การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Learning Activities Provision by Using Game–Based Learning to Develop Mathematical Representation Ability of Grade 10 Students

Received: June 15, 2020
Revised: July 17, 2020
Accepted: July 21, 2020

ศิริปราณ จรรย์สืบศรี *
Siripran Chansuebsri
นัฐจิรา บุศย์ดี**
Nutjira Busadee

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 6 แผน การจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นสรุปผล และ 4) ขั้นประเมิน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เกมได้ในทุกขั้นตอน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ (3) แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผลวิจัยพบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เมื่อวิเคราะห์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนมีความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้น ส่วนผลจากแบบทดสอบความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.77 จากคะแนนเต็ม 4.00 (คิดเป็นร้อยละ 69.25) มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.3 แปลว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 30

คำสำคัญ : การใช้เกมเป็นฐาน/ การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์/ เรขาคณิตวิเคราะห์

* นักศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Master of Education Student Program in Mathematics Education, Faculty of Education, Chiang Mai University, Thailand
** อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Advisor, Lecturer Dr., Department of Curriculum, Teaching and Learning, Faculty of Education, Chiang Mai University, Thailand
Corresponding Author E-mail Address: kaktoon.cm@gmail.com

Abstract

This research study was the classroom action research aimed to study the mathematical representation ability of grade 10 students who learned by using Game–Based Learning. The participants were 45 grade 10 students in Yupparaj Wittayalai School in the second semester of academic year 2019. The research instruments consisted of (1) 6 lesson plans by using Game–Based Learning on Basic Geometry topic where games were distributed in each step including 1) introduction 2) learning activities 3) conclusion and 4) assessment (2) the mathematical representation pretest and posttest and (3) student learning records. The results showed that the students' mathematical representation ability improved to higher level. Students' average score of mathematical representation posttest was 2.77 out of 4.00 (69.25%). Moreover, the effectiveness index of using Game–Based Learning was 0.3 ; showed that the students had learning progress at 30.00 percent.

Keywords : Game–Based Learning/ Mathematical Representation/ Analytic Geometry

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008: 1) เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบ ความถูกต้อง จากการศึกษาแนวโน้มด้านคณิตศาสตร์ศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา ชี้ให้เห็นว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกให้ความสำคัญกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 หนึ่งในนั้นได้แก่ การคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ซึ่งนับได้ว่าทักษะการแก้ปัญหานั้นสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคนในชาติให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล

จากการที่ผู้วิจัยได้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้อง พบว่าปัญหาหนึ่งของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนประมาณร้อยละ 60 ไม่สามารถเปลี่ยนโจทย์ที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้วัดจากแบบฝึกหัดที่เป็นโจทย์ปัญหาเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีการฝึกฝนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา อีกทั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ ความหมายของคำหรือข้อความที่เป็นภาษา สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาเมื่อปี 2000 ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถใน

การแปลภาษาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา (Gagatsis and Shiakalli, 2004: 646)

สำหรับการตีความหรือการแปลความหมายของโจทย์ปัญหา Duval (2000: 63) ได้นิยามว่าเป็นความเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ ซึ่งมีความหมายเทียบเท่ากับการใช้การแสดงแทนในรูปแบบที่แตกต่างกันของมโนทัศน์เดียวกันและยังกล่าวว่าการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการตีความและการแปลโจทย์ปัญหาของนักเรียน โดย Lesh, Post and Behr (1987: 33) ได้เน้นว่าการใช้การแสดงแทนนั้นมีความสำคัญในตัวเองอยู่แล้ว แต่การใช้การแสดงแทนให้ได้หลากหลายรูปแบบก็มีความสำคัญเช่นกัน อีกทั้งความสามารถในการใช้การแสดงแทนที่หลากหลายรูปแบบนั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการใช้การแสดงแทนให้ดีขึ้นจะช่วยให้การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์พื้นฐานและการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000: 280) กล่าวว่า การใช้การแสดงแทนเป็นศูนย์กลางของการเรียนคณิตศาสตร์เนื่องจากจะช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ได้อย่างลึกซึ้ง อีกทั้งยังเป็นการแสดงสิ่งที่นักเรียนได้สร้างขึ้นหรือเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ผ่านการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งที่เป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ หรือรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งการแสดงแทนความคิดข้างต้นจะช่วยในการสื่อสารของนักเรียน และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจมโนทัศน์และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นการใช้การแสดงแทนความคิด ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การสื่อสารในการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนความเข้าใจของตนเองและผู้อื่น และแสดงให้เห็นถึงการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในโลกจริง ซึ่งจะทำให้การใช้การแสดงแทนกลายเป็นความรู้ที่ลึกซึ้ง นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (Makanong, 2010: 43) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์หรือมโนภาพทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันจะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนจะแตกต่างกันตามประสบการณ์การเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์นั้น สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000: 362 – 363) ได้กล่าวไว้ว่าครูควรแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการช่วยให้พวกเขาใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเริ่มจากให้พวกเขาสร้างการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะโดยตัวของนักเรียนเอง และสิ่งสำคัญสำหรับครูคือการเน้นถึงวิธีใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในความหมายเดียวกัน และเน้นความสำคัญของการเลือกการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการทำงานทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-Based Learning) กฤตนัย ชุมวุฒิศักดิ์ และลัดดา ศิลาน้อย (Chumwuttisak and Silanoi, 2015: 180) ให้นิยามว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนเองผ่านเกม เป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ออกแบบและสอดแทรกเนื้อหาบทเรียนลงไปในเกม ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือเล่นและฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในขณะที่ลงมือเล่นผู้เรียนจะได้รับทักษะและความรู้จากเนื้อหาบทเรียนไปด้วยขณะที่เล่น นอกจากนี้ สุวิทย์

ไวยกุล (Waiyakoon, 2016: 18) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ใช้สื่อในการเรียนรู้โดยการออกแบบมาให้ผู้เรียนได้รับความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหานั้นผ่านการเล่นเกมไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งในระดับความจำและความเข้าใจ สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ได้ สร้างความรู้สึกสนุกสนานให้แก่ผู้เรียน และชักจูงให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง และการอีกด้วย นราทร พรหมจารีย์ (Pomjalee, 2009: 57 – 58) กล่าวว่า Games–Based Learning คือ สื่อในการเรียนรู้ที่ถูกออกแบบให้มีความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ผ่านการเล่นเกม ซึ่งเกมเป็นสื่อที่น่าสนใจและเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจโดยทดลองทำด้วยตัวเอง (Learning by Doing)

จากแนวทางในการพัฒนาการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้การแสดงแทนสามารถพัฒนาได้โดยผ่านการสร้าง เปรียบเทียบ และเลือกใช้การแสดงแทนที่เหมาะสมของนักเรียนผ่านการเรียนรู้จากการเปลี่ยนการแสดงแทนแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่ง หรือผ่านประสบการณ์ที่พบเห็นการแสดงแทนที่หลากหลาย ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยมีเกมเป็นสื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้ผู้เรียนและเปิดโอกาสให้มีการสร้าง การเปรียบเทียบ การเลือกใช้การแสดงแทนที่เหมาะสม การแลกเปลี่ยนความรู้ มีประสบการณ์ร่วมกับผู้อื่น และผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1) กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 45 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 6 แผน โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 4 วงจรตามเนื้อหา ซึ่งรายละเอียดและลักษณะของเกมที่ใช้ในแต่ละแผนดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียดและลักษณะของเกมที่ใช้ในแต่ละแผน

วงจร	แผน (นาที)	เรื่อง	เกม	ลักษณะเกม
วงจรที่ 1	1 (100)	ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด	ไกลแค่ไหนคือใกล้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้อุปกรณ์ คือไม้บรรทัด เชือกกรรไกร สกอตเทป ปากกาเมจิก และตะเกียบ - ครูจะกำหนดจุดสองจุดให้นักเรียนหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดนั้น มี 6 ด่าน ดังนี้ ด่านที่ 1 – 3 กำหนดจุดสองจุดบนกระดาน ด่านที่ 4 กำหนดจุดสองจุดบนพื้นห้องเรียน ด่านที่ 5 กำหนดจุดบนพื้นห้องเรียนและจุดบนเพดาน ด่านที่ 6 กำหนดจุดสองจุดบนระนาบกราฟ - ก่อนที่จะเล่นเกมในด่านที่ 4 และ 5 ครูจะสอนใช้แอปพลิเคชันสำหรับวัดความยาว - กลุ่มที่วัดความยาวได้ใกล้เคียงที่สุดจะได้คะแนน
วงจรที่ 1 (ต่อ)	2 (50)	จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด	The middle	- เป็นเกมที่ให้นักเรียนหาจุดกึ่งกลางของจุดที่กำหนดให้ ดังนี้ ข้อ 1 – 3 กำหนดจุดสองจุดบนเส้นจำนวน ข้อ 4 – 6 กำหนดจุดบนระนาบพิกัดฉาก ข้อ 7 – 10 กำหนดจุดใด ๆ บนกราฟ - ในการตอบแต่ละข้อนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนหาตัวเลขที่เป็นคำตอบจากกระดาษตัวเลขที่แตกต่างกันจำนวน 40 แผ่น บนโต๊ะหน้าห้อง - กลุ่มที่ถือคำตอบที่ถูกต้องจะได้รับ 1 คะแนนใน ข้อ 1 – 3 และในข้อ 4 – 10 จะได้รับ 1 คะแนน เมื่อตัวเลขนั้นคือสมาชิกของคู่อันดับของคำตอบ
วงจรที่ 2	3 (100)	ความชันของเส้นตรง	ยิงโป่ง	- เป็นเกมที่ครูแสดงตารางกราฟบนจอโปรเจคเตอร์ โดยในกราฟจะมีลูกโป่งตามจุดพิกัดต่าง ๆ และให้นักเรียนตอบค่าความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุดพิกัดของปืนที่ครูกำหนดให้ ถ้าเส้นตรงที่ได้จากความชันนั้นผ่านจุดที่มีลูกโป่ง จะถือว่าลูกโป่งเหล่านั้นถูกยิง เมื่อลูกโป่งถูกยิงไปแล้วจะหายไป เกมมีทั้งหมด 3 ด่าน ดังนี้ ด่านที่ 1 ปืนอยู่ที่จุดกำเนิด และกราฟมีเพียงจตุภาคที่ 1 ด่านที่ 2 ปืนอยู่ที่จุดกำเนิดและกราฟมีทุกจตุภาค ด่านที่ 3 ปืนอยู่ที่จุดใด ๆ และกราฟมีทุกจตุภาค - กลุ่มที่ยิงลูกโป่งสะสมได้มากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

วงจร	แผน (นาที)	เรื่อง	เกม	ลักษณะเกม
	4 (100)	เส้นขนานและเส้นตั้งฉาก	แผ่นป้ายคู่ขนาน	- เป็นเกมที่มีแผ่นป้ายทั้งหมด 18 แผ่นบนโปรเจคเตอร์ ด้านหลังแผ่นป้ายจะเป็นภาพ กราฟ หรือสมการเส้นตรงที่แตกต่างกันทั้งหมด - นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเลือกเปิดได้ทีละ 2 แผ่นป้าย กลุ่มใดเมื่อเปิดแล้วภาพ กราฟ หรือสมการหลังแผ่นป้ายสองแผ่นป้ายนั้นเป็นเส้นตรงที่ขนานหรือตั้งฉากกัน ให้พูดว่า “ปิ๊งป่อง” แล้วบอกว่าเป็นเส้นขนานหรือเส้นตั้งฉากถ้าตอบถูกจึงจะได้คะแนน - เมื่อจบเกมกลุ่มที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ
วงจรที่ 3	5 (150)	ความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นเส้นตรง	จิ๊กซอว์ฝาแฝด	- เป็นเกมที่มีชิ้นส่วนตัวต่อทั้งหมด 20 ตัว คละกันจากนั้นให้นักเรียนนำตัวต่อทั้งหมดมาประกอบกันเป็น 5 ชุด ชุดละ 4 ตัว โดยจะประกอบกันได้ก็ต่อเมื่อภาพ ข้อความหรือสมการของแต่ละชิ้นมีความชันเท่ากันทั้งหมด - กลุ่มที่ประกอบได้ถูกต้องและเร็วที่สุดจะเป็นผู้ชนะ
วงจรที่ 4	6 (150)	ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและระยะห่างระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ขนานกัน	ปริศนาเขาวงกต	- เป็นเกมที่มีใบกิจกรรมเป็นตารางช่องใหญ่แทนบ้านและช่องเล็กแทนทางเดินสลับกัน โดยในช่องบ้านจะเป็นพิกัดจุดกับสมการ หรือสมการ 2 สมการ ให้นักเรียนหาระยะห่างระหว่างสองสิ่งที่กำหนดให้ในช่องบ้านแล้วเลือกทางเดินที่เป็นคำตอบ เพื่อไปช่องบ้านถัดไปทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนถึงช่อง Win - นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีบ้านเริ่มต้นที่แตกต่างกันโดยเลือกจากสีธงว่าจะเริ่มที่บ้านสีใด - กลุ่มที่เดินไปถึงช่อง Win ก่อนจะเป็นผู้ชนะ

ในแต่ละแผนประกอบไปด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหาและเกมตามที่กำหนดไว้ การวัดการประเมิน และใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานดังกล่าวได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินมาตราส่วน 5 ระดับ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนอยู่ในระดับดีมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.74
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.59
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.64
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 4.78
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 4.86
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ย 4.89

2.2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เวลาในการทำ 50 นาที สำหรับวัดระดับความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ 2) การใช้รูปภาพ และ 3) การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน และเนื้อหาคณิตศาสตร์ในแบบทดสอบประกอบไปด้วยเนื้อหาที่นักเรียนเรียนมาก่อนหน้าและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยดังนี้ 1) เซต 2) สมการเชิงเส้น และ 3) เรขาคณิตวิเคราะห์ แบบทดสอบดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ และพิจารณาถึงความเป็นคู่ขนานของแบบสอบเป็นรายข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2.3) แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนเป็นผู้บันทึกการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน รวมถึงบันทึกปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวงจร โดยกำหนดคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และความรู้สึกต่อเกมต่าง ๆ ได้แก่

- จงแสดงแทนข้อความที่กำหนดให้โดยใช้สื่ออุปกรณ์
- จงแสดงแทนข้อความที่กำหนดให้โดยใช้รูปภาพ
- จงแสดงแทนข้อความที่กำหนดให้โดยใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน
- ความประทับใจและข้อควรปรับปรุงของกิจกรรมเกม

3) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 6 แผน 16 คาบ (1 คาบเป็นเวลา 50 นาที) โดยในแต่ละแผนมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

แผน (นาที)	เรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	
1 (100)	ระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูใช้สถานการณ์ปัญหาระยะทางของการเดินทางโดยเครื่องบินเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม ไกลแค่ไหนคือใกล้
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องระยะทางระหว่างจุดสองจุด พร้อมทำตัวอย่างโจทย์
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน
2 (50)	จุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูใช้สถานการณ์ปัญหาการสร้างเครื่องเล่นกระดานหกเป็นการโยงเข้าสู่บทเรียน
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม The Middle

แผน (นาที)	เรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องจุดกึ่งกลางระว่างจุดสองจุด พร้อมทำตัวอย่างโจทย์
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน
3 (100)	ความชันของเส้นตรง	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูพูดคุยเกี่ยวกับปืนเลเซอร์เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมเกม
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม ยิงโป่ง
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องความชันของเส้นตรง พร้อมทำตัวอย่างโจทย์
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน
4 (100)	เส้นขนานและเส้นตั้งฉาก	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูทบทวนนิยามของเส้นขนานและเส้นตั้งฉาก
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม และใช้สื่อในการสร้างองค์ความรู้เรื่องเส้นขนานและเส้นตั้งฉาก
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องเส้นขนานและเส้นตั้งฉาก พร้อมทำตัวอย่างโจทย์ จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม แผ่นป้ายคู่ขนาน
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน
5 (150)	ความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นเส้นตรง	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูใช้คำถามทบทวนความรู้เรื่องความชัน
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม จิ๊กซอว์ฝาแฝด พร้อมทั้งอภิปรายเกี่ยวกับการจัดรูปสมการที่ได้จากเกม
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นเส้นตรง พร้อมทำตัวอย่างโจทย์
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน
6 (150)	ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด และระยะห่างระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ขนานกัน	**นำเข้าสู่บทเรียน**	ครูใช้สื่อรูปภาพเกี่ยวกับการเดินทางของรถพยาบาลไปถนนใหญ่ด้วยระยะทางที่ใกล้ที่สุด
		กิจกรรมการเรียนรู้	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มในการหาระหว่างเส้นตรงกับจุด และระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกันจากความรู้เรขาคณิตวิเคราะห์เดิม
		สรุปผล	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด และระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน พร้อมทำตัวอย่างโจทย์
		ประเมิน	ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเกม ปริศนาเขาวงกต

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยตนเอง ในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากนั้นดำเนินตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน จำนวน 6 แผน ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานโดยมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนซึ่งสามารถนำเกมมาประยุกต์ใช้ได้ในทุกขั้น ได้แก่ 1) ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเร้าความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน สามารถประยุกต์ใช้เกมกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนก่อนเข้าบทเรียน 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้เกมเป็นสื่อในการนำความรู้ให้กับผู้เรียน 3) ขั้นสรุปผล สามารถนำเกมมาประยุกต์ใช้ในการสรุปเนื้อหาร่วมกับผู้เรียน และ 4) ขั้นประเมิน เป็นขั้นการประเมินการผลเรียนรู้ของนักเรียนสามารถนำเกมมาประยุกต์ใช้ในการประเมินการผลเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ในแต่ละกิจกรรมเกมนักเรียนที่ชนะจะได้รับแต้มสะสม 1 แต้ม เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเสร็จสิ้นครบทั้ง 6 แผนแล้วนักเรียนที่มีแต้มสะสมมากที่สุดจึงจะได้รับรางวัล อีกทั้งเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและบันทึกของครูท้ายแผน

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยการดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1990: 11) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect) จำนวนทั้งสิ้น 4 วงจร ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตและจดบันทึกการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งจากใบกิจกรรมและการบันทึกเสียง นอกจากนี้เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สะท้อนผลโดยการบันทึกหลังการสอนของครู โดยสะท้อนผลในแต่ละวงจรดังนี้

วงจรที่ 1 เรื่องระยะห่างระหว่างจุดสองจุด และจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด ในแต่ละเกมครูเป็นผู้จัดกลุ่มให้นักเรียนและแจ้งสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ ก่อนดำเนินกิจกรรมเกม ซึ่งนักเรียนค่อนข้างใช้เวลานานในการหากลุ่มและนั่งเป็นกลุ่ม จึงได้ปรับเป็นการระบุกลุ่มก่อนคาบเรียนทางแอปพลิเคชัน Line และให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มก่อนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ในวงจรถัดไป อีกปัญหาหนึ่งคือ เกมไกลแค่ไหนคือใกล้ มีการใช้แอปพลิเคชัน CamToPlan (Android) และแอปพลิเคชัน TapMeasure (ios) ประกอบการเล่นเกม เกิดปัญหาคือ นักเรียนบางกลุ่มไม่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ตจึงไม่สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ อีกทั้งโทรศัพท์บางรุ่นไม่รองรับแอปพลิเคชันนี้ ทำให้ต้องยืมโทรศัพท์ของเพื่อนกลุ่มอื่นใช้เกมจึงดำเนินได้ช้ากว่ากำหนด จึงได้ปรับเกมให้ไม่มีการใช้อินเตอร์เน็ต และเพิ่มเวลาในการเล่นเกมมากขึ้นในวงจรถัดไป

วงจรที่ 2 เรื่องความชันของเส้นตรง เส้นขนาน และเส้นตั้งฉาก ในวงจรนี้ได้ปรับให้นักเรียนเข้ากลุ่มกันก่อนที่จะเริ่มคาบเรียนตามที่ครูแจ้งสมาชิกกลุ่มไปก่อนหน้า แต่เมื่อถึงขั้นสรุปผลและขั้นประเมินแล้วนั้นนักเรียนส่วนมากต้องกลับไปที่นั่งของตนเองเพื่อใช้เอกสารประกอบเรียนและอุปกรณ์การเรียนของตนเอง ดังนั้นจึงได้ปรับให้นักเรียนจับกลุ่มเองในวงจรถัดไป ในเกมยิงโป่ง เมื่อนักเรียนบอกความชันแล้วครูก็แสดงเส้นตรงที่ผ่านจุดพิกัดขึ้นและมีความชันนั้นเลยโดยไม่ได้ให้นักเรียนเขียนเส้นตรงนั้นเอง ทำให้คำตอบมีความผิดพลาด เนื่องจากนักเรียนคำนวณค่าความชันผิด แต่ค่าความชันที่นักเรียนตอบนั้นก็สามารถยิงลูกโป่งได้จำนวนเยอะ นอกจากนี้

การที่นักเรียนไม่ได้นำเสนอวิธีคิดทำให้เพื่อนกลุ่มอื่นไม่ได้เห็นหรือตรวจสอบแนวคิดของนักเรียน อีกทั้งเกมนี้ไม่มีลำดับการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนบางกลุ่มไม่ได้ตอบในด่านแรก ๆ และเมื่อด่านยากขึ้นคือ จุดพิกัดปืนไม่ได้อยู่ที่จุด (0,0) นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจทำให้ต้องมีการพักการดำเนินกิจกรรมเกมเพื่ออธิบาย ซึ่งได้ปรับในเกมแผ่นป้ายคู่ขนานให้มีลำดับในการตอบคำถามโดยทุกกลุ่มจะได้ตอบ และปรับให้มีการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในวงจรถัดไป

วงจรที่ 3 เรื่องความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นเส้นตรง ในวงจรนี้ได้ปรับให้นักเรียนจับกลุ่มเองเนื่องจากปัญหาในวงจรที่ 2 ทำให้การดำเนินกิจกรรมเกมเป็นไปอย่างราบรื่น แต่เกมจิ๊กซอว์ฝาแฝด ได้มีการใช้รูปภาพในการแสดงแทนส่วนของเส้นตรงที่มีความชันต่างกัน ซึ่งในบางรูปภาพมีรายละเอียดที่ไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนหลายกลุ่มต้องยกมือถามครู และการให้แต้มเฉพาะกลุ่มที่ประกอบรูปจิ๊กซอว์เสร็จก่อนเป็นกลุ่มแรก ทำให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือไม่ทำกิจกรรมเกมให้จบ จึงได้ปรับให้มีการให้แต้มตามลำดับการประกอบรูปจิ๊กซอว์เสร็จ ดังนั้นจึงปรับวิธีการให้แต้มและปรับรายละเอียดของรูปภาพในกิจกรรมเกมในวงจรถัดไป

วงจรที่ 4 เรื่องระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด และระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน วงจรนี้เนื่องจากเกมเป็นเกมที่ต้องใช้การคำนวณ ทำให้แม้จะปรับการให้แต้มตามแนวทางที่วางไว้ในวงจรที่ 3 ก็ยังพบว่ามีนักเรียนบางกลุ่มเริ่มเบื่อกับการเล่นเกม และมีกลุ่มที่ไม่ร่วมเล่นเกมอีกด้วย ดังนั้นครูจึงกระตุ้นด้วยการใช้คำพูดชักชวนให้นักเรียนเกิดความอยากเอาชนะและกลับมาร่วมเล่นเกมอีกครั้ง

หลังจากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลครบทั้ง 6 แผนแล้วให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

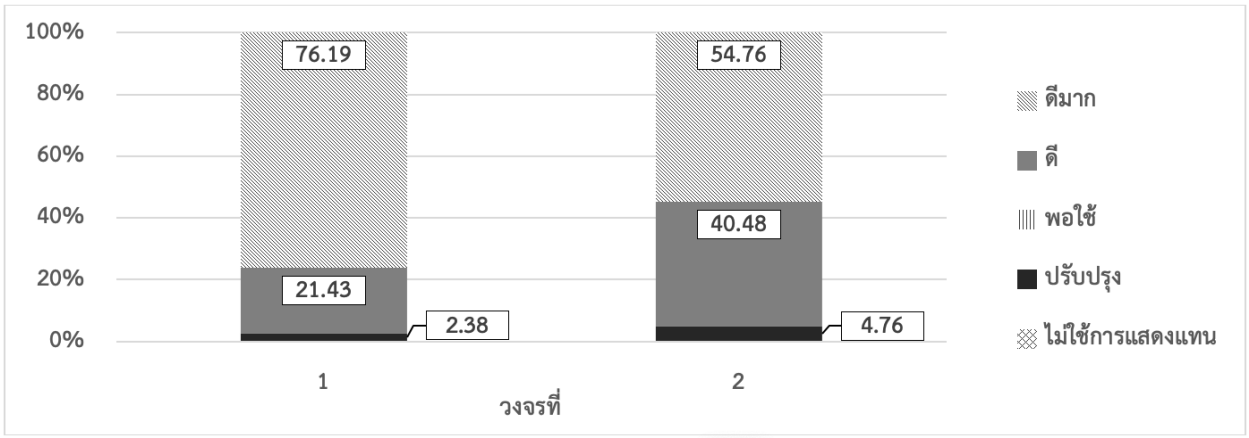
ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยนำคะแนนที่ได้จากการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การบันทึกเสียง และการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (จีรนันท์ แก้วปินตา Kaeopinta, 2019: 53 – 55) ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงเกณฑ์ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

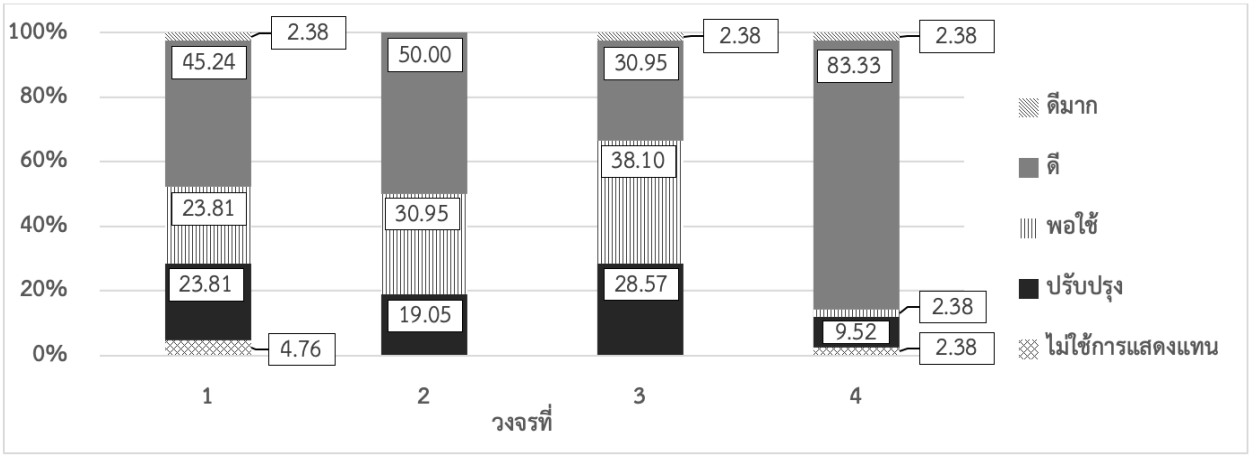
ช่วงคะแนน	การแปลความหมาย
3.21 – 4.00	ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
2.41 – 3.20	ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.61 – 2.40	ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
0.81 – 1.60	ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง
0.00 – 0.80	ไม่มีการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำที่สุด

ผลการวิจัย

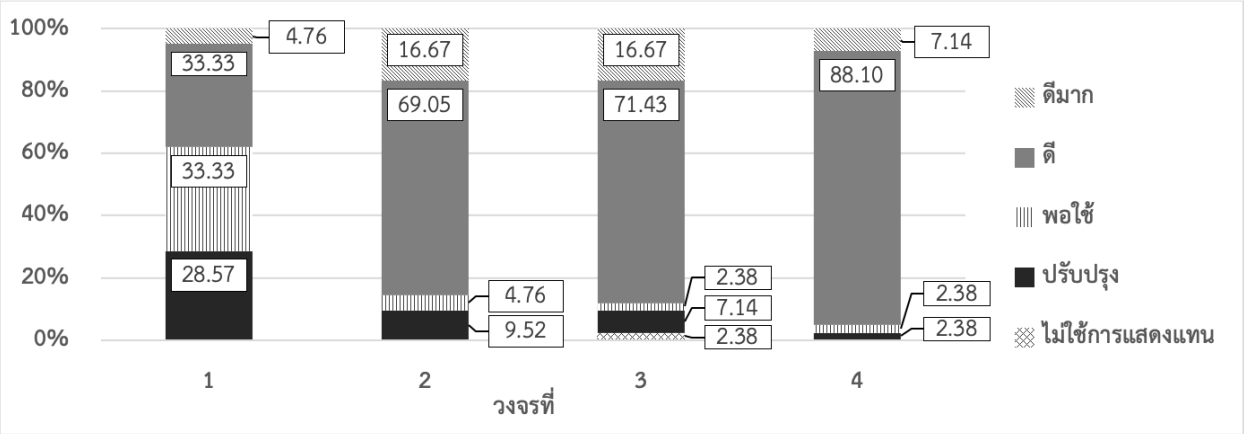
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการเรียนเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์จากแบบบันทึกการเรียนรู้และใบกิจกรรม พบว่าความสามารถในการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ 1) การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ ในวงจรที่ 1 และ 2 นักเรียนร้อยละ 97.62 และร้อยละ 95.24 อยู่ในระดับดีและดีมากตามลำดับ 2) การใช้รูปภาพ ในวงจรที่ 1 และ 2 นักเรียนที่มีความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับดีและดีมากมีจำนวนเท่ากัน คือร้อยละ 47.62 และ 50.00 ตามลำดับ ส่วนในวงจรที่ 4 นักเรียนร้อยละ 85.71 อยู่ในระดับดีและดีมาก 3) การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน พบว่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับดี และดีมากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร ดังภาพ 1



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 1 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามเกณฑ์ประเมินแต่ละระดับ แบ่งตามการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ (ก) การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ (ข) การใช้รูปภาพ (ค) การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน 3 รูปแบบคือ การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ การใช้รูปภาพ และการใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน ได้ผลดังตาราง 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

รูปแบบการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**		**ดัชนีประสิทธิผล**
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1) การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์	3.73	0.62	3.76	0.68	0.11
2) การใช้รูปภาพ	1.73	0.74	2.45	0.53	0.32
3) การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน	1.26	0.95	2.10	0.67	0.31
เฉลี่ย	2.24		2.77		0.30

จากตารางพบว่าความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยการกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์นั้นอยู่ในระดับดีมากทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าเฉลี่ยคือ 3.73 และ 3.76 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันคือ 0.62 และ 0.68 ตามลำดับ การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยการใช้รูปภาพก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.73 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 2.45 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ซึ่งมีดัชนีประสิทธิผลอยู่ที่ 0.32 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 32 และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

โดยการใช้สัญลักษณ์ทางการเขียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.26 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.95 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 2.10 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 ซึ่งมีดัชนีประสิทธิผลอยู่ที่ 0.31 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31

ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 2.24 (คิดจากการนำค่าเฉลี่ยก่อนเรียนทั้ง 3 รูปแบบมาหาค่าเฉลี่ยรวม) และค่าเฉลี่ยรวมหลังเรียนเป็น 2.77 โดยมีดัชนีประสิทธิผลอยู่ที่ 0.30 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 30

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จำนวน 45 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เมื่อเปรียบเทียบผลจากแบบทดสอบความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ พบว่า 1) การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์นักเรียนมีความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมากทั้งก่อนและหลังเรียน 2) การใช้รูปภาพ ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้และเมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานครบทุกวงจรแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี มีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 32 และ 3) การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุง และหลังเรียนนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ มีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31

อภิปรายผลการวิจัย

ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน แบ่งวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ ค่าเฉลี่ยของระดับความสามารถของนักเรียนอยู่ในระดับดีมากทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 และ 3.76 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่ามีการเริ่มใช้การแสดงแทนโดยการกระทำด้วยสื่ออุปกรณ์รูปแบบนี้ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลหรือประถมศึกษาจากข้อมูลที่สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 136 – 140) กล่าวไว้ว่าสำหรับชั้นอนุบาลถึงประถมศึกษาปีที่ 2 (Grades Pre-K – 2) นักเรียนจะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นเมื่อทำกิจกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างแนวคิด เช่น การใช้ลูกบาศก์ (Cubes) สองสีในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจการบวกเลข จะเห็นได้ว่าเป็นกิจกรรมที่ใช้ลูกบาศก์ในการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงไปสู่สัญลักษณ์ทางการเขียน และจากการวิจัยของ ไชยพร พิมพ์มะสอน (Phimmasone, 2012: 104) ที่วิเคราะห์การใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยการกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ โดยการใช้ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่งระหว่างสื่อที่เป็นตัวบล็อกกับสถานการณ์จริง ดังนั้นจากผลการวิจัยและการศึกษาจะได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่มีปัญหาในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยการกระทำด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์

2. การใช้รูปภาพ ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้การแสดงแทนโดยใช้รูปภาพสูงขึ้นเมื่อเทียบจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนนั่นคือ นักเรียนสามารถใช้รูปภาพประกอบการอธิบายของตนมาช่วยสะท้อนแนวคิดความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 32 จากการวิจัยพบว่าเกมที่ส่งเสริมความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปภาพคือเกมที่มีการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น เกมที่ให้จับคู่หรือจัดกลุ่มการแสดงแทนที่มีความหมายเดียวกัน นักเรียนจะได้เห็นและวิเคราะห์การแสดงแทนเหล่านั้นผ่านการเล่นเกม สอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 362 – 363) ที่ว่าการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 (Grades 9 – 12) สิ่งสำคัญสำหรับครูคือการเน้นถึงวิธีใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในความหมายเดียวกัน อีกทั้งเกมเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบคำตอบของเพื่อน นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามกับคำตอบที่เป็นการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ อีกทั้งยังได้มีการอภิปรายหาข้อสรุปในคำตอบนั้น ๆ สอดคล้องกับ สาวิตรี มูลสุวรรณ (Moonsuwan, 2011: 59) ที่กล่าวว่า สิ่งที่ครูต้องตระหนักถึงในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คือ ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้การแสดงแทนอย่างมีความหมายผ่านการคิดและการสื่อสาร โดยรับฟังความเห็นของนักเรียน จากการตั้งคำถามของนักเรียน และฝึกให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ประเภทต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้แก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความเชื่อมั่น ความชำนาญ และความสมบูรณ์ในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เรียนและประสบการณ์การใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเคยเจอ จะเห็นได้ว่าในวงจรที่ 4 มีนักเรียนร้อยละ 85.71 มีความสามารถในการใช้การแสดงแทนโดยใช้รูปภาพในระดับดีและดีมาก และนักเรียนร้อยละ 95.24 มีความสามารถในการใช้การแสดงแทนโดยใช้สัญลักษณ์ทางการเขียนในระดับดีและดีมาก เนื่องจากเนื้อหาเป็นเนื้อหาที่นักเรียนใช้ความรู้จากเนื้อหาก่อนหน้ามาประยุกต์ใช้ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้การแสดงแทนและสามารถใช้การแสดงแทนในเนื้อหานี้ได้เป็นอย่างดี

3. การใช้สัญลักษณ์ทางการเขียน ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้การแสดงแทนโดยใช้สัญลักษณ์ทางการเขียนสูงขึ้นเมื่อเทียบจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นั่นคือ นักเรียนสามารถเขียนแนวคิดและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยผ่านสัญลักษณ์ทางการเขียนได้มากขึ้น โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31 จากการวิจัยพบว่าเกมที่ส่งเสริมความสามารถในการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปภาพคือเกมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแสดงแทนคำตอบของตนเองจากการคิดและแลกเปลี่ยนกันในกลุ่มตรงตามแนวคิดของ นราทร พรหมจารีย์ (Pomjalee, 2009: 57 – 58) ที่ว่าผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ผ่านการเล่นเกมนั้น ซึ่งเกมเป็นสื่อที่น่าสนใจและเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจโดยทดลองทำด้วยตัวเอง สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่กุลนิดา ปลื้มปิติวิริยะเวช (Pluempitiwiriyawej, 2016: 76) ได้กล่าวว่าการส่งเสริมการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ คือ การส่งเสริมนักเรียนให้คิดค้นการแสดงแทนเพื่อสื่อสารความคิดของนักเรียนในรูปแบบที่หลากหลาย นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้น ในขั้นตอนสรุปผลในงานวิจัยครั้งนี้ จะสรุปผลการเรียนรู้

โดยครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ การใช้การแสดงแทนที่เป็นเหมาะสมสำหรับเรื่องนั้น ๆ จากนั้นนักเรียนจะบันทึกความรู้ความเข้าใจของตนเองลงในใบงาน ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 280) ที่กล่าวไว้ว่าครูควรแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการช่วยให้พวกเขาใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ และเน้นความสำคัญของการเลือกการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการทำงานทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ และยังสอดคล้องกับ Rowan, Mumme และ Shepherd (1990: 21) ที่ว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนแสดงแทนความคิดของตนเอง มีการเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนมีการสื่อสารที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลของการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ครูควรตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจกติกาเกมก่อนเริ่มเกมหรืออาจมีรอบทดลองโดยใช้เนื้อหาอื่นเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจกติกาเกม

2. เกมควรปรับความยาก – ง่าย ตามความสามารถของนักเรียน หากเป็นกิจกรรมกลุ่มควรใช้โจทย์มีความยากและซับซ้อนกว่าตัวอย่างและแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนเกิดการระดมสมองและสร้างความท้าทาย

3. การเล่นเกมควรมีลำดับในการเล่นหรือตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนทุกกลุ่มมีโอกาสตอบเท่า ๆ กัน

4. การให้คะแนนหรือการเก็บแต้มสะสมควรให้ตามลำดับ 1, 2 และ 3 เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้นและไม่หยุดทำกิจกรรมเมื่อมีเพื่อนชนะแล้ว

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานควรเพิ่มเกมที่มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความสนใจและการแสดงแทนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการทำวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในการโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

References

Chumwuttisak, K. and Silanoi, L. (2015). "The Developing Grade 5 Students' Analytical Thinking Skill and Attitude Towards Democratic Citizenship in The Learning Unit on "Good Citizen in A Democracy" Social Studies S15101 Course, Using Game-Based-Learning". **Journal of Education Khon Kaen University** 38(4): 177 – 185. (in Thai)

Duval R. (2000). "Basic Issues for Research in Mathematics Education". In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.). **Psychology of Mathematics Education (PME)** 24(1): 55 – 69. Hiroshima: Hiroshima University.

Gagatsis, A. and Shiakalli, M. (2004). "Ability to Translate from One Representation of The Concept of Function to Another and Mathematical Problem Solving". **Educational Psychology** 24(5): 645 – 657.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2008). **The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) Mathematics.** Bangkok: Religion Printing (in Thai).

Kaeopinta J. (2019). **Promoting Mathematical Communication Skills and Mathematics Achievement of Grads 8 Students by Using Group Investigation.** Master of Education Thesis Program in Mathematics Education Graduate School Chiang Mai University. (in Thai)

Kemmis, S. and McTaggart, R. (1990). **The Action Research Planner.** Geelong : Deakin University Press.

Lesh, R., Post, T. and Behr, M. (1987). "Representations and Translations Among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving". **Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics** 21: 33 – 40.

Makanong, A. (2010). **Skills and Mathematical Processes Development for Development.** Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)

Moonsuwan, S. (2011). **Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Using The FOPS Strategy on Mathematical Reasoning Ability and Mathematical Representation of The Eighth Grade Students.** Master of Education Thesis Program in Mathematics Education Faculty of Education Chulalongkorn University. (in Thai)

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics.** Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Phimmasone, C. (2 0 1 2). **Mathematical Representation of Students Using Instructional Materials During Mathematical Problem Solving**. Master of Education Thesis Program in Mathematics Education Graduate School Khon Kaen University. (in Thai)

Pluempitiwiriyawej, K. (2016). **Development of an Instructional Process Based on Mathematical Modeling and Scaffolding Approaches to Enhance Mathematical Problem Solving and Representation Abilities of Lower Secondary School Students.** Doctor of Philosophy Thesis Program in Curriculum and Instruction Faculty of Education Chulalongkorn University. (in Thai)

Pomjalee, N. (2009). **Identifying Problems in Air Conditioners: A Case Study in Games-Based Learning for Developing Creative Thinking Skills.** Master of Science Thesis Program in Industrial Education Faculty of Industrial Education and Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Rowan, T., Mumme, J., and Shepherd, N. (1990). "Implementing The "STANDARDS": Communication in Mathematics". **The Arithmetic Teacher** 38(1): 18-22. [Online]. Retrieved March 21, 2020, from www.jstor.org/stable/41194648.

Waiyakoon, S. (2016). **Development of an Instructional Learning Object Design Model for Tablet-Based Using Game Based Learning with Scaffolding to Enhance Mathematic Concepts for Mathematic Learning Disability Students.** Doctor of Philosophy Thesis Program in Educational Technology and Communications Faculty of Education Chulalongkorn University. (in Thai)