

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน ดังนี้

- 1) การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study)
- 2) วิธีการแบบเปิด (Open Approach)
- 3) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problems)
- 4) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication)
- 5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 6) กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. การศึกษาชั้นเรียน

1.1 ความหมายและเป็นมาของการศึกษาชั้นเรียนในประเทศไทย

คำว่า การศึกษาชั้นเรียนนี้ เป็นคำที่คิดขึ้นมาเพื่อใช้แทนคำภาษาอังกฤษว่า Lesson Study โดยคำว่า Lesson Study นี้เป็นคำที่ใช้แทนคำว่า Jugyou Kenkyuu ในภาษาญี่ปุ่นอีกทีหนึ่ง คำว่า Jugyou Kenkyuu ประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ jugyo ซึ่งหมายถึง ชั้นเรียน กับ kenkyu ซึ่งหมายถึง การศึกษา (study) หรือการทำวิจัย (research) การศึกษาชั้นเรียน จึงมีความหมายตามตัวอักษรว่า การศึกษาหรือวิจัยห้องเรียน แต่ตามความหมายตามวัฒนธรรมของญี่ปุ่นที่แท้จริงนั้น เมื่อครูญี่ปุ่นต้องการสอนนักเรียนด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน สิ่งที่ครูทำก็คือ เขาจะเข้าร่วมในกระบวนการที่สร้างไว้อย่างดี ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับแผนการสอน (Lessons) ที่พวกเขาวางแผน และสังเกตการสอนร่วมกัน (Yoshida 2004 อ้างถึงใน นฤมล อินทร์ประสิทธิ์, 2552)

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุลัดดา ลอยฟ้า (2547) กล่าวว่า การศึกษาชั้นเรียนเป็นนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนา และใช้ในประเทศญี่ปุ่นมาตั้งแต่เมื่อประมาณ 130 ปีที่แล้ว ปัจจุบันได้รับการเผยแพร่ไปหลายประเทศทั่วโลกเพื่อใช้ในการพัฒนาวิชาชีพครู สำหรับประเทศไทย การศึกษาชั้นเรียนเริ่มที่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีการพัฒนาควบคู่มากับการพัฒนาการใช้ปัญหาปลายเปิด (Open Approach) โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ได้ใช้กระบวนการการศึกษาชั้นเรียน ในโครงการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นในปี พ.ศ. 2545 โดยโครงการดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโลกทัศน์ของนักศึกษาฝึกสอนวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 15 คน ที่เข้าร่วมโครงการ และสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนกับนักศึกษาฝึกสอนกลุ่มดังกล่าวตลอดภาคเรียนต้น ปีการศึกษา 2545 และในปีการศึกษาเดียวกัน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2545) ได้ดำเนินโครงการวิจัย เรื่อง “การปฏิรูปการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในโครงการวิจัยดังกล่าวมีโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนมัธยมศึกษา โกลีฟิทยาสรรพ์ และโรงเรียนประถมศึกษา เทศบาลสวนสนุก อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ได้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยศึกษาโรงเรียนเทศบาลสวนสนุกและโรงเรียนโกลีฟิทยาสรรพ์ โรงเรียนละ 24 คู่

ผลการวิจัยในระยะแรกพบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์และทำให้เกิดการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้จริง โดยสามารถวิเคราะห์ให้เห็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการวิจัยแบบใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol analysis) ระยะที่ 2 เป็นการศึกษาการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยใช้ Lesson Study Approach โดยครูประจำการ ผู้สอน นักศึกษาฝึกสอนและนักวิจัย ได้พัฒนาแผนการสอนแบบเปิดร่วมกันในระหว่างปีภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2545 แล้วครูประจำการที่โรงเรียนเทศบาลสวนสนุกและโรงเรียนโกลีฟิทยาสรรพ์ นำแผนการสอนดังกล่าวไปใช้จริงในห้องเรียนจำนวน 5 แผน มีการบันทึกวีดิทัศน์และเทปเสียง และมีการประชุมเพื่อสะท้อนผลหลังการสอนตลอดทั้ง 5 แผนการสอน ผลการวิจัยพบว่าครูประจำการได้ตระหนักถึงบทบาทที่แตกต่างกันระหว่างการสอนแบบเดิม กับการสอนที่ใช้แผนแบบเปิด โดยเฉพาะในแง่ของความเหมาะสมของบทบาทของครูในการเป็นผู้ช่วยเหลือ (Facilitator) ในระหว่างที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาปลายเปิด กับบทบาทของครูในชั้นเรียนแบบเดิม ที่เป็นผู้เสนอหรือให้ความรู้แก่นักเรียน (Presenter or explanatory)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2546 หลังจากที่คณะศึกษาศาสตร์ได้มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา (Center for Research in Mathematics Education: CRME) ขึ้น งานการพัฒนาและเผยแพร่การศึกษาชั้นเรียน ได้มาอยู่ในความรับผิดชอบของศูนย์ฯ โดยในปีดังกล่าว คณะศึกษาศาสตร์ โดยศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา ร่วมมือกับ องค์การแพลนแห่งประเทศไทย ได้ดำเนินโครงการ “พัฒนาแผนการเรียนรู้ตามแนวทางของ พ.ร.บ. การปฏิรูปการศึกษา 2544 ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักด้วยวิธีการศึกษาชั้นเรียน” มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาครูประจำการในเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม จำนวนกลุ่มสาระละ 50 คน ให้สามารถสร้างแผนการเรียนรู้แบบเปิดและ

สามารถนำไปใช้จริงในห้องเรียนของตนเอง ในโครงการนี้ได้มีการปรับกระบวนการของการศึกษา
ชั้นเรียน ให้เข้ากับบริบทการทำงานของครูในโรงเรียน โดยได้แบ่งการกระบวนการการศึกษา
ชั้นเรียน ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ครูประจำการทั้งหมดเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เพื่อสร้างแผนการเรียนรู้หรือแผนการสอนแบบเปิดที่คณะศึกษาศาสตร์ ในเดือนเมษายน 2546
ระยะที่ 2 ครูนำแผนที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แผน ไปสอนจริงในห้องเรียน โดยการแทรกเข้าไปในช่วงใด
ช่วงหนึ่งของภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โดยในการสอนนี้จะมีอาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์
และครูที่ร่วมพัฒนาแผนการสอนในโรงเรียนเดียวกัน หรือโรงเรียนใกล้เคียงกันมาร่วมกันสังเกต
การสอนและสะท้อนผล ระยะที่ 3 ครูเผยแพร่ผลงานของตนในการจัดนิทรรศการในปลายปี

ในปีเดียวกันนี้ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549 อ้างถึงใน นฤมล อินทร์ประสิทธิ์,
2552) ได้เข้าร่วมโครงการ โรงเรียนในพื้นที่เฉพาะปัญญา ซึ่งเป็น โครงการร่วมระหว่างสำนักงาน
การศึกษาขั้นพื้นฐานกับสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ เพื่อการปฏิรูปโรงเรียนทั้งระบบ
โดยเน้นการพัฒนาครู สำหรับโรงเรียนในพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 โรงเรียน ได้แก่
โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท อำเภอชนบท และ โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ อำเภอซำสูง จังหวัด
ขอนแก่น โดยทำหน้าที่นักวิจัยและโค้ชในโครงการดังกล่าวเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ การศึกษาชั้นเรียน
โครงการดังกล่าวมีระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี (2549-2551) โดยในปีแรกเน้นการพัฒนาแผนการ
จัดการเรียนรู้แบบเปิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยครูและนักวิจัยจากศูนย์วิจัย
คณิตศาสตร์ศึกษา ผู้ประสานงานโรงเรียน และนักศึกษาปริญญาโทที่เข้าร่วมการวิจัยโดยใช้
โรงเรียนทั้งสองเป็นฐานสำหรับการวิจัย เข้าร่วมสร้างแผนการสอนทุกวันอาทิตย์ จากนั้น
ผู้ประสานงานโรงเรียน นักวิจัยจากศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา และนักศึกษาปริญญาโทที่เข้าร่วม
การวิจัยโรงเรียนละ 5 คน เข้าสังเกตการสอนทุกคาบ และมีการสะท้อนผลการสอนทุกวันพุธ
สำหรับโรงเรียนชุมชนบ้านชนบท และทุกวันพฤหัสบดี สำหรับโรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ ต่อมา
ได้มีการขยายโครงการออกไปยังโรงเรียนอื่นๆจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2554 มีโรงเรียนที่เข้าร่วม
ในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดในภาคเหนือและ
ภาคอีสานจำนวน 22 โรงเรียน

1.2 ขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียน

Lewis (2002) ได้จำแนกการศึกษาชั้นเรียนออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การตั้งเป้าหมายและวางแผน (Goal-Setting and Planning)
- 2) การวิจัยบทเรียน (Research Lesson)
- 3) การอภิปรายบทเรียน (Lesson Discussion) และ
- 4) การสรุปผลการเรียนรู้ (Consolidation of Learning) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตั้งเป้าหมายและวางแผน ระบุเป้าหมายในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพื่อการพัฒนาในระยะยาว ซึ่งการร่วมมือกันออกแบบโครงสร้างของแผนก็เพื่อให้มีความบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้โดยมีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยบทเรียนที่จะต้องไปสังเกตอีกด้วย

การวิจัยบทเรียน ในขั้นตอนการวิจัยบทเรียนนี้องค์ประกอบที่สำคัญก็คือคนที่อยู่ในทีมที่ร่วมกันวางแผน ครูที่เป็นสมาชิกในกลุ่มจะเป็นคนสอนในขณะที่นำแผนไปใช้จริงในชั้นเรียน ซึ่งสมาชิกที่เหลือในทีมก็ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเช่น การคิดของผู้เรียน การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมไปถึงการบริหารจัดการและพฤติกรรมอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

การอภิปรายบทเรียน หลังจากที่มีการร่วมกันสังเกตบทเรียนหรือวิจัยบทเรียนมาแล้วสมาชิกในกลุ่มก็มารวมมือกันวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้รวบรวมมา และอภิปรายกันว่าอะไรคือเหตุการณ์ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน และจะต้องพัฒนาต่อไปอย่างไร และยังมีอะไรที่เป็นข้อบกพร่องที่ควรนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้นกว่าเดิม

การสรุปผลการเรียนรู้ หลังจากทำการอภิปรายบทเรียนกันภายในทีมแล้วเห็นว่าอันไหนบรรลุหรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์ สิ่งที่ต้องปรับปรุงในการนำบทเรียนดังกล่าวไปสอนในครั้งต่อไป และเขียนรายงานประกอบกับแผนเดิม รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน และการสะท้อนผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน

สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนของญี่ปุ่นว่า มี 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การกำหนดปัญหา การศึกษาชั้นเรียนเป็นระบบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เพราะฉะนั้นการกำหนดปัญหาก็จะนำไปสู่การสนใจและการกำหนดกรอบการทำงานของกลุ่มครู ซึ่งปัญหาอาจเป็นปัญหาแบบต่างๆ ไป หรือเป็นประเด็นที่เฉพาะเจาะจงก็ได้ โดยปกติแล้วปัญหาที่กลุ่มครูเลือกมักจะเป็นปัญหาที่มาจากประสบการณ์การสอนในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน หรืออาจเป็นปัญหาเชิงนโยบายในระดับการนำทางการศึกษา

(2) การวางแผนบทเรียน เมื่อวัตถุประสงค์การเรียนรู้ถูกกำหนดโดยกลุ่มครู กลุ่มครูก็จะเริ่มประชุมปรึกษากันเพื่อวางแผนบทเรียน วัตถุประสงค์ของวางแผนบทเรียนไม่เพียงแต่เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพแต่เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในระหว่างผู้เรียน แผนในระยะแรกที่กลุ่มครูสร้างขึ้นจะถูกนำเสนอต่อที่ประชุมครูในระดับโรงเรียนเพื่อรับการสะท้อนและได้ข้อมูลย้อนกลับที่กว้างขวางและหลากหลายเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป ระดับการวางแผนในระยะเริ่มต้นอาจใช้เวลาเป็นเดือนหรือหลายเดือนก่อนที่จะนำไปสู่การใช้จริงในชั้นเรียนต่อไป

(3) การนำแผนการสอนไปใช้จริงในชั้นเรียน เป็นการนำแผนการสอนที่ครูได้ร่วมกันวางแผน แล้วนำแผนดังกล่าวไปใช้สอนจริงในชั้นเรียน ซึ่งวัน เวลา และผู้สอนจะถูกกำหนดขึ้น โดยเฉพาะครูผู้ทำการสอนจะต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนบทเรียนทุกขั้นตอน ในขณะที่เริ่มสอนบทเรียน สมาชิกที่เหลือในกลุ่มจะเป็นผู้สังเกตการสอนในชั้นเรียน และบันทึกข้อมูลและข้อสังเกตต่างๆ อย่างละเอียดเพื่อเป็นข้อมูลในการนำมาสะท้อนผลบทเรียนในขั้นต่อไป

(4) การประเมินผลและสะท้อนผลบทเรียน หลังจากการสอนสิ้นสุดลงกลุ่มครูจะประเมินและสะท้อนผลบทเรียน โดยปกติครูที่ทำการสอนจะเป็นผู้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผลการสอนของตนเองเป็นคนแรก การสะท้อนผลเน้นไปที่การจัดกิจกรรมประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดและมีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้างที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ จากนั้นจะเป็นการสะท้อนผลของสมาชิกในกลุ่มที่เข้าร่วมสังเกตชั้นเรียน ซึ่งการสะท้อนผลของผู้สังเกตจะมุ่งไปที่ตัวบทเรียนที่ได้วางแผนร่วมกันและไม่สะท้อนผลไปที่ตัวครูผู้ทำการสอนในชั้นเรียน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะรับผิดชอบร่วมกันในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในแผนการสอน การวิพากษ์วิจารณ์ที่เกิดขึ้นเป็นการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของทุกคนในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้นกว่าเดิม

(5) การปรับปรุงบทเรียน เป็นการปรับปรุงบทเรียนของกลุ่มครู โดยการปรับปรุงบทเรียนจะอยู่บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการสะท้อนผลบทเรียน อาจเกี่ยวข้องกับการปรับสื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหาที่เสนอในบทเรียน คำถามที่ถามในแต่ละขั้นตอนหรืออื่นๆ มีบ่อยครั้งที่การปรับปรุงบทเรียนเกิดจากความเข้าใจผิดของนักเรียนซึ่งได้หลักฐานในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

(6) การสอนบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว หลังจากปรับปรุงแผนการสอนแล้ว แผนการสอนจะถูกนำไปสอนในชั้นเรียนใหม่อีกครั้ง ซึ่งอาจจะให้ครูคนเดิมหรืออาจเปลี่ยนครูผู้สอนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มก็สามารถเปลี่ยนได้ แต่การสอนในครั้งนี้ครูทั้งหมดในโรงเรียนจะถูกเชิญให้มาร่วมสังเกตการสอน

(7) การประเมินผลและสะท้อนผลโดยรวม การประเมินผลและสะท้อนผลในครั้งนี้สมาชิกจะเป็นครูทั้งหมดในโรงเรียน และอาจมีผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกมาร่วมสะท้อนผลด้วย เช่นเดียวกับครั้งแรกครูผู้ทำการสอนจะได้รับโอกาสในการสะท้อนผลการสอนของตนเองเป็นคนแรก การสะท้อนผลบทเรียนจะเน้นไปที่บทเรียนมีผลต่อการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจบทเรียน ในขณะที่เดียวกันเดียวกันยังเปิดโอกาสให้มีการสะท้อนผลในประเด็นปัญหาต่างๆ ไปอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนทั้งในด้านทฤษฎี หลักการที่รองรับการออกแบบบทเรียน

ดังกล่าว รวมไปถึงการได้เรียนรู้อะไรในด้านการเรียนการสอน โดยทั่วไป จากการวางแผนบทเรียน และการนำบทเรียนไปสู่การปฏิบัติจริงในชั้นเรียน

(8) การแลกเปลี่ยนผลของการศึกษา แม้การศึกษาจะเป็นการศึกษาเพียงบทเรียนเดียว แต่เนื่องจากหลักสูตรขั้นพื้นฐานของญี่ปุ่นจะมีลักษณะที่คล้ายกันทั่วประเทศ เพราะฉะนั้น ข้อค้นพบหรือผลการศึกษาก็จะเป็นประโยชน์สำหรับครูทั้งประเทศที่สอนในรายวิชา และระดับเดียวกัน ดังนั้น จึงมีการสนับสนุนให้มีการเผยแพร่ผลการศึกษาทั้งด้านการเขียนเป็นเอกสารเผยแพร่หรือนำเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาในระดับประเทศหรือระดับจังหวัดซึ่งมีประจำในทุกปี

อินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010) ได้กล่าวว่า การศึกษาชั้นเรียน ในบริบทของประเทศไทย ควรมีขั้นตอนอย่างน้อย 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การร่วมกันวางแผนบทเรียน (Plan) การร่วมกันวางแผนเป็นการร่วมมือกันระหว่างนักวิจัย ผู้ประสานงานโรงเรียน ผู้ช่วยวิจัย และครูผู้ทำการสอน โดยเริ่มต้นจากการกำหนดกิจกรรมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด จากนั้นดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด การร่วมกันวางแผนจะทำสัปดาห์ละครั้ง

2) การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน (Do) ในขั้นตอนนี้ครูจะนำแผนการสอนไปใช้จริงในชั้นเรียน โดยครูในโรงเรียน และมีการสังเกตการสอนในชั้นเรียน โดยทีมวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และครูคนอื่นๆ เป้าหมายของการสังเกต คือ การสังเกตกระบวนการคิดของนักเรียน ไม่ใช่พิจารณาความสามารถในการสอนของครู

3) การสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน (See) จะสะท้อนเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกตการณ์สอนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอน แล้วนำเอาแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในห้องเรียนใหม่อีกครั้งในปีการศึกษาต่อไป การสะท้อนผลบทเรียนร่วมกันจะทำสัปดาห์ละครั้ง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการศึกษาชั้นเรียนมีประวัติความเป็นมาอันยาวนาน และเกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งการศึกษาชั้นเรียนเป็นการศึกษาหรือการวิจัยห้องเรียนของครูในญี่ปุ่น และมีขั้นตอนในการปฏิบัติ ร่วมกันอย่างน้อย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผนบทเรียนร่วมกัน การสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน และการสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน

2. วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2551) ได้กล่าวถึงความหมายและที่มาของวิธีการแบบเปิด ว่าเป็นวิธีการแบบเปิด หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Open Approach เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน



ที่เริ่มต้นครั้งแรกในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น และปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจจากหลายประเทศทั่วโลก โดยในประเทศไทยมีการนำมาใช้ครั้งแรกโดย ผศ.ดร. ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้นำมาใช้ร่วมกับนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2545 ที่โรงเรียนเทศบาลสวนสนุก และโรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ จ. ขอนแก่น

เนื่องจากในปัจจุบัน สิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับครูมากที่สุดประการหนึ่งก็คือ การที่ครูไม่สามารถจัดการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาชาติ พ.ศ. 2542 ได้กล่าวคือ จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ทั้งความรู้ (Knowledge) ทักษะกระบวนการ (Process) และเจตคติ (Attitude) ได้ในเวลาเดียวกัน โดยเฉพาะสิ่งที่ยากที่สุดก็คือ ทักษะกระบวนการ แต่จากการที่ครูบางคนได้นำวิธีการแบบเปิด ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แล้ว ปรากฏว่า นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ครูคาดหวังไว้ ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ ได้ในการจัดการเรียนรู้ของครูเพียงครั้งเดียว แนวคิดเรื่องการนำวิธีการแบบเปิด ไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นแนวคิดที่สำคัญและเหมาะสมกับประเทศไทยในปัจจุบัน

ศาสตราจารย์โนบุฮิโกะ โนห์ดะ (Nohda 1983 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด มีแนวคิดสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มักเริ่มด้วยการใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ที่ครูให้นักเรียน คือ

สถานการณ์ A คือ สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้นักเรียน

สถานการณ์ B คือ เมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหา นักเรียนต้องสืบเสาะพยายามหาแนวทางแก้ปัญหาที่ครูกำหนดให้

สถานการณ์ C คือ สถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุลัดดา ลอยฟ้า (2547) กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดไว้ว่าประกอบด้วยประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น ได้แก่ การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเปิดและชนิดของปัญหา และการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กิจกรรมต่างๆ ทางการศึกษาควรจะเป็นไปเพื่อทำให้การเรียนของนักเรียนในปัจจุบันเปิดทางไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต ครูควรพิจารณาว่าจะทำอย่างไรให้นักเรียนให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาแนวทางชีวิตของตัวเอง โดยอาศัยแนวคิด ทักษะ ความรู้ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ เพราะฉะนั้น บุคคลทางการศึกษาควรจะต้องใช้ความพยายามอย่างเต็มที่เพื่อทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่ากิจกรรมทางการศึกษาทุกชนิดเป็นสภาพแวดล้อม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 วันที่..... 21.10.2555.....
 เลขทะเบียน..... 248260.....
 เลขเรียกหนังสือ.....

