

การพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Development of Basic Science Process Skills Test of Grade 6 students

มณี ผ่านจันทาร^{1*} สมประสงค์ เสนารัตน์² และ คันธทรัพย์ ชมพูพาทย์²

Manee Panjanhan^{1*}, Somprasong Senarat ² and Chanthasap Chomphupart ²

(Received : July 2, 2020 ; Revised : August 3, 2020 ; Accepted : August 17, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 2) วิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อและความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ 4) สร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 613 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โดยการหาความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง ความตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้โปรแกรม R แพ็กเกจ CCT lavaan, psych และ GPArotation ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 42 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.55 สัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค 0.85 แบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง และผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{19} ถึง T_{79} สามารถนำแบบทดสอบไปใช้วัดความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ข้อสอบ ความตรงเชิงโครงสร้าง เกณฑ์ปกติ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

¹ นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ Doctoral degree student, Educational Research and Evaluation Program, Roi Et Rajabhat University

² Assistant Professor, Educational Research and Evaluation Program, Roi Et Rajabhat University

* Corresponding Author E-mail: ma1970nee@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were 1) to check content validity of the basic science process skills test, 2) to analyze item difficulty, item discrimination, and reliability of the basic science process skills test, 3) to check construct validity of the basic science process skills test, and 4) to form normalized scores of the basic science process skills test. The sample comprised 613 grade 6 students from schools under Roi Et Primary Education Service Area Office 1 in the academic year 2019, obtained through multistage random sampling. The instrument was a 4-choice basic science process skill test. The data analysis employed item analysis method following classical test theories for content validity, item difficulty, item discrimination, reliability, and construct validity, employing R statistical program using packages such as CTT, lavaan, psych, and GPArotation. The results showed that 42 items of the test consisted of construct validity, item difficulty from 0.32 to 0.74, item discrimination from 0.21 to 0.55, and Cronbach's alpha coefficient of 0.85. The test showed construct validity and normalized scores from T_{19} to T_{79} which could be used to measure basic science process skills of grade 6 students.

Keywords: item analysis, construct validity, norm, basic science process skills

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ และยังมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างศักยภาพความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561) ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะถ้าได้เรียนรู้ปลูกฝังตั้งแต่ระดับปฐมวัย จะเป็นการฝึกให้เด็กรู้จักคิด รู้จักจินตนาการ คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง เกิดทักษะการสังเกต เปรียบเทียบ และเป็นการสร้างจิตวิทยาศาสตร์ เกิดจิตซึมซับตั้งแต่เด็ก เพื่อต่อยอดเป็นวิศวกรน้อยในอนาคต จึงควรสร้างทัศนคติที่ดีด้านการเรียนรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานให้กับเด็กตั้งแต่ระดับปฐมวัย (อายุ 3-6 ปี) เพราะเป็นช่วงอายุที่มีความสามารถในการเรียนรู้และจดจำมากที่สุด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยขึ้น โดยความเป็นมาของโครงการ เมื่อปีพ.ศ.2552 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงทอดพระเนตรโครงการ Haus der Kleinen Forscher หรือโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย คราวเสด็จพระราชดำเนินเยือนประเทศสาธารณรัฐเยอรมนี และได้ทรงพระกรุณาพระราชทานพระราชดำริให้

