

การพัฒนาแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชา
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Development of three-tier parallel diagnostic test based on misconceptions in
science for lower secondary school students

กมลวรรณ รอดพันธ์¹ ญัฐภรณ์ หลาวทอง²

Kamonwan Rodpan¹ Nuttaporn Lawthong²

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Students at Chulalongkorn University. Master of Education (Educational Measurement and Evaluation)

The Graduate School of Chulalongkorn University

Corresponding author, E – mail: tamnam7@gmail.com

² รองศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Lecturer, Ph.D. Associate Professor, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Corresponding author, E – mail: Nuttaporn.l@chula.ac.th

Received: September 4, 2020; Revised: February 16, 2022; Accepted: April 11, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1. เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3. เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแบบสอบคู่ขนานที่พัฒนาขึ้น ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 600 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับจำนวน 2 ฉบับ โดยได้ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา มีการหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย แจกแจงความถี่และหาค่า ร้อยละ หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พีของคราเมอร์ ค่าสถิติแคปปา และค่า RMSD ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องพลังงานทดแทนมากที่สุด

2. ผลการพัฒนาลักษณะแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ มีจำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ในแต่ละข้อประกอบด้วยข้อสอบ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (Answer tier หรือ A tier) ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (Reason tier หรือ R tier) และระดับที่ 3 ระดับความมั่นใจ (Confidence tier หรือ

C tier) โดยสร้างผังข้อสอบและสร้างตารางวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากนั้นได้พัฒนามาเป็นแบบสอบคู่ขนาน และมีการตรวจสอบค่าความยาก อำนาจจำแนก ความตรง ความเที่ยง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม

3. ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบคู่ขนานพบว่า มีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง ($Kappa = 0.60$) ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) พบว่า ค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงของแบบสอบเป็นคู่ขนานกัน ส่วนการทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) พบว่า แบบสอบระดับที่ 1 (A tier) มีข้อที่เป็นคู่ขนานกันจำนวน 18 ข้อ ยกเว้นข้อที่ 2 และข้อที่ 14 แบบสอบระดับที่ 2 (R tier) มีข้อที่เป็นคู่ขนานกัน 14 ข้อ ยกเว้นข้อที่ 1, 4, 7, 8, 11 และ 17

คำสำคัญ : มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ลักษณะเฉพาะของแบบสอบ แบบสอบคู่ขนาน

Abstract

The objectives of this research were 1) to analyze the characteristics of misconceptions in the earthscience and change for lower secondary school students. 2) to develop and validate the quality of the three-tier diagnostic test based on misconceptions in the earthscience and change. 3) to validate the parallelism of the three-tier diagnostic test based on misconceptions in the earthscience and change. The participants were 600 Mathayomsuksa 2 students. The instruments used in this research were three-tier parallel diagnostic tests. The research finding consistency index (IOC), difficulty and discriminant. The data were analyzed by descriptive statistics, Cronbach's alpha coefficient, Cramer's V correlation, Cohen's Kappa and RMSD. The research findings were as follows:

1. The survey results of misconceptions showed that most common misconception was renewable energy.

2. The result of developing three-tier diagnostic tests based on misconceptions in earthscience and change, for the two parallel tests and each containing 20 total items consisted of 3 levels. The first level was answer tier (A tier). The second level was reason tier (R tier). The third level was confidence tier (C tier) by creating a table of specification for analyzing the characteristics of the items. Then it developed into a pattern of parallel testing. The result of validation the difficulty index, discriminant index, content validity and reliability coefficient finding were in the appropriate criteria.

3. The consistency between the diagnosis results from the parallel test were found that there was moderate consistency ($Kappa = 0.60$). The results of the parallel tests using classical test theory, it was found the difficulty index, discriminant index and reliability coefficient from two tests were parallel. For the item analysis using item response theory, it was found that the items in test, form 1 had 18 parallel items except item 2 and 14 and the test, form 2 had 14 parallel items except item 1, 4, 7, 8, 11 and 17. In summary, the items in test form 1 and the items in test form 2 has 17 parallel items except item 4, 10 and 13.

Keywords: misconception, three-tier parallel diagnostic test, test specification, parallel test

บทนำ

การเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน คือการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) มีจุดเน้นที่สำคัญคือจะต้องจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลหรือสารสนเทศและหลักการความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่า “มโนทัศน์” ในปัจจุบันจากการศึกษาคะแนนค่าเฉลี่ยผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (Ordinary National Test: O-NET) ซึ่งจัดการทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ย้อนหลังเป็นเวลา 5 ปี (ระหว่างปีการศึกษา 2557-2561) มาตรฐาน 6.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มต่ำลงและส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มต่ำ อีกทั้งเนื้อหาสาระในมาตรฐานนี้เป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย ทั้งในส่วนของกระบวนการเปลี่ยนแปลงในด้านโครงสร้างต่าง ๆ ของโลก และปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่พบมากในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นด้านดิน หิน น้ำ เชื้อเพลิงดีบุกคาร์บอน เป็นต้น ทำให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เป็นอย่างมาก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องคิดค้นเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามา เช่น การใช้พลังงานทดแทน แต่การใช้พลังงานทดแทนไม่ได้เป็นทางออกที่ดีที่สุด แนวทางที่น่าจะเป็นทางออกที่ดีคือการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องย้อนกลับไปดูถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบัน โดยส่วนหนึ่งแล้วปัญหาเหล่านี้จะเกิดจากการขาดความรู้และผลกระทบเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ไม่รู้วิธีการป้องกันและแก้ปัญหาเหล่านี้ นั้นแสดงว่านักเรียนอาจมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขณะที่เรียน ซึ่งมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเชื่อหรือแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ ไม่ชัดเจน ทำให้เกิดแนวคิดหรือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันจากความจริง ไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ผลกระทบโดยตรงคือนักเรียนไม่รู้ตัวเองว่ามีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องใด อย่างไร ซึ่งก็จะส่งผลกระทบทางอ้อมในอนาคตได้ นั่นคือทำให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้น ซึ่งถ้ามีกระบวนการในการวินิจฉัยผลการทดสอบ นักเรียนก็จะรู้ว่าตนเองเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือบกพร่องในเรื่องใด ประเด็นใด และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งครูผู้สอนก็จะได้ทราบข้อมูลว่าควรปรับวิธีการสอนอย่างไรเพื่อให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น (มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559; เลิศบุษยา ไทยเจริญ, 2558; ธนบดี อินทร์หาทกรวด, 2560; เพ็ญญา กุลวงศ์, 2560 และ ศุภิสรา พวงทอง, 2560)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยที่ผ่านมานั้น ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบสอบวินิจฉัยแบบต่าง ๆ หรือเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่มีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบคู่ขนาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับและสร้างเป็นแบบสอบคู่ขนานอีก 1 ฉบับ เพื่อลดการใช้ข้อสอบซ้ำที่เคยใช้สอบไปแล้วและเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนและหลังจากใช้กระบวนการเพื่อลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยนำหลักวิธีการสร้างแบบสอบคู่ขนานไปสร้างแบบสอบวินิจฉัยให้มีรูปแบบของคำถามและตัวเลือกที่หลากหลาย เพื่อให้ครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำแบบสอบนี้ไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของมโนทัศน์คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแบบสอบคู่ขนานที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรคือผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร รวม 119 โรงเรียน จำนวน 66,438 คน

2. ตัวอย่าง

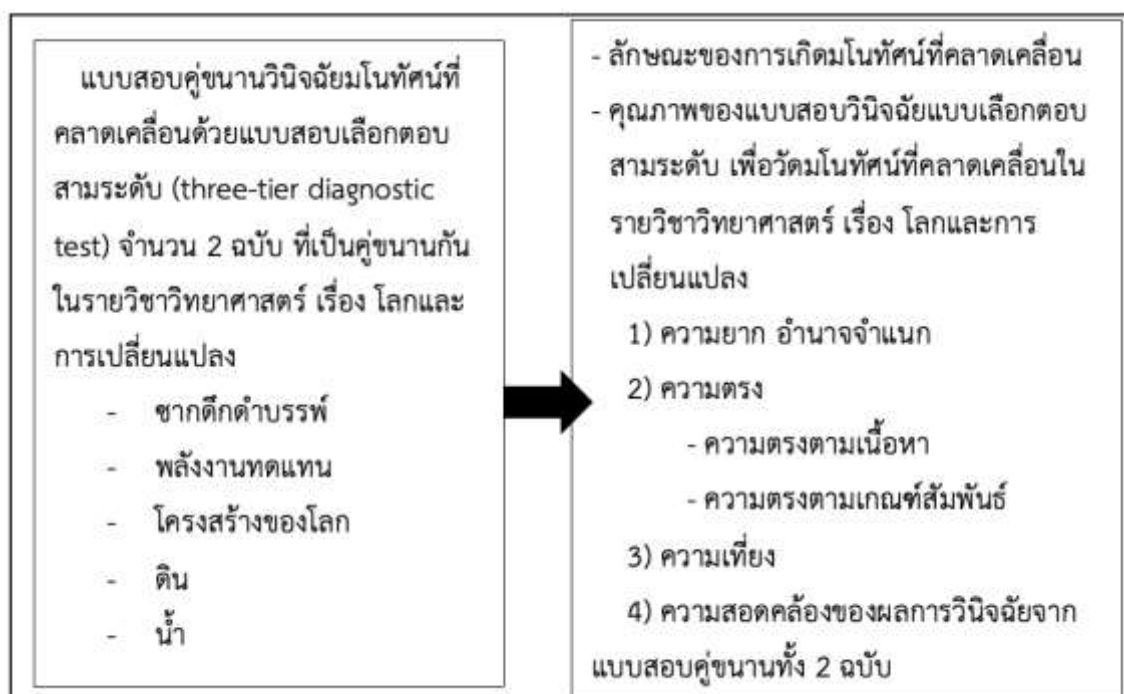
1) ตัวอย่างที่ใช้พัฒนาเครื่องมือ และ 2) ตัวอย่างที่ใช้สำหรับแบบสอบวินิจฉัยคู่ขนาน โดยใช้วิธีการคัดเลือกอย่างเจาะจง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ความรู้ต่าง ๆ ที่ไม่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง

2. แบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับการไต่ตรอง สันนิษฐาน ค้นหา ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน ในเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสร้างให้เป็นคู่ขนานกัน 2 ฉบับ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัย มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 39 คน โดยได้คัดเลือกอย่างเจาะจงจากนักเรียนที่เคยเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ในปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หากคุณภาพของเครื่องมือโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และหาค่าร้อยละ

ขั้นตอนที่ 2 การวินิจฉัยความเป็นคู่ขนานของแบบสอบถาม ตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 600 คน โดยการเลือกนักเรียนอย่างเจาะจงจากโรงเรียนแห่งหนึ่งจำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งทั้ง 2 โรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตั้งอยู่ในเขตสาทร จังหวัดกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับจำนวน 2 ฉบับ หากคุณภาพเครื่องมือโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง รวมทั้งหาค่าความสัมพันธ์ของแบบสอบถามทั้ง 2 ฉบับ โดยการหาค่าสถิติแคปปา

ขั้นตอนที่ 3 การสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 16 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบอย่างง่ายจากตัวอย่างที่ใช้ในการทำแบบสอบถามวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง หากคุณภาพเครื่องมือโดยการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ หาค่าไคสแควร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบด้วย 5 เนื้อหา ได้แก่ 1) ชากติกดาบรพ 2) พลังงานทดแทน 3) โครงสร้างของโลก 4) ดิน และ 5) น้ำ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 12 มโนทัศน์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่อง พลังงานทดแทนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ชากติกดาบรพ น้ำ โครงสร้างของโลก และดิน ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง

เนื้อหา	ค่าเฉลี่ยคำตอบที่ไม่ถูกต้อง (คน)	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ยเหตุผลที่ไม่ถูกต้อง (คน)	ร้อยละ	เฉลี่ย
1. ชากติกดาบรพ	21.00	53.85	19.25	30.63	42.24
2. พลังงานทดแทน	35.00	89.74	28.50	49.25	69.50
3. โครงสร้างของโลก	13.75	35.36	21.00	24.25	29.75
4. ดิน	12.00	30.77	15.75	19.88	25.32
5. น้ำ	19.83	50.85	17.83	28.75	39.80

