

นิศากร บุญเสนา^{2*} (Nisakorn Boonsena)^{2*}

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหา และการสอนของทีมการศึกษาชั้นเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองตมหนองสูงเหลื่อม จังหวัดขอนแก่น เรื่องสมการ กลุ่มเป้าหมายคือ ครูประจำการจำนวน 3 คน นักศึกษาปฏิบัติการสอน จำนวน 1 คน ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกภาคสนาม วิดีทัศน์ แบบสอบถาม นำมาวิเคราะห์ตามกรอบความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560) เน้นการวิเคราะห์โพธิ์ทอด การบรรยายเชิงวิเคราะห์ และวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัย พบว่า ทีมการศึกษาชั้นเรียนมีการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน 1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน มีการใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์

Received: July 4, 2022; Revised: August 22, 2023; Accepted: August 27, 2023

เนื้อหาในหนังสือเรียน คาคการณ์แนวคิดของนักเรียน มีการใช้ความรู้ด้านการสอน ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึงปัญหาด้วยตัวเอง คาคการณ์ความยุ่งยากที่จะเกิดขึ้นของนักเรียน 2) การสอนและสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน ครูมีการใช้ความรู้ ด้านเนื้อหาและการสอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้เป็นปัญหาของนักเรียน สังเกต การตอบสนองและช่วยจัดลำดับแนวคิดของนักเรียนที่ไม่สมบูรณ์สู่แนวคิดที่สมบูรณ์ และ 3) การสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน วิเคราะห์ประเด็นปัญหา ตำแหน่งที่ควร พัฒนา แนวทางการพัฒนาการสอนในระยะยาว ซึ่งความรู้ เชิงบูรณาการด้านเนื้อหา และการสอน เป็นความรู้ที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวของความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ ด้านการสอน ความรู้เกี่ยวกับการคิดของนักเรียน เพื่อที่จะพัฒนาการสอนของครู ผ่านมุมมองของผู้เรียน และเป็นแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจในด้านเนื้อหา และการสอน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนต่อไป

คำสำคัญ: ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน, การศึกษาชั้นเรียน, วิธีการแบบเปิด

Abstract

The purpose of this research was to analyze the Pedagogical Content knowledge application of Lesson Study's Grade 7 of Nongtumngnguluan School, Khon Kaen. The target has 3 In-service teachers and 1 Pre-service. This research uses a mixed research methodology. Collect information from Lesson Study. The tools used for data collection were field note, video, questionnaire. The data will be analyzed according to the conceptual framework of Inprasitha (2017). Qualitative data analysis emphasizing protocol analysis and analytic description, quantitative research methodology in basic statistical analysis. The results show that Lesson Study's Pedagogical Content knowledge 1) Collaboratively design a research lesson (PLAN). Use content knowledge, try to solve problems on your own, analyze textbook content, predict students' ideas, use teaching knowledge, design activities, let students approach

problems personally and predict the difficulties they encounter. 2) Collaboratively observe the research lesson (DO) Teachers use content and teaching knowledge to present problem situations to students' problems, observe their reactions, and help students turn incomplete concepts into complete concepts. 3) Reflect on the research lesson (SEE) Lesson Study analyzes the long-term position of teaching development, in which Pedagogical Content knowledge is the perfect combination of content knowledge, teaching knowledge and students' thinking knowledge, to develop teachers' teaching from the perspective of learners and guide students to further organize the content and teaching understanding of learning activities.

Keywords: Pedagogical Content knowledge, Lesson Study, Open Approach

บทนำ

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้นเพื่อที่จะสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณและสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Partnership for 21st Century Learning, 2015) กระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 หลายประเทศได้ให้ความสำคัญกับการเตรียมทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพโดยให้ความสำคัญกับทักษะการคิด (Thinking Skill) เพื่อให้ทรัพยากรมนุษย์คิดเป็น คิดได้ ด้วยตัวเอง แต่ในปัจจุบันประเทศไทยยังคงเผชิญกับวิกฤติคุณภาพการศึกษาอยู่ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2559) การสอนแบบเดิมที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่ผู้เรียน มีจุดเน้นอยู่ที่ครูและเนื้อหา ครูที่สอนมานานมักจะมีความชำนาญในการถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่ผู้เรียน ดังนั้นในการปรับปรุงการสอนเป็นสิ่งที่ครูต้องการ จึงเป็นการการอบรมเนื้อหาเพิ่มเติมเป็นส่วนใหญ่ การสอนในลักษณะนี้ทำให้ช่องว่างระหว่างครูกับนักเรียนยิ่งกว้างขึ้น และไม่สามารถเข้าถึงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) การสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยตัวเองของนักเรียน ดังเช่นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ที่ครูมีความเชื่อว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองและมีวิธีการคิดที่หลากหลายพร้อมกันนี้

ได้สนับสนุนว่าการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนในชั้นเรียนสามารถนำไปสู่ข้อสรุปในบทเรียนนั้นได้ (นฤมล ช่างศรี, 2555)

แนวทางการพัฒนาแบบใดที่จะพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนและพัฒนาตัวครูไปในทิศทางเดียวกันได้บ้าง จากการพัฒนาวิชาชีพครูของญี่ปุ่นที่เรียกว่า “การศึกษาชั้นเรียน” (lesson study) เป็นนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนา และใช้ในประเทศญี่ปุ่นมาเมื่อประมาณ 130 ปีแล้ว ปัจจุบันได้รับการเผยแพร่ไปหลายประเทศทั่วโลก และยังมีในประเทศไทย เพราะการศึกษาชั้นเรียนทำให้ครูญี่ปุ่นมีโอกาสร่วมกันสร้างแนวคิดทางการศึกษาภายในงานภาคปฏิบัติของตนเอง เปลี่ยนมุมมองของตนเองเกี่ยวกับการเรียน (Takahashi, 2006) Fernandez and Yoshida (2004) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาชั้นเรียน คือการที่ครูร่วมกันศึกษาเอกสารในเชิงการสอนต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ และทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะใช้ในชั้นเรียนจริงร่วมกัน ซึ่งดูคุณภาพได้จากการสังเกตในชั้นเรียนจริง และอภิปรายร่วมกับเพื่อนครูและนักการศึกษาอื่น ๆ ว่าแผนนั้นมีผลต่อความเข้าใจของนักเรียนอย่างไร วิธีการปฏิบัติของการศึกษาชั้นเรียน ส่งผลต่อการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนในประเทศญี่ปุ่น ที่เปลี่ยนจากการสอนแบบบอกเล่าไปเป็นการสอนเพื่อความเข้าใจ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) ได้นำเสนอนวัตกรรมทางการศึกษา มาปรับใช้กับประเทศไทย นวัตกรรมอย่างแรกคือ นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) นวัตกรรมนี้ใช้สำหรับพัฒนาการทำงานร่วมกันของครูเพื่อปรับปรุงและพัฒนาวิธีการสอนแบบเปิดโดยตรง โดยทั่วไปครูไทยจะไม่ปรับปรุงหรือพัฒนาการสอนด้วยกัน เพราะถือเป็นเรื่องเฉพาะตัว แต่เนื่องจากการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เน้นการแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้อย่างกว้างขวาง เพื่อให้สถานการณ์ปัญหาสามารถรองรับแนวคิดของนักเรียนได้อย่างกว้างขวาง การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่จะมีต่อสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น การสังเกตแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นจริง และการสะท้อนผลเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียน จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งครูคนเดียวไม่สามารถทำได้ จึงจำเป็นที่ครูจะต้องเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ด้วยกัน ซึ่งไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) ได้ปรับขั้นตอนของ

Lesson Study ของญี่ปุ่นให้เหลือเพียง 3 ขั้นตอน 1) การร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 2) การร่วมกันสอนและสังเกตชั้นเรียนจริง และ 3) การสะท้อนผลการทำงานร่วมกันรายสัปดาห์ นวัตกรรมอย่างที่สอง คือวิธีการสอนแบบใหม่ที่เรียกว่า วิธีการแบบเปิด (Open Approach) หัวใจของวิธีการสอนแบบนี้อยู่ที่การให้ความสำคัญกับเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเฉพาะความแตกต่างด้านการคิด ครูจะสอนอย่างไร ที่ทำให้การคิดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนได้รับความสำคัญ โดยวิธีการภาคปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดได้ ดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูเตรียมโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา ที่เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ในชั้นเรียนแต่ละคาบ ให้นักเรียนได้มีโอกาสเผชิญกับโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสม เช่น โจทย์หรือสถานการณ์ที่มาจากชีวิตจริงและมีความหมายต่อนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบในชั้นเรียนแต่ละคาบ ให้นักเรียนมีโอกาใช้เวลาแก้ปัญหาด้วยตนเอง 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลต่อแนวคิดของตนเองหรือของเพื่อน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) และการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นการสอนที่เน้นเรื่องปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ไม่ว่าจะเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองในห้องเรียน หรือปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างครูกับนักเรียน และบทบาทสำคัญของครูในห้องเรียนจึงไม่ใช่การถ่ายทอดเนื้อหา แต่เป็นการสังเกตการณ์ การแก้ปัญหาด้วยตัวเองของนักเรียน บทบาทใหม่ในการสังเกตนักเรียนนี้ ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูที่สำคัญมาก เพราะนอกจากจะทำให้ครูยังสามารถดำเนินการสอนไปได้แล้ว ครูยังทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนได้มากมายเพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนของตัวเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

การสอนของครูนั้นควรจะส่งเสริมความเข้าใจมากกว่าแค่ท่องจำข้อเท็จจริง ความหมายของการเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ หนึ่งในคำถามสำคัญของการศึกษาที่เน้นการสอนเพื่อความเข้าใจ คือ การอธิบายลักษณะการเข้าใจแนวคิด ซึ่งครูคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ (Grossman, Wilson, & Shulman, 1989; Ball, 1993) วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวว่า

การทำความเข้าใจสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือคิดว่าพวกเขารู้ การเข้ามาในหลักสูตร จะช่วยให้เราออกแบบการสอนได้เหมาะสมยิ่งขึ้น ช่วยให้เราไม่เพียงแต่ใช้ประโยชน์ จากความรู้ที่ถูกต้องของพวกเขายังมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ แต่ยังระบุและเติมเต็มช่องว่าง จะเห็นได้ว่าความรู้ของครูเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพียงอย่างเดียว ไม่เพียงพอต่อการส่งเสริมความพยายามของครูที่จะสอนนักเรียน ให้เกิดความเข้าใจได้

ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาเชิงการสอน (pedagogical content knowledge) หรือ PCK เป็นความรู้ด้านเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงต่อการประยุกต์ใช้ ในการสอน ทั้งนี้คำดังกล่าวมีนัยสำคัญว่า เพียงแค่ความรู้ด้านเนื้อหา ไม่เพียงพอ สำหรับครูที่จะสอนให้ประสบความสำเร็จได้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและ การสอน เป็นความรู้ที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวของความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับ การคิดของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ศึกษาและการสอน ซึ่งได้แก่ หลักสูตร ความคิดรวบยอดของเนื้อหาเรื่องต่างๆ สื่อและอุปกรณ์ การสอน การสอนผ่าน มุมมองของผู้เรียน และการมีความสุขในการช่วยเหลือร่วมกันระหว่างเพื่อนครู (Carmen F., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560) ที่ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของครู (PCK) ส่งผลต่อการจัดการ เรียนการสอนของครูในชั้นเรียน ซึ่งกระบวนการแรกในการจะจัดการเรียนการสอน ในแต่ละคาบ ในการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนครูต้องหา PCK เริ่มจาก การวิเคราะห์เนื้อหาสาระจากหนังสือเรียนในแต่ละคาบเรียน เพื่อหาแนวคิด ของนักเรียน รู้ตำแหน่งความยุ่งยากของนักเรียน เพื่อให้สามารถจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ให้กับนักเรียน

โรงเรียนหนองตูมหนองงูเห่ล้อม จังหวัดขอนแก่น มีการเรียนรู้วัฒนธรรมการศึกษา ชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดภายใต้โครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 มีการสร้างทีมการศึกษาชั้นเรียน และ การทำวงจรรายสัปดาห์ที่เป็นการทำงาน ร่วมกันเชิงวิชาชีพครู ซึ่งประกอบด้วยครูประจำการจากหลากหลายวิชาเฉพาะและ นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ซึ่งมีประสบการณ์ชั้นเรียนและ การสอน ที่แตกต่างกันมาทำงานร่วมกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษากระบวนการ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงมุ่งเน้นที่การวิเคราะห์การใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของทีมการศึกษาชั้นเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองตมหนองงูเหลือม จังหวัดขอนแก่น หน่วยการเรียนรู้เรื่อง สมการ เพื่อที่จะเห็นถึงตำแหน่งการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน และเป็นแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจในด้านเนื้อหาและการสอนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์การใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของทีมการศึกษาชั้นเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองตมหนองงูเหลือม จังหวัดขอนแก่น

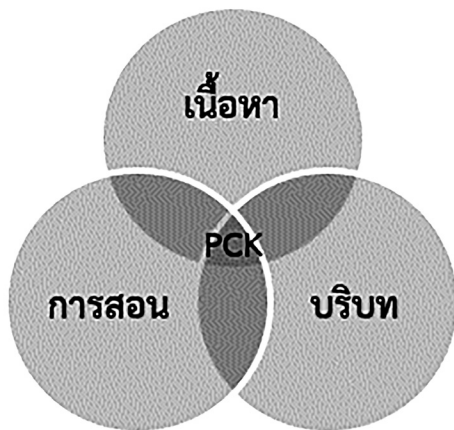
การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน (Pedagogical Content Knowledge)

Shulman (1986) กำหนดนิยามคำว่าความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน (pedagogical content knowledge) หรือ PCK เป็นความรู้ด้านเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงต่อการประยุกต์ใช้ในการสอน รู้วิธีนำเสนอหัวข้อในลักษณะที่ผู้อื่นสามารถเข้าถึงได้และเข้าใจแนวทางที่อำนวยความสะดวกหรือขัดขวางการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ทั้งนี้คำดังกล่าวมีนัยสำคัญว่า เพียงแค่ความรู้ด้านเนื้อหา ไม่เพียงพอสำหรับครูที่จะสอนให้ประสบความสำเร็จได้ความรู้ด้านเนื้อหาเชิงการสอนเป็นความรู้ที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวของความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับการคิดของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ศึกษา และการสอน ได้แก่ หลักสูตร ความคิดรวบยอดของเนื้อหาเรื่องต่างๆ สื่อและอุปกรณ์การสอน

แนวคิดทางญาณวิทยาของ PCK อธิบายได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงฐานความรู้ของเนื้อหาและการสอนที่มีขอบเขตที่จำเป็นเกี่ยวกับบริบท (ภาพที่ 1) สามารถ

อธิบายลักษณะของ PCK เป็นความรู้เชิงปฏิบัติของการสอนและการเรียนรู้ที่ขึ้นนำผ่านความรู้ตามบริบทของการวางแผนจัดการชั้นเรียน



ภาพที่ 1 ขอบเขตของความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน
ที่มา : Carmen (2014: 94)

Shulman (1987) กล่าวว่า การบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนคือการผสมผสานที่เฉพาะของเนื้อหาและการสอนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ของครู ที่เป็นรูปแบบเฉพาะของความเข้าใจในวิชาชีพ อีกทั้งยังระบุด้วยว่าความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนต้องรวมถึงความรู้ของผู้เรียนและคุณลักษณะของผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับบริบททาง วัตถุประสงค์และค่านิยม ตลอดจนฐานทางปรัชญาและประวัติศาสตร์

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน คือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการสอน ประกอบด้วยเนื้อหา (content) และ วิธีการสอน (Pedagogy) ซึ่งการบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน ต้องเข้าถึงความยุ่งยากของนักเรียน (identify student difficulty) ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนและวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน รู้ถึงความยากง่ายในการแก้ไขปัญหาของนักเรียน หลังจากนั้นก็จะนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับการสอน และออกแบบแผนการสอน การสอนจะเน้น

การเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน จากสิ่งที่มีความหมายในโลกชีวิตจริง (real world) ของนักเรียน เพื่อเคลื่อนย้ายไปสู่โลกคณิตศาสตร์ (Mathematical world) ด้วยการแก้ปัญหาและการคิดของนักเรียนเอง

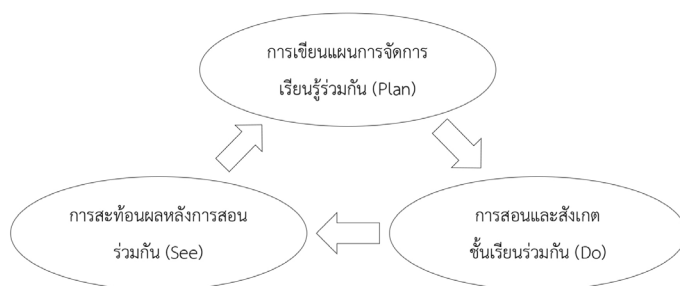
2. แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาชั้นเรียน

การพัฒนาวิชาชีพครูของญี่ปุ่นหรือที่ใช้คำในญี่ปุ่นว่า “kounaikenshuu” เป็นการพัฒนาวิชาชีพที่เน้นความต่อเนื่องและใช้โรงเรียนเป็นฐานในการพัฒนา โดยครูในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นต้องเข้าร่วม “kounaikenshuu” ดำเนินการโดยครู ประกอบไปด้วยกิจกรรมที่หลากหลายที่รวมเอากระบวนการพัฒนาโรงเรียนไว้ด้วยกัน ครูทำงานร่วมกันในกลุ่มที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกัน กลุ่มวิชาเดียวกัน เช่น กลุ่มคณิตศาสตร์ กลุ่มภาษา เป็นต้น กิจกรรมที่หลากหลายของแต่ละกลุ่มนี้ถูกทำให้สอดคล้องกับแผนการพัฒนาของโรงเรียนที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมายและเป็นจุดเน้นในแต่ละปี และองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของ “jugyokenkyu” คือ การศึกษาชั้นเรียน ซึ่งกลุ่มครูจะประชุมร่วมกันเพื่อที่จะออกแบบการจัดการเรียนรู้ นำไปใช้ทดสอบและปรับปรุงบทเรียนวิจัย (Stigler & Hiebert, 1999;109-112)

การศึกษาชั้นเรียนในภาษาอังกฤษใช้คำว่า “Lesson Study” แปลมาจากคำในภาษาญี่ปุ่น “jugyokenkyu” ที่ประกอบด้วยสองคำ คือ “juyo” ที่หมายถึง บทเรียนและ “kenkyu” ที่หมายถึงศึกษา (Study) หรือวิจัย (Research) ความหมายของคำว่า “Lesson Study” ที่ประกอบด้วยการศึกษาหรือการพิจารณาตรวจสอบเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอน ครูญี่ปุ่นมีวิธีการตรวจสอบการสอนของตัวเอง ผ่านการศึกษาชั้นเรียนโดยครูเข้าร่วมกระบวนการที่ถูกกำหนดได้อย่างดีที่รวมเอาการอภิปรายบทเรียนที่ครูได้วางแผนร่วมกันและสังเกตร่วมกันในครั้งแรก บทเรียนดังกล่าวนี้เรียกว่า “kenkyujugyo” ซึ่งเป็นการสลับคำจาก “jugyokenkyu” ดังนั้นจึงหมายถึงบทเรียนที่ศึกษาหรือบทเรียนวิจัย (study or research lesson) หรือ บทเรียนที่มีความเฉพาะเจาะจงที่เป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษาหนึ่งๆ บทเรียนที่ศึกษา “การศึกษา (studied)” โดยพยายามที่จะสำรวจเป้าหมายวิจัยที่ครูเลือกจะทำ (เช่น การเข้าใจวิธีการกระตุ้นนักเรียนให้เป็นผู้เรียนที่มีอิสระ ทำอะไรด้วยตนเอง) (Fernandez & Yoshida, 2004)

Inprasitha (2011) ได้กล่าวว่า การศึกษาชั้นเรียน (LS) ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษา สำหรับครูก่อนประจำการ (The prospective teacher education) ต่อมาความพยายามนี้ ได้ขยายไปสู่โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู โดยใช้การศึกษาชั้นเรียน (LS) เป็นฐานการนำการศึกษาชั้นเรียน เข้ามาในโรงเรียนของประเทศไทย มีสามขั้นตอนพื้นฐานของ LS ที่รวมเข้าด้วยกัน เริ่มต้นที่การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboratively design a research lesson) (plan) การสังเกตการสอนร่วมกัน (Collaboratively observing the research lesson) (Do) และการอภิปราย และสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน (Collaboratively discussing reflecting on research lesson) (See) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การศึกษาชั้นเรียนที่ได้ปรับในประเทศไทย

ที่มา : Inprasitha (2011)

ขั้น “Plan” ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับนักวิจัย ผู้ประสานงานโรงเรียน ผู้ช่วยนักวิจัย และครูผู้มีส่วนร่วม เรื่องการออกแบบบทเรียนวิจัย (Plan) ขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกกิจกรรมปัญหา ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด บนพื้นฐานของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

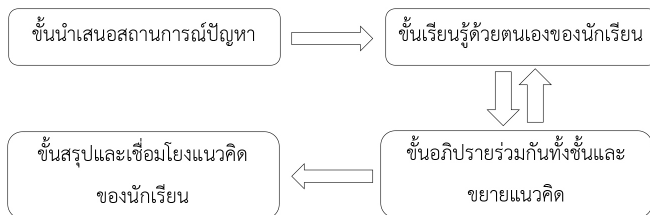
ขั้น “Do” ขั้นตอนนี้กลุ่มการศึกษาชั้นเรียน เรื่องการสังเกตบทเรียนวิจัย (Do) และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้สอนโดยครูในชั้นเรียนนั้น นอกจากนี้การเรียนการสอน ในชั้นเรียน เป็นการสังเกตโดยทีมผู้วิจัยผู้ประสานงานโรงเรียน ผู้ช่วยนักวิจัย และครูคนอื่น ๆ วัตถุประสงค์ของการสังเกต มุ่งเน้นไปที่วิธีการคิดของนักเรียน (Think Approach) และมุ่งไปที่ความสามารถทางการสอนของครู

ชั้น “See” ขั้นตอนนี้ทางทีมร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผล ของบทเรียนวิจัย และตรวจสอบข้อค้นพบ จากการสังเกตการสอน เพื่อปรับปรุงบทเรียนวิจัย บทเรียน วิจัยที่ได้ จะเก็บเป็นข้อมูลไว้ใช้อีกครั้งในปีต่อไป ขั้นตอนนี้จะดำเนินการ สัปดาห์ละครั้ง ลักษณะเฉพาะของขั้นตอนนี้ คือครูใหญ่ในโรงเรียน จะเป็นผู้นำในการประชุมนี้ และเป็นแรงจูงใจ ให้ครูทุกคนในโรงเรียน ได้เข้าร่วมการประชุม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด

Nohda (2000 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) กล่าวว่า การสอนด้วย วิธีการแบบเปิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทางคณิตศาสตร์ของตัวเองที่มาพร้อมกับการตัดสินใจ ในการเรียนรู้ด้วยตนเองในระดับหนึ่งมุ่งให้ผู้เรียนตอบสนองความสามารถของพวกเขา ควบคู่ไปกับระดับการตัดสินใจด้วยตัวเองในการเรียนรู้ของพวกเขา และสามารถขยาย หรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กล่าวอีกนัยหนึ่งครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจ ความคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อทำให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายขึ้น

Inprasitha (2011) กล่าวว่าในการสร้าง “ชั้นเรียนที่แก้ปัญหา” ลักษณะบาง อย่างของวิธีการแบบเปิด ได้รวมเข้าไปใน LS ที่ได้ปรับใช้ในประเทศไทย ซึ่งเป็นที่ สังเกตว่าวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ถูกใช้เป็นวิธีการสอน ในกระบวนการ ของ LS สี่ขั้นตอนของวิธีการสอนนี้คือ การนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด การเรียนรู้ ด้วยตนเองของนักเรียน การอภิปรายและการเปรียบเทียบของนักเรียนทั้งชั้น และ การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด
ที่มา : Inprasitha (2011)

1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เมื่อปัญหาปลายเปิดถูกนำเสนอในชั้นเรียน นักเรียนมักจะถามคำถามเช่น “คุณสมบัติอะไร (ความสัมพันธ์ข้อบังคับ วิธีการ ฯลฯ) ที่คุณสามารถหาได้” ซึ่งคำถามนี้อาจจะสร้างความสับสนให้กับนักเรียนบางส่วน ในช่วงแรกของการใช้วิธีการนี้ เพราะพวกเขาไม่คุ้นเคยกับการใช้ เงื่อนไขดังกล่าวเช่น คุณสมบัติความสัมพันธ์ข้อบังคับ วิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือการตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว จึงไม่สามารถเข้าใจถึงสิ่งที่พวกเขา คาดหวังที่จะทำ ในการช่วยนักเรียนให้เข้าใจความหมายของปัญหา วิธีการต่อไปนี้จะช่วยได้

2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' self-learning) เนื่องจากวิธีการแบบเปิด ให้ความสำคัญเป็นพิเศษเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นรายบุคคล ครูจะต้องเอาใจใส่ไม่กำหนดทิศทางที่เฉพาะเจาะจงของนักเรียนทั้งหมด โดยการนำข้อคิดเห็นบางส่วน of นักเรียน ที่เฉพาะเจาะจง ลักษณะของการสอนนี้เหมือนกับการสอนทั่วไป ประกอบด้วยการรวมกันของสองสิ่งคือ งานของแต่ละคน และการอภิปรายทั้งชั้นเรียน

3) ขั้นตอนการอภิปรายและการเปรียบเทียบของนักเรียนทั้งชั้น (Whole class discussion and Comparison) เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะได้จดบันทึกเกี่ยวกับการตอบสนอง วิธีการหรือวิธีแก้ปัญหา ที่ทำโดยบุคคลแต่ละคนและกลุ่มที่ศึกษาต่อมา ดังนั้น การใช้สมุดบันทึก หรือแผนงานอาจจะเป็นวิธีที่สะดวก สำหรับนักเรียนที่จะบันทึกข้อมูลนั้นนอกจากนี้ การเก็บรวบรวมแผนงาน หลังจากบทเรียน ครูสามารถใช้ในการประเมินการเรียนรู้ เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม

4) ขั้นตอนการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) ครูหรือนักเรียนควรจะใช้งานของแต่ละคนหรือกลุ่ม ของพวกเขาลงบนกระดานดำ เพื่อดูงานทั้งหมด นอกจากนี้ ครูควรจะรวมข้อเสนอทั้งหมดของนักเรียน แม้ว่าบางคน อาจจะคล้ายกันหรือซ้ำกับคนอื่น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริม เพื่อยืนยันว่างานของพวกเขามีความสอดคล้องกัน และสามารถรวมกันเป็นเรื่องเดียวกันกับนักเรียนคนอื่น แม้ในขณะที่ข้อเสนอบางอย่างผิดพลาด หรือไม่สมบูรณ์ ในการแสดงความคิด ครูควรจะมองพวกเขาในทางบวกและแก้ไขจากความเห็นจากนักเรียนคนอื่น

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยเน้นการวิเคราะห์โพรโทคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) รวมถึงระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากที่การศึกษาชั้นเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองตูมหนองงูเห่ล้อม จังหวัดขอนแก่น ซึ่งประกอบด้วย ครูประจำการ คนที่ 1 เป็นครูโรงเรียนหนองตูมหนองงูเห่ล้อม สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 รายวิชาวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์ในการสอนโดยใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) มากกว่า 3 ปีการศึกษา เป็นครูที่เข้าร่วมกิจกรรมการอบรม และร่วมกิจกรรม ในโครงการการพัฒนาพัฒนาครูและโรงเรียนเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยโหนดมหาวิทยาลัยขอนแก่น รุ่นที่ 1 ครูประจำการคนที่ 2 เป็นครูโรงเรียนหนองตูมหนองงูเห่ล้อม สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 - 3 รายวิชาคณิตศาสตร์ มีประสบการณ์ในการสอนโดยใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ปีการศึกษา และกำลังศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ชั้นปีที่ 2 ครูประจำการ คนที่ 3 เป็นครูโรงเรียนหนองตูมหนองงูเห่ล้อม สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 รายวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม มีประสบการณ์เข้าร่วมวางแผนการจัดการเรียนรู้ และสังเกตชั้นเรียนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด มากกว่า 3 ปี เป็นครูที่เข้าร่วมกิจกรรมการอบรม และร่วมกิจกรรม ในโครงการการพัฒนาพัฒนาครูและโรงเรียนเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยโหนดมหาวิทยาลัยขอนแก่น รุ่นที่ 1 และนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา จากสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิดทั้ง 4 คน ร่วมกันวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ร่วมออกแบบสถานการณ์ปัญหา คำสั่ง สร้างสื่อการสอน จัดการเรียนรู้ สังเกตชั้นเรียน และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยนี้ผ่านการตรวจสอบจริยธรรมการวิจัย และได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากสำนักงานอธิการบดี ศูนย์จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขสำคัญโครงการ HE653016 ตามประกาศมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับที่ 2178/2563 ข้อ 6.1 เรื่อง โครงการวิจัยในมนุษย์ที่เข้าข่ายการพิจารณาแบบยกเว้น (Exemption Research)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) แบบสอบถาม ใช้เก็บข้อมูลตามประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
- 2) แบบบันทึกภาคสนาม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยใช้บันทึกข้อมูลตามประเด็นสำคัญที่กำหนดไว้ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบกับเครื่องบันทึกวิดีโอที่ใช้ในการบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียงที่เกิดขึ้น และเครื่องบันทึกภาพนิ่ง ใช้บันทึกภาพนิ่ง เพื่อสื่อความหมาย ความรู้สึก อารมณ์ รวมทั้งทัศนคติ
- 3) แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยออกแบบในการเก็บรวบรวมประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
- 4) แบบบันทึกการสังเกต ผู้วิจัยออกแบบในการเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้ด้านเนื้อหาความรู้ด้านการสอน และความยุ่งยากของนักเรียน กำหนดค่าการแปลผลตามความถี่ เป็น พบการใช้บ่อยครั้ง บางครั้ง นาน ๆ ครั้ง และเป็นประจำ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ผู้วิจัยได้วางแผนศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิจัยประกอบไปด้วย เอกสารความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน (Pedagogical content knowledge) แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) การวิเคราะห์เนื้อหา ในหนังสือเรียน เรื่อง สมการในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หนังสือ Gateway to the future Math 1 For Junior High School สำนักพิมพ์ KEIRINKAN ศึกษาบริบทพื้นที่วิจัยของโรงเรียนหนองตูมหนองสูงเหลื่อม จังหวัดขอนแก่น ออกแบบเครื่องมือในการวิจัยและศึกษารอบการวิเคราะห์ข้อมูล

2) การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม ผู้วิจัยเข้าร่วมกับทีมการศึกษาชั้นเรียน ดำเนินการตามกระบวนการศึกษาชั้นเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสอนและสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน และการสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ 1) กลุ่มเป้าหมายร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้ช่วยผู้วิจัยดำเนินการสังเกตและ เก็บรวบรวมบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกภาคสนาม 2) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยกลุ่มเป้าหมายได้ทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนและสังเกตการสอน ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ทำหน้าที่สังเกตและบันทึกในชั้นเรียน โดยไม่มีการเข้าไปแทรกแซงการดำเนินการสอนของครูผู้สอน 3) ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการสอนสะท้อนผลบทเรียนหลังจากการสอนร่วมกัน เกี่ยวกับการบรรลุวัตถุประสงค์ในแต่ละคาบเรียน แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นจริงใน ชั้นเรียน และประเด็นอื่น ๆ จากการสะท้อนผลของกลุ่มเป้าหมาย

2. การใช้แบบสอบถาม โดยแบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดจำนวน 9 ข้อ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นทีมการศึกษาชั้นเรียนโรงเรียนหนองตุมหนองงูเหลือม จังหวัดขอนแก่น

3. การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์คือผู้วิจัย โดยผู้ตอบสัมภาษณ์เป็นทีมการศึกษาชั้นเรียนโรงเรียนหนองตุมหนองงูเหลือม จังหวัดขอนแก่น

3) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบบันทึกภาคสนามประกอบแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ตั้งแต่ต้นจนจบ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามปลายเปิด การบันทึกวิธีทัศน์ใช้การถอดข้อความเสียงเป็นข้อความโพรโทคอล ประกอบกับแบบบันทึกภาคสนาม ใช้การวิเคราะห์โพรโทคอล และการบรรยายเชิงวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มประเด็นสำคัญ ตามกรอบแนวคิดความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและ

การสอน ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560) และใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ได้จากโพรโทคอล ทำการวิเคราะห์เนื้อหาจัดการข้อมูลโดยใช้สถิติเบื้องต้น ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลตามประเด็นสำคัญ ตามกรอบแนวคิดความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560)

ผลการศึกษาและการอภิปราย

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์การใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของทีมนักศึกษาชั้นเรียนโรงเรียนหนองตูมหนองสูงเหลื่อม จังหวัดขอนแก่น ที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน ดังต่อไปนี้

1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่าทีมนักศึกษาชั้นเรียนมีการใช้ความรู้ด้านเนื้อหาโดยการทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเองจากหนังสือเรียน ทำการวิเคราะห์เนื้อหาในหนังสือเรียน เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ร่วมกัน และคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน นำไปสู่การใช้ความรู้ด้านการสอน เป็นการออกแบบกิจกรรม สื่อหลัก สื่อเสริม สถานการณ์ปัญหา ที่จะนำไปสู่ การที่นักเรียนจะเข้าถึงปัญหด้วยตัวเอง รวมทั้งมีการคาดการณ์ความยุ่งยากที่จะเกิดขึ้นของนักเรียน และการกำหนดประเด็นในการสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างทีมนักศึกษาชั้นเรียนร่วมกัน วิเคราะห์เนื้อหาในหนังสือเรียน Gateway to the future Math 1 For Junior High School สำนักพิมพ์ KEIRINKAN
ที่มา : พงศ์กมล ดอกอินทร์(ถ่ายเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2565)

การแก้ปัญหาคำ

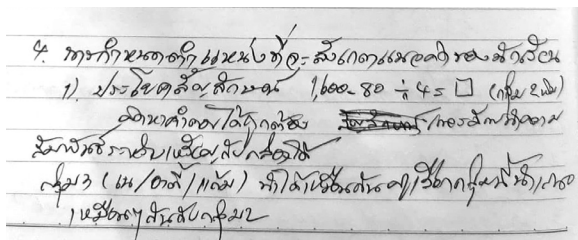
$$\begin{array}{l} \text{๑} \quad 4 + x + 40 = 100 \\ \text{๒} \quad 100 \div 4 = x + 40 \\ \text{๓} \quad 80 + 4x = 100 \\ \text{๔} \quad 4x + 80 = 100 \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \text{๑} \quad 100 \div 4 = 80 + x \\ \text{๒} \quad 100 \div 4 = x + 80 \\ \text{๓} \quad 100 - 80 \div 4 = \square \\ \text{๔} \quad 100 - 80 \div 4 = x \end{array} \right.$$

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยตนเองของครูเพื่อแยกแนวคิดของนักเรียนและครู

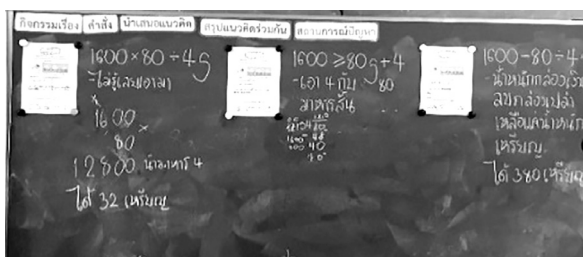
สู่การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน

ที่มา : พงศ์มกล ดอกอินทร์(ถ่ายเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2565)

2) การสอนและสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน พบว่าในขั้นที่ 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ครูผู้สอนพยายามใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและการสอนเพื่อที่จะนำปัญหาที่ออกแบบร่วมกันกับทีมการศึกษาชั้นเรียนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้เป็นปัญหาของนักเรียนเองโดยอาศัย สื่อ ที่ได้ร่วมกันออกแบบจากขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียน คอยสังเกตการณ์ตอบสนองของนักเรียนทั้งสี่หน้า ท่าทาง อารมณ์ ที่เกิดขึ้น เป็นไปตามการคาดการณ์ของทีมการศึกษาชั้นเรียนที่ได้คาดการณ์ไว้อย่างไร 2) ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ทีมการศึกษาชั้นเรียนมีการใช้สิ่งที่ได้คาดการณ์ความยุ่งยากของนักเรียนและการคาดการณ์แนวคิดที่เกิดขึ้น การตอบสนองของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้อย่างไร ครูคอยจัดเรียงแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ไปสู่แนวคิดที่สมบูรณ์ 3) ชั้นอภิปรายร่วมกัน ทั้งชั้นและขยายแนวคิด ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของตนเอง พร้อมเขียนแนวคิดของนักเรียนบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้เห็นและอภิปรายร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนสังเกตการตอบสนองของแนวคิด และแนวคิดที่จะสามารถพัฒนาต่อยอดของนักเรียน 4)ขั้นสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน ครูมีการใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและการสอนเพื่อค่อยๆ ให้นักเรียนช่วยกันจัดลำดับแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์มาสู่แนวคิดที่สมบูรณ์ เพื่อให้ได้เห็นภาพและสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในคาบเรียน ทีมการศึกษาชั้นเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดเพื่อที่จะนำไปออกแบบกิจกรรมในคาบถัดไป



ภาพที่ 6 ตัวอย่างสมุดบันทึกของทีมงานศึกษาชั้นเรียนที่บันทึกแนวคิดและการตอบสนองของนักเรียน
 ที่มา : พงศ์มกล ดอกอินทร์ (ถ่ายเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2565)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการใช้กระดานในการเขียนขยายแนวคิดของนักเรียน และการจัดเรียง
 แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ไปยังแนวคิดที่สมบูรณ์
 ที่มา : พงศ์มกล ดอกอินทร์ (ถ่ายเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2565)

3) การสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน พบว่าทีมงานศึกษาชั้นเรียนมีการสะท้อนผลครูผู้สอน มีการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่เพราะเหตุใด และระบุประเด็นปัญหา ประเด็นที่ควรพัฒนา มีประเด็นใดบ้างเสนอแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ทีมงานศึกษาชั้นเรียนมีการสะท้อน ประเด็นที่สังเกตจากชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้จากการสังเกตชั้นเรียนว่ามีแนวคิดใดบ้าง และแนวคิดใดบ้างที่ตรงกับแนวคิดที่คาดการณ์ไว้ แนวคิดใดบ้างที่แตกต่างจากที่คาดการณ์ไว้ เพราะเหตุใด สังเกตและวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแผนหรือไม่อย่างไร และแนวทางการพัฒนาการสอนในระยะยาว ซึ่งจะเห็นถึง การที่ครูได้ใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และการใช้การคาดการณ์ความยุ่งยากของนักเรียน เพื่อที่จะพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ต่อไป

Item ที่	ผู้พูด	ข้อความ	ภาพประกอบ
171	A	สิ่งที่เราจะทำต่อไปก็คือ เราจะคาดการณ์แนวคิด นะครับ เราจะคาดการณ์ทีละอย่าง ใหม่ คาดการณ์ทีละอย่างก่อน เอาเป็นประโยคสัญลักษณ์ก่อน ประโยคสัญลักษณ์ที่ที่ ก่อนละกัน เด็กน่าจะเขียน $1600 \div 4 = 80$ คนอื่นว่าไง	
172	B	$1600 \div 4 =$ สี่เหลี่ยม เพราะว่าหนูไปถามวันนี้ เหมือนเขาบอกว่า ประโยคสัญลักษณ์ จะต้องมี บวกลบคูณหาร แล้วก็เท่ากับสี่เหลี่ยม	
173	C	ยังไม่เขียนตัวเลขลงไป	
174	A	ฉันก็อีกอันหนึ่ง บวกทั้งหมด $1600 + 4 + 80 =$ สี่เหลี่ยม แนวคิดที่ถูกต้องเป็นยังไง	
175	C	$1600 \div 4 = 80$	
176	B	ไม่ๆ ค่ะ ต้องเป็น $1600 - 80 \div 4$	
177	A	แนวคิดที่ถูกต้องน่าจะเป็น $(1600 - 80) \div 4 =$ สี่เหลี่ยม อันนี้คือแนวคิดที่ถูกต้อง	

ภาพที่ 10 ตัวอย่างข้อความที่แสดงถึง การใช้ความรู้ด้านเนื้อหา (การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน)
ที่มา : พงศ์กมล ดอกอินทร์(ถ่ายเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2565)

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน

กระบวนการการศึกษา ชั้นเรียน	ความรู้เชิงบูรณาการ ด้านเนื้อหาและการสอน	ความถี่ (ครั้ง)	ร้อยละ	แปลผล
1) การวางแผนการจัดการ เรียนรู้ร่วมกัน	ความรู้ด้านเนื้อหา	54	25.00	บางครั้ง
	ความรู้ด้านการสอน	102	47.22	บ่อยครั้ง
	ความยุ่งยากของนักเรียน	60	27.78	นาน ๆ ครั้ง
	รวม	216	100	
2) การสอนและสังเกตชั้น เรียนร่วมกัน	ความรู้ด้านเนื้อหา	10	11.50	บางครั้ง
	ความรู้ด้านการสอน	57	65.52	เป็นประจำ
	ความยุ่งยากของนักเรียน	20	22.98	บางครั้ง
	รวม	87	100	
3) การสะท้อนผลหลังการ สอนร่วมกัน	ความรู้ด้านเนื้อหา	6	21.43	บางครั้ง
	ความรู้ด้านการสอน	13	46.43	บ่อยครั้ง
	ความยุ่งยากของนักเรียน	9	32.14	นาน ๆ ครั้ง
	รวม	28	100	

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าทีมการศึกษาชั้นเรียนในชั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน มีการใช้ความรู้ด้านการสอน บ่อยครั้ง คิดเป็นร้อยละ 47.22 ความยุ่งยากของนักเรียน นาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 27.78 และความรู้ด้านเนื้อหา บางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 25.00 ชั้นการสอนและสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน มีการใช้ความรู้ด้านการสอน เป็นประจำ คิดเป็นร้อยละ 65.52 ความยุ่งยากของนักเรียน บางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 22.98 และความรู้ด้านเนื้อหา บางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 11.50 และชั้นการสอนสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน การใช้ความรู้ด้านการสอน บ่อยครั้ง คิดเป็นร้อยละ 46.43 ความยุ่งยากของนักเรียน นาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32.14 และความรู้ด้านเนื้อหา บางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 21.43 พบว่า จากกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน ทีมการศึกษาชั้นเรียนมีการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน มีการใช้ความรู้ด้านการสอน มากที่สุด รองลงมาคือ ความยุ่งยากของนักเรียน และน้อยที่สุดคือ การใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ซึ่งสามารที่จะปรับปรุงในวงรอบถัดไป ของการทำงานจรรยาการศึกษาชั้นเรียน โดยเพิ่มประเด็นเกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในขั้นที่ 1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันของทีมการศึกษาชั้นเรียน

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์การใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2560) ของทีมการศึกษาชั้นเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองตูม หนองงูเห่ล้อม จังหวัดขอนแก่น ที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ในขั้นที่ 1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนมีการทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากหนังสือเรียน วิเคราะห์เนื้อหาสาระจากหนังสือ มีการคาดการณ์แนวคิด และคาดการณ์ตำแหน่งของความยุ่งยากและปัญหาของนักเรียน เพื่อกำหนดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จะนำสู่การจัดลำดับแนวคิด การใช้สื่อประกอบและสรุปบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ในขั้นที่ 2) การสอนและสังเกตชั้นเรียนร่วมกันและการสะท้อนผล ทีมการศึกษาชั้นเรียนสังเกตการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ การตอบสนองของนักเรียน และ 3) การสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน
 ที่มีการศึกษา ชั้นเรียน ระบุปัญหาและแนวทางการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ของที่การศึกษาชั้นเรียน

จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหา
 และการสอนของ ที่มีการศึกษาชั้นเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เห็นได้ว่า ครูมีกระบวนการ
 ที่ต้องมาทำงานร่วมกันเกี่ยวกับการวางแผนเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับ
 นักเรียน โดยไม่ได้จำกัดเฉพาะวิชาที่ตนเองสอนเพียงเท่านั้น มีการร่วมกันสังเกต
 ชั้นเรียนเพื่อเห็นพฤติกรรม การตอบสนองของนักเรียนและสะท้อนผลร่วมกันเกี่ยวกับ
 ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการแก้ปัญหาและจุดที่ควรพัฒนาต่อไป ซึ่งกระบวนการของ
 การศึกษาชั้นเรียนนั้นไม่สามารถแยกความรู้ด้านเนื้อหาหรือความรู้ด้านการสอนได้
 อย่างชัดเจนแต่จะอยู่ในลักษณะผสมผสานไปด้วยกันโดยมีความยุ่งยากของนักเรียน
 ที่จะเป็นส่วนเชื่อมโยงให้เห็นถึงความรู้ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับไมตรี อินทร์ประสิทธิ์
 (2560) ที่ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของครู (PCK)
 ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนของครูในชั้นเรียน ซึ่งกระบวนการแรกในการ
 จะจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ในการเขียนแผนการจัดการจัดการเรียนการ
 สอน ครูต้องหา PCK เริ่มจากการวิเคราะห์สาระจากหนังสือเรียนในแต่ละคาบเรียน
 เพื่อหาแนวคิดของนักเรียน รู้ตำแหน่งความยุ่งยากของนักเรียน เพื่อให้สามารถ
 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน และการบูรณาการด้านเนื้อหาและ
 การสอน ต้องเข้าถึงความยุ่งยากของนักเรียน ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์แนวคิด
 ของนักเรียนและวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน รู้ถึงความยากง่ายในการแก้ปัญหา
 ของนักเรียน หลังจากนั้นก็จะนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับการสอน
 และออกแบบแผนการสอน การสอนจะเน้นการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน
 จากสิ่งที่มีความหมายในโลกชีวิตจริง (real world) ของนักเรียน เพื่อเคลื่อนย้าย
 ไปสู่โลกคณิตศาสตร์ (Mathematical world) ด้วยการแก้ปัญหาและการคิดของนักเรียนเอง
 และ Carmen F. (2014) ได้กล่าวไว้อีกว่า เพียงแค่ความรู้ด้านเนื้อหา ไม่เพียงพอ
 สำหรับครูที่จะสอนให้ประสบความสำเร็จได้ ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหา
 และการสอน เป็นความรู้ที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวของความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้
 เกี่ยวกับการคิดของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ศึกษา การสอน ความคิด

รบบยอดของเนื้อหาเรื่องต่างๆ สื่อและอุปกรณ์การสอน การสอนผ่านมุมมองของผู้เรียน และการมีความสุขในการช่วยเหลือร่วมกันระหว่างเพื่อนครู จากกระบวนการการศึกษาชั้นเรียนที่เป็นกระบวนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครู ที่มีการทำงานร่วมกัน โดยทีมการศึกษาชั้นเรียนได้แสดงถึงการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน ซึ่งจะทำให้เห็นถึงตำแหน่งการใช้ความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน เพื่อที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความรู้ที่คงทนติดตัวนักเรียน และความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อที่จะเผชิญกับปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอนของทีมการศึกษาชั้นเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากวิจัยนี้ มีส่วนช่วยให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งของความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน ความยุ่งยากของนักเรียน หรือความรู้ เชิงบูรณาการด้านเนื้อหาและการสอน ที่จะเป็นมุมมองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกิดความรู้ที่คงทนติดตัวนักเรียน เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อที่จะสามารถเผชิญกับปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เห็นถึงกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู โดยครูมีพื้นที่ๆ ต้องมาทำงานร่วมกัน จากชั้นเรียนไปยังโรงเรียนและระดับเขตพื้นที่การศึกษา ตามลำดับ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ ด้วยได้รับความอนุเคราะห์และเอาใจใส่ให้คำปรึกษา เป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.นิศากร บุญเสนา ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล ช่างศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา สุจินะพงษ์ และอาจารย์ ดร.วิระศักดิ์ แก่นอ้วน เป็นอย่างสูงที่มีส่วนสร้างแรงบันดาลใจ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึงและ ผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ขอโน้มคอระวะแต่ผู้เขียนตำราวิชาการที่ได้ศึกษาค้นคว้าและใช้อ้างอิงทุกท่าน

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บรรณานุกรม

- นฤมล ช่างศรี. (2555). **ความเชื่อที่ครูตระหนักเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนภายใต้บริบทการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด** (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2560). **การทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนโดยวิเคราะห์ หนังสือเรียนคณิตศาสตร์** [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2559). **วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาในบริบทของการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์โดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด**. เอกสารประกอบการบรรยายในกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับบุคลากรในโรงเรียนโครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ขอนแก่น, ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). **กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน Processes of Problem Solving in School Mathematics**. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์และคณะ. (2546). **การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษ ที่ 21.**

กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

Carmen F. (2014). Knowledge Base for Teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): Some Useful Models and Implications for Teachers' Training, **Problems of education in the 21st century**, 60 ,79-100.

Ball, D. L. (1993). With an eye on the mathematical horizon: Dilemmas of teaching elementary school mathematics. **Elementary School Journal**, 93(4), 373–397.

Fernandez, C., & Yoshida M. (2004). **Lesson Study: A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. S. (1989). **Teachers of substance: Subject Matter knowledge for teaching**. In M. Reynolds (Ed.), *The Knowledge Base for Beginning Teachers* (pp. 23–36). New York: Pergamon.

Inprasitha, M. (2011). One feature of adaptive lesson study in Thailand Designing learning unit. **Journal of Science and Mathematics Education**, 34, 47-66.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, 15, 4-14.

Shulman, L. S. (1987). **Knowledge and teaching: Foundations of the new reforms**. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Stigler, J.W. & Hiebert, J. (1999). **The Teaching Gap: Best Ideas from the world's Teachers for Improving Education in the Classroom**. New York: The Free Press.

- Takahashi, K. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. **Cell**, 126(4), 663-76.
- Takahashi, A. (2006). "Types of elementary mathematics Lesson Study in Japan: analysis of features and characteristics", **Journal of Japan Society of Mathematical Education, Mathematics Education (in Japanese)**, 88(8), 2-14.
- The Partnership for 21st Century Learning. (2015). **P21 Framework Definitions**. Retrieved October 23, 2015, from https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015_9pgs.pdf