การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

พิมผกา แท่งทอง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

พิมผกา แท่งทอง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม"

ของ พิมผกา แท่งทอง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัย พิมผกา แท่งทอง

ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม

ประเภทสารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ วิธีการสอนแบบอุปนัย, บอร์ดเกม, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม และเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ใบกิจกรรม และแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า

1. แนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียม ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง 2.1 การนำเสนอเกม 2.2 การเล่นตามกติกา 2.3 การสรุปและอภิปรายผล 2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ ขั้นที่ 4 การสรุป และขั้นที่ 5 การนำไปใช้ ซึ่งมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้น ได้แก่ 1) การนำเสนอเกม ครูควรอธิบายกติการการเล่นเกมให้ชัดเจน และใช้การถาม-ตอบ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และสาธิตการเล่นบอร์ดเกมให้นักเรียนดู 2) การเล่นตามกติกา ครู

ต้องควบคุมดูแลการเดินหมาก เพื่อป้องกันการสับสนทิศทางในการเดินหมากของนักเรียน เพราะจะนำไปสู่การเขียนสมการที่นักเรียนต้องเขียนให้ถูกต้อง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม 3) การปรับปรุงบอร์ดเกม เรื่อง การลบจำนวนเต็ม

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ทั้งระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

Title DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONCEPTS ON ADDITION AND SUBTRACTION OF INTEGERS FOR SEVENTH GRADE STUDENTS USING AN INDUCTIVE TEACHING METHOD AND BOARD GAMES.

Author Phimpaka Thangthong

Advisor Associate Professor Chakkrid Klin-eam, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022

Keywords Inductive teaching methods, Board games, Mathematical concept

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the approache for mathematics learning implementation on addition and subtraction of integers for seventh grade students using an inductive teaching method and board games and to develop mathematical concepts on addition and subtraction of integers for seventh grade students using an inductive teaching methods and board games. The target group was 20 students in seventh grade students, a medium school in Phichit province, in the academic year 2022. The researcher used the model of classroom action research for 4 cycles and the total time was 8 hours. Each cycle consists of 4 steps: Plan, Act, Observe and Reflect. The research tools were the lesson plans, a reflective form for learning activities, activities sheets, and a mathematical concept test. Data were analyzed using content analysis

The research results found that

1. The approache for mathematics learning on addition and subtraction of integers for seventh grade students using an inductive teaching method and board games were in 5 steps, Step 1 preparation, Step 2 Sample Presentation, 2.1 Presentation of the game, 2.2 Playing by the rules, 2.3 Conclusion and discussion, 2.4

Assessment of learning outcomes, Step 3 Comparison, Step 4 Summary and Step 5 Implementation. There are guidelines for learning implementation as follows: 1) Presentation of the game, the teacher should clearly explain the rules of playing the game, use Q&A to test students' understanding and demonstrate how to play board games for students. 2) During playing board games, teachers should carefully supervise when students move the piece because it related to writing equations which lead to develop mathematical concepts about addition and subtraction of integers. 3) Revising the board game on integer subtraction.

2. Most of the students' concepts were in the complete understanding (CU) both during and after learning through inductive teaching method and board games.

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องมาจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม และ ผศ.ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนติดตาม สอบถามความก้าวหน้าด้วยความใส่ใจเป็นอย่างยิ่ง จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไป ด้วยความสมบูรณ์ ดังนั้น จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ นางอารีรัตน์ โพธิ์คำ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบางลายพิทยาคม จังหวัดพิจิตร และนางสมพร กองบุญมา ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบางลายพิทยาคม จังหวัดพิจิตร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือ เพื่อปรับปรุงให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ทิศานาถ ขุนนาถ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดพร้าว จังหวัดพิจิตร ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล รวมทั้งต้องขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดีเช่นกัน

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบของพระคุณท่าน บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยที่ให้การส่งเสริมสนับสนุน และให้กำลังใจอย่างดีที่สุดเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอบกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน ที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ รวมทั้งต้องขอบใจเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทร่วมรุ่นที่คอยให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และยังเป็นกำลังใจให้กันและกันตลอดมา

คุณความรู้และประโยชน์ต่าง ๆ อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระด้วยตนเองฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระด้วยตนเองฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต ไม่มากก็น้อย

พิมผกา แท่งทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการวิจัย 3

คำถามวิจัย 3

ขอบเขตการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 7

วิธีการสอนแบบอุปนัย 9

บอร์ดเกม 13

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 21

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 30
รูปแบบการวิจัย 30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31
ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31
การเก็บรวบรวมข้อมูล 36
การวิเคราะห์ข้อมูล 37
บทที่ 4 ผลการวิจัย 40
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม 40
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม 54
บทที่ 5 บทสรุป 65
สรุปผลการวิจัย 65
อภิปรายผล 68
ข้อเสนอแนะ 70
บรรณานุกรม 72
ภาคผนวก 77
ประวัติผู้วิจัย 123

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง 8

ตาราง 2 โครงสร้างรายวิชาพื้นฐานตามตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1 8

ตาราง 3 คำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31

ตาราง 4 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม 35

ตาราง 5 สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 45

ตาราง 6 สรุปปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 48

ตาราง 7 สรุปปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3 50

ตาราง 8 สรุปปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 4 52

ตาราง 9 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม (N = 20) 55

ตาราง 10 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม (N = 20) 63

ตาราง 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 97

ตาราง 12 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 113

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงบอร์ดเกม “บวก ลบ ล่าเหรียญ”.....43

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU).....56

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU).....57

ภาพ 4 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน.....58

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU).....59

ภาพ 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน.....60

ภาพ 7 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU).....61

ภาพ 8 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด.....62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ลดลง ดังจะเห็นได้ชัดจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2562-2564 พบว่าทั้ง 3 ปี คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศ เท่ากับ 26.73, 25.46 และ 24.47 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 สอดคล้องกับผลคะแนนเฉลี่ย (O-NET) ของนักเรียนโรงเรียนวัดพร้าว จังหวัดพิจิตร โดยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2562 และ 2564 เท่ากับ 24.00 และ 19.95 คะแนน ซึ่งไม่เป็นที่น่าพอใจ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน [สทศ.], 2564) และเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่า ในมาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้ จัดอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีระดับค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศ จึงควรปรับปรุง และจากการที่ผู้วิจัยได้พิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพร้าว ปีการศึกษา 2564 พบว่า ในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ คือ การบวกและการลบจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นเรื่องพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

การจัดกระบวนการเรียนการสอนของครูถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อนักเรียน ด้วยเหตุนี้ครูจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ จึงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวิธีที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำได้โดยการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ซึ่ง สิริพร ทิพย์คง (2539, อ้างถึงใน ชูบายดะ สือแม, 2554) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ครูไม่ควรทำหน้าที่บรรยายแต่เพียงผู้เดียว แต่นักเรียนควรได้ลงมือกระทำและสร้างมโนทัศน์ หาคำตอบด้วยตัวเองและรู้จักถามตลอดจนใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อค้นหาหลักทั่วไปอันเป็นแนวทางนำไปสู่มโนทัศน์ เพราะมโนทัศน์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ ผู้ที่มีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ที่มีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ต่ำ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย ดังนั้นการสร้างและพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องจึงมีความจำเป็นและสำคัญในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ครูต้องทำให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สุรางค์ โค้ว ตระกูล (2553) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์นั้นถือเป็นงานสำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน โดยมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ที่ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ ซึ่งเป็นแนวคิดของ Lasley & Matczynski (2002) เป็นแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ที่ได้พัฒนามาจากแนวคิดของ Taba เน้นให้ครูพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน คือ การทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น เป็นการใช้ความคิดในระดับสูงจัดการกับข้อมูลจากแนวคิดและตัวอย่าง เพื่อสรุปเป็นความหมาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ตามที่กล่าวมา ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ซึ่งการสอนแบบอุปนัยเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ตามวัตถุประสงค์โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ ของหลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ ข้อสรุป แล้วศึกษา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ จนนักเรียนสามารถสรุปหลักการ กฎเกณฑ์ วิธีการสอนแบบอุปนัยนี้ สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ มโนทัศน์ หลักการด้วยตนเอง (ชาติชาย ม่วงปฐม, 2560) ซึ่งวิธีการสอนแบบอุปนัย มุ่งให้ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไปกล่าวสั้น ๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปจากหลักการจากตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2556) แต่การสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลามาก ทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่าย นักเรียนบางคนอาจจะเข้าใจยาก เพราะเป็นการสอนลักษณะนามธรรม และบรรยากาศการเรียนเป็นทางการเกินไป ผู้วิจัยจึงนำบอร์ดเกมมาช่วยแก้ปัญหาในส่วนนี้ ซึ่งบอร์ดเกม

เป็นเกมประเภทเล่นบนโต๊ะทั้งหมด โดยอาจเล่นโดยใช้กระดานหรือไม่ใช้กระดานก็ได้ ต้องเล่นโดยมีปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า มีอุปกรณ์การเล่นที่ออกแบบตามรูปแบบเฉพาะของเกมนั้น ๆ (รักชน พุทธรังษี, 2560) การใช้บอร์ดเกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลทำให้ช่วยในการให้ฝึกสมอง เล่นเกมกระดานทำให้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น เกมกระดานช่วยให้มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น (วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนาและกันตภณ ธรรมวัฒนา, 2560) ในปัจจุบันได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมอย่างแพร่หลาย เพราะเกมจะมีส่วนช่วยให้เกิดความคิดเป็นรูปธรรม ช่วยเพิ่มบรรยากาศให้มีความสนุกสนานขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมที่ครูจัดทำขึ้นหลาย ๆ ครั้ง ตามวิธีการสอนแบบอุปนัย ซึ่งบอร์ดเกมจะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียน ทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุก นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง และให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ จนนักเรียนสามารถ ลงข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเอง

ผู้วิจัยจึงพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม
2. เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หรือไม่อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม จำนวน 8 ชั่วโมง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การลบจำนวนเต็ม จำนวน 2 ชั่วโมง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม
ตัวแปรตาม มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เน้นการพัฒนานักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยการสอนแบบอุปนัยเป็นการสอนที่เริ่มต้นด้วยการยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง มาให้นักเรียนทำผ่านการเล่นบอร์ดเกม นักเรียนค้นพบด้วยการสังเกต ฝึกทักษะกระบวนการคิด การให้เหตุผล เปรียบเทียบรูปแบบที่เหมือนกันที่มีลักษณะร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมและครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนให้กับนักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การนำเสนอเกม เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีการเล่น การยุติเกมและแจกบอร์ดเกมให้นักเรียน

2.2 การเล่นตามกติกา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เริ่มเล่นบอร์ดเกม

2.3 การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเล่นเกม โดยให้นักเรียนทำใบงาน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากการเล่นบอร์ดเกม

ขั้นที่ 4 การสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. บอร์ดเกม หมายถึง บอร์ดเกมที่ผู้วิจัยทำขึ้น เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นเกมประเภทครอบครัว (Family Games) มีแนวคิดมาจากเกมเศรษฐี กติกาไม่ซับซ้อน และมีโชคของผู้เล่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เน้นให้ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในเกม คือ การบวกและการลบจำนวนเต็ม อุปกรณ์ประกอบไปด้วย บอร์ดเกม ตัวหมากเดิน ลูกเต๋า เหรียญ บัตรเสี่ยงโชค และบัตรท้าทาย บอร์ดเกมนี้ใช้ในแผนทุกแผน

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญ หรือความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับเรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม เป็นความคิดขั้นสุดท้ายที่เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่ระบุลักษณะร่วมหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว ส่งผลให้สามารถแยกประเภทหรือจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกันโดยสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ สามารถวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยใบกิจกรรม และวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน จำนวน 20 ข้อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม
2. แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในหัวข้ออื่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม” ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขึ้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.2. โครงสร้างรายวิชาพื้นฐาน

1.3. คำอธิบายรายวิชา ค21101 คณิตศาสตร์

2. วิธีการสอนแบบอุปนัย

2.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

2.2. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

2.3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

2.4. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

3. บอร์ดเกม

3.1. ความหมายของบอร์ดเกม

3.2. ประเภทของบอร์ดเกม

3.3. แนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของบอร์ดเกม

3.4. การเรียนรู้โดยใช้เกมเพื่อการศึกษา

3.5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.1. ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

4.4. การวัดผลและประเมินผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5. ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบอุปนัย

6.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

6.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

6.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม

6.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

6.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและ นำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจรักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังตาราง 1

ตาราง 1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนิน การของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนิน การและนำไปใช้	ค 1.1 ม1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	จำนวนเต็ม

2. โครงสร้างรายวิชาพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างรายวิชาพื้นฐานตามตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1 ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 โครงสร้างรายวิชาพื้นฐานตามตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
จำนวนเต็ม	ค 1.1 ม.1/1	การบวกและการลบจำนวนเต็ม	8	10

3. คำอธิบายรายวิชา ค21101 คณิตศาสตร์

ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ/กระบวนการเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

จำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม ความหมายของประโยค สมบัติของจำนวนเต็ม ค่าสัมบูรณ์และจำนวนตรงกันข้าม การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนเต็ม

การสร้างทางเรขาคณิต การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสีและมุม การบอกขนาดความยาวของเส้นตรง การสร้างส่วนของเส้นตรง การสร้างมุม การแบ่งมุม มุมตรงและมุมฉาก การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย

เลขยกกำลัง การหาค่าของเลขยกกำลัง การเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง การบวก การลบ การคูณและการหารเลขยกกำลัง การใช้เลขยกกำลังเขียนแสดงจำนวนที่มีค่ามาก ๆ หรือค่าน้อย ๆ โดยเขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจานวนเต็ม

เศษส่วนและทศนิยม ความหมายและลักษณะของเศษส่วน การเขียนทศนิยม และ ค่าประจำหลักของทศนิยม การเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม การเขียนทศนิยมให้อยู่ในรูปเศษส่วน การบวกและการลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน การบวกและการลบทศนิยม การคูณทศนิยม และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน

รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ ความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ การวาดหรือการสร้างรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

โดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และสมรรถนะสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมาย ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีวินัย มีความใฝ่เรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการทางาน และมีจิตสาธารณะตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ดี รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

วิธีการสอนแบบอุปนัย

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัย เป็นวิธีสอนที่ครู หรือนักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างมาหลาย ๆ ตัวอย่าง และทำการสังเกตตัวอย่างเหล่านั้น ค้นหาอะไรบางอย่างแล้วพบข้อสรุป

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้การอุปนัย คือ กระบวนการสอนที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียน มาให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป กล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตนเอง

ภัทราลาดา ศรีสด (2559) ได้กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัย คือ กระบวนการที่สอนจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ โดยการนำเอาตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่มี

หลักการแฝงอยู่ แล้วให้นักเรียนได้สังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และเชื่อมโยงจากตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์แล้วนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นหลักการต่าง ๆ

ศิริพร ไชยศรี (2559) ได้กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัย เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากส่วนย่อย ๆ โดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนได้สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ จนสามารถค้นหารูปแบบ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ค้นพบได้ด้วยตนเอง

รัตน์จาณี อรัญเพิ่ม (2559) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอุปนัย เป็นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ กล่าวคือ เป็นการสอนแบบย่อยไปหาส่วนรวมหรือสอนจากตัวอย่างไปหากฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือข้อสรุป โดยการให้นักเรียนทำการศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบและพิจารณาค้นหาองค์ประกอบที่เหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นข้อสรุป เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบหลักเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเองกับให้เข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนรู้จากการทำการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

จากความหมายการสอนแบบอุปนัยข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนแบบอุปนัย เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากส่วนย่อย ๆ โดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนได้สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ และเชื่อมโยงจากตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์แล้วนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นหลักการต่าง ๆ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ค้นพบได้ด้วยตนเอง

2. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

พรพิมล พรพีรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัย ไว้ว่า

1. ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเอง

2. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจอย่างมีความหมายและสร้างความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างชัดเจน

3. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำการศึกษา ค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเอง

ทิศนา แขมมณี (2555) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัย ไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิด หรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัย ไว้ว่า เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ มโนทัศน์จากการวิเคราะห์ด้วยตนเองจนมีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ได้

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยข้างต้น สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ครูมุ่งให้นักเรียนได้ทำการคิดวิเคราะห์ หลักการ แนวคิด แล้วสรุปหลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ มโนทัศน์ให้ได้ด้วยตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้ได้

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

พรพิมล พรพีรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมตัวนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม กำหนดจุดมุ่งหมายและอธิบายความมุ่งหมายของการเรียนให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน

2. ขั้นสอนหรือขั้นแสดง เป็นการเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้นักเรียนได้พิจารณาเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์ได้ การเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ อย่างให้มากพอที่นักเรียนจะสามารถสรุปกฎเกณฑ์ได้ ไม่ควรเสนอเพียงตัวอย่างเดียว

3. ขั้นเปรียบเทียบและรวบรวม เป็นขั้นหาองค์ประกอบรวม โดยให้นักเรียนพิจารณาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง เพื่อเตรียมสรุปกฎเกณฑ์ ในขั้นนี้ครูไม่ควรเร่งเร้านักเรียนจนเกินไป

4. ขั้นสรุป เป็นการนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่าง โดยนำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปที่ได้ทำมาแล้วว่าสามารถที่จะนำไปใช้ในปัญหาหรือแบบฝึกหัดอื่น ๆ ได้หรือไม่

ทิศนา แขมมณี (2555) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยดังนี้

1. ครูยกตัวอย่าง ข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ความคิด ที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้

2. นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์หาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น

3. นักเรียนสรุปหลักการ แนวคิดที่ได้จากตัวอย่างนั้น

4. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยดังนี้

1. ขั้นนำ ทบทวนความรู้พื้นฐาน

2. ขั้นสอน เป็นการนำเสนอตัวอย่างให้นักเรียนวิเคราะห์

3. ขั้นสรุป นำความรู้ ข้อสังเกตที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างสรุปเป็นมโนทัศน์

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยข้างต้น ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยของ พรพิมล พรพีรชนม์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม

2. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือทำหลายๆครั้ง

3. ขั้นการเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้ผู้เรียนสังเกต เพื่อค้นหาและรวบรวมองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากตัวอย่าง

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากตัวอย่างด้วยตนเอง

5. ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

พรพิมล พรพีรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจนและจำได้นาน

2. ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ตามหลักตรรกศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์

3. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและรู้จักวิธีการทำงานที่ถูกต้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก อาจทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่าย

2. ไม่เหมาะสมที่จะสอนวิชาที่มีคุณค่าทางสุนทรียะ เพราะบรรยากาศในห้องเรียนเป็นทางการ

3. ครูต้องเข้าใจในเทคนิควิธีสอนแบบนี้อย่างดีจึงจะได้ผลสัมฤทธิ์ในการสอน เพราะครูต้องจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรที่เรียน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างสังเกต

2. นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดีและจำได้นาน

3. ทำให้นักเรียนคิดหาเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ

4. นักเรียนมีความมั่นใจ รู้จักคิดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัด

1. อาจทำให้เสียเวลา

2. ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจจึงจะสอนได้ดี และสามารถนำวิธีการอื่นมาใช้ประกอบอย่างถูกต้อง

