

Research article

การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF PRACTICE BOOK THAT INTEGRATES AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGY TO ENHANCE THE SPATIAL ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS

อรวี ขุมมิน* นิปาดา ไตรรัตน์ และรัฐพล ประดับเวทย์

Orravee Khummin* Nipada Trirat, and Rathapol Pradubwate

orravee.kmn@g.swu.ac.th, nipada@g.swu.ac.th, and rattapol@g.swu.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

Department of Education Technology, Faculty of Education, Srinakarinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), <https://doi.org/10.55003/JIE.24207>

Received: July 7, 2025, | Revised: July 23, 2025, | Accepted: August 13, 2025

Citation reference :

Khummin, O., Trirat N., & Pradubwate, R. (2025). Development of practice book that integrates augmented reality technology to enhance the spatial abilities of high school students. *Journal of Industrial Education*, 24(2), 13-22.

ABSTRACT

This research aims to develop a practice book integrating augmented reality (AR) technology to enhance the spatial abilities of high school students as well as to investigate the effects of using the developed book. The content focused on 4 aspects of spatial ability: (1) rotation, (2) box folding, (3) assembly, and (4) identifying differences. The sample group consisted of grade 10 students from Watkhienkhet School, divided into an experimental group of 31 students and a control group of 32 students. The findings revealed that the practice book should be designed with content that aligns with AR technology to enhance learners' understanding and learning experience. The book should have a clear structure with strong links to the AR features, ensuring ease of use while promoting analytical thinking and hands-on practice. It should also offer diverse exercises with answer keys for self-assessment. The analysis of results indicated that spatial ability among students improved significantly after using the AR-integrated practice book, with statistical significance at the .05 level (t -test = 16.47, p -value = .00). The average pre-test and post-test scores were 24.84 and 38.71, respectively. Moreover, the experimental group scored significantly higher in spatial ability assessments than the control group, also at the .05 level of statistical significance (t -test = 3.22, p -value = .00). The control group had a post-test average that was 8.40 points lower than the experimental group. In addition, the survey results showed that students felt the practice book integrated with augmented reality technology increased their interest in developing spatial ability and enhanced student engagement and learning efficacy.

Keywords: Augmented reality, Practice book, Spatial ability

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่พัฒนาขึ้นซึ่งเนื้อหาของหนังสือประกอบไปด้วยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการหมุน 2) ด้านการพับกล่อง 3) ด้านการประกอบ และ 4) ด้านการหาความต่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน จากการวิจัยพบว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ควรออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและประสบการณ์เรียนรู้ โดยมีโครงสร้างและจุดเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมชัดเจน เข้าใจง่าย กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มีเฉลยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ และจากการวิเคราะห์ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t\text{-test} = 16.47, p\text{-value} = .00$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังใช้แบบฝึกอยู่ที่ 24.84 และ 38.71 คะแนนตามลำดับอีกทั้งผู้เรียนกลุ่มทดลองยังมีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t\text{-test} = 3.22, p\text{-value} = .00$) โดยกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองน้อยกว่ากลุ่มทดลองเฉลี่ยอยู่ที่ 8.40 คะแนน และจากการสอบถาม ผู้เรียนคิดว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น ช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริง

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, หนังสือแบบฝึก, ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1. บทนำ

