

การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตอนปลายด้วยการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

A STUDY OF PRIMARY STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS GROWTH USING VERTICAL EQUATING ITEM RESPONSE THEORY

สุพักตราพรรณ สุวรรณศรี¹ อ.ดร.พนิดา ศกุนตนา² ผศ.ดร.สุรัชย์ มีชาญ³

สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,800 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในวิจัยเป็นแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับชั้นละ 25 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น 5 ข้อ วิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติบรรยาย ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบสอบร่วมและประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคนด้วยโปรแกรม BILOG สำหรับประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนพิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนและค่าดัชนีความแตกต่างเพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน และคำนวณหาอัตราพัฒนาการเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ พบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับต่ำ และค่าดัชนีความแตกต่างของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

2. ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่านักเรียนระดับชั้น ป.4.เมื่อขึ้น ป.5.มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน นักเรียนระดับชั้น ป.5. เมื่อขึ้น ป.6. มีอัตราพัฒนาการ 0.03 คะแนน

คำสำคัญ การปรับเทียบคะแนน, ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this study were 1) To study the efficiency of the science process skills of Prathomsuksa 4-6 students by vertical equating combining IRT by the 3-parameter logistic 2) To study the growth of the science process skills of Prathomsuksa 4-6 students.

The samples used in this study were 1,800 students in Prathomsuksa 4-6 in Bangkok by two - stage random sampling. The tools used in this study were 4 multiple choice the science process skills test for Prathomsuksa 4-6 students which have 25 items in each level. Analyze scientific process skill scores with descriptive statistics. Estimate the test parameters in internal anchor test and estimate the competency of each examiner with the BILOG program. For the Efficiency of equating. The standard error of the equating and the discrepancy comparison to determine the adequacy of equating and calculate the growth rate to study the trend of change in average of Prathomsuksa 4-6 students.

The results were as follows :

1. The efficiency of the science process skills of Prathomsuksa 4-6 students by vertical equating combining IRT by the 3-parameter logistic found that the standard error of the equating was low and the discrepancy comparison was very satisfactory.

2 The growth of the science process skills of Prathomsuksa 4-6 students found that the growth rate on Prathomsuksa 4 to 5 was 0.11 and Prathomsuksa 5 to 6 was 0.03.

Key words : test Equating, the vertical equating IRT by the 3-parameter logistic, science process skills

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า หลายประเทศมีการเตรียมกำลังด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นการรองรับโลกศตวรรษที่ 21 วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในด้านการดำรงชีวิตประจำวันและในด้านการประกอบอาชีพต่างๆ อุปกรณ์ เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งปัจจุบันถือได้ว่าเป็นโลกของเทคโนโลยีที่วิทยาศาสตร์มีผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตทั้งของบุคคลและสังคม ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสังคมที่สะท้อนให้เห็นว่าบุคคลในสังคมเป็นผู้ที่รู้จักคิด ใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหา และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ตัวนักเรียน จึงเป็นจุดมุ่งหมายหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (intellectual skills) จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ทักษะที่นักเรียนในชั้นประถมศึกษาต้องได้รับการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 แต่จากข้อมูลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน ว 8.1 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 37.55 จากคะแนนเต็ม 100 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ต้องปรับปรุงเร่งด่วน เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่า 50 (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558) ดังนั้นทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะที่ 6-8 ซึ่งเป็นทักษะการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งข้อมูลมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ จึงเป็นทักษะที่เหมาะสมในการศึกษาพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และเมื่อผู้เรียนเปลี่ยนระดับชั้นที่สูงขึ้นก็จะมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

