

การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*

มะลิวรรณ โคตรศรี

มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการศึกษา 2546 จำนวน 420 คน ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วยตัวแปรแฝง 6 ตัว ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดแบบการคิด แบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบเก็บข้อมูลเกร็ดวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS ในการหาค่าสถิติพื้นฐาน และใช้โปรแกรม LISREL 8.50 ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

ผลการวิจัยแสดงว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจาก ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 22.47 ที่องศาอิสระเท่ากับ 67 ค่าความน่าจะเป็น เท่ากับ 1.00 ดัชนี GFI เท่ากับ 0.99 ดัชนี AGFI เท่ากับ 0.98 ดัชนี CFI เท่ากับ 1.00 ค่า SRMR เท่ากับ 0.01 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.00 ตัวแปรทั้งหมดในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 63 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์

* อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแจ้งและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดทางการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2546

**DEVELOPMENT OF A CAUSAL RELATIONSHIP MODEL
OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY
OF GRADE NINE STUDENTS***

Maliwan Kotsri

Burapha University, Thailand

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop and validate a causal relationship model of mathematical problem solving ability of grade nine students. The sample involved 420 grade nine students in schools under the jurisdiction of the Commission for Basic Education in the eastern region, Thailand, academic year 2003. The model involved six latent variables: mathematical problem solving ability, mathematical achievement motivation, cognitive style, anxiety in mathematics, attitude toward mathematics, and prior knowledge in mathematics. Research instruments included the Mathematical Problem Solving Ability Test, the Mathematical Achievement Motivation Scale, the Cognitive Style Test, the Mathematic Anxiety Scale, the Attitude Toward Mathematic Scale, and the Mathematic Grade Questionnaire. SPSS was used to derive descriptive statistics; LISREL 8.50 was used to validate the causal relationship model.

Results indicated that the model was consistent with empirical data. Goodness of fit indicators included a chi-square value of 22.47 with 67 degrees of freedom; $p = 1.00$; GFI = 0.99; AGFI = 0.98; CFI = 1.00; SRMR = 0.01; and RMSEA = 0.00. The variables in the model accounted for 63 percent of the variance of mathematical problem solving ability. The variables that had statistically significant direct effects on mathematical problem solving ability were mathematical achievement motivation, cognitive style, anxiety in mathematics, attitude toward mathematics, and prior knowledge in mathematics.

* Masters thesis of Department of Educational Research and Measurement, Burapha University under the advice of Assist. Prof. Seree Chadcham, Ph.D. and Assoc. Prof. Ampon Dhamacharoen, Ph.D.

ความนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) มุ่งเน้นแนวคิดที่ยึด "คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา" ในทุกมิติอย่างเป็นองค์รวม เปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต เพื่อพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง สามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว เพื่อคงสถานะการแข่งขันของประเทศและก้าวสู่ระบบเศรษฐกิจยุคใหม่ได้อย่างเท่าทัน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2545: ก-ง) สิ่งสำคัญของการพัฒนาคนก็คือ การพัฒนากระบวนการคิด ให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ทั้งในฐานะปัจเจกบุคคล และในฐานะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบสังคมและสิ่งแวดล้อม คุณภาพของคนดังกล่าวจะเสริมสร้างการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง สังคมและสืบทอดวัฒนธรรม อันเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน เนื่องจากประชาชนและสังคมดีขึ้น (นงเยาว์ แข่งเพ็ญแข, 2538: 28-34)

การพัฒนาระบวนการคิดของมนุษย์ทำได้หลายวิธี วิชาคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีความสุข โดยที่เรื่องการแก้ปัญหานั้นเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ ดังจะเห็นได้จาก การแก้ปัญหามาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาค้นพื้นฐานในทุก ๆ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2544: 1) ดังนั้น ถ้านักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และมีลักษณะของผู้เรียนที่พึงประสงค์ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ เป็นคนดี คนเก่ง และคนมีความสุข

จากการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหพบว่า มีตัวแปรทางด้านพุทธิพิสัย และตัวแปรทางด้านจิตพิสัยบางตัวที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญห ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาวิชา ความรู้พื้นฐานเดิม แบบการคิด ความสนใจ อึดทนโน้ทน ทัศนคติที่ดี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความวิตกกังวล (Ausubel, 1968: 551; Johnson & Rising, 1967: 107-110, 1972: 239) ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดดังกล่าวมาเป็นกรอบในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ แบบการคิด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าตัวแปรใดบ้างเป็นสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำข้อค้นพบที่ได้นี้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

สมมติฐานการวิจัย

การคัดเลือกตัวแปรและกำหนดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรในโมเดลพัฒนามาจากหลายแนวคิด ได้แก่ แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ออซูเบล (Ausubel, 1968: 551) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบที่ทำให้บุคคลแตกต่างกันในการแก้ปัญหา คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชา แบบการคิด ความวิตกกังวล แนวคิดของจอห์นสัน และริซิง (Johnson & Rising, 1967: 107-110, 1972: 239) ที่ว่า การแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานเดิมเกี่ยวกับแนวคิด ข้อเท็จจริง และโครงสร้างที่นักเรียนสามารถระลึกได้ เมื่อนักเรียนสามารถเลือกโครงสร้างความสัมพันธ์ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง จะทำให้นักเรียนสามารถแสดงสถานการณ์ในรูปสัญลักษณ์ได้ ทำให้สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ และหากบุคคลไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในทันทีจะต้องมีแรงขับที่สร้างพลังความคิด เช่น เจตคติที่ดี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นต้น และแนวคิดเกี่ยวกับระดับความวิตกกังวลของจอห์นสัน (Johnson, 1986: 36-37) ที่ว่า ความวิตกกังวลในระดับสูงและรุนแรงจะมีผลในทางลบ ทำให้การรับรู้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของบุคคลลดลงอย่างมาก จนอาจทำให้รับรู้สภาพแวดล้อมบิดเบือนไปจากความจริง รับรู้รายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงบางส่วน ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงรายละเอียดของเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้ แต่ความวิตกกังวลในระดับเล็กน้อยเป็นความวิตกกังวลที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดความตื่นตัว กระตุ้นประสาทสัมผัสทั้ง 5 ให้รับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้เรียนรู้แก้ปัญหา ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยของนริสา อุปกุล (2539: 98-107) พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อแบบการคิดและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และงานวิจัยของทรายทอง พวงสันเทียะ (2542: 129-131) พบว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาแคลคูลัส I มีอิทธิพลทางตรงต่อ

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความรู้เดิมมีอิทธิพลทางตรงต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาแคลคูลัส I และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จากแนวคิดและงานวิจัยดังกล่าว นำมาสรุปรวมเป็นแนวคิดใหม่ได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์น่าจะได้รับอิทธิพลมาจากตัวแปร 5 ตัว คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ แบบการคิด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ โดยที่เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย กล่าวคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ และแบบการคิด ส่วนความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. แบบการคิดมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิดและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์
5. ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคต้น ปีการศึกษา 2546 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออก จำนวน 420 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายชั้น ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรแฝง 6 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรแฝงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัวแปร คือ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการตาม

แผน และความสามารถในการตรวจสอบผล ตัวแปรแฝงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 8 ตัวแปร คือ ความเป็นอิสระ การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ การต้องการความสำเร็จ การเลือกเสี่ยงในระดับที่เหมาะสม การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ การเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ การหวังผลระยะยาวและความผูกพันกับอนาคต ตัวแปรแฝงแบบการคิด ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร คือแบบการคิด ตัวแปรแฝงความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัวแปร คือ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านสรีระ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านอารมณ์ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านความคิด และความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม ตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัวแปร คือ เจตคติที่แสดงออกทางด้านความคิด เจตคติที่แสดงออกทางด้านความรู้สึก และเจตคติที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม ตัวแปรแฝงความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร คือ เกรดเฉลี่ยสะสมในวิชาคณิตศาสตร์ รวมตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 21 ตัวแปร กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ต่อตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร (Schumacker & Lomax, 1996; Hair et al., 1998 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542: 311) การสุ่มชั้นแรกสุ่มจังหวัดโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายได้ จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดระยอง จากนั้นใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายสุ่มรายชื่อโรงเรียนในแต่ละจังหวัดที่สุ่มได้มาร้อยละ 25 ของจำนวนโรงเรียนทั้งหมดในแต่ละจังหวัด ได้จำนวน 21 โรงเรียน สุ่มห้องเรียนมาโรงเรียนละ 1 ห้อง โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย และสุ่มนักเรียนจากห้องเรียนที่สุ่มได้มาห้องเรียนละ 20 คน ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 420 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Problem Solving Ability Test) พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1985) โดยยึดเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีปัญหาทั้งหมด 5 ข้อ ปัญหาแต่ละข้อเป็นข้อความแสดงสถานการณ์ ที่ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ตามลำดับขั้นในการแก้ปัญหาของโพลยา คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล แบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.84

2. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (The Mathematical Achievement Motivation Scale) ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นอิสระ การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ การต้องการความสำเร็จ การเลือกเสี่ยงในระดับที่เหมาะสม การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ การเลือก

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ การหวังผลระยะยาว และความผูกพันกับอนาคต แบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.96

3. แบบวัดแบบการคิด (The Cognitive Style Test) ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัด The Group Embedded Figures Test (GEFT) ที่วิทกิน (Witkin, 1974) ได้สร้างขึ้น ซึ่งแปลโดย นาริรัตน์ รักจิตรกุล (นาริรัตน์ รักจิตรกุล, 2526 อ้างถึงใน ภัทรทิรา นิจอหอ, 2541) ลักษณะของแบบวัดจะกำหนดรูปร่างมาให้ แล้วให้หารูปร่างที่กำหนดไว้ในรูปซับซ้อน ซึ่งรูปร่างที่ซ่อนอยู่ในรูปซับซ้อนนี้จะต้องมีขนาดและทิศทางเดียวกับรูปร่างที่กำหนดให้ แบบวัดแบบการคิด แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มี 7 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 2 นาที

ตอนที่ 2 มี 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 5 นาที

ตอนที่ 3 มี 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 5 นาที

การให้คะแนนให้คะแนนเฉพาะตอนที่ 2 และตอนที่ 3 โดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ดังนั้นคะแนนมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0-18 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 9 คะแนน เป็นผู้ที่มีแบบการคิดแบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง (Field Dependence) และผู้ที่ได้คะแนนสูงกว่า 9 คะแนน เป็นผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independence) แบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.88

4. แบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ (The Mathematic Anxiety Scale) ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านสรีระ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านอารมณ์ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านความคิด และความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม แบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.95

5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (The Attitude Toward Mathematic Scale) ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ เจตคติที่แสดงออกทางด้านความคิด เจตคติที่แสดงออกทางด้านความรู้สึกละ และเจตคติที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม แบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.90

6. แบบเก็บข้อมูลเกรดวิชาคณิตศาสตร์ (The Mathematic Grade Questionnaire) เป็นแบบเก็บผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองและทางไปรษณีย์ ตั้งแต่วันที่ 11 กันยายน ถึง 10 ตุลาคม 2546 หลังจากนั้นนำแบบวัดที่ได้รับคืนมาตรวจให้คะแนนและตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบได้แบบวัดที่สมบูรณ์จำนวน 420 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100

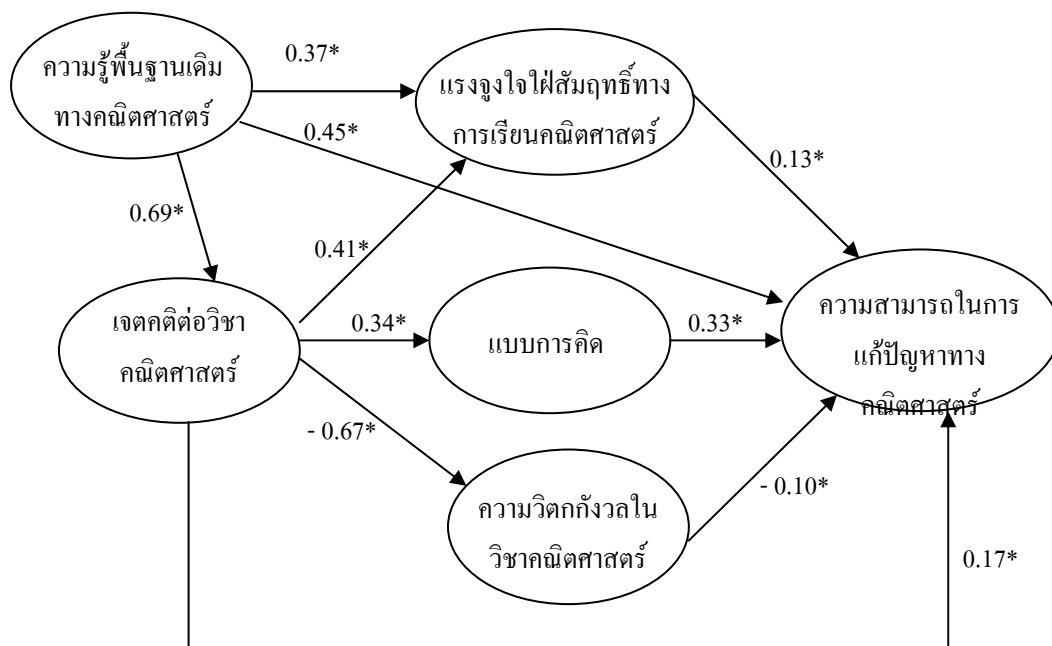
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าร้อยละ โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงของตัวแปร
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ
3. ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรม LISREL 8.50

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์แสดงค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1



* $p < .05$

ภาพที่ 1 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตัวแปรผล	ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้คณิตศาสตร์			แบบการคิด			ความวิตกกังวลใน วิชาคณิตศาสตร์			เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์		
ตัวแปรสาเหตุ	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์	0.77*	0.33*	0.45*	0.66*	0.29*	0.37*	0.24*	0.24*	-	-0.46*	-0.46*	-	0.69*	-	0.69*
	(0.06)	(0.05)	(0.07)	(0.04)	(0.12)	(0.12)	(0.02)	(0.02)	-	(0.06)	(0.06)	-	(0.06)	-	(0.06)
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	0.40*	0.23*	0.17*	0.41*	-	0.41*	0.34*	-	0.34*	-0.67*	-	-	-	-	-
	(0.08)	(0.06)	(0.08)	(0.18)	-	(0.18)	(0.04)	-	(0.04)	(0.10)	-	0.67*	-	-	-
ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์	-0.10*	-	-0.10*	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.10)	-	-	-
	(0.04)	-	(0.04)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
แบบการคิด	0.33*	-	0.33*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(0.10)	-	(0.10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	0.13*	-	0.13*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(0.05)	-	(0.05)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ไค-สแควร์ = 22.47; $p = 1.00$; $df = 67$; $GFI = 0.99$; $AGFI = 0.98$;

$CFI = 1.00$; $SRMR = 0.01$; $RMSEA = 0.00$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสุด = 1.65

R SQUARE ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ = 0.63

* $p < .05$

โดยภาพรวมการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า โมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี (เสรี ชัดแจ้ง และ สุชาดา กรเพชรปานิ, 2546: 11) โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโมเดลใหม่ พิจารณาจากผลการตรวจสอบค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 22.47 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 67 โดยมีค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 1.00 ดัชนี GFI เท่ากับ 0.99 ดัชนี AGFI เท่ากับ 0.98 ดัชนี CFI เท่ากับ 1.00 ดัชนี SRMR เท่ากับ 0.01 ดัชนี RMSEA เท่ากับ 0.00 กราฟคิวพล็อตมีความชันกว่าเส้นทแยงมุม มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสุดเท่ากับ 1.65 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 2.00 ค่าความเที่ยงในการวัดตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวค่อนข้างสูง (0.50 - 1.00) และค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรตาม คือ ตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.63 แสดงว่า ตัวแปรทั้งหมดในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 63

สรุปผลการวิจัยตามสมมติฐาน 5 ข้อ ได้ดังนี้

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยขนาดอิทธิพล 0.13 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) แสดงว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี
2. แบบการคิดมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยขนาดอิทธิพล 0.33 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) แสดงว่า นักเรียนที่มีการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง
3. ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยขนาดอิทธิพล -0.10 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) แสดงว่า นักเรียนที่มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย จะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น
4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยขนาดอิทธิพลรวม 0.40 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) โดยแบ่งเป็นอิทธิพลทางตรงขนาด 0.17 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) และอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด และความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ขนาด 0.23 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี นอกจากนี้ยังส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง และมีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย

5. ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยขนาดอิทธิพลรวม 0.77 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) โดยแบ่งเป็นอิทธิพลทางตรงขนาด 0.45 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) และอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ขนาด 0.32 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) แสดงว่า ถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์สูงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี และส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

การวิจัยดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถสรุปผลได้ว่า นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว ไม่ใช่ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของผู้วิจัย ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 5 ตัวแปรได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์

โดยความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด และความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ แสดงว่า นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์สูง จะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีแบบการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี

การอภิปรายผลการวิจัย

จากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามสมมติฐานการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานเกี่ยวกับเส้นทางอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงไว้ 5 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า โมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีเฉพาะอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยส่งผลในทิศทางบวก แสดงว่า เมื่อนักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี กล่าวคือ เมื่อนักเรียนพยายามทำงานด้วยตนเอง รู้จักค้นหากิจกรรมหรือวิธีการใหม่ ๆ มา

ประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา มีความต้องการประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ กล้าเสี่ยงในระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ชอบที่จะทำกิจกรรมที่ยากและท้าทายความสามารถ เลือกทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญเป็นประจำ มีความหวังว่าจะประสบความสำเร็จในอนาคต และรู้จักวางแผนการทำงานไว้ล่วงหน้า จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ บุชานัน (Buchanan, 1987: 399-415) ที่พบว่า เจตคติ แรงจูงใจ และระบบความเชื่อของนักเรียนมีอิทธิพลสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และแฟรงค์ (Frank, 1985) ที่ศึกษาบทบาทของความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา พบว่า ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ประสบการณ์เดิมในวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสนับสนุนแนวคิดของ จอห์นสันและริซิง (Johnson & Rising, 1972: 239) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจและความอยากรู้อยากเห็น ดังนั้นปัญหาที่นำมาให้นักเรียนหาคำตอบควรเป็นปัญหาที่ได้รับการยอมรับจากนักเรียนว่า เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความพยายาม และเป็นการใช้เวลาที่มีคุณค่าหรือมีประโยชน์

2. แบบการคิดมีเฉพาะอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยส่งผลในทิศทางบวก แสดงว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้างจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง ผลการวิจัยนี้สนับสนุนแนวคิดของ ออซูเบล (Ausubel, 1968: 551) ที่ว่า แบบการคิดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิลเลียมส์ (Williams, 2001) ที่ศึกษาอิทธิพลของแบบการคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่มีแบบการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้างมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง และคะแนนการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับแบบการคิดอย่างมีนัยสำคัญ

3. ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์มีเฉพาะอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยส่งผลในทิศทางลบ แสดงว่า ถ้านักเรียนรู้สึกว่าการเรียนและการสอบวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกกดดัน อึดอัด ไม่สบาย หงุดหงิด ตื่นตระหนก กระสับกระส่าย หวาดกลัว หรือไม่มั่นใจเกี่ยวกับอนาคตที่จะเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ซึ่งหมายความว่า นักเรียนมีความวิตกกังวลในระดับสูง จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์น้อย เนื่องจาก ความวิตกกังวลในระดับสูงและรุนแรงจะมีผลทำให้การรับรู้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของบุคคลลดลงอย่างมาก จนอาจทำให้รับรู้สภาพแวดล้อมบิดเบือนไปจากความจริง

รับรู้รายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงบางส่วน ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงรายละเอียดของเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้ หรืออาจสูญเสียการควบคุมตนเองได้ แต่ความวิตกกังวลในระดับเล็กน้อยเป็นความวิตกกังวลที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดความตื่นตัว กระตุ้นประสาทสัมผัสทั้ง 5 ให้รับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้เรียนรู้ แก้ปัญหา ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (Johnson, 1986: 36-37) สอดคล้องกับการศึกษาของ เฟลมมิง (Fleming, 1998) ที่ศึกษาอิทธิพลของการรับรู้ประสิทธิภาพในตนเอง บทบาททางเพศ มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง ความวิตกกังวล และประสบการณ์ ที่มีต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้นในการตรวจสอบความสัมพันธ์ พบว่า ความวิตกกังวลมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่มีความวิตกกังวลน้อยกว่าจะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่มีความวิตกกังวลสูง

4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และแบบการคิดในทิศทางบวก และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ในทิศทางลบ แสดงว่า เมื่อนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี นอกจากนี้ยังส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย กล่าวคือ ถ้านักเรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย มีประโยชน์ สามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง มีคุณค่าควรแก่การเรียนรู้ มีความรู้สึกที่ดีกับการเรียนคณิตศาสตร์ ชอบทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือรู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ จะส่งผลให้นักเรียนมีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อยลง มีแบบการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ผลการวิจัยนี้สนับสนุนแนวคิดของ จอห์นสันและริซิง (Johnson & Rising, 1967: 107-110) ที่กล่าวว่า หากบุคคลไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในทันทีจะต้องมีแรงขับ เช่น เจตคติที่ดี และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นต้น เพื่อสร้างพลังความคิด และสอดคล้องกับการศึกษาของ โทมัส (Thomas, 1999) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ โดยนักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะมีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย และสอดคล้องกับการศึกษาของ นริศา อุปกุล (2539: 98-107) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อแบบการคิดและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

5. ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยส่งผลในทิศทางบวก แสดงว่า เมื่อนักเรียนมีความรู้

พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์สูงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี และส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง กล่าวคือ ถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์และนิยาม กระบวนการคิดคำนวณ สูตร หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี เนื่องจากการแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานเดิมเกี่ยวกับแนวคิด ข้อเท็จจริง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถระลึกได้ เมื่อนักเรียนเข้าใจโครงสร้างของความสัมพันธ์ และสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง จะทำให้นักเรียนสามารถแสดงสถานการณ์ในรูปแบบสัญลักษณ์ได้ และหาคำตอบของปัญหาได้ (Johnson & Rising, 1972: 239) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ปาจารย์และมิลเลอร์ (Pajares & Miller, 1994) ที่ศึกษาอิทธิพลของความเชื่อในประสิทธิภาพแห่งตนและอัตรานิสัยที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่มีความรู้เดิมสูงกว่าจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีกว่า และสอดคล้องกับการศึกษาของ ทราห์ทอง พวงสันเทียะ (2542: 129-131) ที่ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส I พบว่า ความรู้เดิมมีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาแคลคูลัส I

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ขั้นแรกจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อน เช่น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนหรือในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ และสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง หรือจัดกิจกรรมสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์น้อย เป็นต้น
2. แบบการคิดเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รองลงมาจากความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นอกจากการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานเดิมแล้ว ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนใช้การคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง คือ คิดแบบวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบของ

สิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่า สิ่งนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันอย่างไร และเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

