

The Development of Augmented Reality in Chemistry Laboratory Course to enhance Undergraduate Students' Learning Achievement

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Nuttapong Prasertsung^{1*}, Alisa Songsriwittaya¹, and Ratana Rungsirisakun²

ณัฐพงษ์ ประเสริฐสังข์^{1*}, อลิสา ทรงศรีวิทยา¹, และ รัตนา รุ่งศิริสกุล²

¹Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²Ratchaburi Learning Park, King Mongkut's University of Technology Thonburi

²ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*Corresponding author: nuttapong.pra@mail.kmutt.ac.th

Received September 19, 2021 ■ Revised November 4, 2021 ■ Accepted November 30, 2021 ■ Published February 2, 2022

Abstract

This study aimed 1) to develop augmented reality in chemistry laboratory course with the efficiency of 80/80 and 2) to compare achievement score with pre-test score of students who studied via augmented reality in chemistry laboratory course. Participants were selected by purposive sampling. They were 137 first year engineering students from the Faculty of Engineering at King Mongkut's University of Technology Thonburi in Ratchaburi. The research tools comprised 1) the augmented reality in chemistry laboratory course, 2) achievement tests, and 3) a questionnaire to evaluate students' satisfaction. Data were analyzed by using average percentage standard deviation statistics and t-test dependent. The research revealed that the efficiency of the augmented reality in the chemistry laboratory course was 88.46/80.33. The students' learning achievement after learning via augmented reality was higher at the .01 level of significance. The satisfaction of students towards augmented reality in the chemistry laboratory course was at a high level.

Keywords: Learning achievement, Augmented reality, Chemistry laboratory

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี ที่ไม่เคยเรียน รายวิชา ปฏิบัติการเคมี จำนวน 137 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยด้วยสถิติพื้นฐานและการทดสอบที่ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เท่ากับ 88.46/80.33 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชา ปฏิบัติการเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ .01 และ 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, ปฏิบัติการเคมี

■ บทนำ (Introduction)

วิทยาศาสตร์ถือเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพราะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (Bureau of Academic Affairs and Education Standards Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education, 2018) ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมีจำเป็นต้องจัดให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการ ซึ่งช่วยในการพัฒนาทักษะต่างๆ ของผู้เรียน เช่น การสังเกต การจำแนก การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ ไปพร้อมกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีเพื่อสืบเสาะตัวแปรพร้อมทั้งสรุปผล (Phornphisutthimas, 2008) ดังนั้น การเตรียมความพร้อมก่อนการลงมือปฏิบัติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น (Ditcharoen, Polyiam, Vangkahad, & Jarujamrus, 2014)

อย่างไรก็ตาม จากการวิจัยพบว่า ระดับความรู้ของทางเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรีอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากความซับซ้อนและเป็นนามธรรมของเนื้อหาวิชา (Thummathong & Thathong, 2018; Palmer, 1999) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่เป็นการบรรยายมีรายละเอียดมาก ผู้เรียนเข้าฟังการบรรยายได้เพียงครั้งเดียว อีกทั้งคู่มือเอกสารประกอบเป็นเพียงภาพ คำบรรยายและคำศัพท์เทคนิคเฉพาะยากที่ผู้เรียนจะเข้าใจได้ตามความต้องการของผู้สอนในระยะเวลาจำกัด (Dornbundit, Tongraung, & Sanamontre, 2016)

ดังนั้น การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มทักษะการปฏิบัติการ ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น (Akçayır, Akçayır, Pektaş, & Ocak, 2016) เนื่องจากคุณสมบัติของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ กล่าวคือ ภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง สามมิติ

ภาพเคลื่อนไหวหรือสื่อที่มีเสียงประกอบสามารถถ่ายทอดเนื้อหาไปยังผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนภายในห้องเรียน (Tatli & Ayas, 2013; Tansiri, 2010; Tüysüz, 2010) ผู้เรียนเข้าใจและเห็นภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม (Chang, Wu, & Hsu, 2013) ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นอิสระ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เลือกเรียนได้ตามความสามารถของตน สามารถกลับมาทบทวนเนื้อหาเมื่อไม่เข้าใจและเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้อีกด้วย (Techakosit & Nilsook, 2016)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนรายวิชา ปฏิบัติการเคมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี โดยเนื้อหาที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 10 หน่วยการทดลอง ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการออกแบบของ ADDIE Model (McGriff, 2000) โดยลักษณะของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วยสื่อประสม เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง และสื่อวีดิทัศน์

■ วัตถุประสงค์การวิจัย (Objective)

1. เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

■ สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

1. ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี มีค่าเท่ากับ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชา ปฏิบัติการเคมี สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ .01

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)

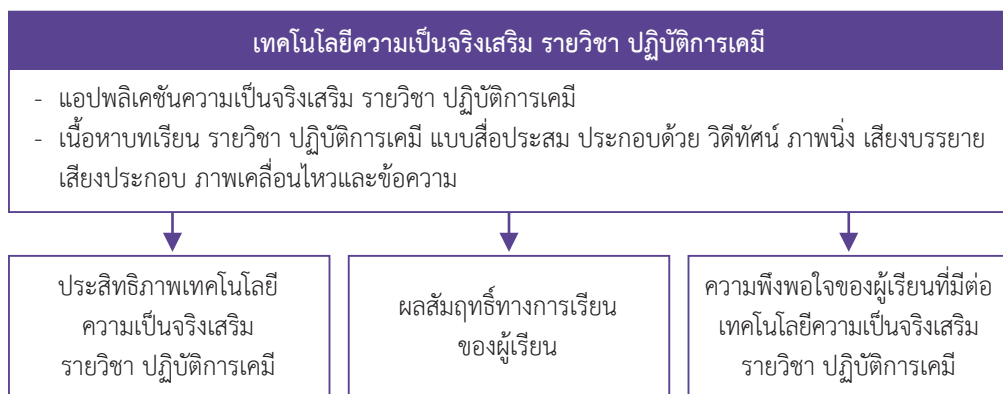


Figure 1 Conceptual framework
กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา ปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี จำนวน 137 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Janjaroen, 2009) เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี ที่ไม่เคยเรียน รายวิชา ปฏิบัติการเคมี จำนวน 137 คน

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยพิจารณาตามกรอบเนื้อหา รายวิชา ปฏิบัติการเคมี CHM 160 Chemistry Laboratory ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทั้งสิ้นจำนวน 10 หน่วยการทดลอง ซึ่งเป็นการทดลองที่อาจก่อให้เกิดความอันตรายหรืออุปกรณ์มีราคาสูง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบหรือฝึกก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

หน่วยที่ 1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเลขออกซิเดชันของวานาเดียม (An experiment to investigate the oxidation state of vanadium in solution)

หน่วยที่ 2 การเตรียมและวัด pH ของสารละลายชนิดต่างๆ (Preparation of solutions and pH measurement)

หน่วยที่ 3 กฎทรงมวลของสาร (Law of conservation of mass)

หน่วยที่ 4 การหาค่าคงที่และปริมาตรหนึ่งโมลของแก๊สที่สภาวะมาตรฐาน (Determination of gas constant and molar volume of gas at STP)

หน่วยที่ 5 การหาน้ำหนักโมเลกุลของสารโดยอาศัยการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Determination of molecular weight by freezing-point depression method)

หน่วยที่ 6 การศึกษาจลนเคมีของปฏิกิริยาเคมี (Chemical kinetic study of the reaction between iodide and peroxydisulfate ions)

หน่วยที่ 7 ปฏิกิริยาผันกลับและสมดุลเคมี (Reversible reactions and chemical equilibrium)

หน่วยที่ 8 การไทเทรตระหว่างกรดกับเบส (Acid-base titration)

หน่วยที่ 9 เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cells) เซลล์ไฟฟ้าแบบกัลวานิกและเซลล์ความเข้มข้น

หน่วยที่ 10 เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cells) การทำอิเล็กโทรลิซิสและการหาน้ำหนักอะตอมของทองแดง เนื้อหา (Content)

สถิติสำหรับการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบทีทดสอบแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test dependent samples)

เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ดังนี้

1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี จำนวนทั้งสิ้น 10 หน่วยการทดลองประกอบด้วย ภาพนิ่ง เสียง

บรรยาย เสียงประกอบ ภาพเคลื่อนไหวและข้อความ

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี จำนวน 18 ข้อ ประกอบไปด้วย 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการออกแบบบทเรียนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 2) ด้านสื่อประสมภายในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 3) ด้านเนื้อหา และ 4) ด้านความน่าสนใจและการสื่อความหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการกำหนดแผนการวิจัย โดยเริ่มจากปฐมนิเทศวิธีการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นผู้เรียนทดลองเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วผู้เรียน

ทำการทดลองและกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทดลองภายในรายวิชา เมื่อผู้เรียนเรียนจบครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วดำเนินการทำแบบทดสอบหลังเรียนและทำแบบประเมินความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี ตามแนวคิดของ Brahmarong (2013) ด้วยสถิติพื้นฐานและเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการ t-test แบบ dependent (Srisa-ard, 2003)

ผลการวิจัย (Results)

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

Table 1 Results of finding the efficiency of augmented reality in the learning process
ผลประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

List	Number of students	Scores during the study process	Efficiency (E ₁) (%)
Plan Lab (10 points)	137	1278	93.28
Report (30 points)		3437	83.63
		E ₁	88.46

Table 2 Results of finding the efficiency of augmented reality post learning process
ผลประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

List	Number of students	Full score	Total Score	Efficiency (E_2) (%)
Post-test score	137	30	3302	80.33

จาก Table 1 และ Table 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 88.46 และค่าประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 80.33 พบว่าประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมรายวิชา ปฏิบัติการเคมี คือ 88.46/80.33

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

Table 3 The comparison of sample group's achievement between pre-test and post-test
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

List	Number of students	Full score	Means	S.D.	t	Sig. (one-tail)
Pre-test	137	30	6.08	4.03	42.02	.00
Post-test		30	24.08	3.75		

จาก Table 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.03 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.75 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ .01 โดยข้อเสนอแนะของผู้เรียน มีดังนี้ การเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความ

แปลกใหม่ เข้าใจได้ง่าย สามารถมองเห็นภาพรวม อุปกรณ์ขั้นตอนการทดลองของแต่ละหน่วยการทดลองอย่างชัดเจนและถูกต้อง ควรมีการชี้แนะ อธิบาย โดยการปฐมนิเทศ ขั้นตอนวิธีการ เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้และทักษะการปฏิบัติในรายวิชาด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชาปฏิบัติการเคมี

Table 4 Satisfaction level of the sample group towards augmented-reality in chemistry laboratory course
ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

List	Mean	Standard deviation	Satisfaction level
ด้านการออกแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. สามารถใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.01	0.90	พึงพอใจมาก
2. ภาพรวมการออกแบบหน้าจอมีความสวยงามและเหมาะสม	4.04	0.81	พึงพอใจมาก
3. การมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.00	0.81	พึงพอใจมาก
4. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา	4.03	0.79	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยรวม	4.02	0.83	พึงพอใจมาก
ด้านสื่อประสมภายในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
5. กราฟฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียนมีความสวยงาม	3.86	0.82	พึงพอใจมาก
6. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียนมีความสวยงาม	3.85	0.82	พึงพอใจมาก
7. ภาพเคลื่อนไหวมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและคำบรรยาย	4.12	0.86	พึงพอใจมาก
8. รูปแบบตัวอักษรสามารถอ่านได้ง่ายและชัดเจน	3.96	0.79	พึงพอใจมาก
9. ขนาดตัวอักษรสามารถอ่านได้ง่ายและชัดเจน	3.95	0.80	พึงพอใจมาก
10. สีของตัวอักษรสามารถอ่านได้ง่ายและชัดเจน	3.99	0.78	พึงพอใจมาก
11. เสียงที่ใช้ประกอบมีความชัดเจน	3.90	0.76	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยรวม	3.95	0.80	พึงพอใจมาก

Table 4 Satisfaction level of the sample group towards augmented-reality in chemistry laboratory course (cont.)
ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

List	Mean	Standard deviation	Satisfaction level
ด้านเนื้อหา			
12. ระยะเวลาในการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	4.10	0.76	พึงพอใจมาก
13. การนำเสนอชื่อเรื่องแต่ละหน่วยการทดลองมีความถูกต้อง ชัดเจน	4.05	0.79	พึงพอใจมาก
14. การชี้แจงวัตถุประสงค์แต่ละหน่วยการทดลองมีความถูกต้อง ชัดเจน	4.34	0.72	พึงพอใจมาก
15. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์	4.36	0.66	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยรวม	4.21	0.73	พึงพอใจมาก
ด้านความน่าสนใจและการสื่อความหมาย			
16. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจและดึงดูดให้อยากเรียนรู้	4.01	0.83	พึงพอใจมาก
17. เนื้อหาภายในบทเรียนมีความน่าสนใจและสามารถสื่อความหมายของภาพรวมเนื้อหาได้อย่างชัดเจน	4.26	0.71	พึงพอใจมาก
18. ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน	4.04	0.81	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยรวม	4.10	0.78	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.07	0.79	พึงพอใจมาก

จาก Table 4 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ด้านการออกแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83 ด้านสื่อประสมภายในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 ด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 ด้านความน่าสนใจและการสื่อความหมาย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78

อภิปรายผล (Discussions)

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลของประสิทธิภาพเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

ค่าประสิทธิภาพในระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 88.46 และค่าประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 80.33 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน คือ 88.46/80.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 เป็นไปตามที่ Brahmawong (2013) ได้ระบุว่า หากประสิทธิภาพ

ของสื่อสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน ± 2.5 ถือว่าสื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวทางการพัฒนาบทเรียนของ ADDIE Model (McGriff, 2000) อย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชา คุณลักษณะของผู้เรียน สื่อ รูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขั้นตอนการพัฒนาที่มีการออกแบบและจัดทำรอบแสดงเรื่องราวอย่างเป็นลำดับ นอกจากนี้สื่อยังมีรูปแบบที่หลากหลายผสมผสานกัน ประกอบด้วย ภาพนิ่ง เสียงบรรยาย เสียงประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และข้อความ อีกทั้งได้ผ่านการตรวจสอบและประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทุกขั้นตอน ส่งผลให้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ulao, Sirionnang, and Bojukrapan (2016) ได้พัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชาเคมี เรื่องอะตอม พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 87.55/80.19

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชา ปฏิบัติการเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kularbphetpong, Vichivanives, and Roonrakwit

(2019) พบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถถ่ายทอดเนื้อหาผ่านสื่อมัลติมีเดีย สนับสนุนสภาพแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพด้านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น (Tatli & Ayas, 2013; Tüysüz, 2010) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Cai, Wang, and Chiang (2014) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี

ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา ปฏิบัติการเคมี โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Waenasaee, Napapongs, Kaosaiyaporn, and Tehhae (2020) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยเพิ่มความน่าสนใจให้กับเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนมีอารมณ์ร่วมไปกับบทเรียนและพึงพอใจต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นอย่างดี กล่าวโดยสรุปผู้วิจัยได้พัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน มีความแปลกใหม่ ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้ทันที เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนมีความน่าสนใจกระตุ้นและดึงดูดผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนในกลุ่มดิจิทัลเนทีฟที่มีความคุ้นชินในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ต (Wongyai, 2017) นิยมการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อออนไลน์ต่างๆ ด้วยเทคโนโลยีที่สามารถใช้งาน เข้าถึงง่าย และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ (Jamjuree, 2020) ส่งผลให้ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

■ ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ผู้สอนควรดำเนินการศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยพื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิคและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน

2. ผู้สอนสามารถนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งช่วยสร้างความน่าสนใจ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนที่แปลกใหม่

■ กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

บทความวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัย พระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์โมดูลเคมีสำหรับข้อมูล การประเมินเนื้อหา และแบบทดสอบรายวิชา ปฏิบัติการเคมี ความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมและแบบประเมินความพึงพอใจ อีกทั้งสำนักวิจัยและพัฒนาพันธมิตร สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

■ เอกสารอ้างอิง (References)

- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H.M., Ocak, M.A., (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Bureau of Academic Affairs and Education Standards Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. (2018) *Indicators and learning areas in science of basic education core curriculum*. Bangkok: The agricultural co-operative federation of Thailand.
- Brahmawong, C. (2013). Media or instructional package efficiency testing. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-20.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.
- Chang, H. Y., Wu, H. K., & Hsu, Y. S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to on textualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 95-99.
- Ditcharoen, N., Polyiam, K., Vangkahad, P. & Jarujamrus, P. (2014). Development of learning media in topics of atomic structure and chemical bond with augmented reality technology. *Journal of Re-search Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 5(1), 21-27.
- Dornbundi, P., Tongraung, P., & Sanamontre, A. (2016). Effect of an online chemical introduction program for first-year undergraduates in the faculty of science. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 6(2), 209-216.
- Jamjuree, D. (2020). *Learning design for gen z*. Bangkok: The Graduate School of Srinakharinwirot University.
- Janjaroen, K. (2009). *Nursing research: Concepts, principles and practices*. Nonthaburi: Prabormarajchanok Institute.
- Kularbphetong, K., Vichivanives, R., & Roonrakwit, P. (2019). *Student learning achievement through augmented reality in science subjects*. In *Proceedings of the 2019 11th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC 2019)* (pp. 228-232). United States: Association for Computing Machinery.
- McGriff, S. (2000). *Instructional System Design (ISD): Using the ADDIE model*. USA, Pennsylvania: Pennsylvania State University.
- Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83(6), 639-653.
- Phornphisutthimas, S. (2008). Teaching science underlining process skills. *Advanced Science Journal*, 8(2), 28-38.
- Srisa-ard, B. (2003). *Research for teacher*. Bangkok: Suweeriyasan.
- Tansiri, P. (2010). Augmented reality. *Executive Journal*, 30(2), 169-175.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159-170.
- Techakosit, S., & Nilsook, P. (2016). The learning process of scientific imagineering through AR in order to enhance STEM literacy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(7), 56-63.

- Thummathong, R., & Thathong, K. (2018). Chemical literacy levels of engineering students in Northeastern Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(3), 478-487.
- Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Science*, 2(1), 37-53.
- Ulaio, K., Sirionnrang, P., & Bojukrapan, S. (2016). The development of the instructional media with augmented reality technology entitled atomic model for matthayomsuksa 4 students. *Journal of Project in Computer Science and Information Technology*, 2(2), 73-80.
- Waenasae, R., Napapongs, W., Kaosaiyaporn, O., & Tehhae, I. (2020). Effects of using augmented reality for improving learning achievement on arabic consonant pronunciation of grade 3 students. *Journal of Information and Learning*, 31(3), 11-24.
- Wongyai, N. (2017). A guide to developing digital literacy skills of digital native. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 10(2), 1630-1642.