



ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ ในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

Teacher's Mathematical Subject Matter Knowledge (SMK) in Multiplication of Negative Integer in the Classroom Using Lesson Study and Open Approach

พิมพ์พันธุ์ ปันแสน¹⁾ เกียรติ แสงอรุณ²⁾ และ นฤมล ช่างศรี³⁾

Pimpan Pansaen¹⁾ Kiat Sangaroon²⁾ and Narumon Changsri³⁾

¹⁾ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Mathematics Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Assistant Professor, Department of Mathematics, Faculty of Science, Khon Kaen University

³⁾ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Mathematics Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กรณีศึกษาเป็นครูประจำการที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคำพิทยาสรรพ์ อำเภอคำชะโนด จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2555 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กรอบแนวคิดความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการสอนของ Ball, Thames, & Phelps [9] และแนวคิดการศึกษาชั้นเรียนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ [4]

ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหาโดยทั่วไป ครูกรณีศึกษาเข้าใจจำนวนเต็มลบที่เป็นจำนวนทั่วไปที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันแต่ยังมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 2) ความรู้ด้านเนื้อหาเฉพาะ ครูกรณีศึกษาใช้ความหมายการคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบโดยอาศัยเรื่องการบวกซ้ำ เป็นความรู้เฉพาะที่นำไปใช้สำหรับจัดเตรียมชั้นเรียนเนื่องจากความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านมาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษา นอกจากนี้ครูกรณีศึกษาได้ยึดความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์การคูณจำนวนเต็มและความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์มาใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้และใช้กำหนดเป้าหมายของบทเรียน 3) ความรู้ที่เป็นขอบเขตความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครูกรณีศึกษาอาศัยความรู้เนื้อหาเรื่องการบวกซ้ำจำนวนเต็มลบเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงมาสู่เนื้อหาเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบและสามารถนำแบบรูป (pattern) มาเชื่อมโยงจากเนื้อหาการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวกไปสู่เนื้อหาการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบได้

คำสำคัญ : ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ จำนวนเต็มลบ การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

Abstract

This research aimed to study mathematical subject matter knowledge (SMK) in the content of negative integer multiplication in the classroom which using the lesson study and open approach. Case study teacher was 7th grade mathematics teachers in academic year 2012. This data was collected by interviewing and classroom observe. Data collection and analysis according to lesson study incorporating Open Approach based on Inprasitha [4] SMK were analyzed by using conceptual framework of Ball, Thames, & Phelps [9]

The research found that SMK of the case study teacher were as the following; 1) Common Content Knowledge (CCK) a case study teacher know negative integer that is common in everyday life, but was still limited in its application to teaching and learning. 2) Specialized Content Knowledge (SCK) a case study teacher used the meaning of multiplying positive integer by negative integer by using the repeated addition as a specific knowledge to use for organizing a lesson. These knowledge is the information that students already know from elementary school. In addition a case study teacher had the knowledge about the rules for multiplying negative and proof in the lesson plan and the aim of lesson. 3) Knowledge at the Mathematical Horizon a case study teacher can use the content about repeated addition of negative integer as a basic content and connect to the content of multiplying negative integer and can also use the pattern to connect the content about multiplying negative integer by positive integer to the content of multiplying negative integer by negative integer.

Key Words : Mathematical subject matter knowledge, Negative integer, Lesson Study and Open Approach.