3. ครูต้องวางแผนและเตรียมการสอนอย่างดี

4. การดำเนินการสอน ถ้าจัดขั้นตอนไม่ถูกต้องสัมพันธ์กันอาจทำให้นักเรียนไขว้เขวได้

ทิศนา แขมมณี (2555) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี

2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้

3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก

2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากครูขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของหลักการ แนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ

3. เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง หากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

จากข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบอุปนัยมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งข้อดีของการสอนแบบอุปนัย คือ เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเข้าใจสิ่งที่เรียนได้อย่างชัดเจน จดจำได้นาน และนำไปใช้ประโยชน์หรือประยุกต์ใช้ได้ ส่วนข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก นักเรียนอาจเกิดการเบื่อหน่าย หากนักเรียนขาดทักษะการคิดอาจทำให้ไม่เกิดผล บรรยากาศในห้องเรียนเป็นทางการเกินไป และครูจำเป็นต้องมีความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างเป็นอย่างดี ซึ่งถ้าตัวอย่างไม่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ที่เรียน อาจส่งผลให้นักเรียนไขว้เขวได้

บอร์ดเกม

1. ความหมายของบอร์ดเกม

สฤณี อาชวานันทกุล (2559) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม (boardgame) หมายถึง เกมที่ต้องใช้ชิ้นส่วนไว้บนพื้นที่ต้องการเล่น โดยผู้เล่นจะต้องทำการเคลื่อนที่หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น

ใช้ความสามารถในการตัดสินใจบนฐานการคิดเชิงเหตุผล และการวางแผน ไตร่ตรองตามหลักเหตุผล เพื่อที่จะให้ตนเองบรรลุจุดประสงค์ของการเล่นเกม

รักชน พุทธรังษี (2560) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม (board game) หมายถึง เกมประเภทเล่นบนโต๊ะทั้งหมด โดยอาจเล่นโดยใช้ กระดานหรือไม่ใช้กระดานก็ได้ ต้องเล่นโดยมีปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า มีอุปกรณ์การเล่นที่ออกแบบตามรูปแบบเฉพาะของเกมนั้น ๆ

วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์ (2564) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม คือ สื่อการสอนประเภทวัสดุอุปกรณ์แบบเกม ในรูปแบบของวัสดุกราฟิก ในรูปของบัตรหรือการ์ด ที่มีสีสันและเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านทางการใช้ภาพที่สื่อความหมาย มีการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ผ่านการกำหนดรูปแบบสถานการณ์หรือการตั้งกฎกติกา ประกอบด้วย การ์ดเกม ตัวหมาก กระดาน คู่มือการเล่น และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ

จากความหมายของบอร์ดเกมข้างต้น สรุปได้ว่า บอร์ดเกม คือ เกมประเภทเล่นบนโต๊ะทั้งหมด โดยอาจเล่นโดยใช้กระดานหรือไม่ใช้กระดานก็ได้ ต้องเล่นโดยมีปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า มีอุปกรณ์การเล่นที่ออกแบบตามรูปแบบเฉพาะของเกมนั้น ๆ

2. ประเภทของบอร์ดเกม

Silverman (2013) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกม เป็น 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ประเภทครอบครัว (Family Games) บอร์ดเกมแบบดั่งเดิม กติกาไม่ซับซ้อน โดยมีคะแนน และโชคของผู้เล่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่มุ่งเน้นการวางแผน หรือกระบวนการคิดที่ซับซ้อน เป็นกิจกรรมในการสร้างความสัมพันธ์และใช้เวลาว่างร่วมกันกับครอบครัว พี่น้องและเพื่อน ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมบันไดงู เกมเศรษฐีเป็นต้น

2. ประเภทยุโรป (Euro-style Games) ใช้เวลาในการเล่นประมาณ 1 ชั่วโมง กฎกติกาไม่ซับซ้อน อุปกรณ์ในการเล่นมีจำนวนไม่มาก เน้นการปฏิสัมพันธ์ของผู้เล่น ไม่เน้นสร้างความขัดแย้งและการกำจัดผู้เล่นระหว่างเล่นเกม โดยทั่วไปจะไม่มีการใช้ลูกเต๋าเสี่ยงโชค เนื่องจากเป็นเกมที่ผู้เล่นต้องหาข้อมูลและเลือกวิธีในการแก้ ปัญหาของตนเอง ตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมโรงงานไฟฟ้า (Power Grid) เป็นต้น

3. ประเภทสร้างชุดการ์ด (Deck-Building Games) เกมที่ผู้เล่นจะมีการ์ดในมือของตนเอง และจะมีการ์ดกองกลาง ผู้เล่นต้องออกแบบวางแผนให้ตนเองมีคะแนนมากที่สุด ซึ่งการ์ดแต่ละใบก็จะมีความพิเศษ ส่วนใหญ่เกมประเภทนี้ จะจบลงเมื่อการ์ดกองกลางหมด ตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกม Domino เป็นต้น

4. ประเภทวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract Strategy Games) บอร์ดเกมที่แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ฝ่าย ต้องใช้กระบวนการตัดสินใจ การวางแผน หรือกลยุทธ์ที่จะเอาชนะอีกฝ่ายหนึ่ง

ไม่เน้นการเสี่ยงโชคของผู้เล่น เกมจะสิ้นสุดลงเมื่อฝ่ายฝ่ายหนึ่งชนะ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ หมากรุก หมากฮอส เป็นต้น

5. เกมประเภทวางแผน (Strategy Games) บอร์ดเกมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน มีทั้งรูปแบบที่ต้องร่วมมือ หรือต้องแข่งขันกัน ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนาน เพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละฝ่ายคิดหากลยุทธ์ เจรจาต่อรอง หรือหาแนวทางร่วมกัน ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกม Avalon เกม Settlers of Catan เป็นต้น

6. เกมประเภทวางแผนที่ใช้การ์ด (Card-Based Strategy Games) เน้นการใช้การ์ดในการวางแผน เป็นการสุ่ม หรือเสี่ยงโชคที่จะได้การ์ด ซึ่งจะนำมาซึ่งสิทธิพิเศษ ช่วยให้ผู้เล่นเข้ามีโอกาสชนะมากขึ้น โดยที่สามารถร่วมมือ หรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้การ์ดได้ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมสร้างอารยธรรม (7 Wonders) เป็นต้น

สฤณี อาชวานันทกุล (2559) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกม เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. เกมครอบครัว (Family came) เกมที่มีกฎกติกาไม่ซับซ้อนสามารถอธิบายเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที มีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์เนื้อหาในเกม ไม่เกี่ยวกับความรุนแรง สามารถเล่นจบได้ภายใน 60 นาที บอร์ดเกมประเภทครอบครัว จึงเป็นบอร์ดเกมสมัยใหม่ ที่ได้รับความนิยมในวงกว้าง

2. เกมวางแผน (Strategy Game) เป็นบอร์ดเกม (board game) ที่เก่าแก่ที่สุด เป็นเกมที่มีความท้าทาย อาจมี “ดวง” เป็นส่วนประกอบบ้าง ใช้เวลาเล่น 60-120 นาที หรือมากกว่านั้น ปัจจุบันเกมวางแผนมีกฎกติกา รวมทั้งกลไกการเล่นที่ไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังคงมีความท้าทายเช่นเดิม

3. ปาร์ตี้เกม (Party Game) เกมที่ถูกออกแบบมาสำหรับเล่นจำนวน 8-20 คนหรือมากกว่านั้น สามารถอธิบายกติกาให้ผู้เล่นเข้าใจภายใน 5-10 นาที มีอุปกรณ์ไม่มาก อาจมีดวงเกี่ยวข้องด้วยเล็กน้อย แต่มุ่งเน้นใช้ปฏิสัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ

รักชน พุทธรังษี (2560) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกม เป็น 5 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. เกมครอบครัว (Family Games) หมายถึง เกมที่สามารถเล่นได้ทั้งครอบครัว มีกลศาสตร์เกี่ยวกับโชคเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้เด็กสามารถเล่นร่วมกับผู้ใหญ่ได้ และไม่ง่ายเกินไปจนผู้ใหญ่รู้สึกเบื่อที่จะเล่น บอร์ดเกมประเภทเกมครอบครัวจะต้องมีกติกาไม่ซับซ้อน สามารถอธิบายให้ผู้เล่นที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ง่าย ใช้เวลาเล่นไม่นาน เน้นที่การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่น มีการพูดคุยเชิงเจรจา ค้าขายแลกเปลี่ยน อาจมีแกล้งกันบ้างในระดับพอดี ๆ ไม่มีการต่อสู้รุนแรง ไม่มีประเด็นหนักๆ ดังนั้นปาร์ตี้เกม (Party Games) ที่มีบรรยากาศไม่รุนแรงก็จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเกมครอบครัวได้ด้วยเช่นกัน เกมครอบครัวเป็นประเภทของบอร์ดเกมที่เหมาะกับผู้ที่เพิ่งเริ่มเล่น จึงจัดเป็นเกมที่มี “ตลาด” กว้างที่สุด

2. เกมวางแผน (Strategy Games) หมายถึง เกมที่ต้องใช้ความคิดวางแผนอย่าง มีทิศทาง จำเป็นต้องใช้ความคิดซับซ้อน อาจมีการใช้โชคหรือดวงบ้างแต่น้อย เกมวางแผนเป็นเกม กลุ่มที่เก่าแก่ที่สุด แรกเริ่มถูกใช้เพื่อจำลองสถานการณ์สงครามก่อนรบจริง รายละเอียดบนกระดาน จึงสมจริงที่สุด ครอบคลุมความเป็นไปได้ทั้งหมดที่ฝ่ายตรงข้ามอาจจะตัดสินใจ การเล่นเกมประเภทนี้ จึงต้องอาศัยทักษะการวางแผนมาก มีบ้างที่ใช้เวลาในการเล่น 60-120 นาที ในกลุ่มเกมวางแผนทั่ว ๆ ไป แต่บางเกมที่เป็นบอร์ดเกมสไตล์ยูโรแบบหนัก (Heavy Euro Styled Board Games) อาจใช้เวลาในการเล่นยาวนานถึง 180 นาที หรือ 5-6 ชั่วโมงก็มี

3. ปาร์ตี้เกม (Party Games) เป็นเกมที่ถูกออกแบบมาสำหรับการเล่นเป็นหมู่ คณะ ซึ่งปกติหมายถึง 8-20 คนหรือมากกว่า ปาร์ตี้เกมที่สนุกจะต้องมีกติกาไม่ซับซ้อน ใช้เวลาไม่เยอะ และมีอุปกรณ์ไม่มาก เกมกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จึงมักบรรจุในกล่องขนาดเล็ก พกพาง่าย เพื่อนำไปเล่น กับกลุ่มเพื่อนในงานเลี้ยงต่าง ๆ ได้ อาจมีดวงมาเกี่ยวข้องด้วยเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่จะเน้นที่ไหวพริบ ความสนุกของปาร์ตี้เกมจะเหมือนความสนุกของงานปาร์ตี้ คือได้สังสรรค์กับผู้เล่นคนอื่นจำนวนมาก มีการแกล้งกัน อำกัน ในประเด็นที่หนักกว่าเกมครอบครัว

4. เกมนามธรรม (Abstract Games) เป็นเกมแนวแก้ปริศนา เป็นการแก้ปม หาคำตอบหรือทางออกที่ดีที่สุด เป็นการแข่งขันกันแก้ปัญหากับฝั่งตรงข้ามด้วยกลศาสตร์ที่เรียบง่าย ไม่ มีธีม วิธีเล่นไม่ซับซ้อน ไม่มีเรื่องดวง เน้นใช้ความคิด

5. เกมที่มีธีม (Thematic Games) จะเน้นที่ธีม (Theme) เป็นหลัก กล่าวคือ เป็นเกมที่มีการเล่าเรื่อง (Narrative) มีเนื้อหาชัดเจน มีที่มาที่ไปของเหตุการณ์ มีรายละเอียดของตัว ละคร มีความเป็นมาขององค์ประกอบต่างๆ ในเนื้อเรื่องของเกม ตัวละครแต่ละตัวจะมีเอกลักษณ์ เฉพาะ มีความสามารถแตกต่างกัน ไม่เน้นการวางแผน แต่มีส่วนที่ทำให้เกิดการปะทะกันโดยตรง ระหว่างผู้เล่น และหลายเกมมีโชคเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่มาก ผู้เล่นจะสนุกหรือไม่ อยู่ที่ความสามารถใน การเข้าถึงเนื้อเรื่อง ผู้ดำเนินเกม (Game Master) จะสามารถนำพาผู้เล่นเข้าสู่โลกของเกมได้มาก พอที่ผู้เล่นจะรู้สึก “อิน” ไปกับมันหรือไม่ เกมแนวนี้จึงมักมีกลศาสตร์ไม่ซับซ้อน ไม่เน้นการวางแผน แต่เน้น ที่บรรยากาศของเนื้อเรื่องในเกม มักมีกลศาสตร์ในการเล่นเป็นแบบร่วมมือ หรือ Cooperative Play

จากประเภทของบอร์ดเกมข้างต้น สรุปได้ว่า บอร์ดเกมมี 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ประเภทครอบครัว (Family Games) บอร์ดเกมแบบดั่งเดิม กติกาไม่ซับซ้อน โดยมีคะแนน และโชคของผู้เล่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่มุ่งเน้นการวางแผน หรือกระบวนการคิดที่ซับซ้อน เป็นกิจกรรมในการสร้างความสัมพันธ์และใช้เวลาว่างร่วมกันกับครอบครัว พี่น้องและเพื่อน

2. ประเภทยุโรป (Euro-style Games) ใช้เวลาในการเล่นประมาณ 1 ชั่วโมง กฎกติกาไม่ซับซ้อน อุปกรณ์ในการเล่นมีจำนวนไม่มาก เน้นการปฏิสัมพันธ์ของผู้เล่น ไม่เน้นสร้างความขัดแย้ง

และการกำจัดผู้เล่นระหว่างเล่นเกม โดยทั่วไปจะไม่มีการใช้ลูกเต๋าเสี่ยงโชค เนื่องจากเป็นเกมที่ผู้เล่นต้องหาข้อมูลและเลือกวิธีในการแก้ ปัญหาของตนเอง

3. ประเภทสร้างชุดการ์ด (Deck-Building Games) เกมที่ผู้เล่นจะมีการ์ดในมือของตนเอง และจะมีการ์ดกองกลาง ผู้เล่นต้องออกแบบวางแผนให้ตนเองมีคะแนนมากที่สุด ซึ่งการ์ดแต่ละใบก็จะมีความพิเศษ ส่วนใหญ่เกมประเภทนี้ จะจบลงเมื่อการ์ดกองกลางหมด

4. ประเภทวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract Strategy Games) บอร์ดเกมที่แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ฝ่าย ต้องใช้กระบวนการตัดสินใจ การวางแผน หรือกลยุทธ์ที่จะเอาชนะอีกฝ่ายหนึ่ง ไม่เน้นการเสี่ยงโชคของผู้เล่น เกมจะสิ้นสุดลงเมื่อฝ่ายฝ่ายหนึ่งชนะ

5. เกมประเภทวางแผน (Strategy Games) บอร์ดเกมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน มีทั้งรูปแบบที่ต้องร่วมมือ หรือต้องแข่งขันกัน ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนาน เพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละฝ่ายคิดหากลยุทธ์ เจรจาต่อรอง หรือหาแนวทางร่วมกัน

6. เกมประเภทวางแผนที่ใช้การ์ด (Card-Based Strategy Games) เน้นการใช้การ์ดในการวางแผน เป็นการสุ่ม หรือเสี่ยงโชคที่จะได้การ์ด ซึ่งจะนำมาซึ่งสิทธิพิเศษ ช่วยให้ผู้เล่นเข้ามีโอกาสชนะมากขึ้น โดยที่สามารถร่วมมือ หรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้การ์ดได้

ประเภทเกมที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัย คือ ประเภทครอบครัว (Family Games) และประเภทสร้างชุดการ์ด (Deck-Building Games)

3. แนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของบอร์ดเกม

Schell (2008) กลศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นแกนหลักของเกม ที่ทำให้เกมเป็นเกมอย่างสมบูรณ์เป็นการวางปฏิสัมพันธ์และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของเกมที่หมายความรวมถึงทั้งความงาม (Aesthetics) เทคโนโลยี (Technologies) และเรื่องราว (Stories) เข้าด้วยกันแต่ปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์การจำแนกกลศาสตร์เกณฑ์ใดที่จะสามารถจัดประเภทของกลศาสตร์ออกจากกันอย่างเป็นที่ยอมรับกันเป็นสากล เนื่องจาก กลศาสตร์ของบอร์ดเกมนั้น แม้ว่าจะเป็นกฎที่ชัดเจน เป็นวัตถุวิสัย แต่ก็มักยังคงเป็นปริศนา และเป็นนามธรรม ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากมากที่จะสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่ากลศาสตร์ต่าง ๆ ทำงานอย่างไร

Moore (2011) กลศาสตร์ของบอร์ดเกมเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกมสนุก หรือไม่สนุก โดยการวางระบบของกลศาสตร์มิใช่องค์บระกอบภายนอกของเกม เช่น ภาพ เสียง หรือ เรื่องเล่าที่มาที่ไปของเกมเท่านั้น แต่ยังหมายความรวมถึงกฎ กติกา วิธีการเล่น ที่ผู้เล่นจะต้องกระทำตามเพื่อเล่นเกมไปจนชนะ อย่างไรก็ตาม ความสนุกที่เกิดขึ้นจากกลศาสตร์นั้นมิใช่เพียงการกำหนดให้ผู้เล่นได้ทำในสิ่งที่สนุกเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการวางเงื่อนไขเพื่อให้เกมมีสวนที่ไม่สนุกด้วย (เช่น ต้องซื้อขายแลกเปลี่ยนของระหว่างผู้เล่น จัดการสิ่งของในนิคมอุตสาหกรรม ฯลฯ) แม้ว่านักออกแบบเกม

จะต้องการเพิ่มส่วนที่สนุกและลดส่วนที่ไม่สนุก แต่ไม่สามารถทำให้เกมไม่มีส่วนที่ไม่สนุกโดยสิ้นเชิงได้ เพราะความสมดุลของส่วนที่สนุกและไม่สนุก จะทำให้เกมหนึ่งๆ โดยรวมเป็นเกมที่สนุกและท้าทายความสามารถของผู้เล่นอย่างเต็มที่

Adams & Dormans (2012) กลศาสตร์ของเกม (Game Mechanic) คือกฎเกณฑ์ กระบวนการและข้อมูล ซึ่งอยู่ในหัวใจหลักของเกมหนึ่ง ๆ กลศาสตร์ต่าง ๆ เป็นตัวกำหนดว่ากระบวนการเล่นเกมเป็นอย่างไร สิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการชนะหรือแพ้ ตลอดจนเมื่อไรหรือเงื่อนไขอะไรบ้างที่บ่งบอกการแพ้หรือชนะในเกมนั้น ๆ ประกอบไปด้วย กายภาพ (Physics) เศรษฐศาสตร์ภายใน (Intemal Economy) กลศาสตร์กระบวนการ (Progression Mechanisms) การใช้แผนเกี่ยวกับยุทธวิธี (Tactical Maneuvering)และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction)

จากแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของบอร์ดเกมข้างต้น สรุปได้ว่า กลศาสตร์ของบอร์ดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกมสนุก หรือไม่สนุก เป็นตัวกำหนดว่ากระบวนการเล่นเกมเป็นอย่างไร สิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการชนะหรือแพ้ ตลอดจนเมื่อไรหรือเงื่อนไขอะไรบ้างที่บ่งบอกการแพ้หรือชนะในเกมนั้น ๆ ประกอบไปด้วย กายภาพ (Physics) เศรษฐศาสตร์ภายใน (Intemal Economy) กลศาสตร์กระบวนการ (Progression Mechanisms) การใช้แผนเกี่ยวกับยุทธวิธี (Tactical Maneuvering)และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction)

4. การเรียนรู้โดยใช้เกมเพื่อการศึกษา

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคา (2545) ได้อธิบายความหมายของการสอนโดยใช้เกมไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม คือกระบวนการเรียนรู้ที่ครูให้นักเรียนได้เล่นเกมที่มีกฎเกณฑ์ กติกา เงื่อนไข หรือข้อตกลงร่วมกันที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทาให้เกิดความสนุกสนาน ร่าเริง เป็นการออกกาลังกาย เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น โดยการนำเนื้อหา ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่นและผลการเล่นมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2555) ได้อธิบายความหมายของการสอนโดยใช้เกมไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม คือ กระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของนักเรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้

จากความหมายของการสอนโดยใช้เกมข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้เกม หมายถึง กระบวนการที่ครูใช้เกมในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามกติกา นำเนื้อหาของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นของนักเรียนมาใช้ในการอภิปราย เพื่อสรุปการเรียนรู้

4.1 วัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้เกม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้เกม ไว้ว่า (1) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องราวต่างๆ ด้วยความสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยนักเรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง (2) เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะและเทคนิคต่างๆ การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีโอกาสแลกเปลี่ยนและประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

ทิศนา แขมมณี (2544) ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้เกม ไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้เกม เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยนักเรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้รับประสบการณ์ตรงเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมสูง

จากวัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้เกมข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้เกม เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยนักเรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้รับประสบการณ์ตรง

4.2 ขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้เกม

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ดังต่อไปนี้

4.2.1 ขั้นเลือกเกม เกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเป็นเกมที่เรียกว่า “เกมการศึกษา” คือ เป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน โดยมุ่งให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นครูจะต้องเลือกเกมเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ครูสร้างเกมขึ้นมาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ซึ่งหากครูต้องการสร้างเกมขึ้นมาใช้เอง ครูจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสร้าง และจะต้องทดลองใช้เกมที่สร้างหลายๆครั้ง จนกระทั่งมั่นใจว่าสามารถใช้ได้ดีตามวัตถุประสงค์

2) ครูเลือกเกมที่สร้างขึ้นมาแล้วดัดแปลงให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการสอนของตนก็ได้ ซึ่งการดัดแปลงหรือทดลองใช้ก่อนเพื่อจะได้เห็นประเด็นหรือข้อขัดข้องต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้มีการเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขไว้ล่วงหน้า

3) จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นไว้ให้พร้อม

4) จัดเตรียมสถานที่เล่นให้พร้อมและคำนึงถึงความปลอดภัย

4.2.2 ขั้นชี้แจงการเล่นและกติกา ครูควรดำเนินการ ดังนี้

1) บอกชื่อเกมแก่ผู้เล่น

2) ชี้แจงกติกา โดยครูควรจัดลำดับขั้นตอนและให้รายละเอียดที่ชัดเจนพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามได้

3) สาธิตการเล่น เกมที่มีวิธีการเล่นที่ซับซ้อนบางครั้ง อาจต้องมีสาธิตก่อน

4) ซ้อมก่อนเล่นจริง เกมที่มีวิธีการเล่นที่ซับซ้อน นอกจากสาธิตแล้ว ยังอาจจำเป็นที่จะให้ผู้เล่นลองซ้อมเล่นก่อน เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจน

4.2.3 ขั้นเล่นเกม

1) จัดสถานที่สำหรับเล่นเกมให้เอื้อต่อการเล่น

2) ให้นักเรียนเล่นเกมและผู้สอนควบคุมการเล่นให้เป็นไปตามขั้นตอน และในบางครั้งกรณีต้องควบคุมเวลาในการเล่นด้วย

3) ครูติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ไว้ เพื่อนำไปใช้โดยการอภิปรายหลังการเล่น หรือครูอาจมอบหมายให้นักเรียนบางคนทำหน้าที่สังเกตการณ์เล่น บันทึกพฤติกรรมและควบคุมเวลาเล่นด้วยก็ได้

4.2.4 ขั้นอภิปรายหลังการเล่นและสรุปผล เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม เพราะจุดเน้นของเกม อยู่ที่การเรียนรู้ยุทธวิธีต่างๆ ที่จะเอาชนะอุปสรรค เพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการและเชื่อมโยงไปประเด็นการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังนั้น การดำเนินการอภิปรายหลังการเล่นเกมควรดำเนินการดังนี้

1) ครูควรตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย

2) ประเด็นคำถามเกี่ยวกับเทคนิคหรือทักษะต่างๆ ที่นักเรียนได้รับ เช่น นักเรียนได้พัฒนาทักษะอะไรบ้าง ได้พัฒนามากน้อยเพียงใดประสบความสำเร็จตามที่ต้องการหรือไม่มีข้อผิดพลาดอะไรบ้าง และจะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น

3) ประเด็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ได้รับ เช่น การทดสอบความรู้การให้เขียนแผนผังความคิด เป็นต้น

ทิศนา แขมมณี (2544) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ดังต่อไปนี้

1) ครูนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น

2) ครูเล่นเกมตามกติกา

3) ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน

4) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จากขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้เกม ข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้เกม ผู้วิจัยต้องการทำให้เกิดผลตามจุดประสงค์ของการสอน ซึ่งได้สรุปขั้นตอนในการสอนโดยใช้เกมไว้ 4 ขั้นด้วยกัน ดังนี้ 1) ครูนำเสนอเกม บอกชื่อเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น 2) นักเรียนเล่นเกมตามกติกา 3) ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน 4) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เน้นการพัฒนานักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยการสอนแบบอุปนัยเป็นการสอนที่เริ่มต้นด้วยการยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง มาให้นักเรียนทำผ่านการเล่นบอร์ดเกม นักเรียนค้นพบด้วยการสังเกต ฝึกทักษะกระบวนการคิด การให้เหตุผล เปรียบเทียบรูปแบบที่เหมือนกันที่มีลักษณะร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมและครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนให้กับนักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การนำเสนอเกม เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีการเล่น การยุติเกมและแจกบอร์ดเกมให้นักเรียน

2.2 การเล่นตามกติกา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เริ่มเล่นบอร์ดเกม

2.3 การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเล่นเกม โดยให้นักเรียนทำใบงาน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากการเล่นบอร์ดเกม

ขั้นที่ 4 การสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายที่เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่ระบุลักษณะร่วม

หรือลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วส่งผลให้สามารถแยกประเภทหรือจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกัน ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

วรรณพร ทสะสังคินทร์ (2556) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ กฎหรือนิยาม ซึ่งสรุปได้จากการเรียนรู้ โดยสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

อัมพร ม้าคนอง (2557) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เป็นความคิด นามธรรมที่ทำให้นักเรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถสรุปได้ว่า สิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายที่เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่ระบุลักษณะร่วมหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วส่งผลให้สามารถแยกประเภทหรือจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกันโดยสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สุรชัย ขวัญเมือง (2552) ได้กล่าวไว้ว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์แผนใหม่หลายเรื่อง ได้ให้ความสำคัญของการฝึกทักษะทางการคิดคำนวณ และถือว่าทักษะทางการคิดคำนวณมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ทั้งนี้หมายความว่า การฝึกทักษะจะต้องมีความเข้าใจเป็นพื้นฐาน กล่าวคือจะต้องสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เสียก่อน แล้วจึงฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนคิดคำนวณได้ง่ายและรวดเร็ว

สุรางค์ โค้วตระกูล (2553) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์นั้นถือเป็นงานสำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะมโนทัศน์ เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ เป็นพื้นฐาน โดยมโนทัศน์ จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ที่ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

สิรีรัตน์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้กล่าวไว้ว่า ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หากนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว จะช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบหลักการ สมบัติและความรู้อื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายรวมทั้งสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลได้ดีขึ้น

จากความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพราะมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนสามารถ

แยกแยะประเภทของสิ่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยในการทำความเข้าใจ การจัดระบบข้อมูล การให้เหตุผล อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปแก้ไขในเรื่องอื่นๆ ได้

3. มโนทัศน์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดเนื้อหา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มไว้ในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนี้

การบวกจำนวนเต็ม

1. การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก

2. การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

3. การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า

การลบจำนวนเต็ม ใช้หลักการบวกและจำนวนตรงข้ามในการหาผลลบ คือ

ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

4. การวัดผลและประเมินผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อนักเรียนได้รับการสอนจนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว การวัดเละประเมินผลจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด ซึ่งในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ ดังนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดในเชิงนามธรรม คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ วิธีการในทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์เพียงใด วิธีการที่สามารถช่วยวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์คือ การออกข้อสอบมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ แบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเปรียบเทียบ แบบเติมคำ แบบเขียน

ตอบ แบบต่อเนื่องสองขั้นตอน และแบบแสดงวิธีทำ ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบประเภทแบบ ทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน มี 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 : ตอนที่ 1 และ 2 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ รูปแบบที่ 2 : ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และ ตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบแสดงเหตุผลจากการตอบในขั้นที่ 1 และรูปแบบที่ 3 : ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบถูกผิดและตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ มาใช้ในการวัดและประเมินมในทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 8 ชั่วโมง

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน มีส่วนประกอบดังนี้

ตอนที่ 1 มีคำถามและคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกให้นักเรียนเลือก 1 คำตอบจาก 2 หรือ 3 คำตอบ หรืออาจจะเป็นแบบถูกผิดก็ได้

ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายประกอบตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะดังนี้

1) มีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้เป็นตัวลวงอาจสร้างมาจากข้อยผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบจากการตอบของนักเรียน

2) มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1

แบบทดสอบลักษณะนี้มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ครอบคลุม 2 ประเด็น ดังนี้

1. ความถูกต้องของคำตอบในตอนที่ 1

2. ความสอดคล้องระหว่างคำตอบของตอนที่ 1 กับตอนที่ 2

การตรวจให้คะแนนควรพิจารณาสาระสำคัญ ดังนี้

1. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ถูกต้องและตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ได้ถูกต้องจะได้รับการประเมินว่ามีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง แต่สามารถตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ได้สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 แสดงว่าผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดผล แต่มีความสามารถหรือทักษะกระบวนการในการเชื่อมโยงและการให้เหตุผล

3. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และตอบในตอนที่ 2 ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 ผู้ตอบควรได้รับการประเมินว่าไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

4.2 เกณฑ์การวัดประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2552, หน้า 66) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely correct) ให้ 3 คะแนน
ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly correct) ให้ 2 คะแนน
ระดับถูกต้องบ้างบางส่วน (Partly correct) ให้ 1 คะแนน
ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) ให้ 0 คะแนน

Westbrook & Marek (1991 อ้างถึงใน สวนีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) ได้เสนอเกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยจัดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์เป็นรายข้อ โดยจัดได้ 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ ให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5. ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ Westbrook & Marek (1991 อ้างถึงใน สวนีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) มาใช้วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

5. ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เริ่มในขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เล่นบอร์ดเกมซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง ได้ทอยลูกเต๋า เดินหมาก และเก็บเหรียญ นำจำนวนเหรียญที่เก็บได้มาสร้างมาสมการ นักเรียนจะสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากสมการที่ได้ในขั้นที่ 2 เพื่อนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 3 ในขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 นักเรียนนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ไปใช้ในการทำใบงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบอุปนัย

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ศิริพร ไชยศรี (2559) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ขอนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 โรงเรียนเทพา จังหวัดสงขลา พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

ภัทราลาดา ศรีสด (2559) ได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในด้านการจำแนก อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ในด้านการเปรียบเทียบ การเห็นความสัมพันธ์ การให้เหตุผล และการสรุปความ อยู่ในระดับดี นอกจากนี้พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยนอกจากช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนรู้แล้วยังช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนแล้วนำความรู้มาใช้วิเคราะห์และแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

ภคพล สำราญ (2563) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.80/75.85 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้เท่ากับ 0.5367 หรือคิดเป็นร้อยละ 53.67 3) ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 79.1 อยู่ในระดับมาก 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 อยู่ในระดับมาก

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Emanosky & Brehovsky (2010) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัยในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้วิธีการสอนแบบบันไดในการเพิ่มความรู้ให้กับนักเรียน ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบอุปนัยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนดีกว่าทดสอบก่อนเรียนสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานคือ T-testและ F-test สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยจะทำให้วิธีการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นและน่าสนใจสำหรับนักเรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิม

Sokolowski & Rackley (2011) ได้ทำการศึกษาได้ทำการศึกษาการเรียนการสอนตรีโกณมิติเพื่อใช้ในการจำลองทางฟิสิกส์โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มหาวิทยาลัยโคโลราโด แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้สูงขึ้นคะแนนการทดสอบสูงขึ้นและสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของการสร้างแบบจำลองฟังก์ชันพหุนามเรขาคณิต นอกจากนี้ยังใช้ในการเก็บรวบรวมการวิเคราะห์การคำนวณ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนการสอนของอนุพันธ์และปริพันธ์รวมทั้งทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัส ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับการเรียนวิศวกรรมในมหาวิทยาลัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิดความเข้าใจทำให้นักเรียนมีความสนใจในการติดตามค้นหาเหตุผลและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนและจดจำได้นานสามารถนำวิธีการในการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงเหมาะสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ลดาวัลย์ แย้มครวญ (2560) ได้ทำการศึกษาการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะ และกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยง และ 5) ทักษะความคิดสร้างสรรค์

ชาคริสต์ ขำศรี (2565) ได้ทำการศึกษา การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน (Board Game) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับแนวความคิดที่สมบูรณ์ และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากการเล่นเกมกระดานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน (Board Game) ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์โดยตรงของผู้เรียนเอง รวมทั้ง นักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็น อธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนวิธีการเล่นเกมในแต่ละรูปแบบ แล้วสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหลังจากจบเกม ส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มที่ดีขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Cicchino (2015) ได้ทำการศึกษา การใช้ GBL (Game-based learning) เพื่อวัดระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยมีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ GBL จำนวน 3 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม จำนวน 7 ห้องเรียน โดยมีผู้สอนจำนวน 2 คน คนละ 5 ห้องเรียน และมีการบันทึกวิดีโอจานวน 8 ห้องซึ่งนำมาวิเคราะห์จากวิดีโอจำนวน 5 ห้อง วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Two Group Pretest – Posttest Design) โดยมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการสอนประวัติศาสตร์สงครามของคนฝรั่งเศสกับคนอินเดีย โดยระยะเวลาในการทำกิจกรรม คือ จำนวน 4 วัน วันละเฉลี่ย 35 นาที โดยผลการวิจัยพบว่าการสอน

ด้วย GBL ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้วิจัยให้เหตุผลว่ามาจากจำนวนชั่วโมงที่ฝึกผู้เรียนโดยใช้เกมมีจำนวนน้อยเกินไป และเกี่ยวข้องกับคุณภาพของกลุ่มผู้เรียนในการปฏิสัมพันธ์ หรือร่วมแลกเปลี่ยนอภิปราย ซึ่งเป็นคุณภาพของการพูดคุย การตั้งคำถามของแต่ละกลุ่มในห้องที่เป็นกลุ่มทดลองเพราะจะส่งผลต่อระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Chung et al (2017) ได้ทำการศึกษา อิทธิพลของเกมกระดานต่อความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมต้น ผลการวิจัย พบว่า 1) การสอนบอร์ดเกมช่วยเพิ่มประสิทธิผลในการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับ ความสามารถเชิงพื้นที่ 2) การสอนบอร์ดเกมช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่อง ความสามารถเชิงพื้นที่ 3) หลังจากได้รับการสอนบอร์ดเกมแล้วผลการทดสอบหลังเรียนพบว่า ความสามารถเชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเล่นเกมอนิเมชัน 3 มิติสูงกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเล่นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ 4) การรับรู้เชิงพื้นที่การระบุเชิงพื้นที่การหมุนเวียนเชิงพื้นที่และคะแนนรวมของความสามารถเชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการวิจัยการศึกษานี้ได้เสนอหลักสูตรบอร์ดเกมเกี่ยวกับความสามารถเชิงพื้นที่สำหรับมัธยมศึกษาตอนต้น และใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ร่วมกับบอร์ดเกมเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการสอนความสามารถเชิงพื้นที่และการศึกษาในภายหลัง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีความสนุก สนาน และบอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

กล่าวโดยสรุป วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิดความเข้าใจ ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการติดตามค้นหาเหตุผลและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนและจดจำได้นาน สามารถนำวิธีการในการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงเหมาะสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการสอนโดยใช้บอร์ดเกม ช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีความสนุกสนาน ดังนั้นวิธีการสอนแบบอุปนัย และการสอนโดยใช้บอร์ดเกม น่าจะสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ได้เช่นกัน และยังไม่มีงานวิจัยที่นำวิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงนำวิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมมาใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ด มีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดแบบดั้งเดิมของ Kemmis, (1996 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) มีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน เป็นการสำรวจปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข กำหนดเป้าหมายหรือจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ และหาวิธีการปฏิบัติที่จะนำไปสู่เป้าหมาย จากนั้นนำวิธีการปฏิบัตินั้นไปใช้ดำเนินการในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ เป็นการปฏิบัติการตามแผนในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงขณะปฏิบัติในขั้นที่ 2 โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแนวทาง ปรับปรุง และสรุปว่าวิธีใดให้ผลดีที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นการนำผลสรุปจากขั้นตอนที่ 3 มาสะท้อนผลและประเมินการปฏิบัติ จะทำให้ได้แนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนปฏิบัติต่อไป

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามของการวิจัย ดังตาราง 3

ตาราง *3* **คำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร	แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบ จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ด
	แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หรือไม่อย่างไร	ใบกิจกรรม
	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามคำถามวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ซึ่งผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชาที่สอดคล้องต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

1.3 ศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งได้จัดเนื้อหา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มไว้ในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนี้

การบวกจำนวนเต็ม

1. การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก

2. การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

3. การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า

การลบจำนวนเต็ม ใช้หลักการบวกและจำนวนตรงข้ามในการหาผลลบ คือ

ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 4 แผน รวม 8 ชั่วโมง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความสอดคล้องของกระบวนการการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมกับวิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบถึงความ

สอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินมาตรส่วนประมาณค่า (Raring Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคณภาพและเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ แสดงไว้ในภาคผนวก ค โดยภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้ การแก้ไขคำผิด การจัดเรียงเนื้อหาให้เรียบร้อย การใช้ประโยคคำถามในขั้นทบทวนความรู้ให้เหมือนกัน และการเขียนกติกาการเล่นให้เขียนให้ละเอียด พร้อมยกตัวอย่างสมการที่จะเกิดขึ้นในแต่ละครั้ง

