การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การวิจัยเชิงผสมผสานแบบลำดับเชิงสำรวจ

Development of a Performance Measurement Tool for Analyzing Small Engine Problems for Vocational Certificate Students: A Sequential Exploratory Mixed-Methods Research.

สิบเอกจักรกรินทร์ นครชัย[1]* รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราพร เกษสังข์[2] ดร.ชัยมงคล ปินะสา[3]
Sgt.Chakarin Nakronchai[1]* Assoc.Prof.Dr.Patthraporn Kessung[2] Dr.chaimongkhon Pinasa[3]
[1-3]มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
[1-3]Loei Rajabhat University
[1]*Corresponding author, E-mail address : sm687911101@lru.ac.th
Received: 2026-03-16; Revised: 2026-04-30; Accepted: 2026-05-02

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก และ 2) พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงผสมผสานแบบลำดับเชิงสำรวจแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้สอน 5 คน และนักเรียน 7 คน ซึ่งเลือกแบบเจาะจง และระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเชิงปริมาณ โดยนำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนสาขาช่างยนต์จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$, α) พร้อมรายงานค่าช่วงความเชื่อมั่น (95% CI) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก ประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ ด้านความปลอดภัยและวินัย ด้านความรับผิดชอบ ด้านความเพียรพยายามในการแก้ปัญหา ด้านการทำงานเป็นทีม และด้านการใช้เทคโนโลยีและจรรยาบรรณ 2) เครื่องมือวัดสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้ มีค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00, ค่า (p) ระหว่าง 0.43–0.76, ค่า (r) ระหว่าง 0.40–0.82, ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.941 [95% CI: 0.915, 0.965] และ SEM เท่ากับ 0.013 ฉบับที่ 2 แบบประเมินทักษะ มีค่า I-CVI ระหว่าง 0.67–1.00, ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.920 [95% CI: 0.879,0.961] และ SEM เท่ากับ 0.021 และ ฉบับที่ 3 แบบวัดคุณลักษณะ มีค่า I-CVI ระหว่าง 0.67–1.00, ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.936 [95% CI: 0.899, 0.973] และ SEM เท่ากับ 0.019 ผลการวิจัยยืนยันว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ประเมินสมรรถนะผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สมรรถนะ, การวิเคราะห์ปัญหา, เครื่องยนต์เล็ก, การวิจัยเชิงผสมผสาน,เครื่องมือวัดผล
ประเภทบทความ: บทความวิจัย

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study the components and behavioral indicators of small engine diagnostic competencies from the perspectives of stakeholders, and 2) to develop and validate assessment tools for small engine diagnostic competencies. The study employed an exploratory sequential mixed methods design, conducted in two phases. Phase 1 involved qualitative research through focus group discussions with 12 purposively selected key informants, including 5 instructors and 7 students. Phase 2 focused on the development and validation of quantitative assessment tools, which were pilot tested with 30 automotive technology students selected through stratified random sampling. Data were analyzed using content analysis, Item-Objective Congruence (IOC), item difficulty (p) discrimination index (r) and reliability coefficients ($KR-20$, α) Additionally, 95% Confidence Intervals (CI) and the Standard Error of Measurement (SEM) were reported The results revealed that. 1) Small engine diagnostic competencies comprise five dimensions: Safety and Discipline, Responsibility, Perseverance in Problem Solving, Teamwork, and Technology Utilization and Professional Ethics. 2) The developed assessment suite demonstrated high-quality standards across three instruments: Instrument 1: Knowledge Test exhibited an IOC range of 0.67–1.00, (p)values of 0.43–0.76, (r)values of 0.40–0.82, a reliability of 0.941 [95% CI: 0.915, 0.965], and an SEM of 0.013. Instrument 2: Performance Rubrics showed an I-CVI range of 0.67–1.00, a reliability of 0.920 [95% CI: 0.879, 0.961], and an SEM of 0.021. Instrument 3: Attribute Scale demonstrated an I-CVI range of 0.67–1.00, a reliability of 0.936 [95% CI: 0.899, 0.973], and an SEM of 0.019.

Keywords: Troubleshooting Competency, Small Engines, Mixed Methods Research, Instrument Quality, Competency-Based Assessment
Type of Article: Research Article

บทนำ

การจัดการอาชีวศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการผลิตและพัฒนากำลังคนสมรรถนะสูง เพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์เล็กถือเป็นพื้นฐานสำคัญของเครื่องจักรกลการเกษตร ทักษะที่สถานประกอบการต้องการอย่างยิ่งคือ สมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาที่อาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ การเชื่อมโยงตรรกะเหตุและผล และการตัดสินใจเลือกวิธีการตรวจสอบอย่างเป็นระบบ (Jonassen, 2011)

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเครื่องยนต์เล็ก พบปัญหาสำคัญคือ ผู้เรียนต้องเผชิญสถานการณ์เครื่องยนต์ขัดข้อง ผู้เรียนขาดการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ละเลยการจัดระเบียบพื้นที่ปฏิบัติงานตามหลัก 5ส เมื่อไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ในระยะเวลาอันสั้น เกิดสภาวะถดถอยทางแรงจูงใจและล้มเลิกความพยายาม ข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ปัญหานี้ นำไปสู่การปฏิบัติงานที่ผิดพลาด การถอดประกอบชิ้นส่วนอย่างผิดวิธี การใช้เครื่องมือผิดประเภท ซึ่งไม่เพียงก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนอะไหล่และ

สิ้นเปลืองทรัพยากร แต่ยังเป็นความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ ระบบการวัดและประเมินผล ที่ใช้กันอยู่เดิมเพียงการทดสอบความรู้ และการประเมินผล แต่ขาดกลไกการประเมินคุณลักษณะ ในระหว่างกระบวนการทำงาน ส่งผลให้การให้คะแนนของครูผู้สอนมีความคลาดเคลื่อน (Bias) และไม่สามารถสะท้อนสมรรถนะ เนื่องจากขาดเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ที่เป็นมาตรฐาน (Stiggins & Chappuis, 2012)

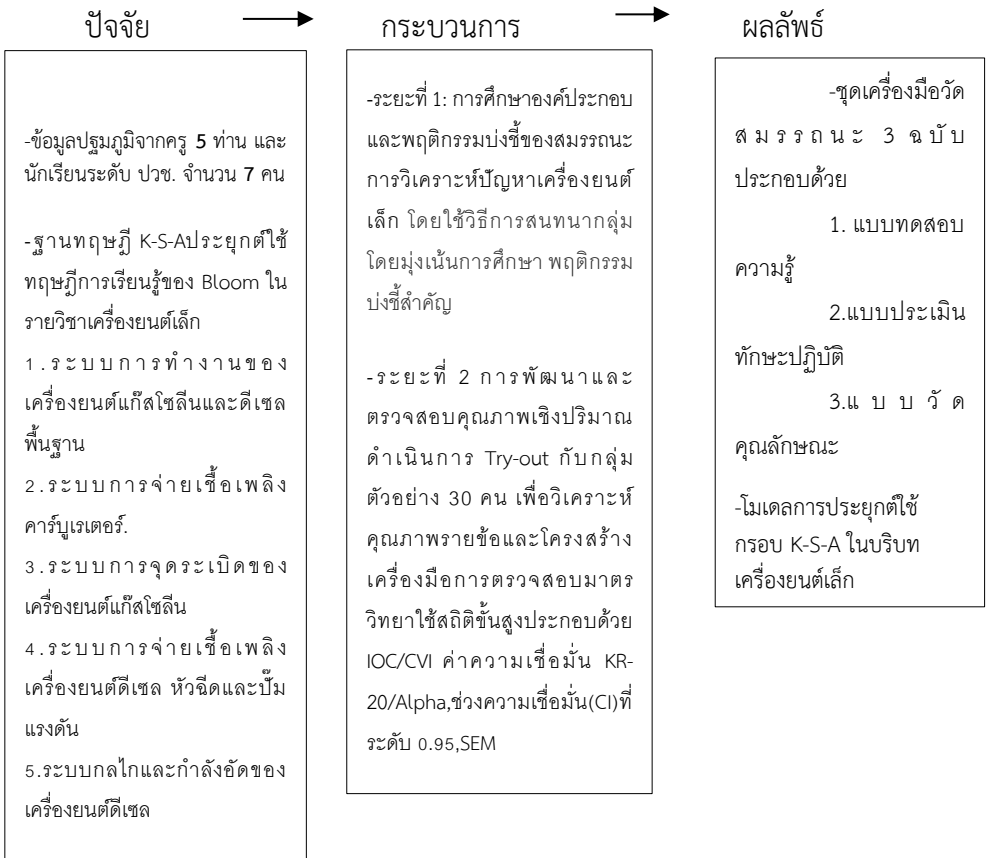
จากปัญหาข้อค้นพบดังกล่าว การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะแบบบูรณาการที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน K-S-A จึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยอาศัยกรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (Bloom et al., 1956) และทฤษฎีจิตพิสัยของ Krathwohl et al. (1964) มาเป็นฐานในการออกแบบเครื่องมือ เพื่อให้สามารถวัดพฤติกรรมได้ถึงระดับการวิเคราะห์ การประเมินค่า ตลอดจนการสังเกตความมุ่งมั่นอดทนและความตระหนักถึงความปลอดภัย การพัฒนาเครื่องมือวัดเฉพาะทางให้มีความเที่ยงตรงเชิงบริบท การพึ่งพิงเพียงการทบทวนวรรณกรรมอาจไม่ครอบคลุมมิติการปฏิบัติงานจริง ผู้วิจัยจึงใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงผสมผสานแบบลำดับเชิงสำรวจ Exploratory Sequential Mixed Methods Design ตามแนวทางของ Creswell and Plano Clark (2018) โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Phase) ผ่านการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อศึกษาพฤติกรรมบ่งชี้จากนั้นจึงนำองค์ความรู้ที่ได้มาพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดเชิงปริมาณ (Quantitative Phase)

ด้วยเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาองค์ประกอบและพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็กสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ได้นวัตกรรมการประเมินผลที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานทางมาตรวัดวิทยา ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้จะเป็นกลไกสำคัญสำหรับครูผู้สอนในการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เพื่อลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน และเป็นแนวทางในการยกระดับสมรรถนะผู้เรียนอาชีวศึกษาให้สอดรับกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงผสมผสานแบบลำดับเชิงสำรวจ (Exploratory Sequential Mixed Methods Design) ตามแนวคิดของ Creswell and Plano Clark (2018) ซึ่งเป็นการวิจัย โดยผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (**Purposive Sampling)** โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (**Inclusion Criteria)** แบ่งเป็น **2** กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มครู **5** ท่าน เป็นครูผู้สอนในสาขาวิชาช่างยนต์ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า **3** ปี และเป็นผู้ที่ผ่านการอบรมด้านมาตรฐานฝีมือแรงงานสาขาทักษะเครื่องยนต์เล็ก 2) กลุ่มนักเรียน **7** คน เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผ่านการเรียนรายวิชาเครื่องยนต์เล็กมาแล้ว ไม่เกิน **1** ภาคเรียน มีสถิติการมาเรียนสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมในชั้นเรียน และมีความหลากหลายของระดับทักษะ กลุ่มทักษะสูง ปานกลาง และที่ต้องปรับปรุง เพื่อให้ได้ข้อมูลพฤติกรรมที่ครอบคลุมทุกมิติ (Rich Data)

1.2 เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้การสนทนากลุ่มแบบกึ่งโครงสร้าง เน้นการสอบถามถึงเหตุการณ์ในขณะปฏิบัติงาน การจัดการกับเครื่องยนต์ที่ขัดข้อง และปัญหาที่พบในการเรียนการสอน

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อจัดหมวดหมู่ (Categorization) เพื่อจำแนกประเภทพฤติกรรมตามโดเมนการเรียนรู้ 3 ด้าน (K-S-A) และสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ที่ได้จากมุมมองของครูและนักเรียน นำไปสู่การกำหนดโครงสร้างของเครื่องมือวัดสมรรถนะ

ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก ผู้วิจัยนำข้อค้นพบจากระยะที่ 1 มาบูรณาการร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เรื่อง ระบบการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลพื้นฐาน. ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงคาร์บูเรเตอร์. ระบบการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล หัวฉีดและปั๊มแรงดัน ระบบกลไกและกำลังอัดของเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อสร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน (Knowledge, Skill, Attribute) และดำเนินการตรวจสอบคุณภาพทางมาตรวัดวิทยา ดังนี้

2.1 การพัฒนาแบบทดสอบความรู้ (Cognitive Domain) พัฒนาตามแนวคิดของ Bloom (1956) มุ่งเน้นการวัดในระดับขั้นสูง ได้แก่ การประยุกต์ใช้ (Applying) และการวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC)

2.2 การพัฒนาแบบประเมินทักษะ (Psychomotor Domain) พัฒนาตามโครงสร้างทักษะกระบวนการของ Simpson (1972) เน้นความถูกต้องแม่นยำและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลอง เป็นแบบประเมินทักษะเชิงปฏิบัติที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) 3 ระดับ 3, 2, 1 จำนวน 30 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง หาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI)

2.3 การพัฒนาแบบวัดคุณลักษณะ ในการปฏิบัติงานเครื่องยนต์เล็ก (Affective Domain) พัฒนาตามระดับขั้นจิตพิสัยของ Krathwohl et al. (1964) เพื่อประเมินความเพียรพยายามและความรับผิดชอบในงานช่าง เป็นแบบวัดคุณลักษณะใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) 3 ระดับ 3, 2, 1 จำนวน 30 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง หาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (CVI)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ฉบับได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ระเบียบวิธีทางสถิติเพื่อยืนยันมาตรฐานทางมาตรวัดวิทยา โดยนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแต่ไม่ใช่กลุ่มที่ใช้ในการวิจัยจริง

2.4 **แบบทดสอบความรู้** ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อตามเกณฑ์ของ Ebel and Frisbie (1991) เพื่อพิจารณาค่าความยาก (Difficulty Index) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) การตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือทั้งฉบับ ได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยสูตร KR-20 ของ Kuder and Richardson (1937)

2.5 แบบประเมินทักษะและแบบวัดคุณลักษณะ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ตามแนวคิดของ Cronbach (1951) เพื่อยืนยันความคงเส้นคงวาภายในของเครื่องมือวัดทุกฉบับ

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ประเด็นหลัก เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาวิจัยในระยะแรกผ่านการสนทนากลุ่มและการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงลึก พบว่าองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ได้ 5 องค์ประกอบหลัก โดยมีรายละเอียดเชิงประจักษ์คือ 1) ด้านความปลอดภัยและวินัยในการปฏิบัติงาน 2) ด้านความรับผิดชอบและการบริหารจัดการพื้นที่ตามหลัก 5ส 3) ด้านความพยายามในการสืบค้นต้นตอของปัญหา 4) ด้านการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นในลักษณะเครือข่ายความร่วมมือ และ5) ด้านการรู้เท่าทันเทคโนโลยีร่วมกับจรรยาบรรณวิชาชีพ ดังข้อมูลเชิงประจักษ์ "*นักเรียนที่มีสมรรถนะในการวิเคราะห์ปัญหาต้องมีความพยายามในการสืบค้นต้นตอของปัญหา มีวินัยในการเรียน มีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงาน*"จากครูคนที่ 1 "*นักเรียนมักจะมองข้ามเรื่องพื้นฐานครับ เช่น การใส่แว่นตานิรภัยเวลาเป่าฝุ่นทำความสะอาดคาร์บูเรเตอร์ หรือไม่ยอมใส่รองเท้าเซฟตี้ บางทีทำชิ้นส่วนหล่นทับเท้า*"จากครูคนที่ 2 "*นี่เป็นปัญหาปวดหัวเลยครับ ถอดชิ้นส่วนมากองรวมกัน ไม่แยกถาด พอจะประกอบกลับก็หาอะไหล่ไม่เจอ ประแจใช้เสร็จก็วางทิ้งไว้บนโต๊ะ ไม่เช็ดคราบน้ำมัน*"จากครูคนที่ 3 "*บางทีมันรีบครับครู แว่นตามันมัวมองไม่ชัดก็เลยถอดออก แต่ผมเคยโดนน้ำมันเบนซินกระเด็นเข้าตาครั้งนึง หลังจากนั้นผมไม่กล้าถอดอีกเลยครับ*"จากนักเรียนที่ 1 "*ผมชอบดู YouTube ครับ ช่องที่เขาสอนซ่อมเครื่องยนต์ แต่บางทีก็เจอคลิปที่เขาสอนวิธีลัดแบบผิดๆ ดัดแปลงมั่วซั่ว ซึ่งถ้าทำตามเครื่องอาจจะพังได้*" จากนักเรียนที่ 2 เป็นต้น

2. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก ดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีบางข้อรายการที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC/I-CVI) เท่ากับ 0.67 ซึ่งแม้จะผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำตามทฤษฎี แต่ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ	การปรับปรุงแก้ไขโดยผู้วิจัย
แบบแบบทดสอบความรู้	-โจทย์คำถามยาวเกินไปและมีการใช้คำซ้อน ทำให้ผู้เรียนสับสน	-ตัดทอนคำขยายที่ไม่จำเป็นออกให้กระชับเหลือเพียงประโยคเดียว

รายการประเมิน	ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ	การปรับปรุงแก้ไขโดยผู้วิจัย
	- ตัวเลือก ดูง่ายเกินไป ไม่สามารถลวงกลุ่มเก่งได้ -ควรระบุหน่วยวัดแรงบิดให้ชัดเจนว่าเป็น N-m หรือ kg-m	-ปรับตัวเลือก ให้มีความใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้องมากขึ้น -ระบุหน่วยวัดให้ชัดเจนในโจทย์และตัวเลือก
แบบประเมินทักษะปฏิบัติ	-ควรเพิ่มพฤติกรรมบ่งชี้เรื่องการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดก่อนใช้งาน -ระดับคะแนน 2 และ 1 แยกแยะพฤติกรรมไม่ชัดเจน อาจทำให้ครูให้คะแนนยาก -ควรเน้นเรื่องการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ให้เป็นคะแนนบังคับ	-เพิ่มเกณฑ์การประเมินในระดับคะแนน 3 ว่าต้องมีการตรวจสอบความพร้อมก่อน -ปรับคำอธิบายโดยใช้คำกริยาที่วัดได้จริง เช่น "ระบุสาเหตุได้ 1 ประการ" เทียบกับ "ระบุไม่ได้" -ปรับเกณฑ์ความปลอดภัยให้มีความเฉพาะเจาะจง เช่น การสวมแว่นตานิรภัยและถุงมือขณะปฏิบัติงาน
แบบวัดคุณลักษณะ	-ข้อความมีลักษณะเป็นคำถามนำ (Leading Question) ทำให้นักเรียนตอบตามความคาดหวัง -บางข้อคำถามวัดความรู้มากกว่าวัดความรู้สึกหรือเจตคติ" -คำศัพท์บางคำเป็นทางการเกินไป นักเรียนอาจเข้าไม่ถึงความหมาย	-ปรับคำถามให้อยู่ในรูปสถานการณ์จำลอง เพื่อให้สะท้อนทัศนคติที่แท้จริง --เปลี่ยนจากการถามว่า "รู้หรือไม่ว่าผิด" เป็น "หากพบเหตุการณ์...ท่านจะตัดสินใจอย่างไร" -ปรับใช้ภาษาที่ง่ายและตรงไปตรงมา สอดคล้องกับระดับภาษาของนักเรียนระดับอาชีวศึกษา

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงเครื่องมือวัดสมรรถนะทั้ง 3 ฉบับให้มีความสมบูรณ์และรัดกุมยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นการลดความกำกวมของภาษา ปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัย และออกแบบสถานการณ์ให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนอาชีวศึกษา กระบวนการดังกล่าวช่วยยกระดับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และลดความคลาดเคลื่อนในการวัดผล ก่อนนำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try-out)

2.2 ผลสถิติการตรวจสอบคุณภาพทางมาตรวัดวิทยาดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปค่าสถิติการตรวจสอบคุณภาพทางมาตรวัดวิทยาของเครื่องมือวัดสมรรถนะทั้ง 3 ฉบับ

รายฉบับ	ดัชนี	ค่าสถิติที่ค้นพบ	เกณฑ์	แหล่งอ้างอิงทางทฤษฎี	หมายเหตุ
แบบแบบทดสอบความรู้	(IOC)	0.67 (10 ข้อ) 1.00 (30 ข้อ)	≥0.50	Rovinelli & Hambleton (1997)	ผ่าน
	(p)	0.43-0.76	0.20-0.80	Ebel & Frisbie (1991)	ผ่าน
	(r)	0.40-0.82	≥0.20	Ebel & Frisbie (1991)	ผ่าน
	KR 20 (CI 95%)	0.940 (0.915,0.965)	≥0.70	Kuder and Richardson (1937)	ผ่าน
	SEM	0.013	-	Nunnally & Bernstein (1994)	-
แบบประเมินทักษะ	(I-CVI)	0.67 (12 ข้อ) 1.00 (18 ข้อ)	≥0.78	Lynn (1986);Polit & Beck(2006)	ปรับปรุงบางข้อ
	(S-CVI)	0.868	≥0.78	Lynn (1986);Polit & Beck(2006)	ผ่าน
	(α) (CI 95%)	0.920 (0.879,0.961)	≥0.70	Nunnally & Bernstein(1994)	ผ่าน
	SEM	0.021	-	Nunnally & Bernstein (1994)	-
แบบวัดคุณลักษณะ	(I-CVI)	0.67 (11 ข้อ) 1.00 (19 ข้อ)	≥0.78	Lynn (1986);Polit & Beck(2006)	ปรับปรุงบางข้อ
	(S-CVI)	0.897	≥0.78	Lynn (1986);Polit & Beck(2006)	ผ่าน
	(α)	0.936	≥0.70	Nunnally & Bernstein(1994)	ดีเยี่ยม

รายฉบับ	ดัชนี	ค่าสถิติที่ค้นพบ	เกณฑ์	แหล่งอ้างอิงทางทฤษฎี	หมายเหตุ
	(CI 95%)	(0.899,0.973)			
	SEM	0.019	-	Nunnally & Bernstein (1994)	-

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบดัชนีคุณภาพกับเกณฑ์มาตรฐานทางทฤษฎีแสดงให้เห็นถึงความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) เครื่องมือวัดสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ฉบับ ได้แก่ 1) แบบทดสอบความรู้ 40 ข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1 ผลจากการทดลองใช้พบว่า ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40-0.82 และมีค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.941 โดยมีช่วงความเชื่อมั่น(CI)ที่ระดับ 0.95 อยู่ระหว่าง 0.915 ถึง 0.965 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) เท่ากับ 0.013 2) แบบประเมินทักษะ (Rubrics) 30 ข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่า มีค่าดัชนี ความตรงตามเนื้อหา (I-CVI) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach’s Alpha) เท่ากับ 0.920 โดยมีช่วงความเชื่อมั่น(CI)ที่ระดับ 0.95 อยู่ระหว่าง 0.879 ถึง 0.961 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) เท่ากับ 0.021 3) แบบวัดคุณลักษณะ 30 ข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่า มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (I-CVI) เท่ากับ 1.00 มีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach’s Alpha) เท่ากับ 0.936 โดยมีช่วงความเชื่อมั่น(CI)ที่ระดับ 0.95 อยู่ระหว่าง 0.899 ถึง 0.973 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) เท่ากับ 0.019 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพระดับดีมากและสามารถนำไปใช้ประเมินสมรรถนะผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การอภิปรายผล

เครื่องมือวัดสมรรถนะทั้ง 3 ฉบับที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาฐานสมรรถนะ (Competency-Based Education) ของ Sullivan (2005) และเทียบเคียงได้กับงานวิจัยของ พิเชษฐ์ มณีวงษ์ (2562) ที่พบว่าการสร้างเครื่องมือประเมินตามฐานสมรรถนะที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจำแนกระดับความชำนาญของนักเรียนช่างยนต์ได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังสอดรับกับมาตรฐานการวัดผลทางเทคนิคของ Hodge (2014) ที่ระบุว่าความแม่นยำของเครื่องมือวัดเป็นปัจจัยวิกฤตในการรับรองสมรรถนะวิชาชีพในระดับสากล เมื่อพิจารณาในมิติการวิเคราะห์ปัญหา (Troubleshooting) พบว่าเครื่องมือสามารถวัดทักษะการคิดขั้นสูงได้ครอบคลุม ซึ่งเชื่อมโยงกับทฤษฎีของ Jonassen (2011) ที่ระบุว่ากระบวนการแก้ไขปัญหาต้องอาศัยการเชื่อมโยงเหตุและผลมากกว่าความจำ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของประสิทธิ์ พงษ์ศิริ และคณะ (2563) ที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์และพบว่าการใช้เครื่องมือที่วัดถึงระดับการประเมินค่าช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้จริง ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mulder (2017) ที่ชี้ว่าสมรรถนะในโลกการทำงานยุคใหม่ต้องบูรณาการทั้งความรู้ (Cognitive) และความเชี่ยวชาญเชิงปฏิบัติ (Functional Competency) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ประเด็นด้านความปลอดภัยและพฤติกรรมบ่งชี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินโดยอ้างอิง มาตรฐานการปฏิบัติงานของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ควบคู่กับมาตรฐานสากล OSHA และ ASE เพื่อให้เครื่องมือมีความเป็นปัจจุบัน

บทสรุป

บทสรุปของความเชื่อมโยงปัจจัยทั้งหมดข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การที่ข้อสอบมีคุณภาพดีและมีความสอดคล้องสูง ไม่ได้เกิดจากความบังเอิญ แต่เกิดจากกระบวนการวิจัยเชิงผสมผสานที่เริ่มจากการวางฐานรากเชิงคุณภาพแล้วจึงนำมาพิสูจน์ด้วยค่าสถิติเชิงปริมาณตามเกณฑ์มาตรฐานของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ที่กล่าวว่า

นวัตกรรมการประเมินที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ลดความคลาดเคลื่อนในการวัด และสร้างมาตรฐานใหม่ในการประเมินสมรรถนะช่างยนต์อาชีวศึกษา

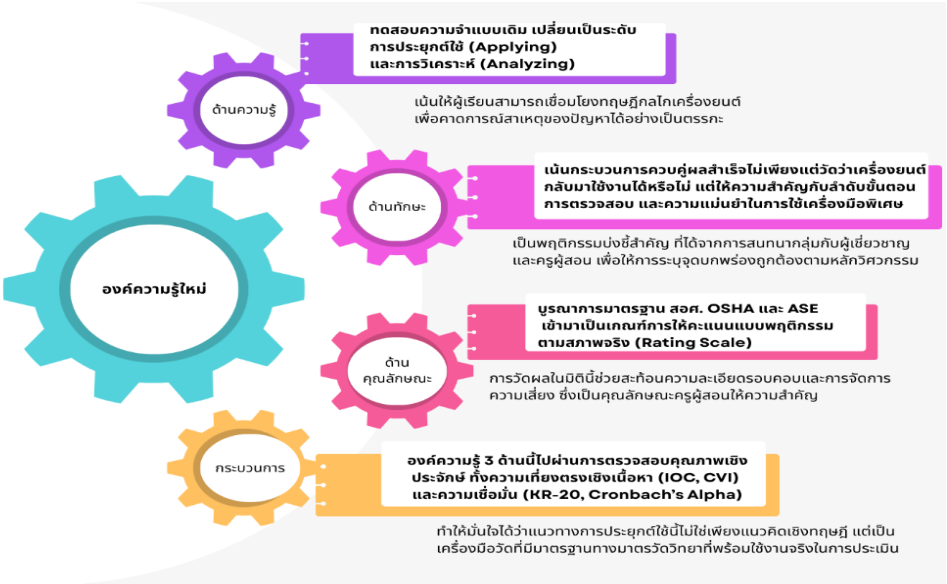
องค์ความรู้ใหม่

จากการสังเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทาง การประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด K-S-A เพื่อเป็นฐานในการวัดและประเมินสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็ก ดังนี้

1. ด้านความรู้เชิงเทคนิคและการคิดเชิงตรรกะ (Knowledge: K) เป็นการประยุกต์ใช้พุทธิพิสัยเพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความเข้าใจในกลไกการทำงานของเครื่องยนต์อย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นที่ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีสู่กระบวนการ คาดการณ์สาเหตุ การประเมินในส่วนนี้จึงก้าวข้ามการทดสอบความจำแบบเดิม สู่การวัดทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลทางเทคนิคเพื่อรองรับการตัดสินใจในสถานการณ์เครื่องยนต์ขัดข้อง

2. ด้านทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นระบบ (Skill: S) เป็นการประยุกต์ใช้ทักษะพิสัยผ่านกระบวนการตรวจสอบที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยเน้นความแม่นยำในการเลือกใช้เครื่องมือพิเศษและการแปลผลค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิค การประเมินผลจะเน้นความสำคัญของ กระบวนการปฏิบัติงานควบคู่ไปกับความสำเร็จของงานเพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะการระบุจุดบกพร่องที่รวดเร็วและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

3. ด้านคุณลักษณะวิชาชีพและความปลอดภัย (Attribute: A) เป็นการประยุกต์ใช้จิตพิสัยโดยบูรณาการพฤติกรรมบ่งชี้ด้านวินัย ความละเอียดรอบคอบ และความตระหนักด้านความปลอดภัยตามมาตรฐาน OSHA และ ASE เข้าเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะวิชาชีพ การวัดผลในส่วนนี้ช่วยให้เห็นถึงความพร้อมของผู้เรียนในด้านจรรยาบรรณและการจัดการความเสี่ยงในโรงฝึกงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและความน่าเชื่อถือในการทำงาน



ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

การพัฒนาและประยุกต์ใช้คลังข้อสอบมาตรฐาน (Standardized Item Bank Development) จากการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบความรู้ พบว่าข้อสอบทั้ง 40 ข้อมีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทุกข้อรายการ ผู้วิจัยจึงพิจารณาคงข้อสอบไว้ทั้งหมดเพื่อรักษาความครอบคลุมของเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่นสูงสุด ดังนั้น ในการวิจัยหรือการนำไปใช้ครั้งต่อไป สถานศึกษาหรือครูผู้สอนสามารถนำเครื่องมือชุดนี้ไปพัฒนาเป็น คลังข้อสอบ (Item Bank) โดยสามารถเลือกข้อสอบมาจัดชุดใหม่ให้สอดคล้องกับข้อจำกัดด้านเวลาในการสอบในแต่ละบริบท

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การยกระดับความตรงเชิงโครงสร้างสู่มาตรฐานสากล (Enhancing Structural Validity) เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและทดลองใช้เครื่องมือในกลุ่มตัวอย่างจำกัด ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการขยายขนาดกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขวางและครอบคลุมบริบทสถานศึกษาที่หลากหลายมากขึ้น ควรเพิ่มผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น ควรมีการหาค่า Inter-Rater Reliability เมื่อมีการใช้ผู้ประเมินหลายคน ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) อันจะเป็นการเสริมสร้างความเชื่อมั่นด้านความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของสมรรถนะทั้ง 5 มิติ ให้มีความชัดเจน และมีความเป็นสากลตามหลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 10. สุวีริยาสาส์น.

ประสิทธิ์ พงษ์ศิริและคณะ. (2563). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องยนต์เล็กสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา. *วารสารวิชาการครุอาชีวศึกษา*, *4*(2), 45-56.

พิเชษฐ์ มณีวงษ์. (2562). การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลตามฐานสมรรถนะรายวิชาเครื่องยนต์เล็ก. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, *7*(2), 89-102.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David McKay.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.

Hodge, S. (2014). *Interpreting vocational education and training: Classifications and practices*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27209-2

Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. Routledge.

Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook II: Affective domain*. David McKay.

Mulder, M. (Ed.). (2017). *Competence-based vocational and professional education: Bridging the worlds of work and education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4

Stiggins, R. J., & Chappuis, J. (2012). *An introduction to student-involved assessment for learning.* 6th ed. Pearson.

Sullivan, R. (2005). *The competency-based approach to training*. McGraw-Hill Education.