ตัวบ่งชี้และกลุ่มโปรไฟล์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์

Indicators and Profile Groups of Readiness in Using Virtual Laboratory of Science Teacher

กัญญ์รวี บ่อสุวรรณ*[1] ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ[2] สิวะโชติ ศรีสุทธิยากร[3]
Kanrawee Bosuwan*[1] Duangkamol Traiwichitkhun[2] Siwachoat Srisuttiyakorn[3]

6380006027@student.chula.ac.th*

ส่งบทความ 22 พฤษภาคม 2567 แก้ไข 18 มิถุนายน 2567 ตอบรับ 22 มิถุนายน 2567
Received: May,22 2024 Revised: June,18 2024 Accepted:: June,22 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และ2) เพื่อจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน โดยวิธีการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 ท่าน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างวิจัยเป็นครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม.) ในเขตภาคกลาง จำนวน 144 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน โดยใช้แบบสอบถาม ตรวจคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงแบบพหุมิติ (Omega=.971-.984) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus เวอร์ชั่น 7.3

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ 1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK 2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และ3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน โดยสร้างเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ แบบลิเคิร์ท ตั้งแต่ 1 - 5 (ไม่เห็นด้วยน้อยที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด) จำนวน 42 ข้อ

2. ผลการจัดกลุ่มครูตามโปรไฟล์ ครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยม เขตภาคกลาง ตามความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกครูได้เป็น 3 กลุ่ม (VLMR =219.881, p=0.0965) และ (AIC =2,628.070, BIC=2,740.923 , Adjusted BIC=2,620.681, และค่า Entropy = 0.931) จำแนกกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มโปรไฟล์ ได้แก่ กลุ่ม 1 คือ กลุ่มครูที่ขาดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน (ร้อยละ 14.58) กลุ่ม 2 คือ กลุ่มครูที่ขาดความรู้ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน (ร้อยละ 50.69) และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มครูที่มีความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน (ร้อยละ 34.72)

คำสำคัญ: ความพร้อมครูวิทยาศาสตร์, ห้องปฏิบัติการเสมือน, การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)
[1] นิสิตปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2-3] อาจารย์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1] Student in Master of Methodology for Innovation Development in Education Faculty of Education Chulalongkorn University
[2-3] Lecturer in Department of Educational Research and Psychology Faculty of Education Chulalongkorn University

Abstract

The purposes of this research were 1) to synthesize the indicators of readiness in using virtual laboratory of science teachers and 2) to analyze a latent profile of readiness in using virtual laboratory of science teachers. This research studies on two stages by interview the virtual technology and science education specialists, with a total of eight persons. The sample group was high school teachers, Central region across Thailand, with a total of 144 teachers, two-stage random sampling. Data were collected by using semi-structure interview and readiness assessment in using virtual laboratory of science teachers' questionnaire. This study examines the quality of measures in terms of their content validity and reliability (Omega=.971-.984). The data were analyzed using latent profile analysis with Mplus Version 7.3 programming.

The research revealed the following findings:

1. The readiness assessment in using virtual laboratory of science teachers' questionnaire is a 5-point rating scale, Likert type ranging from 1(Strongly disagree) to 5(Strongly agree) of 42 items comprising of three indicators in terms of TPACK competency, technology using attitude and Virtual laboratory resources.

2. Latent profile analysis of readiness in using virtual laboratory of science teachers can be classified into 3 classes (VLMR =219.881, p=0.0965, AIC =2,628.070, BIC=2,740.923, Adjusted BIC=2,620.681, and Entropy = 0.931): Class 1 Teacher lacking of readiness in using virtual laboratory (14.58%), Class 2 Teacher lacking of knowledge and skill in using virtual laboratory (50.69%), and Class 3 Teacher having readiness in using virtual laboratory (34.72%).

Keyword: Teacher Readiness, Virtual Laboratory, Latent Profile Analysis

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ยุคแห่งความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) บริบทการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงได้เปลี่ยนแปลงไป มีองค์ความรู้ใหม่ เครื่องมือและอุปกรณ์ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนามากขึ้น ดังนั้น การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรได้รับการปรับปรุงเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการสอนมากยิ่งขึ้น โดยครูจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถ และทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เลือกใช้เทคโนโลยีผสมผสานให้เข้ากับหลักสูตร เนื้อหา และสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 รวมทั้ง ในสถานการณ์วิกฤตของทั่วโลกจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ยังเป็นปัจจัยเร่งด่วนที่ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ทางการศึกษามีความสนใจในการศึกษาแนวทางการใช้เทคโนโลยีในการจัดการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

สภาพปัจจุบันของการใช้เทคโนโลยีในการสอน และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศมีหลายรูปแบบ ได้แก่ อินเทอร์เน็ต วิดีโอ สภาวะจำลอง (simulations) ห้องปฏิบัติการเสมือน (virtual laboratory) เทคโนโลยีเสมือนจริงรูปแบบ augmented reality (AR) และ virtual reality (VR) เป็นต้น โดยเทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำมาใช้สนับสนุน

การเรียนการสอนเพื่อเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัย และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่มีความยาก และซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปใช้ในการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะ(inquiry instructional style) หรือการใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based instructional styles) ส่งเสริมการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก (active Learning) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ โดยครูจะใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการคิดออกแบบการทดลอง ทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนานวัตกรรม และความสามารถในการสื่อสาร (Kuehne, 2020)

ผลการศึกษาที่ผ่านมาด้านห้องปฏิบัติการเสมือนในต่างประเทศส่วนใหญ่เน้นการพัฒนาการศึกษาบริบทศตวรรษที่ 21 ได้มีการพัฒนากระบวนทัศน์การทดลองระยะไกล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลแบบเสมือน การพัฒนาสื่อการสอน งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการศึกษาการใช้เทคโนโลยีของนักเรียน ส่วนการศึกษาความพร้อมของครูในการใช้เทคโนโลยีจัดการเรียนการสอนยังมีจำนวนน้อย (Zimmer, 2021) สภาพปัจจุบันครูยังรู้สึกว่าไม่ได้รับการเตรียมความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีอย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ โดยครูควรมีความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีในหลายด้านที่สำคัญ เช่น ความรู้ทางเทคนิค ทัศนคติทางเทคนิค ทักษะทางเทคนิค และอุปนิสัยทางเทคนิค เป็นต้น ครูจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ดังนั้น ครูจึงควรได้รับการเตรียมความพร้อมด้านความรู้ความสามารถ ทักษะ และปัจจัยสนับสนุน เพื่อให้ครูมีความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน และจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Waghmode et al., 2023; Howard et al., 2021)

สำหรับในประเทศไทยได้มีการสำรวจสภาพปัจจุบันของการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติ โดยใช้บทเรียนการทดลองในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลการสำรวจโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยยังพบปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานของนักเรียนไม่เพียงพอ ขาดความพร้อมของห้องปฏิบัติการ และเนื้อหาวิชาเข้าใจยาก (อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์, 2560) ซึ่งปัญหานี้ในปัจจุบันได้มีการใช้เทคโนโลยีการจำลองสภาพแวดล้อมให้เสมือนอยู่ในห้องปฏิบัติการ เรียกว่า ห้องปฏิบัติการเสมือน (virtual laboratory) ช่วยเพิ่มโอกาสการเข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีความปลอดภัย (พินันทา ฉัตรวัฒนา และดารอวี มานตรี, 2562) โดยมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการจริง งานวิจัยส่วนใหญ่ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อการสอน แนวทางการจัดการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร และคณะ, 2566) โดยยังมีงานวิจัยจำนวนไม่มากที่ศึกษาด้านความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน การศึกษาตัวแปร หรือตัวบ่งชี้ การจำแนกบุคคลตามกลุ่มจึงควรเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล

งานวิจัยที่ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปร และมีคุณลักษณะในหลายด้าน การจำแนกบุคคลตามกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis) หรือ LPA ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (multivariate statistical analysis) ประเภทโมเดลการวัด และการแบ่งโครงสร้าง ตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ ใช้ในการวิเคราะห์กลุ่มแฝงที่ไม่สามารถสังเกตได้ซึ่งอยู่เบื้องหลังตัวแปรสังเกตได้ ตามคุณลักษณะที่แตกต่างกันรายบุคคล และจำแนกบุคคลตามลักษณะภายในกลุ่มย่อยที่เหมือนกัน (person-centered method) โดยพิจารณาความน่าจะเป็นที่จะอยู่ในกลุ่ม (Wang et al., 2021) ในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ ชุมชน พฤติกรรม และวิทยาศาสตร์สุขภาพ งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ศึกษาการจัดกลุ่มครูตามความสามารถทางเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ในการเรียนการสอน ความสามารถทางภาษา และการเตรียมความพร้อมของครูก่อนประจำการ โดยมีงานวิจัยจำนวนน้อยที่ใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงในการศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน และการจัดกลุ่มครูตามความพร้อม (Scherer et al., 2021; Spurk, 2020; Holopainen, 2020)

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงบรรยาย (descriptive research) ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนยังมีจำนวนน้อย และผลการวิจัย

ที่ได้ยังไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยด้านนักเรียน การศึกษาประสิทธิภาพการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน และการสำรวจสภาพทั่วไปของการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ผู้วิจัยจึงศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก มีข้อมูลครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้สร้างเครื่องมือในการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง เครื่องมือมีข้อคำถามที่ใช้ในการวัดแบบพหุมิติ การวัดส่วนประกอบในหลายคุณลักษณะ จึงใช้การประมาณค่าความเที่ยงแบบพหุมิติ (multidimensional reliability) ทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยทำให้ทราบถึงตัวแปรที่มีตัวบ่งชี้ คุณลักษณะในหลายด้าน และการจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ซึ่งเป็นประโยชน์ทำให้ทราบว่าครูวิทยาศาสตร์ มีความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นอย่างไร และนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อม แนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาที่มีความเฉพาะของกลุ่มได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

จากที่ได้กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนในการสอน พบว่าตัวแปรความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นตัวแปรที่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย การกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาตัวแปร และตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อม การบรรยายคุณลักษณะครูตามกลุ่มโปรไฟล์ วิธีวิเคราะห์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล และคำถามที่ใช้ในการวิจัยมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากการจำแนกครูตามกลุ่มที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานโยบาย การเตรียมความพร้อมของครู และการพัฒนาแนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาที่มีความเฉพาะของกลุ่ม รวมทั้ง การสร้างองค์ความรู้ในการเตรียมความพร้อมการใช้เทคโนโลยีเสมือนและห้องปฏิบัติการเสมือนในการสอนวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์

2. เพื่อจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน โดยวิธีการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis)

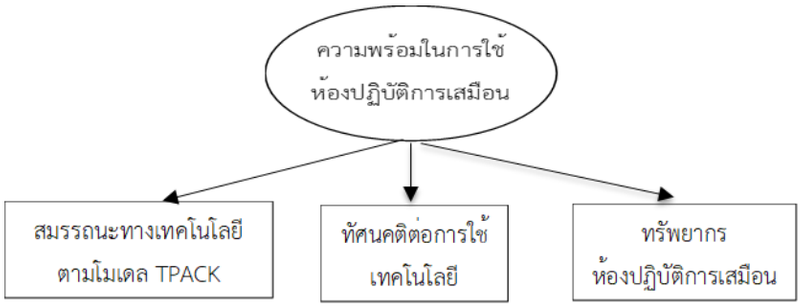
ขอบเขตการวิจัย

1. การศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์เป็นวิจัยเชิงบรรยาย (descriptive research) แบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเสมือน และการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักวิชาการ และกลุ่มปฏิบัติการสอน คัดเลือกตามเกณฑ์คุณสมบัติด้านความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ผลงาน หรือการรับรางวัลด้านเทคโนโลยี เทคโนโลยีเสมือน ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ประชากรที่ศึกษา คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา(สพม.) ในภาคกลาง

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ด้านความพร้อมของครู ซึ่งตัวแปรความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นตัวแปรที่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย การกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ยังไม่ชัดเจน จึงนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย สังเคราะห์ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พัฒนาตัวบ่งชี้และกรอบแนวคิดการวิจัยการศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนที่สามารถวัดได้อย่างครอบคลุม มีคุณภาพเพื่อให้ได้เครื่องมือวิจัยที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3. กรอบแนวคิดในการวิจัยศึกษาจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง คือ ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน สมรรถนะทางเทคโนโลยี ตามโมเดล TPACK ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี (Scherer et al., 2021) และทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (Wang et al., 2021) ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยโมเดลการวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเสมือน และการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 8 ท่าน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักวิชาการ เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ เป็นอาจารย์ หรือนักวิชาการที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเสมือน และการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน และกลุ่มปฏิบัติการสอน เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ เป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา และปรับแก้เครื่องมือวิจัยตามคำแนะนำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ในขั้นตอนที่ 1 มาสังเคราะห์และนำเสนอข้อมูลโดยวิธีการบรรยาย

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความแตกต่างด้านความพร้อมของครู การจำแนกกลุ่มตามความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครู ลักษณะความพร้อมแต่ละกลุ่ม สร้างเครื่องมือที่ใช้วัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ จากตัวบ่งชี้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 1 สร้างข้อคำถามมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) โดยนำนิยาม

ตัวแปร นำไปใช้ในการกำหนดประเด็นคำถาม และข้อคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการวิจัย

ประชากรและตัวอย่างวิจัย

ประชากรวิจัย คือ ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม.) เป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในเขตภาคกลาง ทั้งหมด 8,239 คน

ตัวอย่างวิจัย คือ ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม.) เป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในเขตภาคกลาง จำนวน 144 คน โดยกำหนดการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (probability sampling) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (two-stage random sampling) ในขั้นตอนที่ 1 กำหนดหน่วยการสุ่มคือโรงเรียน แบ่งเป็นโรงเรียนตามขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง จากนั้นสุ่มโรงเรียนจากทั้ง 3 กลุ่ม ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหน่วยการสุ่มคือครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนประชากรได้มาจากการวิเคราะห์ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Study) ค่าอำนาจการทดสอบสมมติฐานที่มีใกล้เคียง 0.80 (Park et al., 2018; Muthén et al., 2002) ได้ตัวอย่างขั้นต่ำสำหรับการศึกษา 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวบ่งชี้ ประเด็นคำถาม ตามคุณลักษณะที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนตามการรับรู้ของครู สังเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพในขั้นตอนที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 1 ปรับปรุงและพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) เครื่องมือที่สร้างขึ้นนำไปตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ตรวจสอบหาค่าดัชนี IOC (Item objective congruence) ใช้เกณฑ์พิจารณาค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 เนื่องจาก IOC ที่มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงถึงข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับโครงสร้างเนื้อหาที่ต้องการวัด นำไปทดลองใช้ (try out) กับครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 43 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและตรวจสอบความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายใน (internal consistency of reliability) โดยวิธีการประมาณค่าความเที่ยงแบบพหุมิติ (multidimensional reliability) ค่าสัมประสิทธิ์โอเมก้า (Omega coefficient) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R หากมีการวัดแบบพหุมิติ การวัดส่วนประกอบในหลายคุณลักษณะ การใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคจะให้ค่าประมาณที่ต่ำกว่าปกติ ซึ่งการใช้ค่าสัมประสิทธิ์โอเมก้าจะทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น (วิภาวรรณ มักขุนทด, 2558)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยง ดังนี้

1) การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด ประเมินด้วยการหาค่าดัชนี IOC พบว่า ข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 55 ข้อ มีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.50 จำนวน 42 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด พบว่าข้อคำถามทุกข้ออยู่ในระดับที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ได้

2) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของข้อคำถามที่ใช้ในการวัดด้านต่าง ๆ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตัวอย่างข้อคำถาม คือ 1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK เช่น ครูสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการสอนตามเนื้อหาบทเรียน ครูสามารถสอนบทเรียนโดยผสมผสานเนื้อหาบทเรียน เทคโนโลยี และวิธีการสอนอย่างเหมาะสม และครูรู้แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือน หรือห้องปฏิบัติการเสมือน เช่น Phet Colorado และ free web ต่าง ๆ เป็นต้น 2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี เช่น ครูเปิดใจ เต็มใจ และยินดีที่ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนช่วยในการสอน และครูมีความสนใจอยากรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือน และศึกษา อบรมเพิ่มเติม เป็นต้น และ 3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน เช่น ครูค้นคว้า สืบค้น และจัดเก็บ แหล่งสื่อเทคโนโลยีเสมือนที่ใช้ในการสอน

ครูสามารถเข้าถึง หรือใช้งานอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการสอนแบบเสมือน และครูมีระบบ หรือโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอนแบบเสมือน เป็นต้น ข้อคำถามนำมาตรวจสอบด้านความเที่ยงโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์โอเมก้า มีค่าดังนี้

2.1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK จำนวน 15 ข้อ Omega=.981 ประกอบด้วยมิติการวัดด้านต่าง ๆ คือ ความรู้ทางเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา (TPCK) Omega=.910 ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน Omega=.983 และทักษะด้านระบบและซอฟต์แวร์ Omega=.988

2.2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี จำนวน 15 ข้อ Omega=.971 ประกอบด้วยมิติการวัดในด้านต่างๆ คือ ความเต็มใจและการยอมรับการใช้เทคโนโลยี Omega=.975 ความสนใจ แรงจูงใจและความกระตือรือร้น Omega=.923 และการรับรู้ตัวตนในการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน Omega = .951

2.3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือนจำนวน 12 ข้อ Omega=.984 ประกอบด้วยมิติการวัดในด้านต่าง ๆ คือ ฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีเสมือน Omega= .928 ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์และเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับต้องได้ Omega=.971 และซอฟต์แวร์ ระบบหรือโปรแกรม Omega=.978

เครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ผ่านเกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายในอย่างน้อย 0.70 (Stensen, 2022) ข้อคำถามทุกข้ออยู่ในระดับที่เหมาะสม ทุกข้อคำถามมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้เพื่อวัดระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมในระยะที่ 2 โดยติดต่อกับทางโรงเรียนเพื่อขออนุญาตให้เป็นผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ โดยส่งหนังสือขออนุญาตและขอความร่วมมือเก็บข้อมูลกับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัยด้านความเที่ยง (reliability) ด้วยวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์โอเมก้า (Omega coefficient) และการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis, LPA)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (LPA) เพื่อวัดระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์และการจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ระบุจำนวนกลุ่มแฝงที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสถิติ คือ ค่า AIC, BIC, และ adjusted BIC ซึ่งแต่ละควรจะมีค่าที่น้อย เข้าใกล้ 0 แสดงถึงความเหมาะสมของโมเดล ค่า VLMR เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมกับโมเดลที่สุด โดยดูที่ค่า p-value น้อยกว่า .05 แสดงว่าโมเดลที่มีจำนวนกลุ่มแฝงมากกว่าเป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมมากกว่าโมเดลที่มีจำนวนกลุ่มแฝงต่ำกว่า (Wang et al., 2021) และค่า Entropy เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความถูกต้องของการจัดบุคคลเข้ากลุ่มแฝง มีค่า 0 ถึง 1 หากโมเดลมีค่าเข้าใกล้ 1 (Dovel, 2020) โดยใช้โปรแกรม Mplus เวอร์ชั่น 7.3

ผลการวิจัย

1.ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ประกอบด้วยด้วยบ่งชี้ 3 ด้าน คือ 1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK 2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และ 3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน โดยมีรายละเอียดตามนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวบ่งชี้ ดังนี้

1) **สมรรถนะทางเทคโนโลยี ตามโมเดล** TPACK หมายถึง หมายถึง ความรู้ความสามารถ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน ซึ่งตามโมเดล Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) โดยพิจารณาคุณลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา

(TPCK) ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน และทักษะด้านระบบและซอฟต์แวร์ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถใช้เทคโนโลยีในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

1.1) ความรู้ทางเทคโนโลยีการสอนและเนื้อหา (TPCK) หมายถึง ความรู้ในการผสมผสานการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ศาสตร์การสอน และเนื้อหาวิชา เพื่อจัดการเรียนการสอน ประสิทธิภาพการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มากใช้เวลาน้อย

1.2) ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน โปรแกรม แอพพลิเคชั่น เว็บไซต์ ต่างๆ รู้แหล่งข้อมูล ออกแบบและใช้งาน รวมทั้งการเผยแพร่เทคโนโลยีเสมือนห้องปฏิบัติการเสมือน

1.3) ทักษะด้านระบบ และซอฟต์แวร์ หมายถึง ความรู้ ทักษะ ความสามารถด้านระบบ และซอฟต์แวร์ การสร้างสื่อเสมือน การใช้งาน การคัดเลือก และการแก้ปัญหาในเบื้องต้น

2) **ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี** หมายถึง ทัศนคติที่มีต่อการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนในการสอนตามแนวคิดการยอมรับการใช้เทคโนโลยี (Technology Acceptance Model, TAM) โดยพิจารณาคุณลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่ ความเต็มใจและการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ความสนใจ แรงจูงใจและความกระตือรือร้น และการรับรู้ตัวตนในการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน โดยแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

2.1) ความเต็มใจและการยอมรับการใช้เทคโนโลยี หมายถึง ความเชื่อมั่นว่าใช้งานได้ มีประโยชน์ ง่ายต่อการใช้งานด้วยความเต็มใจ และยินดี เปิดใจในการใช้งาน เรียนรู้ และพัฒนาศักยภาพในการสอน

2.2) ความสนใจ แรงจูงใจและความกระตือรือร้น หมายถึง ความสนใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือน มี แรงจูงใจในการใช้งานและมีความกระตือรือร้นในการใช้งานเพื่อประสิทธิภาพในการเรียนการสอน และการพัฒนาเรียน

2.3) การรับรู้ตัวตนในการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน หมายถึง การมีเป้าหมาย วัตถุประสงค์ในการสอน การประเมิน มอบหมายงาน การกระตุ้นการเรียนรู้ และการรับรู้การสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน

3) **ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน** หมายถึง ความพร้อมใช้งานในส่วนของทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือนที่ครูมีในการปฏิบัติงานการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือน ห้องปฏิบัติการเสมือน โดยเป็นความพร้อมใน 3 ด้าน ได้แก่ ฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีเสมือน ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์และเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับต้องได้ และ ซอฟต์แวร์ ระบบหรือโปรแกรม

3.1) ฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีเสมือน หมายถึง ฐานข้อมูล แหล่งข้อมูลที่ได้ค้นคว้า การได้รับการแนะนำการใช้งานตามนโยบาย มีการจัดเก็บ สื่อ แอพพลิเคชั่น เว็บไซต์ และโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือน ห้องปฏิบัติการเสมือน

3.2) ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์และเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับต้องได้ หมายถึง อุปกรณ์และเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับต้องได้ การเข้าถึง ใช้งาน ความเพียงพอของอุปกรณ์ ตรงต่อการใช้งาน รวมทั้งการดูแลรักษา

3.3) ซอฟต์แวร์ ระบบหรือโปรแกรม หมายถึง ระบบ หรือโปรแกรมต่างๆ ที่ไม่สามารถจับต้องได้ เรียนรู้เข้าใจได้ การเข้าถึง การใช้งานได้ และตรงกับการใช้งาน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน

ตัวบ่งชี้ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน	Valck, 2007	Eslaninejad et	Tondeur, 2017	Purwoko,2018	Budai, 2018	Awonbemlla	Scherer, 2021	Sailer, 2021	Moofun, 2017	ผู้เชี่ยวชาญ (8)	ความถี่
1. สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK											
1.1ความรู้ทางเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา (TPCK)			✓				✓			✓ (4)	3
1.2 ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน				✓	✓					✓ (5)	3
1.3 ทักษะด้านระบบและซอฟต์แวร์	✓	✓			✓					✓ (5)	4
2. ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี											
2.1 ความเต็มใจ และการยอมรับการใช้เทคโนโลยี		✓	✓							✓ (6)	3
2.2 ความสนใจ แรงจูงใจและความกระตือรือร้น			✓	✓		✓				✓ (2)	4
2.3 การรับรู้ตัวตนในการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือน							✓			✓ (2)	2
3. ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน											
3.1 ฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีเสมือน										✓ (4)	1
3.2 ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์และเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับต้องได้								✓	✓	✓ (5)	3
3.3 ซอฟต์แวร์ ระบบหรือโปรแกรม									✓	✓ (4)	2

3. การวิเคราะห์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis: LPA) ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK 2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และ 3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน โดยมีคุณลักษณะที่ใช้ในการวัด 9 รายการ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดล LPA ที่กำหนดจำนวนกลุ่มแฝง 2, 3, 4, 5 และ 6 กลุ่ม เพื่อวิเคราะห์โมเดล LPA ที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูล พบว่า โมเดลที่แบ่งกลุ่มโปรไฟล์ครูเป็นจำนวน 3 กลุ่มมีความเหมาะสมให้ข้อมูลสารสนเทศมากที่สุด (VLMR =219.881, p=0.0965) และเมื่อพิจารณาค่า AIC, BIC และ Adjusted BIC พบว่าโมเดล LPA ที่มีโปรไฟล์แฝง 3 กลุ่ม มีค่าน้อยกว่าโมเดล LPA ที่มีโปรไฟล์แฝง 2 กลุ่ม และยังพบว่าโมเดลที่มีโปรไฟล์แฝง 3 กลุ่ม มีค่า Entropy = 0.931 ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดล LPA ที่มีโปรไฟล์แฝง 3 กลุ่ม นำมาใช้อธิบายคุณลักษณะกลุ่มย่อย (subgroups) ของครูวิทยาศาสตร์ตามความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (latent profile analysis)

Model	AIC	BIC	adjusted BIC	VLMR	BLRT(p)	Entropy
One profile	3313.561	3367.018	3310.061	-	-	-
Two profile	2827.951	2911.105	2822.506	505.611, *p*=0.0000	<.0001	0.989
Three profile	2628.070	2740.923	2620.681	219.881, *p*=0.0965	<.0001	0.931
Four profile	2579.103	2721.654	2569.77	68.967, p=0.0628	<.0001	0.915
Five profile	2515.819	2688.068	2504.541	83.285, p=0.5640	<.0001	0.927

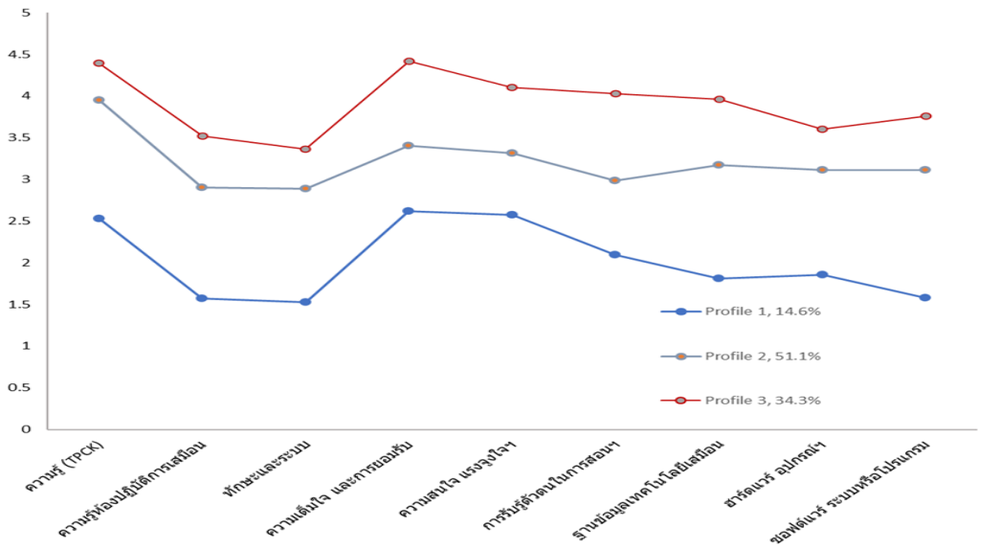
หมายเหตุ AIC =Akaike's Information Criterion, BIC = Bayesian Information Criterion, aBIC= Sample size-adjusted BIC, VLMR = VUONG-LO-MENDELL-RUBIN likelihood ratio test, p(BLRT)= p-Value 0f Parametric Bootstrapped likelihood-ratio test.

จากผลการวิเคราะห์โปรไฟล์ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ด้วยค่าประมาณความน่าจะเป็นของการพบลักษณะความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละโปรไฟล์แฝง ตามภาพที่ 1 โดยสามารถจำแนกกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ ตามกลุ่มโปรไฟล์ ดังนี้

กลุ่ม 1 "ครูที่ขาดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน" เป็นกลุ่มที่ครูมีสมรรถนะทางเทคโนโลยี ตามโมเดล TPACK ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ และระดับต่ำ (น้อยกว่าปกติ) เป็นกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มน้อยที่สุด มีครูจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 14.58

กลุ่ม 2 "ครูที่ขาดความรู้ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน" เป็นกลุ่มครูที่มีทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือนปานกลางค่อนข้างสูง แต่ขาดสมรรถนะทางเทคโนโลยี ตามโมเดล TPACK ด้านความรู้ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ เป็นกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มระดับมากที่สุด มีครูจำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 50.69

กลุ่มที่ 3 "ครูที่มีความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน" เป็นกลุ่มที่ครูมีสมรรถนะทางเทคโนโลยี ตามโมเดล TPACK และทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง และปานกลางค่อนข้างสูง รวมทั้งทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือนระดับปานกลางค่อนข้างสูง เป็นกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกในกลุ่ม มีครูจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 34.72



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มโปรไฟล์

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาเครื่องมือ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก มีรายละเอียดในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยทำให้ทราบถึงข้อมูลตัวแปรที่มีองค์ประกอบ หรือตัวบ่งชี้ในหลายด้าน เพื่อใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และจัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อม ข้อมูลที่ได้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านนโยบาย การเตรียมความพร้อม แนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาที่มีความเฉพาะของกลุ่มได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น (Howard et al., 2021)

การศึกษาห้องปฏิบัติการเสมือน งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการศึกษาการใช้เทคโนโลยีของนักเรียน ส่วนในด้านการศึกษาผลของครูที่มีต่อการสอนด้วยเทคโนโลยียังมีจำนวนน้อย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อความก้าวหน้าในงานวิจัยการใช้เทคโนโลยีของครู การเตรียมความพร้อมและการส่งเสริมการสอน (Zimmer, 2021) จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนในการสอน พบว่า ตัวแปรความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นตัวแปรที่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย การกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครู สังเคราะห์ตัวบ่งชี้จากเอกสาร งานวิจัยร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จัดกลุ่มครูตามลักษณะความพร้อม การบรรยายคุณลักษณะครูตามกลุ่มโปรไฟล์ โดยใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง วิธีวิเคราะห์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล และคำถามที่ใช้ในการวิจัยมากยิ่งขึ้น

การศึกษาความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ มีการสร้างข้อคำถามที่ใช้ในการวัดแบบพหุมิติ การวัดส่วนประกอบในหลายคุณลักษณะ ซึ่งค้นพบความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนมีองค์ประกอบใน 3 ด้าน คือ 1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีตามโมเดล TPACK 2) ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี และ 3) ทรัพยากรห้องปฏิบัติการเสมือน โดยจำแนกกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มโปรไฟล์ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 คือ กลุ่มครูที่ขาดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน กลุ่ม 2 คือ กลุ่มครูที่ขาดความรู้ และทักษะในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มครูที่มีความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Scherer et al. (2021) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความพร้อมของครู จัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อม แบ่งเป็น 3 โปรไฟล์ คือ กลุ่มต่ำ กลุ่มไม่สม่ำเสมอ และ

กลุ่มสูง โดยครูอยู่ในโปรไฟล์กลุ่มที่ไม่สม่ำเสมอมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันโดยงานวิจัยนี้มีตัวบ่งชี้ความพร้อมของครูใน 3 ด้านคือ 1) การรับรู้ความสามารถตามโมเดล TPACK 2) การรับรู้ตัวตนในการสอนออนไลน์ และ 3) การรับรู้การสนับสนุนจากสถาบัน ดังนั้น ความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ที่มีโปรไฟล์ต่างกันสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาด้านการใช้เทคโนโลยีเสมือนในการสอนวิทยาศาสตร์ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะได้ทราบถึงความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน องค์ประกอบที่ใช้ในการเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านนโยบายการเตรียมความพร้อม แนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาที่ตรงกับลักษณะเฉพาะของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1.ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.1 ผลการวิจัยที่ได้เป็นข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อครูในการเตรียมความพร้อมทางการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีห้องปฏิบัติการเสมือน และทราบถึงองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ด้านความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ซึ่งทำให้ครูนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมให้มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้มากยิ่งขึ้น

1.2 ผลการวิจัยที่ได้เป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารสถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางแผนเชิงนโยบายในการส่งเสริมความพร้อมการใช้การใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนที่เหมาะสมตามระดับความพร้อมของกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ข้อคำถามและแบบวัดความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และตัวบ่งชี้ นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเกี่ยวกับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ ระดับความพร้อมและลักษณะความพร้อมของครู สำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษา รวมทั้งข้อมูลที่ได้จัดกลุ่มครูตามระดับความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน สามารถนำมาใช้ประกอบการนำเสนอแนวทางการส่งเสริมความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มโปรไฟล์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งต่อไปควรศึกษาผลของความพร้อมในการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มโปรไฟล์ที่มีต่อการพัฒนาครู การส่งเสริมความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ การเตรียมความพร้อมทางการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีเสมือน ห้องปฏิบัติการเสมือน แนวทางการส่งเสริมความพร้อมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนของครูวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนห้องปฏิบัติการเสมือน เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น

.....

เอกสารอ้างอิง

พินันทา ฉัตรวัฒนา, และดารอวี มานตรี. (2562).สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*, 18(1), 220-230. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/172034

วิภาวรรณ มักขุนทด.(2558). *อิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างมิติและวิธีประมาณค่าความเที่ยงที่มีต่อค่าความเที่ยงแบบพหุมิติ ความแม่นยำ และความถูกต้องของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/51082

ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร, สุชาติ แสนพิช, และภูมิ เจือศิริภักดี. (2566). เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อการสอนปฏิบัติการด้านการพิมพ์สามมิติ, *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช* 3(2), 21-35.

https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/stouscitech/article/view/251802

อัญชนา กลิ่นเทียน และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์. (2560). การสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น, *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 11(ฉบับพิเศษ), 147-162. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/view/116517

Dovel, J. (2020). *Using latent profiles of personality to predict facets of organizational citizenship behavior* [Master's Thesis, Bowling Green State University]. ProQuest Dissertations and Theses database.

Holopainen, L., Hoang, N., Koch, A., & Kofler, Doris. (2020). Latent profile analysis of students' reading development and the relation of cognitive variables to reading profiles. *Annals of Dyslexia*. 70(1), 94-114, https://doi.org/10.1007/s11881-020-00196-9

Howard, S., Tondeur, J., Siddiq, F., & Scherer, R. (2021). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141-158, https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1839543

Kuehne, T. (2020). *Science teacher perceptions toward digital simulations and virtual Labs as digital tools in the 7-12th science classroom* (28225665) [Doctoral dissertation, Ohio University]. ProQuest Dissertations and Theses database.

Muthén, L., & Muthén, B. (2002). How to Use a Monte Carlo Study to Decide on Sample Size and Determine Power. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 9 (4), 599-620, https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0904_8

Park J, Yu HT. (2018). Recommendations on the sample sizes for multilevel latent class models. *Ed ucational and Psychological Measurement*, 78(5), 737-761, https://doi.org/10.1177/0013164417719111

Scherer, R., Howard, S., Tondeur, J., & Siddiq, F. (2021). Profiling teachers' readiness for online teaching and learning in higher education: Who's Ready?. *Computers in Human Behavior*. 118, https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106675

Spurk, D., Hirschi, A., Wang, M., Valero, D., & Kauffeld, S. (2020). Latent profile analysis: a review and "how to" guide of its application within vocational behavior research. *Journal of Vocational Behavior*. 120,_https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103445

Stensen, K., & Lydersen, S. (2022). Internal consistency: from alpha to omega?. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 142 (12), https://doi.org/10.4045/tidsskr.22.0112

Zimmer, W., McTigue, E., & Matsuda, N. (2021). Development and validation of the teachers' digital learning identity survey. *International Journal of Educational Research*. 105(1), https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101717

Waghmode, M., Desai, & Awati, J. (2023). Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory. *Journal of Engineering Education Transformations*. 36, https://doi.org /10.16920/jeet/2023/v36is2/23020

Wang, Yan & Kim, Eunsook & Yi, Zhiyao. (2021). Robustness of latent profile analysis to measurement noninvariance between profiles. *Educational and Psychological Measurement.* 82(1), 5-28, https://doi.org/10.1177/0013164421997896