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนาน

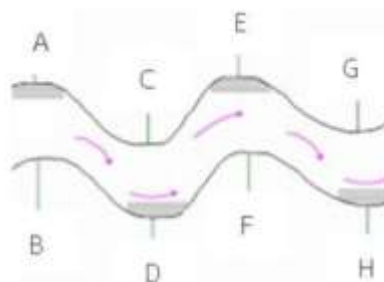
ส่วนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ผลการพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนาน ประกอบด้วย 5 โมทัศน์ ทั้งหมด 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ โดยสร้างผังข้อสอบและสร้างตารางวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากนั้นได้พัฒนามาเป็นลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนาน คำถามในข้อสอบแบ่งเป็น 3 ข้อย่อย ได้แก่ ระดับที่ 1 คือระดับคำตอบ (A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นการวัดเนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามตัวชี้วัด ระดับที่ 2 คือระดับเหตุผล (R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก เพื่อวัดเหตุผลที่ตอบ และระดับที่ 3 คือ ระดับความมั่นใจ (C tier) เป็นการตอบระดับความมั่นใจในภาพรวม โดยถ้าตอบคำถามถูกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลจะได้ 1 ถ้าตอบผิดจะได้ 0 ในส่วนของความมั่นใจถ้าตอบมั่นใจจะได้ 1 ถ้าไม่มั่นใจจะได้ 0 ดังตัวอย่าง

9.1 พิจารณาภาพแล้วตอบคำถาม

นักเรียนต้องการซื้อที่ดิน นักเรียนจะซื้อที่ดินบริเวณตัวอักษรใด
จึงจะคุ้มค่านมากที่สุด

- | | |
|------|------|
| 1) C | 2) D |
| 3) G | 4) H |



9.2 เหตุผลในการตอบคือข้อใด

- 1) อยู่บริเวณต้นน้ำ มีกระแสไหลผ่านมากที่สุด
- 2) อยู่บริเวณต้นน้ำ ยิ่งเวลาผ่านไปนาน น้ำจะกัดเซาะดินและตะกอนถูกพัดพาไป
- 3) อยู่บริเวณปลายน้ำ ไม่ถูกกัดเซาะ มีการทับถมของตะกอนมากกว่าตำแหน่งอื่น
- 4) อยู่บริเวณปลายน้ำ กระแสน้ำไหลเร็ว จะถูกกัดเซาะและมีการทับถมของตะกอน
- 5) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

9.3 มั่นใจในคำตอบและเหตุผลหรือไม่

- | | |
|-----------|--------------|
| 1) มั่นใจ | 2) ไม่มั่นใจ |
|-----------|--------------|

ภาพ 2 ตัวอย่างข้อสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

คุณภาพของข้อสอบรายข้อพบว่า แบบสอบฉบับที่ 1 ระดับที่ 1 (A tier) ข้อคำถามค่อนข้างง่าย ค่าเฉลี่ย 0.60 อำนาจจำแนกดีมาก ค่าเฉลี่ย 0.72 และระดับที่ 2 (R tier) คำถามมีความยากระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 0.52 อำนาจจำแนกดีมาก ค่าเฉลี่ย 0.70 แบบสอบฉบับที่ 2 ระดับที่ 1 (A tier) ข้อคำถามค่อนข้างง่าย ค่าเฉลี่ย 0.60 อำนาจจำแนกดีมาก ค่าเฉลี่ย 0.74 และระดับที่ 2 (R tier) คำถามมีความยากปานกลาง ค่าเฉลี่ย 0.57 อำนาจจำแนกดีมาก ค่าเฉลี่ย 0.71

ผลการตรวจสอบคุณภาพรายฉบับพบว่าแบบสอบฉบับที่ 1 ระดับที่ 1 (A tier) มีความตรงตามเนื้อหา (IOC ระหว่าง 0.4-1.0) และระดับที่ 2 (R tier) มีความตรงตามเนื้อหา (IOC ระหว่าง 0.6-1.0) แบบสอบฉบับที่ 2 ระดับที่ 1 (A tier) มีความตรงตามเนื้อหา (IOC ระหว่าง 0.6-1.0) และระดับที่ 2 (R tier) มีความตรงตามเนื้อหา (IOC ระหว่าง 0.6-1.0)

ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งจะศึกษามโนทัศน์ภาพรวมด้วยการวิเคราะห์ค่าโคสแควร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ คราเมอร์ โดยมีการเกณฑ์ในการแปลผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์พิจารณาการแปลผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (V)	แปลผลค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์
ต่ำกว่า 0.20	ไม่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์
0.21-0.40	มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ระดับน้อย
0.41-0.60	มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ระดับปานกลาง
0.61-0.80	มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ระดับดี
0.81-1.00	มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ระดับดีมาก

