

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินโครงการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ปี 2546 จนถึงปี 2548 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยเน้นการวิเคราะห์ระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน และเพื่อศึกษาแนวทางในการปฏิรูปการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยเน้นการวิเคราะห์บทบาทของครูที่มีต่อกระบวนการคิดของผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิด การวิจัยในรอบปีแรกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดนอกห้องเรียน โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 คู่ จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เข้าร่วมในการวิจัยด้วยความสมัครใจ นักเรียนแต่ละคู่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดร่วมกัน หลังจากสิ้นสุดการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ในช่วงที่สองจะมีการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล มีการบันทึกเทปเสียงและวีดิทัศน์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหา รวมทั้งขณะที่มีการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นโปรโตคอลการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดทั้ง 3 กิจกรรมของนักเรียนทั้งหมด 12 คู่ รวมทั้งหมด 36 โปรโตคอล นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเขียนบันทึกการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์นักเรียน กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้กรอบแนวคิดในการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตของแวน ฮีเล (van Hiele, 1988) การวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตโดยพิจารณาจากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดทั้ง 3 กิจกรรม

ผลการวิจัยในปีที่หนึ่ง พบว่า ในระหว่างที่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยไม่มีกรแทรกแซงจากผู้วิจัย ระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนเกือบทั้งหมดอยู่ที่ระดับพื้นฐาน (Level 0) คือ นักเรียนเพียงสามารถจำแนก ระบุชื่อ เปรียบเทียบและปฏิบัติการเกี่ยวกับรูปและทรงเรขาคณิตได้โดยอาศัยลักษณะภายนอกของรูปหรือทรงเรขาคณิต มีเพียงคู่เดียวที่อยู่ ที่ระดับที่หนึ่ง (Level 1) คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์รูปหรือทรงเรขาคณิตในรูปองค์ประกอบหรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบดังกล่าว รวมทั้งการที่นักเรียนสามารถค้นพบสมบัติหรือกฎต่างๆ ของทรงเรขาคณิตได้โดยการทดลองทำดูโดยวิธีการต่างๆ เช่น การวัด การพับ การใช้ตาราง แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับการคิดทางเรขาคณิตในขณะที่มีการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลโดยผู้สัมภาษณ์หรือผู้วิจัยแสดงบทบาทในการกระตุ้นให้

นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนหรือทบทวนแนวคิดของตนในขณะที่ทำกิจกรรมโดยใช้คำถามอะไร (what) อย่างไร (how) และ ทำไม (Why) บทบาทในการใช้คำถามกระตุ้นจะช่วยให้พัฒนาความตระหนักรู้ในการคิดของนักเรียน (Metacognition) (Schoenfeld, 1992) ผลการวิจัย พบว่า บทบาทในลักษณะดังกล่าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนทุกกลุ่มเปลี่ยนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น โดยส่วนใหญ่ขึ้นไปถึงระดับที่สอง (level 2) ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงตรรกของคุณสมบัติหรือกฎที่ค้นพบในระดับก่อนหน้านี้ได้โดยการนำเสนอประเด็นในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการ

ในรอบปีที่สอง ผู้วิจัยได้เลือกชั้นเรียนของครูที่มีนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัยในปีที่ 1 เพื่อให้ชั้นเรียนดังกล่าวจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดตลอดภาคเรียน โดยเน้นให้ครูแสดงบทบาทในการใช้คำถาม what (อะไร) how (อย่างไร) และ why (ทำไม) ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและเหตุผลในระหว่างการแก้ปัญหา

ผลการวิจัยในปีที่สองพบว่า

1) บทบาทใหม่ของครูในการกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยใช้คำถาม อะไร (What) อย่างไร (How) และ ทำไม (Why) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนให้สูงกว่าเดิม และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่ครูเปลี่ยนแปลงบทบาทของตนจากเดิมที่เน้นการบรรยายเนื้อหา เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดของตนในการทำกิจกรรม ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในชั้นเรียนแบบเดิม เช่น ความเชื่อของครูเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ บทบาทในชั้นเรียนแบบใหม่ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

3) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบใหม่ คือ การวิเคราะห์โปรโตคอลที่เป็นการวิเคราะห์กระบวนการคิดของนักเรียน

4) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problems) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากแบบฝึกหัดที่ใช้กันอยู่ในโรงเรียนโดยทั่วไป สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่าการใช้แบบฝึกหัดแบบเดิม

ข้อค้นพบทั้งหมดนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับแนวทางการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

This is a two-year long project conducted during 2003-2005. The purposes were to analyze junior high school students' mathematical learning processes and to investigate how to improve students' learning processes. There are two sessions in the first year. In the first session, 12 pairs of students from 6-8 grades who voluntarily participated in this study were asked to solve open-ended problems by thinking aloud method. In the second session, the students were individually interviewed after problem-solving sessions. Audio- and video records were used to collect data while the participants solve the problems and while they have been interviewed. Major data for analysis were 36 protocols of three open-ended problems, students' written works, and transcriptions from the interview sessions. According to 5 levels of geometrical thinking of van Hiele, all pairs of students demonstrated that their geometrical thinking were limited to merely level 0 and level 1 during their problem-solving session in the first session. In the second session, while the interviewers interviewed each student, they took the role of facilitator (Schoenfeld, 1992) which encourages the students to reflect on their solving processes using the 'what', 'how', and 'why' questions. Such a role improved students' metacognition, which in turn influences change of students' geometrical thinking.

In the second year, the research was conducted in the actual classroom of Demonstration school attached to Khon Kaen University where the students in the first year enrolled their study. Open-ended problems were used to help setting a small-group activity. A teacher took the facilitative roles asking 'what' 'how' and 'why' questions during the problem-posing session and encouraging the students to express their ideas and reason the problem solution the way they did.

Findings from the second year research are as follows: 1) open-ended problems like those used in this study changed classroom environment to encourage students actively engaging in mathematical activities, 2) the new role of teacher as a facilitator asking 'what' 'how' and 'why' questions as in this study is an effective way to change the levels of students' high-order mathematical thinking like geometrical thinking and also improve students' learning mathematics, 3) Classroom organization using open-ended problems with teacher's new role as a facilitator changed traditional classroom culture such as teacher's beliefs about teaching mathematics, their roles in new classroom setting, or students' ability in solving and learning mathematics, 4) Protocol analysis as used in this study is a new research methodology to analyze students' mathematical thinking processes. These findings can be useful for reforming mathematical learning processes in mathematics classrooms.