

การพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

THE DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING TEST IN SCIENCE AND
MATHEMATICS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS
USING MARZANO'S TAXONOMY

รุ่งทิwa ยัมรุ่ง¹ พนิดา ศกุนตนา² วิลัยลักษณ์ ลังกา³ มนตา ตูลย์เมธากา⁴
อรอุมา เจริญสุข⁵ ศุภวรรณ สัจจพิบูล⁶ นฤมล ศิริวงษ์⁷ และอาทิตย์ โพธิ์ศรีทอง⁸
Rungtiwa Yamrung¹, Panida Sakuntanak², Wilailak Langka³, Manaathar Tulmethakaan⁴,
Orn-uma Charoensuk⁵, Suppawan Satjapiboon⁶, Naruemon Sirawong⁷ and Arethit Posrithong⁸

^{1, 6, 8} ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

^{2, 3, 4, 5} ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

⁷ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

^{1, 6, 8} Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

^{2, 3, 4, 5} Department of Educational Measurement and Research, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

⁷ Department of Educational Technology, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

E-mail: panidam@g.swu.ac.th

Received: August 24, 2023

Revised: September 19, 2023

Accepted: September 20, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1,076 คน วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ แบบวัดแต่ละฉบับมี 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อความ 5 ข้อ โดยแต่ละข้อวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโนหนึ่งด้าน ได้แก่ การจับคู่ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปหลักการ และการนำหลักการไปใช้ ข้อคำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก กำหนดให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ พบว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนี IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 แบบวัดการคิดวิเคราะห์แต่ละฉบับมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ฉบับละ 2 สถานการณ์

โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.58 และค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.722- 0.879

คำสำคัญ

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มาร์ซาโน มัธยมศึกษาตอนปลาย

ABSTRACT

The purpose of this research was to construct and examine the quality of the analytical thinking test in science and mathematics for high school students using Marzano's taxonomy. The research sample consisted of 1,076 high school students. Analyze the quality of the analytical thinking test for content validity, difficulty, discrimination, and reliability.

The research findings were as follows: 1) The analytical thinking test in science and mathematics for high school students using Marzano's taxonomy had 4 situational tests classified by subjects: Physics, Chemistry, Biology and Mathematics. Each test has 4 situations, each with 5 questions, each of which measures one aspect of Marzano's critical thinking: matching, classification, error analysis, generalizing, specifying. Each question has 4 options, only one correct answer is required, 1 point for a correct answer, 0 points for a wrong answer. 2) The results of examining the quality of the analytical thinking test were found that there was content validity with the IOC index ranging from 0.67 to 1.00. Each test passed the quality criteria of difficulty and discrimination for 2 situations, with difficulty values ranging from 0.20 to 0.73, discrimination ranging from 0.20 to 0.58, and reliability using KR-20 ranging from 0.722 to 0.879.

Keywords

Analytical Thinking Test, Science, Mathematics, Marzano, High School

ความสำคัญของปัญหา

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้ชีวิตในโลกยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและเต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารมากมาย และเป็นสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (Ministry of Education, 2008) การคิด

วิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่จะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น และเป็นพื้นฐานในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (Wongsaphan, 2013)

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์มีหลายแนวคิด แต่แนวคิดหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับบริบทเนื้อหาการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิชาของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นอย่างมาก (Baikularb et al., 2015) คือ การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001) ซึ่งแบ่งการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ประเภท (Five Types of Analysis Processes) ได้แก่ การจับคู่ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักการ (Generalizing) และการนำหลักการไปใช้ (Specifying) งานวิจัยหลายเรื่องได้นำแนวคิดของมาร์ซาโนไปใช้ในการสร้างเครื่องมือสำหรับวัดประเมินการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในรายวิชาและระดับชั้นต่าง ๆ เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (On-nangyai, 2012) แบบวัดทักษะการคิดสำหรับการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Chaktrimongkhon, 2013) แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (Praputtam, Lapanachokdee, & Jantarakantee, 2018)

การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ปัจจัยสำคัญหนึ่งขึ้นอยู่กับจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งในงบประมาณ พ.ศ. 2562 โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ได้ประสานโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ ให้ร่วมเป็นโรงเรียนศูนย์ขยายผลองค์ความรู้ทางวิชาการและวิธีการจัดการเรียนการสอนตาม “โครงการความร่วมมือกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยในการขยายผลขยายผลองค์ความรู้ทางวิชาการและวิธีการจัดการเรียนการสอนไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัด สพฐ. ในจังหวัด ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2564” โดยมีกระบวนการอบรมขยายผลองค์ความรู้และวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ ไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัด สพฐ. ซึ่งเป็นโรงเรียนเครือข่ายในจังหวัดที่ตั้งของตนเอง รวมทั้งการสนับสนุนงบประมาณให้กับโรงเรียนเครือข่ายในจังหวัดในการจัดซื้ออุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การดำเนินโครงการดังกล่าวจำเป็นต้องมีการประเมินความสำเร็จในการดำเนินงานของโรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ และประสิทธิผลของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อนำข้อมูลและสารสนเทศที่ได้จากการประเมินไปใช้พัฒนาการดำเนินงานในระยะต่อไปให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ตัวชี้วัดหนึ่งที่สะท้อนความสำเร็จของโครงการ คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครูที่เข้ารับการอบรม แต่ที่ผ่านมายังไม่มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการดังกล่าว จึงทำให้ไม่สามารถสะท้อนผลความสำเร็จของโครงการได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน สำหรับนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของผู้เรียน เพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยสะท้อนว่าการดำเนินโครงการดังกล่าวประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด และเพื่อให้ได้เครื่องมือวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพ

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

1. แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโนควรมีลักษณะอย่างไร
2. แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนที่เข้าร่วม “โครงการความร่วมมือกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยในการขยายผลองค์ความรู้ทางวิชาการและวิธีการเรียนการสอนไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัด สพฐ. ในจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2562-2564” จำนวน 120 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยที่เป็นศูนย์ขยายผลฯ จำนวน 11 โรงเรียน และโรงเรียนเครือข่าย จำนวน 109 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 169,789 คน

ตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนที่เข้าร่วม “โครงการความร่วมมือกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยในการขยายผลองค์ความรู้ทางวิชาการและวิธีการเรียนการสอนไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัด สพฐ. ในจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2562-2564” จำนวน 1,076 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างจากตารางกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการศึกษาค่าเฉลี่ยของประชากรของ Kanjanawasee, Pitayanon, & Srisukho (2016) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อน $\pm$ ร้อยละ 5 ทำให้ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 400 คน แต่เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลอันเนื่องมาจากอัตราการตอบกลับ ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลเกินจำนวนที่เปิดตาราง และใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) มีกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยที่เป็นโรงเรียนศูนย์ขยายผลฯ เป็นชั้น (strata) และโรงเรียนเครือข่ายเป็นหน่วยการสุ่ม (unit of sampling) กำหนดตัวอย่างแบบไม่อิงสัดส่วน (proportionate sample) ได้ตัวอย่างโรงเรียนทั้งสิ้น 8 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) มีระดับชั้นเรียนเป็นชั้น (strata) และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (unit of sampling) ได้ตัวอย่างห้องเรียนระดับชั้น ม.4 ม.5 และ ม.6 ระดับชั้นละ 1-2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 32 ห้องเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน ด้วยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ได้ตัวอย่างนักเรียนทั้งหมด 1,120 คน

ทั้งนี้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า มีตัวอย่างวิจัยที่ตอบแบบวัดฉบับสมบูรณ์ที่สามารถนำไปวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือได้จำนวน 1,076 คน คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 96.07 ประกอบด้วยวิชาฟิสิกส์ จำนวน 272 คน วิชาเคมี จำนวน 275 คน วิชาชีววิทยา จำนวน 264 คน และวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 265 คน

เครื่องมือวิจัย

แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน จำนวน 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ ฉบับละ 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ โดยข้อคำถามแต่ละข้อวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano) ในแต่ละด้าน ได้แก่ การจับคู่ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักการ (Generalizing) และการนำหลักการไปใช้ (Specifying) รวมฉบับละ 20 ข้อ ข้อคำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก กำหนดให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน รวมทั้งตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ดังนี้

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำแนก แยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว และเนื้อเรื่องอย่างมีเหตุผล และพิจารณาได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้นมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งจะทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการประเมินและตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง วัดได้จากคะแนนจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ 5 ด้านตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano) ดังนี้

1) การจับคู่ (Matching) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะส่วนต่าง ๆ หรือองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งที่จะวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากความคล้ายคลึงและความแตกต่าง

2) การจัดหมวดหมู่ (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัด รวบรวม ประเภท ลำดับกลุ่มของข้อมูล โดยสิ่งที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน

3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดพลาดโดยการใช้เหตุผล เพื่อให้เหตุผลนั้นเชื่อถือได้ว่าถูกต้อง เป็นกระบวนการหาเหตุผลที่ถูกต้องให้กับข้อมูลหรือเรื่องราวต่าง ๆ และเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4) การสรุปหลักการ (Generalizing) หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่ นำมาสรุปเป็นหลักการใหม่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดแนวคิดในการสรุป โดยต้องใช้ข้อสรุปร่วมกันในหลาย ๆ ประเด็นให้เกิดความสอดคล้องกัน จนกลายเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5) การนำหลักการไปใช้ (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการที่นำเอาการสรุปหลักการมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยการทำความเข้าใจ และการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ด้วยการระบุนรายละเอียดของเหตุการณ์ และสิ่งที่ตามมาของเหตุการณ์นั้น และปรับวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป โดยส่วนใหญ่จะใช้กระบวนการนิรนัย

3. กำหนดโครงสร้าง รูปแบบคำถาม และจำนวนข้อคำถามของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน จำนวน 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยข้อคำถามที่ใช้จะมีลักษณะเป็นสถานการณ์ ฉบับละ 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ โดยข้อคำถามแต่ละข้อวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano) ในแต่ละด้าน รวมฉบับละ 20 ข้อ

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละฉบับ

สถานการณ์	จำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน					รวม จำนวนข้อ
	การจับคู่ (Matching)	การจัดหมวดหมู่ (Classification)	การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด (Error Analysis)	การสรุปหลักการ (Generalizing)	การนำหลักการไป ใช้ (Specifying)	
สถานการณ์ที่ 1	1	1	1	1	1	5
สถานการณ์ที่ 2	1	1	1	1	1	5
สถานการณ์ที่ 3	1	1	1	1	1	5
สถานการณ์ที่ 4	1	1	1	1	1	5
รวมทั้งฉบับ	4	4	4	4	4	20

4. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 12 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยแต่ละฉบับมีผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล 1 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Item Objective Congruence: IOC) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ไปทดลองใช้กับตัวอย่างวิจัยจาก 8 โรงเรียน จำนวนทั้งหมด 1,120 คน โดยทดลองใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์แต่ละฉบับกับนักเรียน 280 คน ซึ่งเป็นนักเรียน

ระดับชั้น ม.4 ม.5 และ ม.6 ระดับชั้นละ 1-2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่าย (Difficulty: p) และอำนาจจำแนก (Discrimination: r) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (Kanjanaawasee, 2013) แล้วนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้ง 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ ไปให้โรงเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัยทางประโยชน์ และขอความอนุเคราะห์ทางโรงเรียนช่วยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้น ม.4 ม.5 และ ม.6 โดยแบบวัดแต่ละฉบับใช้เวลาในการสอบแตกต่างกันคือ วิชาเคมีและวิชาชีววิทยา ใช้เวลาในการสอบ 30 นาที ส่วนวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที ผู้วิจัยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 1 เดือน คือ เดือนกันยายน 2565

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) โดยนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย
2. วิเคราะห์ความยากง่ายของข้อคำถามโดยคำนวณจากจำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกหารด้วยจำนวนผู้ตอบทั้งหมด
3. วิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อคำถามโดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณจากสัดส่วนของผู้ตอบกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก ลบด้วยสัดส่วนของผู้ตอบกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
4. วิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ ฉบับละ 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมฉบับละ 20 ข้อ โดยสถานการณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบวัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการอบรมครูที่เข้าร่วม “โครงการความร่วมมือกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในการขยายผลองค์ความรู้ทางวิชาการและวิธีจัดการเรียนการสอนไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัด สพฐ. ในจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2562-2564” นอกจากนี้ยังเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ข้อคำถามแต่ละข้อวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano) ในแต่ละด้าน ได้แก่ การจับคู่ (Matching) การจัดหมวดหมู่ (Classification) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) การสรุปหลักการ (Generalizing) และการนำหลักการไปใช้ (Specifying) ข้อคำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก กำหนดให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยกำหนดเวลาในการทำแบบวัดแต่ละวิชาแตกต่างกัน คือ วิชาชีววิทยาและวิชาเคมี ให้เวลาทำ 30 นาที ส่วนวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ ให้เวลาทำ 60 นาที เนื่องจากเป็นวิชาที่มีการคำนวณ