บทนำ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการสอน (Mathematical Knowledge for Teaching) ประกอบด้วยความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Subject Matter Knowledge: SMK) และความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) [9] ในการจัดการเรียนการสอนของครูจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลัก ดังนั้นครูจะต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ขั้นตอนและกระบวนการการแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้จะใช้เป็นขอบเขตในการจัดการเรียนการสอนของครูที่นำไปสู่ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ที่สำคัญความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์จะช่วยจัด

ระบบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูที่ครูใช้สำหรับจัดระบบแนวคิดแต่ละแนวคิดที่มีความสัมพันธ์กัน [12] เมื่อมองอย่างลึกซึ้งแล้วความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้เห็นส่วนของกระบวนการของข้อมูลที่ครูต้องนำไปใช้เพื่อสำหรับการพัฒนาความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนให้มีประสิทธิภาพ แต่สิ่งที่มองเห็นได้จากครูนั้นคือครูมีสมรรถนะและประสิทธิภาพเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เพียงพอ [17] และนอกจากนั้นครูควรจะต้องรู้เกี่ยวกับลำดับการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพแต่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูบางอย่างก็ยังไม่เป็นเช่นนั้นและมีความชัดเจนว่าครูที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เพียงพอย่อมส่งผลกระทบในการสอน [9]

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ [1] กล่าวว่าครูคณิตศาสตร์ในประเทศไทยมากกว่าร้อยละ 90

ใช้หนังสือเรียนเป็นสื่อการสอน กล่าวคือสอนตามเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ปรากฏในหนังสือเรียนเท่านั้น ดังนั้นนักเรียนจึงขาดบริบทหรือสถานการณ์ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ การสอนเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเพียงการสอนที่เทียบได้กับการบอกคณิตศาสตร์ (Talking Mathematics) เท่านั้น ในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เนื้อหาการคูณจำนวนเต็มลบปรากฏหลักเกณฑ์การคูณจำนวนเต็มและอธิบายการคูณจำนวนจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบเป็นไปตามหลักเกณฑ์การคูณเต็มที่กล่าวว่า การคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบจะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น และยกตัวอย่างขึ้นมาสองตัวอย่างนั่นคือ $(-7) \times (-5) = 35$ และ $(-8) \times (-2) = 16$ [6] จากตัวอย่าง 2 ตัวอย่างนี้ยังขาดการอธิบาย ความชัดเจน และขั้นตอนที่มาซึ่งคำตอบของการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบที่ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก อัจฉริยา พงศ์พิชญ [7] กล่าวว่าจำนวนเต็มลบมีความเป็นนามธรรมยากต่อการเรียนรู้มากกว่าจำนวนเต็มบวกถึงแม้จะเข้าใจในเรื่องของจำนวนเต็มบางส่วนแล้วก็ตามจำนวนเต็มลบสามารถเข้าถึงได้ยากเมื่อดำเนินการกับจำนวนเต็มลบในการบวกและการคูณ และ Periasamy & Zaman [16] ได้กล่าวว่านักเรียนส่วนมากขาดความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับทักษะและความเข้าใจเชิงความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็มลบในส่วนของการดำเนินการระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนอื่น ๆ สำหรับนักเรียนแล้วจะมีความยุ่งยากเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ Wu [18] กล่าวว่าคำถามส่วนมากในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมคือ ทำไม $(-2) \times (-3) = 2 \times 3$ หรือทำไมจำนวนเต็มลบคูณด้วยจำนวนเต็มลบจึงได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก และ Neubrand, Seago, Valderrama, DeBlois, &

Leikin. [15] ยกตัวอย่างข้อความของนักเรียน นักเรียนพูดว่า “เขาไม่เข้าใจว่าทำไม $(-1) \times (-1) = 1$ ” ดังนั้นครูควรมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดวิธีที่เป็นไปได้อย่างหลากหลายเพื่อใช้อธิบายข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต [5] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ [2] กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่มีส่วนช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนช่วยให้ครูได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนากระบวนการคิดมากขึ้น ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ [4] กล่าวว่า การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การนำเสนอปัญหาปลายเปิด การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา การอภิปรายเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น วิธีการแบบเปิดใช้ในขั้นตอนที่ 2 ของการศึกษาชั้นเรียน การศึกษาชั้นเรียนเป็นนวัตกรรมในการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัย ผู้วิจัย ผู้ช่วยนักวิจัยและครูที่เข้าร่วมในการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การสังเกตการสอนร่วมกันและขั้นตอนที่ 3 การสะท้อนผล หลังการสอนร่วมกัน [3] การศึกษาชั้นเรียนเปิดโอกาสให้ครูได้ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงานเพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่สำคัญและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ครูสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ที่ใช้ในชั้นเรียนและบริบทก่อนหน้านี้ วัตถุประสงค์ของการศึกษาชั้นเรียนไม่ได้เป็นเพียงการผลิตแผน