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นการพัฒนาการเรียนรู้ ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ที่เน้นทั้งการแก้ไขปัญหในปัจจุบัน และการเสริมสร้างและยกระดับการพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้ โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กับการส่งเสริมการพัฒนาคนไทยตามพหุปัญญาให้เต็มตามศักยภาพ ตลอดจนพัฒนาและรักษากลุ่มผู้มีความสามารถพิเศษของพหุปัญญาแต่ละประเภท (Office of the Basic Education Commission [OBEC], 2022, Online) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับปัญญาในแต่ละรูปแบบ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นด้านหนึ่งในทฤษฎีพหุปัญญาที่ถูกคิดค้นโดยโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ ในปี ค.ศ. 1983 โดยความสามารถด้านนี้จะจะเป็นความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวซึ่งอยู่ในชีวิตประจำวัน รวมถึงเป็นพื้นฐานของทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายด้านผู้เรียนตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 จากการศึกษาพบว่าความสามารถด้านนี้เป็นพื้นฐานของวิชาการศึกษาตามหลักสูตรพื้นฐานในหลายวิชา เนื่องจากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการนำทักษะการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา (Kaewkertmee, 2017, p. 80) อีกทั้งการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยของไทยอย่างการสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT) และการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพที่ใช้ข้อสอบ Thai Professional Aptitude Test (TPAT) ก็มีส่วนที่มีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงแสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนระดับอุดมศึกษา รวมไปถึงการประกอบอาชีพในอนาคตแต่จากสถิติการสอบเพื่อวัดความถนัดทั่วไป (TGAT) ประจำปี 2566 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีส่วนของการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่อยู่ในข้อสอบ TGAT อยู่ที่ 42.385 คะแนน และฐานนิยมอยู่ที่ 31.250 คะแนน (The Council of University President of Thailand [CUPT], 2023, Online) แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่แล้วยังมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างน้อยอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้ลดลงตามไปด้วย

เทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านนี้ นั่นคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สร้างภาพเสมือนขึ้นบนโลกความจริงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการจำลองภาพเสมือนของวัตถุที่ต้องการจินตนาการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อภาพโดยตรงซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ อีกทั้งจากการศึกษาวิจัยของ Tosik and Atasoy (2017, pp.31-51) ที่ได้นำศึกษาทักษะด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเทียบกับการเรียนด้วยวัตถุจริงเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลการ

ทดลองแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และการใช้วัตถุจริง 3 มิติในสภาพแวดล้อมทางการศึกษา ส่งผลต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน แต่คะแนนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมจึงแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนได้ดีกว่าการใช้วัตถุจริง 3 มิติเพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน เนื่องจากวิธีการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนมีปฏิริยาต่อภาพโดยตรง (Wongyai, 1999, p. 34)

จากคำกล่าวของ Sheryl Sorby ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนไม่ใช่ความสามารถที่มีมาตั้งแต่กำเนิด (Hill et al., 2010, p. 52) ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในความสามารถด้านนี้จึงควรให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งแบบฝึกเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสามารถทบทวนด้วยตนเองได้ อีกทั้งแบบฝึกยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาตนเองได้เป็นอย่างดี เมื่อนำแบบฝึกมาผสมผสานกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะสำรวจรูปทรงในแบบต่าง ๆ ถึงความสัมพันธ์ภาพในแบบฝึกได้อย่างง่าย และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้อย่างดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญทั้งในชีวิตประจำวัน และด้านการศึกษาเชิงวิชาการ รวมไปถึงการทำงานในหลายวิชาชีพ และแม้ว่าจากการศึกษาทางวิจัยจะพบว่ามีการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่พบการนำมาใช้ร่วมกับหนังสือแบบฝึกมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านนี้ ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นหนึ่งในหัวข้อปัญหา 9 ด้านตามทฤษฎีทางปัญญาที่ชื่อว่า “ทฤษฎีพหุปัญญา” ซึ่งถูกคิดค้นโดยโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ ในปี ค.ศ. 1983 โดยเขาวางปัญหาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการมองภาพ เข้าใจทิศทางแบบสามมิติ ไรต่อการรับรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว สามารถจำแนกลักษณะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น (Office of the Education Council, 2021, pp. 8-9) อีกทั้งมิติสัมพันธ์ยังเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary mental abilities) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - factor theory) ของเธอร์สตัน (Thurstone) ซึ่งเป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง โกลั-โกลและสมรรถภาพในการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการเปลี่ยนรูป (Jearjun, 2011, pp. 15-16) และจากทฤษฎีพัฒนาการทางมิติสัมพันธ์ของเพียเจต์ และอินเฮลเตอร์พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะถูกพัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่แรกเกิด โดยเด็กจะเข้าใจในความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการลงมือกระทำกับวัตถุด้วยตนเองและจะมีความเชื่อมโยงกับระบบประสาทไปจนถึงขั้นการรับรู้จากการคิดมโนภาพ โดยระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพถือได้ว่าเป็นระดับที่สำคัญในการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Hemchayart, 1993, pp. 31-33) ดังนั้นการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงควรเน้นไปที่การให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ด้วยกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นจินตนาการ การใช้ความคิด เช่นการสำรวจ การคาดเดาหรือคาดคะเนความเชื่อมโยงของวัตถุต่าง ๆ เป็นต้น