3. แม้ว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จะมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียงเล็กน้อย แต่ก็มีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด และความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ดังนั้น การสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน คือ ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับวิชาคณิตศาสตร์ รู้สึกสนุกและมีความสุขกับการเรียนคณิตศาสตร์ ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้นักเรียน มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีการคิดแบบเป็นอิสระจากสิ่งรอบข้าง มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์น้อย ทำให้สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการนำโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (Multigroup Analysis) เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โดยอาจแยกกลุ่มตัวอย่างตามเพศ หรือระดับชั้นเรียนของนักเรียน

2. นอกจาก แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความวิตกกังวล แบบการคิด เจตคติ และความรู้พื้นฐานเดิม ยังอาจมีตัวแปรอื่นๆ อีกที่เป็นสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้นำศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เช่น ความสนใจ และอัตมโนทัศน์ เป็นต้น จึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติมโดยนำตัวแปรดังกล่าวเข้ามาศึกษาในโมเดลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2544). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลอิสระ: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงเยาว์ แข่งเพ็ญแข. (2538). เทคนิคพัฒนากระบวนการคิดและเรียนรู้เด็กปฐมวัยให้ถึงขีดสุดศักยภาพและยั่งยืน. *สารพัฒนาหลักสูตร*, 14(120), 28-34.
- นริสา อุปกุล. (2539). *องค์ประกอบเชิงสาเหตุด้านตัวนักเรียน แบบการคิด คุณภาพการสอน ที่มีผลต่อความมั่นใจในการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทรายทอง พวงตันเทียะ. (2542). รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส I ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภัทรทิรา นิจอหอ. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสนใจในอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2545). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี.
- เสรี ชัดแจ้ง และ สุชาดา กรเพชรปานิ. (2546). โมเดลสมการโครงสร้าง. *วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 1(1), 1-24.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology*. New York: Holt Rinhart and Winston.
- Buchanan, N. K. (1987). Factor contribution to mathematical-solving performance: An exploratory study. *Education Studies in Mathematics*, 18(4), 399-415. Retrieved March 19, 2003, from <http://medline.lib.buu.ac.th/eric/detail.nsp>.
- Fleming, K. K. (1998). *The effect of self-efficacy, gender, self-concept, anxiety, and pre-experience on a model of mathematics performance*. Abstract retrieved March 26, 2003, from <http://medline.lib.buu.ac.th/dao/detail.nsp>.
- Frank, M. L. (1985). *Mathematical beliefs and problem solving (systems, anxiety, motivation, gifted)*. Abstract retrieved March 19, 2003, from <http://medline.lib.buu.ac.th/dao/detail.nsp>.
- Johnson, B. S. (1986). *Psychiatric mental health nursing: Adaptation and growth*. Philadelphia: J.B. Lippicott.
- Johnson, D. A., & Rising, G. R. (1967). *Guidelines for teaching mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Johnson, D. A., & Rising, G. R. (1972). *Guidelines for teaching mathematics* (2nd ed.). California: Wadsworth Publishing Company.
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 193-202.
- Polya, G. (1985). *How to solve it* (2nd ed.). New York: Penguin Book.
- Thomas, E. B. (1999). The impact of cognitive and non-cognitive factors on the performance of African American engineering students in mathematics. Abstract retrieved March 19, 2003, from <http://medline.lib.buu.ac.th/dao/detail.nsp>.
- Williams, M. E. (2001). *The effects of conceptual model provision and cognitive style on problem solving performance of learners engaged in an exploratory learning environment*. Abstract retrieved March 26, 2003, from <http://medline.lib.buu.ac.th/dao/detail.nsp>.
- Witkin, H. A. (1974). *Psychological differentiation*. New York: Wiley.

ผู้วิจัย

มะลิวรรณ โคตรศรี เป็นอาจารย์ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
บูรพา จังหวัดชลบุรี 20131; maliwan@buu.ac.th คุณวุฒิ กศ.บ. (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) เกียรตินิยม มหาวิทยาลัย
บูรพา, วท.ม. (เทคโนโลยีการวัดทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา