ....

(....)

ตำแหน่ง

....

สถานที่ทำงาน

....

....

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง

ข้อ	**รายการประเมิน**	**ผลการประเมิน**			**ข้อเสนอแนะ**
		+1	0	-1	
1.	ท่านแน่ใจว่าหลักการใช้ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน				
2.	ท่านแน่ใจว่าวัตถุประสงค์ใช้ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน				
3.	ท่านแน่ใจว่าเนื้อหาและโครงสร้างใช้ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน				
4.	ท่านแน่ใจว่าของกิจกรรมและสื่อใช้ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน				
5	ท่านแน่ใจว่าการประเมินผลใช้ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน				

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในความกรุณาประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

วัตถุประสงค์การประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมสึกษาปีที่ 2 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญผลการประเมินที่ได้ผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ทดลองส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาตร์นอกเหนือไปจากการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานตามหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C/ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนต่อนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาพรวมตามความคิดเห็นของท่าน

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงช่องตามความคิดเห็นของท่าน โดยเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5 มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 มีความเหมาะสมมาก

3 มีความเหมาะสมปานกลาง

2 มีความเหมาะสม

1 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

หากมีข้อเสนอแนะประการใดขอความกรุณาท่านได้ให้ข้อเสนิแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรมการเรียน ฯ ฉบับนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อผู้ประเมิน ....

(....)

ตำแหน่ง

....

สถานที่ทำงาน

....

....

....

หัวข้อการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม**					**ข้อเสนอแนะ**
	5	4	3	2	1	
1. หลักการ						
ปัญหาและความจำเป็นในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียน						
2. วัตถุประสงค์						
3. เนื้อหา						
4. กิจกรรมการเรียน						
4.1 กิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน						
4.2 จำนวนกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน						
4.3 สื่อในกิจกรรมเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน						
4.4 เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน						
5. การประเมิน						
5.1 รูปแบบการวัดทักษะการปัญหามีความเหมาะสม						
5.2 สถานการณ์ในแบบวัดทักษะมีความเหมาะสม						
5.3 เกณฑ์การประเมินรูบริกส์มีความเหมาะสม						
5.4 ระดับคะแนนการประเมินรูบริกส์มีความเหมาะสม						
5.5 เวลที่ใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหามีความเหมาะสม						

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในความกรุณา
ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบประเมินความความสอดคล้องระหว่างวัตุประสงค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับข้อคำถาม

ขอความกรุณาท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อสอบ 14 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวิจัย และโปรดอ่านรายการประเมินความสอดคล้องและทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด
0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
-1 ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

พร้อมทั้งกรุณาให้ข้อเสนอแนะแต่ละรายการ(ถ้ามี) เพื่อผู้วิจัยจะได้นำมาแก้ไขและนำไปตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามในลำดับต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

วันชัย มาชูตระกูล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถามประกอบสถานการณ์สำหรับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหารและการดำรงชีวิต

ข้อที่ 1 บ้านใบตอง

วัตถุประสงค์

1. สามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีขอบเขตชัดเจน มีความหมาย เข้าใจง่าย

2. สามารถวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีการแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้และตรงกับสาเหตุของปัญหาและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

4. สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้โดย ระบุผลการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาเมื่อคำตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา

บ้านของใบตองอยู่บนพื้นที่ 100 ตารางวาติดคลองชลประทาน ตั้งอยู่ในหมู่บ้านขุมทอง ประชากรในหมู่บ้านมีอาชีพเลี้ยงปลาและทำสวนผลไม้ บริเวณบ้านของใบตองมีสระน้ำขนาด 10 เมตร x 10 เมตร อยู่หลังบ้าน ตามขอบสระกว้าง 2 เมตร ปลูกผักบุ้ง หอม ขิง ตระไคร้ ส่วนตำลึง บวบ มะระ ถั่วฝักยาวปลูกให้เลื้อยตามรั้ว นอกจากนี้พวกเขายังปล่อยลูกปลาตะเพียนและปลานิลลงในบ่อ หลังจากนั้น 2 เดือน เขาก็ปล่อยปลาช่อนขนาดเล็กจำนวนไม่มากนักลงไปในบ่อ พร้อมทั้งยังเลี้ยงไก่พื้นเมืองอีก 20 ตัว ถึงครอบครัวของใบตองมีความเป็นอยู่ที่ดีแต่ปรากฏว่าสมาชิกที่เป็นเด็กเล็กมีแนวโน้มน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์และป่วยเป็นประจำ

1.1 ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

....

1.2 นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)

....

1.3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)

....

1.4 แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการประเมินคำตอบโดยใช้รูบริกส์แบบแยกส่วน

1.1 ในสถานการณ์นี้ปัญหาคืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

2 คะแนน เด็กเล็กในบ้านของใบตองไม่ได้รับสารอาหารจำพวกโปรตีนทำให้น้ำหนักลดลงและป่วย

บ่อยหรือไม่

1 คะแนน ทำไมเด็กเล็กในบ้านของใบตองจึงมีน้ำหนักลดลงและป่วยบ่อย

หรือ เด็กเล็กในบ้านของใบตองได้รับสารอาหารครบหรือไม่

0 คะแนน ไม่ระบุปัญหา

หรือระบุปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

1.2 นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)

2 คะแนน เด็กเล็กในบ้านของใบตองไม่ได้อาหารจำพวกโปรตีนจึงทำให้น้ำหนักลดและป่วยบ่อย

เพราะโปรตีนเป็นสารอาหารที่ช่วยในการเจริญเติบโต และสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย

1 คะแนน เด็กเล็กในบ้านของใบตองทานอาหารไม่ครบ 5 หมู่

หรือ อาหารแต่ละชนิดมีสารอาหารในปริมาณแตกต่างกัน หากทานไม่ครบจะมีผลต่อร่างกายของเด็กเล็ก

