

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ โมเดลแอบสแตรกโคดของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

A Comparison of Increasing Mathematical Problem Solving Skills by using Abstract Code Model Computer Games of Lower Secondary School Students

อนวัช คงประเสริฐ¹, พูลพงศ์ สุขสว่าง² และ ศราวิน เทพสถิตยภรณ์³

Anawat Khongprasert¹, Poonpong Suksawang²,

Sarawin Thepsatitporn³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ 2) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านเขาแหลม จังหวัดสระแก้ว ปีการศึกษา 2559 จำนวน 60 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน และแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง (Three way ANOVA) ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) เพศไม่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

³ อาจารย์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ Graduate Student, Research and Statistics in Cognitive Science, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

² Assistant Professor, Lecturer in College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

³ Lecturer, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 3) นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงจะมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ 4) เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน

คำสำคัญ: ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โมเดลแอบสแตรกโคด ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare mathematical problem solving skills using the computer games developed on the abstract code model, categorized by genders, educational levels, and mathematical abilities of the lower secondary School (grade 7-9), and 2) to study interaction among genders, educational levels and mathematical abilities that enhance mathematical problem solving skills. Sixty students in lower secondary School from Ban Khao Lam school, Wang Sombun District, Sa Kaeo Province in the academic year 2016. The participants were recruited by simple random sampling. The research instruments were the computer games developed on the abstract code model and the mathematical problem solving skills test. The data were analyzed by three way ANOVA. The results were shown that 1) No effect of enhancement of mathematical problem solving skills on genders. 2) The students in grade 8-9 showed higher enhancement of mathematical problem solving skills than the students in grade 7. 3) The students who had high mathematical abilities showed higher enhancement of mathematical problem solving skills than the student who had low mathematical abilities. 4) There was no interaction between genders, educational levels and mathematical abilities.

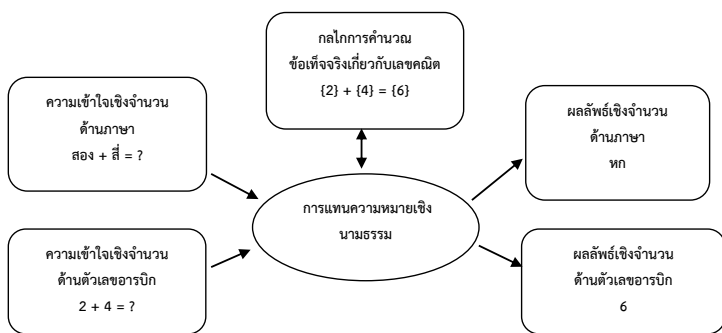
Keywords: Mathematical Problem Solving Skills, Abstract Code Model, Mathematical Abilities

บทนำ

การนำเทคโนโลยีมาพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนช่วยให้เกิดประโยชน์มากมายทั้งต่อผู้เรียนและครูผู้สอนด้วย เทคโนโลยีประเภทเกม (Game-Based Learning) กับการเรียนการสอนช่วยให้เกิดความสนุกสนานและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่ไม่น่าเบื่อ ดังนั้น การเรียนรู้ผ่านเกม (Game-Based Learning) จึงเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ทุกคนควรให้ความสนใจ เพราะเป็นเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้การศึกษาไทยก้าวหน้าขึ้นไป (ขวัญชนก แก้วสี, 2555) ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า มีหลากหลายปัจจัย เช่น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น (มะลิวรรณ โคตรศรี, 2548) รวมทั้งความแตกต่างระหว่างเพศ จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า ผู้ชายจะมีความสามารถในด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้หญิง แต่ขณะเดียวกันผู้หญิงก็มีความสามารถในการอ่านและการเขียนที่ดีกว่าผู้ชาย (Pahlke & Goble, 2015) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hyde, Fennema, & Lamon (1990) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศในด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์งาน 100 งาน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1963-1998 พบว่า ความแตกต่างในประสิทธิภาพด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเพศชายเริ่มเด่นชัดมากที่สุดไนโรงเรียนมัธยมปลายและระดับมหาวิทยาลัย

ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างกันย่อมส่งผลกระทบต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เช่นกัน โดยทั่วไปผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถบอกได้ถึงความสามารถของนักเรียนได้ (Ziegler & Raul, 2000) ซึ่งความสามารถด้านคณิตศาสตร์จะขึ้นอยู่กับพื้นฐานของนักเรียนด้วย นั่นคือนักเรียนในระดับชั้นที่สูงจะมีความสามารถที่สูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า เพราะมีความรู้ในการเรียนของเนื้อหา และประสบการณ์ที่มากกว่า โรงเรียนทั่วไปที่ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการจัดการเรียนการสอนจากง่ายไปหายากตามลำดับชั้นเรียนที่สูงขึ้นให้มีความเชื่อมโยงกัน สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ระยะที่ 3 ขั้นคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรมหรือขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี และระยะที่ 4 ขั้นของการคิด

อย่างมีเหตุผลและอย่างเป็นนามธรรม หรือขั้นการปฏิบัติการด้วยนามธรรม อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ได้ เข้าใจในสิ่งที่ เป็นนามธรรม (Huitt & Hummel, 2003) ดังนั้นหากเปรียบเทียบระหว่างระดับชั้น ม.1-3 ทั้ง 3 ชั้น ระดับชั้นที่มีความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ดีที่สุดคือ ระดับชั้น ม.3



ภาพที่ 1 โมเดลแอบสแตรกโคดของ McCloskey
(Campbell & Epp, 2005 : 348)

McCloskey's Abstract Code Model

เป็นรูปแบบของความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขตามแนวคิดของ McCloskey (1992) มี 3 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นโมเดลเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการใช้รหัสตัวเดียว (Single Code) ความเป็นนามธรรม (Abstract) และรหัสความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) องค์ประกอบทั้ง 3 ทำหน้าที่ ดังนี้ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารทำหน้าที่ในการนำเข้ารหัส (Encode) ข้อมูลตัวเลขที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ตัวเลขอารบิกตัวใดตัวหนึ่งที่ถูกเขียนภายในรหัสที่เป็นนามธรรมข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งผ่านไปยังระบบการคิดคำนวณ ซึ่งทำหน้าที่สร้างระบบปฏิบัติการในการคิดคำนวณโดยอาศัยความจำพื้นฐานเกี่ยวกับข้อเท็จจริงด้านตัวเลขกฎและนิยามรวมไปถึงการดำเนินการทางตัวเลข ผลลัพธ์เชิงตัวเลขจะถูกดำเนินการระหว่างการคิดคำนวณอยู่ในรูปแบบของรหัสที่เป็นนามธรรม ซึ่งถูกส่งผ่านมาจากความเข้าใจในสัญลักษณ์

ที่สื่อสารเพื่อดำเนินการแปลงคำตอบจากการหาคำถามให้ เป็นผลลัพธ์ในเชิงปริมาณ หรือผลลัพธ์เชิงตัวเลข