ตัวอย่างข้อคำถามวิชาชีววิทยา

ข้อมูลจากกรมควบคุมโรค รายงานว่า SARS-CoV-2 มีขนาดประมาณ 120 นาโนเมตร สามารถดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมองเห็นภาพคล้ายมงกุฏ ไวรัสชนิดนี้มีเปลือกหุ้มด้วยไขมัน มีปุ่มยื่นออกมาจากชั้นเปลือก เรียกว่า สไปค์ (spike) ซึ่งมีความสำคัญในการใช้เกาะกับตัวจับ (receptor) ไวรัสนี้มีการเพิ่มจำนวนเมื่ออยู่ในเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิตเท่านั้น คนสามารถติดเชื้อ SARS-CoV-2 ได้ โดยพบว่าเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ทำให้ผู้ป่วยมีอาการปอดอักเสบ นอกจากนี้ไวรัสสามารถแพร่กระจายจากคนสู่คนผ่านทางการไอ จาม สัมผัส น้ำมูก น้ำลาย ดังนั้น จึงต้องระมัดระวังไม่ให้ผู้ป่วยที่มีอาการทางเดินหายใจ หรือสงสัยว่าได้รับเชื้อ SARS-CoV-2 ไปสัมผัสใกล้ชิดหรือใช้สิ่งของร่วมกันกับผู้อื่น เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อ กลุ่มผู้สัมผัสให้เฝ้าระวังอาการตนเองอย่างน้อย 5 วัน และมีคำแนะนำสำหรับประชาชนหากพบอาการสงสัยให้ตรวจหาเชื้อด้วย ATK ทันที และควรมีวัคซีนเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อเชื้อ SARS-CoV-2 ในร่างกาย

- เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จัดเป็นเซลล์หรือไม่ (การสรุปหลักการ)
 - ก. เป็น เพราะไวรัสมีเมแทบอลิซึมเมื่ออยู่นอกเซลล์เจ้าบ้าน (host cell)
 - ข. เป็น เพราะไวรัสมีส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ของตัวเอง และประกอบด้วยเซลล์
 - ค. ไม่เป็น เพราะสามารถแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่นอกเซลล์เจ้าบ้านที่มีชีวิต (living host)
 - ง. ไม่เป็น เพราะไวรัสไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ด้วยตัวเอง แต่สามารถแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวนได้ เมื่ออยู่ในเซลล์เจ้าบ้านที่มีชีวิต (living host)
- เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เข้าเซลล์เยื่อหุ้มปิดด้วยกลไกการลำเลียงสารแบบใด (การจับคู่)
 - ก. Passive Transport - การแพร่แบบธรรมดา
 - ข. Endocytosis - การแพร่แบบอาศัยตัวพา
 - ค. Endocytosis - การนำเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
 - ง. Endocytosis - ฟาโกไซโตซิส
- ในเดือนกรกฎาคม นาย ก. ฉีดวัคซีนป้องกันเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ต่อมาในเดือนสิงหาคม เขาได้รับเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ข้อใดต่อไปนี้สรุปได้ถูกต้อง (การนำหลักการไปใช้)
 - ก. ไวรัสไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้
 - ข. ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันแบบรับมาได้อย่างรวดเร็ว
 - ค. ร่างกายสามารถสร้างแอนติบอดีต่อเชื้อไวรัสได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูง
 - ง. ร่างกายสามารถกำจัดเชื้อไวรัสได้ โดยอาศัยภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะซึ่งถูกกระตุ้นโดยวัคซีนที่ได้รับ
- ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเชื้อ SARS-CoV-2 (การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)
 - ก. เป็นเชื้อไวรัสในตระกูลโคโรนาไวรัส
 - ข. มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า
 - ค. สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันโดยทั่วไป
 - ง. สามารถแพร่กระจายผ่านการสัมผัสวัตถุที่ปนเปื้อนเชื้อโรคได้
- การได้รับเชื้อ SARS-CoV-2 เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันเหมือนกับข้อใด (การจัดหมวดหมู่)
 - ก. การฉีดเซรุ่ม
 - ข. การฉีดวัคซีน
 - ค. การได้รับนมแม่
 - ง. การรับประทานยาต้านไวรัส

ภาพที่ 1 ตัวอย่างข้อคำถามวัดการคิดวิเคราะห์ วิชาชีววิทยา

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์แต่ละฉบับจากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาเคมี มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ในทุกข้อคำถาม ส่วนแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 แสดงว่าแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้ง 4 วิชา มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ในทุกข้อคำถาม นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ปรับแก้ข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ปรับแก้เนื้อหาในบางสถานการณ์ให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น 2) ปรับข้อคำถามบางข้อให้กระชับและมีความชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนเข้าใจและตีความได้ตรงกัน และ 3) ปรับภาพให้มีความคมชัดมากขึ้น

ตารางที่ 3 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

สถานการณ์	จำนวนข้อ	ค่า IOC ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์			
		วิชาฟิสิกส์	วิชาเคมี	วิชาชีววิทยา	วิชาคณิตศาสตร์
สถานการณ์ที่ 1	5	0.67-1.00	1.00	0.67-1.00	0.67-1.00
สถานการณ์ที่ 2	5	0.67-1.00	1.00	1.00	1.00
สถานการณ์ที่ 3	5	0.67-1.00	1.00	0.67-1.00	0.67-1.00
สถานการณ์ที่ 4	5	1.00	1.00	0.67-1.00	0.67-1.00
รวมทั้งฉบับ	20	0.67-1.00	1.00	0.67-1.00	0.67-1.00

2.2 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์แต่ละฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 8 โรงเรียน โรงเรียนละ 280 คน หลังจากได้รับแบบวัดกลับคืนมา ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบที่ได้รับ พบว่ามีแบบวัดฉบับสมบูรณ์ที่สามารถนำไปวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือได้จำนวน 1,076 คน ประกอบด้วยวิชาฟิสิกส์ จำนวน 272 คน วิชาเคมี จำนวน 275 คน วิชาชีววิทยา จำนวน 264 คน และวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 265 คน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนก แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป สำหรับสถานการณ์ใดที่มีข้อคำถามไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยจะตัดสถานการณ์นั้นทิ้ง ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบวัดการคิดวิเคราะห์แต่ละวิชาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

วิชาฟิสิกส์ พบว่าข้อคำถามทั้งหมด 4 สถานการณ์ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.14-0.58 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.04-0.56 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 3 และสถานการณ์ที่ 4 ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.54 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.48

วิชาเคมี พบว่าข้อคำถามทั้งหมด 4 สถานการณ์ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.07-0.62 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02-0.55 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 4 ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.62 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.55

วิชาชีววิทยา พบว่าข้อคำถามทั้งหมด 4 สถานการณ์ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.83 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.03-0.60 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 2 และสถานการณ์ที่ 4 ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.58

วิชาคณิตศาสตร์ พบว่าข้อคำถามทั้งหมด 4 สถานการณ์ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.12-0.66 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.12-0.69 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 3 และสถานการณ์ที่ 4 ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.58 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.50

ตารางที่ 4 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

วิชาและสถานการณ์	จำนวนข้อ	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	การคัดเลือก
วิชาฟิสิกส์				
สถานการณ์ที่ 1	5	0.19-0.58	0.06-0.56	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 2	5	0.14-0.52	0.04-0.47	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 3	5	0.20-0.54	0.20-0.47	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4	5	0.21-0.49	0.20-0.48	ใช้ได้
วิชาเคมี				
สถานการณ์ที่ 1	5	0.30-0.53	0.23-0.55	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2	5	0.20-0.61	0.11-0.37	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 3	5	0.07-0.61	0.02-0.34	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 4	5	0.21-0.62	0.25-0.50	ใช้ได้
วิชาชีววิทยา				
สถานการณ์ที่ 1	5	0.45-0.83	0.05-0.60	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 2	5	0.34-0.73	0.21-0.58	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3	5	0.20-0.77	0.03-0.31	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 4	5	0.25-0.51	0.27-0.50	ใช้ได้
วิชาคณิตศาสตร์				
สถานการณ์ที่ 1	5	0.16-0.50	0.12-0.69	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 2	5	0.12-0.66	0.19-0.60	ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 3	5	0.21-0.39	0.23-0.50	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4	5	0.30-0.58	0.33-0.50	ใช้ได้

2.3 ความเชื่อมั่น

ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ฉบับละ 2 สถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.722, 0.742, 0.736 และ 0.879 ตามลำดับ ซึ่งแบบวัดทั้ง 4 วิชา มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ได้จริง (Nunnally, 1978 cited in Pasunon, 2014)

ตารางที่ 5 ความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

วิชา	จำนวนสถานการณ์	จำนวนข้อ	ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)
ฟิสิกส์	2	10	0.722
เคมี	2	10	0.742
ชีววิทยา	2	10	0.736
คณิตศาสตร์	2	10	0.879

อภิปรายผล

ข้อค้นพบจากการวิจัยนำมาสู่การอภิปรายผลในประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน โดยใช้ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบวัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการอบรมครู มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน เช่น เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่สามารถก่อให้เกิดโรคโควิด-19 แอลกอฮอล์ที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรค ไมโครพลาสติก ภาวะโลกร้อน การซื้อบัตรในสวนสนุก ในหนึ่งสถานการณ์มีข้อคำถาม 5 ข้อที่ใช้วัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano) ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการตอบแบบวัดได้ ข้อคำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก โดยบางสถานการณ์และบางข้อคำถามจะให้รูปภาพประกอบเพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจง่ายขึ้น รวมทั้งผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำแบบวัดแต่ละวิชาแตกต่างกันตามลักษณะของข้อคำถาม คือ วิชาที่มีการคำนวณจะให้เวลาในการตอบมากกว่าวิชาที่ไม่มีการคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสร้างแบบวัดสถานการณ์ คือ การกำหนดสถานการณ์ควรเป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นจริงในสังคม ชุมชนในบริบทของผู้เรียนที่เป็นอยู่ เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน เขียนตัวเลือกที่มีความเป็นไปได้ เกิดขึ้นได้และมีจำนวนมากพอ (Ritcharoon, 2014) การเขียน

สถานการณ์ต้องเขียนกระชับ รัดกุม และหากมีภาพประกอบจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น (Vijitvanna, 2022)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ชาโน

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ชาโน ทั้ง 4 ฉบับ พบว่า มีค่าดัชนี IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 แสดงว่าข้อคำถามในแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทุกข้อมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์และสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือ เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม (Kanjanaawasee, 2013)

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนก ผู้วิจัยวิเคราะห์อำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Nunnally (1978 cited in Kanjanaawasee, 2013) กล่าวว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบควรเป็นเท่าไรยังไม่มีความชัดเจนที่ตายตัว แต่สามารถกล่าวโดยทั่วไปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างขนาด 200 คน จะทำให้ค่าสถิติที่คำนวณได้มีความคงที่น่าเชื่อถือ หรืออย่างน้อยควรใช้กลุ่มตัวอย่าง 5-10 เท่าของจำนวนข้อสอบ และ Kelly (1939 cited in Kanjanaawasee, 2013) ได้ค้นพบว่าถ้าการแจกแจงของคะแนนสอบเป็นแบบการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ควรใช้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเพียงกลุ่มละ 27% เพื่อให้มั่นใจว่ากลุ่มทั้งสองมีความสามารถแตกต่างกันจริง มาทำการวิเคราะห์ก็จะได้ค่าประมาณใกล้เคียงกับที่ทำการวิเคราะห์จากผู้สอบทั้งหมด อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองใช้เครื่องมือพบว่าแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ มีคุณภาพด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ ฉบับละ 2 สถานการณ์ เนื่องจากข้อคำถามบางข้อยากมากหรือง่ายเกินไป และมีอำนาจจำแนกต่ำ ทำให้ไม่สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีการคิดวิเคราะห์สูงและต่ำออกจากกันได้ ผู้วิจัยจึงตัดสถานการณ์ที่มีข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก เพื่อให้เหลือเฉพาะข้อคำถามที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไปได้

นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นพบว่าแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สอดคล้องกับ Kanjanaawasee (2013) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นอย่างน้อยที่สุดควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 และสอดคล้องกับ Nunnally (1978 cited in Pasunon, 2014) ซึ่งให้เห็นว่าเครื่องมือสำหรับการวิจัยทั่วไปควรมีค่าความเชื่อมั่นประมาณ 0.70 เนื่องจากการใช้ค่าความเชื่อมั่นที่มีค่ามากกว่า 0.80 เหมาะสำหรับการสร้างเครื่องมือมาตรฐาน อีกทั้งการสร้างเครื่องมือให้มีความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.80 จะทำให้สิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณ เพราะเครื่องมือที่สร้างขึ้นจะต้องมีความคลาดเคลื่อนในระดับที่ต่ำมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ทั้ง 4 ฉบับ จำแนกตามรายวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ฉบับละ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หรือผู้สนใจสามารถนำแบบวัดฉบับนี้ไปใช้วัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ เนื่องจากเนื้อหาในสถานการณ์มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยครูหรือผู้สนใจสามารถนำแบบวัดแต่ละฉบับไปใช้วัดแยกตามรายวิชา หรือนำแบบวัดทั้ง 4 วิชา ไปใช้ในครั้งเดียวกันก็ได้ โดยให้เวลาในการทำแบบวัดทั้งหมด 2 ชั่วโมง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

แบบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวันในยุคปัจจุบัน ดังนั้น หากยุคสมัยมีการเปลี่ยนแปลง ควรมีการพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ใหม่ เพื่อให้สถานการณ์มีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงที่นักเรียนพบเจอในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะช่วยให้ผลการวัดมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

References

- Baikularb, P., et al. (2015). *kānsāng bāp thotsōp wat khwāmsāmat thāngkān khīt wikhroṭ tām nāēkhīt khōng mā sā nō samrap nak rīan chan prathom suksā pī thī hok* [Construction of analytical thinking ability test using Marzano's taxonomy for prathomsuksa VI students]. *Srinakharinwirot Academic Journal of Education*. 16(2), 115-127.
- Chaktrimongkhol, U. (2013). *kānphatthana bāp wat thaksa kān khīt samrap kānpramoēn khunnaphāp phū rīan ra dap namat yom suksā pī thī hok* [A development of thinking skills assessment of the students at matthayomsuksa 6]. Bangkok: Educational Psychological Test Bureau, Srinakharinwirot University.
- Kanjanawasee, S. (2013). *thritsadi kānthotsōp bāp dangdoēm* [Classical test theory]. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Kanjanawasee, S., Pitayanon, T. & Srisukho, D. (2016). *kān lūāk chai sathiti thī mō som rap kānwichai* [Choosing appropriate statistics for research]. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Ministry of Education. (2008). **laksūt k̄æn klāng k̄ansuksā naphūn thān Phutthasakkarāt sōṅphanhārōjhasip^{et}** [Basic education core curriculum, 2008]. Nonthaburi: Printing House of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- On-nangyai, P. (2012). **k̄ānsāṅ b̄æp thotsōp wat khwāmsāmāt thāngk̄ān khīt wikhroṅ samrap nak r̄iān chan prathom suksā pī thī hok samnak k̄ānsuksā Krung Thēp Maha Nakhōṅ** [Construction of analytical thinking ability test for prathomsuksa VI students of Education Division Bangkok Metropolitan]. Master's thesis. Srinakharinwirot University.
- Pasunon, P. (2014). **khwāmchūāman khōṅ b̄æpsōpthām nai k̄ānwichai choēng parimān** [Reliability of questionnaire in quantitative research]. **Parichart Journal Thaksin University**. 27(1), 144-163.
- Praputtam, K., Lapanachokdee, W. & Jantarakantee, E. (2018). **k̄ānsāṅ b̄æp wat k̄ān khīt wikhroṅ wichā fisik samrap nak r̄iān namat yom suksā pī thī sī chāngwat Phra Nakhōṅ Sī 'Ayutthaya** [The construction of analytical thinking test in physics for mathayomsuksa 4 students in Phra Nakhon Si Ayutthaya province]. **Rajapark Journal**. 12(27), 152-169.
- Ritcharoon, P. (2014). **lakkaṅ wat læ pramōēnphon k̄ānsuksā** [Principles of educational measurement and evaluation]. Bangkok: House of Kermyst.
- Vijitvanna, S. (2022). **b̄æp wat choēng sathanakān: pra yuk chai wat khunnalaksana nisai** [Situational test: applied to measure characteristics]. **Journal of Social Sciences in Measurement Evaluation Statistics and Research**. 3(1), 11-19.
- Wongsaphan, M. (2013). **k̄ān yok radap k̄ānr̄iānrū khōṅ nakr̄iān duāi krabūānkān khīt wikhroṅ** [Improving student learning with analytical thinking]. **Journal of Education Thaksin University**. 13(2), 125-139.