

## บทความวิจัย (Research Article)

# การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 DEVELOPMENT OF INDICATORS FOR THE CHARACTERISTICS OF MATHEMATICAL HABITS OF MIND OF LOWER SECONDARY EDUCATION LEVEL STUDENTS IN THE SECONDARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 40

Received: May 2, 2020

Revised: June 15, 2020

Accepted: June 23, 2020

หญิงฤทัย ชูชัย<sup>1\*</sup> และปกรณ์ ประจันบาน<sup>2</sup>  
Nungruthai Chuchai<sup>1\*</sup> and Pakorn Prachanban<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

<sup>1,2</sup>Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: Nungruthai.55410316@gmail.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ 2) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 400 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 เป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 0.60 - 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.95 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัย พบว่าตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 16 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การมีความมั่นใจเพียรพยายามในการแก้ปัญหา การรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ การมีความมั่นใจในเนื้อหา การมีวิธีการคิดที่หลากหลาย การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การใช้ความรู้ที่มีใช้กับสถานการณ์ใหม่ การทดลองลงมือเชิงปฏิบัติ การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี การคิดอย่างยืดหยุ่น การมีเหตุผลในการตัดสินใจ

การคิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารด้วยความชัดเจนและแม่นยำ และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 95.29 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 76 P-value เท่ากับ 0.07 ค่า RMSEA เท่ากับ 0.025 ดัชนี CFI มีค่าเท่ากับ 0.993 ดัชนี TLI มีค่าเท่ากับ 0.989 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มีค่าระหว่าง 0.294 ถึง 0.834 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า

**คำสำคัญ:** ตัวบ่งชี้ คุณลักษณะ จิตนิสัยคณิตศาสตร์

## Abstract

The purposes of this research were to 1) to develop indicators to the characteristics of mathematical habits of mind of lower secondary education level students and 2) evaluate the overall model fit between indicators to characteristics of mathematical habits of mind of lower secondary education level students and empirical evidence. The samples of this study were 400 lower secondary education level students in the secondary educational service area office 40 at Phetchabun. They were selected by multi-stage random sampling. The research instrument was 3 rating scale questionnaires for the characteristics of mathematical habits of mind of lower secondary education level students in the secondary educational service area office 40 which were 40 items. IOC is 0.60 to 1.00 and the reliability is 0.95. The data was analyzed using correlation coefficient and factor analysis. It was found that; the indicators for the characteristics of mathematical habits of mind of lower secondary education level students were 16 indicators. That consisted of Understanding the problem, Perseverance in solving problems, use appropriate tools strategically, accuracy in content, different way of thinking, sharing ideas, mixing deduction and experiment, using mathematical in solving, apply with new situation, practicing in action, mathematicians talk big and think small, flexible thinking, decisions with reason, mathematicians talk small and think big, making mathematical model and clearly and accurately communication. And the characteristics of mathematical habits of mind of lower secondary education level students were related to empirical data and construct validity. The goodness of fit index showed the following summation between the model and the empirical data with  $\chi^2 = 95.29$ ,  $df = 76$ ,  $p = 0.07$ ,  $GFI = 0.933$ ,  $RMSEA = 0.025$ ,  $CFI = 0.993$ ,  $TLI = 0.989$  and factor loadings of factors was values ranging from 0.294 to 0.834 with a statistical significance level .05.

**Keywords:** Indicators, Characteristics, Mathematical Habits of Mind

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ ศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Office of the Basic Education Commission, 2017, p. 1)

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่หลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญสมรรถนะหนึ่ง คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลัก เหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหา ความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ผู้เรียนควรมีคุณภาพด้านทักษะกระบวนการในการใช้วิธีการที่ หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สามารถให้เหตุผลประกอบในการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำ ความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013, pp. 3-4)

ผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชาติ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ที่บ่งชี้ว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ และในระดับนานาชาติผลการประเมินการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของผู้เรียนในโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ค.ศ. 2011 โดย IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) บ่งชี้ว่าผู้เรียนชั้นมัธยม ศึกษปีที่ 2 ของประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ทั้งในด้านเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับต่ำ (Low International Benchmark) รวมถึงผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนในโครงการ TIMSS ค.ศ. 2015 ที่ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยยังคงมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ทั้งในด้านเนื้อหาและพฤติกรรมการ เรียนรู้อยู่ในระดับต่ำ (Low International Benchmark) นอกจากนี้ ผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ ผู้เรียนในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการประเมินความสามารถ ในการใช้ความรู้และทักษะของผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จัดโดย OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ก็บ่งชี้เช่นกันว่า ผู้เรียนไทยที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งส่วน

ใหญ่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD ทั้งใน ค.ศ. 2012 และ ค.ศ. 2015 (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017, pp. 5-6)

Mahawijit (2016, p. 20) กล่าวว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Mind) เป็นคำที่ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดย Cuoco et al. (1996) ซึ่งได้เสนอว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นหลักการสำคัญของการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัยได้ทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการคิดแบบนักคณิตศาสตร์ จึงเป็นส่วนที่เติมเต็มช่องว่างระหว่างผู้สร้างกับผู้ใช้คณิตศาสตร์ Costa and Kallick (2000) กล่าวว่าคำว่า “จิตนิสัย” เป็นผลเกิดจากการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และเกิดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า ซึ่งหากนำมาพิจารณาร่วมกับ “คณิตศาสตร์” สรุปความหมายได้ว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และสามารถคิดเชื่อมโยงนำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาจัดการกับสถานการณ์หรือปัญหาที่พบเพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นนิสัยและยังสามารถอธิบายความหมายอย่างง่ายๆ ได้โดยใช้คำสำคัญ 2 คำ คือ “การคิด (Thinking)” และ “ความเคยชินเป็นนิสัย (Habituated)” ซึ่งสามารถปลูกฝังคุณสมบัติสองสิ่งนี้แก่ผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติขณะฝึกหัดโดยใช้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน เพียงแต่ครูต้องตั้งคำถามหรือจัดหาปัญหาที่เหมาะสมมาให้ผู้เรียนทำเพื่อกระตุ้นการคิด (Lim & Selden, 2009); (Mahawijit, 2016, p. 20)

จะเห็นว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการศึกษาและการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ทั้งนี้โรงเรียนหรือสถานศึกษาจำเป็นจะต้องส่งเสริมและปลูกฝังให้ผู้เรียนมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้นั้นจะต้องทราบตัวบ่งชี้หรือองค์ประกอบที่ผู้สอนจะต้องสร้างให้ผู้เรียนเกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 อันจะทำให้ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่สามารถเป็นสารสนเทศที่ถูกต้องตรงตามสภาพความเป็นจริง และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนให้สอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษา และเพื่อช่วยพัฒนาประสิทธิภาพด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีการศึกษา 2562 ทั้งหมดจำนวน 14,582 คน จากจำนวนโรงเรียน 39 โรงเรียน

**กลุ่มตัวอย่าง** งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (First Order Confirmatory Factor Analysis) ดังนั้น การกำหนดขนาดตัวอย่างของโมเดลการวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่มี 16 ตัวบ่งชี้ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้ Hair et al. (as cited in Wiratchai, 2008) ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม 320 คน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้มีค่าคงที่และมีความเชื่อมั่นสูง ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มจากเดิมทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เท่ากับ 400 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีการศึกษา 2562 ทั้งหมดจำนวน 400 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Sampling) โดยดำเนินการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โรงเรียนที่เป็นตัวแทนของสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 6 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 15 ของจำนวนโรงเรียนทั้งหมดในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย โดยจับสลากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของโรงเรียน ดังนี้ โรงเรียนเพชรพิทยาคม 97 คน โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เพชรบูรณ์ 22 คน โรงเรียนหล่มสักวิทยาคม 119 คน โรงเรียนนิคมศิลป์อนุสรณ์ 78 คน โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม 23 คน และโรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ 61 คน

### 2. ขั้นตอนการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์และศึกษาแนวทางการหาคุณภาพของแบบวัดในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.2 ศึกษาแนวคิดของนักวิชาการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนเป็นนิยามศัพท์เฉพาะ ในแต่ละตัวบ่งชี้ให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.3 เขียนข้อคำถามวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยให้ครอบคลุมกับนิยามของแต่ละตัวบ่งชี้

2.4 นำนิยามศัพท์เฉพาะตรวจสอบความเหมาะสมและนำข้อคำถามของแบบวัดที่สร้างขึ้นตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านกรวัดและประเมินทางการศึกษา และทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน

2.5 ปรับแก้นิยามศัพท์เฉพาะและข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้นิยามศัพท์เฉพาะและข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสม มีความเที่ยงตรงและครอบคลุมตามโครงสร้างทฤษฎี แล้วนำแบบวัดไปทดลองใช้กับ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 50 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ทั้งฉบับของแบบวัด เท่ากับ 0.95

2.6 นำแบบวัดเก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จำนวน 400 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบค่าสถิติพื้นฐานและตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

**3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** แบบวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบเป็นแบบตรวจรายการ (Checklist) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูล พื้นฐานของผู้ตอบ ประกอบด้วย เพศ และระดับชั้นที่กำลังศึกษาอยู่

ตอนที่ 2 สอบถามคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ซึ่งมีระดับการให้คะแนน ดังนี้

3 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นอยู่ประจำ

2 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นเป็นบางครั้ง

1 หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นเลย

จำแนกตามตัวบ่งชี้ 16 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ ตัวบ่งชี้ที่ 1 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 2 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 3 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 4 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 5 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 6 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 7 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 8 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 9 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 10 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 11 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 12 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 13 จำนวน 3 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 14 จำนวน 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 15 จำนวน 2 ข้อ และตัวบ่งชี้ที่ 16 จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งฉบับทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ

ผู้วิจัยขอแนะนำตัวอย่างของแบบวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น ไว้ดังภาพประกอบที่ 1

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

**คำชี้แจง**

- ขอให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด
- ขอความร่วมมือให้นักเรียนตอบคำถามทุกข้อ หากขาดข้อใดข้อหนึ่งจะทำให้แบบวัดนี้ไม่สมบูรณ์และไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้
- ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น จึงขอให้นักเรียนตอบด้วยความ เป็นจริง
- แบบสอบถามมี 2 ตอน ดังนี้  
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน  
ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

★ ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามนี้ ★  
ขอให้นักเรียนแบ่งส่วนความเข้าใจทางด้านการศึกษา  
นางสาวณัฐกัญญา ชูชัย

---

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน**

- เพศ  ชาย  หญิง
- ระดับชั้นที่กำลังศึกษา  1  2  3
- โรงเรียน .....

**ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**  
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความที่กำหนดในแต่ละข้อว่าตรงกับสภาพความเป็นจริง ของนักเรียนในระดับใด และทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องทางขวามือ

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเป็นจริงที่นักเรียนปฏิบัติ		
		ปฏิบัติประจำ	ปฏิบัติ บางครั้ง	ไม่ปฏิบัติเลย
1	นักเรียนพยายามอ่านวิเคราะห์ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบเจอก่อนลงมือแก้ปัญหา			
2	นักเรียนทำความเข้าใจสิ่งที่ต้องการค้นหาให้ชัดเจนก่อนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
3	นักเรียนพยายามค้นหาสาระสำคัญของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ขงนำมาแก้ปัญหา			
4	นักเรียนมุ่งมั่นตั้งใจแก้ปัญหาอย่างไม่ย่อท้อจนสำเร็จ			
5	นักเรียนหือ และรู้สึกทึ่งใจไม่อยากแก้ปัญหาต่อไปเมื่อพบเจออุปสรรคการดำเนินการแก้ปัญหา			
6	นักเรียนรู้และจดจำวิธีการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี			

ภาพ 1 ตัวอย่างของแบบวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

4.1 ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ เพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ติดต่อโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยส่งลิงค์แบบวัดและรายละเอียดของแบบวัดผ่านทางออนไลน์ให้กับครูผู้ประสานงานในแต่ละโรงเรียนเพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4 ตรวจสอบแบบวัดที่ได้รับกลับคืนมาและคัดเลือกเฉพาะฉบับที่สมบูรณ์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลจำนวน 400 ฉบับ

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ เพื่ออธิบายข้อมูลเบื้องต้น

5.2 การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ระดับการปฏิบัติเกี่ยวกับคุณลักษณะจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ ใช้การแบ่งระดับแบบอิงเกณฑ์ อยู่ระหว่าง 1-3 คะแนน ซึ่ง 3 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นอยู่ประจำ 2 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นเป็นบางครั้ง และ 1 หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามข้อความในข้อคำถามนั้นเลย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) เพื่อบรรยายถึงลักษณะของข้อมูล การแจกแจงของข้อมูล และการกระจายตัวของข้อมูล และได้แบ่งค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 3 ระดับ โดยคำนวณช่วงคะแนนพิสัย จากสูตร Srisatidnarakoon (2002, pp. 304-305) ซึ่งสามารถแปลผลคะแนนการปฏิบัติคุณลักษณะจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
2.34 - 3.00	ปฏิบัติตามคุณลักษณะจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
1.67 - 2.33	ปฏิบัติตามคุณลักษณะจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 1.66	ปฏิบัติตามคุณลักษณะจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

5.3 การวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้แก่ การวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) ค่าสถิติทดสอบ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และค่าสถิติทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

5.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาค่าสถิติไค-สแควร์ ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Tucker (CFI) ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Lewis (TLI) แล้วเทียบกับเกณฑ์

## ผลการวิจัย

**ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์** ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 16 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ตัวบ่งชี้ที่ 2 การมีความหมั่นเพียรพยายามในการแก้ปัญหา ตัวบ่งชี้ที่ 3 การรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 การมีความแม่นยำในเนื้อหา ตัวบ่งชี้ที่ 5 การมีวิธีการคิดที่หลากหลาย ตัวบ่งชี้ที่ 6 การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ตัวบ่งชี้ที่ 7 การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง ตัวบ่งชี้ที่ 8 การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ตัวบ่งชี้ที่ 9 การใช้ความรู้ที่มีใช้กับสถานการณ์ใหม่ ตัวบ่งชี้ที่ 10 การทดลองลงมือเชิงปฏิบัติ ตัวบ่งชี้ที่ 11 การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ตัวบ่งชี้ที่ 12 การคิดอย่างยืดหยุ่น ตัวบ่งชี้ที่ 13 การมีเหตุผลในการตัดสินใจ ตัวบ่งชี้ที่ 14 การคิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ ตัวบ่งชี้ที่ 15 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และตัวบ่งชี้ที่ 16 การสื่อสารด้วยความชัดเจนและแม่นยำ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมค่านิยมของตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวบ่งชี้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50 – 5.00 และเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามเป็นรายข้อพบว่า มีค่าดัชนี IOC (Item Object Congruence) เท่ากับ 0.60 - 1.00 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขค่านิยมของตัวบ่งชี้และข้อคำถามบางส่วนที่ยังไม่มีความชัดเจนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.95

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

**1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 74.6 และที่เหลือเป็นเพศชาย และเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 51.8 รองลงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 30.8 และที่เหลือเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**2. ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย** ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรเมื่อพิจารณาในภาพรวมของทั้ง 16 ตัวบ่งชี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับการปฏิบัติเป็นบางครั้ง ยกเว้นการทำความเข้าใจปัญหา ( $X_1$ ) การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ( $X_6$ ) การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ( $X_{11}$ ) และการมีเหตุผลในการตัดสินใจ ( $X_{13}$ ) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปฏิบัติเป็นประจำ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่มีการแจกแจงความถี่ของข้อมูลแบบเบ้ขวา ยกเว้นการมีความหมั่นเพียรพยายามในการแก้ปัญหา ( $X_2$ ) การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง ( $X_7$ ) และการเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ( $X_{11}$ ) และมีความโด่งค่อนข้างน้อย ยกเว้นการร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ( $X_6$ ) การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง ( $X_7$ ) และการเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ( $X_{11}$ )

เมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้พบว่า การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ( $X_{11}$ ) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 รองลงมา คือ การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ( $X_6$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37

**3. การวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบ** จากข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร ค่าสถิติทดสอบ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และค่า Bartlett's Test of Sphericity ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบตัวแปรต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 16 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ทั้งหมด 16 ตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.070 ถึง 0.739 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และ .01 ยกเว้นค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของตัวบ่งชี้การมีความหมั่นเพียรพยายามในการแก้ปัญหา ( $X_2$ ) กับการร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ( $X_6$ ) ( $r = 0.096$ ) และการร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ( $X_6$ ) กับการผสมผสานระหว่างวิธีการนินัยกับการทดลอง ( $X_7$ ) ( $r = 0.070$ ) ที่มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย เมื่อพิจารณาค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.931 หมายถึง ข้อมูลชุดนี้เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ และค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 2909.835 ( $p=.000$ ) ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กันนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้

สรุปจากการพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร ค่าสถิติทดสอบ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และ ค่า Bartlett's Test of Sphericity พบว่า มีเพียงตัวแปรเดียวที่ไม่เป็นไปตาม ข้อตกลงของค่าสหสัมพันธ์ แต่เมื่อพิจารณาค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และค่า Bartlett's Test of Sphericity แล้วพบว่า ข้อมูลชุดนี้ยังคงมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้จึงไม่ได้ตัดตัวแปรใดทิ้งและนำข้อมูลทั้งหมดนี้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ

**4. ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลการวัดตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับข้อมูลเชิงประจักษ์** ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งตามโมเดลการวัดตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 16 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียด ดังตาราง 1

**ตาราง 1** คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) และค่าสถิติทดสอบที (t - value) ที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

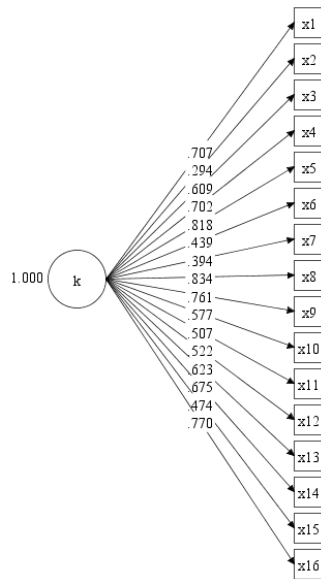
ตัวชี้วัดคุณลักษณะของผู้เรียนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Factor Loading	Standard Error	t - value	R <sup>2</sup>
การทำความเข้าใจปัญหา ( $X_1$ )	0.71	0.03	26.10*	0.50
การมีความหมั่นเพียรพยายามในการแก้ปัญหา ( $X_2$ )	0.29	0.05	6.17*	0.09
การรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ( $X_3$ )	0.61	0.03	18.06*	0.37
การมีความแม่นยำในเนื้อหา ( $X_4$ )	0.70	0.03	24.80*	0.49
การมีวิธีการคิดที่หลากหลาย ( $X_5$ )	0.82	0.02	40.06*	0.67

ตัวชี้วัดคุณลักษณะของผู้เรียนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Factor Loading	Standard Error	t - value	R <sup>2</sup>
การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด (X <sub>6</sub> )	0.44	0.04	10.38*	0.19
การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง (X <sub>7</sub> )	0.40	0.05	8.85*	0.16
การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (X <sub>8</sub> )	0.83	0.01	46.49*	0.70
การใช้ความรู้ที่มีใช้กับสถานการณ์ใหม่ (X <sub>9</sub> )	0.76	0.02	32.34*	0.58
การทดลองลงมือเชิงปฏิบัติ (X <sub>10</sub> )	0.58	0.04	16.35*	0.33
การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี (X <sub>11</sub> )	0.50	0.04	12.92*	0.26
การคิดอย่างยืดหยุ่น (X <sub>12</sub> )	0.52	0.04	13.58*	0.27
การมีเหตุผลในการตัดสินใจ (X <sub>13</sub> )	0.62	0.03	18.47*	0.39
การคิดพิจารณาจากจุดเล็กๆเพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ (X <sub>14</sub> )	0.68	0.03	23.03*	0.46
การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (X <sub>15</sub> )	0.47	0.04	11.47*	0.23
การสื่อสารด้วยความชัดเจนและแม่นยำ (X <sub>16</sub> )	0.77	0.02	31.52*	0.60

$\chi^2 = 95.29$ ,  $df = 76$ ,  $p - value = 0.07$ ,  $RMSEA = 0.025$ ,  $SRMR = 0.025$ ,  $CFI = 0.993$ ,  $TLI = 0.989$

จากตาราง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์เท่ากับ 95.29 ซึ่งค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.07 ที่องศาอิสระ 76 ( $\chi^2 = 95.29$ ;  $df = 76$ ;  $p = 0.07$ ) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ( $\chi^2 / df$ ) มีค่าเท่ากับ 1.25 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาดัชนีวัดความสอดคล้องในรูปความคลาดเคลื่อนได้แก่ ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.025 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้เพราะมีค่าน้อยกว่า 0.05 ส่วนค่าดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ ได้แก่ ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Tucker (CFI) มีค่าเท่ากับ 0.993 และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Lewis (TLI) มีค่าเท่ากับ 0.989 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้เพราะมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่กล่าวมาเป็นไปตามเกณฑ์ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งเมื่อพิจารณาแต่ละตัวบ่งชี้ พบว่า ค่าน้ำหนักของตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าเป็นบวกมีขนาดตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.83 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง ของโมเดลการวัดตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

## อภิปรายผล

1. จากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 16 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา สอดคล้องกับ Harel (2008); Cuoco et al. (1996); NGA Center and CCSSO (2010) การมีความมั่นใจเพียรพยายามในการแก้ปัญหา การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด การใช้ความรู้ที่มีใช้กับสถานการณ์ใหม่ การคิดอย่างยืดหยุ่น และการสื่อสารด้วยความชัดเจนและแม่นยำ สอดคล้องกับ Costa and Kallick (2000) การรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Cuoco et al. (1996); NGA Center and CCSSO (2010) การมีความแม่นยำในเนื้อหา และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ NGA Center and CCSSO (2010) การมีวิธีการคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับ Cuoco et al. (1996); Costa and Kallick (2000) การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การเข้าใจกรณีทั่วไปได้ โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี และการคิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ สอดคล้องกับ Cuoco et al. (1996) การทดลองลงมือเชิงปฏิบัติ สอดคล้องกับ Hamkajomsuk (2017) และการมีเหตุผลในการตัดสินใจ สอดคล้องกับ Costa and Kallick (2000); NGA Center and CCSSO (2010)

2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ตัวบ่งชี้มีค่าน้ำหนักเป็นบวกมีขนาดตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.83 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า เรียงลำดับตามความเหมาะสมและความสำคัญขององค์ประกอบจากมากไปหาน้อย ผู้วิจัยอธิบายได้ดังนี้ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ที่มากที่สุด คือ การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.83 Cuoco et al. (1996) และ Mahawijit (2016) กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า

คณิตศาสตร์มีการนำวิธีการทางเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยความคิดแนวเรขาคณิตได้มีบทบาทสำคัญต่อคณิตศาสตร์ทุกสาขามาโดยตลอด มุมมองเชิงเรขาคณิตจะช่วยสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการค้นพบใหม่ๆ อาทิ ใช้ในการวิเคราะห์เชิงซ้อนและการนำวิธีทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา อาทิ ใช้เป็นเครื่องมือคำนวณที่ดี ใช้แปลงให้อยู่ในสภาพนามธรรม ใช้เป็นขั้นตอนวิธี ใช้แบ่งเป็นส่วนย่อยใช้ขยาย และใช้เป็นตัวแทน

ตัวบ่งชี้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากรองลงมา คือ การมีวิธีการคิดที่หลากหลาย มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็น .82 Costa and Kallick (2000); Cuoco et al. (1996); Mahawijit (2016) กล่าวในทำนองเดียวกันว่าคณิตศาสตร์ใช้มุมมองวิธีคิดที่หลากหลาย เช่น ในการศึกษาระบบจำนวนเชิงซ้อน จำเป็นต้องอาศัยทั้งมุมมองแบบพีชคณิต (ความรู้เกี่ยวกับสมการ) การวิเคราะห์ (ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน) และเรขาคณิต (รูปหลายเหลี่ยมปกติ) ประกอบกัน นอกจากนี้ Harel (2008) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับจิตนัยคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 สับเซต คือ 1) วิธีทำความเข้าใจ ได้แก่ นิยาม สัญกรณ์ ทฤษฎีบท ข้อพิสูจน์ปัญหา และการหาคำตอบ และ 2) วิธีคิด ซึ่งต้องมีความหลากหลายไว้เป็นเครื่องมือทางความคิดที่มีประโยชน์ต่อการสร้างสับเซตแรก

ถัดมาเป็นตัวบ่งชี้การสื่อสารด้วยความชัดเจนและแม่นยำ การใช้ความรู้ที่มีใช้กับสถานการณ์ใหม่ การทำความเข้าใจปัญหา และการมีความแม่นยำในเนื้อหา ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็น 0.77, 0.76, 0.71 และ 0.70 ตามลำดับ NGA Center and CCSSO (2010) กล่าวไว้ว่า ความแม่นยำจะเน้นถึงความต้องการของนักเรียนในการเขียนและภาษาพูดอย่างแม่นยำ รูปแบบและการเป็นตัวแทน สัญลักษณ์หรือการวัดและหน่วยต่างๆ การคำนวณและอ้างอิงผลลัพธ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก Costa and Kallick (2000) การที่จะสร้างและประยุกต์ทฤษฎีและตัวอย่างได้ ผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยการตกตะกอนจากประสบการณ์ที่หลากหลาย จากการสังเกตเชื่อมโยงและทดลองเล่นสนุกกับเลขคณิตทั้งที่เป็นจำนวนเต็มสามัญ (Ordinary Integers) และจำนวนเชิงซ้อน (Complex Numbers) รวมถึงเห็นความคล้ายคลึงของสถานการณ์ที่ต่างกัน Harel (2008); Mason and Spence (1999); Cuoco et al. (1996); NGA Center and CCSSO (2010); Mahawijit (2016) ทั้งหมดต่างก็ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การทำความเข้าใจกับปัญหานั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหาเพื่อให้รู้วิธีการที่จะเริ่มพัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหา ต้องการให้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหาและจัดทำแผนเชิงตรรกะบนพื้นฐานของประสบการณ์ก่อนจะเพียงแค่มุ่งตรงแก้ปัญหา บางครั้งอาจหมายความว่านักเรียนจะต้องเปลี่ยนแปลงแผนและถามว่าแผนของพวกเขาพร้อมกับงานที่สนับสนุนหรือหลักฐานมีเหตุผลเพียงพอหรือไม่ นอกจากนี้ นักเรียนจะสามารถอธิบายองค์ประกอบทั้งหมดของแผนของพวกเขา รวมถึงงานหรือความสัมพันธ์ใดๆ ผ่านการนำเสนออื่นๆ เช่น กราฟ รูปภาพหรือคำ

ตัวบ่งชี้อื่นๆ ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำกว่า 0.70 ที่ไม่ได้พูดมานี้ ได้แก่ การคิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ การมีเหตุผลในการตัดสินใจ การรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ การทดลองลงมือเชิงปฏิบัติ การคิดอย่างยืดหยุ่น การเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด การผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลองและการมีความหมั่นเพียรพยายามในการแก้ปัญหา อาจจะเป็นคุณลักษณะที่ค่อนข้างปฏิบัติได้ยากสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในวัยนี้ยังอาจขาดความยังคิด มีความหุนหันพลันแล่น ขาดการไตร่ตรองให้รอบคอบครบถ้วน ซึ่งเป็นไปตามพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของนักเรียนในระดับชั้นนี้

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 16 ตัวบ่งชี้ ซึ่งเป็นโมเดลที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นสามารถนำโมเดลไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียน โดยครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถนำตัวบ่งชี้ที่ได้จากโมเดลนี้ไปสร้างเป็นข้อคำถามเพื่อเป็นแบบวัดสำหรับวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยวิเคราะห์ดูว่าผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมในด้านใดบ้างจากนั้นครูผู้สอนจะได้ค้นหาวิธีการ เทคนิคที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ส่งเสริมคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถทำการศึกษาวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้โมเดลที่ได้รับการทดสอบจากงานวิจัยนี้ เพื่อได้ใช้เครื่องมือวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับเป็นแนวทางในการประเมินคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป เป็นการศึกษาว่าผู้เรียนที่มีคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน มีสาเหตุมาจากอะไรได้บ้าง เพื่อเป็นสื่อสารสนเทศสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่เมื่อทราบปัจจัยหรือสาเหตุแล้วจะสามารถส่งเสริมคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ตรงตามสภาพจริงของผู้เรียนได้ ซึ่งสามารถวัดคุณลักษณะจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมานี้

## References

- Costa, A. L., & Kallick, B. (2000). *Discovering and exploring habits of mind*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996). Habits of mind: An organizing principle for a mathematics curriculum. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(4), 375-402.
- Harel, G. (2008). DNR perspective on mathematics curriculum and instruction, Part I: focus on proving. *ZDM*, 40, 487-500.
- Harnkajomsuk, S. (2018). A development of mathematics exploring package for enhancing mathematical minds of gifted students at the elementary level. *Journal of Education Naresuan University*, 21(1), 293-306. [in Thai]

- Lim, K. H., & Selden, A. (2009). Mathematical habits of mind. In S. L. Swars, D. W. Stinson & S. Lemons-Smith (Eds.). *Proceedings of the Thirty-first Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1576-1583). Atlanta: Georgia State University.
- Mahawijit, P. (2016). Mathematical habits of mind. *IPST Magazine*, 44(201), 20-23. [in Thai]
- Mason, J., & Spence, M. (1999). *Beyond mere knowledge of mathematics: The importance of knowing-to act in the moment*. Retrieved June 1, 2019, from [http://www.https://www.researchgate.net/publication/225853894\\_Beyond\\_Mere\\_Knowledge\\_of\\_Mathematics\\_The\\_Importance\\_of\\_Knowing-to\\_Act\\_in\\_the\\_Moment](http://www.https://www.researchgate.net/publication/225853894_Beyond_Mere_Knowledge_of_Mathematics_The_Importance_of_Knowing-to_Act_in_the_Moment)
- NGA Center, & CCSSO. (2010). *Developing content area literacy: 40 strategies for middle and secondary classrooms*. Retrieved June 23, 2019, from <http://www.corestandards.org/about-the-standards/branding-guidelines>
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and learning standards of mathematics subject (Revised version in 2017) from the basic education core curriculum for 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- Srisatidharakoon, B. (2002). *The methodology in nursing research*. Bangkok: Faculty of Nursing, Chulalongkorn University. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *Basic education core curriculum of mathematic in secondary education manual*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Basic education core curriculum of mathematic in secondary education manual (Revised version in 2017)*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Wiratchai, N. (2008). Development of indicators assessment. *Academic conferences and dissemination of research on moral ethics*. Bangkok: Ambassador Hotel Bangkok. [in Thai]