



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมปัจจุบันเน้นการพัฒนาบุคคลจำนวนมากให้ได้รับการศึกษาสูงขึ้นโดยพยายามดำเนินมาตรการให้บุคคลเข้าเรียนในโรงเรียนเป็นเวลานานขึ้นกว่าเดิม ดังปรากฏในแนวนโยบายการศึกษาขั้นพื้นฐานตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ว่า "เร่งปรับปรุงการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานและขยายการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อให้ผู้จบประถมศึกษาได้เข้าเรียนมากขึ้น" (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2535) การจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันจึงต้องมีวิธีการที่สามารถทำให้การเรียนการสอนมีความหมายสำหรับผู้เรียนซึ่งมีประสบการณ์พื้นฐานแตกต่างกันมาจากภูมิหลังอันหลากหลายมากกว่าในอดีตซึ่งมีผู้เข้ารับการศึกษาระดับมัธยมศึกษาเป็นจำนวนน้อยกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนการสอนวิชาซึ่งเนื้อหา มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจยาก ยังต้องการวิธีการที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บนพื้นฐานแห่งประสบการณ์ที่ต่าง ๆ กันนั้น

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งซึ่งเนื้อหาวิชา มีลักษณะเป็นนามธรรม แต่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นวิชาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ และเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา จึงยังต้องได้รับการกำหนดให้เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น (กรมวิชาการ, 2533) โดยเฉพาะในปัจจุบัน วิชาคณิตศาสตร์ยิ่งมีบทบาทสำคัญมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากนโยบายการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 ที่ให้เร่งพัฒนาการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งส่งเสริมการเรียนการสอนทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมในยุคใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ และการรักษาคุณภาพของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2535) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคนทั่วไปรวมทั้งตัวนักเรียนเองจะตระหนักในความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ตลอดมา แต่ผล

การเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยก็ยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศในปีการศึกษา 2531, 2533, 2535 และ 2536 ซึ่งพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.79, 39.98, 42.42 และ 43.12 เท่านั้น (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2538) ผลการประเมินเหล่านี้ได้มาจากการวัดด้วยแบบสอบ ดังนั้น การที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำจึงหมายความว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบในแบบสอบได้น้อย และการที่นักเรียนทำข้อสอบได้น้อยย่อมแสดงว่านักเรียนไม่สามารถนำมโนทัศน์ หลักการ หรือวิธีการในสถานการณ์การเรียนรู้เดิมที่เคยเรียนมาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ในแบบสอบได้มากพอ ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่านักเรียนอาจไม่สามารถนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

* จุดหมายปลายทางของการเรียนการสอนคือการทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ ความสามารถไปใช้แก้ปัญหามโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ (Slavin, 1986) และเนื่องจากการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความรู้ความสามารถที่มีอยู่ก่อน ดังนั้น มโนทัศน์ของการเรียนรู้ (learning) จึงควรได้รับการมองในแง่ความหมายของการถ่ายโอน (transfer) (Voss, 1987) ทรรศนะนี้สอดคล้องกับแนวคิดของเรสนิค (Resnick, 1983b) ซึ่งเสนอให้มีการขยายคำนิยามของ "การเรียนการสอน (instruction) " ในความหมายที่รวมถึง " สิ่งใด ๆ ที่ทำเพื่อช่วยให้บุคคลได้มาซึ่งความสามารถอย่างใหม่ " และแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist theory) ซึ่งเห็นว่า ความรู้ (knowledge) คือการสร้างสรรค์โครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring) จากประสบการณ์และโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ โดยมี การตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหามโนทัศน์หรืออธิบายสถานการณ์เฉพาะอื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นได้ และโครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ ๆ ต่อไปอีก (Confrey, 1991; Palacheff, 1991; Underhill, 1991) ดังนั้น ความรู้ในทรรศนะนี้จึงเป็นความรู้ในระดับโครงสร้าง (structure or schema) ซึ่งเป็นขั้นทั่วไป ไม่ใช่ข้อเท็จจริงเฉพาะ ผู้ที่เกิดการเรียนรู้ในระดับโครงสร้างจะสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ตัวอย่างอื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นได้ (Royer, 1979) จึงอาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นตัวบ่งชี้ผลการเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ตามทรรศนะนี้

องค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ คือวิธีสอน (Bigge, 1982) ดังข้อค้นพบจากรายงานการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษาในช่วงปี 2526-2528 ซึ่งพบว่า ตัวแปรในกลุ่มที่เป็นกระบวนการ อันประกอบด้วยกระบวนการเรียนการสอน การบริหาร และการจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการในส่วนที่ครูเกี่ยวข้องกับและนักเรียนมีส่วนร่วมและส่วนพฤติกรรมการสอนของครูเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยตรง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2530) ในบรรดาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ว่าจะโดยตรงหรือโดยอ้อมนั้น ตัวแปรที่อยู่ในอำนาจที่ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนน่าจะจัดการได้ดีที่สุด ก็คือตัวแปรทางด้านกระบวนการในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้น การพิจารณาหาวิธีการที่หลากหลาย เพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน จึงเป็นสิ่งที่ครูกระทำได้และจำเป็นต้องทำอยู่เสมอเพื่อที่จะได้พัฒนาการเรียนการสอนให้บรรลุผลในระดับที่พึงประสงค์ยิ่งขึ้น

* ลักษณะการเรียนการสอนที่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือการที่นักเรียนมักจะได้รับการเสนอความคิดที่เป็นนามธรรมก่อนที่จะได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Post, 1992) ดังเช่นการดำเนินกระบวนการเรียนการสอนที่เริ่มด้วยการเสนอคำนิยามหรือข้อความที่เป็นนามธรรมก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย สาธิตวิธีคำนวณและแสดงตัวอย่างกระบวนการแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้ นักเรียนจะอยู่ในฐานะเป็นผู้รับความรู้แบบสำเร็จรูป การรับความรู้ในลักษณะนี้ไม่นับว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

* ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist theory) หรือ คอนสตรัคติวิซึม (constructivism) เสนอแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐาน (Noddings, 1990) โดยที่ความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ซึ่งเกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง (reflection) ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring) ที่ได้รับการตรวจสอบทั้งโดยตนเองและผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้น และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่อื่น ๆ ต่อไป (Underhill, 1991; Cobb, Wood and Yackel, 1991; Balacheff, 1991;

Confrey, 1991)

ในกิจกรรมของการโต้ตรงเพื่อสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญานั้น โคโนลด์ (Konold, 1991) ได้เสนอแนะให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้อภิปรายถึงความเชื่อของตนเกี่ยวกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหนึ่ง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนประเมินหรือตรวจสอบความเชื่อของตนตามเกณฑ์สามประการ ซึ่งได้แก่ ความสอดคล้องระหว่าง (1) ความเชื่อของตนเองกับความเชื่อของผู้อื่น (2) ความเชื่อที่มีต่อสถานการณ์ที่เผชิญอยู่กับสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรืออุปมาอุปไมยกัน และ (3) ความเชื่อกับการสังเกตในเชิงประจักษ์ โคโนลด์เสนอว่า เมื่อเกิดความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งระหว่างความเชื่อของตนเองกับความเชื่อของผู้อื่น อาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจลึกกลงไปในความเชื่อของตนเองด้วยการค้นหาสถานการณ์อื่น ๆ ที่อุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ที่กำลังเป็นปัญหาเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องภายในความเชื่อของตนเอง และทำการสังเกตให้ประจักษ์ การสำรวจนี้สามารถช่วยให้นักเรียนค้นพบความขัดแย้งภายในความเชื่อของตนเองระหว่างสถานการณ์ที่เผชิญอยู่กับสถานการณ์อื่นที่อุปมาอุปไมยกันหรือพบความขัดแย้งระหว่างความเชื่อกับการสังเกตในเชิงประจักษ์ และนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาเพื่อจัดการความขัดแย้งนั้น

อนึ่ง การอภิปรายแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันของนักเรียนในกิจกรรมโต้ตรงเพื่อสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญานั้นช่วยให้นักเรียนได้บรรลุคัมภีร์หลายประการ (Konold, 1991) กล่าวคือ ประการแรก นักเรียนได้แสดงออกให้เห็นเองทราบถึงความเชื่อของตนอย่างชัดเจนก่อนที่จะได้รับสิ่งที่เป็นความเห็นของผู้รู้ ประการที่สอง การอภิปรายก่อให้เกิดแรงจูงใจในการสำรวจตรวจสอบต่อไป ประการที่สาม ครูได้มีความเข้าใจมากขึ้นว่านักเรียนกำลังคิดอย่างไรเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อครูในการวางแผนเข้าแทรกและตรวจสอบพัฒนาการทางมโนทัศน์ของนักเรียน ประการสุดท้าย การอภิปรายสื่อคุณค่าแก่นักเรียนว่าครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและความคิดของนักเรียน

เกณฑ์การประเมินหรือตรวจสอบความเชื่อที่เสนอโดยโคโนลด์มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของลาคาโตส (Lakatos, 1976) ซึ่งได้แสดงให้เห็นบทบาททางสังคมที่สำคัญในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนว่าความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นมาเองต้องไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่ยังคงเป็นที่ยอมรับได้ของคนอื่น เงื่อนไขจำเป็นสำหรับนักเรียนในการเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมทาง

สังคมในอนาคตเมื่อเป็นผู้ใหญ่ และการเรียนรู้คณิตศาสตร์บางเรื่องในบางระดับ ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในเชิงกายภาพ แต่ต้องเป็นการปฏิสัมพันธ์กันทางความคิด โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เอื้ออำนวยให้ความคิดของนักเรียนได้เผชิญกับความคิดของนักเรียนคนอื่นและของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือกิจกรรมการพิสูจน์ว่าไม่จริง (refutation) ด้วยการใช้ตัวอย่างค้าน (counterexample) มาแสดงให้เห็นในเชิงประจักษ์ว่าข้อสรุปหรือความคิดอันใดอันหนึ่งไม่ถูกต้อง

การแสดงเหตุผลด้วยตัวอย่างเป็นการใช้เหตุผลในเชิงอุปมาอุปไมย (analogical reasoning) (Brewer, 1989) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นวิถีทางที่สามัญที่สุดที่บุคคลนำความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ประโยชน์ในอีกสถานการณ์หนึ่ง (Rumelhart and Norman, 1981) ในการอุปมาอุปไมยนั้น ความรู้ที่ถูกถ่ายโอนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่เป็นความรู้ในระดับโครงสร้าง (structure or schema) ซึ่งเป็นทิวทัศน์เชิงนามธรรม (abstract) ของโครงสร้างความสัมพันธ์ (relational structure) ที่เหมือนกันจากสถานการณ์เฉพาะที่ต่างกัน (Royer, 1979; Gentner, 1989) แม้ว่านักเรียนอาจจะยังไม่สามารถใช้ถ้อยคำสรุปโครงสร้างความสัมพันธ์นั้นออกมาเป็นภาษาเชิงนามธรรมได้ แต่ถ้านักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้ถูกต้อง หรือสามารถแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์ที่นั่นเองได้ ก็แสดงว่านักเรียนได้สร้างโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์นั้น ๆ ขึ้นแล้ว ถ้านักเรียนเพียงแต่เรียนรู้ข้อเท็จจริงเฉพาะ (specific fact) หรือสามารถจำข้อสรุปเชิงนามธรรมจากคำบอกเล่าของผู้อื่นโดยไม่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์ที่นั่นเองได้ ก็แสดงว่านักเรียนยังไม่ได้สร้างโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์นั้นขึ้นในตัวนักเรียน ดังนั้น การอุปมาอุปไมยจึงเป็นทั้งกลไกที่ช่วยให้เกิดการสร้างโครงสร้างทางปัญญาและเป็นทั้งตัวบ่งชี้การเกิดโครงสร้างทางปัญญาหรือการเกิดความรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในประวัติศาสตร์อันยาวนานของมนุษยชาติเกิดขึ้นจากการที่มนุษย์มองเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากประสบการณ์เฉพาะต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นนัยทั่วไป และตรวจสอบความถูกต้องของนัยทั่วไปนั้น แล้วนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์อื่น ๆ และเกิดการมองเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ใหม่จากสถานการณ์ใหม่อื่น ๆ ที่ทำให้ได้ข้อสรุปใหม่ ๆ อีกต่อไป (Bell, 1945) กระบวนการในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้มีความ

สอดคล้องกับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีการใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมยถ่ายโอนโครงสร้างความสัมพันธ์จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ประโยชน์ในอีกสถานการณ์หนึ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาตามทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป (generalization theory) และทฤษฎีปัญญานิยม (cognitive theory) ซึ่งต่างก็เห็นว่าการถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นการตระหนักรู้ทั่วไปหรือความสัมพันธ์เชิงนามธรรมระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในสถานการณ์เชิงรูปธรรมและสามารถนำสิ่งที่ตระหนักรู้ซึ่งเป็นความรู้เชิงนามธรรมนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์ทำนองเดียวกันได้ ไม่ว่าผู้ตระหนักรู้จะสามารถแสดงความรู้เชิงนามธรรมนั้นออกมาเป็นภาษาได้หรือไม่ก็ตาม (Bigge, 1982)

ความรู้เชิงนามธรรมหรือความรู้ในระดับโครงสร้างเป็นสิ่งที่อยู่ในวิสัยที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งมีอายุประมาณ 12-15 ปี สามารถสร้างขึ้นเองได้ถ้านักเรียนได้รับโอกาสในการแสดงพลังความสามารถนี้อย่างสม่ำเสมอในสถานการณ์การเรียนรู้ที่เอื้ออำนวย เนื่องจากนักเรียนในวัยนี้มีพัฒนาการทางปัญญาอยู่ในขั้นที่คิดเป็นนามธรรมได้ มีความสามารถคิดรวมเหตุผลในหลาย ๆ ด้านเพื่อตั้งเป็นสมมติฐานที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและมีแบบแผนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยถ้อยคำ สามารถหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่มาอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถพิจารณาตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และในด้านพัฒนาการทางบุคลิกภาพและสังคม เพื่อนจะมีอิทธิพลต่อเด็กวัยนี้มากทั้งในด้านทัศนคติ ค่านิยม และพฤติกรรมโดยทั่วไป และเนื่องจากวัยรุ่นเป็นวัยของการพยายามหาเอกลักษณ์ของตนเอง จึงทำให้เด็กวัยนี้มีลักษณะนิสัยชอบความเป็นอิสระ ชอบทดลอง ต้องการเป็นตัวของตัวเอง ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมของการชอบแสวงหาประสบการณ์ (โยธิน สันสนสุทฺธ และคณะ, 2533) ดังนั้น การนำกระบวนการสร้างความรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งให้อิสระแก่ผู้เรียนในการสร้างความรู้จากประสบการณ์ของตนเองโดยความเห็นชอบของกลุ่มเพื่อนมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจึงน่าจะมีความสอดคล้องกับระดับพัฒนาการของนักเรียนทั้งในด้านสติปัญญา บุคลิกภาพและสังคม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ตามศักยภาพแห่งวัยของตน

จากการวิเคราะห์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีของคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าคอนสตรัคติวิสต์ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการของรายบุคคลในการได้มาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมโดยตรงเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของ

ทางเลือกที่แตกต่างกัน อันเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ในวิถีทางและในบริบทที่นักเรียนสามารถถ่ายโยงประสบการณ์ส่วนตัวทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยตรงมาทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง กระบวนการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะนี้จะสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และอาจส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้และถ่ายโยงความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างไม่จำกัดสาขาวิชา

เหตุผลดังกล่าวมาทั้งหมด เป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยสร้างกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ขึ้น เพื่อศึกษาว่ากระบวนการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และประสบการณ์เดิมแตกต่างกันมาจากภูมิหลังอันหลากหลายได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ ระหว่างนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการ

การสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยก
 ความระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

การตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ มีที่มาจากการพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ข้อค้นพบจากงานวิจัยยืนยันว่า
 ความขัดแย้งทางปัญญาซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของวงจรการสร้างความรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
 ส่งผลต่อการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาเพื่อจัดการความขัดแย้งนั้น (Minstrell, 1982;
 Balacheff, 1991; Botvin and Murray, 1975) แม้แต่การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไป
 สู่การปฏิบัติในสถานการณ์การเรียนการสอนจริงในโรงเรียนซึ่งมีข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย ก็ยัง
 ได้ผลเป็นที่น่าพอใจจากการประเมินด้วยเกณฑ์ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์มาตรฐานที่กลุ่มโรงเรียนใช้
 อยู่ (Cobb, Wood, and Yackel, 1991)

2. ด้านความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้และความคงทนของการเรียนรู้
 เบล (Bell, 1983a) ได้ศึกษาพบว่าการสอนแบบให้เผชิญความขัดแย้ง (conflict
 teaching) ให้ผลในการถ่ายโอนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ในระยะยาว สูงกว่าการสอนแบบชี้แนะ
 (direct instruction)

นอกจากนี้ กระบวนการสอนที่ให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ด้วยตัวเองจากประสบการณ์
 ของนักเรียนเองที่อุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาตรวจสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นสำหรับ
 แก้ปัญหาและทำการปรับเปลี่ยนสมมติฐานใหม่จนกว่าจะได้สมมติฐานที่ไม่ถูกคัดค้านด้วยสถานการณ์ใด ๆ
 ที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบสมมติฐานนั้น กระบวนการดังกล่าวนี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำข้อมูล
 เก่าออกมาจากความจำ มาสร้างข้อมูลใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้สิ่งที่จะเรียนรู้
 มีความหมายง่ายต่อการเก็บจำ (Tulving, 1972; Hagen, Jongeward, and Kail
 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤกษ์ชาตพานนท์, 2536) ดังข้อค้นพบจากงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า
 การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของความคงทนของการเรียนรู้ (Ericksen,
 1974) และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของรอยเลอร์ (Royer, 1979) ที่ว่า การอุปมาอุปไมยให้
 ได้ผลดีนั้น ตัวอย่างที่นำมาอุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ใหม่ควรเป็นสิ่งที่มียุ่อยู่แล้วในประสบการณ์ของ

นักเรียน ดังการทดลองของ ดี'แอนเดรด (D'Andrade, 1982) ซึ่งพบว่า กลุ่มตัวอย่าง ที่ทดลองแก้ปัญหาซึ่งมีบริบทของปัญหาเป็นที่คุ้นเคย มีจำนวนคนที่สามารถแก้ปัญหาได้คิดเป็นร้อยละ สูงกว่าร้อยละของจำนวนคนที่สามารถแก้ปัญหาได้ในกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองแก้ปัญหาซึ่งมีบริบทของ ปัญหาไม่เป็นที่คุ้นเคย ทั้ง ๆ ที่ปัญหาทั้งสองนั้นมีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกัน และกระบวนการ ดังกล่าวข้างสอดคล้องกับวิธีที่ส่งผลต่อการถ่ายโอนการเรียนรู้ในการทดลองของเฮนดริกซ์ (Hendrix, quoted in Bigge, 1982) ซึ่งยืนยันด้วยการทดลองถึงสามครั้งว่า การให้ผู้เรียน ถ่ายโอนไปยังที่ตนตระหนักว่าไปใช้ในสถานการณ์ตัวอย่างอื่น ๆ โดยยังไม่ต้องสร้างข้อความที่เป็น ข้อสรุปเชิงนามธรรมในทันทีที่เกิดการตระหนักว่า ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการถ่ายโอน การเรียนรู้สูงกว่าการให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรมในทันทีที่ตระหนักก่อนที่จะได้นำไปใช้ ในสถานการณ์อื่น

จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง หรือต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง
3. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงหรือปานกลาง ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง หรือต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1.1 ตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวแปร ได้แก่ การสอน และ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1.1.1 การสอน ได้แก่ การสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนตามปกติ

1.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

1.2 ตัวแปรตาม มี 3 ตัวแปร ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้

2. ประชากรในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 470 คน

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. นักเรียนทุกคนมีประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรง ประสบการณ์เดิมของนักเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ประสบการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนตามหลักสูตร แต่ยังไม่เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง นักเรียนจึงยังไม่ได้สร้างโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับเนื้อหานั้นขึ้น และ 2) ประสบการณ์ที่เกิดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งหมายถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเป็นโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้ว

2. นักเรียนสามารถนำประสบการณ์เดิมในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรง และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรงทั้งสองประเภทมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการได้รตรงเพื่อสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์ได้

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

คณิตศาสตร์ หมายถึง มโนทัศน์ การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องคู่อันดับ และกราฟ อัตราร้อยและร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็มลบ ในรายวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง หลักการและข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในความหมายเฉพาะดังนี้

1. มโนทัศน์ การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีการตรวจสอบว่า สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างมโนทัศน์ คำนวณ และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เอง ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเองภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรองเพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น

3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ภาสได้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

กระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ คำนวณ และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น ประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา เพื่อกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจภายในที่จะขจัดความขัดแย้งนั้น ขั้นดำเนินกิจกรรมไตร่ตรอง เพื่อสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่สามารถขจัดความขัดแย้งนั้น และขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ซึ่งได้แก่มโนทัศน์ใหม่ การคำนวณในระดับที่สูงขึ้น และการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีใหม่

ประสบการณ์เดิม หมายถึง สิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ทางประสาทสัมผัส หรือจากกากระทำของตนเอง ที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรง ประสบการณ์เดิมของนักเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประสบการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนตามหลักสูตร แต่ยังไม่เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง นักเรียนจึงยังไม่ได้สร้างโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับเนื้อหา นั้นขึ้น และประสบการณ์ที่เกิดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งหมายถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเป็นโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้ว

โครงสร้างทางปัญญา หมายถึง กรอบของความหมายหรือแบบแผนของการดำเนินการที่บุคคลสร้างขึ้นจากการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วใช้เป็นเครื่องมือในการตีความ ให้เหตุผล หรือแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้ และใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ต่อไป โครงสร้างทางปัญญาในการวิจัยนี้เป็นโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราร้อยและร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็มลบ

ความขัดแย้งทางปัญญา หมายถึง สภาวะที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้ได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ สภาวะที่บุคคลเผชิญกับความไม่สอดคล้องทางความคิดระหว่างคนกับผู้อื่น หรือสภาวะที่บุคคลเผชิญทั้งหลักฐานที่สนับสนุนและหลักฐานที่คัดค้านสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเกิดความขัดแย้งทางปัญญาด้วยการให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้โครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เกินโครงสร้างที่นักเรียนมีอยู่ แต่มีบางส่วนร่วมอยู่ในโครงสร้างที่นักเรียนมีอยู่ แล้วให้นักเรียนแต่ละคนแสดงวิธีทำของตนต่อเพื่อนในกลุ่ม โดยมีการสร้างสถานการณ์ตัวอย่างอื่น ๆ ที่อุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ปัญหาที่สนับสนุนหรือค้านวิธีทำและคำตอบที่หาได้

แรงจูงใจภายใน หมายถึง แรงขับที่เป็นความอยากหรืออยากเห็นอันเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งก่อให้เกิดความต้องการและความพอใจที่จะกระทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเกิดแรงจูงใจภายในด้วยขั้นตอนการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาในกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กิจกรรมไคร์ตรง หมายถึง การตรวจสอบและปรับเปลี่ยนสมมติฐานต่าง ๆ ที่รายบุคคลเสนอเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาอย่างพินิจพิเคราะห์ด้วยเหตุผลหรือเหตุการณ์ที่ทดสอบได้ โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ แรงจูงใจภายใน และการแลกเปลี่ยนทางสังคมเป็นเครื่องมือ จนได้สมมติฐานที่สามารถจัดความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างบุคคล ระหว่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน และระหว่างความเชื่อกับผลจากการทดสอบในเชิงประจักษ์ สมมติฐานดังกล่าวคือโครงสร้างทางปัญญาที่รายบุคคลและกลุ่มได้ร่วมกันสร้างขึ้นเป็นความรู้ใหม่อย่างค่อเนื่อง ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนในกลุ่มทดลองดำเนินกิจกรรมไคร์ตรงด้วยการร่วมมือกันตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำหรือคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ที่รายบุคคลเสนอต่อกลุ่ม โดยมีการสร้างสถานการณ์ตัวอย่างที่อุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ปัญหามาสนับสนุนหรือค้ำยันวิธีทำหรือคำตอบนั้น ๆ และช่วยกันปรับเปลี่ยนจนกว่าจะได้วิธีทำหรือคำตอบที่ค้ำยันไม่ได้ด้วยตัวอย่างใด ๆ วิธีทำหรือคำตอบนั้น ๆ ก็คือตัวอย่างของโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนช่วยกันสร้างขึ้นใหม่

สถานการณ์ตัวอย่างที่อุปมาอุปไมยกับสถานการณ์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ซึ่งประกอบด้วยสิ่งเฉพาะเชิงรูปธรรมแตกต่างกับสถานการณ์ปัญหา แต่มีโครงสร้างความสัมพันธ์ภายในสถานการณ์เหมือนกับสถานการณ์ปัญหา สามารถตีความ ให้เหตุผล หรือแก้ปัญหาได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาเดียวกันกับที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหา

โครงสร้างความสัมพันธ์ หมายถึง ระบบความเกี่ยวข้องเชิงนามธรรมระหว่างสิ่งเฉพาะต่าง ๆ ในสถานการณ์หนึ่ง

การสอนตามปกติ หมายถึง กระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มนทัศน์ การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคู่มือครู วิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยชั้นตอนใหญ่ 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นสร้างมนทัศน์ ทฤษฎี กฏ หรือสูตรด้วยวิธีอุปนัย โดยครูเป็นผู้กำหนดตัวอย่างและชุดของสถานการณ์เฉพาะสำหรับให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ ชั้นฝึกการนำทฤษฎี กฏ หรือสูตรไปใช้ในการคิดคำนวณด้วยวิธีนัยและชั้นฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนไม่ต้องสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง โจทย์สัญลักษณ์ หรือโจทย์ปัญหาเอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ ความสามารถในการคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีการ เรียนการสอนมาแล้ว ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบทั้งก่อน และหลังการเรียนการสอนด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกัน แล้ว ใช้คะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับด้วยคะแนนเฉลี่ยจากการสอบ ก่อนการเรียนการสอนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเป็นตัวแทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนั้น ๆ

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของข้อสอบที่ใช้ในการ สอบข้อเขียนเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ ความสามารถในการคำนวณ และ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราส่วนและ ร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็มลบ ในรายวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคงอยู่ของ ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ ความสามารถในการคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีการเรียนการสอนมาแล้ว ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละ กลุ่มได้รับการสอบหลังการเรียนการสอน 2 ครั้งด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับเดียวกัน โดยทำการสอบครั้งแรกในทันทีหลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่อง และสอบครั้งที่ 2 หลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ กลุ่มที่มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์สูงกว่าคือกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างคะแนนจากการสอบ 2 ครั้งนั้นน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ ใหม่ทางคณิตศาสตร์ การคำนวณในระดับที่สูงขึ้น และการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใหม่ โดยอาศัย มโนทัศน์เดิม ความสามารถในการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาที่มีอยู่เดิมเป็นฐาน วัดด้วยแบบสอบ ความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบสอบความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของ ข้อสอบที่ใช้ในการสอบข้อเขียนเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการสร้าง มโนทัศน์ใหม่ การคำนวณในระดับที่สูงขึ้น และการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใหม่ โดยอาศัยมโนทัศน์เดิม

ความสามารถในการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราส่วนและร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็มลบที่ได้มีการเรียนการสอนมาแล้วเป็นฐาน

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ช่วงคะแนนที่ได้จากการนำ คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอบกลางภาคและปลายภาคด้วย แบบสอบของโรงเรียนซึ่งใช้ฉบับเดียวกันทุกห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของ นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วกำหนดให้ช่วง คะแนน "ค่าเฉลี่ย + 0.5 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน" แทนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ปานกลาง ช่วงคะแนนสูงกว่า "ค่าเฉลี่ย + 0.5 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน" แทน ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ช่วงคะแนนต่ำกว่า "ค่าเฉลี่ย - 0.5 ของค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน" แทนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยอาจเป็นประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้มีกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตาม แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการพิจารณาเลือกไปใช้ในการ จัดการเรียนการสอน เพื่อสนองความมุ่งหวังของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ที่มุ่งหวังให้มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ
2. ผลการวิจัยบ่งชี้ว่ากระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีจำนวนนักเรียนระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากมาจากการดำเนิน นโยบายการศึกษาขั้นพื้นฐานในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7
3. นักเรียนได้วิธิการสร้างความรู้และการตรวจสอบความรู้เป็นเครื่องมือคิดตัว สำหรับการแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความรู้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน

4. การสอนตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จะทำให้เด็กเรียนรู้ค้นเค้นกับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นเสมอในชีวิตประจำวัน และตระหนักว่าความขัดแย้งนำไปสู่การพัฒนาทางสติปัญญาเมื่อสามารถจัดการความขัดแย้งนั้นได้ การสอนตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในระชชะวาว จึงน่าจะมีผลต่อการแก้ปัญหาโดยวิธีทางแห่งปัญญาซึ่งไม่ใช่ความรุนแรงได้



ศูนย์วิทย์ทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย