การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

อนวัช คงประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อนวัช คงประเสริฐ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง)

..... กรรมการ
(ดร.ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี) และวิทยาการปัญญา
วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง และ ดร.ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิทยานิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.จาตุพักตร์ พากเพียร ผู้พัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์มาศึกษาต่อยอด รวมทั้งให้คำแนะนำการใช้โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขาแหลมและคณะครูที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา สมาชิกในครอบครัว ที่ให้กำลังใจสำคัญคอยให้การสนับสนุนอย่างดีเสมอมา และขอขอบคุณกำลังใจจาก เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

อนวัช คงประเสริฐ

57912208: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา;
วท.ม. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ โมเดลแอบสแตรกโคด/ ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

อนวัช คงประเสริฐ: การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (USING COMPUTER GAMES BASED ON ABSTRACT CODING TO IMPROVE THE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS, WITH GENDER AND GRADE LEVEL COMPARISONS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พูลพงศ์ สุขสว่าง, ค.ด., ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์, ปร.ด. 145 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านเขาแหลม จังหวัดสระแก้ว ปีการศึกษา 2559 จำนวน 60 คน จัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน และแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง (Three Way ANOVA)

ผลการวิจัยปรากฏว่า หลังจากการเล่นเกมที่พัฒนาขึ้น

1. เพศไม่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงจะมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ
4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

57912208: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE;
M.Sc. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING/ ABSTRACT CODE MODEL/
MATHEMATICAL ABILITY

ANAWAT KHONGPRASERT: USING COMPUTER GAMES BASED ON ABSTRACT CODING TO IMPROVE THE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS, WITH GENDER AND GRADE LEVEL COMPARISONS. ADVISORY COMMITTEE: POONPONG SUKSAWANG, Ph.D., SARAWIN THEPSATITPORN, Ph.D. 145 P. 2017

The objective of this research was to examine the effectiveness of using computer games based on abstract coding to enhance the mathematical problem-solving skills of lower secondary school students (grades 7 to 9) with gender, grade level, and mathematical ability as categorical variables. Participants were sixty students from Ban Khao Lam School, Wang Sombun District, Sa Kaeo Province, randomly assigned to experimental and control groups in the year 2016.
The research instruments were computer games based on abstract coding and mathematical problem-solving skills test. Data were analyzed by using ANOVA.

It was found that after using computer games:

1) Both genders showed similar improvements in mathematical problem solving skills.

2) The students in grades 8 and 9 evidenced a greater enhancement of mathematical problem solving skills than students in grade 7.

3) Students with higher mathematical ability showed a greater improvement in mathematical problem solving skills than students of lower mathematical ability.

4) There was no interaction between gender, educational level, and mathematical ability in relation to the enhancement of mathematical problem solving skills.

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฌ
บทที่
1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
สมมติฐานการวิจัย 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6
ขอบเขตของการวิจัย 7
นิยามศัพท์เฉพาะ 7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
ตอนที่ 1 แนวคิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 10
ตอนที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ 26
ตอนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 42
ตอนที่ 4 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 52
3 วิธีดำเนินการวิจัย 61
กลุ่มตัวอย่าง 61
แบบแผนการดำเนินการทดลอง 63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 63
วิธีดำเนินการทดลอง 65
การวิเคราะห์ข้อมูล 70
4 ผลการวิจัย 71
ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 71
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
จำแนกตาม เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติ
ทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน 72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตาม เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 77

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 81

5 สรุปและอภิปรายผล 83

สรุปผลการวิจัย 83

อภิปรายผลการวิจัย 85

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 87

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป 88

บรรณานุกรม 89

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สำเนาหนังสือขอความร่วมมือเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และสำเนาใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย 97

ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ 100

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของเกมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 103

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยาก (P_D) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ 106

ภาคผนวก จ แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 109

ภาคผนวก ฉ คู่มือเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 114

ภาคผนวก ช ตารางการทำกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์ 132

ภาคผนวก ญ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 134

ภาคผนวก ฏ ภาพกิจกรรมการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ 142

ประวัติย่อของผู้วิจัย 145

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ความสอดคล้องของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเกมคอมพิวเตอร์ 36

2-2 การวิเคราะห์โมเดลแอบสแตรกโคดในกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์ 37

2-3 การวิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 46

2-4 การวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยจาก ในประเทศและต่างประเทศ 57

2-5 การสังเคราะห์การใช้เครื่องมือและวิธีการในการเพิ่มทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 59

3-1 วันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์ฯ สำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 66

3-2 ลำดับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน 67

4-1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปร 72

4-2 ผลการเปรียบเทียบการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน 73

4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกม โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ 74

4-4 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจาก การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง 77

4-5 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจาก การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง ระดับชั้น 78

4-6 การทดสอบภายหลังของความสามารถในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับชั้น 79

4-7 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการ เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถ ด้านคณิตศาสตร์ต่ำ 80

4-8 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 81

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามคุณลักษณะของผู้เล่นต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 6
2-1 แนวคิดเกี่ยวกับการขั้นตอนการแก้ปัญหา 15
2-2 Abstract Code Model 18
2-3 กลไกการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ McCloskey 19
2-4 การประมวลผลจำนวนและระบบการคำนวณ (Number Processing and Calculation Systems) 20
2-5 ตัวอย่างของเกมปาเป้า (Darts) 33
2-6 ตัวอย่างของเกมเครื่องดื่ม (Beverage) 34
2-7 ตัวอย่างของเกมฟาร์ม (The Farm) 34
2-8 ตัวอย่างของเกมบวกจำนวน (Addition) 35
2-9 ตัวอย่างของเกมเครื่องหมาย (Operation) 36
3-1 ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 62
3-2 ลักษณะโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่มีทั้งหมด 5 เกม 64
3-3 ขั้นตอนในการดำเนินการของระยะเตรียมการและระยะดำเนินการ 65
3-4 การเล่นเกมคอมพิวเตอร์แต่ละเกมที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 เกม และแบ่งออกเป็น 14 กิจกรรม 69
3-5 หน้าต่างการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล โดยการคำนวณ ออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์ 70

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐานที่ 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 90) ซึ่งทักษะเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะทั้ง 5 ทักษะแก่ผู้เรียน โดยวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อยู่ในกลุ่มวิชาทักษะเป็นเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ที่จะเป็นพื้นฐานไปสู่การเรียนรู้วิชาอื่น ๆ รวมทั้งการเรียนต่อในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมคุณลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น การสังเกต ความละเอียด ทำงานรอบคอบ มีความมุ่งมั่นในการทำงาน มีสมาธิ รู้จักวิธีแก้ปัญหา เพราะจากที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งที่จำเป็นในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันวัน เช่น การซื้อขาย การวัด เวลา และอื่น ๆ อีกมากมายที่เกี่ยวกับจำนวนและปริมาณ สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและนำทักษะที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) เพื่อประเมินว่านักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับได้รับความรู้และทักษะสำคัญหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคมปัจจุบันมากน้อยเพียงใด การประเมินผล PISA ประเมินทุก 3 ปี โดยประเมินในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหา ภาพรวมผลการสอบคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติของ PISA 2015 จากทั้งหมด 72 ประเทศ โดยประเทศสิงคโปร์อันดับ 1 ประเทศเวียดนามอันดับที่ 21 และประเทศไทยอยู่ลำดับที่ 55 สำหรับภาพรวมทุกปะเทศในความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่านักเรียนชายมีคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับประเทศไทย นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีคะแนนคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน และโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ของ IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) โดย TIMSS เน้นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน กล่าวโดยสรุปคือ TIMSS ประเมินปัจจุบัน ส่วน PISA ประเมินอนาคต การประเมินผลนักเรียนนานาชาติสองโครงการนี้

จึงถือได้ว่าเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจะสะท้อนถึงคุณภาพการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนของประเทศ สถานภาพ ณ ปัจจุบัน ผลการประเมินทั้ง TIMSS และ PISA ชี้บอกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์ของไทยยังอยู่ห่างไกลเป้าหมายแห่งความเป็นเลิศ ในขณะที่ผลการประเมินของประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกด้วยกัน เช่น สิงคโปร์ ฮ่องกง เกาหลี และญี่ปุ่น ได้แสดงถึงความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ของประเทศเหล่านั้น ข้อมูลจากนานาชาติชี้นัยว่าความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่เป็นไปไม่ได้ถ้ามีความตั้งใจจริงที่จะทำเพราะประเทศในภูมิภาคเดียวกันยังทำได้ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินที่ต่ำของไทยอาจจะเป็นตัวกระตุ้นที่ดีให้แก่ระบบการศึกษา ซึ่งนอกจากจะสร้างความท้าทายที่จะต้องปรับปรุงแล้ว ยังให้ข้อมูลที่สามารถตรวจสอบหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จ ผลการศึกษาของ TIMSS และ PISA ยังชี้ถึงจุดที่ควรจะปรับปรุงเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ด้วย (สุนีย์ คล้ายนิล, 2557, หน้า 22) จุดที่แสดงถึงปัญหาที่ต้องแก้ไขคือ O-Net หรือ Ordinary National Education Test คือ การทดสอบภายในประเทศซึ่งเป็นการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน ทดสอบทุกปีโดยทดสอบในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้ออกข้อสอบคือ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) โดยทำการทดสอบใน 5 วิชา ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษาฯ และ ภาษาอังกฤษโดยผลทดสอบในหลายปีที่ผ่านมาวิชาคณิตศาสตร์ถือว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับอีก 4 วิชา ที่สอบด้วยกัน และผลการทดสอบประจำปีการศึกษา 2559 วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งประเทศ ต่ำกว่าครึ่ง จากคะแนนเต็ม 100 เฉลี่ย 29.31 (มติชนออนไลน์, 2560) ด้วยผลคะแนนเฉลี่ย O-Net ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ในภาพรวมทั้งประเทศ รวมทั้งโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนอยู่ด้วย ทำให้ผู้วิจัยหาวิธีการหรือนวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหาของนักเรียนในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและไม่อาจมองข้ามได้ เพราะคนเก่งคณิตศาสตร์สามารถสร้างคุณประโยชน์แก่ประเทศชาติมากมาย คนที่เก่งคณิตศาสตร์ไม่ได้เก่งจากการเรียนรู้จากครูผู้สอนในห้องเรียนอย่างเดียว แต่ต้องหมั่นหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่มาฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และหัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การฝึกทำแบบฝึกหัด การมีความรู้และเข้าใจ ในหลักการ วิธีการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับเนื้อหานั้น ๆ จากการตั้งใจเรียนจากครูผู้สอนและศึกษาตัวอย่างในหนังสือต่าง ๆ การฟังหรืออ่านหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจก็ต้องศึกษาเพิ่มเติมหรือถามผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นทันทีไม่รอช้าจนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดของเรื่องนั้น ๆ จนสามารถอธิบาย เขียน หรือ ยกตัวอย่างได้ ดังนั้นในการเริ่มต้นเรียนคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจความคิดรวบยอดก่อน หากไม่เข้าใจต้องศึกษาหรือถามผู้รู้ให้เข้าใจ เพื่อนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่อไป จนเกิดเป็นทักษะการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดคำนวณ การวัด การประมาณ การอ่าน และแปลผลข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การทำนาย สิ่งที่สำคัญคือฝึกฝนทำแบบฝึกหัดหรือทำโจทย์คณิตศาสตร์มาก ๆ อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญมาก เพราะหากไม่มีการฝึกฝนก็จะไม่สามารถเป็นคนเก่งคณิตศาสตร์ได้เลย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือ

การนำเสนอแนวคิดทางคณิตสาสตร์การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 1)

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้พัฒนาการศึกษาอย่างได้ผลนั้น ครูต้องสนับสนุนให้เด็กใช้ไอทีในฐานะ “เครื่องมือ” เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยเฉพาะสำหรับระบบการศึกษาปัจจุบันครูต้องสวมบทบาทหลักเป็น “คู่คิด” คือทั้งสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิดแนะนำและเป็นพี่เลี้ยงช่วยแก้ปัญหาอันเป็นการเรียนแบบร่วมมือกันอย่างใกล้ชิด หาความรู้ไปด้วยกัน ซึ่งท้ายที่สุดจะเชื่อมต่อครู-นักเรียน เปิดประตูออกสู่สังคมโลกที่กว้างขึ้น โครงการแท็บเล็ตพีซีเพื่อการศึกษาไทย (One Tablet Per Child) มิใช่เป็นเพียงเครื่องมือให้กับนักเรียนใช้เรียน แทนหนังสือเรียนเท่านั้น แต่ความเป็นจริงแล้วแท็บเล็ตพีซีนี้สามารถทำอะไรได้อย่างมากมาย ขึ้นอยู่กับครู ผู้บริหารและผู้ปกครองจะนำเครื่องมือนี้ไปใช้อย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ และแหล่งความรู้ต่าง ๆ เป็นการสร้างความตื่นตัวให้กับเด็ก เยาวชนและประชาชนทุกระดับ จึงนับได้ว่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ในการกระตุ้นให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างเด็กเล็ก กับพ่อแม่ผู้ปกครองซึ่งยังอยู่ในวัยหนุ่มสาว ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ในโลกกว้างและยังสร้างความเท่าเทียมกันระหว่างเด็กในเมืองกับเด็กในชนบท สร้างโอกาสและพัฒนาคุณภาพ ทางการศึกษาโดยใช้สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย สามารถใช้ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการการเรียนรู้รายบุคคล

ทักษะทางด้านเทคโนโลยี (Computing and ICT Literacy) เป็นทักษะที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งผู้เรียนและคนในยุคใหม่โดยเฉพาะยุคศตวรรษที่ 21 จะต้องเรียนรู้และสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะทักษะที่เกี่ยวเนื่องกับข้อมูลข่าวสารและการสื่อสารที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและอย่างกว้างขวาง ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนการสอนสนุกสนานและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นการสร้างเจตคติ รวมทั้งพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่ไม่น่าเบื่ออีกต่อไปสำหรับผู้เรียน (ขวัญชนก แก้วสี, 2555) ดังนั้นการเรียนรู้ผ่านเกม (Game-Based Learning) จึงเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ทุกคนควรให้ความสนใจและไม่ควรมองข้าม เพราะเป็นเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้การศึกษาไทยก้าวหน้าขึ้นไป

ปัญหาสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ ครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด และปัญหาอีกอย่างที่ตามคือในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ปัญหาที่เกิดขึ้นคือผู้เรียนไม่สามารถนำเอาความรู้ที่เรียนในชั้นเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มที่ รับแต่ความรู้แต่ไม่ค่อยได้ใช้ความรู้นั้นให้เป็นประโยชน์ได้ เนื่องจากการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นที่การสอบแข่งขันเพียงอย่างเดียว จนทำให้ครูผู้สอนหรือผู้เรียนไม่เกิดความสนุกสนานในการเรียนในชั้นเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีสุดา ด้วงโต้ด, ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์ พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เกมคอมพิวเตอร์ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เกิดความสนุกสนาน ฝึกการเผชิญปัญหาด้วยตนเองและเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลถึงทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ดีขึ้น และหากเปรียบเทียบระหว่างเพศแล้ว โดยทั่วไปความแตกต่างทางเพศ ผู้ชายจะมีความสามารถในด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้หญิง แต่ขณะเดียวกันผู้หญิงก็มีความสามารถในด้านการอ่านและการเขียนที่ดีกว่าผู้ชาย (Pahlke & Goble, 2015) ถึงแม้ว่างานวิจัยต่าง ๆ จะมีผลที่บ่งชี้ว่า ผู้ชายมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าผู้หญิง แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น (มะลิวรรณ โคตรศรี, 2548)

จากการศึกษาและผลการวิจัยจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งนับเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559) เป็นผลดีทั้งต่อนักเรียนและครูผู้สอนด้วย แต่ผลการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นนั้น ระหว่าง เพศชายกับเพศหญิง ระดับชั้น ม.1- ม.3 และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจนำเกมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ได้เหมาะสม สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานจำแนกตาม เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการปฏิสัมพันธ์ ต่อไปนี้

2.1 เพศกับระดับชั้น

2.2 เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

2.3 ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

2.4 เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

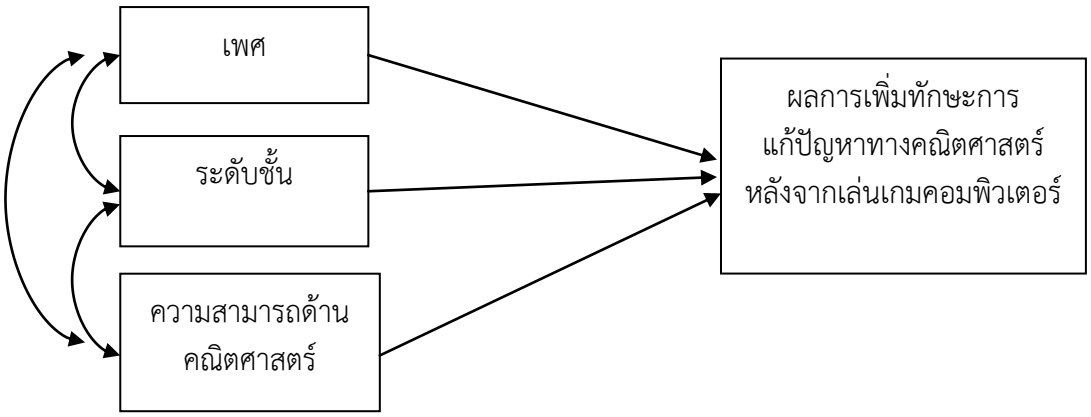
การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน (Abstract Code Model) เป็นรูปแบบความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลข ทั้ง 3 มิติ โดยเริ่มจาก ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ที่พัฒนาขึ้นโดย จาตุพักตร์ พากเพียร (2559) สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเปรียบเทียบของทั้ง 3 ตัวแปร ดังนี้

ความแตกต่างระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของผู้ชายจะดีกว่าผู้หญิง (Pahlke & Goble, 2015) เมื่อนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เล่นเกมคอมพิวเตอร์นี้ ที่มีเนื้อหาที่เป็นคณิตศาสตร์ยิ่งส่งผลให้นักเรียนชายมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากนักเรียนหญิง

ความแตกต่างระหว่างระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยระดับชั้นที่ต่างกัน ย่อมมีความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน ซึ่งระดับชั้นที่สูงกว่าย่อมมีความรู้พื้นฐานที่ดีกว่าในระดับชั้นที่ต่ำกว่า สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นโรงเรียนทีมีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งโดยทั่วไปในการเรียนการสอนให้นักเรียนย่อมจัดตามพัฒนาการทางสติปัญญาที่เรียนจากง่ายไปหายาก จากรูปธรรมไปหานามธรรม (Huitt & Hummel, 2003) ดังนั้นเมื่อนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ซึ่งเนื้อหาของเกมมีขอบเขตแค่ในสาระที่ 1 ของวิชาคณิตศาสตร์ ย่อมมีผลของการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 3 ระดับชั้น

ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียน โดยในเกมคอมพิวเตอร์นี้มีเนื้อที่มีขอบเขตตามสาระที่ 1 วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบของการฝึกเล่นเกมทั้งหมด 14 กิจกรรม เล่นกิจกรรมละ 2 ครั้งติดต่อกัน สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงพวกเขาจะมีการเชื่อมโยงในทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการประมวลผลและการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลเชิงตรรกะขั้นสูง (Krutetskii, 1976) ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วกว่า ซึ่งเมื่อมาเล่นเกมคอมพิวเตอร์นี้ ย่อมมีผลของการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

โดยการเปรียบเทียบทั้ง 3 ตัวแปรที่มีความจำเป็น สำหรับผู้ที่จะนำเกมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
จำแนกตามคุณลักษณะของผู้เล่นต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชายมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

2. นักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่าระดับชั้นที่ต่ำกว่า ดังนี้

2.1 นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3 นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง จะสามารถเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิงหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่นำเกมนี้ไปใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

2. ทำให้ทราบผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มนักเรียน ชั้น ม.1 ชั้น ม.2 และชั้น ม.3 หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่นำเกมนี้ไปใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

3. ทำให้ทราบผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่นำเกมนี้ไปใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

4. ทำให้ทราบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่นำเกมนี้ไปใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านเขาแหลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 143 คน

เนื้อหาในเกมคอมพิวเตอร์

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations) มีเนื้อหาดังนี้

1. ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน
2. สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง
3. การดำเนินการของจำนวน
4. อัตราส่วน
5. ร้อยละ
6. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวแปรในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ตัวแปรตาม คือ ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ซึ่งวัดโดยใช้เกณฑ์คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ของการทำแบบทดสอบก่อนทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรมเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving Skills) หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา

และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอยู่ในหลักการและความสมเหตุสมผล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Games) หมายถึง โปรแกรมที่พัฒนาและออกแบบมาให้เล่น มีรูปแบบมีกฎของการเล่นเพื่อความสนุก เพลิดเพลินและช่วยให้ผู้เล่นคลายเครียด ถ้าเล่นอย่างมีขอบเขต

โมเดลแอบสแตรกโคด (Abstract Code Model) หมายถึง รูปแบบความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขตามแนวคิด McCloskey's (1992) โดยประกอบด้วย 3 มิติ โดยเริ่มตั้งแต่ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Caculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ

ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนสัญลักษณ์เชิงปริมาณ เช่น ตัวเลขอารบิก เลขโรมัน จำนวนนับ กลุ่มคำ ประโยค ฯลฯ ให้เป็นรูปแบบนามธรรม สอดคล้องกับกระบวนการรับรู้ของระบบประสาท

การคำนวณ (Calculation) หมายถึง กระบวนการคิดหาคำตอบของผู้เรียนเกี่ยวกับจำนวนหรือปริมาณ ซึ่งอาจจะคิดในใจหรือแสดงวิธีคิดหาคำตอบออกมา โดยอาศัยกฎ นิยามหรือทฤษฎี เชิงนามธรรม เช่น 0×N=0, 0+N=N เป็นต้น

ระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) หมายถึง การแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณออกมาเป็นสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทั้งตัวเลข กลุ่มคำ ประโยคและคำพูด

เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน (Computer Games Based on Abstract Code Model) หมายถึง โปรแกรมที่ออกแบบมาให้ผู้เล่นทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีรูปแบบและกฎของการเล่น เพื่อความสนุกสนานในเครื่องคอมพิวเตอร์และบนกระดานชนวนอัจฉริยะ (Tablet) ที่มีสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในจำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations) ตามแนวคิดโมเดลแอบสแตรกโคด

แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving Skills Test) หมายถึง แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ จาตุพักตร์ พากเพียร ที่ปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและบริบทของผู้สอบ เป็นแบบเติมคำตอบ มีจำนวน 35 ข้อ คะแนนเต็ม 35 คะแนน

นักเรียน (Students) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยของโรงเรียนบ้านเขาแหลม จังหวัดสระแก้ว ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

การเล่นเกม (Playing Games) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในชั่วโมงลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์

ผู้เล่นเกม (Game Player) หมายถึง นักเรียนที่สมัครเข้าร่วมการทดลองการเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน จำนวน 60 คน

เพศ (Genders) หมายถึง กลุ่มของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่สมัครเข้าร่วมการทดลองเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เพื่อเพิ่มทักษะ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับชั้น (Educational Levels) หมายถึง กลุ่มของนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมการทดลองเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน เป็นนักเรียนที่เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Abilities) หมายถึง ผลการเรียนในชั้นปีที่ผ่านมาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมการทดลองเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานทุกคนโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 18) ดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง
- เกรด 4 หมายถึง ผลการเรียนดีเยี่ยม (80 -100 คะแนน)
- เกรด 3.5 หมายถึง ผลการเรียนดีมาก (75 -79 คะแนน)
- เกรด 3.0 หมายถึง ผลการเรียนดี (70 -74 คะแนน)

กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ
- เกรด 1.5 หมายถึง ผลการเรียนพอใช้ (55 - 59 คะแนน)
- เกรด 1 หมายถึง ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (50 - 54 คะแนน)
- เกรด 0 หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ (0 - 49 คะแนน)

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Increasing Mathematical Problem Solving Skills) หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง นำมาคำนวณผ่านสูตร คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ค่าที่ได้จะบอกถึงการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นพัฒนาการหลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ โดยการคำนวณผ่านสูตรนี้สามารถแก้ปัญหาอิทธิพลคะแนนเพดาน เป็นปัญหาผู้ที่ได้คะแนนการวัดครั้งแรกสูงแต่ปริมาณคะแนนเพิ่มจะน้อยกว่าคนที่ได้คะแนนครั้งแรกต่ำ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 การเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้

1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 กระบวนการแก้ปัญหา

1.4 ยุทธวิธีแก้ปัญหา

1.5 ลักษณะของการคิดแก้ปัญหา

1.6 การเรียนรู้ตามแนวคิด McCloskey's Abstract Code Model

1.7 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์

2.1 ความหมายของเกมคอมพิวเตอร์

2.2 ชนิดของเกม

2.3 ชนิดของเกมคณิตศาสตร์

2.4 ประโยชน์ของเกม

2.5 หลักและขั้นตอนการนำเกมมาใช้ประกอบการสอนคณิตศาสตร์

2.6 เกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเกม

ตอนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความแตกต่างระหว่างเพศ

3.2 ความแตกต่างระหว่างระดับชั้น

3.3 ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 แนวคิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การเรียนรู้ หมายถึง การได้รับความรู้ พฤติกรรม ทักษะ คุณค่า หรือความพึงใจ ที่เป็นสิ่งแปลกใหม่หรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ และอาจเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารสนเทศชนิดต่าง ๆ ผู้ประมวลทักษะของการเรียนรู้เป็นได้ทั้งมนุษย์ สัตว์ และเครื่องจักรบางชนิด ความก้าวหน้า

ในการเรียนรู้เมื่อเทียบกับเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี, 2559)

1. การเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้

การเรียนรู้มีอยู่ 3 ประการด้วยกัน (จิราภรณ์ ตั้งกิตติมาภรณ์, 2556, หน้า 91-92) ดังนี้

1.1 การเรียนรู้เป็นผลของประสบการณ์หรือการฝึกฝนซ้ำซาก ถ้าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใดเป็นผลมาจากกระบวนการเจริญเติบโตของวุฒิภาวะหรืออิทธิพลของสารเคมีในร่างกายหรือความบกพร่องของร่างกาย ไม่ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ เช่น พฤติกรรมการกระตุกของกล้ามเนื้อตาอันเนื่องมาจากความพิการของสมองไม่ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้

1.2 การเรียนรู้ให้ผลในแง่ของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม พฤติกรรมที่เป็นอยู่ก่อนจะเปลี่ยนไปทันทีหลังผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยที่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้นอาจเป็นไปในทางที่ดีขึ้นหรือแย่กว่าเดิมก็ได้ เช่น หลังจากการเรียนรู้จากหนังสือ บางคนเปลี่ยนพฤติกรรมจากการไม่ออกกำลังกายเป็นออกกำลังกายทุกวัน หรือบางคนเปลี่ยนพฤติกรรมจากไม่เล่นการพนันเป็นการเล่นการพนัน ฯลฯ

1.3 การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะค่อนข้างถาวร พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปชั่วครั้งชั่วคราวไม่อาจเรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้ การเรียนรู้ จึงต้องเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในลักษณะค่อนข้างถาวร และไม่สามารถลบร้างการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นออกไปได้ เช่น คนที่ถีบจักรยานเป็นแล้วก็ย่อมถีบจักรยานเป็นตลอดไป เพียงแต่ความคล่องแคล่วในการถีบจักรยานเปลี่ยนไปบ้าง ถ้าบุคคลนั้นละเลยการถีบจักรยานไปนาน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Factors Influencing the Effectiveness of Learning)

ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้เร็ว และผลการเรียนรู้นั้นจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (จิราภรณ์ ตั้งกิตติมาภรณ์, 2556, หน้า 106-107)

1. ตัวผู้เรียน (Learner)

1.1 วุฒิภาวะทางกายและความพร้อมทางจิตใจ

1.2 ระดับสติปัญญาและความสามารถในการจำ

1.3 อายุ/วัยของผู้เรียน

1.4 แรงจูงใจ

1.5 ประสบการณ์เดิม

นอกจากนี้การเรียนรู้จะให้ผลดีที่สุดคือเวลาที่เกิดวุฒิภาวะนั้น และถ้าละเลยเวลาของวุฒิภาวะแล้ว การเรียนรู้ก็จะยากและบางครั้งก็ไม่เกิดการเรียนรู้เลย (จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ, 2555, หน้า 107)

2. วิธีการเรียน (Learning Method)

2.1 การถ่ายทอดการเรียนรู้

2.2 ลักษณะการฝึกการเรียน

2.3 การรับรู้ผลการเรียน

2.4 การให้สิ่งเสริมแรง

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagne) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 46-47)

มีสาระสำคัญเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เนื่องจากกานเยใช้วิชาคณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับอธิบายการเรียนรู้ตามตามทฤษฎีของเขา กาเย่เสนอแนวคิดว่าการเรียนการสอนต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อระบุว่า จะให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไร ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานเดิมของผู้เรียน และการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ กาเย่แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท

1. การเรียนรู้เครื่องหมายหรือสัญญาณ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นไปอย่างอัตโนมัติ ไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้

2. การเรียนรู้สิ่งเร้าและการตอบสนอง เป็นการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง แตกต่างจากการเรียนรู้สัญญาณตรงที่ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเองได้

3. การเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบลูกโซ่ เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่ต่อเนื่องกันจนกลายเป็นทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการเคลื่อนไหว

4. การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงทางภาษา เป็นการเรียนรู้ที่คล้ายกับการเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบลูกโซ่ แต่ต่างกันตรงที่การเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบลูกโซ่ เป็นการใช้กลไกกล้ามเนื้อ แต่การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงทางภาษาเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ภาษา

5. การเรียนรู้แบบจำแนกความต่าง เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้

6. การเรียนรู้ความคิดรวบยอด/มโนทัศน์ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจัดกลุ่มความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งเร้าจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

7. การเรียนรู้กฎ เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงความคิดรวบยอดตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป และตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น

8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้โดยนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 2) ได้ให้ความหมายและขอบเขตของคณิตศาสตร์จะเปลี่ยนแปลงตามมุมมองของมนุษย์ในแต่ละยุคสมัย แต่ลักษณะและธรรมชาติของคณิตศาสตร์ยังคงเป็นจริงเสมอ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย เช่น การใช้จำนวนในการสื่อปริมาณว่ามีมากน้อยเพียงใด การใช้เครื่องหมายบวก (+) แทนการรวมกันของสิ่งของ

2. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีเหตุมีผลและสามารถพิสูจน์ได้ เช่น การพิสูจน์ว่า จำนวนคู่หารลงตัวด้วย 2 การพิสูจน์ว่า ในเรขาคณิตแบบยุคลิด ผลรวมของขนาดมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา

3. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ความรู้ที่เป็นระบบ มีโครงสร้าง และแบบแผนที่ชัดเจน เช่น ระบบจำนวนเป็นระบบที่ประกอบด้วยจำนวนประเภทต่าง ๆ โดยมีโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของจำนวนชัดเจน

4. คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การคิด และการแก้ปัญหา เช่น การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

5. คณิตศาสตร์มีความเป็นสากล สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เช่น คำอนิยามเกี่ยวกับจุด เป็นที่เข้าใจกันทั่วโลก วิธีแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ใช้กันเป็นสากลทั่วไป

ทฤษฎีความเชื่อมโยง (วิภาพร มาพบสุข, 2547, หน้า 341-343)