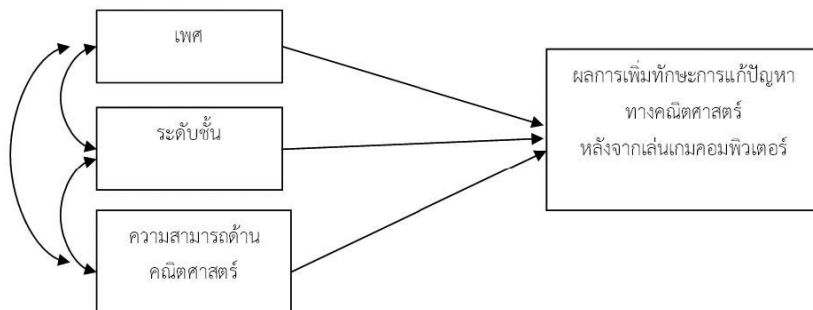
ด้วยการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ของ จาตุพัตร์ พากเพียร (2559) โดยใช้โมเดล แอบสแทรกโคดเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดล แอบสแทรกโคดเป็นฐานทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำเกมคอมพิวเตอร์นี้มาศึกษาต่อยอดเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำเกมนี้ไปใช้ในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน สำหรับประเด็นที่ผู้วิจัยศึกษา คือ การเปรียบเทียบผลการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ระดับชั้น ม.1-ม.3 ทั้ง 3 ชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำ จะมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแทรกโคดเป็นฐานจำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ใช้โมเดลแอบสแทรกโคดเป็นฐาน (Abstract Code Model) เป็นรูปแบบความรู้ ความเข้าใจเชิงตัวเลข ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยเริ่มจาก ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ที่พัฒนาขึ้นโดย จาตุพัตร์ พากเพียร (2559) สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์งานนี้จึงได้นำมาใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนโดยการเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 143 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาสาสมัครจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 60 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จับฉลากแบบไม่ใส่คืน จำแนกเป็นชาย 30 คน และ หญิง 30 คน จำแนกเป็นชั้น ม.1-3 ชั้นละ 20 คน และจำแนกเป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง จำนวน 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 30 คน

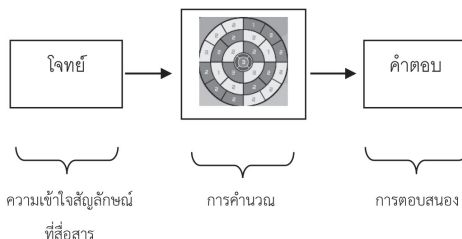
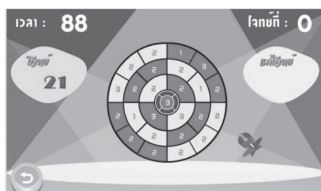
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ตัวแปรต้น คือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์
- 2) ตัวแปรตาม คือ ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ซึ่งวัดโดยใช้เกณฑ์คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ของการทำแบบทดสอบก่อนทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรมเล่นเกมคอมพิวเตอร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดย จาตุพภัทร์ พากเพียร มีทั้งหมด 5 เกม แบ่งเป็น 14 กิจกรรม ได้แก่ เกมปาเป้า เกมเครื่องดื่ม เกมฟาร์ม เกมบวกจำนวน และเกมเครื่องหมาย

(ฝึกจากเกมง่ายไปหาเกมยาก) ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะทำการฝึก 2 ครั้ง ติดต่อกัน รวมจำนวนครั้งที่ฝึกทั้งหมด 28 ครั้ง ต่อเนื่อง ยกเว้นวันเสาร์และวันอาทิตย์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างโครงเรื่องและเนื้อหาของเกมปาเป้า

3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 60 เครื่อง ที่มีการติดตั้งโปรแกรม เกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดย จาตุพัตร์ พากเพียร โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมด มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกเครื่อง

3.3 แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ ที่ จาตุพัตร์ พากเพียร พัฒนาขึ้นจำนวน 1 ฉบับ ใช้ทดสอบก่อนและหลังเล่นเกม คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 35 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน (คะแนนเต็ม 35 คะแนน) โดยแบบทดสอบนี้ผ่านการหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .82

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบการวิจัยเชิงทดลอง คณะผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยดำเนินการทดลองออกเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 ก่อนการทดลอง

1) ทำหนังสือแนะนำตัวจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการ ปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา พร้อมทั้งแนบรายละเอียดของการวิจัยถึงโรงเรียนเพื่อ ขออนุญาตเก็บข้อมูลกับนักเรียน

2) ติดต่อประสานงานกับโรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการคัดกรองนักเรียนเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3) ทำหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพาพร้อมทั้งแนบรายละเอียดการวิจัยถึงผู้ปกครอง เพื่อขออนุญาตให้นักเรียนเข้าร่วมงานวิจัย

4) นัดหมายและประชุมนักเรียน ณ โรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์และดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ทำการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 60 คน

5) นัดประชุมนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงขั้นตอนและทำความเข้าใจถึงการเตรียมตัวก่อนการทดลองและให้กรอกแบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย

ระยะที่ 2 ดำเนินการทดลอง

1) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ทำแบบทดสอบก่อนการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์

2) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดล แอบสแตร์โคดเป็นฐาน ทุกวันจันทร์-ศุกร์ ในช่วงเวลาเรียนสุดท้ายของการเรียนการสอนของตารางเรียน ซึ่งเป็นช่วงว่างกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ จำนวน 28 ชั่วโมง วันละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 6 สัปดาห์

3) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ทำแบบทดสอบหลังการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์

4) นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาหาค่าทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเล่นเกม โดยใช้สถิติพื้นฐาน โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

2. เปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample t-test)

3. เปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาหลังดำเนินกิจกรรม จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการใช้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA)

4. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทำแบบทดสอบ) จำแนกตามเพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยเกณฑ์ Relative Gain Score

ผลการศึกษา

1. วิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกม โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตัวแปร		n	test	M	S.D.	r	df.	t	ES.
เพศ	ชาย	30	Pre	9.37	5.13	.806	29	6.69*	.78
	-	30	post	14.27	6.76				
	หญิง	30	Pre	11.70	4.77	.788	29	7.28*	.80
	-	30	post	16.07	5.24				
ระดับชั้น	ม.1	20	Pre	8.10	4.48	.949	19	7.52*	.87
	-	20	post	10.95	5.20				
	ม.2	20	Pre	7.75	2.69	.350	19	5.95*	.81
	-	20	post	14.10	4.99				
	ม.3	20	Pre	15.75	2.97	.591	19	6.94*	.85
	-	20	post	20.45	3.61				
ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	สูง	30	Pre	12.03	4.83	.732	29	8.45*	.84
	-	30	post	17.60	4.86				
	ต่ำ	30	Pre	9.03	4.88	.830	29	5.80*	.73
	-	30	post	12.73	6.24				

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังทำกิจกรรมการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้โมเดล แอบสแทรกโคดเป็นฐานที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง ทุกกลุ่มจำแนกตามตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระหว่าง นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง

ตัวแปร	เพศ	n	M	S.D.	Levene	f
ทักษะเพิ่ม	ชาย	30	20.19	16.05	3.82 ^{ns}	.125 ^{ns}
	หญิง	30	18.85	12.90		

^{ns} $p \geq .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแทรกโคดเป็นฐาน ของนักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.19 และนักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.85 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .125 แสดงว่าผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระหว่าง ระดับชั้น

ตัวแปร	เพศ	n	M	S.D.	Levene	f
ทักษะเพิ่ม	ม.1	20	11.15	7.62	8.47 ^{ns}	5.885*
	ม.2	20	23.21	17.12		
	ม.3	20	24.20	13.67		

* $p < .05$

^{ns} $p \geq .05$

ตารางที่ 4 Post Hoc ในการตรวจสอบความแตกต่างของระดับชั้นในการเปรียบเทียบ
ผลการเพิ่มของทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Groups to be Compared		Mean Difference Between Group (I - J)		p
	Group I	Group J	Mean Difference	Standard Error	
ทักษะเพิ่ม	ม.1	ม.2	-12.06	4.19	.023*
	ม.1	ม.3	-13.04	3.50	.002*
	ม.2	ม.3	-.98	4.90	.996 ^{ns}

* $p < .05$

^{ns} $p \geq .05$

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานของ
นักเรียนชั้น ม.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.15 นักเรียนชั้น ม.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.21
และนักเรียนชั้น ม.3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.20 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ 5.885 แสดงว่า
ค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ชั้น
แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบ Post Hoc ในตารางที่ 4
พบว่า นักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่า
นักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียน ชั้น ม.3 มีผล
การเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้น ม.3 กับนักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มของทักษะ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง
นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถ
ด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

ตัวแปร	ความสามารถ ด้านคณิตศาสตร์	n	M	S.D.	levene	f
ทักษะเพิ่ม	กลุ่มสูง	30	24.15	13.08	.05*	6.756*
	กลุ่มต่ำ	30	14.89	14.48		

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกต์โคเป็นฐาน ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.15 และนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.89 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟเท่ากับ 6.756 แสดงว่าผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Source	SS	Df.	MS	f
Gender	26.560	1	26.560	.158 ^{ns}
Level	2110.292	2	1055.146	6.295*
Ability	1286.399	1	1286.399	7.674*
Gender x level	320.422	2	160.211	.956 ^{ns}
Gender x ability	12.825	1	12.825	.077 ^{ns}
Level x ability	228.110	2	114.055	.680 ^{ns}
Gender x level x ability	299.082	2	149.541	.892 ^{ns}
Corrected total	12329.905	59		

* $p < .05$

^{ns} $p \geq .05$

จากตารางที่ 6 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .892 ดังนั้น เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือ เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สรุปผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ มีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันถึงแม้ว่านักเรียนชายจะมีผลการเพิ่มที่สูงกว่านักเรียนหญิงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hyde, Fennema & Lamon (1990) ที่พบว่า ความแตกต่างในประสิทธิภาพด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเพศชายเริ่มเด่นชัดหลังจากที่โรงเรียนประถมศึกษาและเริ่มเด่นชัดมากที่สุด ในโรงเรียนมัธยมปลายและระดับมหาวิทยาลัย เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทำให้ไม่พบความแตกต่างมากนักระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

2. นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นผลมาจาก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความรู้พื้นฐานมากกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และในขณะที่ช่วงระยะเวลาของการทำการทดลองอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เพิ่งเลื่อนชั้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งถือว่าพื้นฐานด้านวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ที่มีเป็นของระดับประถมศึกษา ที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม ตามการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ระยะที่ 3 ขั้นคืออย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage or Period of Concrete Operation) หรือขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี (Huitt & Hummel, 2003) เมื่อมาเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ในรูปแบบความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลข ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยเริ่มจาก ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ

(Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ที่มีความเป็นนามธรรมทำให้ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนในเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นนามธรรมมาก่อนแล้ว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

สำหรับผลการทดลองระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน การวิเคราะห์เนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและการดำเนินการของวิชาคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่มีเรียนในสาระที่ 1 ซึ่งมีแค่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 เสมือนว่าความรู้พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในสาระที่ 1 ของวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้เมื่อมาเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน จึงมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ ระยะที่ 4 ขั้นของการคิดอย่างมีเหตุผลและอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operation Stage or Period of Formal Operation) หรือขั้นการปฏิบัติการด้วยนามธรรมอยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ได้ เข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม (Huitt & Hummel, 2003) และด้วยช่วงอายุที่ใกล้เคียงกันของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้มีสติปัญญาที่ไม่ต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล็กน้อย จากตารางที่ 4

3. กลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ เนื่องจากนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงหรือนักเรียนในกลุ่มเก่ง ซึ่งมีทักษะและกระบวนการต่างๆ ที่มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ คุณสมบัติของบุคคลที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงจะเชื่อมโยงในทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความรู้พื้นฐานเดิมที่มีการประมวลผลและการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลเชิงตรรกะขั้นสูง (Krutetskii, 1976) เมื่อได้เล่นเกมคอมพิวเตอร์นี้ย่อมส่งผลให้

พวกเขามีทักษะที่เพิ่มขึ้นและแตกต่างจากนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sak (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมการศึกษาที่เป็นองค์ความรู้ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการศึกษา พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีผลของการเพิ่มการคิดวิเคราะห์ กลยุทธ์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

4. ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากตัวแปรเพศมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ตามตารางที่ 6 จึงส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ด้วย ทำให้ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ละออง เชื้อบ่อคา (2549) ที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านคณิตศาสตร์กับการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่อการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 บุคลากรทางการศึกษาสามารถนำเกมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกมคอมพิวเตอร์นี้สามารถใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งนักเรียนชายและหญิง

1.2 ผู้ที่สนใจที่จะนำเกมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้และต้องการให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ควรนำไปใช้กับนักเรียนชั้น ม.2 และ ม.3

1.3 ครูผู้สอนในโรงเรียนที่สนใจการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์นี้ให้กับนักเรียนในห้องเรียน สามารถฝึกได้ทั้งนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาเกี่ยวกับความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน หรือเปรียบเทียบผลระหว่างโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชน

2.2 ควรศึกษาในการเพิ่มหรือการลดระยะเวลาของการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ซึ่งการวิจัยนี้มีการฝึกเล่นเกมทั้งหมด 28 ครั้ง เช่น ลดการฝึกลงเหลือ 14 ครั้ง หรือให้มีการฝึก 28 ครั้งเหมือนเดิม แต่เพิ่มการฝึกของแต่ละครั้งให้นานขึ้นจากเดิม ครั้งละ 1 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 2 ชั่วโมงต่อครั้ง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printery.
- ขวัญชนก แก้วสี. (2555). *Games Based Learning สื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ของไทย*. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, จาก <http://www.vcharkarn.comblog/115588>
- Kaewsee, Khanchanok. (2012). *Games Based Learning for new style learning of Thailand*. Retrieved April 29, 2016, from <http://www.vcharkarn.com/blog/115588>
- จตุพัตร์ พากเพียร. (2559). *การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโค้ดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Pakpearn, Jatupak. (2016). *Development of computer games based on the abstract code model for increasing mathematics problem solving skills for lower secondary school student*. Permanent head Damage. (Research and statistics in cognitive science). Burapha University.
- มะลิวรรณ โคตรศรี. (2548). การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 3(1), 32-48.
- Kotsri, Maliwan. (2005). Developmemt of a causal relationship model of mathematical problem solving ability of grade nine students. *Journal of Educational Research and Measurement*, 3(1), 32-48.

ละออง เชื้อบ่อคา. (2549). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางคณิตศาสตร์กับรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกันของวิชาการโปรแกรมเบื้องต้น เรื่องการใช้โปรแกรม MSW Logo เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา.

Charboka, Laong. (2006). *The study of interaction between the ability in mathematics with a form computer-assisted instruction with the different feedback of program work at the beginning "to use programming MSW logo" of grade 8 students.* (Master of education. Department of Educational Technology). Silpakorn University.

Campbell, J. I. D., & Epp, L. J. (2005). Architectures for Arithmetic In J. I. D., Campbell, (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition*. New York: Psychology Press.

Huitt, W., & Hummel, J. (2003). Piaget's theory of cognitive development. *Educational psychology interactive*, 3(2), 1-5.

Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 107(2), 139.

Krutetskii, V. A. (1976). The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren. Translated from Russian by J. Teller. In Kilpatrick J. & Wirszup (Eds.), Chicago: The University of Chicago.

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44(1-2), 107-157.

Pahlke, E., & Goble, P. (2015). Gender and Education A2-Wright, James D *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)* (pp. 682-688). Oxford: Elsevier.

Sak, U. (2016). EPTS Curriculum Model in the Education of Gifted Students. *Anales De Psicologia*, 32(3), 683-694.

Ziegler, A., & Raul, T. (2000). Myth and Reality: a review of empirical studies on giftedness. *High Ability Studies*, 11(2), 113-137.