

การพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จันทรวา ราชเจริญ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: Chantewa.ra@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้บริการมากกว่า 15 เครื่อง ระบบจองเดิมใช้สมุดปฏิทินทำให้ผู้ใช้บริการไม่สะดวก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบจองใช้เครื่องมือและประเมินประสิทธิภาพตลอดจนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยประยุกต์ใช้กลุ่มโปรแกรม Google และ Zapier integration โดยสร้างเว็บไซต์ด้วย Google Sites รับข้อมูลผ่าน Google Form จัดเก็บใน Google Sheet และใช้ Zapier เชื่อมโยงข้อมูลไปแสดงผลบน Google Calendar อัตโนมัติใน 5 นาที ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงปริมาณ ซึ่งเก็บข้อมูล จากการจับเวลาในสถานการณ์จำลอง โดยผู้วิจัยและตัวแทนผู้ใช้งาน จำนวน 10 ครั้ง พบว่า ระบบออนไลน์ลดขั้นตอนการจองได้ร้อยละ 50 ลดระยะเวลาร้อยละ 75 ลดการใช้กระดาษร้อยละ 100 และเพิ่มช่องทางการเข้าถึงร้อยละ 200 ด้านประสิทธิภาพเชิงคุณภาพ ระบบได้ช่วยเปลี่ยนผ่านรูปแบบการให้บริการไปสู่ระบบบริการดิจิทัล ทำให้ผู้ใช้บริการจัดการการจองได้ด้วยตนเองตลอด 24 ชั่วโมง สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน 100 คน พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.53) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีคะแนนสูงสุด นอกจากนี้ ผลการใช้งานจริง 1 ปี (249 รายการ) พบผู้ใช้หลักคือนักศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 73.10) โดยเครื่องมือที่ถูกจองใช้งานสูงสุด ได้แก่ เครื่องปั่นเหวี่ยง 83 ครั้ง รองลงมาคือเครื่องอ่าน ปฏิทินยาบนไมโครเพลท 40 ครั้ง ส่วนตู้บ่มเพาะเชื้อ มีการจองใช้งานน้อยที่สุด 2 ครั้ง ซึ่งระบบนี้ช่วยอำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเวลา และรวบรวมสถิติการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สะดวก และรวดเร็วอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: ระบบจองเวลาห้องปฏิบัติการ, เครื่องมือวิทยาศาสตร์, การจองเวลาแบบออนไลน์, Google Workspace, Zapier Integration

Development of the Equipment Booking System for the Biology Laboratory, Phra Chom Klao Building, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

Chantewa Rachjaroen

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Lat Krabang, Bangkok 10520, Thailand

Corresponding author's e-mail: Chantewa.ra@kmitl.ac.th

Abstract

The Biology Laboratory at the Phra Chom Klao Building, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), provides over 15 scientific instruments for users. However, the traditional calendar-based reservation system caused inconvenience for users. Therefore, this research aims to develop an online reservation system and evaluate its efficiency as well as user satisfaction. The system was developed using Google Workspace and Zapier integration. A user interface was created via Google Sites, while reservation data was collected through Google Forms and stored in Google Sheets. Zapier was then used to automatically synchronize and display the data on Google Calendar within 5 minutes. A quantitative efficiency evaluation, based on time-tracking of 10 simulated scenarios by the researcher and user representatives, showed that the online system reduced reservation steps by 50%, decreased processing time by 75%, reduced paper usage by 100%, and increased access channels by 200%. Qualitatively, the system successfully transformed the traditional service into a digital model, allowing users to self-manage their reservations 24/7. A satisfaction survey of 100 users revealed that overall satisfaction was at the highest level ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.53), with usefulness and practical application receiving the highest scores. Furthermore, the results from one year of actual usage (249 reservations) showed that the primary users were undergraduate students (73.10%). The most frequently reserved instrument was the centrifuge (83 times), followed by the microplate reader (40 times), whereas the incubator had the lowest usage (2 times). In conclusion, this system effectively improves user convenience, enhances time management efficiency, and provides an accurate and fast method for collecting instrument usage statistics.

Keywords: Laboratory Booking System, Scientific Instruments, Online Booking, Google Workspace, Zapier Integration

บทนำ

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาถือเป็นรากฐานสำคัญในการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ การวิจัย และการสร้างนวัตกรรม (Ma, 2016) เช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่สนับสนุนการเรียนการสอนและมีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้บริการมากกว่า 15 รายการ อย่างไรก็ตาม จากการให้บริการที่ผ่านมาพบว่า ระบบจองเวลาใช้เครื่องมือแบบเดิมที่อาศัยการบันทึกผ่านสมุดปฏิทินประสบปัญหาสำคัญหลายประการ โดยเฉพาะปัญหาการจองคิวซ้ำซ้อนหรือเวลาเหลื่อมทับกัน ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการดูสมุดและข้อจำกัดเรื่องลายมือที่อ่านยาก ปัญหาดังกล่าวพบได้เฉลี่ย 1 - 2 ครั้งต่อเดือน โดยเฉพาะกับเครื่องมือที่มีความต้องการใช้งานสูงอย่างหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ส่งผลให้ผู้รับบริการต้องเสียเวลาเดินทางมาตรวจสอบคิวด้วยตนเองแต่กลับไม่สามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ ระบบเดิมยังก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองทรัพยากร โดยต้องใช้สมุดปฏิทินและกระดาษบันทึกข้อมูลรวมกว่า 15 เล่ม หรือ 700 แผ่นต่อปี ข้อจำกัดทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นถึงความไม่สะดวก ขั้นตอนที่ยุ่งยาก ความล่าช้าในการตรวจสอบสถานะ และรูปแบบที่ไม่สอดคล้องกับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Khazri et al. (2019) ที่ระบุว่าการจัดการตารางเวลาที่ขาดประสิทธิภาพจะส่งผลโดยตรงต่อการลดสมรรถนะการใช้ทรัพยากรและเพิ่มระยะเวลาการรอคอยโดยไม่จำเป็น