ธอร์นไดค์ (Thorndike) เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้ในแนวทางเดียวกับการวางเงื่อนไขแบบแสดงการกระทำ (Operant Coditioning) แต่ทฤษฎีของเขามุ่งแสดงความสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Connection) ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง ที่ได้รับความพึงพอใจตามมาทฤษฎีของเขาในระยะแรกจึงเรียกว่า ทฤษฎีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง

ธอร์นไดค์ (Thorndike) อธิบายว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่ออินทรีย์ต้องเผชิญปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน อินทรีย์จะดิ้นรนด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อหลุดพ้นจากปัญหานั้นและจะสามารถแก้ปัญหาได้โดยการลองผิดลองถูกในช่วงแรก จึงเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่มีหลักเกณฑ์และไม่มีจุดหมายปลายทางที่แน่นอน และเมื่อต้องตกอยู่ในปัญหานั้นอีกในครั้งต่อมา เขาจะแก้ได้เร็วขึ้น เพราะมีการฝึกหัดบ่อย ๆ จนเกิดการเรียนรู้ด้วย การเชื่อมโยงระหว่างปัญหา กับวิธีแก้ปัญหาที่ได้ผลพึงพอใจตามมา

ได้ตั้งกฎการเรียนรู้ไว้ 3 ข้อ ดังนี้

1. กฎความพร้อม (Law of Readiness) สภาพความพร้อมของร่างกายที่จะแสดงพฤติกรรมออกมา ได้แก่ ความพร้อมในการเรียนรู้ (Readiness to Learn) ซึ่งประกอบด้วยความพร้อมจากการมีวุฒิภาวะมีประสบการเดิม และมีความพร้อมทางจิตใจ

2. กฎการฝึกหัด (Lew of Exercise) การฝึกหัด หมายถึงการทำซ้ำ เพื่อให้จำได้ ธอร์นไดค์สรุปกฎนี้ว่า สิ่งที่ได้เรียนแล้วถ้าได้ทำซ้ำจะทำสิ่งนั้นได้ดีแต่ถ้าไม่ได้ทำซ้ำ ๆ จะทำสิ่งนั้นได้ไม่ดีเนื่องจากการลืม

3. กฎแห่งผล (Lew of Effect) กล่าวว่าพฤติกรรมที่ทำแล้วได้รับผลที่พึงพอใจ คนจะกระทำพฤติกรรมนั้นอีก เพราะผลของการกระทำช่วยให้เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองเข้มแข็งขึ้นผลของการกระทำนี้ คือการเสริมแรงนั่นเอง

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไปอย่างไรก็ตามปัญหาอีกสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 7)

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและนอกห้องเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 6)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้ของสถานการณ์นั้นทันทีและ

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 7)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหาและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ
(เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 109)

กล่าวโดยสรุป ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอยู่ในหลักการและความสมเหตุสมผล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

3. กระบวนการแก้ปัญหา

เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการอย่างหนึ่งดังนั้นครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาแม้ว่ามีนักเรียนบางส่วนดำเนินการแก้ปัญหาเองได้ แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าควรจะเริ่มต้นแก้ปัญหานั้นอย่างไรและจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไปทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

กระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 8-9) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง จึงอาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางหรือวางแผนในการแก้ปัญหา และสุดท้ายเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

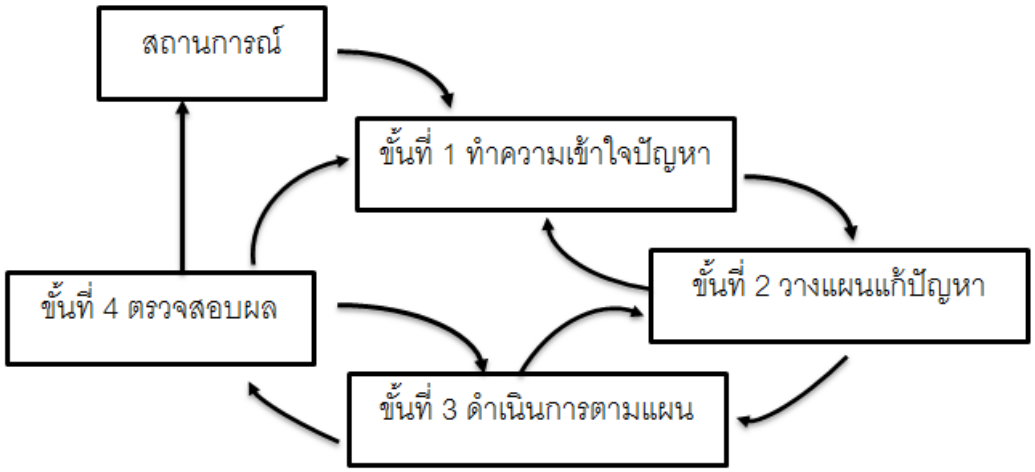
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

ขั้นตอนนี้ต้องการให้มองย้อนกกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

ปัจจุบันมีการปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยาขึ้นใหม่ โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงได้ในทุกขั้นตอน ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 แนวคิดเกี่ยวกับการขั้นตอนการแก้ปัญหา (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2558)

4. ยุทธวิธีแก้ปัญหา

จากประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยในหลายปีที่ผ่านมา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะปัญหา ความถนัดและประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา โดยจะยกตัวอย่างยุทธวิธีคร่าว ๆ มีดังนี้

4.1 การค้นหาแบบรูป

4.2 การสร้างตาราง

4.3 การเขียนภาพหรือแผนภาพ

4.4 การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

4.5 การคาดเดาและตรวจสอบ
4.6 การทำงานแบบย้อนกลับ
4.7 การเขียนสมการ
4.8 การเปลี่ยนมุมมอง
4.9 การแบ่งเป็นปัญหาย่อย
4.10 การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
4.11 การให้เหตุผลทางอ้อม
4.12 เชื่อมโยงกับปัญหาที่คุ้นเคย
4.13 การวาดภาพ
4.14 การสร้างแบบจำลอง
4.15 อื่น ๆ

Laski et al. (2013) กล่าวว่าเด็กส่วนใหญ่ในตอนแรกใช้กลยุทธ์พื้นฐานแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การนับนิ้วมือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานจุดเริ่มต้นของการศึกษาด้วยการใช้ปัญหาพื้นฐานให้เด็กด้วยวิธีการพัฒนาความเข้าใจในคำตอบ (เช่น พวกเขาเชื่อมโยงคำตอบของ 4 ที่มีปัญหา 2 + 2) ที่ช่วยให้พวกเขาเปลี่ยนวิธีการเพื่อแก้ปัญหา เช่น การกระจายตัวเลขและการจัดกลุ่มใหม่ การฝึกทำบ่อย ๆ ในหน่วยความจำที่ใช้กระบวนการ เกี่ยวข้องโดยตรงถึงวิธีการแก้ปัญหาจากหน่วยความจำ (เช่น 6 + 6 เป็น 12) ตัวเลขในปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นชุดขนาดเล็กจากการจดจำ ยกตัวอย่างเช่นการแก้ 6 + 6 เด็กที่ใช้การกระจายตัวเลข แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วิธีการแก้ต้องใช้หลายขั้นตอน เกี่ยวข้องกับ Working Memory ที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวเลขใหม่ (5 + 1) + (5 + 1) หรือ 5 + 5 + 2 เรียกคำตอบของ 5 + 5 แล้วเพิ่ม 2 ผ่านการดึงตัวร่วมหรือการนับรวมใหม่

5. ลักษณะของการคิดแก้ปัญหา

ลักษณะของการคิดแก้ปัญหา (สุวิทย์ มูลคำ, 2547, หน้า 24) มีดังนี้

5.1 การแก้ปัญหา ต้องเป็นกระบวนการที่มีจุดหมาย

5.2 การแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของตน

5.3 วิธีแก้ปัญหาแต่ละปัญหาอาจจะใช้วิธีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับปัจจัยหรือบริบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ

5.4 การแก้ปัญหาจะต้องอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริง คือ ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อนจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้

5.5 การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์ คือเมื่อแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จจะต้องได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้นและผู้แก้ต้องมีสติปัญญางอกงามขึ้นด้วย

5.6 ปัญหาที่นำมาแก้ต้องไม่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ เพราะกิจกรรมที่เกิดขึ้นประจำนั้นไม่ถือว่าเป็นปัญหา

5.7 กระบวนการที่ทำไปโดยไม่มีแบบแผน ไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

5.8 กิจกรรมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเดิมไม่ได้ ไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

5.9 กิจกรรมที่ทำไปเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา ไม่ถือเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

5.10 การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการวิพากษ์ วิจารณ์ วิเคราะห์และสังเคราะห์

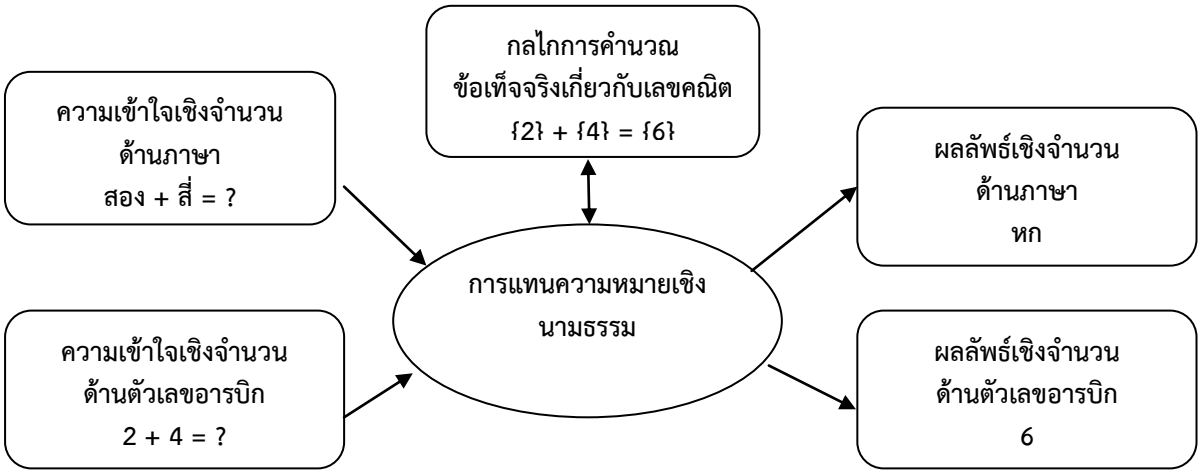
ลักษณะที่ดีของปัญหาที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 146-148) มีดังนี้

1. ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจและท้าท้ายความสามารถของนักเรียน
2. ปัญหาที่แปลกใหม่และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
3. ปัญหาที่มีทั้งสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
4. ปัญหาในสถานการณ์จริง
5. ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี
7. ปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์อธิบายและตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไป
8. ปัญหาที่ส่งเสริมขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
9. ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ
10. ปัญหาที่ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน
11. ปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลเกิน มีข้อมูลขัดแย้งกันบ้างหรืออาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลย

6. การเรียนรู้ตามแนวคิด McCloskey's Abstract Code Model

การศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทที่สอดคล้องกับการรับรู้ การคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ในโมเดลแอบสแตรกโคด (ACM) เป็นรูปแบบของความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขตามแนวคิดของ McCloskey (Campbell, 2005, p. 348) มี 3 มิติ คือ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดง ผลลัพธ์ (Number Production System) โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นโมเดลเกี่ยวกับการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์โดยการใช้รหัสตัวเดียว (Single Code) ความเป็นนามธรรม (Abstract) และรหัส ความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) องค์ประกอบทั้ง 3 ประการทำหน้าที่ ดังนี้ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารทำหน้าที่ในการนำเข้ารหัส (Encode) ข้อมูลตัวเลขที่มีลักษณะ แตกต่างกัน เช่น ตัวเลขอารบิกตัวใดตัวหนึ่งที่ถูกเขียนภายในรหัสที่เป็นนามธรรมข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งผ่านไปยังระบบการคิดคำนวณ ซึ่งทำหน้าที่สร้างระบบปฏิบัติการในการคิดคำนวณโดยอาศัย ความจำพื้นฐานเกี่ยวกับข้อเท็จจริงด้านตัวเลขกฎและนิยาม เช่น 5+7=12, 5×7=35, 0×N=0, 0+N=N เป็นต้น รวมไปถึงการดำเนินการทางตัวเลขที่มีความซับซ้อนเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ เช่น การบวกตัวเลขจำนวนมาก หรือการคูณจำนวนจริง ผลลัพธ์เชิงตัวเลขที่ถูกดำเนินการระหว่าง การคิดคำนวณอยู่ในรูปแบบของรหัสที่เป็นนามธรรม ซึ่งถูกส่งผ่านมาจากความเข้าใจในสัญลักษณ์ที่ สื่อสารเพื่อดำเนินการแปลงคำตอบจากรหัสนามธรรมให้ออกมาในรูปของผลลัพธ์ในเชิงปริมาณหรือ ผลลัพธ์เชิงตัวเลข การคิดคำนวณเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับตัวเลขพื้นฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ กระบวนการอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าถูกลง

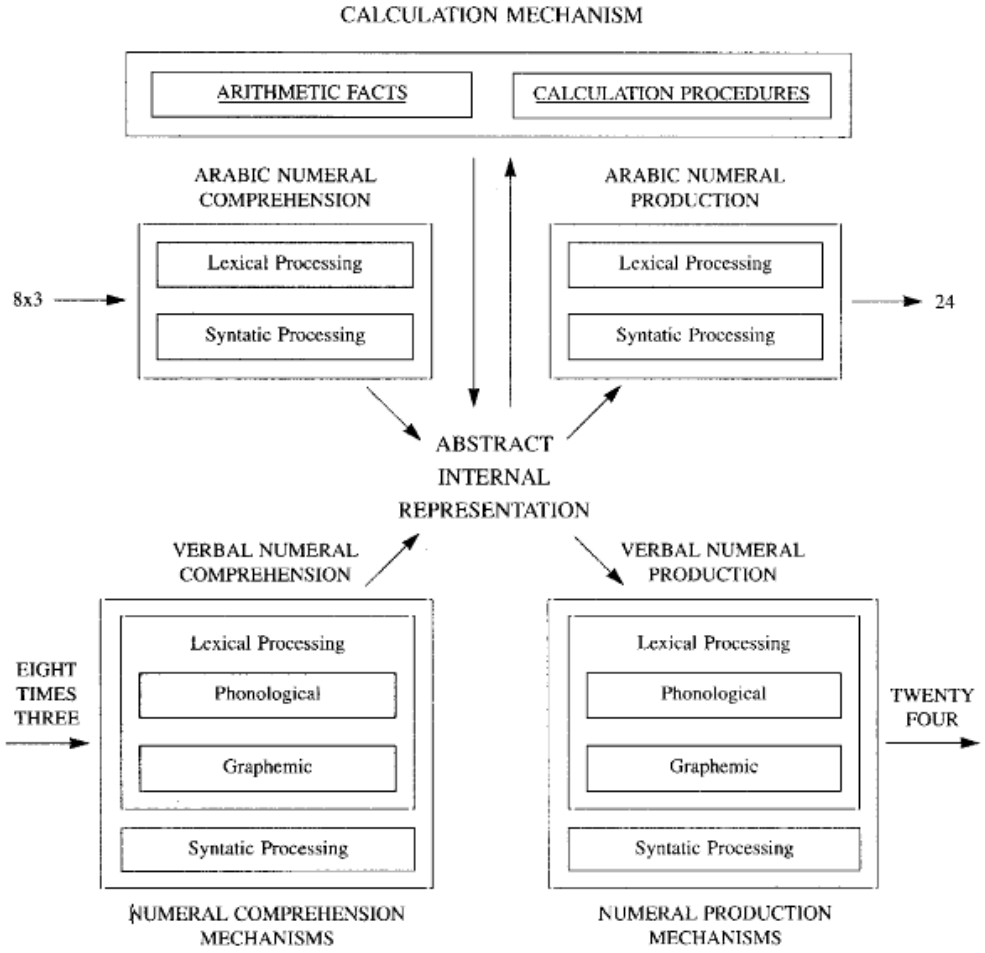
รหัสซ้ำ (Recode) และถูกเปลี่ยนเป็นรหัสนามธรรมดำเนิน การคิดคำนวณ และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปของภาษาหรือตัวเลขภายใต้การดำเนินงานตามโมเดล แอบสแตรกโคด ซึ่งเป็นกระบวนการนำเข้าข้อมูลโดย การทำความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารสู่ระบบ การคิดคำนวณในใจและแปลผลออกมาในรูปของผลลัพธ์เชิงตัวเลขหรือเชิงปริมาณ ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 Abstract Code Model (Campbell & Epp, 2005, p. 348)

กลไกการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดต้นแบบของ McCloskey

กระบวนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์มีกลไกที่สำคัญเพื่อให้ได้คำตอบ ผู้นำเสนอโมเดลนี้คือ McCloskey (Cuetos & Miera, 1998, p. 20) กลไกการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ McCloskey ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นี้ประกอบด้วยการทำงานโดยอัตโนมัติ (Operate Autonomous) ที่มีโครงสร้างย่อยดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 กลไกการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ McCloskey (Cuetos & Miera, 1998, p. 20)

จากภาพที่ 2-3 แสดงให้เห็นถึงกลไกการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดต้นแบบของ McCloskey ประกอบด้วย

1. ความเข้าใจ (Comprehension)
   1.1 ความเข้าใจด้านตัวเลข (Arabic Numeral Comprehension)
      1.1.1 กระบวนการเข้าใจความหมาย (Lexical Processing)
      1.1.2 กระบวนการเข้าใจการดำเนินการตามเงื่อนไข (Syntatic Processing)
   1.2 ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Numeral Comprehension)
      1.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับหน่วยพื้นฐานของเสียง (Phonological)
      1.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับตัวอักษรพยัญชนะ (Graphemic)
      1.2.3 กระบวนการเข้าใจการดำเนินการตามเงื่อนไข (Syntatic Processing)
2. ผลลัพธ์ด้านตัวเลข (Arabic Numeral Production)
   2.1 กระบวนการเข้าใจความหมาย (Lexical Processing)
   2.2 กระบวนการดำเนินการตามเงื่อนไข (Syntatic Processing)
3. ผลลัพธ์ด้านภาษา (Verbal Numeral Production)

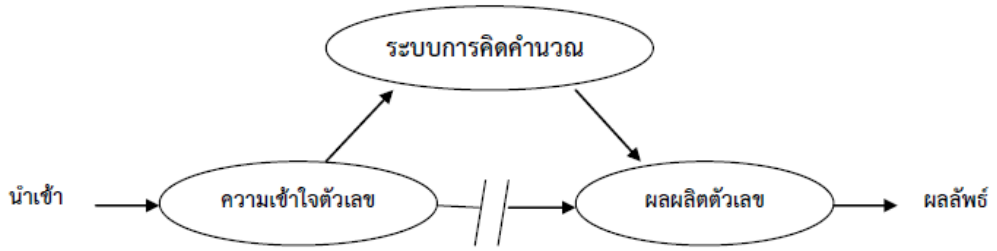
3.1 หน่วยของเสียง (Phonological)

3.2 ภาพสัญลักษณ์ (Graphemic)

3.3 กระบวนการเข้าใจการดำเนินการตามเงื่อนไข (Syntatic Processing)

กระบวนการด้านตัวเลขและระบบการคิดคำนวณ (Number Processing and Calculation Systems)

Salguero-Alcaniz and Alameda-Bailen (2013) ได้เสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อเข้าถึงการดำเนินการด้วยตัวเลขในโมเดลแอบสแตรกโคด (ACM) ของ McCloskey (1992) เป็นกระบวนการเพื่อที่จะเปลี่ยนรหัสจากรหัสหนึ่งไปสู่อีกรหัสหนึ่ง และจะถูกดำเนินการในรูปแบบของความเข้าใจสัญลักษณ์ซึ่งมีอยู่ภายในโมเดล ดังภาพที่ 2-4 และได้นำเสนอกระบวนการด้านตัวเลขว่าเป็นปฏิบัติการที่เกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ



ภาพที่ 2-4 การประมวลผลจำนวนและระบบการคำนวณ (Number Processing and Calculation Systems) (Salguero-Alcaniz & Alameda-Bailen, 2013)

กลไกในการทำหน้าที่ของผลลัพธ์ด้านตัวเลขกับความเข้าใจด้านตัวเลขเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ซึ่งการเกิดขึ้นในแต่ละครั้งเป็นการนำเข้าในรูปแบบของหน่วยของคำหรือประโยค คำพูดเกี่ยวกับตัวเลข และการพูดแต่ละคำเป็นกระบวนการย่อยในการสร้างประโยค ส่วนผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นตัวเลข สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเลขหรือคำพูดที่มีความหมายเชิงตัวเลข การดำเนินการอย่างเป็นระบบนี้คือ การเปลี่ยนจากรหัสหนึ่งไปสู่อีกรหัสหนึ่งโดยอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลขไปสู่ผลลัพธ์ในรูปแบบของภาษา (เสียงหรือภาพที่เขียนขึ้น) ยิ่งไปกว่านั้น สมมติฐานของโมเดลเป็นการดำเนินการซึ่งเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการของความเข้าใจกับผลลัพธ์ ดังนั้น ความเป็นอิสระของรหัสที่ถูกนำเข้า (Inputs) และผลลัพธ์ (Outputs) จะถูกดำเนินการด้วยการระบุค่าของตัวเลขในรูปแบบที่เป็นนามธรรม (ภาพที่ 2-3) ตัวอย่างเช่น เลข 72 แสดงให้เห็นถึงจำนวน 7 เท่าของ 10 บวกเพิ่มอีก 2 หน่วย ตามโมเดลจะเปลี่ยนตัวเลขจากรหัสดำเนินการด้านตัวเลขเป็นนามธรรมและเป็นกระบวนการซ้ำ ๆ ของโมเดลทุกตัวของการนำเข้า (Inputs) และผลลัพธ์ (Outputs) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ กลไกกระบวนการความเข้าใจด้านตัวเลข กลไกผลลัพธ์และการดำเนินการกับความเข้าใจสัญลักษณ์ ดังนี้

1. กลไกกระบวนการความเข้าใจด้านตัวเลข เป็นการเปลี่ยนจากการนำเข้า (Inputs) ด้านตัวเลข ไปสู่การดำเนินการในเชิงนามธรรมผ่านกระบวนการรับรู้ไปสู่การคำนวณ

2. กลไกผลลัพธ์ด้านตัวเลข เป็นการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการทางตัวเลขสู่รูปแบบของผลลัพธ์ (Outputs) ที่เหมาะสม

3. การดำเนินการกับความเข้าใจสัญลักษณ์ เป็นการระบุสัญลักษณ์จำนวนพื้นฐาน และเลขยกกำลังที่มีความสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น การดำเนินการเชิงสัญลักษณ์ $(5)10^3$ กับ $(3)10^1$ มีค่าเท่ากับ 5,030 ตัวเลขในวงเล็บแสดงให้เห็นถึงตัวเลขโดด และเลขยกกำลังกับ 10 กำหนดเงื่อนไข (10^n) เช่น $(5)10^3$ หมายถึงเป็น 5 เท่าของ 10 ที่ยกกำลัง 3 มีค่าเท่ากับ 5,000 และ $(3)10^1$ หมายถึง 3 เท่า ของ 10 มีค่าเท่ากับ 30 ดังนั้น $(5)10^3$ กับ $(3)10^1$ มีค่าเท่ากับ 5,030

ความจำขณะคิด (Working Memory)

Alloway, Bibile, and Lau (2013) กล่าวว่า การถดถอยของความจำขณะคิดมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้และเป็นปัจจัยเสี่ยงสูงสำหรับการศึกษาที่อยู่ภายใต้การวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ขณะที่ Klingberg, Forssberg, and Westerberg (2002) พบว่า ช่วงเวลาของการฝึกฝนความจำขณะคิดจะช่วยเพิ่มระดับของความสามารถทางปัญญาและเพิ่มคะแนนการทดสอบระดับสติปัญญาด้วย ดังนั้น การศึกษานี้จึงสนับสนุนข้อค้นพบที่ผ่านมาว่าความจำขณะคิดเป็นส่วนย่อยของสติปัญญา (Intelligence) โดยความจำขณะคิดเป็นแนวคิดที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้แทนที่ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory: STM)

ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขตามแนวคิดของ McCloskey (1992) ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กันกับความจำระยะสั้น (Short-Term Memory: STM) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ The Modal Model of Memory ทฤษฎีของความจำขณะคิด โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับความจำขณะคิดที่ได้รับการยอมรับ คือ โมเดลหลายองค์ประกอบ (The Multi-component Model) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (Repovš & Baddeley, 2006)

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการพูดและการได้ยิน (Phonological Loop) จะเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านภาษา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) ซึ่งสามารถสูญหายไปได้ ถ้าไม่มีการทวนซ้ำ และส่วนการกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop)

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Sketchpad) เช่น การจำวัตถุและตำแหน่ง มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับจินตนาการ (Mental Image) ประกอบด้วย 2 ส่วน

2.1 ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Store)

2.2 ส่วนการทวนซ้ำเกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Rehearsal)

3. องค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและการบริหารจัดการข้อมูล (Central Executive: CE) เป็นองค์ประกอบหลักของความจำขณะคิดและเป็นองค์ประกอบแรกที่ทำให้บุคคลมีความจำขณะคิดแตกต่างกัน เกี่ยวกับระบบการควบคุมอย่างตั้งใจ (Attentional Control System) เพื่อใช้ในการเลือกกิจกรรม หรือวิธีการที่ทำรวมทั้งใช้ควบคุมและประสานกับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาและกิจกรรมที่ต้องการดำเนินการ

4. องค์ประกอบที่เป็นสื่อกลาง (Episodic Buffer) เป็นระบบเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัด สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Storage Systems) และระบบเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Storage Systems) โดยไม่ได้พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบขั้นสูง และไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง ระบบนี้จะเชื่อมโยงกับองค์ประกอบย่อยของความจำขณะคิดหลาย ๆ องค์ประกอบเข้ากับข้อมูลที่รับรู้และข้อมูลที่ได้จากความจำระยะยาว โดยการนำรหัส (Code) ซึ่งได้จากการรับรู้ของข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายวิธีนำมาเชื่อมโยงเป็นภาพเดียวที่มีหลายมิติ (Unitary Multi-Dimentional Representations) ความสามารถในการผสมผสานข้อมูลและการเก็บรักษาข้อมูลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล ส่วนการกู้ข้อมูลกลับคืนมาขึ้นอยู่กับการรู้สติซึ่งเป็นสิ่งเชื่อมโยงข้อมูลที่ซับซ้อนจากแหล่งต่าง ๆ และสื่อสัมผัสต่าง ๆ เข้าด้วยกันจึงสามารถสร้าง สิ่งใหม่ ๆ อันเป็นพื้นฐานสำหรับการแก้ปัญหาและวางแผนในอนาคตได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับโมเดลแอบสแตรกโคดและกระบวนการประมวลผลตัวเลขตามแนวคิดของ McCloskey

Cuetos and Miera (1998) ได้จำแนกกระบวนการประมวลผลตัวเลขในผู้ป่วยพิการทางสมองที่มีความบกพร่องในด้านการประมวลผลตัวเลขจากการทดสอบการตอบสนองในการประมวลผลภาษาและตัวเลข (Linguistic and Numerical tasks) ทำการเปรียบเทียบระหว่างการพูดกับการเขียนเกี่ยวกับตัวเลข และระหว่างคำบอกที่เป็นตัวเลขกับการเขียนตัวเลข ตามกระบวนการประมวลผลตัวเลขของ McCloskey แล้วทำการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด สรุปว่า ความผิดปกติ ที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบทั้งสองประเภทมีปฏิบัติสัมพันธ์ร่วมระหว่างการพูดกับการเขียนผลจากคำพูดในระดับประโยค และระหว่างส่วนประกอบคำศัพท์และประโยคในการออกเสียงพูดและกริยาท่าทาง

Geary and Hoard (2001) ได้ศึกษาความสามารถและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ตัวเลขและกระบวนการประมวลผลทางคณิตศาสตร์จากการนับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการนับจำนวนของนักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของจำนวน ประสบการณ์เดิมของนักเรียนและลักษณะพื้นฐานของการนับจำนวน การเปรียบเทียบ ส่งผลถึงความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นได้จากการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ง่าย ๆ เช่น 5 + 3 นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของจำนวนการนับ ขั้นตอนการนับและการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นอัตโนมัติตามกระบวนการประมวลผลตัวเลขของ McCloskey

Schmithorst and Brown (2004) ศึกษากระบวนการคำนวณด้านคณิตศาสตร์ด้วย Triple-code Model ประกอบด้วย การคำนวณจากคำศัพท์ที่ได้ยิน ภาพตัวเลขอารบิกและสัญลักษณ์ จากการสังเกตการณ์คิดคำนวณบวกและลบเศษส่วนในใจ กลุ่มทดลองเป็นผู้ใหญ่ จำนวน 15 คน แล้วทำการสแกนด้วยเครื่อง fMRI พบว่า ส่วนประกอบเกี่ยวกับการดำเนินงานสามารถแยกออกจากกันได้พบโดยมีการเคลื่อนไหวใน Inferior Parietal, Letf Perisylvian และ Ventral Occipitotemporal ผลของการศึกษาครั้งนี้ได้สนับสนุนรูปแบบ Triple-Code Model น่าจะเป็น

กรอบที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ Neuropsychological Bases ของดำเนินการคิดคำนวณด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน

Colomé, Bafalluy, and Noël (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการทางตัวเลขจากความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของ McCloskey เกี่ยวกับรหัสทางคณิตศาสตร์การดำเนินการทางตัวเลขด้วยแบบสอบถามการวางแผนการแก้ปัญหาและการทดสอบการใช้ตารางสูตรคูณหลักเดียวสองหลัก และการดำเนินการทางตัวเลข ผลปรากฏว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเลขโดดในกลุ่มอาสาสมัครที่ส่วนใหญ่ถนัดใช้การท่องสูตรคูณช่วยหาคำตอบ แต่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การบวกเศษส่วน การหารและโจทย์ที่มีความซับซ้อนขึ้นอาสาสมัครส่วนใหญ่ถนัดใช้ตารางสูตรคูณทำให้เกิดการถ่ายโอนด้านอุปนัยช่วยทำให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสะดวกยิ่งขึ้น

Zhou (2011) ศึกษากระบวนการประมวลผลตัวเลขโดด จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ McCloskey มี 3 ขั้นตอน (1) การเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารของปัญหาแล้วทำ (2) การเรียกข้อมูลมาคำนวณ (3) การหาคำตอบและแสดงคำตอบ พบว่าผลการดำเนินงานที่ปรากฏเป็นช่วงการเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารของการเข้ารหัส (Encoding) ต่อไปถึงขั้นการเรียกข้อมูลมาคำนวณ เกี่ยวกับการคูณตัวเลขโดดส่งผลต่อศักยภาพ (Potentials) การทำงานของสมองส่วนหน้าซ้าย (Left Anterior) และการทำงานของสมองส่วนหลังขวา (Right Posterior) สอดคล้องกับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์เป็นไปตามโมเดลแอบสแตรกโคด (ACM)

Salguero-Alcaniz and Alameda-Bailen (2013) ได้ศึกษากายวิภาคการประมวลผลจำนวนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการดำเนินการทางตัวเลขกรณีศึกษาการบวก การลบและการคูณ พบว่า กระบวนการการทำหน้าที่ของผลลัพธ์ด้านตัวเลขกับความเข้าใจด้านตัวเลขเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน กระบวนการในแต่ละครั้งเป็นการนำเข้าในรูปแบบของหน่วยของคำหรือประโยค คำพูดของตัวเลข และการพูดแต่ละคำเป็นกระบวนการย่อยในการสร้างประโยค ส่วนผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นตัวเลข สัญลักษณ์อื่นแทนตัวเลขหรือคำพูดที่มีความหมายเป็นตัวเลข การดำเนินการอย่างเป็นระบบนี้ อธิบายโดยเป็นการเทียบกับสิ่งที่ง่ายที่จะเปลี่ยนจากรหัสหนึ่งไปสู่อีกรหัสหนึ่งจากความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลขไปสู่ผลลัพธ์ในรูปแบบของคำพูด (เสียงหรือภาพที่เขียนขึ้น)

จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับกระบวนการประมวลผลตัวเลขที่เริ่มจากเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสารของปัญหา การนำเข้าในรูปแบบตัวเลข ภาษาหรือสัญลักษณ์ เชื่อมโยงกับการเข้าใจในทฤษฎี กฎ นิยาม เกิดการถ่ายโอนด้านเหตุผลเชิงอุปนัย (Induction) นิรนัย (Deduction) ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดย การเรียกข้อมูลมาคำนวณเพื่อหาคำตอบ โดยทั้งหมดจะเกิดแบบอัตโนมัติ

7. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ถูกต้องและเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักและเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 6) ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะรู้ ฝึกฝน และการพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียนปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

กระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน

การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โพลยาได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถพิเศษทางสมอง ซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความพิเศษเหนือผู้อื่น โพลยาแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find) เป็นปัญหาให้ค้นสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรม หรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดเป็นจริง หรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุป หรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทบทวน และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดนำเสนอดังนี้

มะลิวรรณ โคตรศรี (2548) ได้ศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัวไม่ใช่ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของผู้วิจัย ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 5 ตัวแปร ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์แบบการคิดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์โดยความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิดและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์แสดงว่า นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์สูงจะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีแบบการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี

ศรัณย์ จันทร์ศรี และน้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขตพระโขนง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1,209 คน จากนั้นสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 260 คน โดยการสุ่มอย่างเป็นระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม โดยมีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตามและมีตัวแปรอิสระ 12 ตัว พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน

คณิตศาสตร์ การเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ เพศ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ มีผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ร้อยละ 75.10

ธนวัฒน์ ศรีศิริวัฒน์ (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 139 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย รวบรวมด้วยแบบสอบถาม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงใช้เวลาในการทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ไม่เกิน 30 นาทีต่อวัน โดยมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ด้านรูปแบบการสอนของครู ด้านการเอาใจใส่ของผู้ปกครอง และด้านการเรียนพิเศษภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านพฤติกรรมการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับการศึกษาปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง การเรียนพิเศษ พฤติกรรมการเรียน และแรงจูงใจ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมในการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

Perrine (2001) ได้ศึกษาผลกระทบของการแก้ปัญหาพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ของการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับสัดส่วนของครู ในการพัฒนาการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วนมีความสำคัญในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องมีวิธีการสอนที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดนักเรียนทำให้เข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ในการเรียน 1 ภาคเรียน จะต้องมีการเก็บคะแนน การเพิ่มขึ้นของคะแนนจะมีผลต่อการเรียนในปีต่อไป มีผู้เข้าร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 187 คน มีวิทยากรจำนวน 6 ท่าน หนึ่งในนั้นเป็นครูประจำชั้นซึ่งสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียนได้ ใน 187 คนนี้ เมื่อถึงภาคเรียนที่ 2 มีนักเรียน 108 คน ประสบปัญหาในการสอบปลายภาค และในต้นภาคเรียนที่ 3 ผลรวมแสดงออกมาให้เห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลมีนัยสำคัญทางสถิติ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ครูต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิมก่อนที่นักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน

Pugalee (2004) ได้ศึกษาผลของการเขียนในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาได้รับการวิเคราะห์คำอธิบายในการเขียนและการพูดของนักเรียนชั้นเกรด 9 กลุ่มอย่างเป็นนักเรียนชาย 9 คน และนักเรียนหญิง 11 คน เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของพวกเขา ข้อมูลที่เป็นตัวอักษรและการพูดแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่สำเร็จ พฤติกรรมการแก้ปัญหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การดำเนินการตามเป้าหมายและการคำนวณ นักเรียนจะวางแผนงานแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จมากขึ้น นักเรียนมีส่วนร่วมในการตรวจสอบพฤติกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาได้ ในขณะที่คำอธิบายด้วยวาจาและคำบรรยายเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน สำหรับการเปรียบเทียบรูปแบบทั้งสองรูปแบบแสดงให้เห็นถึงรูปแบบที่สำคัญบางอย่าง นักเรียนที่เขียนคำอธิบายความคิดของตนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <0.05) มากกว่านักเรียนที่พูดด้วยวาจา ความแตกต่างในพฤติกรรมยังสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าการเขียนเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทาง

สติปัญญา ผลสรุป นักเรียนที่เขียนอธิบายแสดงความคิดของตนในการแก้ปัญหาจะสำเร็จมากกว่านักเรียนที่พูดด้วยวาจาการแก้ปัญหา

Maloney and Beilock (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ความวิตกกังวลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จะส่งผลต่อผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

Phonapichat, Wongwanich, and Sujiva (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์อุปสรรคในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นนักเรียนชายจำนวน 50 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 48 คน รวม 98 คน ซึ่งพบว่า มีหลายอุปสรรคในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ 1) นักเรียนที่มีอุปสรรคในการทำความเข้าใจคำหลักที่ปรากฏในปัญหาที่เกิดขึ้นจึงไม่สามารถแปลประโยคพวกเขาในทางคณิตศาสตร์ 2) นักเรียนที่ไม่สามารถที่จะคิดออกว่าจะสรุปและสิ่งที่ข้อมูลจากปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหานั้น 3) เมื่อใดก็ตามที่นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาที่พวกเขามีแนวโน้มที่จะคาดเดาคำตอบได้โดยไม่ต้องกระบวนการคิดใด ๆ 4) นักเรียนมีความกระวนกระวายใจและ ไม่ชอบที่จะอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์และ 5) นักเรียนไม่ชอบที่จะอ่านปัญหาที่ยาว ๆ

Ramirez, Chang, Maloney, Levine, and Beilock (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเกรด 1 จำนวน 256 คน (เป็นหญิงจำนวน 139 คน) และนักเรียนในเกรด 2 จำนวน 308 คน (เป็นหญิงจำนวน 167 คน) รวม 564 คน พบว่า ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยเชิงลบต่อการแก้ปัญหาขั้นสูง ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นอุปสรรค์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็ก ทำให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงลดลง ส่งผลเสียในการเรียนคณิตศาสตร์ ยิ่งมีความวิตกกังวลมากทำให้การใช้ Working Memory สูงด้วย กลยุทธ์ก็จะลดลงตาม นั่นคือเด็กที่ใช้ Working Memory สูง จะใช้กลยุทธ์ขั้นสูงตามไปด้วย แต่เนื่องจากมีความวิตกกังวลมารบกวนทำให้การใช้กลยุทธ์ไม่คล่องแคล่ว ทำให้ต้องใช้ Working Memory สูง ความวิตกกังวลที่สูงทำให้การใช้หน่วยความจำพื้นฐานสูงตาม ในทางตรงกันข้ามเด็กที่ใช้ Working Memory ต่ำ จะแสดงความต่างของการใช้กลยุทธ์ขั้นสูง

กล่าวโดยสรุปจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอยู่หลากหลายปัจจัย เช่น แรงจูงใจ เพศ เจตคติ การเรียนพิเศษ ความรู้พื้นฐาน รูปแบบการสอนของครู ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ความวิตกกังวล เป็นต้น สำหรับการวิจัยนี้จะศึกษาในประเด็นที่มีความแตกต่างกันของตัวแปรเพศ ความรู้พื้นฐานที่ต่างกัน และความสามารถที่ต่างกันของผู้เรียน

ตอนที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์

1. ความหมายของเกมคอมพิวเตอร์

เกม (Game) หมายถึง กิจกรรมที่มีการเล่นหรือมีการแข่งขัน โดยมีเกณฑ์หรือกติกาควบคุมให้การเล่นดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง มีการตัดสินผลแพ้ชนะเมื่อเกมจบ และที่สำคัญมีความ

สนุกสนานและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของเกมแต่ละเกม (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 14)

เกม ในพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ปี 2542 หมายถึง การแข่งขันที่มีกติกากำหนด

กล่าวโดยสรุปจากความหมายของเกมเมื่อนำมาพัฒนาให้เป็นเกมคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเกมคอมพิวเตอร์ จึงความหมายว่า โปรแกรมที่พัฒนาและออกแบบมาให้เล่น มีรูปแบบมีกฎของการเล่นเพื่อความสนุก เพลิดเพลินและช่วยให้ผู้เล่นคลายเครียด ถ้าเล่นอย่างมีขอบเขต

เกมการศึกษา

เกมการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 17)

1. เกมที่เป็นสถานการณ์จำลอง (Simulation Games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อจำลองแบบจากชีวิตจริงหรือคล้ายคลึงสภาพความเป็นจริง โดยกำหนดบทบาท ลักษณะต่าง ๆ ให้เหมือนจริงตามแบบเพื่อจุดมุ่งหมายที่จะนำสถานการณ์จำลองนี้ไปใช้ในการศึกษา

2. เกมที่ไม่ใช่สถานการณ์จำลอง (Nonsimulation Games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นได้แก้ปัญหาที่ไม่ค่อยเข้าใจ เป็นการย้ำ ซ้ำทวน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในบทเรียนที่ดียิ่งขึ้น โดยจัดในรูปของการแข่งขันในกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีครูร่วมอยู่ด้วยในฐานะผู้นำเกมและผู้ตัดสินการแข่งขัน

2. ชนิดของเกม

ในการแบ่งประเภทเกมเกี่ยวกับบทบาทของการเล่นและพัฒนาการด้านร่างกาย จิตใจ ที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันอย่างต่อเนื่อง โดยแบ่งเกมเป็น 8 ประเภท (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 15-16) ดังนี้

2.1 ประเภทเล็งเป้าหมาย (Aiming Games)

2.2 ประเภทเกี่ยวกับการแข่งขัน (Races)

2.3 ประเภทวิ่งไล่ตาม (Chasing Game)

2.4 ประเภทซ่อนสิ่งของ (Hiding Game)

2.5 ประเภทเดาหรือทาย (Guessing Game)

2.6 ประเภทใช้คำสั่งหรือพูด (Game Involving Verbal Commands)

2.7 ประเภทบัตรคำหรือบัตรภาพ (Card Game)

2.8 ประเภทมีแผ่นกระดานเป็นส่วนประกอบ (Board Game)

Devlin (2011, pp. 43 - 66) ได้จัดหมวดหมู่และประเภทของเกมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. เกมแบบใช้ทักษะ (Skills Games)

ผู้ที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์แนวแอ็คชั่นจะต้องใช้ทักษะแบบเรียลไทม์ (Real-time) บางอย่าง (เช่น การกระโดดผ่านถังไม้ให้ถูกจังหวะ ยิงเป้าหมายที่เคลื่อนที่อยู่ เป็นต้น) เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ตัวอย่างของเกมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้เช่น

เกมเคลื่อนย้ายวัตถุ ผู้เล่นจะต้องย้ายวัตถุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเกมเพื่อเปิดไปสู่จุดหมายหรือ ปิดกั้นเพื่อหยุดการโจมตีจากศัตรู

เกมป้องกันฐาน ผู้เล่นต้องป้องกันบางสิ่งบางอย่าง (ฐานที่ตั้ง) จากการรุกรานของกลุ่มศัตรูที่กำลังบุกมา

เกมยิง หน้าจอของเกมจะเคลื่อนที่ตามแนวตั้งหรือนอน และจะมีการกำหนดให้พื้นที่ในบางจุดไม่เคลื่อนไหว เช่น กำแพงต่าง ๆ เป็นต้น

เกมต่อสู้แบบตัวต่อตัว มีตัวละคร 2 ฝ่ายเข้าต่อสู้กัน

เกมต่อสู้แบบหนึ่งคนประมือกับหลายคน ผู้เล่นจะต้องต่อสู้กับฝ่ายตรงข้ามหลายคน

เกมยิงในมุมของบุคคลที่ 1 (FPS: First-person Shooters) มุมของตัวละครในเกมคือมุมมองเดียวกับผู้เล่น

เกมยิงในมุมของบุคคลที่ 3 (TPS: Third-person Shooters) เหมือนกับแบบ FPS เพียงแต่มุมมองของผู้เล่นจะเป็นบุคคลที่ 3

2. เกมวางแผน (Plan Games)

เกมวางแผนเป็นเกมที่ไม่ค่อยมีการแสดงปฏิกิริยาต่อเหตุการณ์แบบเรียลไทม์เท่าไหร่ แต่จะเน้นไปที่การวางกลอุบาย ดำเนินตามแผนที่วางไว้เพื่อเอาชนะมากกว่า เกมประเภทนี้เช่น

เกมที่ผลัดกันเล่นคนละตา เกมกระดานทั้งหลายก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน

เกมวางแผนที่แข่งกับเวลา ผู้เล่นต้องวางแผนเพื่อเคลื่อนย้ายตัวเองหรือบางสิ่งบางอย่างในเกมให้ได้ภายในเวลาที่กำหนด

เกมออนไลน์ที่รองรับผู้เล่นหลายคนตามบทบาทที่กำหนด (MMORPG: Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) เกมประเภทนี้เป็นการพัฒนาต่อจากเกมเก่าอย่าง Dungeons and Dragons เพื่อรองรับการเล่นเกมร่วมกับผู้อื่นแบบออนไลน์โดยผู้เล่นแต่ละคนก็จะสวมบทบาทที่แตกต่างกันไป

3. เกมผจญภัย หรือ เกมดำเนินเรื่องแบบนิทาน (Action Game)

เกมผจญภัยหรือเกมที่ดำเนินเรื่องแบบนิทานถูกสร้างขึ้นโดยใช้โครงเรื่องที่แต่งขึ้นและมีเรื่องราวที่กำหนดถึงวัตถุประสงค์ของเกมในแต่ละด้าน

เกม 2 มิติ อย่างง่าย มีลักษณะการเล่นแบบวนไปเรื่อย ๆ ตามมุมมองที่กำหนดไว้

เกม 3 มิติ แบบซับซ้อน แสดงมุมมองในการเล่นได้หลายมุมโดยการหมุนจุดเพื่อกำหนดมุมมองต่าง ๆ เรื่องราวในเกมมีความหลากหลาย

4. เกมจำลองสถานการณ์ (Simulation Games)

เกมประเภทนี้แสดงถึงการจำลองสถานการณ์จริงบางอย่างขึ้นมา เช่น จำลองว่าเป็นพาหนะที่ผู้เล่นสามารถควบคุมบังคับได้และมีหลายคนที่นำเกมประเภทนี้ไปเล่นเพื่อใช้ในการเรียนรู้ด้วยตัวอย่างของเกมกลุ่มนี้ เช่น

เกมจำลองการเล่นกีฬา

เกมจำลองการบินหรืออวกาศ

เกมจำลองการขับรถหรือการแข่งรถ

เกมจำลองการพายเรือหรือขับเรือดำน้ำ

เกมจำลองการใช้ชีวิต (รูปแบบเกมจะคล้ายกับเกมวางแผน)

5. เกมปริศนา (Puzzle Game)

เกมปริศนาหลาย ๆ เกมถูกแปลงมาจากเกมที่เคยอยู่ในรูปของสื่อสิ่งพิมพ์มาก่อน (เช่น เกมปริศนาอักษรไขว้ เป็นต้น) เกมจับคู่หรือซ่อนวัตถุก็รวมอยู่ในกลุ่มเกมนี้เช่นกัน เกมที่มี

ความสลับซับซ้อนมักจะรวมเอาเกมปริศนาขนาดเล็ก ๆ เข้าไปไว้ในเกมด้วย เกมปริศนาส่วนใหญ่จะมีรูปแบบพื้นฐานดังนี้

เล่นกับคำ (เช่น อักษรไขว้ เป็นต้น)

เล่นกับตัวเลข/การคำนวณ (เช่น Sudoku เป็นต้น)

จับคู่ภาพ

เล่นกับวัตถุที่ซุกซ่อนอยู่ (เช่น Minesweeper เป็นต้น)

การก่อสร้างจากชุดของชิ้นส่วนต่าง ๆ

6. เกมที่ผสานโลกเสมือนเข้ากับโลกจริง (Simulation into Real World Game) นอกจากการเล่นเกมเพื่อความสนุกแล้ว บางครั้งเกมก็สามารถสร้างแรงจูงใจที่มากกว่านั้นได้ ว่าเกมบางเกมถูกนำมาโยงกับโลกแห่งความจริง และบางเกมก็มีเจตนาเพื่อนำเสนอเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ตัวอย่างของเกมประเภทนี้ เช่น

JetSet เกมที่จำลองการรักษาความปลอดภัยในสนามบิน (ช่วยฆ่าเวลาขณะที่คุณอยู่ในสถานการณ์จริงได้)

Chore Wars เกมที่เปลี่ยนงานบ้านอันแสนน่าเบื่อสู่การแข่งขันอย่างสร้างสรรค์

World Without Oil เกมที่สนับสนุนการอนุรักษ์พลังงาน โดยจำลองโลกที่กำลังขาดแคลนน้ำมันขึ้นมา

จากการทบทวนวรรณกรรมและเอกสารต่าง ๆ ที่ผ่านมาพบว่าปัจจุบันนี้ยังไม่มีความชัดเจนและยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนในการจัดหมวดหมู่ของเกมคอมพิวเตอร์ อาจแบ่งได้ตามวิธีการเล่น ลักษณะของเกม ซึ่งปัจจุบันก็มีการพัฒนาเกมต่าง ๆ ขึ้นมามากมาย

3. ชนิดของเกมคณิตศาสตร์ (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 21)

3.1 เกมพัฒนาการ (Developmental Games) เป็นเกมที่ทำให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความคิดรวบยอด

3.2 เกมยุทธวิธี (Strategy Games) เป็นเกมที่เร้าให้ผู้เล่นสร้างแผนการหรือหาแนวทางเพื่อจะได้บรรลุจุดมุ่งหมายโดยเฉพาะ

3.3 เกมเสริมแรง (Reinforcement Games) เป็นเกมที่ช่วยให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความจริงที่เป็นพื้นฐานและฝึกทักษะในการนำความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3.4 เกมเบื้องต้น (Preliminary Games) เป็นเกมที่มีความสนุกสนาน การเล่นจะไม่เป็นระเบียบแบบแผน การกระทำจะสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่วางไว้น้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย เป็นเกมที่เหมาะกับเด็กเล็ก

3.5 เกมที่มีโครงสร้าง (Structured Games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ที่วางไว้ การสร้างเกมนั้นจะต้องสร้างตามแนวคิดรวบยอด ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการสอน

3.6 เกมฝึกหัด (Practice Games) เป็นเกมที่เน้นให้เข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการสอนมากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนอาจนำเกมนี้ไปเล่นในเวลาว่างได้

4. ประโยชน์ของเกม

เกมเป็นสิ่งที่เหมาะกับเด็กเพราะเป็นการเล่น เป็นกิจกรรมที่เด็กชอบให้ความสนุกสนานเพลิดเพลิน แต่ขณะเดียวกันเกมก็เป็นสิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ ดังนั้นตามทฤษฎีของ

Piaget (เพียเจต์) จะใช้เกมเป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาสติปัญญาและพัฒนาทักษะชีวิตทางสังคมสำหรับเด็กเพราะการเล่นเกมนักเรียนจะเล่นกับเพื่อน ทุกคนจะได้รับการฝึกการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ฝึกการเคารพกติกา เรียนรู้การแพ้ ชนะอย่างตรงไปตรงมา การนำเกมมาประกอบการสอนหรือการใช้เกมเป็นสื่อในการเรียนการสอนเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะลดความเครียดให้กับนักเรียน เป็นการให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินแก่นักเรียน นักเรียนจะได้เรียนในบรรยากาศที่ผ่อนคลายไม่ตึงเครียด เพราะมีผู้กล่าวเอาไว้ว่าคนเรามักเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีความสุขได้ดีกว่าการเรียนรู้จากประการณ์ที่ไม่มีความสุข ดังนั้นเกมจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่เป็นความสุขให้แก่ผู้เรียนจึงน่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 14)

ข้อดีของเกม แบ่งเป็นประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 207)

1. ช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
2. ช่วยทบทวนเนื้อหาของบทเรียน ฝึกทักษะทางภาษาและทางการเรียน
3. ส่งเสริมทักษะการใช้ภาษาด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน
4. ใช้ประเมินผลการเรียนรู้
5. ให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน
6. ใช้เป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในการเรียน
7. ช่วยส่งเสริมความสามัคคีในหมู่คณะ การอยู่ร่วมกันในสังคม
8. ช่วยฝึกทักษะการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
9. เกมช่วยให้ครูได้สังเกตพฤติกรรมเด็กแต่ละคนได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสอนต่อไป
10. เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถที่มีอยู่
11. เกมช่วยผ่อนคลายความเครียดในการเรียน
12. เกมช่วยสร้างพัฒนาการด้านร่างกาย
13. เกมช่วยให้เด็กสนใจเรียนไม่เบื่อการเรียน
14. ช่วยฝึกให้เด็กรู้จักปฏิบัติตามกติกา
15. เกมช่วยให้เกิดความคุ้นเคยซึ่งกันและกัน

ข้อจำกัดของเกม

เกมที่นำมาใช้ทำกิจกรรรมควรมีเอกลักษณ์ในการเล่น มีกติกาคอยควบคุมการเล่น ให้ความยุติธรรมแก่ผู้เล่น ส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างการเล่น แต่เกมที่นำมาใช้มักมีข้อจำกัด ดังนี้

1. การเลือกเกมต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เล่น
2. เกมที่มีการแข่งขันเพื่อรับรับรางวัลต้องมีกรรมการและกติกาที่ชัดเจน
3. เกมที่เป็นอันตรายหรือเสี่ยงไม่ควรนำมาเล่น
4. เกมที่ใช้เล่นหรือแข่งขันต้องใช้เวลาไม่นานเกินไป
5. ก่อนการเล่นเกมต้องมั่นใจก่อนว่าผู้เล่นเข้าใจกติกาชัดเจนแล้ว
6. การเล่นเกมผู้เล่นต้องมีความสมัครใจ หากบังคับจะเกิดความเบื่อหน่าย

7. ก่อนเล่นเกมต้องสำรวจความพร้อมของผู้เล่น รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่น

8. เกมที่นำมาเล่นต้องเป็นเกมที่มีความเหมาะสม เช่น เล่นแล้วเกิดความสามารถเกิดความสนุกสนาน เป็นต้น

9. เปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้แสดงบทบาทผู้นำและผู้ตามด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เล่น

ประโยชน์ของเกมในวิชาคณิตศาสตร์ (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 19)

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ
   1.1 เป็นสื่อให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์
   1.2 เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการเล่นเพื่อให้ชนะ
   1.3 รู้จักวางแผน ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน
   1.4 กระตุ้นสมองให้คิดอย่างรวดเร็ว มีไหวพริบดี
   1.5 รู้จักการสรุปเนื้อหา ความรู้ที่ได้จากเกม
2. ประโยชน์ด้านคุณธรรม จริยธรรม
   2.1 รู้จักให้อภัยเมื่อผู้อื่นทำผิด
   2.2 รู้จักควบคุมอารมณ์
   2.3 รู้จักช่วยเหลือผู้อื่นไม่เอาเปรียบกัน
   2.4 ฝึกความอดทน
   2.5 ฝึกการเคารพกติกา
3. ประโยชน์ด้านสุขภาพ
   3.1 เพิ่มการตอบสนองของร่างกาย
   3.2 ได้ออกกำลังกาย
   3.3 ฝึกสมาธิ
4. ประโยชน์ด้านอารมณ์
   4.1 เกิดความรักสามัคคีในกลุ่ม
   4.2 สนุกสนาน เพลิดเพลิน คลายเครียด

5. หลักและขั้นตอนการนำเกมมาใช้ประกอบการสอนคณิตศาสตร์

หลักการนำเกมมาใช้ประกอบการสอนคณิตศาสตร์ (รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์, 2556, หน้า 21-22) มีดังนี้

   5.1 กติกาการเล่นไม่ซับซ้อนเกินไป
   5.2 ใช้เวลาในการเล่นไม่มากนัก
   5.3 เป็นเกมที่มีความเสี่ยง ให้โอกาส ให้ความรู้
   5.4 ให้ความสนุกสนาน
   5.5 ช่วยให้การฝึกฝนที่จำเป็นและน่าสนใจ
   5.6 เกมบางเกมควรให้เด็กอ่อนชนะได้บ้าง
   5.7 เกมทุกชนิดควรใช้เพื่อให้เกิดการแข่งขันกับตัวเอง
   5.8 ควรมีรูปร่างลักษณะที่น่าสนใจ สะดุดตา สวยงาม

5.9 คำสั่งเข้าใจง่าย

5.10 วิธีการให้คะแนนชัดเจน

5.11 ผู้เล่นมีโอกาสชนะได้บ่อย ๆ

5.12 ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์น้อยชิ้น

5.13 เตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้าเพื่อให้พร้อมใช้และจำนวนเพียงพอ

ขั้นตอนในการใช้เกมประกอบการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. บอกชื่อเกมให้นักเรียนทราบ
2. จัดนักเรียนให้อยู่ในจำนวนและลักษณะที่ต้องการ
3. อธิบายวิธีการเล่นเกม กฎ กติกา การตัดสิน
4. สาธิตให้ดูเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น
5. ตอบคำถามเพิ่มเติมในกรณีนักเรียนไม่เข้าใจ
6. มีความยุติธรรมเมื่อเกิดปัญหาขึ้น
7. พยายามกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม
8. นักเรียนทุกคนควรร่วมกันเล่นจนจบเกม
9. เมื่อเล่นเกมเสร็จแล้วต้องมีการสรุปสิ่งที่ได้จากการเล่นเกมทันที

6. เกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการ รวมทั้งศึกษาคู่มือของการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559) มีทั้งหมด 5 เกม มีรายละเอียดดังนี้

6.1 เกมปาเป้า มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เล่นได้ปาเป้าตัวเลขให้มีผลรวมตัวเลขเท่ากับโจทย์ที่กำหนด ภายใต้เงื่อนไขข้อกำหนดให้ใช้จำนวนลูกดอกน้อยที่สุดปาไปยังเป้าตัวเลขให้ได้ผลบวกของผลลัพธ์ เท่ากับตัวเลขที่สุ่มขึ้น ให้ได้ตัวเลขสุ่มให้ได้มากที่สุด ภายใต้เวลา 90 วินาที ซึ่งประกอบด้วยระดับการเล่น ดังนี้ ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกหลักเดียว ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกสองหลัก ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มหลักเดียว ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มสองหลัก เกมปาเป้ามีส่วนประกอบดังนี้

1) โจทย์ เป็นการกำหนดตัวเลขเป้าหมายโดยการสุ่ม แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 กำหนดช่วงการสุ่มตัวเลข ตั้งแต่ 10 ถึง 30

ระดับที่ 2 กำหนดช่วงการสุ่มตัวเลข ตั้งแต่ 20 ถึง 50

ระดับที่ 3 กำหนดช่วงการสุ่มตัวเลข ตั้งแต่ -30 ถึง -10

ระดับที่ 4 กำหนดช่วงการสุ่มตัวเลข ตั้งแต่ -50 ถึง -20

2) เป้า เป็นวงกลม แบ่งเป็น 25 ช่อง แต่ละช่องมีตัวเลขโดยการสุ่มแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกหลักเดียว

ระดับ 2 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกสองหลัก

ระดับ 3 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มหลักเดียว

ระดับ 4 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มสองหลัก

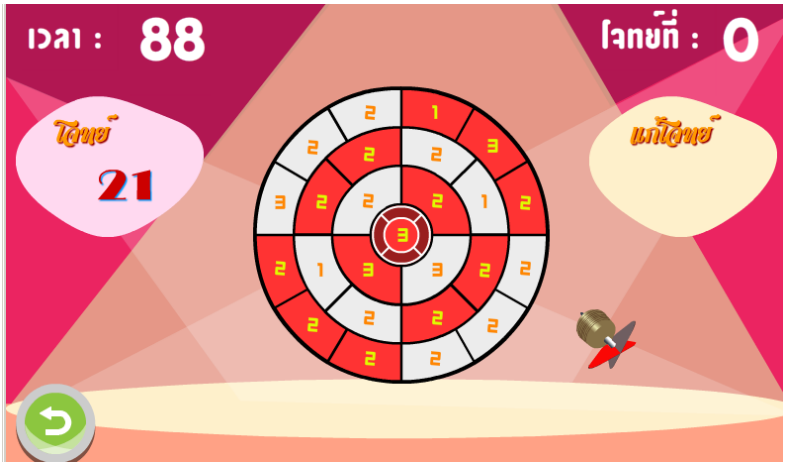
3) ลูกดอก สำหรับใช้ในการปาเป้าตัวเลข

4) ช่องแก้โจทย์ มีไว้เพื่อแสดงผลรวมคะแนนในการปาเป้าแต่ละครั้ง

5) ปุ่มย้อนกลับ มีไว้เพื่อกลับไปเลือกเมนูระดับเกมปาเป้า

6) “เวลา” แสดงเวลาที่นับถอยหลัง

7) “โจทย์ที่” แสดงจำนวนโจทย์ที่แก้ได้



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างของเกมปาเป้า (Darts)

6.2 เกมเครื่องดื่ม มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เล่นเปลี่ยนจำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วนให้เป็นร้อยละ ภายใต้เงื่อนไขเวลาที่จำกัด ให้ได้ตัวเลขสุ่มให้ได้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยระดับการเล่น ดังนี้ จำกัดเวลา 90 วินาที และ 60 วินาที เกมเครื่องดื่มมีส่วนประกอบ ดังนี้

1) โจทย์ เป็นการกำหนดตัวเลขเศษส่วนโดยการสุ่ม 3 จำนวน ในช่องสีเขียว สีเหลืองและสีส้ม

2) แท่งแก้วร้อยละ 3 แท่ง สีเขียว สีเหลืองและสีส้ม โดยในแต่ละแท่งมีปุ่มให้เลื่อนขึ้นลงแสดงผลลัพธ์ที่อยู่ในรูปร้อยละ

3) ปุ่มเครื่องหมายถูก

4) ปุ่มย้อนกลับ มีไว้เพื่อกลับไปเลือกเมนูระดับเกมเครื่องดื่ม

5) “เวลา” แสดงเวลาที่นับถอยหลัง

6) “โจทย์ที่” แสดงจำนวนโจทย์ที่แก้ได้

ภาพที่ 2-6 ตัวอย่างของเกมเครื่องดื่ม (Beverage)

6.3 เกมฟาร์ม มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เล่นเปรียบเทียบจำนวนจากน้อยไปหามาก และจากมากไปหาน้อย ภายใต้เวลาที่จำกัด ให้ได้จำนวนโจทย์ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยระดับการเล่น ดังนี้ เรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปหามากและเรียงลำดับจำนวนจากมากไปหาน้อย เกมฟาร์ม มีส่วนประกอบ ดังนี้

1) โจทย์ เป็นการกำหนดจำนวนโดยการสุ่ม 6 จำนวน ในช่องที่มาพร้อมกับรูปสัตว์
2) ประตูกรง
3) ปุ่มย้อนกลับ มีไว้เพื่อกลับไปเลือกเมนูระดับเกมเครื่องดื่ม
4) “เวลา” แสดงเวลาที่นับถอยหลัง
5) “โจทย์ที่” แสดงจำนวนโจทย์ที่แก้ได้

ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างของเกมฟาร์ม (The Farm)

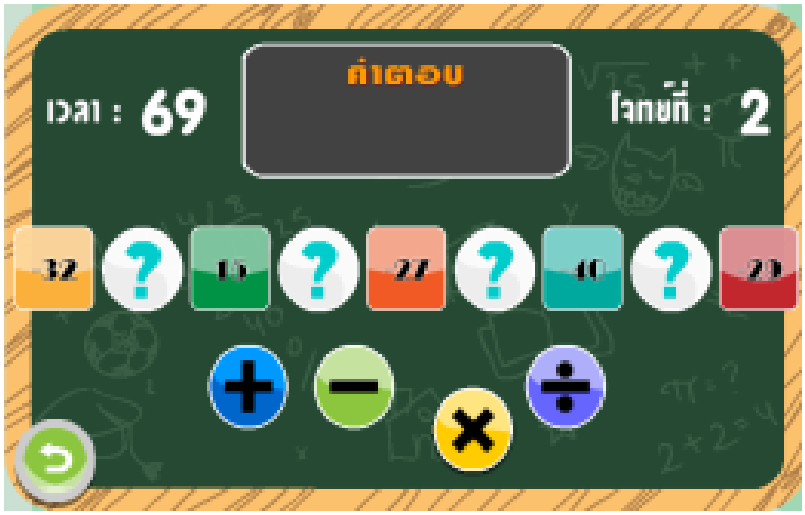
6.4 เกมบวกจำนวน มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เล่นหาผลรวมของเศษส่วนของภายใต้เวลาที่จำกัด ให้ได้จำนวนโจทย์ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยระดับการเล่น ดังนี้ จำกัดเวลา 90 วินาที 60 วินาที และ 30 วินาที เกมบวกจำนวนมีส่วนประกอบ ดังนี้

1) โจทย์ เป็นการกำหนดเศษส่วนโดยการสุ่ม 12 จำนวน
2) “คำตอบ” สำหรับเติมคำตอบ
3) ปุ่มย้อนกลับ มีไว้เพื่อกลับไปเลือกเมนูระดับเกมบวกจำนวน
4) “เวลา” แสดงเวลาที่นับถอยหลัง
5) “โจทย์ที่” แสดงจำนวนโจทย์ที่แก้ได้

ภาพที่ 2-8 ตัวอย่างของเกมบวกจำนวน (Addition)

6.5 เกมเครื่องหมาย มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เล่นคิดคำนวณโดยใช้ความคิดรวบยอดความรู้สึกเชิงจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงและการดำเนินการของจำนวน ของภายใต้เวลาที่จำกัด ให้ได้จำนวนโจทย์ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยระดับการเล่น ดังนี้ จำกัดเวลา 90 วินาที 60 วินาที และ 30 วินาที เกมเครื่องหมายมีส่วนประกอบ ดังนี้

1) โจทย์ เป็นการกำหนดจำนวนเต็ม โดยการสุ่ม 5 จำนวน
2) “คำตอบ” แสดงผลลัพธ์
3) ปุ่มย้อนกลับ มีไว้เพื่อกลับไปเลือกเมนูระดับเกมเครื่องหมาย
4) “เวลา” แสดงเวลาที่นับถอยหลัง
5) “โจทย์ที่” แสดงจำนวนโจทย์ที่แก้ได้



ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างของเกมเครื่องหมาย (Operation)

เพื่อให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแต่ละเกม จึงได้วิเคราะห์ความสอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ความสอดคล้องของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเกมคอมพิวเตอร์

ชื่อเกม	วิธีการเล่นเกม	เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
เกมปาเป้า (Darts)	ยิงเป้าให้ใช้กระสุนน้อยที่สุดที่ทำให้ผลรวมเท่ากับโจทย์ ให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด	ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงและการดำเนินการของจำนวน
เกมเครื่องดื่ม (Beverage)	ให้นักเรียนเปลี่ยนเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นร้อยละให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด	สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนและร้อยละ
เกมฟาร์ม (The Farm)	ให้นักเรียนเรียงลำดับจำนวนต่อไปนี้จากน้อยไปหามากและจากมากไปหาน้อย ให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด	ความคิดรวบยอด ความรู้สึกเชิงจำนวนและสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง
เกมบวกจำนวน (Addition)	ให้นักเรียนหาผลรวมจำนวนต่อไปนี้ให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด	การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงและอัตราส่วน
เกมเครื่องหมาย (Operation)	กำหนดเลขโดดห้าจำนวนใช้สัญลักษณ์ +, -, x และ ÷ ให้มีค่าใกล้ 0 มากที่สุด โดยไม่ใส่วงเล็บให้ใช้ตัวเลขและเครื่องหมายเพียงครั้งเดียว	ความคิดรวบยอด ความรู้สึกเชิงจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงและการดำเนินการของจำนวน

ตามแนวคิดของแอบสแตรกโคด ที่ประกอบด้วย 3 มิติ โดยเริ่มจาก ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ซึ่งมีระบบในการทำงาน คือ ความเข้าใจ สัญลักษณ์ที่สื่อสาร จะทำหน้าที่ในการเข้ารหัส (Encode) และนำเข้า (Input) ข้อมูลเชิงตัวเลขที่แตกต่างกันและเป็นข้อมูลที่เป็นนามธรรม เข้าสู่กระบวนการการคิดคำนวณ อันเป็นขั้นตอนของการนำความรู้พื้นฐานด้านตัวเลข ข้อเท็จจริงด้านตัวเลข กฎ นิยามต่าง ๆ มาใช้ในการการคิดคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์หรือคำตอบที่ถูกต้อง โดยกระบวนการคิดคำนวณที่เป็นขั้นตอนการคำนวณตัวเลขในใจ ซึ่งเป็นการรับข้อมูลเข้ามาทั้งหมด จากนั้นข้อมูลจะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลเชิงเดี่ยวเพื่อให้ผู้คำนวณดำเนินการเองในใจ และแปลผลออกมาเป็นรูปแบบของผลลัพธ์ที่ถูกต้อง โดยกระบวนการนี้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์โมเดลแอบสแตรกโคดในกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์

ชื่อเกม	**โมเดลแอบสแตรกโคด**		
	ความเข้าใจสัญลักษณ์	**การคำนวณ**	**การแสดงผลลัพธ์**
เกมปาเป้า	กระบวนการประมวลผลตัวเลข: เข้าใจรหัสความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) เพื่อที่จะนำเข้ารหัส (Encode) ในรูปของจำนวนเต็ม	เชื่อมโยงกับการเข้าใจในทฤษฎี กฎ นิยามของการบวกจำนวน ทำให้เกิดการถ่ายโอนสู่การแก้ปัญหาจากการเรียกข้อมูลมาคำนวณ	คำตอบได้จากผลบวกของแต้มที่จำนวนเต็มได้จากการปาเป้าสะสมในช่องแก้โจทย์ช่วยเก็บค่าที่ได้ โดยจะต้องมีคำตอบแต้มตรงกับจำนวนเต็มในโจทย์ที่ได้จากการสุ่ม
เกมเครื่องดื่ม	กระบวนการประมวลผลตัวเลข: ทำความเข้าใจรหัสความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) เพื่อที่จะนำเข้ารหัส (Encode) ในรูปของเศษส่วนที่ได้จากการสุ่ม	เชื่อมโยงกับการเข้าใจในทฤษฎี กฎ นิยามของเศษส่วน อัตราส่วน ทำให้เกิดการถ่ายโอนสู่การแก้ปัญหาจากการเรียกข้อมูลมาคำนวณ	คำตอบได้จากการคำนวณเศษส่วนประกอบด้วย - แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ปริมาณของเศษส่วนจากการเลื่อนแท็บขึ้นลงให้มีปริมาณตรงการสุ่ม - คำตอบที่เป็นร้อยละที่มีค่าตรงกับเศษส่วนที่ได้จากการสุ่ม

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชื่อเกม	โมเดลแอบสแตรกโคด		
	ความเข้าใจสัญลักษณ์	**การคำนวณ**	**การแสดงผลลัพธ์**
เกมบวกจำนวน	กระบวนการระมวลผลตัวเลข : ทำความเข้าใจรหัสความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) เพื่อที่จะนำเข้ารหัส (Encode) ในรูปของเศษส่วนที่ได้จากการสุ่ม	เชื่อมโยงกับการเข้าใจในทฤษฎี กฎ นิยาม ของการบวกเศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนกับจำนวนเต็มและทศนิยม ทำให้เกิดการถ่ายโอนสู่การแก้ปัญหาจากการเรียกข้อมูลมาคำนวณ	คำตอบได้จากการหาผลบวกของเศษส่วน โดยมีผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มและทศนิยม 1 ตำแหน่ง
เกมเครื่องหมาย	กระบวนการประมวลผลตัวเลข: ทำความเข้าใจรหัสความหมายเชิงปริมาณ (Semantic Quantity Code) เพื่อที่จะนำเข้ารหัส (Encode) ในรูปของจำนวนเต็ม และความหมายของเครื่องหมาย บวก ลบ คูณและหาร	เชื่อมโยงกับการเข้าใจในทฤษฎี กฎ นิยาม ของการหาผลบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม ทำให้เกิดการถ่ายโอนสู่การแก้ปัญหาจากการเรียกข้อมูลมาคำนวณ	คำตอบได้จากการหาผลบวก ลบ คูณและหารโดยมีผลลัพธ์จำนวนที่มีค่าใกล้ 0

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเกม

ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเกม ดังนี้

บรรจบ ยศกำธร, ประวิทย์ สิมมาทัน, กนกวรรณ ศรีวาปี และจีระนัน เสนาจักร์ (2552) ได้ศึกษาความสามารถในการจำตัวเลขของเด็กที่อยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการมีปัญหาทางการเรียนรู้ระดับปฐมวัย โดยใช้เกมการศึกษา พบว่า 1. เด็กนักเรียนระดับปฐมวัยผู้ที่อยู่ในสภาวะเสี่ยงต่อการมีปัญหาการเรียนรู้ เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมการศึกษาแล้วมีความสามารถในการจำตัวเลขโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก 2. เด็กมีความสามารถในการจำตัวเลขหลังการเรียนด้วยเกมการศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 3. ความคงทนการจำตัวเลขหลัง 2 สัปดาห์ เด็กมีความจำคงอยู่เฉลี่ยร้อยละ 75.00

เพชรไพรินทร์ ศรีละบุตร (2556) ได้สร้างเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุบลรัตนราช-กัญญาราชวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุบลรัตนราช-กัญญาราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรีสุดา ด้วงโต้ด และคณะ (2557) ได้พัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์ กับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที 6 จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนบูรณาการคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ สำหรับใช้เครื่องมือ 1) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาผลวิจัย และ 4) แบบประเมินประสิทธิภาพเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรวิศา นำบุญจิตร์, ชาตรี มณีโกศล และผจงกาญจน์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2557) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมประกอบการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่มีต่อความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ ความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เกมประกอบคำศัพท์ที่มีต่อความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ ความคงทนในการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3 จำนวน 16 แผนรวม 16 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบระหว่างเรียน 3) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยมีค่าเฉลี่ยหลังการสอนสิ้นสุดทันทีกับหลังการสอนสิ้นสุดไปแล้ว 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนมีความพึงพอใจหลังการเรียนโดยใช้เกมประกอบการสอนคำศัพท์โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด และทุกเกมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ปาริชาต นาคะมุขดาพันธ์ และนุชนาฏ ใจดำรง (2559) ได้ศึกษาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน ด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เรื่องการบวกและการลบ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 25 คน โรงเรียนบ้านโล๊ะใหญ่ ตำบลเกาะลันตาน้อย อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ได้แก่ 1) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เรื่องการบวกและการลบวิชาคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เรื่อง การบวกและการลบ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาเรื่องการบวกและการลบ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เรื่องการบวกและการลบ วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับ มาก

จาตุพักตร์ พากเพียร (2559) ได้พัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 60 คน สุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เท่า ๆ กัน เป็นกลุ่มฝึกด้วยเกมคอมพิวเตอร์และกลุ่มเรียนตามปกติในชั่วโมงซ่อมเสริม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า เกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามโมเดลแอบสแตรกโคดสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านกระดานชนวนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบปฏิบัติการ Android 4.2 ประกอบด้วย 5 เกม ได้แก่ เกมปาเป้า เกมเครื่องดื่ม เกมฟาร์ม เกมบวกจำนวน และเกมเครื่องหมาย ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลายเริ่มจากการแก้ปัญหาง่าย ๆ ไปจนถึงปัญหาที่มีความซับซ้อน ผลการนำไปใช้ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มฝึกด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้กลุ่มฝึกด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเรียนตามปกติในชั่วโมงซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Sedighian and Sedighian (1996) เด็กหลายคนไม่ชอบคณิตศาสตร์และพบว่าน่าเบื่อ ในบทความนี้เราได้นำเสนอข้อสังเกตและข้อค้นพบของเราเกี่ยวกับจิตวิทยาเด็กในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริบทของสภาพแวดล้อมทางคณิตศาสตร์เกมคอมพิวเตอร์ การค้นพบของเราชี้ไปที่องค์ประกอบบางอย่างของเกมคอมพิวเตอร์ที่ตอบสนองความต้องการด้านการเรียนรู้ของเด็กและกระตุ้นให้พวกเขาเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในบทความนี้เราจะกล่าวถึง 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งหลังการเล่นเกมเด็กบางคนเข้าใจในเรื่องเรขาคณิต 2) การมีเป้าหมาย โดยบ่อยครั้งในการเล่นนักเรียนจะพยายามเพื่อให้ชนะปริศนา 3) ความสำเร็จ สำหรับการชนะแต่ละครั้งย่อมสร้างแรงกระตุ้นให้พวกเขา 4) ความท้าทาย สำหรับการชนะแต่ละด่านย่อมสร้างความท้าทายใหม่ 5) ความเข้าใจโต้ตอบในการสื่อสาร เข้าใจในสิ่งที่เกมต้องการและตอบสนองกลับ 6) การมีปฏิสัมพันธ์ในการเล่นเกม 7) สถานที่หรือการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ 8) การกระตุ้นประสาทสัมผัส ซึ่งทั้ง 8 องค์ประกอบเราเชื่อว่ามีบทบาทสำคัญและมีส่วนสำคัญในการเรียนรู้

Gee (2003, pp. 1-11) ได้เสนอว่า เกมคอมพิวเตอร์ที่จะประสบความสำเร็จเพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์นั้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงตรรกะ การให้เหตุผลด้านพื้นที่ การให้เหตุผลเป็นกรณี และความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไป ทั้งนี้เป็นพื้นฐานของกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ที่โรงเรียน ทักษะการคำนวณพื้นฐาน และเรขาคณิตเบื้องต้นเป็นอย่างไรรวมทั้งองค์ประกอบทั้งหมดของเกมคอมพิวเตอร์สามารถสร้างคณิตศาสตร์ได้อย่างไร องค์ประกอบเหล่านั้นล้วนแต่เป็นโลกของมันเอง สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ของโลก ตัวแสดงต่าง ๆ ในโลก (อวตารของผู้เล่น และ NPCs) และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ตัวแสดงเหล่านั้นสามารถแสดงออกมาได้

Lopez-Morteo and López (2007) การศึกษาเกมคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคโนโลยีเกมคอมพิวเตอร์ Interactive Instructors of Recreational Mathematics

(IIRM) ซึ่งสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ IIRM เป็นส่วนประกอบซอฟต์แวร์ด้านการศึกษา นำเสนอผ่านกระบวนการคณิตศาสตร์ที่เป็นการคล้ายเครียด ด้วยการโต้ตอบเรียนรู้แบบบูรณาการสภาพแวดล้อม การจำลองสภาพแวดล้อม ด้วยการสื่อสารที่สนับสนุนกระบวนการปฏิสัมพันธ์ของชุมชนการเรียนรู้ผ่านการส่งข้อความโต้ตอบในห้องสนทนาและเกมคณิตศาสตร์เป็นแบบหลายผู้เล่น ผ่านทางส่วนติดต่อสื่อสารกับสภาพแวดล้อมของสถานที่ทำงานส่วนบุคคล ของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ 3 หลักสูตรที่เน้นด้านแรงจูงใจให้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของเม็กซิโก ผลการวิจัยพบว่าการใช้เทคโนโลยี IIRM การจำลองสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีเกมคอมพิวเตอร์ส่งผลบวกต่อทัศนคติของนักเรียนต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งเชื่อว่าแนวทางนี้มีศักยภาพที่จะส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วย

Owston, Wideman, Ronda, and Brown (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมการสอนเพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียนในกิจกรรมการรู้หนังสือที่เกี่ยวกับหลักสูตร โดยตั้งสมมติฐานว่าผลที่ตามมานักเรียนจะปรับปรุงทักษะการอ่านและการเขียนได้ กลุ่มตัวอย่างใช้นักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 18 ห้องเรียน ที่เลือกให้เป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม ทั้งสองกลุ่มศึกษาหน่วยหลักสูตรเดียวกันในช่วง 10 สัปดาห์ แต่นอกเหนือจากกลุ่มทดลองที่พัฒนาขึ้นเกมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยที่ใช้เปลือกเกม การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังการเล่นเกม พบว่า นักเรียนเป็นกลุ่มทดลองมีทักษะการอ่านดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดีกว่ากลุ่มควบคุมสำหรับการทดสอบย่อยการวัดโครงสร้างประโยค (p = .002) สำหรับข้อมูลการสัมภาษณ์ครูชี้ว่าการพัฒนาเกมช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการเปรียบเทียบและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในทักษะการตั้งคำถาม

Kebritchi, Hirumi, and Bai (2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของเกมคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 193 คน และครูผู้สอนจำนวน 10 คน แบ่งการศึกษา พบว่า เกมคอมพิวเตอร์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีประสิทธิภาพการเรียนการสอนและการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้เกมคอมพิวเตอร์ทางคณิตศาสตร์จะบูรณาการกับกิจกรรมในชั้นเรียนโดยครูต้องการที่จะเพิ่มแรงจูงใจในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ครูช่วยสนับสนุนและให้ความสำคัญในการใช้เกมคอมพิวเตอร์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Shin, Sutherland, Norris, and Soloway (2012) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีเกมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบ่งการทดลองเป็น 2 ครั้ง ครั้งแรกใช้นักเรียน 41 คน แบ่งเป็น 2 ห้อง โดยใช้เทคโนโลยีเกมและเกมกระดาษ วิเคราะห์ระหว่างกลุ่ม สำหรับการทดลองครั้งที่ 2 ใช้นักเรียนจากชั้นเกรด 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ชาย 28 คนและ หญิง 22 คน ในจำนวนทั้งหมดนี้แบ่งออกเป็น 3 ห้องเรียน โดยการเล่นเกมอยู่ภายใต้การควบคุมของครู ในการวิเคราะห์แบ่งการวิเคราะห์ตามลักษณะความสามารถ เพศ และ เชื้อชาติเกี่ยวกับทัศนะคติที่มีต่อเกมและต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าการใช้เทคโนโลยีเกมคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนในห้องเรียนเป็นผลดีต่อความสามารถในการคณิตศาสตร์

Siko and Barbour (2014) ได้ใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint เป็นเครื่องมือในการออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา โดยทดลองใช้ในห้องเรียนเคมีสิ่งแวดล้อมในโครงการเกม PowerPoint แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างกลุ่มที่สร้างเกมกับกลุ่มที่ไม่ได้สร้างเกม โดยใช้การทดสอบที่เป็นอิสระจากกัน พบว่า กลุ่มที่ไม่ได้สร้างเกมมีประสิทธิภาพการทำงานดี (p = .023) ขณะที่กลุ่มที่สร้างเกมประสิทธิภาพการทำงานดี (p = .004) ผลการศึกษายืนยันประสิทธิภาพการทำงานในการดำเนินการเรียนการสอนที่อยู่ในกลุ่มที่สร้างเกม PowerPoint มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ผลของการใช้เกมคอมพิวเตอร์ที่เป็นการใช้เทคโนโลยีเข้ามาใช้เป็นสื่อหรือใช้เป็นแบบฝึกทักษะ (Task) สามารถทำให้ผู้เรียนมีความสนใจเรียนมากขึ้น รวมทั้งสามารถเพิ่มทักษะต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้มากขึ้น โดยที่ผู้วิจัยได้สนใจนำเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ของ จาตุพักตร์ พากเพียร (2559) ซึ่งเห็นว่ายังเป็นวิธีการใหม่และเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้กับผู้เรียน สำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในโรงเรียนที่กำลังประสบปัญหากับผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนต่ำ โดยเฉพาะผลการทดสอบโอเน็ต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความแตกต่างระหว่างเพศ

ความแตกต่างระหว่างชายและหญิง ไม่ใช่แค่เรื่องของสรีระและพละกำลัง นอกจากสองสิ่งนี้ ยังมีอะไรอีกหลายอย่าง ที่แยกชายหญิงให้มีลักษณะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยเฉพาะในเรื่องของสมองและจิตใจ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าในเรื่องของความแตกต่างด้านจิตใจระหว่างชายและหญิง ที่เกี่ยวเนื่องกับสมองที่แตกต่างกัน และความสามารถด้านต่าง ๆ รวมทั้งด้านของคณิตศาสตร์

สมองของเด็กผู้หญิง และเด็กผู้ชายกับความสามารถที่ต่างกัน (นิตยสารบันทึกคุณแม่, 2016)

เด็กผู้หญิง

1. การรับรู้ทางสายตา โดยเฉพาะเรื่องรายละเอียดและความละเอียดลออต่าง ๆ
2. ความเข้าใจ การแสดงออกทางสีหน้าท่าทาง จำหน้าคนได้เก่งกว่า สามารถรับรู้อารมณ์ที่แสดงออกทางเสียงได้ดีกว่า
3. มีความสามารถในการอ่าน และการพูดดีกว่า โดยเฉพาะการอ่านที่มีข้อความสัมพันธ์กับความรู้สึกและอารมณ์
4. มีความไวต่อ กลิ่น รส การสัมผัส และเสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงสูง

เด็กผู้ชาย

1. ความสามารถในเรื่องแผนที่และคิดปริศนา หรือเขาวงกตต่าง ๆ
2. มีความสามารถในเรื่องทักษะมิติสัมพันธ์ที่ดี การรับรู้ เกี่ยวกับมิติต่าง ๆ ความลึก ทิศทาง ระยะห่าง การรับรู้ วัตถุที่มีสามมิติซ่อนอยู่ในภาพสองมิติได้
3. มีความสามารถในการวิจัยและค้นคว้า ทดลอง
4. มีความสามารถในเรื่องของคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องตรีโกณและ

พีชคณิต

5. มีความคิดที่อิสระในสถานการณ์ต่าง ๆ มากกว่าเด็กผู้หญิง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความแตกต่างระหว่างเพศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความแตกต่างทางความสามารถและสติปัญญาระหว่างเพศและได้รวบรวมงานที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

ผลการวิจัยของการทดสอบ PISA 2015 ภาพรวมระดับนานาชาติ นักเรียนชายมีคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (8 คะแนน) สำหรับประเทศไทย นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีคะแนนคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่านักเรียนชาย 3 คะแนน (ชาย 414 คะแนน และ หญิง 417 คะแนน) แต่ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ความแตกต่างระหว่างเพศของไทยเริ่มมีช่องว่างแคบลงเมื่อเทียบกับการประเมินในรอบที่ผ่าน ๆ มา ซึ่งใน PISA 2012 นักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่าถึง 11 คะแนน (ชาย 419 คะแนน และ หญิง 433 คะแนน) โดยนักเรียนหญิงมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 ถึง 16 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

Hyde, Fennema, and Lamon (1990) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศในด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์งาน 100 งาน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1963 – 1998 พบว่าความแตกต่างในประสิทธิภาพด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเพศชายเริ่มเด่นชัดหลังจากที่โรงเรียนประถมศึกษาและเริ่มเด่นชัดมากที่สุดในโรงเรียนมัธยมปลายและระดับมหาวิทยาลัย แต่ผลการวิจัยที่พบขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา อย่างไรก็ตามความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของผู้หญิงที่ลดลง พบว่าขึ้นอยู่กับความใส่ใจที่น้อยลงด้วย

Josephs, Newman, Brown, and Beer (2003) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญาระหว่างเพศด้วยการกะระยะเชิงพื้นที่ เป็นการตรวจสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลองที่เป็นเพศชาย 75 คน และเพศหญิง 76 คน พบว่า เพศชายมีแนวโน้มดีกว่าเพศหญิง ในขณะที่เพศหญิงมีผลการทำแบบทดสอบทางการพูดที่สูงขึ้น

Skaalvik and Skaalvik (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรับรู้ความสามารถในด้านวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถด้านภาษาในความแตกต่างระหว่างเพศ กลุ่มตัวอย่างนักเรียนในเกรด 6 จำนวน 277 คน (แยกเป็นชายจำนวน 129 คน และหญิงจำนวน 148 คน) นักเรียนเกรด 9 จำนวน 239 คน (แยกเป็นชายจำนวน 115 คน และหญิงจำนวน 124 คน) นักเรียนเกรด 11 จำนวน 264 คน (แยกเป็นชายจำนวน 128 คน และหญิงจำนวน 136 คน) และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 127 คน (แยกเป็นชายจำนวน 48 คน และหญิงจำนวน 79 คน) ในประเทศนอร์เว ผลการวิจัยพบว่าความแตกต่างระหว่างเพศ นักเรียนหญิงมีอัตมโนทัศน์ด้านการพูดสูงกว่าผู้ชาย ในขณะที่นักเรียนชายมีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

Hyde and Mertzb (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศกับศักยภาพด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการตอบคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 ประชาชนทั่วไปมีความแตกต่างในด้านความสามารถด้านคณิตศาสตร์หรือไม่

ข้อ 2 เพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างในด้านความสามารถด้านคณิตศาสตร์หรือไม่

ข้อ 3 ผู้หญิงสามารถมีความสามารถและสติปัญญาด้านคณิตศาสตร์สูงได้หรือไม่

โดยใช้ข้อมูลในสหรัฐอเมริกาและจากหลาย ๆ ประเทศ จากคำถามข้อที่ 1 พบว่า ผู้หญิงกับผู้ชายเริ่มมีความความเท่าเทียมกันซึ่งมีความใกล้เคียงกับประเทศอื่นเช่นกัน คำถามข้อที่ 2 พบว่า เพศชายมีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าเพศหญิง ร้อยละ 95 หรือ ร้อยละ 99 แต่ความสามารถที่แตกต่างนี้ลดลง เมื่อเวลาผ่านไป และคำถามข้อที่ 3 พบว่า เพศหญิงสามารถมีพรสวรรค์หรือความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่ด้อยไปกว่าเพศชาย แต่ในอดีตจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านสังคม วัฒนธรรม และความเท่าเทียมเกี่ยวกับเพศด้วย

Cotton, McIntyre, and Price (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแข่งขันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งการศึกษานักเรียนทั้งหมด 505 คน แยกเป็นนักเรียนในเกรด 3 จำนวน 86 คน เกรด 4 จำนวน 297 คน และเกรด 6 จำนวน 266 คน โดยในทั้งหมดนี้แยกเป็นชายจำนวน 266 คน หญิงจำนวน 239 คน แยกนักเรียนชายและหญิง โดยในกลุ่มชายและหญิงจะถูกแบ่งอีกออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ตามความสามรถของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่แข่งขันรอบแรกมีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนหญิงทั้ง 3 กลุ่ม แต่ในรอบการแข่งขันที่ 2-5 พบว่านักเรียนหญิงสามารถมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่สูงขึ้นมาทั้งสามกลุ่มของนักเรียนหญิง แต่ขณะเดียวกันนักเรียนชายในกลุ่มอ่อนและปานกลางมีคะแนนค่าเฉลี่ยลดลง และคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นเฉพาะกลุ่มเก่งแต่โดยรวมแล้วนักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิง

Pahlke and Goble (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างทางเพศระหว่างผู้ชายกับผู้หญิง พบว่าโดยทั่วไปความแตกต่างทางเพศ ผู้ชายจะมีความสามารถในด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้หญิง แต่ขณะเดียวกันผู้หญิงก็มีความสามารถในด้านการอ่านและการเขียนที่ดีกว่าผู้ชาย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีหลากหลายคำตอบที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ หรืองานวิจัยบางงานก็พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายกับเพศหญิง แต่คำตอบส่วนใหญ่จะชี้ว่า เพศชายจะมีทักษะด้านคณิตศาสตร์ที่ดีกว่าเพศหญิง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปโดยภาพรวมว่าเพศชายมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่าเพศหญิง

ความแตกต่างระหว่างระดับชั้น

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่ต่างกันย่อมมีเนื้อหาในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างกันให้เหมาะสมกับวัยและช่วงอายุ จากง่ายไปหายาก จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Huitt & Hummel, 2003) โดยเพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ขั้นของการใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ (Sensory – Motor Operation or Reflexive) อยู่ในช่วงอายุแรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะพัฒนาการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องใช้ภาษาเป็นสื่อ เป็นช่วงเริ่มต้นที่จะเรียนรู้ในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ถ้ามีการใช้ประสาทสัมผัสมากเท่าไรยิ่งช่วยพัฒนาเชาวน์ปัญญาได้มากขึ้นด้วย โดยทั่วไปเด็กจะรับรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมได้เท่านั้น

ระยะที่ 2 ขั้นเตรียมความคิดที่มีเหตุผล หรือการคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperation or Preconceptural Stage or Concret Thinking Operations) อยู่ในช่วงอายุ 2-7 ปี พัฒนาการเชาว์ปัญญาของเด็กวัยนี้เน้นไปที่การเรียนรู้ และเริ่มมีพัฒนาการทางภาษาดีขึ้นด้วย โดยสามารถพูดได้เป็นประโยค มีการสร้างคำได้มากขึ้น แต่เด็กยังไม่สามารถใช้สติปัญญาคิดได้อย่างเต็มที่

ระยะที่ 3 ขั้นคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage or Period of Concrete Operation) หรือขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เด็กในวัยนี้จะสามารถใช้เหตุผลในการตัดสินใจปัญหา ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น โดยลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ

1. สามารถสร้างจินตนาการในความคิดของตนขึ้นมาได้ (Mental Representations)
2. เริ่มเข้าใจเกี่ยวกับการคงสภาพปริมาณของสสาร (Conservation)
3. มีความสามารถในการคิดเปรียบเทียบ (Relational Terms)
4. สามารถสร้างกฎเกณฑ์เพื่อจัดสิ่งแวดล้อมเป็นหมวดหมู่ได้ (Class inclusion) เช่น การแบ่งแยกประเภทของสัตว์ เป็นต้น
5. มีความสามารถในการเรียงลำดับ (Serialization and Hierarchical Arrangements)
6. สามารถคิดย้อนกลับไปมาได้ (Reversibility)

ระยะที่ 4 ขั้นของการคิดอย่างมีเหตุผลและอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operation Stage or Period of Formal Operation) หรือขั้นการปฏิบัติการด้วยนามธรรม อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ได้ เข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นตัวของตัวเอง ต้องการอิสระ ไม่ยึดตนเป็นศูนย์กลาง รู้จักการใช้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนที่ต่างกันในแต่ละระดับชั้นตามความเหมาะสมของเนื้อหา ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลาหน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติการนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

สาระที่ 4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละชั้นในการจัดการเรียนรู้ที่ยึดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ มาตรฐาน ตัวชี้วัด วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การวิเคราะห์ มาตรฐาน ตัวชี้วัด วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 64-71)

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม	• จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม • การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม
	2. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific Notation)	• เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม • การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม)
ม.2	1. เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน	• เศษส่วนและทศนิยมซ้ำ
	2. จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	• จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ
	3. อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สาม	• รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง
	4. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา	• อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และนำไปใช้
ม.3	–	–

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหารและบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหาร ของจำนวนเต็ม	• การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
	2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม	• การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนและทศนิยม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม
	3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม	• เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
	4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	• การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มและนำไปใช้
ม.2	1. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สองและ รากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหารากของจำนวนจริง	• การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบ • รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง
ม.3	-	-

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ	• การประมาณค่าและการนำไปใช้
ม.2	1. หาค่าประมาณของรากที่สอง และรากที่สามของจำนวนจริง และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	• รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงและการนำไปใช้
ม.3	–	–

