

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสติปัญญาของประชากรในประเทศให้มีความรู้ ความสามารถ และมีศักยภาพในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจให้มีความเจริญก้าวหน้าทัดเทียมนานาชาติ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2547, หน้า 12) การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในวิชาที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชากร (Billar, 1996, p. 2) ดังคำกล่าวในช่วงศตวรรษที่ 19 ของ Roger Bacon นักปราชญ์ชาวอังกฤษที่ให้ความสำคัญกับวิธีการทดลองมากกว่าทฤษฎี ไว้ว่า “ทุกสิ่งทุกอย่างบนโลกจะเกิดขึ้นไม่ได้ หากปราศจากความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์” (cited in Bartnik & Bury, 2011, p. 13; Layton, 2008, p. 8) ในทำนองเดียวกัน Paul Dirac เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์และเป็นคนแรกที่พัฒนาพลังงานกลศาสตร์และพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้กล่าวว่า “พระเจ้าได้ใช้ความเป็นเลิศของคณิตศาสตร์เพื่อสร้างโลก” (cited in Braden, 2009, p. 75; Gunawardena, 2011, p. 71; Szpiro, 2010, p. 10) ตามแนวคิดเหล่านี้วิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องจำเป็นอย่างแท้จริงที่ขาดเสียไม่ได้สำหรับบุคลากรทุกระดับทุกคน ถ้าขาดความรู้และขาดการนำเอาความรู้หลักวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและแก้ปัญหาต่าง ๆ ก็ยากต่อการดำรงชีวิตอย่างเป็นสุขในสังคมปัจจุบัน องค์ประกอบแรกที่ทำให้บุคคลสามารถทำหน้าที่ในสังคมปัจจุบันได้ คือ การมีความรู้ และสามารถใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (Schoenfeld, 1992, p. 72) คณิตศาสตร์เป็นวิชาจำเป็นอย่างยิ่งและนักเรียนต้องเรียนวิชานี้ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นอุดมศึกษา (Balgolu & Koçak, 2006, p. 1326) แล้วนำความรู้พื้นฐานที่สำคัญนี้ไปพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อกลายเป็นทรัพยากรมนุษย์ของชาติ ที่มีศักยภาพด้านความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี

วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์เป็นพลเมืองดี และช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในกระบวนการคิดเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน กระทรวงศึกษาธิการ เยาวชน และกีฬา (Ministry of Education, Youth, and Sport) ราชอาณาจักรกัมพูชา จึงได้จัดให้ทุกระดับชั้นเรียน ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาเกรด 3 (ป.3) จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาเกรด 12 (ม.6) ต้องเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาหลัก โดยกระทรวงได้กำหนดจำนวนชั่วโมงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา มากกว่าจำนวนชั่วโมงการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 4-8 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ในขณะที่วิชาอื่น ๆ เรียนมากที่สุดเพียงแค่ 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (กลุ่มหม่อมขุนนาง, 2009) แม้ว่ากระทรวงได้ตั้งเป้าหมายและกำหนดยุทธศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายชาวกัมพูชา นักเรียนส่วนมากยังไม่ประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ เห็นได้จากผลการทดสอบระดับประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาพหุภูมิแห่งชาติกัมพูชา เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม ค.ศ. 2011 ที่จัดสอบโดยกระทรวงศึกษาธิการ เยาวชน และกีฬา แห่งชาติกัมพูชา พบว่า มีนักเรียนสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 27,290 คน จากนักเรียนทั้งหมด 111,287 คน คิดเป็นร้อยละ 24.52 (กลุ่มหม่อมขุนนาง, 2011)

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเมื่อเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) ดังที่ Anderson and Bourke (2000, p. 36) ได้กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ตลอดจนการทดสอบในวิชาคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความวิตกกังวล นักเรียนส่วนมากมีความเชื่อว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากและน่าเบื่อ อีกทั้งครูผู้สอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเจ้าระเบียบและเข้มงวดทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกกลัว เบื่อและไม่อยากเรียนวิชานี้ นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในขณะที่เรียน เช่น ไม่เข้าใจเนื้อหา ทำการบ้านไม่ได้ ก็จะเกิดอาการท้อจนไม่อยากเรียนเป็นต้น สอดคล้องกับแนวคิดที่กล่าวว่า ความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยทางด้านอารมณ์ (Suinn & Edwards, 1982, p. 576) และปัจจัยหนึ่งทางด้านอารมณ์ที่เลือกมาศึกษาในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 นี้ คือปัจจัยความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ (Balgotlu & Koçak, 2006, p. 1326) และมีผลการวิจัยมากมายชี้ให้เห็นว่า ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (Bursal & Paznokas, 2006, pp. 173-180; Miller & Bichsel, 2004, pp. 591-606; Vitasari, Wahab, Othman, Herawan, & Sinnadurai, 2010, pp. 490-497; Zakaria & Nordin, 2008, pp. 27-30) ทำให้ความจำขณะคิดลดลง (Ashcraft & Kirk, 2001, pp. 224-237) และทำให้ผู้เรียนมักจะหลีกเลี่ยงการเรียนวิชานี้ (Ashcraft & Krause, 2007, p. 243; Bai, Wang, Pan, & Frey, 2009, p. 185; Scarpello, 2005, pp. 115-116; Sovchik, 1996, pp. 111-112; Steele & Arth, 1998, p. 18) ซึ่งเป็นการลดโอกาสที่จะประสบความสำเร็จด้านการประกอบอาชีพในอนาคต

ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การขาดเรียนมากเกินไป การไม่พอใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง และการไม่เข้าใจเป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ (Norwood, 1994, p. 249) ส่วนมากความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเนื่องมาจากการขาดการรับรู้ความสามารถของตนเองในขณะที่กำลังทำการบ้านหรือทำโจทย์คณิตศาสตร์ (Bandura, 1994, p. 75; Rouxel, 1999, p. 405) การรับรู้ว่าตนเองไม่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ มีผลทำให้ตนเองมีความรู้สึกท้อแท้ไร้ประโยชน์และหมดความหวังหรือมีความวิตกกังวลมากยิ่งขึ้น (Bandura, 1997, p. 153) ดังนั้น ครูควรหาวิธีการป้องกันความกลัว หรือความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ทัศนคติ และควรชื่นชมคุณค่า และเคารพในสิ่งที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกมั่นใจในการเรียน มีการรับรู้ความสามารถของตนเอง และมั่นใจในความสามารถของตนเองสูงขึ้น (Bandura, 1993, p. 134; 1997, p. 137) ซึ่งมีผลการวิจัยที่พบว่า การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ (Gresham, 2009, pp. 22-38; Kesici & Erdogan, 2009, pp. 631-642; Nie, Lau, & Liao, 2011, pp. 736-741; Pajares, 1996a, pp. 325-344; Pajares & Kranzler, 1995, pp. 426-443; Wilfong, 2006, pp. 1001-1011; เบญจนิสสัยสุข, 2553)

นอกจากการรับรู้ความสามารถของตนเองมีผลช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว การกำกับตนเองก็เป็นวิธีการสำคัญในการช่วยให้บุคคลมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนได้ดี (Caprara et al., 2008, p. 526) และช่วยลดสภาวะวิตกกังวลในการเรียน (Buckner, Mezzacappa, & Beardslee, 2009, p. 19) ในการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนเกรด 9 ที่มีอายุระหว่าง 13-14 ปี

จำนวน 303 คน ของ Tanner and Jones (2003, pp. 275-281) พบว่า การใช้วิธีการกำกับตนเอง ประกอบด้วยประสิทธิภาพของนักเรียน เป็นปัจจัยส่งเสริมพัฒนาการทางการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ส่วนมากวิธีการกำกับตนเองต้องประยุกต์ใช้ กับสถานการณ์ที่ยากลำบาก หรือต้องต่อสู้กับสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดความเครียด หรือความวิตกกังวล (Bandura, 1993, p. 136; Klassen, Krawchuk, & Rajani, 2008, p. 923) สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการกำกับตนเองสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามไปด้วย (Buckner et al., 2009, p. 19; Puzziferro, 2008, pp. 72-89) และทำให้ความวิตกกังวลลดลง (Jain & Dowson, 2009, pp. 240-249; Kesici, Baloglu, & Deniz, 2011, p. 472; Kesici & Erdogan, 2009, pp. 631-642; Kramarski, Weisse, & Kololshi-Minsker, 2010, p. 179)

คนทุกวัยต้องพบกับความเครียด ความวิตกกังวล ความสับสน ความวุ่นวายในชีวิต (Yucedag-Ozcan & Brewer, 2011, p. 1) แต่วัยที่เข้าเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นวัยที่ต้องเผชิญหน้ากับความวิตกกังวลมากที่สุดในการเรียน (Bandura, 1997, p. 177; Rossnan, 2006, p. 1) เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต้องเรียนหลายวิชากับผู้สอนหลายคน และเป็นช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลง จากวัยเด็กที่ต้องพึ่งพาพ่อแม่ไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ที่มีอิสรภาพและพึ่งพาตนเอง (Zimmerman & Cleary, 2006, p. 45) นอกจากนี้ การพัฒนาการกำกับตนเอง (McClelland, Ponitz, Messersmith & Tominey, 2010, p. 510; Santrock, 2011, p. 243) และอิทธิพลของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ (Peter, 2002, p. 338) เกิดขึ้นในช่วงที่นักเรียนเข้าเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาและทบทวนงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอิทธิพลของการกำกับตนเอง และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในราชอาณาจักรกัมพูชา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพล (Path Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถอธิบายได้ว่า ปัจจัยการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ จะส่งผลทางตรง หรือทางอ้อม และส่งผลเชิงลบหรือเชิงบวกมากน้อยในระดับใด ต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการอธิบาย พยากรณ์ และควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 113) และผลการวิจัยที่ได้ จะทำให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อันจะส่งผลต่อการประสบความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในราชอาณาจักรกัมพูชา
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในราชอาณาจักรกัมพูชา ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์

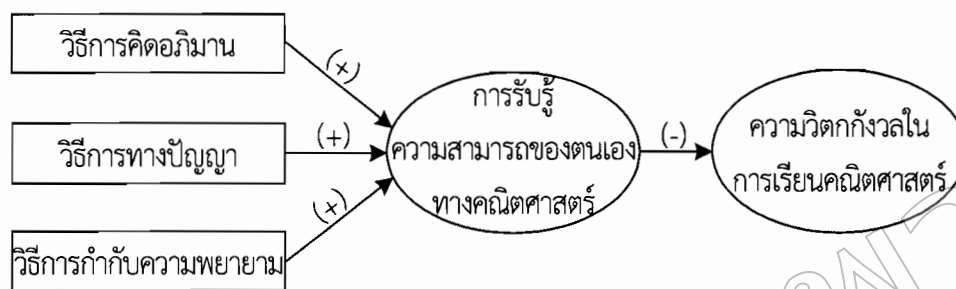
กรอบแนวคิดการวิจัย

ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกหงุดหงิด ประหม่า เคร่งเครียด สับสน ตื่นตระหนก หมดก่าลังใจ สิ้นหวัง คิดกัังวลเกี่ยวกับผลสำเร็จในการเรียน มีความสงสัยในตนเอง ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง โดยแสดงพฤติกรรมตื่นเต้น ขลาดกลัว หลีกเลียง หรือ หลบหนี เมื่อต้องเผชิญกับการเรียนหรือสอบวิชาคณิตศาสตร์ (Bai et al., 2009, p. 185; Gresham, 2008, p. 172; Hoffman, 2010, p. 276) การลดสภาวะความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ทำได้โดยเสริมสร้าง การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการกำกับตนเอง (Bandura, 1993, p. 134) โดยมีผลงานวิจัยสนับสนุนว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มี อิทธิพลทางตรงต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ (Gresham, 2009, pp. 22-38; Kesici & Erdogan, 2009, pp. 631-642; Nie et al., 2011, pp. 736-741; Pajares, 1996a, pp. 325-344; Pajares & Kranzler, 1995, pp. 426-443; Wilfong, 2006, pp. 1001-1011; เบ็ญจะ นิสสัยสุข, 2553) การกำกับตนเองมีอิทธิพลทางตรงต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง (McAuley et al., 2011, p. 284; Wang, 2010, p. 102; รัตนา ตาบั้ง, ภัทรารณณ์ พุ่งปันคำ และสมบัติ สกฤตพรณ์, 2550, p. 99) และการกำกับตนเองมีอิทธิพลทางอ้อมต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ผ่านการรับรู้ ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ (Jain & Dowson, 2009, p. 240; Lavasani, Hejazi, & Varzaneh, 2011, p. 557; McAuley et al., 2011, pp. 284-290) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 อิทธิพลของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการกำกับตนเอง สรุปได้ว่า การกำกับตนเอง เป็นความสามารถของบุคคลในการกระทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อควบคุมความคิด ความรู้สึก และการกระทำของตนเอง (Bandura, 1994, p. 71; McClelland et al., 2010, p. 510; Schunk, 2008, p. 465; Zimmerman & Moylan, 2009, p. 299) โดยวิธีการคิดอภิมาน (Metacognitive Strategies) วิธีการทางปัญญา (Cognitive Strategies) และวิธีการกำกับความพยายาม (Effort Regulation Strategies) เพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้ (Pintrich & De Groot, 1990, p. 33) จึงสามารถสรุปได้กรอบแนวคิดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โมเดลสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในราชอาณาจักรกัมพูชา ที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงเชิงลบต่อตัวแปรความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์
3. ตัวแปรวิธีการคิดถ้อยความ วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม มีอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยส่งผ่านตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยมีอิทธิพลเชิงบวกกับตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และเชิงลบกับตัวแปรความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ได้ทราบลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ทำให้ครู และนักเรียน ทราบว่า การกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดความวิตกกังวล หรือความกลัวการเรียนคณิตศาสตร์ และจะช่วยให้ นักเรียนสนใจเรียนคณิตศาสตร์ มากยิ่งขึ้น
3. สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนา และ เสริมสร้างการรับรู้ความสามารถของตนเองให้กับนักเรียนโดยให้ความสำคัญกับการกำกับตนเองด้วยวิธีการคิดถ้อยความ วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม เพื่อลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกรด 10 เกรด 11 และเกรด 12 ที่กำลังศึกษาปีการศึกษา 2011 – 2012 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาทั้ง 407 แห่ง ในราชอาณาจักรกัมพูชา จำนวน 334,734 คน (EMIS Office, 2011, pp. 7-13)
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกรด 10 เกรด 11 และเกรด 12 ปีการศึกษา 2011 – 2012 ที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ราชอาณาจักรกัมพูชา จำนวน 450 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน
3. ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย ตัวแปรแฝงภายใน และตัวแปรสังเกตได้ภายนอก ดังต่อไปนี้
 - 3.1 ตัวแปรแฝงภายในมี 2 ตัวแปร ได้แก่
 - 3.1.1 ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
 - 3.1.2 ตัวแปรความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2 ตัวแปรสังเกตได้ภายนอกมี 3 ตัวแปร ได้แก่ วิธีการคิดอภิธาน วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหงุดหงิด ประหม่า เคร่งเครียด สับสน ตื่นตระหนก หมุดกำลังใจ สิ้นหวัง คิดกังวลเกี่ยวกับผลสำเร็จในการเรียน มีความสงสัยในตนเอง ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง โดยแสดงพฤติกรรมตื่นเต้น ขลาดกลัว หลีกเลียง หรือ หลบหนี เมื่อต้องเผชิญกับการเรียนหรือสอบวิชาคณิตศาสตร์
2. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การตัดสินความสามารถของตนเองเกี่ยวกับการเรียน การคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับการศึกษาของตนเองว่าอยู่ในระดับใด โดยแสดงออกในลักษณะของความคาดหวังในการเรียนคณิตศาสตร์ ความคิดเห็นต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ และความพยายามในการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความถนัดหรือสมรรถภาพของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง
 - 2.2 ความคิดเห็นต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง อากัปกริยา ความคิดเห็น และแนวโน้มของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง คือ อาจจะชอบหรือไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 ความคาดหวังในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความต้องการของนักเรียนเกี่ยวกับคะแนนสอบ และการนำความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาชั้นสูง หรือในชีวิตประจำวัน
 - 2.4 ความพยายามในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความตั้งใจ ความมุ่งมั่นของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทั้งก่อนและหลังเรียนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

3. การกำกับตนเอง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการกระทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อควบคุมความคิด ความรู้สึก และการกระทำของตนเอง โดยวิธีการคิดอภิमान วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม เพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้

3.1 วิธีการคิดอภิमान หมายถึง ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับวิธีการคิดของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ การวางแผน (Planning) การตรวจสอบ (Monitoring) และการกำกับความรู้คิด (Cognitive Regulating)

3.1.1 การวางแผน หมายถึง การตั้งเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ของตนเอง

3.1.2 การตรวจสอบ หมายถึง การติดตามความตั้งใจและความเข้าใจของตนเองตามแผนที่วางไว้

3.1.3 การกำกับความรู้คิด หมายถึง การดำเนินงานอีกครั้งโดยปรับเปลี่ยนและแก้ไขให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับกิจกรรมในการดำเนินงาน

3.2 วิธีการทางปัญญา หมายถึง วิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อควบคุมกิจกรรมความรู้คิดของตนเอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการฝึกซ้อม (Rehearsal) การลงลึกในรายละเอียด (Elaboration) และการจัดการ (Organization)

3.2.1 การฝึกซ้อม หมายถึง การทบทวนความรู้ ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนสามารถจดจำความรู้นั้นได้

3.2.2 การลงลึกในรายละเอียด หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิมจนสามารถอธิบายความรู้นั้นได้

3.2.3 การจัดการ หมายถึง การจำแนกความรู้เป็นหมวดหมู่/ กลุ่ม สรุปส่วนสำคัญของความรู้ ถ่ายต่อการดึงข้อมูล/ ความรู้มาใช้แก้ปัญหาในการเรียน

3.3 วิธีการกำกับความพยายาม หมายถึง ความอดทน ยืนหยัด และตั้งใจเรียนให้ประสบความสำเร็จ