ที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มความสามารถของเขา ซึ่งคนที่ทำหน้าที่ตรงนี้กับผู้เรียนก็คือครู แต่ครูที่สอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปก็ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือหรือให้ผู้เรียนเข้าใจ รวมทั้งพยายามเพิ่มเติมรายละเอียดด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนเพื่อหวังให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ แต่การสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวก็ดำเนินไปตามแนวทางแบบเดิมที่ครูไม่สามารถเปิดใจของผู้เรียนได้ ถึงแม้ว่ากระบวนการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีความน่าสนใจสำหรับครู แต่ในทางตรงกันข้าม การสอนที่ชนวนกับแนวคิดของผู้เรียนมากเกินไปก็เป็นเรื่องที่ไม่ค่อยจะดี และในที่สุดก็ไม่สามารถเปิดใจของผู้เรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ได้ เพราะฉะนั้นวิธีการแบบเปิดจึงมีความสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองของผู้เรียนเองทำให้ผู้เรียนกล้าตัดสินใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กล้าที่จะขยาย และเพิ่มเติมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้ จึงกล่าวได้ว่าครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดคือครูคนที่มีความพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์ขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับผู้เรียนคนอื่น อีกทั้งครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดยังเป็นคนที่พยายามสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการบริหารจัดการตนเองเพื่อขยายกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่อไป ซึ่งการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการคือ 1) มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระในกิจกรรมของผู้เรียน 2) มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและบูรณาการ และ 3) มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในชั้นเรียน

การเปิดและชนิดของปัญหา การเปิดและชนิดของปัญหาในวิธีการแบบเปิดดังกล่าวนี้มีการยอมรับทั้งปัญหาที่เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียว และปัญหาที่มีคำตอบที่หลากหลาย อีกทั้งยังยอมรับเรื่องการที่ปัญหาหนึ่งๆ มีปัญหาอีกหลายปัญหารวมอยู่ในปัญหานั้นด้วย ซึ่งปัญหาที่ใช้ในวิธีการแบบเปิดเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยประสบมาก่อน โดยจำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ชนิดคือ 1) กระบวนการเปิด 2) ผลลัพธ์เปิด และ 3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด

การประเมินแนวทางคำตอบของผู้เรียน การประเมินกิจกรรมของผู้เรียนในการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะกล่าวถึง เพราะว่าเป้าหมายของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อเป็นการส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วไม่ใช่เรื่องง่ายที่ครูจะประเมินความหลากหลายทางคำตอบของผู้เรียน แต่การประเมินแนวทางคำตอบของผู้เรียนสามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้ 1) Fluency หมายถึงจำนวนคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนแต่ละคนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด 2) Flexibility หมายถึงความแตกต่างของแนวความคิดทาง

คณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนแต่ละคนค้นพบมีอย่างน้อยเพียงใด 3) Originality หมายถึงระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของผู้เรียนอยู่ในระดับใด และ 4) Elegance หมายถึงระดับของการนำเสนอแนวคิดของผู้เรียนมีความชัดเจนและยากง่ายเพียงใด

Inprasitha (2010) ได้กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดที่ได้ปรับให้ใช้ควบคู่กับการศึกษาชั้นเรียน ว่าวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดบรรจุอยู่ในขั้นตอนที่ 2 (การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน) ของการศึกษาชั้นเรียน โดยวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดแบ่งเป็น 4 ช่วงคือ 1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-ended Problem) 2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน (Student' self learning) 3) ช่วงอภิปรายบทเรียน (Whole class discussion and comparison) และ 4) ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อตั้งปัญหาปลายเปิดอยู่ในชั้นเรียน ผู้เรียนก็เกิดข้อสงสัยในปัญหาดังกล่าว เช่นกฎ สูตรต่างๆ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนในตอนแรก ซึ่งปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย ทั้งกฎ สูตร วิธีการและอื่นๆ ของการตอบปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และยิ่งไปกว่านั้นก็ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้เรียนจะกระทำ ซึ่งการที่จะช่วยหรือให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพคือ

- 1) ให้กำลังใจผู้เรียนโดยมุ่งไปที่ประเด็นปัญหาที่คล้ายกันด้วยการฉายโปรเจกเตอร์ให้ดู
- 2) เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น การแนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่มากกว่าการให้ปัญหาที่เป็นคำพูด 3) ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน และ 4) หารูปแบบที่ดีที่สุดในการใช้เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน เพราะปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นพิเศษในการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งครูไม่ควรไปกำหนดปัญหาให้กับผู้เรียนทั้งหมด สิ่งที่ครูควรทำคือการปรับความคิดเห็นของผู้เรียนให้เข้ากัน การสอนในรูปแบบนี้ก็คล้ายกับการสอนแบบต่างๆ ไปโดยได้รวบรวมเอาองค์ประกอบทั้ง 2 อย่างคือ ผลงานส่วนบุคคล และการอภิปรายบทเรียนทั้งชั้นเรียน แต่ถึงอย่างไรก็ตามเราไม่สามารถค้นหาการแก้ปัญหของผู้เรียนแต่ละคนได้ เราจึงหามุมมองใหม่ที่ไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียน แต่จะปรากฏในช่วงดำเนินการเรียนของการเรียนรู้แต่ละคนเพื่อนำมาอภิปรายบทเรียน ซึ่งความคิดของผู้เรียนในรายบุคคลมีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

ช่วงอภิปรายบทเรียน ในช่วงนี้มีความสำคัญมากในการจดบันทึกคำตอบ วิธีการหรือการแก้ปัญหที่ผู้เรียนแต่ละคนได้ทำในกลุ่ม ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานทำการจดบันทึกวิธีการคิดหรือการให้ข้อมูลข่าวสารของผู้เรียน โดยทำการบันทึกแบบย่อๆ ในใบงานหลังจาก

จบบทเรียน ซึ่งครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลก็ได้เพราะกิจกรรมของผู้เรียนในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาบทเรียน ครูก็พยายามแนะนำผู้เรียนคนที่ยังไม่เข้าใจปัญหา และให้ตัวอย่างหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว ซึ่งเรื่องนี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินรอบๆ เพื่อตรวจดูการทำงานของนักเรียน

ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ในช่วงนี้ครูหรือผู้เรียนก็จะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มใส่กระดานเพื่อแสดงให้คนอื่นเห็น ซึ่งครูก็จะรวบรวมความคิดที่คล้ายกันของผู้เรียนที่ได้การนำเสนอหรือบันทึกความคิดเห็น และอื่นๆ ของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะยืนยันความคิดของตนเองโดยมองว่างานของตนเองมีส่วนที่คล้ายกับงานของคนอื่นหรือไม่อย่างไร เมื่อผู้เรียนนำเสนอคล้ายกันก็ทำการสรุปแบบย่อๆ โดยที่ครูให้ความสนใจไปที่ประเด็นใดหนึ่งแล้วก็สรุป ครูจะรวบรวมความคิดที่ผู้เรียนนำเสนอมาและรวมกับสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาล่วงหน้านำมาสรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงไปในบทเรียนถัดไป

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าวิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นครั้งแรกในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น และปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจจากหลายประเทศทั่วโลก ในทางปฏิบัติวิธีการแบบเปิดมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการนำเสนอปัญหา ปลายเปิด ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียนหรือช่วงการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ช่วงอภิปรายบทเรียนทั้งชั้น และขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ที่เชื่อมโยงกับแนวคิดของผู้เรียน

3. ปัญหาปลายเปิด

3.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน (Non-routine problems) สามารถจำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการเปิด (The process is open) 2) ผลลัพธ์เปิด (End products are open) 3) แนวทางในการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) ซึ่งแต่ละชนิดมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กระบวนการเปิด ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาด้นกำเนิดที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลายแน่นอนว่าปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหา ต่างก็เป็นปัญหาปลายเปิดโดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา

ผลลัพธ์เปิด ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ

แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหามาแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา”

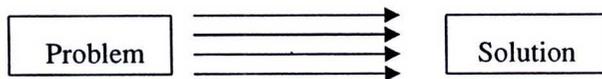
3.2 ลักษณะของปัญหาปลายเปิด

Becker and Shimada (1997) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่า เป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ เรียกว่าปัญหาไม่สมบูรณ์หรือปัญหาเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอนปกติในชั้นเรียน เมื่อครูใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

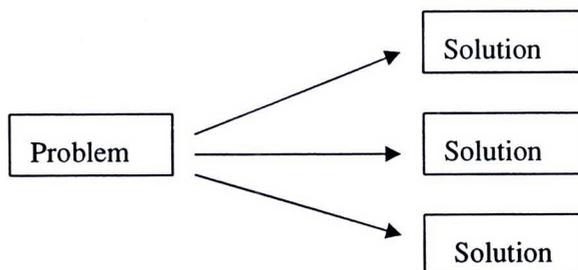
Merliss & Daniel (2003 อ้างถึงใน สุขสมพร อาโนทัย, 2550) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่าเป็นปัญหาที่มีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญห (The process is open) หรือกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ (The end products are open) รวมทั้งปัญหาปลายเปิดยังเน้นไปที่การพัฒนาปัญหาใหม่ของนักเรียนหรือการศึกษาค้นคว้าที่เชื่อมโยงและขยายความเข้าใจของนักเรียน (Way to create and solve problems are open) แนวคิดและประสบการณ์ของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการใช้อธิบายความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น

ในการแก้ปัญหาลายเปิดนักเรียนมีแนวทางแก้ปัญหที่ต่างกัน 3 แนวทางดังนี้

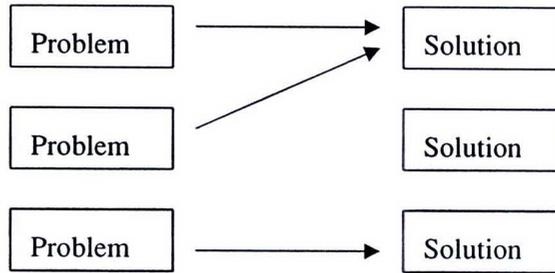
1) นักเรียนค้นหาวิธีการที่ถูกต้องหลายๆ วิธีหรือแนวทางในการแก้ปัญหที่มีเพียงหนึ่งปัญหาหนึ่ง วิธีการและแนวทางหลายๆ อย่างที่เข้าสู่วิธีการแก้ปัญห (The Process is open)



2) นักเรียนค้นหาคำตอบที่ถูกต้องหลายๆ คำตอบตามปัญหาที่มีวิธีการที่ถูกต้องหลายวิธี (End products are open)



3) นักเรียนกำหนดปัญหาหรือสร้างปัญหาหรือค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาของตัวเองที่เชื่อมโยงไปสู่ความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่เฉพาะเจาะจงในหลายๆ ปัญหาและอาจจะมีวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธีหรือมีวิธีการแก้ปัญหาวิธีเดียว



จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน และสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้ ซึ่งเราสามารถจำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ กระบวนการเปิด ผลลัพธ์ เปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาเปิด

4. แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.1 แนวคิดพื้นฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Isoda (2008) กล่าวว่าเมื่อพิจารณาลักษณะเฉพาะของการสื่อสารเราก็ต้องพิจารณาคำว่า “การสื่อสาร (Communication)” โดยเน้นไปที่กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นคุณแจที่สำคัญในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และเป็นวิธีการสื่อสารระหว่างคนกับคนในการแสดงแทนและการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของคน อีกทั้งการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ยังมีลักษณะที่สำคัญโดยเน้นไปที่การถกเถียงกันอย่างมีเหตุผล (Argumentation) ซึ่งการถกเถียงกันอย่างมีเหตุผลมี 3 ระดับ คือ 1) การอธิบาย (Explanation) 2) การประเมินค่า (Appreciation) และ 3) การโต้แย้งด้วยเหตุผล (Dialectic)

Sierpinska (1998) กล่าวว่า การอภิปรายกันด้วยความเป็นเหตุเป็นผลจะสร้างโอกาสให้ผู้เรียนสามารถคิดได้ด้วยตนเอง มีมุมมองในการแก้ปัญหาและสามารถอภิปรายแนวคิดของตนเองให้กับเพื่อนและครูก็สามารถรับรู้วิธีคิดของผู้เรียนได้ จึงทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร การอภิปรายกันด้วยความเป็นเหตุเป็นผล เป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เข้าร่วมการสื่อสาร เพื่อให้ประเด็นการถกเถียงกันมีความน่าเชื่อถือ และสิ่งที่นำมาอ้างอิงในการอภิปรายนั้นต้องเป็น



ระบบ เพื่อสังเคราะห์ห่วงโซ่การให้เหตุผลและเพื่อรับรู้มุมมองที่แตกต่างที่มีความเป็นไปได้ในการตัดสินใจคุณค่าของปัญหาด้วยความเป็นเหตุเป็นผล

Emori (1997) แนวคิดพื้นฐานในบทความนี้นำเสนอว่าการสื่อสาร (Communication) เป็นกระบวนการที่สร้างขอบเขตความเข้าใจร่วม (Consensus Domain) โดยอาศัยการสื่อสารทางเมนทอลสเปซ (Mental spaces) ของผู้ที่เข้าร่วมการสื่อสาร โดยได้พิจารณาลักษณะเฉพาะของเมนทอลสเปซว่าเป็นการสร้างความรู้และสร้างความหมายในขณะที่เรียนรู้คณิตศาสตร์ และได้ให้นิยามศัพท์คำว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ “Mathematics communication” หมายถึง การสื่อสารที่อาศัยเมนทอลสเปซ นอกจากนี้เอะโมะริยังได้พูดถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร เช่น เมนทอลสเปซและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mental Spaces and mathematics communication) องค์ประกอบของเมนทอลสเปซ (Components of mental spaces) ขอบเขตความเข้าใจร่วม รูปแบบพื้นฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และห่วงโซ่ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Fundamental model and Chains of mathematics communication) และประสิทธิผลของการสื่อสารสู่การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Effectiveness of communication toward mathematical thinking) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 เมนทอลสเปซและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เมนทอลสเปซ เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นในสมองของคนเรานำไปสู่การแสดงออกทางภาษา ซึ่งการแสดงออกทางภาษาแต่ละอย่างนั้นล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับเมนทอลสเปซเสมอและพร้อมเดียวกันนี้ยังได้ทำนายไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์เชิงวิชาการที่ทำหน้าที่ก่อให้เกิดเมนทอลสเปซชนิดหนึ่ง ในบทความนี้ก็เน้นไปที่เมนทอลสเปซที่มีความเชื่อมโยงอย่างลึกซึ้งกับกิจกรรมการคิดทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงให้นิยามศัพท์คำว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารอันเฉพาะเจาะจงที่ก่อให้เกิดเมนทอลสเปซ

4.1.2 องค์ประกอบของเมนทอลสเปซ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความจำเป็นที่จะต้องลงรหัส (Code) และถอดรหัส (Decode) สาร (Messages) โดยใช้ภาคส่วนความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความรู้เหล่านี้ไม่ได้แยกกันอยู่อย่างกระจัดกระจาย แต่ความรู้เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกัน และมีความสัมพันธ์กันกับความรู้อื่นๆ ที่ถูกจดจำไว้เป็นความรู้ กลไกความจำของคนเราทำหน้าที่โต้ตอบอย่างสัมพันธ์กัน เป็นห่วงโซ่ (Chain) และสร้างกลุ่มความรู้ที่เป็นสิ่งเร้าทางภาษา (Linguistic Stimuli) เป็นสิ่งที่บอกสารที่มาจากคนอื่น เพื่ออธิบายเหตุผลว่าทำไมการสื่อสารจึงนำมาซึ่งการสารสนเทศ (Information) มากกว่าการถอดรหัสภาษาที่แสดงออกมา โดยอาศัยทฤษฎี Relevance Theory

4.1.3 ขอบเขตความเข้าใจร่วม เป็นเรื่องไม่ถูกต้องที่บอกว่าองค์ประกอบทางเมนทอลสเปซของแต่ละคนสอดคล้องกับเมนทอลสเปซของคนอื่น แต่เราก็สมมติฐานได้ว่าขอบเขตบางส่วนของเมนทอลสเปซ ของคนที่เป็นคู่สื่อสารกันจะมีส่วนที่สอดคล้องกัน เราเรียกส่วนที่สอดคล้องกันนี้ว่า “ขอบเขตความเข้าใจร่วม” เราสมมุติเอาว่าขอบเขตความเข้าใจร่วมดังกล่าวนี้เป็นฐานสำหรับการกำหนดการสื่อสารของเรา นอกจากแนวคิดนี้แล้วยังมีแนวคิดอื่นอีกที่พูดถึง “ขอบเขตความเข้าใจร่วม” ซึ่งริชาร์ด (Richard 1991 อ้างถึงใน Emori, 1997) ได้นำคำศัพท์นี้มาจากชีววิทยา (Biology) และนำมาใช้ศึกษาในคณิตศาสตร์ศึกษา ริชาร์ดได้ให้คำนิยามขอบเขตความเข้าใจร่วมว่าเป็นสถานการณ์ที่คนเราสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์บางอย่างด้วยกัน ดังนั้น ความคิดเกี่ยวกับขอบเขตความเข้าใจร่วมของเอะโมะริ จึงเห็นด้วยกับความคิดของริชาร์ด

4.1.4 รูปแบบเชิงการลงรหัส และรูปแบบเชิงการอ้างอิง ตามทฤษฎีของ Relevance การสื่อสารจะบรรลุเป้าหมายได้โดยอาศัยการลงรหัสและการถอดรหัส “สาร” ในแต่ละกรณี หรือโดยการนำเสนอสิ่งเร้าบางอย่างเป็นกลไกที่ส่งสารไปยังผู้รับสารเพื่อก่อให้เกิดข้อสรุปที่คล้ายกันกับผู้ส่งสารที่ได้คาดการณ์เอาไว้ ในกรณีอื่นก็เช่นเดียวกัน สเปอร์เบอร์และวิลสัน (Sperber & Wilson 1993 อ้างถึงใน Emori, 1997) กล่าวว่าทั้งรูปแบบของการลงรหัส (Code model) และรูปแบบเชิงการอ้างอิง (Inferential model) เป็นสิ่งที่สามารถใช้เป็นการอธิบายการสื่อสารได้ ซึ่งเห็นด้วยกับรูปแบบเชิงการอ้างอิงของการสื่อสารที่ยืนยันตามรูปแบบการสื่อสารของสเปอร์เบอร์และวิลสัน

4.1.5 ห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสาน ในระยะเริ่มแรกของการสื่อสารของคนเรา เรามีความตั้งใจที่จะทำให้เกิดขอบเขตความเข้าใจร่วมโดยการลงรหัสและการถอดรหัส “สาร” ที่สั้นที่สุด เราให้คำจำกัดความของห่วงโซ่การสื่อสารชนิดนี้ว่าห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสาน ตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการเข้าใจการสื่อสารซึ่งไม่ได้มีการส่งหรือการรับ “สาร” นั้นเลย ลองพิจารณาสาร “วงกลมวงหนึ่งมีรัศมี 1 เซนติเมตร ซึ่งสัมผัสภายในวงกลมที่มีรัศมี 2 เซนติเมตร” มันจำเป็นสำหรับเราว่าต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับการถอดรหัส ของคำว่า “วงกลมที่มีรัศมี 2 เซนติเมตร (หรือ 1 เซนติเมตร)” และคำว่า “สัมผัสภายใน (Inscribed)” รวมทั้งความหมายทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต การพูดถึงเรขาคณิตในตำแหน่งที่แน่นอนของวงกลมที่มีรัศมี 1 เซนติเมตรเป็นสิ่งที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการสื่อสารนี้ แต่ก็ไม่ใช่ปัญหาสำหรับทุกๆ คน ภาพที่เกิดขึ้นในใจ (Mental image) สำหรับวงกลมสองวงนี้จะถูกกำหนดขึ้นในเมนทอลสเปซของผู้ส่งสารและผู้รับสารซึ่งแยกกันอยู่ ถ้าภาพที่เกิดขึ้นในใจเหมือนกันแล้ว ความคิดรวบยอดอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันก็จะถูกสร้างขึ้นในเมนทอลสเปซของผู้ส่งสารและผู้รับสาร ดังนั้นเราจึงสามารถสร้าง

ขอบเขตความเข้าใจร่วมได้ ซึ่งขอบเขตความเข้าใจร่วมนี้เป็นหัวใจของการพัฒนาเมนทอลสเปซของผู้เข้าร่วมสื่อสาร ในขณะที่สื่อสารกันอยู่และเป็นส่วนหนึ่งของเมนทอลสเปซส่วนบุคคลและมันถูกสร้างขึ้นโดยผ่านกระบวนการเชิงสังคม เพราะฉะนั้น จึงมีความจำเป็นสำหรับการสร้างขอบเขตความเข้าใจร่วมในการสื่อสารแต่ละครั้ง

4.1.6 ห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน โดยปกติการสื่อสารของเราไม่เพียงแต่ถอดรหัสสารเท่านั้นแต่เรายังต้องนึกถึงกลุ่มของความรู้ที่หลงรหัสไว้ กลไกนี้้นำเราไปสู่ความคุ้มค่า (Economy) ของการสื่อสารที่เป็นไปได้ว่าการส่งสารสนเทศที่เป็นมากกว่าผู้ส่งสารพูดออกมา การเพิ่มสารสนเทศเป็นเรื่องราวทั้งหมดที่ผู้ส่งสารตั้งใจในเวลานั้นด้วย ซึ่งผู้ส่งสารต้องการเป็นผู้รับสารเพื่อรับสารสนเทศสารที่ไม่ได้หลงรหัส (Unicode) ด้วยเหมือนกัน โดยที่เราได้นิยามห่วงโซ่การสื่อสารชนิดนี้ว่า เป็นห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน และในห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกันนี้ มีปรากฏการณ์เกี่ยวกับความเท่าเทียมกันของความคิดที่จะทำให้เกิดห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.1.7 ห่วงโซ่การสื่อสารแบบผู้รับเหนือกว่า ในขณะที่มีห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสานหรือห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน โดยปกติแล้วเมนทอลสเปซ เริ่มแรกของผู้ส่งสารจะใหญ่กว่าเมนทอลสเปซที่ผู้รับสารสร้างขึ้นจากสารที่ได้รับ แต่ในกรณีที่เป็นการสื่อสารระหว่างผู้เข้าร่วมที่มีความรู้แตกต่างกันมาก เช่น กรณีของการสื่อสารระหว่างนักเรียนและครูมีความเป็นไปได้บางอย่างที่ครูสามารถสร้างเมนทอลสเปซที่ใหญ่กว่าเมนทอลสเปซเริ่มแรกของนักเรียน มันจึงไม่เพียงพอสำหรับการอธิบายกระบวนการสื่อสารของเรา ถ้ามีเพียงแค่การหลงรหัส (Coding) และการถอดรหัส (Decoding) สารในฐานะที่เป็นห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสาน รวมถึงความตั้งใจของผู้ส่งสารผ่านการระลึถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องในฐานะที่เป็นห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน รวมทั้งการสะท้อนกลับ (Feeding Back) ถึงความเข้าใจของผู้รับสารว่า ผู้ส่งสารมีความตั้งใจที่จะสื่อสารอะไร เราจึงเสนอว่าการสื่อสารในกรณีที่ผู้รับสารสามารถสร้างเมนทอลสเปซที่ใหญ่กว่าเมนทอลสเปซที่ผู้ส่งสารคาดหวังไว้ เรานิยามห่วงโซ่การสื่อสารแบบนี้ว่าห่วงโซ่การสื่อสารแบบผู้รับเหนือกว่า ในความหมายว่าผู้รับสารเหนือกว่าผู้ส่งสาร

4.1.8 ห่วงโซ่การสื่อสารแบบเหนือความคาดหมาย ในส่วนนี้ เราพิจารณาอีกชนิดหนึ่งของห่วงโซ่การสื่อสารจากมุมมองที่เกี่ยวกับการสร้างแนวคิดใหม่ผ่านการสื่อสาร ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภท ที่เกี่ยวกับระดับการสร้างแนวคิดใหม่ ประเภทแรกคือการค้นพบหรือการสร้างแนวคิดใหม่โดยได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่นที่เข้าร่วมในการสื่อสาร ซึ่งเป็นผู้ที่มีแนวคิดนั้นอยู่ก่อนแล้ว กระบวนการเกี่ยวกับการค้นพบหรือการสร้างแนวคิดใหม่แบบนี้ถูกจัดให้อยู่ในฐานะที่เป็นห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน โดยอาศัยมุมมองของการศึกษาครั้งนี้ ประเภทที่สองคือการสร้าง

แนวคิดใหม่ที่ปรากฏขึ้นในสถานการณ์ที่ไม่รู้แนวคิดนั้นมาก่อน กล่าวคือ แนวคิดนั้นเป็นแนวคิดใหม่สำหรับทุกคนที่เข้าร่วมสื่อสาร ในกรณีนี้ แนวคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ไม่ได้เกิดจากความตั้งใจของผู้ส่งสารหรือไม่ได้ถูกนำมาโดยผู้รับสารเพียงอย่างเดียว แนวคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นั้นไม่ได้ถูกเก็บไว้ก่อนหน้าทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร มันถูกสร้างขึ้นโดยผ่านการแลกเปลี่ยนแนวคิดของเขาเหล่านั้นและสิ่งเร้าบางอย่างซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ภายนอกสาร ที่ต้องการสื่อสาร เรานิยามชนิดของห่วงโซ่การสื่อสารนี้ว่าห่วงโซ่การสื่อสารแบบเหนือความคาดหมาย ในห่วงโซ่การสื่อสารแบบเหนือความคาดหมายนี้ สิ่งที่ผู้ส่งสารได้ส่งไปกระตุ้นความคิดของผู้รับสารนั้นเกิดมีเมนทอลสเปซ ที่มีขอบเขตกว้างกว่าเมนทอลสเปซเริ่มแรกของผู้ส่งสาร ในเมนทอลสเปซที่ถูกเร้าและถูกกระตุ้นของผู้รับสาร ซึ่งเซตที่ไม่ได้ถูกเชื่อมโยงมาก่อนและเครือข่ายความรู้ที่ไม่ได้ตระหนักมาก่อนจะถูกเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม ดังนั้น เครือข่ายความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะทำให้เกิดแนวคิดใหม่นั้นเอง

4.1.9 ประสิทธิภาพของการสื่อสารสู่การคิดเชิงคณิตศาสตร์ การสื่อสารเป็นกิจกรรมสำหรับการสร้างขอบเขตความเข้าใจร่วมในเมนทอลสเปซของพวกเรา การสื่อสารให้โอกาสกับผู้เข้าร่วมทุกคนเพื่อปรับโครงสร้างเมนทอลสเปซ ซึ่งดูเหมือนว่าจะเป็นเรื่องยากมากสำหรับพวกเราที่จะเปลี่ยนแปลงหรือปรับโครงสร้างเมนทอลสเปซโดยตัวเราเพียงลำพัง

4.2 องค์ประกอบของกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Emori (2005) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยส่วนประกอบและกระบวนการที่สำคัญคือ สาร กระบวนการสื่อสาร (A communication process) กระบวนการรับรู้ (A recognition process) วิธีการตีความสาร วิธีการตีความการแสดงออกของคนอื่น และการวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสาร ซึ่งแนวคิดนี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวิจัยเรื่องการสื่อสาร เพราะเป็นเรื่องความเข้าใจทางด้านความหมาย (Meaning) หรือความเข้าใจในเรื่องการสารสนเทศ (Information) มากไปกว่านั้นเรายังใช้การผสมผสานกันในแนวคิดเรื่องสาร ความหมาย และการสารสนเทศ ชานนอน และวีเวอร์ (Shannon & Weaver 1949 อ้างถึงใน Emori, 2005) ซึ่งการใช้แนวคิดในเรื่องดังกล่าวเบอร์โล (Berlo 1960 อ้างถึงใน Emori, 2005) จำแนกการใช้สาร และความหมาย โดยกล่าวว่าการสื่อสารไม่ได้เป็นการส่งผ่านความหมาย แต่สารเท่านั้นที่เราสามารถส่งได้ และไม่มี ความหมายในสาร ส่วนความหมายเป็นเรื่องที่อยู่ในตัวบุคคลที่ใช้สาร ซึ่งเบอร์โลได้ให้นิยามสารว่า “สารเป็นผลิตภัณฑ์เชิงกายภาพที่มีอยู่จริงของผู้ส่งสาร” นอกจากนี้ยังพูดถึงเสียง (Voice) ว่าเป็นสารเมื่อคนเราพูดออกมา แต่สิ่งที่เราเขียนนั้นเป็นสาร จากการให้นิยามสารดังกล่าว เบอร์โลจึงได้แบ่งแยกการใช้สาร กับความหมาย และแสดงให้เห็นว่าการส่งสารไม่ได้

หมายความว่าโดยตรงในการส่งสารสนเทศ โดยยอมรับการให้คำนิยามของ เบอร์โลเห็นด้วยว่า กระบวนการตีความหมายเป็นของผู้รับสาร

4.2.2 กระบวนการสื่อสาร แนวคิดของกระบวนการนี้เป็นปรากฏการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยการแนะนำแนวคิดเรื่องกระบวนการ (Process) ซึ่งเบอร์โล (Berlo 1960 อ้างถึงใน Emori, 2005) ได้เสนอมุมมองเกี่ยวกับการสื่อสารว่า “การสื่อสารไม่ได้มองแค่ปรากฏการณ์ที่เริ่มต้นและปรากฏการณ์สุดท้ายเท่านั้น แต่รวมถึงองค์ประกอบทั้งหมดในกระบวนการสื่อสาร และรวมถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย” จากทฤษฎีพื้นฐานนี้ คนเราจึงอธิบายว่า ผู้ส่งสาร A แสดงต่อผู้รับสาร B และ B แสดงต่อผู้รับสาร C และเรื่องราวในเหตุการณ์ที่สำคัญ X ต่อไปนี้ เราไม่สามารถบรรยายถึงกลไกที่เกี่ยวข้องกันระหว่างส่วนต่างได้ทั้งหมด แต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเราสามารถบรรยายถึงความต่อเนื่องของการสื่อสารได้ เราออกแบบรูปแบบของกระบวนการสื่อสารซึ่งประกอบด้วยสามองค์ประกอบนี้คือ ผู้ส่งสาร (Sender) สาร และผู้รับสาร (Receiver) ในลำดับแรกเราให้ความสำคัญกับความต่อเนื่องทางความคิดที่มีอยู่จริงของผู้ส่งสาร และผู้รับสาร ก่อนการส่งสารและการรับสาร ทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสารมีลำดับของกระบวนการทางความคิดและการรับรู้ที่เกี่ยวข้องกับการส่งสารและรับสาร ซึ่งมีความจำเป็นที่เราจะต้องให้ความสนใจเพื่อหาความแตกต่างระหว่างการส่งสารของผู้ส่งสาร และการรับสารของผู้รับสาร เมื่อผู้ส่งสาร ส่งสารไปครั้งหนึ่งเขาไม่สามารถยกเลิกสารที่ส่งไปนั้นได้ และเขาก็ไม่สามารถแก้ไขสารนั้นได้ ซึ่งในความหมายนี้เป็นการแสดงออกเพียงชั่วคราวของผู้ส่งสาร อย่างไรก็ตามการตีความสารของผู้รับสารไม่ได้จบลงเพียงแค่ว่าความถูกต้องชั่วคราวหลังจากที่เขาได้รับสาร ซึ่งผู้รับสารได้ทบทวนการตีความสารในระหว่างที่สนทนากัน และเราก็มองเห็นว่าความรู้และประสบการณ์ของผู้ส่งสารและผู้รับสารมีผลกระทบต่อความคิดของเขา ซึ่งกระบวนการสื่อสารที่ผู้ส่งสารมีสาร S ที่ส่งออกไป ซึ่งสารนี้ถูกส่งไปถึงผู้รับสาร โดยผ่านความเข้าใจกัน (Certain mediation) และผู้รับสารก็ให้สาร R โดยการตีความสารดังกล่าว ซึ่งกระบวนการนี้เป็นหน่วยพื้นฐานของกระบวนการสื่อสาร

4.2.3 กระบวนการรับรู้ ตามรูปแบบการทดลองกระบวนการทางความคิดของคนเรามี 2 แนวคิดคือ แนวคิดแรกเป็นกระบวนการผลิตสัญลักษณ์ (Symbolism) และแนวคิดที่ 2 เป็นกระบวนการเชื่อมโยง (Connectionism) ในกระบวนการผลิตสัญลักษณ์นี้เป็นการตั้งสมมุติฐานว่ากระบวนการที่ควบคุมการเรียนรู้และความจำที่ขึ้นกับกฎเกณฑ์ทางสัญลักษณ์ ซึ่งความคิดที่มองว่าความรู้เป็นไปตามเงื่อนไข โดยการตีความจากบทบาทการผลิตสัญลักษณ์ได้ตั้งสมมุติฐานทางสัญลักษณ์ขึ้นมา โดยที่กระบวนการทางสัญลักษณ์เป็นการจัดการอยู่ในหัวเมื่อคนเราคิดบางสิ่งบางอย่าง อย่างไรก็ตาม การเชื่อมโยงและความจำก็อาศัยความแน่นอนทางประสบการณ์ที่เป็นหน่วยเล็กๆ และคิดว่าหน่วยเล็กๆ เหล่านี้เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในการแสดงแทน ซึ่งมีความ

จำเป็นสำหรับพวกเราในการยอมรับการเชื่อมโยงวิธีการคิด เพื่อยืนยันว่าสัญลักษณ์หนึ่งไม่ได้ผูกติดอยู่กับวิธีการแสดงแทนเพียงอย่างเดียว ซึ่งในกระบวนการแสดงแทนการคิดที่เราไม่ชัดเจนกับสัญลักษณ์ มีความจำเป็นสำหรับพวกเราเพื่อทำความเข้าใจการแสดงแทนทางความคิด (Mental representation) และการแสดงแทนทางความคิดนี้ก็มีอยู่จริง เราจะรับเอาวิธีการคิด การเชื่อมโยงและรวบรวมสัญลักษณ์เพื่อจับใจความการแสดงแทนทางความคิด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ากระบวนการการรับรู้ของผู้เข้าร่วมการสื่อสารก็ได้ยืนยันตามนั้น ซึ่งความตั้งใจของผู้ส่งสารเป็นกระบวนการทางด้านความคิดที่อยู่ภายนอก การให้ความคิดทางคำพูดที่อยู่ภายนอกของผู้ส่งสารเป็นการส่งเสริมความคิดให้มีมาตรฐานที่สูงขึ้น เพราะฉะนั้น มาตรฐานทางความคิดที่สูงขึ้นนี้จึงทำหน้าที่ในการให้สาร S ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ส่งสารได้คิดเอาไว้ และผู้ส่งสารก็เติมสาร S ที่เป็นสัญลักษณ์ของสารนั้นลงไป นี่เป็นการแสดงออกทางสัญลักษณ์ที่อยู่ภายนอกอีกเหมือนกัน อย่างไรก็ตามผู้รับสารรับเอาสารผ่านความรู้สึกทางกาย เช่น ทางตาหรือทางหู และผู้รับสารก็เริ่มตีความสารนั้น โดยการรวบรวมสัญลักษณ์ที่แสดงออก ผู้รับสารพยายามค้นหาการแสดงแทนทางความคิดคล้ายกับที่ผู้ส่งสารตั้งใจส่งสาร R (สาร R ไม่ได้เหมือนสาร S เสมอไป)

4.2.4 วิธีการตีความสาร การส่งสารเริ่มต้นที่ความตั้งใจของผู้รับสาร และผลลัพธ์ที่แสดงออกของการส่งผลิตผลที่คาดหวังไว้ก็สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการสื่อสาร จากสิ่งที่คาดหวังไว้ดังกล่าวนี้มีความเกี่ยวข้องกับมาตรฐานของการรับรู้การตีความที่สร้างขึ้น สเปอร์เบอร์และวิลสัน (Sperber & Wilson 1986 อ้างถึงใน Emori, 2005)

4.2.5 วิธีการตีความการแสดงออกของผู้อื่น การตีความการแสดงออกของผู้อื่น ในการวิจัยการสื่อสารมีความหมายที่สำคัญ 2 มุมมอง มุมมองแรกเป็นผู้รับสารที่ตีความการแสดงออกของผู้ส่งสารเพื่อรับสารบางอย่าง และมุมมองที่สองเป็นผู้วิจัยที่ตีความการแสดงออกของผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการสื่อสาร เพื่อให้ได้ข้อมูลการวิจัย ซึ่งกระบวนการสื่อสารนี้สิ่งที่เราสามารถเข้าใจร่วมกันได้ก็คือ สาร ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ได้มาจากการสังเกตความคิดของผู้เรียนโดยตรง เพราะฉะนั้นเราจึงใช้ปรากฏการณ์ทางสังคมวิทยาของชัตซ (Schutz) ในวิธีการตีความการแสดงออกของผู้อื่น ชัตซ (Schutz 1970 อ้างถึงใน Emori, 2005) ยืนยันว่าการตีความส่วนบุคคลต้องเพิ่มความเข้าใจของผู้อื่นเข้าไปด้วย ชัตซได้วิจารณ์วัตถุประสงค์การตีความของแนวคิดพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเราจะเข้าใจความคิดของ ชัตซ ได้ก็ต้องไปดูตัวอย่างถ้าเรามองกิจกรรมเชิงกายภาพเหมือนกับว่าอยู่ในแม่น้ำก็สามารถตีความได้หลายแง่มุม สำหรับคนหนึ่งคนกิจกรรมนี้เปรียบเสมือนเล่นอยู่ในแม่น้ำ และถ้ามีหลายคนการแสดงออกก็กลายเป็นวัฒนธรรม ในวิธีการเข้าใจผู้อื่นของชัตซมีความสำคัญในการตีความส่วนบุคคลและเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง

4.2.6 การวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสาร เมื่อพิจารณากระบวนการสื่อสาร กระบวนการรับรู้วิธีการตีความสารและวิธีการตีความการแสดงออกของผู้อื่น เพื่อวิเคราะห์รูปแบบของการสื่อสาร การวิเคราะห์รูปแบบของการสื่อสารได้แสดงให้เห็นโดยการรวมรูปแบบของกระบวนการรับรู้และรูปแบบของกระบวนการสื่อสาร ซึ่งกระบวนการสื่อสารแสดงให้เห็น 2 รูปแบบ คือ การสังเกตการแสดงออกของผู้ส่งสารและผู้รับสาร และยังมี 2 ส่วนประกอบอันเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสื่อสาร ปัจจัยแรกเป็นสภาพแวดล้อมของการสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และปัจจัยที่ 2 เป็นเรื่องความรู้และประสบการณ์ของผู้ส่งสารและผู้รับสาร ในสภาพแวดล้อมของการสื่อสารนี้รวมมีกลุ่มของสภาพแวดล้อมเชิงวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมเชิงกายภาพ ซึ่งวัฒนธรรมหมายถึงความศรัทธา การให้คุณค่า วิธีการแสดงออกระหว่างครูกับนักเรียน และรูปแบบการเรียนเป็นกลุ่ม ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อสารเป็นส่วนประกอบในการแสดงแทนของส่วนบุคคลโดยพูดตามความรู้และประสบการณ์ ซึ่งได้แยกปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสื่อสารส่วนบุคคล และวิธีการปฏิบัติทางสังคม อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมต่างๆ ก็เป็นเพียงชั่วคราว และเป็นไปตามความจริงที่มีความจำเป็นเพื่อเตือนว่าเราไม่สามารถจำแนกทุกอย่างได้ การสื่อสารเป็นเรื่องทั่วไป และเป็นเรื่องที่รวบรวมเอาปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายการสื่อสาร ไม่ใช่การรวบรวมเอาการวิเคราะห์ส่วนปัจเจกชน การสรุปผลการวิเคราะห์เป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องนิยามมองทางด้านกระบวนการด้วย ในรูปแบบการวิเคราะห์การสื่อสาร เราเห็นได้เพียงแค่การแสดงออก (Act) และสาร ซึ่งความคิดของผู้ส่งสารและผู้รับสารเป็นการแสดงลักษณะส่วนบุคคล ดังนั้น การตีความสาร ในการวิเคราะห์จึงใช้วิธีการตีความสาร และวิธีการตีความการแสดงออกของผู้อื่นเท่านั้น

4.3 การตรวจสอบรูปแบบพื้นฐาน และห่วงโซ่ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Emori (2005) กล่าวว่าตรวจสอบรูปแบบพื้นฐาน และห่วงโซ่ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เราต้องพิจารณาคำถามวิจัยที่ได้ตั้งไว้ และคำถามย่อย คำถามวิจัยมีอยู่ว่าเราจะทำอย่างไรครูคณิตศาสตร์จึงจะเข้าใจห่วงโซ่การสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเพื่อตอบคำถามนี้ เราแยกคำถามวิจัยออกเป็น 3 คำถามย่อย คำถามย่อยคำถามแรกเป็นการตรวจสอบกลไกพื้นฐานของการส่งสารและการรับสารที่สะท้อนกลับมา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 คำถามวิจัย คำถามวิจัยคือ ทำอย่างไรครูคณิตศาสตร์จึงจะเข้าใจห่วงโซ่การสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำถามย่อยคือ จงพิจารณาคำถามย่อย 3 คำถามเพื่อตอบใจความของคำถาม โดยคำถามย่อยได้แก่ 1) ตรวจสอบกลไกในการส่งสารและการรับสาร 2) จัดกลุ่มห่วงโซ่การสื่อสาร และ 3) ระบุกระบวนการรับรู้ของผู้เข้าร่วมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.3.2 วิธีการตรวจสอบ ในการตรวจสอบนี้ให้นักเรียนเป็นคนสร้างร่องรอย เพื่อแสดงวิธีการคำนวณและหลังจากที่นักเรียนมีการอภิปรายการตีความคำศัพท์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อจัดกลุ่มสัญลักษณ์ เราตัดสินใจการตีความหมายการสร้างคำศัพท์ด้วยการสังเกตการจัดกลุ่ม สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร ในชั้นเรียนการที่นักเรียนตอบว่าบวก (+) (คำพูดที่ 23) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากนักเรียนหลายคนตามการแสดงซ้ำคืน (Replay) คำถามของครูที่แสดงสัญลักษณ์ วิธีการคำนวณ ซึ่งการแสดงซ้ำคืน ของนักเรียนนี้ครูบอกว่า + บวก แน่ใจมั๊ยแสดงวิธีการคำนวณให้ ดูหน่อย (คำพูดที่ 24) ครูให้ค่าคำตอบแก่นักเรียน และในไม่ช้านักเรียนก็ตะโกนค่าคำตอบนี้ว่า การคูณและการหาร (คำพูดที่ 25) นี่เป็นขั้นตอน (Phase) แรกของตัวอย่าง ซึ่งครูกับนักเรียนได้พูด ถึงกฎการคำนวณทั้งสี่ของเลขคณิต ในขั้นตอนที่ 2 นักเรียน E พูดไม่แน่ใจว่า % เป็นเหมือน สัญลักษณ์...? (คำพูดที่ 26) ครูสนับสนุนคำพูดที่ 26 นี้ที่บอกว่า % เป็นเหมือนสัญลักษณ์ (คำพูดที่ 27) ในขั้นตอนที่ 3 นักเรียน F ตอบว่า % เป็นเหมือนสัญลักษณ์เพื่อแสดงวิธีการคำนวณ ยกตัวอย่างเช่น 80% ของบางจำนวน เป็นการคูณกับ 4/5 (คำพูดที่ 30) นักเรียน F คิดว่า % เป็นสัญลักษณ์เพื่อยืนยัน วิธีการคำนวณ ซึ่งความคิดเห็นของนักเรียน F นี้ นักเรียน G ก็ได้ยกเอามาพูดอีกครั้งหนึ่งว่า “แต่เรา ไม่แน่ใจว่าเขียน 80% ใน 100 เหมือนกับ 100% ใน 80 ที่คล้ายกับ 5+3 แต่ถึงแม้ว่า 80% ของบางอย่างต้องมาคูณกับ 4/5 เพราะฉะนั้น % เป็นสัญลักษณ์เท่านั้น” (คำพูดที่ 33) นักเรียน G คิดว่า % ไม่ใช่สัญลักษณ์เพื่อแสดงวิธีการคำนวณ ในขั้นตอนที่ 4 นักเรียน H พูดเพิ่มเติมอีกว่า เมื่อเราพิจารณาคำถามที่คล้ายกันนี้คือ มี 5 งาน และแต่ละงานมีแอปเปิ้ล 2 ลูก ถามว่าแอปเปิ้ลมีกี่ลูก ซึ่งเราตอบว่า $5 \times 2 = 10$ เรามีแอปเปิ้ล 10 ลูก ในตอนนั้นเราจึงดวงเล็บรอบคำว่า “Ko” (Ko เป็น หน่วยการนับในญี่ปุ่น) บางที % อาจเป็นคล้ายกับหน่วย Ko ก็ได้ (คำพูดที่ 37)

สารต่อไปนี้เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของผู้วิจัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเอาสาร ดังกล่าวนี้เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 (Phase 1)

22 ครู: สัญลักษณ์ใดที่แสดงถึงวิธีการคำนวณ

23 นักเรียนหลายคน: + (บวก)

24 ครู: + (บวก) แน่ใจว่าเป็นสัญลักษณ์ของการคำนวณใช่มั๊ย

25 นักเรียนหลายคน: การคูณ และการหารก็เป็นได้เหมือนกัน

ขั้นตอนที่ 2 (Phase 2)

26 นักเรียน E: % เป็นเหมือนสัญลักษณ์...

27 ครู: %? ทำ%แสดงวิธีการคำนวณเหมือนกัน

ขั้นตอนที่ 3 (Phase 3)

28 นักเรียน F: ใช่

29 ครู: นักเรียน F คุณคิดอย่างไรเกี่ยวกับ %

30 นักเรียน F: ผมคิดว่า % แสดงวิธีการคำนวณ ตัวอย่างเช่น 80% ของบางจำนวน

เท่ากับการคูณ 4/5

31 นักเรียน G: ไม่

32 ครู: นักเรียน G คุณคิดอย่างไร

33 นักเรียน G: ผมคิดว่าความคิดเห็นของนักเรียน ถูกต้องแล้วครับ แต่ว่าเราไม่แน่ใจว่าเขียน 80% ใน 100 เหมือนกับ 100% ใน 80 ที่คล้ายกับ 5+3 แต่ถึงแม้ว่า 80% ของบางอย่างต้องคูณกับ 4/5 เพราะฉะนั้น % เป็นสัญลักษณ์เท่านั้น

ขั้นตอนที่ 4 (Phase 4)

34 ครู: ความคิดเห็นของเขาคิดว่า % ไม่ใช่สัญลักษณ์เพื่อยืนยันวิธีการคำนวณ และเป็นสัญลักษณ์เท่านั้น โดยทั้งหมดนี้มี 2 ความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เรามีความคิดเห็นของนักเรียน F และนักเรียน G

35 นักเรียน H: (เขายกมือขึ้นแต่ไม่พูดอะไร)

36 ครู: นักเรียน H คุณยอมรับกับความคิดเห็นไหน

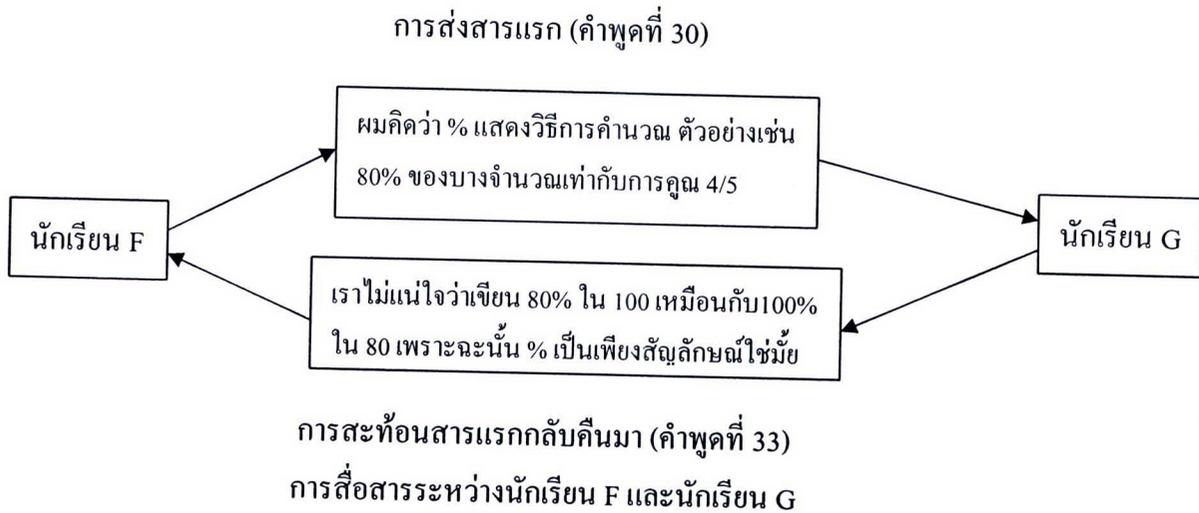
37 นักเรียน H: เมื่อเราพิจารณาคำถามที่คล้ายกันนี้คือ มี 5 งาน และแต่ละงานมีแอปเปิ้ล 2 ลูก ถามว่าแอปเปิ้ลมีกี่ลูก ซึ่งเราตอบว่า $5 \times 2 = 10$ เรามีแอปเปิ้ล 10 ลูก ในตอนนั้นเราจึงวงเล็บรอบคำว่า “Ko” (Ko เป็นหน่วยการนับในญี่ปุ่น) บางที % อาจเป็นคล้ายกับหน่วย Ko ก็ได้

38 ครู: นักเรียน F เป็นอย่างไรเกี่ยวกับความคิดเห็นนี้

39 นักเรียน F: ใช่ (เขาพยักหน้ารับ)

การวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 3 (Phase 3)

ในการตรวจสอบนี้เราเน้นไปที่การสะท้อนกลับมา (Feedback) ตามช่วงแรกของการวิเคราะห์ Phase 3 คำพูดของนักเรียน F ได้ส่ง (Feedback) ไปยังคำพูดของนักเรียน E ในวัตถุประสงค์แรก อย่างไรก็ตามการสื่อสารได้พัฒนาไปสู่การส่งคำพูดของนักเรียน G ไปสู่นักเรียน F เราคิดเกี่ยวกับห่วงโซ่คำพูดของนักเรียน F และนักเรียน G ตามการส่งสารครั้งแรกและสะท้อนสารแรกนั้นกลับคืนมา



จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นในการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน เพราะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดปลีกย่อยหลายแง่มุมเช่น แนวคิดพื้นฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ขอบเขตความเข้าใจร่วมกัน ห่วงโซ่การสื่อสาร แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสาร กระบวนการสื่อสาร กระบวนการรับรู้ วิธีการตีความสาร วิธีการตีความการแสดงออกของผู้อื่น การวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสาร การตรวจสอบรูปแบบพื้นฐาน และห่วงโซ่ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จึงเห็นได้ว่ากระบวนการและรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆที่กล่าวมามีความสำคัญและจำเป็นในการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสื่อสาร

สัมพันธ จากถิ่นขจร โกล (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการร่วมมือกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มย่อยเน้นการสื่อสารเพื่อสร้างความหมายร่วม กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนบ้านวังชัย อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 9 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน พบว่า 1) กลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มเกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนแนวความคิดเพื่อสร้างความหมายร่วมเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการแลกเปลี่ยนแนวคิดมีอยู่ 3 รูปแบบคือ เสนอแนวคิดแล้วเห็นด้วยหรือยอมรับทันที เสนอแนวคิดแล้วมีการอภิปรายกันเล็กน้อยเพื่อปรับแนวคิดแล้วจึงเห็นด้วยหรือยอมรับ และเสนอแนวคิดแล้วมีคนไม่เห็นด้วย มีการอภิปรายเพื่อปรับแนวคิดแล้วจึงเห็นด้วยหรือยอมรับ 2) แต่ละหน่วยของกระบวนการแลกเปลี่ยนแนวคิดจะปรากฏห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ห่วงโซ่

การสื่อสารแบบประสาน ห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกัน และห่วงโซ่การสื่อสารแบบผู้รับเหนือกว่า ซึ่งทำให้เห็นถึงการสร้างความหมายร่วมกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

พิมพ์ลักษณ์ มุลโพธิ์ (2549) ได้ทำการศึกษาการสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริบทวัฒนธรรมในกรณีศึกษาชั้นเรียนไทยและชั้นเรียนญี่ปุ่น พบว่าลักษณะการสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริบทชั้นเรียนญี่ปุ่นได้แสดงให้เห็นลักษณะการสื่อสารคือ การสื่อสารที่มีความถูกต้องแม่นยำ และความประหยัด แสดงให้เห็นได้ชัดเจนในช่วงที่ครูให้นักเรียนคนอื่นออกมาแสดงเหตุผลเกี่ยวกับวิธีคิดของเพื่อนในช่วงที่ครูนำการอภิปรายและความเป็นอิสระที่เกิดขึ้นในช่วงที่นักเรียนแก้ปัญหาและการกระตุ้นจากครูในช่วงของการนำเสนอวิธีคิดของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า มีใครที่คิดเหมือนและคิดต่างจากนี้ แล้วครูเลือกคนที่มีวิธีคิดแตกต่างออกมานำเสนอ ซึ่งในบริบทชั้นเรียนไทยไม่พบลักษณะการสื่อสารทั้งสามนี้

ปรีชา พิมพ์แก้ว (2550) ได้ทำการศึกษาลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด พบว่าลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิดได้แสดงให้เห็นลักษณะการสื่อสารทั้งสามลักษณะคือ 1) ความถูกต้องแม่นยำของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2) ความคุ้มค่าของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเป็นอิสระของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เกษม เปรมประยูร (2550) ได้ทำการศึกษากระบวนการเชิงการรู้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนคุณคำพิทยาสรรพ์ กิ่งอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 23 คน พบว่าห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะช่วยทำให้สามารถวิเคราะห์กระบวนการเชิงการรู้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ ห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบประสานพบแง่มุมของการตระหนักรู้ ห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบเท่าเทียมกันพบแง่มุมของการดูซึม ห่วงโซ่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบผู้รับเหนือกว่า พบแง่มุมของการขยาย และไม่พบแง่มุมของการสร้างขึ้นใหม่

วิภาพร แสงสว่าง (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนหนองตมหนองสูงเหลื่อม จังหวัดขอนแก่น จำนวน 6 คน ผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปในลักษณะของการมีผู้นำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาในกลุ่มด้วยคำสำคัญเพียงบางคำ

ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเริ่มต้น และเพื่อนในกลุ่มก็ยอมรับแนวคิดนั้นทันที โดยไม่มีข้อคัดค้าน

5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด

ธัญญา กาสรุณ (2549) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องค่านิยมของครูเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่านิยมของครูเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 2 ระยะ คือระยะแรกทำการสำรวจค่านิยมของครูที่เข้าร่วมอบรมโครงการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 45 คน และโครงการยุทธศาสตร์การพัฒนาศักยภาพครูสู่ความเป็นผู้นำทางการศึกษา จำนวน 30 คน ในปีการศึกษา 2547 และระยะที่ 2 เป็นกรณีกรณีศึกษาโดยศึกษาครูประจำการจำนวน 2 คน ในปีการศึกษา 2548 ผลการวิจัยระยะแรกพบว่ากลุ่มครูที่เข้าร่วมการอบรมแล้วนำแผนการสอนแบบเปิดไปใช้ในชั้นเรียนมีค่านิยมเรื่องการให้ความสำคัญกับผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการ การให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการเรียนต่อในระดับที่สูงขึ้น ไม่เชื่อมั่นในสิ่งใหม่ และให้ความสำคัญกับเนื้อหาและเวลาตามที่หลักสูตรกำหนด ผลการวิจัยระยะที่ 2 พบว่าครูที่เป็นกรณีศึกษาคนที่หนึ่งเพศหญิง ประสบการณ์การสอน 4 ปี อยู่ในกระบวนการอบรมโดยวิธีการแบบเปิดมาตลอด มีค่านิยมที่ให้ความสำคัญในการให้เกียรติผู้อื่นยอมรับความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีความสนุกสนานร่าเริงในการทำกิจกรรมไม่แทรกแซงกระบวนการคิดของผู้เรียน และให้ความสำคัญกับความแตกต่างหลากหลายและความเป็นอิสระในการคิดของผู้เรียนทุกคน ครูที่เป็นกรณีศึกษาคนที่สองเพศชาย ประสบการณ์การสอน 22 ปี ได้เข้าร่วมกระบวนการอบรมโดยวิธีการแบบเปิด 4 ครั้ง ให้ความสำคัญว่าวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการที่ดี ส่งเสริมการคิดของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลายแต่ว่ายังมีความกังวลเรื่องเวลาและเนื้อหาตามที่หลักสูตรกำหนด รวมถึงกังวลเรื่องระบบการประเมินและการให้คะแนนอีกด้วย

วิญญู ศรีบุญเรือง (2549) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องบทบาทของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์บทบาทของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นครูที่สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 คน ผลการวิจัยบทบาทของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิด คือ บทบาทของครูในฐานะ ผู้สำรวจตรวจตราภายนอก บทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก และบทบาทของครูในการบูรณาการแนวคิดต่างๆ ที่เกิดจากการแก้ปัญหาปลายเปิด ให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดและขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ

วายุคล รบศึก (2550) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องบทบาทของครูที่ใช้การผสมผสาน การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอน โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของครูที่ใช้การผสมผสานการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอน โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นครูที่สอน คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าจากเดิมการสอนของครูก่อนที่จะใช้วิธีการแบบเปิดครูผู้สอนเคย แสดงบทบาทการสอนโดยเน้นการบรรยายหรือสาธิต เนื้อหาหรือขั้นตอนวิธีการตามลำดับที่ปรากฏ ในหนังสือเรียน แต่หลังจากใช้นวัตกรรมวิธีการแบบเปิดเป็นเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ครูมีการ เตรียมสิ่งแวดล้อมเพื่อเอื้ออำนวย สนับสนุนการนำเสนอแนวคิด และแลกเปลี่ยนแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งยังพบบทบาทที่ครูอภิปรายเกี่ยวกับคำที่ใช้สร้างสถานการณ์ ปัญหาปลายเปิด

ไชยศรี ลินพิชธรรม (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความเชื่อของครูคณิตศาสตร์ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเชื่อของครูคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว การเก็บรวบรวมข้อมูลได้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกใช้แบบสอบถาม เพื่อสำรวจความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของครูจำนวน 33 คน จาก 3 โรงเรียน พบว่าร้อยละ 30.30 ครูเชื่อว่าคณิตศาสตร์คือการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ร้อยละ 36.36 เชื่อว่าคณิตศาสตร์คือเครื่องมือ สำหรับช่วยแก้ปัญหา และร้อยละ 33.33 เชื่อว่าคณิตศาสตร์สามารถเข้าใจได้จากการฟัง และการอธิบายของผู้รู้ ระยะที่สองเป็นกรณีศึกษาครู 3 คน ที่สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าบทบาทของครูที่แสดงออกในชั้นเรียนสะท้อนให้เห็นว่าความเชื่อทางคณิตศาสตร์ ของครูไม่ได้มีเพียงแบบหนึ่งแบบเดียวเท่านั้น แต่ครูแสดงบทบาทที่สะท้อนให้เห็นความเชื่อ ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และครูที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดทำให้ ความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของครูค่อยๆมีพัฒนาการ และเปลี่ยนแปลงไปสู่ความเชื่อทางคณิตศาสตร์ ตามมุมมองที่ว่าคณิตศาสตร์คือการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ทัศวรรณ เล็งตามดี (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การสร้างปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 จำนวน 6 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ช่วงนำเสนอปัญหาปลายเปิด พบลักษณะการยอมรับปัญหา ของนักเรียน 2) ช่วงการแก้ปัญหาปลายเปิด พบลักษณะการยอมรับปัญหาของนักเรียน และการทำทาย ปัญหาของนักเรียน 3) ช่วงการอภิปรายการแก้ปัญหาร่วมกัน พบการทำทายปัญหาของนักเรียน และ 4) ช่วงการสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกัน ไม่พบการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาชั้นเรียน

Lim (2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในชั้นเรียนที่ใช้ 2 ภาษา ซึ่งเป้าหมายของในการวิจัยครั้งนี้เพื่ออภิปราย (Discuss) เกี่ยวกับประสบการณ์ ในการหาตำแหน่งการคิดทางคณิตศาสตร์ และหาตำแหน่งของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของครู คณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน ในโรงเรียนประถมศึกษา ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) 6 ครั้งที่ผ่านมาได้แนะนำเกี่ยวกับแนวคิด ของการศึกษาชั้นเรียน ให้กับครู และทำให้ ครูได้รู้ตำแหน่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ และตำแหน่งของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มี 6 โรงเรียนที่อยู่ในโครงการ แต่ในเรื่องนี้เน้นไปที่โรงเรียนประถมศึกษาในประเทศจีนเพียงแห่งเดียว ซึ่งสิ่งที่ได้รับการสะท้อนผลของครูมีผลตอบรับที่ดี ดังต่อไปนี้ (1) ครูได้รับความเข้าใจที่ดี ในเรื่องความคิดรวบยอด และกระบวนการของการคิดทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (2) เพิ่มความมั่นใจ และเพิ่มความสนใจให้กับครูในการหาตำแหน่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน การศึกษาครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา ที่ให้ความสำคัญกับบทบาททางความสามารถของภาษาในการคิด และการสื่อสารคณิตศาสตร์ สำหรับครูและนักเรียน

Cheah (2008) ได้ทำการศึกษาเรื่องการสื่อสารเพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ ในกรณีศึกษา ซึ่งในเรื่องนี้เป็นกรรงานเบื้องต้นในกรณีศึกษาเพื่อแนะนำบทเรียน เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ ในการแนะนำวิธีการศึกษาชั้นเรียน ให้กับกลุ่มครู ในบทเรียนที่ครูสามคนได้ร่วมวางแผน เพื่อเน้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการแสดงออกที่ดี ของครู ในบทเรียนที่เป็นวิดีโอเทป และบทเรียนที่เป็นการสื่อสาร ได้ถูกแทนที่ด้วยคะแนน และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสิ่งที่ค้นพบในการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการ ออกแบบกิจกรรม ของครูมีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนในกิจกรรมนั้น แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การสื่อสารในบทเรียนส่วนใหญ่ครูพยายามทำให้นักเรียนไปถึงคำตอบ การวิจัยครั้งนี้ได้ยกเอา บางประเด็นที่เป็นแนวทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นใน โรงเรียนประถมศึกษาของ มาเลเซีย ซึ่งได้ค้นพบว่าวิธีการศึกษาชั้นเรียน เป็นวิธีการที่เหมาะสม และเป็นวิธีที่ไม่ถูกความ สำหรับครูเป็นการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในชั้นเรียนให้เพิ่มมากขึ้น

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) นวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูและนักเรียน โดยวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ ศึกษาผลของการใช้ การศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อครูภาษาไทย ผลของการใช้การศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อนักเรียน และวิเคราะห์ ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการนำการศึกษาชั้นเรียนไปใช้ในการพัฒนาวิชาชีพครู การดำเนินการ วิจัยแบ่งเป็น 4 ระยะคือระยะที่ 1 การศึกษาบริบทและความเป็นไปได้ในการดำเนินการวิจัย ระยะที่ 2



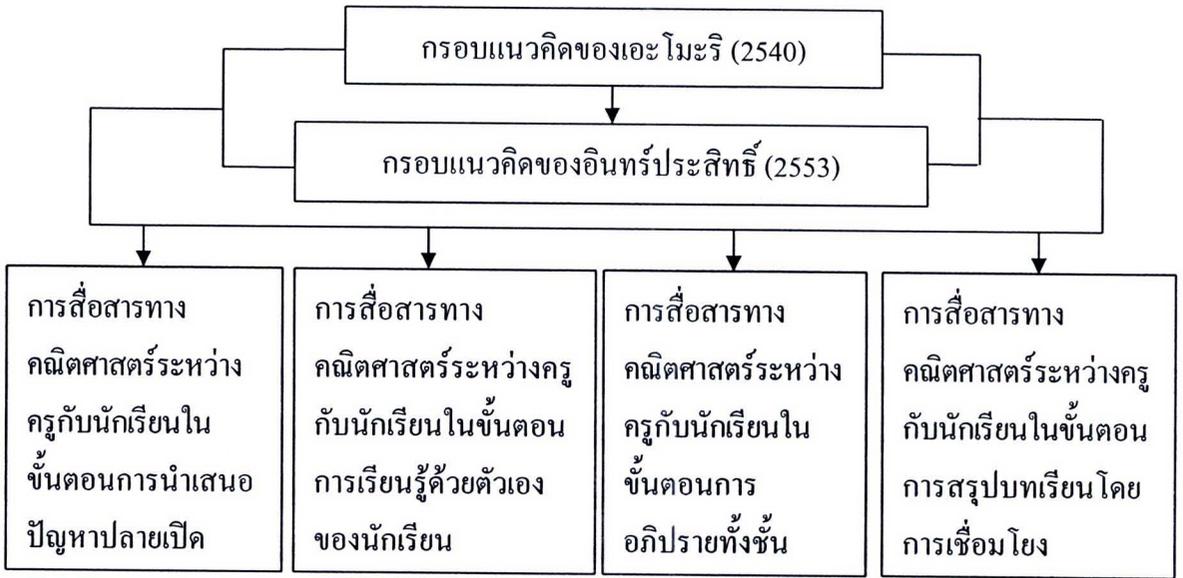
การนำแนวคิดการศึกษาชั้นเรียนเข้าสู่โรงเรียน ระยะที่ 3 การเข้าร่วมในการดำเนินงานตามกระบวนการการศึกษาชั้นเรียนของครู ระยะที่ 4 การเข้าร่วมในกระบวนการการศึกษาชั้นเรียนแบบดำเนินการกันเองของครู การเก็บข้อมูล ใช้วิธีการสังเกต การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การบันทึกภาคสนาม การสัมภาษณ์ การบันทึกแถบเสียงและวิดีโอ การใช้แบบสอบถาม และการรวบรวมเอกสาร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพรรณนาวิเคราะห์และวิธีการวิเคราะห์โปรโตคอล จากการวิจัยพบว่าการใช้การศึกษาชั้นเรียนในการพัฒนาวิชาชีพครูมีผลทำให้ครูมีการเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ของตนเอง เปลี่ยนแปลงบทบาทของตนเอง และเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อนักเรียน มีผลทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และเกิดกระบวนการคิดในขณะที่เรียนภาษาไทย และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนภาษาไทย ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการนำการศึกษาชั้นเรียนมาใช้ในการพัฒนาวิชาชีพครู ได้แก่ การสนับสนุนของหน่วยงานบังคับบัญชาของโรงเรียน การสนับสนุนของผู้บริหารโรงเรียน ความร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญภายนอก ความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนและของตัวครูเอง ความมั่นใจว่าการศึกษาชั้นเรียนเป็นโอกาสของการพัฒนาวิชาชีพ ประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันของครูที่เข้าร่วมในกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการจัดการเรียนรู้

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กรอบเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดของอินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010) และพิจารณาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยกรอบของเอะ โมะริ (Emori, 1997) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การใช้กรอบทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดของอินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010) ในการทำวิจัยครั้งนี้เนื่องจากว่าโรงเรียนที่เก็บข้อมูลวิจัย เป็น โรงเรียนที่อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมองว่ากรอบทฤษฎีดังกล่าวมีความเหมาะสมกับงานวิจัยของตนเองที่ทำวิจัยเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

การใช้กรอบทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของเอะ โมะริ (Emori, 1997) เนื่องจากว่าอาจารย์เอะ โมะริทำการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งประเทศญี่ปุ่นใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาเป็นเวลาร้อยกว่าปีแล้ว แต่ในประเทศไทยเพิ่งนำนวัตกรรมดังกล่าวมาใช้ ดังนั้น ผู้วิจัยมองว่าการใช้กรอบทฤษฎีดังกล่าวเพื่อดูการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนในชั้นเรียนไทยที่เพิ่งใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เป็นเรื่องที่เหมาะสม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย