

กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรม เพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษา ชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

Theoretical Framework in Analysis of Abstraction Process for The Students' Concept Formation in Classroom Using Lesson Study and Open Approach

นิศรา สุทธิสังข์ (Nisara Suthisung)* ดร.เกียรติ แสงอรุณ (Dr.Kiat Sangaroon)**

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ จำนวน 4 คน ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยวิธีการสังเกต การถอดโปรโตคอล การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน และการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าจากบันทึกสนาม (fieldnote) โปรโตคอล และการสัมภาษณ์ผู้สอน จากการศึกษาพบว่า กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดภายใต้ชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเกิดจากการผสมผสานกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของ Skemp (1971) และกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของ Tall and Isoda (2007) กล่าวคือ กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของกระบวนการนามธรรม นั่นคือ การรับรู้ การกระทำ และการสะท้อน ในส่วนของการกระทำ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนของการดำเนินการ กลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด นั่นคือ ขั้นตอนการใช้วิธีการเดียว ขั้นตอนการใช้วิธีการที่หลากหลาย ขั้นตอนพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่ให้ผลลัพธ์เดียวกัน ขั้นตอนเกิดแนวคิดที่สำคัญ และขั้นตอนขยายแนวคิด ในแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการนามธรรมมีความสัมพันธ์กับลำดับการสอนโดยวิธีการแบบเปิดซึ่งถูกขับเคลื่อนมาจากการศึกษาชั้นเรียน

ABSTRACT

This article aims to present the theoretical framework in analysis of abstraction process for the students' concept formation in classroom using Lesson Study and Open Approach. The targeted group were 4 students from grade one Khookham Pittayasan. The research design of qualitative research was administered by techniques of observation, Protocol decipher-

* นักศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ing,, students' performance analysis, and triangulation technique from field note, protocol, teachers' interview. The research results revealed that the theoretical framework in analysis of abstraction process for the students' concept formation in classroom using Lesson Study and Open Approach was integrated by Skemp (1971) and Tall and Isoda (2007)' framework. It is divided into 3 basic important components: perception, action and reflection, on the part of action is divided into 5 steps of compression to thinkable concept. That is a procedure, multi-procedure, a process, thinkable concept and revise thinkable concept. Each component of the abstraction process is related to sequence of teaching of Open Approach which is driven force from Lesson Study.

คำสำคัญ: การศึกษาชั้นเรียน วิธีการแบบเปิด กระบวนการนามธรรม

Key Words: Lesson study, Open approach, Abstraction procees

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มุ่งหวังผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเนื้อหา และเป็นเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ความต้องการของครูคำนึงถึงการสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นกับนักเรียน บรรดาให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดด้วยตัวเองอย่างมีความหมายและใคร่รู้ที่จะทำความเข้าใจถึงกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพให้กับนักเรียน โดยคาดหวังว่าเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอด รวมถึงอาศัยเทคนิคหรือวิธีการสอนต่าง ๆ ที่นำมาใช้กับนักเรียน แต่ถึงกระนั้นครูเหล่านั้นยังไม่มีเครื่องมือที่ทำความเข้าใจกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดและมุมมองในการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการดังกล่าวของนักเรียน รวมถึงนักวิจัยและนักการศึกษาซึ่งมีเป้าหมายร่วมกันเพื่อแสวงหาเครื่องมือในการทำ ความเข้าใจการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนมีแง่มุมเชิงทฤษฎีสอดคล้องกันอย่างสำคัญตามแนวคิดของ Skemp [1] เสนอแนะถึงกระบวนการ

นามธรรมเป็นวิธีการสำคัญในการสร้างความคิดรวบยอด [2] พิจารณากระบวนการนามธรรมจากกิจกรรมการคิดเชิงพื้นฐานของมนุษย์ นั่นคือ การรับรู้ (perception) การกระทำ (action) และการสะท้อน (reflection) การพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องคือแนวคิดของ Tall [3] พิจารณาการพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอาศัยสองกิจกรรมการคิดเชิงพื้นฐานของมนุษย์ดังกล่าว นั่นคือ การรับรู้และการกระทำเพื่อพัฒนาไปสู่ความคิดรวบยอด และสอดคล้องกับแนวคิดของ Gray and Tall [4] อธิบายถึงการรับรู้และการกระทำในการพัฒนาไปสู่กระบวนการนามธรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นผ่านกลไกธรรมชาติการคิดของมนุษย์เพื่อดำเนินการกลั่นแนวคิด (compression) ให้กลายเป็นความคิดรวบยอดที่เรียกว่า “ความคิดรวบยอด (ที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง)” (thinkable concept)

นอกจากนี้ Gray and Tall [4] เสนอแนะว่าภายใต้กลไกของกระบวนการนามธรรมเป็นผลมาจากการดำเนินการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างความคิดรวบยอด (ที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง) การดำเนินการดังกล่าวทำให้มนุษย์สามารถคิดโดยทั่วไปและคิดอย่างคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการดำเนินการในระดับที่สลับซับซ้อนที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

และเป็นหัวใจสำคัญสู่การพัฒนาศักยภาพของการคิดมากขึ้น Tall [5] กล่าวถึงวิธีการใหม่ที่เกี่ยวข้องกันอย่างสำคัญกับครูและผู้วิจัยจะต้องคำนึงถึงแนวคิดดังกล่าว โดยเน้นย้ำถึงในปัจจุบันหลักสูตรคณิตศาสตร์ควรเน้นถึงการสร้างแนวคิดจากวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับการดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด (ที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง) แต่ถึงกระนั้นยังไม่มีหลักฐานแสดงถึงสิ่งเหล่านี้อย่างชัดเจน ดังนั้น นักวิจัยและนักการศึกษาจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจสิ่งเหล่านี้และแสดงสิ่งเหล่านี้ให้เห็นออกมาเป็นรูปธรรมมากขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับครูผู้สอน นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต่อไป [5]

แนวคิดที่สอดคล้องและสำคัญในการพิจารณากระบวนการนามธรรมของนักเรียน แนวคิดของ Tall and Isoda [6] อธิบายถึงชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดหรือความคิดรวบยอดจากการพิจารณาขั้นตอนผ่านการดำเนินการกลั่นแนวคิดไปสู่ความคิดรวบยอดใน 4 ลำดับชั้นจากวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาไปสู่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น แนวคิดดังกล่าวมีรากฐานมาจากแนวคิดของ Tall [7] กล่าวถึงการดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด (ที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง) ผ่านการดำเนินการ 5 ลำดับที่ต่อเนื่องกัน

ในชั้นเรียนไทยที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่มีความเฉพาะเพื่อพัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงการขับเคลื่อนการสอนเพื่อการวิเคราะห์และการสร้างชั้นเรียน ตามแนวคิดของ ไมตรี เอื้อจิตร และประกายคำ [8] เสนอแนะถึงการศึกษาชั้นเรียนมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนในบริบทของห้องเรียนจริง มุ่งเน้นถึงการกำหนดการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการให้เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นการสร้าง

แผนการสอนร่วมกัน ชั้นการสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน และชั้นการสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน รวมถึงการสร้างสถานการณ์ปัญหา การออกแบบสื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสนับสนุนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน และเน้นถึงการลำดับการสอนของครูตามแนวคิดของ Inprasitha [9] ในฐานะเป็นวิธีการสอนเพื่อการดำเนินการจัดกิจกรรมในห้องเรียนประกอบด้วย 4 ชั้น คือ ชี้นำเสนอปัญหา ชั้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา ชั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน และขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน การดำเนินการสอนดังกล่าวผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองและนำไปสู่ความเข้าใจสาระสำคัญต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา

อีกทั้งจากความคิดเห็นของครู 4 โรงเรียนในโครงการของศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนมาเป็นเวลา 6 ปี เกี่ยวกับการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูเหล่านี้คำนึงถึงการสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นกับนักเรียนของพวกเขาและปรารถนาให้นักเรียนของพวกเขาสร้างความคิดรวบยอดด้วยตนเองอย่างมีความหมายจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดได้จากการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เน้นปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยหรือเคยมีประสบการณ์มาก่อนในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการออกแบบสื่อและอุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถจับต้อง สัมผัส และเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยในขณะที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่ในสถานการณ์นั้นซึ่งช่วยให้นักเรียนมองภาพปัญหานั้น ๆ อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นและสนับสนุนการคิดของนักเรียน ทั้งในการคำนวณ การตรวจสอบคำตอบ และเป็นเครื่องมือในวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน

ด้วยเหตุนี้การศึกษานี้จึงถูกกำหนดขึ้นภายใต้บริบทของชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งถูกขับเคลื่อนมาจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การศึกษาชั้นเรียนเน้นวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

ซึ่งนำมาสู่แนวคิดสำคัญเพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา องค์ประกอบ ขั้นตอน และการทำงานของกระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เน้นการพิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านแนวคิดเชิงทฤษฎีซึ่งอาศัยการผสมผสานระหว่างกรอบแนวคิดของ Skemp [2] และ Tall and Isoda [6] เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบ ขั้นตอน และการทำงานของกระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการสร้างความคิดรวบยอดในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดจากการศึกษาดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี การพิจารณาความคิดรวบยอดของนักเรียนโดยมองผ่านกระบวนการนามธรรมในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งถูกขับเคลื่อนมาจากการใช้การศึกษาชั้นเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการศึกษาโดยอาศัยแนวคิด ดังนี้

1. การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

1) การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ในประเทศไทย ไมตรี เอื้อจิตร และประกาย คำ [8] ได้นำแนวคิดของการศึกษาชั้นเรียนจากประเทศญี่ปุ่นมาใช้โดยปรับให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานร่วมกันของผู้เกี่ยวข้องในการศึกษาชั้นเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างแผนการสอนร่วมกัน ขั้นสังเกตการสอนร่วมกัน และขั้นสะท้อนผลร่วมกัน

การศึกษานี้อาศัยพื้นที่ของการศึกษาชั้นเรียนในชั้นการสังเกตการสอนร่วมกันเพื่อเป็นพื้นที่ในการสังเกตแนวคิดของนักเรียนและการพิจารณา

เพื่อวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียน

2) วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

ตามแนวคิดของ Inprasitha [9] เสนอแนะถึงในชั้นเรียนที่ลำดับการสอนโดยการใช้วิธีการแบบเปิดที่รวมบูรณาการเข้าด้วยกันกับการศึกษาชั้นเรียนและวางแผนตามลำดับการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นนำเสนอปัญหา (posing open-ended problem situa) (2) ขั้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา (student's self learning) (3) ขั้นการอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน (whole class discussion) (4) ขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน (summary through connection)

การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองและนำไปสู่ความเข้าใจสาระสำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม การศึกษานี้อาศัยพื้นที่ของการลำดับการสอนโดยการใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนในชั้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นและผลักดันให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่สำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหาและนำไปใช้ต่อ

การวิเคราะห์หน้าแนวคิดเชิงทฤษฎีเพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนในการสร้างความคิดรวบยอดที่สัมพันธ์และมีความเกี่ยวข้องกับวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหาและนำไปสู่ความคิดรวบยอดของนักเรียน ดังต่อไปนี้

การศึกษานี้อาศัยการพิจารณากระบวนการนามธรรมเพื่อพัฒนาไปสู่ความคิดรวบยอดโดยวิเคราะห์การดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด (ที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง) ซึ่งเป็นกลไกการคิดที่เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ ตามแนวคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนไทยที่ใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการแก้ปัญหา

2. แนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนเพื่อสร้างความคิดรวบยอด

1) การดำเนินการกลั่นแนวคิดสู่ความคิดรวบยอดที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง (**compression to thinkable concept**) ตามแนวคิดของ Tall and Isoda [6] อธิบายถึงชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ไม่จำกัดวิธีการคิดของนักเรียนเป็นผลทำให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลาย แนวคิดดังกล่าวพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาและทำให้เกิดแนวคิดสำคัญที่เกิดขึ้นผ่าน 4 ลำดับขั้นที่ต่อเนื่องจากวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาไปสู่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ดังนี้ (1) การใช้วิธีการเดียวสู่ความสำเร็จของการดำเนินการแก้ปัญหา (a procedure) (2) การใช้วิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย เพื่อการเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุด (multi-procedure) (3) การตระหนักถึงวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอาจเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน แต่วิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันนี้ให้ผลลัพธ์เดียวกัน (an overall process) (4) ผลลัพธ์ถูกพิจารณาว่าเป็นความคิดรวบยอดในตัวเอง (a thinkable concept) (หรือเป็นความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ (procept) ตามแนวคิดของ Gray and Tall [10] พิจารณาสัญลักษณ์ในฐานะเป็นกระบวนการที่เป็นทวิลักษณะของการดำเนินการคำนวณจากวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความคิดรวบยอดที่เป็นผลลัพธ์จากการดำเนินการของการใช้วิธีการต่าง ๆ)

นอกจากนี้แล้วแนวคิดของ Poynter [11] กล่าวถึงวิธีการในการดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอดโดยพิจารณาลำดับการดำเนินการกลั่นแนวคิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเชิงกายภาพ นั่นคือ (1) การกระทำเดียวกับวัตถุเชิงกายภาพ (action) (2) การกระทำที่หลากหลาย (multi-action) (3) ผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำนั้นเหมือนกัน (same effect) และ (4) นักเรียนแสดงผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำเป็นรูปแบบเดียวกัน

(effect as prototype) ตามแนวคิดของ Tall [5] กล่าวถึงการดำเนินการที่คู่ขนานกันของโลกเชิงกายภาพด้วยปฏิสัมพันธ์กับสื่อหรือวัตถุเชิงกายภาพ ซึ่งเกิดขึ้นในลักษณะที่คู่ขนานกับโลกเชิงสัญลักษณ์ ในการคิดคำนวณของการดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด

การศึกษานี้อาศัยการวิเคราะห์วิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาและนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ขั้นตอนของกระบวนการนามธรรมเพื่อนำมาอธิบายถึงการทำงานของกระบวนการนามธรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดซึ่งถูกขับเคลื่อนมาจากการศึกษาชั้นเรียนเพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนในการสร้างความคิดรวบยอดในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด วิธีการวิจัยผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลในฐานะผู้สังเกตแบบมีส่วนร่วมในบริบทการใช้การศึกษาชั้นเรียนเพื่อเรียนรู้และอธิบายวัฒนธรรมในการจัดการเรียนการสอนเป็นระยะเวลา 4 ปี พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ เป็น 1 ใน 4 โรงเรียนซึ่งอยู่ภายใต้โครงการของศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเข้าร่วมโครงการมาเป็นเวลา 6 ปี เป็นโรงเรียนขยายโอกาสขนาดเล็กชั้นละ 1 ห้องเรียน ที่มีการใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิดครบทุกชั้นเรียน ห้องเรียนที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยและทีมนักวิจัยเข้าร่วมการดำเนินการสังเกตแบบมีส่วนร่วมตลอดทั้ง 3 ขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน ภูมิหลังของครู นักศึกษาฝึกสอน ครูผู้สังเกตการณ์สอน นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และการดำเนินการขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียน อาศัยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (observation participate) ในการดำเนินการ 3 ขั้นตอนในวิธีการศึกษาชั้นเรียน โดยผู้วิจัยเข้าทำการสังเกตแบบมีส่วนร่วมตลอดระยะ

เวลา 4 ปี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550-2553 เพื่อเรียนรู้และอธิบายวัฒนธรรมการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย (โรงเรียนกลุ่มเป้าหมายเข้าร่วมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การศึกษาชั้นเรียน ตั้งแต่ปีการศึกษา 2549) ดังนั้น ปีการศึกษา 2550 ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย ปีการศึกษา 2551 ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อเรียนรู้ธรรมชาติการคิดของนักเรียนในชั้นเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อสร้างสมมุติฐานการวิจัย และปีการศึกษา 2553 ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลการวิจัย

การศึกษาข้อมูลจากการใช้การศึกษาชั้นเรียน ผู้วิจัยใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในการดำเนินการของการศึกษาชั้นเรียนในโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้อมูลที่ใช้เพื่อการศึกษาอาศัยการดำเนินการขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนจากการสังเกตทั้งสามขั้นตอนแบ่งเป็น ดังนี้

การเขียนแผนการสอนร่วมกัน ผู้วิจัยสังเกตและจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แผนการสอนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน การคาดหมายแนวคิดของนักเรียน การพิจารณาการใช้สื่อเพื่อสนับสนุนการคิดคำนวณเชิงสัญลักษณ์ การกำหนดคำสั่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติตาม การสร้างสถานการณ์ปัญหาจากหนังสือเรียนญี่ปุ่น การวางแผนการสอนใน 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด

การสังเกตการณ์สอนร่วมกัน ผู้วิจัยสังเกตจดบันทึก และใช้เครื่องมือเพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากการสอนในวิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน และขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน และอาศัยวิธีทัศน์ เครื่องบันทึกภาพ เครื่องบันทึกเสียง ผลงานของนักเรียนจากงานเขียน และนำข้อมูลที่ได้มาทำการถอดโปรโตคอลเพื่ออธิบายตีความ การสัมภาษณ์ครูผู้สอน นักศึกษาฝึกสอนและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

การสะท้อนผลร่วมกัน ผู้วิจัยสังเกตและจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลของครูผู้สอน นักศึกษาฝึกสอน ครูผู้สังเกต ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของนักเรียนที่ได้คาดการณ์ไว้และแนวคิดของนักเรียนที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ รวมถึงแนวคิดของนักเรียนที่แปลกใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลในชั้นสร้างแผนการสอนและชั้นสังเกตการสอนร่วมกัน

การดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดโดยการเข้าถึงของผู้วิจัย อาศัยการบันทึกวิธีทัศน์ การบันทึกภาพ การถอดโปรโตคอล การบันทึกเสียง การบันทึกภาคสนาม การสัมภาษณ์ครูผู้สอน นักศึกษาฝึกสอน และข้อมูลจากการสังเกตในชั้นของการสร้างแผนการสอน จากโปรโตคอล บันทึกสนามและการสัมภาษณ์ผู้สอนเพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าตามกรอบการวิเคราะห์ที่ได้สร้างขึ้น (ดังจะกล่าวต่อไป)

กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 คน (นักเรียนกลุ่มสอง) ประกอบด้วยนักเรียนชาย 1 คน นักเรียนหญิง 3 คน อายุ 6-7 ปี และการสัมภาษณ์จากผู้เกี่ยวข้องในการใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนที่ได้ทำการสังเกต ประกอบไปด้วยครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อายุ 58 ปี มีประสบการณ์สอนในวิชาคณิตศาสตร์ 28 ปี ดำเนินการสอนตามวิธีการแบบเปิดและเข้าร่วมในกระบวนการศึกษาชั้นเรียนตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 ถึงปัจจุบัน นักศึกษาฝึกสอน เป็นนักศึกษาหญิงดำเนินการสอนในปีการศึกษา 2553 ตามวิธีการแบบเปิด และเข้าร่วมในกระบวนการศึกษาชั้นเรียนทั้ง 3 ชั้น ครูผู้สังเกตการสอนเป็นผู้สังเกตการสอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาคณิตศาสตร์มาตลอดตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 ถึงปัจจุบันและเข้าร่วมในกระบวนการศึกษาชั้นเรียนทั้ง 3 ชั้น

การดำเนินการศึกษา ผู้วิจัยร่วมสร้างแผนกับทีมนักวิจัย ครูผู้สอน ครูผู้สังเกตการสอน นักศึกษา

ฝึกสอน โดยอาศัยการสังเกตและการบันทึกข้อมูล การเข้าสู่ขั้นตอนเรียนร่วมกับทีมเขียนแผน ผู้วิจัย สังเกตชั้นเรียนบันทึกข้อมูลและอาศัยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ได้กล่าวถึงข้างต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปถอดโปรโตคอลและตีความข้อมูล ร่วมกับการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าจากบันทึก สนาม โปรโตคอลและการสัมภาษณ์ผู้สอน

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการนามธรรมในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ตามแนวคิดของ Skemp [3] (2) การวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการนามธรรมในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ตามแนวคิดของ Tall and Isoda [6] (2007) (3) การวิเคราะห์การทำงานของกระบวนการนามธรรมในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด โดยนำการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาบูรณาการเข้าด้วยกัน

การวิเคราะห์และผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา 6 สถานการณ์ปัญหาในการเก็บรวบรวมข้อมูล (ปีการศึกษา 2553) ดังนี้

1) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “หย่อนลูกปิงปองลงกล่อง” (จำนวน 5) เพื่อเตรียมความพร้อมและความเข้าใจเรื่องจำนวนของนักเรียนและเครื่องมือในการบวกและลบเลข



นักเรียนแยกจำนวน 5 ออกเป็น 6 รูปแบบ คือ (0,5), (1,4), (2,3), (3,2), (4,1), (5,0)

2) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “เด็กเล่นกระบะทรายและกระดานลื่น” (9+4) เพื่อให้นักเรียนดำเนินการบวกและเข้าใจความหมายการบวกแบบรวมกันโดยอาศัยแนวคิดของการแยกจำนวนและสร้างจำนวนและอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ



นักเรียนดำเนินการบวกโดยอาศัยการแยกจำนวนตัวหน้าหรือตัวหลัง เพื่อนำมาทำให้เป็น 10 และรวม 10 กับจำนวนที่เหลือเพื่อหาผลลัพธ์

3) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “แม่ไก่ออกไข่” (9+7) เพื่อให้นักเรียนดำเนินการบวกและเข้าใจความหมายการบวกแบบเพิ่มขึ้นโดยอาศัยแนวคิดของการแยกจำนวนและสร้างจำนวนและอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ



นักเรียนดำเนินการบวกโดยอาศัยการแยกจำนวนตัวหน้าหรือตัวหลัง เพื่อนำมาทำให้เป็น 10 และรวม 10 กับจำนวนที่เหลือเพื่อหาผลลัพธ์

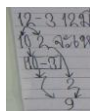
4) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “กระต่ายเหลือเท่าไร” (12-9) เพื่อให้นักเรียนดำเนินการลบและเข้าใจความหมายการลบแบบเหลืออยู่โดยอาศัยแนวคิดของการแยกจำนวนและสร้างจำนวนและอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ



นักเรียนดำเนินการลบโดยอาศัยการแยกจำนวนตัวหน้า เพื่อนำมาทำให้เป็น 10 และนำ 10 ลบกับตัวหลังและนำจำนวนที่เหลือมารวมกันเพื่อหาผลลัพธ์

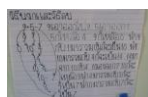
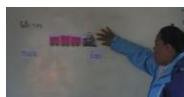
5) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “พ่อไก่กับลูกไก่” (12-3) เพื่อให้นักเรียนดำเนินการลบและเข้าใจความหมายการลบแบบเปรียบเทียบความแตกต่างโดยอาศัย

แนวคิดของการแยกจำนวนและสร้างจำนวน และอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ



นักเรียนดำเนินการลบโดยอาศัยการแยกจำนวนตัวหน้า เพื่อนำมาทำให้เป็น 10 และนำ 10 ลบกับตัวหลังและนำจำนวนที่เหลือมารวมกันเพื่อหาผลลัพธ์

6) สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “รถไฟฟ้ามหานคร” ($9+5-7$) เพื่อให้นักเรียนดำเนินการบวกและลบและเข้าใจสถานการณ์การบวกและการลบโดยอาศัยแนวคิดของการแยกจำนวนและสร้างจำนวน และอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ



นักเรียนใช้วิธีการแยกจำนวน การสร้างจำนวน และอาศัย 10 เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบจากการบวกและลบจำนวน

2. การวิเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด จากการวิเคราะห์การทำงานของกระบวนการนามธรรมในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้ในวัดกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากการวิเคราะห์ทั้ง 6 สถานการณ์ทำให้เห็น องค์ประกอบ ขั้นตอน และการทำงานของกระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดที่สามารถนำไปใช้ต่อในระดับชั้นหรือเนื้อหาที่สูงขึ้นหรือขยายโครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) บริบทของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ทำให้มีพื้นที่ในการวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นัยนี้เองกระบวนการนามธรรมเป็นกระบวนการของการสร้าง

ความคิดรวบยอดซึ่งเป็นอีกแง่มุมหนึ่งของกระบวนการคิดของนักเรียนที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ภายใต้บริบทดังกล่าว สอดคล้องกับแนวคิดของ Verhoef and Tall [13] กล่าวว่า การศึกษาชั้นเรียนเป็นการเริ่มต้นเพื่อเห็นการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจนในความหมายของการสังเกตและการวิเคราะห์การคิดของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

วิธีการแบบเปิดในฐานะ 4 ลำดับขั้นของการสอนผลักดันและเอื้อให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่เป็นธรรมชาติอย่างหลากหลาย โดยแต่ละขั้นก่อให้เกิดกระบวนการนามธรรม ดังนี้ การนำเสนอปัญหาของครู-นักเรียนเกิดการรับรู้ ผ่านการเห็นและการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ สถานการณ์ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมุ่งมั่นเพื่อที่จะแก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย ผลักดันไปสู่ช่วงการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง-นักเรียนพยายามใช้วิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา ทั้งจากการใช้สื่อ การคิดคำนวณเชิงสัญลักษณ์ การใช้ภาษาในการอธิบายและการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นแบบแผน นักเรียนไตร่ตรองวิธีการคิดและกลั่นกรองเพื่อให้ได้แนวคิด ผ่านการดำเนินการกลั่นแนวคิดโดยการพิจารณาใคร่ครวญการคิดอย่างพินิจพิเคราะห์เพื่อให้เกิดแนวคิดที่สำคัญจากวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนตระหนักถึงแนวคิดที่เกิดขึ้นที่นำไปใช้ในระดับที่สูงขึ้น ในช่วงของการนำเสนอหน้าชั้นเรียน-นักเรียนทบทวนตรวจสอบแนวคิดของตนเอง ช่วงการสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด-นักเรียนมีโอกาสดูตรวจสอบและเห็นคุณค่าของแนวคิดที่เกิดขึ้นจากวิธีการในการแก้ปัญหา

2) กระบวนการนามธรรมทำให้เกิดความเชื่อมต่อระหว่างโลกชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวขับเคลื่อนจากปัญหาในโลกชีวิตจริงของนักเรียนไปสู่การแสดงแทนสัญลักษณ์ในคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Nohda [14] ที่กล่าวว่า กระบวนการนามธรรมสามารถพิจารณาได้จากกิจกรรมการคิดทางคณิตศาสตร์จากโลกชีวิตจริงไปสู่โลกคณิตศาสตร์

และสอดคล้องกับ Simada and Becker [15] กล่าวถึงกระบวนการนามธรรมทำให้เกิดความเชื่อมต่อระหว่างโลกชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหา และอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่ออุปกรณ์ในโลกเชิงกายภาพเพื่อสนับสนุนการคิดในโลกเชิงสัญลักษณ์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Tall [12] กล่าวถึง โลกเชิงกายภาพทำให้การคำนวณในโลกคณิตศาสตร์มีความหมายมากขึ้น ในแง่มุมของการเห็นรูปธรรมของการคำนวณโดยแท้จริง

3) องค์ประกอบของกระบวนการนามธรรมมาจากการดำเนินการคิดเชิงพื้นฐานของมนุษย์ นั่นคือ การรับรู้ (perception: การสัมผัส การเห็น การได้ยิน) การคิด (action: ทั้งการจัดกลุ่มของสิ่งของ การรวมสิ่งของและการคิดคำนวณทางสัญลักษณ์) และนำมาสู่การสะท้อน (reflection: เพื่อการคิดในระดับที่สูงขึ้น รวมถึงการพิจารณาวิธีการต่างๆ ของการคิดและการคำนวณเพื่อให้ได้แนวคิดที่สำคัญและนำไปใช้ต่อ) สอดคล้องกับแนวคิดของ Skemp [2] กล่าวถึงกิจกรรมการคิดเชิงพื้นฐานของมนุษย์ นั่นคือ การรับรู้ การกระทำ และการสะท้อน

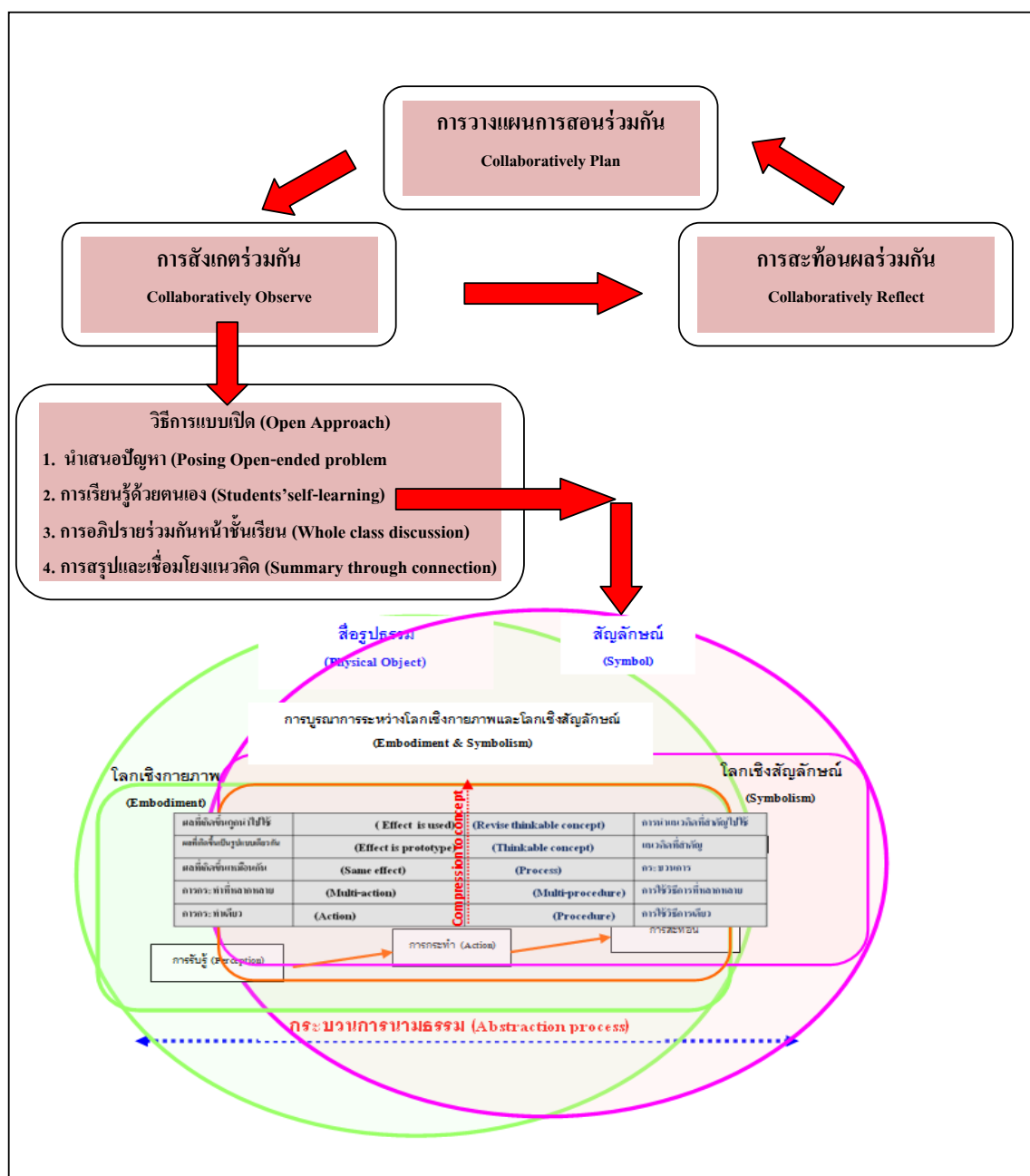
4) ในส่วนของการดำเนินการกลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอดที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง เป็นผลมาจากการใช้วิธีการในการคำนวณซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (step up) เพื่อนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ต่อโดยอาศัยแนวคิดของ Tall and Isoda [6] ที่กล่าวถึงการดำเนินการกลั่นแนวคิดของการดำเนินการเลขคณิตไปสู่ความคิดรวบยอดที่สามารถคิดได้ด้วยตนเอง เป็นการพิจารณาขั้นตอนต่างๆ ที่อาจได้รับการระบุเป็น 4 ขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน และเป็นกรอบในการพิจารณาความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการของเลขคณิต และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการขยายขั้นตอนดังกล่าวเพิ่มเป็น 5 ขั้นตอนต่างๆ ที่ต่อเนื่องกันนี้นำไปสู่ผลลัพธ์เดียวกันในการแก้ปัญหาเลขคณิต โดยขยายแนวคิดของของ Tall and Isoda [6] ดังนี้ (1) นักเรียนใช้วิธีการเดียวในการแก้ปัญหาเลขคณิต (วิธีการเดียว(procedure)): (A single step-