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา	• ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับ และการนำไปใช้ • การนำความรู้และสมบัติจำนวนเต็มไปใช้
ม.2	1. บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ	• จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
ม.3	–	–

จากตารางที่ 2-3 ปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่ได้เรียนในสาระที่ 1 มีแค่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีเรียนในสาระที่ 1 นั้นคือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการเรียนในสาระที่ 1 มาแล้ว และในการวิจัยนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 เรื่องจำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)

ทำให้ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะมีผลที่แตกต่างกันเกิดขึ้นในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1-3 โดยเมื่อกล่าวถึงประสบการณ์ในการเรียนและความรู้พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นชั้นที่มีพื้นฐานทางเรียนและประสบการณ์ในการเรียนที่มีมากว่าทั้งชั้น ม.1 และชั้น ม.2 ในทำนองเดียวกันชั้น ม.2 มีพื้นฐานและประสบการณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีมากกว่าทั้งชั้น ม.1 เมื่อทั้ง 3 ชั้น มาเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานคาดว่าน่าจะมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

ความสามารถด้านคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปถือว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ได้ (Ziegler & Raul, 2000) คนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เป็นพรสวรรค์มาตั้งแต่เกิด คนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่มักจะมีการเชื่อมโยงในทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการประมวลผลและการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลเชิงตรรกะขั้นสูง (Krutetskii, 1976, p. 2) แต่คนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ก็มิได้หมายความว่าจะเก่งในทางด้านอื่น ๆ ทั้งหมดด้วย นั่นคือ ความสามารถด้านการคำนวณ ก็ไม่เกี่ยวกับความสามารถทางด้านสติปัญญาโดยทั่วไปหรือไอคิว และความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านอื่น ๆ ไปด้วย ข้อสรุปสำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ สามารถจะพัฒนาขึ้นได้มากทีเดียว นั่นคือ คนที่ไม่เก่งคำนวณในระยะแรก ๆ ก็สามารถจะกลายเป็นคนเก่งคำนวณได้ ถ้าได้รับความช่วยเหลือหรือการฝึกอบรมให้ถูกทาง จนกระทั่ง “ความเก่ง” คำนวณที่ซ่อนอยู่ภายใน กระโดดออกมาแสดงตนให้เป็นที่ประจักษ์ได้ มีข้อยกเว้นสำหรับคนที่ไม่มีศักยภาพทั้งด้านการแสดงออกและสมองภายในที่ไม่เอื้อต่อการจะกลายเป็นคนเก่งเลขขึ้นมาได้ แต่ก็มักจะมีศักยภาพที่โดดเด่นทางด้านอื่น ที่มีความสำคัญต่อมนุษยชาติ ไม่ยิ่งหย่อนกว่าคณิตศาสตร์ เช่น ทางด้านปรัชญา ศิลปศาสตร์ วิทยาศาสตร์สังคม สุนทรียศาสตร์และอื่น ๆ (ประชาคมวิจัย, 2557)

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับสติปัญญาในด้านคณิตศาสตร์

ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์

การ์ดเนอร์ ได้ให้ความหมายของ ปัญญาด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) คือ ความสามารถในการคิดแบบมีเหตุและผล การคิดเชิงนามธรรม การคิดคาดการณ์ และการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักเป็น นักบัญชี นักสถิติ นักคณิตศาสตร์ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักเขียนโปรแกรม หรือวิศวกร ลักษณะของคนเก่งด้านตรรกะและคณิตศาสตร์มีลักษณะต่อไปนี้ (สุนทร โคตรบรรเทา, 2548, หน้า 4)

1. ใช้เหตุและผลหรือวิธีเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. เข้าใจตัวเลขและแบบแผนที่เป็นนามธรรม
3. ใช้เหตุผลในการเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา
4. ชอบคิดคำนวณ ทำงานกับตัวเลข รูปทรง และแบบแผนต่าง ๆ
5. คิดในเชิงความคิดรวบยอดหรือสังกัป
6. ชอบคอมพิวเตอร์และการแก้ปัญหาอักษรไขว้
7. มีวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
8. คิดคำนวณโจทย์เลขที่สลับซับซ้อนได้
9. แยกย่อยรหัสและแบบแผนลวดลายต่าง ๆ ได้
10. ชอบทำงานกับสัญลักษณ์และสูตรที่เป็นนามธรรม
11. รู้จักทำงานไปตามลำดับขั้น เช่น การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้เข้าที่เดิม
12. รู้จักความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์กับวัตถุที่เป็นรูปธรรม

ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

1. สนใจแผนที่ ลูกโลก แผนภูมิ ปฏิทิน เวลา ตัวเลข

2. ชอบตั้งคำถามแบบนามธรรม เช่น เรื่องของเวลา อวกาศ มิติของเวลา
3. ชอบเล่นตัวต่อยาก ๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง
4. ชอบชั่ง ตวง วัด นับ จัดลำดับหมวดหมู่สิ่งของ
5. สามารถเข้าใจความหมายของจำนวน และตัวเลขได้เร็วกว่าเพื่อนในวัยเดียวกัน
6. รู้จักตัวเลขหนึ่งหลักหรือสองหลัก นับจำนวนสิ่งของให้สัมพันธ์กับตัวเลขได้
7. มีความเข้าใจเกี่ยวการใช้เงินและค่าของเงิน
8. สามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดีโยงกับเรื่องอื่นได้
9. สามารถสรุปความคิดในเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
10. สามารถคิดข้ามขั้นตอนในเชิงตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง
11. สามารถตอบคำถามที่แนบเนียนกระทัดรัด
12. เปลี่ยนแนวคิดได้ในกรณีจำเป็น
13. มักจะจดจำความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของปัญหาและหลักการของคำตอบได้ดี
14. รักและหลงใหลในตัวเลข ชอบหมกหมุ่นกับสิ่งที่เกี่ยวกับตัวเลข
15. มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งในลักษณะมีรูปแบบตายตัวและไม่ตายตัว
16. ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลต่อกัน เช่น ถ้า..แล้ว, ดังนั้น, เพราะว่า, ถ้าไม่..แล้ว..
17. ชอบจัดหมวดหมู่สิ่งของหรือวาดรูปในลักษณะที่เรียงจากขนาดใหญ่ไปหาเล็กหรือเล็กไปหาใหญ่
18. ชอบวาดรูปแบบทรงเรขาหรือลักษณะสมดุลทุกอย่าง
19. ชอบเรียงของเล่นตามขนาดของสิ่งของ ไม่ใช่จากคุณลักษณะอื่น
20. มีระดับ IQ 120 หรือสูงกว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ดังนี้

Geary (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเกรด 5 จำนวน 177 คน วัดความสามารถในการนับจำนวนและทักษะทางคณิตศาสตร์ ในการเข้าไปควบคุมโดยพัฒนาทางสติปัญญา ความจำขณะคิด และความไวในการตอบสนองต่อผลลับแล้วทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าความสามารถด้านคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพหากเข้าไปพัฒนาหรือควบคุมที่ถูกต้องและถูกเวลาที่เหมาะสม

Steenbergen-Hu and Moon (2011) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเร่งวิชาการให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง จากการรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ ในเว็บไซต์ ตั้งแต่ปี 1984 ถึงปี 2008 จากงานวิจัยทั้งหมด 38 งาน ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีความสามารถสูง เปรียบเทียบกลุ่มเปรียบเทียบคนวัยเดียวกันหรือเปรียบเทียบแบบผสม พบว่า ยิ่งส่งเสริมวิชาการให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงในด้านบวก จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงขึ้นด้วย

Zhang, Gan, and Wang (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้การตรวจสอบ EEG และ GBR ในการตรวจสอบจากปัจจัย 3 ปัจจัย ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ค่าจากความซับซ้อน

ของแบบทดสอบ และ การเรียนรู้ระยะสั้น ผลจากการวิเคราะห์พบว่าบริเวณกระหม่อมด้านขวาและบริเวณสมองส่วนหน้าที่ทำหน้าที่ร่วมกันในด้านการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์

Sak (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมการศึกษาที่เป็นองค์ความรู้สำหรับทดสอบนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ใช้นักเรียนในเกรด 6 – 8 ก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรม EPTS พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีผลของการเพิ่มการคิดวิเคราะห์ กลยุทธ์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ยิ่งมีการจัดรูปแบบของการฝึกและส่งเสริมสิ่งที่สามารถทำให้ทักษะพัฒนาขึ้นด้วยวิธีการ เครื่องมือ (Task) ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษยิ่งทำให้พวกเขาสามารถเพิ่มและพัฒนาตนเองได้เร็วกว่าปกติ เพราะพวกเขามีความสามารถที่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนอ่อน เช่น มีวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ คิดคำนวณโจทย์เลขที่สลับซับซ้อนได้ ใช้เหตุผลในการเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา เป็นต้น ทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมปรับเข้ากับความรู้ใหม่ได้เร็วกว่านักเรียนที่มีอ่อนด้อยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการอย่างหนึ่งที่ครูควรปลูกฝังให้นักเรียนครูจึงควรศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอแนะไว้ดังนี้

Hatfield, Edwards, and Bitter (1993, pp. 43-44) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1.1 ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน

1.2 ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.3 ควรฝึกให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการสิ่งที่โจทย์กำหนดที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

1.4 ควรตั้งคำถามที่ให้นักเรียนเข้าใจว่าปัญหานี้ต้องการอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

1.5 นำเสนอปัญหาหลากหลายรูปแบบเพื่อไม่ให้นักเรียนรู้สึกเบื่อกับปัญหาที่ซ้ำซากและไม่ท้าท้าย

1.6 นำเสนอปัญหาในห้องเรียนบ่อย ๆ เพื่อให้กลายเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนในห้องเรียน จะทำให้นักเรียนไม่มองว่าเป็นสิ่งที่แยกออกมา แต่เป็นสิ่งที่ต่อเนื่อง คุ้นเคย และจำเป็น

1.7 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างและวิเคราะห์ปัญหา มีการอภิปรายถึงสิ่งที่โจทย์ลวงมาและยุทธวิธีที่ไม่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

1.8 ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีเดิมหลาย ๆ ข้อ เพื่อให้เข้าใจสิ่งสำคัญของแต่ละยุทธวิธี ซึ่งแต่ละยุทธวิธีจะมีความยืดหยุ่นและสามารถประยุกต์ไปสู่สถานการณ์ที่กว้างขึ้น

และยังส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาเดียวกันหลาย ๆ วิธีเพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซากไม่ท้าทายความสามารถ

1.9 ช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะปัญหานั้น ๆ

1.10 ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

1.11 ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผล และดำเนินการแก้ปัญหา

1.12 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

1.13 ควรมีการอภิปรายถึงปัญหาที่หาทางแก้ไขยาก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทบทวนและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้มีการศึกษาไว้ มีรายละเอียดดังนี้

วิวัฒน์ ไขไพวัน (2552) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านง่อนหนองพะเนาว์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 32 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา และ แบบทดสอบการคิดแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุขสันติ์ ดุลชาติ (2552) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนคำโพนทองบริบูรณ์ราษฎร์บำรุง จังหวัดกาฬสินธุ์ เขต 3 จำนวน 24 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิติญา มัณฑุสินธุ์, เสรี ชัดแช้ม และรุ่งฟ้า กิติญาณุสันต์ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 72 คน แล้วสุ่มแยกออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 24 คน เป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ให้เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เครื่องมือเป็นแบบทดสอบการจำแบบวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีลักษณะ 4 ตัวเลือก จำนวน 23 ข้อ มาตรวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 27 ข้อพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยวิธีการสร้างความเชื่อมโยงในการจดจำและวิธีการแรงจูงใจด้วยการจดจำการให้รางวัล มีความสามารถจำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทุกกลุ่มมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

กฤษฎา วรพิน และจิณดิษฐ์ ละออปักษิณ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 39 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำคือ ร้อยละ50 2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กรุณพล โลนุชิต และวรรณี เจตจำนงนุช (2556) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย จำนวน 60 คน สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซูรายา สัสดีวงศ์ และอัมพร ม้าคนอง (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 82 คน โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การแสดงความคิดจากประเด็นปัญหา การขยายความคิดเพื่อวิเคราะห์ปัญหา การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด การหาข้อสรุปและสะท้อนความคิด และ ผลของการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คือ ความ สามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่ม

ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองนั้นสูงกว่าร้อยละ 50 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้

ศรีสุดา ด้วงโต้ด และคณะ (2557) ได้พัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์ กับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที 6 จำนวน 70 คน โดยใช้เครื่องมือ 1) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และ 4) แบบประเมินประสิทธิภาพเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัยนา ไพจิตต์ และคงรัฐ นวลแปง (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 54 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Harskamp and Suhre (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีของ Schenfeld กับนักเรียน 90 คน อายุ 15-17 ปี ที่ควบคุมสภาพการเรียนรู้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกปัญหา เพื่อให้คำแนะนำในระหว่างความแตกต่างของปัญหาที่สำคัญคือ ขณะทำการวิเคราะห์ปัญหาสามารถเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหา ทำแผนการดำเนินและตรวจสอบคำตอบกับคำถามที่ถาม ประสิทธิผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการประเมินโดยวิธีการทดสอบก่อนและการทดสอบหลังการทดลอง ในกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ทำงานร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

Ozsoy and Ataman (2009) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมกลยุทธ์การรู้คิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกอบรมโดยใช้กลยุทธ์การรู้คิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการศึกษาใช้เวลากว่า 9 สัปดาห์กับนักเรียนระดับเกรด 5 โดยให้กลุ่มทดลองจำนวน 24 คน ได้รับการสอนโดยใช้ทักษะการรู้คิด และในขณะเดียวกันนักเรียนในกลุ่มควบคุม จำนวน 23 คน ได้รับกิจกรรมการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ทักษะการรู้คิดมีความสามารถและทักษะในการแก้ปัญหาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Perveen (2010) ได้ศึกษารูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนราวาลพินดิ ในประเทศปากีสถาน จำนวน 48 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของเชอร์รีน (Sherreen) และขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกของโพลยา (Polya's heuristic) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหาทั้งสองแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Babakhani (2011) ได้ศึกษาผลของการสอนกลยุทธ์การคิดและการสอนการรู้คิด กับอุปสรรคในการแก้ปัญหาของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา การศึกษานี้ศึกษาผลของการเรียนการสอนกลยุทธ์การคิดและการรู้คิด ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเกรด 4 การออกแบบการทดลองใช้ทดสอบก่อน-หลัง โดยสุ่มกลุ่มมา 60 คน ทำการทดสอบ Pre-Test กับนักเรียน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน (ชาย 15 คน และ หญิง 15 คน) และ กลุ่มควบคุม 30 คน (ชาย 15 คน และ หญิง 15 คน) ใช้เวลาในการทำการทดลอง 16 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าการสอนเป็นกลยุทธ์ที่แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนที่มีอุปสรรคในการแก้ปัญหาในกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และยังพบว่า เพศกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยการทดสอบหลังการทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนหญิง

Liu, Cheng, and Huang (2011) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ผ่านเกมจำลองคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาการคำนวณ การศึกษาใช้กลุ่มทดลอง 117 คน เป็นนักศึกษาปี 1 ในมหาวิทยาลัยของประเทศไต้หวัน ใช้เครื่องมือในการทดลองคือ เกมจำลองการออกแบบเพื่อช่วยให้พวกเขาที่จะเรียนรู้การแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ ผลพบว่า นักเรียนเมื่อเรียนรู้ปัญหาการคำนวณการแก้ปัญหาด้วยเกมแล้วมีแนวโน้มที่จะรับรู้ประสบการณ์การเรียนรู้ดีกว่าในแบบบรรยาย แรงจูงใจภายในของนักเรียนยังได้รับเพิ่มขึ้นเมื่อพวกเขาเรียนรู้ด้วยเกมจำลอง

Panaoura (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์ โดยใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อายุ 11 ปี จำนวน 255 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 107 คน และกลุ่มควบคุม 148 คน พบว่า การให้นักเรียนสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนเองจากอุปสรรคในการแก้ปัญหาเป็นวิธีหนึ่งที่จะเพิ่มการควบคุมตนเองของนักเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Taspinar and Bulut (2012) ได้ศึกษาการใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาของนักเรียนในเกรด 8 โดยการสอนกลยุทธ์ในแต่ละวิธีทั้งหมดให้นักเรียน โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือการตรวจสอบผลการใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาที่ต่างกันของนักเรียนในเกรด 8 การสอนคณิตศาสตร์ในการประยุกต์กลยุทธ์การแก้ปัญหา ใช้กลุ่มตัวอย่าง 22 คนในเกรด 8 ที่ได้รับการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา 4 สัปดาห์ (15 ชั่วโมง) ซึ่งเป็นการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาให้นักเรียน ซึ่งแต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้แก่ การแก้ปัญหาแบบย้อนกลับ การค้นหาแบบรูป การหามุมมองที่แตกต่าง การวาดภาพ การคาดเดาคำตอบ การให้เหตุผลและความเป็นไปได้ และการจัดระเบียบของข้อมูล ซึ่งทำการวัดก่อนและหลังได้รับการฝึก พบว่า นักเรียนมีผลการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

Phaksunchai, Kaemkate, and Wongwanich (2014) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี การพัฒนาความคิดสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความจำเป็นที่นักเรียนต้องใช้ในสถาน เพื่อที่จะช่วยให้พวกเขามีความสามารถเผชิญกับปัญหาและการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเหมาะสำหรับแต่ละสถานการณ์ของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือการสังเกตความต้องการในการพัฒนาแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและพัฒนาชุดฝึกในการพัฒนาการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยสองขั้นตอน ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 420 คน เป็นเพศหญิง (60.238%) อายุ 19-20 ปี ใช้เครื่องมือเป็นชุดฝึกการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและแบบประเมินความต้องการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการทำชุดฝึกมี 6 หน่วย จำนวน 19 การฝึก ใช้เวลา 27 ชั่วโมง ผลวิจัยพบว่า ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมได้รับความสามารถมากขึ้นในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมในบริบทของสถานการณ์ที่เกิดปัญหาขึ้น

เพื่อให้เห็นถึงวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแบบต่าง ๆ ของแต่ละงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมและทำการวิเคราะห์ออกมาเป็นตาราง ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยจากในประเทศและต่างประเทศ

ผู้วิจัย	**กลุ่มตัวอย่าง**	**จำนวนกลุ่มทดลอง (คน)**	**เครื่องมือ/วิธีการที่ใช้ในทดลอง**
วิวัฒน์ ไขไพวัน (2552)	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	32	ชุดกิจกรรมส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา
สุขสันติ์ ดุลชาติ (2552)	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	24	ชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ
วิติญา มัณฑุสินธุ์ และคณะ (2553)	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1	72	การเรียนด้วยวิธีการสร้างความเชื่อมโยงในการจดจำและการจูงใจให้จดจำด้วยรางวัลกับวิธีเรียนรู้แบบปกติ
Ozsoy and Ataman (2009)	นักเรียนระดับเกรด 5	24	กลยุทธ์การรู้คิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มทดลอง (คน)	เครื่องมือ/วิธีการที่ใช้ในทดลอง
Perveen (2010)	มัธยมศึกษาปีที่ 4	24	การสอนโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของเชอร์รีน (Sherreen) และขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกของโพลยา
Babakhani (2011)	ชั้นประถมศึกษาเกรด 4	60	การสอนกลยุทธ์การคิดและการรู้คิด
Liu, Cheng, and Huang (2011)	นักศึกษาปี 1	117	เกมจำลองคอมพิวเตอร์
Panaoura (2012)	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	107	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์
กฤษฎา วรพิน และ จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ (2554)	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2	79	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูง
กรุณพล โลนุชิต และ วรรณี เจตจำนงนุช (2556)	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3	60	การฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
ซูรายา สัสดีวงศ์ และ อัมพร ม้าคนอง (2556)	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2	82	การบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และการใช้ปัญหาเป็นหลัก
ศรีสุดา ด้วงโต้ด และคณะ (2557)	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	70	เกมคอมพิวเตอร์
นัยนา ไพจิตต์ และ คงรัฐ นวลแปง (2558)	มัธยมศึกษาปีที่ 5	54	จัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
Harskamp and Suhre (2007)	นักเรียน	90	โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มทดลอง (คน)	เครื่องมือ/วิธีการที่ใช้ในทดลอง
Taspinar and Bulut (2012)	นักเรียนเกรด 8	22	การสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
Phaksunchai et al. (2014)	นักศึกษาระดับปริญญาตรี	420	ชุดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 2-5 การสังเคราะห์การใช้เครื่องมือและวิธีการในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือ/วิธีการในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	วิวัฒน์ ไข่ไพวัน (2552)	สุขสันต์ คุลชาติ (2552)	วิติญา มัณฑุสิษฐ์ และคณะ (2553)	กฤษฎา วรพิน และจิณดิษฐ์ ละออปักษิณ (2554)	กรุณพล โลนุชิต และวรรณี เจตจำนงนุช (2556)	ชูรยา สัสดีวงศ์ และยัมพร ม้าคนอง (2556)	ศรีสุดา ด้วงไต้ด และคณะ (2556)	นัยนา ไพจิตต์ และคงรัฐ นวลแปง (2558)	Harskamp and Suhre (2007)	Ozsoy and Ataman (2009)	Perveen (2010)	Babakhani (2011)	Liu et al. (2011)	Panaoura (2012)	Taspinar and Bulut (2012)	Phaksunchai et al. (2014)
1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์							✓		✓					✓		
2. การสอนกลยุทธ์แก้ปัญหา										✓					✓	
3. เทคนิคการสอนของ Sherreen (2006) และ Polya's (1945)											✓					
4. การสอนกลยุทธ์การคิดและการรู้คิด												✓				
5. เกมคอมพิวเตอร์													✓			
6. การเรียนรู้โดยเทคนิค K-W-D-Lและใช้คำถามขั้นสูง				✓												
7. การฝึกการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์					✓											
8. การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ						✓										
9. ชุดฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์																✓
10. จัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง								✓								
11.การเรียนด้วยวิธีการสร้างความเชื่อมโยงในการจดจำและการจูงใจให้จดจำด้วยรางวัลกับวิธีเรียนรู้แบบปกติ			✓													
12. ชุดกิจกรรม	✓	✓														

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้มีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบ วิธีการและเครื่องมือที่ต่างกันซึ่งแต่ละวิธีการก็ล้วนสามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ด้วยปัจจุบันมีเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ มากมาย ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรมีวิธีการใหม่ ๆ ที่ทันสมัยเข้ามาเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เข้ากับยุคปัจจุบันที่มีความพร้อมในด้านเทคโนโลยี จึงได้นำเอาโปรแกรมเกมคอมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบแตรกโคดเป็นฐาน ซึ่งเป็นโปรแกรมเกมที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบและลักษณะของโปรแกรมที่มีความเป็นเกมที่มีสีสันสดใส ความสนุก การแข่งขัน ท้าทายความสามารถของผู้เล่น สามารถดึงดูดความสนใจ กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (ศรีสุดา ด้วงโต้ด และคณะ, 2557) ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ฝึกการเผชิญปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และจะส่งต่อผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นด้วย (Liu et al., 2011)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบการวิจัยเชิงทดลอง (Experrimental Research) เพื่อเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การศึกษาผลการเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน มีการดำเนินการดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นอาสาสมัครจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่สมัครเข้าร่วมการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากสุขภาพปกติดีและถนัดมือขวา ทั้งนี้อาสาสมัครทุกคนยินยอมและทำเป็นลายลักษณ์อักษร จากนั้นสุ่มมา จำนวน 60 คน เป็นการสุ่มอย่างง่ายแบบไม่ใส่คืน โดยแบ่งได้ดังนี้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน (ชาย 10 คน และหญิง 10 คน)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน (ชาย 10 คน และหญิง 10 คน)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน (ชาย 10 คน และหญิง 10 คน)
เกณฑ์การคัดเข้าสำหรับอาสาสมัครที่จะเข้าร่วมการทดลอง มีดังนี้

1) เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3
2) อายุระหว่าง 12 – 15 ปี
3) ไม่จำกัดเพศ
4) เป็นนักเรียนที่มีสุขภาพปกติ
5) สายตาปกติ
6) มีความถนัดมือขวา
7) ได้รับคำยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรในการเข้าร่วมการทดลองจากผู้ปกครอง
8) สามารถเข้าร่วมกิจกรรมฝึกได้ครบทุกเกม

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

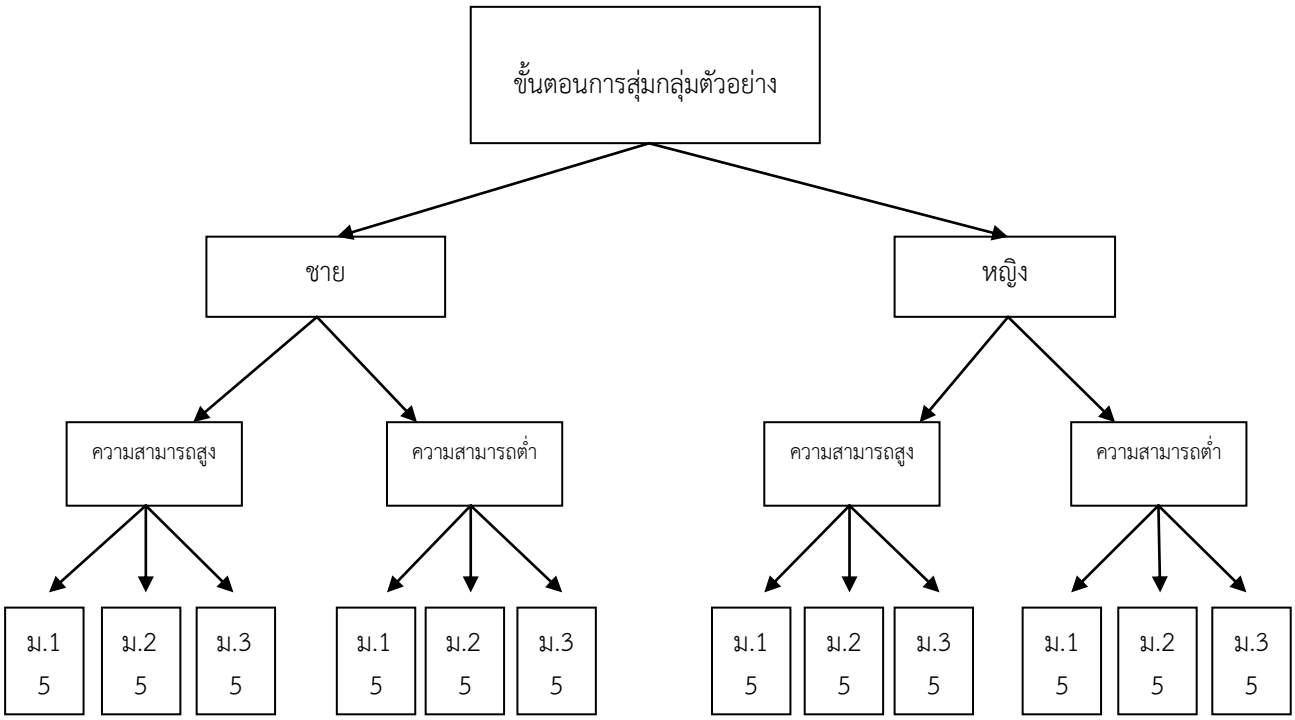
เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ขาดการทำกิจกรรมเกิน 4 ครั้ง หรือนักเรียนบอกเลิกทำกิจกรรมเอง โดยแจ้งความประสงค์กับผู้วิจัยโดยตรงถึงเหตุผลและความจำเป็นที่ต้องออกจากการเป็นกลุ่มทดลอง จากการวิจัยนี้มีไม่มีคนที่ออกจากการทดลอง มีแค่บางคนที่มีการขาดการทดลองบางวันเท่านั้น ซึ่งผู้วิจัยได้จัดตารางการฝึกเพื่อซ่อมในชั่วโมงที่นักเรียนขาดไป

วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1. นำข้อมูลผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาพื้นฐาน) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้ง 3 ชั้น มาจัดเรียงตามผลการเรียนจากเกรด 1- 4 แยกนักเรียนออกเป็นชายกับหญิง และแยกนักเรียนออกเป็นระดับชั้น ม.1 - ม.3

2. สุ่มนักเรียนออกเป็นระดับชั้น ชั้นละ 20 คน นักเรียนชาย 10 คน และนักเรียนหญิง 10 คน

3. ซึ่งในจำนวนนักเรียนชายที่สุ่มมาจำนวน 10 คน แยกออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงจำนวน 5 คน และกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำจำนวน 5 คน และจำนวนนักเรียนหญิงที่สุ่มมาจำนวน 10 คน แยกออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงจำนวน 5 คน และกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำจำนวน 5 คน



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มโดยเริ่มจากการเรียงลำดับตามเกรดจากนั้นแยกตามเพศ ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ (สูงและต่ำ) จากนั้นสุ่มอย่างง่าย จับฉลากแบบไม่ใส่คืน นักเรียนชายกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงจำนวน 5 คนและนักเรียนชายกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ 5 คน โดยในนักเรียนหญิงก็ทำเช่นเดียวกับนักเรียนชาย เมื่อสุ่มเรียบร้อยแล้วจะได้นักเรียนชายในระดับชั้นนั้น ชั้นละ 20 คน ทั้ง 3 ชั้น รวม 60 คน

2. แบบแผนการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experrimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One group pretest – posttest design)

	ทดสอบ	เกมคอมพิวเตอร์	ทดสอบ
R กลุ่มทดลอง (E_1)	O_1	X	O_2

เมื่อ R แทน การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

E_1 แทน กลุ่มทดลอง

O_1 แทน การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลองก่อนการทดลอง

X แทน การใช้เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

O_2 แทน การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลองหลังการทดลอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย ได้แก่

3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน ของโรงเรียนบ้านเขาแหลม จำนวน 60 เครื่อง โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ละเครื่องมีคุณสมบัติ ดังนี้

3.1.1 ยี่ห้อ ATEC รุ่น Pretige

3.1.2 RAM 2.00 GB

3.1.3 ROM 512 GB

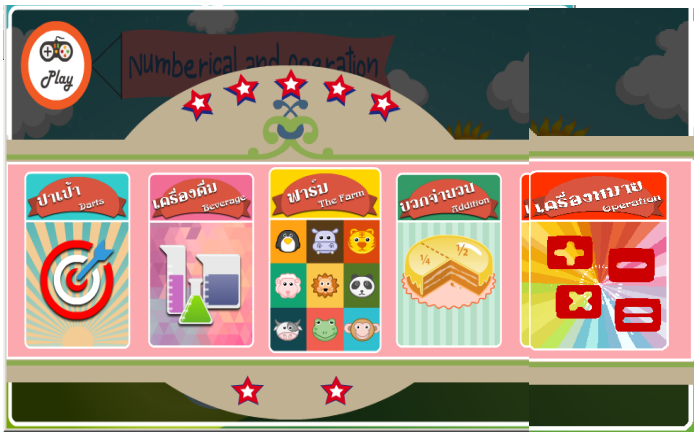
3.1.4 ขนาดหน้าจอ 17 นิ้ว

3.1.5 ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Professional

3.1.6 CPU Pentium (R) Dual – Core

ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดนี้ตั้งอยู่ภายในห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนบ้านเขาแหลม ซึ่งเป็นห้องที่มีไว้สำหรับจัดการเรียนการสอนและการใช้สำหรับสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตของนักเรียน โดยภายในห้องมีเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมในอุณหภูมิ 20 – 24 องศาเซลเซียส ที่ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2 โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน พัฒนาขึ้นโดย จาตุพักตร์ พากเพียร (2559) ลักษณะของเกมเมื่อติดตั้งลงในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วผู้เล่นสามารถกดเพื่อเข้าเล่นได้ทุกเวลา เมื่อผู้เล่นเข้าสู่โปรแกรมเกม โปรแกรมจะสุ่มโจทย์มาให้แล้วให้ผู้เล่นทำความเข้าใจตามสัญลักษณ์ แล้วแสดงคำตอบตามที่ใส่คำตอบ



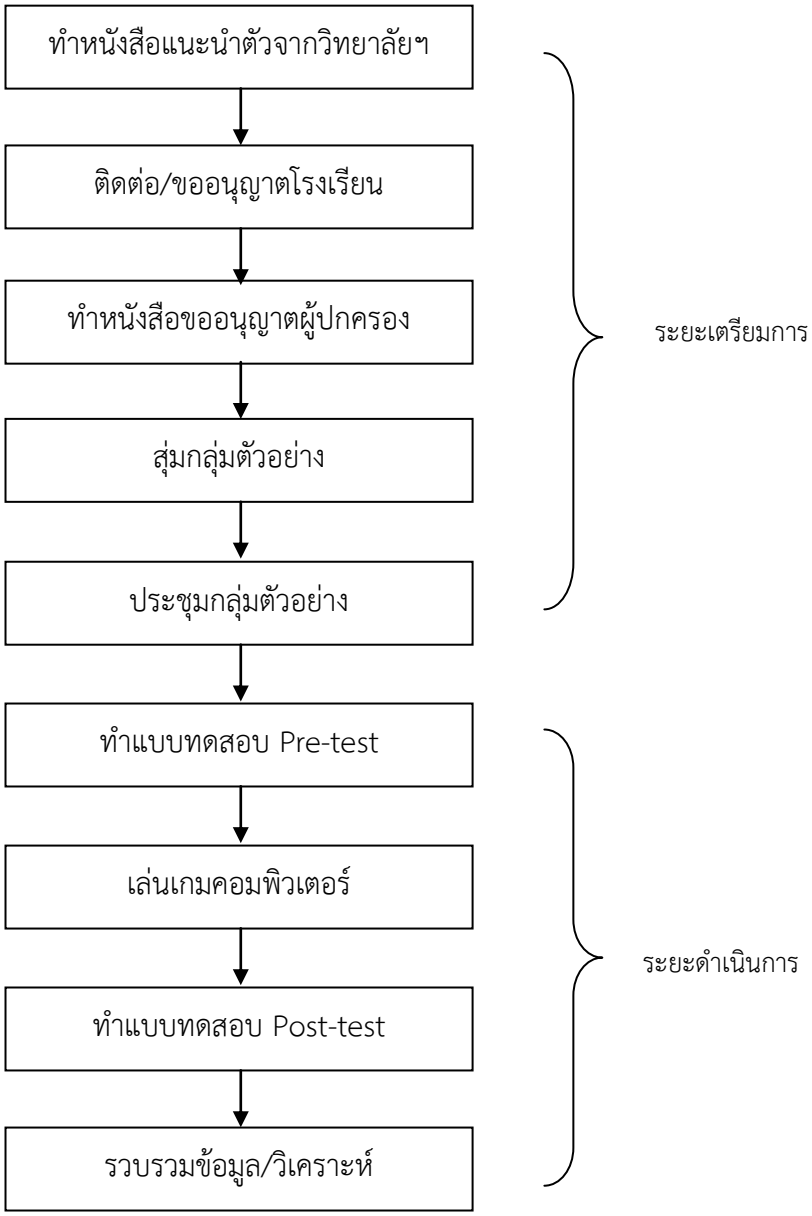
ภาพที่ 3-2 ลักษณะโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่มีทั้งหมด 5 เกม

3.3 แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นโดย จาตุพักตร์ พากเพียร (2559) มีจำนวน 35 ข้อ คะแนนเต็ม 35 คะแนน โดยในแบบทดสอบนี้แต่ละข้อคำถามจะวัดความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลข ตาม Abstract Code Model มี 3 มิติ ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ โดยแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ได้ผ่านการหาค่าความยากง่าย (PE) และค่าอำนาจจำแนก (D) และมีค่าความเที่ยงฉบับเท่ากับ 0.82 จากนักเรียน 100 คน มีเกณฑ์การให้คะแนนในการตรวจแบบทดสอบรายข้อ ดังนี้

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้ 1 คะแนน
ถ้านักเรียนตอบผิด ให้ 0 คะแนน

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะเตรียมการ และระยะดำเนินการ โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนในการดำเนินการของระยะเตรียมการและระยะดำเนินการ

4.1 ระยะเตรียมการ ดำเนินการดังนี้

4.1.1 ทำหนังสือแนะนำตัวจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา พร้อมทั้งแนบรายละเอียดของการวิจัยถึงโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลกับนักเรียน

4.1.2 ติดต่อประสานงานกับโรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว เพื่อขออนุญาตดำเนินการคัดกรองนักเรียนเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.1.3 ทำหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพาพร้อมทั้งแนบรายละเอียดการวิจัยถึงผู้ปกครอง เพื่อขออนุญาตให้นักเรียนเข้าร่วมงานวิจัย

4.1.4 นัดหมายและประชุมนักเรียน ณ โรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว ชี้แจงวัตถุประสงค์และดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนกรอกข้อมูลส่วนบุคคล สุขภาพและการมองเห็น เมื่อได้นักเรียนตามคุณสมบัติแล้วทำการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 60 คน

4.1.5 นัดประชุมนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ณ โรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว เพื่อชี้แจงขั้นตอนและทำความเข้าใจถึงการเตรียมตัวก่อนการทดลองและให้กรอกแบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย จากนั้นจัดตารางนัดหมายเพื่อทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว

4.2 ระยะดำเนินการ ดำเนินการดังนี้

4.2.1 ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 35 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 35 คะแนน

4.2.2 ให้กลุ่มตัวอย่างเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ทุกวันจันทร์ – ศุกร์ ในชั่วโมงเรียนสุดท้ายของการเรียนการสอนของตารางเรียน ซึ่งเป็นชั่วโมงกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ จำนวน 28 ชั่วโมง วันละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดการฝึกเล่นเกมโดยให้กลุ่มตัวอย่างเล่นกิจกรรมละ 2 ครั้ง ติดต่อกัน ซึ่งเล่นจากเกมง่ายไปหาเกมยาก ซึ่งได้กำหนดวันและเวลาในการทดลองดังตารางที่ 3 – 1

ตารางที่ 3 - 1 วันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์ฯ สำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม
29 ส.ค.59	15.00 น.-16.00 น.	การทดสอบ	การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ ก่อนดำเนินกิจกรรม
30-31 ส.ค.59 1-2, 5-8 ก.ย. 59	15.00 น.-16.00 น.	เกมปาเป้า (Darts)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ ระดับ 1 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกหลักเดียว ระดับ 2 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกสองหลัก ระดับ 3 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มหลักเดียว ระดับ 4 ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มสองหลัก
9, 12-14 ก.ย. 59	15.00 น.-16.00 น.	เกมเครื่องดื่ม (Beverage)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ ระดับ 1 จำกัดเวลา 90 วินาที ระดับ 2 จำกัดเวลา 60 วินาที
15,16 ก.ย.59 19, 20 ก.ย.59	15.00 น.-16.00 น.	เกมฟาร์ม (The Farm)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ ระดับ 1 การเปรียบจำนวนจากน้อยไปหามาก ระดับ 2 การเปรียบจำนวนจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 3 - 1 วันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์ฯ สำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม
21-23 ก.ย.59 26-28 ก.ย.59	15.00 น.- 16.00 น.	เกมบวกจำนวน (Addition)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ ระดับ 1 จำกัดเวลา 90 วินาที ระดับ 2 จำกัดเวลา 60 วินาที ระดับ 3 จำกัดเวลา 30 วินาที
29, 30 ก.ย.59 3-6 ต.ค.59	15.00 น.- 16.00 น.	เกมเครื่องหมาย (Operation)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ ระดับ 1 จำกัดเวลา 90 วินาที ระดับ 2 จำกัดเวลา 60 วินาที ระดับ 3 จำกัดเวลา 30 วินาที
7 ต.ค.59	15.00 น.- 16.00 น.	การทดสอบ	การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ หลังดำเนินกิจกรรม

ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตารางที่ 3 – 2

ตารางที่ 3 - 2 ลำดับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

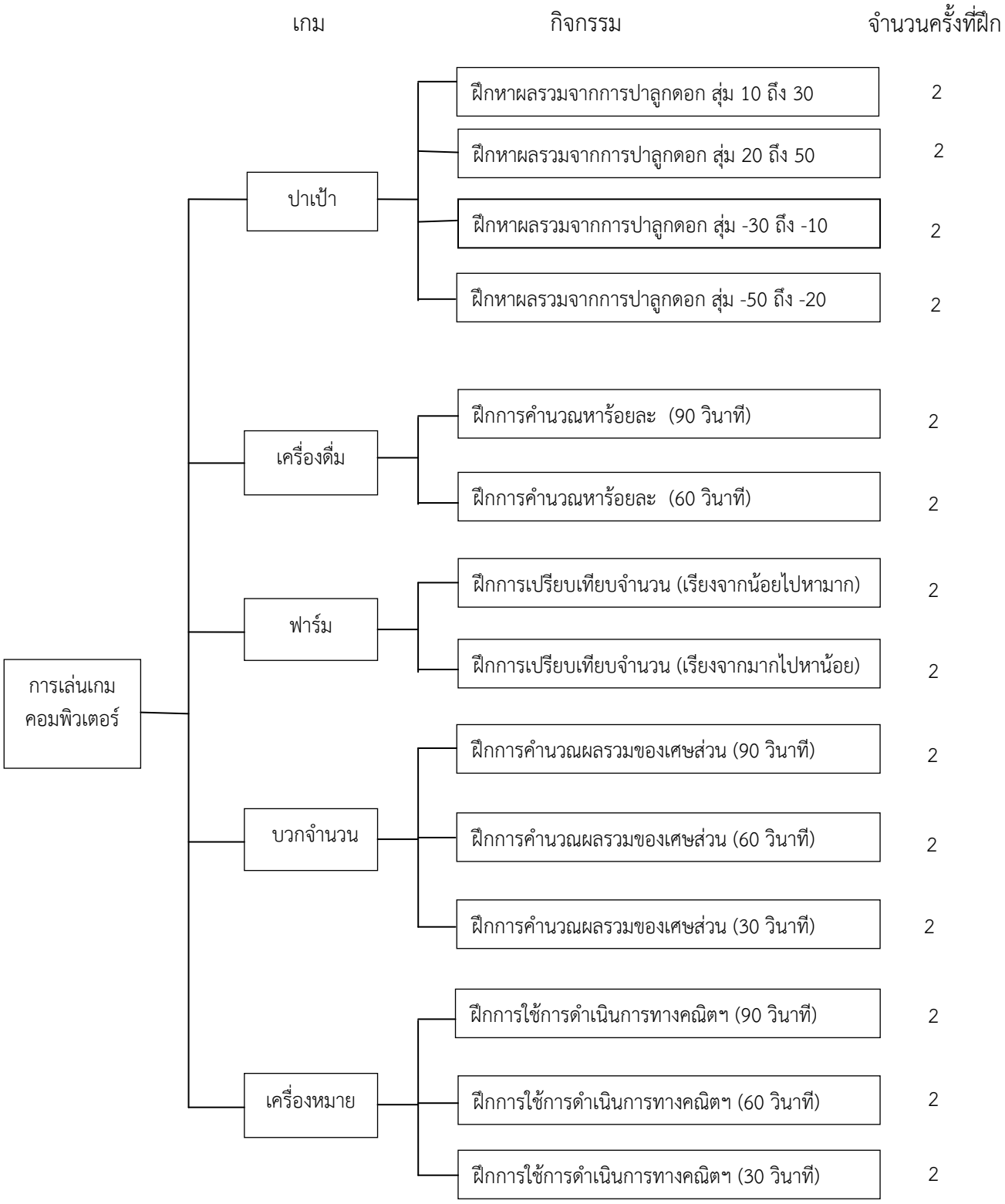
ลำดับการฝึก	การฝึก	ชื่อเกม
1	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม 10 ถึง 30	เกมปาเป้า
2	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม 10 ถึง 30	
3	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม 20 ถึง 50	
4	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม 20 ถึง 50	
5	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม -30 ถึง -10	
6	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม -30 ถึง -10	
7	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม -50 ถึง -20	
8	ฝึกหาผลรวมจากการปาลูกดอก สุ่ม -50 ถึง -20	
9	ฝึกการคำนวณหาร้อยละ (ในเวลา 90 วินาที)	เกมเครื่องดื่ม
10	ฝึกการคำนวณหาร้อยละ (ในเวลา 90 วินาที)	
11	ฝึกการคำนวณหาร้อยละ (ในเวลา 60 วินาที)	
12	ฝึกการคำนวณหาร้อยละ (ในเวลา 60 วินาที)	
13	ฝึกการเปรียบเทียบจำนวน (เรียงจากน้อยไปหามาก)	เกมฟาร์ม
14	ฝึกการเปรียบเทียบจำนวน (เรียงจากน้อยไปหามาก)	
15	ฝึกการเปรียบเทียบจำนวน (เรียงจากมากไปหาน้อย)	
16	ฝึกการเปรียบเทียบจำนวน (เรียงจากมากไปหาน้อย)	

ตารางที่ 3 - 2 ลำดับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน (ต่อ)

ลำดับการฝึก	การฝึก	ชื่อเกม
17	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 90 วินาที)	เกมบวกจำนวน
18	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 90 วินาที)	
19	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 60 วินาที)	
20	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 60 วินาที)	
21	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 30 วินาที)	
22	ฝึกการคำนวณผลรวมของเศษส่วน (ในเวลา 30 วินาที)	
23	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 90 วินาที)	เกมเครื่องหมาย
24	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 90 วินาที)	
25	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 60 วินาที)	
26	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 60 วินาที)	
27	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 30 วินาที)	
28	ฝึกการใช้การดำเนินการทางคณิตฯ (ในเวลา 30 วินาที)	

4.2.3 หลังจากผ่านการฝึกด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ครับทั้ง 28 ครั้ง แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์

4.2.4 นำคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ



ภาพที่ 3 - 4 การเล่นเกมคอมพิวเตอร์แต่ละเกมที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 เกม และแบ่งออกเป็น 14 กิจกรรม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกม โดยใช้สถิติพื้นฐาน โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

5.2 เปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังดำเนินกิจกรรม จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample *t* – test)

5.3 เปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาหลังดำเนินกิจกรรม จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

5.4 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยเกณฑ์ Relative gain score

สูตร $S=[100(Y-X)] / (F-X)$

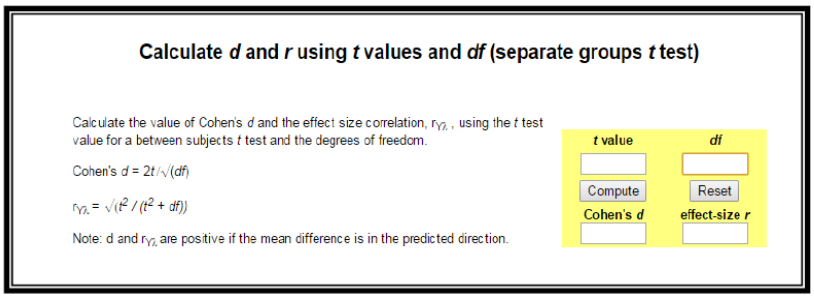
เมื่อ *S* คือ คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์

F คือ คะแนนเต็มของการวัดทั้งครั้งแรกและครั้งหลัง

X คือ คะแนนการวัดครั้งแรก

และ *Y* คือ คะแนนการวัดครั้งหลัง

5.5 วิเคราะห์ขนาดอิทธิพล โดยการคำนวณ ออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์ http://www.uccs.edu/~lbecker/ โดยการเติม 1) ค่าสถิติ *t*-test และ 2) ค่า *df* ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานจำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 หน้าต่างการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล โดยการคำนวณ ออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์ http://www.uccs.edu/~lbecker/

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเปรียบเทียบผลการทดลองในรูปแบบของคำบรรยายพร้อมตาราง ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample *t* – test)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โดยมีสัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	หมายถึง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
M	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
SD	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r	หมายถึง	ค่าสหสัมพันธ์
df	หมายถึง	องศาอิสระ
t	หมายถึง	ค่าที่คำนวณจากสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน
p	หมายถึง	ความน่าจะเป็นสำหรับบอกนัยสำคัญทางสถิติ
ns	หมายถึง	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
ES	หมายถึง	ขนาดอิทธิพล
F	หมายถึง	ค่าสถิติทดสอบเอฟ
SS	หมายถึง	ผลรวมคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
*	หมายถึง	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ ระดับชั้น ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ อายุ ความผิดปกติของสายตา มือที่ถนัด และโรคประจำตัว

จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4-1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปร

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มตัวอย่าง (*n* = 60)	
	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	30	50.00
หญิง	30	50.00
ระดับชั้น		
มัธยมศึกษาปีที่ 1	20	33.33̇
มัธยมศึกษาปีที่ 2	20	33.33̇
มัธยมศึกษาปีที่ 3	20	33.33̇
ความสามารถด้านคณิตศาสตร์		
สูง	30	50.00
ต่ำ	30	50.00

จากตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน โดยจำแนกเป็นชาย 30 คน คิดเป็นร้อยละ 50 กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33̇ ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33̇ และศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33̇ เป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ในระดับอ่อนจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และเป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โดยทั้งหมด 60 คน มีอายุระหว่าง 13 – 15 ปี มีสายตาดี ถนัดมือขวาและไม่มีโรคประจำตัว

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

1. ผลการเปรียบเทียบของการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	*M*	*SD*	*r*	*df*	*t*
Pre-test	60	10.53	5.05	.80	59	9.85*
Posttest	60	15.17	6.07			

* หมายถึง $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน – หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานมีค่าเฉลี่ย 10.53 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานมีค่าเฉลี่ย 15.17 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .80 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานมีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 9.85 ค่า *df* เท่ากับ 59 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การวิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกม โดยแยกการวิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกม จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ตัวแปร		*n*	*test*	*M*	*SD*	*r*	*df*	*t*	*p*	*ES*
เพศ	ชาย	30	Pre	9.37	5.13	.81	29	6.69*	.00	.78
		30	post	14.27	6.76					
	หญิง	30	Pre	11.70	4.77	.79	29	7.28*	.00	.80
		30	post	16.07	5.24					
ระดับชั้น	ม.1	20	Pre	8.10	4.48	.95	19	7.52*	.00	.87
		20	post	10.95	5.20					
	ม.2	20	Pre	7.75	2.69	.35	19	5.95*	.00	.81
		20	post	14.10	4.99					
	ม.3	20	Pre	15.75	2.97	.59	19	6.94*	.00	.85
		20	post	20.45	3.61					
ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	สูง	30	Pre	12.03	4.83	.73	29	8.45*	.00	.84
		30	post	17.60	4.86					
	ต่ำ	30	Pre	9.03	4.88	.83	29	5.80*	.00	.73
		30	post	12.73	6.24					

* หมายถึง $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายก่อน – หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 9.37 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 14.27 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .81 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานมีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 6.69 ค่า *df* เท่ากับ 29 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกม

คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงก่อน – หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 11.70 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 16.07 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .79 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานมีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 7.28 ค่า *df* เท่ากับ 29 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อน – หลัง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 8.10 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 10.95 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .95 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 7.52 ค่า *df* เท่ากับ 19 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อน – หลัง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 7.75 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 14.10 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .35 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 5.95 ค่า *df* เท่ากับ 19 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน – หลัง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 15.75 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 20.45 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .59 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 6.94 ค่า *df* เท่ากับ 19 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง ก่อน – หลัง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 12.03 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 17.60 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .73 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 8.45 ค่า *df* เท่ากับ 29 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ก่อน – หลัง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 9.03 และหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีค่าเฉลี่ย 12.73 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลัง

การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .83 นั่นคือคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ มีความสัมพันธ์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อน-หลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ด้วยสถิติทดสอบที (Paired Sample *t* – test) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ 5.80 ค่า *df* เท่ากับ 29 ค่า *p* เท่ากับ .00 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลจากการทำกิจกรรมการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานที่มีทั้งหมด 5 เกมและแยกเป็น 14 กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการฝึกกิจกรรมละ 2 ครั้ง พบว่า ทุกกลุ่มจำแนกตามตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ล้วนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง

ตัวแปร	เพศ	*n*	*M*	*SD*	*Levene*	*F*	*p*
ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ชาย	30	20.19	16.05	3.82^{ns}	$.13^{ns}$	.73
	หญิง	30	18.85	12.90			

^{ns} หมายถึง $p \geq .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานของนักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.19 และนักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.85 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .13 ค่า *p* เท่ากับ .73 แสดงว่าคะแนนการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

จากสมมติฐานข้อที่ 1. นักเรียนชายมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่านักเรียนหญิง

สรุปผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ถึงแม้ว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงจะมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่ผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นั่นคือเกมนี้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง และไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างระดับชั้น

ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง ระดับชั้น

ตัวแปร	**ระดับชั้น**	*n*	*M*	*SD*	*Levene*	*F*	*p*
ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ม.1	20	11.15	7.62			
	ม.2	20	23.21	17.12	8.47^{ns}	5.89^{*}	.01
	ม.3	20	24.20	13.67			

* หมายถึง $p < .05$

^{ns} หมายถึง $p \geq .05$

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานของนักเรียนชั้น ม.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.15 นักเรียนชั้น ม.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.21 และนักเรียนชั้น ม.3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.20 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ 5.89 ค่า *p* เท่ากับ .01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ชั้น แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบ Post Hoc ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 การทดสอบภายหลังของความสามารถในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับชั้น

ตัวแปร	Groups to be Compared		Mean Differrence Between Group (*I* – *J*)		
	Group *I*	Group *J*	Mean Differrence	Standard Error	*p*
ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ม.1	ม.2	-12.06*	4.19	.02
	ม.1	ม.3	-13.04*	3.50	.00
	ม.2	ม.3	-.98ns	4.90	1.00

* หมายถึง $p < .05$

ns หมายถึง $p \geq .05$

จากตารางที่ 4-6 พบว่า นักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียน ชั้น ม.3 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้น ม.3 กับนักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

<u>จากสมมติฐานข้อที่</u> 2. นักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่าระดับชั้นที่ต่ำกว่า

สรุปนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้นั่นคือ นักเรียนในระดับชั้นสูงกว่าสามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่า แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

ตัวแปร	ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	*n*	*M*	*SD*	*levene*	*F*	*p*
ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	กลุ่มสูง	30	24.15	13.08	.05*	6.76*	.012
	กลุ่มต่ำ	30	14.89	14.48			

* หมายถึง $p < .05$

^{ns} หมายถึง $p \geq .05$

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.15 และนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.89 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ 6.76 ค่า p เท่ากับ .012 แสดงว่าผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากสมมติฐานข้อที่ 3. นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง จะสามารถเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

สรุปผลนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงสามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4-8 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แหล่งความแปรปรวน	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
เพศ	26.56	1	26.56	.16 ^{ns}	.69
ระดับชั้น	2110.29	2	1055.15	6.30 *	.00
ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	1286.40	1	1286.40	7.67 *	.01
เพศ × ระดับชั้น	320.42	2	160.21	.96 ^{ns}	.39
เพศ × ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	12.83	1	12.83	.08 ^{ns}	.78
ระดับชั้น × ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	228.11	2	114.06	.68 ^{ns}	.51
เพศ x ระดับชั้น x ความสามารถด้านคณิตศาสตร์	299.08	2	149.54	.89 ^{ns}	.42
Corrected total	12329.91	59			

* หมายถึง $p < .05$

^{ns} หมายถึง $p \geq .05$

จากตารางที่ 4-8 ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศกับระดับชั้น พบว่า เพศกับระดับชั้นมีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .96 ค่า *p* เท่ากับ .39 ดังนั้น เพศกับระดับชั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือเพศกับระดับชั้นไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .08 ค่า *p* เท่ากับ .78 ดังนั้น เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือเพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .68 ค่า *p* เท่ากับ .51 ดังนั้น ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .89 ค่า *p* เท่ากับ .42 ดังนั้น เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน

นั่นคือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากสมมติฐานข้อที่ 4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สรุปจากตารางที่ 4-8 พบว่า เพศกับระดับชั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานจำแนกตาม เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 อายุ 13-15 ปี โรงเรียนบ้านเขาแหลม อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่ได้มาจากการสุ่มมาอย่างง่าย จำนวน 60 คน จำแนกเป็นชายและหญิงจำนวนละ 30 คน จำแนกเป็นนักเรียนชั้น ม.1 – ม.3 จำนวนชั้นละ 20 คน และจำแนกเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มละ 30 คน โดยที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน จะได้ฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน จากนั้นนำผลการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์ มาวิเคราะห์ผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน สถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample *t* – test) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ระหว่างเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ เครื่องมือใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ โดยให้กลุ่มตัวอย่างได้ฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ จำนวน 28 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง ของชั่วโมงสุดท้ายในแต่ละวัน เป็นเวลา 28 วันต่อเนื่องกัน ซึ่ง 1 กิจกรรม จะฝึกเล่น 2 ครั้ง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม พบว่า มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยได้นำค่าการเพิ่มที่ได้มาเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ก่อนและหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟเท่ากับ .13 ค่า *p* เท่ากับ .73 แสดงว่า ผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน นั่นคือเกมนี้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

2. ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างระดับชั้น ม.1-ม.3 ก่อนและหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ พบว่า พบว่า นักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียน ชั้น ม.3 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้น ม.3 กับนักเรียนชั้น ม.2 มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ก่อนและหลังการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบความแตกต่างของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ได้ค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ 6.76 ค่า *p* เท่ากับ .012 แสดงว่า ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการปฏิสัมพันธ์ต่อไปนี้

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับชั้น พบว่า เพศกับระดับชั้นมีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .49 ค่า *p* เท่ากับ .61 ดังนั้น เพศกับระดับชั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือเพศกับระดับชั้นไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .01 ค่า *p* เท่ากับ .94 ดังนั้น เพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือเพศกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ 1.48 ค่า *p* เท่ากับ .24 ดังนั้น ระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือระดับชั้นกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .89 ค่า *p* เท่ากับ .42 ดังนั้น เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการอภิปรายผลออกเป็น 2 ประเด็น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นที่ 1 การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์

จากสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนชายมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่านักเรียนหญิง

ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชายมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ไม่แตกต่างกันกับนักเรียนหญิง จึงได้ว่าเกมคอมพิวเตอร์ฯ นี้ ตัวแปรเพศไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าความแตกต่างระหว่างเพศไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถึงแม้ว่านักเรียนชายจะมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิงเล็กน้อย สอดคล้องกับการงานวิจัยของ Hyde et al. (1990) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศในด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์งานวิจัย 100 งาน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1963 – 1998 พบว่าความแตกต่างในประสิทธิภาพด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเพศชายเริ่มเด่นชัดหลังจากที่โรงเรียนประถมศึกษาและเริ่มเด่นชัดมากที่สุดในโรงเรียนระดับมัธยมปลายและระดับมหาวิทยาลัย แต่เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ทำให้ไม่พบความแตกต่าง

จากสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่าระดับชั้นที่ต่ำกว่า

ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาหลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นผลมาจาก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผ่านการศึกษาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาแล้ว และขณะที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลาของภาคเรียนที่ 1 โดยที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พึ่งเลื่อนชั้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งถือว่าพื้นฐานด้านวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ที่มีเป็นของระดับประถมศึกษา ที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม ตามการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ระยะที่ 3 ขั้นคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage or Period of Concrete Operation) หรือขั้นปฏิบัติการด้วย

รูปธรรม อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี (Huitt & Hummel, 2003) เมื่อมาเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ในรูปแบบความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลข ทั้ง 3 มิติ โดยเริ่มจาก ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ที่มีความเป็นนามธรรมทำให้มีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนในเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นนามธรรมมาก่อนแล้ว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ในขณะเดียวกันชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีพื้นฐานทางการเรียนที่เป็นนามธรรมมากกว่า เมื่อเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานทำให้มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง เป็นผลให้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สำหรับผลการทดสอบสมมติฐานที่ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน คือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งจากตารางที่ 2-1 การวิเคราะห์เนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและการดำเนินการของวิชาคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 64-71) โดยที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่มีเรียนในสาระที่ 1 ซึ่งมีแค่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 2 เสมือนว่าความรู้พื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในสาระที่ 1 ของวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้เมื่อมาเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นด้วยขอบเขตของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในสาระที่ 1 ของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จึงมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน ตามทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ ระยะที่ 4 ขั้นของการคิดอย่างมีเหตุผลและอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operation Stage or Period of Formal Operation) หรือขั้นการปฏิบัติการด้วยนามธรรม อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ได้ เข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม (Huitt & Hummel, 2003) และโดยช่วงอายุที่ใกล้เคียงกันของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้มีสติปัญญาที่ไม่ต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองชั้น มีค่าเฉลี่ยในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถือว่าเพิ่มขึ้นทั้งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง จะสามารถเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า กลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าภายหลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงมีผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากการศึกษาโดยทั่วไปถือว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ได้ (Ziegler & Raul, 2000) เนื่องจากนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงหรือนักเรียนในกลุ่มเก่ง ซึ่งมีทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ที่มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ คุณสมบัติเหล่านี้ของบุคคลที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงที่มักจะมีการเชื่อมโยงในทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการประมวลผลและการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลเชิงตรรกะขั้นสูง (Krutetskii, 1976, p. 2) เมื่อได้เล่นเกมคอมพิวเตอร์พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานที่สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559) ด้วยรูปแบบของโมเดลแอบสแตรกโคด ที่มี 3 มิติ ที่ประกอบด้วย ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension) การคำนวณ (Calculation) และระบบการแสดงผลลัพธ์ (Number Production System) ตามลำดับ ซึ่งผ่านการฝึกของเกม ย่อมส่งผลให้พวกเขามีทักษะที่เพิ่มขึ้นและแตกต่างจากนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ เพราะนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง เมื่อฝึกด้วยเครื่องมือหรือวิธีการที่สามารถพัฒนาความสามารถของพวกเขาได้ (Task) ย่อมส่งผลให้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sak (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมการศึกษาที่เป็นองค์ความรู้ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการศึกษา พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีผลของการเพิ่มการคิดวิเคราะห์ กลยุทธ์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

ประเด็นที่ 2 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ส่งผลต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ พบว่า เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีค่าสถิติทดสอบเอฟ เท่ากับ .89 ค่า *p* เท่ากับ .42 ดังนั้น เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อกัน นั่นคือ เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากตัวแปรเพศมีผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกันระหว่างเพศชายกับเพศหญิง จึงส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ละออง เชื้อบ่อคา (2549) ที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านคณิตศาสตร์กับการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่อการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเกมคอมพิวเตอร์นี้สามารถนำไปใช้ได้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทั้งนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย เพราะ

หลังจากฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. จากผลการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากเล่นเกมคอมพิวเตอร์ระดับชั้นที่มีความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมคอมพิวเตอร์มากที่สุดคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้น หากผู้ที่สนใจที่จะนำเกมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ให้เกิดผลได้มากที่สุด ควรนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือใช้เกมนี้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาด้านคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมมาก่อนแล้ว จึงจะทำให้ผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

3. จากผลการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ทั้งนักเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำล้วนมีทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ครูผู้สอนในโรงเรียนที่สนใจการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ให้กับนักเรียนในห้องเรียน สามารถฝึกได้ทั้งนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและกลุ่มที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำพร้อม ๆ กัน สามารถลดปัญหาการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน หรือเปรียบเทียบผลระหว่างโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชน

2. ผู้สนใจควรพัฒนาเกมเพื่อให้สามารถปรับใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นได้ เช่น กลุ่มนักเรียนในระดับประถมและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ควรศึกษาในการเพิ่มหรือการลดระยะเวลาของการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ฯ ซึ่งการวิจัยนี้มีการฝึกเล่นเกมทั้งหมด 28 ครั้ง เช่น ลดการฝึกลงเหลือ 14 ครั้ง หรือ ให้มีการฝึก 28 ครั้งเหมือนเดิม แต่เพิ่มการฝึกของแต่ละครั้งให้นานขึ้นจากเดิม ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.* สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2560, เข้าถึงได้จาก http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=19979&Key=news_research

กรุณพล โลนุชิต และวรรณี เจตจำนงนุช. (2556). ผลของการฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 8*(1), 428-440.

กฤษฎา วรพิน และจิณดิษฐ์ ลออปักษิณ. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 6*(2), 1–15.

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: บริษัทเยลโล่การพิมพ์ (1998) จำกัด.

ขวัญชนก แก้วสี. (2555). *Games Based Learning สื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ของไทย*. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, เข้าถึงได้จาก http://www.vcharkarn.com/blog/115588

จาตุพักตร์ พากเพียร. (2559). *การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา, วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จิราภรณ์ ตั้งกิตติมาภรณ์. (2556). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ. (2555). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ซูรายา สัสดีวงศ์ และอัมพร ม้าคนอง. (2556). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 8*(1), 715-729.

ธนวัฒน์ ศรีศิริวัฒน์. (2556). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *Prathumwan Academic Journal*, *3*(7), 23-29

นัยนา ไพจิตต์ และคงรัฐ นวลแปง. (2558). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 12*(2), 100-108.

นิตยสารบันทึกคุณแม่. (17 พฤษภาคม 2559). *สมองของเด็กผู้หญิง และเด็กผู้ชาย* [Web site]. สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2559, เข้าถึงได้จาก http://www.mothersdigest.in.th

บรรจบ ยศกำธร, ประวิทย์ สิมมาทัน, กนกวรรณ ศรีวาปี และจีระนัน เสนาจักร. (2552). ความสามารถในการจำตัวเลขของเด็กที่อยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการมีปัญหาทางการเรียนรู้ระดับปฐมวัย โดยใช้เกม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 3*(1), 59-72.

ปรวิศา นำบุญจิตร์, ชาตรี มณีโกศล และผจงกาญจน์ ภู่วิภาดาวรรธน์. (2557). ผลของการใช้เกมประกอบการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่มีต่อความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ ความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 3*(2), 120-128.

ประชาคมวิจัย. (2557). *คนหัวเก่งเลข พรสวรรค์หรือสร้างได้*. สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2559, เข้าถึงได้จาก http://rescom.trf.or.th/display/keydefault.aspx?id_colum=3124

ปาริชาต นาคะมุขดาพันธ์ และนุชนาฏ ใจดำรง. (2559). การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์, 3(1), 28-36*

เพชรไพรินทร์ ศรีละบุตร. (2556). การสร้างเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุบลรัตนราชกัญญาราชวิทยาลัย. *E-journal of Innovative Education, 1*(2), 36-43.

มติชนออนไลน์. (2560). *การศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2560, เข้าถึงได้จาก http://www.matichon.co.th/news/507624

มะลิวรรณ โคตรศรี. (2548). การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 3*(1), 32-48.

รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์. (2556). *คู่มือครูคณิตศาสตร์การสอนคณิตศาสตร์ด้วยเกม.* กรุงเทพฯ: บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

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

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. (2559). *การเรียน*. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560, เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki/การเรียน

วิติญา มัณฑุสินธุ์, เสรี ชัดแช้ม, และรุ่งฟ้า กิติญาณุสันต์. (2553). การจำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *7*(2), 54-66.

วิภาพร มาพบสุข. (2547). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วิวัฒน์ ไขไพวัน (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6, *วารสารหลักสูตรและการสอน*, *1*(2), 1-10.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศรัณย์ จันทร์ศรี และน้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์. (2557). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขตพระโขนง. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, 23*(1), 1.

ศรีสุดา ด้วงโต้ด, ปรัชญนันท์ นิลสุข, และปณิตา วรรณพิรุณ. (2557). การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 5*(1), 117-125.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท 3-คิว มีเดีย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2560, เข้าถึงได้จาก http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport

สุขสันติ์ ดุลชาติ (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, *วารสารหลักสูตรและการสอน*, *1*(2), 53-62

สุนทร โคตรบรรเทา. (2548). *ทฤษฎีพหุปัญญา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว

สุนีย์ คล้ายนิล. (2557). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย การพัฒนา ผลกระทบและภาวะถดถอย.* สืบค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2560, เข้าถึงได้จาก https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSWUduVm1XWVVIdlk/view

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2558). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2560, เข้าถึงได้จาก http://mathprocess2558.blogspot.com/2015/05/blog-post_16.html

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students?. *Computers in Human Behavior*, *29*(3), 632-638.

Babakhani, N. (2011). The effect of teaching the cognitive and meta-cognitive strategies (self-instruction procedure) on verbal math problem-solving performance of primary school students with verbal problem- solving difficulties. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 15*, 563-570. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.142

Cameron, B., & Dwyer, F. (2005). The effect of online gaming, cognition and feedback type in facilitating delayed achievement of different learning objectives. *Journal of Interactive Learning Research*, *16*(3), 243-258.

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.

Colomé, À., Bafalluy, M. G., & Noël, M. P. (2011). Getting to the Source: A Questionnaire on the Learning and Use of Arithmetical Operations. *Psicologica: International Journal of Methodology and Experimental Psychology*, *32*(2), 223-253.

Cotton, C., McIntyre, F., & Price, J. (2013). Gender differences in repeated competition: Evidence from school math contests. *Journal of Economic Behavior & Organization, 86*, 52-66. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jebo.2012.12.029

Cuetos, F., & Miera, G. (1998). Number processing dissociations: evidence from a case of dyscalculia. *The Spanish Journal of Psychology*, *1*, 18-31.

Devlin, J. K. (2011). *Mathematics education for a new era: Video games as a medium for leaning*. USA: AK Peter, Ltd.

Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, *15*(7), 635-647.

Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, *47*(6), 1539-1552.

Gee, J. P. (2003). *What video game have to teach us about learning and literacy.* New York: Palgrave Macmillan.

Harskamp, E., & Suhre, C. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education, 49*(3), 822-839.

Hatfield, M. M., Edwards, N. T., Bitter, G. G., & Morrow, J. (2007). *Mathematics methods for elementary and middle school teachers*: John Wiley & Sons Incorporated.

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), 139-155.

Hyde, J. S., & Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106*(22), 8801-8807. doi: 10.1073/pnas.0901265106

Josephs, R. A., Newman, M. L., Brown, R. P., & Beer, J. M. (2003). Status, testosterone, and human intellectual performance: Stereotype threat as status concern. *Psychological Science*, *14*(2), 158-163.

Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The Effects of Modern Mathematics Computer Games on Mathematics Achievement and Class Motivation. *Computers & Education*, *55*(2), 427-443.

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*(6), 781-791.

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

Laski, E. V., Casey, B. M., Yu, Q., Dulaney, A., Heyman, M., & Dearing, E. (2013). Spatial skills as a predictor of first grade girls' use of higher level arithmetic strategies. *Learning and Individual Differences, 23*, 123–130.

Liu, C.-C., Cheng, Y.-B., & Huang, C.-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education, 57*(3), 1907-1918. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.002 strategies. *Learning and Individual Differences, 23*, 123-130.

Lopez-Morteo, G., & López, G. (2007). Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects. *Computers & Education*, *48*(4), 618-641.

Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences, 16*, 404–406.

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

Owston, R., Wideman, H., Ronda, N. S., & Brown, C. (2009). Computer game development as a literacy activity. *Computers & Education*, *53*(3), 977-989.

Ozsoy, G., & Ataman, A. (2009). The Effect of Metacognitive Strategy Training on Mathematical Problem Solving Achievement. *Online Submission, 1*(2), 68-83.

Pachemska, S., Atanasova-Pachemska, T., Iliev, D., & Seweryn-Kuzmanovska, M. (2014). Analyses of Student's Achievement Depending on Math Teaching Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116*, 4035-4039.

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.

Panaoura, A. (2012). Improving problem solving ability in mathematics by using a mathematical model: A computerized approach. *Computers in Human Behavior, 28*(6), 2291-2297. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.036

Perrine, V. (2001*).* Effects of a problem-solving-based mathematics course on the proportional reasoning of preservice teachers. *Journal Of College Teaching And Learning, 1*(2), 33-50.

Perveen, K. (2010). Effect of the problem-solving approach on academic achievement of students in mathematics at the secondary level. *Contemporary Issues in Education Research, 3*(3), 9-14.

Phaksunchai, M., Kaemkate, W., & Wongwanich, S. (2014). Research and Development of a Training Package for Developing Creative Problem Solving of Undergraduate Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116*, 4824-4828. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1032

Phonapichat, P., Wongwanich, S. and Sujiva, S. (2014). An analysis of elementary school students' difficulties in mathematical problem solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116*, 3169 – 3174.

Pugalee, D. K. (2004). A comparison of verbal and written descriptions of students' problem solving processes. *Educational Studies in Mathematics*, *55*(1), 27-47.

Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school:The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology, 141*, 83-100.

Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*(1), 5-21.

Sak, U. (2016). EPTS Curriculum Model in the Education of Gifted Students. *Anales De Psicologia, 32*(3), 683-694. doi: 10.6018/analesps.32.3.259441

Salguero-Alcañiz, M. P., & Alameda-Bailén, J. R. (2013). Independence of basic arithmetic operations: Evidence from cognitive neuropsychology. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, *29*(3), 1006-1012.

Sedighian, K., & Sedighian, A. S. (1996). Can educational computer games help educators learn about the psychology of learning mathematics in children. In *18th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 573-578).

Schmithorst, V. J., & Brown, R. D. (2004). Empirical validation of the triple-code model of numerical processing for complex math operations using functional MRI and group Independent Component Analysis of the mental addition and subtraction of fractions. *NeuroImage*, *22*, 1414–1420.

Shin, N., Sutherland, L. M., Norris, C. A., & Soloway, E. (2012). Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British Journal of Educational Technology, 43*(4), 540-560. doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01197.x

Siko, J., & Barbour, M. (2014). Design research using game design as an instructional strategy. *Journal of Interactive Learning Research*, *25*(3), 427-448.

Skaalvik, S., & Skaalvik, E. M. (2004). Gender differences in math and verbal self-concept, performance expectations, and motivation. *Sex Roles, 50*(3-4), 241-252.

Steenbergen-Hu, S., & Moon, S. M. (2011). The effects of acceleration on high-ability learners: A meta-analysis. *Gifted Child Quarterly, 55*(1), 39-53.

Taspinar, Z., & Bulut, M. (2012). Determining of Problem Solving Strategies used by Primary 8, Grade Students' in Mathematics Class. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 46*, 3385-3389.

Zhang, L., Gan, J. Q., & Wang, H. X. (2015). Localization of neural efficiency of the mathematically gifted brain through a feature subset selection method. *Cognitive Neurodynamics, 9*(5), 495-508. doi: 10.1007/s11571-015-9345-1

Zhou, X. (2011). Operation-specific encoding in single-digit arithmetic. *Brain and Cognition*, *76*(3), 400-406.

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สำเนาหนังสือขอความร่วมมือเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และสำเนาใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

ที่ ศธ ๖๒๒๔/๐๐๙๓

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขาแหลม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายอนวัช คงประเสริฐ รหัสประจำตัว ๕๗๙๑๒๒๐๘ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานระหว่าง เพศ ระดับชั้น และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น " ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผศ.ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑-๓) จำนวน ๖๐ คน เป็นระยะเวลา ๖ สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๗๗-๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
http ://www.rmcs.buu.ac.th

ที่ ๐๑๑ /๒๕๕๙

ใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

๑. **ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์**

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย) การเปรียบเทียบผลการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ระหว่าง เพศ ระดับชั้นและความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) A COMPARISON OF INCREASING MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS BY USING COMPUTER GAMES BASED ON ABSTRACT CODE MODEL AMONG GENDER, LEVELS OF EDUCATION, AND MATHEMATICAL ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

๒. **ชื่อนิสิต** (นาย, นาง, นางสาว)**:** อนวัช คงประเสริฐ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (M.Sc.) **สาขาวิชา**การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
รหัส ๕๗๙๑๒๒๐๘

๓. **ผลการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย**

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน ได้พิจารณารายละเอียดเค้าโครงวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในประเด็นที่เกี่ยวกับ

๑) การเคารพในศักดิ์ศรี และสิทธิของคนที่ใช้เป็นตัวอย่างการวิจัย
๒) วิธีการอย่างเหมาะสมในการได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed consent) รวมทั้งการปกป้องสิทธิประโยชน์ และรักษาความลับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
๓) การดำเนินการวิจัยอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อความเสียหายต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต

(√) รับรองโครงการวิจัย
( ) ไม่รับรอง

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงร่างวิจัยที่เสนอได้ ตั้งแต่วันที่ออกเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนฉบับนี้ จนถึงวันที่ ๓๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ออกให้ ณ วันที่ ๒๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๙

(ลงนาม)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559)

ตารางการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เกมคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สื่อสาร (Comprehension)					
ข้อที่ 1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 5	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 6	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 7	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 8	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 9	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 10	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 11	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 12	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 13	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
ข้อที่ 14	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
ข้อที่ 15	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 16	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 17	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 18	0	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 19	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 20	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
2. การคำนวณ (Calculation)					
ข้อที่ 21	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 22	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 23	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 24	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 25	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 26	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 27	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ตารางการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เกมคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3. ระบบการตอบสนอง (Response Production System)					
ข้อที่ 28	0	0	1	0.33	ตัดออก
ข้อที่ 29	0	0	1	0.33	ตัดออก
ข้อที่ 30	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 31	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 32	**0**	**0**	**1**	0.33	ตัดออก
ข้อที่ 33	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 34	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 35	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 36	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 37	**0**	**0**	**1**	0.33	ตัดออก
ข้อที่ 38	0	0	1	0.33	ตัดออก
ข้อที่ 39	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 40	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินความเหมาะสมของเกมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559)

ผลการประเมินความเหมาะสมของเกมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกมคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. การออกแบบเกมคอมพิวเตอร์					
1.1 ตัวอักษร					
1.1.1 ขนาดตัวอักษร	4	5	4	4.33	มากที่สุด
1.1.2 รูปแบบตัวอักษร	2	5	4	3.67	มาก
1.1.3 ชนิดของตัวอักษร	2	5	4	3.67	มาก
1.1.4 สีของตัวอักษร	4	5	4	4.33	มากที่สุด
รวม	**12**	**20**	**16**	**4.00**	**มาก**
1.2 ภาพ					
1.2.1 การสื่อความหมายของภาพ	2	5	5	4.00	มาก
1.2.2 ขนาดของภาพที่แสดง	4	5	4	4.33	มากที่สุด
รวม	**6**	**10**	**9**	**4.17**	**มาก**
1.3 สี					
1.3.1 ความแตกต่างของสีพื้นกับตัวอักษรและภาพ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.3.2 ความสวยงามไม่ฉูดฉาดสบายตา	3	5	4	4.00	มาก
1.3.3 ความแตกต่างของสีข้อความ	4	5	4	4.33	มากที่สุด
รวม	**11**	**15**	**13**	**4.33**	**มากที่สุด**
รวม	**29**	**45**	**38**	**4.15**	**มาก**
2. การดำเนินการตามขั้นตอนของเกมคอมพิวเตอร์					
2.1 สอดคล้องของวัตถุประสงค์กับเนื้อหา	4	5	4	4.33	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ ส่งเสริมให้ผู้เล่นมีความกระตือรือร้นในการฝึก	3	5	5	4.33	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้ง่าย	2	5	5	4.00	มาก
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระยะเวลา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมมีกระบวนการเรียนรู้เรียงลำดับจากง่ายสู่ยาก	3	5	5	4.33	มากที่สุด
2.6 มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติกิจกรรม	3	5	5	4.33	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมเหมาะสมกับผู้เล่น (13 – 15 ปี)	4	5	4	4.67	มากที่สุด
รวม	**23**	**35**	**32**	**4.33**	**มากที่สุด**

ผลการประเมินความเหมาะสมของเกมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกมคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3. ลักษณะทั่วไปของเกมคอมพิวเตอร์					
3.1 การใช้งานเกมคอมพิวเตอร์ง่ายและสะดวก	2	5	5	4.00	มาก
3.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	5	5	4.33	มากที่สุด
3.3 มีความเหมาะสมของขนาดรูป	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.4 มีความสัมพันธ์ของภาพประกอบ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
รวม	**13**	**20**	**20**	**4.42**	**มากที่สุด**
4. ภาพรวมเกมคอมพิวเตอร์					
4.1 เกมคอมพิวเตอร์ครอบคลุมในการปฏิบัติกิจกรรม	3	5	5	4.33	มากที่สุด
4.2 ภาษาที่ใช้ในเกมคอมพิวเตอร์อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.3 เกมคอมพิวเตอร์มีภาพประกอบที่ชัดเจน	2	5	5	4.00	มาก
4.4 เกมคอมพิวเตอร์มีภาพประกอบที่เหมาะสม	3	5	5	4.33	มากที่สุด
4.5 เกมคอมพิวเตอร์มีเสียงประกอบที่เหมาะสม	4	5	5	4.33	มากที่สุด
รวม	**16**	**25**	**25**	**4.40**	**มากที่สุด**
5. คู่มือเกมคอมพิวเตอร์					
5.1 รูปแบบคู่มือน่าสนใจ น่าอ่าน	2	5	4	4.00	มาก
5.2 เนื้อหาของคู่มืออ่านแล้วเข้าใจง่าย	2	5	4	4.00	มาก
5.3 ความรู้จากคู่มือ จะสามารถนำไปใช้ได้	3	5	5	4.33	มากที่สุด
รวม	**7**	**15**	**13**	**4.11**	**มาก**

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยาก (P_D) และอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบ (จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559)

1. ค่าความยาก (P_D) และอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

****
Item and Test Analysis
****

Item	Number Correct	Item Diff.	Disc. Index	# Correct in High Grp	# Correct in Low Grp	Point Biserial	Adjusted Pt. Bis.
Item 01	257	0.791	0.419	99 (0.96)	51 (0.54)	0.429	0.374
Item 02	241	0.742	0.401	95 (0.92)	49 (0.52)	0.361	0.299
Item 03	240	0.738	0.263	88 (0.85)	65 (0.69)	0.184	0.216
Item 04	242	0.745	0.341	91 (0.88)	51 (0.54)	0.260	0.194
Item 05	255	0.785	0.280	86 (0.83)	71 (0.76)	0.149	0.285
Item 06	195	0.600	0.609	89 (0.86)	24 (0.26)	0.452	0.387
Item 07	260	0.800	0.304	96 (0.93)	59 (0.63)	0.352	0.295
Item 08	152	0.468	0.467	70 (0.68)	20 (0.21)	0.377	0.307
Item 09	226	0.695	0.243	82 (0.80)	52 (0.55)	0.253	0.183
Item 10	241	0.742	0.238	87 (0.84)	57 (0.61)	0.248	0.182
Item 11	256	0.788	0.235	90 (0.87)	60 (0.64)	0.263	0.201
Item 12	254	0.782	0.253	94 (0.91)	62 (0.66)	0.262	0.201
Item 13	115	0.354	0.353	55 (0.53)	17 (0.18)	0.290	0.219
Item 14	232	0.714	0.269	81 (0.79)	58 (0.62)	0.174	0.204
Item 15	251	0.772	0.234	85 (0.83)	65 (0.69)	0.158	0.293
Item 16	252	0.775	0.214	90 (0.87)	62 (0.66)	0.225	0.162
Item 17	143	0.440	0.512	67 (0.65)	13 (0.14)	0.406	0.338
Item 18	237	0.729	0.237	88 (0.85)	58 (0.62)	0.203	0.134
Item 19	242	0.745	0.207	86 (0.83)	59 (0.63)	0.248	0.182
Item 20	259	0.797	0.305	95 (0.92)	58 (0.62)	0.342	0.284
Item 21	170	0.523	0.675	86 (0.83)	15 (0.16)	0.533	0.473
Item 22	155	0.477	0.609	77 (0.75)	13 (0.14)	0.451	0.385
Item 23	134	0.412	0.462	64 (0.62)	15 (0.16)	0.393	0.324
Item 24	67	0.206	0.295	37 (0.36)	6 (0.06)	0.335	0.277
Item 25	116	0.357	0.251	50 (0.49)	22 (0.23)	0.232	0.159
Item 26	186	0.572	0.623	85 (0.83)	19 (0.20)	0.497	0.435
Item 27	165	0.508	0.619	78 (0.76)	13 (0.14)	0.477	0.413
Item 28	46	0.142	0.207	29 (0.28)	7 (0.07)	0.346	0.297
Item 29	35	0.108	0.129	21 (0.20)	7 (0.07)	0.292	0.246
Item 30	71	0.218	0.302	41 (0.40)	9 (0.10)	0.395	0.338
Item 31	70	0.215	0.384	45 (0.44)	5 (0.05)	0.389	0.332
Item 32	62	0.191	0.325	40 (0.39)	6 (0.06)	0.396	0.342
Item 33	89	0.274	0.520	59 (0.57)	5 (0.05)	0.510	0.455
Item 34	68	0.209	0.504	53 (0.51)	1 (0.01)	0.543	0.496
Item 35	83	0.255	0.611	64 (0.62)	1 (0.01)	0.595	0.548
Item 36	82	0.252	0.562	59 (0.57)	1 (0.01)	0.549	0.498
Item 37	32	0.098	0.261	28 (0.27)	1 (0.01)	0.478	0.441
Item 38	26	0.080	0.252	26 (0.25)	0 (0.00)	0.525	0.493
Item 39	80	0.246	0.591	62 (0.60)	1 (0.01)	0.620	0.576
Item 40	76	0.234	0.561	60 (0.58)	2 (0.02)	0.611	0.566

==========
These results have been sorted by item number
==========

Number of Items = 40
Mean Item Difficulty = 0.489
Mean Item Discrimination = 0.366
Mean Point Biserial = 0.370
KR20 (Alpha) = 0.836
KR21 = 0.772
SEM (from KR20) = 2.578

TITLE:
COMMENT:

****

Item and Test Analysis

****

Item	Number Correct	Item Diff.	Disc. Index	# Correct in High Grp	# Correct in Low Grp	Point Biserial	Adjusted Pt. Bis.
Item 01	257	0.791	0.422	92 (0.98)	54 (0.56)	0.441	0.382
Item 02	241	0.742	0.389	87 (0.93)	52 (0.54)	0.385	0.317
Item 03	240	0.738	0.203	85 (0.90)	68 (0.70)	0.185	0.110
Item 04	242	0.745	0.337	83 (0.88)	53 (0.55)	0.302	0.231
Item 05	255	0.785	0.277	77 (0.82)	72 (0.74)	0.134	0.263
Item 06	195	0.600	0.615	82 (0.87)	25 (0.26)	0.491	0.422
Item 07	260	0.800	0.297	87 (0.93)	61 (0.63)	0.370	0.308
Item 08	152	0.468	0.538	70 (0.74)	20 (0.21)	0.415	0.340
Item 09	226	0.695	0.262	77 (0.82)	54 (0.56)	0.266	0.190
Item 10	241	0.742	0.254	82 (0.87)	60 (0.62)	0.264	0.192
Item 11	256	0.788	0.233	83 (0.88)	63 (0.65)	0.275	0.208
Item 12	254	0.782	0.244	85 (0.90)	64 (0.66)	0.268	0.200
Item 13	115	0.354	0.357	51 (0.54)	18 (0.19)	0.318	0.241
Item 14	232	0.714	0.269	74 (0.79)	60 (0.62)	0.171	0.194
Item 15	251	0.772	0.218	77 (0.82)	68 (0.70)	0.159	0.187
Item 16	252	0.775	0.213	83 (0.88)	65 (0.67)	0.236	0.166
Item 17	143	0.440	0.537	64 (0.68)	14 (0.14)	0.436	0.362
Item 18	237	0.729	0.232	79 (0.84)	59 (0.61)	0.210	0.135
Item 19	242	0.745	0.211	78 (0.83)	60 (0.62)	0.266	0.193
Item 20	259	0.797	0.307	86 (0.91)	59 (0.61)	0.356	0.293
Item 21	170	0.523	0.686	80 (0.85)	16 (0.16)	0.544	0.479
Item 22	155	0.477	0.600	70 (0.74)	14 (0.14)	0.487	0.417
Item 23	134	0.412	0.484	61 (0.65)	16 (0.16)	0.401	0.326
Item 24	67	0.206	0.321	36 (0.38)	6 (0.06)	0.331	0.267
Item 25	116	0.357	0.263	46 (0.49)	22 (0.23)	0.232	0.151
Item 26	186	0.572	0.645	79 (0.84)	19 (0.20)	0.511	0.444
Item 27	165	0.508	0.611	72 (0.77)	15 (0.15)	0.505	0.436
Item 30	71	0.218	0.333	40 (0.43)	9 (0.09)	0.356	0.292
Item 31	70	0.215	0.395	42 (0.45)	5 (0.05)	0.356	0.291
Item 33	89	0.274	0.491	51 (0.54)	5 (0.05)	0.467	0.404
Item 34	68	0.209	0.511	49 (0.52)	1 (0.01)	0.531	0.477
Item 35	83	0.255	0.617	59 (0.63)	1 (0.01)	0.570	0.516
Item 36	82	0.252	0.575	55 (0.59)	1 (0.01)	0.524	0.467
Item 39	80	0.246	0.607	59 (0.63)	2 (0.02)	0.584	0.532
Item 40	76	0.234	0.575	57 (0.61)	3 (0.03)	0.572	0.519

==========

These results have been sorted by item number

==========

Items Excluded from Analysis: 28, 29, 32, 37, 38

==========

Number of Items = 35
Mean Item Difficulty = 0.542
Mean Item Discrimination = 0.392
Mean Point Biserial = 0.369
KR20 (Alpha) = 0.815
KR21 = 0.762

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

(จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559)

แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ก่อนดำเนินกิจกรรม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนเฉพาะคำตอบเท่านั้นที่ลงใน.....หลังข้อคำถาม

2. แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 35 ข้อ ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นในการคิดคำนวณโดยไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข

ตอนที่ 2 ความสามารถในด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้

3. เวลาที่ใช้ 30 นาที

ตอนที่ 1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นในการคิดคำนวณโดยไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข ในกระดาษให้เขียนได้เฉพาะคำตอบเท่านั้น เพราะต้องคิดคำนวณตัวเลขต่าง ๆ ในใจ

1. 9 คูณ 5 เท่ากับเท่าไร .....
2. 72 หารด้วย 3 เท่ากับเท่าไร .....
3. 7 คูณ 8 เท่ากับเท่าไร .....
4. 50% ของ 196 เท่ากับเท่าไร .....
5. 12 คูณ 7 เท่ากับเท่าไร .....
6. 70% ของ 110 เท่ากับเท่าไร .....
7. นำ 15 ไปคูณ 11 .....
8. นำ 12 ไปคูณ 9 แล้วหาร 4 .....
9. 15 + 18 + 12 + 36 = ...
10. 3 × 4 × 6 เท่ากับเท่าไร .....
11. (36×3) แล้วหารด้วย (3×4) เท่ากับเท่าไร .....
12. (7×6) + (8×9) เท่ากับเท่าไร .....
13. $\frac{33}{4}$ ของ 228 เท่ากับเท่าไร .....
14. 62 + 96 + 47 เท่ากับเท่าไร.....
15. จงรวม 597 กับ 136 .....
16. 2.96 + 17.58 เท่ากับเท่าไร .....
17. 90% ของ 120 เท่ากับเท่าไร.....
18. จงลบ 829 ออกจาก 1,752 .....
19. จงนำ 72 ไปคูณกับ 15 .....
20. นำ 16 ไปคูณ 5 แล้วลบด้วย (6×4) เท่ากับเท่าไร .....
21. เศษห้าส่วนหกของ 192 เท่ากับเท่าไร .....
22. 60% ของ 1,950 เท่ากับเท่าไร.....
23. 200 หารด้วย 16 เท่ากับเท่าไร.....
24. เศษสามส่วนสิบหก เมื่อเขียนเป็นเลขทศนิยมจะเป็นเท่าไร .....
25. นำ 139 คูณด้วย 9 หารด้วย –0.5 .....
26. เศษสามส่วนห้าของ 1,690 เท่ากับเท่าไร .....
27. เศษสามส่วนเก้าของ 1,269 เท่ากับเท่าไร .....

ชื่อ.....ชั้น.....

ตอนที่ 2 ความสามารถในด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ <u>อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้</u>

28. อยากทราบว่าอีกกี่นาทีจะถึงเวลาเที่ยงวัน หากเมื่อ 16 นาทีที่แล้วเป็นเวลา 8 นาฬิกา และต้องบวกต่อไปอีกสามเท่าของจำนวนนาทีที่ต้องการหา .....

29. ในการขายเสื้อคลุมลดราคาสัปดาห์แรก มีการลดราคาเสื้อคลุมลง 10 % จากราคาเดิมเหลือ 860 บาท พอถึงต้นสัปดาห์ที่สอง ราคาลดลงไปอีก 15 % ถามว่าราคาขายล่าสุดนี้จะเป็นเท่าไร .....

30. (-16) + (-5) + 53 มีค่าเท่ากับเท่าไร .....

31. ในการขายมะเขือเทศครั้งหนึ่ง มี 339 ลูกที่ขึ้นรา ซึ่งเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนทั้งหมด ถามว่าในการขายสินค้าครั้งนี้มีมะเขือเทศกี่ลูก .....

32. 12 ÷ ? = 1.125 .....

33. เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก $3\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$, $5\frac{3}{4}$, $-10\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, $10\frac{1}{4}$

....

34. มีน้ำ 100 กรัม มีน้ำตาลผสมร้อยละ 60 ถ้าดูดออก 10 กรัม แล้วเติมน้ำเปล่า แทนไป 10 กรัม น้ำจะมีน้ำตาลผสมร้อยละเท่าใด

.....

35. ให้นักเรียนหาผลรวมจำนวนต่อไปนี้

$$\frac{2}{5}+\frac{4}{7}+\frac{10}{13}+\frac{5}{8}+\frac{1}{4}+\frac{3}{4}+\frac{3}{8}+\frac{3}{7}+\frac{3}{5}+\frac{3}{13}$$

.....

แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
หลังดำเนินกิจกรรม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนเฉพาะคำตอบเท่านั้นที่ลงใน.....หลังข้อคำถาม

2. แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 35 ข้อ ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นในการคิดคำนวณโดยไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข

ตอนที่ 2 ความสามารถในด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้

3. เวลาที่ใช้ 30 นาที

ตอนที่ 1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นในการคิดคำนวณโดยไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข ในกระดาษให้เขียนได้เฉพาะคำตอบเท่านั้น เพราะต้องคิดคำนวณตัวเลขต่าง ๆ ในใจ

1. 9 คูณ 5 เท่ากับเท่าไร .....
2. 72 หารด้วย 3 เท่ากับเท่าไร .....
3. 7 คูณ 8 เท่ากับเท่าไร .....
4. 50% ของ 196 เท่ากับเท่าไร .....
5. 12 คูณ 7 เท่ากับเท่าไร .....
6. 70% ของ 110 เท่ากับเท่าไร .....
7. นำ 15 ไปคูณ 11 .....
8. นำ 12 ไปคูณ 9 แล้วหาร 4 .....
9. 15 + 18 + 12 + 36 = ...
10. 3 × 4 × 6 เท่ากับเท่าไร .....
11. (36×3) แล้วหารด้วย (3×4) เท่ากับเท่าไร .....
12. (7×6) + (8×9) เท่ากับเท่าไร .....
13. $\frac{33}{4}$ ของ 228 เท่ากับเท่าไร .....
14. 62 + 96 + 47 เท่ากับเท่าไร.....
15. จงรวม 597 กับ 136 .....
16. 2.96 + 17.58 เท่ากับเท่าไร .....
17. 90% ของ 120 เท่ากับเท่าไร.....
18. จงลบ 829 ออกจาก 1,752 .....
19. จงนำ 72 ไปคูณกับ 15 .....
20. นำ 16 ไปคูณ 5 แล้วลบด้วย (6×4) เท่ากับเท่าไร .....
21. เศษห้าส่วนหกของ 192 เท่ากับเท่าไร .....
22. 60% ของ 1,950 เท่ากับเท่าไร.....
23. 200 หารด้วย 16 เท่ากับเท่าไร.....
24. เศษสามส่วนสิบหก เมื่อเขียนเป็นเลขทศนิยมจะเป็นเท่าไร .....
25. นำ 139 คูณด้วย 9 หารด้วย –0.5 .....
26. เศษสามส่วนห้าของ 1,690 เท่ากับเท่าไร .....
27. เศษสามส่วนเก้าของ 1,269 เท่ากับเท่าไร .....