0 คะแนน ไม่วิเคราะห์และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

หรือวิเคราะห์ หรือวิเคราะห์สาเหตุแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา

1.3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)

2 คะแนน ให้เด็กเล็กในบ้านของใบตองทานอาหารมีมีโปรตีนสูงๆได้แก่เนื้อสัตว์ ปลา และนม

1 คะแนน ให้เด็กเล็กในบ้านของใบตองทานอาหารให้มีสารอาหารครบ ในปริมาณที่เพียงพอ

0 คะแนน ไม่เสนอแนวทางแก้ปัญหา

หรือเสนอแนวทางแก้ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

1.4 แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)

2 คะแนน ทุกๆเดือนหลังจากเด็กเล็กในบ้านของใบตองทานอาหารที่มีโปรตีนสูงๆได้แก่เนื้อสัตว์

ปลา และนม ให้พาไปตรวจสุขภาพ เพื่อประเมินพัฒนาการทางด้านร่างกายตามเกณฑ์

หากประเมินแล้วไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ควรลดอาหารจำพวกโปรตีนลงแล้วทาน

อาหารที่มี ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน หรือเกลือแร่เพิ่ม

1 คะแนน สังเกตสภาพร่างกายของเด็กว่ามีพัฒนาการตามวัย และป่วยบ่อยหรือไม่

0 คะแนน ไม่ระบุผลการแก้ปัญหา

หรือระบุผลการแก้ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง

วัตถุประสงค์	**ข้อคำถาม**	**ผลการประเมิน**			**ข้อเสนอแนะ**
		+1	0	-1	
1. สามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีขอบเขตชัดเจน มีความหมายเข้าใจง่าย	**1. ในสถานการณ์นี้ปัญหาคืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)**				
2. สามารถวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีการแยกแยะสาเหตุของปัญหาและระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา	**2. นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)**				
3. สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้และตรงกับสาเหตุของปัญหาและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	**3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)**				
4. สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้โดยระบุผลการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาเมื่อคำตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา	**4. แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)**				

ข้อที่ 2 แร่ธาตุขาดไม่ได้

วัตถุประสงค์

1. สามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีขอบเขตชัดเจน มีความหมาย เข้าใจง่าย

2. สามารถวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีการแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้และตรงกับสาเหตุของปัญหาและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้โดย ระบุผลการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาเมื่อคำตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา

ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงแหล่งอาหาร ความสำคัญ และผลของการขาดแร่ธาตุต่าง ๆ

แร่ธาตุ	**แหล่งอาหาร**	**ความสำคัญ**	**ผลของการขาดแร่ธาตุ**
แคลเซียม (Ca)	เนย งา นม ผัก สัตว์กินทั้งกระดูก	บำรุงกระดูกและฟันช่วยในการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และการแข็งตัวของเลือด	โรคกระดูกอ่อน
ฟอสฟอรัส (P)	เนย ตับ กุ้ง ปู นม เนื้อ	บำรุงกระดูกและฟันสร้างเซลล์สมองและประสาท	กระดูกเปราะ แตกง่าย
เหล็ก (Fe)	ขมิ้น งา ตับ ไข่แดง ผักสีเขียว	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง	โลหิตจาง อ่อนเพลีย
โซเดียม (Na)	เกลือสมุทร อาหารทะเล	ควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ความดันโลหิตต่ำ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว
โพแทสเซียม (K)	ขมิ้น ถั่ว มันเทศ	ควบคุมสมดุลของเหลวในร่างกาย ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ระบบกล้ามเนื้อและประสาททำงานผิดปกติ
แมกนีเซียม (Mg)	เมล็ดพืช งา ถั่ว นม ผักสีเขียว	ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ระบบประสาท	กล้ามเนื้อผิดปกติ
ไอโอดีน (I)	อาหารทะเล เกลือสมุทร	พัฒนาการเจริญเติบโต และสติปัญญา	โรคคอพอก เด็กสติปัญญาเสื่อม

ผลการตรวจสุขภาพของเด็กหญิงแก้วจากแพทย์เบื้องต้นพบว่าจังหวะการเต้นของหัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ

2.1 ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

....
....

2.2 นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)

....
.......2.3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)

....
....

2.4 แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)

....
....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการประเมินคำตอบโดยใช้รูบริกส์แบบแยกส่วน

2.1 สถานการณ์นี้ปัญหาคืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)

2 คะแนน เด็กหญิงแก้วเป็นโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะเพราะขาดธาตุโพแตสเซียมหรือไม่

1 คะแนน เด็กหญิงแก้ว โรคหัวใจหรือไม่
หรือเด็กหญิงแก้วเป็นโรคหัวใจผิดปกติหรือไม่
หรือเด็กหญิงแก้เป็นโรคกล้ามเนื้อผิดปกติหรือไม่
หรือเด็กหญิงแก้วเป็นโรคกล้ามเนื้อหัวใจผิดปกติหรือไม่
หรือเด็กหญิงแก้วขาดธาตุโพแตสเซียมหรือไม่

0 คะแนน ไม่ระบุปัญหา
หรือระบุปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

2.2 นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)

2 คะแนน เด็กหญิงแก้วไม่ได้ทานอาหารที่มีธาตุโพแตสเซียมเช่นถั่ว มันเทศ ส่งผลให้กล้ามเนื้อหัวใจทำงานผิดปกติ หรือร่างกายไม่สามารถควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจได้

1 คะแนน เด็กหญิงแก้วไม่ได้ทานอาหารที่มีธาตุโพแตสเซียม
หรือ เด็กหญิงแก้วทานอาหารที่มีธาตุโพแตสเซียมไม่เพียงพอ

0 คะแนน ไม่วิเคราะห์และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
หรือวิเคราะห์สาเหตุแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา

2.3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)

2 คะแนน เด็กหญิงแก้วควรทานอาหารที่มีธาตุโพแตสเซียมสูงๆได้แก่ ถั่วหรือมันเทศ

1 คะแนน เด็กหญิงแก้วควรทานอาหารในปริมาณที่เพียงพอ
หรือ เด็กหญิงแก้วควรทานอาหารเสริมหรือยาที่มีธาตุโพแตสเซียม

0 คะแนน ไม่เสนอแนวทางแก้ปัญหา
หรือเสนอแนวทางแก้ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

2.4 แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)

2 คะแนน หลังจากเด็กหญิงแก้วทานอาหารจำพวกถั่วหรือมันเทศแล้วทุกๆเดือน ควรไปให้แพทย์
ตรวจสอบการเต้นหัวใจ ถ้ายังไม่ปกติ ควรขอคำแนะนำเรื่องอาหารและการปฏิบัติตัวหรือตรวจอาการอย่างละเอียดเพื่อรอผลการวินิจฉัยที่แน่ชัดและคำแนะจากแพทย์

1 คะแนน ตรวจสอบจังหวะการเต้นของหัวใจว่าเป็นปกติหรือไม่

0 คะแนน ไม่ระบุผลการแก้ปัญหา
หรือระบุผลการแก้ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1 สามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีขอบเขตชัดเจน มีความหมายเข้าใจง่าย	**2.1 ในสถานการณ์นี้ปัญหาคืออะไร (ขั้นระบุปัญหา)**				
2. สามารถวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยมีการแยกแยะสาเหตุของปัญหาและระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา	**2.2 นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร(ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)**				
3. สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้และตรงกับสาเหตุของปัญหาและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	**2.3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร(ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา)**				
4. สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารอาหารได้โดยระบุผลการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาเมื่อคำตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา	**2.4 แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร(ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา)**				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครั้ง 1

ชื่อ...ชั้น..................เลขที่ ....

คำชี้แจง

การทดสอบนี้ เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 คะแนน รวม 16 คะแนน

วัตถุประสงค์

1) สามารถระบุปัญหาได้

2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้

3) สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้

4) สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้

คำสั่ง

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ทั้ง 2 สถานการณ์ต่อไปนี้ และตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนด

สถานการณ์ที่ 1 แร่ธาตุขาดไม่ได้

ตาราง แหล่งอาหาร ความสำคัญ และผลของการขาดแร่ธาตุต่าง ๆ

แร่ธาตุ	**แหล่งอาหาร**	**ความสำคัญ**	**ผลของการขาดแร่ธาตุ**
เหล็ก (Fe)	ขมิ้น งา ตับ ไข่แดง ผักสีเขียว	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง	โลหิตจาง อ่อนเพลีย
โซเดียม (Na)	เกลือสมุทร อาหารทะเล	ควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ความดันโลหิตต่ำ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว
โพแทสเซียม (K)	ขมิ้น ถั่ว มันเทศ	ควบคุมสมดุลของเหลวในร่างกาย ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ระบบกล้ามเนื้อและประสาททำงานผิดปกติ

ผลการตรวจสุขภาพของเด็กหญิงแก้วจากแพทย์เบื้องต้นพบว่าจังหวะการเต้นของหัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ

1.1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

....

....

1.2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

....

....

1.3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

....

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

....

....

....

....

....

สถานการณ์ที่ 2 หมอจำเป็น

สมชายเดินเที่ยวป่าในอุทยานพลัดหลงกับเพื่อนๆเป็นเวลานานน้ำดื่มที่นำติดตัวไปหมดทำให้สมชายหมดสติ แต่นักเรียนทราบข้อมูลจากการศึกษาในชั้นเรียนมาว่า โดยปกติร่างกายต้องการน้ำประมาณ 1.5 ลิตรถึง 2 ลิตร เพราะนอกจากนำไปใช้ในปฏิกิริยาต่าง ๆ แล้ว กลไกของร่างกายยังมีการเสียน้ำได้ทางปัสสาวะ อุจจาระและทางผิวหนังซึ่งเสียน้ำในรูปของเหงื่อเพื่อช่วยระบายความร้อน เมื่อร่างกายสูญเสียน้ำไปครั้งใดจะสูญเสียเกลือแร่ตามไปด้วยนอกจากนี้ นักเรียนยังทราบว่าหากดื่มน้ำไม่เพียงพอ มีผลทำให้เยื่อบุผนังภายในปากอักเสบ ผิวหนังแห้งการสูบฉีดโลหิตเพื่อนำอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่เพียงพอโดยเฉพาะสมองอาจทำให้รู้สึกมึนงงสับสนชั่วขณะ เลือดข้น ไตที่ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือดต้องทำงานหนัก เป็นสาเหตุของการเกิดนิ่ว ไตพิการและไตวายการขาดน้ำยังทำให้ท้องผูก เกิดโรคริดสีดวง และในผู้ป่วยที่ท้องเสียอย่างรุนแรงร่างกายจะสูญเสียน้ำมากทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย ความดันโลหิตต่ำและอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ เมื่อนักเรียนเดินมาพบและสำรวจเบื้องต้นพบว่าสมชายมี ริมฝีปากแห้ง ผิวหนังแห้ง หัวใจเต้นถี่ จึงปฐมพยาบาลเบื้องต้นจนฟื้นและแจ้งเจ้าหน้าอุทยาน เพื่อนำสมชายไปพบแพทย์ต่อไป

2.1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

....

....

....

....

....

2.2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

....

....

....

....

....

2.3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

....

....

....

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

....

....

....

....

....

1. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการสอนครั้งนี้คะแนนการตอบของนักเรียนไม่ส่งผลต่อระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ใดๆทั้งสิ้น ข้อมูลทั้งหมดจะใช้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น และไม่มีการเผยแพร่ในทุกช่องทาง
2. ถ้าพื้นที่การเขียนตอบ ไม่พอ นักเรียนสามารถเขียนต่อด้านหลังได้นะครับ โดยระบุหัวข้อที่เขียนให้ชัดเจน
3. ข้อมูลการตอบของนักเรียนมีคุณค่าต่องานวิจัยในครั้งนี้มาก ขอขอบคุณในความเพียรของนักเรียนในการตอบคำถาม ขอให้ได้เกรด 4 และมีทักษะในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญทุกคนครับ

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

วันชัย มาชูตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครั้ง 2

ชื่อ...ชั้น..................เลขที่....................

คำชี้แจง

กิจกรรมนี้ เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังปฏิบัติภาระงาน เรียบร้อยแล้ว เพื่อตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 คะแนน รวม 16 คะแนน

วัตถุประสงค์

1) สามารถระบุปัญหาได้
2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้
3) สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้
4) สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้

คำสั่ง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้พร้อมทั้งตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 3 เรื่องของปู

ตาราง แหล่งอาหาร ความสำคัญ และผลของการขาดแร่ธาตุต่าง ๆ

แร่ธาตุ	แหล่งอาหาร	ความสำคัญ	ผลของการขาด
แคลเซียม (Ca)	เนย งา นม ผัก สัตว์กินทั้งกระดูก	บำรุงกระดูกและฟันช่วยในการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และการแข็งตัวของเลือด	โรคกระดูกอ่อน
ฟอสฟอรัส (P)	เนย ตับ กุ้ง ปู นม เนื้อ	บำรุงกระดูกและฟันสร้างเซลล์สมองและประสาท	กระดูกเปราะ แตกง่าย
เหล็ก (Fe)	ขมิ้น งา ตับ ไข่แดง ผักสีเขียว	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง	โลหิตจาง อ่อนเพลีย
โซเดียม (Na)	เกลือสมุทร อาหารทะเล	ควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ความดันโลหิตต่ำ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว
โพแทสเซียม (K)	ขมิ้น ถั่ว มันเทศ	ควบคุมสมดุลของเหลวในร่างกาย ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาททำงานผิดปกติ
แมกนีเซียม (Mg)	เมล็ดพืช งา ถั่ว นม ผักสีเขียว	ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ระบบประสาท	กล้ามเนื้อผิดปกติ
ไอโอดีน (I)	อาหารทะเล เกลือสมุทร	พัฒนาการเจริญเติบโต และสติปัญญา	โรคคอพอก เด็กสติปัญญาเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจสุขภาพจากแพทย์เบื้องต้นพบว่า ใต้เปลือกตาของเด็กชายปูมีลักษณะซีดจางทั้งสองข้าง

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....

....

....

....

....

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

....

....

สถานการณ์ที่ 6 สามารถเลือกน้ำมัน

น้ำมันพืชที่ดีมักเป็นน้ำมันที่ไม่อิ่มตัวแต่เหม็นหืนได้ง่ายทั้งนี้เพราะน้ำมันดังกล่าวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแปรสภาพเป็นสารใหม่ทำให้กลิ่นเปลี่ยนไป นอกจากนี้น้ำมันดังกล่าวยังสามารถบอกระดับคุณภาพได้ด้วยเลขไอโอดีน ซึ่งหมายถึงปริมาณไอโอดีนในหน่วยกรัมที่ทำปฏิกิริยาต่อน้ำมันจำนวน 100 กรัม

คุณสามารถ ต้องการเลือกชนิดของน้ำมันชนิดใดชนิดหนึ่งเพื่อนำไปบริโภค ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะกอก นักเรียนเป็นผู้มีความรู้ในการตรวจสอบน้ำมันพืชเป็นอย่างดีจะช่วยเหลือคุณสามารถได้อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....

....

....

....

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

....

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

....

4. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการสอนครั้งนี้คะแนนการตอบของนักเรียนไม่ส่งผลต่อระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ใดๆทั้งสิ้น ข้อมูลทั้งหมดจะใช้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น และไม่มีการเผยแพร่ในทุกช่องทาง
5. ถ้าพื้นที่การเขียนตอบ ไม่พอ นักเรียนสามารถเขียนต่อด้านหลังได้นะครับ โดยระบุหัวข้อที่เขียนให้ชัดเจน
6. ข้อมูลการตอบของนักเรียนมีคุณค่าต่องานวิจัยในครั้งนี้มาก ขอขอบคุณในความเพียรของนักเรียนในการตอบคำถาม ขอให้ได้เกรด 4 และมีทักษะในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญทุกคนครับ

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

วันชัย มาชูตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครั้ง 3

ชื่อ..ชั้น..................เลขที่....................

คำชี้แจง

กิจกรรมนี้ เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 คะแนน รวม 16 คะแนน หลังปฏิบัติภาระงานที่ 2 เรียบร้อยแล้ว

วัตถุประสงค์

1) สามารถระบุปัญหาได้

2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้

3) สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้

4) สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้

คำสั่ง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้พร้อมทั้งตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 3 สมทรงลงพุง

สมทรง อายุ 13 ปี มีน้ำหนักเกินมาตรฐานจึงลดอาหารที่มีไขมันมาก หรืออาหารทอดด้วยน้ำมันพืช พร้อมทั้งลดอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล แต่รับประทานไข่ นม เนื้อ เพิ่มขึ้น เมื่อไปตรวจร่างกายน้ำหนักยังไม่ลดลง

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....

....

....

....

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....
....
....
....
....
....
....
.

สถานการณ์ที่ 4 แม่ครัวสมร

คุณพ่อของสมรป่วยเป็นโรคท้องร่วง เมื่อรักษาอาการเบื้องต้นจากโรงพยาบาลจนไม่มีอาการของโรค แพทย์ที่ดูแลจึงอนุญาตกลับมาพักฟื้นที่บ้านแต่ร่างกายยังอ่อนเพลียลุกไปทำงานไม่ได้ สมรจึงมีหน้าที่ดูแล และจัดอาหารสำหรับคุณพ่อ อาหารที่สมรทำเป็นประจำได้แก่ ชุดที่ 1 ข้าวสวย กระเพราไก่ ไข่ดาว ชุดที่ 2 ข้าวต้มปลา แกงป่าไก่บ้าน หวาน ชุดที่ 3 ข้าวคลุกกะปิ ปลานิลทอดกรอบ ไข่ต้ม ชุดที 4 ข้าวสวย แกงจืดฟักกระดูกหมู ถั่วเขียวต้มน้ำตาล

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....
....
....
....

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....
....
....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....
....
....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....

....

....

7. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการสอนครั้งนี้คะแนนการตอบของนักเรียนไม่ส่งผลต่อระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ใดๆทั้งสิ้น ข้อมูลทั้งหมดจะใช้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น และไม่มีการเผยแพร่ในทุกช่องทาง
8. ถ้าพื้นที่การเขียนตอบ ไม่พอ นักเรียนสามารถเขียนต่อด้านหลังได้นะครับ โดยระบุหัวข้อที่เขียนให้ชัดเจน
9. ข้อมูลการตอบของนักเรียนมีคุณค่าต่องานวิจัยในครั้งนี้มาก ขอขอบคุณในความเพียรของนักเรียนในการตอบคำถาม ขอให้ได้เกรด 4 และมีทักษะในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญทุกคนครับ

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

วันชัย มาชูตระกูล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4

ชื่อ...ชั้น..................เลขที่....................

คำชี้แจง

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถามประกอบสถานะการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 คะแนน รวม 16 คะแนน

วัตถุประสงค์

1) สามารถระบุปัญหาได้

2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้

3) สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้

4) สามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาได้

คำสั่ง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้พร้อมทั้งตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 1 สุดาใจดี

สมใจได้เข้าร่วมทัศนศึกษา ณ แหล่งโบราณสถานแห่งหนึ่ง ตอนพักเที่ยง สมใจไปรับประอาหารที่ทางโรงเรียนจัดเตรียมไว้ภายหลังรับประทานอาหารกลางวัน สมใจต้องการดื่มน้ำจึงเดินเข้าไปในร้านสะดวกซื้อพบเครื่องดื่ม 5 ชนิด สมใจจึงเลือกซื้อมา 1 ชนิดหลังจากดื่มเสร็จ จึงไปขึ้นรถที่โรงเรียนจัดไว้เพื่อเดินทาง เมื่อกลับถึงโรงเรียนสมใจมีอาการอาเจียน ขณะที่เพื่อนๆ ที่ไม่ได้ดื่มเครื่องดื่มชนิดเดียวกับที่สมใจซื้อกลับมีอาการปกติ สมใจจำไม่ได้ว่าซื้อเครื่องดื่มชนิดใดมาทราบแต่เพียงว่า เครื่องดื่มดังกล่าวได้รับการรับรองเพราะมีเครื่องหมาย อ.ย. และยังไม่หมดอายุ สุดาซึ่งเป็นเพื่อนของสมใจจึงได้รับมอบหมายจากครูให้ไปตรวจสอบเครื่องดื่มดังกล่าว สุดาซื้อเครื่องดื่ม 5 ชนิด ในร้านสะดวกซื้อที่สมใจซื้อมาดื่ม พร้อมทั้งศึกษาฉลาก พร้อมทั้งนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์องค์ประกอบของเครื่องดื่มทั้ง 5 ชนิด ได้ข้อมูลดังตาราง

ตาราง แสดงส่วนประกอบของเครื่องดื่ม

ชนิดของเครื่องดื่ม	วัตถุเจือปน	สิ่งปนเปื้อน	ข้อมูลของเครื่องดื่ม					
			คาร์โบไฮเดรต	วิตามิน	แร่ธาตุ	เครื่องหมายรับรองจาก อย.	วันเดือนปีที่ผลิต	วันเดือนปีที่หมดอายุ
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
2	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
3	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
4	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
5	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗

✓ = พบ ✗ = ไม่พบ

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....

....

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....
....
....
....
....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....
....
....
....
....
....

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....
....
....
....
....
....

สถานการณ์ที่ 14 ลอดช่องของมณี

คุณย่าของมณี มีฝีมือในการทำขนมไทยจากวัตถุดิบที่ทำขึ้นเอง เมื่อมณีไปเยี่ยมย่าจะได้รับประทานขนมเป็นประจำ จนกระทั่งวันหนึ่งเมื่อมณีไปเยี่ยมย่าไม่ได้มีเวลารับประทานลอดช่องน้ำกะทิที่ย่าทำไว้ให้ ย่าจึงใส่ชามกระเบื้องมีฝาปิดมิดชิดอย่างดี มา 2 ชาม เพื่อให้มณีได้นำไปรับประทานที่บ้าน เธอจึงเก็บขนมนั้นไว้ในตู้เย็น วันถัดมาเธอนำลอดช่องใส่น้ำแข็งป่นแล้วนำมารับประทานซึ่งก่อนหน้านั้น 3 ชั่วโมงเธอ มิได้ทานอะไร นอกจากดื่มน้ำในตู้เย็นที่บ้านซึ่งน้ำดื่มดังกล่าวไม่เคยมีปัญหามาก่อน ผ่านไปครึ่งชั่วโมง มณีมีอาการคลื่นไส้ และอาเจียนจนต้องเข้าโรงพยาบาล แพทย์วินิจฉัยแล้วบอกว่าอาหารเป็นพิษ และให้เธอรักษาตัวในโรงพยาบาลเป็นเวลา 2 วันเมื่อมณีหายจากอาการป่วยแพทย์จึงอนุญาตให้กลับบ้านได้ แล้วเธอจึงจึงกลับมาพิจารณาขนมลอดช่องน้ำกะทิที่เหลือและบันทึกข้อมูลจากการสังเกตไว้ดังนี้

1. สีลอดช่องมีสีเขียวสดเป็นท่อนสั้นๆปลายทั้งสองข้างแหลมมน ไม่มีกลิ่น จับแล้วหยุ่นมือคล้ายวุ้น มีสีเขียวติดภาชนะที่ใส่ และติดมือเล็กน้อย
2. กะทิแบ่งชั้นเป็น 2 ชั้น เป็นครีมสีขาวขุ่นอยู่ชั้นบน ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อน
3. เมื่อตั้งทิ้งไว้สักครู่น้ำกะทิมีกลิ่นหอม รสหวานมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ตอบ

....