ผลการตรวจสอบพบว่าผลคะแนนจากแบบสอบฉบับที่ 1 กับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง มีค่าความสอดคล้องในระดับดีมาก (V มีค่า 0.87) และผลคะแนนจากแบบสอบฉบับที่ 2 กับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง มีค่าความสอดคล้องในระดับดีมาก (V มีค่า 0.80)

ผลการตรวจสอบความเที่ยงพบว่า ฉบับที่ 1 ระดับที่ 1 (A tier) มีค่าความเที่ยงระดับต่ำ (0.29-0.45) ระดับที่ 2 (R tier) มีค่าความเที่ยงระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.04-0.51) ระดับที่ 3 (C tier) มีความเที่ยงต่ำถึงสูง (0.46-0.82) ฉบับที่ 2 ระดับที่ 1 (A tier) มีความเที่ยงต่ำถึงปานกลาง (0.35-0.52) ระดับที่ 2 (R tier) มีค่าความเที่ยงต่ำมากถึงปานกลาง (0.15-0.54) ระดับที่ 3 (C tier) มีความเที่ยง ปานกลางถึงสูง (0.68-0.83)

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของลักษณะเฉพาะของแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ส่วนที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบคู่ขนาน

ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบคู่ขนาน วิเคราะห์คุณภาพความสอดคล้องระหว่างแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับทั้ง 2 ฉบับ โดยการหาค่าสถิติแคปปา (K) โดยมีการเกณฑ์ในการแปลผล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์พิจารณาการแปลผลค่าความสอดคล้องของแคปปาของแบบสอบคู่ขนาน

ค่าความสอดคล้องของแคปปา (K)	แปลผลค่าความสอดคล้อง
ต่ำกว่า 0.20	ไม่มีความสอดคล้องกัน
0.21-0.40	สอดคล้องในระดับน้อย
0.41-0.60	สอดคล้องในระดับปานกลาง
0.61-0.80	สอดคล้องในระดับดี
0.81-1.00	สอดคล้องในระดับดีมาก

ผลความสอดคล้องของมโนทัศน์ภาพรวม ให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 440 คน คิดเป็น ร้อยละ 73.33 ประกอบด้วยนักเรียนที่มีมโนทัศน์ถูกต้อง (CC) จำนวน 255 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผิดทางบวก (FP) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 0.50 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผิดทางลบ (FN) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.33 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 7 นักเรียน

ที่ไม่มีความมั่นใจ (LC) จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 7.17 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 15.83 ความสอดคล้องของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่า 0.60 แสดงว่าความสอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของลักษณะเฉพาะของแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

1. การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบ ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของคะแนนสอบ และทดสอบการเท่ากันของค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งสองฉบับ วิเคราะห์โดยใช้ Pair t-test, F-test และ Feldt test แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ ค่าเฉลี่ยความยาก ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก การเท่ากันของความแปรปรวนของคะแนนสอบ และการเท่ากันของความเที่ยงจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ

ระดับที่ 1 (A tier)	Δ ผลต่าง	t, F p-value การแปรผล		
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ	$\Delta \bar{X} = 0.445$	4.250	.000	ไม่เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบความแปรปรวนของคะแนนสอบ	$\Delta S^2 = -1.843$	77.137	.000	ไม่เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาก	$\Delta p = 0.023$	0.688	.250	เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอำนาจจำแนก	$\Delta r = 0.004$	0.112	.456	เป็นคู่ขนาน
ความเที่ยง	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	W – statistic	p-value
วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	0.743	0.774	1.128	0.930
SEM	1.956	1.944		
ระดับที่ 2 (R tier)	Δ ผลต่าง	t, F	p-value การแปรผล	
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ	$\Delta \bar{X} = -0.190$	1.632	.051	เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบความแปรปรวนของคะแนนสอบ	$\Delta S^2 = 0.776$	90.442	.000	ไม่เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาก	$\Delta p = -0.008$	-0.508	.309	เป็นคู่ขนาน
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอำนาจจำแนก	$\Delta r = -0.002$	-0.113	.456	เป็นคู่ขนาน
ความเที่ยง	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	W – statistic	p-value
วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	0.780	0.768	0.948	0.258
SEM	1.984	1.989		