ชื่อ.....ชั้น.....

ตอนที่ 2 ความสามารถในด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ <u>อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้</u>

28. อยากทราบว่าอีกกี่นาทีจะถึงเวลาเที่ยงวัน หากเมื่อ 16 นาทีที่แล้วเป็นเวลา 8 นาฬิกา และต้องบวกต่อไปอีกสามเท่าของจำนวนนาทีที่ต้องการหา .....

29. ในการขายเสื้อคลุมลดราคาสัปดาห์แรก มีการลดราคาเสื้อคลุมลง 10 % จากราคาเดิมเหลือ 860 บาท พอถึงต้นสัปดาห์ที่สอง ราคาลดลงไปอีก 15 % ถามว่าราคาขายล่าสุดนี้จะเป็นเท่าไร .....

30. (-16) + (-5) + 53 มีค่าเท่ากับเท่าไร .....

31. ในการขายมะเขือเทศครั้งหนึ่ง มี 339 ลูกที่ขึ้นรา ซึ่งเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนทั้งหมด ถามว่าในการขายสินค้าครั้งนี้มีมะเขือเทศกี่ลูก .....

32. 12 ÷ ? = 1.125 .....

33. เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก $3\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$, $5\frac{3}{4}$, $-10\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, $10\frac{1}{4}$

....

34. มีน้ำ 100 กรัม มีน้ำตาลผสมร้อยละ 60 ถ้าดูดออก 10 กรัม แล้วเติมน้ำเปล่า แทนไป 10 กรัม น้ำจะมีน้ำตาลผสมร้อยละเท่าใด

.....

35. ให้นักเรียนหาผลรวมจำนวนต่อไปนี้

$$\frac{2}{5}+\frac{4}{7}+\frac{10}{13}+\frac{5}{8}+\frac{1}{4}+\frac{3}{4}+\frac{3}{8}+\frac{3}{7}+\frac{3}{5}+\frac{3}{13}$$

.....

ภาคผนวก ฉ

คู่มือเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
(จาตุพักตร์ พากเพียร, 2559)

คู่มือ

เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำนำ

คู่มือการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เล่มนี้ เป็นการแนะนำขั้นตอนและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 5 เกม ได้แก่ เกมปาเป้า (Darts) เกมเครื่องดื่ม (Beverage) เกมฟาร์ม (The Farm) เกมบวกจำนวน (Addition) และเกมเครื่องหมาย (Operation) คู่มือเล่มนี้เหมาะสมกับผู้ที่สนใจศึกษาหรือเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หากคู่มือการงานเกมคอมพิวเตอร์สาหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด เล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้อง ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

จาตุพักตร์ พากเพียร

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

คู่มือการใช้งานเกม
คอมพิวเตอร์ ..... **ก**
คำนำ ..... **ข**
สารบัญ ..... **ค**
สารบัญภาพ ..... **ง**
แนะนำเกม **1**
วัตถุประสงค์ของเกม 1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
ขั้นตอนและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์ **2**

1

แนะนำเกม

คู่มือการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เล่มนี้ เป็นการแนะนำขั้นตอนและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 5 เกม ได้แก่ 1) เกมปาเป้า (Darts) 2) เกมเครื่องดื่ม (Beverage) 3) เกมฟาร์ม (The Farm) 4) เกมบวกจำนวน (Addition) และ 5) เกมเครื่องหมาย (Operation) สำหรับคู่มือการใช้งานเป็นส่วนอธิบายถึงรายละเอียดและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด

วัตถุประสงค์ของเกม

เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีนวัตกรรม คือ เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ครูในโรงเรียนได้เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

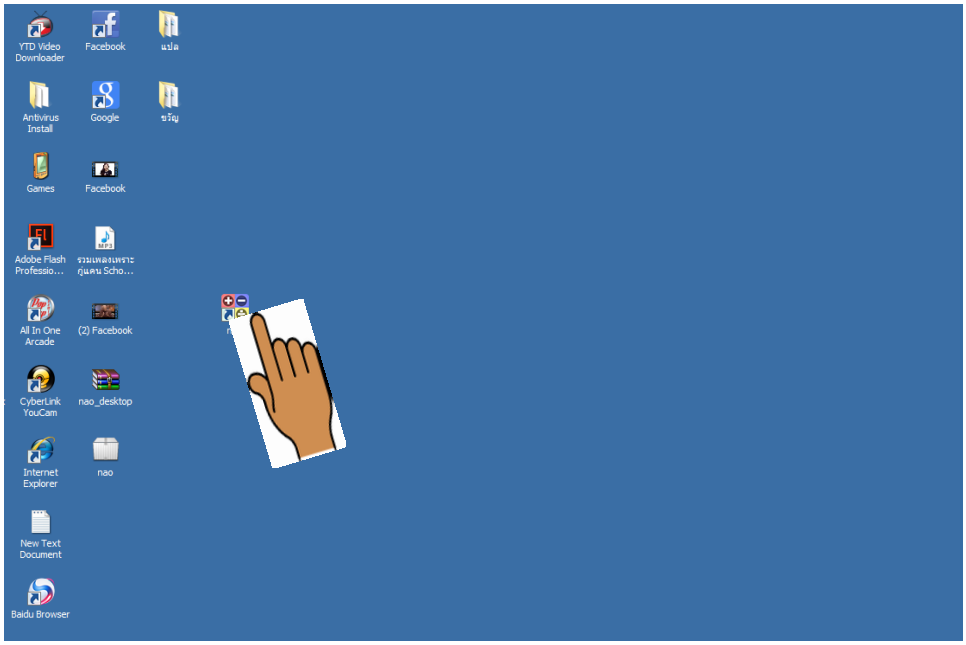
3. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาใช้เกมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในโรงเรียนต่าง ๆ

4. ผู้วิจัยนำเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้กับนักเรียนที่มีความสนใจ

2

ขั้นตอนและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์

การใช้งานเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เล่มนี้ เป็นการแนะนำขั้นตอนและวิธีการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 เกม ได้แก่ 1) เกมปาเป้า (Darts) 2) เกมเครื่องดื่ม (Beverage) 3) เกมฟาร์ม (The Farm) 4) เกมบวกจำนวน (Addition) และ 5) เกมเครื่องหมาย (Operation) การเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หน้าจอกระดานชนวนอิเล็กทรอนิกส์ (Tablet) /คอมพิวเตอร์ ก่อนเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากภาพที่ 1 แสดงหน้าจอแรกของคอมพิวเตอร์ก่อนเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด จะปรากฏหน้าจอรูปไอคอน ให้นักเรียนกดเลือกรูปไอคอนดังกล่าวเพื่อเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด จากนั้นจะปรากฏหน้าจอแรกของเกมคอมพิวเตอร์ สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด ดังแสดงในภาพที่ 2

3

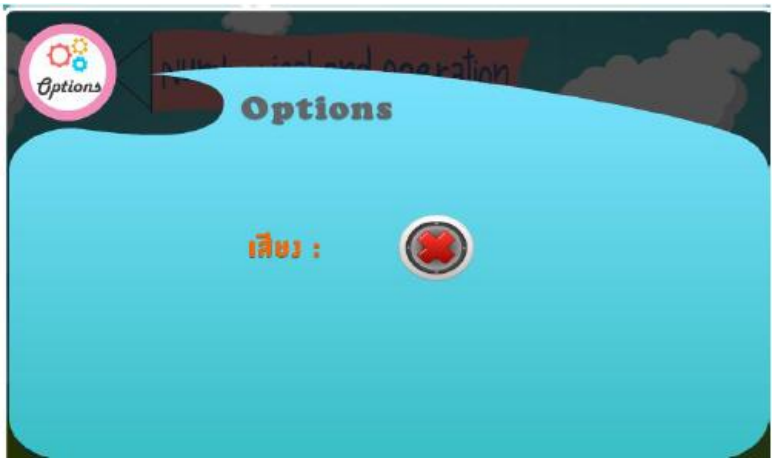
ภาพที่ 2 หน้าจอแรกของเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากภาพที่ 2 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมของเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 เมนูหลักโปรแกรมของเกมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ 1) เมนู “High Score” 2) เมนู “Options” 3) เมนู “About” 4) เมนู “play” 5) เมนู “Help” และชื่อโปรแกรม “Numberical AndOperations : NAO” ซึ่งแต่ละไอคอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. รูปไอคอน High score เป็นไอคอนที่แสดงถึงระดับคะแนนของผู้เล่นที่ได้จากการเล่นเกม ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงระดับคะแนนของผู้เล่นที่ได้จากการเล่นเกมในแต่ละเกม

2. รูปไอคอน Option เป็นไอคอนกำหนดเปิด – ปิดเสียงจากการเล่นเกม ผู้เล่นสามารถกำหนดเปิด – ปิดเสียงของเกมได้ด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงเปิด – ปิดเสียงจากการเล่นเกม

3. รูปไอคอน About เป็นไอคอนที่แสดงคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นดังแสดงในภาพที่ 5

ภาพที่ 5 หน้าจอ About แสดงคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์

5

จากภาพที่ 5 แสดงหน้าจอ About เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นเมนูคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การสร้างเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคด

4. รูปไอคอน play เมื่อผู้เล่นต้องการเข้าสู่การเล่นเกม ผู้เล่นกดที่ไอคอน จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังแสดงในภาพที่ 6

ภาพที่ 6 หน้าจอแรกของการเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากภาพที่ 6 แสดงหน้าจอแรกของการเข้าสู่เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หน้าจอจะแสดงให้เห็นเกมทั้งหมด จำนวน 5 เกม ได้แก่ 1) เกมปาเป้า (Darts) 2) เกมเครื่องดื่ม (Beverage) 3) เกมฟาร์ม (The Farm) 4) เกมบวกจำนวน (Addition) และ 5) เกมเครื่องหมาย (Operation) ซึ่งแต่ละเกมมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 เมนู “เกมปาเป้า (Darts)” ของหน้าจอภาพที่ 6 นำไปสู่หน้าจอใส่ชื่อก่อนเข้าเล่นเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ดังภาพที่ 7

6

ภาพที่ 7 หน้าจอลงชื่อก่อนเข้าเล่นเกมปาเป้า (Darts)

หลังลงชื่อผู้เล่นเรียบร้อยแล้ว กด “ตกลง” นำไปสู่หน้าจอของเลือกระดับของเกมปาเป้า (Darts) ประกอบด้วย 4 เมนู ได้แก่ (ภาพที่ 8)

เมนู “จำนวนเต็มบวกหลักเดียว” โจทย์จะกำหนดสุ่มขึ้นมา 1 จำนวน และเป้าที่แสดงจำนวนเต็มบวกหลักเดียว เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเป้าโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณปาลูกดอกให้ได้ผลรวมตามที่โจทย์กำหนดให้ และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 9

เมนู “จำนวนเต็มบวกสองหลัก” โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 1 จำนวน และเป้าที่แสดงจำนวนเต็มบวกสองหลัก เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเป้าโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณปาลูกดอกให้ได้ผลรวมตามที่โจทย์กำหนดให้ และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 9

เมนู “จำนวนเต็มหลักเดียว” โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 1 จำนวน และเป้าที่แสดงจำนวนเต็มหลักเดียว เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเป้าโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณปาลูกดอกให้ได้ผลรวมตามที่โจทย์กำหนดให้ และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 9

เมนู “จำนวนเต็มบวกสองหลัก”โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 1 จำนวน และเป้าที่แสดงจำนวนเต็มบวกสองหลัก เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเป้าโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณปาลูกดอกให้ได้ผลรวมตามที่โจทย์กำหนดให้ และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 9

7

ภาพที่ 8 ระดับการเล่น ของเกมปาเป้า (Darts)

ภาพที่ 9 หน้าจอของเกมปาเป้า (Darts)

4.2 เมนู “เกมเครื่องดื่ม (Beverage)” ของหน้าจอภาพที่ 6 นำไปสู่หน้าจอใส่ชื่อก่อนเข้าเล่นเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 หน้าจอลงชื่อก่อนเข้าเล่นเกมเครื่องดื่ม (Beverage)

8

หลังลงชื่อผู้เล่นเรียบร้อยแล้ว กด “ตกลง” นำไปสู่หน้าจอของเลือกระดับของเกม เครื่องดื่ม (Beverage) ประกอบด้วย 2 เมนู ได้แก่ (ภาพที่ 11)

เมนู “90 min” โจทย์จะสุ่มเศษส่วนขึ้นมา 3 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเศษส่วนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณเปลี่ยนเศษส่วนให้เป็นร้อยละโดยตอบสนองด้วยการเลื่อนจำนวนในแต่ละกระบอกให้มีค่าร้อยละตรงกับเศษส่วนที่กำหนดให้และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 12

เมนู “60 min” โจทย์จะสุ่มเศษส่วนขึ้นมา 3 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเศษส่วนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 60 วินาที ทำการคิดคำนวณเปลี่ยนเศษส่วนให้เป็นร้อยละโดยตอบสนองด้วยการเลื่อนจำนวนในแต่ละกระบอกให้มีค่าร้อยละตรงกับเศษส่วนที่กำหนดให้และให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 11 ระดับการเล่นของเกมเครื่องดื่ม (Beverage)

ภาพที่ 12 หน้าจอของเกมเครื่องดื่ม (Beverage)

4.3 เมนู “เกมฟาร์ม (The Farm)” ของหน้าจอภาพที่ 6 นำไปสู่หน้าจอใส่ชื่อก่อนเข้าเล่นเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ดังภาพที่ 13

9

ภาพที่ 13 หน้าจอลงชื่อก่อนเข้าเล่นเกมฟาร์ม (The Farm)

หลังลงชื่อผู้เล่นเรียบร้อยแล้ว กด “ตกลง” นำไปสู่หน้าจอของเลือกระดับของเกมเครื่องดื่ม (Beverage) ประกอบด้วย 2 เมนู ได้แก่ (ภาพที่ 14)

เมนู “**I**” โจทย์จะสุ่มทศนิยมขึ้นมา 6 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับทศนิยมโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยการจัดเรียงทศนิยมทั้ง 6 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการเลื่อนจำนวนจากน้อยไปหามากให้เข้าไปที่ประตูกรงให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 15

เมนู “**II**” โจทย์จะสุ่มทศนิยมขึ้นมา 6 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับทศนิยมโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยการจัดเรียงทศนิยมทั้ง 6 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการเลื่อนจำนวนจากมากไปหาน้อยให้เข้าไปที่ประตูกรงให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 15

ภาพที่ 14 ระดับการเล่น ของเกมฟาร์ม (The Farm)

10

ภาพที่ 15 หน้าจอของเกมฟาร์ม (The Farm)

4.4 เมนู “เกมบวกจำนวน (Addition)” ของหน้าจอภาพที่ 6 นำไปสู่หน้าจอใส่ชื่อก่อนเข้าเล่นเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ดังภาพที่ 16

ภาพที่ 16 หน้าจอลงชื่อก่อนเข้าเล่นเกมบวกจำนวน (Addition)

หลังลงชื่อผู้เล่นเรียบร้อยแล้ว กด “ตกลง” นำไปสู่หน้าจอของเลือกระดับของเกมบวกจำนวน (Addition) ประกอบด้วย 3 เมนู ได้แก่ (ภาพที่ 17)

เมนู “90 min” โจทย์จะสุ่มเศษส่วนขึ้นมา 12 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเศษส่วนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยบวกเศษส่วนทั้ง 12 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการหาผลบวกให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 18

11

เมนู “60 min” โจทย์จะสุ่มเศษส่วนขึ้นมา 12 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเศษส่วนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 60 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยบวกเศษส่วนทั้ง 12 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการหาผลบวกให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 18

เมนู “30 min” โจทย์จะสุ่มเศษส่วนขึ้นมา 12 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับเศษส่วนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 30 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยบวกเศษส่วนทั้ง 12 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการหาผลบวกให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 18

ภาพที่ 17 ระดับการเล่น ของเกมบวกจำนวน (Addition)

ภาพที่ 18 หน้าจอของเกมบวกจำนวน (Addition)

4.5 เมนู “เกมเครื่องหมาย (Operation)” ของหน้าจอภาพที่ 6 นำไปสู่หน้าจอใส่ชื่อก่อนเข้าเล่นเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐาน ดังภาพที่ 19

12

ภาพที่ 19 หน้าจอลงชื่อก่อนเข้าเล่นเกมเครื่องหมาย (Operation)

หลังลงชื่อผู้เล่นเรียบร้อยแล้ว กด “ตกลง” นำไปสู่หน้าจอของเลือกระดับของเกมเครื่องหมาย (Operation) ประกอบด้วย 3 เมนู ได้แก่ (ภาพที่ 20)

เมนู “90 min” โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 5 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับจำนวนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 90 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยการนำเครื่องหมายบวก ลบ คูณ และหาร ทำการจัดกระทำจำนวนทั้ง 5 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการทำให้คำตอบเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 21

เมนู “60 min” โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 5 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับจำนวนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 60 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยการนำเครื่องหมายบวก ลบ คูณ และหาร ทำการจัดกระทำจำนวนทั้ง 5 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการทำให้คำตอบเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 21

เมนู “30 min” โจทย์จะสุ่มจำนวนขึ้นมา 5 จำนวน เป็นสิ่งเร้า ผู้เล่นทำความเข้าใจในโจทย์กับจำนวนโดยกำหนดเงื่อนไขของเวลา 30 วินาที ทำการคิดคำนวณด้วยการนำเครื่องหมายบวก ลบ คูณ และหาร ทำการจัดกระทำจำนวนทั้ง 5 จำนวน โดยตอบสนองด้วยการทำให้คำตอบเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ให้ได้จำนวนโจทย์ที่มากที่สุด ดังภาพที่ 21

13

ภาพที่ 20 ระดับการเล่น ของเกมเครื่องหมาย (Operation)

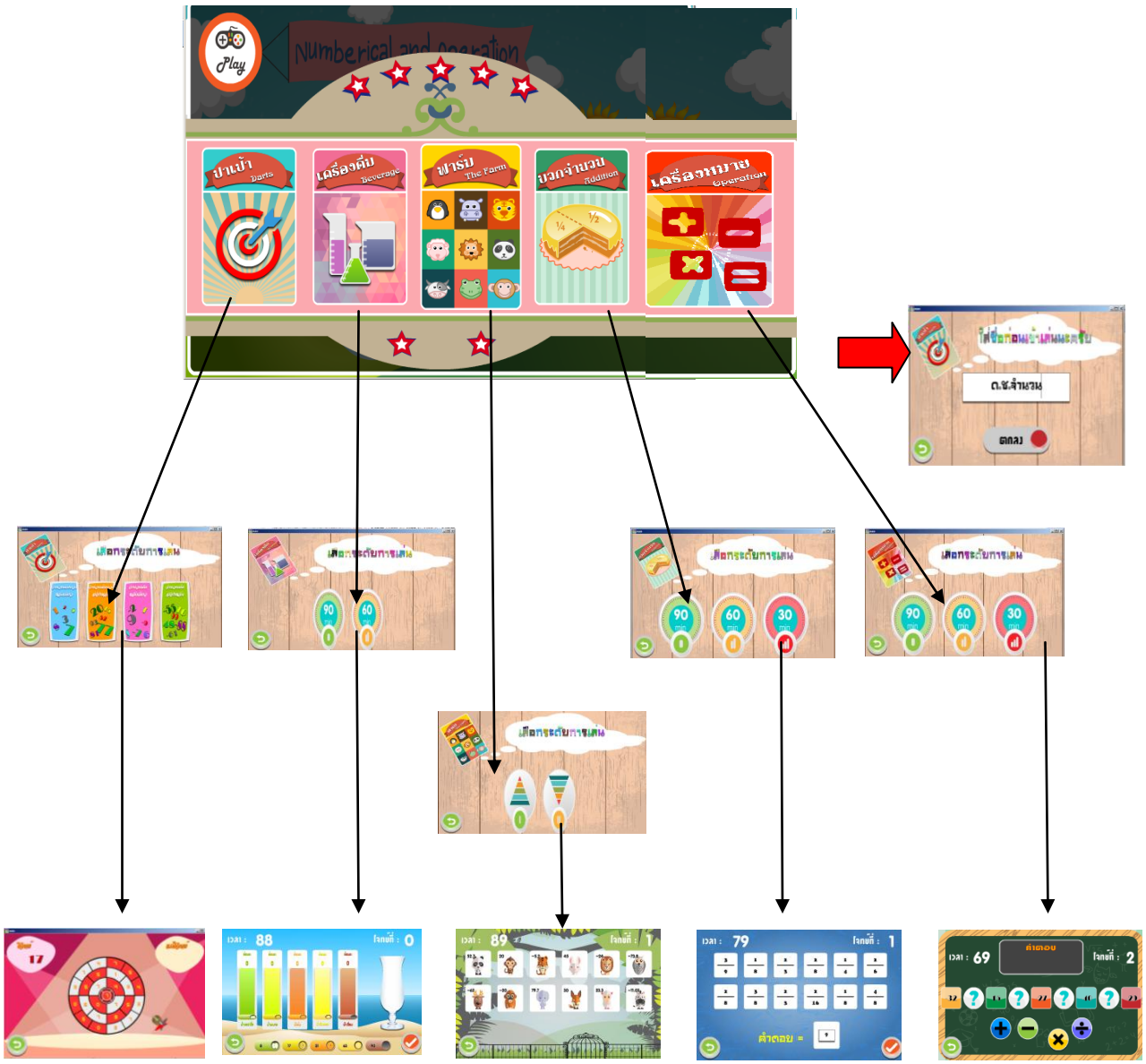
ภาพที่ 21 หน้าจอของเกมเครื่องหมาย (Operation)

5. รูปไอคอน Help เป็นไอคอนที่แสดงถึงคู่มือการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 22

ภาพที่ 22 หน้าจอคู่มือการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์โดยใช้โมเดลแอบสแตรกโคดเป็นฐานสำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

14

แผนผัง
เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



ภาคผนวก ซ

ตารางการทำกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์

ตารางการทำกิจกรรมเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการฝึกเกมคอมพิวเตอร์ให้เป็นการฝึกแบบ 2 ครั้ง ติดต่อกัน ซึ่งต่างจากรูปแบบเดิมของ จาตุพักตร์ พากเพียร แต่มีจำนวนครั้งในการฝึกเท่า ๆ กัน

วันที่	ช่วงเวลา (ชม.)	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม
1	1	การทดสอบ	การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนดำเนินกิจกรรม
2 – 9	8	เกมปาเป้า (Darts)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ 1) ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกหลักเดียว 2) ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มบวกสองหลัก 3) ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มหลักเดียว 4) ตัวเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มสองหลัก ***ระดับละ 2 วัน**
10 - 13	4	เกมเครื่องดื่ม (Beverage)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ 1) จำกัดเวลา 90 วินาที และ 2) จำกัดเวลา 60 วินาที ***ระดับละ 2 วัน**
14 - 17	4	เกมฟาร์ม (The Farm)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ 1) การเปรียบจำนวนจากน้อยไปหามาก และ 2) การเปรียบจำนวนจากมากไปหาน้อย ***ระดับละ 2 วัน**
18 – 23	6	เกมบวกจำนวน (Addition)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ 1) จำกัดเวลา 90 วินาที 2) จำกัดเวลา 60 วินาที และ 3) จำกัดเวลา 30 วินาที ***ระดับละ 2 วัน**
24 – 29	6	เกมเครื่องหมาย (Operation)	ตามระดับการเล่น ดังนี้ 1) จำกัดเวลา 90 วินาที 2) จำกัดเวลา 60 วินาที และ 3) จำกัดเวลา 30 วินาที ***ระดับละ 2 วัน**
30	1	การทดสอบ	การทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลอง และกลุ่ม หลังดำเนินกิจกรรม

ภาคผนวก ญ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

(Paired Sample t – test)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	10.53	60	5.050	.652
	posttest	15.17	60	6.065	.783

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	60	.800	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	post - pre	4.633	3.645	.471	3.692	5.575	9.846	59	.000

t-test เทียบเฉพาะชาย ก่อน-หลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	14.27	30	6.762	1.234
	pretest	9.37	30	5.129	.936

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	30	.806	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	4.900	4.012	.732	3.402	6.398	6.690	29	.000

T-Test เฉพาะผู้หญิง เทียบก่อน-หลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	16.07	30	5.239	.956
	pretest	11.70	30	4.772	.871

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	30	.788	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	4.367	3.285	.600	3.140	5.593	7.280	29	.000

T-Test เฉพาะ ม.1 เทียบก่อน-หลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	10.95	20	5.196	1.162
	pretest	8.10	20	4.483	1.002

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	20	.949	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	2.850	1.694	.379	2.057	3.643	7.522	19	.000

T-Test เฉพาะ ม.2 เทียบก่อน-หลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	14.10	20	4.994	1.117
	pretest	7.75	20	2.693	.602

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	20	.350	.130

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	6.350	4.771	1.067	4.117	8.583	5.952	19	.000

T-Test เฉพาะ ม.3 เทียบก่อน-หลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	20.45	20	3.605	.806
	pretest	15.75	20	2.971	.664

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	20	.591	.006

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	4.700	3.028	.677	3.283	6.117	6.942	19	.000

T-Test กลุ่มความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูง เทียบก่อนหลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	17.60	30	4.861	.887
	pretest	12.03	30	4.839	.883

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	30	.723	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	5.567	3.607	.659	4.220	6.914	8.452	29	.000

T-Test กลุ่มความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำ เทียบก่อนหลัง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	12.73	30	6.242	1.140
	pretest	9.03	30	4.881	.891

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	30	.830	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	3.700	3.495	.638	2.395	5.005	5.798	29	.000

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

One - way เทียบระหว่างเพศ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
increasing	ชาย	30	20.1847	16.05398	2.93104	14.1900	26.1793	3.03	60.87
	หญิง	30	18.8540	12.90438	2.35601	14.0354	23.6726	5.00	50.00
	Total	60	19.5193	14.45619	1.86629	15.7849	23.2538	3.03	60.87

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
increasing	1.582	1	58	.213

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
increasing	Between Groups	26.560	1	26.560	.125	.725
	Within Groups	12303.345	58	212.127		
	Total	12329.905	59			

One - way เทียบระหว่างชั้น

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
increasing	ม.1	20	11.1515	7.62140	1.70420	7.5846	14.7184	3.03	36.36
	ม.2	20	23.2115	17.11788	3.82767	15.2001	31.2229	3.85	58.62
	ม.3	20	24.1950	13.66627	3.05587	17.7990	30.5910	5.26	60.87
	Total	60	19.5193	14.45619	1.86629	15.7849	23.2538	3.03	60.87

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
increasing	8.467	2	57	.001

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
increasing	Between Groups	2110.292	2	1055.146	5.885	.005
	Within Groups	10219.614	57	179.291		
	Total	12329.905	59			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Tamhane

Dependent Variable	(I) level	(J) level	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
increasing	ม.1	ม.2	-12.06000*	4.18991	.023	-22.7437	-1.3763
		ม.3	-13.04350*	3.49895	.002	-21.8944	-4.1926
	ม.2	ม.1	12.06000*	4.18991	.023	1.3763	22.7437
		ม.3	-.98350	4.89790	.996	-13.2439	11.2769
	ม.3	ม.1	13.04350*	3.49895	.002	4.1926	21.8944
		ม.2	.98350	4.89790	.996	-11.2769	13.2439

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-way เทียบความสามารถ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
increasing	สูง	30	24.1497	13.07657	2.38744	19.2668	29.0325	3.33	58.62
	ต่ำ	30	14.8890	14.48495	2.64458	9.4802	20.2978	3.03	60.87
	Total	60	19.5193	14.45619	1.86629	15.7849	23.2538	3.03	60.87

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
increasing	.050	1	58	.824

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
increasing	Between Groups	1286.399	1	1286.399	6.756	.012
	Within Groups	11043.506	58	190.405		
	Total	12329.905	59			

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์

Tests of Between-Subjects Effects

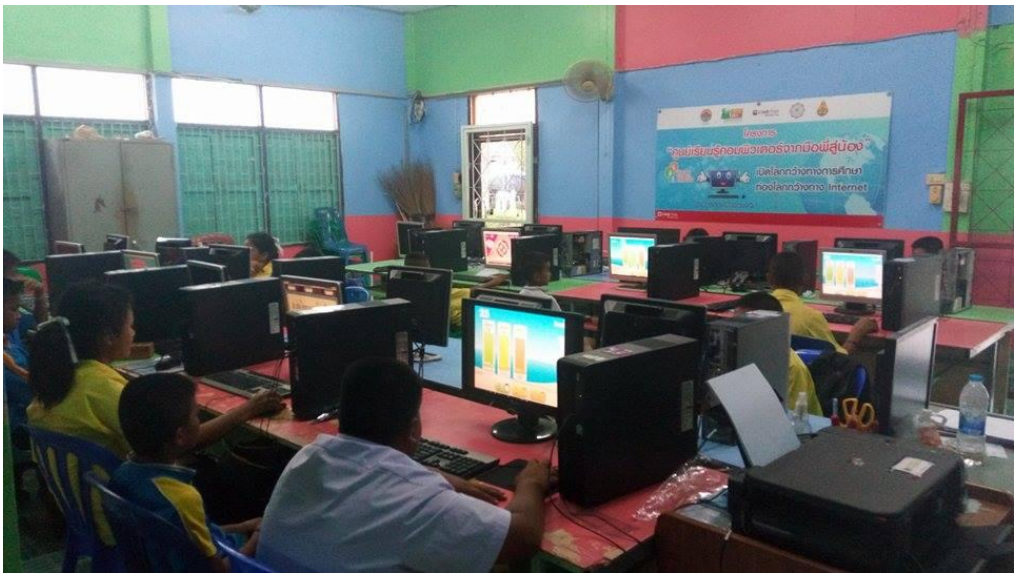
Dependent Variable: increasing

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4283.690[a]	11	389.426	2.323	.022
Intercept	22860.262	1	22860.262	136.374	.000
gender	26.560	1	26.560	.158	.692
level	2110.292	2	1055.146	6.295	.004
ability	1286.399	1	1286.399	7.674	.008
gender * level	320.422	2	160.211	.956	.392
gender * ability	12.825	1	12.825	.077	.783
level * ability	228.110	2	114.055	.680	.511
gender * level * ability	299.082	2	149.541	.892	.416
Error	8046.216	48	167.629		
Total	35190.168	60			
Corrected Total	12329.905	59			

a. R Squared = .347 (Adjusted R Squared = .198)

ภาคผนวก ฎ

ภาพกิจกรรมการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 1 การฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ วันที่ 31 สิงหาคม 2559

ภาพที่ 2 การฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ วันที่ 12 กันยายน 2559

ภาพที่ 3 การฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ วันที่ 21 กันยายน 2559

ภาพที่ 4 การฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ วันที่ 1 ตุลาคม 2559