การวิจัยเชิงพัฒนาการเป็นการศึกษาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการที่เกิดขึ้น ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2545) ได้แบ่งงานวิจัยในกลุ่มพัฒนาการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การศึกษาระยะยาวเป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันในช่วงเวลาต่างกัน และการศึกษาภาคตัดขวางเป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างต่างๆ กัน หลายกลุ่มที่เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงพัฒนาการขณะใดขณะหนึ่ง ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการศึกษาพัฒนาการในระดับชั้น เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ดังนั้นการศึกษาระยะยาวอาจไม่เหมาะสม ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าวการศึกษาภาคตัดขวางน่าจะเหมาะสมกว่าในด้านความรวดเร็วและในการรู้ผลการวิจัย ดังนั้นในการศึกษาพัฒนาการควรใช้วิธีการที่เรียกว่า การปรับเทียบแนวตั้ง (vertical equating) ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกัน แต่ต่างฉบับต่าง มุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของ ฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกัน โดยรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการปรับเทียบมีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบ ผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบสอบรวมนี้อาจช่วยลดความลำเอียงในการเทียบคะแนนที่มีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ ผิดฝน ความเมื่อยล้า และความแตกต่างของระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ รูปแบบนี้จึงได้เปรียบ เหนือกว่ารูปแบบอื่น (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555) สำหรับวิธีการที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนตามแนวทฤษฎี การทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้คะแนนดิบมาปรับเทียบคะแนนดิบ (raw score) มีจุดอ่อนทั้งในด้านความเสมอภาค ความสมมาตร และความไม่ผันแปรตามกลุ่ม ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยวิธีการปรับเทียบคะแนน ตามแนวทางทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ถ้ามีการเลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (item response models) ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูล (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 อ้างอิงจาก Kolen. 1981)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีปรับเทียบ แนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ โดยจัดให้มีแบบสอบรวมภายใน และนำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยจัดให้มีแบบสอบรวมภายใน ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบสอบรวมจะนำมาใช้ในการปรับเทียบ คะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่างระดับชั้นให้อยู่ในสเกลเดียวกัน ซึ่งจะให้เห็นพัฒนาการ ที่ต่อเนื่องของแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจน ซึ่งทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีที่ประมาณค่าความสามารถ ของนักเรียนได้ดีกว่าทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ซึ่งจะช่วยให้การศึกษาพัฒนาการมีความคลาดเคลื่อนลดลง สารสนเทศที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งใน ระดับสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และในระดับประเทศ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและช่วยยกระดับการศึกษาของไทยให้มีมาตรฐานดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยปรับเทียบคะแนนแนวตั้งแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 106,615 คน ประกอบด้วยนักเรียน ป.4 จำนวน 34,784 คน นักเรียน ป.5 จำนวน 36,633 คน และนักเรียน ป.6 จำนวน 35,234 คน (สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร. 2560)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,800 คน ประกอบด้วย 1) นักเรียนกลุ่มปรับเทียบ ระดับชั้น ป.4 จำนวน 300 คน ระดับชั้น ป.5 จำนวน 300 คน และระดับชั้น ป.6 จำนวน 280 คน รวม 880 คน 2) นักเรียนกลุ่มทวนผล ระดับชั้นละ 120 คน รวม 360 คน และ 3) นักเรียนกลุ่มศึกษาพัฒนาการ ระดับชั้นละ 480 คน รวม 1,440 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (two-stage random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับชั้นละ 25 ข้อ โดยมีข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้น 5 ข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือพบว่าแบบสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.25-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.57

การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์แบบสอบ โดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับก่อนปรับเทียบคะแนน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างตารางปรับเทียบคะแนน โดยใช้ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

2.1 ประเมินค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบสอบรวมและประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคนด้วยโปรแกรม BILOG

2.2 ปรับค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ให้สมมูลกัน โดยใช้หลักปรับเทียบเชิงเส้นตรง ดังนี้

$$\theta_{ij} = \frac{a_i}{a_j} \theta_i + b_j - \frac{a_i}{a_j} b_i$$

เมื่อ θ_{ij} เป็น ค่าความสามารถที่ปรับแล้วของนักเรียนระดับชั้น i ที่ปรับมาอยู่ระดับชั้น j

θ_i เป็น ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น i

a_i เป็น ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับชั้น i

a_j เป็น ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับชั้น j

b_i เป็น ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับชั้น i

b_j เป็น ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับชั้น j

2.3 ปรับเทียบระดับความสามารถของผู้สอบโดยใช้การปรับเทียบตามวิธีทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนน

3.1 ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนน พิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน

3.1.1 หาความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน โดยใช้สูตร

$$E = |x_j - x_j^*|$$

เมื่อ E แทน ค่าความคลาดเคลื่อน

X_j แทน คะแนนของแบบสอบชุดที่ j ที่ได้จากการสอบ

X_j^* แทน คะแนนของแบบสอบชุดที่ j ที่ได้จากตารางปรับเทียบคะแนน

3.1.2 หาคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนโดยใช้สูตร

$$SEE = \frac{S_e}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ SEE แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

S_e แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทวนผล

3.2 หาค่าดัชนีความแตกต่าง (discrepancy comparison: C) เพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน โดยใช้สูตร Petersen และคณะ (พัชรี จันทรพิงษ์. 2547; อ้างอิงจาก Petersen และคณะ. 1982) ดังนี้

$$C = \frac{\sum (X_{ij} - X_{kij}^*)^2}{nS_{xi}^2}$$

เมื่อ C แทน ค่าดัชนีความแตกต่างในการปรับเทียบคะแนน

X_{ij} แทน คะแนนจากแบบสอบฉบับ i ของนักเรียนคนที่ j

X_{kij}^* แทน คะแนนจากแบบสอบฉบับ k ปรับเทียบไปเป็นคะแนนแบบสอบฉบับที่ i โดยใช้ตารางปรับเทียบคะแนนของนักเรียนคนที่ j

n แทน จำนวนในกลุ่มตัวอย่างสอบทวนผล

S_{xi}^2 แทน ความแปรปรวนคะแนนจากแบบสอบฉบับ i

การตัดสินความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ประเมินจากค่าดัชนีความแตกต่างกับเกณฑ์การยอมรับของ Petersen และคณะ (พัชรี จันทรพิงษ์. 2547; อ้างอิงจาก Petersen และคณะ. 1982) ดังนี้

	C	≤	$(0.05 S_x)^2$	หมายถึง	ระดับน่าพอใจมาก	
$(0.05 S_x)^2$	<	C	≤	$(0.10 S_x)^2$	หมายถึง	ระดับน่าพอใจ
$(0.10 S_x)^2$	<	C	≤	$(0.15 S_x)^2$	หมายถึง	ระดับปานกลาง
$(0.15 S_x)^2$	<	C	≤	$(0.20 S_x)^2$	หมายถึง	ระดับไม่น่าพอใจ
$(0.20 S_x)^2$	<	C			หมายถึง	ระดับไม่น่าพอใจมาก

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยศึกษาจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ภายหลังจากการแปลงคะแนนระดับชั้น ป.5 ไปสเกลเดียวกันกับคะแนนความสามารถ

ระดับชั้น ป.4 และ ป.6 การวิเคราะห์ข้อมูลจะศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ระดับชั้น โดยภาพรวมดังนี้

4.1 แปลงคะแนนระดับชั้น ป.4 ป.5 และ ป.6 โดยใช้ตารางเปรียบเทียบคะแนน

4.2 คำนวณค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนภายหลังการปรับเทียบคะแนนที่นักเรียนแต่ละระดับชั้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

4.3 คำนวณหาค่าอัตราพัฒนาการเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยใช้สูตรดังนี้

$$X_{45} = \frac{X_5 - X_4}{MAX - X_4}$$

$$X_{56} = \frac{X_6 - X_5}{MAX - X_5}$$

เมื่อ	X_{45}	แทน	อัตราพัฒนาการของนักเรียน ป.4 เมื่อขึ้น ป.5
	X_{56}	แทน	อัตราพัฒนาการของนักเรียน ป.5 เมื่อขึ้น ป.6
	X_4	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.4
	X_5	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.5
	X_6	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.6

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับ

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 23 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.846 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.284 คะแนน นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 23 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.572 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.168 คะแนน และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 24 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.674 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.640 คะแนน เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าคะแนนเฉลี่ยค่ามัธยฐาน ฐานนิยมของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าระดับความยากง่ายของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ค่อนข้างไปทางง่าย

2. ผลการสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนน ผู้วิจัยนำค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละฉบับด้วยโปรแกรม BILOG 3.0 โดยใช้รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อ คือ ค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าการเดา (c) และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) เพื่อแปลงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแต่ละระดับชั้นให้อยู่ในสเกลเดียวกัน โดยใช้สมการแปลงค่าความสามารถ ดังนี้

$$\begin{aligned}\theta_{54} &= 0.988 \theta_5 + 0.500 \\ \theta_{56} &= 1.082 \theta_5 + (-0.198)\end{aligned}$$

สมการทั้ง 2 สมการข้างต้นใช้ในการปรับค่าความสามารถของนักเรียน 3 ระดับชั้น คือ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ให้อยู่ในสเกล (scale) เดียวกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยนำค่าความสามารถ θ ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นไปเทียบค่าคะแนนดิบในแต่ละระดับความสามารถเพื่อปรับเทียบระดับความสามารถของนักเรียนจากระดับชั้นหนึ่งไปอีกระดับชั้นหนึ่งในรูปของคะแนนดิบ

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนน พิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนและค่าดัชนีความแตกต่างเพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน

3.1 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน พบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X^*_{45}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.123 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.950 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.086 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X^*_{46}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.333 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.096 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.097

คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X^*_{54}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.716 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.291 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.117 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X^*_{56}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.200 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.495 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.045

คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X^*_{64}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.616 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.291 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.117 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X^*_{65}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.216 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.488 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.044

เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในรูปแบบการแปลงคะแนนทั้งหมดของทุกระดับชั้นมีค่าเท่ากับ 1.034 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.935 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนมีค่าเท่ากับ 0.084 รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน

เงื่อนไขการแปลงคะแนน	n	\bar{X}_E	S_E	SEE
X_{45}^*	120	1.123	0.950	0.086
X_{46}^*	120	1.333	1.096	0.097
X_{54}^*	120	1.716	1.291	0.117
X_{56}^*	120	0.200	0.495	0.045
X_{64}^*	120	1.616	1.291	0.117
X_{65}^*	120	0.216	0.488	0.044
รวมเงื่อนไขการแปลงคะแนน ทั้งหมดของทุกระดับชั้น	720	1.034	0.935	0.084

3.2 ผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน พบว่าค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.5 และ ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าเท่ากับ 0.127 และ 0.190 ให้ความเพียงพอของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจและน่าพอใจมาก ตามลำดับ

ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.4 และ ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่าเท่ากับ 0.114 และ 0.012 ตามลำดับ ให้ความเพียงพอของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.4 และ ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่า และ 0.0950.011 ตามลำดับ ให้ความเพียงพอของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก ดังตาราง 2

ตาราง 2 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C)

เงื่อนไขการแปลงคะแนน	n	C	ระดับความเพียงพอ
X_{45}^*	120	1.123	น่าพอใจ
X_{46}^*	120	1.333	น่าพอใจมาก
X_{54}^*	120	1.716	น่าพอใจมาก
X_{56}^*	120	0.200	น่าพอใจมาก
X_{64}^*	120	1.616	น่าพอใจมาก
X_{65}^*	120	0.216	น่าพอใจมาก

4. ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่า พัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 พบว่านักเรียนระดับชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน ระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีอัตราพัฒนาการ 0.03 ดังตาราง 3

ตาราง 4 คะแนนเฉลี่ยและอัตราพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โดยภาพรวม

ระดับชั้น	คะแนนเฉลี่ย			อัตราพัฒนาการ	
	ป.4	ป.5	ป.6	ป.4 ขึ้น ป.5	ป.5 ขึ้น ป.6
รวม	11.06	12.58	12.96	0.11	0.03

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ พบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในรูปแบบการแปลงคะแนนทั้งหมดของทุกระดับชั้น มีค่าเท่ากับ 1.034 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนมีค่าเท่ากับ 0.084 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ สำหรับค่าดัชนีความแตกต่างของการปรับเทียบคะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับน่าพอใจมาก

2. ผลการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยปรับเทียบคะแนนแนวตั้งแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ พบว่านักเรียนระดับชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน นักเรียนระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีอัตราพัฒนาการ 0.03 คะแนน

อภิปรายผล

1. จากการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ พบว่าคะแนนปรับเทียบของแต่ละระดับชั้นมีความใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเข้าใกล้ศูนย์ และค่าดัชนีความแตกต่างของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก อาจเนื่องมาจากข้อสอบของแต่ละระดับชั้นมีค่าความยากเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สะท้อนได้จากค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับที่พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยและค่ามัธยฐานแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับ Petersen และคณะ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Lord. 1980) ได้กล่าวถึงเงื่อนไข 4 ข้อ ที่จะต้องนำมาใช้ในการปรับเทียบคะแนน คือ 1) แบบทดสอบทั้งสองฉบับจะต้องวัดความสามารถเดียวกัน คือ แบบทดสอบทั้งสองต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน คุณลักษณะนี้อาจเป็นคุณลักษณะแฝง หรือความสามารถ หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ 2) ความเสมอภาค (Equity) คือ เมื่อทุกกลุ่มมีความสามารถเดียวกัน การแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบที่ได้ หลังจากที่มีการแปลงคะแนนแล้ว จะมีการแจกแจงเหมือนกับการแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นฉบับเทียบคะแนน 3) ความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือ คะแนนที่ได้จากการแปลงคะแนนไม่ว่าจะมาจากกลุ่มใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่าเทียมกันหรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มผู้เข้าสอบ และ 4) มีความสมมาตร (Symmetry) คือ ผลของการปรับเทียบคะแนนต้องเหมือนกันไม่ว่าจะเทียบจากแบบทดสอบฉบับ X ไปยังฉบับ Y หรือเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X