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การนำแนวคิดเรื่องการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information Management) และห้องปฏิบัติการดิจิทัล (Digital Laboratory) มาประยุกต์ใช้ จึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์ (Human Error) และช่วยให้จัดเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่เริ่มปรับเปลี่ยนสู่บริการดิจิทัล (Digital Service) โดยการพัฒนาเว็บจองออนไลน์เพื่อเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน เช่น การพัฒนาระบบจองด้วยภาษาโปรแกรม PHP และฐานข้อมูล MySQL (ไพรัตน์ ปัญญาธิรัตน์, 2566) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบในลักษณะดังกล่าวมักอาศัยทักษะการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนและการดูแลรักษาเครื่องแม่ข่ายอย่างต่อเนื่อง จึงนำไปสู่การประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยี Low-code/No-code ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนให้บุคลากรสายสนับสนุนสามารถพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R) ได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับการศึกษาของ ขนิษฐกุล คุณเมือง (2568) ที่ใช้เครื่องมือ AppSheet ในการจัดการยืม-คืนอุปกรณ์ หรือการใช้กลุ่มโปรแกรมประยุกต์ของ Google ร่วมกับโปรแกรมเชื่อมต่อข้อมูลอัตโนมัติ (Zapier Integration) ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการทำงานและสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้บริการ (จรรยา ชื่นอารมณ์, 2562) แนวทางเหล่านี้นอกจากจะเป็นแนวทางที่ประหยัดงบประมาณและทำได้จริงแล้ว ยังสอดคล้องกับนโยบายการก้าวสู่การเป็นสถาบันดิจิทัลของ สจล. อีกด้วย (สุชาติตา แดงอินทวัฒน์, 2566)

จากปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้ศึกษาในฐานะนักวิทยาศาสตร์ที่รับผิดชอบการดูแลห้องปฏิบัติการ จึงได้นำวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) มาเป็นกรอบในการพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ Google Sites โดยเชื่อมต่อการทำงานของ Google Form, Sheet, Calendar และ Zapier แบบ Asynchronous Data Pipeline ควบคู่ไปกับการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ มาใช้ในการวัดผลการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือที่สามารถประมวลผลและแสดงผลอัตโนมัติ 2) ประเมินประสิทธิภาพในการทำงานเปรียบเทียบกับระบบสมุดปฏิทินแบบเดิม และ 3) ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานจริง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพการให้บริการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับคณะและสถาบันต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้บริการก่อนและหลังการใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระเบียบวิธีวิจัย

1) การพัฒนาระบบการจองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

เป็นการดำเนินการเพื่อออกแบบและสร้างระบบการจองออนไลน์ตามแนวทางวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC: System Development Life Cycle) มีรายละเอียดดังนี้

ขอบเขตและแหล่งข้อมูล

กระบวนการ ข้อมูล และรายละเอียดการจูงใจใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เดิมของห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า วิทยาศาสตร์ สจล.

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ประกอบด้วยกลุ่มโปรแกรม Google Workspace for Education (Google Sites, Google Form, Google Sheet และ Google Calendar) และโปรแกรมเชื่อมต่อข้อมูลอัตโนมัติ Zapier Integration

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ดำเนินการตามขั้นตอนวงจร SDLC ดังนี้

(1.1) การวิเคราะห์ความต้องการและการออกแบบโครงสร้างข้อมูล

วิเคราะห์ปัญหาของระบบสมุดปฏิทินแบบเดิม เพื่อนำมากำหนดฟิลด์ข้อมูลมาตรฐาน ได้แก่ ข้อมูลหลัก (ชื่อผู้จอง, เครื่องมือที่จองในรูปแบบ Dropdown), ข้อมูลติดต่อ (อีเมล, เบอร์โทรศัพท์), ข้อมูลเวลา (เวลาเริ่ม-สิ้นสุดในรูปแบบ YYYY-MM-DD HH:MM เพื่อให้ Zapier คำนวณได้ถูกต้อง) และวัตถุประสงค์การใช้งาน

(1.2) สถาปัตยกรรมการไหลของข้อมูล

ออกแบบระบบเป็น Asynchronous Data Pipeline แบ่งการทำงานเป็น 4 ชั้น (Layers) คือ

(1) Layer 1: ใช้ Google Form รับข้อมูลและส่งค่า (Post Request) ไปยัง Google Sheet

(2) Layer 2: ใช้ Google Sheet เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้น จัดเก็บข้อมูลแบบแถว (Row-based) พร้อมบันทึกเวลาอัตโนมัติ (Timestamp) เพื่อจัดลำดับก่อนหลัง

(3) Layer 3: ใช้ Zapier เป็น Middleware ตั้งค่า Logic เมื่อมีแถวข้อมูลใหม่ (Trigger) ทำการจัดตำแหน่งข้อมูล (Data Mapping) ปรับแต่ง String รหัสเครื่องมือและชื่อผู้จองร่วมกัน เพื่อส่งการไปยัง Google Calendar API (Action)

(4) Layer 4: ส่งข้อมูลไปแสดงผลบน Google Calendar เพื่อแปลงข้อมูลดิบให้เป็นตารางเวลาในรูปแบบภาพ (Visualized Data)

(1.3) การออกแบบส่วนแสดงผลและช่องทางการเข้าถึงระบบ

นำ Google Sites มาสร้างหน้าเว็บไซต์ศูนย์รวมข้อมูล (Web Portal) ผังหน้าต่างปฏิทิน Google Calendar ไว้บนหน้าเว็บ เพื่อให้ตรวจสอบการจองได้ทันที และแปลงลิงก์เป็นคิวอาร์โค้ด (QR Code) สำหรับติดตั้งหน้าห้องปฏิบัติการ

(1.4) การทดลองใช้และตรวจสอบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

นำระบบต้นแบบไปให้ผู้ปฏิบัติงานทดลองใช้ และนำระบบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบ ตลอดจนตรวจสอบสถาปัตยกรรมการไหลของข้อมูลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1.5) การปรับปรุงแก้ไขระบบ

ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เช่น การปรับขนาดตัวอักษรบนหน้าเว็บไซต์ให้ชัดเจนขึ้น การปรับปรุงการแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ การแก้ไขระบบการบ่อนข้อมูลวันที่และเวลาไม่ถูกต้องทำให้การแสดงผลข้อมูลบนปฏิทินออนไลน์ผิดพลาด ก่อนนำไปใช้งานจริง

2) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้บริการก่อนและหลังการใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ขอบเขตและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลการใช้งานระบบการจองใช้เครื่องมือแบบเดิม (สมุด) เปรียบเทียบกับระบบการจองใช้เครื่องมือแบบใหม่ (ออนไลน์)

เครื่องมือที่ใช้

แบบบันทึกการสังเกตการใช้เวลา ขั้นตอนการจอง ข้อจำกัดต่างๆ และปริมาณการใช้กระดาษ ซึ่งได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ เพื่อยืนยันความเหมาะสมของหัวข้อการบันทึกข้อมูล

วิธีการดำเนินงาน

ทำการสังเกตและจับเวลาขั้นตอนการทำงานโดยใช้เครื่องมือจับเวลามาตรฐาน (Stopwatch) เพื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานและระยะเวลา ระหว่างระบบเดิม (สมุด) และระบบใหม่ (ออนไลน์) โดยกำหนดให้ผู้วิจัยและตัวแทนผู้ใช้งานจำลองสถานการณ์การจองจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและรายงานผลเป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

3) การประเมินความพึงพอใจของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ บุคลากรและนักศึกษาที่เข้าใช้บริการห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สจล. ในปีการศึกษา 2568 ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งหมดประมาณ 950 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผู้ใช้งานระบบจริงจำนวน 100 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ ต้องเป็นผู้รับบริการที่เคยลงทะเบียนใช้งานระบบจองออนไลน์และเข้าใช้เครื่องมือจริงอย่างน้อย 1 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างชุดนี้ส่งแบบประเมินออนไลน์และได้รับการตอบกลับครบถ้วน คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 100 แบ่งสัดส่วนออกเป็น นักศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 72 บัณฑิตศึกษา ร้อยละ 20 และกลุ่มนักวิจัย/นักวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 8

หมายเหตุ: ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 100 คนนี้ ใช้เฉพาะในการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งแยกส่วนอย่างชัดเจนกับข้อมูลสถิติประวัติการใช้งานระบบจริง จำนวน 249 รายการ (ตลอดระยะเวลา 1 ปี) ประเมินประสิทธิภาพในการทำงานเปรียบเทียบกับระบบสมุดปฏิทินเดิม

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ แบ่งโครงสร้างออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านที่ 1 การออกแบบและการใช้งานระบบ (4 ข้อ), ด้านที่ 2 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (4 ข้อ) และด้านที่ 3 ประโยชน์และการนำไปใช้ (4 ข้อ) โดยแบบประเมินนี้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมของการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ ก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อนำไปแปลผลระดับความพึงพอใจในลำดับต่อไป

ผลการวิจัย

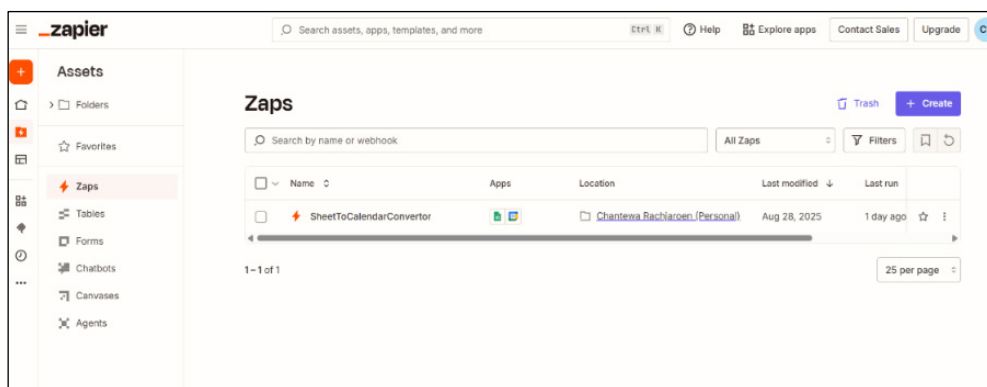
การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สจล. มีผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1) ผลการพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

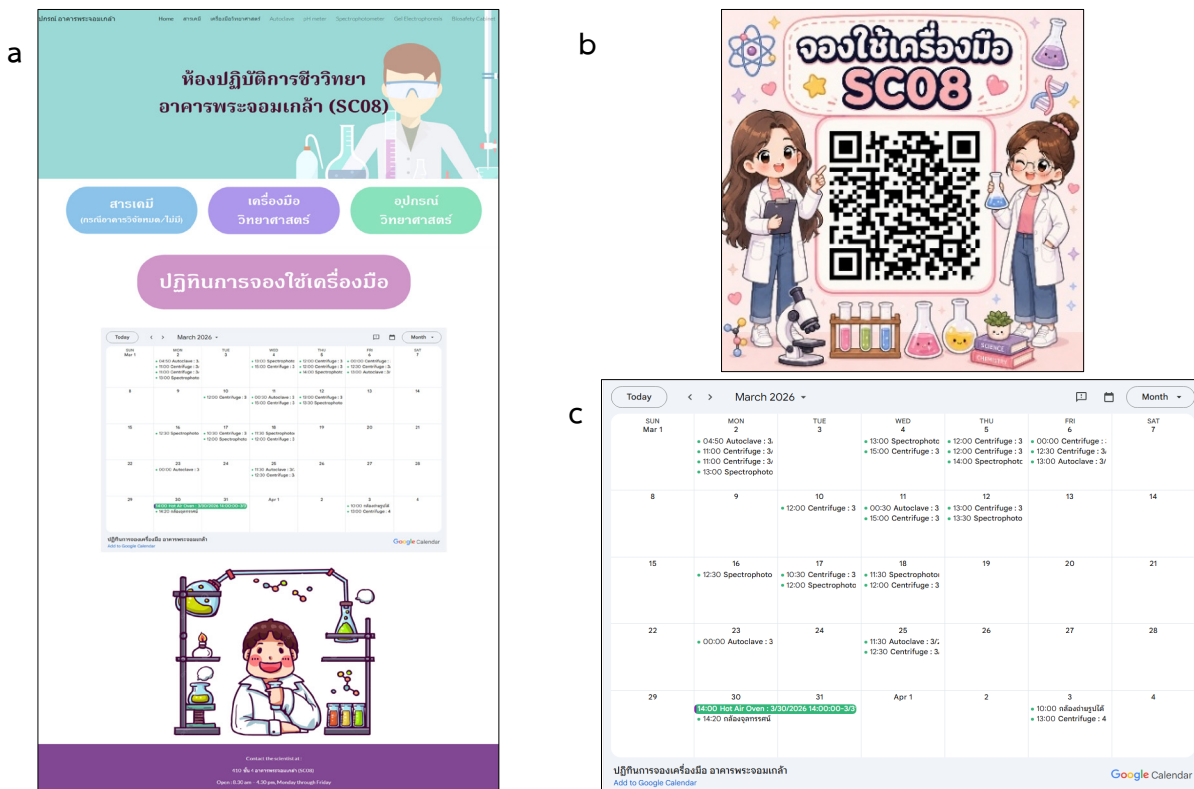
จากการศึกษาและพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์ สจล. ผู้ศึกษาได้ดำเนินการออกแบบระบบโดยประยุกต์ใช้กลุ่มโปรแกรมของ Google ทำงานร่วมกับโปรแกรม Zapier เพื่อสร้างระบบนัดหมายอัตโนมัติ (Automation) ระบบดังกล่าวมีโครงสร้างการทำงานที่เริ่มต้นจากการใช้ Google Sites เป็นหน้าเว็บไซต์หลักหรือศูนย์รวมข้อมูล (Web Portal) ซึ่งผู้ให้บริการสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกรวดเร็วผ่านการสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) ที่ติดตั้งไว้หน้าห้องปฏิบัติการและในกลุ่ม LINE OpenChat ของห้องปฏิบัติการ ภายในเว็บไซต์ได้จัดแบ่งฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุม ทั้งข้อมูลทางเทคนิค วิดีโอสาธิตการใช้งานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์กว่า 15 รายการ และช่องทางการจอง

เครื่องมือ โดยเมื่อผู้ให้บริการทำการบันทึกข้อมูลการจองผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ (Google Form) ข้อมูลส่วนบุคคลและรายละเอียดการจองจะถูกส่งไปจัดเก็บอย่างเป็นระบบในฐานข้อมูล (Google Sheet) ทันที

ในขั้นตอนของการประมวลผลและการแสดงผลลัพธ์ ระบบได้นำโปรแกรม Zapier มาใช้เป็นเครื่องมือเชื่อมโยงคำสั่ง (Webhook) โดยทำหน้าที่ดึงข้อมูลการจองชุดใหม่จาก Google Sheet ไปสร้างเป็นกิจกรรมนัดหมาย (Event) บน Google Calendar แบบอัตโนมัติ ซึ่งปฏิทินดังกล่าวได้ถูกนำมาฝัง (Embed) หน้าต่างแสดงผลไว้บนหน้าเว็บไซต์หลัก ทำให้ผู้ให้บริการท่านอื่นสามารถตรวจสอบวันเวลาที่เครื่องมือว่างหรือดูสถานะการจองล่าสุดได้ทันทีภายในเวลาไม่เกิน 5 นาที นอกจากนี้ ในส่วนของการบริหารจัดการโดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ระบบยังเอื้ออำนวยให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าไปปรับปรุงข้อมูล ยกเลิกการจอง หรือกำหนดช่วงเวลาบำรุงรักษาเครื่องมือ (Maintenance) ผ่านฐานข้อมูลหลังบ้านได้โดยตรง ซึ่งการปรับปรุงจะแสดงผลไปยังหน้าเว็บไซต์ให้ผู้ใช้งานทราบโดยอัตโนมัติ การพัฒนาระบบด้วยรูปแบบการไหลของข้อมูลดังกล่าว จึงช่วยแก้ปัญหาการจองซ้ำซ้อน ลดขั้นตอนการเดินทางมาจองด้วยสมุดแบบเดิม และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังแสดงรายละเอียดหน้าต่างระบบและการแสดงผลข้อมูลการจองในภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 โปรแกรม Zapier สำหรับส่งข้อมูลเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ

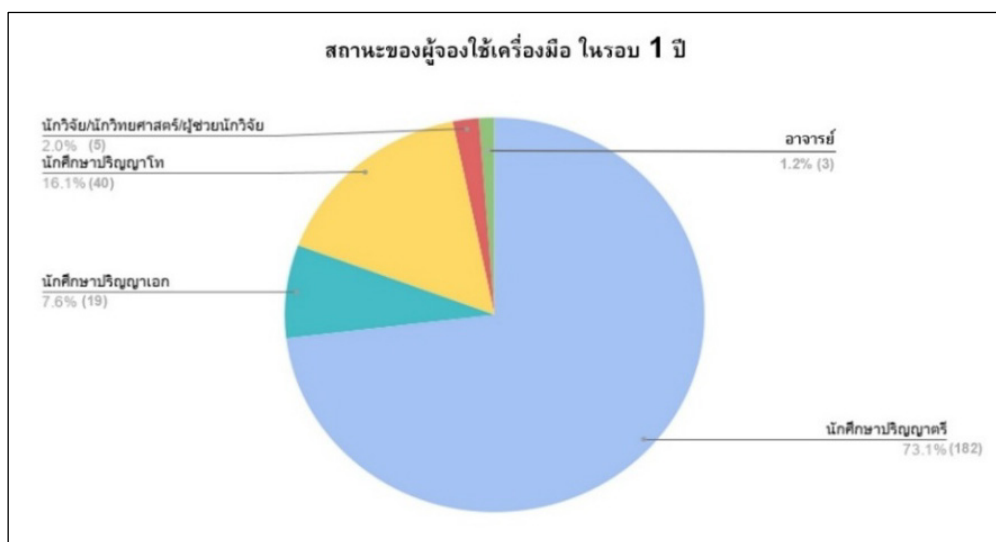


ภาพที่ 2 a: หน้าเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งาน (User Interface) ของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ b: คิวอาร์โค้ดสำหรับเข้าถึงหน้าเว็บไซต์ c: การแสดงผลข้อมูลการจองเครื่องมือบน Google Calendar ผ่านการเชื่อมต่อด้วย Zapier อัตโนมัติ

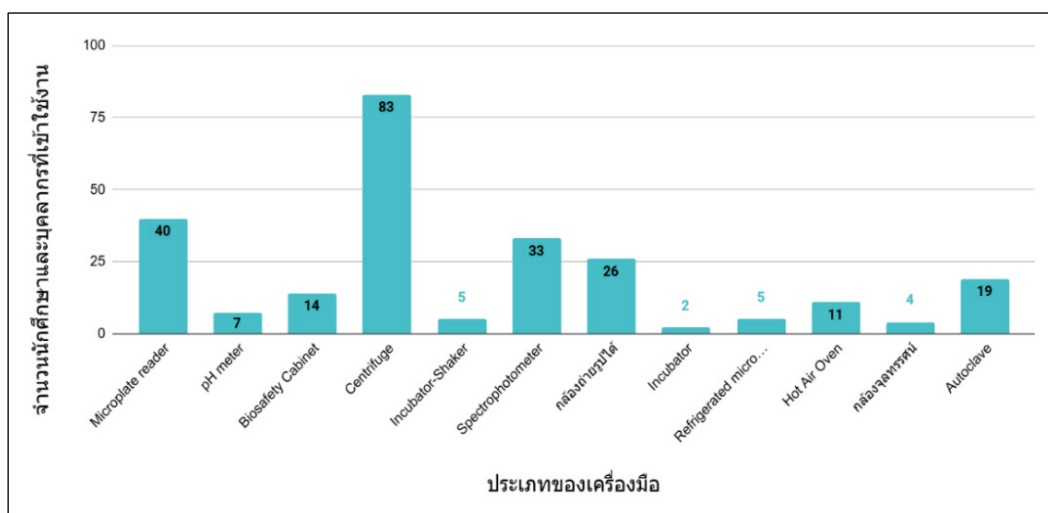
2) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้บริการก่อนและหลังการใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

จากการเปิดใช้งานระบบและเก็บรวบรวมสถิติตลอดระยะเวลา 1 ปี (รวมทั้งสิ้น 249 รายการ) พบว่า กลุ่มผู้ใช้บริการหลักคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 73.10 (182 รายการ) รองลงมาคือ ระดับปริญญาโท ร้อยละ 16.10 (40 รายการ) ระดับปริญญาเอก ร้อยละ 7.60 (19 รายการ) และกลุ่มนักวิจัย/นักวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 2.00 (5 รายการ) และอาจารย์ ร้อยละ 1.20 (3 รายการ) ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3 ในส่วนของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีการจองใช้สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) 83 ครั้ง เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) 40 ครั้ง และเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) 33 ครั้ง ส่วนตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) เป็นเครื่องมือที่มีการจองใช้งานน้อยที่สุด คือ 2 ครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาการใช้งานรายเดือน พบว่าปริมาณการจองใช้งานมีความหนาแน่นสูงสุดในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงการทํางานวิจัยและโครงการพิเศษของนักศึกษา และเมื่อพิจารณาด้านปัญหาเชิงปฏิบัติ พบว่าระบบเดิมที่ใช้สมุดบันทึกประสบปัญหาการจองเวลาซ้ำซ้อนเฉลี่ย 1 - 2 ครั้งต่อเดือน เนื่องจากความผิดพลาดในการดูสมุดปฏิทินรวมไปถึงลายมือที่อ่านยากทำให้ไม่สามารถระบุเวลาที่ชัดเจนได้ แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบออนไลน์ที่แสดงผลตารางเวลาแบบ Real-time ผ่าน Google Calendar ปัญหาการจองเวลาซ้ำซ้อนลดลงเหลือ 0 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 100) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบสามารถแก้ไขปัญหาเชิงปฏิบัติในการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 กราฟแสดงสัดส่วนสถานะของผู้จองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในรอบ 1 ปี



ภาพที่ 4 กราฟแสดงสถิติจำนวนครั้งในการจองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทในรอบ 1 ปี

(2.1) ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงปริมาณของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงปริมาณของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ (ตารางที่ 1) พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดจำนวนขั้นตอนการจองได้ร้อยละ 50.00 และลดระยะเวลาในการจองได้ร้อยละ 75.00 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการจองแบบเดิม นอกจากนี้ ยังสามารถลดการใช้กระดาษและสมุดปฏิทินได้ร้อยละ 100.00 รวมทั้งเพิ่มการเข้าถึงข้อมูลการจองจาก 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็น 24 ชั่วโมงต่อวัน และเพิ่มช่องทางการเข้าถึงระบบจาก 1 ช่องทาง เป็น 3 ช่องทาง อีกทั้งยังสามารถติดตามสถานะการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านระบบได้ครบทุกรายการ ส่งผลให้การจัดเก็บ สืบค้น และใช้ประโยชน์จากข้อมูลการจองดำเนินการได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาณระหว่างระบบการจองแบบเดิม และระบบการจองแบบใหม่

ประเด็นการประเมินเชิงปริมาณ	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
1) จำนวนขั้นตอนการจอง (ขั้นตอน)	4	2	50.00
2) เวลาที่ใช้ในการจอง (นาที)	20	5	75.00
3) ปริมาณกระดาษที่ใช้ (เล่ม/ปี)	15	0	100.00
4) ชั่วโมงการเข้าถึงข้อมูลการจอง (ชั่วโมง/วัน)	8	24	200.00
5) จำนวนช่องทางการเข้าถึงระบบ	1	3	200.00
6) จำนวนเครื่องมือที่สามารถติดตามสถานะผ่านระบบ	0	15	100.00

(2.2) ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงคุณภาพของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

ผลการประเมินเชิงคุณภาพของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้บริการจากระบบแบบเผชิญหน้ากัน (Face-to-Face Service) ไปสู่การให้บริการผ่านระบบดิจิทัล (Digital Service) ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงข้อมูลและดำเนินการจองได้ด้วยตนเอง ขณะที่ข้อมูลการจองถูกจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัล สามารถสืบค้น วิเคราะห์ และนำไปใช้ประกอบการบริหารจัดการได้อย่างเป็นระบบ และยังมีส่วนช่วยในการปฏิบัติงานทดแทนกันภายในหน่วยงาน และเอื้อต่อการพัฒนาองค์กรสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการให้บริการและการบริหารจัดการมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงคุณภาพระหว่างระบบการจองแบบเดิม และระบบการจองแบบใหม่

ประเด็นการพัฒนา	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา	ผลที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา
1) รูปแบบการให้บริการ	ผู้ใช้งานต้องเดินทางมาตรวจสอบและจองเครื่องมือด้วยตนเอง	ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลและจองเครื่องมือระบบออนไลน์ได้ด้วยตนเอง	ยกระดับสู่บริการดิจิทัล เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว
2) การเข้าถึงและการมีส่วนร่วมของผู้ใช้บริการ	ผู้ใช้งานต้องพึ่งพาเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลและตรวจสอบสถานะการจอง	ผู้ใช้งานสามารถค้นหาและจัดการข้อมูลการจองได้ด้วยตนเองตลอดเวลา	ลดการพึ่งพาเจ้าหน้าที่และเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน
3) การบริหารจัดการข้อมูลและองค์ความรู้	ข้อมูลจัดเก็บในรูปเอกสารและอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก	ข้อมูลถูกจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัล สามารถสืบค้น วิเคราะห์ และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นระบบ	เกิดฐานข้อมูลที่สามารถใช้สนับสนุนการวิเคราะห์ การรายงานผล และการวางแผนบริหารจัดการในอนาคต
4) การบริหารจัดการทรัพยากรและการปฏิบัติงาน	การติดตามการใช้เครื่องมือและการดำเนินงานต้องพึ่งพาการตรวจสอบด้วยตนเอง	สามารถติดตามสถานะการใช้งานเครื่องมือผ่านระบบสารสนเทศ และช่วยให้ปฏิบัติงานทดแทนกันได้	เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากร และสนับสนุนความต่อเนื่องของการปฏิบัติงาน
5) การพัฒนาองค์กรสู่ดิจิทัล	กระบวนการทำงานอยู่ในรูปแบบเอกสารและงานธุรการแบบดั้งเดิม	ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับการให้บริการและการบริหารจัดการ	ขับเคลื่อนสู่การเป็นองค์กรดิจิทัล และเป็นต้นแบบในการพัฒนางานประจำ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์จำนวน 100 คน ตามตารางที่ 3 พบว่าในภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48 รองลงมาคือด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.54 และด้านการออกแบบและการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.56 ตามลำดับ ซึ่งทุกด้านมีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อในแต่ละด้าน พบว่าข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดสำหรับผู้ใช้งานคือ การช่วยลดทรัพยากรกระดาษในการจัดเก็บข้อมูล ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือ การช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนเมื่อเทียบกับการจองด้วยระบบกระดาษแบบเดิม ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.46) สะท้อนให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์การแก้ปัญหาจากการใช้งานรูปแบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทางกลับกัน ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในแบบประเมินแต่ยังคงอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คือ หน้าเว็บไซต์มีการจัดวางองค์ประกอบที่สวยงามและเป็นหมวดหมู่ ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.62) และความเสถียรของระบบในการเข้าใช้งาน ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.60) ซึ่งข้อมูลส่วนนี้รวมถึงข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหน้าเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งาน และเพิ่มความเสถียรในการเชื่อมต่อระบบสำหรับการปรับปรุงในระยะต่อไป

จากข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน 100 คน สามารถสรุปประเด็นสำคัญเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาระบบต่อไปได้ดังนี้

- (1) การแจ้งเตือนผลการจอง: ผู้ใช้งานบางส่วนเสนอแนะให้มีการเพิ่มระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชัน (LINE Notify) หรือทางอีเมลทันทีที่กรอกฟอร์มสำเร็จ เพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าข้อมูลได้ถูกส่งเข้าสู่ระบบปฎิทินเรียบร้อยแล้ว
- (2) ระบบการยกเลิกหรือแก้ไขเวลาจอง: ปัจจุบันการยกเลิกหรือต้องติดต่อเจ้าหน้าที่โดยตรง จึงควรเพิ่มช่องทางออนไลน์ให้ผู้ใช้สามารถยกเลิกหรือแก้ไขเวลาจองได้เอง เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และให้ผู้ใช้งานรายอื่นสามารถจองคิวแทนได้
- (3) การแสดงสถานะซ่อมบำรุง: ควรแสดงป้ายหรือสัญลักษณ์บนปฏิทินเมื่อเครื่องมือนั้นชำรุดหรือกำลังซ่อมบำรุง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อระบบจองเวลาใช้เครื่องมือออนไลน์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 1: การออกแบบและการใช้งานระบบ	4.52	0.56	มากที่สุด
1) หน้าเว็บไซต์มีการจัดวางองค์ประกอบที่สวยงามและเป็นหมวดหมู่	4.42	0.62	มาก
2) รูปแบบตัวอักษร เมนูต่าง ๆ อ่านง่ายและสื่อความหมายชัดเจน	4.48	0.58	มาก
3) ขั้นตอนการกรอกข้อมูลและบันทึกการจองสะดวก ไม่ซับซ้อน	4.56	0.54	มากที่สุด
4) ความสะดวกในการเข้าถึงระบบผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ (เช่น สมาร์ทโฟน)	4.62	0.51	มากที่สุด
ด้านที่ 2: ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.58	0.54	มากที่สุด
5) ระบบสามารถเชื่อมต่อข้อมูลจากแบบฟอร์มไปยังปฏิทินได้อย่างถูกต้อง	4.68	0.49	มากที่สุด
6) ความรวดเร็วในการแสดงผลบนปฏิทินหลังส่งข้อมูล (ภายใน 5 นาที)	4.54	0.56	มากที่สุด
7) ระบบตารางเวลาช่วยป้องกันปัญหาการจองเครื่องมือซ้ำซ้อนได้ดี	4.65	0.50	มากที่สุด
8) ความเสถียรของระบบ สามารถเข้าใช้งานได้ตลอดเวลาโดยไม่ติดขัด	4.46	0.60	มาก
ด้านที่ 3: ประโยชน์และการนำไปใช้	4.71	0.48	มากที่สุด
9) ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนเมื่อเทียบกับการจองด้วยสมุดแบบเดิม	4.74	0.46	มากที่สุด
10) ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวางแผนการเข้าใช้งานเครื่องมือได้ล่วงหน้า	4.60	0.52	มากที่สุด
11) ช่วยลดการใช้ทรัพยากรกระดาษในการจัดเก็บข้อมูลของห้องปฏิบัติการ	4.78	0.44	มากที่สุด
12) ความพึงพอใจในภาพรวมของท่านต่อการนำระบบออนไลน์มาใช้งาน	4.70	0.48	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.60	0.53	มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคารพระจอมเกล้า ๑๐๐ ปี วิทยาศาสตร์ สจล. ประสบความสำเร็จในการสร้างระบบจองเวลาใช้เครื่องมือแบบออนไลน์ โดยการประยุกต์ใช้กลุ่มโปรแกรม Google (Sites, Form, Sheet, Calendar) ร่วมกับโปรแกรม Zapier Integration ให้ทำงานในลักษณะ Asynchronous Data Pipeline ระบบดังกล่าวช่วยปรับเปลี่ยนรูปแบบการปฏิบัติงานจากระบบสมุดปฏิทินเดิมมาสู่ระบบดิจิทัล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการจองของเครื่องมือได้ทั้งหมด 15 รายการ และจองใช้เครื่องมือแบบออนไลน์ได้สะดวกรวดเร็ว โดยข้อมูลการจองจะได้รับการประมวลผลและแสดงผลบนปฏิทินหน้าเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งานได้โดยอัตโนมัติภายในเวลาไม่เกิน 5 นาที สอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจในประเด็นการลดระยะเวลาและขั้นตอนการทำงานที่อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบในการเพิ่มความสะดวกรวดเร็วให้กับผู้ใช้บริการ นอกจากนี้ จากการเปิดใช้งานจริงในระยะเวลา 1 ปี ระบบสามารถรองรับปริมาณการจองได้ถึง 249 รายการ โดยมีนักศึกษาปริญญาตรีเป็นผู้ใช้บริการหลัก (ร้อยละ 73.10) และมีเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีสถิติการใช้งานสูงสุด (83 ครั้ง) สะท้อนให้เห็นว่าระบบมีศักยภาพในการจัดเก็บสถิติการใช้งานย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลสถิติเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผนบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการในระยะยาว

เมื่อพิจารณาผลการประเมินประสิทธิภาพภายหลังการเปิดใช้งาน พบว่าระบบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบสมุดปฏิทินแบบเดิมในทุกด้าน ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ โดยผลการประเมินเชิงปริมาณ ซึ่งมีหลักฐานยืนยันจากข้อมูลการจับเวลาและการเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานจริง ชี้ให้เห็นว่าระบบสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานลงได้ร้อยละ 50.00 ลดระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจองลงร้อยละ 75.00 และลดปริมาณการใช้ทรัพยากรกระดาษในการจัดเก็บข้อมูลลงได้ถึงร้อยละ 100.00 นอกจากนี้ยังสามารถขยายช่องทางการเข้าถึงข้อมูลการจองและเพิ่มช่องทางการเข้าถึงขึ้นถึงร้อยละ 200.00 ขณะเดียวกัน ในด้านประสิทธิภาพเชิงคุณภาพ ระบบได้ช่วยเปลี่ยนผ่านรูปแบบการให้บริการไปสู่ระบบบริการดิจิทัล ที่ช่วยลดการพึ่งพาบุคคล สนับสนุนการปฏิบัติงานทดแทนกัน และเกิดฐานข้อมูลกลางที่มีความยืดหยุ่นในการสืบค้น

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์จากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริงจำนวน 100 คน พบว่าในภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านประโยชน์และการนำไปใช้ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48 โดยมีประเด็นเรื่องการช่วยลดทรัพยากรกระดาษและการลดระยะเวลาและขั้นตอนการทำงานเป็นข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงสุด ส่วนประเด็นด้านการจัดวางองค์ประกอบเว็บไซต์และความเสถียรของระบบมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดแต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ของระบบในการแก้ปัญหา (Pain Point) จากรูปแบบเดิมได้อย่างตรงจุด และสามารถนำข้อมูลข้อจำกัดดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาหน้าเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งาน (User Interface) ในระยะต่อไป

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่าระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในทุกด้านและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้งานในระดับมากที่สุด ซึ่งประเด็นที่น่าสนใจและสามารถนำมาอภิปรายผลมีดังนี้

ประเด็นแรก ประสิทธิภาพเชิงปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสถิติการใช้งานเป็นระยะเวลา 1 ปี ที่พบว่าเครื่องมือวิทยาศาสตร์หลักของห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) มีความถี่ในการจองใช้งานสูงถึง 83 ครั้ง การเปลี่ยนมาใช้ระบบการจองออนไลน์จึงช่วยบริหารจัดการเวลาการเข้าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะการลดขั้นตอนการทำงานลงร้อยละ 50.00 และลดเวลาที่ใช้ในการจองลงถึงร้อยละ 75.00 (จากเดิม 20 นาที เหลือเพียง 5 นาที) ปัจจัยหลักเกิดจากการทำลายข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาของระบบสมุดปฏิทินแบบเดิม เปลี่ยนเป็นการเข้าถึงข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ตลอด 24 ชั่วโมงและเพิ่มช่องทางการเข้าถึงเป็น 3 ช่องทาง ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเดินทางมาตรวจสอบการจองด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Khazri et al. (2019) ที่ระบุว่า การจัดการตารางเวลาที่มีประสิทธิภาพผ่านระบบออนไลน์ จะช่วยลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้งาน และสอดคล้องกับ Ma (2016) ที่เน้นย้ำว่าระบบการจองที่มีความยืดหยุ่นสูงจะช่วยเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ (Utilization Rate) ของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ภายในสถานศึกษาได้อย่างคุ้มค่าสูงสุด นอกจากนี้ การที่ระบบสามารถลดการใช้กระดาษและสมุดปฏิทินของห้องปฏิบัติการลงได้ร้อยละ 100.00 (เปลี่ยนสู่รูปแบบ Digital 100%) นอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและพื้นที่จัดเก็บเอกสารแล้ว ยังสะท้อนถึงการตอบสนองต่อแนวคิดการบริหารจัดการองค์กรสีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ประเด็นที่สอง การเปลี่ยนผ่านเชิงคุณภาพสู่ระบบบริการดิจิทัล ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระบบช่วยลดการพึ่งพาเจ้าหน้าที่ โดยเปลี่ยนรูปแบบที่ผู้ใช้บริการสามารถบริหารจัดการเวลาได้ด้วยตนเอง (Self-service) ส่งผลให้กระบวนการทำงานมีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และขจัดปัญหาการจองซ้ำซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้น ข้อมูลการจองบน Google Sheet ยังทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลกลาง ของหน่วยงาน ช่วยให้เจ้าหน้าที่สืบค้นและนำสถิติไปใช้วางแผนบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกรายการได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุชาติา แดงอินทวัฒน์ (2566) ที่ส่งเสริมการพัฒนาระบบบริการออนไลน์เพื่อยกระดับหน่วยงาน สนับสนุนให้ก้าวทันต่อการเป็นสถาบันดิจิทัล

ประเด็นที่สาม ความคุ้มค่าและสถาปัตยกรรมระบบแบบ Low-code, No-code การที่ระบบนี้ได้รับความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) โดยเฉพาะด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบในข้อการเชื่อมต่อข้อมูลที่ถูกต้อง ($\bar{X} = 4.68$) เป็นสิ่งยืนยันว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Google Workspace) ร่วมกับ Middleware อย่าง Zapier สามารถทำงานทดแทนซอฟต์แวร์จ้างเหมาที่มีราคาสูงได้เป็นอย่างดี ข้อดีคือไม่จำเป็นต้องอาศัยทักษะการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อน เช่น ภาษา PHP หรือฐานข้อมูล MySQL (ไพรัตน์ ปัญญานิรันดร์, 2566) ซึ่งมักเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับบุคลากรสายสนับสนุน ผลการวิจัยนี้จึงสอดคล้องและยืนยันผลการศึกษาของ จรรยา ชื่นอารมณ์ (2562) และ ชนิษฐกุล คุณเมือง (2568) ที่ว่าการพัฒนาระบบด้วยเครื่องมือสำเร็จรูปบนระบบคลาวด์ เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนา ปรับปรุง และดูแลรักษาระบบหลังบ้านได้ด้วยตนเองทันทีเมื่อเกิดปัญหา

ประเด็นที่สี่ ข้อจำกัดและความเสี่ยงทางเทคนิค ผลการประเมินพบว่ารายการที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด แม้จะยังอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก คือความเสถียรของระบบ ($\bar{X} = 4.46$) และความสวยงามของการจัดวางหน้าเว็บไซต์ ($\bar{X} = 4.42$) ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับสถาปัตยกรรมระบบแบบ Low-code/No-code พบว่ามีข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะการพึ่งพาแพลตฟอร์ม ภายนอกเป็นหลัก หากเซิร์ฟเวอร์ของ Google หรือ Zapier เกิดความขัดข้อง ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sanchis et al. (2020) ที่ระบุว่าการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มสำเร็จรูปหรือระบบคลาวด์ภายนอก แม้จะเพิ่มความคล่องตัว แต่ย่อมมีความเสี่ยงด้านความพร้อมใช้งาน (Availability) ที่หน่วยงานไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้ การเลือกใช้แพลตฟอร์ม Zapier ในรูปแบบไม่มีค่าใช้จ่าย (Free Plan) ยังมีข้อจำกัดด้านรอบการซิงค์ข้อมูล ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูลจาก Google Form ไปยัง Google Calendar ประมาณ 5 นาที รวมถึงมีการจำกัดปริมาณการประมวลผลไว้เพียง 100 ครั้งต่อเดือน ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดหากใช้งานมากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ ยังมีความเสี่ยงสำคัญด้านความปลอดภัยที่ต้องจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงอย่างรัดกุมเพื่อป้องกันการแก้ไขข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต ตลอดจนปัญหาการจองเวลาทับซ้อนกัน และระบบปัจจุบันยังขาดฟังก์ชันให้ผู้ใช้งานยกเลิกการจองได้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัดดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน ที่สะท้อนว่าแม้ระบบจะมีความคุ้มค่าและคล่องตัวสูง แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (User Interaction) ประเด็นเหล่านี้จึงเป็นโจทย์สำคัญในการพัฒนาต่อยอด (Future Works) ในระยะต่อไป ได้แก่ การเพิ่มระบบแจ้งเตือนและยกเลิกคิวผ่าน LINE Notify ซึ่ง ญนอม และ อริษา (2565) ยืนยันว่าการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารได้แบบเรียลไทม์ รวมถึงการพัฒนาระบบตรวจสอบเวลาว่างเพื่อป้องกันการจองทับซ้อน (Real-time Validation) และยกระดับการจัดการสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์และพัฒนาต่อยอด ควรนำโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบออนไลน์นี้ไปขยายผลประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบในการบริหารจัดการการจองของห้องปฏิบัติการอื่นๆ ภายในคณะ เพื่อยกระดับการบริการและประหยัดงบประมาณ โดยผู้ดูแลระบบควรตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระบบอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมโดยเชื่อมต่อการแจ้งเตือนผลการจองอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชัน LINE (LINE Notify) หรืออีเมล พร้อมทั้งเพิ่มช่องทางให้ผู้ใช้งานสามารถยกเลิกหรือแก้ไขเวลาจองได้ด้วยตนเอง และควรนำข้อมูลสถิติการใช้งานไปแสดงผลในรูปแบบกราฟสรุปสารสนเทศ (Dashboard) เพื่อให้ง่ายต่อการติดตามแนวโน้มพฤติกรรมการใช้งาน และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงประกอบการตรวจสอบเช็คสภาพเครื่องมือวิทยาศาสตร์ล่วงหน้า เพื่อป้องกันความเสียหายก่อนการใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยการสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ สจล. และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ขอขอบคุณนักศึกษาและบุคลากรผู้ร่วมทดลองใช้งานและประเมินระบบจองเวลาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ออนไลน์นี้ เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ ดร.จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำในการปรับปรุงบทความวิจัยเรื่องนี้ และนายพลวัต นาคทอง

วิศวกรซอฟต์แวร์ ที่ให้คำปรึกษาทางเทคนิคและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อขัดข้องของระบบหลังบ้านให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
คุณค่าของงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาขอมอบเพื่อพัฒนาหน่วยงานสู่องค์กรดิจิทัลสืบไป

เอกสารอ้างอิง

- ชนิษฐกุล คุณเมือง. (2568). การพัฒนาระบบยืม-คืน เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบออนไลน์ โดยใช้แอปซีต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 18(1), 40-48.
- จรรยา ชื่นอารมณ์. (2562). การพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *Mahidol R2R e-Journal*, 6(2), 70-79.
- ไพรัตน์ ปัญญานิรันดร์. (2566). การพัฒนาระบบจองอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 12(3), 172-181.
- ณอม กองใจ, และ อริษา ทาทอง. (2565). การพัฒนาระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยประยุกต์ใช้ Google Application และ Line Notification. *Mahidol R2R e-Journal*, 9(2), 32-45.
<https://doi.org/10.14456/jmu.2022.14>
- สุชาติ แดงอินทวัฒน์. (2566). การพัฒนาระบบการจองห้องออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 12(3), 31-44.
- Khazri, Y., Fahli, A., Moussetad, M., & Naddami, A. (2019). Design and implementation of a reservation system and a new queuing for remote labs. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, 15(12), 57-68.
- Ma, X. (2016). *The research of the opening system of university laboratory and the design of the laboratory reservation system* (pp. 0113-0117). In 2016 International Conference on Computational Science and Engineering. China: Atlantis Press.
- Sanchis, R., García-Perales, Ó., Fraile, F., & Poler, R. (2020). Low-code as enabler of digital transformation in manufacturing industry. *Applied Sciences*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.3390/app10010012>