by-step procedure to carry out the operation) (2) นักเรียนใช้วิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกันอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาเลขคณิต (หลายวิธีการ(multi-procedure)): (Several different procedures, to choose the most efficient in problem solving) (3) นักเรียนตระหนักว่าวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาเลขคณิตให้ผลที่เกิดขึ้นเดียวกัน (กระบวนการ (an overall process)): (The realization that the different procedures may involve different sequence of step, but they all achieve 'the same effect') (4) นักเรียนแสดงผลที่เกิดขึ้นเดียวกันที่เกิดขึ้นนี้จากวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาเลขคณิต (เกิดแนวคิด (a thinkable concept)): (The effect is considered as a concept in itself) (5) นักเรียนนำแนวคิดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ หรือนักเรียนขยายแนวคิดและนำไปสร้างความรู้ในเรื่องใหม่ (การตระหนักถึงแนวคิดที่เกิดขึ้น (revise thinkable concept)): (the effect is extended, the precise effect)

จากการศึกษาลักษณะดังกล่าวพบว่าในขั้นที่ 5 เป็นขั้นตอนใหม่ของแนวคิดที่ถูกนำไปใช้และทำให้นักเรียนตระหนักถึงแนวคิดที่เกิดขึ้น และสามารถพิจารณาการดำเนินการกลั่นแนวคิดโดยการสนับสนุนจากโลกเชิงกายภาพซึ่งมีความคู่ขนานกัน ตามแนวคิดของ Poynter [11] ทำให้เห็นช่องทางของขั้นตอนของการดำเนินการกลั่นแนวคิดของการดำเนินการทางเลขคณิตที่สอดคล้องกับขั้นตอนของการดำเนินการกลั่นแนวคิดทางสัญลักษณ์ และเป็นพื้นที่ในการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดเพื่อผลักดันการคำนวณเชิงสัญลักษณ์และให้ความหมายเชิงการคำนวณ ประกอบด้วยขั้นต่างๆ ดังนี้ (1) นักเรียนใช้การกระทำบนวัตถุด้วยวิธีการเดียว เช่น การแบ่ง การขีด การวาด การโยกย้าย การเลื่อน การผลัก การหมุน (action): (A movement step-by-step on physical objects to carry out the effect) (2) นักเรียนใช้การกระทำบนวัตถุด้วย

วิธีการที่หลากหลาย (Multi-action): (Several different action on physical object to carry out the same effect)(3) นักเรียนพิจารณาว่าวิธีการที่แตกต่างกันอย่างหลากหลายของการกระทำกับวัตถุให้ผลที่เกิดขึ้นเหมือนกัน (Same effect): (The same effect from different action) (4) นักเรียนแสดงผลที่เกิดขึ้นของการกระทำเป็นรูปแบบเดียวกัน (effect as prototype): (think effect as prototype) และการสร้างที่คู่ขนานกันกับการดำเนินการทางสัญลักษณ์ ทำให้ผู้วิจัยขยายแนวคิดดังกล่าวเป็น 5 ขั้นตอน โดยเพิ่มขั้นตอนที่ 5 คือ (effect is used): ผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำนี้ถูกนำไปใช้ต่อ (5) นักเรียนนำแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการนี้ไปใช้ (effect is used): (effect is utilized later)

3. กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และการใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) สามารถพิจารณามุมมองการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกมุมมองหนึ่ง นั่นคือ กระบวนการนามธรรมเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มุ่งองค์ประกอบ ขั้นตอนและการทำงานอย่างไร สิ่งต่างๆ เหล่านี้อธิบายถึงหน้าที่ของกระบวนการนามธรรมในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจกระบวนการดังกล่าว และสิ่งสำคัญคือ ทำให้ครูนักวิจัย นักการศึกษา ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องได้ตระหนักถึงการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

ข้อสรุปและการอภิปรายผล

กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์กระบวนการนามธรรมของนักเรียนเพื่อสร้างความคิด

รวบยอดภายใต้ชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเกิดจากการผสมผสานกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของ Skemp [2] และกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของ Tall and Isoda [6] กล่าวคือ กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ

พื้นฐานที่สำคัญของกระบวนการนามธรรม นั่นคือ การรับรู้ การกระทำ และการสะท้อน ในส่วนของการกระทำ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนของการดำเนินการ กลั่นแนวคิดให้กลายเป็นความคิดรวบยอด นั่นคือ ขั้นตอนการใช้วิธีการเดียว ขั้นตอนการใช้วิธีการที่หลากหลาย ขั้นตอนการพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่ให้ผลลัพธ์เดียวกัน ขั้นตอนเกิดแนวคิดที่สำคัญ และขั้นตอนการขยายแนวคิดในแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการนามธรรม มีความสัมพันธ์กับลำดับการสอนโดยวิธีการแบบเปิดซึ่งถูกขับเคลื่อนมาจากการศึกษาชั้นเรียน กล่าวคือ การรับรู้: เริ่มต้นในช่วงการนำเสนอปัญหาของครู-นักเรียนเกิดการรับรู้ ผ่านปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเชิงกายภาพ (การเห็น การสัมผัส) ทำให้สนใจสิ่งที่อยู่ในตัวสถานการณ์ปัญหา และมุ่งมั่นเพื่อที่จะแก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย ผลักดันไปสู่ช่วงการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง-การกระทำ: นักเรียนพยายามแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จซึ่งเป็นแรงผลักดันให้ใช้วิธีการอื่นๆ ในการแก้ปัญหาทั้งจากการใช้สื่อการคิดคำนวณเชิงสัญลักษณ์ และโครงสร้างการคิดโดยการเขียนภาษาและอธิบายสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนทำให้นักเรียนไตร่ตรองวิธีการคิดและกลั่นกรองเพื่อให้ได้แนวคิดที่สำคัญ โดยการพิจารณาโครงสร้างการคิดอย่างพิถีพิถันจากวิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้เกิดแนวคิดที่สำคัญผ่านการดำเนินการกลั่นแนวคิด 5 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนตระหนักถึงแนวคิดที่เกิดขึ้นซึ่งนำไปใช้ในระดับที่สูงขึ้นทำให้เกิดการสะท้อน: นักเรียนตระหนักถึงแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดที่เกิดขึ้นไปใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่อไป ในช่วงของการนำเสนอหน้าชั้นเรียน-นักเรียนตรวจสอบแนวคิดของตนเอง ช่วงการสรุปเพื่อแนวคิดที่สำคัญเชื่อมโยงแนวคิด-นักเรียนมีโอกาสทบทวนและเห็นคุณค่าของแนวคิดที่เกิดขึ้นจากวิธีการในการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

กระบวนการนามธรรมเป็นสิ่งสำคัญทำให้เห็นพื้นฐานในการพิจารณาและการศึกษาความคิดรวบยอดของนักเรียนที่เกิดขึ้นอันเป็นผลให้นักการศึกษานักพัฒนาหลักสูตรและนักวิจัยตระหนักถึงความคิดรวบยอดของนักเรียนเป็นสำคัญ และทำให้เกิดช่องทางการวิเคราะห์การสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน รวมถึงการผลักดันและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ดังนั้น การศึกษางานวิจัยต่อไปควรศึกษาลายละเอียดระดับลึก นั่นคือ การวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการนามธรรมในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน โดยการวิเคราะห์กลไกการทำงานของกระบวนการนามธรรมทางด้านประสาทวิทยา (neuroscience) เพื่อเห็นการทำงานของสมองและการคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความละเอียดมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Skemp, R. 1987. The Psychology of Learning Mathematics. Lawrence Erlbaum Associated, Inc., New Jersey. Hove and London. p.9-21.
2. Skemp, R. 1971. The Psychology of Learning Mathematics. Penguin: London.
3. Tall, D. 2004. The Nature of Mathematical Growth. The book on mathematical growth Retrieved January 2, 2010, <http://www.tallfamily.co.uk/david/mathematical growth>.

4. Gray, E., and Tall, D. 2007. Abstraction as a natural process of mental compression. mathematics. Education Research Journal, Vol. 19, No.2, 23-40.
5. Tall, D. 2007a. Developing a theory of mathematical growth. ZDM. (Mathematics Education). 39: 145-154.
6. Tall, D., and Isoda, M. 2007. Long-term development of mathematical thinking and lesson study. Prepared as a chapter for a forthcoming book on Lesson Study.
7. Tall, D. 2006. A theory of mathematical growth through embodiment, symbolism and Proof. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, IREM de Strasbourg. 11 195-215. [The published version of 2005e.]
8. Maitree Inprasitha, Au - Jit Pattanajak, and Prakaikham Thesarin. 2007. The context preparation for applying Japan's teacher professional development "Lesson study" in Thailand. Document of the 1st Annual Conference of Japanese Studies Network (JSN) - Thailand Vol.1 Bangkok: Japanese Studies Network Thailand, Faculty of Political Science, Thammasat University. 152-163. Thai.
9. Inprasitha, M., Pattanajak, A., and Inprasitha, N. 2010. A study of student's mathematical communication in Teacher Professional Development. International Conference on Educational Research (ICER2010), Learning Community for Sustainable Development. September10-11. Thai.
10. Gray, E., and Tall, D. 1994. Duality, ambiguity and flexibility: A proceptual view of simple arithmetic. Journal for Research in Mathematics Education. 25, 2, 115-141.
11. Poynter, A. 2004. Effect as a pivot between actions and symbols: the case of vector. Ph.D. thesis University of Warwick. Copy.
12. Tall, D. 2007. Setting lesson study within a long-term framework of learning. Presented at APEC Conference on Lesson Study in Thailand, August.
13. Verhoef, N., and Tall, D. 2010. The effectiveness of lesson study on mathematical knowledge for teaching (draft).<http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/downloads.html>
14. Nohda, N. 1998. Mathematics teaching by "Open-approach method" in Japanese Classroom Activities. ICMI-EARCOME 1 (Aug.17-21,1998: Cheongju, Korea) Proceedings Vol.2, 185-192.
15. Shimada, S., and Becker, J. 1997. The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics. National Council of Teachers of Mathematics.