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่แก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยและสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้ในการสะท้อนผลหลังจบแผนการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะของแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครูประจำการและผู้วิจัยจะทำการจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนว่าแต่ละวงจรเป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับนิยามของการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดหรือไม่ อย่างไร การจัดการเรียนการสอนมีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่

ปรึกษา โดยให้เพิ่มบรรทัดในการเขียนบรรยายในแต่ละหัวข้อ

2.6 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ใช้ในการบันทึกหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หรือไม่อย่างไร โดยมีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใบกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

1.2 ศึกษาเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

1.3 กำหนดขอบข่ายของการตอบคำถามของนักเรียน เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และใช้เกณฑ์ในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้เกณฑ์ที่ใช้จัดกลุ่มตามลาดับความเข้าใจของนักเรียน จากแนวคิดของ Westbrook, & Marek (1991 อ้างถึงใน สวนีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) มาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม เพื่อจัดกลุ่มตามระดับความเข้าใจของนักเรียน

1.4 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

1.5 นำใบกิจกรรมที่สร้างขึ้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยเพิ่มคำถามเพื่อเชื่อมโยงสู่การเขียนสรุปมโนทัศน์

1.6 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.7 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์

2. แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 วิเคราะห์ ศึกษาคำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและตาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลและการสร้างแบบวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์เพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม ดังตาราง 4

ตาราง 4 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้
1	นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกได้	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก	4	2
2	นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	4	2
3	นักเรียนสามารถบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า	12	6
4	นักเรียนสามารถลบจำนวนเต็มได้	ใช้หลักการบวกและจำนวนตรงข้ามในการหาผลลบ คือ ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ	20	10
		รวม	40	20

2.4 สร้างข้อคำถามและตัวเลือกของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน จำนวน 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมเนื้อหา

2.5 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่สร้างขึ้นจำนวน 40 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

2.6 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้ตะแนน 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.7 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ดังแสดงในภาคผนวก จ มีข้อเสนอแนะโดยให้ตรวจสอบคำตอบในแต่ละข้อให้ถูกต้อง

2.8 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2.9 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 20 ข้อ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2565 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 8 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ในชั่วโมงปกติของโรงเรียน จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ชั่วโมง

3. ระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต การจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูประจำการที่รับผิดชอบรายวิชาจะสังเกตและจดบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. ท้ายวงจรปฏิบัติการให้นักเรียนทำใบกิจกรรม และผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต สะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

5. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และผู้วิจัยได้แนวทางเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาทำการจัดหมวดหมู่และวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน 4 วงจรปฏิบัติการ และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาจัดเรียงเป็นขั้นตอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม 5 ขั้นตอน โดยทำการตัดทอนหรือลดข้อมูลที่ไม่สำคัญ เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2. ผู้วิจัยนำประเด็นเกี่ยวกับการสะท้อนผลถึงความสำเร็จที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะ แนวทางในการพัฒนาในครั้งต่อไปมาทำการใสรหัสของข้อมูลตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

3. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ใส่รหัส นำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มจะแบ่งออกเป็น ปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

4. ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดมาหาข้อสรุปเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้จากทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัย พร้อมทั้งหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

5. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อหาความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ใช้การตรวจสอบแบบ Method triangulation เป็นการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล ใช้บุคคลที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบว่า ถ้าผู้ให้ข้อมูลต่างกันจะได้ผลเหมือนกันหรือไม่ จากเครื่องมือวิจัยคือ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ มาทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นความสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเปรียบเทียบกับครูประจำการ

5.2 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) โดยนำข้อมูลและผลการวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและครูประจำการตรวจสอบ

ตอนที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแยบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม หรือไม่อย่างไร โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยคือ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผู้วิจัยจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก 2) การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ 3) การบวกกันของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และ 4) การลบจำนวนเต็ม

2. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มโดยใช้เกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของ Westbrook, & Marek (1991 อ้างถึงใน สวนีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ ดังนี้

2.1 ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ

2.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

2.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

2.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

2.5 ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

3. ผู้วิจัยคำนวณค่าร้อยละของแต่ละระดับความเข้าใจที่จำแนกได้

4. ผู้วิจัยรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัยใช้การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมทั้งหมดจำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การลบจำนวนเต็ม

ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมและครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนให้กับนักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การนำเสนอเกม เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีการเล่น การยุติเกมและแจกบอร์ดเกมให้นักเรียน

2.2 การเล่นตามกติกา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เริ่มเล่นบอร์ดเกม

2.3 การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเล่นเกม โดยให้นักเรียนทำใบงาน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากการเล่นบอร์ดเกม

ขั้นที่ 4 การสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

โดยมีรายละเอียดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม บอร์ดเกม คือ เกมล่าเหรียญ เป็นบอร์ดเกมที่ให้นักเรียนทอยลูกเต๋า เดินตามช่องตามกติกา และเก็บเหรียญสีฟ้าที่แทนจำนวนเต็มบวกแล้วนำมาสร้างสมการลงในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้าถึง 40 เหรียญหรือสร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ โดยในระหว่างการเล่นเกมนักเรียนจะได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม บอร์ดเกม คือ เกมล่าเหรียญ เป็นบอร์ดเกมที่ให้นักเรียนทอยลูกเต๋า เดินตามช่องตามกติกา และเก็บเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบแล้วนำมาสร้างสมการลงในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีแดงถึง 40 เหรียญหรือ

สร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ โดยในระหว่างการเล่นเกมนักเรียนจะได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ (ภาคผนวก ข)

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม บอร์ดเกม คือ เกมล่าเหรียญ เป็นบอร์ดเกมที่ให้นักเรียนทอยลูกเต๋า เดินตามช่องตามกติกา และเก็บเหรียญสีฟ้าที่แทนจำนวนเต็มบวก และเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบ แล้วนำมาสร้างสมการลงในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้า หรือเหรียญสีแดงถึง 40 เหรียญ หรือสร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ โดยในระหว่างการเล่นเกมนักเรียนจะได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การลบจำนวนเต็ม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม บอร์ดเกม คือ เกมล่าเหรียญ เป็นบอร์ดเกมที่ให้นักเรียนทอยลูกเต๋า เดินตามช่องตามกติกา และเก็บเหรียญสีฟ้าที่แทนจำนวนเต็มบวก และเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบ แล้วนำมาสร้างสมการลงในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้าหรือเหรียญสีแดงถึง 30 เหรียญ หรือสร้างสมการครบ 5 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ โดยในระหว่างการเล่นเกมนักเรียนจะได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม

2. การเตรียมบอร์ดเกม

ผู้วิจัยออกแบบ และสร้างบอร์ดเกม เพื่อใช้เป็นเครื่องในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดของบอร์ดเกมเศรษฐีมาสร้างบอร์ดเกม เกมล่าเหรียญ และใช้ความรู้เรื่องเส้นจำนวน คือ ทางขวาเป็นจำนวนเต็มบวก ทางซ้ายเป็นจำนวนเต็มลบ มากำหนดทิศทางในการเดินตัวหมาก เกมล่าเหรียญ ประกอบไปด้วย บอร์ดเกม, บัตรเสี่ยงโชค, บัตรท้าทาย, เหรียญสีฟ้าแทนจำนวนเต็มบวก เหรียญสีแดงแทนจำนวนเต็มลบ, ตัวหมากเดิน, ลูกเต๋า, ใบบันทึกสมการ, กติกาสำหรับการเล่น และเงื่อนไขต่างๆ ในการชนะ ดังภาพ 1

ภาพ 1 แสดงบอร์ดเกม “บวก ลบ ล่าเหรียญ”

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ร่วมกันสังเกตการณ์ใน 2 ประเด็น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมได้อย่างไร โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต การจัดการเรียนรู้ทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และนักเรียนทำใบกิจกรรมประกอบการเล่นบอร์ดเกม ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้สังเกตตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม

ผู้วิจัยทบทวนความรู้ เรื่อง จำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม และค่าสัมบูรณ์ โดยการถาม-ตอบ พบว่า นักเรียนไม่มีความสนใจในการทบทวนความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง

2.1 การนำเสนอเกม

ผู้วิจัยนำบอร์ดเกมมาให้นักเรียนดู พร้อมอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ กติกาการเล่น และการยุติเกมให้นักเรียนฟัง พบว่า นักเรียนไม่สนใจฟังในการอธิบายกติกาการเล่นบอร์ดเกม

2.2 การเล่นตามกติกา

นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ครูอธิบาย และจดบันทึกสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมในแต่ละรอบลงในใบบันทึกสมการ พบว่า นักเรียนเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการไม่ถูกต้องในช่วง 1-2 สมการแรก นักเรียนไม่ได้ใส่ค่าสัมบูรณ์ตามตัวอย่าง ซึ่งจะส่งผลต่อการสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 คน

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเล่นบอร์ดเกมของนักเรียนแต่ละคน พบว่า นักเรียนสนุกกับการเล่นบอร์ดเกม ตื่นเต้นที่เดินไปตกช่องบัตรท้าทาย เพราะจะต้องบวกเลขที่อยู่หลังบัตรท้าทาย และจะมีเงื่อนไขในการตอบถูกและตอบผิด ถ้าตอบผิดหรือไม่ทันเวลาจะเกิดอาการเสียดาย และสนุกกับการได้แกล้งเพื่อนในการสั่งให้หยุดเดินในกรณีที่ตอบถูก ลุ้นเวลาเดินไปตกช่องบัตรเสี่ยงโชค และดีใจเมื่อนักเรียนได้รับเหรียญจากการเดิน จากการที่ได้เล่นบอร์ดเกม ได้เดินและเก็บเหรียญ นำมาเขียนสมการ หลายๆ ครั้ง ทำให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

2.3 การสรุปและอภิปรายผล

ผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนโดยครูใช้คำถามกระตุ้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าร่วมอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นเกม

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้

นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 1 เรื่อง ทดสอบความรู้ พบว่า นักเรียนทำใบงานได้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ

นักเรียนแต่ละคนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันของสมการในใบบันทึกสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม เพื่อนำไปสู่การเขียนสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการสังเกตและวิเคราะห์สมการของตนเองที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมในคาบที่แล้ว

ขั้นที่ 4 การสรุป

นักเรียนแต่ละคนตอบคำถาม 2 ข้อ ลงในใบบันทึกสมการ และเขียนสรุปความคิดรวบยอดที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมลงในใบบันทึกสมการ พบว่า นักเรียนใช้คำและรูปประโยคในการเขียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างกัน แต่ยังคงถูกต้องตามมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้

นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก พบว่า นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไปทำใบงานได้อย่างครบถ้วน

จากการสะท้อนคิดของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม พบว่า ปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้ ในครั้งนี้ คือ นักเรียนไม่มีความสนใจในการทบทวนความรู้เดิม นักเรียนไม่สนใจฟังในการอธิบายกติกาการเล่นบอร์ดเกม นักเรียนเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการไม่ถูกต้อง จำนวน 4 คน และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าร่วมอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นเกม

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ แล้วหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรต่อไป เพื่อให้วงจรปฏิบัติการถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปได้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ขั้นที่ 1 การเตรียม	นักเรียนไม่มีความสนใจในการทบทวนความรู้เดิม	ครูทบทวนเนื้อหา โดยการเปิดคลิป และเล่นเกมตอบคำถาม
ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง		
2.1 การนำเสนอเกม	นักเรียนไม่สนใจฟังในการอธิบายกติกาการเล่นบอร์ดเกม	ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนวิธีการอธิบายกติกา โดยขณะที่กำลังอธิบายกติกา ให้ใช้การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกติกาการเล่นบอร์ดเกม และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
2.2 การเล่นตามกติกา	นักเรียนเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการไม่ถูกต้องในช่วง 1-2 สมการแรก จำนวน 4 คน	ผู้วิจัยควรอธิบายเป็นรายบุคคลหรืออาจจะใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน
2.3 การสรุปและอภิปรายผล	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าร่วมอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นเกม	ผู้วิจัยให้แรงเสริมทางบวก ด้วยการพูดชื่นชมนักเรียนที่ร่วมกันสรุปและอภิปรายผล พร้อมให้รางวัล ทำให้นักเรียนคนอื่นอยากร่วมสรุปและอภิปรายผล
2.4 การประเมินผลการเรียนรู้	-	-
ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ	-	-
ขั้นที่ 4 การสรุป	-	-
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้	-	-

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม

ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับจำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม และค่าสัมบูรณ์ โดยการเปิดคลิป และเล่นเกมตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง

2.1 การนำเสนอเกม ผู้วิจัยนำบอร์ดเกมมาให้นักเรียนดู พร้อมอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ กติกาการเล่นและการยุติเกม โดยขณะที่กำลังอธิบายกติกา ผู้วิจัยใช้การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกติกาการเล่นบอร์ดเกม และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

2.2 การเล่นตามกติกา นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกา ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล และใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน

2.3 การสรุปและอภิปรายผล ผู้วิจัยให้แรงเสริมทางบวก ด้วยการพูดชื่นชมนักเรียนที่ร่วมกันสรุปและอภิปรายผล พร้อมให้รางวัลนักเรียนที่ร่วมกันอภิปราย

ในส่วนของหัวข้อ 2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ ขั้นที่ 4 การสรุป และขั้นที่ 5 การนำไปใช้ ในขั้นนี้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ไม่พบปัญหา จึงไม่มีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ร่วมกันสังเกตการณ์ใน 2 ประเด็น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมได้อย่างไร โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนทำใบกิจกรรมประกอบการเล่นบอร์ดเกม ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้สังเกตตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ดังต่อไปนี้

<u>ขั้นที่ 1 การเตรียม</u>

ผู้วิจัยทบทวนความรู้ เกี่ยวกับจำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม และค่าสัมบูรณ์ โดยการเปิดคลิป และเล่นเกมตอบคำถาม พบว่า นักเรียนตั้งใจดูคลิปและช่วยกันหาคำตอบจากเกมตอบคำถาม

<u>ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง</u>

2.1 การนำเสนอเกม ผู้วิจัยนำบอร์ดเกมมาให้นักเรียนดู พร้อมอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ กติกาการเล่นและการยุติเกม โดยขณะที่กำลังอธิบายกติกา ให้ใช้การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกติกาการเล่นบอร์ดเกม และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ พบว่า นักเรียนสนใจฟังกติกาที่ผู้วิจัยอธิบาย และเข้าใจกติกาในการเล่นบอร์ดเกม

2.2 การเล่นตามกติกา นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ผู้วิจัยอธิบาย และเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการ พบว่า นักเรียนเขียนสมการไม่ถูกต้องในช่วง 1-2 สมการแรก จำนวน 2 คน

2.3 การสรุปและอภิปรายผล ผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น และเสริมแรงทางบวก ในการพูดชื่นชมนักเรียนที่ร่วมกันสรุปและอภิปรายผล พร้อมให้รางวัล พบว่า นักเรียนช่วยกันสรุปและอภิปรายผลของการเล่นบอร์ดเกมกันทุกคน

การจัดการเรียนการสอนในขั้นอื่น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ไม่พบปัญหา

จากการสะท้อนคิดของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยวิธการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม พบว่า ปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้ ในครั้งนี้ คือ นักเรียนเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการไม่ถูกต้อง จำนวน 2 คน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ แล้วหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรต่อไป เพื่อให้วงจรปฏิบัติการถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปได้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ขั้นที่ 1 การเตรียม	-	-
ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง		
2.1 การนำเสนอเกม	-	-
2.2 การเล่นตามกติกา	นักเรียนเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการไม่ถูกต้องในช่วง 1-2 สมการแรก จำนวน 2 คน	ผู้วิจัยควรอธิบายเป็นรายบุคคล หรืออาจจะใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน
2.3 การสรุปและอภิปรายผล	-	-
2.4 การประเมินผลการเรียนรู้	-	-

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ	-	-
ขั้นที่ 4 การสรุป	-	-
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้	-	-

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ มีขั้นที่ต้องปรับปรุงแก้ไข คือ ขั้นของการเล่นตามกติกา โดยมีการปรับปรุง แก้ไขดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง

2.2 การเล่นตามกติกา นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ผู้วิจัยอธิบาย และเขียนสมการลงในใบบันทึกสมการ ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล ใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต สังเกตการณ์ในแต่ละขั้นพบขั้นที่มีปัญหา คือ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง

2.2 การเล่นตามกติกา นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ผู้วิจัยอธิบาย พบว่า นักเรียนบางคน ไม่เข้าใจและสับสนกับการเดิน เพราะต้องเดินไปทางซ้ายและทางขวาทั้งสองฝั่ง และมีการเล่น 2 รอบที่แตกต่างกัน

การจัดการเรียนการสอนในขั้นอื่น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ไม่พบปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ แล้วหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรต่อไป เพื่อให้วงจรปฏิบัติการถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปได้ ดังตาราง 7

ตาราง 7 สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ขั้นที่ 1 การเตรียม	-	-
ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง		
2.1 การนำเสนอเกม	-	-
2.2 การเล่นตามกติกา	เมื่อเริ่มเล่นบอร์ดเกม มีนักเรียนบางคน ไม่เข้าใจและสับสนกับการเดิน เพราะต้องเดินไปทางซ้ายและทางขวาทั้งสองฝั่ง และมีการเล่น 2 รอบที่แตกต่างกัน	ผู้วิจัยควรอธิบายเป็นรายบุคคล หรืออาจจะใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อนและสาธิตการเล่นให้นักเรียนดู
2.3 การสรุปและอภิปรายผล	-	-
2.4 การประเมินผลการเรียนรู้	-	-
ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ	-	-
ขั้นที่ 4 การสรุป	-	-
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้	-	-

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การลบจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ มีขั้นที่ต้องปรับปรุงแก้ไข คือ ขั้นของการเล่นตามกติกา โดยมีการปรับปรุง แก้ไขดังต่อไปนี้

<u>ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง</u>

2.2 การเล่นตามกติกา นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ผู้วิจัยอธิบาย ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล ใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน และสาธิตการเล่นบอร์ดเกมให้นักเรียนดู

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง การลบจำนวนเต็ม ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต สังเกตการณ์ในแต่ละขั้นพบขั้นที่มีปัญหา คือ

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ

นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันของสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้ เนื่องจากมีนักเรียนในกลุ่มชนะก่อน และนักเรียน 2 คนนี้เขียนสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้ 2 สมการ เพราะขณะเล่นนักเรียน 2 คนนี้ เดินไปตกช่องหยุดเล่นหลายครั้ง ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถสังเกต วิเคราะห์ สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันของสมการได้ เพราะสมการมีน้อยเกินไป

ขั้นที่ 4 การสรุป

นักเรียนจำนวน 2 คน มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม เนื่องจากคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนตอบว่า การลบจำนวนเต็ม คือ การนำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้