คณะกรรมการนำไปพิจารณาริเริ่มดำเนินการโครงการนำร่องในประเทศไทย ขึ้นในปี พ.ศ. 2553 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ได้เข้าร่วมเป็นเครือข่ายโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ในเมื่อ พ.ศ. 2554 และมีนโยบายให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาทุกเขตได้คัดเลือกโรงเรียนเข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 -2562 จนครบทุกโรงเรียน จากรุ่นที่ 1 ถึง รุ่นที่ 9 และอบรมศึกษานิเทศก์ประจำสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาให้ทำหน้าที่เป็นผู้นำเครือข่ายท้องถิ่น (local network) หรือเรียกว่า LN และอบรมครูให้ทำหน้าที่เป็นวิทยากรเครือข่ายท้องถิ่น (local trainer) หรือเรียกว่า LT โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยได้ขยายโครงการสู่ระดับประถมศึกษา จากการดำเนินโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย แต่ละรุ่นตั้งแต่ปีพ.ศ.2554 เด็กปฐมวัยที่เข้าโครงการรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 ได้เลื่อนชั้นขึ้นขึ้นไประดับประถมศึกษาและสำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ไปแล้วจำนวน 2 รุ่น ส่วนรุ่นที่ 3 กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2562 เนื่องจากเป็นระยะเริ่มต้นของโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยที่เริ่มขยายสู่ระดับประถมศึกษา จึงยังไม่มีแผนงานในการดำเนินการตามโครงการที่ชัดเจนจากหน่วยงานต้นสังกัดเหมือนกับในระดับปฐมวัย ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเบื้องต้นจากการจัดกิจกรรมตามโครงการในระดับประถมศึกษา สิ่งแรกที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดำเนินการเมื่อจัดกิจกรรมตามโครงการแล้ว คือการวัดความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียน ซึ่งยังไม่มีแบบทดสอบไว้ใช้สำหรับวัดความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสร้างแบบทดสอบไว้ใช้วัดและประเมินผู้เรียนของโรงเรียนในโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนพัฒนาโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยในระดับประถมศึกษาต่อไป แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคุณภาพ ประกอบด้วยหลายองค์ประกอบที่สำคัญ ต้องมีคุณภาพเกี่ยวกับความตรง ความเที่ยง ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ จะต้องมีการตรวจสอบขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ซึ่งผู้สร้างจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบหรือการพิจารณาว่าแบบทดสอบมีคุณภาพใช้ได้หรือไม่ นั้น ก็มีหลายวิธีหลายแนวคิดขึ้นอยู่กับว่าจะเลือกใช้ทฤษฎีใด และมีจุดมุ่งหมายในการสร้างเพื่ออะไร

การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายชื่อ ซึ่งนักวัดผลได้เสนอเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบไว้ 2 แนวทาง ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทางทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (classical test theory) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีแนวใหม่ (modern test theory) คือ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory) และทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (generalizability theory) ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีทั้งสองนี้ ต่างมุ่งตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ แต่มีความแตกต่างกันในแง่ของทฤษฎีพื้นฐาน โมเดลการวิเคราะห์ และการแปลความหมาย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ซึ่งสาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (classical test theory) เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ครุมีความคุ้นเคย นิยมใช้เนื่องจากสามารถเข้าใจและนำไปใช้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน

การวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทางทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ซึ่งมีดัชนีสำคัญที่บ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ ได้แก่ ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดหมาย (IOC) ความยากของข้อสอบ (item difficulty)

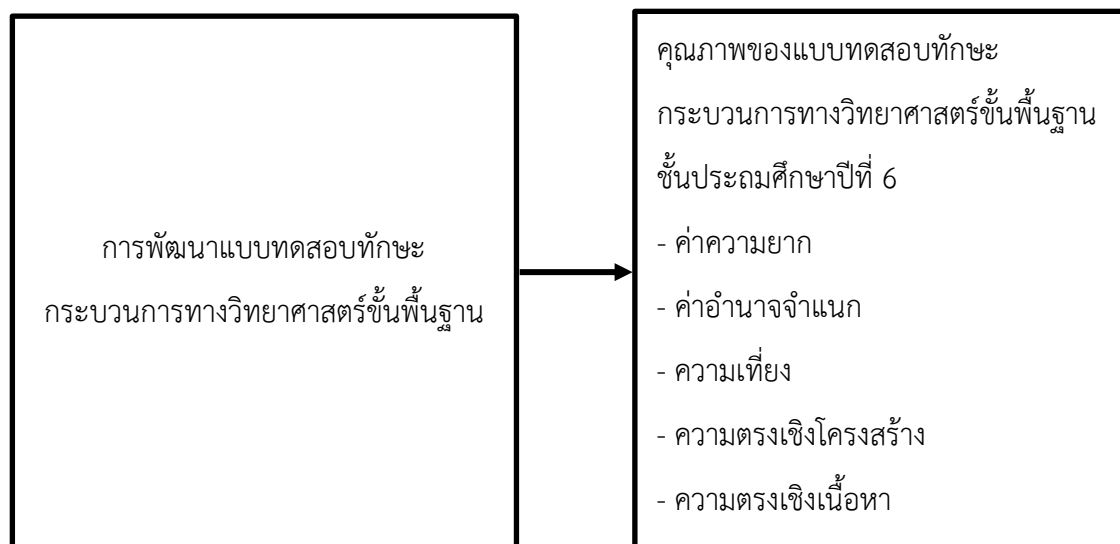
และอำนาจจำแนกของข้อสอบ (item discrimination) ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับแบบสอบอิงกลุ่ม มีดัชนีบ่งชี้คุณภาพข้อสอบ ได้แก่ ความยากง่ายของข้อสอบ (p) หมายถึง สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก และอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันออกจากกันได้ เช่น จำแนกคนที่เก่งออกจากคนที่อ่อนได้ ส่วนการวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับแบบสอบอิงเกณฑ์ มีดัชนีบ่งชี้คุณภาพข้อสอบ ได้แก่ ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดหมาย (IOC) ซึ่งพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และความยากของข้อสอบ (p) ซึ่งพิจารณาจากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเป้าหมายที่ได้เรียน เรื่องนั้นหรือรอบรู้เรื่องนั้นแล้ว กับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียนเรื่องนั้นหรือยังไม่รอบรู้เรื่องนั้นเลย และอำนาจจำแนก หรือดัชนีความไว (S) ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกหลังเรียน (หรือกลุ่มรอบรู้) กับสัดส่วนผู้ที่ตอบถูกก่อนเริ่มเรียน (หรือกลุ่มที่ยังไม่รอบรู้) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ จะต้องมีการระดมการขึ้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ซึ่งผู้สร้างจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบหรือการพิจารณาว่าข้อสอบมีคุณภาพใช้ได้หรือไม่นั้นมีการจำแนกเป็น 2 ลักษณะคือ การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและการวิเคราะห์ทั้งฉบับ การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อจะพิจารณาว่า ข้อสอบมีความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์หรือไม่ ส่วนการวิเคราะห์ทั้งฉบับเพื่อดูว่าข้อสอบมีความตรงและความเที่ยงมากน้อยเพียงใด (สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ และคณะ, 2560)

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง มีความยากเหมาะสมสามารถจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนได้ และเพื่อเป็นแบบทดสอบไว้ใช้พัฒนานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทยระดับประถมศึกษาต่อไป ตลอดจนครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบนักเรียนเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกรายข้อและความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
3. เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
4. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ร้อยเอ็ด เขต 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3,259 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 613 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) โดยขั้นที่ 1 สุ่มอำเภอจากโรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 เป็นหน่วยในการสุ่ม (sampling unit) มีทั้งหมด 7 อำเภอ สุ่มมา 75% ได้มา 5 อำเภอ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster or area sampling) ด้วยวิธีการ จับสลาก ขั้นที่ 2 จำแนกโรงเรียนในอำเภอที่สุ่มได้ในขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มตามขนาดโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือ ใหญ่พิเศษ กลาง และขนาดเล็ก (เนื่องจากบริบทไม่มีโรงเรียนขนาดใหญ่) ขั้นที่ 3 ทำการสุ่มโรงเรียนในอำเภอ ในขั้นที่ 2 เป็นหน่วยในการสุ่ม โดยสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ให้ได้สัดส่วน 1 : 7 : 14 ได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน ขนาดกลาง 7 โรงเรียน และขนาดเล็ก 14 โรงเรียน รวมจำนวน 22 โรงเรียน จากนั้นเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคนที่อยู่ในโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้นักเรียนจาก โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 278 คน ขนาดกลาง 168 คน และขนาดเล็ก 167 คน รวมจำนวน 613 คน เท่ากับ กลุ่มตัวอย่างที่กำหนด ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้กำหนดขนาดตัวอย่างตามแนวคิดของ Hair, Black, Babin and Anderson (2014) ได้เสนอไว้ว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยวางแผนจะใช้ การวิเคราะห์องค์ประกอบในการวิจัยให้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนของจำนวนตัวแปร สังเกตได้ตามจำนวนตัวอย่างเป็น 1:10 โดยจำนวนตัวแปรสังเกตได้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบก็คือจำนวน ข้อคำถามที่ใช้วัดตัวแปรแฝง (Hair, Black, Babin and Anderson, 2014) ซึ่งข้อคำถามที่ผู้วิจัยใช้จำนวน 50

ข้อ ต้องใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน ซึ่งเป็นตัวอย่างขั้นต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็น 613 คน ซึ่งมีจำนวนมากกว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบ

2. ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ทฤษฎีการทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) และเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ อนงค์ แก่นอินทร์ (2556) วิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. สร้างแบบทดสอบ ประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดนิยามเนื้อหา ตามนิยามเนื้อหาที่ต้องการวัด เป็นเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 8 ทักษะ กำหนดน้ำหนักของเนื้อหา โดยคำนึงถึงสำคัญของเนื้อหาที่เป็นทักษะที่ง่ายให้น้ำหนักมากกว่าและทักษะที่ยากให้น้ำหนักน้อยกว่า ซึ่งความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบ โดยกำหนดน้ำหนักเป็นจำนวน 8,7,7,6,6,6,5,5 ข้อ ตามลำดับ สร้างแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือกได้แบบทดสอบรวมทั้งหมด 50 ข้อ ตัวอย่าง ดังภาพ 2

