การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students

สุปราการ ภักดีงาม
Suprakarn Pukdeengam

(วันรับบทความ : วันที่ 22 ตุลาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 27 เมษายน 2569/วันตอบรับบทความ : 30 เมษายน 2569)
(Received Date : October 22, 2025, Revised Date : April 27, 2026, Accepted Date : April 30, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) สร้างรูปแบบ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา และ 4) ประเมินความพึงพอใจ งานวิจัยเป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 12 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ คือ การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Samples t–test) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) ประสิทธิภาพของรูปแบบมีค่า 82.21/81.05 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 3.87 และ 6.84 ตามลำดับ แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีอิทธิพลในระดับสูงมาก ผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086) และครูมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM, ทักษะการแก้ปัญหา, นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

---

[1] แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
[1] General Education Department Chonburi Technical College The Eastern Institute of Vocational Technology.
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร 097-9414196 อีเมล: supra_karn@hotmail.com
[*] Corresponding author, Tel 097-9414196 e-mail: supra_karn@hotmail.com
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.04

Abstract

This study aimed to: 1) investigate fundamental information for developing a learning management model, 2) develop the model, 3) compare academic achievement and problem–solving skills and 4) examine satisfaction. The study employed a Research and Development (R&D) approach using a one–group pretest–posttest design. The sample consisted of 12 second–year vocational certificate students at Chonburi Technical College, selected through cluster random sampling. The research instruments included the model, a learning achievement test, and a problem–solving skill assessment. Data were analyzed using a paired samples t–test, mean and standard deviation. The results revealed that the model comprised four components: principles, objectives, learning management process and measurement and evaluation. The process consisted of five steps: 1) Activate (A), 2) Challenge (C) by integrating problem–solving knowledge based on the STEM Education concept and Engineering Design Process, 3) Connect Knowledge (C), 4) Application (A), and 5) Reflection and Evaluation (R). The efficiency of the model was 82.21/81.05. Students' mean scores in academic achievement and problem–solving skills after the implementation were significantly higher than those before the implementation ($p < .01$). The effect sizes were 3.87 and 6.84, respectively, indicating very large effects. Additionally, both students ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086), and teachers ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) reported the highest level of satisfaction. These findings suggest that the model provides an effective approach for developing problem–solving skills in vocational education.

Keyword : The ACCAR–STEM Learning Model, Problem Solving Skills, Vocational Certificate students

บทนำ

การจัดการอาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพ โดยมีภารกิจที่สำคัญคือการจัดการศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพในระดับฝีมือ โดยการยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ มีคุณภาพได้มาตรฐานในระดับสากล [1] จากรายงาน "Trends in New Qualifications and Competencies for TVET" โดย UNEVOC (International Centre for Technical and Vocational Education and Training) หรือศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมด้านเทคนิคและอาชีวศึกษาในสังกัด UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) ได้กล่าวถึงอนาคตของตลาดแรงงานว่าจะเกิดตำแหน่งงานใหม่และอาชีพใหม่ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิทัล โทรคมนาคม การตลาด การเงินและการให้บริการ โดยจะมีการใช้หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการทำงานมากขึ้น ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาอาชีวศึกษาสมัยใหม่จึงควรทำให้ผู้เรียนเอาชนะเครื่องจักรด้วยการเติมทักษะทางสังคมและความเป็นมนุษย์ ส่งเสริมทักษะในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 [2]

ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving skill) เป็นทักษะสำคัญในกลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และเป็นตัวชี้วัดความพร้อมของผู้เรียนในการปรับตัวเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง จากรายงานการวิจัยของ อรรถพล สังขวาสี, พา อักษรเสือ และชัยยุทธ ศิริสุทธิ์ [3] ได้ศึกษาอนาคตการอาชีวศึกษาไทยในทศวรรษหน้า (2565–2574) โดยระบุถึงสภาพปัญหาในการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาในประเทศไทยด้านผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษา พบว่าผู้เรียนมีสมรรถนะไม่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ รวมทั้งขาดทักษะความรู้พื้นฐานที่จำเป็น สอดคล้องกับข้อมูลรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ในปีการศึกษา 2564

พบว่าการทดสอบในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนเข้าสอบทั้งประเทศ 49,878 คน ผลคะแนนขององค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานด้านอาชีพ การทำงานเป็นทีม การปฏิบัติตามคำสั่ง การวางแผนและการจัดตารางเวลาการทำงาน การคิดเป็นระบบ และการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีคะแนนเฉลี่ย 41.90 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และในปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนเข้าสอบทั้งประเทศ จำนวน 79,708 คน มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ 41.02 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งเป็นวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นั่นคือในปีการศึกษา 2564 มีนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรีเข้าสอบจำนวน 494 คน พบว่าองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ มีคะแนนเฉลี่ย 50.43 และในปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 462 คน มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ 47.68 ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการหารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมร รถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษา โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม เป็นวิชาหนึ่งในหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง ที่บรรจุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราชการ 2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565) สำหรับผู้เรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา แต่ข้อมูลจากการรายงานผลการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรมของฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในปีการศึกษา 2564–2565 พบว่ามีร้อยละของผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป ค่อนข้างต่ำ โดยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มีผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป จำนวน 35 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 53 คน คิดเป็นร้อยละ 66.04 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 มีจำนวน 97 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 230 คน คิดเป็นร้อยละ 42.17 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มีจำนวน 10 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 21 คน คิดเป็นร้อยละ 47.61 จากการสอบถามผู้เรียนถึงปัญหาจากการเรียนในรายวิชานี้พบว่า ผู้เรียนไม่ชอบวิชาคำนวณ ส่งผลให้เมื่อต้องมาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณจึงเกิดความรู้สึกไม่ชอบ และไม่อยากเรียน บางเนื้อหาครูไม่มีกิจกรรมการทดลองให้ผู้เรียนปฏิบัติ เน้นการสอนแบบบรรยาย ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหา ขาดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาและไม่สามารถบอกได้ว่าจะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในวิชาชีพหรือชีวิตประจำวันได้อย่างไร

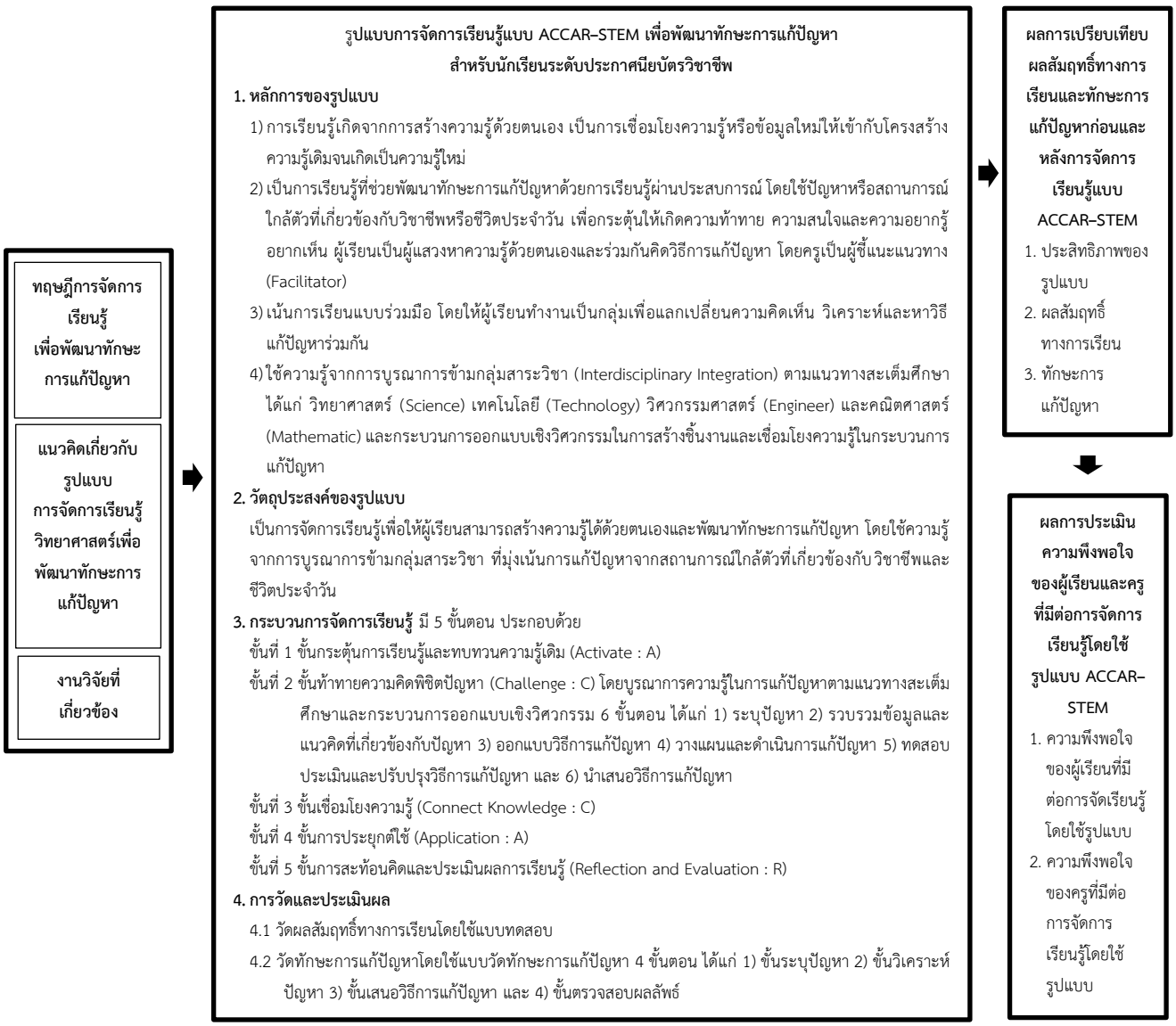
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบประเด็นช่องว่างทางการวิจัยที่สำคัญ 3 ประเด็นได้แก่ 1) การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษายังขาดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน [3], [4] 2) ขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับบริบทผู้เรียนอาชีวศึกษา [5] และ 3) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบริบทอาชีวศึกษายังไม่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากยังเน้นการสร้างชิ้นงานมากกว่าการเชื่อมโยงองค์ความรู้ [6], [7] จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ เน้นการเรียนแบบร่วมมือและบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้กับการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวัน อันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรและการพัฒนาคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ระดับนัยสำคัญ .01
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยการสังเคราะห์ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ร่วมกับการเรียนรู้ผ่านปัญหาและสถานการณ์จริงตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning : PBL) และรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge Based Learning : CBL) ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา อีกทั้งยังอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) และการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) มุ่งกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) มุ่งให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา ออกแบบและปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับทฤษฎีและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบสืบเสาะหาความรู้และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รูปแบบโมเดลซิปปา รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS จะเห็นได้ว่าแนวคิดเหล่านี้มีจุดร่วมในการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge: C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ นำไปใช้ และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รวมถึงแนวคิดของกานเยและบรูเนอร์ ทั้งนี้จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าส่วนใหญ่รายงานผลไปในทิศทางเดียวกันว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7], [8]-[13] เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง และใช้ความรู้แบบบูรณาการในการออกแบบและปรับปรุงแนวทางแก้ไขอย่างเป็นระบบ ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นการสังเคราะห์จุดร่วมของทั้งแนวคิดทางทฤษฎีและผลการวิจัย โดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงอย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การกระตุ้นความรู้เดิม การเผชิญและแก้ปัญหา การเชื่อมโยงองค์ความรู้ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ได้แก่ แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน จากสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 10 แห่ง ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.3 ประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.3.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เคยเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เคยเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 ขั้นตอน ได้แก่ ใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) สุ่มสาขาวิชา ได้จำนวน 3 สาขาวิชา และสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ตามสัดส่วนของระดับผลการเรียน 1–4 เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 144 คน

1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 2.1 ยกร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion)

ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม รหัสวิชา 20000-1302 จำนวน 9 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) เวกเตอร์ 2) แรง 3) แรงเสียดทาน 4) สมดุลของวัตถุ 5) การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง 6) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 7) งาน พลังงานและกำลัง 8) คลื่นและสมบัติของคลื่น และ 9) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ร่างรูปแบบ ร่างคู่มือการใช้รูปแบบ และร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 2.2 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

ขั้นที่ 2.3 ทดลองใช้ (try out) เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ และปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในปีการศึกษา 2565 และปีการศึกษา 2566 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ประกอบด้วย การทดลอง 3 ระยะ ได้แก่

1) ระยะที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 จำนวน 3 คน

2) ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน

3) ระยะที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 จำนวน 37 คน

2.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 3.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ได้แก่ นักเรียนแผนกวิชาช่างเมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 จำนวน 12 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษามีการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มห้องเรียนอย่างชัดเจน การสุ่มเลือกทั้งห้องเรียนจึงช่วยให้สามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลได้สะดวกและสอดคล้องกับบริบทของการวิจัยในชั้นเรียน นอกจากนี้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างยังเป็นไปตามสภาพจริงของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลองจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นที่ 3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 4.1 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

4.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ได้แก่

นักเรียนแผนกวิชาช่างเมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 จำนวน 12 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

4.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ขั้นที่ 4.2 ประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

4.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบการวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งเป็นรูปแบบการทดลองที่เหมาะสำหรับการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยทำการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รูปแบบการวิจัยนี้เหมาะสมสำหรับการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในบริบทของชั้นเรียน และช่วยให้สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังเหมาะสมกับบริบทของการวิจัยทางการศึกษาในชั้นเรียน ซึ่งมักมีข้อจำกัดด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่างและการจัดกลุ่มควบคุม ทำให้สามารถศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพจริงของการจัดการเรียนรู้

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก ในสาขาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการศึกษา สาขาการวิจัยและสถิติหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน โดยมีรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ
1. แบบบันทึกข้อมูลการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูล	องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
2. แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
3. แบบสอบถามประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.404–0.785 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.934
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
5. คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
6. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
7. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม	ผลการพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ	มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกรายการ
8. แบบตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ	ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
9. แบบตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบ	ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00
10. แบบตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ	ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
11. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.33–0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.246–0.835 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.995
12. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา	ทักษะการแก้ปัญหา	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.23–0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.241–0.849 และค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.993

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ (ต่อ)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ
13. แบบสอบความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.563–0.928 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.902
14. แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ผลการประเมินความพึงพอใจของครู	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.224–0.853 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.920

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation)

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าบริบทสภาพการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน ด้านปัญหาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม พบว่าครูผู้สอนขาดความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนบางคนขาดทักษะในการคิดคำนวณและไม่ชอบวิชาคำนวณ ส่งผลให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพราะคิดว่าเป็นวิชาที่เข้าใจยาก ไม่น่าสนใจ ขาดความตระหนักและไม่ให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่รู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ควรมีวิธีการหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เน้นการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์เกี่ยวกับวิชาชีพของผู้เรียน เน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรสามารถนำไปใช้ได้ง่าย สามารถเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้สู่เนื้อหาได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้ ควรใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างชิ้นงาน เช่น รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง

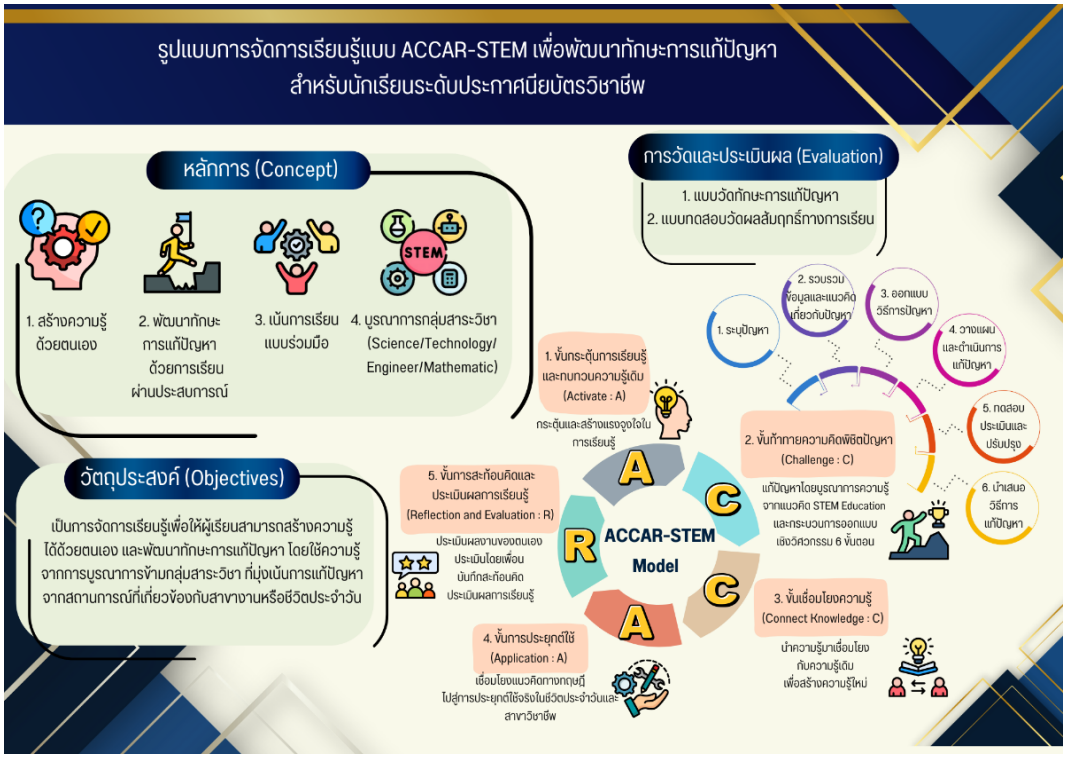
ผลการประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยวิธีหาค่าดัชนีการจัดลำดับความต้องการจำเป็น (Modified Priority Need Index : $PNI_{modified}$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการ	สภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน			สภาพที่คาดหวัง			$PNI_{modified}$	ลำดับ
	$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1. ด้านหลักการของรูปแบบ	2.47	.468	น้อย	4.58	.342	มากที่สุด	0.85	4
2. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ	2.40	.462	น้อย	4.73	.272	มากที่สุด	0.97	3
3. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	2.30	.322	น้อย	4.75	.271	มากที่สุด	1.07	1
4. ด้านการวัดและประเมินผล	2.36	.466	น้อย	4.73	.307	มากที่สุด	1.00	2
รวม	**2.36**	**.246**	**น้อย**	**4.71**	**.194**	**มากที่สุด**	**1.00**	

จากตารางที่ 2 พบว่าด้านที่มีความต้องการจำเป็นมากที่สุด คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ รองลงมา คือ ด้านการวัดและประเมินผลด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ และด้านหลักการของรูปแบบ สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน

2. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากรูปที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) โดยมีขั้นตอนกระบวนการการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงอย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การกระตุ้นความรู้เดิม การเผชิญและแก้ปัญหา การเชื่อมโยงองค์ความรู้ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	n = 5		ระดับความเหมาะสม	n = 5		ระดับความเป็นไปได้
	μ	σ		μ	σ	
1. หลักการของรูปแบบ	4.92	.179	มากที่สุด	4.88	.179	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.88	.110	มากที่สุด	4.80	.141	มากที่สุด
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4.96	.089	มากที่สุด	4.92	.110	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล	4.72	.415	มากที่สุด	4.68	.414	มากที่สุด
รวม	**4.87**	**.076**	**มากที่สุด**	**4.82**	**.120**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่าความเหมาะสมของรูปแบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.87, σ = .076) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.96, σ = .089) รองลงมาคือด้านหลักการของรูปแบบ (μ = 4.92, σ = .179) ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ (μ = 4.88, σ = .110) และด้านการวัดและประเมินผล (μ = 4.72, σ = .415) ผลการตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบโดยรวมมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.82, σ = .120) โดยด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.92, σ = .110) รองลงมาคือด้านหลักการของรูปแบบ (μ = 4.88, σ = .179) ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ (μ = 4.80, σ = .141) และด้านการวัดและประเมินผล(μ = 4.68, σ = .414) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองใช้ (try out) เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ พบว่าผลการทดลองใช้ระยะที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.74/61.60 ผลการทดลองใช้ระยะที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.77/72.18 และผลการทดลองใช้ระยะที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.10/80.04

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบ โดยการทดสอบประสิทธิภาพสอนจริงในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 พบว่าโดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพของรูปแบบเท่ากับ 82.21/81.05 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยใช้สถิติทดสอบ t-test ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น ในการใช้สถิติทดสอบ t–test แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Samples t–test) ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 30 คน โดยการพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน หากค่าความเบ้และค่าความโด่งอยู่ในช่วงระหว่าง -2 ถึง +2 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติและสามารถให้สถิติทดสอบ t–test ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ผลการตรวจสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าความเบ้ -.615 และค่าความโด่ง .473 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าความเบ้ -.330 และค่าความโด่ง -.465 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนมีค่าความเบ้ .526 และค่าความโด่ง -.280 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนมีค่าความเบ้ -.810 และค่าความโด่ง -.432 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติและสามารถใช้สถิติทดสอบ t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการใช้รูปแบบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p	Effect size (Cohen's $d_{(z)}$)
ก่อนเรียน	12	60	26.75	5.545	13.415**	.000	3.87
หลังเรียน	12	60	47.67	5.694			

**$p < .01$

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้ Cohen's $d_{(z)}$ มีค่าเท่ากับ 3.87 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในระดับสูงมาก ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการใช้รูปแบบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p	Effect size (Cohen's $d_{(z)}$)
ก่อนเรียน	12	180	61.83	12.691	23.693**	.000	6.84
หลังเรียน	12	180	147.33	21.555			

**$p < .01$

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้ Cohen's $d_{(z)}$ มีค่าเท่ากับ 6.84 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีอิทธิพลต่อทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระดับสูงมาก ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกลไกสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษาอย่างเป็นระบบ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังแสดงในตารางที่ 6–7

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	n = 12		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจ
1. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.78	.206	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	.108	มากที่สุด
3. ด้านครูผู้สอน	4.69	.234	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.67	.256	มากที่สุด
รวม	**4.74**	**.086**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 6 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086) โดยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.81, SD = .108) รองลงมาคือด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

($\bar{X}$ = 4.78, SD = .206) ด้านครูผู้สอน ($\bar{X}$ = 4.69, SD = .234) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .256) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้และเกิดความพึงพอใจในระดับสูง

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	n = 20		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	SD	
1. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.75	.182	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.71	.155	มากที่สุด
3. ด้านผู้เรียน	4.65	.349	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.58	.276	มากที่สุด
รวม	**4.67**	**.113**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) โดยด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.75, SD = .182) รองลงมา คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.71, SD = .155) ด้านผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.65, SD = .349) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X}$ = 4.58, SD = .276) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ วางแผนและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสะท้อนถึงกลไกของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator)

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันแม้จะมีรูปแบบที่หลากหลายและมุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่สอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนและบริบทการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่เอื้อต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ผ่านการลงมือปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นกลไกหลักที่กำหนดลักษณะประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนหากกระบวนการไม่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการเผชิญปัญหาอย่างเป็นระบบ จะไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาทักษะขั้นสูงได้ สอดคล้องแนวคิดของ สิรินภา กิจเกื้อกูล [14] ที่ชี้ให้เห็นว่าการออกแบบการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงหลักสูตรสู่การปฏิบัติจริง โดยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริง รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดของทิศนา แขมมณี [15] ที่อธิบายว่าการพัฒนาการเรียนรู้ระดับสูง เช่น การวิเคราะห์และสังเคราะห์ จำเป็นต้องใช้วิธีการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา เช่น การใช้กรณีตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ขณะเดียวกันผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถพล สังขวาสี, พา อักษรเสือ

และชัยยุทธ ศิริสุทธิ์ [3] ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษายังไม่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเพียงพอ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการชัดเจน เน้นการลงมือปฏิบัติ และเชื่อมโยงกับบริบทวิชาชีพ จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษา

2. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะเป็นระบบการเรียนรู้เชิงกระบวนการ ที่ออกแบบให้ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความรู้และทักษะผ่านลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล กล่าวคือ ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) ทำหน้าที่กระตุ้นและเชื่อมโยงความรู้เดิม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) ที่เน้นการเตรียมความพร้อมทางสติปัญญา ขณะที่ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) เป็นกลไกสำคัญของรูปแบบ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริงและบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning Model : PBL) และการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge Based Learning Model : CBL) ซึ่งช่วยกระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ ในขณะที่ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) และขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) ทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) โดยผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการค้นพบ (Discovery Learning) และการนำความรู้ไปใช้จริง ส่วนขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) ช่วยให้ผู้เรียนประเมินและพัฒนาความเข้าใจของตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้ระดับสูงและการกำกับตนเอง (Self-regulated Learning) [14] นอกจากนี้การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่มยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ซึ่งส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสร้างความเข้าใจร่วมกัน ขณะที่การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบที่อาศัยทั้งการสังเคราะห์ทฤษฎี การวิเคราะห์บริบทผู้เรียน และความต้องการจำเป็นทางการเรียนรู้ ส่งผลให้รูปแบบมีความสอดคล้องทั้งเชิงแนวคิดและเชิงปฏิบัติ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัตถ์พัชร ทวีเจริญกิจ และวิชิต สุรัชเรืองชัย [5] ที่พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาบนฐานทฤษฎีการสร้างความรู้สามารถนำไปใช้ได้จริงและช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่ารูปแบบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.21/81.05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพัฒนารูปแบบมีพื้นฐานจากแนวคิด “SPIE Model” ของทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน [16] ร่วมกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบของ รัตนะ บัวสนธ์ [17] ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบที่มีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ

การแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 3.87 และ 6.84 ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อการพัฒนาผู้เรียนในระดับสูงมาก ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีกลไกสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาออกแบบและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติและมีการปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ บรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการค้นพบความรู้ด้วยตนเองด้วย นอกจากนี้การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (Experiential Learning) ที่เน้นการสร้างความเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบกับการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันแก้ปัญหา จึงช่วยเสริมสร้างทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ กมลฉัตร กล่อมอิ่ม [18] และงานวิจัยของ Rahim and Mahmud [8] ที่รายงานว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบและช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยิ่งลักษณ์ และคณะ [7], Syukri et al. [9], Khan [10], Malcok and Ceylan [11], Ondes [12], Yulianti et al. [13], และ วิชุดา ผาทอง [19] ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญญา สิงโต [20] ที่รายงานว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ ศิวรรณ อะวะตา และญาณภัทร สีหะมงคล [21] ซึ่งเสนอให้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผลการวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การบูรณาการความรู้และการเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง สามารถพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมาคือด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ผู้เรียนเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับวิชาชีพและชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่อธิบายว่าผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเมื่อได้สร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง รวมทั้งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการค้นพบ ซึ่งช่วยกระตุ้นแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนรู้ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบกลุ่มยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นไปตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ในส่วนของครูผู้สอนพบว่ามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ วางแผนและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสะท้อนถึงกลไกของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) สอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิพล อาจอินทร์ [22] ที่เสนอว่าการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) และความสุขในการเรียนรู้ (Happy Learning) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kartini et al. [23] และ ยิ่งลักษณ์ และคณะ [7] ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง

สะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ช่วยส่งเสริมการบูรณาการความรู้ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการที่ผู้เรียนและครูมีความพึงพอใจในระดับสูง จึงสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีกลไกการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม การลงมือปฏิบัติ และการเชื่อมโยงสู่การใช้จริง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณค่าทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ โดยในเชิงทฤษฎี งานวิจัยได้สังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้ ที่สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย บรูเนอร์ และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ จนเกิดเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนอาชีวศึกษา ช่วยขยายองค์ความรู้ด้านการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของกำลังคนด้านอุตสาหกรรม ส่วนในเชิงปฏิบัติ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังสนับสนุนบทบาทของครูทั้งสายสามัญและครูสายวิชาชีพในการออกแบบการเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่เชื่อมโยงความรู้กับวิชาชีพและชีวิตประจำวัน และสามารถขยายผลสู่การพัฒนาหลักสูตรและการผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นระบบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) อาจแทรกอยู่ในขั้นตอนอื่น ๆ ได้ เนื่องจากการสะท้อนคิดและการประเมินผลจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่ากำลังเรียนเรื่องอะไรและมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด สิ่งเหล่านี้ครูผู้สอนสามารถสังเกตได้จากการตั้งคำถาม การประเมินตนเองของผู้เรียน หรือการประเมินโดยเพื่อน โดยให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งอาจแทรกในขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) หรือขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A)

1.2 ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนควรวางแผนและกำกับการใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและไม่เกินเวลาที่กำหนดไว้ เนื่องจากกิจกรรมในแต่ละขั้น โดยเฉพาะขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและใช้กระบวนการลองผิดลองถูกเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เวลาไม่เพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป ดังนั้นครูควรกำหนดกรอบเวลาในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน พร้อมทั้งติดตามและให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนและบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ เช่น การพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

2.2 ควรพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนอาชีวศึกษา เพื่อให้การวัดผลสะท้อนระดับทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2.3 ควรศึกษาปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการวิจัยที่สามารถเปรียบเทียบหรือควบคุมตัวแปร เพื่อให้ได้แนวทางการนำรูปแบบไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งเป็นสถานศึกษาแห่งเดียว ทำให้ผลการวิจัยอาจสะท้อนบริบทเฉพาะด้านผู้เรียน สภาพแวดล้อม และลักษณะการจัดการเรียนรู้ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรีเท่านั้น จึงควรใช้ความระมัดระวังในการนำผลการวิจัยไปอ้างอิงหรือขยายผลในบริบทอื่น

2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีระยะเวลาจำกัด ส่งผลให้การประเมินผลมุ่งเน้นผลลัพธ์ระยะสั้น โดยยังไม่สามารถสะท้อนความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาและผลกระทบระยะยาวต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

3. การประเมินทักษะการแก้ปัญหาอาศัยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดของงานวิจัย ซึ่งแม้จะผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว แต่อาจยังไม่ครอบคลุมมิติของทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์การทำงานจริงทั้งหมด นอกจากนี้ การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ไปใช้ยังขึ้นอยู่กับความพร้อมและสมรรถนะของครูผู้สอน ทั้งด้านความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทักษะในการออกแบบกิจกรรมเชิงรุก (Active Learning) ซึ่งอาจส่งผลต่อความแตกต่างของผลลัพธ์เมื่อมีการนำไปใช้ในบริบทที่หลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the Vocational Education Commission, Ministry of Education, *Vocational Education Development Plan 2017-2036,* Bangkok: Office of the Vocational Education Commission, p. 1, 2017. (in Thai)

[2] UNESCO-UNEVOC, *Trends in New Qualifications and Competencies for TVET: Perspectives of the European UNEVOC Network,* Germany: UNESCO-UNEVOC International Centre, p. 11, 2020.

[3] A. Sangkawasee, P. Ansonsua and C. Sirisuthi. “The Scenario of Thai Vocational Education in the Next,” *Dhammathas Academic Journal,* vol. 21, no. 4, pp. 221–233, 2021. (in Thai)

[4] Office of the Education Council, Ministry of Education, *Essential Future Skills to Prepare Thai People of All Ages to Cope with The Rapid Disruption of The 21st Century World: Study Results and Promotion Guidelines*, Bangkok: Phetkasem Printing Group Company Limited, p. 144, 2021. (in Thai)

[5] W. Thaweecharoenkij and V. Suratreungchai, “The Development of instruction model to promote the problem solving skill thinking of vocational students based on theory of constructionism,” *Ratchaphruek Journal,* vol. 17, no. 1, pp. 86–93, 2019. (in Thai)

[6] W. Noiwong, “Learning Management for Enhancing Critical Thinking and Problem Solving Skills of Learners in the 21st Century,” *Journal of Research For Learning Reform,* vol. 5, no. 2, pp. 54–69, 2022. (in Thai)

[7] Y. Termkla, K. Wuttisela, C. Tanahoung and S. Wuttiprom, “Enhancing Problem–Solving Skills and Achievement in Motion through Real–Life Context–Based STEM+5Es Learning,” *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, vol. 16, no. 2, pp. 174–186, 2025, doi: 10.14456/jstel.2025.12. (in Thai)

[8] R. A. Rahim and S. N. D. Mahmud, “Integrating the Engineering Design Process (EDP) in Stem Classroom: A Systematic Literature Review of Impacts and Challenges,” *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development,* vol. 14, no. 3, pp. 1661–1679, 2025, doi: 10.6007/IJARPED/v14-i3/26304.

[9] M. Syukri, F. Haya, S. Maghfirah, F. Herliana, M. S. Rasul and H. Pratama, "STEM-Based Engineering Design Process Models in Physics Learning: Systematic Literature Review," *European Journal of STEM EDUCATION*, vol. 11, no.1, pp. 1–15, 2026, doi: 10.20897/ejsteme/17784.

[10] A. A. Khan, "Problem–Solving Skills Development Through STEM Education: A Systematic Review," *Kashmir Journal of Academic Research and Development*, vol. 1, no. 4, pp. 11–21, 2025.

[11] B. A. Malcok and R. Ceylan, "Does Stem Education have an impact on Problem Solving Skill?," *The Journal of Kesit Academy*, vol. 25, no. 25, pp. 21–40, 2020, doi: 10.29228/kesit.46371.

[12] R. N. Ondes, "Effects of STEM Practices on Students Problem–Solving Skills: A Meta–Analysis," *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, vol. 13, no. 2, pp. 439–461, 2025, doi: 10.46328/ijemst.4697.

[13] D. R. Yulianti, A. R. Amalia, I. Nurasiah, A. Sutisnawati and D. A. Uswatun, "Development of STEM EDP (Engineering Design Process) Based E–Module To Improve Elementary School Students' Problem Solving Skills," *Eduproxima: Journal Ilmiah Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 4, pp. 1846–1858, 2025, doi: 10.29100/.v7i4.8644.

[14] S. Kijkuakul, *Science Learning Management*, 2nd ed. Phitsanulok: Naresuan University publishing house, pp. 72-73, 2023. (in Thai)

[15] T. Khammanee, *Teaching Sciences,* Bangkok: Chulalongkorn University publishing house, p. 381, 2023. (in Thai)

[16] S. Phusee-orn, *Research and Development in Education,* 4th ed. Mahasarakham: Taksila publishing house, pp. 7–12, 2024. (in Thai)

[17] R. Buosonte, *Research and Development for Educational Innovation*, 9th ed. Bangkok: Chulalongkorn University publishing house, pp. 1–3, 2024. (in Thai)

[18] K. Klomim, *Development of STEM Educational Curriculum,* 2nd ed. Phitsanulok: Rattanasuwan publishing house, p. 9, 2023. (in Thai)

[19] W. Phathong, "The Relationship Between STEM Education and The Development of Problem–Solving Skills," *Journal of Kwan Phayao*, vol. 1, no. 5, pp. 46–53, 2024. (in Thai)

[20] A. Singto, " The Development of STEM Education Learning Activities to Enhance Problem Solving Thinking Ability for Mathayomsuksa 1," *Journal of MCU Nakhondhat,* vol. 7, no. 7, pp. 387–398, 2020. (in Thai)

[21] S. Awata and Y. Seehamongkon, "The causal Factors and Development Guidelines on Creative Problem–Solving of Grade Ten Students, under the Secondary Educational Service Area Office 21," *Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University*, vol. 26, no. 1, pp. 239–256, 2020. (in Thai)

[22] S. Art-in, *The Art and Science of Learning Management in the 21st Century*, 3th ed. Khon Kaen: Faculty of Education Khon Kaen University, p. 72, 2021. (in Thai)

[23] F. S. Kartini, A. Widodo, N. Winarno and L. Astuti, " Promoting Student's Problem-Solving Skills through STEM Project-Based Learning in Earth Layer and Disasters Topic," *Journal of Science Learning*, vol. 4, no. 3, pp. 257–266, 2021, doi: 10.17509/jsl.v4i3.27555.

การอ้างอิงบทความนี้

APA Pukdeengam, S., (2026). The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students. *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 48-67 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04

MLA Pukdeengam, Suprakarn. "The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 48-67, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04. Thaijo.

ISO690 S. Pukdeengam, "The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, pp. 48-67, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04