2. ผลการศึกษาพบว่าอัตราพัฒนาการของนักเรียนชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีค่าน้อยกว่าอัตราพัฒนาการของนักเรียนชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 ซึ่งสอดคล้องกับตารางการปรับเทียบคะแนนที่สะท้อนให้เห็นว่าคะแนน

เปรียบเทียบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 และ ป.6 มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีพัฒนาการสูงขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการศึกษาพบว่า การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจมาก ดังนั้นครูผู้สอนสามารถนำแบบสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนตามตารางที่ได้ ซึ่งคะแนนจากตารางการเปรียบเทียบสามารถทราบระดับความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเมื่ออยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้นได้

1.2 คะแนนความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นแล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปหาอัตราพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อบอกความสามารถของผู้เรียนว่ามีความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่าใด และมีการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการบ่งบอกประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้ผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design) การใช้ผู้สอบกลุ่มตัดเทียบ (Equivalent-group Design) การใช้ข้อสอบร่วม (Anchor-test Design) และการใช้ผู้สอบร่วม (Common-person Design) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนที่ใช้รูปแบบการเปรียบเทียบที่แตกต่างกัน

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีหลายรูปแบบ คือ หนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาว่าการเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละรูปแบบมีประสิทธิภาพแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตร

แห่งประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2559 , จาก

<http://www.curriculum51.net/upload/Evaluation.pdf>

บุปผา เรื่องเสมอ. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร.

ปริญญาโท กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

- พัชรี จันทรเพ็ง. (2547). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิธีการ
เปรียบเทียบแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบร่วมกับวิธีเปรียบเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ศาดรา แสนปัญญา. (2555). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีปรับ
แนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ ค.บ. (การวิจัยและประเมินผล การศึกษา).
เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- _____. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern test theories). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,สถาบัน. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- _____. (2558). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี
- _____. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2559 ,
จาก http://academic.obec.go.th/web/node/1/3/news_cat_detail/18
- _____. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ
สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และ
วัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2560 ,
จาก http://academic.obec.go.th/web/node/1/3/news_cat_detail/18
- สุดารัตน์ วิไลวรรณ. (2551). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ นักเรียนชั้นมั
ธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทาง การศึกษา กลุ่ม
เจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักทดสอบการศึกษา (2558). ผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2557.
สำนักทดสอบการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำราญ มีแจ่ง ประภัสสร วงษ์ดี และยุพิน โกณธนา. (2551). การเปรียบเทียบคะแนน O-NET ระหว่างปี
โดยวิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกันและโดยรูปแบบ IRT. สถาบันทดสอบทางการศึกษา
แห่งชาติ.

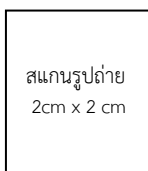
อัญชลี เหล่ารอด. (2553). **ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Anne Corinne Huggins, Batya Elbaum. (2013). **Test Accommodations and Equating Invariance on a Fifth-Grade Science Exam.** Educational Assessment, 18:49–72, Copyright © Taylor & Francis Group, LLC

Deping Li, Yanlin Jiang, and Alina A. von Davier. (2012). **The Accuracy and Consistency of a Series of IRT True Score Equatings.** Journal of Educational Measurement Summer, Vol. 49, No. 2, pp. 167–189

Gale A. Mentzer a, Charlene M. Czerniak b, Janet L. Struble b. (2014). **Utilizing program theory and contribution analysis to evaluate the development of science teacher leaders.** Studies in Educational Evaluation 42

5. ประวัตินักวิจัย



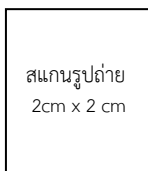
ชื่อ นามสกุล นางสาวสุพักตราพรรณ สุวรรณศรี

หน่วยงาน สาขาวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

e-mail : iiamoil@windowslive.com

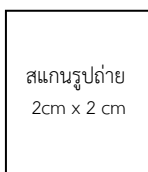
โทร : 0878120803



ชื่อ นามสกุล อาจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค

หน่วยงาน ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร



ชื่อ นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ

หน่วยงาน ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร