

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

Construction of Basic Scientific Process Skills Test of Grade 1 Students

ณัฐพล อยู่เป็นสุข^{1*} และ นฤมล หลายประเสริฐพร¹

Natapon Youpensuk^{1*} and Narumon Laiprasertporn¹

(Received: August 1, 2022; Revised: October 6, 2022; Accepted: October 8, 2022)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดสำโรง (โรงเรียนสิริราษฎร์ราษฎร์ศึกษา) ปีการศึกษา 2564 จำนวน 42 คน จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3 ตัวเลือก การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โดยการหาความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR20)

ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 22 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาและสาขาประถมศึกษา จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีค่าความยากอยู่ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 อยู่ในระดับสูง สามารถนำแบบวัดที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ได้

คำสำคัญ: แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด

¹ อาจารย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ฝ่ายประถมศึกษา กองทุนอุดหนุนงานวิจัย จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ประจำปีงบประมาณ 2565

¹ Lecturer, Science and Technology Learning Strand, Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University, Primary Division

The research was subsidized by The Institute of Research and Development, Suan Sunandha Rajabhat University in Fiscal Year 2022

* Corresponding Author E-mail: Natapon.yo@ssru.ac.th

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop a basic scientific process skills test that was consistent with the indicative behavior of scientific process skills, and 2) to analyze the quality of the basic scientific process skills test, which comprises item difficulty, item discrimination and reliability of the basic science process skills test. The sample comprised 42 grade 1 students of Hiranrat Phakdi Wittaya School in Nonthaburi Province, obtained through purposive sampling. The instrument was a 3-choice basic science process skills test. The data analysis followed the item analysis method according to classical test theories, by using Kuder-Richardson Method (KR20), to find content validity, item difficulty, item discrimination and reliability.

The results were as follows: The 22 items of the basic science process skills test had the index of consistency (IOC) with the indicative behavior of scientific process skills between 0.67 to 1.00, assessed by 3 experts in science education and primary education. Then, the test was tried out with the target group. The tryout yielded the item difficulty ranging from 0.20 to 0.80, item discrimination ranging from 0.20 to 0.60 and the total reliability was 0.78, which was in the high level. So, the test could be used to measure basic science process skills of grade 1 students.

Keywords: basic scientific process skills test, test quality analysis

บทนำ

วิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันถือเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งพัฒนา ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกด้านเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รวดเร็วรุนแรง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) สนับสนุนให้มีการพัฒนาวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาคนให้เป็นคนที่สมบูรณ์ในทุกช่วงวัย โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้ การพัฒนาทักษะ (National Economic and Social Development Council, 2017) ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และฉบับที่ 3 พ.ศ.2553 ในหมวดที่ 4 มาตรา 23 วรรค 2 ว่าด้วยแนวการจัดการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเต็มศักยภาพในการจัดการศึกษาทุกระดับ (Office of the Education Council, 2017) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ที่เหมาะสมกับระดับชั้น (Ministry of Education, 2008) ซึ่งทักษะสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ คือ ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝน ความนึกคิดอย่างมีระบบ ก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2011) ผู้สอนจำเป็นจะต้องพัฒนาผู้เรียนให้รู้ขั้นตอนการคิด การค้นคว้า สังเกต ทดลอง และสรุปผล (Yousathaporn, 2008) ปลุกฝังนักเรียนให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีทักษะพื้นฐาน 13 ทักษะแก่ผู้เรียน (American Association for the Advancement of Science, 1989)

สำหรับในระดับประถมศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นส่วนสำคัญในการสืบเสาะเพื่อให้เกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นพื้นฐานที่ควรส่งเสริมตั้งแต่ระดับปฐมวัยและสอดแทรกเข้ากับกิจกรรมในห้องเรียน ซึ่งการที่ได้ฝึกให้เด็กได้รับประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอจะเป็นการปลุกฝังให้เด็กเป็นคนที่มีเหตุผลและรู้จักแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่บุคคลพึงจะมี (Jarepornthip, 2007) และ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology : IPST (2011) ได้กำหนดกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พ.ศ. 2546 ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้กับเด็กในระดับปฐมวัยอย่างน้อย 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น และการพยากรณ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการหรือความสามารถที่สำคัญที่ใช้ในการหาคำตอบ หรือศึกษาเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ผู้ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ และควรฝึกฝนตั้งแต่ระดับเด็กปฐมวัย (Dahsah & Seete, 2017) มาจนถึงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงชั้นที่มีระดับพัฒนาการต่อมาจากระดับปฐมวัยก็ควรจะมีการส่งเสริมพัฒนาารวมถึงมีการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่คุณครูสอนวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญในการที่จะตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนเพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (Pruekpramool, 2014) ซึ่งในการวัดความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน จึงมีความจำเป็นจะต้องสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยมากครูผู้สอนจะนิยมพัฒนาแบบวัดที่มีตัวเลือกกำหนดให้ตอบ เนื่องจากสะดวกทั้งวิธีการตรวจประเมินคะแนนและการนำผลไปวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด (Jaratsutthisorn, 2002) แบบวัดที่มีคุณภาพจำเป็นจะต้องมี 4 คุณสมบัติ ได้แก่ ความเที่ยงตรง (validity) ความเชื่อมั่น (reliability) ความยาก (difficulty) และอำนาจจำแนก (discrimination) (National Research Council of Thailand, 2015; Miller, 2013) ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบวัดในลักษณะเลือกตอบ 3 ตัวเลือกเนื่องจากเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพตาม 4 คุณสมบัติข้างต้นหรือไม่

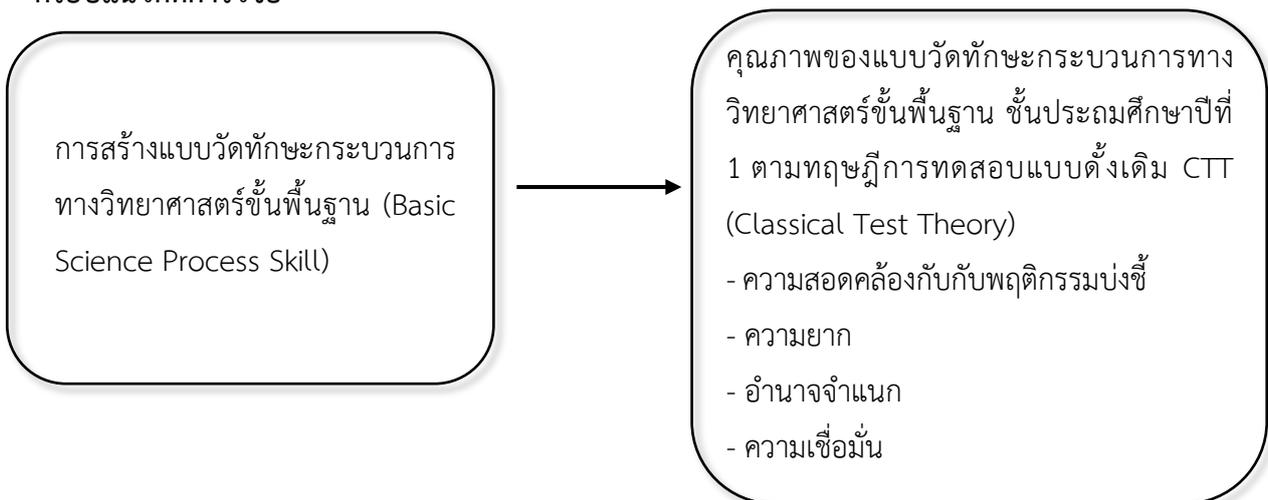
การสร้างแบบวัดให้มีคุณภาพ จะต้องมีการบวนการขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ซึ่งผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดหรือการพิจารณาว่าข้อคำถามมีคุณภาพใช้ได้หรือไม่นั้น มีการจำแนกเป็น 2 ลักษณะคือการวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อและการวิเคราะห์ทั้งฉบับ การวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อจะพิจารณาถึง ความยาก (difficulty) และอำนาจจำแนก (discrimination) ว่าเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่ ส่วนการวิเคราะห์ทั้งฉบับเพื่อพิจารณาว่าแบบวัดมีความตรง (validity) และความเชื่อมั่น (reliability) มากน้อยเพียงใด (Peerasaksophon et al, 2017)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างและวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีคุณภาพด้านความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นที่เหมาะสมสามารถระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

- 1) เพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดสำโรง (โรงเรียนสิริบูรพาภิบาล) ปีการศึกษา 2564 จำนวน 42 คน เนื่องจากแบบวัดทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปใช้ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ดำเนินการพัฒนานักเรียนที่ยึดในปรัชญาพัฒนาการนิยม (progressivism) ส่งผลให้แต่ละชั้นเรียนมีการคละนักเรียนที่เก่ง กลาง และอ่อนอยู่ด้วยกัน จึงสอดคล้องกับบริบทการคละระดับความสามารถของโรงเรียนวัดสำโรง (โรงเรียนที่รัฐราษฎร์ภักดีวิทยา) ผู้วิจัยจึงเลือกโรงเรียนดังกล่าวเป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ออกเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill)

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล คือ เพื่อวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

2.2 ศึกษาความหมาย นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) จากเอกสารที่เกี่ยวข้องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพื่อความเข้าใจในนิยาม ความหมาย กระทั่งสามารถกำหนดสมรรถนะหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการจะวัด ซึ่งจะต้องสอดคล้องกระบวนการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตามแนวทางของ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) (2011) ดังนี้

- ทักษะการสังเกต (observing) คือ การใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวสัมผัส เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ลักษณะ รายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

- ทักษะการวัด (measuring) คือ การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการชั่ง ตวง และวัดเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นลักษณะข้อมูลที่เป็นเชิงปริมาณ

- ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข (using number) คือ การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ หรือระบุปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่กำลังศึกษารวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น

- ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) คือ การจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

- ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (using space/time relationships) คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่งหรือมิติของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป

- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) คือ การนำข้อมูลที่ได้มาจากการรวบรวมข้อมูล มาจัดกระทำใหม่เพื่อนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย

- ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) คือ การอธิบายเพิ่มเติมความคิดเห็นกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม

- ทักษะการพยากรณ์ (predicting) คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

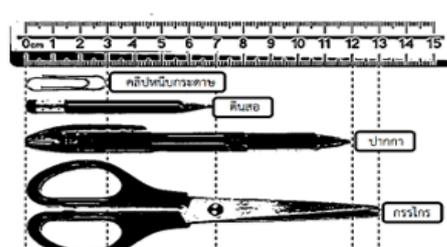
1.3 ลงมือสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) เป็น แบบทดสอบปรนัยมีลักษณะเป็นเชิงสถานการณ์ 3 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ โดยแบ่งอัตราส่วนจำนวนข้อตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนข้อสอบจำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	จำนวน (ข้อ)
ทักษะการสังเกต	4
ทักษะการวัด	6
ทักษะการจำแนกประเภท	4
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส	4
ทักษะการคำนวณ	6
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	4
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	6
ทักษะการพยากรณ์	6
ทั้งหมด	40

***เกณฑ์การให้คะแนนเป็น คือ 1 และ 0

ทักษะการสังเกต (Observing skill)
A) ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการดมกลิ่น
ก. คุณครูใส่เสื้อสีชมพู
ข. คุณครูมีผิวหน้าเรียบเนียน
ค. คุณครูใช้น้ำหอมกลิ่นกุหลาบ

ทักษะการวัด (Measuring skill)

B) จากภาพ อุปกรณ์ชนิดใด ยาวมากที่สุด
ก. ปากกา ข. กรรไกร ค. ดินสอ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships skill)
ตารางผลการแข่งขันกีฬา ประเภทวิ่งระยะทาง 100 เมตร มีดังนี้

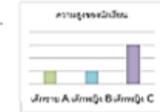
นักกีฬา	เวลาที่ใช้วิ่ง (วินาที)
สิมตง	15
สิงเหียง	13
สิชิว	11
สิลา	16

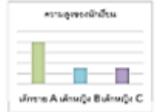
C) นักกีฬาสิตง วิ่งเข้าเส้นชัยมาเป็นอันดับที่ 3
ก. นักกีฬาสิลา ข. นักกีฬาสิเหียง ค. นักกีฬาสิตง

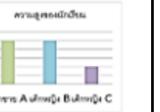
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication skill)
D) ทักษะการจัดกระทำข้อมูลความสูงของนักเรียนต่อไปนี้

เด็กชาย A สูงกว่า เด็กหญิง B
เด็กหญิง B สูงเท่ากับ เด็กหญิง C

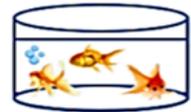
การนำเสนอข้อมูลในข้อใดถูกต้อง

ก. 

ข. 

ค. 

ทักษะการพยากรณ์ (Predicting skill)
E) การทดลองเลี้ยงปลา 3 ตัวในตู้ปลาที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยให้อาหารเท่ากันทุกวัน ดังรูป



ปลาตู้ที่ 1 เบ็ดผ่า



ปลาตู้ที่ 2 เบ็ดผ่า

จากการทดลอง ข้อใดคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นใน 3 สัปดาห์ข้างหน้าได้ถูกต้อง

ก. ตู้ปลาทั้ง 2 ตู้มีซีวิตรอด
ข. ปลาตู้ที่ 1 มีซีวิตรอดและปลาตู้ที่ 2 ตาย
ค. ปลาตู้ที่ 1 ตายและปลาตู้ที่ 2 มีซีวิตรอด

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างแบบวัด ข้อคำถาม ตัวเลือกแยกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

เฉลย A) ก. B) ข. C) ค. D) ข. E) ข.

skill) เป็นแบบทดสอบปรนัยมีลักษณะเป็นเชิงสถานการณ์ 3 ตัวเลือก ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้

- 1) อาจารย์สถาบันอุดมศึกษาเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้/การประเมินทางวิทยาศาสตร์ศึกษา
- 2) อาจารย์สถาบันอุดมศึกษาเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้/การประเมินผลระดับประถมศึกษา
- 3) ครูผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้อง ความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill)

1.5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill)

2.1 กำหนดหัวข้อสำหรับการประเมินตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) โดยมีหัวข้อดังนี้ ค่าความยาก (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (KR20)

2.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) กับกลุ่มเป้าหมาย

2.3 วิเคราะห์แปลผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill)



ภาพ 3 กระบวนการพัฒนาและประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills test)

3.1 ขอเอกสารอนุญาตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อดำเนินการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยประสานกับทางโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขอความร่วมมือในการรวบรวม โดยให้โรงเรียนนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไปสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.2 ครูประจำชั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไปทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยอธิบายคำชี้แจงการทำข้อสอบ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยนักเรียนระบายคำตอบลงในกระดาษคำตอบแบบเลือกตอบ เมื่อหมดเวลาสอบ ครูประจำชั้นเก็บแบบทดสอบทันที โดยผู้วิจัยออกนิเทศติดตามการสอบที่โรงเรียนกลุ่มเป้าหมายพร้อมทั้งเก็บรวบรวมแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนเพื่อนำไปวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหามีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Rovinelli & Hambleton, 1977)

4.2 การหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านความยาก โดยพิจารณารายข้อมีเกณฑ์การแปลผลค่าความยาก ดังตาราง 2 ซึ่งการคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพ ควรเลือกค่าความยาก อยู่ตั้งแต่ 0.20 – 0.80

ตาราง 2 เกณฑ์การแปลผลค่าความยากของแบบวัด (Saiyod & Saiyod, 2004)

ค่าความยาก	การแปลผล
0.00 – 0.09	ยากมาก
0.10 – 0.19	ยาก
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
0.40 – 0.60	ปานกลาง
0.61 – 0.80	ค่อนข้างง่าย
0.81 – 0.90	ง่าย
0.91 – 1.00	ง่ายมาก

3. การหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านอำนาจจำแนก โดยพิจารณารายข้อมีเกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนก (Ebel, 1978) ดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.40	ดีมาก
0.30 – 0.39	ดี
0.20 – 0.29	พอใช้ ปรับปรุงตัวเลือก
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.19	ต่ำ ควรตัดทิ้ง

4. การหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน มีเกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่น (Ebel, 1972) ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด

ค่าความเชื่อมั่น	การแปลผล
0.01 – 0.40	ความเชื่อมั่นระดับต่ำ
0.41 – 0.70	ความเชื่อมั่นระดับปานกลาง
0.71 – 0.90	ความเชื่อมั่นระดับสูง
0.90 – 1.00	ความเชื่อมั่นระดับสูงมาก

ผลการวิจัย

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจำนวน 22 ข้อ สรุปเป็นรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 5 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพจำนวน 22 ข้อ สรุปเป็นรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนที่สร้างขึ้น (ข้อ)	จำนวนที่มีคุณภาพ (ข้อ)
1. ทักษะการสังเกต (Observing)	4	2
2. ทักษะการวัด (Measuring)	6	3
3. ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Number)	6	4
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)	4	2
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships)	4	2
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)	4	2
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)	6	3
8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)	6	4
รวม	40	22

2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมจำนวน 33 ข้อ ซึ่งมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 – 1.00 และผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนก พบว่า มีข้อคำถามที่มีคุณภาพ จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.60 โดยมีข้อคำถามที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ 7 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละทักษะ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัด

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความเที่ยงตรง		ความยาก		อำนาจจำแนก	
		IOC	แปลผล	p	แปลผล	r	แปลผล
1. ทักษะการสังเกต	1	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	2	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	3	1.00	สอดคล้อง	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
	4	1.00	สอดคล้อง	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
2. ทักษะการวัด	5	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	6	1.00	สอดคล้อง	0.86	ง่าย	0.10	ต่ำ
	7	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	8	1.00	สอดคล้อง	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.43	ดีมาก
	9	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
	10	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.38	ดี
3. ทักษะการใช้ตัวเลข	11	0.67	สอดคล้อง	0.86	ง่าย	0.18	ต่ำ
	12	0.67	สอดคล้อง	0.86	ง่าย	0.18	ต่ำ
	13	0.67	สอดคล้อง	0.20	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้
	14	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.34	ดี
	15	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.34	ดี
	16	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
4. ทักษะการจำแนก ประเภท	17	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	18	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
	19	1.00	สอดคล้อง	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
	20	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
5. ทักษะการหา ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปชและสเปช กับเวลา	21	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	22	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	23	1.00	สอดคล้อง	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก
	24	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
6. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล	25	0.67	สอดคล้อง	0.12	ยาก	0.08	ต่ำ
	26	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	27	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
	28	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
7. ทักษะการลงความ คิดเห็นจากข้อมูล	29	1.00	สอดคล้อง	0.57	ปานกลาง	0.30	ดี
	30	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	31	0.67	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
	32	0.33	ไม่สอดคล้อง	-	-	-	-
	33	1.00	สอดคล้อง	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
	34	0.67	สอดคล้อง	0.86	ง่าย	0.01	ต่ำ

ตาราง 6 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความเที่ยงตรง		ความยาก		อำนาจจำแนก	
		IOC	แปลผล	p	แปลผล	r	แปลผล
8. ทักษะการพยากรณ์	35	1.00	สอดคล้อง	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี
	36	1.00	สอดคล้อง	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
	37	1.00	สอดคล้อง	0.90	ง่าย	0.06	ต่ำ
	38	0.67	สอดคล้อง	0.90	ง่าย	0.06	ต่ำ
	39	1.00	สอดคล้อง	0.52	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	40	1.00	สอดคล้อง	0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	ดี

2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นภายในทั้งฉบับ (KR20) เท่ากับ 0.78 หมายความว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

อภิปรายผล

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 – 1.00 จำนวน 33 ข้อ โดยข้อคำถามในแบบวัดมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ เนื่องจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้เรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบข้อคำถาม ไม่ใช่เพื่อวัดความรู้ ความจำ และการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบวัดรูปแบบเขียนตอบหรือ ปฏิบัติการเท่านั้น สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (multiple-choice) ได้ (Pruekpramool, 2014) ซึ่งผู้วิจัยยึดหลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบวัด โดยกำหนดจุดมุ่งหมาย ชนิดรูปแบบของแบบวัด ซึ่งแบบวัดฉบับนี้เป็นรูปแบบเลือกตอบ (multiple-choice) หลายตัวเลือกที่มีตัวเลือกเหมาะสม (Panjanghan, 2021) และซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นนี้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้ง 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการคำนวณ (using numbers) ทักษะการ จำแนกประเภท (classifying) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล (communication) ทักษะการพยากรณ์ (predicting) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) โดยผู้วิจัยศึกษาถึงวิธีเขียนข้อสอบ และตรวจทานให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน (Senarat & Senarat, 2018) ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ตามที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามหลักในการสร้างแบบวัดจึงทำให้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น จึงมีความ สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills)

2. ข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 33 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพ 7 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 6, 11, 12, 25, 34, 37 และ 38 ซึ่งข้อที่ 25 จัดเป็นข้อคำถามที่ยากเกินไปโดยวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล โดยตัวข้อคำถามเป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของผีเสื้อ เพื่อให้ นักเรียนเลือกวิธีการ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล แต่เมื่อผู้วิจัยตรวจสอบตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) พบว่า ตัวชี้วัดเกี่ยวกับเรื่อง วัฏจักรชีวิตของสัตว์นั้นอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จึงส่งผลทำข้อคำถามที่ 25 มีความยากเกินไปสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับความรู้และช่วงวัยของผู้ถูกประเมินเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สร้างแบบวัดจะต้องคำนึงถึง ประกอบกับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลเป็นเนื้อหาข้อสอบของทักษะที่ยาก จึงทำให้ข้อสอบดังกล่าวไม่ผ่านเกณฑ์ (Panjanghan, 2021) สำหรับข้อที่ 6, 11, 12, 34, 37 และ 38 เป็นข้อคำถามที่ง่ายเกินไปและไม่มีอำนาจจำแนก เนื่องจากข้อคำถามมีเนื้อหาซึ่งนักเรียนทุกคนต้องทราบ ผวนกับการสร้างตัวลวงผิดชัดเจนเกินไป (Lekhakula, 2014) จึงทำให้ข้อคำถามทั้ง 6 ข้อที่วัดในทักษะการวัด, ทักษะการใช้ตัวเลข, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) จึงสรุปได้ว่าการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดรายข้อ มีข้อคำถามที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 22 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.50 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ตั้งแต่ 0.20 - 0.60 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีคุณภาพที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการทดสอบ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 และสามารถใช้เป็นแบบวัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเครือสาธิตที่ห้องเรียนมีนักเรียนเก่ง กลาง และอ่อน

1.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ควรใช้เมื่อเสร็จสิ้นปีการศึกษา เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึงคือความสามารถในการอ่านของนักเรียน ซึ่งครูควรจะอ่านข้อคำถามและตัวเลือกในแบบวัดให้นักเรียนเพื่อข้อมูลให้มีความเที่ยงตรงสูงและเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่อิงเนื้อหาตามตัวชี้วัดที่ร้อยเรียงเป็นหน่วยการเรียนรู้ของหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อสร้างข้อคำถามและตัวเลือกในแบบวัดที่สอดคล้องกับช่วงวัยและเนื้อหาบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ควรมีการศึกษาและสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับประถมศึกษาในลักษณะแบบวัดปรนัยเลือกตอบร่วมกับเครื่องมือการประเมินอื่น ๆ เช่น แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

References

- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans: Project 2061*. The American Association for the Advancement of Science, Inc.
- Ebel, R.L. (1972). Why is longer test usually a more reliable test?. *Educational and Psychological Measurement, 23*, 249-253.
- Ebel, R.L. (1978). *Essential of Educational Measurement* (3rd ed.). Prentice-Hall, Inc.
- Miller, M.J. (2013). *Reliability and Validity*.
http://michaeljmillerphd.com/res500_lecturenotes/reliability_and_validity.pdf
- Rovinelli, R.J., & Hambleton, R.K. (1977). *On the Use Content Specialists in the Assessment of Criteria Reference Test Item Validity*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED121845.pdf>

Translate Thai References

- Dahsah, C., & Seetee, N. (2017). Enhancing science process skills in early childhood years through inquiry cycle model. *Journal of Education Naresuan University, 19*(3), 343 – 355. (in Thai)
- Jaratsutthisorn, C. (2002). *Development of scoring rules of Integrated science process skill* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Jarenpornthip, A. (2007). *Effects of Project Approach Experiences on Science Process Skills of Young Children* [Master's thesis]. Prince of Songkla University Knowledge Bank.
<http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6361> (in Thai)
- Lekhakula, A. (2014). *Multiple choice question*. PSU Medical Education Resources.
https://des.cda.or.th/home/DownloadFiles?fileName=MCQ_Arnupa.pdf (in Thai)
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. (in Thai)
- National Economic and Social Development Council. (2017). *National Economic and Social Development Plan No.12 (B.E. 2560-2564)*.
https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422 (in Thai)
- National Research Council of Thailand. (2015). *National Policy and Guidelines for Human Research*. Chulalongkorn University Printing House (in Thai)
- Office of the Education Council. (2017). *National Education Plan B.E.2560-2579*. Prigwhan graphics. (in Thai)

- Panjanghan, M. (2021). Development of Basic Science Process Skills Test of Grade 6 students. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University, 27(2)*, 221 – 235. (in Thai)
- Peerasaksophon, S., Meechan, S., & Kitpoonwong, S. (2017). *Study of the quality of the test SWUSAT used to select people to study in Srinakharinwirot University analysis by using conventional standard test theory and test answer theory*. Educational and Psychological Test Bureau. (in Thai)
- Pruekpramool, C. (2014). Assessing Science Process Skills. *Suthiparithat Journal, 28(86)*, 352-364. (in Thai)
- Saiyod, L., & Saiyod, A. (2004). *Techniques of Educational Measurement* (3rd ed.). Academic Promotion Center Publishing. (in Thai)
- Senarat, B., & Senarat, S. (2018). *Principles of educational measurement and evaluation* (4th ed.). Apichat printing. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2011). *Framework and manual for early childhood science learning*. <http://earlychildhood.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/25/2014/09/Science-Framework-for-ECE.pdf> (in Thai)
- Yousathaporn, R. (2008). *Techniques and teaching methods in primary school*. Chulalongkorn University. (in Thai)