จากตารางที่ 4 คะแนนสอบจากแบบสอบวินิจัย ระดับที่ 1 (A tier) พบว่า แบบสอบวินิจัยทั้ง 2 ฉบับ ไม่มีความเป็นคู่ขนานกัน การทดสอบในระดับที่ 2 (R tier) พบว่าแบบสอบวินิจัยทั้ง 2 ฉบับไม่มีความเป็นคู่ขนานกัน ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบจากแบบสอบ 2 ฉบับนั้น ทั้งค่าความยากและอำนาจจำแนกข้อคำถามจากแบบสอบ 2 ฉบับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของความเที่ยงทดสอบโดยใช้ Feldt test นั้น แบบสอบทั้ง 2 ฉบับแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าระดับที่ 2 (R tier) แบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับไม่มีความเป็นคู่ขนานกัน

2. การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ/แบบสอบ

การพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนค่าเฉลี่ยกำลังสองของสารสนเทศของข้อสอบ (root mean square deviation of Item information: RMSD_{IF}) จะถือว่าข้อสอบเป็นคู่ขนานกัน ค่า RMSD_{IF} ควรมีค่าไม่เกิน 0.50 ผลการตรวจสอบพบว่า ความเป็นคู่ขนานของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับที่ 1 ทั้งหมด 20 ข้อ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบมีความเป็นคู่ขนานกัน 18 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 90 ส่วนระดับที่ 2 ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบมีความเป็นคู่ขนานกัน 14 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 70

การวิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานของแบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ในระดับที่ 1 (A tier) พบว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับไม่เป็นคู่ขนานกัน (RMSD_{TIF} = 5.446) และในระดับที่ 2 (R tier) พบว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับไม่เป็นคู่ขนานกัน (RMSD_{TIF} = 7.2134)

อภิปรายผล

1. ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

จากผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวน 20 ข้อ ซึ่งสร้างเป็นลักษณะของแบบสอบปลายเปิดนำมาใช้กับตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบบสอบนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (ขวัญฤทัย เทียงจันทร์ทิพย์, 2559; พัทธ์พงษ์ สมปาน และกริธา แก้วคง, 2561) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือมโนทัศน์พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เพิ่มเติมมาในหลักสูตรฉบับปรับปรุงจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำให้นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับเนื้อหา เป็นเรื่องค่อนข้างใหม่สำหรับนักเรียน ส่วนเนื้อหาที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือมโนทัศน์เรื่องดิน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560))

2. ผลการพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนานวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ในส่วนของผลการพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนานวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับใช้หลักการของ Brown, Noll และศิริเดช สุชีวะ (Brown, 1970; Noll, 1965; ศิริเดช สุชีวะ, 2550 อ้างถึงใน สุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560) เมื่อได้แนวคิดการพัฒนาแบบสอบแล้วผู้วิจัยได้นำหลักการเรื่อง การสร้างลักษณะเฉพาะของแบบสอบ (test of specification) มาสร้างเป็นลักษณะเฉพาะของแบบสอบคู่ขนานและลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (item specification) ทั้งหมด 20 ข้อ โดยใช้แนวคิดและหลักการของการสร้างแบบสอบคู่ขนาน (โชติกา ภาชีผล, 2559) เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ตามแนวคิดการจำแนกวิธีการวินิจัยทางการศึกษาของ Sakip Kahrman, Gurel, Eryilimaz และ McDermott (Sakip Kahrman, 2019; Gurel, Eryilimaz และ McDermott, 2015 อ้างถึงใน ธนบดี อินทร์หาดกรวด, 2560) โดยลักษณะเฉพาะของแบบสอบประกอบไปด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รูปแบบข้อคำถาม ลักษณะคำตอบ ตัวถูก ตัวลวง ตัวอย่างข้อคำถาม รวมถึงเกณฑ์การประเมินทั้งในระดับคำตอบ (A tier) ระดับเหตุผล (R tier) และระดับความมั่นใจ (C tier)