นักเรียนจำนวน 2 คน ทำใบงานไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในขั้นอื่น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ไม่พบปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ แล้วหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรต่อไป เพื่อให้วงจรปฏิบัติการถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปได้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 สรุปปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
ขั้นที่ 1 การเตรียม	-	-
ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง		
2.1 การนำเสนอเกม	-	-
2.2 การเล่นตามกติกา	-	-
2.3 การสรุปและอภิปรายผล	-	-
2.4 การประเมินผลการเรียนรู้	-	-
ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันของสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้ เนื่องจากมีนักเรียนในกลุ่มชนะก่อนและนักเรียน 2 คนนี้เขียนสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้ 2 สมการ เพราะขณะเล่นนักเรียน 2 คนนี้ เดินไปตกช่องหยุดเล่นหลายครั้ง ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถสังเกต วิเคราะห์ สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันของสมการได้ เพราะสมการมีน้อยเกินไป	พัฒนาบอร์ดเกมเรื่องการลบจำนวนเต็ม โดยปรับกติกา การยุติเกมจากเดิม ข้อ 1 ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้า (แทนจำนวนเต็มบวก) หรือเหรียญสีแดง (แทนจำนวนเต็มลบ) ถึง 30 เหรียญก่อนเป็นผู้ชนะ เปลี่ยนเป็น 40 เหรียญถึงจะชนะ ข้อ 2 ผู้เล่นคนใดสร้างสมการครบ 5 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ เปลี่ยนเป็น 10 สมการก่อน ถึงจะชนะ เพื่อให้นักเรียนได้เล่นหลาย ๆ รอบ มากขึ้น และจากการที่เล่นหลาย ๆ รอบจะทำให้สร้างสมการได้หลายสมการ ส่งผลให้
ขั้นที่ 4 การสรุป	นักเรียนจำนวน 2 คน มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม เนื่องจาก	

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
	คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยนักเรียนตอบว่า การลบจำนวนเต็ม คือ การนำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน	นักเรียนมีสมการที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์มากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกันของสมการเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็มได้
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้	นักเรียนจำนวน 2 คน ทำใบงานไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	

จากปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม จึงนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหา ส่งผลให้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แต่ละขั้นตอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่า มีประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีประเด็นที่ควรเน้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม ครูควรวางแผนและจัดเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งขั้นตอนการทบทวนเนื้อหาก่อนเรียน ให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ ครูควรแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ เพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันขณะเล่นเกม

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง

2.1 การนำเสนอเกม ครูควรอธิบายกติการการเล่นเกมให้ชัดเจน และใช้การถาม-ตอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และสาธิตการเล่นบอร์ดเกมให้นักเรียนดู

2.2 การเล่นตามกติกา ครูต้องควบคุมดูแลการเดินหมาก เพื่อป้องกันการสับสนทิศทางในการเดินหมากของนักเรียน เพราะจะนำไปสู่การเขียนสมการที่นักเรียนต้องเขียนให้ถูกต้อง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ ครูควรสังเกตและคอยให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกันของสมการได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การสรุป ครูควรคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกันของสมการมาสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ ครูควรสังเกตและคอยให้ความช่วยเหลือการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปใช้ในการทำใบงาน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม โดยใช้เครื่องมือในงานวิจัย คือ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนแต่ละคน จะได้ทำใบกิจกรรม ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และหลังจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้วนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทำใบกิจกรรมที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนตอบคำถามและสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ได้แก่

เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

เรื่องที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

เรื่องที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

เรื่องที่ 4 การลบจำนวนเต็ม

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มคำตอบเป็น 5 ระดับความเข้าใจ และนำเสนอโดยการแสดงร้อยละ ผลแสดงดังตาราง 9

ตาราง *9* แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม (*N = 20*)

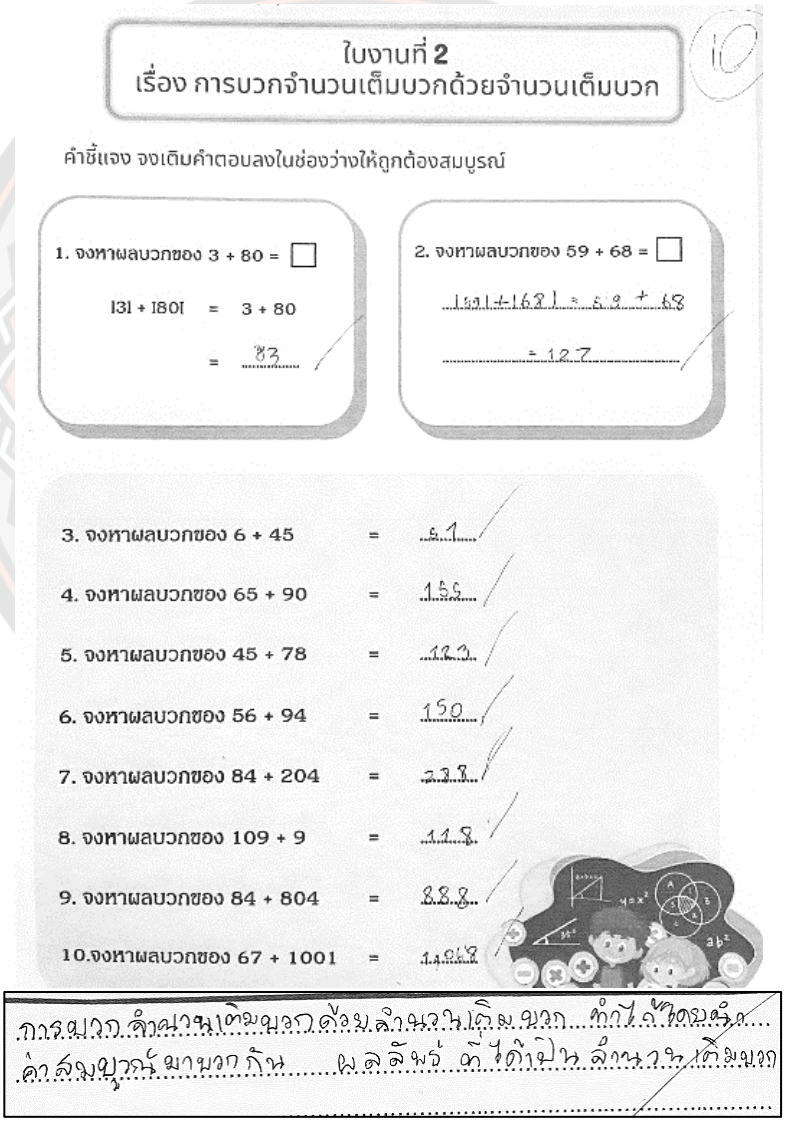
ใบกิจกรรม	ระดับความเข้าใจ				
	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	ไม่เข้าใจ (NU)
	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)
เรื่องที่ 1	20 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
เรื่องที่ 2	18 (90)	2 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
เรื่องที่ 3	17 (85)	3 (15)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
เรื่องที่ 4	18 (90)	0 (0)	0 (0)	2 (10)	0 (0)

จากตาราง 9 ผลการทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ในเนื้อหาทั้ง 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เรื่องที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เรื่องที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และเรื่องที่ 4 การลบจำนวนเต็ม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100, 90, 85 และ 90 ตามลำดับ รองลงมา คือ มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ในเรื่องที่ 2 และ เรื่องที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 10 และ 15 ตามลำดับ รองลงมา คือ มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) ในเรื่องที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 2 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และไม่เข้าใจ (NU) ซึ่งแสดงตัวอย่างผลงานในแต่ละเนื้อหา ดังนี้

1. ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

เนื่องจากคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ นักเรียนสามารถเติมคำตอบการบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกได้อย่างถูกต้อง และเขียนเหตุผลที่เป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือ การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ทำได้โดยนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มบวก ดังภาพ 2

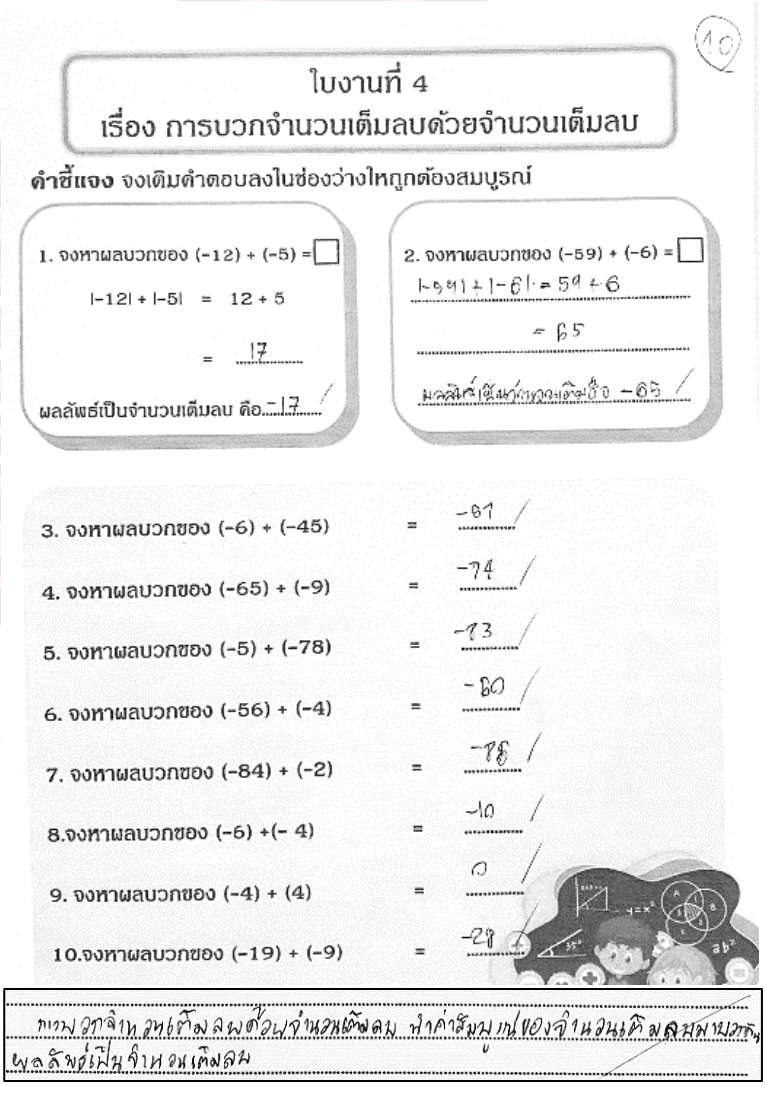


ภาพ 2 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2. ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

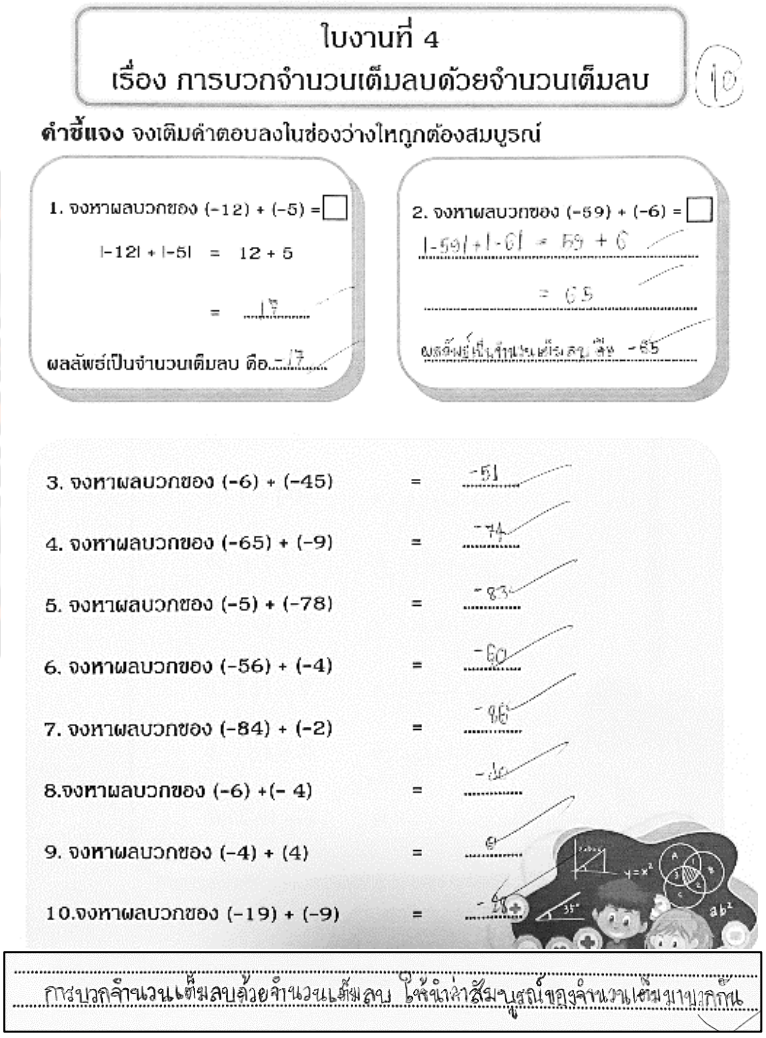
เนื่องจากคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ นักเรียนสามารถเติมคำตอบการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้อย่างถูกต้อง และเขียนเหตุผลที่เป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือ การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

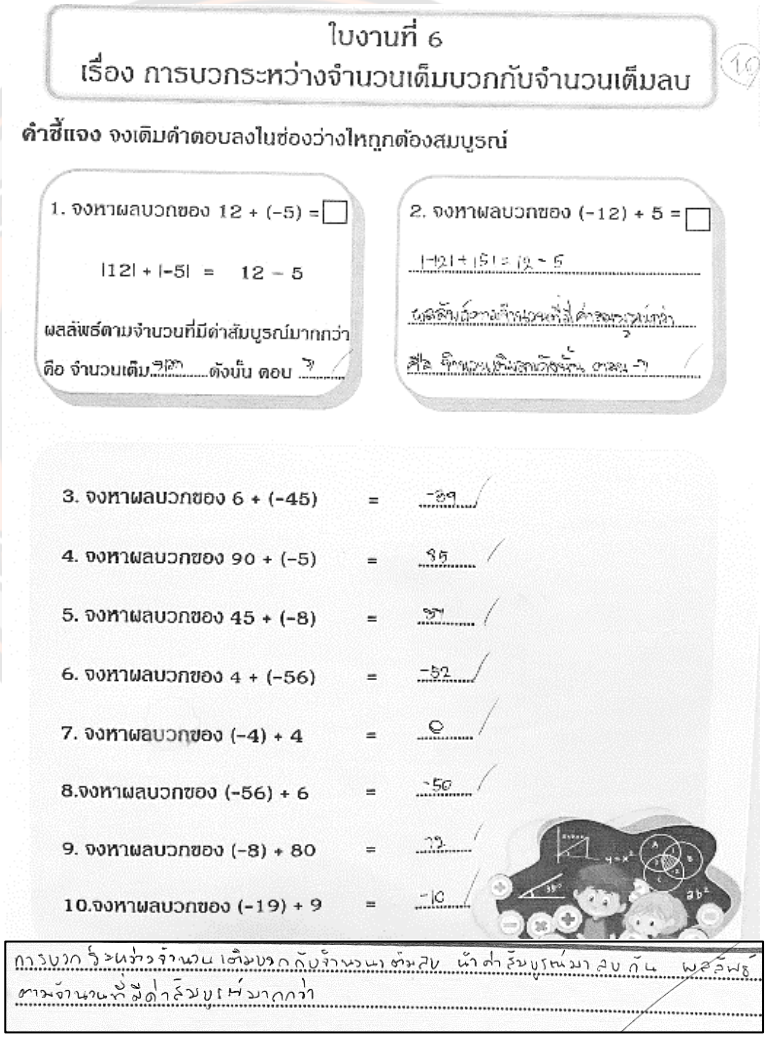
เนื่องจาก คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน คือ นักเรียนเขียนเหตุผลว่า การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน แต่ยังนักเรียนไม่ได้เขียนถึงผลลัพธ์ว่าต้องเป็นจำนวนเต็มลบ ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

3. ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

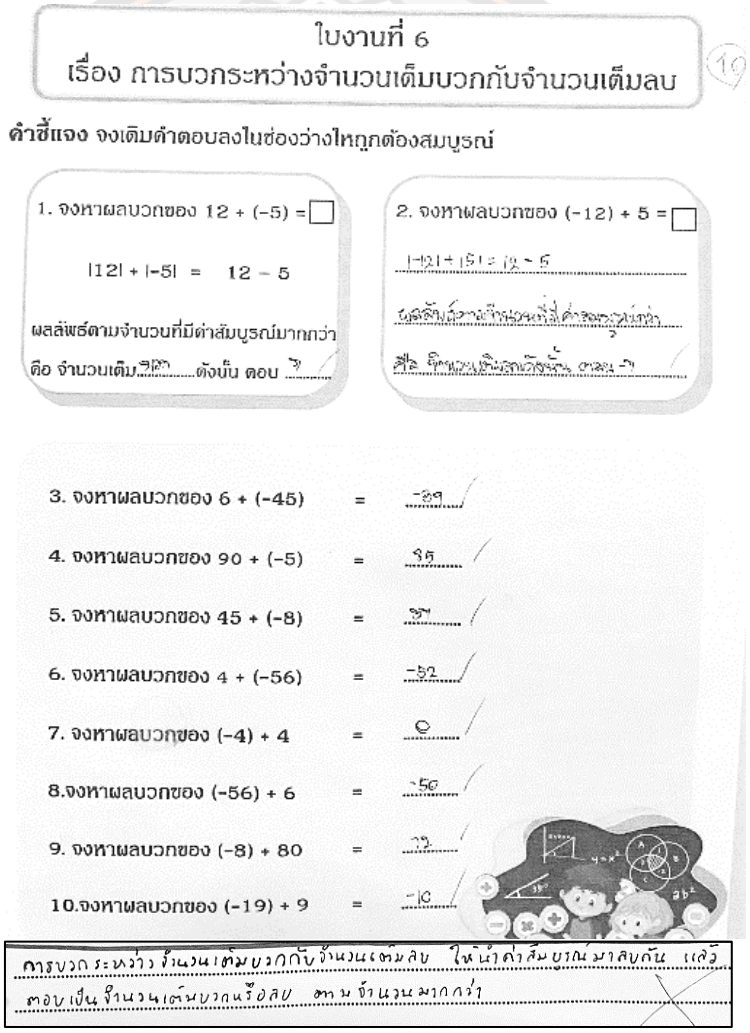
เนื่องจากคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ นักเรียนสามารถเติมคำตอบการบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้อย่างถูกต้อง และเขียนเหตุผลที่เป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือ การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน ผลลัพธ์ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า ดังภาพ 6



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

เนื่องจาก คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน คือ นักเรียนเขียนเหตุผลว่า การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนมากกว่า ตรงประโยคที่บอกว่าตามจำนวนมากกว่า ยังขาดความสมบูรณ์ของมโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนควรเขียนว่า ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า ดังภาพ 6

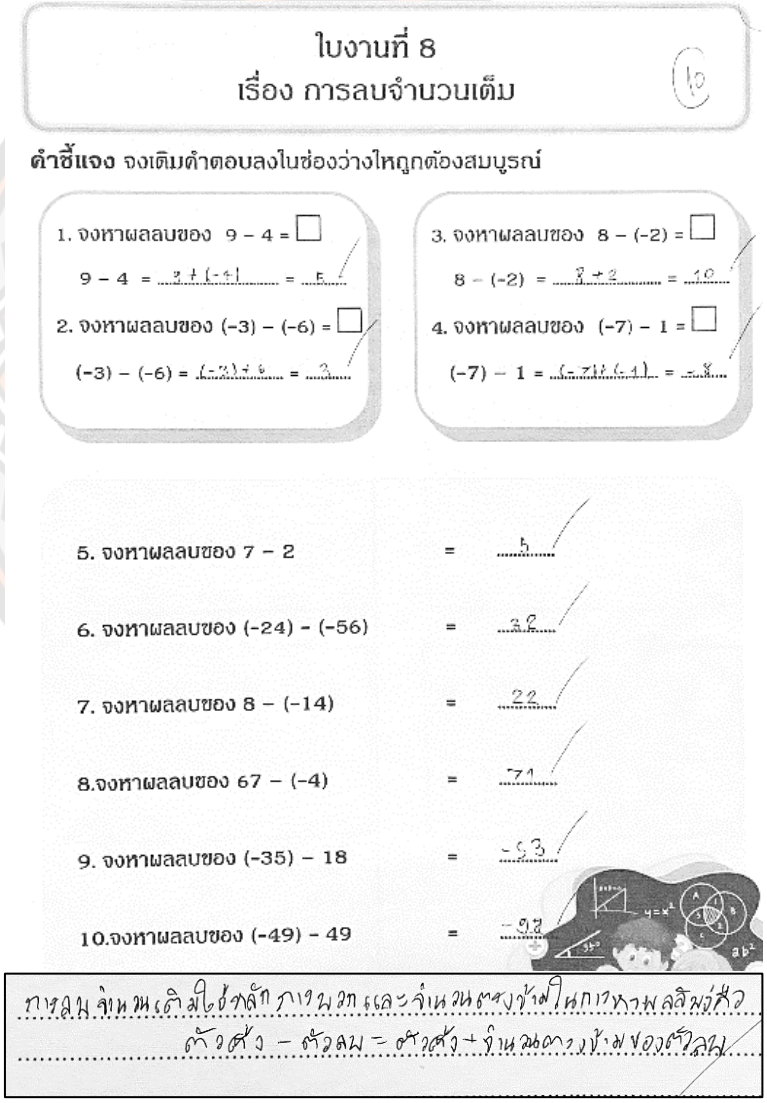


ภาพ 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

4. ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

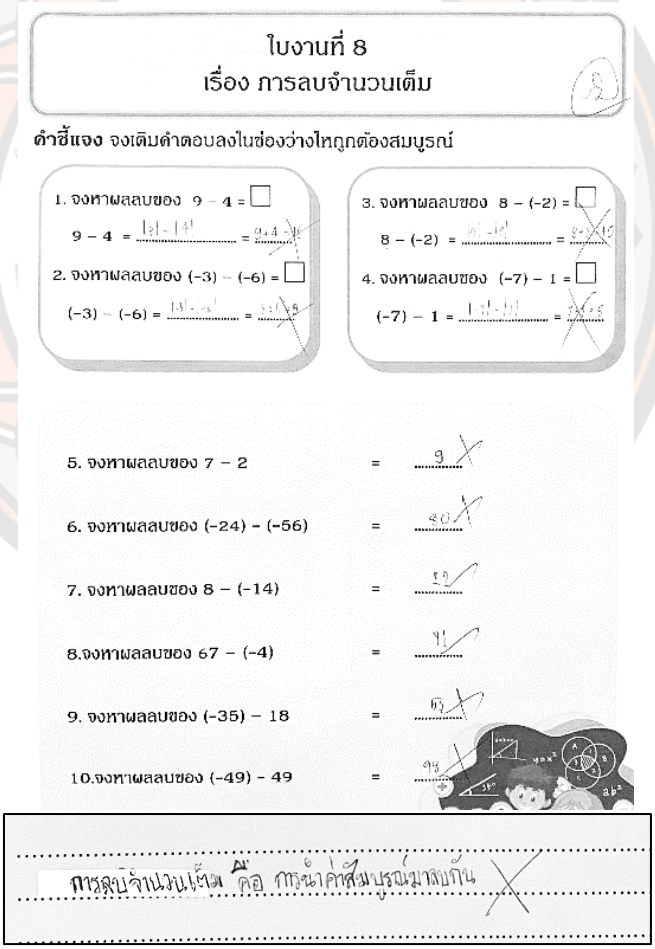
เนื่องจากคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ นักเรียนสามารถเติมคำตอบการลบจำนวนเต็มได้อย่างถูกต้อง และเขียนเหตุผลที่เป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือ การลบจำนวนเต็มใช้หลักการบวก และจำนวนตรงข้ามในการหาผลลัพธ์ คือ ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้าม ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

เนื่องจาก คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด คือ นักเรียนเขียนเหตุผลว่า การลบจำนวนเต็ม คือ การนำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันของสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้ เพราะจากการเล่นบอร์ดเกมนักเรียนเขียนสมการได้น้อย ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถสังเกต วิเคราะห์ สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันของสมการได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม ซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง คือ การลบจำนวนเต็ม ใช้หลักการบวกและจำนวนตรงข้ามในการหาผลลบ คือ ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ ดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

2. ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ได้แก่

เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

เรื่องที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

เรื่องที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

เรื่องที่ 4 การลบจำนวนเต็ม

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มคำตอบเป็น 5 ระดับความเข้าใจ และนำเสนอโดยการแสดงร้อยละ ผลแสดงดังตาราง 10

ตาราง *10* แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม (*N = 20*)

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ระดับความเข้าใจ				
	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	ไม่เข้าใจ (NU)
	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)
เรื่องที่ 1	20 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
เรื่องที่ 2	20 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ระดับความเข้าใจ				
	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	ไม่เข้าใจ (NU)
	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)	จำนวนคน (ร้อยละ)
เรื่องที่ 3	17 (85)	3 (15)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
เรื่องที่ 4	15 (75)	3 (15)	0 (0)	2 (10)	0 (0)

จากตาราง 10 ผลการทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ในเนื้อหาทั้ง 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เรื่องที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เรื่องที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และเรื่องที่ 4 การลบจำนวนเต็ม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100, 100, 85 และ 75 ตามลำดับ รองลงมา คือ มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ในเรื่องที่ 3 และ เรื่องที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 15 เท่ากัน รองลงมา คือ มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) ในเรื่องที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และไม่เข้าใจ (NU)

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มีจุดมุ่งหมายของการวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม 2) เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 20 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 8 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผู้วิจัยสรุปผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม โดยมีรายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม ครูควรวางแผนและจัดเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งขั้นตอนการทบทวนเนื้อหาก่อนเรียน ให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ ครูควรแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ เพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันขณะเล่นเกม

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง ที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย คือการใช้บอร์ดเกม เพราะบอร์ดเกมสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียน ทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุก นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง และให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

2.1 การนำเสนอเกม ครูควรอธิบายกติการการเล่นเกมให้ชัดเจน และใช้การถาม-ตอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และสาธิตการเล่นบอร์ดเกมให้นักเรียนดู

2.2 การเล่นตามกติกา ครูต้องควบคุมดูแลการเดินหมาก เพื่อป้องกันการสับสนทิศทางในการเดินหมากของนักเรียน เพราะจะนำไปสู่การเขียนสมการที่นักเรียนต้องเขียนให้ถูกต้อง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบอร์ดเกมและการบันทึกสมการของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อ ๆ ไป

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ แผนที่ 4 เรื่องการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกันของสมการได้ ครูควรปรับปรุงบอร์ดเกม โดยปรับกติกาในการยุติเกม

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

1. ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็นเนื้อหา 4 เรื่อง ได้แก่

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 90 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจ (NU)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 85 นอกจากนี้

ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจ (NU)

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 90 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และไม่เข้าใจ (NU)

2. ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 85 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจ (NU)

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนเต็ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 75 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 15 และยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และไม่เข้าใจ (NU)

อภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนและแก้ปัญหา อีกทั้งผู้วิจัยยังออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัย รวมทั้งผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ได้สังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ แล้วบันทึกข้อมูลลงใบแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และนำผลนั้นมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการในวงจรถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จนครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม ครูควรวางแผนและจัดเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งขั้นตอนการทบทวนเนื้อหาก่อนเรียน ให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ ครูควรแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ โดยในแต่ละกลุ่มต้องมีนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนคละกัน เพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันขณะเล่นเกม สอดคล้องกับ ปวีณา คงไชยโย (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ควรแบ่งกลุ่มแบบคละความสามารถ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง ที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย คือการใช้บอร์ดเกม เพราะบอร์ดเกมสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียน ทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุก นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2544) กล่าวว่า เกมเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยนักเรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้รับประสบการณ์ตรงเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมสูง และให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนเอง สอดคล้องกับ ศิริพร ไชยศรี (2559) กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัย เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากส่วนย่อย ๆ โดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนได้สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ จนสามารถค้นหารูปแบบ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ค้นพบได้ด้วยตนเอง

2.1 การนำเสนอเกม ครูควรอธิบายกติการการเล่นเกมให้ชัดเจน และใช้การถาม-ตอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และสาธิตการเล่นบอร์ดเกมให้นักเรียนดู

2.2 การเล่นตามกติกา ครูต้องควบคุมดูแลการเดินหมาก เพื่อป้องกันการสับสนทิศทางในการเดินหมากของนักเรียน เพราะจะนำไปสู่การเขียนสมการที่นักเรียนต้องเขียนให้ถูกต้อง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบอร์ดเกมและการบันทึกสมการของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อ ๆ ไป สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ (2551) กล่าวว่า ครูควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนไว้ เพื่อนำไปใช้อภิปรายหลังการเล่น

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ แผนที่ 4 เรื่องการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกันของสมการได้ ครูควรปรับปรุงบอร์ดเกม โดยปรับกติกาในการยุติเกม คือ ข้อ 1 ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้า (แทนจำนวนเต็มบวก) หรือ เหรียญสีแดง (แทนจำนวนเต็มลบ) ถึง 40 เหรียญก่อนเป็นผู้ชนะ และ ข้อ 2 ผู้เล่นคนใดสร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ เพื่อให้นักเรียนได้เล่นบอร์ดเกมซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง และมีสมการมากพอที่จะสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ เพื่อนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2556) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอุปนัย มุ่งให้ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่มีหลักการแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ อื่น ๆ ต่อไป กล่าวสั้น ๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากหลักการของตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตนเอง

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม

ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม โดยใช้เครื่องมือคือ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ชนิด มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ การวิเคราะห์ใบกิจกรรมทั้ง 4 วงจร ได้แก่ เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก เรื่องที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เรื่องที่ 3 การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และเรื่องที่ 4 การลบจำนวนเต็ม นำข้อมูลมาจัดกลุ่มคำตอบเป็น 5 ระดับความเข้าใจ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) และการวิเคราะห์จากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) เช่นเดียวกัน นั่นคือ นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ตอบคำถามทางคณิตศาสตร์และอธิบายเหตุผลได้ แสดงให้เห็น

ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม พัฒนาโมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มได้ สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2556) ที่กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอุปนัย มุ่งให้ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ อื่น ๆ ต่อไปกล่าวสั้น ๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากหลักการของตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรนุช โวหารกล้า และพัดตาวัน นาใจแก้ว (2561) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่อง มโนมติแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ความเข้าใจสมบูรณ์ (SU) และความเข้าใจบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้น แต่การสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลามาก ทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่าย นักเรียนบางคนอาจจะเข้าใจยาก เพราะเป็นการสอนนลักษณะนามธรรม และบรรยากาศการเรียนเป็นทางการเกินไป ผู้วิจัยจึงนำบอร์ดเกมมาช่วยแก้ปัญหาในส่วนนี้ สอดคล้องกับ วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนาและกันตภณ ธรรมวัฒนา (2560) ที่กล่าวว่า การใช้บอร์ดเกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลทำให้ช่วยในการให้ฝึกสมอง เล่นเกมกระดานทำให้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น เกมกระดานช่วยให้มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น ในปัจจุบันได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมอย่างแพร่หลาย เพราะเกมจะมีส่วนช่วยให้เกิดความคิดเป็นรูปธรรม ช่วยเพิ่มบรรยากาศให้มีความสนุกสนานขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาคริสต์ ขำศรี (2564) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน (Board Game) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับแนวความคิดที่สมบูรณ์ และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากการเล่นเกมกระดานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน (Board Game) ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์โดยตรงของนักเรียนเอง รวมทั้ง นักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็น อธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนวิธีการเล่นเกมในแต่ละรูปแบบ แล้วสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหลังจากจบเกม ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 ควรจัดทำคู่มือการเล่นบอร์ดเกม สำหรับให้นักเรียนได้ศึกษา วิธีการเล่น กติกา เงื่อนไข และอุปกรณ์

1.2 ควรเน้นการอธิบายในส่วนของการเขียนสมการให้ชัดเจน

1.3 ควรควบคุมดูแลการเดินหมาก เพื่อป้องกันการสับสนทิศทางในการเดินหมากของนักเรียน เพราะจะนำไปสู่การเขียนสมการที่นักเรียนต้องเขียนให้ถูกต้อง นำไปสู่การเปรียบเทียบ และลงข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรปรับปรุงบอร์ดเกม เรื่อง การลบจำนวนเต็ม เพราะผลการพัฒนามโนทัศน์ในเรื่องนี้ยังอยู่ในระดับต่ำ เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ควรปรับกติกา การยุติเกมเป็น ข้อ 1 ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีฟ้า (แทนจำนวนเต็มบวก) หรือ เหรียญสีแดง (แทนจำนวนเต็มลบ) ถึง 40 เหรียญก่อนเป็นผู้ชนะ ข้อ 2 ผู้เล่นคนใดสร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ เนื่องจากนักเรียนจะได้มีสมการมากพอที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ได้

2.2 ควรพัฒนาบอร์ดเกมในรูปแบบแอพลิเคชัน เนื่องจากในปัจจุบันนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

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

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐).* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาคริสต์ ขำศรี. (2564). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน (Board Game) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชาติชาย ม่วงปฐม. (2560). *ทฤษฎีการเรียนการสอน.* อุดรธานี: ศักดิ์ศรีอักษรการพิมพ์.

ซูบายดะ สือแม. (2554). *การพัฒนาชุดการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). นราธิวาส: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง. (2556). *ผลการศึกษาการคิดเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปวีณา คงไชยโย. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) โดยใช้หนังสือการ์ตูนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องพลังงานความร้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พรพิมล พรพีรชนม์. (2550). *การจัดกระบวนการเรียนรู้.* สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.

ภคพล สำราญ. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ภัทราลาดา ศรีสด. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มนสิช สิทธิสมบูรณ์. (2554). *ระเบียบวิธีวิจัย.* พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รักชน พุทธรังษี. (2560). *การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะสื่อสารการแสดง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตน์จาณี อรัญเพิ่ม. (2559). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบ PCLM ของ Wheatley เพื่อเสริมสร้างมโนมิติเสียงและความ สามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). อุดรธานี: มาหาวิทยาลัยราภัฏอุดรธานี.

ลดาวัลย์ แย้มควญ. (2560). *การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้สาหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วรรณพร ทสะสังคินทร์. (2556). *การพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 โรงเรียนขาณุวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และกันตภณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมในการเล่นเกมกระดาน และองค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบจากการเล่นเกมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยสังคม*, *40*(2), 120.

วันชาติ เหมือนสน. (2546). *เทคนิคการสอนเกม.* สุพรรณบุรี: งานผลิตเอกสารและตำราฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Backward Design*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์. (2564). *การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณด้วยกิจกรรมกรเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิริพร ไชยศรี. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยเพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพาจังหวัดสงขลา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2565). *ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต.* สืบค้น 20 มีนาคม 2565, จาก http://www.newonetresult.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น

สฤณี อาชวานันทกุล. (2559). *Board game universe จักรวาลกระดานเดียว*. กรุงเทพฯ: แซลมอน.

สันติ อิทธิพลนาวากุล. (2550). *การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนโดยใช้โปรแกรมGSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดยอบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4* (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สิรีรัตน์ ผลขวัญโชติกา. (2554). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพครั้งที่9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.* กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์. (2520). *เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่.* กรุงเทพฯ: พราว เพรส.

อรนุช โวหารกล้า และพัดตาวัน นาใจแก้ว. (2561). *มโนมติแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เทพนิมิตการพิมพ์.

Adams, E., & dormans, J. (2012). *Game mechanics: Adaanced game design.* California: New Riders Games.

Ausubel, D.P. (1968). *Education Psychology A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston

Cicchino, M.I. (2015). Using game-based learning to foster critical thinking in student discourse. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based*, *9*(2), 4.

Emanovsky, P. and Brehovsky, J. (2010). On Affectivity of Inductive Method in Mathematical Education at Secondary School. Ph.D. Thesis, Palacky University.

Lasley, T. J., & Matczynski, T. J. (2002). *Introduction Model: Strategies for Teaching in a Diverse Society* (2nd ed). Belmont: Wadsworth.

Schell, J. (2008). *The art of game design : a book of lenses.* Amsterdam: Elsevier/ Morgan Kaufann.

