



Development of a Higher-Order Thinking Skills Measurement Instrument in the Science and Technology Learning Area for Grade 9 Students

Jaturong Srithai^{1*} and Nattakan Prachanban¹

¹*Master of Education, Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Naresuan University*

**Email: jaturongs66@nu.ac.th*

Received <6 May 2026>; Revised <28 Aug. 2026>; Accepted <3 Sep. 2026>

Abstract

Higher-order thinking skills are essential competencies for learners in the 21st century, enabling them to analyze, synthesize, evaluate, make reasoned decisions, and develop new approaches to problem solving. These skills are particularly important in the Science and Technology Learning Area, which emphasizes inquiry, empirical evidence, systematic thinking, and the application of knowledge to real-life situations. This research aimed to 1) develop a higher-order thinking skills measurement instrument for Grade 9 students and 2) examine the quality of the developed instrument. Content validity was evaluated by five experts. The tryout group consisted of 100 Grade 9 students, while the sample for quality examination included 300 Grade 9 students from schools in Phetchabun Province, selected through multi-stage random sampling. The instrument was a situational multiple-choice test covering four dimensions: analytical thinking, synthesis thinking, creative thinking, and critical thinking. Data were analyzed using the Index of Item-Objective Congruence, item difficulty, discrimination index, Cronbach's alpha coefficient, Pearson's correlation coefficient, and confirmatory factor analysis. The findings revealed that the developed instrument consisted of 32 situational multiple-choice items: 12 analytical thinking items, 8 synthesis thinking items, 4 creative thinking items, and 8 critical thinking items. The item structure was consistent with the operational definitions and indicators used in instrument development. All items had IOC values ranging from 0.60 to 1.00, difficulty indices from 0.610 to 0.800, and discrimination indices from 0.260 to 0.760. The reliability coefficient of the overall instrument was 0.933, while the coefficients for analytical, synthesis, creative, and critical thinking were 0.838, 0.847, 0.645, and 0.864, respectively. The four dimensions were positively correlated at the .01 level, with correlation coefficients ranging from 0.365 to 0.747. Confirmatory factor analysis indicated that all four measurement models were consistent with the empirical data. Overall, the developed instrument demonstrated appropriate quality for assessing higher-order thinking skills among Grade 9 students. However, the creative thinking dimension should be interpreted with caution because it contained fewer items and showed lower reliability than the other dimensions.

Keywords: Measurement Instrument; Higher-Order Thinking Skills; Science and Technology

การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จตุรงค์ ศรีไทย^{1*} และ ณัฐกานต์ ประจันบาน¹

¹หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: jaturongs66@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ทักษะการคิดขั้นสูงเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน ตัดสินใจ และสร้างแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นการสืบเสาะ การใช้หลักฐาน การคิดอย่างเป็นระบบ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน กลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน และกลุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 300 คน จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาใน จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงเชิงสถานการณ์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันรายด้าน ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ จำแนกเป็นด้าน การคิดวิเคราะห์ 12 ข้อ การคิดสังเคราะห์ 8 ข้อ การคิดสร้างสรรค์ 4 ข้อ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 8 ข้อ โดยข้อคำถามมี โครงสร้างสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและตัวชี้วัดที่กำหนด และ 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ พบว่า ข้อ คำถามทั้ง 32 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.610 – 0.800 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ ระหว่าง 0.260 – 0.760 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.933 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า การคิดวิเคราะห์มีค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.838 การคิดสังเคราะห์เท่ากับ 0.847 การคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.645 และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 0.864 องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ ระหว่าง 0.365 – 0.747 และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันรายด้านพบว่า โมเดลการวัดทั้ง 4 ด้านมีความสอดคล้องกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยภาพรวม เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีหลักฐานด้านคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินทักษะการคิดขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างไรก็ตาม การแปลผลด้านการคิดสร้างสรรค์ควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง เนื่องจาก มีจำนวนข้อคำถามน้อยและมีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าด้านอื่น

คำสำคัญ: เครื่องมือวัด; ทักษะการคิดขั้นสูง; วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทนำ

การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีอาจำมุ่งเพียงการถ่ายทอดองค์ความรู้ตามสาระวิชา หรือการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถจดจำข้อเท็จจริงเพื่อนำไปตอบคำถามในชั้นเรียนเท่านั้น หากแต่ต้องมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพทางปัญญาเพียงพอสำหรับการเผชิญกับโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซับซ้อน และเต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารจากแหล่งที่หลากหลาย ผู้เรียนจำเป็นต้องสามารถพิจารณาข้อมูลอย่างรอบคอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล สังเคราะห์องค์ความรู้ ประเมินสถานการณ์ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และสร้างแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ความสามารถดังกล่าวสัมพันธ์โดยตรงกับทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งถือเป็นคุณลักษณะสำคัญของผู้เรียนในสังคมร่วมสมัย (Anderson and Krathwohl, 2001; Khammanee, 2011)

ในเชิงวิชาการทักษะการคิดขั้นสูงเป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีความซับซ้อนมากกว่าการคิดระดับพื้นฐาน เนื่องจากมิได้จำกัดอยู่เพียงการรับรู้ การจำ หรือการทำความเข้าใจข้อมูล แต่ครอบคลุมการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล การสังเคราะห์องค์ความรู้จากข้อมูลหลายแหล่ง การประเมินคุณค่าและความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ตลอดจนการสร้างแนวคิดหรือทางเลือกใหม่เพื่อแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะดังกล่าวจึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Anderson and Krathwohl (2001) ที่จัดพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยระดับสูงไว้ในมิติของการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นฐานสำคัญของการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน

เมื่อพิจารณาในบริบทของการศึกษาไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Ministry of Education, 2017) นอกจากนี้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรยังให้ความสำคัญกับความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นสมรรถนะที่สัมพันธ์กับทักษะการคิดขั้นสูงโดยตรง (Bureau of Educational Testing, 2022)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีธรรมชาติของเนื้อหาที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงอย่างเด่นชัด เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนรับรู้ข้อเท็จจริง กฎ หรือทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมการตั้งคำถาม การสืบเสาะหาความรู้ การรวบรวมและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผล และการลงข้อสรุปบนฐานของข้อมูลที่ตรวจสอบได้ ขณะเดียวกัน สาระด้านเทคโนโลยีมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ กระบวนการคิด และการออกแบบเชิงระบบเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้เหมาะสมกับบริบทจริง ดังนั้น การเรียนรู้ในกลุ่มสาระนี้จึงมีศักยภาพในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปพร้อมกัน

อย่างไรก็ตาม แม้หลักสูตรจะกำหนดเป้าหมายด้านการคิดไว้อย่างชัดเจน แต่การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดขั้นสูงอย่างเป็นระบบจำเป็นต้องมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สะท้อนระดับความสามารถของผู้เรียน เครื่องมือวัดจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เพราะผลการวัดสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับครู ผู้บริหาร และผู้เกี่ยวข้องในการวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ หากเครื่องมือวัดไม่มีความตรง ความเชื่อมั่น หรือไม่สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและตัวชี้วัดที่ต้องการวัด ผลการประเมินย่อมไม่สามารถสะท้อนความสามารถของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง (Kanjawasee, 2013)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงในหลายบริบทมาก่อน ทั้งในลักษณะเครื่องมือวัดการคิดทั่วไปและเครื่องมือที่อิงเนื้อหาวิชาเฉพาะ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Jandokmai (2010) พัฒนาแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในลักษณะแบบสถานการณ์ไม่อิงเนื้อหา โดยครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดตัดสินใจ และการคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งจัดทำเกณฑ์ปกติวิสัยสำหรับใช้เปรียบเทียบระดับความสามารถของผู้เรียน งานวิจัยดังกล่าวมีความสำคัญในฐานะต้นแบบของการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างไรก็ตาม เครื่องมือดังกล่าวยังมุ่งวัดความสามารถทางการคิดในภาพรวม มากกว่าการเชื่อมโยงกับเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยตรง

ในต่างประเทศ พบงานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงโดยอิงเนื้อหา Ramadhan *et al.* (2019) พัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ คุณภาพรายข้อ และหลักฐานเชิงประจักษ์จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและโมเดลราสช์ ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การวัดทักษะการคิดขั้นสูงในวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องออกแบบข้อคำถามให้สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาและสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องใช้เหตุผลประกอบการตอบ นอกจากนี้ Rampean and Rohaeti (2025) ได้พัฒนาเครื่องมือแบบบูรณาการเพื่อวัดทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

เคมี โดยใช้กระบวนการพัฒนาเครื่องมืออย่างเป็นระบบและตรวจสอบคุณภาพด้วยหลักฐานเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยดังกล่าวยืนยันว่า เครื่องมือวัดที่ใช้ในบริบทวิทยาศาสตร์ควรสะท้อนทั้งกระบวนการคิดและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ไม่ควรแยกการคิดออกจากบริบทความรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้ในการพิจารณาสถานการณ์

เมื่อพิจารณาร่วมกัน งานวิจัยเดิมแสดงให้เห็นว่า แม้จะมีการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงมาก่อนแล้ว แต่เครื่องมือแต่ละฉบับมีขอบเขตและบริบทการใช้ที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ไม่อิงเนื้อหาอาจเหมาะสำหรับการวัดความสามารถทางการคิดในภาพรวม แต่ยังมีข้อจำกัดเมื่อต้องการใช้ผลการวัดเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในรายวิชาเฉพาะ ขณะที่เครื่องมือที่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศยังพัฒนาขึ้นในบริบทของระดับชั้น เนื้อหา หลักสูตร และสภาพผู้เรียนที่แตกต่างจากบริบทของนักเรียนไทย ดังนั้น จึงยังมีช่องว่างของการวิจัยในการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเพาะกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสถานการณ์ที่สะท้อนธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทของผู้เรียนไทย

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดเน้นสำคัญคือ การออกแบบข้อคำถามเชิงสถานการณ์ที่มีได้วัดเพียงความจำหรือความเข้าใจเนื้อหา แต่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ การพิจารณาหลักฐานอย่างมีวิจารณญาณ และการเลือกแนวทางแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นการต่อยอดงานวิจัยเดิมจากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงในภาพรวม ไปสู่การวัดที่มีความจำเพาะกับกลุ่มสาระ ระดับชั้น และบริบทการนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้จริง

กล่าวได้ว่า จุดเด่นของงานวิจัยนี้อยู่ที่การพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีความเฉพาะต่อบริบทของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามตัวชี้วัดและมาตรฐานที่กระทรวงศึกษากำหนดในหลักสูตรปรับปรุงฉบับปีการศึกษา 2560 และเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยตรง เพื่อแก้ปัญหาคะแนน PISA ของนักเรียนไทยที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับโลก OECD (2023) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยเดิมที่เน้นการวัดทักษะการคิดขั้นสูงในภาพรวมและไม่ได้อิงเนื้อหาสาระเฉพาะอย่างชัดเจน นอกจากนี้ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นยังได้รับการตรวจสอบคุณภาพหลายด้าน ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา คุณภาพรายข้อ ความเชื่อมั่น ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งช่วยให้ผลการวัดมีหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับมากขึ้น เครื่องมื่อดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินและพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างน่าเชื่อถือ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดขั้นสูง การวัดและประเมินผลทางการศึกษา ตลอดจนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำมา กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ องค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง โครงสร้างของเครื่องมือ และตารางกำหนดข้อคำถาม จากนั้น จึงสร้างข้อคำถามเชิงสถานการณ์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบให้สอดคล้องกับองค์ประกอบและตัวชี้วัดที่ต้องการวัด

ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความตรงเชิงเนื้อหา 2) คุณภาพรายข้อ 3) ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง และ 5) ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดรายด้าน โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและความเชื่อมั่นเบื้องต้น แล้วนำเครื่องมือฉบับปรับปรุงไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน เพื่อใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแยกตามโมเดลการวัดรายด้าน

2. กลุ่มเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2568 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษา

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากคุณวุฒิ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูง ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา และครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. กลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ใช้สำหรับทดลองใช้เครื่องมือฉบับร่างหลังผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

3. กลุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 300 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ใช้สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแยกตามโมเดลการวัดรายด้าน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและการวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรสถานศึกษา 1 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

- แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยสร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวชี้วัด และบริบทของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

องค์ประกอบของ ทักษะการคิดขั้นสูง	จำนวน ข้อ	ลักษณะพฤติกรรมที่มุ่งวัด
การคิดวิเคราะห์	12	การจำแนก วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เหตุและผล และองค์ประกอบของสถานการณ์
การคิดสังเคราะห์	8	การเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเพื่อสร้างข้อสรุป แบบจำลอง หรือแนวทางแก้ปัญหา
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	8	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล หลักฐาน และเหตุผลก่อนตัดสินใจ
การคิดสร้างสรรค์	4	การออกแบบแนวทางหรือวิธีการใหม่ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ผลการประเมินพบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับถ้อยคำของสถานการณ์ ข้อคำถาม และตัวเลือกให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำแบบวัดไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดต่อไป

การกำหนดองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูงในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายแหล่ง โดยพิจารณาองค์ประกอบที่ปรากฏซ้ำและสอดคล้องกับบริบทของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการสังเคราะห์ได้องค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ และพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์อย่างมีเหตุผล การคิดสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม เชื่อมโยง และจัดระบบข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปหรือแนวทางใหม่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาและประเมินข้อมูลโดยใช้เหตุผล หลักฐาน และความน่าเชื่อถือของข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้และ

ประสบการณ์เพื่อสร้างแนวคิด วิธีการ หรือผลงานใหม่ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านจึงถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวบ่งชี้ และโครงสร้างข้อคำถามของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงในการวิจัยครั้งนี้

การสร้างแบบวัดดำเนินการโดยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดขั้นสูง การวัดผลทางการศึกษา และการสร้างข้อสอบเชิงสถานการณ์ จากนั้นกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการขององค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน และจัดทำตารางโครงสร้างแบบวัด เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดและสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร

ผู้วิจัยนำแบบวัดฉบับร่างเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะการคิดขั้นสูงและการวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของภาษา ความเหมาะสมของสถานการณ์ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับถ้อยคำของสถานการณ์ ข้อคำถาม และตัวเลือกให้มีความชัดเจน เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะดังกล่าวมาปรับปรุงแบบวัดก่อนนำไปทดลองใช้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อคำถามของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่คัดเลือกจากตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด องค์ประกอบละ 1 ข้อ

รายการ	รายละเอียด
การคิดวิเคราะห์ AT	
องค์ประกอบ	การคิดวิเคราะห์ (AT2); ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = 0.781
ตัวชี้วัด	ว 1.3 ม.3/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม
สถานการณ์	คู่สมรสคู่หนึ่งทราบผลตรวจว่าทั้งสองฝ่ายเป็นพาหะของโรคทางพันธุกรรมชนิดหนึ่ง แพทย์ให้คำแนะนำเกี่ยวกับทางเลือกในการวางแผนครอบครัว เพื่อหลีกเลี่ยงการมีบุตรที่ป่วยเป็นโรคดังกล่าว
ข้อคำถาม	ข้อใดเป็นการนำผลการวิเคราะห์ความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมไปใช้แก้ปัญหาได้เหมาะสมที่สุด
ตัวเลือก	ก. ยุติการแต่งงานทันทีเพื่อป้องกันการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่กำลังจะเกิด ข. มีบุตรตามปกติโดยไม่ต้องคำนึงถึงผลตรวจ เพราะเชื่อว่าทั้งหมดเป็นเรื่องของโชค ค. ปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับความเสี่ยงและแนวทางวางแผนครอบครัวอย่างเหมาะสม ง. หลีกเลี่ยงการมีบุตรโดยไม่ต้องขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ เนื่องด้วยเสียเวลาในการเข้าพบแพทย์
เฉลย	ค
เหตุผลประกอบคำตอบ	ตัวเลือก ค สะท้อนการคิดวิเคราะห์ เพราะผู้เรียนต้องแยกข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ ได้แก่ ผลตรวจพาหะ ความเสี่ยงทางพันธุกรรม และบทบาทของแพทย์ แล้วพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลเพื่อตัดสินใจวางแผนครอบครัวอย่างเหมาะสม ส่วนตัวเลือกสะท้อนการตัดสินใจแบบสุดโต่ง การเพิกเฉยต่อหลักฐาน หรือการหลีกเลี่ยงข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ
การคิดสังเคราะห์ ST	
องค์ประกอบ	การคิดสังเคราะห์ (ST4); ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = 0.859
ตัวชี้วัด	ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
สถานการณ์	ชุมชนชายฝั่งต้องการสื่อการเรียนรู้เพื่ออธิบายว่า เหตุใดเวลาน้ำขึ้น-น้ำลงและเวลาที่ดวงจันทร์ขึ้น-ตกในแต่ละวันจึงไม่เท่ากัน นักเรียนได้รับมอบหมายให้พัฒนาแบบจำลองหรือสื่อเชิงปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยให้ผู้ชมเข้าใจความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ง่ายและถูกต้อง
ข้อคำถาม	ข้อใดสะท้อนความสามารถในการสร้างและนำเสนอแบบจำลองปรากฏการณ์ข้างต้นได้เหมาะสมที่สุด
ตัวเลือก	ก. ศึกษาตารางเวลาน้ำขึ้น-น้ำลงในแต่ละวัน แล้วสังเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเพื่อนำเสนอเป็นข้อมูลเชิงสถิติ

รายการ	รายละเอียด
	ข. วิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้เรื่องการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์รอบโลกกับผลของแรงดึงดูดต่อระดับน้ำทะเล แล้วสร้างแบบจำลองในช่วงเวลาต่าง ๆ ค. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง แล้วสังเคราะห์เป็นคำอธิบายเชิงลำดับเหตุการณ์โดยไม่ใช้แบบจำลองหรือสื่อประกอบ ง. ศึกษาวิดีโออธิบายปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงจากหลายแหล่ง แล้วสังเคราะห์เนื้อหาเพื่อนำเสนอเป็นสื่อดิจิทัล โดยไม่สร้างแบบจำลองใหม่
เฉลย	ข
เหตุผลประกอบคำตอบ	ตัวเลือก ข สะท้อนการคิดสังเคราะห์ เพราะผู้เรียนต้องรวบรวมและเชื่อมโยงความรู้หลายส่วน ได้แก่ การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ แรงดึงดูด และระดับน้ำทะเล แล้วจัดระบบเป็นแบบจำลองใหม่ที่อธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ได้ ส่วนตัวเลือกอื่นแม้มีการรวบรวมหรือสรุปข้อมูล แต่ยังไม่เชื่อมโยงองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนหรือไม่ได้สร้างแบบจำลองใหม่ตามเป้าหมาย
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (CrT)	
องค์ประกอบ	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (CrT2); คำนำน้หนักองค์ประกอบ = 0.883
ตัวชี้วัด	ว 2.3 ม.3/12 ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน
สถานการณ์	ในสื่อสังคมออนไลน์มีการเผยแพร่ข้อความว่า การใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเวลานานทำให้เกิดโรคร้ายแรงจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขณะที่ข้อมูลจากหน่วยงานด้านสุขภาพระบุว่า การใช้งานตามมาตรฐานยังไม่พบอันตรายชัดเจน แต่แนะนำให้ใช้อย่างระมัดระวัง นักเรียนต้องตัดสินใจว่าจะเชื่อและปฏิบัติตนอย่างไร
ข้อคำถาม	ข้อใดเป็นแนวทางการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดจากการพิจารณาข้อมูลอย่างรอบด้าน
ตัวเลือก	ก. หยุดใช้โทรศัพท์มือถือทันที เพราะข้อมูลในสื่อสังคมออนไลน์มาจากผู้ใจจริง ข. ใช้โทรศัพท์มือถือโดยไม่จำกัดเวลา เพราะหน่วยงานทางการยังไม่ยืนยันอันตราย ค. เชื่อเฉพาะความคิดเห็นของเพื่อนหรือคนใกล้ตัว เพราะเข้าใจง่ายกว่าข้อมูลวิชาการ ง. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล เปรียบเทียบหลายแหล่ง และใช้โทรศัพท์อย่างเหมาะสม
เฉลย	ง
เหตุผลประกอบคำตอบ	ตัวเลือก ง สะท้อนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะผู้เรียนต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากสื่อออนไลน์ เปรียบเทียบกับข้อมูลจากหน่วยงานด้านสุขภาพ และตัดสินใจบนฐานของหลักฐานอย่างรอบคอบ ส่วนตัวเลือกอื่นสะท้อนการเชื่อข้อมูลด้านเดียว การเหมารวม หรือการพึ่งพาความคิดเห็นที่ไม่มีหลักฐานรองรับ
การคิดสร้างสรรค์ (CT)	
องค์ประกอบ	การคิดสร้างสรรค์ (CT2); คำนำน้หนักองค์ประกอบ = 0.746
ตัวชี้วัด	ว 4.2 ม.3/1 พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์
สถานการณ์	ครูต้องการให้นักเรียนพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ากับภาษาอังกฤษ เพื่อช่วยให้นักเรียนฝึกใช้คำศัพท์และสำนวนภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับสิ่งรอบตัวอย่างมีประสิทธิภาพ
ข้อคำถาม	ข้อใดสะท้อนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเลือกแนวคิดเพื่อนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบที่มีประสิทธิภาพได้เหมาะสมที่สุด
ตัวเลือก	ก. ออกแบบแอปสรุปบทเรียนภาษาอังกฤษจากหนังสือเรียน พร้อมภาพประกอบและแบบทดสอบท้ายบทเพื่อทบทวนความรู้ ข. พัฒนาแอปแปลภาษาอังกฤษ-ไทยที่ช่วยแปลคำศัพท์และประโยคพื้นฐาน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ภาษา ค. ออกแบบแอปคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่แสดงเป็นรายการคำ พร้อมคำแปลและตัวอย่างประโยคสั้น ๆ ให้ผู้ใช้เลือกเรียนรู้ ง. ระดมแนวคิดแล้วพัฒนาแอปที่ให้ผู้ใส่สแกนวัตถุรอบตัว แสดงคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เชื่อมโยงความรู้และมีกิจกรรมโต้ตอบ

รายการ	รายละเอียด
เจดลย	ง
เหตุผลประกอบคำตอบ	ตัวเลอก ง สะท้อนการคิดสร้างสรรค์ เพราะผู้เรียนต้องเลือกแนวคิดใหม่ที่บูรณาการเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษเข้าด้วยกัน เกิดเป็นต้นแบบแอปพลิเคชันที่มีความแปลกใหม่ ใช้งานได้จริง และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ส่วนตัวลวงเป็นแนวทางที่ยังอยู่ในรูปแบบเดิมหรือนเน้นการนำเสนอข้อมูลมากกว่า การสร้างแนวคิดใหม่

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภายหลังจากแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยประสานงานกับสถานศึกษาที่เป็นแหล่งข้อมูล เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ลักษณะของแบบวัด วิธีดำเนินการสอบ และแนวทางการเก็บข้อมูลให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

4.2 ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงฉบับที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน โดยชี้แจงคำสั่ง วิธีการตอบ และระยะเวลาในการทำแบบวัดให้ชัดเจนก่อนดำเนินการสอบ จากนั้นรวบรวมกระดาษคำตอบเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

4.3 ผู้วิจัยนำผลการทดลองใช้มาพิจารณาคุณภาพของข้อคำถาม และปรับปรุงแบบวัดให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทั้งใน ด้านความชัดเจนของภาษา ความเหมาะสมของตัวเลือก และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดฉบับสมบูรณ์ไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 300 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยดำเนินการสอบภายใต้เงื่อนไขเดียวกันกับการทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความเหมาะสม สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในระดับองค์ประกอบ

4.5 ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบก่อนนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.1 วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์หรือนิยามเชิงปฏิบัติการ พิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปว่าเป็นข้อคำถามที่ มีความเหมาะสม และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาใช้ประกอบการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น

5.2 วิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบวัดจากข้อมูลการทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 100 คน โดยใช้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามแต่ละข้อก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหลัก

5.3 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ทั้งในภาพรวม ของแบบวัดและจำแนกตามองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ การคิดสร้างสรรค์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องภายในของเครื่องมือ

5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อพิจารณาทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านของแบบวัด

5.5 วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดรายด้าน โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) แยกเป็น 4 โมเดล ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแต่ละโมเดลกำหนดให้องค์ประกอบของทักษะการคิดแต่ละด้านเป็นตัวแปรแฝง และข้อคำถามที่ พัฒนามานิยามเชิงปฏิบัติการของด้านนั้นเป็นตัวแปรสังเกตได้ การวิเคราะห์มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าโครงสร้างของข้อ คำถามภายในแต่ละด้านมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยพิจารณาค่า χ^2 , df, p-value, RMSEA, CFI, TLI และ SRMR ทั้งนี้ การวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โมเดลการวัดแยกเป็นรายด้าน มิได้เป็นการทดสอบโมเดลทักษะการคิดขั้น สูง 4 องค์ประกอบร่วมกัน เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลในรูปแบบตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดล

ดัชนีความ สอดคล้อง	เกณฑ์ การพิจารณา	ระดับความ สอดคล้อง	แหล่งอ้างอิง
χ^2	p-value $\geq .05$	สอดคล้อง	Goffin, 2007; Steiger, 2007; Hox, 2010; Kelloway, 2015
χ^2/df	< 2.0	สอดคล้องดี	Diamantopoulos and Siguaw, 2000 ; Hox, 2010
SRMR	< .05	สอดคล้องดี	Schumacker and Lomax, 2010; Hox, 2010
RMSEA	< .08	สอดคล้องพอใช้	Schumacker and Lomax, 2010
TLI	$\geq .95$	สอดคล้องดี	Schumacker and Lomax, 2010; Kelloway, 2015
CFI	$\geq .95$	สอดคล้องดี	Schumacker and Lomax, 2010; Kelloway, 2015

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง พบว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบทักษะการคิดขั้นสูง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โครงสร้างเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

องค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง	จำนวนข้อ	ร้อยละ
การคิดวิเคราะห์	12	37.50
การคิดสังเคราะห์	8	25.00
การคิดสร้างสรรค์	4	12.50
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	8	25.00
รวม	32	100.00

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นมีการกระจายข้อคำถามครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน โดยด้านการคิดวิเคราะห์มีจำนวนข้อคำถามมากที่สุด เนื่องจากเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการแยกแยะข้อมูล การพิจารณาความสัมพันธ์ และการใช้ข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ ส่วนด้านการคิดสังเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีจำนวนข้อเท่ากัน ด้านละ 8 ข้อ และด้านการคิดสร้างสรรค์มีจำนวน 4 ข้อ

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถามทั้ง 32 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะการคิดขั้นสูงและตัวชี้วัดที่ต้องการวัด สามารถสะท้อนพฤติกรรมความคิดที่กำหนดไว้ในกรอบแนวคิดของการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.610 – 0.800 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.260 – 0.760 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

รายการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ	ค่าที่พบ
ค่าความยาก	0.610 – 0.800
ค่าอำนาจจำแนก	0.260 – 0.760

ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแสดงให้เห็นว่า ข้อคำถามของแบบวัดมีระดับความยากอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ สะท้อนว่าข้อคำถามสามารถใช้วัดพฤติกรรมการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ในระดับที่เหมาะสม กล่าวคือ ข้อสอบไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป และสามารถจำแนกผู้เรียนที่มีระดับทักษะการคิดขั้นสูงแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.933 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.838 ด้านการคิดสังเคราะห์เท่ากับ 0.847 ด้านการคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.645 และด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 0.864 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง

องค์ประกอบ	จำนวนข้อ	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
การคิดวิเคราะห์	12	0.838
การคิดสังเคราะห์	8	0.847
การคิดสร้างสรรค์	4	0.645
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	8	0.864
รวมทั้งฉบับ	32	0.933

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง แสดงว่าเครื่องมือมีความสอดคล้องภายในและสามารถใช้วัดทักษะการคิดขั้นสูงในภาพรวมได้อย่างคงเส้นคงวา เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับเหมาะสม ส่วนด้านการคิดสร้างสรรค์มีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าด้านอื่น ซึ่งอาจสัมพันธ์กับจำนวนข้อคำถามที่มีน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ค่าความเชื่อมั่นโดยรวมยังสนับสนุนว่าแบบวัดมีคุณภาพเพียงพอสำหรับใช้ประเมินทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนในภาพรวม

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง

ตัวแปร	AT	ST	CT	CrT
1. การคิดวิเคราะห์ (AT)	1			
2. การคิดสังเคราะห์ (ST)	.609**	1		
3. การคิดสร้างสรรค์ (CT)	.365**	.646**	1	
4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (CrT)	.547**	.747**	.594**	1

หมายเหตุ: ** $p < .01$

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบช่วยสนับสนุนการตีความค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับที่อยู่ในระดับสูง กล่าวคือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .365 – .747 แสดงว่าองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านมีความสัมพันธ์กันในฐานทักษะการคิดขั้นสูงที่ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวพันกัน แต่ยังไม่สัมพันธ์กันสูงเกินไปจนสะท้อนความซ้ำซ้อนของข้อคำถามหรือการวัดความสามารถเดียวกันทั้งหมด โดยเฉพาะคู่การคิดสังเคราะห์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุด ($r = .747$) สะท้อนว่าเมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงและจัดระบบข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปได้ดี ย่อมมีแนวโน้มที่จะพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลและใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ดีด้วย ขณะที่คู่การคิดวิเคราะห์กับการคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุด ($r = .365$) แสดงให้เห็นว่าการแยกแยะหรือพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับการออกแบบแนวทางใหม่เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกัน แต่ยังมีลักษณะเฉพาะของตนเอง ผลดังกล่าวจึงเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ช่วยยืนยันว่าแบบวัดมีโครงสร้างหลายองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดของการวิจัย และค่าความเชื่อมั่นที่สูงของเครื่องมือไม่ได้เกิดจากความซ้ำซ้อนของข้อคำถามเพียงอย่างเดียว

5. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันดำเนินการเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ โดยวิเคราะห์แยกตามโมเดลการวัดรายด้านของทักษะการคิดขั้นสูง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่ละโมเดลกำหนดให้องค์ประกอบแฝงหนึ่งองค์ประกอบอธิบายตัวชี้วัดหรือข้อคำถามที่พัฒนาขึ้นตามนิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละด้าน การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ใช้ดัชนี χ^2 , df, p-value, RMSEA, CFI, TLI และ SRMR โดยพิจารณาร่วมกันหลายดัชนีเพื่อให้การตัดสินใจตัดสินความเหมาะสมของโมเดลมีความรอบด้าน

โมเดลการวัดที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นโมเดลการวัดรายด้าน โดยกำหนดให้องค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูงแต่ละด้านเป็นตัวแปรแฝง และมีข้อคำถามหรือตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นตัวแปรสังเกตได้ การวิเคราะห์ในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่าโครงสร้างของข้อคำถามที่พัฒนาขึ้นสามารถสะท้อนองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูงในแต่ละด้านได้ตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้หรือไม่

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดรายด้าน

โมเดล	χ^2	DF	P-VALUE	RMSEA	CFI	TLI	SRMR
คิดวิเคราะห์	14.700	8	.065	.051	.988	.978	.022
คิดสังเคราะห์	0.483	1	.487	.000	1.000	1.000	.004
คิดสร้างสรรค์	2.955	1	.085	.078	.975	.975	.034
คิดอย่างมีวิจารณญาณ	0.597	2	.742	.000	1.000	1.000	.004

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่า โมเดลการวัดรายด้านทั้ง 4 โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่า p-value ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกโมเดล ค่า RMSEA อยู่ในระดับต่ำ ค่า CFI และ TLI อยู่ในระดับสูง และค่า SRMR อยู่ในระดับต่ำ สะท้อนว่าโครงสร้างของข้อคำถามในแต่ละด้านมีความเหมาะสมในการอธิบายองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูง ผลดังกล่าวจึงเป็นหลักฐานสนับสนุนความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ และแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นได้มีคุณภาพเฉพาะด้านความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่น

การอภิปรายผล

ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สะท้อนให้เห็นว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูงทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบบวัดได้กำหนดพฤติกรรมที่มุ่งวัดในแต่ละองค์ประกอบไว้อย่างชัดเจน เช่น การคิดวิเคราะห์มุ่งวัดการจำแนกและพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล การคิดสังเคราะห์มุ่งวัดการเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเพื่อสร้างข้อสรุปหรือแนวทางแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณมุ่งวัดการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลและหลักฐาน และการคิดสร้างสรรค์มุ่งวัดการออกแบบแนวทางใหม่ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ลักษณะดังกล่าวสะท้อนว่าเครื่องมือมีการกำหนดขอบเขตของสิ่งที่ต้องการวัดอย่างเป็นระบบ มิได้สร้างขึ้นจากการเลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป แต่พัฒนาจากการเชื่อมโยงระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวชี้วัด และพฤติกรรมการคิดที่ต้องการวัด ซึ่งช่วยให้ข้อคำถามมีทิศทางสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดขั้นสูงที่กำหนดไว้

เมื่อพิจารณาตัวอย่างข้อคำถามของแบบวัด พบว่า ลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบช่วยสนับสนุนการตีความว่าเครื่องมือมีเป้าหมายวัดทักษะการคิดขั้นสูงมากกว่าการวัดความจำ เช่น สถานการณ์ปาชายเลนและการตัดต้นโกงกางเพื่อสร้างร้านอาหารมุ่งให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นโกงกาง สัตว์น้ำ ชายฝั่ง และสมดุลของระบบนิเวศ สถานการณ์น้ำขึ้น – น้ำลงมุ่งให้ผู้เรียนสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ และตารางระดับน้ำทะเล สถานการณ์ข้อมูลจากสื่อออนไลน์เกี่ยวกับอันตรายของโทรศัพท์มือถือมุ่งให้ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งที่มาและพิจารณาหลักฐานก่อนสรุป และสถานการณ์ขยะพลาสติกในโรงเรียนมุ่งให้ผู้เรียนออกแบบแนวทางแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตัวอย่างเหล่านี้เป็นหลักฐานเชิงเนื้อหาที่ช่วยยืนยันว่าแบบวัดใช้สถานการณ์เป็นฐานเพื่อให้ผู้เรียนต้องอ่านข้อมูล วิเคราะห์เงื่อนไข เชื่อมโยงความรู้ ประเมินหลักฐาน และเลือกคำตอบอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับแนวคิดของ Anderson and Krathwohl (2001) ที่จัดการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยระดับสูง

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาสะท้อนว่า ข้อคำถามที่พัฒนาขึ้นสามารถเชื่อมโยงกับนิยามเชิงปฏิบัติการและตัวชี้วัดของทักษะการคิดขั้นสูงแต่ละด้านได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ กระบวนการตรวจสอบมิได้พิจารณาเฉพาะความสอดคล้องเชิงปริมาณเท่านั้น แต่ยังนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านความชัดเจนของสถานการณ์ ภาษา ตัวเลือก และความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนมาปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้ จึงช่วยลดความคลุมเครือของข้อคำถามและเพิ่มโอกาสที่คำตอบของผู้เรียนจะสะท้อนพฤติกรรมความคิดที่ต้องการวัดมากกว่าความเข้าใจผิดจากภาษา ซึ่งสอดคล้องกับ Kanjanawasee (2013) ในประเด็นที่การสร้างเครื่องมือวัดควรเชื่อมโยงจุดมุ่งหมาย เนื้อหา พฤติกรรมที่ต้องการวัด และลักษณะของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ความสอดคล้องดังกล่าวเกิดจากการที่ทั้งแนวคิดทางการวัดและกระบวนการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการกำหนดกรอบของสิ่งที่ต้องการวัดก่อนสร้างข้อคำถาม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อชี้ให้เห็นว่า ข้อคำถามโดยรวมมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ ขณะเดียวกันข้อคำถามสามารถแสดงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันได้ในระดับที่ยอมรับได้ ลักษณะดังกล่าวอาจสัมพันธ์กับการออกแบบข้อคำถามเชิงสถานการณ์ที่กำหนดข้อมูลสำหรับการพิจารณาอย่างเพียงพอ และออกแบบตัวเลือกให้สะท้อนแนวทางการใช้เหตุผลที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นหลักฐานเกี่ยวกับคุณภาพรายข้อ มิใช่หลักฐานโดยตรงว่าข้อคำถามวัดทักษะการคิดขั้นสูง ดังนั้นจึงควรตีความร่วมกับความตรงเชิงเนื้อหา ลักษณะพฤติกรรมที่ข้อคำถามมุ่งวัด และหลักฐานด้านโครงสร้างของเครื่องมือ

ผลด้านความเชื่อมั่นสะท้อนว่า คะแนนจากแบบวัดมีความสอดคล้องภายในในระดับที่เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่อใช้คะแนนเพื่อสะท้อนทักษะการคิดขั้นสูงในภาพรวม อย่างไรก็ตาม ความสม่ำเสมอของคะแนนมิได้อยู่ในระดับเดียวกันทุกด้าน โดยเฉพาะการคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีความเชื่อมั่น 0.645 ต่ำกว่าด้านอื่น ประเด็นดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับจำนวนข้อคำถามที่มีเพียง 4 ข้อ ประกอบกับธรรมชาติของการคิดสร้างสรรค์ที่มีความหลากหลายและเปิดกว้าง ทำให้ข้อสอบปรนัยอาจครอบคลุมพฤติกรรมดังกล่าวได้เพียงบางส่วน ดังนั้น แม้คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของเครื่องมือในภาพรวมจะอยู่ในระดับเหมาะสม แต่การนำคะแนนด้านการคิดสร้างสรรค์ไปแปลผลรายบุคคลหรือใช้ตัดสินความสามารถควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง และควรพิจารณาร่วมกับหลักฐานจากภาระงานหรือข้อคำถามปลายเปิดเมื่อจำเป็นต้องประเมินความคิดสร้างสรรค์เชิงลึก

ความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างคะแนนทั้ง 4 ด้านสะท้อนว่ากระบวนการคิดแต่ละด้านมีความเกี่ยวข้องและอาจเกี่ยวพันกันในการจัดการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อน ขณะเดียวกันระดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันสะท้อนว่าคะแนนแต่ละด้านมีความเกี่ยวข้องกันในระดับที่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม หลักฐานจากค่าสหสัมพันธ์เพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอสำหรับยืนยันความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบแฝงทั้ง 4 ด้าน อย่างไรก็ตาม ผลสหสัมพันธ์ดังกล่าวควรตีความเพียงว่าองค์ประกอบแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กันในระดับคะแนน และไม่ควรถูกใช้เป็นหลักฐานยืนยันโครงสร้างโมเดล 4 องค์ประกอบร่วมกัน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มิได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบทั้ง 4 ด้านในโมเดลเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันรายด้านพบว่า โมเดลการวัดของการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายโมเดล มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลดังกล่าวสนับสนุนว่าข้อคำถามที่กำหนดไว้ภายในแต่ละด้านสามารถสะท้อนตัวแปรแฝงของด้านนั้นได้ตามนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ จึงเป็นหลักฐานสนับสนุนความตรงเชิงโครงสร้างในระดับโมเดลการวัดรายด้าน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิเคราะห์ครั้งนี้ดำเนินการแยกเป็น 4 โมเดล จึงไม่สามารถใช้ผลดังกล่าวเพื่อสรุปว่าโมเดลทักษะการคิดขั้นสูงแบบ 4 องค์ประกอบร่วมกันมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือใช้ยืนยันความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบแฝงทั้ง 4 ด้านในโมเดลเดียวกันได้

เมื่อพิจารณาหลักฐานจากการวิจัยร่วมกัน ทั้งความตรงเชิงเนื้อหา คุณภาพรายข้อ ความเชื่อมั่น ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายด้าน และความสอดคล้องของโมเดลการวัดรายด้าน พบว่าเครื่องมือมีหลักฐานสนับสนุนคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงในภาพรวม อย่างไรก็ตาม น้ำหนักของหลักฐานแตกต่างกันในแต่ละด้าน โดยเฉพาะการคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีจำนวนข้อคำถามน้อยและมีความเชื่อมั่นต่ำกว่าด้านอื่น จึงควรตีความคะแนนรายด้านดังกล่าวด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ หลักฐานจาก CFA ในการวิจัยครั้งนี้เป็นหลักฐานในระดับโมเดลการวัดรายด้านเท่านั้น มิใช่การยืนยันโมเดลทักษะการคิดขั้นสูง 4 องค์ประกอบร่วมกัน

กล่าวโดยสรุป เครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ประเมินทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากมีหลักฐานสนับสนุนทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหา คุณภาพรายข้อ ความเชื่อมั่น ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และความตรงเชิงโครงสร้าง อย่างไรก็ตาม การนำผลไปใช้ควรพิจารณาลักษณะของแต่ละองค์ประกอบประกอบด้วย โดยเฉพาะด้านการคิดสร้างสรรค์ที่มีจำนวนข้อคำถามน้อยและมีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าด้านอื่น จึงควรใช้ผลด้านนี้เพื่อสะท้อนแนวโน้มความสามารถเบื้องต้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นมีหลักฐานสนับสนุนคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา คุณภาพรายข้อ และความเชื่อมั่นในภาพรวม รวมทั้งพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างคะแนนรายด้าน และโมเดลการวัดรายด้านทั้ง 4 โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่าเครื่องมือมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับใช้ประเมินทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม อย่างไรก็ตาม ด้านการคิดสร้างสรรค์มีข้อคำถามเพียง 4 ข้อและมีค่าความเชื่อมั่น 0.645 จึงควรตีความคะแนนรายด้านดังกล่าวด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการวิจัยครั้งนี้เป็นการตรวจสอบโมเดลการวัดแยกเป็นรายด้าน จึงไม่ควรตีความว่าเป็นการยืนยันโมเดลทักษะการคิดขั้นสูง 4 องค์ประกอบรวมกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูผู้สอนหรือสถานศึกษาสามารถนำเครื่องมือวัดทักษะการคิดขั้นสูงที่พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นเครื่องมือประเมินความสามารถของผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยควรใช้ผลการประเมินเพื่อสะท้อนจุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของผู้เรียนในแต่ละด้าน ไม่ควรใช้เพื่อการตัดสินผลสัมฤทธิ์เพียงอย่างเดียว

สถานศึกษาสามารถนำผลการประเมินจากเครื่องมือดังกล่าวไปใช้วิเคราะห์แนวโน้มทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อกำหนดแนวทางพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมเสริมทักษะการคิดที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน โดยเฉพาะการออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ข้อมูล ใช้เหตุผล ประเมินทางเลือก และสร้างแนวทางแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ข้อสอบด้านการคิดสร้างสรรค์มีจำนวนข้อน้อยกว่าด้านอื่น แสดงให้เห็นว่าด้านดังกล่าวมีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าด้านอื่น การเพิ่มจำนวนข้อคำถามและขยายพฤติกรรมย่อยให้ครอบคลุมมากขึ้นอาจช่วยเพิ่มเสถียรภาพของการวัดและทำให้การแปลผลรายด้านมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ควรศึกษาคุณภาพรายข้อในระดับลึกเพิ่มเติมด้วยแนวทางอื่น เช่น การสัมภาษณ์เชิงกระบวนการคิดของผู้เรียนขณะทำข้อสอบ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนเลือกคำตอบจากการใช้ทักษะการคิดขั้นสูงจริงหรือจากความคุ้นเคยกับเนื้อหา รูปแบบข้อสอบหรือการเดาตัวเลือก

ควรนำสถานการณ์หรือโจทย์ที่พัฒนาขึ้นไปสร้างเป็นข้อสอบอัตนัย เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแนวคิด อธิบายเหตุผล และเสนอแนวทางแก้ปัญหาอย่างอิสระ พร้อมทั้งพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก เพื่อให้การประเมินสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากการได้รับความกรุณายิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญัฐกานต์ ประจันบาน อาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ คณาจารย์สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร คณะครู นักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ขอความยินยอมโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และหลักความยุติธรรม

References

Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

- Bureau of Educational Testing. (2022). **Manual for using instruments to assess learners' key competencies according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) (Revised Edition 2017) for Grades 7-9** (in Thai). Bangkok: Aksorn Thai Printing Limited Partnership.
- Diamantopoulos, A. and Siguaw, J. A. (2000). **Introducing LISREL: A guide for the uninitiated**. London: SAGE Publications.
- Goffin, R. D. (2007). Assessing the adequacy of structural equation models: Golden rules and editorial policies. **Personality and Individual Differences**, 42(5), 831-839.
- Hox, J. J. (2010). **Multilevel analysis: Techniques and applications** (2nd ed.). New York: Routledge.
- Jandokmai, S. (2010). Development of higher-order thinking skill tests for lower secondary school students (in Thai). **Doctoral Dissertation**. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Kanjanawasee, S. (2013). **Classical test theory (7th ed.)** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Kelloway, E. K. (2015). **Using Mplus for structural equation modeling: A researcher's guide** (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Khammanee, T. (2011). Analytical, synthetic, creative and critical thinking skills: Integration in learning management (in Thai). **The Journal of the Royal Institute of Thailand**, 36(2), 188-204.
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and core learning contents in the Science and Technology Learning Area (Revised Edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House.
- OECD. (2023). **PISA 2022 assessment and analytical framework**. Paris: OECD Publishing.
- Ramadhan, S., Mardapi, D., Prasetyo, Z. K. and Utomo, H. B. (2019). The development of an instrument to measure the higher order thinking skill in physics. **European Journal of Educational Research**, 8(3), 743-751.
- Rampean, B. A. O. and Rohaeti, E. (2025). The development of an integrated instrument to measure higher order thinking skills and scientific attitudes. **Journal of Turkish Science Education**, 22(1), 48-62.
- Schumacker, R. E. and Lomax, R. G. (2010). **A beginner's guide to structural equation modeling** (3rd ed.). New York: Routledge.
- Steiger, J. H. (2007). Understanding the limitations of global fit assessment in structural equation modeling. **Personality and Individual Differences**, 42(5), 893-898.