จากการศึกษาของ Nanchai (2019, pp. 93-96) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับการใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการหมุนโมเลกุล 3 มิติไปยังทิศทางต่าง ๆ ทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ นอกจากนี้การแปลความหมายของสัญลักษณ์สูตรเคมี และกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้มีการฝึกฝนยังช่วยพัฒนากระบวนการทำงานของสมองส่งผลให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น อีกทั้ง Rahmawati et al. (2021, pp. 18-19) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้การแสดงผลภาพเสมือน 3 มิติในวิชาเคมี โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพบว่าการแสดงผลภาพเสมือน 3 มิติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และการตีความได้ดีขึ้น อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนยังพบว่าการใช้สื่อเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จากการศึกษาทางวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าการแสดงผลภาพ 3 มิติและการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝนนั้นช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ทั้งนี้จากการศึกษาทางวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่พบการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ครอบคลุมเนื้อหาตามแนวข้อสอบ TGAT ซึ่งเป็นการวัดสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ใช้ในการเลื่อนระดับจากระดับมัธยมศึกษาไปยังอุดมศึกษา

ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนวรรณกรรมและนำแนวคิดจากงานวิจัยที่ศึกษามาต่อยอดเพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ขึ้น โดยตั้งสมมติฐานงานวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนที่ฝึกแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนทดลอง และสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีแบบแผนการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control group design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับฉลาก แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนการทดลอง พบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถใช้เปรียบเทียบผลลัพธ์ภายหลังการทดลองได้

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา แบ่งเป็นตัวแปรต้น ได้แก่ หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งจะนำไปใช้กับกลุ่มทดลองเท่านั้น และตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งจะวัดจากการแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ชุด ชุดละ 15 ข้อตามเนื้อหา 4 ด้าน

ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์เป็นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นตามแนวข้อสอบ TGAT ที่เป็นการสอบเพื่อวัดสมรรถนะทั่วไป โดยมีเนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ 1) แบบพับกล่อง 2) แบบหมุนภาพ 3) แบบภาพประกอบ และ 4) แบบหาความต่าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์ ทั้งนี้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบนี้จะครอบคลุมมิติย่อยทั้งด้านการมองภาพ การจัดองค์ประกอบ และการเปรียบเทียบวัตถุ เนื้อหาในแบบฝึกแต่ละบทถูกจัดลำดับจากง่ายไปยาก โดยเน้นการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ผ่านการปฏิบัติจริง ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ช่วยแสดงภาพ 3 มิติและภาพเคลื่อนไหว เพื่อส่งเสริมการเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยหนังสือหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นี้จะมีภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหวตามความเหมาะสมของเนื้อหา โดยเนื้อหาจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1. มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน 2. มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง 3. มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ และ 4. ด้านการหาความต่าง

2. แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบแบบประเมินตามหลักการของลิเคิร์ท (Taweerat, 2000, pp. 107-108) ซึ่งมีลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยผลการประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบจับคู่ แบ่งเป็น 4 ฉบับแบ่งตามเนื้อหา ซึ่งจะมีแบบวัด 4 ฉบับ คือ แบบพับกล่อง แบบหมุนภาพ แบบภาพประกอบ และแบบหาความต่าง ฉบับละ 30 ข้อ โดยจะอ้างอิงตามข้อสอบ TGAT ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น และได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คนเพื่อนำผลการทดลองมาหาคุณภาพของข้อสอบ พบว่าข้อสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความยากระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

4. แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 3 ข้อเพื่อศึกษาผลของการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามนี้มาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นก่อนดำเนินการ ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตทำการวิจัย โดยทำหนังสือขออนุญาต เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย
2. ขั้นดำเนินการ ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน บทบาทของผู้วิจัย ชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมของตนเองในการวิจัย จากนั้นให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้มอบหนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง นำกลับไปทำนอกเวลาเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนรู้ผ่านการทำข้อสอบเก่า หลังจากครบระยะเวลาจึงให้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบหลังเรียน และให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. ขั้นหลังการดำเนินการ ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มาประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเรียบเรียงในรูปแบบความเรียง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ IOC โดยใช้เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่าข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้
2. การวิเคราะห์คุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
3. การหาค่าดัชนีความยาก (Item difficulty index) โดยเกณฑ์การตัดสินค่าดัชนีความยาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้
4. การหาค่าอำนาจจำแนก โดยเกณฑ์การตัดสินค่าอำนาจจำแนก ถ้ามีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.2 ให้ถือว่าข้อนั้นมีอำนาจจำแนกเพียงพอ และคัดเลือกไว้ใช้ได้
5. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากการฝึกด้วยแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งก่อนและหลังการฝึกโดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample
6. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบ t-test แบบ Independent sample

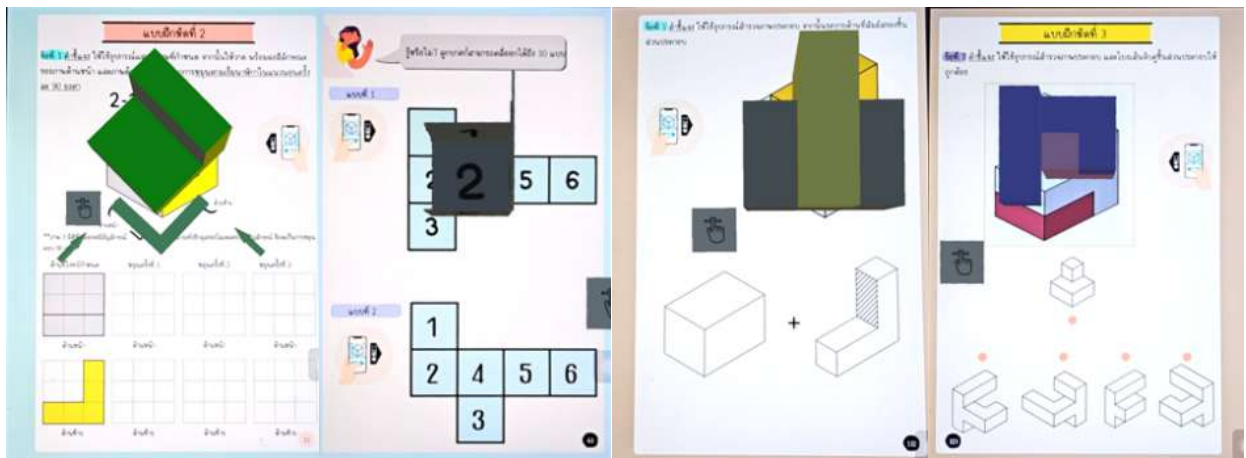
4. ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หนังสือแบบฝึกผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. หน้าที่ปก เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงเนื้อหาภายในเล่มนั้น ๆ
2. สารบัญ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นว่าหนังสือแบ่งเนื้อหาออกเป็นกี่บท อย่างไรบ้างและยังช่วยในการค้นหาเนื้อหาที่ต้องการภายในเล่มได้อย่างรวดเร็ว
3. วิธีการใช้งานหนังสือ เนื่องจากเป็นหนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้อ่านใช้งานหนังสือได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหนังสือ
4. แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกสามารถประเมินความสามารถของตัวเองก่อนเริ่มทำแบบฝึกหัด โดยจะมีทั้งหมด 4 ส่วนก่อนเริ่มทำแบบฝึกแต่ละส่วนตามเนื้อหา
5. เนื้อหา เป็นรายละเอียดของแบบฝึกว่าแบบฝึกนั้นคืออะไร โดยหนังสือนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้
 - 5.1 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน เป็นความสามารถในการจินตนาการและทำความเข้าใจวัตถุที่ถูกหมุนไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะของวัตถุในแต่ละมิติสัมพันธ์ด้านการหมุน ด้านได้ในมุมมองที่หลากหลาย
 - 5.2 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง เป็นความสามารถในการจินตนาการว่ากระดาษหรือแผ่นวัสดุที่แบนราบสามารถพับขึ้นมาเป็นกล่องได้อย่างไร ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ในแต่ละด้านของพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงเป็นกล่องสามมิติ
 - 5.3 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ เป็นความสามารถจินตนาการว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ จะสามารถนำมาประกอบกันได้อย่างไรหรือการประกอบของวัตถุนั้นเกิดจากชิ้นส่วนใดซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกัน
 - 5.4 ด้านการหาความต่าง เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างวัตถุ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการสังเกต และการตรวจสอบข้อผิดพลาดได้อย่างแม่นยำ
6. แบบฝึก ซึ่งเป็นหัวใจหลักของหนังสือนี้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถของผู้ใช้หนังสือตามวัตถุประสงค์ ของหนังสือ โดยจะแบ่งเป็น 4 ส่วนตามเนื้อหา โดยแต่ละส่วนจะมีจำนวนแบบฝึกตามความเหมาะสมของเนื้อหานั้น ๆ



รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

7. แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกทราบถึงพัฒนาการของตนเองหลังจากการทำแบบฝึกได้ โดยจะมีทั้งหมด 4 ส่วนหลังทำแบบฝึกแต่ละส่วนตามเนื้อหา

8. เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก เพื่อให้ผู้ใช้หนังสือมีความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงเห็นข้อผิดพลาดของตนเองเพื่อพัฒนาต่อไปได้อย่างตรงจุด

หลังจากสร้างหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้นำหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบให้คำแนะนำ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของหนังสือ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการประเมินเป็นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	SD	คุณภาพอยู่ระดับ
ด้านเนื้อหา			
1. ความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทันสมัยและเชื่อถือได้	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ความครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด	4.33	0.58	มาก
3. ความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
4. จำนวนข้อ มีปริมาณที่เหมาะสม	4.00	1.00	มาก
5. รูปแบบ/ลักษณะที่หลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	0.58	มาก
6. เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. ขนาดของหนังสือแบบฝึกฯ มีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก	4.00	1.00	มาก
2. องค์ประกอบของหนังสือแบบฝึกฯ มีความสมบูรณ์ครบถ้วน	4.33	1.15	มาก
3. การใช้สำนวนภาษาในหนังสือแบบฝึกฯ เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
4. มีคำอธิบายหรือคำสั่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติ และศึกษาด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
5. การจัดวางรูปแบบ (Layout) มีความเหมาะสมตามรูปแบบของหนังสือแบบฝึกฯ	4.00	1.00	มาก
6. มีการกำหนดจุด Marker ที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้ในการผสมเข้ากับเทคโนโลยี AR	4.67	0.58	มากที่สุด
7. มีสัญลักษณ์ (AR marker) ที่แสดงการใช้งานร่วมกับสื่อความเป็นจริงเสริมที่ชัดเจน สื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด
8. สื่อความเป็นจริงเสริมมีการแสดงผลที่ถูกต้อง	4.33	1.15	มาก
9. ความรวดเร็วในการแสดงผลสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ของหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.33	1.15	มาก
10. สื่อความเป็นจริงเสริมมีภาพ / เสียง ที่มีคุณภาพ ขนาดชัดเจน สัดส่วนไม่ผิดเพี้ยน	4.33	1.15	มาก
11. สื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
12. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.33	0.58	มาก
ด้านการใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้และเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ช่วยในการมองภาพ การจินตนาการการหมุนการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือมิติ ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.53	0.53	มากที่สุด

4.2 ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การทดสอบ	n	\bar{x}	SD	t	p
ก่อนใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	31	24.84	9.83	16.47*	.00
หลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	31	38.71	9.98		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่าก่อนทำหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Independent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้ และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t	p
กลุ่มทดลอง	31	24.84	38.71	13.87	0.97	3.22*	.00
กลุ่มควบคุม	32	25.50	30.31	4.81			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าก่อนการทดลองผู้เรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน (กลุ่มทดลอง $\bar{X}_1 = 24.84$, กลุ่มควบคุม $\bar{X}_2 = 25.50$) หลังการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ จากการผลการประเมินหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าคุณภาพของหนังสือหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.53, SD = 0.53) ทั้งนี้เนื่องจากหนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ประกอบ และโครงสร้างของหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจากการทบทวนวรรณกรรม จากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้หนังสือแบบฝึกฯ รวมถึงได้มีการตรวจสอบคุณภาพของหนังสือทั้งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และการนำเครื่องมือไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จนมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง แล้วจึงนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสม โดยจากการศึกษาและวิจัยพบว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรมีเนื้อหาที่ออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยเนื้อหาในหนังสือควรมีโครงสร้างชัดเจน จัดลำดับความยากง่าย พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์หรือคำแนะนำบอกจุดที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างชัดเจนเพื่อเข้าถึงเนื้อหาเสริมที่เป็นโมเดล 3 มิติ หรือแอนิเมชัน ทั้งนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ไม่ใช่เพียงเพิ่มความสวยงามเท่านั้น รวมถึงการใช้งานต้องง่ายและเข้าถึงได้สะดวก เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้น นอกจากนี้หนังสือแบบฝึกยังควรมีลักษณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ คำชี้แจงและแบบฝึกหัดควรมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติ อีกทั้งยังควรมีความหลากหลายของรูปแบบแบบฝึกหัด พร้อมทั้งมีเฉลยหรือแนวทางการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ และควรออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงวัยและพื้นฐานของผู้เรียน

นอกจากนี้จากผลการศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นพบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง สามารถมองเห็น เข้าใจ และได้ตอบกับวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yilmaz (2016, pp. 453-486) ที่ชี้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการรับรู้เชิงพื้นที่ และมิติสัมพันธ์ในระดับที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และจากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึก

ที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนรู้จัก และกระตุ้นความสนใจในความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น อีกทั้งการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังเป็นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคลโดยตรงจากการทำแบบฝึกด้วยตนเอง จึงทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sahaviriya and Kanchanachaya (2023, pp. 107–118) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ทักษะความจริงเสริม (Augmented reality) เรื่องการเขียนตัวอักษรภาษาไทย เพื่อพัฒนาการเขียนตัวอักษรภาษาไทยเกาหลีของผู้เรียนระดับต้น และพบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้หนังสือแบบฝึกที่ทักษะความจริงเสริม สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยจากการสอบถามผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้เรียนส่วนมากคิดว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น เนื่องจากหนังสือมีความน่าอ่าน เข้าใจง่าย ใช้งานสะดวก รวมถึงมีสีสันและรูปแบบที่ดึงดูดช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริงนอกจากนี้ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับหนังสือยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจของหนังสือและเนื้อหามากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่เห็นความจำเป็นหรือไม่แน่ใจในประโยชน์ของเนื้อหา ส่งผลให้ความสนใจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือไม่เพิ่มขึ้น อีกทั้งผู้เรียนยังให้ความเห็นว่าหนังสือแบบฝึกช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดีขึ้น โดยช่วยให้เข้าใจเรื่องการวิเคราะห์ภาพ การมองภาพสามมิติ การจินตนาการและการสังเกตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการมองภาพอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและสามารถทำแบบทดสอบได้แม่นยำมากขึ้น รวมถึงช่วยลดความสับสนในการทำแบบทดสอบ

6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการหนังสือแบบฝึกนี้เป็นหนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นหากจะนำไปใช้จริงจะต้องจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ หรือแน่ใจว่าผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ รวมถึงทำความเข้าใจวิธีการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนนำไปใช้ โดยหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสาน ทั้งการเรียนในและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้อย่างต่อเนื่องทั้งในและนอกเวลาเรียนได้ ทั้งนี้ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ ดังนั้นควรส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านนี้สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพในการติดตามพัฒนาการในการทำหนังสือแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยใช้ระบบบันทึกผลพฤติกรรมกรเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาช่วยเหลือ และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น รวมถึงควรศึกษาวิจัยการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผศ.ดร.เมธา อังทอง ดร.กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย และ ผศ.ณรงค์พล เอื้อไพจิตรกุล ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้การวิจัย ขอขอบคุณผู้อำนวยการ และครูโรงเรียนวัดเขียนเขตที่อนุญาตให้ทำการทดลองและคอยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนวัดเขียนเขต ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมหลักสูตรหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ให้ไว้ ณ วันที่ 3 กรกฎาคม 2565 และรับรองถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2568

เอกสารอ้างอิง

- Hemchayart, W. (1993). *Effects of instructional activity organization according to Gagne's approach on spatial relation perception ability of kindergarten children*. [Master's Thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Hill, C., Corbett, C., & Rose, A. S. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. AAUW.
- Jearjun, T. (2011). *Spatial Relation Ability of Early Childhood Children Acquired Strips Art Creative Activities*. [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Kaewkertmee, S. (2017). *The study relation between spatial abilities and the mathematical abilities of pratomsuksa 6 students at Banmakkhaeng school, Meuang district, Udon Thani province*. [Master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University.
- Nanchai, S. (2019). *The effect of a chemical molecule building card game combined with 3D Molecular model training for enhancing the spatial ability of high school students*. [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2022). *Basic Education Development Plan (2023–2027)*. Ministry of Education, Thailand. <http://www.secondarytak.go.th/wp-content/uploads/2022/12/แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน-2566-2570-ของ-สพฐ.pdf>. (in Thai)
- Office of the Education Council. (2021). *Summary Report on the Development of Models and Mechanisms for Enhancing Multiple Intelligences to Foster Learners' Potential*. (1st ed.). S.B.K. Printing Co.ltd. (in Thai)
- Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D virtual representation. *Education Sciences*, 11(4), 185. <https://doi.org/10.3390/educsci11040185>.
- Sahaviriya, K., & Kanchanachaya, N. (2023). Effects of an Augmented Reality Practice Book on Development of Korean Alphabet Writing for Beginners. *Journal of Humanities, Naresuan University*, 20(2), 107–118. (in Thai)
- Taweerat, P. (2000). *Behavioral and Social Researching Method*. (2nd ed.). Srinakharinwirot University. (in Thai)
- The Council of University President of Thailand (CUPT). (2566). *Statistical Summary Report of TGAT/TPAT2–5 Examination Results for the Academic Year 2023*. <https://help.mytcas.com/article/๓264-tgat-tpat2-5-2566>. (in Thai)
- Tosik, E., & Atasoy, B. (2017). The Effects of Augmented Reality on Elementary School Students' Spatial Ability and Academic Achievement. *Education and Science*, 42(191), 31-51.
- Wongyai, W. (1999). *Learning Power in New Paradigm*. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Yilmaz, H. B. (2016). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 8(3), 453-486. <https://www.iejee.com/index.php/iejee/article/view/279>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”