ทักษะ/คำถาม/ตัวเลือก	ทักษะ/คำถาม/ตัวเลือก								
1. ทักษะการสังเกต ข้อใดเป็นการสังเกตข้อมูลเชิงปริมาณ ก. นม 1 กล่องมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร ข. ใบไม้มีกลิ่นฉุน ค. เมื่ออุบิไม่ทำให้เกิดเสียงกรอบแกรบ ง. มีรสแต่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร 2. ทักษะการวัด นามมีต้องการวัดส่วนสูงของตนเอง ควรเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใดจึงจะวัดได้เหมาะสม ก. เส้นเชือก ตลับเมตร ข. เครื่องมือวัดส่วนสูง ตลับเมตร ค. ไม้มัด เส้นเชือก ง. ไม้บรรทัด เชือก 3. ทักษะการจำแนกประเภท ดอกแก้ว ดอกมะลิ ดอกพุด และดอกกรัก เป็นดอกไม้พวกเดียวกันโดยใช้เกณฑ์อะไร ก. กลิ่น ข. รูปร่าง ค. ประโยชน์ ง. สี 4. ทักษะการคำนวณ กล่องสี่เหลี่ยมซึ่งมีด้านกว้าง 5 เซนติเมตร ด้านยาว 8 เซนติเมตร และความสูง 4 เซนติเมตร มีปริมาตรเท่าไร ก. 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 160 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา เมื่อนักเรียนหันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ในเวลาเย็น แล้วทางด้านขวามือของนักเรียนจะเป็นทิศใด ก. ทิศใต้ ง. ทิศตะวันตก ข. ทิศเหนือ ค. ทิศตะวันออก	6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล “มีเสื้อที่โตเต็มที่แล้วจะออกใช้ภายใน 2-3 วัน มีเสื้อเจริญมาจากดักแด้ ซึ่งใช้เวลา 7-13 วัน กว่าจะเป็นผีเสื้อสำหรับตัวหนอนได้มาจากไข่ ซึ่งใช้เวลา 4 วัน ตัวดักแด้ได้มาจากตัวหนอน ใช้เวลา 35-42 วัน ชีวิตของผีเสื้อจะวนเวียนอยู่เช่นนี้” คำกล่าวนี้ควรเสนอรูปแบบการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแบบใดเพื่อให้อ่านเข้าใจง่าย ก. เขียนเป็นกราฟ ข. เขียนเป็นวัฏจักร ค. เขียนเป็นตาราง ง. เขียนเป็นแผนผัง 7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ดาว : ดูนี่สิ! ผงอะไรสีขาว ๆ ไม่มีกลิ่น เด่น : อ้อ! ดูแล้วคล้ายผงแป้งมันนะ ดวง : จริง ๆ ด้วยไม่มีกลิ่นเลย เดี่ยว : พวกเราน่าจะหาวิธีทดสอบว่า นี่คือผงอะไร จากบทสนทนาดังกล่าว คำพูดของใครเป็นการลงความเห็นจากข้อมูล ก. ดาว ข. เด่น ค. ดวง ง. เดี่ยว 8. ทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบ ข้อใดไม่ใช่การพยากรณ์ ก. สมศักดิ์บอกจำนวนประชากรได้ถูกต้อง ข. สมศักดิ์ผลการเลือกตั้งสส.ได้ถูกต้อง ค. กรมอุตุนิยมวิทยาเตือนให้ประชาชนระวังภัยน้ำท่วม ง. สมปรารถนาคาดว่าในปี พ.ศ.2564 ประชากรของจังหวัดร้อยเอ็ดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1 หมื่นคน เฉลย <table> <tr> <td>1. ก</td><td>5. ข</td></tr> <tr> <td>2. ข</td><td>6. ข</td></tr> <tr> <td>3. ง</td><td>7. ข</td></tr> <tr> <td>4. ค</td><td>8. ก</td></tr> </table>	1. ก	5. ข	2. ข	6. ข	3. ง	7. ข	4. ค	8. ก
1. ก	5. ข								
2. ข	6. ข								
3. ง	7. ข								
4. ค	8. ก								

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบ คำถาม ตัวเลือกแยกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบโดย ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3 คน และด้านวัดและประเมินผล 2 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับนิยามเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการใช้ภาษา ข้อความ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และ สมประสงค์ เสนารัตน์, 2561) และนำไปพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาความยาก อำนาจจำแนก และเวลาเฉลี่ยในการสอบ พบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพทุกข้อ หลังจากนั้น นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 613 คน

4. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนทุกคน จำนวน 613 คน มาวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

5. นำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ในข้อ 4 ไปตรวจสอบความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

6. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบหลังจากนั้น ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความรู้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งทั้งสองประเด็นจะเป็นหลักฐานแสดงความตรงเชิงโครงสร้าง

7. สร้างเกณฑ์ปกติระดับเขตพื้นที่การศึกษา โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างไป คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (percentile rank) แล้วเทียบค่า T ปกติ (normalized t-score) เกณฑ์ปกติ ที่สร้างขึ้น เป็นเกณฑ์ปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขออนุญาตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากโรงเรียนกลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 22 โรงเรียน โดยผู้วิจัยประสานกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล โดยให้โรงเรียนนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในวันเวลาที่กำหนด คือ วันที่ 12 มีนาคม 2563

2. ครูประจำชั้นนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบนักเรียนในโรงเรียน โดยอธิบายการทำข้อสอบจาก คำชี้แจง โดยใช้เวลาตอนเช้าระหว่างเวลา 09.30 น. -10.30 น. ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ในกระดาษคำตอบแบบเลือกตอบ เมื่อหมดเวลาสอบ ให้ครูประจำชั้นเก็บแบบทดสอบทันที โดยผู้วิจัยออก นิเทศติดตามการสอบทุกโรงเรียน และเก็บแบบทดสอบกลับคืนเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คัดเลือก แบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และ สมประสงค์ เสนารัตน์, 2561)

2. ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของตัวอย่าง ด้วยสถิติ Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ Nortest (Gross and Ligges, 2015)

3. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก หาความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับ โดยใช้ โปรแกรม R แพ็กเกจ psych และ CTT (Willse, 2018)

4. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ psych และ GPArotation (Revelle, 2020) โดยการนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาเพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบ ด้วยวิธี Minimum Likelihood การหมุนแกนองค์ประกอบแบบ Quartimax

5. ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอีกครั้งด้วย โปรแกรม R แพ็กเกจ lvaan (Rossee, 2020)

6. สร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับนิยามเนื้อหา ผ่านเกณฑ์จำนวน 50 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง (0.60 – 1.00) มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 46 ข้อ และมีค่า IOC เท่ากับ 0.60 จำนวน 4 ข้อ คือ ข้อที่ 7,11,31,49 และมีค่า IOC เฉลี่ยทั้งฉบับ 0.97

2. ผลการตรวจสอบความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน โดยการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -0.02 ถึง 0.55 และสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค เท่ากับ 0.85 แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

item	p	r	ผลการพิจารณา	item	p	r	ผลการพิจารณา
1	.63	.41	คัดเลือกไว้	26	.59	.55	คัดเลือกไว้
2	.74	.40	คัดเลือกไว้	27	.43	.25	คัดเลือกไว้
3	.73	.43	คัดเลือกไว้	28	.33	.22	คัดเลือกไว้
4	.70	.41	คัดเลือกไว้	29	.73	.50	คัดเลือกไว้
5	.65	.34	คัดเลือกไว้	30	.72	.54	คัดเลือกไว้
6	.77	.38	คัดเลือกไว้	31*	.33	.01	คัดออก
7*	.18	.01	คัดออก	32	.49	.25	คัดเลือกไว้
8	.54	.24	คัดเลือกไว้	33	.43	.34	คัดเลือกไว้
9	.61	.30	คัดเลือกไว้	34	.58	.42	คัดเลือกไว้
10	.60	.44	คัดเลือกไว้	35	.42	.27	คัดเลือกไว้
11*	.32	.02	คัดออก	36	.63	.50	คัดเลือกไว้
12	.69	.33	คัดเลือกไว้	37	.43	.25	คัดเลือกไว้
13*	.32	.07	คัดออก	38	.41	.33	คัดเลือกไว้
14	.43	.23	คัดเลือกไว้	39	.52	.49	คัดเลือกไว้
15	.74	.41	คัดเลือกไว้	40*	.36	.10	คัดออก
16	.72	.32	คัดเลือกไว้	41	.33	.27	คัดเลือกไว้
17	.37	.27	คัดเลือกไว้	42*	.28	.11	คัดออก
18	.48	.26	คัดเลือกไว้	43*	.33	.14	คัดออก
19	.49	.40	คัดเลือกไว้	44	.48	.25	คัดเลือกไว้
20	.33	.21	คัดเลือกไว้	45	.36	.29	คัดเลือกไว้
21	.70	.42	คัดเลือกไว้	46	.43	.36	คัดเลือกไว้
22	.42	.29	คัดเลือกไว้	47	.33	.22	คัดเลือกไว้
23	.61	.53	คัดเลือกไว้	48	.36	.21	คัดเลือกไว้
24	.56	.51	คัดเลือกไว้	49*	.24	-.02	คัดออก
25	.32	.21	คัดเลือกไว้	50	.67	.39	คัดเลือกไว้

p แทนค่าความยากง่าย r แทนค่าอำนาจจำแนก * ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดออก

จากตาราง 1 พบว่า มีข้อที่มีความยากและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ (ความยากอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00) จำนวน 42 ข้อ และข้อที่ไม่มีคุณภาพ คือมีค่าความยากไม่เป็นไปตามเกณฑ์คือ ข้อ 7 และมีค่าอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 8 ข้อ คือ ข้อ 7, 11, 13, 31, 40, 42, 43 และ 49 จึงคัดออกก่อนนำไปวิเคราะห์หองค์ประกอบและตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีการของคอนบราค ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค เท่ากับ 0.85

4. ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis) จากการนำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มาตรวจสอบหาค่า KMO ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.69 ถึง 0.93 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์หองค์ประกอบ (Hair, Black, Babin & Anderson, 2014) และในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบด้วยการหาความเป็นเอกมิติ ด้วยวิธี minimum likelihood การหมุนแกนแบบ Quartimax ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่า ERR ที่คำนวณจากอัตราส่วนของอัตราส่วนของค่าไอเกน (ratio of eigen ratio) โดยใช้ค่าตัวเลขที่ได้จากอัตราส่วนของอัตราส่วนค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 และ 2 กับอัตราส่วนค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 และ 3 โดยมีเกณฑ์การประเมินความเป็นเอกมิติจากค่า ERR มีค่าตั้งแต่ 4 ขึ้นไป แบบสอบนั้นจึงจะมีความเป็นเอกมิติ (สุวิมล ติรกันนท์, 2548) จากการคำนวณ ค่า ERR จากค่า $E_1 = 5.58$, $E_2 = 0.78$ และ $E_3 = 0.62$ ได้ค่า $ERR = 5.57$ แสดงว่า แบบทดสอบมีความเป็นเอกมิติ และเป็นหลักฐานบ่งชี้ว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

5. ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบโดยการนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาตรวจสอบความเป็นเอกมิติอีกครั้งหนึ่ง โดยมีเกณฑ์การพิจารณาจากความสอดคล้องของโมเดลจาก ค่า $P\text{-value} < 0.05$, $\chi^2/df < 2$, $GFI > 0.90$, $AGFI > 0.90$, $MFI > 0.90$, $CFI > 0.90$, $TLI > 0.90$, $RMSEA > 0.05$, $SRMR > 0.05$ (Hair, Black, Babin & Anderson, 2014) พบว่า ค่าสถิติวัดความกลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่า $\chi^2 = 814.007$, $df = 762$, $P\text{-value} = 0.093$, $\chi^2/df = 1.0735$, $GFI = 0.942$, $AGFI = 0.931$, $MFI = 0.958$, $CFI = 0.983$, $TLI = 0.981$, $RMSEA = 0.011$, $SRMR = 0.034$, แสดงว่า แบบทดสอบมีความเป็นเอกมิติ และเป็นหลักฐานบ่งชี้ว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

6. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเขตพื้นที่การศึกษาของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีค่าคะแนนดิบตั้งแต่ 6-40 คะแนน มีช่วงคะแนน T ตั้งแต่ T_{19} ถึง T_{79} แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คะแนนดิบ (X)	คะแนนมาตรฐาน ที่ปกติ (T_N)	คะแนนดิบ (X)	คะแนนมาตรฐาน ที่ปกติ (T_N)	คะแนนดิบ (X)	คะแนนมาตรฐาน ที่ปกติ (T_N)
40	79	27	54	14	40
39	77	26	53	13	38
38	75	25	52	12	36
37	72	24	51	11	34
36	70	23	49	10	32
35	67	22	48	9	30
34	65	21	47	8	26
33	63	20	47	7	23
32	62	19	46	6	19
31	60	18	45		
30	58	17	43		
29	57	16	43		
28	55	15	41		

การสร้างเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน ผู้วิจัยแบ่งระดับคะแนนแต่ละมิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามหลักการแบ่งเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ คือ ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25 (หรือควอไทล์ 1) เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50 (หรือ ควอไทล์ 2) และ เปอร์เซ็นต์ไทล์ 75 (หรือควอไทล์ 3) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งช่วงคะแนน (Clark-Carter, 2005) สามารถแบ่งช่วงคะแนนได้ ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ไทล์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับสูง
2. เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50.00 - เปอร์เซ็นต์ไทล์ 74.99 หมายถึง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
3. เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25.00 - เปอร์เซ็นต์ไทล์ 49.99 หมายถึง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
4. น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25.00 หมายถึง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ

อภิปรายผล

1. ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของแบบทดสอบ โดยการพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับนิยามเนื้อหาและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 50 ข้อ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 50 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงตามเนื้อหาเนื่องจากผู้วิจัยได้ยึดหลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดชนิดและ

รูปแบบของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือกที่มีตัวเลือกเหมาะสมกับระดับชั้นคือชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรจะมี 4 ตัวเลือก โดยศึกษาถึงวิธีเขียนข้อสอบ ก่อนเขียน และตรวจทานให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และ สมประสงค์ เสนารัตน์, 2561) ด้วยเหตุที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักในการสร้างแบบทดสอบ จึงทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงตามเนื้อหา

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ แบบทดสอบ 50 ข้อ ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 42 ข้อ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีข้อสอบจำนวน 8 ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก คือ ข้อ 7, 11, 13, 31, 40, 42, 43, 49 ซึ่งข้อ 7 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเป็นทักษะการสังเกต เนื้อหาไม่ยาก แต่อาจเนื่องมาจากข้อสอบข้อนี้มีค่า IOC ที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าไม่ถึง 1 ส่วนข้อ 49 มีค่าอำนาจจำแนกติดลบ เนื่องจากแบบทดสอบในข้อนี้เป็นเนื้อหาทักษะที่ยากคือทักษะการพยากรณ์ ซึ่งยากเกินไป จึงมีโอกาสนในการเดาสู้ แต่ค่าความยากผ่านเกณฑ์ และข้อ 11, 13, 31, 40, 42, 43 มีค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์คือมีค่าต่ำกว่า 0.20 แต่ค่าความยากผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ซึ่งก็อาจจะเนื่องมาจากเป็นเพราะว่า จุดอ่อนที่สำคัญของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมคือ ค่าสถิติของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ และสถานการณ์ของการทดสอบ ซึ่งการจัดสภาพการสอบของแต่ละโรงเรียนที่ทำการทดสอบอาจแตกต่างกัน ไม่สามารถที่จะทำเหมือนกันได้ทุกโรงเรียนทุกครั้งของการสอบ ประกอบกับในช่วงที่มีการทดสอบเป็นเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่นักเรียนมีการทดสอบในหลาย ๆ เรื่องมากเกินไป จึงอาจทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจทำข้อสอบ เกิดความเหนื่อยล้า จึงส่งผลถึงคะแนนสอบและทำให้ค่าสถิติคลาดเคลื่อนไปได้ในข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) และเนื้อหาของข้อสอบเป็นทักษะที่ยากคือทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบ จึงทำให้ข้อสอบดังกล่าวไม่ผ่านเกณฑ์

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ หาความเป็นเอกมิติ พบค่าไคเอน 5.57 แสดงว่าข้อสอบมีความเป็นเอกมิติ นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน 42 ข้อ มีค่า $\chi^2 = 814.007$, $df = 762$ P-value = 0.093 $\chi^2/df = 1.0735$, GFI = 0.942 AGFI = 0.931, MFI = 0.958 CFI = 0.983, TLI = 0.981, RMSEA = 0.011, SRMR = 0.034, จากค่าของสถิติวัดความกลมกลืนของโมเดล จึงสรุปได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้เนื่องจากการทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันได้มีการตัดแบบทดสอบในข้อที่ค่าพารามิเตอร์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออกไปแล้ว จึงเหลือเฉพาะข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนั้นจึงทำให้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความตรงเชิงโครงสร้าง (Brown, 2006)

4. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเขตพื้นที่การศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติในรูปแบบของคะแนนมาตรฐาน T ปกติ (normalized t-score) เพื่อใช้ในการแปลผลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 พบว่า เกณฑ์ปกติของคะแนนสอบมีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{19} ถึง T_{79} มีค่า

คะแนนดิบ อยู่ระหว่าง 6-40 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดแบ่งเป็น 4 ระดับ โดยใช้เกณฑ์คือ 1) ระดับสูง เปอร์เซ็นไทล์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง มีทักษะการบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับสูง มีค่าคะแนนดิบอยู่ในช่วง 28-40 คะแนน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{55} ถึง T_{79} มีจำนวนนักเรียน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 30.18 2) ระดับค่อนข้างสูง เปอร์เซ็นไทล์ 50.00 - เปอร์เซ็นไทล์ 74.99 หมายถึง มีทักษะการบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าคะแนนดิบอยู่ในช่วง 23-27 คะแนน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{49} ถึง T_{54} มีจำนวนนักเรียน 138 คน คิดเป็นร้อยละ 22.51 3) ระดับค่อนข้างต่ำ เปอร์เซ็นไทล์ 25.00 - เปอร์เซ็นไทล์ 49.99 หมายถึง มีทักษะการบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ มีค่าคะแนนดิบอยู่ในช่วง 16-22 คะแนน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{42} ถึง T_{48} มีจำนวนนักเรียน 151 คน คิดเป็นร้อยละ 24.63 และ 4) ระดับต่ำ น้อยกว่าเปอร์เซ็นไทล์ 25.00 หมายถึง มีทักษะการบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับต่ำ มีค่าคะแนนดิบอยู่ในช่วง 6-15 คะแนน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T_{19} ถึง T_{41} มีจำนวนนักเรียน 139 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.68 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการกระจายคะแนนสูงและต่ำกว่าเกณฑ์ สามารถบอกระดับความสามารถของผู้ตอบได้อย่างครอบคลุม คือตั้งแต่ควรได้รับการพัฒนาจนกระทั่งถึงความสามารถที่สูง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกติเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 613 คน มีการกระจายในรูปโค้งปกติ คือ สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรเนื่องจากมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากพอ มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน และมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดี จึงพิจารณาได้ว่าการสร้างเกณฑ์ปกตินี้สามารถจัดกลุ่มหรือจำแนกผู้เรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่แตกต่างกันได้เป็นอย่างดี ตามทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลในการสร้างแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลสารสนเทศเพื่อการพัฒนาส่งเสริมและแก้ไขปรับปรุงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ในโอกาสต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีคุณภาพเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการทดสอบ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทยระดับประถมศึกษา ตลอดจนสามารถใช้เป็นแบบทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 การนำแบบทดสอบไปใช้ควรดำเนินการตามคำชี้แจงในการสอบอย่างเคร่งครัด เช่น มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมตัวก่อนสอบของนักเรียน วิธีดำเนินการขณะสอบ และวิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาสอบของผู้ดำเนินการสอบ เพื่อให้มีความเที่ยงสูงและเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

1.3 การนำเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นไปใช้ ควรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 เท่านั้น ในพื้นที่อื่นควรมีการสร้างเกณฑ์ปกติในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อเป็นเกณฑ์ปกติในการเปรียบเทียบ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เน้นทักษะการปฏิบัติจริง เพื่อรองรับและพัฒนาไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่เน้นหลักสูตรอิงสมรรถนะที่มีแนวโน้มจะใช้ในพ.ศ. 2565

2.2 ควรมีการศึกษาและสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปฐมวัย เพื่อนำไปใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของเด็กปฐมวัยตามโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยในระดับปฐมวัย

2.3 ควรสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norms) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ประชากรในทุกภูมิภาค และหาคะแนน T ปกติระดับชาติ

เอกสารอ้างอิง

- เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และ สมประสงค์ เสนารัตน์. (2561). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- สุทธิวรรณ พืระศักดิ์โสภณ สุรัชย์ มีชาญ และสมกิจ กิจพูนวงศ์. (2560). *การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ SWUSAT ที่ใช้ในการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิมและทฤษฎีการตอบข้อสอบ*. รายงานวิจัยสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ติรภานนท์. (2548). *การตรวจสอบความเป็นเอกมิติ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- อนงค์ แก่นจันทร์. (2556). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์) ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York, NY, US: The Guilford Press.
- Clark-Carter, D. (2005). Percentiles. In B.S. Everitt & D.C. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, 3, 1539-1540.

- Gross, J. & Ligges, U. (2015). *Package ‘nortest’*. from <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf>. [Retrieved June, 3, 2020].
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis*, (7th ed.) Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Revelle, W. (2020). *Package ‘psych’*. from <https://personality-project.org/r/psych-manual.pdf>. [Retrieved June, 3, 2020].
- Rossee, Y. (2020). *Package ‘lavaan’*. from <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/lavaan.pdf> [Retrieved June, 12, 2020].
- Willse, T. J. (2018). *Package ‘CTT’*. from <https://cran.r-project.org/web/packages/CTT/CCT.pdf>. [Retrieved June, 3, 2020].