....

....

2) นักเรียนจะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

3) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ตอบ

....

....

....

4) แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตอบ

....

....

....

....

หมายเหตุ

10. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการสอนครั้งนี้คะแนนการตอบของนักเรียนไม่ส่งผลต่อระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ใดๆทั้งสิ้น ข้อมูลทั้งหมดจะใช้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น และไม่มีการเผยแพร่ในทุกช่องทาง
11. ถ้าพื้นที่การเขียนตอบ ไม่พอ นักเรียนสามารถเขียนต่อด้านหลังได้นะครับ โดยระบุหัวข้อที่เขียนให้ชัดเจน
12. ข้อมูลการตอบของนักเรียนมีคุณค่าต่องานวิจัยในครั้งนี้มาก ขอขอบคุณในความเพียรของนักเรียนในการตอบคำถาม ขอให้ได้เกรด 4 และมีทักษะในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญทุกคนครับ

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

วันชัย มาชูตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน (IOC)
2. ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนด้านความเหมาะสม
3. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตุประสงค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับข้อคำถาม(IOC)
4. ผลการประเมินการให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาของผู้ตรวจ 2 คน
5. คะแนนเฉลี่ยนักเรียนรายบุคคลจากผู้ตรวจ 2 คน แบ่งเป็นกลุ่มต่ำกลุ่มสูง
6. ผลการประเมินความความยากและค่าอำนาจจำแนกวัดทักษะการแก้ปัญหา (แสดงท้ายตารางที่ ง 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน (IOC)

ตารางที่ ง 1 ผลการประเมินค่า IOC ของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	0	+1	4	.8	ใช้ได้
3	0	+1	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	0	0	3	.6	ใช้ได้
5	+1	+1	0	+1	0	3	.6	ใช้ได้

2. ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียน

ตารางที่ ง 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ 4C / ID เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลผล
	1	2	3	4	5				
1	4	5	4	4	4	21	4.20	.45	เหมาะสมระดับมาก
2	5	5	4	4	4	22	4.40	.55	เหมาะสมระดับมาก
3	5	5	4	4	4	22	4.40	.55	เหมาะสมระดับมาก
4.1	4	4	3	4	4	19	3.80	.51	เหมาะสมปานกลาง
4.2	4	4	3	4	3	18	3.60		
4.3	4	3	3	4	3	17	3.40		
4.4	4	4	3	3	3	17	3.40		
4						71	3.55		
5.1	5	5	4	4	4	22	4.40	.65	เหมาะสมระดับมาก
5.2	4	4	3	4	3	18	3.60		
5.3	4	5	4	4	4	21	4.20		
5.4	4	4	3	3	3	17	3.40		
5.5	4	4	3	3	3	17	3.40		
5						95	3.80		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตุประสงค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับข้อคำถาม

ตารางที่ ง 3 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหากับวัตถุประสงค์การวัดทักษะการแก้ปัญหา (IOC)

ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลรวม	IOC	การแปลผล	หมายเหตุ
		1	2	3	4	5				
ข้อ 1	1.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน
	1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	1.4	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ 2	2.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	2.4	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ 3	3.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นตัวอย่าง Inductive Learningกิจกรรมที่ 1
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	3.4	0	0	0	+1	+1	2	.4	-	
ข้อ 4	4.1	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1
	4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	4.3	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
	4.4	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ 5	5.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียนกิจกรรมที่ 1
	5.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	5.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	5.4	+1	0	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
ข้อ 6	6.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	6.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	6.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	6.4	+1	0	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 (ต่อ)

ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลรวม	IOC	การแปลผล	หมายเหตุ
		1	2	3	4	5				
ข้อ 7	1.1	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นตัวอย่าง Inductive Learning กิจกรรมที่ 2
	1.2	0	0	+1	+1	+1	3	.65	ใช้ได้	
	1.3	0	0	0	+1	+1	2	.4	-	
	1.4	0	0	0	+1	+1	2	.4	-	
ข้อ 8	2.1	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบฝึกหัด กิจกรรมที่ 2
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	2.4	0	0	+1	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ 9	3.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน กิจกรรมที่ 2
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	3.4	+1	0	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
ข้อ 10	4.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	4.4	+1	0	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
ข้อ 11	5.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นตัวอย่าง Inductive Learning กิจกรรมที่ 3
	5.2	0	+1	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
	5.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	5.4	0	+1	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ12	6.1	0	+1	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบฝึกหัด กิจกรรมที่ 3
	6.2	+1	+1	0	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	6.3	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	6.4	0	+1	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
ข้อ 13	1.1	0	+1	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นแบบทดสอบ หลังเรียนกิจกรรมที่ 3
	1.2	+1	0	+1	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	
	1.4	+1	+1	0	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
ข้อ 14	2.1	+1	+1	0	+1	+1	4	.8	ใช้ได้	
	2.2	+1	+1	+1	0	+1	4	.8	ใช้ได้	
	2.3	+1	0	0	+1	+1	3	.6	ใช้ได้	
	2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการประเมินการให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาของผู้ตรวจ 2 คน

ตารางที่ ง 4 ผลการตรวจให้คะแนนรายข้อ ของผู้ตรวจ 2 คน

นักเรียนคนที่	ผู้ตรวจ	ข้อที่													
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
1L	*1*	1	0	1	2	2	2	0	2	1	2	1	2	2	2
	2	1	1	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	3
2L	*1*	2	2	2	2	3	2	0	2	1	2	2	1	2	3
	2	2	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2
3L	*1*	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	3	2	1	2
	2	2	3	2	2	4	2	1	2	2	2	2	2	3	3
4L	*1*	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3
	2	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2
5L	*1*	2	2	3	3	2	2	1	3	2	3	2	2	2	2
	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3
6L	*1*	2	2	2	3	3	3	1	3	3	4	2	3	3	4
	2	2	3	3	4	2	3	2	2	3	3	3	4	4	4
7L	*1*	3	3	3	4	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3
	2	3	4	4	4	4	3	2	3	3	4	3	4	3	4
8L	*1*	4	4	3	4	3	3	1	2	3	3	3	3	3	4
	2	3	4	4	4	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4
9L	*1*	3	4	4	2	3	4	2	2	3	3	5	4	3	4
	2	4	3	4	4	4	5	3	3	4	4	4	3	3	4
10L	*1*	3	2	4	2	4	4	2	3	3	3	5	4	3	5
	2	4	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	3	4	4
11L	*1*	3	3	3	4	4	3	2	3	5	4	4	4	3	4
	2	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4
12L	*1*	3	4	4	3	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	5	4	3	4	5	4	5	4	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ตรวจ	ข้อที่													
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
13L	*1*	4	4	2	4	3	5	2	3	3	5	3	4	4	5
	2	4	5	3	4	5	4	2	4	4	4	5	4	5	4
14L	*1*	3	3	3	4	3	4	2	5	5	4	3	4	4	5
	2	4	3	4	4	5	5	2	4	5	4	5	4	5	4
15L	*1*	3	3	3	4	4	4	2	4	5	4	3	4	4	5
	2	4	5	4	3	4	4	2	4	5	5	5	5	5	4
16L	*1*	3	4	3	4	4	4	2	4	5	4	5	4	5	5
	2	4	4	5	5	5	4	2	4	4	5	5	4	5	4
17L	*1*	4	4	4	5	5	4	2	4	5	5	5	5	5	5
	2	4	5	4	5	5	4	2	5	4	5	5	4	5	4
18L	*1*	4	5	4	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4	4
	2	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4
19L	*1*	4	4	4	5	4	4	3	4	5	5	4	5	5	5
	2	5	5	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5
20L	*1*	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	4	4	4	5
	2	4	4	4	5	5	4	3	5	5	5	6	5	6	6
21H	*1*	4	4	4	4	5	4	3	5	5	4	5	5	5	5
	2	4	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	6
22H	*1*	4	4	4	5	5	4	2	5	4	5	5	4	5	5
	2	3	6	5	5	5	4	2	4	5	5	5	6	5	6
23H	*1*	4	4	4	5	5	4	3	4	6	5	4	5	6	5
	2	3	6	4	5	6	5	3	4	5	5	6	6	6	5
24H	*1*	5	4	4	5	5	4	2	5	5	5	4	5	6	6
	2	4	5	6	5	5	4	4	5	5	6	6	5	6	6
25H	*1*	5	4	6	5	5	5	3	6	5	6	5	4	5	6
	2	5	6	5	6	5	5	3	5	5	6	5	5	6	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ตรวจ	ข้อที่													
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
26H	*1*	5	4	5	5	5	5	2	4	4	6	4	5	6	6
	2	5	7	6	6	6	5	4	6	7	6	6	5	6	6
27H	*1*	5	5	5	6	4	5	3	4	5	6	4	5	5	6
	2	6	5	5	6	6	5	4	6	6	6	5	5	7	6
28H	*1*	5	5	5	6	5	5	2	6	5	5	5	5	4	6
	2	5	7	5	6	5	5	4	6	6	5	5	6	7	7
29H	*1*	5	6	4	6	6	5	2	5	6	6	4	5	6	6
	2	6	5	6	6	6	6	3	6	5	6	6	6	6	7
30H	*1*	5	6	6	4	6	6	3	5	5	5	5	4	4	6
	2	6	7	6	6	6	6	4	7	5	5	4	6	6	7
31H	*1*	5	6	6	6	7	6	3	5	4	6	5	5	5	6
	2	6	6	5	6	7	6	5	6	6	5	5	6	6	7
32H	*1*	5	5	4	6	5	5	5	6	6	6	4	5	6	6
	2	6	6	6	7	7	6	5	5	6	6	6	6	6	7
33H	*1*	5	4	5	6	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6
	2	6	6	7	5	6	6	5	6	7	7	6	6	6	7
34H	*1*	6	6	5	5	5	6	5	6	6	6	6	5	5	7
	2	6	6	6	6	7	6	5	6	6	7	6	5	7	7
35H	*1*	6	6	6	6	6	5	3	5	5	6	5	6	6	7
	2	7	6	6	6	6	6	5	5	6	7	7	6	7	7
36H	*1*	6	6	5	6	6	5	4	5	6	7	5	6	6	6
	2	6	7	6	6	6	5	6	6	6	7	7	6	7	7
37H	*1*	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	7	7
	2	6	7	6	7	7	6	5	6	7	7	6	7	7	7
38H	*1*	7	6	6	6	6	6	4	5	7	6	6	6	7	7
	2	7	7	7	7	6	7	5	6	7	6	7	7	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ตรวจ	ข้อที่													
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
39H	*1*	7	6	7	6	7	7	5	6	7	6	6	5	6	7
	2	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7
40H	*1*	6	6	7	6	6	7	5	6	7	6	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	7	7	7	7

หมายเหตุ คะแนนเต็มข้อละ 8 คะแนน

L หมายถึง นักเรียนในกลุ่มคะแนนต่ำ

H หมายถึง นักเรียนในกลุ่มคะแนนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คะแนนเฉลี่ยรายบุคคลจากผู้ตรวจ 2 คนแบ่งเป็นกลุ่มต่ำกลุ่มสูง (p และ rแสดงท้ายตาราง)

ตารางที่ ง 5 คะแนนเฉลี่ยนักเรียนรายบุคคลจากผู้ตรวจ 2 คน แบ่งเป็นกลุ่มต่ำกลุ่มสูง ค่าความยาก(p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r)

นักเรียน	*คะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ 2 คน ข้อที่*														
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*รวม*
L1	1.0	0.5	1.5	2.0	2.5	2.0	0.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	2.5	23.5
L2	2.0	2.5	2.0	2.0	3.0	2.0	0.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	2.5	2.5	27.5
L3	2.0	2.5	2.0	2.0	3.0	2.0	0.5	2.0	1.5	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5	28.5
L4	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	31.5
L5	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	34.0
L6	2.0	2.5	2.5	3.5	2.5	3.0	1.5	2.5	3.0	3.5	2.5	3.5	3.5	4.0	40.0
L7	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5	3.0	1.5	2.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	44.0
L8	3.5	4.0	3.5	4.0	3.5	3.0	1.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	47.0
L9	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.5	2.5	2.5	3.5	3.5	4.5	3.5	3.0	4.0	49.0
L10	3.5	2.5	4.0	3.0	4.0	4.5	2.5	3.5	3.5	3.5	4.5	3.5	3.5	4.5	50.5
L11	3.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	2.5	3.5	3.5	4.5	4.0	3.0	4.5	4.5	52.0
L12	3.5	4.0	4.0	3.5	4.5	4.0	2.5	3.5	4.5	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	54.5
L13	4.0	4.5	2.5	4.0	4.0	4.5	2.0	3.5	3.5	4.5	4.0	4.0	4.5	4.5	54.0
L14	3.5	3.0	3.5	4.0	4.0	4.5	2.0	4.5	5.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	5.05
L15	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0	2.0	4.0	5.0	4.5	4.0	4.5	4.5	4.5	55.5
L16	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	4.0	2.0	4.0	4.5	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	58.0
L17	4.0	4.5	4.0	5.0	5.0	4.0	2.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.0	5.0	4.5	61.0
L18	4.0	5.0	4.0	4.5	4.5	4.5	3.5	4.5	4.0	4.5	5.0	5.0	4.5	4.0	61.5
L19	4.5	4.5	4.0	5.0	4.5	4.0	3.0	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	63.5
L20	4.0	4.0	4.5	5.0	5.0	4.0	3.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	5.5	63.5
H1	4.0	4.5	4.0	4.5	5.0	4.5	3.0	4.5	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5	64.0
H2	3.5	5.0	4.5	5.0	5.0	4.0	2.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	63.5
H3	3.5	5.0	4.0	5.0	5.5	4.5	3.0	4.0	5.5	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	66.0
H4	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	4.0	3.0	5.0	5.0	5.5	5.0	5.0	6.0	6.0	68.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 5 (ต่อ)

นักเรียน	คะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจ 2 คน ข้อที่														รวม
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	
H5	5.0	5.0	5.5	5.5	5.0	5.0	3.0	5.5	5.0	6.0	5.0	4.5	5.5	6.0	71.5
H6	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	3.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	6.0	6.0	74.0
H7	5.5	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	3.5	5.0	5.5	6.0	5.5	5.0	6.0	6.0	74.0
H8	5.0	6.0	5.0	6.0	5.0	5.0	3.0	6.0	5.5	5.0	5.0	5.5	5.5	6.5	74.0
H9	5.5	5.5	5.0	6.0	6.0	5.5	2.5	5.5	5.5	6.0	5.0	5.5	6.0	6.0	75.5
H10	5.5	6.5	6.0	5.0	6.0	6.0	3.5	6.0	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	6.5	75.5
H11	5.5	6.0	5.5	6.0	7.0	6.0	4.0	5.5	5.0	5.5	5.0	5.5	5.5	6.5	78.5
H12	5.5	5.5	5.0	6.5	6.0	5.5	5.0	5.5	6.0	6.0	5.0	5.5	6.0	6.5	79.5
H13	5.5	5.0	6.0	5.5	5.5	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.5	5.5	6.0	6.5	80.0
H14	6.0	6.0	5.5	5.5	6.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	7.0	82.0
H15	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	3.5	5.5	5.5	6.5	6.0	6.0	6.5	7.0	82.5
H16	6.0	6.5	5.5	6.0	6.0	5.0	5.0	5.5	6.0	7.0	6.0	6.0	6.5	6.5	83.5
H17	6.0	6.5	5.5	6.5	6.5	6.0	5.0	6.0	6.5	6.5	6.0	6.5	7.0	7.0	87.5
H18	7.0	6.5	6.5	6.5	6.0	6.5	4.5	5.5	7.0	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0	89.0
H19	7.0	6.5	7.0	6.5	7.0	7.0	5.5	6.0	7.0	6.0	6.5	6.0	6.5	7.0	91.5
H20	6.5	6.5	7.0	6.5	6.5	6.5	5.0	6.0	7.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.0	92.0
p	.58	.56	.51	.65	.52	.56	.41	.59	.56	.63	.59	.54	.64	.66	
r	.30	.35	.40	.39	.41	.42	.39	.42	.43	.40	.37	.36	.56	.43	
การแปลผล	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

หมายเหตุ √ หมายถึง ข้อสอบมีคุณภาพนำไปใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาพประกอบการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ จ 1 กลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ จ 2 กิจกรรมในกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	วันชัย มาชูตระกูล
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2526 การศึกษาบัณฑิต (วิชาเอกเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ วิทยาเขต-บางเขน
	พ.ศ. 2544 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษา-วิทยาศาสตร์ (วิชาเอกเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	พ.ศ. 2561 ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนา-หลักสูตร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนพรตพิทยพยัต ลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ตำแหน่ง	งานนโยบายและแผนพัฒนาการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษปฏิบัติการสอนวิชาเคมี Email- wanchai_ma2502@hotmail.com
ทุนวิทยานิพนธ์	ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการ-วิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้