



การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติ
สัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

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

อรวิ ชุมมิน

การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติ
สัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Technology)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติ

สัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

อรวิ ชุมมิน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์) (รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์) (รองศาสตราจารย์ ดร.นันทิรัตน์ พิระพันธุ์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	อรวิ ชุมมิน
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพาดา ไตรรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล ประดับเวทย์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเนื้อหาของหนังสือประกอบไปด้วยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการหมุน 2) ด้านการพับกลอง 3) ด้านการประกอบ และ 4) ด้านการหาความต่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต จำนวน 63 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน จากการวิจัยพบว่าหนังสือแบบฝึกฯ ครอบคลุมแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและประสบการณ์เรียนรู้ โดยมีโครงสร้างและจุดเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมชัดเจน เข้าใจง่าย กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มีเฉลยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ และจากการวิเคราะห์ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งกลุ่มทดลองที่ใช้หนังสือแบบฝึกฯ ยังมีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการสอบถาม ผู้เรียนส่วนมากคิดว่าหนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น ช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริง

คำสำคัญ : เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, หนังสือแบบฝึก, ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

Title	DEVELOPMENT OF PRACTICE BOOK THAT INTEGRATES AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO ENHANCE THE SPATIAL ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS
Author	ORRAVEE KHUMMIN
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Assistant Professor Nipada Trairut
Co Advisor	Associate Professor Rathapol Pradubwate

The objectives of this research were 1) to develop a practice book integrating augmented reality (AR) technology to enhance the spatial abilities of high school students, and 2) to investigate the effects of using the developed book. The content of the book focused on four aspects of spatial ability: (1) rotation, (2) box folding, (3) assembly and (4) identifying differences. The sample group consisted of 63 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 and well-defined connections between the content and AR feature, ensuring ease of use while stimulating analytical thinking and hands-on practice. The book should also include a variety of exercises and provide answer keys to enable students to self-assess their learning. 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. Moreover, the experimental group scored significantly higher in spatial ability assessments than the control group, also at the .05 level of statistical significance. In addition, most learners believed that the practice book enhanced their interest in developing spatial ability, making the learning experience more enjoyable and truly beneficial.

Keyword : Augmented Reality, Practice book, Spatial ability

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความตั้งใจ และความทุ่มเทของอาจารย์ และขอขอบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ตลอดจนคำแนะนำที่ช่วยให้งานวิจัยนี้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุก ๆ ท่าน ที่ให้คำปรึกษา ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้จนมีผู้วิจัยในวันนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ ที่ร่วมศึกษาปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุก ๆ คน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เต๋ย วรพรรณ ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาอยู่เสมอ รวมถึง พี่ต้า พี่บี ที่คอยเป็นห่วงและถามไถ่บ่อยอยู่เสมอ

และสุดท้ายขอขอบคุณตัวเองอย่างสุดซึ้งที่อดทน และพยายามจนสามารถทำงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้

อรวิ ชุมมิน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
คำถามงานวิจัย.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย.....	5
ขอบเขตงานวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิด	7
สมมติฐานงานวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบฝึก.....	9
1.1 ความหมายของหนังสือ	9
1.2 ประเภทของหนังสือ.....	10
1.3 ความหมายของแบบฝึก	12
1.4 ประโยชน์ของแบบฝึก	13

1.5 ส่วนประกอบของแบบฝึก.....	16
1.6 ลักษณะของแบบฝึกที่ดี	19
1.7 หลักในการสร้างแบบฝึกที่ดี.....	21
1.8 ขั้นตอนในการพัฒนาหนังสือแบบฝึก	23
1.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบฝึก	24
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)...	26
2.1 ความหมายและคุณลักษณะของเทคโนโลยีความจริงเสริม	27
2.2 ประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริม	28
2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม	30
2.4 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสริม	31
2.5 ข้อดีของเทคโนโลยีความจริงเสริม	33
2.6 ข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม	34
2.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	35
2.8 บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการศึกษา.....	36
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability)	37
3.1 ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	37
3.2 ความสำคัญของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	39
3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	40
3.4 องค์ประกอบของความสามารถมิติสัมพันธ์	44
3.5 การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	46
3.6 แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์	48
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
4.1 งานวิจัยภายในประเทศ	53

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	54
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	57
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	57
2. แบบแผนการวิจัย.....	57
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58
5. วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
ส่วนที่ 1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริม ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	77
ส่วนที่ 2 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย	80
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	84
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	84
คำถามงานวิจัย.....	84
สมมติฐานงานวิจัย.....	84
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	84
ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	85
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	85
วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	85
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	86
สรุปผลการวิจัย.....	86

อภิปรายผล	87
ข้อเสนอแนะ	91
1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้	91
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก	103
ภาคผนวก ข	111
ภาคผนวก ค	119
ภาคผนวก ง.....	131
ภาคผนวก จ	153
ภาคผนวก ฉ	159
ภาคผนวก ช	164
ประวัติผู้เขียน.....	166

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รูปแบบของแบบทดสอบแบ่งตามองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	52
ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	77
ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มทดลอง)	80
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มก่อนทำการ ทดลอง	81
ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้ และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้ หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	81
ตารางที่ 6 ตัวอย่างคำตอบจากแบบแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย	82
ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อ ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	116
ตารางที่ 8 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ	120
ตารางที่ 9 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกลอง จำนวน 30 ข้อ	121
ตารางที่ 10 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ	122
ตารางที่ 11 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ	124

ตารางที่ 12 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ	125
ตารางที่ 13 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง จำนวน 30 ข้อ	126
ตารางที่ 14 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ	128
ตารางที่ 15 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง จำนวน 30 ข้อ	129
ตารางที่ 16 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 1 เกี่ยวกับความสนใจในการพัฒนา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึก ฯ	154
ตารางที่ 17 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 2 เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถด้านมิติ สัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึก ฯ	155
ตารางที่ 18 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 3 เกี่ยวกับผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำ แบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึก ฯ	157

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย	7
ภาพประกอบ 2 เกม Pokémon Go	30
ภาพประกอบ 3 การแสดงผลแบบ Marker Based	30
ภาพประกอบ 4 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม	31
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหมุน แบบที่ 1	49
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหมุน แบบที่ 2	49
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแยกภาพ	49
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อภาพ.....	49
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบซ้อนภาพ	50
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบซ้อนภาพ	50
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบพับกล่อง	50
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบพับกล่อง	51
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์.....	51
ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบตัดกระดาษ.....	51
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหาด้านตรงข้าม.....	51
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบประกอบภาพ	52
ภาพประกอบ 17 แบบแผนการวิจัย	57
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน	62
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างแบบฝึกที่ 2 – 5 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน.....	62
ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างแบบฝึกที่ 6 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน.....	63
ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 7 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน	63

ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง	64
ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง	64
ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง	65
ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 – 5 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง	65
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	66
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	66
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	67
ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	67
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 5 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	68
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง	68
ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง	69
ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง	69
ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง	70

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นการพัฒนาการเรียนรู้ ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ที่เน้นทั้งการแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน และการเสริมสร้างและยกระดับการพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้ โดยการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กับการส่งเสริมการพัฒนาคนไทยตามพหุปัญญาให้เต็มตามศักยภาพ ตลอดจนพัฒนาและรักษากลุ่มผู้มีความสามารถพิเศษของพหุปัญญา แต่ละประเภท (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) โดยทฤษฎีพหุปัญญาเป็นทฤษฎีทางสติปัญญาที่ถูกคิดค้นโดยโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (1983) ประกอบด้วย 1) ด้านภาษา 2) ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ 3) ด้านมิติสัมพันธ์ 4) ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 5) ด้านดนตรี 6) ด้านการเข้าใจระหว่างบุคคล 7) ด้านการเข้าใจตนเอง และ 8) ด้านธรรมชาติวิทยา โดยทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่มีหลากหลายของมนุษย์ว่าไม่ได้มีเพียงความสามารถในแบบเดียว ในแต่ละคนอาจโดดเด่นด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้าน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงควรให้ความสำคัญว่าแต่ละคนควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้ปัญญาด้านที่ถนัดเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ และในการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ควรมีรูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้สอดคล้องกับปัญญาที่มีอยู่หลายด้าน

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) เป็นหนึ่งใน 9 ด้านของเชาวน์ปัญญาที่มนุษย์ทุกคนมี โดยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นความสามารถของบุคคลในการรับรู้รูปร่าง ลักษณะของวัตถุที่ต่างกัน รวมถึงการมองเห็นภาพทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน ตลอดจนการแยกหรือประกอบภาพ และการจำแนกตำแหน่งที่อยู่ เช่น ใกล้-ไกล บน-ล่าง เป็นต้น (ล้วน สายยศ, 2543) โดยการรับรู้ของสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นการรับรู้ที่ใช้ในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ เช่น การแต่งตัว การผูกเชือกรองเท้า การจัดวางของบนโต๊ะ ใต้โต๊ะ เป็นต้น ความสามารถด้านนี้จึงมีความสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันตั้งแต่วัยเด็กตลอดจนวัยผู้ใหญ่ นอกจากนี้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Raharjo Ade Putra, Dr. Ahmad Yani, M.Si., Dr. Lili Somatri, M.Si., 2019) อีกทั้งในงานวิจัยของพัชรี กัลยา (2551) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลที่ได้รับการจัดกิจกรรมเกมการศึกษามิติสัมพันธ์ ยังพบว่าเกมการศึกษามิติสัมพันธ์ทำให้ถึงพัฒนาการในด้านทักษะกระบวนการคิดที่หลากหลาย และยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของผู้เรียน จึงอาจกล่าวได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของทักษะด้านการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณที่เป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายด้านผู้เรียนตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วย 1) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม 4) การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ 5) ทักษะการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 7) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และ 8) ความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม

จากการศึกษายังพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังเป็นพื้นฐานของวิชาการศึกษาตามหลักสูตรพื้นฐานในหลายวิชา ไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เนื่องจากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการนำทักษะการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา (ศุภรานันท์ แก้วเกิดมี, 2560) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ สิริภทรา ธานีรัตน์ และ อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2558) ยังพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของการสร้างงานศิลปะ เนื่องจากระบวนการคิดวิเคราะห์ การคิดเปรียบเทียบ และการหาเหตุผลในการสร้างชิ้นงานศิลปะ โดยเด็กสามารถที่จะสร้างรูปต่างๆ ตามจินตนาการที่แสดงถึงความสมดุล/ไม่สมดุล กาสร้างชิ้นงาน 2 มิติ 3 มิติรวมถึงเด็กสามารถที่จะบอกหรือแสดงให้เห็นถึงการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่ง ซึ่งเป็นคุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์ ดังนั้นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง อีกทั้งในการสอบเข้าระดับมหาวิทยาลัย อย่างการสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT) ที่เป็นการสอบเพื่อวัดสมรรถนะทั่วไป ก็มีส่วนที่มีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นด้านหนึ่งของการทดสอบสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical & Thinking) อีกทั้งยังมีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพวิศวกรรม และสถาบันการศึกษที่ใช้ข้อสอบ Thai Professional Aptitude Test (TPAT) ซึ่งในการสอบทั้งสองนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเลื่อนระดับชั้นจากมัธยมศึกษาไปสู่ระดับอุดมศึกษา จึงแสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนระดับอุดมศึกษา แต่จากสถิติการสอบเพื่อวัดความถนัดทั่วไป (Thai General Aptitude Test : TGAT) ประจำปี 2566 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีส่วนของการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่อยู่ในข้อสอบ TGAT อยู่ที่ 42.385 คะแนน และฐานนิยมอยู่ที่ 31.250 คะแนน (สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย, 2566) แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่แล้วยังมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลงตามลงไป รวมถึงทักษะการคิด การมองเห็นความสัมพันธ์ การ

ตัดสินใจ การแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันนั้นก็ลดลงตามไป เนื่องจากความสามารถด้านนี้เป็นพื้นฐานของการเรียนในหลายวิชา รวมทั้งเป็นพื้นฐานของทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

การเรียนในระดับอุดมศึกษาได้แบ่งการเรียนออกเป็นสาขาโดยแต่ละสาขาก็จะมุ่งเน้นการเรียนเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่จะใช้ในการประกอบอาชีพ ซึ่งนอกเหนือจากสายอาชีพวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมนั้น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญของอาชีพอื่น ๆ อย่างเช่น เซฟ นักภูมิศาสตร์ ช่างภาพ นักออกแบบกราฟิก เป็นต้น (Indeed Editorial Team, 2023) นอกจากนี้สำนักงานบริการด้านการจัดหางานในสหรัฐอเมริกายังกล่าวว่า มีอาชีพที่ต้องการบุคลากรที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงถึง 84 อาชีพ ทั้งอาชีพที่ใช้แรงงาน และผู้ที่ทำงานบริษัท (สกุลพร พรพนม, 2560) ในบางสาขาวิชาอาจไม่เห็นถึงการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างชัดเจนแต่ถูกแทรกซึมอยู่ในการเรียนการสอน เช่น การทำอาหารตามรูปแบบ การวัดพื้นที่ เป็นต้น แต่ในหลายสาขาวิชาก็มีการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างชัดเจน เช่น การเขียนแบบวิศวกรรม การออกแบบสถาปัตยกรรม การออกแบบกราฟิกต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้นผู้เรียนจึงควรที่มีพื้นฐานในด้านของมิติสัมพันธ์ตั้งแต่อ่อนเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษาเพื่อให้การเรียนในระดับอุดมศึกษานั้นสามารถเรียนรู้ได้โดยง่าย และรวดเร็ว

เทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้ก็คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่สร้างภาพเสมือนขึ้นบนโลกความจริงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการจำลองภาพเสมือนของวัตถุที่ต้องใช้การจินตนาการ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อภาพโดยตรงซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน เนื่องจากวิธีการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรออกแบบกิจกรรมให้มีปฏิสัมพันธ์ต่อภาพโดยตรง (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542) อีกทั้งในปัจจุบันทั้งการศึกษา การทำงาน และชีวิตประจำวันมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้อย่างมาก ในด้านการศึกษาเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน และยังช่วยเพิ่มความเข้าใจในบทเรียน ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกพูดถึงมาเป็นเวลานาน จากการนำเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม ด้านการบริการ ด้านการตลาด รวมไปถึงในด้านการศึกษา เนื่องจากดังนั้นเทคโนโลยีนี้จึงเป็นที่น่าสนใจเมื่อนำประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งในงานวิจัย

ของ Juan Garzón (2021) ได้รวบรวมการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้กับการศึกษา ตั้งแต่ปี 1996 จนถึง ปี 2019 และพบว่า การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยเทคโนโลยีนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน และการทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้หลากหลายรูปแบบซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงวัตถุเสมือนได้ราวกับเป็นวัตถุจริง

และจากคำกล่าวของ Sheryl Sorby ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนไม่ใช่ความสามารถที่มีมาตั้งแต่กำเนิด (Hill, Corbett, & St Rose, 2010) ดังนั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในความสามารถด้านนี้จึงควรให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งแบบฝึกเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสามารถทบทวนด้วยตนเองได้ อีกทั้งแบบฝึกยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาตนเองได้เป็นอย่างดี เมื่อนำแบบฝึกมาผสมผสานกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะสำรวจรูปทรงในแบบต่าง ๆ ถึงความสัมพันธ์ภาพในแบบฝึกได้อย่างง่าย และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้อย่างดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญทั้งในชีวิตประจำวัน และด้านการศึกษาเชิงวิชาการ รวมไปถึงการทำงานในหลายวิชาชีพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นความสามารถที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษา รวมถึงการทำงานต่างๆ โดยการพัฒนาหนังสือแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถด้านนี้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยจะใช้แบบฝึกหัดนี้ควบคู่กับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งเป็นสื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพชัดขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามงานวิจัย

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นควรมีลักษณะอย่างไร
2. ผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแล้ว มีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

ความสำคัญของงานวิจัย

1. ประโยชน์ต่อผู้เรียน หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จะช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน จากการที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนด้วยตนเอง และได้ค้นพบข้อบกพร่องของตนเองจากผลของการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น
2. ประโยชน์ต่อผู้สอน ผู้สอนสามารถนำหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไปใช้ควบคู่กับการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน
3. ประโยชน์ต่อการต่อยอดงานวิจัย ผลของการวิจัยจะเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สำหรับการผู้เรียนในกลุ่มอื่น ๆ ให้มีความเหมาะสม และผลของการวิจัยจะเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษานี้ได้กำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

1. ประชากรที่ศึกษา
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขยงเขต ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขยงเขต จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 63 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน
3. ตัวแปรที่ศึกษา
3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์เป็นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นตามแนวข้อสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT) ประจำปี 2566 ที่เป็นการสอบเพื่อวัดสมรรถนะทั่วไป ซึ่งมีเนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ 1) แบบพับกล่อง 2) แบบหมุนภาพ 3) แบบภาพประกอบ 4) แบบหาความต่าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง หนังสือที่พัฒนาขึ้นโดยนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ร่วมด้วย ภายในหนังสือจะเป็นแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแบบฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง โดยหนังสือแบบฝึกนี้จะประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หน้าปก 2) สารบัญ 3) วิธีการใช้งานหนังสือ 4) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก 5) เนื้อหา 6) แบบฝึก 7) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก และ 8) เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก โดยหนังสือนี้จะแบ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ส่วน คือ มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ และมิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง ซึ่งจะนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประเภท Marker Based มาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาของแบบฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ในรูปแบบดิจิทัล เช่น ภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ หรือภาพเคลื่อนไหว

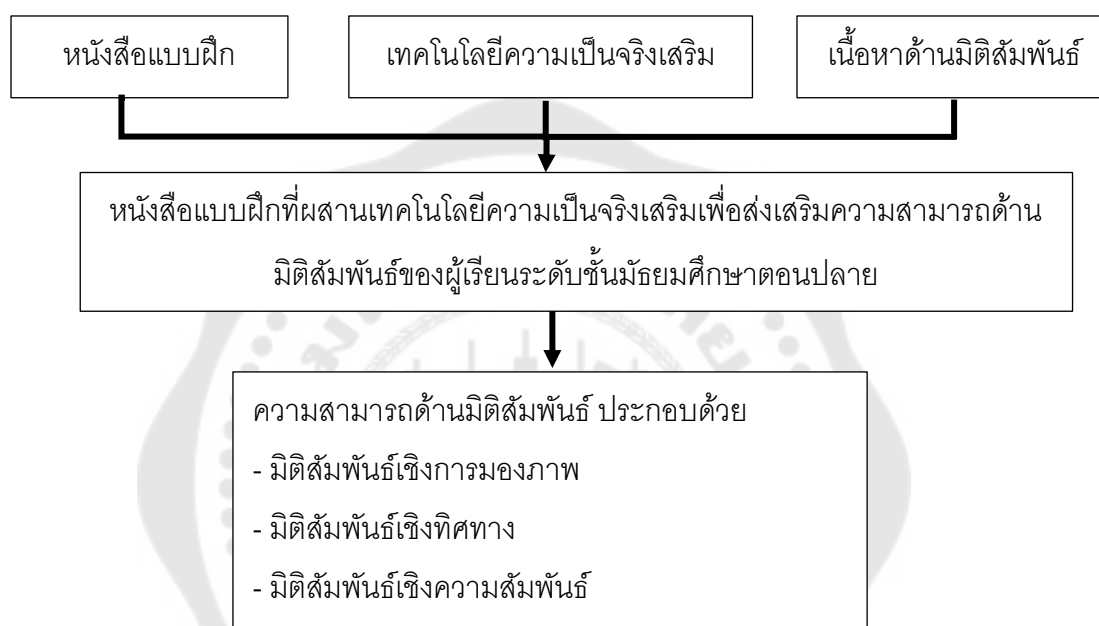
2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการรับรู้ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุ และสามารถบอกหรือแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์ ซึ่งจะวัดจากแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยอ้างอิงตามแนวข้อสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT)

3. ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนวัดเขียนเขต

4. ตัวชี้วัดคุณภาพของหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง ผลจากการประเมินคุณภาพของหนังสือ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกฯ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

5. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 4 ฉบับ แบ่งตามเนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ 1) แบบพับกล่อง 2) แบบหมุนภาพ 3) แบบภาพประกอบ 4) แบบหาความต่าง ซึ่งอ้างอิงตามแนวข้อสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT)

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

สมมติฐานงานวิจัย

1. ผู้เรียนที่ฝึกแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนทดลอง
2. ผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบฝึก
 - 1.1 ความหมายของหนังสือ
 - 1.2 ประเภทของหนังสือ
 - 1.3 หลักการในการพัฒนาหนังสือ
 - 1.4 ความหมายของแบบฝึก
 - 1.5 ประโยชน์ของแบบฝึก
 - 1.6 ส่วนประกอบของแบบฝึก
 - 1.7 ลักษณะของแบบฝึกที่ดี
 - 1.8 หลักในการสร้างแบบฝึก
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)
 - 2.1 ความหมายและคุณลักษณะของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.2 ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม
 - 2.4 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.5 ข้อดีของเทคโนโลยีความจริงเสริม
 - 2.6 ข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม
 - 2.7 บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการศึกษา
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability)
 - 3.1 ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.2 ความสำคัญของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.4 องค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.5 การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
 - 3.6 รูปแบบของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบฝึก

หนังสือแบบฝึกเป็นหนังสือที่จัดให้ผู้ได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ได้พัฒนาความรู้ ความสามารถ จนเกิดทักษะขึ้น โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือ ดังนี้

1.1 ความหมายของหนังสือ

ชุตินา สัจจนันท์ (2523, อ้างถึงใน จิราภรณ์ ธนาภูมิศักดิ์, 2559) ได้ให้ความหมายของหนังสือไว้ว่า เป็นสื่อที่เกิดจากการบันทึก ความรู้ ความคิด ความเชื่อ ประสบการณ์ และการกระทำของมนุษย์ นำมาพิมพ์เป็นรูปเล่มที่ถาวร และมีส่วนประกอบของรูปเล่มที่สมบูรณ์

จันทนา ทองประยูร (2537) ได้ให้ความหมายของหนังสือว่า เป็นสิ่งพิมพ์ที่มีการเย็บเล่มเข้าด้วยกัน เนื้อหาภายในมักเป็นเรื่องเดียวกันตลอดทั้งเล่ม ใช้รูปแบบการจัดหน้าเป็นแบบเดียวกัน และมักเป็นแบบเรียบง่าย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์. (2538) ได้ให้ความหมายของหนังสือว่าเป็นสิ่งพิมพ์ที่บันทึกความคิด สถิติปัญญา ความรู้ และประสบการณ์ที่เป็นเครื่องมือในการแสวงหาคำตอบด้านวิชาการ อาชีพ เรื่องราวชีวิต ตลอดจนความจรรโลงใจ

ทิพวรรณ หอมพูลและคณะ (2542) ได้ให้ความหมายของหนังสือว่า เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของโลกที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยการนำความรู้ ความคิด และประสบการณ์มาประมวลเข้าด้วยกัน และถ่ายทอดโดยใช้ตัวหนังสือประกอบเป็นถ้อยคำ สำนวน โฉมหน้า หรือภาพ

ปรีชา ไชยสมคุณ (2546) กล่าวว่า หนังสือคือสิ่งตีพิมพ์ประเภทหนึ่ง ที่ผู้เขียนเขียนขึ้นจากความรู้ ความคิด ประสบการณ์ และการศึกษาค้นคว้าของตนเอง แล้วบันทึกไว้เป็นมรดกทางปัญญา

สุนีย์ เลิศแสงกิจ และพิศิษฐ์ กาญจนพิมา (2546) กล่าวว่า หนังสือคือทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ ที่บันทึกความรู้ ความคิดสื่อสิ่งพิมพ์ หรือประสบการณ์ของมนุษย์ถ่ายทอดเป็นลายลักษณ์อักษร จัดพิมพ์เป็นเล่ม มีคุณค่าถาวร และเรื่องหนึ่งอาจมีเล่มเดียวหรือหลายเล่ม

สุรสิทธิ์ กุลนิต (2546) ได้ให้ความหมายของหนังสือว่า เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเฉพาะเรื่อง เป็นเรื่องเดียวกันทั้งเล่ม

พจนานุกรม ราชบัณฑิตยสถาน (2554) ได้ให้ความหมายของหนังสือไว้ 2 ความหมาย คือ 1. หมายถึงเครื่องหมายใช้ขีดเขียนแทนเสียงหรือคำพูด เช่น อ่านหนังสือ เขียนหนังสือ, ลายลักษณ์อักษร เช่น ขอให้เขียนเป็นหนังสือไว้ด้วย, จดหมายที่มีไปมา เช่น หนังสือราชการ, เอกสาร, บทประพันธ์ และ 2. หมายถึงข้อความที่พิมพ์หรือเขียนเป็นต้นแล้วรวมเป็นเล่ม

กล่าวโดยสรุป หนังสือเป็นสิ่งที่พิมพ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยการรวบรวมความคิด ความรู้ ประสบการณ์ รวมถึงการศึกษาค้นคว้าจากที่ต่างๆ มาถ่ายทอดเป็นลายลักษณ์อักษร โดยจัดทำเป็นเล่มซึ่งหนึ่งเรื่องอาจอยู่ในเล่มเดียว หรือเป็นหลายเล่มต่อเนื่องกัน

1.2 ประเภทของหนังสือ

สุรตน์ นุ่มนนท์ (2539) กล่าวว่า การแบ่งหนังสือมี 2 วิธี คือการแบ่งตามเนื้อหา และแบ่งตามลักษณะการแต่ง ซึ่งการแบ่งตามเนื้อหาจะแบ่งได้ 2 ได้แก่

1. แบ่งตามเนื้อหากว้างๆ ได้แก่

1.1 หนังสือตำรา และสารคดี ตำราเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นตามหลักสูตรการเรียนการสอน มีเนื้อหาวิชาการล้วน และมีลักษณะเหมือนหนังสือสารคดีคือมุ่งให้ความรู้ ต่างกันตรงที่สารคดีจะให้สาระประโยชน์โดยไม่จำกัดขอบเขต และให้ความเพลิดเพลินมากกว่า

1.2 หนังสือบันเทิงคดี เป็นหนังสือที่เขียนจากประสบการณ์หรือจินตนาการ โดยอาศัยเค้าโครงชีวิตจริง และสังคม มุ่งหมายให้เกิดความเพลิดเพลินกระชับอารมณ์ผู้อ่าน ขณะเดียวกันผู้อ่านอาจได้รับข้อคิดแทรกในเรื่องด้วย

2. แบ่งตามเนื้อหาย่อย ได้แก่

2.1 หนังสือสารคดี เป็นหนังสือที่ให้ความรู้ในด้านต่าง ๆ แบ่งเป็น ตำรา หนังสืออ่านประกอบ หนังสือความรู้ทั่วไป และหนังสือทางด้านสันตนาการ

2.2 หนังสือนวนิยาย คือเรื่องราวที่เกิดขึ้นจากการจินตนาการเรียบเรียงขึ้นเพื่อความเพลิดเพลิน

2.3 หนังสืออ้างอิง เป็นหนังสือที่ช่วยตอบปัญหาทั้งด้านวิชาการ และเรื่องทั่วไป ใช้ประกอบการค้นคว้าในบางเรื่อง

ส่วนการแบ่งตามลักษณะการแต่งจะแบ่งได้ ดังนี้

1. ร้อยแก้ว เป็นหนังสือที่ใช้ความเรียง ไม่มีลักษณะกำหนดใดๆ

2. ร้อยกรอง

รัชชนก สอนสีดา (2547) กล่าวว่า การแบ่งประเภทหนังสือนิยมแบ่ง 3 แบบ คือ

1. แบ่งตามเนื้อหากว้าง ๆ ได้แก่

1.1 หนังสือตำราหรือสารคดี เป็นหนังสือที่มุ่งให้ความรู้ โดยตำราจะเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นตามหลักสูตรการเรียนการสอน ส่วนสารคดีจะให้สาระประโยชน์ในขอบเขตที่ไม่จำกัด

1.2 หนังสือบันเทิงคดี หรือหนังสือประเภทนวนิยาย เป็นหนังสือที่เขียนขึ้นจากประสบการณ์หรือจินตนาของผู้ประพันธ์ โดยอาศัยเค้าความจริงของชีวิตและสังคม หนังสือประเภทนี้จะมุ่งไปที่การให้ความเพลิดเพลิน และอาจแทรกซึมข้อคิดลงไปด้วย

2. แบ่งตามเนื้อหาย่อย ได้แก่

2.1 หนังสือสารคดี เป็นหนังสือให้ความรู้ในด้านต่าง ๆ

2.2 นวนิยาย เป็นหนังสือเรื่องราวที่เกิดขึ้นจากจินตนาการของผู้เขียนเรียบเรียงเพื่อความเพลิดเพลิน

2.3 หนังสืออ้างอิง เป็นหนังสือที่ช่วยตอบปัญหาทั้งด้านวิชาการ และเรื่องทั่วไป

3. แบ่งตามลักษณะการแต่ง ได้แก่

3.1 ร้อยแก้ว เป็นหนังสือที่ใช้ความเรียง ไม่ได้กำหนดลักษณะบังคับในการแต่ง หนังสือส่วนใหญ่จะแต่งด้วยร้อยแก้ว

3.2 ร้อยกรอง เป็นหนังสือที่มีการกำหนดลักษณะบังคับในการแต่ง เช่น กำหนดจำนวนคำในแต่ละบท การกำหนดสัมผัส บังคับวรรคตอน เป็นต้น

จินตนา ถ้าแก้ว (2555) กล่าวว่า การแบ่งประเภทโดยทั่วไปอาจแบ่งตามลักษณะเนื้อหาได้ ดังนี้

1. หนังสือบันเทิงคดี เป็นหนังสือประเภทวรรณกรรม เรื่องสั้น เรื่องแปล ซึ่งอาจจะแต่งขึ้นมาจากจินตนาการหรือประสบการณ์ของตัวผู้ประพันธ์เอง

2. หนังสือวิชาการ คือตำราเรียนและหนังสือจำหน่ายทั่วไป ซึ่งหมายถึงหนังสือใช้ประกอบการเรียนในวิชาต่าง ๆ ทุกระดับชั้น

3. หนังสืออ้างอิง เป็นหนังสือที่รวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ สำหรับการใช้อ่านเฉพาะบางส่วน ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องกันทั้งเล่ม เช่น พจนานุกรม สารานุกรม เป็นต้น

4. วิทยานิพนธ์ เป็นรายงานการค้นคว้าที่เรียบเรียงขึ้นของนิสิต นักศึกษา เป็นโครงการที่นิสิต นักศึกษาจะต้องทำก่อนสำเร็จการศึกษา

ซึ่งนอกจากการแบ่งตามเนื้อหาแล้วนั้น ยังสามารถแบ่งย่อย ลงไปได้ตามความต้องการโดยไม่มีหลักเกณฑ์ที่ตายตัว

กล่าวโดยสรุป ประเภทของหนังสือสามารถแบ่งได้หลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการ หรือวิธีการที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยเกณฑ์ที่นิยมนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งคือการแบ่งตามเนื้อหา โดยจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หนังสือทางวิชาการ เป็นหนังสือที่จะมีเนื้อหามุ่งให้ความรู้กับผู้อ่าน ได้แก่

1.1 หนังสือเรียนเป็นหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยกระทรวงศึกษาธิการ (2544, กล่าวถึงใน ปราณี ปราบริฎและคณะ, 2560) ได้แบ่งประเภทของหนังสือที่ใช้ในโรงเรียนเป็น 4 ประเภท คือ 1) หนังสือเรียน 2) แบบฝึกหัด 3) คู่มือการเรียนการสอน 4) หนังสือเสริมประสบการณ์

1.2 หนังสือสารคดีเป็นหนังสือที่ให้ความรู้โดยไม่ได้จำกัดขอบเขต หนังสืออ้างอิงเป็นหนังสือที่ให้ความรู้เฉพาะเรื่อง เป็นต้น

2. หนังสือบันเทิงคดี เป็นหนังสือที่มีเนื้อหามุ่งให้ความบันเทิงกับผู้อ่าน ซึ่งเนื้อหานั้นอาจมาจากประสบการณ์จริง หรือการจินตนาการขึ้น

โดยในการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งไปที่การพัฒนาหนังสือใช้ประกอบการเรียนการสอน ประเภทแบบฝึกหัด

1.3 ความหมายของแบบฝึก

ศฤงคาร แป้นกลาง (2538) ได้สรุปความหมายของแบบฝึกว่า เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเฉพาะทักษะ จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ และสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยลักษณะปัญหาในแบบฝึกจะเรียงจากง่ายไปยาก และต้องเป็นปัญหาที่เสริมทักษะพื้นฐาน

ฉวีวรรณ กิรติกร (2538) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่าเป็นงานที่มอบหมายเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะของผู้เรียน

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2540) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า หมายถึงการจัดประสบการณ์ฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ถูกต้องอย่างหลากหลาย และแปลกใหม่

สุพรรณิ ไชยเทพ (2544) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า หมายถึงเอกสารหรือหรือแบบฝึกที่ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ซึ่งจะช่วยเหลือให้ผู้เรียนมีทักษะที่สูงยิ่งขึ้น

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่ใช้หลังเรียนจบเนื้อหาไปแล้ว เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญในเรื่องนั้น

ไพฑูลย์ มุลดี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า เป็นชุดฝึกการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ และช่วยเพิ่มทักษะ และช่วยฝึกการคิดให้มากขึ้น อีกทั้งยังสะท้อนผลความก้าวหน้าจากผลการเรียนรู้ของตนเองซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียน

อกนิษฐ์ กรไกร (2549) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า เป็นสื่อที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมทักษะให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และแก้ไขจุดบกพร่องให้ผู้เรียนมีความสามารถและศักยภาพมากขึ้น

ประภาพร ถิ่นอ่อน (2553) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า หมายถึงสื่อการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะเพิ่มขึ้น

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553) กล่าวว่าแบบฝึกเป็นสื่อการเรียนการสอนเพิ่มเติม หรือเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น

บุญนา เกษี (2556) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่าเป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง และทำให้ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าจากผลการเรียนรู้ของตนเอง

นารี ศรีปัญญา (2556) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทบทวนความรู้ ความเข้าใจ และเกิดความชำนาญในเรื่องนั้นๆ

ศิริกานต์ งามพิพัฒน์พงษ์ (2558) กล่าวว่าแบบฝึกเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจนเกิดความรู้เพิ่มขึ้น และเกิดความชำนาญในสิ่งที่เรียนรู้

กล่าวโดยสรุปแบบฝึกหมายถึง สื่อที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เพิ่มความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญ รวมถึงทักษะ ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยสะท้อนผลการปฏิบัตินั้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขจุดบกพร่อง และสามารถนำไปพัฒนาตนเองต่อไป

1.4 ประโยชน์ของแบบฝึก

ประทีป แสงเปี่ยมสุข (2538) กล่าวว่า แบบฝึกเป็นอุปกรณ์ช่วยลดภาระครู ช่วยให้ครูเห็นปัญหาของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน ช่วยพัฒนาผู้เรียนทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จ อีกทั้งยังเป็นเครื่องวัดผลการเรียนซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวน และฝึกฝนอย่างเต็มที่

Petty (1963, กล่าวถึงใน พนมวัน วรตลย์, 2542) กล่าวว่าแบบฝึกมีประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นส่วนเสริมของหนังสือเรียน และเป็นอุปกรณ์ช่วยลดภาระครู
2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะ
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. ช่วยให้เกิดความคงทนจากการฝึกฝน
5. เป็นเครื่องมือวัดความรู้หลังจบบทเรียน
6. แบบฝึกที่จัดทำเป็นรูปเล่ม ช่วยให้เก็บรักษาไว้เพื่อการทบทวนได้
7. การทำแบบฝึกช่วยให้เห็นจุดเด่น หรือปัญหา
8. ช่วยให้ได้ฝึกฝนอย่างเต็มที่
9. แบบฝึกที่ถูกต้องเตรียมไว้แล้วช่วยลดเวลาในการเตรียมทำให้มีเวลาฝึกฝนได้เยอะขึ้น
10. ผู้เรียนสามารถบันทึก และมองเห็นความก้าวหน้าของตนเอง

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544) กล่าวว่าแบบฝึกมีประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
2. ทำให้ผู้สอนทราบความเข้าใจของผู้เรียน
3. ฝึกให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่น และสามารถประเมินตนเองได้

ไพฑูลย์ มุลดี (2546) กล่าวว่าแบบฝึกมีประโยชน์ ดังนี้

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้อย่างคงทน
- 3) ทำให้เกิดความสนุกสนาน
- 4) ทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง
- 5) ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตัวเอง
- 6) สามารถนำมาวัดการเรียนรู้ได้
- 7) ช่วยให้ผู้สอนทราบถึงข้อบกพร่องของผู้เรียนและนำไปปรับปรุงได้ทันที่

พินิจ จันทรชัย (2546) กล่าวว่าแบบฝึกช่วยสร้างความรู้ที่มีประโยชน์แก่ผู้เรียน และช่วยสร้างศักยภาพในการนำประสบการณ์มาใช้ในชีวิตประจำวัน

ปาริชาติ สุพรรณกลาง (2550) กล่าวว่า แบบฝึกเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และทักษะ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ และช่วยให้ผู้สอน

ทราบปัญหาในเรื่องที่เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ทันที นอกจากนี้แบบฝึกยังทำให้ผู้ได้ฝึกฝนทักษะอย่างเต็มที่ และยังเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์หลังจบบทเรียนได้อีกด้วย

พนมวัลย์ คงสำรวย (2553) ได้สรุปประโยชน์ของแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะที่ตรงกับเนื้อหาที่เรียนมา
2. ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากกการเรียนมาทดสอบความรู้ของตนเองว่าเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด
3. ใช้ประเมินผลรายบุคคล

อุษณีย์ เสือจันทร์ (2553) กล่าวว่าแบบฝึกทำให้จดจำเนื้อหาได้คงทน สามารถนำมาแก้ปัญหารายคนหรือรายกลุ่มได้ดี ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาด้วยตัวเองได้ ทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง และยังเป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างดีว่าผู้เรียนความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

สมพร ตอยยี่ปี (2554) กล่าวว่า แบบฝึกช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตัวเอง

สุคนธ์ สินธวานนท์ และคณะ (2554) ได้สรุปประโยชน์ของชุดแบบฝึกดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนรู้
2. ช่วยเสริมผู้เรียนให้เกิดทักษะที่คงทน จากการฝึกซ้ำๆ ในเรื่องที่ต้องการฝึก
3. เป็นเครื่องมือวัดผลความรู้หลังเรียนจบ และสามารถซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง
4. ช่วยเสริมบทเรียน
5. สามารถนำไปใช้เมื่อไหร่ก็ได้
6. ลดภาระการสอนของครู
7. ฝึกความรับผิดชอบ จากการทำแบบฝึกตามลำพัง ตามที่ได้รับมอบหมาย
8. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ จากการได้เรียนรู้หลายแบบ และเพลิดเพลินจากการลงมือทำกิจกรรมต่างๆ

กล่าวโดยสรุปแบบฝึกมีประโยชน์หลากหลายต่อการพัฒนาผู้เรียนเนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ผู้เรียนใช้ในการฝึกฝน และทบทวนด้วยตัวเองได้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น และมีความเข้าใจอย่างคงทน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ทราบถึงความก้าวหน้า รวมถึงปัญหาของการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น ๆ

1.5 ส่วนประกอบของแบบฝึก

ธนภณ ธรรมรักษ์ (2546) กล่าวว่าองค์ประกอบของแบบฝึกมีดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง
3. จุดประสงค์
4. เวลาที่ใช้
5. สื่อ
6. เนื้อหาสาระ
7. กิจกรรม
8. การประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550) ได้กำหนดส่วนประกอบของแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. คู่มือการใช้แบบฝึก เป็นเอกสารประกอบการใช้แบบฝึก เพื่ออธิบายวิธีการใช้ และวัตถุประสงค์ของแบบฝึก ซึ่งคู่มือนี้จะประกอบไปด้วย

- 1.1 การระบุส่วนประกอบของแบบฝึกชุดนั้น ว่ามีกี่ชุด มีอะไรบ้าง
- 1.2 สิ่งที่ใช้แบบฝึกต้องเตรียม
- 1.3 จุดประสงค์ของแบบฝึก
- 1.4 ขั้นตอนการใช้ อาจบอกเป็นลำดับขั้น หรือเขียนในรูปแบบแนวการสอน
- 1.5 เฉลยของแบบฝึกชุดนั้น

2. แบบฝึกที่สร้างขึ้น

- 2.1 ชื่อของชุดฝึกแต่ละชุดย่อย
- 2.2 จุดประสงค์
- 2.3 คำสั่ง
- 2.4 ตัวอย่างชุดฝึก
- 2.5 ภาพประกอบ
- 2.6 แบบทดสอบก่อนและหลัง
- 2.7 แบบประเมินผลการใช้
- 2.8 รูปแบบการสร้างแบบฝึก

อัมพา ปัญญาคำ (2550) ได้แบ่งส่วนประกอบของแบบฝึกเป็น ดังนี้

1. จุดประสงค์ปลายทางหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของแบบฝึกชุดนั้น และแสดงจุดประสงค์ย่อยในแต่ละหน่วย
2. เนื้อหาควรเลือกให้มีความเหมาะสม เรียงจากง่ายไปยาก ภาษาเหมาะสมกับวัยและความสามารถในการอ่าน
3. เฉลย อยู่ในส่วนท้ายของแบบฝึกเพื่อให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ด้วยตนเอง

กชกร ธิปัตดี (2551) กล่าวว่า แบบฝึกมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ชัดเจน 2) มีกระบวนการเรียนรู้เริ่มจากง่ายไปยาก 3) เน้นส่วนร่วมในการเรียนรู้ 4) สื่อหลากหลาย 5) มีการอภิปรายเพื่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้

สำลี รักสุทธี (2553) กล่าวว่า ส่วนประกอบของแบบฝึกมีดังนี้

1. คำแนะนำการใช้แบบฝึก
2. แบบทดสอบก่อนเรียน
3. สารสำคัญ
4. ตัวอย่างปัญหา
5. จุดประสงค์การเรียนรู้
6. เนื้อหาสาระ
7. กิจกรรม
8. สรุป
9. แบบทดสอบหลังเรียน

ธนิษฐา พรมทอง (2554) กล่าวว่า แบบฝึกมี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. คู่มือครู ประกอบไปด้วย คำชี้แจง แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
2. คู่มือนักเรียน ประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ ใบงาน ใบความรู้ และเฉลย

สุจิต เหมวัล (2555) กล่าวว่าแบบฝึกแต่ละเล่มควรมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ปกนอก
2. ปกใน
3. คำนำ

ประสงค์

4. สารบัญ
 5. ตารางการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สรรพนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 6. แบบทดสอบก่อนเรียน
 7. ใบความรู้
 8. ใบกิจกรรม/แบบฝึก
 9. แบบฝึกหัด
 10. แบบทดสอบหลังเรียน
 11. บรรณานุกรม
 12. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
 13. แนวคำตอบ
 14. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
 15. ปกหลัง
- มูทิตา อังคุระษี (2559) กล่าวว่า แบบฝึกควรมีองค์ประกอบดังนี้
1. ปกใน
 2. ปกนอก
 3. ภาพประกอบ
 4. คำนำ
 5. คำชี้แจง
 6. สารบัญ
 7. แบบทดสอบก่อนเรียน
 8. ใบความรู้
 9. ตัวอย่าง
 10. แบบฝึกทักษะ
 11. แบบทดสอบหลังเรียน
 12. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
 13. เฉลยคำตอบแบบฝึกหัด
 14. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
 15. บรรณานุกรม

16. ปกหลัง

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบที่สำคัญของแบบฝึกมีดังนี้

- 1) คำแนะนำในการใช้แบบฝึก เพื่อให้ทั้งผู้นำแบบฝึกไปใช้ทราบว่าแบบฝึกนั้นใช้อย่างไร ต้องเตรียมอะไรบ้างในการใช้แบบฝึกนี้
- 2) จุดประสงค์ของแบบฝึก เพื่อเป็นการระบุเป้าหมายของแบบฝึกว่าต้องการพัฒนาหรือให้ความรู้ใดบ้าง
- 3) เนื้อหา สารการเรียนรู้ที่ต้องการจะฝึก เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของแบบฝึก
- 4) แบบทดสอบก่อนและหลังแบบฝึก เพื่อให้ผู้ใช้แบบฝึกได้ทราบพัฒนาการ และจุดบกพร่องของตนเอง
- 5) กิจกรรม/แบบฝึก เป็นส่วนที่จะเป็นการพัฒนาผู้ใช้แบบฝึก
- 6) เฉลย เพื่อให้ผู้ใช้แบบฝึกสามารถตรวจสอบความถูกต้องหลังจากทำแบบฝึกด้วยตนเองได้

ซึ่งในหนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ จะประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หน้าปก 2) สารบัญ 3) คำแนะนำในการใช้หนังสือ 4) ใบความรู้ 5) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก 6) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก 7) แบบฝึกในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ แบบพับกล่อง แบบหมุนภาพ แบบภาพประกอบ แบบหาความต่าง และ 8) เฉลยแบบฝึก และแบบทดสอบในแต่ละส่วน

1.6 ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ดวงเดือน อ่อนน้อม และคณะ (2536) ได้เสนอแนะลักษณะของแบบฝึกที่ดี ดังนี้

1. มีความชัดเจน และง่ายต่อการทำความเข้าใจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้
2. มีความหมายต่อผู้เรียน และตรงจุดประสงค์การเรียนรู้
3. มีความเหมาะสมกับวัย และพื้นฐานการเรียนรู้
4. แยกเป็นเรื่องๆ ไม่ยาวเกินไป ไม่สั้นเกินไป มีกิจกรรมหลายรูปแบบเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ
5. ควรมีการให้คำตอบหลายๆ แบบ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคย และตรงกับความสนใจเพื่อให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำแบบฝึก

ยิ่งขึ้น

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดี
7. ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
8. ได้รับความสนใจตั้งแต่กิจกรรมแรกจนถึงกิจกรรมสุดท้าย
9. การปรับปรุงแบบฝึกควรควบคู่ไปกับหนังสือ และควรใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

10. แบบฝึกสามารถประเมินความสามารถของผู้เรียนได้
มณฑิรา ภักดิ์ธรงค์ (2540) กล่าวว่าแบบฝึกที่ดีที่จะทำให้ผู้เรียนมีความคงทนการเรียนรู้ จะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกด้วยตนเองบ่อยๆ และแบบฝึกที่ทำได้ต้องทำให้เกิดความสนุกสนาน

พินิจ จันทรชัย (2546) กล่าวว่าลักษณะของแบบฝึกที่ดีจะต้องมีเนื้อหาที่ชัดเจน มีรูปแบบ ความเข้าใจ ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน

กิตติยาพร เนื่ออ่อน (2552) กล่าวว่าแบบฝึกที่ดีต้องมีจุดประสงค์ที่ชัดเจน มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เวลา ความสามารถ คนสนใจ ความแตกต่างระหว่างบุคคล และต้องมีความท้าทายให้ผู้ฝึกใช้ความสามารถ มีความพอใจในการเรียน และเกิดทักษะตามจุดประสงค์

นิตยา ฤทธิโยธี (2550) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีว่า จะต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับระดับ และความสามารถ มีความชี้แจงสั้นๆ ที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ใช้เวลาเหมาะสมและน่าสนใจท้าทายความสามารถ

สมศรี อภัย (2553) กล่าวว่าแบบฝึกที่ดีควรปลูกฝังความสนใจ ใช้จิตวิทยาและภาษาให้มีความเหมาะสมกับวัย และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

สุคนธ์ สนิธพานนท์ (2554) กล่าวว่าลักษณะของแบบฝึกที่ดี ควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. มีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย
2. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาใช้ในแบบฝึกได้
3. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้
4. ควรคำนึงถึงความต่างระหว่างบุคคล
5. ควรฝึกความสามารถของผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน
6. ควรฝึกทักษะการเรียนรู้ในด้านความคิดหลาย ๆ รูปแบบ

พจนา เบญจมาศ (2558) กล่าวว่าแบบฝึกที่ดีควรเกี่ยวกับบทเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน กิจกรรมหลากหลายไม่ง่ายหรือยากเกินไป มีขั้นตอนคำสั่งชัดเจนที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจและศึกษาด้วยตนเองได้

กล่าวโดยสรุปลักษณะของแบบฝึกที่ดีจะต้องมีความถูกต้อง เหมาะสมกับวัย และความสามารถของผู้เรียนโดยไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป ควรจะมีกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และแบบฝึกควรมีคำสั่งที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

1.7 หลักในการสร้างแบบฝึกที่ดี

เกสร รองเดช (2522) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบฝึก ดังนี้

- 1) สร้างแบบฝึกให้เหมาะสมกับผู้เรียน ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป
- 2) เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
- 3) บางแบบฝึกควรใช้ภาพประกอบ เพื่อดึงดูดความสนใจ และช่วยให้ผู้เรียนอยากติดตามต่อไป
- 4) ควรเป็นแบบฝึกสั้น ๆ ง่าย ใช้เวลาประมาณ 30 – 45 นาที
- 5) เพื่อป้องกันความเบื่อหน่าย แบบฝึกควรมีลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย

พรสวรรค์ คำบุญ (2534) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจและความสามารถของผู้เรียน ดังนั้นแบบฝึกต้องมีเนื้อหาที่ไม่ยากเกินไป มีจุดประสงค์ชัดเจน มีการกำหนดเวลาที่เหมาะสม และมีรูปแบบที่น่าสนใจ

Bock (1993) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึก ดังนี้

- 1) กำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายของแบบฝึก
- 2) ให้อยากละเอียด หรือขั้นตอนการทำงานละเอียด
- 3) สร้างแบบฝึกให้มีรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากที่สุด
- 4) แบบฝึกควรสร้างความเข้าใจให้ผู้เรียน เช่น ให้เรียงลำดับเหตุการณ์ลงในตาราง

พรพรม อุตตวัฒนากุล (2547) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกควรคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน จัดเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาไม่ยากจนเกินไปและมีรูปแบบที่น่าสนใจ

ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ (2550) กล่าวว่า หลักการสร้างแบบฝึก มีดังนี้

- 1) จะต้องสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาและพัฒนาการของผู้เรียน อาศัยรูปภาพ
จูงใจผู้เรียน และควรเรียงเนื้อหาให้ตรงกับจุดประสงค์
- 2) มีจุดประสงค์ที่แน่นอน และจัดเนื้อหาให้ตรงกับจุดประสงค์
- 3) ต้องคำนึงถึงความสามารถระหว่างบุคคล
- 4) แบบฝึกที่ดีต้องมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น อ่านแล้วเข้าใจโดยง่าย
- 5) จะต้องพิจารณาให้รอบคอบเพื่อให้แบบฝึกมีความถูกต้อง และควรจะ
ทดลองทำด้วยตนเองเสียก่อน
- 6) การให้ผู้เรียนทำแบบฝึกแต่ละครั้งต้องเหมาะสมกับช่วงเวลา และช่วงความ
สนใจ
- 7) แบบฝึกควรมีหลายรูปแบบ เพื่อเกิดการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์

วิไลลักษณ์ มีทิศ (2551) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงความแตกต่าง
ระหว่างบุคคล แบบฝึกเริ่มจากง่ายไปยาก มีความถูกต้องห้ามผิดพลาด และควรให้ผู้เรียนทำ
หลังจากเรียนจบในเรื่องนั้น ๆ ทันที

คณิตศร ศรีประไพ (2555) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกควรสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์ที่
ต้องการฝึก มีความเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
จัดทำให้จบเป็นเรื่องๆ และมีการประเมิน แจ้งผลความก้าวหน้าในการฝึกให้ผู้เรียนทราบ

นารี ศรีปัญญา (2556) กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก มีดังนี้

1. ผู้สร้างต้องศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียน
2. กำหนดกรอบโดยอาศัยหลักจิตวิทยา
3. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ได้ลงมือกระทำบ่อย ๆ
4. มีการตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา

พจนา เบญจมาศ (2558) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกจะต้องให้สอดคล้องกับหลัก
จิตวิทยา เริ่มจากง่ายไปยาก โดยมุ่งส่งเสริมความสามารถที่แตกต่างของผู้เรียน มีกิจกรรมที่
หลากหลาย มีคำอธิบายที่ชัดเจน ครอบคลุมเวลาที่เหมาะสม ไม่ซับซ้อน

กล่าวโดยสรุปในการสร้างแบบฝึกนั้นควรมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มีความเหมาะสม
กับพัฒนาการของผู้เรียนทั้งในเรื่องของเนื้อหาและเวลา และควรเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
พร้อมทั้งมีคำชี้แจงที่สามารถเข้าใจได้โดยง่ายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกได้ด้วยตนเอง และ
แบบฝึกควรมีหลากหลายรูปแบบเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

1.8 ขั้นตอนในการพัฒนาหนังสือแบบฝึก

พิรุณ ไชยวงศ์ (2554) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างหนังสือ ดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างหนังสือจากหนังสือตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลอื่น
2. เลือกเนื้อหา
3. เขียนโครงเรื่อง ซึ่งจะครอบคลุมถึง จำนวนหน้า หัวข้อเรื่อง ความสั้นยาวของแต่ละหัวข้อ รวมถึงการจัดวางหน้า
4. นำโครงเรื่องมาเขียนเป็นขั้นตอน และรูปโดยระบุตั้งแต่ปก จนถึงหน้าสุดท้าย
5. การทำหนังสือจำลอง เป็นการทดลองก่อนพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อดูความเหมาะสม

6. การทำรูปเล่ม คือการจัดทำรูปเล่มให้มีความเหมาะสมทั้งขนาดหนังสือ ขนาดตัวอักษร ความหนา ฯลฯ

7. การตั้งชื่อ ควรเป็นชื่อที่น่าสนใจ

ณัฐธนาถ สุกสี (2554) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ศึกษาปัญหา และความต้องการจากจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะที่เป็นปัญหา ออกเป็นเนื้อหาย่อย เพื่อใช้ในการสร้างแบบฝึก และแบบทดสอบ

3. พิจารณาวัตถุประสงค์ รูปแบบ และขั้นตอนการใช้แบบฝึก

4. สร้างแบบทดสอบ

5. สร้างบัตรฝึกหัด เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะย่อยแต่ละทักษะ

6. สร้างบัตรอ้างอิงเพื่อใช้อธิบายคำตอบหรือแนวทางการตอบ

7. สร้างแบบบันทึกความก้าวหน้า เพื่อใช้บันทึกผลการทดสอบ

8. นำแบบฝึกไปทดลองใช้ เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบฝึก และคุณภาพ

9. ปรับปรุงแก้ไข

10. รวบรวมเป็นชุดจัดทำคำชี้แจง คู่มือการใช้ สารบัญ

นิรติศัย สุตเพาะ (2555) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดจุดประสงค์
3. ออกแบบและกำหนดเนื้อหา เนื้อเรื่อง และกิจกรรมแบบฝึก

4. สร้างแบบฝึก
5. ทดลองหาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบฝึก
6. นำแบบฝึกไปใช้
7. นำปัญหาที่พบไปดำเนินการแก้ไข

รัตนารณ ทัฬหิมจันทร์ (2565) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบฝึกทักษะ ดังนี้

1. สำรวจสภาพปัญหา ความต้องการพัฒนาการเรียนการสอน และกำหนด

จุดประสงค์

2. ศึกษาเนื้อหาที่จะใช้ในการสร้างแบบฝึกนั้นๆ และกำหนดกรอบให้ชัดเจน
3. จัดเรียงส่วนประกอบของแบบฝึก และจัดลำดับความง่ายยาก
4. นำแบบฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงตามเนื้อหา
5. นำแบบฝึกไปใช้กับผู้เรียนกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสม

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างหนังสือ และขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างหนังสือแบบฝึก ได้ดังนี้

1. ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในหนังสือแบบฝึก
2. ออกแบบเนื้อหา และกิจกรรมของหนังสือแบบฝึก โดยย่อเนื้อหา และเรียงลำดับแบบฝึกจากง่ายไปหายาก และจัดทำเป็นโครงร่าง
3. สร้างหนังสือแบบฝึก
4. ตรวจสอบความถูกต้อง และคุณภาพของหนังสือแบบฝึก
5. นำไปทดลองใช้
6. แก้ไขปัญหาที่พบจากการนำหนังสือไปทดลองใช้

1.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบฝึก

1.9.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของพาฟลอฟ

Pavlov (1849 – 1936) ได้ค้นพบหลักการเรียนรู้ที่เรียกว่าการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classical conditioning) โดยการทดลอง สุนัขกระดิ่งก่อนจะนำอาหารไปให้สุนัข และทำซ้ำๆ หลายครั้ง จากนั้นหยุดให้อาหารสุนัขกระดิ่งเพียงอย่างเดียวแต่ปรากฏว่าสุนัขยังคงมีน้ำลายไหล จึงได้สรุปปรากฏการณ์นี้ว่าสุนัขเกิดการเรียนรู้ (Coditioned หรือ Learned) เพราะสามารถเชื่อมโยงระหว่างเสียงสุนัขกระดิ่ง การให้อาหาร และการตอบสนองต่อการได้ยิน

สรุปได้ว่า การตอบสนองที่ต้องวางเงื่อนไข เป็นผลจากการเรียนรู้ที่มีการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าที่ต้องวางเงื่อนไขกับการตอบสนองที่

ต้องการให้เกิดขึ้น โดยการทำซ้ำๆ กัน แสดงให้เห็นว่าความต่อเนื่องใกล้ชิด และความถี่ของสิ่งเร้าเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ในลักษณะนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557)

กล่าวโดยสรุปจากทฤษฎีของพาฟลอฟแสดงให้เห็นว่าการฝึกฝนซ้ำๆ จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ ดังนั้นการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผู้เรียนสามารถฝึกฝนซ้ำๆ ได้จึงอาจช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

1.9.2 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Learning by doing)

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เป็นผู้นำนักปราชญ์ที่เชื่อว่ามนุษย์ต้องปรับตัวเพื่อให้มีชีวิตอยู่รอด จึงได้นำเสนอแนวคิดเรื่องการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง (Learning by doing) ซึ่งตระหนักในเรื่องของการปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม และต้องฝึกให้มนุษย์แก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ (สุริยะ หาญพิชัย, 2562)

แนวคิดหลักของดิวอี้ เชื่อว่าผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ตรง และการลงมือปฏิบัติจริง จึงจะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบแนวคิดใหม่ๆ โดยมีหลักการและแนวคิดในด้านการศึกษา (Christopher Pappas, 2023) ดังนี้

1. การเรียนรู้จากประสบการณ์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยประสบการณ์จริง มากกว่าการท่องจำ
2. การเรียนรู้ทางสังคมและการโต้ตอบทางสังคม ผู้คนเรียนรู้เมื่อพวกเขาโต้ตอบและมีส่วนร่วมกัน เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือกัน โดยผลการเรียนรู้ของบุคคลจะได้รับการปรับให้เหมาะสมเมื่อมีการทำงานร่วมกัน และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ร่วมกัน
4. การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งควรเน้นที่การที่บุคคลแต่ละคนประมวลผลข้อมูลที่ได้รับทั้งหมดอย่างมีวิจารณญาณ แทนที่จะยึดติดกับคำอธิบายหรือการคาดเดาของบุคคลที่สาม
5. การบูรณาการหลักสูตร แม้ว่าวิชาแบบดั้งเดิมควรเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการสอน แต่ผู้สอนก็ควรเน้นที่การบูรณาการวิชาที่สะท้อนถึงความสนใจของผู้เรียนด้วย
6. การเรียนรู้จากโลกแห่งความจริง ดิวอี้เชื่อว่าทุกแง่มุมของชีวิตจริงสามารถให้ประสบการณ์ทางการศึกษาได้ นักเรียนควรมีปฏิสัมพันธ์กับโลกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาแนวคิด ความเข้าใจ และนิสัยใหม่ๆ
7. การตั้งคำถาม ผู้เรียนควรตั้งคำถามจากข้อมูลและสิ่งเร้าที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมรอบข้างเพื่อให้เข้าใจประเด็นที่เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น

8. การตอบสนองทางอารมณ์ อารมณ์มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ ควรสร้างกิจกรรมที่กระตุ้นความรู้สึกของผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปแนวคิดของดิวี่ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ที่ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจนสามารถนำประสบการณ์นั้นไปวิเคราะห์ให้เกิดแนวคิด และความเข้าใจใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาต่างๆ

1.9.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectionism Theory)

เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการทดลองของธอร์นไดค์ (Thorndike) โดยการจับแมวที่หิวไว้ในกล่องที่มีสลักติดไว้ แมวจะกินอาหารถ้าสามารถกดสลักออกมาได้ ในการทดลองแมวเดินไปมาและพยายามหาทางออกจนกระทั่งบังเอิญจับถูกสลัก และสามารถเปิดประตูออกมากินอาหารได้ และจากการสังเกตครั้งต่อไป มาแมวใช้เวลาอันน้อยลง ซึ่งธอร์นไดค์เรียกการเรียนรู้ของแมวว่าเป็นการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก ไม่ใช่การใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหาและจากผลการทดลองนี้ได้ตั้งกฎแห่งการเรียนรู้ไว้ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557)

1. กฎแห่งผล (Law of effect) สิ่งเร้าใดที่มีการกระตุ้นให้มีการตอบสนองแล้ว ทำให้ผู้เรียนได้รับผลที่น่าพึงพอใจ จะเป็นผลให้เกิดการทำสิ่งนั้นซ้ำๆ

2. กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ

3. กฎแห่งการฝึก (Law of exercise) การฝึกหัดซ้ำๆ จะทำให้การเรียนรู้นั้นถาวร

4. กฎแห่งการใช้ (Law of use and disuse) การเรียนรู้จะเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ถ้าได้มีการนำไปใช้บ่อยๆ การเรียนรู้จะคงทน

กล่าวโดยสรุปตามทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์นั้นอาจไม่ได้เกิดจากการใช้สติปัญญาเสมอไป แต่เกิดจากการลองผิดลองถูกทำให้เกิดการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา โดยเป็นผลมาจากความพร้อม การฝึกฝน รวมถึงการนำการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้จะทำให้การเรียนรู้มีความคงทนถาวร

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ Augmented Reality เรียกโดยย่อว่า AR ได้ถูกนำมาใช้ในหลายแวดวงรวมถึงด้านการศึกษา โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

2.1 ความหมายและคุณลักษณะของเทคโนโลยีความจริงเสริม

Julie Carmigniani & Borko Furht (2011) ได้ให้คำจำกัดความของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) ว่าเป็นมุมมองทางตรงหรือทางอ้อมแบบทันทีทันใดของสภาพแวดล้อมในโลกของความจริงที่ได้รับการแต่งเติมโดยเพิ่มภาพเสมือนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ลงไป

พนิดา ตันศรี (2553) ได้กล่าวถึง Augmented Reality หรือที่เรียกกันว่า AR ว่าเป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่มีการสร้างภาพเสมือน 3 มิติจากคอมพิวเตอร์ลงในภาพจากกล้องด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม การแพทย์การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช (2559) ได้กล่าวถึง Augmented Reality หรือ AR ว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแสดงข้อมูลและเนื้อหาแบบดิจิทัลในรูปแบบของชั้น (layer) ของข้อมูลและเนื้อหาที่ซ้อนอยู่ และจะแสดงผลซ้อนทับกับข้อมูลที่เป็นจริง โดยระบบจะดาวน์โหลดข้อมูลไว้ทั้งในแบบของภาพนิ่งภาพสามมิติ (3D) ภาพเคลื่อนไหว ที่อาจมีทั้งเสียงประกอบและไม่มีเสียงประกอบ จากนั้นจะแสดงผลสิ่งที่ดาวน์โหลดไว้ในรูปแบบของภาพดิจิทัล (digital) ซึ่งเป็นความจริงเสริมจะมาซ้อนกับความเป็นจริง (real) ในขณะนั้น ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบว่าต้องการนำเสนอแบบใด

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุง (2563) ได้ให้ความหมายของ Augmented Reality หรือ AR ว่าเป็น เทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกของความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความเป็นจริง ผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล ได้แก่ แว่นตาดิจิทัล แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์แสดงผลภาพอื่นๆ เพื่อให้เห็นภาพเสมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง

ดิเรก อัครฮาด (2563) ได้กล่าวถึง Augmented Reality หรือ AR ว่าเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) โดยผู้ใช้ จะมองเห็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ซ้อนทับอยู่ในโลกของความเป็นจริง ผ่านอุปกรณ์จำพวกจอภาพสวมศีรษะ (Head-mounted display) หรือสมาร์ทโฟน อย่างทันทีทันใด (Real time)

Kipper & Rampolla (2013) ได้สรุปคุณลักษณะของเทคโนโลยี AR ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. AR เป็นการผสมผสานระหว่างข้อมูลของความเป็นจริงและความเสมือน
2. AR มีปฏิสัมพันธ์แบบทันที (real time)
3. AR ดำเนินการและถูกใช้ในสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ

จากที่มีผู้กล่าวถึงความหมายและคุณลักษณะของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) หรือที่เรียกว่า AR สรุปได้ว่า เทคโนโลยีความจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ทำการแสดงภาพเสมือน 3 มิติที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์มาวางซ้อนทับกับโลกความเป็นจริง ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญของเทคโนโลยีความจริงเสริม คือการผสมผสานระหว่างโลกความจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยการซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความจริง (กฤษณพงศ์ เลิศบำรุง, 2563, น.1) ซึ่งผู้ใช้จะมองเห็นภาพเสมือนที่สร้างขึ้นผ่านอุปกรณ์จำพวกจอภาพสวมศีรษะ (Head-mounted display) หรือ สมาร์ทโฟน อย่างทันทีทันใด (ดิเรก อัครฮาด, 2563)

2.2 ประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริม

พนิดา ตันศิริ (2553) ได้กล่าวถึงประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะ (Marker-less based AR)

ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช (2559) ได้กล่าวถึงประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่าเทคโนโลยี AR ที่นำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน (Craig, 2013 : 16, Pokrić, 2015) แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Location-Based เป็นการนำระบบการระบุพิกัดในตัวเครื่องผ่านอุปกรณ์รับพิกัดจากดาวเทียม (GPS module) ของอุปกรณ์ที่ใช้ โดยระบบจะทำการประมวลผลเพื่อแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ (location) ซึ่งอ้างอิงจากอุปกรณ์รับพิกัดจากดาวเทียม และแอปพลิเคชันแผนที่ โดยมีผู้กำหนดสถานที่ไว้ ทั้งนี้หากมีการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับเบอร์โทรศัพท์ ก็สามารถแตะ (touch) หน้าจอติดต่อผ่านโทรศัพท์ได้เลย

2. Marker Based เป็นการใช่มาร์กเกอร์ในการแสดงผล ซึ่งอาจเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่เรียกว่า AR Code เมื่อใช้กล้องสแกนผ่านแอปพลิเคชัน ก็จะแสดงเนื้อหาดิจิทัลที่สร้างไว้ขึ้นมา เช่น การสร้าง QR Code เพื่อนำมาใช้เป็นมาร์กเกอร์ จากนั้นสร้างชั้นของข้อมูลเพื่อให้แสดงผล โดยอาจสร้างชั้นข้อมูลแบบ 2 มิติ ในรูปแบบของภาพถ่าย วิดีทัศน์ หรือชั้นของข้อมูลแบบ 3 มิติ เช่น การ์ตูน เมื่อนำอุปกรณ์มาสแกนผ่านแอปพลิเคชันข้อมูลที่สร้างไว้ก็จะปรากฏ

3. Marker-less Based โดยนำวัตถุหรือสิ่งของมาใช้เป็นมาร์กเกอร์ แต่ควรเป็นวัตถุสิ่งของที่มีความคงที่ของรูปร่างรูปทรงและตำแหน่ง เพราะหากสิ่งของมีหลายชิ้นและมีความต่างกัน ระบบจะไม่สามารถประมวลผลได้

วิลาศ สมิตธิฤทธา (2559) กล่าวถึงประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่า เทคโนโลยี AR ที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

1. Geospatial AR system คือเทคโนโลยี AR ที่ทำงานผสานเข้ากับระบบ GPS (GPS-based AR) เช่น แอปพลิเคชัน Yelp ที่นักท่องเที่ยวใช้ค้นหาสถานที่เที่ยวและร้านอาหารชื่อดัง หรือแม้แต่แอปพลิเคชันเกมยอดนิยมอย่าง Pokémon GO ที่มีรูปแบบการเล่นให้เราเดินจับโปเกมอนจากสถานที่จริง ก็เป็นการผสมผสานเอา AR เข้ากับระบบแผนที่ได้อย่างแยบยล

2. 2D AR system คือเทคโนโลยี AR ในรูปแบบสื่อสองมิติที่มักถูกนำมาใช้ในรูปแบบของ Commercial หรือเพื่อการศึกษา ซึ่ง AR ประเภทนี้จะได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงเนื่องจากมีความซับซ้อนของระบบที่น้อยกว่าและใช้งานได้ง่ายกว่า โดย 2D AR system จะเปลี่ยนวัตถุสองมิติให้กลายเป็นสามมิติด้วย AR Code ผ่านทางกล้องเว็บแคม เพียงแค่นำกล้องบน Smartphone ไปส่อง ระบบก็จะประมวลผล Code ที่ได้และแสดงภาพสามมิติขึ้นมา ตัวอย่างของการนำ 2D AR system ไปใช้ก็เช่น สมุดนิทานสำหรับเด็กที่มีการผสมผสาน 2D AR system เข้าไปเพื่อเติมเต็มเนื้อเรื่องและจินตนาการ เป็นต้น

ดุสิต ขาวเหลือง และ อภิชาติ อนุกุลเวช (2561) กล่าวถึงประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือเออาร์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์ (Marker base) และ 2) แบบที่ใช้ระบบพิกัด (Location base) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ภาพสัญลักษณ์ที่ใช้นิยมเรียกว่า มาร์คเกอร์ (Marker) หรืออาจจะเรียกว่าเออาร์โค้ด โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่ใช้งานประมวลผลรูปภาพพบสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น ทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทาง หมุนได้ 360 องศา

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. Location-Based เป็นการใช้การระบุพิกัดจากดาวเทียม ซึ่งได้มีการกำหนดสถานที่ไว้ตามพิกัดของดาวเทียม เมื่อไปยังสถานที่และส่องไปที่ตำแหน่งนั้นๆ เทคโนโลยีความจริงเสริมจะปรากฏบนหน้าจอแสดงผล



ภาพประกอบ 2 เกม Pokémon Go

2. Marker Based เป็นการใช้มาร์กเกอร์ในการแสดงผล โดยมาร์กเกอร์อาจเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ หรือวัตถุซึ่งจะต้องเป็นวัตถุที่มีความคงที่ของรูปทรงและตำแหน่ง เมื่อกล้องจากอุปกรณ์ทำการสแกนภาพนั้นผ่านแอปพลิเคชัน ก็จะแสดงเนื้อหาดิจิทัลตามที่สร้างไว้



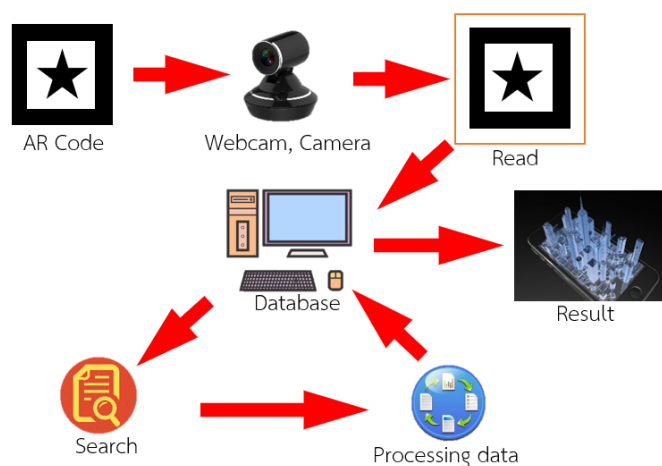
ภาพประกอบ 3 การแสดงผลแบบ Marker Based

โดยในการวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ จะใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประเภท Marker Based โดยจะใช้รูปภาพเป็นมาร์กเกอร์ในการแสดงผล

2.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม

ในขั้นต้นจะต้องกำหนด Marker สำหรับการแสดงผลของเทคโนโลยีความจริงเสริม ก่อน จากนั้นใช้กล้องสแกนที่ AR Code ที่สร้างไว้ ตัวกล้องจะทำการอ่านข้อมูลจากโค้ดและส่งไป

ยังฐานข้อมูล เพื่อค้นหา ประมวลผล และระบุดิจิทัลที่สัมพันธ์กับมาร์คเกอร์ แสดงผลวัตถุดิจิทัลบนมาร์คเกอร์ในสภาพแวดล้อมจริง



ภาพประกอบ 4 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการนำเอาเทคโนโลยีที่สร้างโลกเสมือนจริงมาผสมผสานกับโลกแห่งความเป็นจริง โดยการผสมผสานทั้งสองเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ โดยภาพเสมือนนั้นจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผล โดยภาพปรากฏจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (พนิตา ตันศิริ, 2556) ได้แก่

(1) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker ที่ได้จากการสแกนภาพผ่านกล้อง แล้วนำไปค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มี เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของมาร์คเกอร์

(2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้องที่ได้

(3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

2.4 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสริม

วิลาศ สมิทธิฤทธา (2559) กล่าวถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่า การที่เราจะใช้เทคโนโลยี AR ได้นั้น จำเป็นต้องมีปัจจัยทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

1. AR Code ที่เปรียบเสมือน Marker ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ

2. Eye คือตำแหน่งของกล้องหรือตัวจับ Sensor อื่นๆที่ใช่มองเพื่อประมวลผล AR Code

3. AR Engine คือตัวประมวลผลจากการอ่าน AR Code

4. Display เป็นจอแสดงผลที่ทำให้เราเห็นข้อมูลที่ AR Engine ได้ประมวลเสร็จออกมาเป็นรูปภาพหรือวิดีโอสามมิติโดยในปัจจุบัน Smartphone ที่ทุกคนใช้เป็นการรวม AR Engine และ Display เข้าไว้ด้วยกัน (ส่งและแสดงผลได้ในทันที)

พินดา ตันศรี (2553) กล่าวถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสริมว่า หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

1. ตัว Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ
3. ส่วนแสดงผลอาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือ หรืออื่นๆ

4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

อนุชา พวงผกา และ สุวิทย์ วงษ์บุญมาก (2560) กล่าวว่าองค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสริมมีดังนี้

- AR Code หรือตัว Marker ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ
- Eye หรือ กล้องชนิดต่าง หรือตัวจับเซ็นเซอร์ ใช่มองตำแหน่งของ AR Code แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine
- AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่อ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อแสดงเป็นภาพต่อไป
- Display หรือจอแสดงผลเพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพหรือวิดีโอหรืออีกวิธีหนึ่งเราสามารถรวมกล้อง AR Engine และ จอภาพ เข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียวได้ อาทิ โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

Kipper & Rampolla (2013) แบ่งองค์ประกอบของกระบวนการแสดงผลเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. ฮาร์ดแวร์ (hardware) ได้แก่ 1) คอมพิวเตอร์ 2) มอนิเตอร์หรือจอแสดงผล 3) กล้อง 4) ระบบการติดตาม (tracking) และ ระบบตรวจจับ (sensing system) 5) โครงสร้างระบบเครือข่าย 6) มาร์กเกอร์ คือ วัตถุหรือสถานที่ที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมารวมกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่คอมพิวเตอร์ใช้ระบุสถานที่นำเสนอข้อมูล

2. ซอฟต์แวร์ (software) ได้แก่ 1) แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ใช้บนเครื่องนั้นๆ
2) บริการของเว็บ 3) เครื่องให้บริการเนื้อหา (content server)

Alan B. Craig (2013) อธิบายถึงระบบของ AR ว่ามีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

1. Sensor เป็นตัวรับข้อมูลเกี่ยวกับโลกแห่งความจริงและสื่อสารข้อมูลนั้นไปยังแอปพลิเคชัน AR

2. Processors เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบความเป็นจริงเสริม อาจหมายถึงหน่วยประมวลผลเดี่ยวหรือหลายส่วนประกอบที่ทำงานควบคู่กันเพื่อจัดสรรระบบการประมวลผล

3. Display เป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณที่ประสาทสัมผัสของเรารับรู้จภาพให้สัญญาณแก่ตา หู ประสาทสัมผัส และจมูก และอาจให้สัมผัสของรสชาติ นอกจากนี้ จอภาพบางรายการให้สิ่งเร้าที่ออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดความรู้สึกอื่นๆ

กล่าวโดยสรุป จากหลักการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบหลักที่สำคัญของระบบเทคโนโลยีความจริงเสริม มีดังนี้

1. Marker หรือ Sensor เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นตัวเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล
2. กล้อง ซึ่งจะใช้เป็นตัวจับเซ็นเซอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์
3. ซอฟต์แวร์หรือระบบประมวลผล เพื่อสร้างภาพ
4. จอแสดงผล

2.5 ข้อดีของเทคโนโลยีความจริงเสริม

จากผลการศึกษาของ อนุชา พวงผกา และ สุวิทย์ วงษ์บุญมาก (2560) เรื่อง เทคโนโลยีเสมือนจริงในงานห้องสมุด พบว่าการนำเทคโนโลยี AR (Augmented Reality : AR) มาใช้ในงานห้องสมุด ทำให้การบริการดูทันสมัย แปลกใหม่ และสวยงาม จึงเป็นสิ่งที่ผู้ใช้บริการให้ความสนใจและชื่นชอบมาก

จากผลงานวิจัยของ นางเยาว์ สอนจะโปะ สมฤทัย บุญยอ และ อินทอร กุลศรีอนันตชัย (2564) ศึกษาเรื่องสื่อการเรียนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐานชิ้นส่วนอุตสาหกรรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AR ค้นพบว่าการนำเทคโนโลยี AR มาใช้ในการสอนเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรอุตสาหกรรมทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น

เนื่องจากผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและสามารถมองเห็นโครงสร้างของชิ้นส่วนเครื่องจักรอุตสาหกรรมในรูปแบบสามมิติได้อย่างชัดเจน

จากผลงานวิจัยของ Timothy Thornton & Matthew Lammi (2021) เรื่อง An Exploration of Augmented Reality in an Introductory Engineering Graphics Course เพื่อศึกษาผลของการใช้ AR ต่อแรงจูงใจของผู้เรียน พบว่า เทคโนโลยี AR มีผลในเชิงบวกต่อแรงจูงใจในการเรียน

จากผลการศึกษาของ กันทลัส ทองบุญมา (2564) เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการตลาดเชิงประสบการณ์ ผู้ศึกษาได้ระบุถึงข้อดีของการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาในการตลาดเชิงประสบการณ์ดังนี้ 1) เป็นสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค 2) สามารถค้นหาตำแหน่งและรายละเอียดของสินค้าด้วยตนเอง 3) สร้างความสนใจในตัวสินค้าและเพิ่มยอดขายได้ 4) เพิ่มโอกาสของการค้าผ่านทางออนไลน์ (E-commerce) และ 5) เป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในอนาคต

กล่าวโดยสรุปข้อดีของเทคโนโลยีความจริงเสริม คือ

1. สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านการโฆษณา ด้านการบริการ และอื่นๆ
2. สร้างความน่าสนใจของสินค้านั้นๆ
3. ช่วยให้เห็นรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการจะซื้อ

2.6 ข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม

จากผลการศึกษาของ กันทลัส ทองบุญมา (2564) เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการตลาดเชิงประสบการณ์ ผู้ศึกษาได้ระบุถึงข้อจำกัดของการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาในการตลาดเชิงประสบการณ์ดังนี้ 1) ไม่เหมาะกับกลุ่มที่ยอมรับเทคโนโลยีระดับต่ำ (Low Technology) 2) มีกลุ่มผู้บริโภคจำกัดอาจไม่คุ้มกับการลงทุนในการวางระบบเครือข่ายต่าง ๆ รวมทั้งการฐานข้อมูลต่าง ๆ 3) อุปกรณ์สื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ (Smart Devices) ได้แก่ Smartphone, iPad, Tablet ยังมีราคาสูง 4) เครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการส่วนใหญ่และ 5) ตัว Marker จำเป็นต้องปรากฏอยู่ตลอดเวลา เพราะส่งผลต่อการแสดงผล ทำให้การแสดงผลไม่สมบูรณ์ หายหรือเลื่อนหลุดจากเฟรมได้

อนเนก พุทธิเดช นางสาวกานต์พิชชา แดงอ่อน และ วาฤทธิ์ กันแก้ว (2561) กล่าวถึงข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม ดังนี้

- (1) ไม่เหมาะกับกลุ่ม Low Technology

- (2) มีกลุ่มผู้บริโภคจำกัด
- (3) อาจไม่คุ้มกับการลงทุนวางระบบเครือข่ายต่าง ๆ รวมทั้งการจัดทำระบบบนฐานข้อมูล
- (4) อาจจะไม่ครอบคลุมในพื้นที่ที่อินเทอร์เน็ตยังด้อยประสิทธิภาพ
- (5) ตัว Marker จำเป็นต้องปรากฏอยู่ตลอดเวลา เพราะส่งผลต่อการแสดงผล ทำให้การแสดงผลไม่สมบูรณ์ หาย หรือหลุดจากเฟรมได้

กล่าวโดยสรุปข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม คือ

1. ไม่เหมาะสำหรับกลุ่มคนที่ Low Technology
2. กลุ่มผู้ใช้จะต้องมีความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยี
3. จะต้องมียินเทอร์เน็ตในพื้นที่นั้นๆ
4. ตัว Marker จะต้องปรากฏตลอดเวลา
5. ราคาโดยรวมค่อนข้างสูง

2.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.7.1 ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (Experiential learning theory)

David Kolb ได้อธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนมี และได้พัฒนาการเรียนรู้ผ่านวิเคราะห์ประสบการณ์นั้น โดยกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงจะเน้นให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริงซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยจะแบ่งกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน (วรวิญา พันธุ์พฤษ และคณะ, 2567)

1. การมีประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete experience) คือ การที่ผู้เรียนมีประสบการณ์หรือความรู้มาก่อน ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านการรับรู้
2. การคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองโดยการสังเกต (Reflective observation) คือ การที่ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์ที่มีนั้นให้เกิดความเข้าใจ และสามารถพัฒนาความรู้นั้นไปปรับใช้ได้เหมาะสม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการสังเกต
3. การสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract conceptualization) คือ การที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการพัฒนาแนวคิดและหลักการที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการคิด

4. การทดลองปฏิบัติ (Active experimentation) คือการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการนำแนวคิดในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริง และนำไปสู่การปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ

กล่าวโดยสรุปทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (Experiential learning theory) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือทำเพื่อให้เกิดประสบการณ์จริง สามารถนำประสบการณ์นั้นไปวิเคราะห์ และปรับใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างได้ ซึ่งการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์จริงจากการตอบโต้ระหว่างภาพสามมิติจากการจำลอง

2.7.2 ทฤษฎีรหัสคู่ (Dual coding theory)

ทฤษฎีรหัสคู่เป็นทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นโดย Allan Paivio ว่าด้วยเรื่องกระบวนการรับรู้ โดยภาพ (Graphic) จะช่วยในการจดจำได้ดีกว่าคำ (Words) โดยได้ให้คำอธิบายไว้ 2 ประการ (ปริยานุช ทองเกลี้ยง, 2562) ดังนี้

1. ข้อมูลที่ถูกใส่รหัสด้วยคำพูด หรือลักษณะที่มองเห็นได้อย่างใดอย่างหนึ่งสามารถทำให้เกิดผลลัพธ์เชิงบวกในการจำได้

2. ภาพ และคำสามารถกระตุ้นการประมวลผลทางจิตใจหลายรูปแบบโดยการใช้ทั้งภาพและคำที่สอดคล้องกันจะช่วยให้เกิดผลลัพธ์ทางบวกมากขึ้น

จากทฤษฎีดังกล่าวสรุปได้ว่าการใช้ภาพ ควบคู่กับการใช้คำที่สอดคล้องกันช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นนอกจากการใช้แบบฝึกที่เป็นตัวแทนของคำ การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงถือได้ว่าเป็นภาพที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีมากยิ่งขึ้น

2.8 บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการศึกษา

Jiong Li Shang, Jun He and Kai Gao (2562) ได้กล่าวว่า บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. การสร้างภาพเนื้อหาการเรียนรู้เชิงนามธรรมโมเดล 3 มิติที่สร้างโดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มการรับรู้ด้วยภาพในสถานการณ์จริงและสังเกตแบบจำลอง 3 มิติจากมุมมองต่างๆ เพื่อปรับปรุงความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตจริง

2. การทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้

3. การสร้างสถานการณ์และการโต้ตอบโดยใช้การจำลองแบบ 3 มิติ เช่น การทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจนามธรรมและปรากฏการณ์ที่มองไม่เห็น

ปติวรัต ปาลกะวงส์ ณ อยุธยา และฐิติวีร์ ปาลกะวงส์ ณ อยุธยา (2563) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้เข้ามาพัฒนาสื่อให้มีรูปแบบใหม่ ๆ ทำให้เราสามารถเรียนรู้ได้ สนุกสนานยิ่งขึ้นรวมไปทั้งการเรียนรู้โดยให้ประสบการณ์ที่ได้เห็นจากวัตถุจริง เช่น การเรียนรู้เรื่อง ดวงดาวจาก แอปพลิเคชัน Solar System เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ในการเห็นดวงดาว เสมือนนำระบบสุริยะมาไว้ในห้องของเราทำให้สามารถอธิบายให้เห็นภาพของดวงดาวได้ชัดเจน และเมื่อนำเอาภาพไปกอบกับคำอธิบายทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งที่อยู่ตรงหน้ามากยิ่งขึ้นทำให้เกิดความรู้ และความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นโดยผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology) ทำให้การเรียนรู้นั้นมีโอกาสประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

Shubham Gargish, Archana Mantri, Bhanu Sharma, Neha Tuli and Aditi Modgil (2564) ได้กล่าวว่า การเรียนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นฐานช่วยเพิ่มความ น่าสนใจ ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจของผู้เรียน ความคิด สร้างสรรค์จากประสบการณ์จริง

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีบทบาทต่อการเรียนการสอนโดยช่วย ให้นักเรียนมีความน่าสนใจ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสนใจใน กระบวนการเรียนรู้มากขึ้น และยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจทั้งนามธรรมและปรากฏการณ์ที่มอง ไม่เห็น จากการจำลองสถานการณ์ผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability)

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นหนึ่งใน 9 ด้านของเชาว์ปัญญาตามทฤษฎีพหุปัญญา ของโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability)

3.1 ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

วรวรรณ เหมชะญาติ (2536) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดมโนภาพที่คาดว่าจะรับรู้ ทั้งขนาด รูปทรง ตำแหน่ง และทิศทาง ของวัตถุที่คงที่ วัตถุที่มีความสัมพันธ์กัน วัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนที่

เสาวลักษณ์ สมานแก้ว (2539) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ไว้ว่าเป็นความสามารถในการมองเห็น เข้าใจ จำแนก จินตนาการเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ เช่น รูปร่าง ขนาด ทรง พื้นที่ ปริมาตร ตำแหน่ง และเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลง

อุดม เพชรสังหาร (2550) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็น การมองเห็นการเป็นเหตุเป็นผลในมิติแห่งธรรมชาติเชื่อมสู่ทักษะอื่น ๆ เช่น การเชื่อมโยง สัญลักษณ์บวกลบคูณหาร หรือสูตรหาพื้นที่ที่ไม่ใช่สูตรเสร็จแห่งการแทนค่า

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔ ได้ให้ความหมายของคำว่า “มิติ” ว่าหมายถึงการวัด (มักใช้ประกอบหลังศัพท์อื่น) เช่น ตรีกอณมิติ สังคมมิติ, ขนาดซึ่งวัดไปตาม ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยถือขนาดยาวเป็นมิติที่ ๑ ขนาดกว้างเป็นมิติที่ ๒ ขนาดหนาหรือสูงเป็น มิติที่ ๓ และถือว่าเวลาเป็นมิติที่ ๔, ในทางศิลปะอาจใช้ หนาหรือลึก แทน กว้างหรือยาว ก็ได้. และ ความหมายของคำว่า “สัมพันธ์” ว่าหมายถึงผูกพัน, เกี่ยวข้อง, เช่น เขากับฉันสัมพันธ์กันฉันญาติ ข้อความข้างหลังไม่สัมพันธ์กับข้อความข้างหน้า เมื่อนำมารวมกันเป็นคำว่า “มิติสัมพันธ์” จึง หมายถึง ความเกี่ยวข้องกันของการวัดความยาว ความกว้าง ความหนา หรือความลึก

อมรา หวังสวัสดิ์ปรีชา (2554) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสในการรับรู้ แยกแยะ ความเหมือนหรือต่างของวัตถุ ระยะทาง ทิศทาง ตำแหน่ง ตลอดจนความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพต่าง ๆ ที่มีการ เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งต้องใช้จินตนาการร่วมด้วย

Thurstone (1958, อ้างถึงในอารีย์ หาญสมศักดิ์กุล และเสรี ชัดแฉ่ม, 2561) ได้ให้ ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ว่า หมายถึง สมรรถภาพของสมองในด้านการ รับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพเมื่อมี การเปลี่ยนตำแหน่ง หรือหมุนภาพเปลี่ยนไปจากเดิมซึ่งอาจใช้องค์ประกอบทางด้านจินตนาการ ร่วมด้วย

Padraig Corcoran, Peter Mooney and Michela Bertolotto (2015) ได้ให้ ความหมายของมิติสัมพันธ์ว่าหมายถึง วิธีสร้างแบบจำลองคุณสมบัติเฉพาะของความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ซึ่งอยู่ระหว่างวัตถุสองชิ้นขึ้นไป คุณสมบัติแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงโทโปโลยีซึ่งไม่แปรผัน ภายใต้การแปลงโทโปโลยีที่สอดคล้องกัน เช่น การหมุน การแปล และการปรับขนาด คุณสมบัติ แบบจำลองเมตริกสัมพันธ์เกี่ยวกับระยะทางและทิศทาง คุณสมบัติโมเดลความสัมพันธ์ของคำสั่ง ที่เกี่ยวข้องกับการเรียงลำดับบางส่วนและทั้งหมดของออบเจกต์ตามที่อธิบายโดยคำบุพบท เช่น ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน และด้านล่าง ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ จำนวนมากไม่สามารถจัดเป็นทอ พอโลยี เมตริก หรือลำดับเท่านั้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างแนวถนนที่มีอยู่ ระหว่างชุดของอาคารกับถนน

จากที่มีผู้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หมายถึงสมรรถภาพในการรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงสามมิติ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงนั้นได้

3.2 ความสำคัญของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ประพิมพ์พัทตร์ พลพะวงศ์ (2550) กล่าวว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการจินตนาการ การคิดรวบยอดเกี่ยวกับพื้นที่ การออกแบบ การสร้าง การใช้แผนที่ ที่เป็นพื้นฐานคณิตศาสตร์ และการเรียนรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือภาพต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน

Nuran Guzel & Ersin Sener (2009) กล่าวว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (การคิดเชิงสามมิติ) ช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องของสัญลักษณ์ รูปร่าง ตาราง และตัวเลข นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาพวาดได้ง่าย แสดงความคิดเห็นข้อมูลที่เป็นภาพ การสร้างบริบทระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่าย การสรุปแนวคิดที่ซับซ้อน และการคิดในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นความสามารถเชิงพื้นที่จึงมีบทบาทสำคัญในการประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะในเรขาคณิต

อมรรัตน์ จันทวงศ์ (2555) กล่าวว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของสมองมนุษย์ มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต และการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมโดยการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการทำความเข้าใจ และจำแนกลักษณะของวัตถุ ขนาด มิติ การเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ตำแหน่ง

Eyüp Yurt & Vural Tünkler (2016) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับทักษะขั้นสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์และการให้เหตุผล นอกจากนี้ เป็นที่เข้าใจกันว่าเราใช้ความสามารถทางมิติสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน เช่น ในขณะที่ใช้แผนที่เล่นกีฬาและจัดของให้เป็นระเบียบ ดังนั้นการคิดเชิงมิติสัมพันธ์จึงมีการใช้เป็นอย่างมากในกิจกรรมประจำวัน

อารีย์ หาญสมศักดิ์กุล และเสรี ชัดเข้ม (2561) ได้กล่าวว่าความสามารถทางมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของสมรรถภาพทางสติปัญญาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ถือว่ามีความสำคัญสำหรับการทำงานในชีวิตประจำวัน และหลายวิชาที่โรงเรียนจำเป็นต้องมีกราฟตัวเลข ภาพร่าง และความเข้าใจภาพสิ่งเร้า ทักษะด้านมิติสัมพันธ์เหล่านี้ทำให้

มนุษย์มีความสามารถในการเรียนรู้และเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของความรู้ และทักษะ ที่ผ่าน มาจึงมีการศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างหลากหลาย

ศุภรณันท์ แก้วเกิดมี (2560) ได้กล่าวว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐาน ในการนำทักษะ การให้เหตุผล มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยจะฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่าง สังเกต และจินตนาการ ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของโจทย์ที่ซับซ้อนได้การแก้ไขปัญหทาง คณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

Mohamad Ahmad Saleem Khasawneh (2020) กล่าวว่าความสามารถด้านมิติ สัมพันธ์มีความสำคัญในการสอนและการเรียนรู้ และจำเป็นต่อการอาศัยอยู่ในโลกสามมิติ ความสำคัญอย่างมากของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และทักษะในการสังเกตวัตถุ คือการ จัดการปริมาณ และทำความเข้าใจแผนภูมิ ภาพวาดและกราฟิก อีกทั้งความสามารถด้านมิติ สัมพันธ์ยังรวมถึงกระบวนการคิดที่หลากหลาย เช่น การเคลื่อนไหว การมองเห็น พฤติกรรม และ ทักษะการวิเคราะห์

จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิดอย่าง สร้างสรรค์ การให้เหตุผล และการจินตนาการ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมใน ชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นทักษะที่นำไปสู่การพัฒนาการเรียนรูเชิงวิชาการที่ช่วยให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางมิติสัมพันธ์ของเพียเจต์ และอินheldเดอร์

เพียเจต์และอินheldเดอร์แบ่งการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ระดับ (Piaget ang Inhelder, 1896, อ้างถึงใน วรวรรณ เหมชะญาติ, 2536) ได้แก่

1. ระดับการรับรู้จากประสาทสัมผัส (Perceptual Level)
2. ระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพ (Level of thinking of representation)

เพียเจต์และอินheldเดอร์ได้ให้ความสำคัญระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพที่ เริ่มพัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งเป็นความสามารถในการรับรู้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยเด็กจะเข้าใจในความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการลงมือกระทำกับวัตถุนั้นด้วยตนเองและจะ มีความเชื่อมโยงกับระบบประสาท ขั้นการรับรู้จากการคิดมโนภาพ เป็นขั้นที่เด็กเกิดการ เปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับรู้ไปสู่การที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับวัตถุ ได้อย่างลึกซึ้ง โดยอาศัยโครงสร้างทางความคิดเกี่ยวกับวัตถุ (Construction of Objective)

ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานเบื้องต้นของการพัฒนาทางด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเพียเจต์และอินเฮลเดอร์ ได้อธิบายโดยกล่าวถึงระดับพัฒนาการการรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ว่ามี 3 ระดับ คือ

1) Topological เป็นระดับพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติของการรับรู้ว่าวัตถุอยู่ข้างกัน (proximity) การรับรู้ลำดับ (order) การรับรู้รูปปิด (enclosure) การรับรู้ความต่อเนื่อง (continuity) รวมทั้งการรู้ถึงลักษณะที่แตกต่างกัน (discrimination) ทั้งนี้เป็นการรับรู้วัตถุที่คงที่เท่านั้น

2) Projective เป็นการเริ่มที่จะสามารถคิดมโนภาพภายในจิตใจของตนเอง ด้วยการพิจารณาความสัมพันธ์ของจุดที่มองเห็น

3) Euclidean เป็นการนำมโนภาพภายในจิตใจเหล่านั้นมาสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางด้านตำแหน่ง ทิศทาง ระยะทางจนกลายเป็นระบบแนวคิดที่เด็กยึดถืออันเหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องการมองวัตถุให้ชัดเจนยิ่งขึ้นภายในโลกความเป็นจริงรอบตัว

ด้วยเหตุนี้ความสัมพันธ์ทาง Projective และ Euclidean จึงมีความคล้ายกันตรงที่ เด็กสามารถยอมรับความสัมพันธ์กันของวัตถุอย่างมีระบบยิ่งขึ้น

Projective และ Euclidean เป็นระดับที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันมาก แม้จะมีลักษณะที่ต่างกันระดับทั้งสองเป็นตัวชี้ถึงคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงมุมมอง แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนไหวทางความคิดอย่างมีระบบของเด็กตัวอย่างที่เห็นได้ชัดระหว่างความแตกต่างของ Projective และ Euclidean คือ ลักษณะการล้มธงดินสอ กล่าวคือ การที่เด็กรับรู้ตำแหน่งและที่ตั้งของดินสอในขณะที่ตั้งตรง และล้มนอนในแนวระนาบ ซึ่งเป็นจุดจบนั้น เป็นขั้นการรับรู้ระดับ projective แต่การรับรู้ตำแหน่งและที่ตั้งของดินสอในช่วงระหว่างที่ดินสอกำลังล้มลงนั้นเป็นการรับรู้ระดับ Euclidean ซึ่งเป็นความสามารถในการนำภาพมาสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านตำแหน่ง ทิศทางของดินสอขณะที่ยก

กล่าวโดยสรุปคือ เพียเจต์และอินเฮลเดอร์แบ่งการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับการรับรู้จากประสาทสัมผัส และระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพซึ่งเป็นการพัฒนาการที่ต่อเนื่องกัน โดยระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพถือได้ว่าเป็นระดับที่สำคัญในการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับใหญ่ ได้แก่ 1.การรับรู้วัตถุที่คงที่ 2.การมโนภาพ 3.การเชื่อมโยงของภาพที่มโนกับการเปลี่ยนแปลง

3.3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (howard gardner's view)

โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ ได้คิดค้นทฤษฎีทางสติปัญญาที่ชื่อว่า “ทฤษฎีพหุปัญญา” ในปี ค.ศ.1983 โดยอธิบายว่า เซอร์ปัญญาของมนุษย์มีมากกว่าเซวณปัญญาด้านการคิดวิเคราะห์ การคำนวณ และ การใช้เหตุผล หรือที่เรียกว่า IQ (Intelligence quotient) และการ์ดเนอร์ได้ให้ข้อสรุปว่ามนุษย์ทุกคนมีเซวณปัญญาอย่างน้อย 9 ด้าน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) ประกอบไปด้วย

1. เซวณปัญญาด้านภาษา (Linguistic intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ภาษาได้อย่างรวดเร็วและสามารถใช้ภาษาได้เป็นเป็นอย่างดี เข้าใจความหมายของคำได้เป็นอย่างดี
2. เซวณปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical mathematical intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการใช้ตัวเลข การตั้งโจทย์และแก้ไขโจทย์ปัญหาด้วยการคิดเชิงเหตุและผล
3. เซวณปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการมองภาพ เข้าใจทิศทางแบบสามมิติ ใ้ต่อการรับรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว สามารถจำแนกลักษณะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น
4. เซวณปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily - kinesthetic intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกาย สามารถใช้ประโยชน์จากการเคลื่อนไหวร่างกาย เข้าใจในภาษากาย
5. เซวณปัญญาด้านดนตรี (Musical intelligence) หมายถึง ผู้ที่สามารถในการรับรู้และตอบสนองต่อท่วงทำนองของเสียง มีความสามารถในการใช้และสร้างเสียงตามระดับเสียงสูง เสียงต่ำ จังหวะ และความเร็วของเสียง
6. เซวณปัญญาด้านการเข้าใจระหว่างบุคคล (Interpersonal intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีมนุษยสัมพันธ์สามารถเข้ากับผู้อื่นได้โดยง่าย ใ้ในการสังเกตสีหน้าท่าทางของผู้อื่น มีความเข้าใจ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และเจตนาของผู้อื่น
7. เซวณปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการรู้จักตัวเอง เข้าใจความคิด อารมณ์และความต้องการของตัวเอง และสามารถควบคุมพฤติกรรมตัวเอง สามารถเข้าใจและวิเคราะห์ข้อดี ข้อด้อย ของตัวเองได้

8. เชาวนปัญญาด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการเข้าใจในธรรมชาติรอบตัว และเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ รวมถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ

9. เชาวนปัญญาด้านการดำรงอยู่ของชีวิต (Existential intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการเข้าใจสัจธรรมของโลกและชีวิต สามารถได้ตรอง คำนึง และเข้าใจการดำรงอยู่ของมนุษย์ คุณค่าของมนุษย์ที่มีต่อโลกและจักรวาล

จะเห็นได้ว่าเชาวนปัญญาทั้ง 9 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านดนตรี ด้านการเข้าใจระหว่างบุคคล ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านธรรมชาติวิทยา และด้านการดำรงอยู่ของชีวิต มีความเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงถึงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวซึ่งต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐาน

3.3.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory) เทอร์สตัน (Thurstone)

เทอร์สตันได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถของมนุษย์ไว้เมื่อปี ค.ศ.1938 ผลจากการวิเคราะห์ องค์ประกอบพบว่าความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Abilities) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมด 7 องค์ประกอบดังนี้ (Anastasi. 1982: 336 – 368, อ้างถึงใน ธนารัตน์ เจือจันทร์, 2554)

1) องค์ประกอบด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension: V) เป็นสมรรถภาพ ด้านความเข้าใจในการอ่าน อุปมาอุปไมยทางภาษา การจัดเรียงประโยค การจัดคู่ของคำพ้องหรือคำถาม ซึ่งสามารถวัดด้วยความสามารถด้านภาษา

2) องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency : W) เป็นความสามารถเกี่ยวกับการนำเอาตัวอักษรมาผสมผสานสร้างคำ หาคำที่มีเสียงพ้องกัน เป็นความสามารถเกี่ยวกับ การนำตัวอักษรมาผสมผสานสร้างคำ หาคำที่มีเสียงพ้องกันบอกชื่อตามคำที่กำหนด เช่น ชื่อเด็กหญิงที่ขึ้นต้นด้วย P

3) องค์ประกอบด้านจำนวน (Number: N) เป็นสมรรถภาพสมองในการใช้ความเร็วและถูกต้องในการคิดคำนวณเลขคณิต โดยการให้บวก ลบ คูณ และหาร ในวิชาเลขคณิต

4) องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space: S) เป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูงใกล้ ไกลและสมรรถภาพในการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการเปลี่ยนรูป

5) องค์ประกอบด้านความจำ (Associative Memory: M) เป็นสมรรถภาพในการท่องจำ ระลึกเรื่องราว เหตุการณ์ และสิ่งของต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

6) องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptual Speed: P) เป็นสมรรถภาพทางสมองในการมองเห็นความแตกต่าง ความเหมือนของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

7) องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (General Reasoning: R บางที่ใช้ Induction: I) เป็นองค์ประกอบที่มีความหมายยังไม่แจ่มชัดนัก เฮอร์สโตน องค์ประกอบด้านนี้ ในรูปของการให้เหตุผลแบบอุปมาอุปไมย ในระยะหลังผู้ศึกษาเรื่องนี้เห็นว่า สมรรถภาพด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผล ทางตรรกศาสตร์

กล่าวโดยสรุปคือ ผลจากการวิเคราะห์ความสามารถพื้นฐานของเฮอร์สโตน พบว่ามีองค์ประกอบทั้งสิ้น 7 องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต และองค์ประกอบด้านการรับรู้ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางสมองในการมองเห็นความเหมือนและความต่าง ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3.4 องค์ประกอบของความสามารถมิติสัมพันธ์

Del Grande และ Morrow ได้ กล่าวถึง การรับรู้ เชิงมิติสัมพันธ์ไว้ ว่ามี 7 ทักษะ (Kennedy et al., 2008, อ้างถึงในแพรวดาว เตียวทศเรษฐ, 2561) ได้แก่

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตากับประสาทสัมผัส (Eye - motor coordination) เป็นความสามารถในการทำงานพร้อมกันระหว่างตาและการเคลื่อนไหวร่างกายในกิจกรรมต่างๆ

2. การรับรู้ ภาพและพื้น (Figure - ground perception) เป็นความสามารถในการแยกแยะภาพกับพื้นหลังที่ซับซ้อนได้จากการมองเห็น

3. การรับรู้ การคงอยู่ (Perceptual constancy) เป็นความสามารถในการรับรู้ภาพหรือวัตถุในพื้นที่เดิม โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านขนาด ตำแหน่ง หรือทิศทาง

4. การรับรู้ ตำแหน่ง ในพื้นที่ (Position - in - space perception) เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ของวัตถุกับพื้นที่ โดยสามารถบอกได้ว่าวัตถุอยู่ ณ ตำแหน่งใดของพื้นที่

5. การรับรู้ ถึงความสัมพันธ์ของวัตถุ (Perception of spatial relationships) เป็นความสามารถในการเห็นวัตถุ 2 สิ่งหรือมากกว่าที่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์กับสิ่งอื่นๆ

6. การแบ่งแยกภาพ (Visual discrimination) เป็นความสามารถในการแยกแยะความเหมือนและความต่างระหว่างวัตถุหรือแต่ละจำพวก

7. การจดจำภาพ (Visual memory) เป็นความสามารถในการจดจำและจินตนาการวัตถุได้ แม้ว่าจะไม่ได้เห็นวัตถุนั้นมานานแล้วก็ตาม

Kimura (1999, pp. 53 – 55, อ้างถึงใน ศุภรณันท์ แก้วเกิดมี, 2560) ได้สรุปองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial Orientation) มิติสัมพันธ์เชิงการจำตำแหน่ง (Spatial Location Memory) เป้าหมาย (Targeting) มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (Spatial Visualization) Disembedding และมิติสัมพันธ์เชิงการรับรู้ (Spatial Perception) อธิบายแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง เป็นสมรรถภาพในการเปลี่ยนแปลงการวางแนวของวัตถุ 2 มิติ (เช่น ตัวอักษร ภาพตรงกลางของหน้าปัดนาฬิกา และรูปร่างที่เรียบง่าย) และวัตถุ 3 มิติ (เช่น ลูกบาศก์ ชุดของลูกบาศก์ และภาพถ่ายของวัตถุจริง) ที่หมุนในพื้นที่ 2 หรือ 3 มิติ

2. มิติสัมพันธ์เชิงการจำตำแหน่ง เป็นความสามารถในการจำตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งเป็นการทดสอบที่ดีสำหรับความจำเชิงพื้นที่ การทดสอบนี้นำเสนอลำดับชุดของวัตถุที่เหมือนจริง หรือ รูปทรงเรขาคณิต

3. เป้าหมาย เป็นความสามารถที่จะสกัด หรือ โยงไปที่เป้าหมาย ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะจำแนกความสามารถนี้ เพราะมันมีความสัมพันธ์มากกับความสามารถเชิงกล การวัดผลใช้วิธีการขว้างปาวัตถุไปที่เป้าหมาย

4. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ เป็นสมรรถภาพในการรับรู้และการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ แม้ความสามารถนี้มีลักษณะคล้ายกับการหมุน ทักษะนี้ไม่ต้องใช้การหมุนของวัตถุ แต่เป็นการประมาณการของตำแหน่งในความสัมพันธ์ที่คงที่ของวัตถุ การสร้างภาพเชิงมิติสัมพันธ์ที่ถูกกำหนดว่าเป็นความสามารถในการจินตนาการ ซึ่งเป็นผลหลังจากที่พับ หรือประกอบชิ้นส่วนของวัตถุ ลักษณะของการทดสอบต้องการให้จินตนาการสร้างภาพเชิงมิติสัมพันธ์

5. Disembedding เป็นทักษะที่ช่วยให้การค้นหาวัตถุอย่างง่าย มีการฝังตัวอยู่ในรูปแบบที่มีความสลับซับซ้อน แต่องค์ประกอบนี้ให้ความยืดหยุ่นทางความคิดอย่างมีอิสระ

6. มิติสัมพันธ์เชิงการรับรู้ เป็นสมรรถภาพของบุคคลในการกำหนดทิศทางทั้งแนวนอน และแนวตั้งที่กระจายอยู่ในภาพ ซึ่งการทดสอบความสามารถนี้ต้องใช้การวาดเส้นระดับน้ำในขวดใสที่เอียง ส่วนอีกการทดสอบหนึ่งต้องการให้รูปแบบ (แนวนอน หรือ แนวตั้ง) ถูกล้อมรอบด้วยกรอบ

Pittalis and Christou (2010, อ้างถึงใน ศุภรณันท์ แก้วเกิดมี, 2560) ได้ศึกษาโครงสร้างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นสมรรถภาพทางความคิด มีความแตกต่างกับเชาว์ปัญญาเชิงเส้นไหล (Fluid Intelligence) แตกต่างจาก Spatial Imagery และสรุปความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่ามี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (Spatial Visualization) เป็น สมรรถภาพทางการมองเห็น เป็นการทดสอบด้วยการใช้แบบทดสอบที่เป็นลำดับของการเปลี่ยนแปลง และมีความสลับซับซ้อน ซึ่งจะต้องใช้การพับหรือการคลี่กระดาษ เมื่อพับแล้วก็ทำการเจาะรูอาจจะหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งครั้ง

2. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial Orientation) เป็นสมรรถภาพของบุคคลที่จะยังคงความไม่สับสนต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือ ทิศทางของรูปภาพหรือวัตถุ เช่น วัตถุหนึ่งเปลี่ยนแปลง รูปร่าง หรือ ทิศทางไปทางขวาหรือซ้าย สูงกว่าหรือต่ำกว่า ไกลกว่าหรือใกล้กว่า เป็นต้น คือ ลักษณะสำคัญของปัจจัยนี้

3. มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ (Spatial Relation) เป็นสมรรถภาพทางความคิดในการรับรู้ การหมุนของวัตถุ 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วยการตอบกลับอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

กล่าวโดยสรุป คือ องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์มีด้วยกันหลากหลายองค์ประกอบ ไม่ว่าจะเป็นมิติสัมพันธ์เชิงรับรู้ มิติสัมพันธ์เชิงการรับรู้ตำแหน่ง การแบ่งแยกภาพ ฯลฯ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบหลักของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ 1. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ 2. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง 3. มิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในการพัฒนาทั้ง 3 องค์ประกอบ

3.5 การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

John, Grande & Morrow (1993, กล่าวถึงใน ณัฐธยาน์ วงษ์วาทย์, 2562) กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทำได้ ดังนี้

1. การพัฒนาประสาทสัมผัสในการมองวัตถุ หมายถึงความสามารถในการประมวลผลทางตา
2. การรับรู้ภาพ และพื้นหลัง หมายถึงความสามารถในการจำแนกภาพ
3. การรับรู้ความคงรูปของวัตถุ หมายถึงความสามารถในการรับรู้ลักษณะเดิมของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลง
4. การรับรู้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งกับพื้นที่ หมายถึงความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ของวัตถุโดยรอบกับตนเอง

5. การรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับวัตถุ หมายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวัตถุมากกว่า 1 สิ่ง

6. การจำแนกความเหมือน และความต่าง หมายถึงความสามารถในการแยกแยะความเหมือนและต่างของวัตถุมากกว่า 1 สิ่ง

7. การจำภาพ หมายถึงความสามารถในจดจำ และเรียกใช้ความจำนั้นในการแก้ปัญหา

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความสัมพันธ์ ด้วยกิจกรรมในลักษณะของการสำรวจ การตั้งข้อคาดเดา การสืบเสาะเพื่อตรวจสอบข้อคาดเดา โดยการสร้าง การวัด การมองเห็น การเปรียบเทียบ การแปลง ฯลฯ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542) กล่าวว่าวิธีการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ควรออกแบบกิจกรรมให้มีปฏิสัมพันธ์ภาพโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นภาพที่เกิดขึ้นจากภายนอกหรือภาพที่เกิดจากการจินตนาการภายใน โดยการให้เห็นภาพเช่น แปลข้อความหรือเนื้อหาให้เป็นภาพ การใช้สีเปรียบเทียบ การวาดภาพจากความคิด การใช้สัญลักษณ์ เป็นต้น

ชยพงศ์ ถาวร (2561) กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทำได้โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุรอบข้าง โดยต้องให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการมองเห็น การรับรู้วัตถุ การรับรู้ความสัมพันธ์ต่างๆ นอกจากนั้นการจัดกิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นจินตนาการ การสร้างสรรค์ การใช้ความคิดอย่างอิสระ การสร้างงานด้วยรูปทรง รูปภาพ และสี เป็นต้น

อารีย์ หาญสมศักดิ์กุล และเสรี ชัดเข้ม (2561) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถเสริมสร้างและพัฒนาได้จากการดำเนินชีวิตประจำวัน และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นการจินตนาการ การสร้างสรรค์ และการใช้ความคิดอย่างอิสระจากการลงมือปฏิบัติ

กล่าวโดยสรุป การส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นควรเน้นไปที่การให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ด้วยกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นจินตนาการ การใช้ความคิด เช่น การสำรวจ การคาดเดาหรือคาดคะเนความเชื่อมโยงของวัตถุต่างๆ เป็นต้น

3.6 แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์

บุญชม ศรีสะอาด (2521) กล่าวว่า ลักษณะข้อสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ มีอยู่ด้วยกัน 8 แบบ ได้แก่ 1.แบบซ้อนภาพ 2.แบบต่อภาพ 3.แบบนับลูกบาศก์ 4.แบบหาด้านตรงข้าม 5.แบบซ้อนภาพ 6.แบบประกอบภาพ 7.แบบตัดกระดาษ และ 8.แบบแยกภาพ

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522) กล่าวว่า การทดสอบด้านมิติสัมพันธ์เป็นการทดสอบความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือการมีมโนภาพเกี่ยวกับรูปในมิติต่างๆ โดยข้อสอบมิติสัมพันธ์จะแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนรูปหรือเลื่อนรูป 2.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบตัดรูป 3.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบต่อรูป 4.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนรูป 5.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนรูป 6.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ และ 7.ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกล่อง

ทองหล่อ วิภาวีน (2524) กล่าวว่า แนวแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์มี ดังนี้ 1.แบบทดสอบซ้อนภาพ 2.แบบทดสอบซ้อนภาพ 3.แบบทดสอบหมุนภาพ 4.แบบทดสอบประกอบภาพ 5.แบบทดสอบแยกภาพ 6.แบบทดสอบนับลูกบาศก์ 7.แบบทดสอบพับรูป และ 8.แบบทดสอบตัดกระดาษ

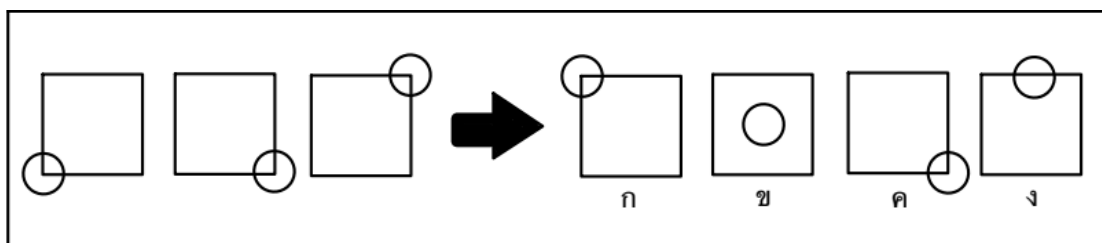
ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541) กล่าวว่า รูปแบบข้อสอบที่นิยมใช้สอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์คือ 1.แบบซ้อนภาพ 2.แบบซ้อนภาพ 3.แบบแยกภาพ 4.แบบต่อภาพ 5.แบบหมุนภาพ 6.แบบประกอบภาพสามมิติ 7.แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ 8.แบบภาพตัดกระดาษ 9.แบบนับลูกบาศก์ และ 10.แบบประกอบส่วนย่อย

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2544) กล่าวว่า การวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นการวัดความสามารถในการมองเห็น และเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่างๆ โดยมุ่งให้ผู้ตอบเปรียบเทียบรายละเอียดในด้านการมองเห็น การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเนระยะทาง การหาทิศทาง การนำเอาส่วนต่างๆ มาประกอบหรือรวมกัน การแยกส่วนประกอบต่างๆ ของภาพ ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านนี้ อาจแบ่งได้ 9 แบบ ดังนี้ 1.ซ้อนภาพ 2.ซ้อนภาพ 3.หมุนภาพ 4.แยกภาพ 5.ประกอบภาพ 6.นับลูกบาศก์ 7.ตัดกระดาษ 8.พับกล่อง และ 9.มองวัตถุ

Vandenberg and Kuse's (กล่าวถึงใน André F. Caissie, François Vigneau, and Douglas A. Bors, 2009) ได้กล่าวว่า Mental Rotation test (MRT) เป็นหนึ่งในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่นิยมใช้ซึ่งข้อสอบนี้จะต้องเปรียบเทียบภาพวาด 2 มิติ ของรูปทรงสามมิติที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการหมุน

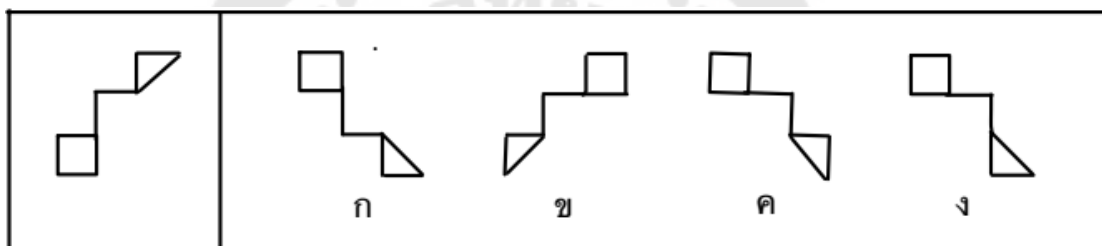
กล่าวโดยสรุปแบบทดสอบด้านมิติแบ่งได้เป็น 10 แบบ ดังนี้

1. แบบหมุนภาพ จะแบ่งเป็น 2 แบบ โดยแบบที่ 1 โจทย์จะกำหนดภาพตัวอย่างมาให้ 3 รูป โดยรูปทั้ง 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยการหมุน ผู้ตอบจะต้องหาว่าในการหมุนนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร



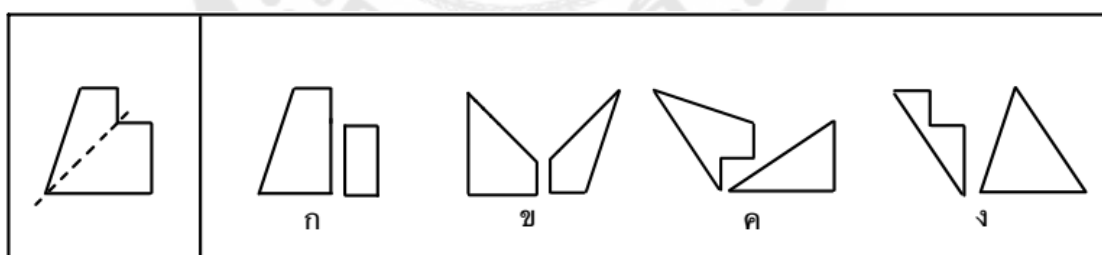
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหมุน แบบที่ 1

ส่วนแบบที่ 2 จะกำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าถ้าภาพนั้นหมุนทวนเข็มนาฬิกา หรือตามเข็มนาฬิกา จะได้ภาพแบบใด



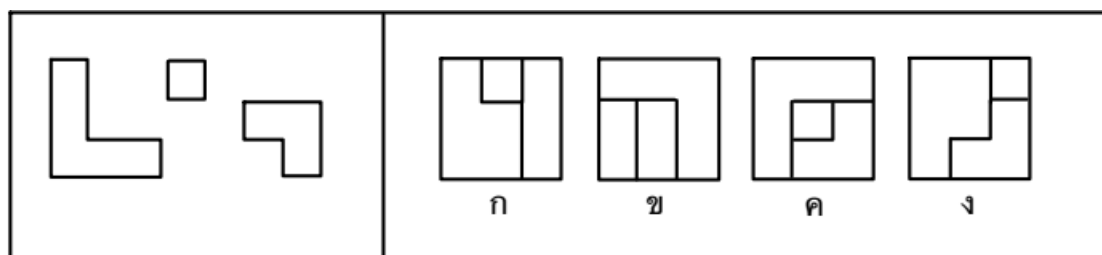
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหมุน แบบที่ 2

2. แบบแยกภาพ โจทย์จะกำหนดรูปพร้อมเส้นมาให้โดยผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าหากแยกภาพตามเส้นที่กำหนดให้ จะมีลักษณะอย่างไร



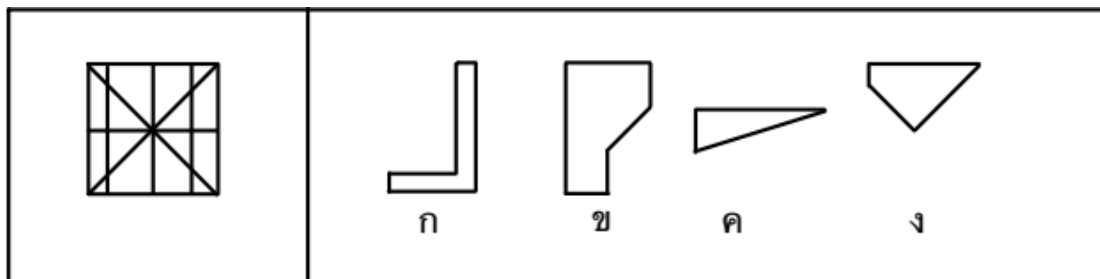
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแยกภาพ

3. แบบต่อภาพ โจทย์จะกำหนดภาพแยกส่วนมาให้ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าเมื่อนำภาพที่แยกส่วนนั้นมาต่อกันจะได้ภาพในแบบใด



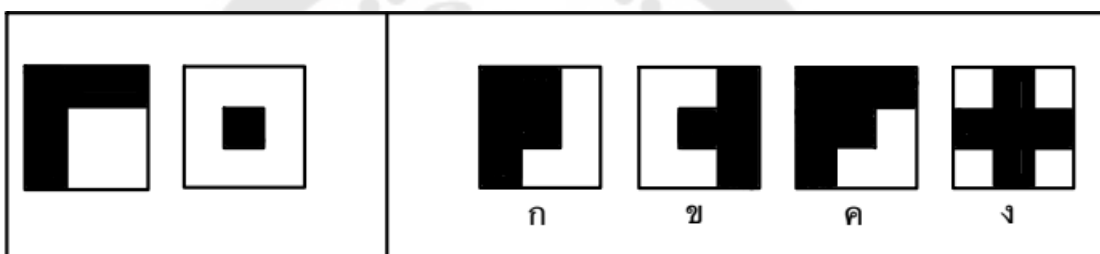
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อภาพ

4. แบบซ่อนภาพ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่า ภาพใดที่ซ่อนอยู่ในภาพที่โจทย์กำหนดมาให้



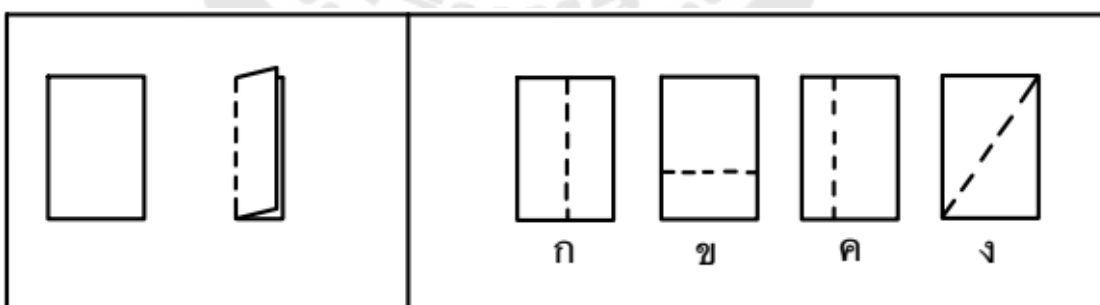
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบซ่อนภาพ

5. แบบซ่อนภาพ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่า เมื่อนำภาพที่โจทย์กำหนดให้มาซ้อนกันให้สนิท จะได้ภาพแบบใด



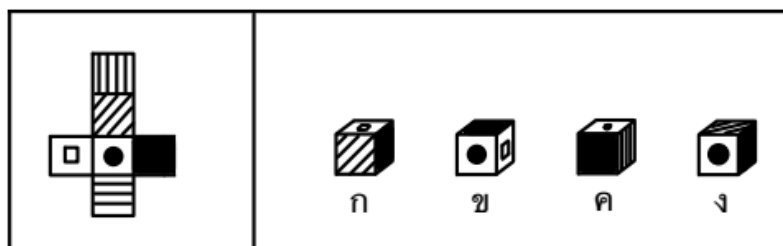
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบซ่อนภาพ

6. แบบพับกระดาษหรือกล่อง โจทย์แบบพับกระดาษนั้นจะทำการพับกระดาษในแต่ละชั้นอาจพับมากกว่าหนึ่งครั้ง ซึ่งผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าจากรูปโจทย์นั้นจะเกิดรอยจากการพับในลักษณะใด



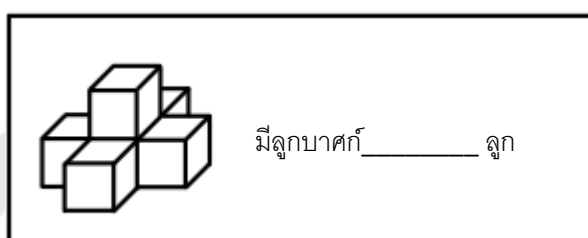
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบพับกล่อง

ส่วนการพับกล่องนั้น โจทย์จะกำหนดภาพคลี่ของกล่องมาให้ โดยผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าเมื่อพับกล่องตามโจทย์แล้วจะได้กล่องลักษณะใด หรือในทางกลับกันโจทย์อาจให้ภาพกล่องมา และผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าเมื่อคลี่กล่องนั้นออกมาจะได้เป็นลักษณะใด



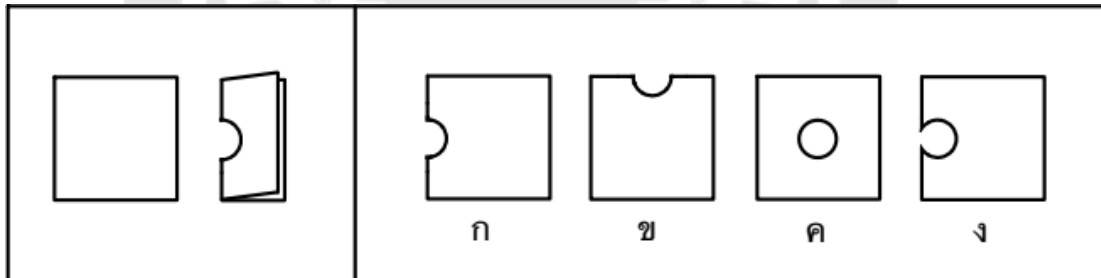
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบพับกล่อง

7. แบบนับลูกบาศก์ โจทย์จะนำเอาลูกบาศก์ที่ต่อกันมาให้ผู้ตอบพิจารณาว่ามีลูกบาศก์ทั้งหมดกี่ลูก



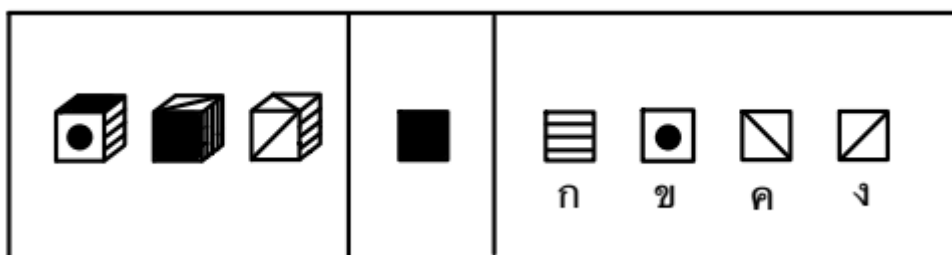
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบนับลูกบาศก์

8. แบบตัดกระดาษ โจทย์จะให้ผู้ตอบพิจารณาว่าหากพับกระดาษแล้วทำการตัดกระดาษนั้น เมื่อคลี่กระดาษออกจะมีลักษณะแบบใด



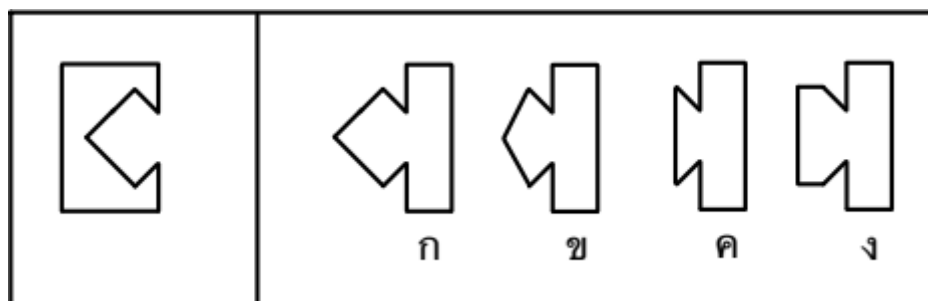
ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบตัดกระดาษ

9. แบบหาด้านตรงข้าม จะมีภาพลูกบาศก์ซึ่งมีด้าน 6 ด้าน แต่ละด้านจะมีเครื่องหมายแตกต่างกันไป ผู้ตอบจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งต่าง ๆ แล้วตอบว่าด้านที่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดมีเครื่องหมายใด



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบหาด้านตรงข้าม

10. แบบประกอบภาพ โจทย์จะให้ผู้ตอบพิจารณาว่าภาพใดที่จะสามารถประกอบกับภาพที่โจทย์กำหนดได้



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบประกอบภาพ

ในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นสามารถใช้แบบทดสอบได้หลายแบบตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบ หรือศึกษาโดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยแบ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 ด้าน ซึ่งรูปแบบของแบบวัดนั้นผู้วิจัยได้รวบรวม และแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบของแบบทดสอบแบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

องค์ประกอบของ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	แบบทดสอบ
มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ	สมรรถภาพในการมองเห็น และ จินตนาการผลลัพธ์ของภาพที่จะ เกิดขึ้น	แบบแยกภาพ
		แบบต่อภาพ
		แบบซ้อนภาพ
		แบบซ้อนภาพ
		แบบพับกระดาษ
		แบบนับลูกบาศก์
		แบบตัดกระดาษ
		แบบหาด้านตรงข้าม
มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง	สมรรถภาพในการรับรู้ทิศทางทั้งหยุด นิ่ง และเปลี่ยนแปลง	แบบหมุนภาพ
		แบบพับกล่อง
มิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์	สมรรถภาพในการรับรู้และเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ	แบบหมุนภาพ
		แบบหาด้านตรงข้าม
		แบบประกอบภาพ

โดยในงานวิจัยนี้จะใช้แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 รูปแบบตามเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบพับกล่อง และแบบหาความต่างซึ่งจะพัฒนาจากแบบทดสอบแบบหมุน และแบบหาด้านตรงข้าม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ปริญญญา เรื่องทิพย์ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้โปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว: การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง โดยการให้โปรแกรมอะโดบีโฟโตชอป และโปรแกรมเพนท์สร้างวัตถุรูปเรขาคณิต และสีที่แตกต่างกัน จากนั้นเขียนให้ภาพเกิดการเคลื่อนไหวด้วยภาษาไพทอน และให้ผู้เรียนทำการฝึกมองวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 15 ครั้ง ซึ่งจากการทดลองพบว่าโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วเป็นตัวกระตุ้นให้สมองทำงานทำให้โครงสร้างของสมองทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนสูงขึ้น

ศิริพร นันทชัย (2562) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับการใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้พัฒนาเกมการ์ดที่ใช้ร่วมกับแบบจำลองโมเลกุลสามมิติเพื่อศึกษาผลของการใช้เกมการ์ดที่พัฒนาขึ้นโดยการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และคะแนนวิชาเคมีซึ่งแบ่งเกมการ์ดออกเป็น 2 องค์ประกอบของมิติสัมพันธ์ คือ มิติสัมพันธ์เชิงการมองเห็น และมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ ส่วนแบบจำลองโมเลกุลสามมิติจะใช้ต่อโครงสร้างของสารประกอบทั้งเคมีอินทรีย์ และเคมีอนินทรีย์ และได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มซึ่งเป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มที่ 1 จะฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับแบบจำลองโมเลกุลสามมิติ ส่วนกลุ่มที่ 2 จะทดลองด้วยแบบจำลองโมเลกุลสามมิติเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ 3 จะเรียนด้วยวิธีปกติคือการใช้อุปกรณ์ประกอบอธิบาย หรือการวาดเขียนบนกระดาน ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 15 วัน วันละ 30 นาที หลังจากการทดลองพบว่าการอ่านสูตรเคมีแบบ 2 มิติ ทำความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงการมองเห็นสูงกว่าก่อนฝึก และการหมุนโมเลกุล 3 มิติไปยังทิศทางต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ นอกจากนี้การแปลความหมายของสัญลักษณ์สูตรเคมี และกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้มีการฝึกฝนยังช่วยพัฒนากระบวนการทำงานของสมองส่งผลให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

กาญจนา สหะวิริยะ และณัฐพงษ์ กาญจนฉายา (2566) ได้ทำการศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องการเขียนตัวอักษรภาษาไทยเกาหลี เพื่อพัฒนาการเขียนตัวอักษรภาษาไทยเกาหลีของผู้เรียนระดับต้น โดยพัฒนาหนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริมที่มีเนื้อหาเป็นภาพ เสียง และอนิเมชัน 3 มิติเพื่อส่งเสริมความรู้ของผู้เรียน และทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยหนังสือที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี และผลการใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริมพบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสือที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนรวมถึงสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนยังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้มากขึ้น และการใช้เทคโนโลยีเข้ามาร่วมด้วยทำให้มีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ezgi Tosik and Bilal Atasoy (2017) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมต่อทักษะด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา วัดดูประสงค์เพื่อตรวจสอบผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมนี้ต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสภาพแวดล้อมทางการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 96 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองจะเรียนด้วยวัตถุจริงและเทคโนโลยีความจริงเสริม และกลุ่มควบคุมจะเรียนด้วยวัตถุจริงเพียงอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยเฉลี่ยก่อนและหลังการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงว่าทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม และการใช้วัตถุจริง 3 มิติในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาส่งผลดีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน แต่คะแนนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมจึงแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนได้ดีกว่าการใช้วัตถุจริง 3 มิติเพียงอย่างเดียว

Hugo César Gómez-Tone, Jorge Martin-Gutierrez, Lili Valencia Anci & Carlos E. Mora Luis (2020) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะการมองภาพเชิงมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาวิศวกรรมระหว่างประเทศที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างอิสระ เพื่อแสดงความสมมาตรหรือความไม่สมมาตรในทักษะการมองภาพเชิงมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาวิศวกรรมที่มีภูมิหลังทางสังคมแตกต่างกัน และวิเคราะห์การเพิ่มทักษะการมองภาพเชิง

มิตีสัมพันธ์จากการใช้เทคโนโลยีเสริมที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยในเปรูและสเปนซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองจะเข้ารับการอบรมและกลุ่มควบคุมจะไม่ได้เข้ารับการอบรม โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาหนังสือแบบฝึกหัดที่สามารถแสดงผลในรูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้ผู้เรียนไว้ใช้ประกอบการอบรมในระยะเวลา 4 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 มหาวิทยาลัยมีผลการทดสอบของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อนำคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่า p-value แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีส่วนในการพัฒนาทักษะการมองภาพเชิงมิติสัมพันธ์ทั้งในด้านมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ และมิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งตามมหาวิทยาลัยพบว่า ทั้ง 2 มหาวิทยาลัยมีการพัฒนาทักษะอย่างเท่า ๆ กัน

Timothy Thornton & Matthew Lammi (2021) ได้ทำการสำรวจการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต่อแรงจูงใจของผู้เรียน และศึกษาผลการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต่อทักษะการสร้างภาพมิติสัมพันธ์ในวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบการทำแบบฝึกทักษะการสร้างภาพ 3 มิติด้วยโปรแกรมโดยใช้ระยะเวลา 6 ครั้ง ครั้งละ 90 นาที ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีผลทางบวกต่อแรงจูงใจของผู้เรียน และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนมองภาพได้หลายมุมมอง และยังช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงาน

Yuli Rahmawati, Hanhan Dianhar & Fadhillah Arifin (2021) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้การแสดงผลภาพเสมือน 3 มิติในวิชาเคมี โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สร้างเครื่องหมายโมเลกุลต่างๆ ให้แสดงเป็นภาพเสมือน 3 มิติ จากนั้นให้ผู้เรียนทำใบงานจากการสำรวจภาพเสมือนที่สร้างขึ้น ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าหากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น ความเข้าใจในวิชาเคมีก็สูงขึ้น ซึ่งการแสดงผลภาพเสมือน 3 มิติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และการตีความได้ดีขึ้น อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ยังพบว่าการใช้สื่อเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นพื้นฐานของวิชาทางด้านวิชาการในหลายวิชา ซึ่งการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นทำได้หลายวิธีโดยใช้สื่อต่าง ๆ และสื่อหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในวิจัยคือสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นสื่อที่ทำให้ผู้เรียนสามารถมองภาพได้หลายมุม และช่วยในการตีความ จึงทำให้เกิดความเข้าใจ

และช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 7 – 9 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับเนื้อหา



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ขั้นตอนการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ศึกษา

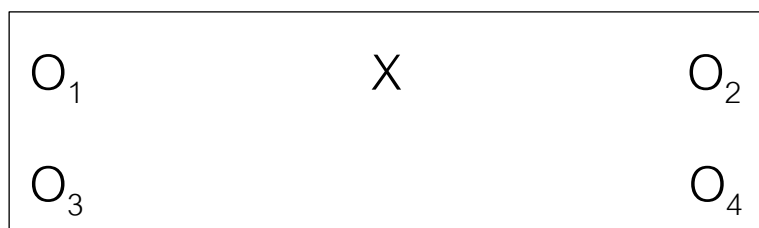
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขยีนเขต ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขยีนเขต จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 62 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีแบบแผนการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบมีกลุ่มควบคุม (Control Group Pretest-Posttest Design)



ภาพประกอบ 17 แบบแผนการวิจัย

- เมื่อ X การเรียนรู้ด้วยหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- O₁ การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนใช้หนังสือแบบฝึกของกลุ่มทดลอง
- O₂ การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึกของกลุ่มทดลอง
- O₃ การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนทดลองของกลุ่มควบคุม
- O₄ การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังทดลองของกลุ่มควบคุม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน
4. แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจากการศึกษามีขั้นตอนพัฒนาหนังสือแบบฝึกดังนี้

- 4.1.1 ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในหนังสือแบบฝึก โดยแบ่งเป็น
 - 4.1.1.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 4.1.1.2 ศึกษาโครงสร้างเนื้อหา หลักการ และแนวทางการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.1.1.3 ศึกษาวัตถุประสงค์ของสาระการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ และ ส่วนประกอบของหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถ ด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.1.2 ออกแบบเนื้อหา และกิจกรรมของหนังสือแบบฝึก โดยมีขั้นตอนย่อยดังนี้

4.1.2.1 ออกแบบโครงสร้างของหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

- 1) หน้าปก ที่บ่งบอกถึงเนื้อหาว่าเป็นแบบฝึกหัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
- 2) สารบัญ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นว่าการแบ่งเนื้อหาแต่ละบท และระบุหน้าของแบบฝึกต่างๆ เพื่อให้สามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็ว
- 3) วิธีการใช้งานหนังสือ เนื่องจากเป็นหนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้อ่านใช้งานหนังสือได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหนังสือ โดยในหน้านี้จะระบุวิธีการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันสำหรับการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทั้งสำหรับ Android และ IOS รวมถึงชี้แจงจุดประสงค์ และการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 4) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกสามารถประเมินความสามารถของตัวเองก่อนเริ่มทำแบบฝึกหัด โดยแต่ละบทจะมีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย
- 5) เนื้อหา โดยก่อนจะเข้าเนื้อหาแต่ละบทจะเป็นข้อมูลภาพรวมของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่าคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร และจะพบเจอการทดสอบเรื่องนี้จากที่ใด หลังจากนั้นจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 บทตามเนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน ทั้งนี้เนื้อหาแต่ละบทในหน้าเนื้อหาจะระบุความหมาย ตัวอย่าง และหลักการพิจารณามิติสัมพันธ์ในด้านนั้นๆ
- 6) แบบฝึก ซึ่งเป็นหัวใจหลักของหนังสือนี้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้ใช้หนังสือตามวัตถุประสงค์ของหนังสือ โดยแบ่งเป็น 4 บทตามเนื้อหา โดยบางแบบฝึกอาจมีการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามความจำเป็นของเนื้อหา
- 7) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกทราบถึงพัฒนาการของตนเองหลังจากการทำแบบฝึก โดยแต่ละบทจะมีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย

8) เกลยแบบทดสอบและแบบฝึก เพื่อให้ผู้ใช้หนังสือมีความเข้าใจในเนื้อหา นั้นๆ ได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงเห็นข้อผิดพลาดของตนเองเพื่อพัฒนาต่อไปได้อย่างตรงจุด โดยจะเป็นการ เกลยแบบอธิบายละเอียดเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นโดยแท้จริง ไม่ใช่เพียงแค่ทราบ ว่าถูกหรือผิด

4.1.2.2 ออกแบบเนื้อหา และจัดเรียงลำดับหนังสือก่อนหลัง สำหรับการเสนอ เนื้อหาในหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติ สัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน เป็นความสามารถในการจินตนาการและทำ ความเข้าใจวัตถุที่ถูกลมุนไปในทิศทางต่างๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะของวัตถุ ในแต่ละมิติสัมพันธ์ด้านการหมุน ด้านได้ในมุมมองที่หลากหลาย โดยผู้วิจัยได้จัดลำดับเนื้อหามิติ สัมพันธ์ด้านการหมุน ไว้อันดับแรกเนื่องจากมิติสัมพันธ์ด้านนี้เป็นพื้นฐานสำหรับด้านอื่นซึ่งจะช่วย ให้เกิดความเข้าใจในด้านอื่นๆ ได้อย่างดียิ่งขึ้น โดยในบทนี้จะเริ่มจากการทำความเข้าใจลักษณะ การหมุนในแต่ละรูปแบบ อย่างการหมุนตามเข็มนาฬิกา หรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา รวมถึงองศาใน การหมุน จากนั้นจึงทำการฝึกให้เข้าใจลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการหมุนในแต่ละ รูปแบบ รวมถึงตรวจสอบความเข้าใจโดยแบบฝึกหัดย้อนกลับที่ให้ลักษณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง และให้บอกรูปแบบการหมุน

2) มิติสัมพันธ์ด้านการพับกลอง เป็นความสามารถในการจินตนาการว่า กระดาษหรือแผ่นวัสดุที่แบนราบสามารถพับขึ้นมาเป็นกลองได้อย่างไร ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ ความสัมพันธ์ในแต่ละด้านของพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงเป็นกลองสามมิติ โดยในบทนี้ผู้วิจัยได้เริ่มจาก การทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงรูปแบบการพับกลองทั้ง 10 แบบก่อน จากนั้นจึงใช้แบบฝึกที่จะทำให้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกลองในแต่ละด้านได้

3) มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ เป็นความสามารถจินตนาการว่าชิ้นส่วน ต่างๆ จะสามารถนำมาประกอบกันได้อย่างไร หรือการประกอบของวัตถุนั้นเกิดจากชิ้นส่วนใด ซึ่ง จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาประกอบกัน ในบทนี้จะเน้นเนื้อหาที่ ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเห็นภาพของการนำวัตถุมาประกอบรวมกัน โดยในส่วนแรกจะใช้เป็น ภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในลักษณะ และพื้นที่ที่เกิดจากการประกอบ จากนั้นจึงใช้การ แบบฝึกที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4) ด้านการหาความต่าง เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ และ วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างวัตถุ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการสังเกต และการตรวจสอบ

ข้อผิดพลาดได้อย่างแม่นยำ ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้เรียงลำดับเนื้อหาจากการให้ผู้เรียนได้เห็นลักษณะของความเหมือนและต่างในมิติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความต่างของตำแหน่ง ความต่างความกว้าง ยาว ลึก จากนั้นจึงใช้แบบฝึกเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเกตของรูปทรงต่างๆ

4.1.2.3 จัดทำแผนสตอรี่บอร์ดโดยหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะมีภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหว (แสดงในภาคผนวก ก)

4.1.3 สร้างหนังสือแบบฝึก โดยการนำร่างสตอรี่บอร์ดมาสร้างหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยใช้โปรแกรม Maya ในการทำโมเดล 3 มิติ และจัดทำมาร์คเกอร์ด้วยโปรแกรม Vuforia ทำงานร่วมกับแอปพลิเคชัน Unity ในการสร้างแอปพลิเคชันให้สามารถใช้ร่วมกับหนังสือแบบฝึกนี้ได้รวมถึงเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานของสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต และโปรแกรม Visual Studio สำหรับการทำให้โมเดลต่างๆ สามารถขยับได้ ทั้งนี้ในการใช้งานจริงสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตในระบบ Android จะสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันจากไฟล์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ได้เลย ส่วนสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตในระบบ IOS จะต้องดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน TestFlight และได้รับคำเชิญผ่านลิงค์จากผู้วิจัยจึงจะสามารถใช้แอปพลิเคชันได้ ทั้งนี้จากการออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้าทำให้สามารถสร้างหนังสือแบบฝึกๆ โดยมีองค์ประกอบ 8 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าปก 2) สารบัญ 3) วิธีการใช้งานหนังสือ 4) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก 5) เนื้อหา 6) แบบฝึก 7) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก และ 8) เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก ซึ่งหนังสือนี้ได้ย่อยเนื้อหาออกเป็น 4 บทตามเนื้อหา โดยในแต่ละบทจะประกอบด้วย

1) ความรู้เกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ในด้านนั้น (ความหมาย ตัวอย่างโจทย์ และหลักในการพิจารณาโจทย์)

2) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก

3) แบบฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในด้านนั้นๆ

4) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก

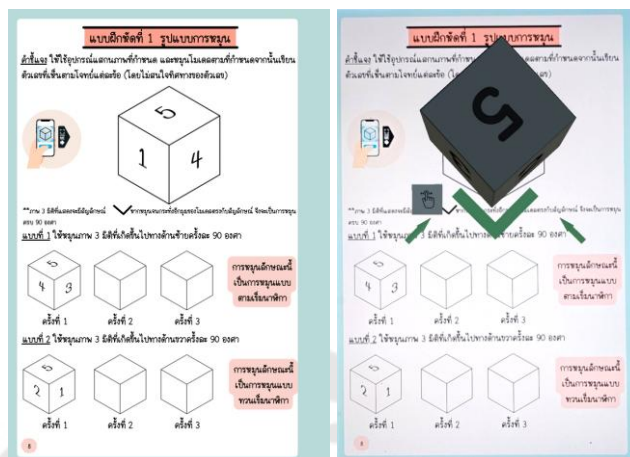
5) เฉลยทั้งแบบทดสอบ และแบบฝึก

โดยผู้วิจัยได้ออกแบบแบบฝึกโดยแบ่งแบบฝึกตามความเหมาะสมของเนื้อหา ดังนี้

1) มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน แบ่งออกเป็น 7 แบบฝึกหัด

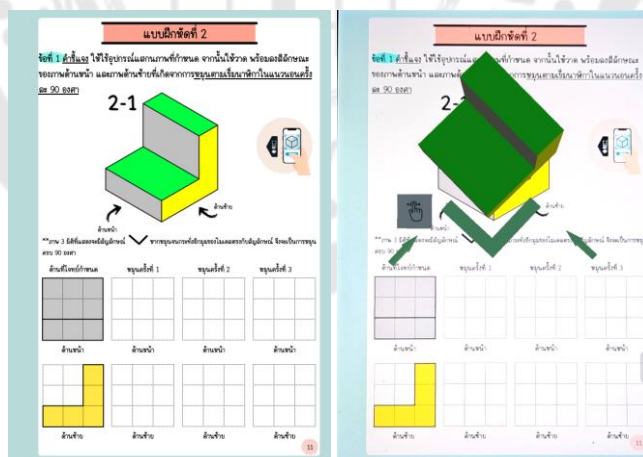
แบบฝึกหัดที่ 1 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบโมเดลสามมิติที่มีลักษณะเหมือนกันทุกด้าน หมุนไปยังทิศทางที่กำหนด จากนั้นจึงเขียนตัวเลขที่เห็น

หลังจากการหมุนในแต่ละครั้ง เพื่อแสดงรูปแบบการหมุน และสร้างความเข้าใจว่าการหมุนแต่ละแบบมีลักษณะอย่างไร



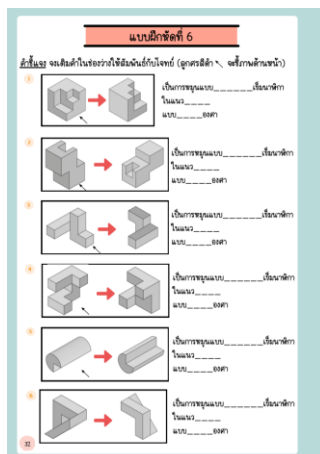
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน

แบบฝึกหัดที่ 2 - 5 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบของโมเดลสามมิติที่มีลักษณะแตกต่างกันไป โดยภาพสามภูมิตานั้นจะสามารถหมุนได้ในทิศทางที่กำหนดเท่านั้น จากนั้นให้ผู้เรียนวาดภาพแต่ละด้านที่เห็นจากการหมุนไปตามที่กำหนด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงรูปแบบการหมุนกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สีที่แตกต่างในแต่ละด้านของวัตถุเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น



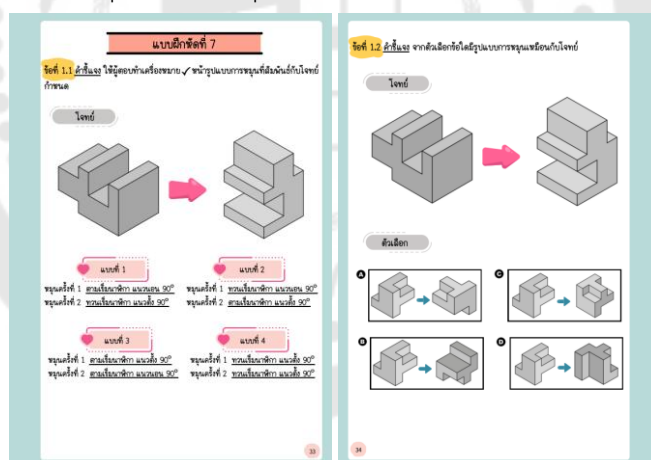
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 - 5 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน

แบบฝึกหัดที่ 6 ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพที่กำหนดมาให้ว่าเป็นการหมุนแบบใด ซึ่งจะตรงข้ามกับแบบฝึกหัดก่อนหน้า เพื่อเป็นการสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนในส่วนของรูปแบบการหมุน



ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 6 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน

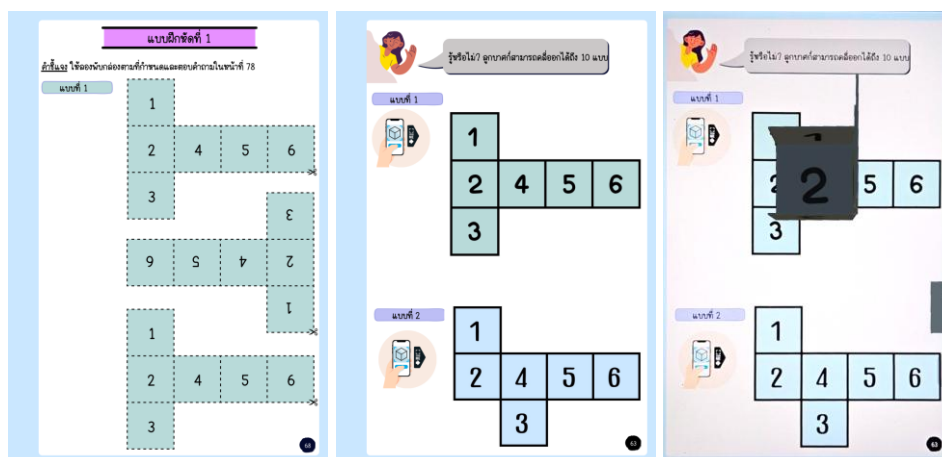
แบบฝึกหัดที่ 7 ให้ผู้เรียนพิจารณาว่าภาพที่กำหนดมาให้มีวิธีการหมุนแบบใดได้บ้าง และจะต้องหมุนอย่างไรจึงได้ผลลัพธ์ตามที่โจทย์กำหนด และเมื่อทราบวิธีการหมุนแล้วให้นำวิธีการหมุนไปพิจารณาในภาพที่กำหนดต่อไปว่าต้องการหมุนในลักษณะเดียวกันกับโจทย์ ผลลัพธ์จากการหมุนจะเป็นอย่างไร ซึ่งแบบฝึกหัดนี้จะเป็นการประยุกต์ทั้งรูปแบบการหมุนและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่เกิดการหมุนมากกว่า 1 ครั้ง



ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 7 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน

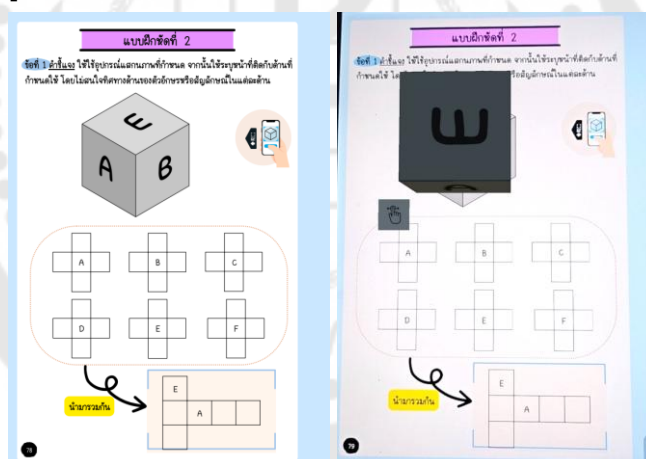
2) มิติสัมพันธ์ด้านการพับกลอง แบ่งออกเป็น 5 แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดที่ 1 ให้ผู้เรียนลองพับกลองจากภาพคลี่ที่กำหนด จากนั้นพิจารณาด้านที่อยู่ตรงข้ามกันของกลองลูกบาศก์นั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นว่าภาพคลี่แต่ละแบบนี้จะพับอย่างไรให้ได้กลองลูกบาศก์ โดยในแบบฝึกหัดนี้จะให้ผู้เรียนตัดภาพคลี่ออกไปเพื่อพับด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้ใส่เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่แสดงลักษณะการพับไว้ร่วมด้วยเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนในการพับรวมถึงผู้เรียนสามารถย้อนกลับมาทบทวนได้



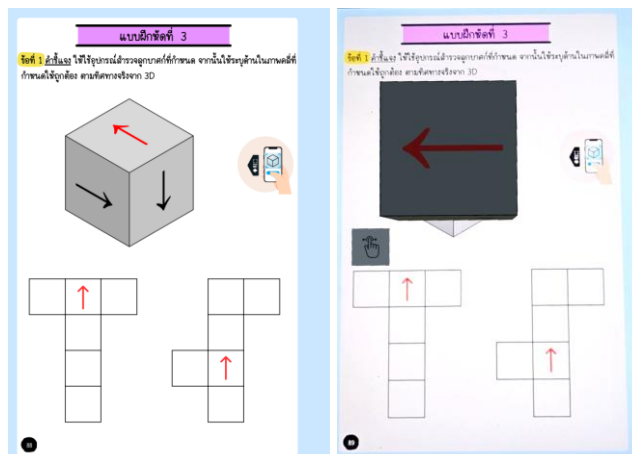
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง

แบบฝึกหัดที่ 2 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบโมเดลสามมิติที่หมุนได้ จากนั้นพิจารณาด้านที่ติดกันทั้งหมดกับด้านย่อยที่กำหนด จากนั้นนำด้านย่อยนั้นมารวมกันในภาพคลี่ โดยในแบบฝึกหัดนี้จะยังไม่ต้องพิจารณาของด้านที่ประกอบกัน เพื่อช่วยในกระบวนการคิดของผู้เรียนให้เชื่อมโยงจากภาพสามมิติมาเป็นด้านย่อย จนกระทั่งเป็นภาพคลี่



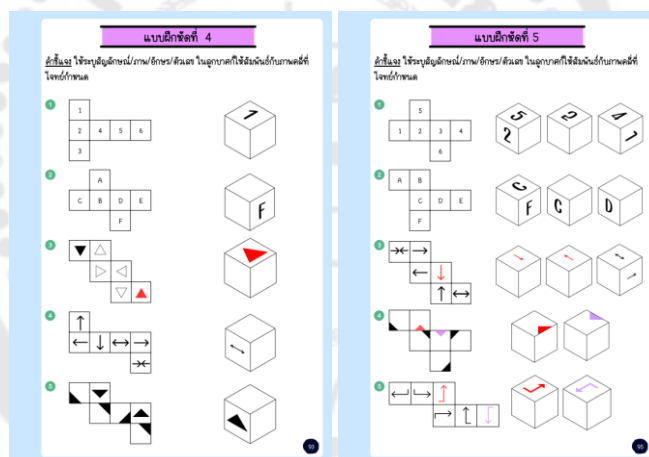
ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง

แบบฝึกหัดที่ 3 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบโมเดลสามมิติที่หมุนได้พิจารณาส่วนของลูกบาศก์ จากนั้นนำสัญลักษณ์มาเขียนลงในภาพคลี่ที่กำหนด โดยในแบบฝึกหัดนี้ผู้วิจัยจะใช้สัญลักษณ์ที่มีทิศทางเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาทิศทางของด้านย่อยร่วมด้วย โดยแบบฝึกหัดนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างโมเดลสามมิติกับภาพคลี่สองมิติ



ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง

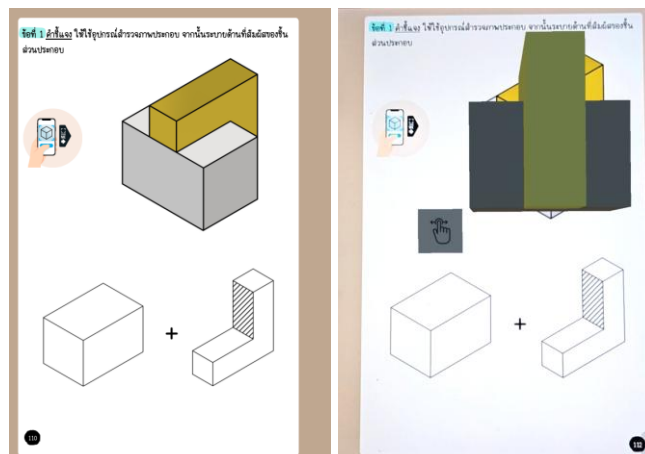
แบบฝึกหัดที่ 4 – 5 ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพคลี่ที่กำหนดให้แล้วนำสัญลักษณ์มาใส่ในภาพสามมิติให้สัมพันธ์ เพื่อเป็นการสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนในการเชื่อมโยงระหว่างโมเดลสามมิติกับภาพคลี่สองมิติ



ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 – 5 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง

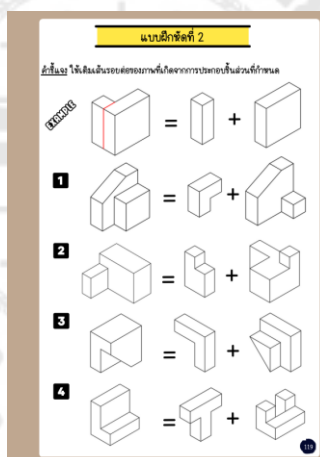
3) มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ แบ่งออกเป็น 5 แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดที่ 1 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบของโมเดลสามมิติที่เคลื่อนไหว โดยเป็นชิ้นส่วน 2 ชิ้นเคลื่อนไหวมาประกอบกันจากนั้นให้ผู้เรียนพิจารณาด้านที่สัมผัสกันของชิ้นส่วนประกอบทั้งสอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างชิ้นส่วนก่อน และหลังการประกอบได้ รวมถึงแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วน 2 ชิ้น



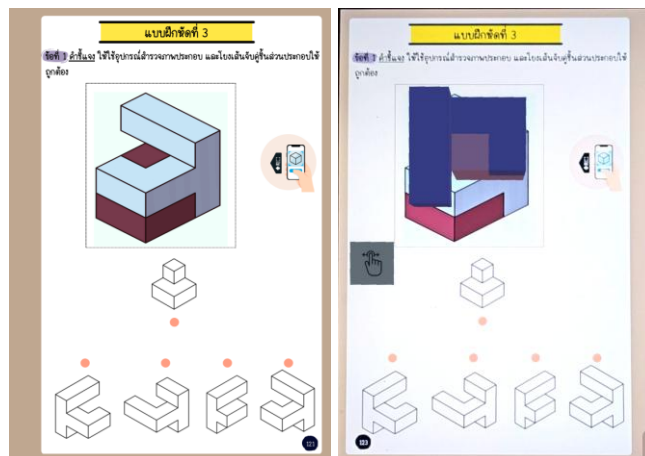
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ

แบบฝึกหัดที่ 2 ให้ผู้เรียนพิจารณาการประกอบของชิ้นส่วนที่กำหนด จากนั้นเขียนรอยต่อของชิ้นส่วนที่เกิดจากการประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตจุดที่เป็นจุดประกอบและทราบถึงพื้นที่ที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วน 2 ชิ้น



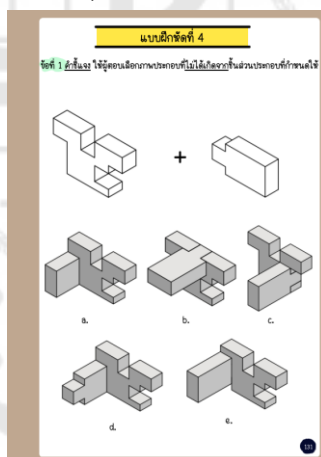
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ

แบบฝึกหัดที่ 3 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบภาพสามมิติเพื่อสำรวจการประกอบ จากนั้นพิจารณาว่าชิ้นส่วนใดเป็นชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกัน เพื่อให้ผู้เรียนสังเกต และวิเคราะห์ความเหมาะสมของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกัน รวมถึงสามารถเชื่อมโยงระหว่างชิ้นส่วนประกอบกับการประกอบได้



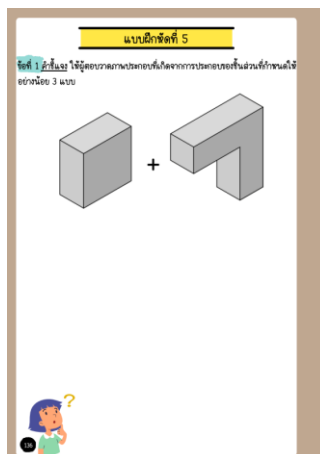
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ

แบบฝึกหัดที่ 4 ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพประกอบไม่ได้เกิดจากชิ้นส่วนประกอบที่กำหนดให้ เพื่อแสดงให้เห็นว่าการประกอบนั้นสามารถทำได้ลักษณะใดบ้าง รวมถึงช่วยพัฒนาผู้เรียนในการสังเกตจากลักษณะของการประกอบที่หลากหลายรูปแบบ และความเป็นไปได้ในการประกอบชิ้นส่วนนั้นๆ



ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ

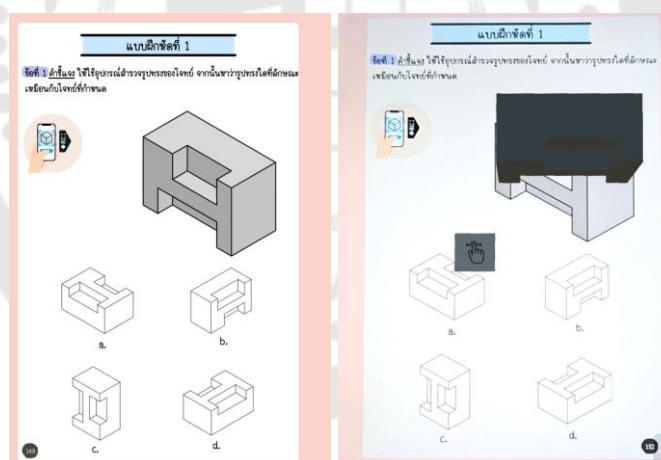
แบบฝึกหัดที่ 5 ให้ผู้เรียนพิจารณาชิ้นส่วนประกอบที่ให้มาว่าสามารถประกอบกันได้แบบใดบ้าง จากนั้นวาดผลลัพธ์ที่เกิดจากการประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนใช้จินตนาการในการประกอบชิ้นส่วนประกอบ



ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 5 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ

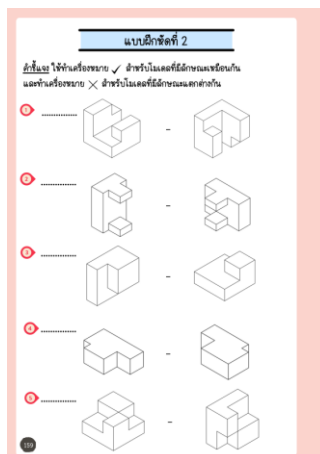
4) มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง แบ่งออกเป็น 5 แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดที่ 1 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสำรวจโมเดลสามมิติ จากนั้นพิจารณาว่าภาพสามมิติใดที่เหมือนกันกับโจทย์ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตในแต่ละจุดของโมเดลว่าลักษณะสั้น-ยาว ช้าย-ขวา เล็ก-ใหญ่ และอื่นๆ เป็นอย่างไร หลังจากที่มีโมเดลหมุนเปลี่ยนทิศทางไปแล้วนั้นจะมีผลลัพธ์อย่างไร



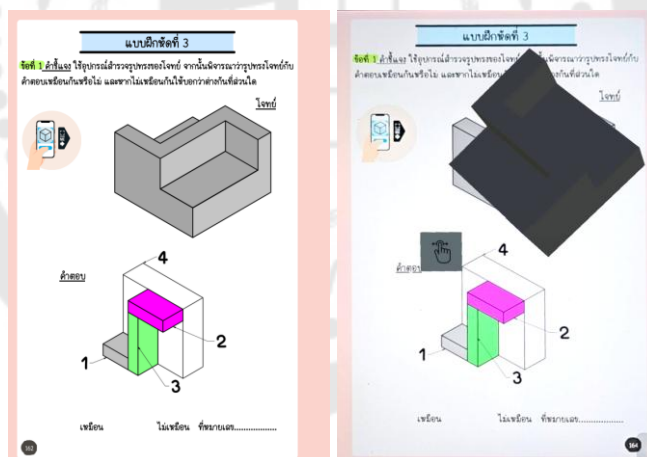
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 1 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง

แบบฝึกหัดที่ 2 ให้ผู้เรียนพิจารณาภาพโมเดล 2 อันว่ามีเหมือนหรือต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนสังเกต และสามารถแยกภาพที่เหมือนหรือต่างกันได้



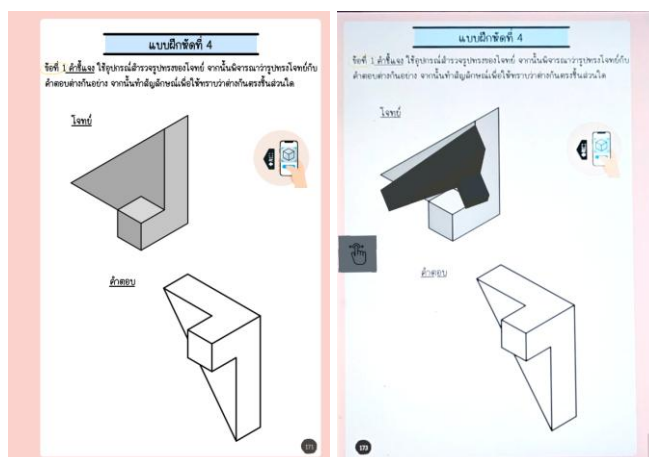
ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 2 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง

แบบฝึกหัดที่ 3 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสำรวจโมเดลสามมิติ จากนั้นพิจารณาว่าโมเดลโจทย์ กับคำตอบนั้นเหมือนหรือต่างกัน และหากว่าต่างกันจุดใดที่เป็นจุดที่ต่าง โดยในแบบฝึกนี้จะมีตัวเลือกของจุดที่ต่างให้ผู้เรียนพิจารณาว่าจุดใดที่เป็นต่างเพื่อเป็นแนวให้ผู้เรียนสามารถสังเกต และสามารถแยกภาพที่เหมือนหรือต่างกันได้ รวมถึงสามารถบอกได้ว่าต่างกันอย่างไร



ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างแบบฝึกที่ 3 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง

แบบฝึกหัดที่ 4 ให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสำรวจโมเดลสามมิติ จากนั้นพิจารณาว่าโมเดลโจทย์กับคำตอบนั้นต่างกันที่จุดใด โดยแบบฝึกนี้จะไม่มิตัวเลือกให้ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกต และวิเคราะห์ความต่างด้วยตนเอง



ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่ 4 มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง

4.1.4 ตรวจสอบความถูกต้อง และคุณภาพของหนังสือแบบฝึก โดยนำหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบให้คำแนะนำ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของหนังสือ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการประเมินพบว่าหนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.53, S.D. = 0.53) ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะถึงการจัดองค์ประกอบของหนังสือ เช่น การขึ้นหน่วยใหม่สำหรับหนังสือควรอยู่หน้าขวา การนับเลขหน้า เป็นต้น รวมถึงเสนอแนะในการใช้คำให้เหมาะสม และดำเนินการปรับแก้ไขหนังสือฯ ให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

4.1.5 นำไปทดลองใช้ โดยนำหนังสือฯ ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน โดยจากการนำไปทดลองใช้พบปัญหาด้านความเสถียรของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น ภาพ 3 มิติที่ไม่ตรงกับจอของแบบฝึก การแสดงผลช้า ทิศทางของการหมุน เป็นต้น

4.1.6 นำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

4.2 แบบประเมินคุณภาพของหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ แบบประเมินกำหนดรูปแบบของประเมิน รวบรวมข้อมูล

4.2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.3 นำแบบประเมินคุณภาพสื่อที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพสื่อ

4.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพเนื้อหาที่ผ่านการปรับปรุง และแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา คือ

- +1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นำผลการประเมินมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา คือ ผลการประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ 1.00 ดังนั้นแบบประเมินคุณภาพเนื้อหานี้สามารถนำไปใช้ได้

4.2.5 ได้แบบประเมินคุณภาพไปใช้หาคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (แสดงในภาคผนวก ข) ซึ่งมีลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามหลักการของลิเคิร์ต (Likert, อ้างถึงใน พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์, 2543) คือ มีคุณภาพระดับมากที่สุด มีคุณภาพระดับมาก มีคุณภาพระดับปานกลาง มีคุณภาพระดับน้อยและมีคุณภาพระดับน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าระดับ ดังนี้

ค่าระดับ 5	หมายถึง	มีคุณภาพระดับมากที่สุด
ค่าระดับ 4	หมายถึง	มีคุณภาพระดับมาก
ค่าระดับ 3	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปานกลาง
ค่าระดับ 2	หมายถึง	มีคุณภาพระดับน้อย
ค่าระดับ 1	หมายถึง	มีคุณภาพระดับน้อยที่สุด

สำหรับเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ย ได้ใช้แนวคิดของเบสท์ (Best John W, 1986) มีรายละเอียด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพระดับน้อยที่สุด

4.3 การสร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

4.3.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งตามเนื้อหา ซึ่งจะมีแบบวัด 4 ฉบับ คือ แบบพับกล่อง แบบหมุนภาพ แบบภาพประกอบ และแบบหาความต่าง ฉบับละ 30 ข้อ โดยจะอ้างอิงตามข้อสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT)

4.3.4 นำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพ

4.3.5 นำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ผ่านการปรับปรุง และแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา คือ

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นำผลการประเมินมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา คือ ผลการประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ฉบับอยู่ที่ 0.67 – 1.00 ดังนั้นแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อนั้นสามารถนำไปใช้ได้

4.3.6 นำข้อสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ และนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คนเพื่อนำผลการทดลองมาหาคุณภาพของข้อสอบ

4.3.7 หาคุณภาพของข้อสอบ โดยการหาค่าดัชนีความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ แบบอิงเกณฑ์ ถ้าได้ค่าดัชนีความยากระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จะคัดเลือกไว้ใช้ (แสดงในภาคผนวก ค) โดยจากการนำข้อสอบไปทดลองสอบและนำมาหาค่าหา

ค่าดัชนีความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ ทำให้ได้ข้อสอบ 4 ฉบับ ฉบับละ 15 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ง)

4.3.8 นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมาจัดทำเป็นแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ให้ถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

4.4 แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.3.2 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบสอบถาม

4.3.3 สร้างแบบสอบถาม

4.3.4 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถาม

4.3.5 นำแบบแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุง และแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา คือ

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบประเมินคุณภาพสื่อไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นำผลการประเมินมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา คือ ผลการประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ 0.67 - 1.00 ดังนั้นแบบสอบถามนี้สามารถนำไปใช้ได้

5. วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

5.1 ขั้นตอนดำเนินการ

5.1.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการยื่นขอรับรองการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขรับรองโครงการวิจัย SWUEC-672470

5.1.2 ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตทำการวิจัย โดยทำหนังสือขออนุญาต เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขียนเขต

5.2 ขั้นตอนดำเนินการ

5.2.1 ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน บทบาทของผู้วิจัย ที่แจ้งและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ รวมถึงแนะนำการติดตั้งแอปพลิเคชันก่อนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมของตนเองในการวิจัย

5.2.2 ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5.2.3 ผู้วิจัยได้มอบหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง นำกลับไปทำนอกเวลา และส่งคืนภายใน 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนรู้ผ่านการทำข้อสอบเก่า

5.2.4 หลังจากครบกำหนดระยะเวลาผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน

5.2.5 ผู้เรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ

5.3.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มาประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเรียบเรียงในรูปแบบความเรียง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อ กับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) (ปราวณี หล้าเบญญะ, 2559) จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\frac{\sum R}{N}$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

6.2 การวิเคราะห์คุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยค่าเฉลี่ยจากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

6.3 การหาค่าดัชนีความยาก (Item difficulty index) (นัทรรัตน์ พิระพันธุ์, 2564)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าดัชนีความยาก
 R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนคนทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินค่าดัชนีความยาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

6.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2538)

$$D_i = P_M - P_N$$

เมื่อ D_i แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อ i
 P_M แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มรอบรู้
 P_N แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มไม่รอบรู้

เกณฑ์การตัดสินค่าอำนาจจำแนก ถ้ามีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.2 ให้ถือว่าข้อนั้นมีอำนาจจำแนกเพียงพอ และคัดเลือกไว้ใช้ได้

6.5 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากการฝึกด้วยแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งก่อนและหลังการฝึกโดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

6.6 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบ t-test แบบ Independent sample เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลังจากสร้างหนังสือแบบฝึกฯ ผู้วิจัยได้นำหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบให้คำแนะนำ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของหนังสือ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการประเมินเป็นดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	คุณภาพอยู่ระดับ
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาของแบบฝึกฯ มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทันสมัยและเชื่อถือได้	4.67	0.58	มากที่สุด
2. เนื้อหาของแบบฝึกฯ ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด	4.33	0.58	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	คุณภาพอยู่ระดับ
ด้านเนื้อหา (ต่อ)			
3. เนื้อหาของแบบฝึกหัด มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
4. จำนวนข้อของแบบฝึกหัด มีปริมาณที่เหมาะสม	4.00	1.00	มาก
5. แบบฝึกหัด มีรูปแบบ/ลักษณะที่หลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	0.58	มาก
6. เรียงลำดับแบบฝึกหัด จากง่ายไปหายาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมผลการประเมินด้านเนื้อหา	4.50	0.55	มากที่สุด
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกหัดที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. ขนาดของหนังสือแบบฝึกหัด มีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก	4.00	1.00	มาก
2. องค์ประกอบของหนังสือแบบฝึกหัด มีความสมบูรณ์ครบถ้วน	4.33	1.15	มาก
3. การใช้สำนวนภาษาในหนังสือแบบฝึกหัด เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
4. มีคำอธิบายหรือคำสั่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติ และศึกษาด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
5. การจัดวางรูปแบบ (Layout) มีความเหมาะสมตามรูปแบบของหนังสือแบบฝึกหัด	4.00	1.00	มาก
6. มีการกำหนดจุด Marker ที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้ในการผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยี AR	4.67	0.58	มากที่สุด
7. มีสัญลักษณ์ (AR marker) ที่แสดงการใช้งานร่วมกับสื่อความเป็นจริงเสริมที่ชัดเจน สื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	คุณภาพอยู่ระดับ
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ต่อ)			
8. สื่อความเป็นจริงเสริมมีการแสดงผลที่ถูกต้อง	4.33	1.15	มาก
9. ความรวดเร็วในการแสดงผลสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ของหนังสือแบบฝึกฯ	4.33	1.15	มาก
10. สื่อความเป็นจริงเสริมมีภาพ / เสียง ที่มีคุณภาพ ขนาดชัดเจน สดส่วนไม่ผิดเพี้ยน	4.33	1.15	มาก
11. สื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
12. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.33	0.58	มาก
รวมผลการประเมินด้านการออกแบบฯ	4.39	0.70	มาก
ด้านการใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้และเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยในการมองภาพ การจินตนาการการหมุนการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือมิติ ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
4. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมผลการประเมินด้านการใช้งานฯ	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.53	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.50, S.D. = 0.55) ในด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.39, S.D. = 0.70) และในด้านการใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 5.00, S.D. = 0.00) โดยรวมคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.53, S.D. = 0.53) ซึ่งถือว่านำไปทดลองได้

ส่วนที่ 2 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มทดลอง)

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนใช้แบบฝึกฯ	31	24.84	9.83	16.47*	.00
หลังใช้แบบฝึกฯ	31	38.71	9.98		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แตกต่างจากก่อนใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Independent sample เพื่อเปรียบเทียบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนการทดลอง ปรากฏผลดังตารางที่ 4 และหลังการทดลอง ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มก่อนทำการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	31	24.84	9.02	0.38*	.78
กลุ่มควบคุม	32	25.50	9.83		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่าก่อนการทดลองผู้เรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง 24.84 คะแนน และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง 25.50 คะแนน

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้ และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	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 5 พบว่าหลังการทดลองกลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนน

เฉลี่ยหลังการทดลอง 38.71 คะแนน และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง 30.31 คะแนน

3. จากแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ข้อ สามารถสรุปความคิดเห็นได้ดังนี้

ตารางที่ 6 ตัวอย่างคำตอบจากแบบแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ตัวอย่างคำตอบ
ข้อที่ 1 หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร	1. ทำให้มีความสนใจมากขึ้น เพราะแอปที่ใช้กับหนังสือใช้งานง่าย หนังสือแบบฝึกหัดน่าอ่าน อ่านง่าย ช่วยให้เข้าใจมากขึ้น 2. มีความสนใจมากขึ้น เนื่องจากหนังสือแบบฝึกทำให้รู้สึกว่ามันสนุกดี 3. ไม่มีความสนใจมากขึ้น เพราะรู้สึกว่าไม่ได้ใช้ในชีวิตประจำวันจึงไม่จำเป็นต้องสนใจก็ได้ 4. ไม่ได้สนใจมากขึ้น เพราะยังไม่รู้ว่าต้องเอาไปใช้ทำอะไร
ข้อที่ 2 ผู้เรียนรู้สึกว่าหนังสือแบบฝึกฯ ช่วยให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นอย่างไร	1. รู้สึกว่ามองภาพมิติออกได้ดีขึ้น และก็เข้าใจในรูปร่าง ปกติแล้วไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาเรื่องมิติในการเรียน พอได้ลองทำแล้วช่วยได้มาก 2. มองเห็นภาพได้ดี ช่วยให้จินตนาการได้ดีและลดการสับสนของโจทย์ 3. ทำให้ได้ฝึกทำซ้ำๆ และเข้าใจโจทย์มากขึ้น
ข้อที่ 3 หลังจากใช้หนังสือแบบฝึกฯ ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร	1. สามารถจินตนาการภาพได้ดีขึ้นเลยมั่นใจมากขึ้น 2. มั่นใจมากขึ้น ได้ทำบ่อยก็เกิดความชิน 3. มากขึ้นเล็กน้อย เพราะตอนทำแบบฝึกเห็นภาพ 3 มิติแต่ตอนทำโจทย์ต้องจินตนาการเอง

ข้อที่ 1 หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร จากแบบสอบถามพบว่าผู้เรียนโดยส่วนใหญ่คิดว่าหนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น เนื่องจากหนังสือที่พัฒนาขึ้นมีการใช้ร่วมกับเทคโนโลยีทำให้มีความน่าสนใจ รวมถึงมีแบบฝึกหลากหลายทำให้อ่านสนุก ทั้งนี้ผู้เรียนส่วนหนึ่งให้ความเห็นว่าหนังสือแบบฝึกฯ ไม่ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นเนื่องจากยังไม่เห็นความจำเป็นของเนื้อหา

ข้อที่ 2 ผู้เรียนรู้สึกว่าการใช้หนังสือแบบฝึกฯ ช่วยให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นอย่างไร จากแบบสอบถามพบว่าผู้เรียนโดยส่วนใหญ่คิดว่าหนังสือฯ ช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้เห็นภาพมากขึ้นและจินตนาการได้ดีขึ้น อีกทั้งแบบฝึกยังช่วยในการสังเกตและการคิดเป็นขั้นตอน รวมการสามารถทำแบบฝึกซ้ำๆ ทำให้เข้าใจได้มากขึ้น

ข้อที่ 3 หลังจากใช้หนังสือแบบฝึกฯ ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร จากแบบสอบถามพบว่าผู้เรียนโดยส่วนใหญ่คิดว่าหนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นเนื่องจากได้ฝึกจากการใช้หนังสือแบบฝึก อีกทั้งหนังสือได้ช่วยพัฒนาวิธีการคิด และทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์แล้ว

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามงานวิจัย

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นควรมีลักษณะอย่างไร
2. ผู้เรียนเมื่อใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแล้ว มีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

สมมติฐานงานวิจัย

1. ผู้เรียนที่ฝึกแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนทดลอง
2. ผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ได้กำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากรที่ศึกษา
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขยงเขต ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 63 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
4. แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ขั้นตอนดำเนินการ

5.1.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการยื่นขอรับรองการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขรับรองโครงการวิจัย SWUEC-672470

5.1.2 ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตทำการวิจัย โดยทำหนังสือขออนุญาต เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขียนเขต

5.2 ขั้นตอนดำเนินการ

5.2.1 ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน บทบาทของผู้วิจัย ชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ รวมถึงแนะนำการติดตั้งแอปพลิเคชันก่อนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมของตนเองในการวิจัย

5.2.2 ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5.2.3 ผู้วิจัยได้มอบหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง นำกลับไปทำนอกเวลา และส่งคืนภายใน 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนรู้ผ่านการทำข้อสอบเก่า

5.2.4 หลังจากครบกำหนดระยะเวลาผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน

5.2.5 ผู้เรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ

5.3.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มาประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเรียบเรียงในรูปแบบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การหาค่าดัชนีความยาก (Item difficulty index)
3. การหาค่าอำนาจจำแนก
4. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากการฝึกด้วยแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งก่อนและหลังการฝึกโดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample
5. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบ t-test แบบ Independent sample

สรุปผลการวิจัย

1. ได้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53) โดยหนังสือแบบฝึกฯ มีองค์ประกอบ 8 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าปก 2) สารบัญ 3) วิธีการใช้งานหนังสือ 4) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก 5) เนื้อหา 6) แบบฝึก 7) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก และ 8) เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ตามแนวข้อสอบ

Thai General Aptitude Test (TGAT) ประจำปี 2566 คือ 1) มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน 2) มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง 3) มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ 4) มิติสัมพันธ์ด้านการหาความต่าง

2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แตกต่างจากก่อนใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 กลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกฯ มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผู้เรียนส่วนมากคิดว่าหนังสือ แบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น อีกทั้งหนังสือแบบฝึกฯ ยังช่วยพัฒนากระบวนการคิด การวิเคราะห์ภาพ การสังเกต และการจินตนาการภาพหรือรูปทรงต่างๆ ทำให้มีความมั่นใจในมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น

อภิปรายผล

จากการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับ ดังนี้

1. การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการประเมินคุณภาพของหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53) ทั้งนี้เนื่องจากหนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สังเคราะห์ องค์ประกอบ และโครงสร้างของหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจากการทบทวนวรรณกรรม จากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้หนังสือแบบฝึกฯ รวมถึงได้มีการตรวจสอบคุณภาพของหนังสือทั้งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และการนำเครื่องมือไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกลุ่มตัวอย่าง จนมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง แล้วจึงนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสม โดยจากการศึกษาค้นคว้า

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบนี้ทำให้สามารถตอบคำถามงานวิจัยข้อที่ 1 ได้ว่า หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรมีองค์ประกอบ 8 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าปก 2) สารบัญ 3) วิธีการใช้งานหนังสือ 4) แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก 5) เนื้อหา 6) แบบฝึก 7) แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก และ 8) เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก โดยเนื้อหาจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ ดังเช่นในแบบฝึกฯ นี้ สำหรับมิติสัมพันธ์ด้านการหมุน และด้านการหาความต่างจะเป็นภาพสามมิติที่สามารถหมุนได้เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการหมุน และความต่างของแต่ละโมเดล สำหรับมิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่องและด้านการประกอบภาพจะเป็นภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็นถึงการพับและการประกอบ ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือควรมีโครงสร้างชัดเจน จัดลำดับความยากง่าย พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์หรือคำแนะนำบอกจุดที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างชัดเจนเพื่อเข้าถึงเนื้อหาเสริมที่เป็นโมเดล 3 มิติ หรือแอนิเมชัน รวมถึงต้องมีการเลือกใช้ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างเหมาะสมกับการใช้งานโดยในหนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้นนี้เลือกใช้เป็นประเภท Marker base เนื่องจากใช้เป็นโจทย์ของแบบฝึกไปพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันติมา อินดำ และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาหนังสือผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนสามมิติสำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และค้นพบว่าการใช้หนังสือผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนสามมิติที่มีเนื้อหาเข้าใจง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน มีการออกแบบที่สวยงามใช้งานได้ง่ายทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี ทั้งนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ไม่ใช่เพียงเพิ่มความสวยงามเท่านั้น รวมถึงการใช้งานต้องง่ายและเข้าถึงได้สะดวก เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้น ดังที่ มานพ สว่างจิต และไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2557) กล่าวว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ดีควรสร้างขึ้นตามกระบวนการวิจัยที่การศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหา รวมถึงออกแบบบทเรียนให้น่าสนใจ โดยใช้สื่อประกอบบทเรียนและผ่านตรวจสอบทดลองใช้ และประเมินประสิทธิภาพ นอกจากนี้หนังสือแบบฝึกยังควรควรมีลักษณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ คำชี้แจงและแบบฝึกหัดควรมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติ อีกทั้งยังควรมีความหลากหลายของรูปแบบแบบฝึกหัด พร้อมทั้งมีเฉลยหรือแนวทางการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ดังกฎแห่งผล ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ที่กล่าวว่าการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขและเป็นการ

สร้างความพอใจให้แก่ผู้เรียน (รัตนภรณ์ ทับทิมจันทร์, 2565) นอกจากนี้หนังสือแบบฝึกฯ ยังควรออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงวัยและพื้นฐานของผู้เรียน

2. ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่าก่อนใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยข้อที่ 1 และยังตอบคำถามของงานวิจัยข้อที่ 2 ได้ว่าผู้เรียนเมื่อที่ใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแล้ว มีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนสามารถจำลองวัตถุและสภาพแวดล้อมในรูปแบบสามมิติที่เสมือนจริง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็น เข้าใจ และได้ตอบกับวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการหมุน หรือปรับมุมมองของวัตถุ 3 มิติ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของวัตถุได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของมิติสัมพันธ์ นอกจากนี้ การใช้ AR ยังช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านการคิดได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของดุสิต ขาวเหลือง และ อภิชาติ อนุกุลเวช (2561) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน โดยผลการวิจัยพบว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yilmaz (2016) ที่ชี้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการรับรู้เชิงพื้นที่และมิติสัมพันธ์ในระดับที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

2.2 กลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกฯ มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนรู้จัก และกระตุ้นความสนใจในความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น อีกทั้งการใช้หนังสือแบบฝึกฯ ยังเป็นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคลโดยตรงจากการทำแบบฝึกด้วยตนเอง จึงทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกฯ สูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกฯ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กาญจนา สหะวีริยะ และณัฐรพงศ์ กาญจนฉายา (2566) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผล

การใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องการเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษ เทลลี เพื่อพัฒนาการเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษของผู้เรียนระดับต้น และพบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริมฯ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลจากการใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริมฯ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และยังทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะด้วยการลงมือปฏิบัติเอง รวมถึงสามารถทำแบบฝึกซ้ำๆ เพื่อทบทวนให้เกิดการเรียนรู้ตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของพาลอฟ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบลงมือทำ และทฤษฎีการเชื่อมโยง ทั้งนี้จากการสอบถามผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เรียนส่วนมากคิดว่าหนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น เนื่องจากหนังสือมีความน่าอ่าน เข้าใจง่าย ใช้งานสะดวก รวมถึงมีสีสันและรูปแบบที่ดึงดูดช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริง นอกจากนี้เทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับหนังสือยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจของหนังสือ และเนื้อหามากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่เห็นความจำเป็นหรือไม่แน่ใจในประโยชน์ของเนื้อหา ส่งผลให้ความสนใจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือไม่เพิ่มขึ้น อีกทั้งผู้เรียนยังให้ความเห็นว่าหนังสือแบบฝึกช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดีขึ้น โดยช่วยให้เข้าใจเรื่องการวิเคราะห์ภาพ การมองภาพสามมิติ การจินตนาการและการสังเกตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการมองภาพอย่างเป็นระบบ เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมทำให้มองภาพอย่างเป็นรูปธรรมเกิดความเข้าใจได้ง่าย และส่งผลให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและสามารถทำแบบทดสอบได้แม่นยำมากขึ้น รวมถึงช่วยลดความสับสนในการทำแบบทดสอบ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจากการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน เนื่องจากหนังสือแบบฝึกฯ นั้นช่วยกระตุ้นความสนใจ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ร่วมกับแบบฝึกซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้นทั้งจากการใช้เทคโนโลยีและการลงมือทำด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี และคณะ (2563) ที่พบว่าการนำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น เนื่องจากสามารถทบทวนได้ตลอด และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยกระตุ้นความอยากเรียนของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้สอนควรพิจารณาถึงความพร้อมของผู้เรียน ดังนั้นการนำไปใช้จริงจะต้องจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ หรือแน่ใจว่าผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยในการเรียนรู้

1.2 หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสาน ทั้งการเรียนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้อย่างต่อเนื่องทั้งในและนอกเวลาเรียนได้

1.3 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ ดังนั้นควรส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านนี้ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 ควรศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพในการติดตามพัฒนาการในการทำหนังสือแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยใช้ระบบบันทึกผลพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาช่วยเหลือ และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประเภทที่แตกต่างกัน เช่น Marker based AR กับ Marker-less AR ว่ามีความแตกต่างกันในประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือไม่

2.3 ควรศึกษาวิจัยการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่างๆ

บรรณานุกรม

- Bock, S. (1993). Developing Materials for the Study of Literature. *English Teaching Forum*, 31(3), 135-142.
- Corcoran, P., Mooney, P., และ Bertolotto, M. (2015). Linear street extraction using a Conditional Random Field model. *Elsevier*, 14, 523-545.
- Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality*. Waltham: Waltham.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind : the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gecu-Parmaksiz, Z., และ Delialioğlu, Ö. (2018). The effect of augmented reality activities on improving preschool children' s spatial skills. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*.
- Gómez-Tone, H. C., Martin-Gutierrez, J., Anci, L. V., และ Luis, C. E. M. (2020). International Comparative Pilot Study of Spatial Skill Development in Engineering Students through Autonomous Augmented Reality-Based Training. *Symmetry*, 12.
- Hill, C., และ Corbett, C. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: AAUW.
- Juan Garzón. (2021). An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(37).
- Julie Carmigniani & Borko Furht. (2011). Augmented Reality: An Overview. *ResearchGate*.
- Khasawneh, M. A. S. (2020). THE SPATIAL ABILITY OF SCHOOL STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES IN SAUDI ARABIA. *Sci.Int.(Lahore)*, 32(1), 79-86.
- Kim, J., และ Irizarry, J. (2020). Evaluating the Use of Augmented Reality Technology to Improve Construction Management Student' s Spatial Skills. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSTRUCTION EDUCATION AND RESEARCH*.
- Kipper, G., และ Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality : An Emerging Technologies Guide to AR*. Massachusetts: Elseiver.
- Liu, K., Luxton-Reilly, A., และ Wünsche, B. (2022). *Relationship Between Spatial Skills and Performance in Introductory Computer Graphics*. Paper presented at the ITiCSE 2022: Innovation and Technology in Computer Science Education, Ireland.

- Pappas, C. (2023). John Dewey's Theory: Reforming Education Through Experiential Learning. สืบค้นจาก <https://elearningindustry.com/john-deweys-theory-reforming-education-through-experiential-learning?utm>
- Raharjo Ade Putra Dr. Ahmad Yani M.Si. Dr. Lili Somatri and M.Si. (2019). *Relation Between Spatial Ability and Critical Thinking in Geography Education: A Survey on Student of Senior High School*. Paper presented at the International Summit on Science Technology and Humanity 2019, Indonesia.
- Rahmawati, Y., Dianhar, H., และ Arifin, F. (2021). Analysing Students' Spatial Abilities in Chemistry Learning Using 3D Virtual Representation. *Education Science*, 11(185).
- Sener, N. G. E. (2009). High school students' spatial ability and creativity in geometry. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 1763-1766.
- Shang, J. L., He, J., และ Gao, K. (2019). *Emotional Interaction Design In Augmented Reality Technology Learning Environment*. Paper presented at the 2nd Eurasian Conference on Educational Innovation 2019, Chang.
- Shubham Gargish, B. S., Neha Tuli, Archana Mantri, Aditi Modgil. (2021). *Augmented Reality Applications in Education: Teachers Opinion*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communication (ICICC) 2021, India.
- Team, I. E. (2023). 24 Careers That Require Spatial Awareness (With Salary Info). Retrieved from <https://www.indeed.com/career-advice/finding-a-job/spatial-awareness-careers>
- Thornton, T., และ Lammi, M. (2021). An Exploration of Augmented Reality in an Introductory Engineering Graphics Course. *Journal of Technology Education*, 32(2), 38-55.
- Tosik, E., และ Atasoy, B. (2017). The Effects of Augmented Reality on Elementary School Students' Spatial Ability and Academic Achievement. *Education and Science*, 42(191), 31-51.
- Rabia M. Yilmaz. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. Elsevier, 54, 240-248.
- 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>
- 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>
- Yurt, E., และ Tünkler, V. (2016). A Study on the Spatial Abilities of Prospective Social Studies Teachers: A Mixed Method Research. *Education Sciences: Theory & Practice*, 16(3), 965-986.
- กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ และทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2563). การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 13(2), 31-42.
- กาญจนา สหะวิริยะ และ ณัฏฐพงศ์ กาญจนฉายา. (2566). ผลการใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องการเขียนตัวอักษรภาษาไทย เพื่อพัฒนาการเขียนตัวอักษรภาษาไทยของผู้เรียนระดับต้น. *วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), 107–118.
- กฤษณ พงศ์ เลิศบำรุง. (2563). *การสร้างสื่อ AR ด้วย Unity+ Vuforia*. สืบค้นจาก <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER15/DRAWER051/GENERAL/DATA0000/00000104.PDF>
- กัญญชลา ศิริชัย. (2549). ผลการจัดกิจกรรมเกมการศึกษามิติสัมพันธ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กปฐมวัย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.
- กันทลัส ทองบุญมา. (2564). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการตลาดเชิงประสบการณ์. *วารสารนิเทศสยามปริทัศน์*, 20(1), 102-118.
- เกสร รอดเดช. (2522). การสร้างแบบฝึกเพื่อส่งเสริมการอ่านออกเสียงพยัญชนะ ฟ ฝ คว ขว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดนครศรีธรรมราช. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จันทิมา อินดำ ศยามน อินสะอาด และสุพจน์ อิงอาจ. (2564). การพัฒนาหนังสือผสมเทคโนโลยีเสมือนสามมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง ฉบับเทคโนโลยีการศึกษา*, 5(1), 1-15.
- จันทนา ทองประยูร. (2537). *การออกแบบและจัดหน้าสิ่งพิมพ์*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- จิราภรณ์ ธนาภูมิศักดิ์. (2559). *การศึกษากลยุทธ์การบริหารงานของสำนักพิมพ์ขนาดเล็ก กรณีศึกษา สำนักพิมพ์ต้นมะนาว. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต).* (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5807010060_7147_5270.pdf
- ณัฐนาถ สุกสี. (2558). *การสร้างแบบฝึกพร้อมกับภาพการ์ตูนเพื่อพัฒนาการเขียนสะกดคำที่มีตัวสะกดไม่ตรงตามมาตรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และศุภรางค์ เรืองวานิช. (2559). Augmented Reality : เติมชีวิตให้สื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา. *วารสารร่วมพฤษภา มหวิทยาลัยเกริก*, 34(2), 33-50.
- ณัฐยานันท์ วงษ์วาทย์. (2562). *ผลของการเล่นเกมปริศนาเพนโทมิโนต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ดิเรก อัครชาติ. (2563). การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับการจัดการเรียนการสอนในยุค Thailand 4.0. *วารสารครุศาสตร์สาร : Journal of Educational Studies*, 14(1), 239-252.
- ดุสิต ขาวเหลือง และ อภิชาติ อนุกุลเวช. (2561). *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน.*
- ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ. (2550). *นวัตกรรมการศึกษา ชุดแบบฝึกหัด-แบบฝึกเสริมทักษะ* กรุงเทพมหานคร: เซ็นจูรี่.
- ทองหล่อ วิภาวีน. (2524). *การวัดความถนัด.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.
- ชนภณ ธรรมรักษ์. (2546). *การพัฒนาแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชนารัตน์ เจือจันทร์. (2554). *ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ด้วยเชือก. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ธนัชฐา พรหมกอง. (2554). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- นงเยาว์ สอนจะโปะ สมฤทัย บุญยอ และ อินทอร กุลศรีอนันตชัย. (2564). *สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐานชิ้นส่วนเครื่องจักรอุตสาหกรรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AR.*

Paper presented at the การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัษราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4, คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัษราชภัฏจันทรเกษม.

นัทธิรัตน์ พิระพันธุ์. (2564). การออกแบบการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรจนพรินท์ตั้ง.

นารี ศรีปัญญา. (2556). การพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.

นิตยา ฤทธิโยธี. (2550). เกมประกอบการสอนอ่านชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

นิรติศัย สุดเพาะ. (2555). การสร้างแบบฝึกทักษะการอ่านจับใจความสำคัญ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บุญชม ศรีสะอาด. (2521). การวัดเชาว์ปัญญาและความถนัด. มหาสารคาม: ศูนย์เอกสารและตำรามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2538). อำนาจจำแนกของข้อสอบ. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ 14.

บุญนำ เกษี. (2556). รายงานผลการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพานทองสภานูปถัมภ์.

ปติวรรดา ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา และฐิติวีร์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา. (2563). การเรียนการสอนแบบ E-Learning กับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นสื่อรูปแบบใหม่ทางด้านการศึกษา วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 14(1), 17-30.

ประพิมพ์พัทตร์ พลพะวงศ์. (2550). ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัยในการทำกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ด้วยกระดาษเส้น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ประภาพร ถิ่นอ่อง. (2553). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ปาริชาติ สุพรรณกลาง. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการอินทิเกรตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ปริญญช ทองเกลี้ยง. (2562). ผลการใช้แบบฝึกประกอบภาพยนตร์ที่มีต่อทักษะการฟังภาษาอังกฤษของ

- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (การค้นคว้าอิสระ). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ. (2564). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมีร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายวิชาเคมีหน่วยการเรียนรู้ ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 8(3), 99-112.
- พจน์ศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์. (2560). เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 4(2), 7-16.
- พจนา เบญจมาศ. (2558). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.
- พนมวัน วรดลย์. (2542). การสร้างแบบฝึกหัดการเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พนมวัลย์ คงสำรวย. (2553). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- พนิดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผลงานโลกจริง. *Executive Journal*, 169-175.
- พรพรหม อัดตวัฒนากุล. (2547). ผลการใช้แบบฝึกทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พรสวรรค์ คำบุญ. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนคำยากของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้แบบฝึกโรงเรียนร่อนคำ จังหวัดกาฬสินธุ์. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พัชรี กัลยา. (2551). ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของเด็กปฐมวัยที่ได้รับกิจกรรมเกมการศึกษาமிติสัมพันธ์. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พิรุณ ไชยวงศ์. (2554). การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติม ชุดหลักธรรมนำชีวิต สาระพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- แพรวดาว เตียวทศเศรษฐ์. (2561). การศึกษาผลของโปรแกรมการจัดประสบการณ์การประกอบอาหารที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กก่อนวัยเรียน. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพฑูริย์ มูลดี. (2546). การพัฒนาแผนและแบบฝึกทักษะการเขียนสะกดคำที่ไม่ตรงตามมาตราตัวสะกดกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (การค้นคว้าอิสระ การศึกษา

- มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- มานพ สว่างจิต และ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2557). การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์, 2(1), 87-95.
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์. (2538). การใช้ห้องสมุดและทักษะการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 3). ปัตตานี: โครงการผลิตตำรามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- มุกิตา อังคุระษี. (2559). การพัฒนาแบบฝึกทักษะเรื่องสีและการระบายสี กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคลองด่านสำโรง. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- มูอาซ อับดุลเลาะแม และ พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์. (2563). การพัฒนารูปแบบชุดการสอนด้วยความเป็นจริงเสริมและการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการอ่านภาษาอังกฤษสำหรับของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 15(2), 1-13.
- รัชชนก สวนสีดา. (2547). การออกแบบ และผลิตสื่อสิ่งพิมพ์. สืบค้นจาก <https://library.tru.ac.th/images/academic/book/b48424>
- รัตนภรณ์ ทับทิมจันทร์. (2565). การสร้างแบบฝึกทักษะโดยใช้วิธีการสอนแบบ SQ5R เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. สืบค้นจาก <https://dictionary.orst.go.th/>
- ล้วน สายยศ. (2543). มิติสัมพันธ์สำคัญไฉน. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 1(2).
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วรวรรณ เหมชะญาติ. (2536). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ที่มีต่อความสามารถในการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ของเด็กก่อนวัยเรียน. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2522). การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.
- วิชญา พันธุ์พุกษ์ รสวันต์ อาริมิตร และ วณิชพร อุสสำหกิจ. (2566). สร้างการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง Learning for tranformation. สืบค้นจาก <https://academy.kku.ac.th/wp->

content/uploads/2024/07/19-07-67_หนังสือ-Learning-Transformation-for-Educators-ลงระบบ-1.pdf

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิลาศ สมิตธิฤทธา. (2559). *Augmented Reality (AR) คืออะไรกันแน่*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและวิชาการกระจายเสียงและโทรทัศน์.

ศรีประไพ, ค. (2555). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการอ่านจับใจความภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศิริพร นันท์ชัย (2562). ผลของการฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับการใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศุภรณันท์ แก้วเกิดมี. (2560). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สกุลพร พรพนม. (2560). *การเปรียบเทียบประสิทธิผลของผู้เรียนในการแก้ปัญหาด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการอบรมที่แตกต่างตามกลยุทธ์มิติสัมพันธ์*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. สืบค้นจาก <https://pws.npru.ac.th/pheerathano/data/files/ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.pdf>

สมพร ตอยยิป. (2554). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์เรซา หนองจอก กรุงเทพฯ*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สีนธนะเวชญ์. (2540). *เอกสารพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เอกสารลำดับที่ 33*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย. (2566). รายงานค่าสถิติพื้นฐานการสอบ TGAT/TPAT2-5 ประจำปี 2566. สืบค้นจาก <https://help.mytcas.com/article/264-tgat-tpat2-5-2566>

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2566 - 2570) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สืบค้นจาก

[http://www.secondarytak.go.th/wp-content/uploads/2022/12/แผนพัฒนาการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน-2566-2570-ของ-สพฐ.pdf](http://www.secondarytak.go.th/wp-content/uploads/2022/12/แผนพัฒนาการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน-2566-2570-ของ-สพฐ.pdf)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *คู่มือการคัดกรองและพัฒนาหุปัญญา*. กรุงเทพฯ: สำนัก
มาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้.

สิริภัทรา ธาณิรัตน์ และ อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2558). การใช้ชุดกิจกรรมที่ใช้หลักการทำงานของสมอง
แบบองค์รวมเพื่อพัฒนาความสามารถทางมิติสัมพันธ์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านศิลปะ.
วารสารวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต, 11(2), 195-202.

สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*.
กรุงเทพฯ: 919 เทคนิคพรินต์.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2544). *การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอนการสร้างแบบฝึก เล่ม 2*. ชัยนาท:
ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย.

สุพรรณิ ไชยเทพ. (2544). *การใช้แบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการอ่านและการเขียนคำใน
วิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: หจก.โรงพิมพ์
แอนนาออฟเซต.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2554). *การสร้างแบบทดสอบ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.

สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ. (2546). *การผลิตสื่อสิ่งพิมพ์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือสวนสุนันทา.

สุรัตน์ นุ่มนนท์. (2539). *เอกสารการสอนชุดวิชา ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุริยะ หาญพิชัย. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาท้องถิ่นศึกษา โดยการเรียนรู้
แบบลงมือทำ. *Lawarath Social E-Journal* 1(3), 51-64.

เสาวลักษณ์ สมานแก้ว. (2539). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกล่องที่
วางตัวเลือกต่างทิศทางกัน*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ, กรุงเทพฯ.

อกนิษฐ์ กรไกร. (2549). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้กายยानी 11 ด้วยแบบฝึกทักษะ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ Co-op Co-op และแบบเดี่ยว*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อนุชา พวงผกา และ สุวิทย์ วงษ์บุญมาก. (2560). เทคโนโลยีเสมือนจริงในงานห้องสมุด. *วารสารพิบูล*,
15(1), 1-13.

- อเนก พุทธิเดช กานต์พิชชา แต่งอ่อน และวาฤทธิ์ กันแก้ว. (2561). *โครงการวิจัย การพัฒนาบทเรียน เรื่องการประยุกต์ปริพันธ์จำกัดเขตโดยประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ สมาร์ทโฟน*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, กรุงเทพฯ.
- อมรรัตน์ จันทวงศ์. (2555). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านมิติสัมพันธ์สำหรับเด็ก ปฐมวัย*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- อมรา หวังสวัสดิ์ปรีชา. (2554). *ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรม ศิลปะสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์เศษวัสดุ*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อารีย์ หาญสมศักดิ์กุล และเสรี ชัดแฉ่ม. (2561). มิติสัมพันธ์: ความบกพร่องที่ไม่ควรมองข้าม. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 10(1), 21-29.
- อุดม เพชรสังหาร. (2550). มิติสัมพันธ์...กับการพัฒนาสมอง. *คิด แอน สคูล*, 85.

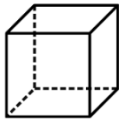


ภาคผนวก ก

Storyboard หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริม
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

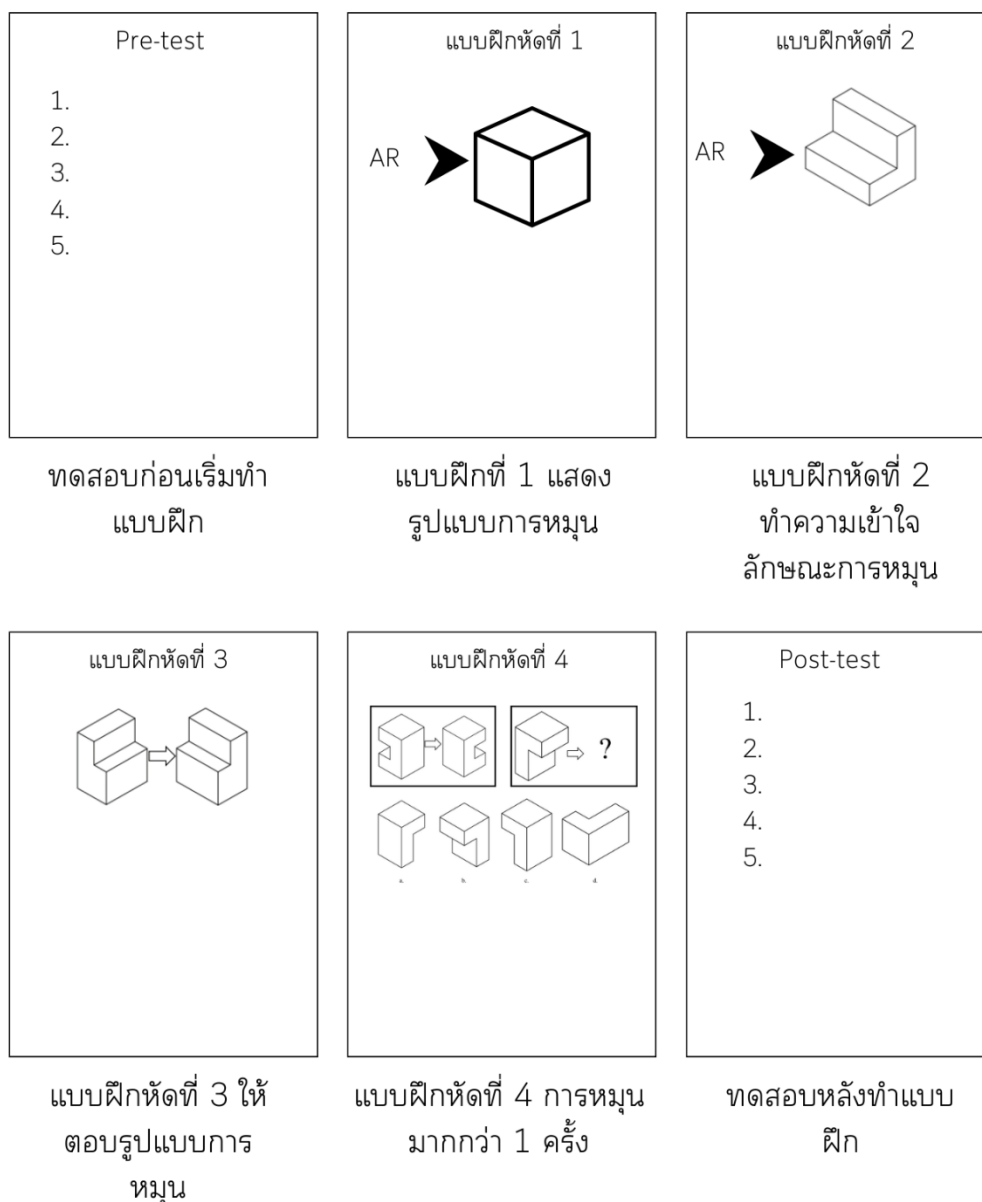
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

แบบฝึกหัด ความสามารถ ด้านมิติสัมพันธ์  ชื่อ..... โรงเรียน.....	สารบัญ	วิธีใช้งาน Androi QR IOS QR คำอธิบาย
หน้าปก	สารบัญ	วิธีใช้งานหนังสือ
มิติสัมพันธ์ - ความหมาย - ความสำคัญ	มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน	มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน - ความหมาย - หลักการทำโจทย์
ใบความรู้	ใบปะหน้าแบ่งหัวข้อย่อย	ใบความรู้

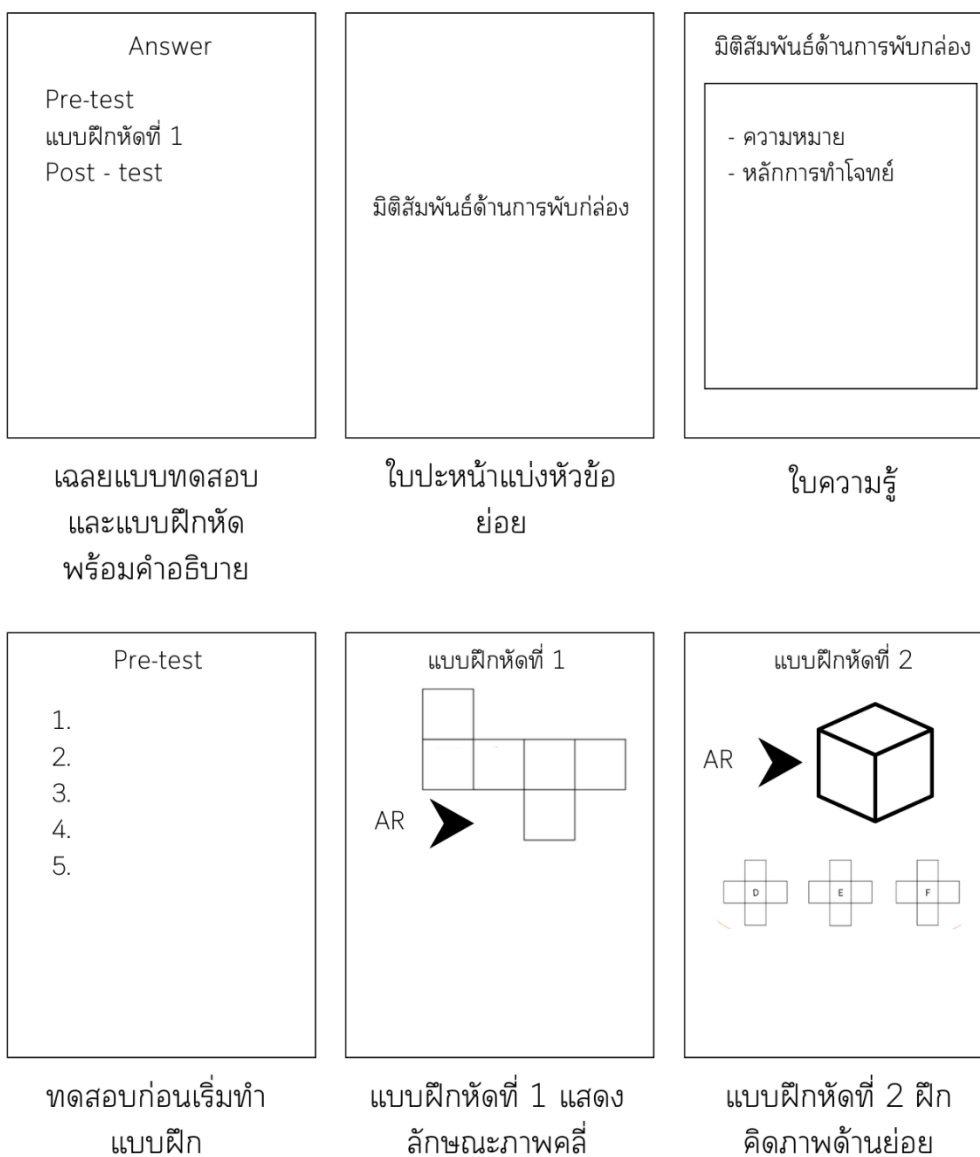
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย



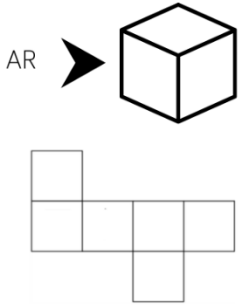
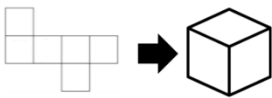
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย



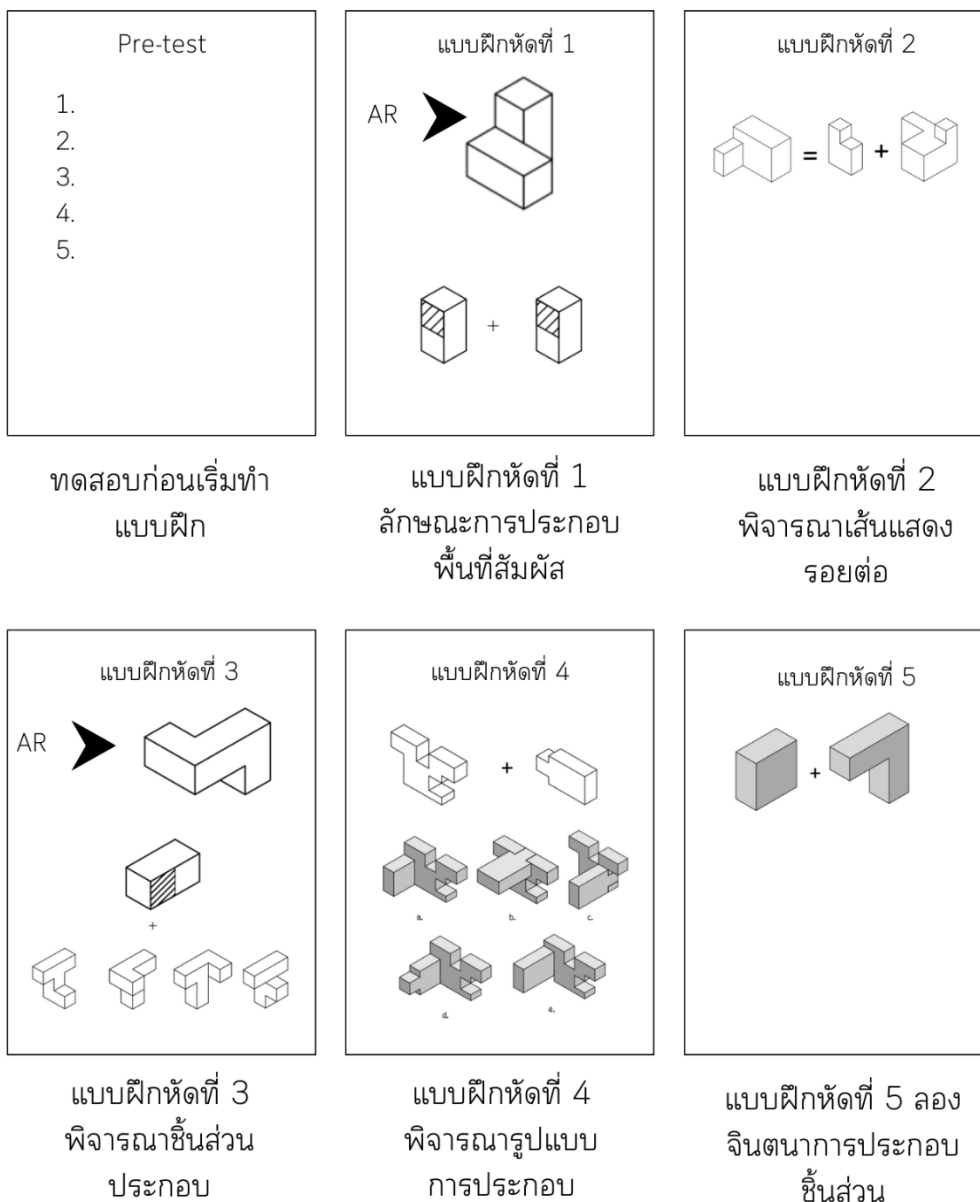
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

แบบฝึกหัดที่ 3 	แบบฝึกหัดที่ 4 	Post-test 1. 2. 3. 4. 5.
แบบฝึกหัดที่ 3 ภาพสาม มิติเป็นภาพคลี่	แบบฝึกหัดที่ 4 ภาพ คลี่เป็นภาพสามมิติ	ทดสอบหลังทำแบบ ฝึก
Answer Pre-test แบบฝึกหัดที่ 1 Post - test	มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ	มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ - ความหมาย - หลักการทำโจทย์
เฉลยแบบทดสอบ และแบบฝึกหัด พร้อมคำอธิบาย	ใบปะหน้าแบ่งหัวข้อ ย่อย	ใบความรู้

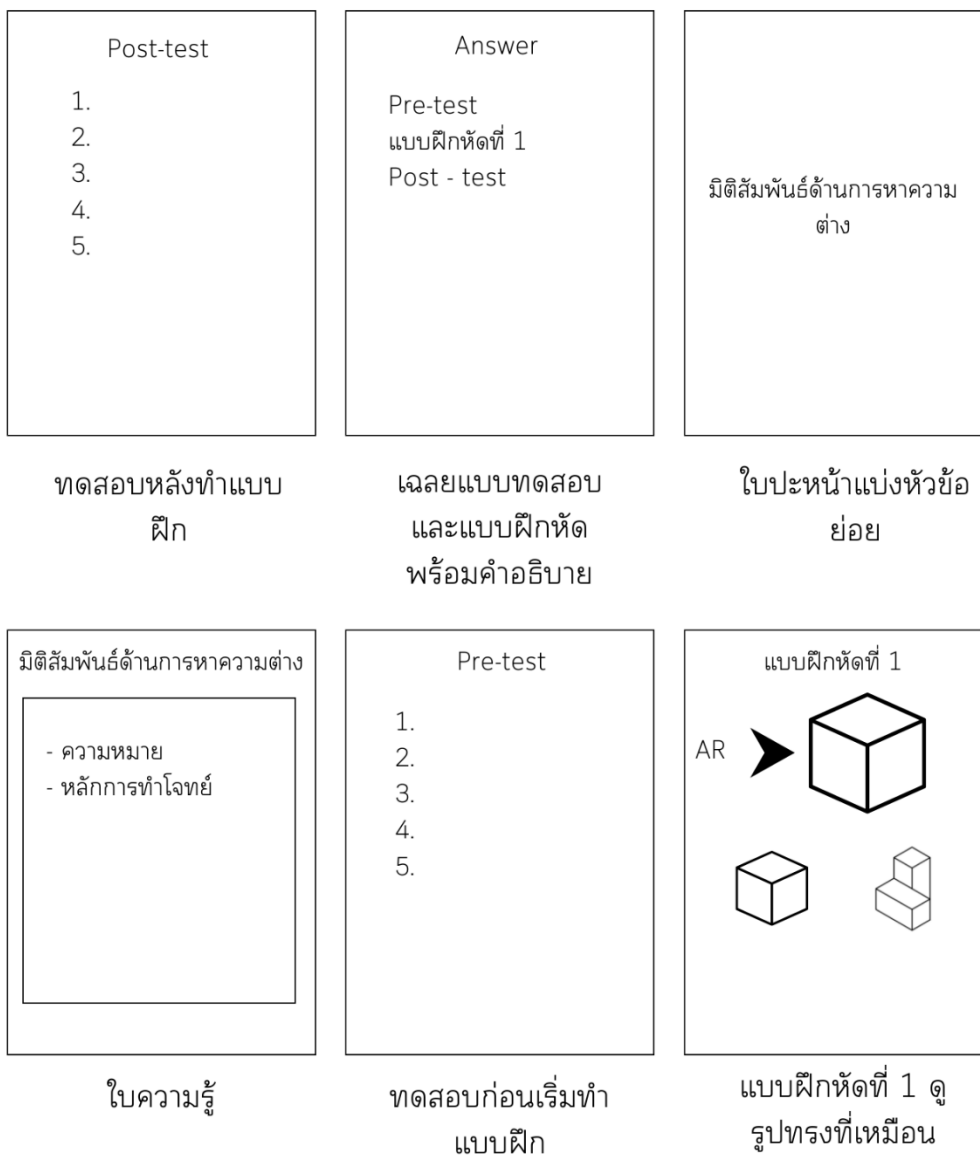
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย



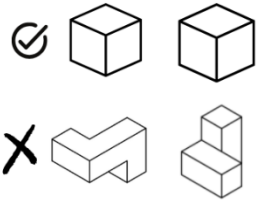
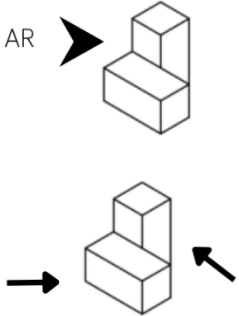
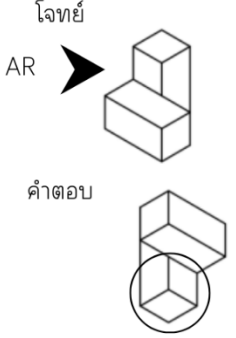
STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย



STORYBOARD

หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

แบบฝึกหัดที่ 2 	แบบฝึกหัดที่ 3 	แบบฝึกหัดที่ 4 
แบบฝึกหัดที่ 2 แยกความเหมือน - ต่าง	แบบฝึกหัดที่ 3 พิจารณาจุดต่าง แบบมีการชี้แนะ	แบบฝึกหัดที่ 4 หา จุดต่างด้วยตัวเอง
Post-test 1. 2. 3. 4. 5.	Answer Pre-test แบบฝึกหัดที่ 1 Post - test	
ทดสอบหลังทำแบบ ฝึก	เฉลยแบบทดสอบ และแบบฝึกหัด พร้อมคำอธิบาย	ปกหลัง

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริม
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผลการ
ประเมิน

**แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริง
เสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ผู้วิจัย นางสาวอรวี ชุมมิน

สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 2 แบบประเมิน

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ - นามสกุล

.....

2. วุฒิการศึกษาสูงสุด

.....

3. ตำแหน่ง

.....

4. ประสบการณ์ทำงาน

.....

5. สังกัดหน่วยงาน

.....

ส่วนที่ 2 แบบประเมิน

คำชี้แจง แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านคุณภาพของแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาของแบบฝึกฯ มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทันสมัยและเชื่อถือได้					
2. เนื้อหาของแบบฝึกฯ ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด					
3. เนื้อหาของแบบฝึกฯ มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
4. จำนวนข้อของแบบฝึกฯ มีปริมาณที่เหมาะสม					
5. แบบฝึกฯ มีรูปแบบ/ลักษณะที่หลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา					
6. เรียงลำดับแบบฝึกฯ จากง่ายไปหายาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้					
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม					
1. ขนาดของหนังสือแบบฝึกฯ มีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก					
2. องค์ประกอบของหนังสือแบบฝึกฯ มีความสมบูรณ์ครบถ้วน					
3. การใช้สำนวนภาษาในหนังสือแบบฝึกฯ เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4. มีคำอธิบายหรือคำสั่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติ และศึกษาด้วยตนเอง					
5. การจัดวางรูปแบบ (Layout) มีความเหมาะสมตามรูปแบบของหนังสือแบบฝึกฯ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ต่อ)					
6. มีการกำหนดจุด Marker ที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้ในการผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยี AR					
7. มีสัญลักษณ์ (AR marker) ที่แสดงการใช้งานร่วมกับสื่อความเป็นจริงเสริมที่ชัดเจน สื่อความหมาย					
8. สื่อความเป็นจริงเสริมมีการแสดงผลที่ถูกต้อง					
9. ความรวดเร็วในการแสดงผลสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ของหนังสือแบบฝึกฯ					
10. สื่อความเป็นจริงเสริมมีภาพ / เสียง ที่มีคุณภาพ ขนาดชัดเจน สดส่วนไม่ผิดเพี้ยน					
11. สื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
12. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน					
การใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม					
1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้และเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้					
2. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยในการมองภาพ การจินตนาการ การหมุน การเคลื่อนไหวของวัตถุหรือมิติ ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น					
3. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น					
4. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาของแบบฝึกฯ มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทันสมัยและเชื่อถือได้	5	4	5	4.67	0.58
2. เนื้อหาของแบบฝึกฯ ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด	4	4	5	4.33	0.58
3. เนื้อหาของแบบฝึกฯ มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58
4. จำนวนข้อของแบบฝึกฯ มีปริมาณที่เหมาะสม	3	4	5	4.00	1.00
5. แบบฝึกฯ มีรูปแบบ/ลักษณะที่หลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58
6. เรียงลำดับแบบฝึกฯ จากง่ายไปหายาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม					
1. ขนาดของหนังสือแบบฝึกฯ มีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก	4	5	3	4.00	1.00
2. องค์ประกอบของหนังสือแบบฝึกฯ มีความสมบูรณ์ครบถ้วน	5	5	3	4.33	1.15
3. การใช้สำนวนภาษาในหนังสือแบบฝึกฯ เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00
4. มีคำอธิบายหรือคำสั่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติ และศึกษาด้วยตนเอง	5	4	4	4.33	0.58
5. การจัดวางรูปแบบ (Layout) มีความเหมาะสมตามรูปแบบของหนังสือแบบฝึกฯ	5	4	3	4.00	1.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ต่อ)					
6. มีการกำหนดจุด Marker ที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้ในการผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยี AR	5	4	5	4.67	0.58
7. มีสัญลักษณ์ (AR marker) ที่แสดงการใช้งานร่วมกับสื่อความเป็นจริงเสริมที่ชัดเจน สื่อความหมาย	5	5	5	5.00	0.00
8. สื่อความเป็นจริงเสริมมีการแสดงผลที่ถูกต้อง	5	3	5	4.33	1.15
9. ความรวดเร็วในการแสดงผลสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ของหนังสือแบบฝึกฯ	5	3	5	4.33	1.15
10. สื่อความเป็นจริงเสริมมีภาพ / เสียง ที่มีคุณภาพ ขนาดชัดเจน สดส่วนไม่ผิดเพี้ยน	5	3	5	4.33	1.15
11. สื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
12. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน	4	4	5	4.33	0.58
ด้านการใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม					
1. หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้และเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้	5	5	5	5.00	0.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ต่อ)					
2. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยในการมองภาพ การจินตนาการการหมุนการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือมิติ ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น	5	5	5	5.00	0.00
3. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น	5	5	5	5.00	0.00
4. หนังสือแบบฝึกที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง	5	5	5	5.00	0.00
รวม				4.53	0.53

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

- ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง จำนวน 30 ข้อ

ตารางที่ 8 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 9 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	0	0.67	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	0	0.67	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	0	0.67	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	0	0.67	ใช้ได้
13	1	1	0	0.67	ใช้ได้
14	1	1	0	0.67	ใช้ได้
15	1	1	0	0.67	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 11 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 12 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน
มิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.90	0.14	ตัดทิ้ง
2	0.83	0.14	ตัดทิ้ง
3	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
4	0.83	0.14	ตัดทิ้ง
5	0.76	0.28	คัดเลือกไว้
6	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
7	0.69	0.34	คัดเลือกไว้
8	0.83	0.14	ตัดทิ้ง
9	0.93	0.03	ตัดทิ้ง
10	0.83	0.21	ตัดทิ้ง
11	0.38	0.24	คัดเลือกไว้
12	0.41	0.28	คัดเลือกไว้
13	0.34	0.00	ตัดทิ้ง
14	0.38	0.31	คัดเลือกไว้
15	0.41	0.28	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
16	0.48	0.21	คัดเลือกไว้
17	0.17	0.03	ตัดทิ้ง
18	0.66	0.24	คัดเลือกไว้
19	0.24	0.10	ตัดทิ้ง
20	0.41	0.07	ตัดทิ้ง
21	0.69	0.21	คัดเลือกไว้
22	0.41	0.28	คัดเลือกไว้
23	0.69	0.21	คัดเลือกไว้
24	0.38	0.03	ตัดทิ้ง
25	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
26	0.24	-0.24	ตัดทิ้ง
27	0.62	0.21	คัดเลือกไว้
28	0.24	0.10	ตัดทิ้ง
29	0.24	0.10	ตัดทิ้ง
30	0.41	0.21	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 13 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน
มิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.66	0.24	คัดเลือกไว้
2	0.41	0.41	คัดเลือกไว้
3	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
4	0.38	0.17	ตัดทิ้ง
5	0.07	0.07	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
6	0.34	0.07	ตัดทิ้ง
7	0.59	0.45	คัดเลือกไว้
8	0.72	0.24	คัดเลือกไว้
9	0.45	0.31	คัดเลือกไว้
10	0.41	0.28	คัดเลือกไว้
11	0.34	0.00	ตัดทิ้ง
12	0.17	0.03	ตัดทิ้ง
13	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
14	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
15	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
16	0.69	0.21	คัดเลือกไว้
17	0.55	0.41	คัดเลือกไว้
18	0.48	0.21	คัดเลือกไว้
19	0.52	0.31	คัดเลือกไว้
20	0.41	0.34	คัดเลือกไว้
21	0.31	0.17	ตัดทิ้ง
22	0.59	0.10	ตัดทิ้ง
23	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
24	0.31	0.17	ตัดทิ้ง
25	0.72	0.10	ตัดทิ้ง
26	0.21	0.07	ตัดทิ้ง
27	0.34	0.00	ตัดทิ้ง
28	0.21	0.14	ตัดทิ้ง
29	0.38	0.17	ตัดทิ้ง
30	0.38	0.17	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 14 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน
มิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบ จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	1.00	0.03	ตัดทิ้ง
2	0.72	0.31	คัดเลือกไว้
3	0.48	0.34	คัดเลือกไว้
4	0.79	0.24	คัดเลือกไว้
5	0.59	0.31	คัดเลือกไว้
6	0.83	0.00	ตัดทิ้ง
7	0.69	0.34	คัดเลือกไว้
8	0.93	0.10	ตัดทิ้ง
9	0.45	0.17	ตัดทิ้ง
10	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
11	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
12	0.52	0.24	คัดเลือกไว้
13	0.41	0.41	คัดเลือกไว้
14	0.14	0.00	ตัดทิ้ง
15	0.41	0.28	คัดเลือกไว้
16	0.24	0.10	ตัดทิ้ง
17	0.55	0.34	คัดเลือกไว้
18	0.59	0.31	คัดเลือกไว้
19	0.21	-0.07	ตัดทิ้ง
20	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
21	0.83	0.21	ตัดทิ้ง
22	0.17	0.17	ตัดทิ้ง
23	0.52	0.52	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
24	0.52	0.52	คัดเลือกไว้
25	0.41	0.41	คัดเลือกไว้
26	0.24	0.10	ตัดทิ้ง
27	0.14	0.14	ตัดทิ้ง
28	0.48	0.21	คัดเลือกไว้
29	0.03	0.03	ตัดทิ้ง
30	0.34	0.28	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 15 ค่าความยากงาน (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถด้าน
มิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.59	0.45	คัดเลือกไว้
2	0.45	0.21	คัดเลือกไว้
3	0.34	0.21	คัดเลือกไว้
4	0.55	0.21	คัดเลือกไว้
5	0.52	0.34	คัดเลือกไว้
6	0.86	0.17	ตัดทิ้ง
7	0.86	0.17	ตัดทิ้ง
8	0.62	0.28	คัดเลือกไว้
9	0.86	0.17	ตัดทิ้ง
10	0.62	0.21	คัดเลือกไว้
11	0.59	0.38	คัดเลือกไว้
12	0.31	0.10	ตัดทิ้ง
13	0.28	-0.07	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
14	0.76	0.07	ตัดทิ้ง
15	0.10	0.03	ตัดทิ้ง
16	0.72	0.24	คัดเลือกไว้
17	0.48	0.28	คัดเลือกไว้
18	0.59	0.38	คัดเลือกไว้
19	0.52	0.45	คัดเลือกไว้
20	0.66	0.24	คัดเลือกไว้
21	0.52	0.45	คัดเลือกไว้
22	0.76	0.07	ตัดทิ้ง
23	0.52	0.17	ตัดทิ้ง
24	0.59	0.38	คัดเลือกไว้
25	0.66	0.17	ตัดทิ้ง
26	0.31	-0.17	ตัดทิ้ง
27	0.38	0.03	ตัดทิ้ง
28	0.97	0.07	ตัดทิ้ง
29	0.45	0.17	ตัดทิ้ง
30	0.41	0.17	ตัดทิ้ง

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และแบบสอบถามหลังการใช้ที่ผสมผสาน
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

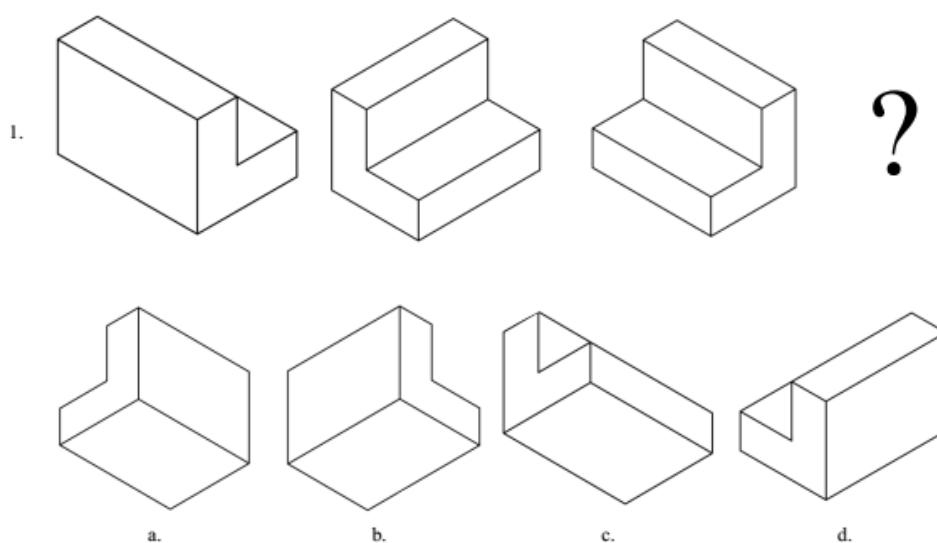
ชื่อ - นามสกุล ห้อง

คำอธิบาย

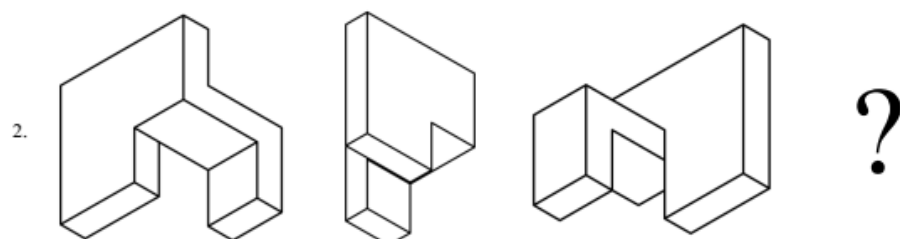
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 6 หน้า แบ่งเป็น 3 ตอน จำนวน 15 ข้อ
2. ก่อนทำข้อสอบ ให้เขียนชื่อ - นามสกุล วันที่สอบด้วยปากกากลางในแบบทดสอบนี้
3. ให้กากบาทคำตอบที่คิดว่าถูกต้องตามคำชี้แจงในแต่ละตอน

ตอนที่ 1

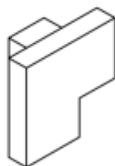
คำชี้แจง ข้อที่ 1 – 3 โจทย์จะกำหนดภาพที่เกิดจากการหมุน 3 ครั้งมาให้ ให้ผู้ตอบพิจารณาว่าการหมุนครั้งถัดไปจะทำให้รูปทรงมีลักษณะเป็นอย่างไร



แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน



a.



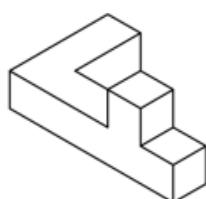
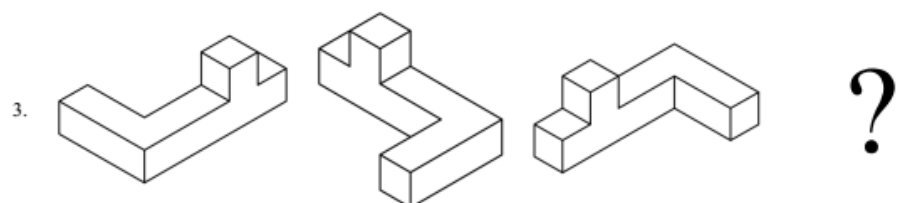
b.



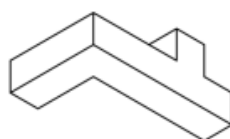
c.



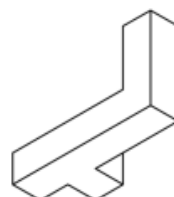
d.



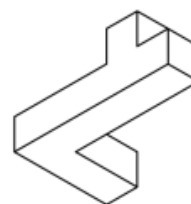
a.



b.



c.

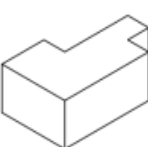
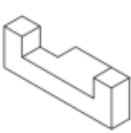
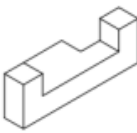
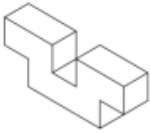
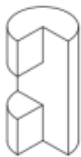
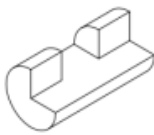


d.

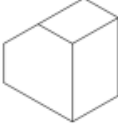
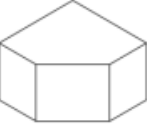
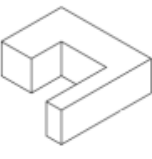
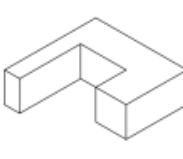
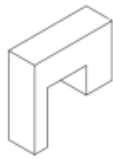
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

ตอนที่ 2

คำชี้แจง คำชี้แจง ข้อที่ 4 – 9 คำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพมาให้ (ภาพซ้าย) ให้ผู้ตอบพิจารณาว่าภาพทางด้านขวาภาพใดเกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ครั้งละ 90° มากกว่า 1 ครั้ง

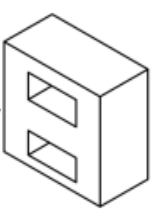
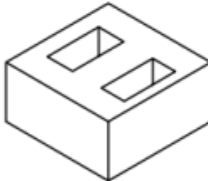
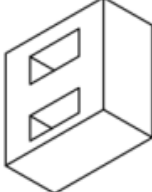
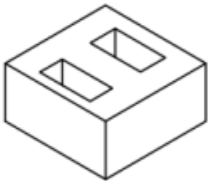
4.     
- a. b. c. d.
5.     
- a. b. c. d.
6.     
- a. b. c. d.
7.     
- a. b. c. d.

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

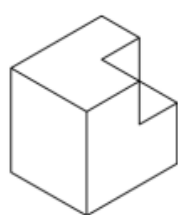
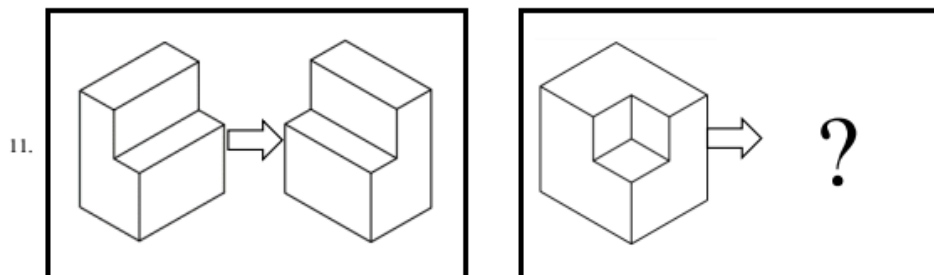
8.     
- a. b. c. d.
9.     
- a. b. c. d.

ตอนที่ 3

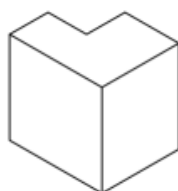
คำชี้แจง ข้อที่ 10 – 15 ในแต่ละข้อจะกำหนดรูปแบบการหมุนมาให้ เป็นแบบอย่าง และจะกำหนดภาพคำถามมาให้ ให้ผู้ตอบ พิจารณาว่าหากหมุนภาพคำถามไปในทิศทางเดียวกับภาพตัวอย่างจะเป็นลักษณะแบบใด

10.  →   → ?
- a.  b.  c.  d. 

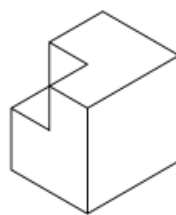
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน



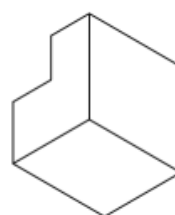
a.



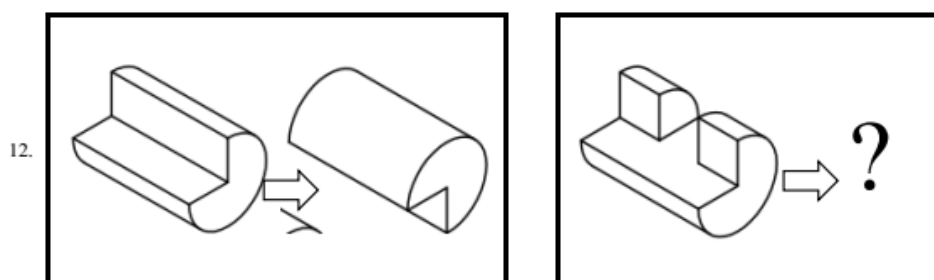
b.



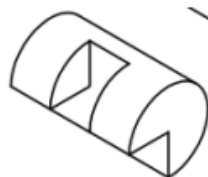
c.



d.



a.



b.



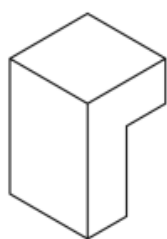
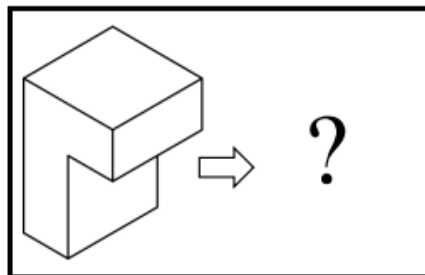
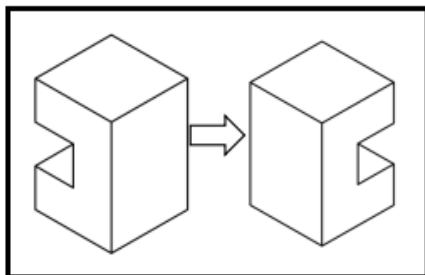
c.



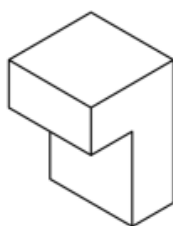
d.

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

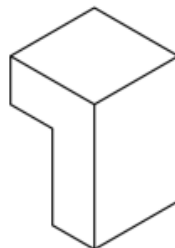
13.



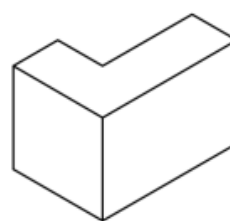
a.



b.

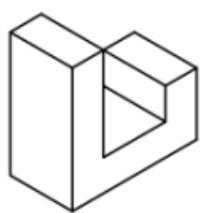
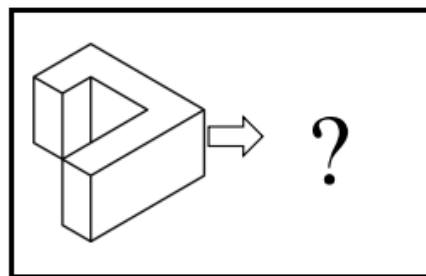
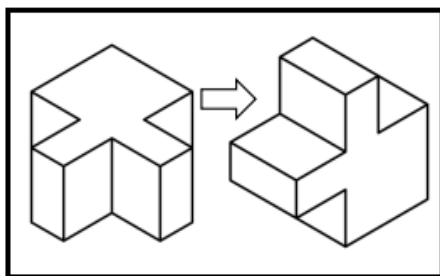


c.



d.

14.



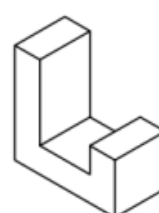
a.



b.



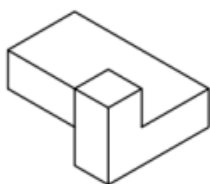
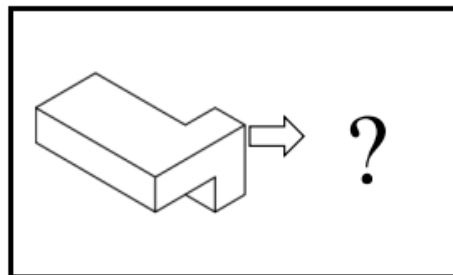
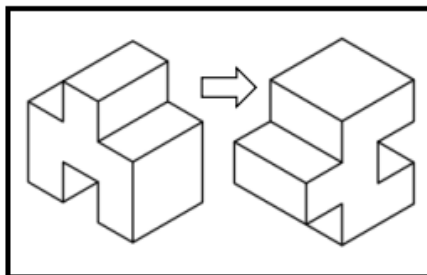
c.



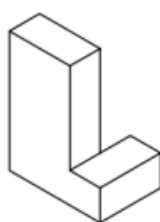
d.

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหมุน

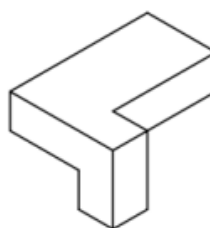
15.



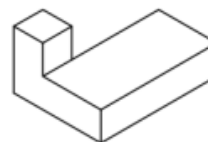
a.



b.



c.



d.

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง

ชื่อ - นามสกุล ห้อง

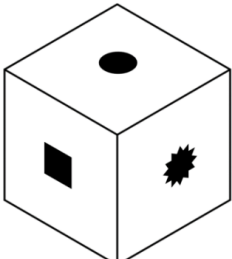
คำอธิบาย

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 4 หน้า แบ่งเป็น 3 ตอน จำนวน 15 ข้อ
2. ก่อนทำข้อสอบ ให้เขียนชื่อ - นามสกุล วันที่สอบด้วยปากกาลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้ตอบคำถามที่คิดว่าถูกต้องตามคำชี้แจงในแต่ละตอน

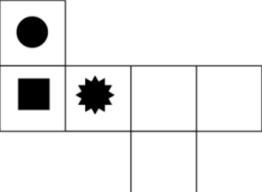
ตอนที่ 1

คำชี้แจง ข้อ 1 – 3 ให้ผู้ตอบเลือกภาพที่ให้สัมพันธ์กับลูกบาศก์ที่กำหนด

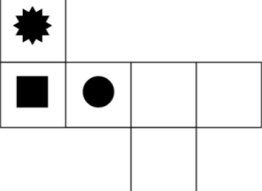
1.



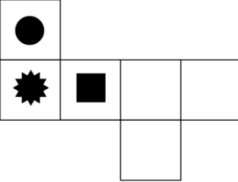
a.



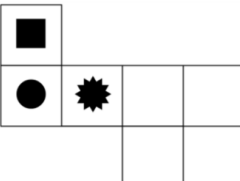
b.



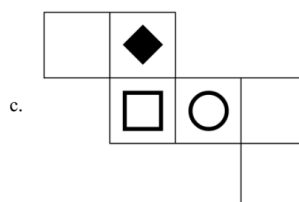
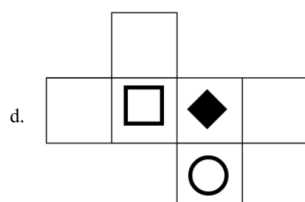
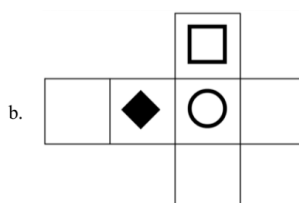
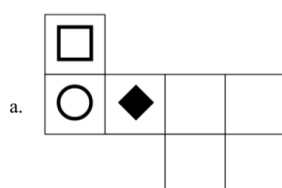
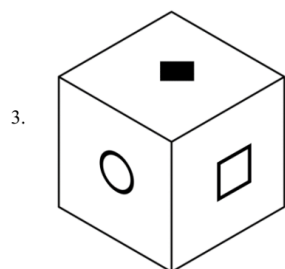
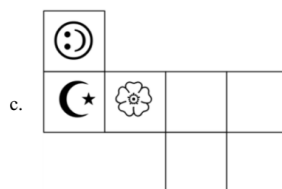
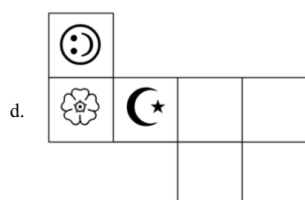
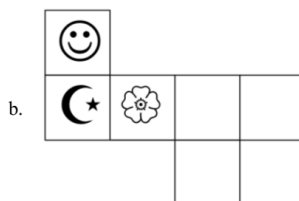
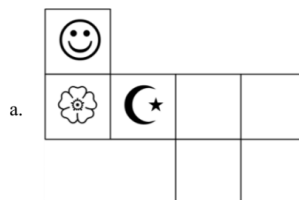
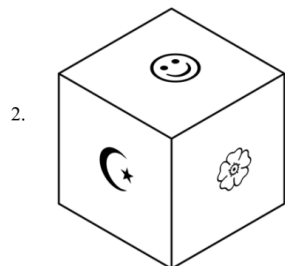
c.



d.



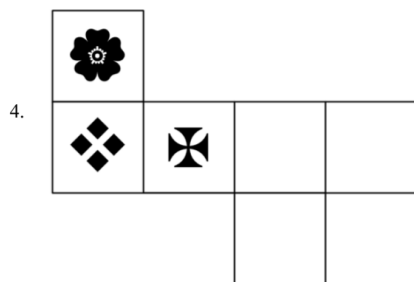
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง



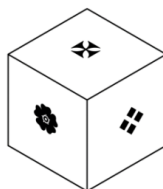
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง

ตอนที่ 2

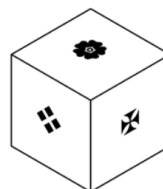
คำชี้แจง ข้อที่ 4 – 10 ให้ผู้เลือกดูภาพสี่เหลี่ยมที่โจทย์กำหนด



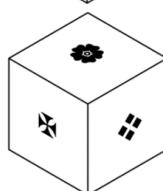
a.



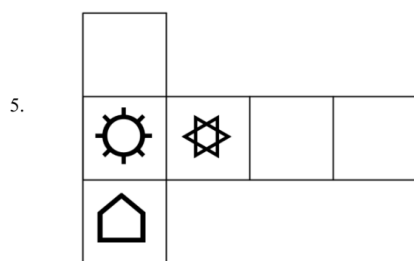
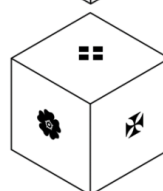
b.



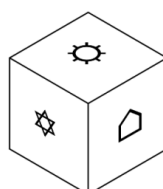
c.



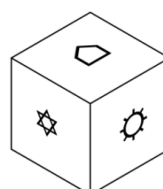
d.



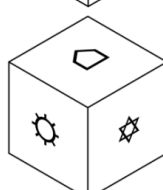
a.



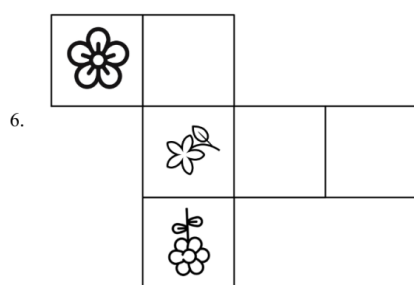
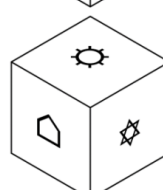
b.



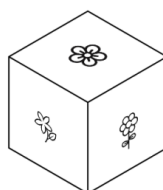
c.



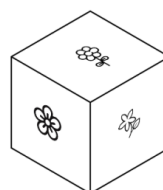
d.



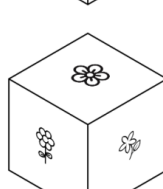
a.



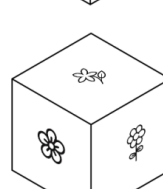
b.



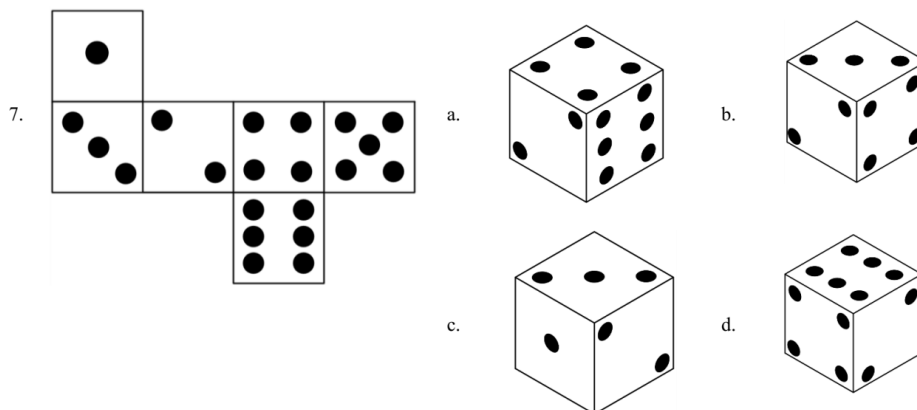
c.



d.

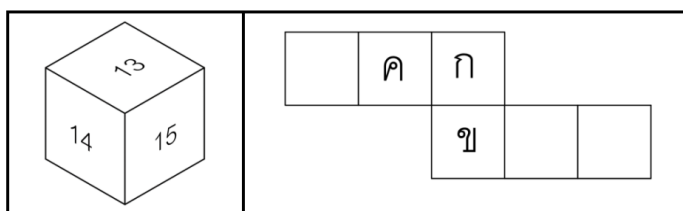


แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการพับกล่อง



ตอนที่ 3

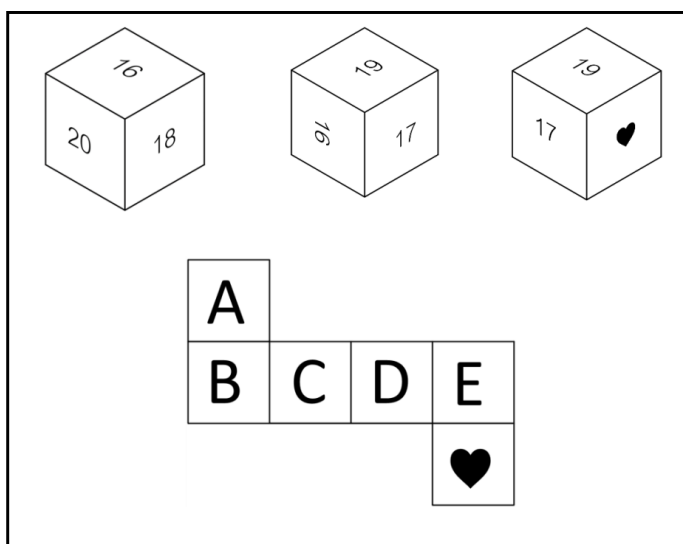
คำชี้แจง ข้อที่ 8 – 15 ให้ผู้ตอบจับคู่แต่ละด้านของภาพคลี่และลูกบาศก์ให้สัมพันธ์กัน



8. _____ = 13

9. _____ = 14

10. _____ = 15



11. _____ = 16

12. _____ = 17

13. _____ = 18

14. _____ = 19

15. _____ = 20

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ

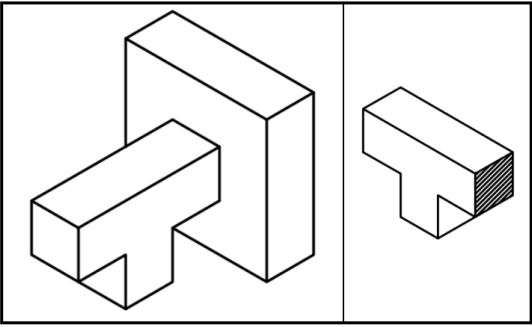
ชื่อ - นามสกุล ห้อง

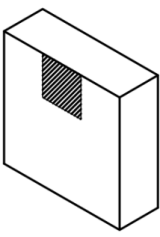
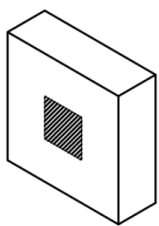
คำอธิบาย

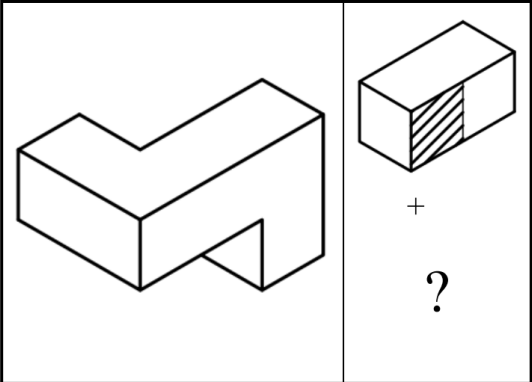
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 6 หน้า แบ่งเป็น 3 ตอน จำนวน 15 ข้อ
2. ก่อนทำข้อสอบ ให้เขียนชื่อ - นามสกุล วันที่สอบด้วยปากกาลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้ตอบคำถามที่คิดว่าถูกต้องตามคำชี้แจงในแต่ละตอน

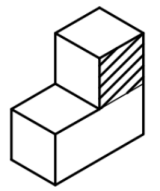
ตอนที่ 1

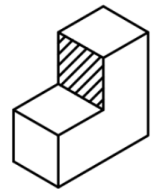
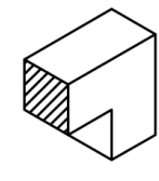
คำชี้แจง ข้อ 1 – 10 ให้ผู้ตอบเลือกชิ้นส่วนให้สัมพันธ์กับโจทย์

1. 

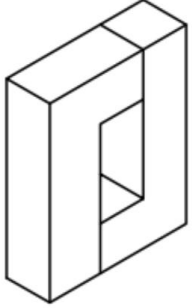
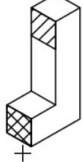
a.  c. 

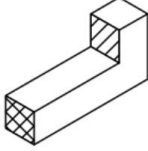
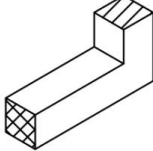
2. 

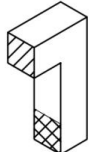
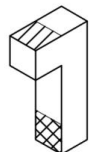
a.  c. 

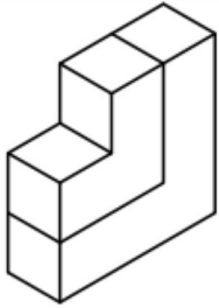
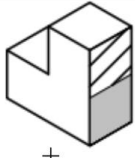
b.  d. 

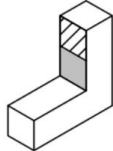
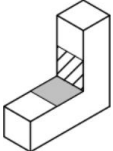
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ

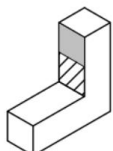
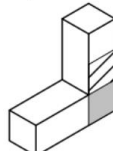
3.   ?

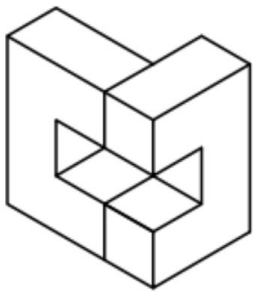
a.  c. 

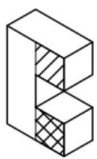
b.  d. 

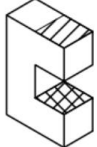
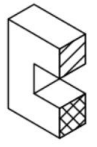
4.   ?

a.  c. 

b.  d. 

5.   ?

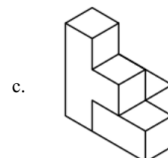
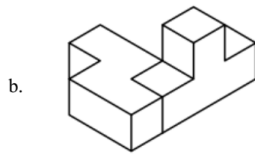
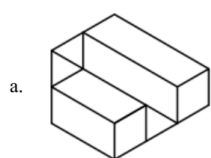
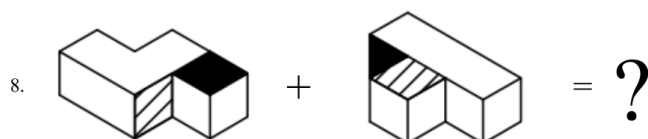
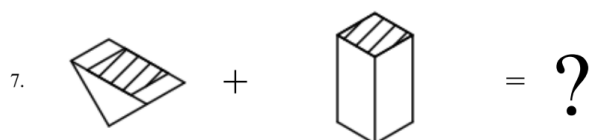
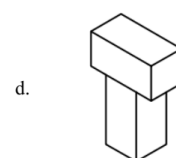
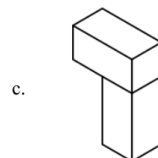
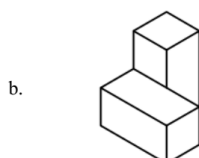
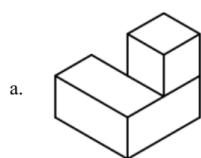
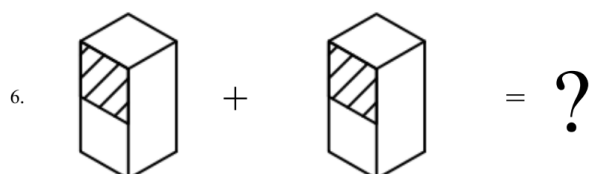
a.  c. 

b.  d. 

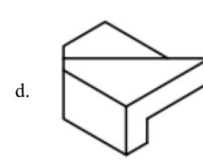
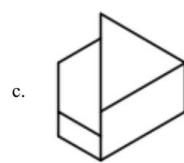
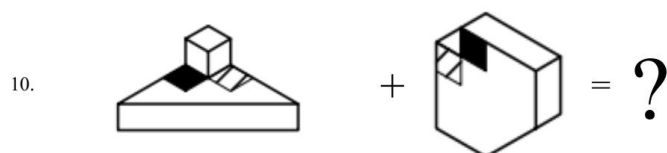
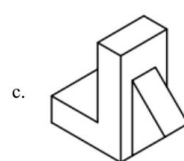
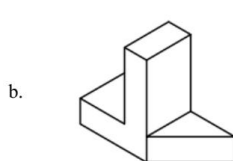
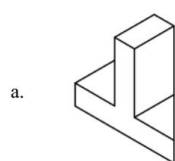
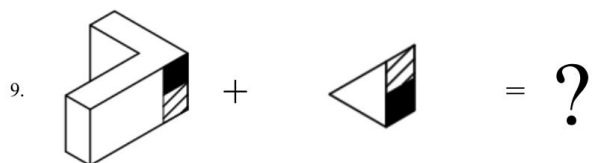
แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ข้อที่ 6 – 10 ให้ผู้ตอบเลือกภาพประกอบให้สัมพันธ์กับโจทย์



แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ



แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ

ตอนที่ 3

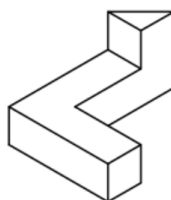
คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเลือกชิ้นส่วน A – J ที่ประกอบกันแล้วสัมพันธ์กับโจทย์ในข้อ 11 – 15



A



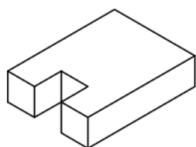
B



C



D



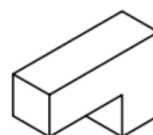
E



F



G



H

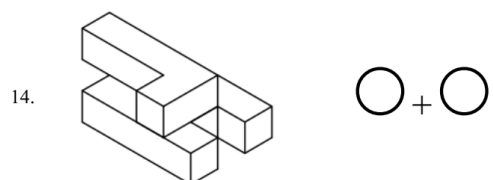
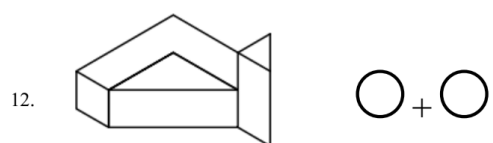
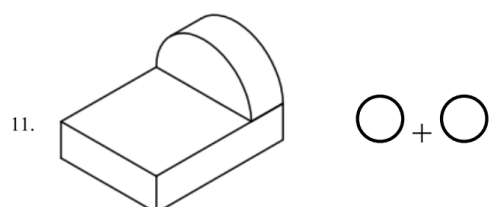


I



J

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการประกอบภาพ



แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง

ชื่อ - นามสกุล ห้อง.....

คำอธิบาย

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 หน้า แบ่งเป็น 4 ตอน จำนวน 15 ข้อ
2. ก่อนทำข้อสอบ ให้เขียนชื่อ - นามสกุล วันที่สอบด้วยปากกาลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้ตอบคำตอบที่คิดว่าถูกต้องตามคำสั่งในแต่ละตอน

ตอนที่ 1

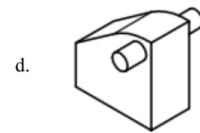
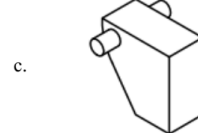
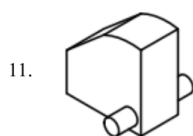
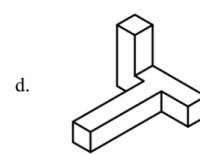
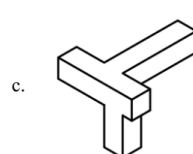
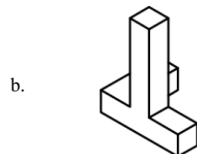
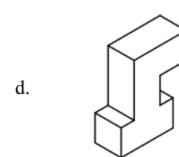
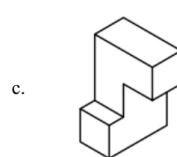
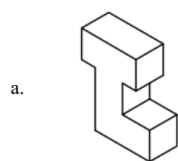
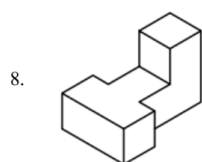
คำสั่งให้ ผู้ตอบจับคู่รูปทรงที่เหมือนกัน

1.		a.
2.		b.
3.		c.
4.		d.
5.		e.

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้ผู้ตอบเลือกภาพที่เหมือนกับภาพที่โจทย์กำหนด

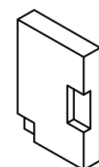
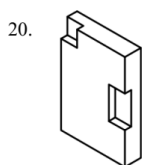
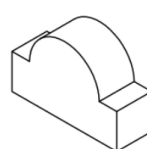
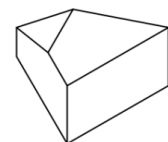
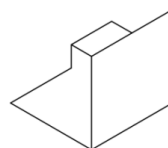
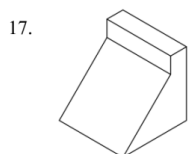
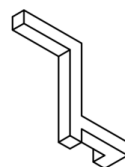
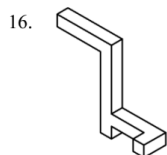


แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการหาความต่าง

ตอนที่ 3 คำชี้แจง ให้ผู้ตอบบอกจุดที่แตกต่างระหว่างภาพคำตอบกับภาพโจทย์ โดยวงกลมบนภาพคำตอบ (ภาพด้านซ้าย)

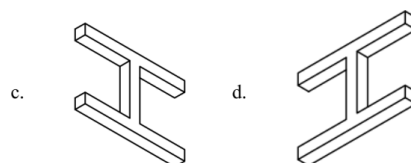
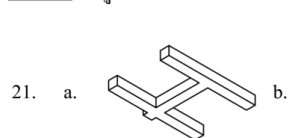
โจทย์

คำตอบ



ตอนที่ 4

คำชี้แจง ให้ผู้ตอบเลือกภาพที่แตกต่างจากภาพอื่น



**แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือหนังสือแบบฝึกที่สถานเทคโนโลยีความเป็นจริง
เสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบ

1. เพศ

.....

2. อายุ

.....

ส่วนที่ 2 คำถาม

2.1) หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
.....

2.2) ผู้เรียนรู้สึกว่หนังสือแบบฝึกฯ ช่วยให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นอย่างไร

.....
.....
.....
.....

2.3) หลังจากใช้หนังสือแบบฝึกฯ ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 16 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 1 เกี่ยวกับความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึก ฯ

คนที่	1. หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร
1	ไม่มีความสนใจมากขึ้น
2	มีความสนใจมากขึ้นเล็กน้อย
3	ทำให้มีความสนใจมากขึ้น เพราะภาพที่ใช้กับหนังสือใช้งานง่าย หนังสือแบบฝึกหัดน่าอ่าน อ่านง่าย ช่วยให้เข้าใจมากขึ้น
4	มีความสนใจมากขึ้น เนื่องจากหนังสือแบบฝึกทำให้รู้สึกว่ามันสนุกดี
5	มีความสนใจมากขึ้น เพราะหนังสือแบบฝึกทำให้ได้ความรู้เยอะ
6	มีความสนใจมากขึ้น
7	ไม่มีความสนใจมากขึ้น เพราะรู้สึกว่าไม่ได้ใช้ในชีวิตประจำวันนักจึงไม่จำเป็นต้องสนใจก็ได้
8	มีความสนใจมากขึ้น เพราะน่าสนใจและได้ใช้ในอนาคต
9	มีความสนใจมากขึ้น
10	มีความสนใจมากขึ้น
11	มีความสนใจมากขึ้น ทำให้เข้าใจเกี่ยวกับการมองภาพต่างๆ
12	มีความสนใจมากขึ้น รู้สึกสนุกเพลิดเพลิน
13	ทำให้สนใจมากขึ้น เพราะเทคโนโลยีที่น่าสนใจ
14	มีความสนใจที่อยากเรียนมากขึ้น
15	มีความสนใจมากขึ้น หนังสือที่น่าอ่าน
16	มีความสนใจมากขึ้น ทำเพลินๆ หนังสือน่าใช้ น่าเรียนรู้
17	มีความสนใจมากขึ้น เพราะน่าค้นหา
18	สนใจมากขึ้นเล็กน้อย เพราะยังไม่เห็นความจำเป็นเท่าไร
19	ไม่ได้สนใจมากขึ้น เพราะยังไม่รู้ว่าต้องเอาไปใช้ทำอะไร
20	สนใจมากขึ้น
21	สนใจมากขึ้น ทำให้ดูง่ายขึ้น
22	มากขึ้น หนังสือแบบฝึกดูน่าสนใจ น่าอ่าน

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คนที่	1. หนังสือแบบฝึกฯ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร
23	มีความสนใจมากขึ้น รู้สึกหนังสือน่าใช้ คู่มือวิทยุหลากหลายน่าจะเป็นประโยชน์
24	เป็นเรื่องที่เคยเห็นผ่านๆ พอเห็นหนังสือแบบฝึกแล้วดูน่าสนใจมากขึ้น
25	โดยส่วนตัวยังไม่เห็นความจำเป็นของเรื่องนี้เท่าไร
26	หนังสือมีสีสันน่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้
27	สนใจมากขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีใหม่ที่เกี่ยวข้อง
28	หนังสือมีความน่าสนใจ
29	สนใจมากขึ้น
30	สนใจมากขึ้น ดูน่าลองศึกษา
31	สนใจมากขึ้น น่าค้นหา

ตารางที่ 17 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 2 เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึกฯ

คนที่	2. ผู้เรียนรู้สึกว่าการใช้หนังสือแบบฝึกฯ ช่วยให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นอย่างไร
1	ช่วยให้คิดมากขึ้น
2	ช่วยเรื่องจินตนาการ เช่นจากภาพต่างๆจะหมุนไปทางไหนต่อไปจะเป็นรูปอะไร
3	ถ้าได้ทำแบบฝึกหัดบ่อยๆน่าจะช่วยให้เข้าใจโจทย์เกี่ยวกับมิติสัมพันธ์มากขึ้น เพราะในหนังสือมีโจทย์หลากหลายรูปแบบ
4	รู้สึกว่าการมองภาพมิติออกได้ดีขึ้น และก็เข้าใจในรูปร่าง ปกติแล้วไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาเรื่องมิติในการเรียน พอได้ลองทำแล้วช่วยได้มาก
5	ช่วยให้เห็นภาพแบบสามมิติ ทำให้สับสนน้อยลง
6	ช่วยให้เข้าใจมากขึ้น
7	ช่วยให้รู้การวิเคราะห์และแยกส่วนประกอบของโจทย์
8	ได้ทำแบบฝึก และรู้คำตอบจึงทบทวนได้
9	พัฒนาด้านการวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวของรูป

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	2. ผู้เรียนรู้สึกว่าหนังสือแบบฝึกฯ ช่วยให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นอย่างไร
10	พัฒนาในการคิดวิเคราะห์สิ่งต่างๆ
11	ทำให้มองภาพออกอย่างชัดเจนขึ้น
12	ช่วยให้เข้าใจรูปแบบการหมุนง่ายขึ้น
13	ช่วยในการพัฒนากระบวนการคิด
14	ช่วยทำให้ดูด้านมิติได้อย่างคล่อง
15	ช่วยในการวิเคราะห์ภาพ
16	ช่วยให้มองภาพ 3D ได้ดีขึ้น
17	ช่วยในเรื่องการอ่านแบบ
18	เข้าใจภาพได้ดีขึ้น
19	ทำให้จินตนาการได้อย่างดี
20	ทำให้เข้าใจวิธีการคิดแต่ละขั้น
21	มองภาพ 3 มิติได้เข้าใจมากขึ้น
22	มองเห็นภาพได้ดี ช่วยให้จินตนาการได้ดีและลดการสับสนของโจทย์
23	ได้ฝึกทำหลายๆแบบ ทำให้เชื่อมโยงได้
24	ช่วยให้เข้าใจโจทย์มากขึ้น
25	ทำให้ได้ฝึกทำซ้ำๆ และเข้าใจโจทย์มากขึ้น
26	เข้าใจวิธีคิด และจินตนาการได้ดีขึ้น
27	AR ทำให้เห็นภาพ ช่วยในการจินตนาการ
28	ได้เห็นข้อผิดพลาด และทบทวนซ้ำๆ
29	ช่วยให้เข้าใจกระบวนการคิดว่าโจทย์แต่ละแบบต้องคิดยังไง เพื่อให้ได้คำตอบ
30	ทำให้เห็นจุดสังเกตมากขึ้น และรู้ว่าต้องคิดยังไง
31	พัฒนาด้านการวิเคราะห์ และการสังเกตจุดแตกต่าง

ตารางที่ 18 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามข้อที่ 3 เกี่ยวกับผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้หนังสือแบบฝึก ฯ

คนที่	3. หลังจากใช้หนังสือแบบฝึกฯ ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร
1	มากขึ้น เพราะมีความเข้าใจโจทย์ได้มาก
2	สามารถจินตนาการภาพได้ดีขึ้นเลยมั่นใจมากขึ้น
3	มั่นใจมากขึ้น เพราะได้ทำโจทย์ที่หลากหลายมาแล้ว
4	มั่นใจขึ้น แบบฝึกทำให้มองภาพสามมิติได้ดีขึ้น
5	มากขึ้น สับสนน้อยลง
6	มั่นใจมากขึ้น
7	ใช่ รู้สึกว่าวิเคราะห์โจทย์ได้ดีขึ้น
8	มากขึ้นหลังจากได้ทบทวน และเข้าใจวิธีคิดจากเฉลย
9	มั่นใจมากขึ้น วิเคราะห์ได้ดีกว่าเดิม
10	ใช่ การคิดวิเคราะห์ดีขึ้น
11	มากขึ้น เพราะทำให้เข้าใจและสามารถทำได้
12	มั่นใจมากขึ้น ได้ทำบ่อยก็เกิดความชิน
13	ค่อนข้างมาก
14	มีความมั่นใจในระดับหนึ่ง
15	มีความมั่นใจมากขึ้น เพราะหนังสือทำให้เห็นภาพมากขึ้น
16	มั่นใจขึ้น รู้สึกจินตนาการมองภาพออกมากกว่าเดิม
17	มั่นใจขึ้นเพราะได้ศึกษาตัวอย่างจากหนังสือแล้ว
18	ใช่ เพราะเห็นภาพชัดขึ้น
19	มั่นใจมากขึ้น จินตนาการเก่ง
20	มากขึ้น หลังทำแบบฝึกทำให้รู้ว่าต้องคิดอย่างไร
21	มากขึ้นเล็กน้อย เพราะตอนทำแบบฝึกเห็นภาพ 3 มิติแต่ตอนทำโจทย์ต้องจินตนาการเอง
22	ใช่ หลังทำแบบฝึกแล้วทำให้พอจะจินตนาการภาพโจทย์ได้
23	มั่นใจมากขึ้น เพราะรู้แล้วว่าต้องเชื่อมโยงยังไง
24	มั่นใจ เพราะฝึกจากการทำโจทย์ในหนังสือมาแล้ว

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คนที่	3. หลังจากใช้หนังสือแบบฝึกฯ ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร
25	มากขึ้น เข้าใจตั้งแต่ทำแบบฝึกพอทำแบบทดสอบเลยเข้าใจ
26	มั่นใจขึ้นเพราะแบบฝึกช่วยให้จินตนาได้มากขึ้น
27	เล็กน้อย เพราะทำจริงไม่มี AR
28	มากขึ้น ได้ทำโจทย์มาเยอะตั้งแต่ทำแบบฝึก
29	มากขึ้น เพราะรู้วิธีการคิดของโจทย์แต่ละแบบจากการทำแบบฝึก
30	ค่อนข้างมาก จากการทำแบบฝึกจึงรู้ว่าต้องคิดยังไง
31	มากขึ้น รู้สึกว่าพอทำแบบทดสอบจริงแล้วเข้าใจโจทย์



ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญและเก็บข้อมูล

ที่ อว 8718/1788



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

23 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง

เนื่องด้วย นางสาวอรรี ชุมมิน นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และ 3) แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวอรรี ชุมมิน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 363 0642

ที่ อว 8718/1788



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

23 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร.กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย

เนื่องด้วย นางสาวอรรี ชุมมิน นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และ 3) แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวอรรี ชุมมิน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 363 0642

ที่ อว 8718/1788



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

23 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์พล เอื้อไพจิตรกุล

เนื่องด้วย นางสาวอรรี ชูมมิน นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และ 3) แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวอรรี ชูมมิน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 363 0642

ที่ อว 8718/138



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

4 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขออนุญาตขอทราบข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขียนเขต

เนื่องด้วย นางสาวอรวี ขุมมิน นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง : SWUEC- 672470

ในการนี้ นิสิตขออนุญาตขอทราบข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง “ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์” 2) แบบสอบถาม เรื่อง “ความคิดเห็นหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม” และ 3) หนังสือแบบฝึกที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2568 ถึงเดือนมีนาคม 2568 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขออนุญาต และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 363 0642





AF19-03-03.1
August, 2023

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาหนังสือแบบฝึกหัดที่ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวอริ ชุมมิน

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หมายเลขรับรองโครงการวิจัย : SWUEC-672470

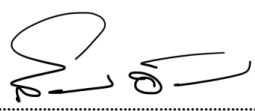
รายการเอกสารที่รับรอง :

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณา | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2567 |
| 2. โครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2567 |
| 3. เอกสารข้อมูลและขอความยินยอมสำหรับอาสาสมัคร | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2567 |
| 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2567 |
| 5. ประวัติผู้วิจัย | |

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยยึดหลักเกณฑ์ตาม Declaration of Helsinki, Belmont Report, International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP), International Guidelines for Human Research ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัยนี้ได้

วันที่รับรอง : 9 กันยายน 2567

วันที่หมดอายุ : 8 กันยายน 2568

(ลงชื่อ).....


(รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพงศ์ วัฒนานนท์สกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ชุดสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ (ชุดที่ 2)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หน่วยจริยธรรมและมาตรฐานการวิจัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาคารนวัตกรรม ศ.ดร.สาโรช บัวศรี ชั้น 17

โทร. (02) 6495000 ต่อ 17503, 17506 โทรสาร (02) 2042590

ประวัติผู้เขียน