จากนั้นนำไปทดลองใช้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และปรับปรุงคุณภาพของแบบสอบ ซึ่งลักษณะเฉพาะของแบบสอบ
 คูณานวินิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นมีเกณฑ์การให้คะแนนตามรูปแบบการวินิจัยแบ่งเป็น 8 รหัส ทั้งหมด 6 กลุ่ม
 ได้แก่ กลุ่มที่มีโนทัศน์ถูกต้อง (CC) กลุ่มที่มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผิดทางบวก (FP) กลุ่มที่มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 ผิดทางลบ (FN) กลุ่มที่มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (MC) กลุ่มที่ไม่มีความมั่นใจ (LC) และกลุ่มที่ไม่มีความรู้ (LK)
 (Arslan et al., 2012; เลิศบุษยา ไทยเจริญ, 2558 และสุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560)

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบคูณานวินิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ผลการตรวจสอบคุณภาพรายฉบับของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับในส่วนของการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาพบว่า
 ข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา (ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2551 และ ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550)
 การตรวจสอบคุณภาพความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (think aloud) ซึ่งการใช้เทคนิคการคิด
 ออกเสียง ในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของ ธนบดี อินทาคกรวด, 2560 พบว่ามีความสอดคล้องระหว่างผลคะแนนที่ได้
 จากแบบสอบวินิจัยฉบับที่ 1 กับผลการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ฉบับที่ 1 เท่ากับ 0.87 และความสอดคล้อง
 ระหว่างผลคะแนนที่ได้จากแบบสอบวินิจัยฉบับที่ 2 กับผลการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ฉบับที่ 2 เท่ากับ 0.80
 แสดงว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ในระดับดีมาก

จากการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในพบว่า ค่าความเที่ยงส่วนใหญ่ของแบบสอบ 2 ฉบับนั้น
 มีค่าสูงถึงสูงมาก สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องแบบสอบวินิจัยสามระดับของ Arslan et al. (2012) เพราะตัวอย่าง
 มีความรู้ความสามารถหลากหลายทั้งระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน แบบสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีจำนวน 20 ข้อ ถ้าเพิ่ม
 จำนวนข้อคำถามให้มากขึ้นจะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ ความเที่ยงสูงขึ้น สอดคล้องกับ ศิริชัย กาญจนวาสี (2550)

4. ผลการตรวจสอบความเป็นคูณานของลักษณะเฉพาะของแบบสอบวินิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

การหาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจัยจากแบบสอบคูณานวินิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ
 เลือกตอบสามระดับพบว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่าความสอดคล้อง 0.60 จึงกล่าวได้ว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความ
 สอดคล้องสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลของความเป็นคูณานโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎี
 การตอบสนองข้อสอบ จะเห็นได้ว่าการทดสอบแบบดั้งเดิมในส่วนค่าเฉลี่ยในระดับที่ 1 (A tier) แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ
 ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน (ฉบับที่ 1 ค่าเฉลี่ย 12.00 และฉบับที่ 2 ค่าเฉลี่ย 11.55) เนื่องจากคะแนนสอบบางข้อแตกต่าง
 กันมาก ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยทั้งฉบับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระดับที่ 2 (R tier) แบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน
 (ฉบับที่ 1 ค่าเฉลี่ย 10.83 และฉบับที่ 2 ค่าเฉลี่ย 11.02) เนื่องจากมีผลรวมของคะแนนสอบที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้
 ค่าเฉลี่ยทั้งฉบับไม่แตกต่างกัน ในส่วนของค่าความยากและอำนาจจำแนกแบบสอบ 2 ระดับทั้ง 2 ฉบับมีค่าไม่แตกต่างกัน
 และในส่วนของ การทดสอบความเที่ยงก็ไม่แตกต่างกัน ในทางตรงกันข้ามเมื่อทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
 โดยหาค่า RMSD (โชติกา ภาชีผล, 2563) พบว่า ในระดับที่ 1 (A tier) แบบสอบฉบับที่ 1 และแบบสอบฉบับที่ 2 มีข้อที่
 ไม่ขนานกัน ได้แก่ ข้อ 5 และ 12 (ค่า $RMSD_F = 0.88$ และ 2.92) ในระดับที่ 2 (R tier) แบบสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2
 มีข้อที่ไม่ขนานกัน ได้แก่ ข้อ 1, 4, 7, 8, 11 และ 17 (ค่า $RMSD_F = 0.75, 0.55, 4.00, 1.21, 0.57$ และ 1.63 ตามลำดับ)
 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ค่าเฉลี่ยของ
 คะแนนสอบรายข้อของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับแสดงให้เห็นว่ามีความละเอียดและให้ผลการทดสอบที่แม่นยำมากกว่า
 เพราะสามารถวิเคราะห์ความเป็นคูณานรายข้อได้ ซึ่งการที่แบบสอบฉบับที่ 1 มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างจากฉบับที่ 2 แต่มีข้อ
 ที่ไม่ขนานกันเพียง 2 ข้อ เป็นเพราะว่าข้อสอบข้อที่ 5 และ 12 ให้ผลการวินิจัยรายข้อที่ชัดเจนว่าไม่เป็นคูณานกัน
 คะแนนสอบภาพรวมของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับจึงมีความแตกต่างกัน ส่วนแบบสอบฉบับที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

แต่พบว่าข้อสอบที่ไม่ขนานกัน 6 ข้อ เป็นเพราะว่าคะแนนภาพรวมของแบบสอบฉบับที่ 1 และแบบสอบฉบับที่ 2 ในระดับที่ 2 (R tier) เฉลี่ยแล้วมีค่าใกล้เคียงกันจึงทำให้ค่าเฉลี่ยคะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงนั้น ผู้สอนสามารถนำข้อสอบจากแบบสอบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับไปใช้ได้ แต่ต้องระมัดระวังในข้อที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน
2. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ดังนั้น ครูควรอธิบายให้ละเอียดทั้งในส่วน ของ คำชี้แจงในแบบสอบ การอธิบายทางวาจาก่อนทำแบบสอบ รวมถึงการให้นักเรียนทดลองทำแบบสอบก่อนการทดสอบจริง
3. จากผลการวินิจฉัยครั้งนี้พบว่าสามารถวินิจฉัยนักเรียนเป็นกลุ่มตามที่ได้จำแนกไว้ โดยกลุ่มนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) ผู้สอนควรให้การสนับสนุนด้านการเรียนที่ละเอียดลึกซึ้งมากขึ้น ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) กลุ่มที่ไม่มั่นใจในการตอบ (LC) และกลุ่มที่ไม่มีความรู้ (LK) ผู้สอนควรใช้วิธีการอื่น ๆ ตรวจสอบเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. การทดสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบในการวิจัยในอนาคตอาจใช้เทคนิค วิธีการ หรือใช้สถิติอื่น ๆ ในการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบยืนยันความเป็นคู่ขนานของแบบสอบและข้อสอบ รวมถึงการหาประสิทธิภาพของวิธีการหรือการใช้สถิติที่ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบ
2. การวิจัยครั้งต่อไปอาจมีรูปแบบการสอบออนไลน์ รวมถึงมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) กับผู้เรียน เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของการทดสอบให้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจมีโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้นหรือไม่ โดยควรศึกษาวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าวิธีใดที่สามารถทำให้นักเรียนที่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนนั้นมีมีโนทัศน์ที่ถูกต้องได้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- ขวัญฤทัย เทียงจันทร์ทิพย์ และคณะ. (2559). มีโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 27(3), 95-110.
- โชติกา ภาษีผล. (2559). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชติกา ภาษีผล. (2563). *การพัฒนาแบบสอบคู่ขนาน: การสร้างและการวิเคราะห์ความเป็นคู่ขนาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐธรรณ์ หลาวทอง. (2551). *เอกสารวิชา 2757305 การวัดและการประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

- ธนบดี อินทาดกรวด. (2560). การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- พิทักษ์พงษ์ สมปาน และ กริธา แก้วคง. (2561). มโนทัศน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการเกิดฤดู. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 1(2), 162-170.
- เพ็ญนภา กุลวงศ์. (2560). การประเมินโครงการพัฒนาความรู้ด้านการวัดและประเมินผลของครูวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 34(96), 45-54.
- มนัสสิริ อินทร์สาวท. (2559). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- เลิศบุษยา ไทยเจริญ. (2558). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภิสรา พวงทอง. (2560). การประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนระดับปฐมวัยโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยโดยใช้การประเมินพหุพื้นที่. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 34(96), 55-67.
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์. (2560). การพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-tier Diagnostic test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science and mathematical Education*, 34(11) 1667-1686.
- Sakip K. (2019). Evaluating University Students' Understanding of Atmospheric Environmental Issues Using a Three-Tier Diagnostic Test. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 9(1),1-17.