Silverman, S. (2013). *Instant Raspberry Pi Gaming : Your Guide to Gaming on the Raspberry Pi, From Classic Arcade Games to Modern 3D Adventures*. Birmingham: Packt Publishing

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หัวข้อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ผศ.ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์

อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. นางอารีรัตน์ โพธิ์คำ

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบางลายพิทยาคม จังหวัดพิจิตร

3. นางสมพร กองบุญมา

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบางลายพิทยาคม จังหวัดพิจิตร

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนเต็ม เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ
ครูผู้สอน นางสาวพิมผกา แท่งทอง เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ

ตัวชี้วัด

ม.1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวน
ตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใด ๆ เท่ากับระยะที่จำนวนเต็มนั้นอยู่ห่างจากศูนย์ (0) บนเส้นจำนวน และ การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้ (K)
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (P)
3. นักเรียนมีความใฝ่รู้ (A)

สาระการเรียนรู้

การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม)

ชั่วโมงที่ 1 (50 นาที)

ขั้นที่ 1 การเตรียม (5 นาที)

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับจำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม และค่าสัมบูรณ์โดยการเปิดคลิป และเล่นเกมตอบคำถาม ดังนี้

- จำนวนเต็มประกอบไปด้วยอะไรบ้าง (จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์)
- เปรียบเทียบจำนวนต่อไปนี้

  -5 และ -9 (-5 > -9) -4 และ -7 (-4 > -7)

  -4 และ -3 (-4 < -3) -8 และ -2 (-8 < -2)
- หาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนต่อไปนี้

  I-8I มีค่าเท่ากับเท่าใด *(I-8I มีค่าเท่ากับ 8)*

  I-2I มีค่าเท่ากับเท่าใด *(I-2I มีค่าเท่ากับ 2)*

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนให้กับนักเรียนทราบ

1.3 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกม กลุ่มละ 5 คน

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง (45 นาที)

2.1. การนำเสนอเกม

2.1.1 ครูนำบอร์ดเกมมาให้นักเรียนดู พร้อมอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ กติกาการเล่นและการยุติเกม โดยขณะที่กำลังอธิบายกติกา ใช้การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกติกาการเล่นบอร์ดเกม และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ดังนี้

อุปกรณ์

1. บอร์ดเกม 2. บัตรเสี่ยงโชค 3. บัตรท้าทาย
4. เหรียญสีแดง (แทนจำนวนเต็มลบ) 5. ตัวหมากเดิน 6. ลูกเต๋า

กติกาการเล่น

1. ผู้เล่นทอยลูกเต๋าเพื่อหาลำดับการเล่น ก่อน-หลัง ใครได้แต้มมากกว่าจะได้เริ่มเล่นก่อน

2. ผู้เล่นที่ได้เริ่มก่อน เริ่มทอยลูกเต๋า (ในรอบแรกของการทอยลูกเต๋าของผู้เล่นจะต้องทอย 2 ครั้ง เพื่อให้ได้สมการ และรอบถัดไป จะทอยลูกเต๋าเพียงครั้งเดียว) และเดินตามลูกศรไป ***ทางซ้าย*** ในช่องสีแดงที่เป็นจำนวนเต็มลบ ตามจำนวนแต้มของลูกเต๋าที่ทอยได้

3. เมื่อผู้เล่นเดินไปตกที่ช่องสีแดงช่องใด ให้หยิบเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบจากกองกลางตามจำนวนเหรียญในช่องที่ผู้เล่นเดินไปตก

4. ทุกครั้งที่ผู้เล่นเดิน จะต้องเขียนสมการการลบที่เกิดขึ้นจากเหรียญสีแดงที่ได้รับในแต่ละช่อง เช่น เริ่มการเดินครั้งแรก ผู้เล่นจะทอยลูกเต๋า 2 ครั้ง

- ทอยลูกเต๋าครั้งที่ 1 เดินไปตกที่ช่อง -7 จะได้รับเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบ 7 เหรียญ (ผู้เล่นจะได้ตัวตั้ง คือ เลข -7 นำไปเขียนในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง)
- ทอยลูกเต๋าครั้งที่ 2 เดินไปตกที่ช่อง -3 จะได้รับเหรียญสีแดงที่แทนจำนวนเต็มลบ 3 เหรียญ (ผู้เล่นจะได้ตัวลบ คือ เลข -3 นำไปเขียนในใบบันทึกสมการตามตัวอย่าง)
- ดังนั้นผู้เล่นจะเขียนสมการได้ คือ $|-7| + |-3| = 7 + 3$ ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ-10

5. ในรอบถัดไปผู้เล่นต้องนำผลลัพธ์ของเหรียญที่ได้จากครั้งก่อนหน้า มาเป็นตัวตั้งและทอยลูกเต๋า เดินตามจำนวนของลูกเต๋า และนำเลขของจำนวนเหรียญที่ได้มาเป็นตัวลบ (ทำแบบนี้ทุกรอบจนกว่าจะจบเกม)

6. ในกรณีเดินไปตกที่ช่อง บัตรเสี่ยงโชค หรือ บัตรท้าทาย จะปฏิบัติ ดังนี้

- บัตรเสี่ยงโชค
  - ผู้เล่นหยิบบัตรเสี่ยงโชค จะมีเลขอยู่หลังบัตร ประกอบด้วย 0, -1, -2, -3 และ -4 ให้ผู้เล่นหยิบจำนวนเหรียญจากกองกลางตามเลขในบัตรเสี่ยงโชค
  - ผู้เล่นนำเลขที่อยู่หลังบัตรมาเป็นตัวบวกในสมการนั้น

- บัตรท้าทาย (ใช้เวลาคิดเลข 10 วินาที)
  - ผู้เล่นหยิบบัตรท้าทาย จะมีสมการให้นักเรียนคิดหาคำตอบ และจะมีเงื่อนไขอยู่ในบัตรนั้น คือ
    - ถ้าตอบถูก ได้เหรียญเพิ่ม 1 เหรียญ ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
    - ถ้าตอบถูก ได้เหรียญเพิ่ม 2 เหรียญ ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
    - ถ้าตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา

7. เมื่อผู้เล่นเดินครบ 1 รอบ จะได้เปิดบัตรเสี่ยงโชค 1 ใบ

<u>การยุติเกม</u>

1. ผู้เล่นคนใดมีเหรียญสีแดงถึง 40 เหรียญก่อนเป็นผู้ชนะ
2. ผู้เล่นคนใดสร้างสมการครบ 10 สมการก่อนเป็นผู้ชนะ

2.1.2 ครูแจกบอร์ดเกมและให้นักเรียนทบทวนการเล่นอีกครั้ง

2.2. การเล่นตามกติกา

2.2.1 นักเรียนเล่นบอร์ดเกมตามกติกาที่ครูอธิบาย

2.2.2 นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมในแต่ละรอบ จนเก็บเหรียญสะสมครบ 40 เหรียญ หรือ สร้างสมการครบ 10 สมการ อย่างใดอย่างหนึ่งก่อน สำหรับนักเรียนที่ไม่เข้าใจ ครูอธิบายเป็นรายบุคคล และใช้วิธีการเพื่อนสอนเพื่อน

2.3. การสรุปและอภิปรายผล

3.3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น และให้แรงเสริมทางบวก ด้วยการพูดชื่นชมนักเรียนที่ร่วมกันสรุปและอภิปรายผล พร้อมให้รางวัล ทำให้นักเรียนคนอื่นอยากร่วมสรุปและอภิปรายผล ดังนี้

จากที่นักเรียนเล่นบอร์ดเกม

1) นักเรียนได้พัฒนาทักษะอะไรบ้าง (*ตัวอย่าง เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการสังเกตุ ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์*)

2) นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมมีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร (*การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก*)

3) นักเรียนรู้สึกอย่างไรในการเล่นบอร์ดเกม (*ตัวอย่าง เช่น ตื่นเต้น สนุกสนาน*)

2.4. การประเมินผลการเรียนรู้

2.4.1 นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้

ชั่วโมงที่ 2 (50 นาที)

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ (15 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละคนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันของสมการในใบบันทึกสมการที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม เพื่อนำไปสู่การเขียนสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 การสรุป (20 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละคนตอบคำถาม 2 ข้อ ลงในใบบันทึกสมการ ดังนี้

1.1 จำนวนเต็มลบ บวกกับ จำนวนเต็มลบ ได้จำนวนเต็มอะไร (*จำนวนเต็มลบ*)

1.2 ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบบวกกับค่าสัมบูรณ์จำนวนเต็มลบได้จำนวนเต็มอะไร (*จำนวนเต็มบวก*)

4.2 นักเรียนเขียนสรุปความคิดรวบยอดที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมลงในใบบันทึกสมการ

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้จากการเล่นเกมอีกครั้ง จนได้ข้อสรุป *(การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ทำได้โดยการนำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบ)*

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (15 นาที)

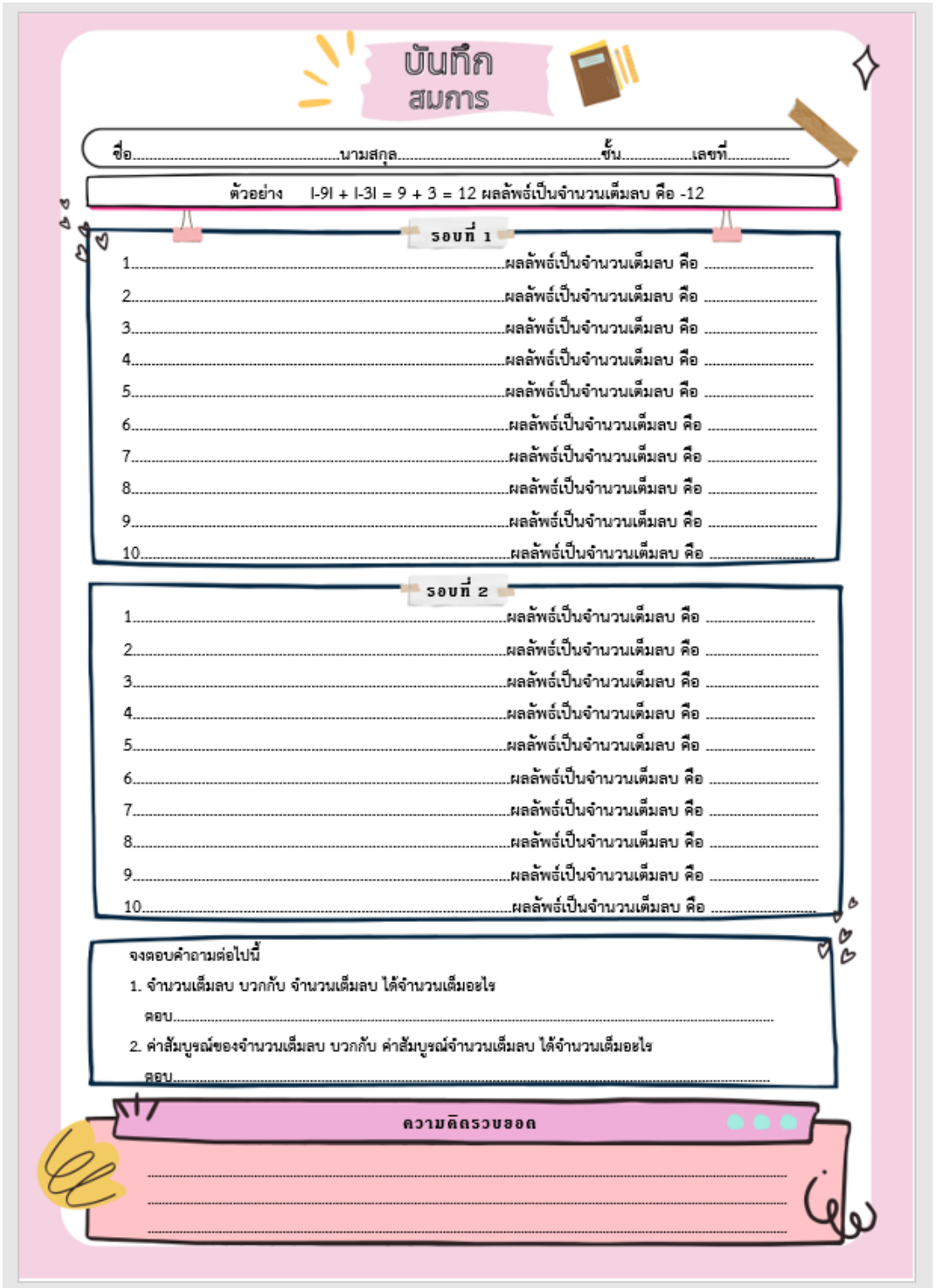
5.1 นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนเต็ม
2. บอร์ดเกม
3. ใบบันทึกสมการ
4. ใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้
5. ใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้	1. ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้ 2. ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ	1. ใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้ 2. ใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้ 2. ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ	1. ใบงานที่ 3 เรื่อง ทดสอบความรู้ 2. ใบงานที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีความใฝ่รู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

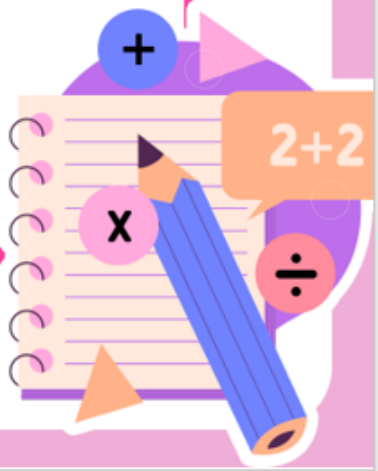

บันทึก
สมการ
ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
ตัวอย่าง I-9I + I-3I = 9 + 3 = 12 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ -12
รอบที่ 1
1.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
2.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
3.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
4.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
5.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
6.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
7.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
8.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
9.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
10.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
รอบที่ 2
1.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
2.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
3.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
4.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
5.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
6.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
7.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
8.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
9.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
10.....ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ .....
จงตอบคำถามต่อไปนี้
1. จำนวนเต็มลบ บวกกับ จำนวนเต็มลบ ได้จำนวนเต็มอะไร
ตอบ.....
2. ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ บวกกับ ค่าสัมบูรณ์จำนวนเต็มลบ ได้จำนวนเต็มอะไร
ตอบ.....
ความคิดรวบยอด
.....
.....
.....

ชื่อ-นามสกุล _____ ชั้น _____เลขที่_____

ใบงานที่ 3
เรื่อง ทดสอบความรู้

คำชี้แจง จงหาผลบวกต่อไปนี้

1. (-5) + (-3) = ...
2. (-8) + (-9) = ...
3. (-7) + (-2) = ...
4. (-6) + (-5) = ...
5. (-2) + (-3) = ...
6. (-1) + (-9) = ...
7. (-4) + (-8) = ...
8. (-3) + (-9) = ...
9. (-2) + (-2) = ...
10. (-9) + (-7) = ...



ชื่อ-นามสกุล_____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ใบงานที่ 4
เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงหาผลบวกของ (-12) + (-5) = ☐

|-12| + |-5| = 12 + 5

= .....

ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ คือ.....

2. จงหาผลบวกของ (-59) + (-6) = ☐

.....

.....

.....

3. จงหาผลบวกของ (-6) + (-45) = ...

4. จงหาผลบวกของ (-65) + (-9) = ...

5. จงหาผลบวกของ (-5) + (-78) = ...

6. จงหาผลบวกของ (-56) + (-4) = ...

7. จงหาผลบวกของ (-84) + (-2) = ...

8.จงหาผลบวกของ (-6) +(- 4) = ...

9. จงหาผลบวกของ (-4) + (4) = ...

10.จงหาผลบวกของ (-19) + (-9) = ...

แบบสังเกตพฤติกรรมความใฝ่เรียนรู้
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่เห็นได้ชัดเจนบ่อยครั้งให้	3	คะแนน
พฤติกรรมที่เห็นได้ชัดเจนบางครั้งให้	2	คะแนน
พฤติกรรมที่เห็นได้ไม่ค่อยชัดเจนให้	1	คะแนน
พฤติกรรมที่เห็นได้ไม่ชัดเจนให้	0	คะแนน

ที่	ชื่อ – สกุล	ตั้งใจเรียน				เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้				สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ				ตรงต่อเวลา	ซื่อสัตย์	สรุป	
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

ที่	ชื่อ – สกุล	ตั้งใจเรียน				เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้				สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ				ผลการเรียนรวม	ผลการเรียนเฉลี่ย	สรุป	
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0			ผ่าน	ไม่ผ่าน
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	

ชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

บอร์ดเกม

บวก ลบ ล่าเหรียญ
เหรียญ
สีแดง (-)
เหรียญ
สีนำเงิน (+)
บัตรท้าทาย
บัตรเสี่ยงโชค
START
หยุดเล่น1ตา
บัตรเสี่ยงโชค

บัตรเสี่ยงโชค

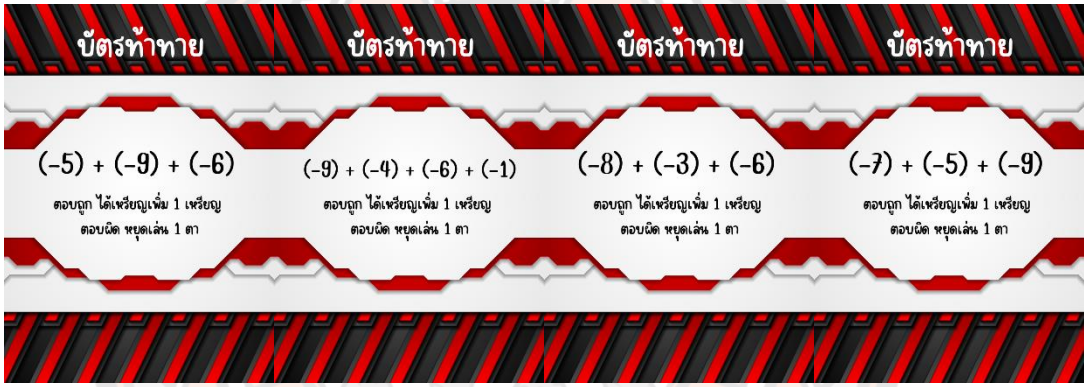
ด้านหน้า

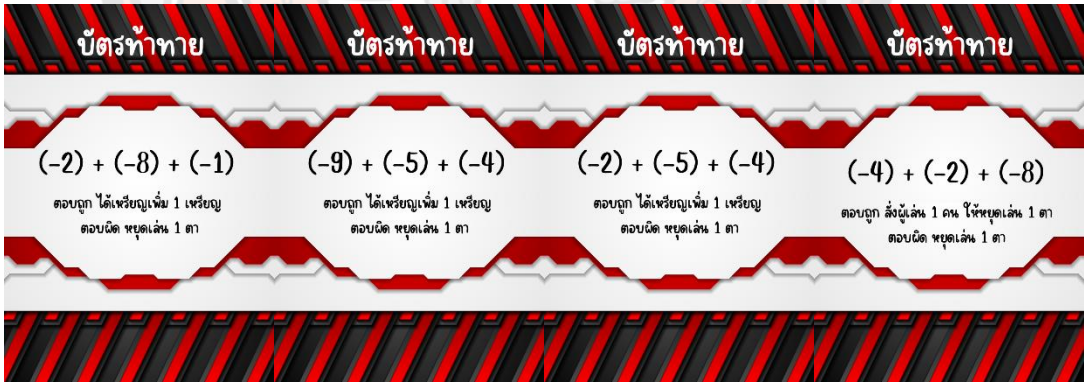
ด้านหลัง

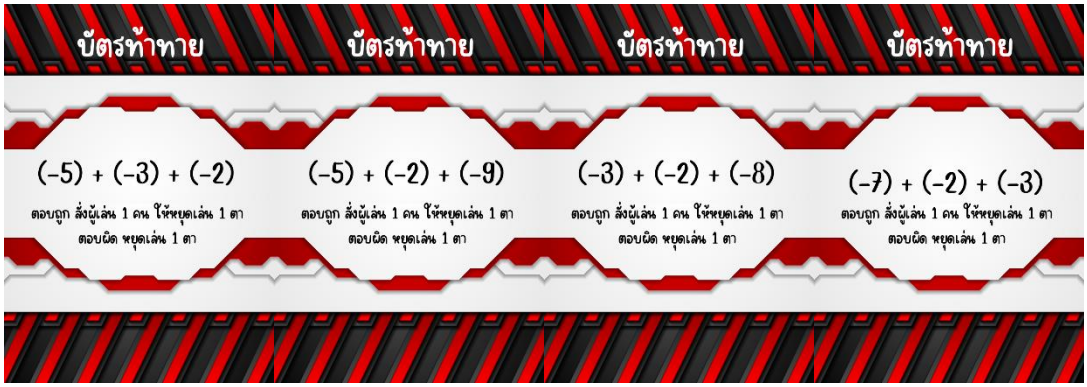
บัตรท้าทาย

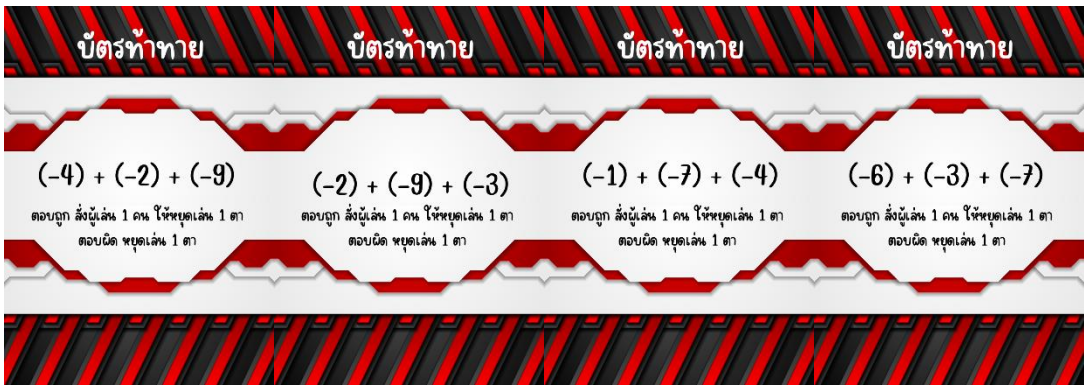
ด้านหน้า

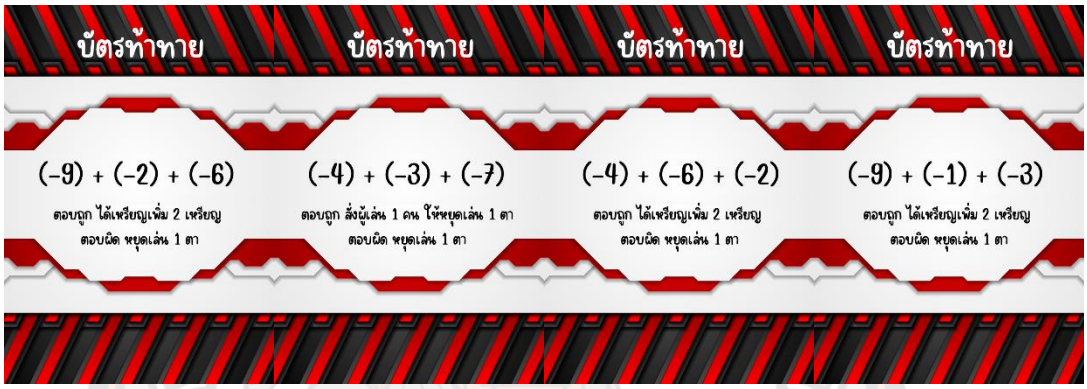
ด้านหลัง

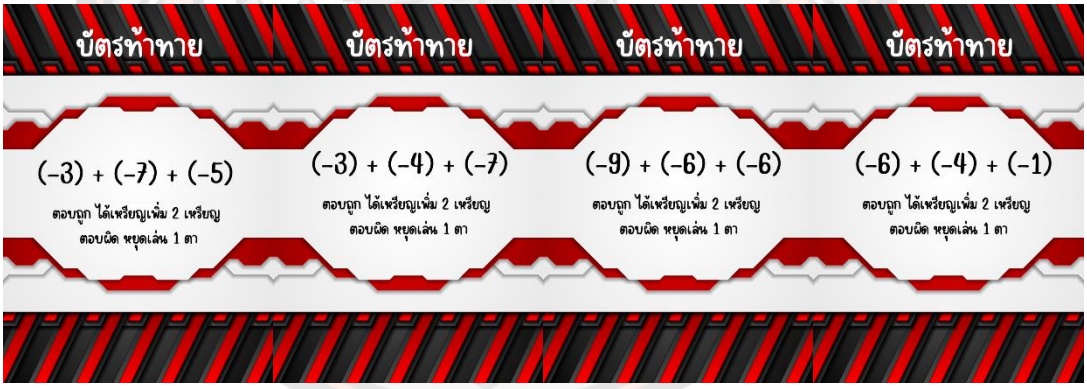


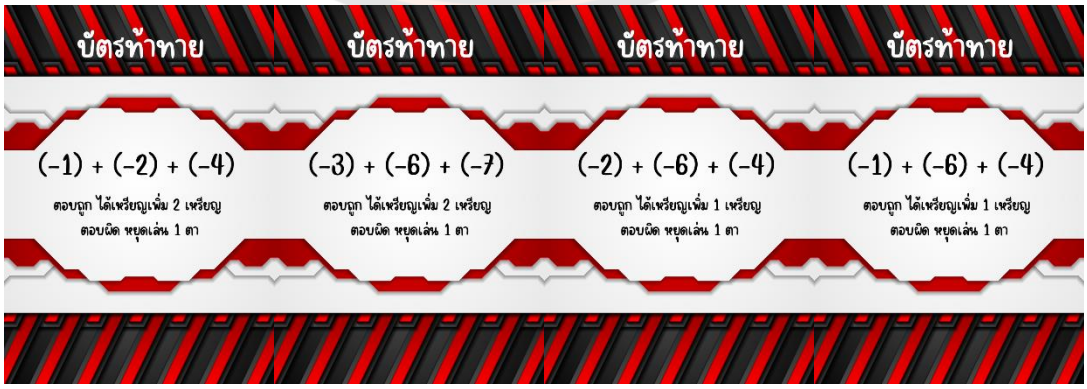





บัตรท้าทาย
(−4) + (−2) + (−9)
ตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−2) + (−9) + (−3)
ตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−1) + (−7) + (−4)
ตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−6) + (−3) + (−7)
ตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา


บัตรท้าทาย
(−9) + (−2) + (−6)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−4) + (−3) + (−7)
ตอบถูก สั่งผู้เล่น 1 คน ให้หยุดเล่น 1 ตา
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−4) + (−6) + (−2)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−9) + (−1) + (−3)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา


บัตรท้าทาย
(−3) + (−7) + (−5)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−3) + (−4) + (−7)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−9) + (−6) + (−6)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−6) + (−4) + (−1)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา


บัตรท้าทาย
(−1) + (−2) + (−4)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−3) + (−6) + (−7)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 2 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−2) + (−6) + (−4)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 1 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา
บัตรท้าทาย
(−1) + (−6) + (−4)
ตอบถูก ได้เพรียญเพิ่ม 1 เหรียญ
ตอบผิด หยุดเล่น 1 ตา

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

****

****

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อ พิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับตัวชีวัด					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
2.3 ครอบคลุมด้านความรู้					
2.4 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ					
2.5 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 มีขั้นตอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม					
4.3 พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม					
4.4 มีความเหมาะสมกับเวลา					
4.5 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน					
5. สื่อการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6. การวัดและการประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและการประเมินผลได้เหมาะสม					
6.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตาราง 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ที่พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					**4.67**	**0.00**	
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2.3 ครอบคลุมด้านความรู้	5.00	5.00	4.67	4.67	4.84	0.19	มากที่สุด
2.4 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
2.5 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					**4.64**	**0.04**	
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					**4.67**	**0.00**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.2 มีขั้นตอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม	4.67	4.67	4.33	4.33	4.50	0.20	มาก
4.3 พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.4 มีความเหมาะสมกับเวลา	4.33	4.33	4.00	4.00	4.17	0.19	มาก
4.5 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					**4.54**	**0.08**	**มากที่สุด**
5. สื่อการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.76	4.76	4.76	4.33	4.65	0.22	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.76	4.76	4.33	4.33	4.55	0.25	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					**4.55**	**0.24**	**มากที่สุด**
6. การวัดและการประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	$\overline{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6.2 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและการประเมินผลได้เหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	มาก
6.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	มาก
ค่าเฉลี่ย					**4.17**	**0.00**	
ค่าเฉลี่ยทุกด้าน					**4.54**	**0.06**	**มากที่สุด**

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 50 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนกากบาท (x) ทับอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

1. (-15) – □ = -28 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -43 ข. 43 ค. 13 ง. -13

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

2. 92 + □ = 81 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 11 ข. -11 ค. 173 ง. -173

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

3. □ – 23 = -5 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 18 ข. -18 ค. 28 ง. -28

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

4. □ + 38 = 63 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -101 ข. 101 ค. 25 ง. -25

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

5. 9 +□ = 21 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -12 ข. 12 ค. -30 ง. 30

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

6. □ + (-4) = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 37 ข. -37 ค. 29 ง. -29

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

7. (-83) + □ = 13 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 96 ข. -96 ค. 70 ง. -70

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

8. (-10) – (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 18 ข. -18 ค. 2 ง. -2

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

9. 8 – (-17) มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 25 ข. -25 ค. 9 ง. -9

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

10. (-13) + □ = -21 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 8 ข. -8 ค. 34 ง. -34

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

11. □ + 18 = 2 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -16 ข. 16 ค. 20 ง. -20

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

12. □ – 6 = -14 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 8 ข. -8 ค. 20 ง. -20

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

13. 14 – □ = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -19 ข. 19 ค. -33 ง. 33

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

14. □ + (-11) = -67 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -56 ข. 56 ค. 78 ง.-78

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

15. (-29) + 5 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -24 ข. 24 ค. 34 ง. -34

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

16. 17 – □ = 6 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 11 ข. -11 ค. 23 ง. -23

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

17. □ – (-5) = 41 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. -46 ข. 46 ค. 36 ง. -36

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

18. (-4) – □ = 0 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 4 ข. -4 ค. -8 ง. 8

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

19. 14 + (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 22 ข. -22 ค. 6 ง.-6

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

20. □ – (-3) = -6 คำตอบข้อใดถูกต้อง

ก. 3 ข. -3 ค. -9 ง. 9

จงใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องหน้าข้อความที่เป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือก

	การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก
	การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

****

คำชี้แจง

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นแบบให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นเหตุผลหรือคำอธิบายประกอบตัวเลือกจากตอนที่ 1 มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

+ 1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
– 1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

* * * * ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน * * * *

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

จุดประสงค์การเรียนรู้	**ข้อคำถาม**	**ความคิดเห็น**			**ข้อเสนอแนะ**
		+1	**0**	**-1**	
นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกได้	1. 4 + 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 9 ข. -1 ค. -9 ง. 1				
	2. 9 + □ = 21 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -12 ข. 12 ค. -30 ง. 30				
	3. 87 + 6 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 93 ข. -93 ค. -81 ง. 81				
	4. □ + 38 = 63 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -101 ข. 101 ค. 25 ง. -25				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้	5. (-7) + (-2) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 9 ข. 5 ค. -5 ง. -9				
	6. (-3) + (-9) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -6 ข. 6 ค. -12 ง. 12				
	7. (-13) + □ = -21 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 8 ข. -8 ค. 34 ง. -34				
	8. □ + (-11) = -67 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -56 ข. 56 ค. 78 ง.-78				
นักเรียนสามารถบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้	9. 6 + (-7) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -1 ข. 1 ค. 13 ง. -13				
	10. 14 + (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 22 ข. -22 ค. 6 ง.-6				
	11. 22 + (-15) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 37 ข. -37 ค. -7 ง.7				
	12. □ + (-3) = 3 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 0 ข. -9 ค. -6 ง. 6				
	13. □ + (-4) = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 37 ข. -37 ค. 29 ง. -29				
	14. 92 + □ = 81 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 11 ข. -11 ค. 173 ง. -173				
	15. (-5) + 2 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -7 ข. 7 ค. -3 ง. 3				
	16. (-14) + 7 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 21 ข. -21 ค. -7 ง. 7				
	17. (-29) + 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 24 ข. -24 ค. 34 ง. -34				
	18. □ + 6 = 4 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 2 ข. -2 ค. 10 ง. -10				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนสามารถบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้	19. □ + 18 = 2 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -16 ข. 16 ค. 20 ง. -20				
	20. -83 + □ = 13 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 96 ข. -96 ค. 70 ง. -70				
นักเรียนสามารถลบจำนวนเต็มได้	21. 6 – 3 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -9 ข. 9 ค. 3 ง. -3				
	22. 9 – 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 14 ข. -14 ค. -4 ง. 4				
	23. □ – 23 = -5 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 18 ข. -18 ค. 28 ง. -28				
	24. 17 – □ = 6 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 11 ข. -11 ค. 23 ง. -23				
	25. (-4) – □ = 0 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 4 ข. -4 ค. -8 ง. 8				
	26. □ – (-3) = -6 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 3 ข. -3 ค. -9 ง. 9				
	27. □ – (-17) = 5 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -22 ข. 22 ค. 12 ง. -12				
	28. (-10) – (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 18 ข. -18 ค. 2 ง. -2				
	29. (-2) – (-16) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 14 ข. -14 ค. 18 ง. -18				
	30. (-19) – (-1) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 18 ข. -18 ค. -20 ง. 20				
	31. □ – 6 = -14 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 8 ข. -8 ค. 20 ง. -20				
	32. (-15) – □ = -28 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -43 ข. 43 ค. 13 ง. -13				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนสามารถลบจำนวนเต็มได้	33. (-7) – 65 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 58 ข. -58 ค. 72 ง. -72				
	34. (-22) – 33 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -55 ข. 55 ค. 11 ง. -11				
	35. 9 – (-7) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -16 ข. 16 ค. -2 ง. 2				
	36. 5 – (-4) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 1 ข. -1 ค. 9 ง. -9				
	37. 8 – (-17) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 25 ข. -25 ค. 9 ง. -9				
	38. □ – (-78) = 82 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 160 ข. -160 ค. -4 ง. 4				
	39. □ – (-5) = 41 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -46 ข. 46 ค. 36 ง. -36				
	40. 14 – □ = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -19 ข. 19 ค. -33 ง. 33				

ตอนที่ 2 เป็นแบบให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นเหตุผลหรือคำอธิบายประกอบตัวเลือกจากตอนที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกได้ 2. นักเรียนสามารถบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้ 3. นักเรียนสามารถบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้ 4. นักเรียนสามารถลบจำนวนเต็มได้		การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก				
		การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ				
		การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า				
		ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตาราง 12 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1

โจทย์ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1. 4 + 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 9 ข. -1 ค. -9 ง. 1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	2. 9 + □ = 21 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -12 ข. 12 ค. -30 ง. 30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	3. 87 + 6 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 93 ข. -93 ค. -81 ง. 81	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	4. □ + 38 = 63 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -101 ข. 101 ค. 25 ง. -25	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	5. (-7) + (-2) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 9 ข. 5 ค. -5 ง. -9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	6. (-3) + (-9) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -6 ข. 6 ค. -12 ง. 12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	7. (-13) + □ = -21 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 8 ข. -8 ค. 34 ง. -34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	8. □ + (-11) = -67 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -56 ข. 56 ค. 78 ง.-78	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	9. 6 + (-7) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -1 ข. 1 ค. 13 ง. -13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	10. 14 + (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 22 ข. -22 ค. 6 ง.-6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	11. 22 + (-15) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 37 ข. -37 ค. -7 ง.7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	12. □ + (-3) = 3 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 0 ข. -9 ค. -6 ง. 6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

โจทย์ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
13	13. □ + (-4) = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 37 ข. -37 ค. 29 ง. -29	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	14. 92 + □ = 81 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 11 ข. -11 ค. 173 ง. -173	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	15. (-5) + 2 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -7 ข. 7 ค. -3 ง. 3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16	16. (-14) + 7 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 21 ข. -21 ค. -7 ง. 7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17	17. (-29) + 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 24 ข. -24 ค. 34 ง. -34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18	18.□ + 6 = 4 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 2 ข. -2 ค. 10 ง. -10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19	19.□ + 18 = 2 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -16 ข. 16 ค. 20 ง. -20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20	20. -83 +□ = 13 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 96 ข. -96 ค. 70 ง. -70	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21	21. 6 – 3 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -9 ข. 9 ค. 3 ง. -3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22	22. 9 – 5 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 14 ข. -14 ค. -4 ง. 4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23	23.□ – 23 = -5 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 18 ข. -18 ค. 28 ง. -28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24	24. 17 –□ = 6 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 11 ข. -11 ค. 23 ง. -23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
25	25. (-4) –□= 0 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 4 ข. -4 ค. -8 ง. 8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
26	26. □ – (-3) = -6 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 3 ข. -3 ค. -9 ง. 9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

โจทย์ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
27	27. □ – (-17) = 5 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -22 ข. 22 ค. 12 ง. -12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	28. (-10) – (-8) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 18 ข. -18 ค. 2 ง. -2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29	29. (-2) – (-16) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 14 ข. -14 ค. 18 ง. -18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
30	30. (-19) – (-1) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 18 ข. -18 ค. -20 ง. 20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
31	31. □ – 6 = -14 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 8 ข. -8 ค. 20 ง. -20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
32	32. (-15) – □ = -28 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -43 ข. 43 ค. 13 ง. -13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
33	33. (-7) – 65 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 58 ข. -58 ค. 72 ง. -72	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
34	34. (-22) – 33 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -55 ข. 55 ค. 11 ง. -11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
35	35. 9 – (-7) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -16 ข. 16 ค. -2 ง. 2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
36	36. 5 – (-4) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 1 ข. -1 ค. 9 ง. -9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
37	37. 8 – (-17) มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 25 ข. -25 ค. 9 ง. -9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
38	38. □ – (-78) = 82 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. 160 ข. -160 ค. -4 ง. 4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
39	39. □ – (-5) = 41 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -46 ข. 46 ค. 36 ง. -36	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
40	40. 14 – □ = 33 คำตอบข้อใดถูกต้อง ก. -19 ข. 19 ค. -33 ง. 33	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตอนที่ 2

โจทย์ข้อที่	รายการประเมิน		ความคิดเห็น			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1		การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ						
		การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า						
		ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ						

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สะท้อนครั้งที่ .....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
แผนการจัดการเรียนรู้.....เรื่อง.....
ครูผู้สอน นางสาวพิมผกา แท่งทอง สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ชื่อผู้สังเกต.....

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ใช้สำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบ จำนวนเต็ม ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมและครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนให้กับนักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 การนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การนำเสนอเกม เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีการเล่น การยุติเกมและแจกบอร์ดเกมให้นักเรียน

2.2 การเล่นตามกติกา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เริ่มเล่นบอร์ดเกม

2.3 การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน โดยครูใช้คำถามกระตุ้น

2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเล่นเกม โดยให้นักเรียนทำใบงาน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้ผู้เรียนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากการเล่นบอร์ดเกม

ขั้นที่ 4 การสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญ หรือความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับ เรื่อง การบวก และการลบ จำนวนเต็ม เป็นความคิดขั้นสุดท้ายที่เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่ระบุลักษณะร่วมหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วส่งผลให้สามารถแยกประเภทหรือจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกันโดยสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมและทราบจุดประสงค์ในการเรียนรู้ได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

2. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง

2.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกมหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักบอร์ดเกม อุปกรณ์ วิธีการเล่น การยุติเกมได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

2.1.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกม ตามกติกาได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

2.1.3 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปและอภิปรายผล โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อนำไปสู่การสรุปประเด็นเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกมได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

2.1.4 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเล่นบอร์ดเกม โดยให้นักเรียนทำใบงานได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

3. ขั้นการเปรียบเทียบ

3.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากการเล่นบอร์ดเกมได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

4. ขั้นสรุป

4.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากการเล่นบอร์ดเกมด้วยตนเองได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

1.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

5. ขั้นการนำไปใช้

5.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนนำ หลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้หรือไม่ อย่างไร

☐ ได้ ☐ ไม่ได้ ☐ ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบ จำนวนเต็มได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมนี้มีข้อดีอย่างไร สามารถเพิ่มเติมอะไรได้

.....

.....

.....

.....

.....

8. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกมนี้มีข้อเสียอย่างไร ควรปรับปรุงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

9. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ภาคผนวก ช คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รายบุคคลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปที่ 1

ลำดับที่	คะแนน				รวม (40 คะแนน)
	เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก (4 คะแนน)	เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ (4 คะแนน)	เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ (12 คะแนน)	เรื่อง การลบจำนวนเต็ม (20คะแนน)	
1	4	4	12	20	40
2	4	2	10	14	30
3	4	4	12	18	38
4	4	4	12	12	32
5	4	4	12	20	40
6	4	4	12	20	40
7	4	4	12	16	36
8	4	4	12	20	40
9	4	4	10	20	38
10	4	4	12	16	36
11	4	4	12	20	40
12	4	4	12	20	40
13	4	4	12	20	40
14	4	4	12	20	40
15	4	4	12	20	40
16	4	4	12	20	40
17	4	4	12	20	40
18	4	4	12	20	40
19	4	4	8	20	36
20	4	4	12	20	40