การจัดการเรียนรู้ที่ดีแล้วแต่ยังเป็นการสร้างความสามารถความเชี่ยวชาญและความรู้ของครูเพื่อใช้สำหรับการปรับปรุงการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ Cerbin & Kopp [11] และ Budak [10] ยังกล่าวสนับสนุนว่าการศึกษาระดับชั้นเรียนเป็นวิธีการสำหรับการพัฒนาวิชาชีพครู นอกจากนั้นการศึกษาระดับชั้นเรียนยังช่วยให้ครูพัฒนาความรู้ด้านเนื้อหาสำหรับการสอนของตัวเองและยังทำให้ครูยังเชื่อมั่นในตนเองและความสุขในการทำงาน

จากข้างต้นการจัดการเรียนการสอนเรื่องจำนวนเต็มลบมีความมีความเป็นนามธรรมยากต่อการเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการในเรื่องของคุณปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในเรื่องนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นคือครูจะต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดโดยใช้กรอบแนวคิดความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการสอนของ Ball, Thames, & Phelps [9] และแนวคิดการศึกษาชั้นเรียนของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ [4]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของการคูณระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนเต็มลบของครูประจำ

การที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรค์ อำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4

ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Subject Matter Knowledge: SMK) ประกอบด้วย

1) ความรู้ด้านเนื้อหาโดยทั่วไป (Common Content Knowledge: CCK) หมายถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มลบในส่วนที่เป็นความรู้ที่ใช้ในการจัดเตรียมชั้นเรียนที่นอกเหนือจากการสอน รวมถึงความสามารถของครูผู้สอนที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบและใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการคูณจำนวนเต็มลบได้อย่างถูกต้อง

2) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเฉพาะ (Specialize Content Knowledge: SCK) หมายถึงความรู้เฉพาะเจาะจงหรือเป็นแนวคิดที่สำคัญสำหรับการใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการคูณจำนวนเต็มลบรวมถึงนำไปใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนการสอน นำไปใช้เป็นความรู้ที่ใช้ในการจัดเตรียมชั้นเรียนและเป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับครูเพื่อใช้จัดลำดับการสอนเรียนรู้เรื่องการคูณจำนวนเต็มลบอย่างมีประสิทธิภาพ

3) ความรู้ที่เป็นขอบเขตความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Knowledge at the Mathematical Horizon) หมายถึงความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้เชื่อมโยงมาสู่เรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ และรวมไปถึงเนื้อหาในเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบที่เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาอื่น

2. ชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด หมายถึงชั้นเรียนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อาจเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน โดยที่ครู นักศึกษา ปฏิบัติปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาทำงานร่วมกัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือขั้นตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัด การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัย ผู้วิจัย

ผู้ช่วยนักวิจัย และครูที่เข้าร่วมในการวิจัย ขั้นตอน
ที่ 2 การสังเกต การสอนร่วมกัน ขั้นตอนที่ 3
การสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน วิธีการแบบเปิด
อยู่ในขั้นตอนที่ 2 ของการศึกษาชั้นเรียน การสอนด้วย
วิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน นั่นคือ
ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นตอนที่
2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการ
แก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบ
ร่วมกันทั้งชั้นเรียน ขั้นตอนที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยง
แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ
แบบกรณีศึกษา (Case Study)

1. กลุ่มเป้าหมาย

ครูประจำการที่สอนวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรค์
อำเภอ ขำสูง จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2555
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4
ที่เข้าร่วมในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์
ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study)
และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) โดยเริ่มใช้
นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเมื่อ
ปีการศึกษา 2549 และมีประสบการณ์การสร้าง
แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นผู้สอน เป็นผู้สังเกต
และเป็นผู้สะท้อนผล และนอกจากนั้นครูมี
ประสบการณ์การเปิดชั้นเรียนมากกว่า 6 ครั้ง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์
แบบกึ่งโครงสร้างโดยผู้วิจัยเตรียมประเด็นคำถาม
ในการสัมภาษณ์ แต่ไม่เคร่งครัดในโครงสร้างคำถาม
มีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ ประเด็น
การสัมภาษณ์เป็นประเด็นเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรม
การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และความรู้
ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ของครูเรื่องการคูณ
จำนวนเต็มลบ

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการคูณ
จำนวนเต็มลบ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น
กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์
ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ปัญหาในการ
จัดการเรียนการสอนเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ส่งหนังสือราชการเพื่อขอศึกษาบริบท
ทั่วไปของโรงเรียนและขออนุญาตเก็บข้อมูลจาก
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้กับ
ผู้อำนวยการโรงเรียนคูคำพิทยาสรรค์ เพื่อขออนุญาต
ศึกษาบริบททั่วไปของโรงเรียน สังเกตชั้นเรียนและ
เก็บข้อมูลวิจัย

3.2 เข้าไปศึกษาบริบททั่วไปของโรงเรียน
โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ในการศึกษาบริบททั่วไป
ของโรงเรียน และเข้าไปสังเกตชั้นเรียนเพื่อให้ครู
ผู้สอนและนักเรียนเกิดความเคยชิน เมื่อมีนักวิจัย
เข้าไปร่วมในชั้นเรียนเป็นเวลา 3 สัปดาห์

3.3 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมประชุมเพื่อ
กำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนขณะเก็บข้อมูล
โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ช่วงที่ 1 ในช่วงการสร้าง
แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วงที่ 2 ในช่วง
การสังเกตการสอนร่วมกันและช่วงที่ 3 ในช่วง
การสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน

3.4 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตาม
ที่วางแผนร่วมกันกับผู้ช่วยวิจัย

3.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นเทป
วีดิทัศน์ เทปเสียง และภาพนิ่ง เพื่อนำไปประกอบ
การสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ข้อมูลและทำการ
สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายในวันถัดไป

3.6 ผู้วิจัยนำเทปวีดิทัศน์บันทึกการเขียน
แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน เทปบันทึกช่วงการเรียน
การสอน เทปบันทึกช่วงสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
มาจัดทำเป็นโพโตคอลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์
ข้อมูลและคัดเลือกคุณภาพบนกระดานดำ บรรยายภาค
ในชั้นเรียน และรูปภาพผลงานนักเรียนเพื่อนำไปใช้
ประกอบการวิเคราะห์ข้อ

อภิปรายผล

ความรู้ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ (SMK)

ความรู้ด้านเนื้อหาโดยทั่วไป (CCK) เรื่อง การคูณจำนวนเต็มลบ

ครูภรณ์ศึกษากล่าวถึงจำนวนเต็มลบที่อยู่ในชีวิตประจำวัน โดยยกตัวอย่างเช่นการยืมเงิน ซึ่งหมายถึงการติดหนี้ แต่ผมของกีฬาและอุณหภูมิที่น้อยกว่าศูนย์องศาเซลเซียส ในส่วนแต่ผมกีฬา สุนัขเกอร์ครูภรณ์ศึกษาเคยได้นำมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมที่ใช้จัดการเรียนการสอนเรื่องการบวกลบจำนวนเต็มลบและกิจกรรมการคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ แต่ในส่วนของการคูณจำนวนเต็มลบที่เป็นอุณหภูมิที่น้อยกว่าศูนย์องศาเซลเซียสครูภรณ์ศึกษายังมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้กิจกรรมที่ใช้จัดการเรียนการสอน เนื่องจากจำนวนเต็มลบมีความเป็นนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับอัจฉริยา พงศ์พิชญ [7] ที่กล่าวว่าจำนวนเต็มลบมีความเป็นนามธรรมยากต่อการเรียนรู้มากกว่าจำนวนเต็มบวก ถึงแม้จะเข้าใจในเรื่องจำนวนเต็มบางส่วนก็ตาม จำนวนเต็มลบสามารถเข้าถึงได้ยากแตกต่างเมื่อดำเนินการกับจำนวนเต็มลบในการบวกและการคูณ และ ประภาศรี วิโรจน์กุลทอง กล่าวว่าจำนวนเต็มลบเป็นจำนวนชนิดใหม่ที่เราเริ่มให้นักเรียนรู้จักและเป็นเรื่องที่ค่อนข้างจะเป็นนามธรรม

การใช้สมบัติการคูณเข้าด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการเพื่ออธิบายเชื่อมโยงเนื้อหาเรื่องการคูณจำนวนเต็มไปสู่เนื้อหาเรื่องการหารจำนวนเต็ม แต่ครูภรณ์ศึกษา ยังขาดการอธิบายรายละเอียดในการใช้สมบัติการคูณเข้าด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการ ถึงแม้ว่านักเรียนจะเข้าใจแล้วก็ตามแต่ครูผู้สอนควรเน้นย้ำรายละเอียดในการใช้สมบัตินี้ให้นักเรียนมองเห็นอย่างชัดเจนและทำให้มองเห็นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของจำนวนที่เรียนก่อนหน้านี้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Akita [8] กล่าวว่าสมบัติทางคณิตศาสตร์มี

ความสำคัญที่ว่าการดำเนินการของจำนวนที่กว้างขึ้นจะสะท้อนให้เห็นถึงการดำเนินการของจำนวนก่อนหน้านี้อย่างเหมาะสม

ความรู้ด้านเนื้อหาเฉพาะ (SCK) เรื่อง การคูณจำนวนเต็มลบ

การใช้ความหมายการคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบโดยอาศัยเรื่องการบวกซ้ำ ถือว่าเป็นความรู้เฉพาะที่นำไปใช้สำหรับจัดเตรียมชั้นเรียนและใช้สำหรับการจัดการเรียนสอน เนื่องจากความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านมาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษา แต่ครูผู้สอนยังขาดการให้ความสำคัญเกี่ยวกับสมบัติสลับที่ของการคูณขาดการอธิบาย เน้นย้ำ ในช่วงจัดการเรียนการสอนซึ่งสมบัติสลับที่ของการคูณมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากต้องนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก เพราะครูจำเป็นต้องอย่างมากที่ต้องอาศัยสมบัติการสลับที่การคูณเข้ามาช่วยอธิบายเพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก เนื่องจากถ้าเป็นการคูณระหว่างจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวกจะไม่สามารถพูดถึงการคูณโดยอาศัยการบวกซ้ำได้ ตัวอย่างเช่น $(-3) \times 2$ จะไม่สามารถพูดถึงการคูณโดยอาศัยการบวกซ้ำได้ เพราะไม่มีความเข้าใจเลยเกี่ยวกับ 2 บวกกัน (-3) ครั้ง แต่ครูต้องอาศัยความรู้จากการคูณระหว่าง $2 \times (-3)$ ที่สามารถพูดถึงการคูณโดยอาศัยการบวกซ้ำได้ นั่นคือ $(-3) + (-3) = (-6)$ จากความรู้ในส่วนนี้ครูสามารถเชื่อมโยงไปสู่การคูณ $(-3) \times 2$ และได้คำตอบเป็น (-6) โดยอาศัยสมบัติสลับที่ของการคูณเป็นตัวช่วยในการอธิบายเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Isoda & Nakamura (2010) ที่กล่าวว่าไว้ว่าลำดับการคูณที่ถูกสอนในโรงเรียนประถมศึกษาพื้นฐานการคูณด้วยจำนวนเต็มเริ่มต้นการคูณโดยการบวกซ้ำแต่ไม่สามารถใช้กับทศนิยม เศษส่วนได้และจำนวนเต็มที่กว้างขึ้น กฎของการคำนวณจะถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานของขั้นตอนการคำนวณ (การสลับที่การ

เปลี่ยนหมู่และการกระจาย) จำนวนเหล่านั้นเมื่อนำมาคูณกับจำนวนเต็มบวก กฎการคำนวณถูกนำไปใช้เพื่อสร้างขั้นตอนการคำนวณ

ความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ถือเป็นความรู้เฉพาะของครูที่มีความจำเป็นสำหรับนำไปใช้ในการสอนและยังเป็นที่จำเป็นเพื่อนำไปใช้ในการจัดเตรียมชั้นเรียนรวมถึงการออกแบบการจัดการเรียนสอนของครูที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและถือเป็นความรู้ที่ครูจะต้องนำไปใช้เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นถึงความคิดรวบยอดของการคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ แต่ยังขาดความชัดเจนของการพิสูจน์ที่มา หรือสมบัติของการดำเนินการที่ใช้ในขณะพิสูจน์ เนื่องจากยังขาดการแสดงให้เห็นให้นักเรียนเห็นความชัดเจนเกี่ยวกับการพิสูจน์ ความไม่ชัดเจนนี้สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนที่ไม่เพียงพอและถ้าครูผู้สอนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เพียงพอก็ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการสอนในการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ Rowland, Martyn et al., อ้างถึงใน McDiarmid, Ball & Anderson. [14] ที่กล่าวว่าครูควรจะต้องรู้เกี่ยวกับลำดับการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ แต่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูบางอย่อย่างก็ยังไม่เป็นเช่นนั้นและมีความชัดเจนว่าครูที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เพียงพอย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการสอน

ความรู้ที่เป็นขอบเขตความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ

ครูคณิตศาสตร์อาศัยความรู้เนื้อหาเรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงมาสู่เนื้อหาเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ การให้ความหมายการคูณโดยการบวกจำนวนเต็มลบถือว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดในเรื่องนี้แล้วตั้งแต่ในระดับประถม เมื่อเปลี่ยนมาเป็นการคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ นักเรียนก็จะสามารถเข้าใจในเรื่องนี้ได้โดยไม่ยาก

เพราะถือว่าครูคณิตศาสตร์สามารถเข้าใจกระบวนการของนักเรียนที่ใช้แก้ปัญหาส่งผลให้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Fennema & Franke [12] ที่กล่าวว่ารู้เกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ ถือว่าเป็นการเข้าใจกระบวนการของนักเรียนที่ใช้แก้ปัญหาและทำให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

การพูดคุยกับครูคณิตศาสตร์สำหรับการเข้าไปเก็บข้อมูลควรทำความเข้าใจกับครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความหมายของคำที่ใช้ในการสื่อสาร คือ คำว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครู เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วหากกล่าวคำนี้สามารถเข้าใจได้ว่าเป็นความรู้ด้านเนื้อหาเพียงเท่านั้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อครูคณิตศาสตร์ที่เกิดความเข้าใจผิดและไม่อยากให้อ้างอิงวิจัย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปสามารถทำเป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและชั้นเรียนที่ไม่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

2.2 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปสามารถทำเป็นการวิจัยเชิงสำรวจเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูเพื่อการสอนเรื่องการคูณจำนวนเต็มลบ โดยใช้แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประเทศไทย

บรรณานุกรม

- [1] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. รายงานสภาวิจัยเรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเน้น กระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์. 2546.
- [2] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. “การสอนโดยวิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ในประเทศญี่ปุ่น”. *KKU Journal of Mathematics Education*. 1 (1), 1 - 17. 2547.
- [3] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. การเตรียมบริบทสำหรับการนำการพัฒนาวิชาที่ครูแบบญี่ปุ่นที่เรียกว่า การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) มาใช้ ในประเทศไทย. ใน ศิริพร วัชชวัลคุณ และ กิตติ ประเสริฐสุข (บรรณาธิการ). *เอกสารหลังการประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายญี่ปุ่นศึกษาในประเทศไทย ครั้งที่ 1 สังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สร้างสื่อจำกัด. 2550.
- [4] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. ลักษณะหนึ่งของการปรับใช้การศึกษาชั้นเรียนในประเทศไทย : การออกแบบหน่วยการเรียนรู้. *เอกสารประกอบกิจกรรมเปิดชั้นเรียน (Open Class) ระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2554 ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม 2555*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [5] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาตฟ้าว. 2552.
- [6] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. 2550.
- [7] อัจฉริยา พงศ์พิชญ. *การวิเคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการแสดงแทนจำนวนเต็มลบในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2551.
- [8] Akita, M. Extension to the Positive and Negative Numbers and Square Roots. In *Journal of Japan Society of Mathematical Education (Eds.). Special Issue (EARCOME5) Mathematics Education Theories for Lesson Study : Problem Solving Approach and the Curriculum through Extension and in Integration*. (pp. 56 - 57). Tokyo, Japan: Bunshoudo Insatsusho. 2010.
- [9] Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. “Content knowledge for teaching : What makes it special?”. *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 389 – 407. 2008.
- [10] Budak, A. “Mathematics teachers’ engaging in a lesson study at virtual settings”. *Educational Research and Reviews*, 7 (15), 338 - 343. 2012.
- [11] Cerbin, W., & Kopp, B. “Lesson Study as a Model for Building Pedagogical Knowledge and Improving Teaching”. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 18 (3), 250 - 257. 2006.

- [12] Fennema, E., & Franke, M. Teacher's knowledge and its impact. In Grouws, D. A. (Eds.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. National council of teachers of mathematics. The United States of America. 2005.
- [13] Isoda, M., & Nakamura, T. Technical Terms for Supporting Extension and Integration Sequences. In Curriculum In Journal of Japan Society of Mathematical Education (Eds.). **Special Issue (EARCOME5) Mathematics Education Theories for Lesson Study : Problem Solving Approach and the Curriculum through Extension and in Integration**. (p.37). Tokyo, Japan: Bunshoudo Insatusho. 2010.
- [14] McDiarmid, Ball & Anderson. Primary teacher trainees' mathematics subject knowledge and classroom performance. In T. Rowland & C. Morgan (Eds.). **Research in mathematics education Volume 2: Papers of the British Society for Research into Learning Mathematics**. (pp. 3 – 18). London: British Society for Research into Learning Mathematics. 2000.
- [15] Neubrand, M., Seago, N., Valderrama, C. A., DeBlois, L., & Leikin, R. The Balance of Teacher Knowledge: Mathematics and Pedagogy. In Even, R., & Ball, D.L. (Eds.). **The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics**. Springer Science: Business Media. 2009.
- [16] Periasamy, E., & Zaman, B. H. "Augmented Reality Remedial Worksheet for Negative Numbers: Subtraction Operation". **Lecture Notes in Computer Science**, 7067, 242 - 252. 2011.
- [17] Petrou, M., & Goulding, M. Conceptualising Teachers' Mathematical Knowledge. In Teaching. In Rowland, T., & Ruthven, K. (Eds.). **Mathematical Knowledge in Teaching**. (pp. 9 - 24). New York: acid-free paper. 2011.
- [18] Wu, H. H. **Understanding Number in Elementary School Mathematics**. American Mathematical Society (AMS). 2011.