

การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2561

การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ



ปริญญานิพนธ์
ของ
สุพักตราพรรณ สุวรรณศรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
กรกฎาคม 2561

สุพักตราพรรณ สุวรรณศรี. (2561). การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: อาจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาถ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 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 โดยมีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้นละ 5 ข้อ วิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติบรรยาย ประเมินค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบสอบร่วมและประเมินค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคนด้วยโปรแกรม BILOG สำหรับประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนพิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนและค่าดัชนีความแตกต่างเพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน และคำนวณหาอัตราพัฒนาการเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ผลการวิจัยพบว่า (1.) ประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ พบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับต่ำ และค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบคะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับน่าพอใจมาก (2.) ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่านักเรียนระดับชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน นักเรียนระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีอัตราพัฒนาการ 0.03 คะแนน

A STUDY OF THE SCIENTIFIC PROCESS SKILLS OF PRIMARY STUDENTS GROWTH
USING VERTICAL EQUATING ITEM RESPONSE THEORY



AN ABSTRACT
BY
SUPHAKTRAPHAN SUWANNASRI

Present in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potentials
at Srinakharinwirot University

July 2018

Suphaktraphan Suwannasri. (2018). *A Study of the Scientific Process Skills of Primary Students Growth Using Vertical Equating Item Response Theory*. Master's thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potential). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Panida Sakuntanak, Asst. Prof. Surachai Meechan.

The objectives of this study were as follows: 1) to study the efficiency of the scientific process skills of Prathomsuksa Four to Six students using vertical equating in combination with IRT by the tree parameter logistics, 2) to study the growth of the scientific process skills of Prathomsuksa Four to Six students. The samples used in this study were included one thousand eight hundred students in Prathomsuksa Four to Six in Bangkok by two-stage random sampling. The tools used in this study were four multiple choice the science process skills test for Prathomsuksa Four to Six students which have twenty-five items at each level. The scientific process skill scores were analysed with descriptive statistics. The test parameters were estimated in the internal anchor test and estimated the competency of each examiner using the BILOG program. In terms of the efficiency of equation, the standard error for equating and the discrepancy comparison determined the adequacy of equating and calculating the growth rate to studying trends of change on average among Prathomsuksa Four to Six students.

The results were as follows: (1.) The efficiency of the scientific process skills of Prathomsuksa Four to Six students by vertical equating combining IRT by the tree parameter logistic found that the standard error of the equating was low and the discrepancy comparison was very satisfactory. (2.) The growth of the scientific process skills of Prathomsuksa Four to Six students found that the growth rate of Prathomsuksa Four to Five was 0.11 and Prathomsuksa Five to Six was 0.03.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
ของ
สุพักตราพรรณ สุวรรณศรี

ได้อนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทรเพ็ง)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากความเมตตากรุณาอิงจาก อาจารย์ ดร. พนิดา ศกุนตนา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัช มีชาญ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้การช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ รวมถึงคอยชี้แนะแก้ไข ข้อบกพร่อง คอยสร้างแรงกระตุ้นให้มีความตั้งใจในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ในโอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทรเพ็ง ประธานคณะกรรมการ สอบปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา กรรมการสอบ ที่กรุณาให้ คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความเรียบร้อย และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่เมตตา ให้ข้อมูล ชี้แนะ วิธีการและปรับปรุงเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และ ผู้อำนวยการโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ ที่ให้ความ อนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตา และคุณยาย สมาชิกในครอบครัวทุกคน รวมทั้งเพื่อนๆ และเพื่อนครูโรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ทุกคน ที่ได้ให้ความอบอุ่น ห่วงใยและให้การ สนับสนุนในทุกๆ ด้าน จนผู้วิจัยมีความสำเร็จมาถึงจุดนี้

สุพัทธาพรรณ สุวรรณศรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายการวิจัย.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประชากร.....	6
กลุ่มตัวอย่าง.....	6
ตัวแปรในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	10
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	10
มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	14
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	14
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	16
การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	26
เอกสารเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน.....	27
ความหมายของการปรับเทียบคะแนน.....	27
เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน.....	28
ประเภทของการปรับเทียบคะแนน.....	29
รูปแบบวิธีการเก็บข้อมูล.....	31
รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน.....	34
พารามิเตอร์ของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม.....	39
การกำหนดมาตรฐานสำหรับรายงานผล.....	44
การประเมินคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การศึกษาอัตราพัฒนาการ.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนน.....	48
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	51
แบบแผนและลักษณะของแบบสอบ.....	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การจัดกระทำข้อมูล.....	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบ.....	66
ตอนที่ 2 ผลการสร้างการดำเนินการเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบ.....	68
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน.....	73
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน.....	80
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	84
ข้อเสนอแนะ.....	86
บรรณานุกรม.....	87
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก.....	92
ภาคผนวก ข.....	94
ภาคผนวก ค.....	98
ภาคผนวก ง.....	108
ภาคผนวก จ.....	115
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	119

บัญชีตาราง

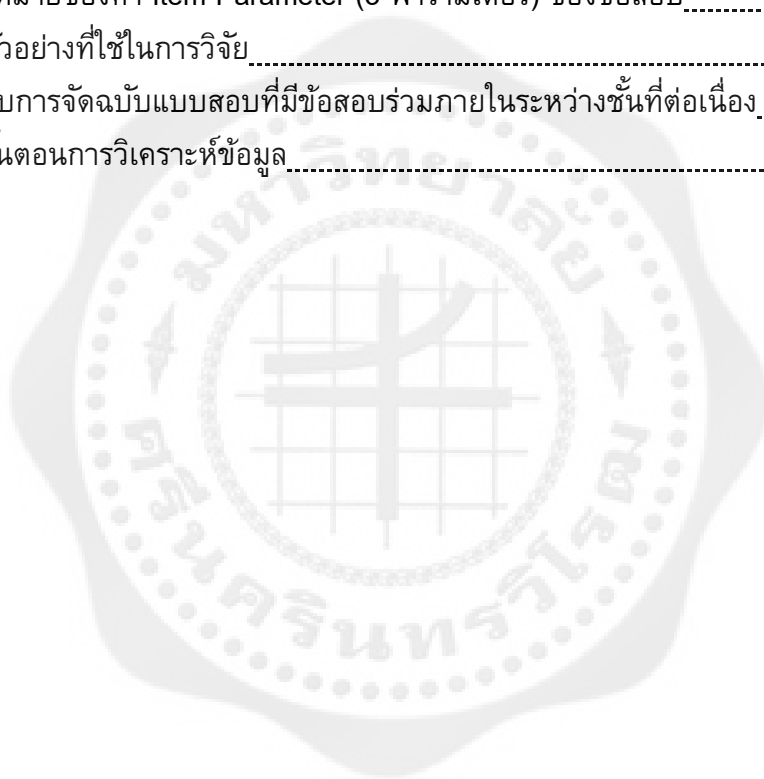
ตาราง	หน้า
1 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	21
2 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	23
3 รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบ.....	33
4 จำนวนประชากรจำแนกตามกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครและระดับชั้น.....	51
5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	53
6 แบบแผนการเปรียบเทียบคะแนน.....	54
7 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการเปรียบเทียบคะแนน.....	55
8 แบบสอบจำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	55
9 ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย.....	57
10 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับ.....	66
11 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่าง ชั้น ป.4-ป.5.....	67
12 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่าง ชั้นป.5-ป.6.....	68
13 ค่าความสามารถ (θ) และคะแนนสอบ (X) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4, 5 และ 6 กลุ่มเปรียบเทียบคะแนน.....	69
14 การเทียบระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบคะแนนระดับชั้น ป.5 ให้อยู่ในสเกลเดียวกับระดับชั้น ป.4 และชั้น ป.6 ที่วิเคราะห์ด้วยทฤษฎี การตอบสนองข้อสอบ แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์.....	70
15 การเทียบมาตราของคะแนนสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ที่วิเคราะห์แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์.....	72
16 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบจากกลุ่มทานผลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6.....	73
17 คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน (SD_E) และคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน (SEE) จากคะแนนแบบสอบของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นและในระดับคะแนนทั้งหมด ของทุกระดับชั้น.....	77
18 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4.....	77

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4.....	78
20	การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5.....	78
21	การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5.....	79
22	การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6.....	79
23	การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6.....	80
24	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถ(θ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4, 5 และ 6	81
25	คะแนนความสามารถเฉลี่ยและอัตราพัฒนาการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4, 5 และ 6 โดยภาพรวม.....	81

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating).....	29
3 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating).....	30
4 ค่าความหมายของค่า Item Parameter (1 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ.....	40
5 ความหมายของค่า Item Parameter (2 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ.....	41
6 ความหมายของค่า Item Parameter (3 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ.....	42
7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	54
8 รูปแบบการจัดฉบับแบบสอบที่มีข้อสอบรวมภายในระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง.....	55
9 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า หลายประเทศมีการเตรียมกำลังด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นการรองรับโลกศตวรรษที่ 21 วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในด้านการดำรงชีวิตประจำวันและในด้านการประกอบอาชีพต่างๆ อุปกรณ์ เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งปัจจุบันถือได้ว่าเป็นโลกของเทคโนโลยีที่วิทยาศาสตร์มีผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตทั้งของบุคคลและสังคม ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสังคมที่สะท้อนให้เห็นว่าบุคคลในสังคมเป็นผู้ที่รู้จักคิด ใช้เหตุผลในการคิด วิเคราะห์ปัญหา และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ตัวนักเรียน จึงเป็นจุดมุ่งหมายหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เผยแพร่ข้อมูลสถิติการจัดอันดับการศึกษาของไทยในเวทีโลกปี 2556 โดย World Economic Forum (WEF) โดยศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับ 78 ของโลก และอันดับ 8 ของอาเซียน รวมทั้งคุณภาพการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาอยู่ในอันดับ 86 ของโลก และอันดับ 7 ของอาเซียน และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมกับสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement ; IEA) เพื่อดำเนินงานจัดการศึกษาแนวใหม่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2558 ผลการประเมินพบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมินจากทั้งหมด 39 ประเทศ ซึ่งจากผลการประเมินประเทศไทยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และมีนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับก้าวหน้าเพียงเล็กน้อย และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมมือกับองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ PISA ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 จากทั้งหมด 72 ประเทศ แนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลงจาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 คะแนนวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (23 คะแนน) และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมิน PISA 2006 ที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558)

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสดูผิดทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดด้วย เช่น ผิดการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills) จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ทักษะที่นักเรียนในชั้นประถมศึกษาต้องได้รับการเรียนรู้ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นช่วงชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เป็นช่วงชั้นที่จำเป็นต้องมีความรู้และพื้นฐานในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา แต่จากข้อมูลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน ว 8.1 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 37.55 จากคะแนนเต็ม 100 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ต้องปรับปรุงเร่งด่วน เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่า 50 (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558) ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทักษะที่ 6-8 ซึ่งเป็นทักษะการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งข้อมูลมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ จึงเป็นทักษะที่เหมาะสมในการศึกษาพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 และเมื่อผู้เรียนเปลี่ยนระดับชั้นที่สูงขึ้นก็จะมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่ต้องได้รับการประเมินระดับชาติ กระบวนการการวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญในการติดตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลการศึกษาเป็นการบอกพัฒนาการความรู้ของผู้เรียนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือบอกความสามารถของผู้เรียนว่ามีความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่าใด และมีการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนมากน้อยเพียงใด และเมื่อได้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลแล้ว ต้องคาดเดาถึงผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดขึ้นจากการสอนในอนาคต ดังนั้นนอกจากการวัดและประเมินผลแล้ว การพยากรณ์ถึงพัฒนาการความสามารถของแต่ละคนจึงมีความสำคัญที่จะเกิดขึ้นพร้อมกัน ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นเชื่อว่านักเรียนจะมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน และนอกจากนี้ผลจากงานวิจัยพบว่า หากนักเรียนยังไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาการเรียนรู้ในกระบวนการเรียนการสอน เช่น การศึกษาพัฒนาการในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสาระสำคัญในการพัฒนาเยาวชนให้มีประสิทธิภาพ และความรู้ถึงพัฒนาการของนักเรียนนั้นสามารถเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนให้เหมาะสม (อวยพร เรืองตระกูล. 2544) ดังนั้นการประเมินและทดสอบจะต้องเป็นแบบเฉพาะบุคคล และมีความเหมาะสมกับพัฒนาการ

การวิจัยเชิงพัฒนาการเป็นการศึกษาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการที่เกิดขึ้น ผ่องพรรณ ทรัพย์มงคลกุล (2545) ได้แบ่งงานวิจัยในกลุ่มพัฒนาการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การศึกษาระยะยาวเป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันในช่วงเวลาต่างกัน และการศึกษาภาคตัดขวางเป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างต่างๆ กันหลายกลุ่มที่เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงพัฒนาการขณะใดขณะหนึ่ง ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการศึกษาพัฒนาการในระดับชั้น เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ดังนั้นการศึกษาระยะยาวอาจไม่เหมาะสม ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าวการศึกษาภาคตัดขวางน่าจะเหมาะสมกว่าในด้านความรวดเร็วและในการรู้ผลการวิจัย ดังนั้นในการศึกษาพัฒนาการควรใช้วิธีการที่เรียกว่า การปรับเทียบแนวตั้ง (Vertical Equating) ซึ่งเป็นวิธีการเปลี่ยนระบบคะแนนจากแบบสอบฉบับหนึ่งไปสู่ระบบคะแนนของอีกฉบับหนึ่งเพื่อให้คะแนนที่แปลงจากแบบสอบทั้งสองฉบับมีความเท่าเทียมกัน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2555: 158) ได้ให้นิยามว่าการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นกระบวนการแปลงคะแนนของทดสอบต่างฉบับที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันให้เป็นคะแนนที่สมมูลกันเพื่อให้คะแนนสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง การทดสอบที่มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิคการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 สถานการณ์ คือ 1) การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกันเมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน มีระดับความยากใกล้เคียงกัน และกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถอยู่ในประชากรเดียวกันและมีความสามารถใกล้เคียงกัน การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันขึ้นมาหลายๆ ฉบับ ด้วยเหตุผลของการนำไปใช้ในการทดสอบให้เกิดความยุติธรรมและป้องกันความลับของข้อสอบเมื่อใช้ในเวลาที่แตกต่างกัน สำหรับผู้สอบกลุ่มขนาดใหญ่เพื่อเทียบว่าคะแนนที่ได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของอีกฉบับหนึ่งซึ่งวัดในระดับเดียวกันจึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน และ 2) การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) ซึ่งการปรับเทียบคะแนนแนวตั้งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันแต่ต่างฉบับต่างมุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกัน

รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการปรับเทียบมีหลายรูปแบบ ได้แก่ รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียว รูปแบบผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบสอบร่วมภายนอก และ รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม ซึ่งรูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบสอบร่วมนี้จะช่วยลดความลำเอียงในการเทียบคะแนนที่มีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ ผิดฝนความเมื่อยล้า และความแตกต่างของระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ รูปแบบนี้จึงได้เปรียบเหนือกว่ารูปแบบอื่น อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญบางประการ เช่น คุณภาพของแบบทดสอบร่วม ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบร่วมที่ต้องมีเนื้อหาและระดับความยากคล้ายกับแบบทดสอบที่ต้องการเทียบคะแนนและความยากของแบบทดสอบร่วมเป็นสำคัญ

วิธีการที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนมีหลายวิธี แต่สามารถจำแนกตามแนวคิดพื้นฐานของการปรับเทียบได้เป็นรูปแบบหลัก 2 รูปแบบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555) ได้แก่ รูปแบบการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Models of Equating) และรูปแบบการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating through Item Response Theory) รูปแบบวิธีการปรับเทียบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้คะแนนดิบมาปรับเทียบคะแนนดิบ (raw score) ระหว่างแบบสอบ แต่มีจุดอ่อนทั้งในด้านความเสมอภาค ความสมมาตร และความไม่ผันแปรตามกลุ่ม ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวทางทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ถ้ามีการเลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (item response models) ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูล โคลเลน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Kolen. 1981)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีปรับเทียบแนวดิ่ง (Vertical Equating) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ โดยจัดให้มีแบบสอบรวมภายใน และนำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น เป็นนักเรียนในภาคการศึกษาและปีการศึกษาเดียวกัน โดยศึกษาพัฒนาการในลักษณะภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Study) โดยจัดให้มีแบบสอบรวมภายใน ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบสอบรวมจะนำมาใช้ในการปรับเทียบความแตกต่างระหว่างความสามารถในการเรียนของนักเรียนต่างระดับชั้นให้อยู่ในสเกลเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เห็นพัฒนาการที่ต่อเนื่องของแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจน ซึ่งทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีที่จะประมาณค่าความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่าทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ซึ่งจะช่วยให้การศึกษาพัฒนาการลดความคลาดเคลื่อนลง วิธีการดังกล่าวสามารถนำไปปรับใช้ในการศึกษาพัฒนาการในระดับชั้นอื่น เนื้อหาวิชา หรือความสามารถในด้านอื่นๆ และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในระดับสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และในระดับประเทศ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและช่วยยกระดับการศึกษาของไทยให้มีมาตรฐานดียิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

1. ตารางเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีลักษณะอย่างไร
2. การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพอย่างไร
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีพัฒนาการเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ความสำคัญของงานวิจัย

1. การวิจัยนี้ทำให้ได้ตารางเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 และได้แนวทางในการประยุกต์ใช้การเปรียบเทียบคะแนนและการนำรูปแบบการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนไปใช้ในการวัดและประเมินผลในรูปแบบอื่นๆได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
2. การวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ครูผู้สอนสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีพัฒนาการสูงขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 106,615 คน ประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34,784 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36,633 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35,234 คน (ข้อมูลจากสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร. 2560)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2,680 คน ประกอบด้วย 1) นักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ 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)

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรในการวิจัย ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของการปรับเปลี่ยนคะแนน และ 2) พัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ มีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้ทักษะต่างๆ ที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มุ่งศึกษา 3 ทักษะ คือ 1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์

1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

3. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนาย หรือ คาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หรือความรู้ที่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของ ข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลมา จากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

พัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คະแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นภายหลังการปรับเทียบคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งเรียนอยู่ในปีการศึกษาเดียวกัน หลังจากการปรับเทียบคะแนนให้ อยู่ในสเกลเดียวกัน โดยใช้วิธีการวัด “อัตราพัฒนาการ” (Growth Rate)

การปรับเทียบคะแนน หมายถึง กระบวนการที่ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อแปลงคะแนนที่ได้ จากแบบทดสอบต่างฉบับกันให้มาอยู่ในคะแนนมาตรฐาน หรือหน่วยวัด หรืออยู่บนสเกลเดียวกัน เพื่อให้คะแนนจากแบบสอบทั้งสองฉบับนั้นสามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยใช้รูปแบบการปรับเทียบ มาตรา การใช้รูปแบบทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีสามพารามิเตอร์ และการพิจารณาความเป็น ข้อสอบคู่ขนาน

วิธีการปรับเทียบคะแนนตามรูปแบบทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ หมายถึง วิธีการ ปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบที่มีสาม พารามิเตอร์

การปรับเทียบแนวตั้ง (Vertical Equating) หมายถึง การปรับเทียบคะแนนที่ได้จากกลุ่ม ตัวอย่างที่ระดับความสามารถต่างกัน โดยใช้แบบสอบที่มีระดับความยากต่างกัน ในที่นี้ศึกษากลุ่ม ตัวอย่างและแบบสอบที่มีความยาก 3 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 และใช้ แบบสอบ 3 ฉบับ ได้แก่ แบบสอบสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

แบบสอบปรับเทียบคะแนน หมายถึง แบบสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งสร้างจาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง “ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์” แบบสอบแต่ละฉบับจะประกอบด้วยข้อสอบรวมภายในร้อยละ 20 ของข้อสอบในแต่ละ ฉบับ

แบบสอบรวมภายใน (Internal Anchor Test) หมายถึง กลุ่มข้อสอบรวมที่อยู่ในแบบ สอบปรับเทียบคะแนนทั้ง 3 ฉบับ

ข้อสอบรวมภายใน (Internal Anchor Items) หมายถึง ข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้นที่ ต่อเนื่องที่อยู่ในแบบสอบรวมภายในแต่ละระดับชั้นที่ต่อเนื่องนั้น แบ่งออกเป็นสองชุด ดังนี้

ข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้นที่ต่อเนื่องชั้น ป.4 กับ ป.5 จำนวน 5 ข้อ จัดอยู่ในแบบ สอบปรับเทียบคะแนนของระดับชั้น ป.4 และระดับชั้น ป.5

ข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้นที่ต่อเนื่องชั้น ป.5 กับ ป.6 จำนวน 5 ข้อ จัดอยู่ในแบบ สอบปรับเทียบคะแนนของระดับชั้น ป.5 และระดับชั้น ป.6

คะแนนสมมูล (Equivalent Score) หมายถึง คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X ที่แปลงคะแนนจากตารางปรับเทียบคะแนนไปเป็นคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ของนักเรียนคนที่ j ซึ่งเทียบคะแนนกันได้ว่าเป็นคะแนนที่เทียบเท่ากัน โดยใช้กระบวนการปรับเทียบคะแนนจากกลุ่มปรับเทียบคะแนน

กลุ่มปรับเทียบคะแนน (Criterion Samples) หมายถึง กลุ่มที่สอบแบบสอบปรับเทียบคะแนนในระดับชั้นของตนโดยมีแบบสอบรวมภายใน ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างนี้นำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างคะแนนแปลงตามรูปแบบการปรับเทียบคะแนนแนวตั้ง 3 ระดับชั้น ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา

กลุ่มสอบทานผล (Cross-Validation Samples) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มประชากรนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งเป็นประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนโดยไม่มีหน่วยตัวอย่างซ้ำกันเลย กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลนี้ได้จากการสุ่มประชากรครั้งเดียวกับการสุ่มประชากรของกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน โดยนักเรียนทุกคนต้องทำแบบสอบปรับเทียบคะแนนที่มีแบบสอบรวมภายในทั้ง 3 ฉบับ นำมาวิเคราะห์สอบทานผลการปรับเทียบคะแนนในแนวตั้ง 3 ระดับ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนในรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา

ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนน (Efficiency of Equating) หมายถึง ความถูกต้อง (Accuracy) และความแม่นยำ (Precision) ของการปรับเทียบคะแนน ซึ่งพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน และความพอเพียงของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน

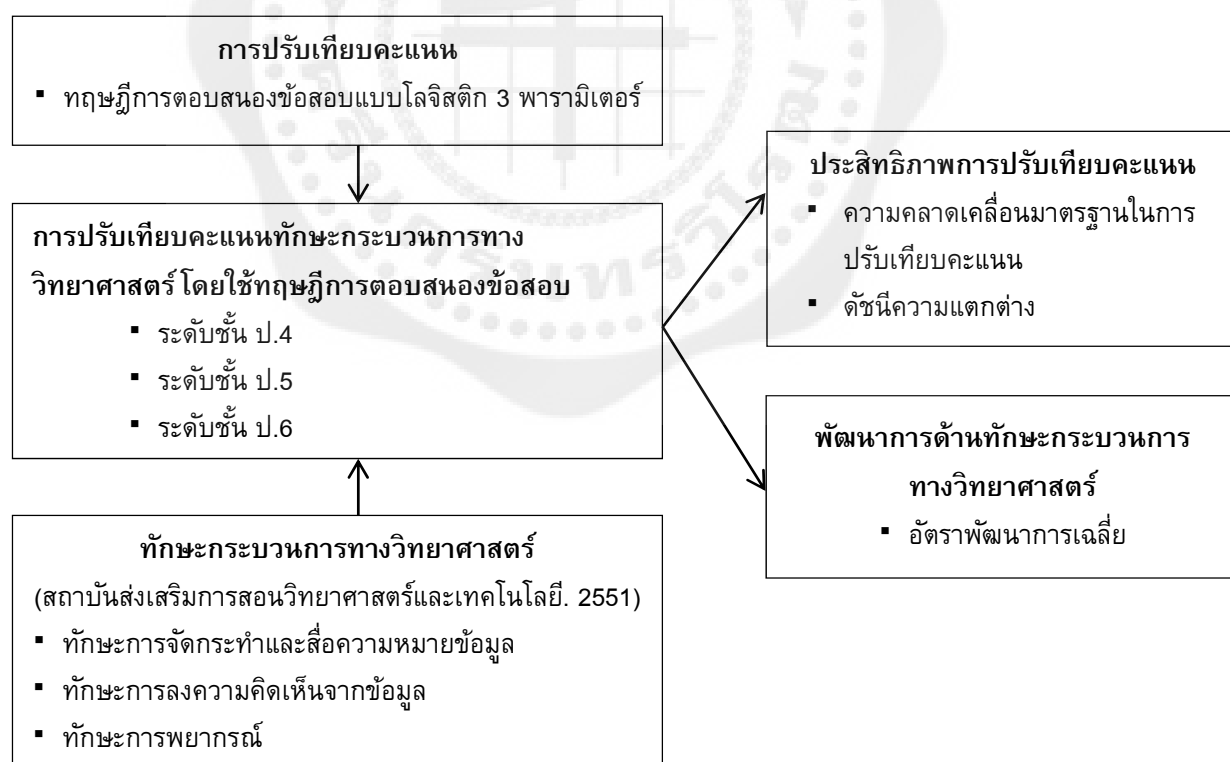
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการปรับเทียบคะแนน (Standard Error of Equating: SEE) หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างคะแนนสมมูลซึ่งเป็นคะแนนจากแบบสอบฉบับ X ที่แปลงคะแนนจากตารางปรับเทียบคะแนนเป็นคะแนนจากแบบสอบฉบับ Y ของนักเรียนคนที่ j กับคะแนนเกณฑ์ซึ่งเป็นคะแนนจากแบบสอบฉบับ Y ที่นักเรียนคนที่ j สอบได้จริงของนักเรียนกลุ่มสอบทานผล

ดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Comparison : C) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนรวม (Total Error) ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนที่สมมูล ซึ่งได้จากการปรับเทียบคะแนนกับคะแนนเกณฑ์ที่ได้ถ่วงน้ำหนัก ด้วยความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์ ดังนั้นค่าที่ได้จึงเป็นค่ามาตรฐานที่นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความพึงพอใจในการปรับเทียบคะแนนได้ ดัชนีได้จากการวิเคราะห์กลุ่มทานผลใช้ประเมินประสิทธิภาพหรือความเพียงพอของวิธีการปรับเทียบคะแนน

ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนในการปรับเทียบคะแนน (Adequacy of Equating) หมายถึง ระดับความถูกต้องของการปรับเทียบคะแนนของแบบสอบชุดหนึ่งไปสู่แบบสอบอีกชุดหนึ่งตามวิธีการปรับเทียบคะแนน โดยความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนใช้การเปรียบเทียบกับดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Comparison : C)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่นักเรียนในชั้นประถมศึกษาต้องได้รับการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการสำคัญในการติดตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการความรู้ของผู้เรียนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือบอกความสามารถของผู้เรียนว่ามีความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่าใด และมีการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนมากน้อยเพียงใด และเมื่อได้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลแล้ว ต้องคาดเดาถึงผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดขึ้นจากการสอนในอนาคต ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการศึกษาพัฒนาการในแต่ละระดับชั้น เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551) ดังนั้น การศึกษาภาคตัดขวางน่าจะเหมาะสมกว่าการศึกษาระยะยาวในด้านความรวดเร็วและในการรู้ผลการวิจัย (ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกุล. 2545) การศึกษารั้ครั้งนี้จึงสนใจศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 และใช้การเปรียบเทียบคะแนนแนวตั้ง (Vertical Equating) รวมทั้งเลือกใช้รูปแบบการเปรียบเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อลดจุดอ่อนด้านความเสมอภาค ความสมมาตร และความไม่ผันแปรตามกลุ่มของวิธีการเปรียบเทียบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โคลเน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Kolen. 1981) และเมื่อมีการเปรียบเทียบคะแนนการศึกษาถึงประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนเพื่อให้การเปรียบเทียบคะแนนมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.1 ความหมายของการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.2 เงื่อนไขของการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.3 ประเภทของการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.4 รูปแบบวิธีการเก็บข้อมูล
 - 3.5 รูปแบบวิธีการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.6 พารามิเตอร์ของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม
 - 3.7 การกำหนดมาตรฐานสำหรับรายงานผล
 - 3.8 การประเมินคุณภาพของการเปรียบเทียบคะแนน
 - 3.9 การศึกษาอัตราพัฒนาการ
 - 3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนน

1. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 8 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัตถุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 : พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน
3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว
4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ ละแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติเชิงสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำของวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

5. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษา ความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

9. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแล รักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 13-14) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลองในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลอง มีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills)

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 260-261) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือของนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ของธรรมชาติ เป็นทักษะทางปัญญาที่ดีที่สุดเท่าที่มนุษย์มี มันก่อให้เกิดความริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ด้วย ฉะนั้นถ้าวัตถุประสงค์ของการศึกษาของชาติต้องการให้คนคิดเป็น คิดเก่ง คิดรอบคอบ และแก้ปัญหาเป็น การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527: 249) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการด้านต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

กาเย่ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540; อ้างอิงจาก Gagne. 1965: 3) ได้กล่าวเน้นถึงลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางด้านสติปัญญา และเป็นทักษะกระบวนการทางปัญญาเฉพาะ นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ

2. แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำแนกได้จากพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการนี้ได้ เพื่อจะได้มีความสามารถในการหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

3. แต่ละกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายโอนจากวิชาวิทยาศาสตร์ไปยังสาขาอื่นๆ ได้และสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันได้

คลอปเฟอร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540; อ้างอิงจาก Klopfer. 1971: 568-573) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สโตน (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540; อ้างอิงจาก Stone. 1968: 229) ที่กล่าวว่า เป็นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เนย์ และ คนอื่น ๆ (1971 : 201-203) (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540; อ้างอิงจาก Nay et al. 1971: 201-203) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่างๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นตอนของการทำงาน

ปีเตอร์สัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540; อ้างอิงจาก Peterson. 1978: 153) ได้ให้ความเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นปฏิบัติการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปพาดพิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์

จากความหมายและความคิดเห็นของนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงข้างต้น สรุปได้ว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ มีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้โดยใช้ทักษะต่างๆ ที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบ

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 15-29) ได้อธิบายลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด เป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบลักษณะ รูปร่าง และสมบัติทั่วไปของวัตถุ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่างๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้องควบคู่กับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะต้องมีหน่วยมาตรฐานกำกับเสมอ หน่วยวัดมาตรฐานที่ใช้เป็นสากลในปัจจุบัน คือ ระบบหน่วย SI เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีมากมายหลายชนิด เช่น ไม้บรรทัด ไมโครมิเตอร์ ตลับเมตร เป็นต้น การใช้เครื่องมือต่างๆในการวัดนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัดเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องเหมาะสม ทักษะในการวัด จึงหมายถึง ความสามารถในการวัดอย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด เช่น เลือกไม้บรรทัดวัดความยาวของหนังสือ ใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งต่างๆได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนกเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา การกระทำที่แสดงว่าบุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งข้อมูลมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำให้ภายในขอบเขตของข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2542) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (America Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) ออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ได้แก่

- 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
- 1.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.3 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.4 ทักษะการวัด (Measuring)
- 1.5 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Number)
- 1.6 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)
- 1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
- 1.8 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

(Using Space/Time Relationship)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ได้แก่

- 2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
- 2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypotheses)
- 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally)
- 2.4 ทักษะการทดลอง (Experiment)
- 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

America Association for the Advancement of Science หรือ AAAS(1970) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 กระบวนการ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522) ได้รวบรวมและปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ออกเป็น 2 ระดับ

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัดแสดงวิธีใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัดรวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด เลือกเครื่องมือเหมาะสมกับสิ่งที่วัด วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่กลุ่มเดียวกันกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตนเอง พร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกสิ่งของนั้นโดยใช้เกณฑ์อะไร

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลาสเปส(Space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (Dimensions) ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความหนาของวัตถุ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับ สเปสของวัตถุซึ่ง ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ สามารถวาดรูป 2 มิติจากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้หรือวาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติที่กำหนดให้ได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายเป็นขวาของกัน และกันอย่างไร บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของ วัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินใจได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือ แตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือ คำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอก เหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมา ช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้ หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มา สัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การอธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่ม ความคิดเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการ ทำนาย หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หรือ ความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายใน ขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) การพยากรณ์ ที่แม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูล ได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ สามารถใช้ข้อมูลสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้วหรือใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ ใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้เป็นที่ยอมรับแล้ว มาคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ยังไม่ได้ทำการทดลองหรือเรื่องที่ยังไม่เกิดขึ้นได้

ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ สามารถสรุป คาดคะเนคำตอบของการทดลองล่วงหน้า โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้และวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ สามารถกำหนดความหมายหรือขอบเขตของตัวแปรต่างๆ เพื่อจะสามารถทำการวัดหรือทดสอบได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรต้นอื่นๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ สามารถชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ถูกต้อง

4. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

2. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

4. ใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลองได้ถูกต้อง

5. สังเกตการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า โดยไม่ใส่ความคิดเห็น

6. จัดกระทำข้อมูลที่สังเกตได้และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

7. บรรยายลักษณะและสมบัติและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้องและสรุปความถูกต้องตามสมมติฐานได้

สรุป จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ทักษะที่นักเรียนในชั้นประถมศึกษาต้องได้รับการเรียนรู้ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 แต่จะมีทักษะที่สำคัญและควรจะต้องเกิดขึ้นจากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทักษะที่ 1-8 จึงเป็นทักษะที่เหมาะสมในการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อผู้เรียนเปลี่ยนระดับชั้นที่สูงขึ้นก็จะมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

2.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551.) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
1. การสังเกต	1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการประมาณ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
2. ทักษะการวัด	2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง
3. การจำแนกประเภท	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา	4.1 ชีบรูป 2 มิติ จากรูปวัตถุรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้ 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ 4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้ 4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับภาพประกอบปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้าย หรือ ขวา ของกันและกันได้ 4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่างๆ กับเวลาได้
5. การคำนวณ	5.1 การนับ ได้แก่ - นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง - ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ - ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ - บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง แสดงวิธีคำนวณได้ 5.3 การหาค่าเฉลี่ย - บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย - หาค่าเฉลี่ย - แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. การแสดงความคิดเห็นจากข้อมูล	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์	8.1 การพยากรณ์ทั่วไป - ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักฐาน กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ - ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ - ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

มาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตาราง 2 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้น	ตัวชี้วัด
ป.4 – ป. 6	1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ 2. วางแผนการสังเกตเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาสเปส

(Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

4. ป้อมพาเพื่อนลูกเสือเดินทางไกลโดยเดินทางขึ้นไปทางทิศเหนือ 300 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 300 เมตร เลี้ยวซ้ายตรงไป 200 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 200 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 500 เมตร ตำแหน่งปัจจุบันของ ป้อมอยู่ทางทิศใดจากจุดเริ่มต้น
- ก. ทิศเหนือ ข. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
ค. ทิศตะวันออก ง. ทิศใต้

ทักษะการคำนวณ (Using Number)

5. ป้อมพาเพื่อนลูกเสือเดินทางไกลโดยเดินทางขึ้นไปทางทิศเหนือ 300 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 300 เมตร เลี้ยวซ้ายตรงไป 200 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 200 เมตร เลี้ยวขวาตรงไป 500 เมตร ป้อมเดินทางรวมเป็นระยะทางเท่าไร
- ก. 800 เมตร ข. 1000 เมตร
ค. 1500 เมตร ง. 2200 เมตร

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

6. นักเรียน 20 คน มีความสูงดังนี้ (เซนติเมตร)
140 138 142 135 141 148 140 145 135 143
- ก. ตาราง ข. แผนภูมิแท่ง
ค. กราฟ ง. แผนภูมิรูปภาพ

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

7. ตาราง จำนวนคนไทยที่ขาดสารอาหารชนิดต่างๆ จากการสำรวจ พ.ศ. 2553

ชนิดของสารอาหารที่ขาด	จำนวนคนไทย
โปรตีน	25,000
ธาตุเหล็ก	6,000
วิตามิน บี	7,000
ไอโอดีน	1,200

เพื่อให้คนไทยมีสุขภาพดีถ้วนหน้า ควรณรงค์ให้บริโภคอาหารประเภทใดเป็นอันดับแรก

- ก. บริโภคข้าวให้มากขึ้น
ข. บริโภคนมและเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น
ค. บริโภคผักและผลไม้ให้มากขึ้น
ง. บริโภคอาหารที่ปรุงด้วยเกลือไอโอดีนเป็นประจำ

ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

8. ปิติเป็นนักเรียนที่มีความพยายามสูง เมื่อเขาอยู่ ป.4 สอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนน ร้อยละ 70 ป.5 ได้คะแนนร้อยละ 75 ป.6 ได้คะแนนร้อยละ 80 เมื่ออยู่ ม.3 เขาจะสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนนร้อยละเท่าใด

ก. 85

ข. 90

ค. 95

ง. สรุปแน่นอนไม่ได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บุปผา จุลพันธ์ (2550) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้านพฤติกรรมการสอนของครู ด้านความรับผิดชอบต่อการเรียน และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครู และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

สุรารัตน์ วิไลวรรณ (2551) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนที่มีระดับการคิดวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท นักเรียนที่มีการคิดแบบเชื่อมโยงความสัมพันธ์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีการคิดแตกต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการคิดที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

อัญชลี เหล่ารอด (2553) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ และข้อสอบเขียนตอบแบบสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวม เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลการตัดสินการเรียนจากกระทรวงศึกษาธิการ อยู่ในระดับดีมาก เมื่อวัดด้วยแบบทดสอบ แบบเลือกตอบ และเมื่อวัดด้วยข้อสอบเขียนตอบแบบสถานการณ์ และพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองในทุกทักษะสูงกว่าก่อนการทดลอง

สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัย พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับเวลา การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์ และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

3. เอกสารเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน

3.1 ความหมายของการปรับเทียบคะแนน

กุลลิกสัน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Gulliksen. 1950) ได้ให้ความหมายของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่าเป็นวิธีการทำคะแนนจากแบบทดสอบสองชุดที่วัดในวิชาเดียวกันให้เป็นคะแนนสมมูล (Equivalent scores) ที่เปรียบเทียบกันโดยตรง โดยเสนอวิธีการให้ผู้สอบโดยเสน่วิธีการให้ผู้สอบกลุ่มเดียวทำแบบทดสอบสองชุด และใช้วิธีง่าย ๆ คือ แปลงคะแนนแต่ละชุดให้เป็นคะแนนมาตรฐานแล้วนำคะแนนที่แปลงแล้วมาเทียบกันโดยตรง แต่ต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่า คะแนนสองชุดนั้น มีการกระจายของคะแนนเป็นโค้งปกติ

ปีเตอร์สัน และคณะ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 1982) ที่ให้นิยาม ของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่าเป็นกระบวนการเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการ แปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปยังแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง โดยที่แบบทดสอบทั้งสองนั้นต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน

ลอร์ด (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Lord. 1980) ได้กล่าวถึงการปรับเทียบคะแนน ระหว่างแบบทดสอบว่าเป็นการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับ ให้มีความหมาย สับเปลี่ยนกันได้ และเพื่อความเสมอภาคของบุคคล ผู้รับการทดสอบ

แองกอฟ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Angoff. 1984) ให้ความหมายของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่า หมายถึง กระบวนการแปลงระบบคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่ระบบคะแนนของแบบทดสอบ อีกฉบับหนึ่งซึ่งวัดสิ่งเดียวกัน เพื่อให้คะแนนแปลงจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้น สามารถ เทียบเท่ากัน และใช้แทนกันได้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2555: 158) ซึ่งได้ให้ นิยามว่า การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นกระบวนการแปลงคะแนนของทดสอบ ต่างฉบับที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันให้เป็นคะแนนที่สมมูลกันเพื่อทำให้คะแนนสามารถ เปรียบเทียบกันได้โดยตรง

จากแนวคิดและการให้ความหมายดังกล่าว ข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การปรับเทียบคะแนน เป็นวิธีการทางสถิติในการนำคะแนนจากแบบสอบต่างชุดกันแต่วัดสิ่งเดียวกันไปแปลงให้คะแนนของแบบสอบฉบับหนึ่งอยู่บนมาตรฐานหรือสเกลของแบบสอบอีกฉบับหนึ่ง ที่ถือเป็นคะแนนที่สมมูลกัน เพื่อให้คะแนนจากแบบสอบต่างฉบับกันสามารถเปรียบเทียบกันได้

3.2 เงื่อนไขของการเปรียบเทียบคะแนน

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ คือการทำให้คะแนนที่ได้ จากแบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความเท่าเทียมกันมากที่สุด ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับ แบบแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกฎเกณฑ์การแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ไปยังแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง จึงต้องกำหนดเงื่อนไขบางประการในการเปรียบเทียบคะแนน ซึ่งมีผู้เสนอเงื่อนไขต่างๆ ที่จำเป็นดังนี้

กุลลิคสัน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Gulliksen. 1950) ได้เสนอว่าแบบสอบที่จะนำมาเปรียบเทียบคะแนนกันได้นั้นต้องเป็นแบบสอบคู่ขนาน ซึ่งสร้างโดยการจับคู่ข้อสอบที่เหมือนกัน แล้วสุ่มแยกเป็นแบบสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ

เลอวิน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Levine. 1955) ได้เสนอว่า แบบสอบ 2 ฉบับที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันนั้น ต้องเป็นแบบสอบคู่ขนาน (Parallel forms) กันในด้าน 1) เนื้อเรื่อง (Subject matter) 2) โครงสร้าง (Structure) 3) รูปแบบ (Formats) 4) ชนิดของข้อสอบ (Item type) และ 5) เวลาที่ใช้สอบ (Timing)

ปีเตอร์ เซน และคณะ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 1980) ได้กล่าวถึงเงื่อนไข 4 ข้อ ที่จะต้องนำมาใช้ในการเปรียบเทียบคะแนน ดังนี้

1. แบบทดสอบทั้งสองฉบับจะต้องวัดความสามารถเดียวกัน คือ แบบทดสอบทั้งสองต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน คุณลักษณะนี้อาจเป็นคุณลักษณะแฝง หรือความสามารถ หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2. ความเสมอภาค (Equity) คือ เมื่อทุกกลุ่มมีความสามารถเดียวกัน การแจกแจง คะแนนของแบบทดสอบที่ได้ หลังจากที่มีการแปลงคะแนนแล้ว จะมีการแจกแจงเหมือนกันกับการแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นฉบับเทียบคะแนน

3. ความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือคะแนนที่ได้จากการแปลงคะแนนไม่ว่าจะมาจากกลุ่มใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่าเทียมกันหรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มผู้เข้าสอบ

4. มีความสมมาตร (Symmetry) คือผลของการเปรียบเทียบคะแนนต้องเหมือนกันไม่ว่าจะเทียบจากแบบทดสอบฉบับ X ไปยังฉบับ Y หรือเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X

แองกอฟ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Angoff. 1984) ได้เสนอว่า แบบสอบที่จะนำมาเปรียบเทียบคะแนนกันได้นั้น ต้องเป็นแบบสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน และใช้วัดกลุ่มผู้สอบที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน

จากแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่าทั้งแบบสอบและวิธีการเปรียบเทียบคะแนนจะต้องมีคุณลักษณะพิเศษบางประการ โดยแบบสอบฉบับที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบคะแนนกันจะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

- 1) วัดคุณลักษณะเด่นเหมือนกัน (Unidimensionality)
- 2) มีคุณลักษณะของความเป็นคู่ขนานในด้าน

- 2.1) เนื้อเรื่อง
- 2.2) โครงสร้าง
- 2.3) รูปแบบ
- 2.4) ชนิดของข้อสอบ
- 2.5) เวลาที่ใช้สอบ
- 3) มีความเที่ยงสูงทัดเทียมกัน

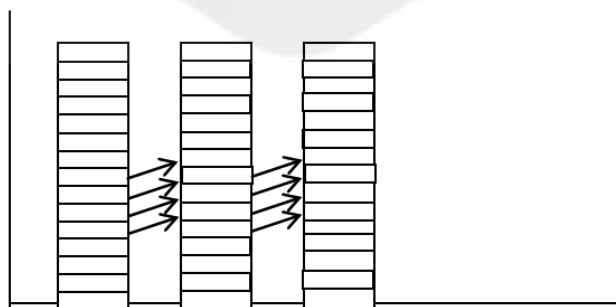
3.3 ประเภทของการปรับเทียบคะแนน

การทดสอบที่มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิคการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบสามารถจำแนกได้เป็น 2 สถานการณ์ แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Hambleton; & Swaminathan. 1985) ซึ่งต้องใช้รูปแบบการปรับเทียบคะแนน (Equating Forms) 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating)

การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกันเมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันมีระดับความยากใกล้เคียงกันและกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถอยู่ในประชากรเดียวกันและมีความสามารถใกล้เคียงกัน การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันขึ้นมาหลายๆ ฉบับ ด้วยเหตุผลของการนำไปใช้ในการทดสอบให้เกิดความยุติธรรมและป้องกันความลับของข้อสอบเมื่อใช้ในเวลาที่แตกต่างกัน สำหรับผู้สอบกลุ่มขนาดใหญ่เพื่อเทียบว่าคะแนนที่ได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งวัดในระดับเดียวกันจึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน เช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้น

คะแนน



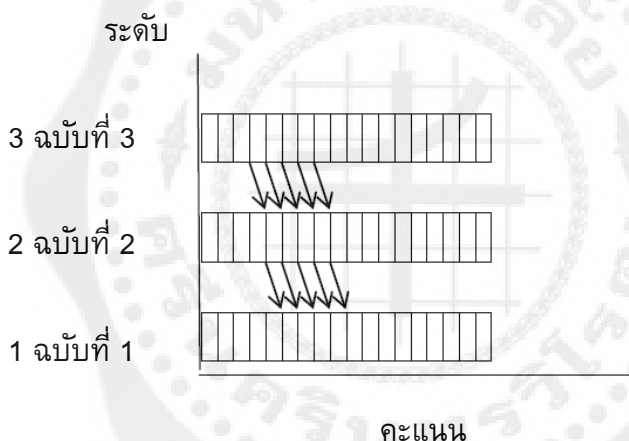
ภาพประกอบ 2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating)

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี (2555: 161)

แบบทดสอบต่างฉบับที่ต้องการนำมาเทียบมาตรฐานตามแนวนอนนั้น ถึงแม้ว่าแบบทดสอบ เหล่านั้นยากที่จะมีความเท่าเทียมกันในทุกด้าน แต่ก็ควรเป็นแบบทดสอบที่พยายามสร้างหรือมุ่งให้คู่ขนานกัน (Alternate Forms) นอกจากนี้การแจกแจงความสามารถของผู้สอบที่ทำการสอบ ด้วยแบบทดสอบแต่ละฉบับควรมีการแจกแจงที่ประมาณได้ว่ามีระดับความสามารถที่ใกล้เคียงกัน

2. การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating)

การปรับเทียบคะแนนแนวตั้งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกัน แต่ต่างฉบับต่างมุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกันเช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นต้น



ภาพประกอบ 3 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating)

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี (2555: 162)

แบบทดสอบต่างฉบับที่วัดเนื้อหาเรื่องเดียวกัน แต่ต่างระดับกันที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกันนั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับจึงมีความยากแตกต่างกันไป รวมทั้งกลุ่มผู้สอบแต่ละฉบับมีการแจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากรหรือมีการแจกแจงความสามารถที่อยู่ระดับต่างประชากรหรือมีการแจกแจงความสามารถที่อยู่ในระดับที่ต่างกัน ดังนั้นการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง จึงมีความสลับซับซ้อนกว่าการปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนทั้งในแง่ทฤษฎีและการปฏิบัติ

รูปแบบของการเปรียบเทียบคะแนนสามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ การเทียบมาตรฐานตามแนวนอนเป็นการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่มีความยากใกล้เคียงกัน และกลุ่มผู้สอบมีความสามารถใกล้เคียงกันด้วย การเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบที่มีความยากต่างกัน และกลุ่มผู้สอบก็มีความสามารถต่างกันด้วย

3.4 รูปแบบวิธีการเก็บข้อมูล

การจัดการทดสอบเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนสามารถจำแนกเป็นแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555: 163)

1. รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design)

1.1 รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียวที่ไม่ได้รับการจัดให้สมดุล (Unconterbalanced Design)

รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียวทำหน้าที่เป็นผู้สอบร่วมวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำโดยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้สอบกลุ่มเดียว แต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ให้ผู้สอบทำแบบทดสอบฉบับหนึ่งแล้วตามด้วยแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

การให้ผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ระดับความสามารถของผู้สอบทั้ง 2 ฉบับ เท่ากัน จึงไม่เกิดปัญหาแทรกซ้อนรวมทั้งไม่เป็นปัญหาในเรื่องความยากของแบบทดสอบต่างฉบับ คะแนนจากแบบทดสอบจึงสามารถเปรียบเทียบกันได้บนพื้นฐานความสามารถที่เท่ากันจากคนกลุ่มเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติ การทดสอบฉบับหลังผู้สอบอาจได้รับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลจากการทดสอบฉบับแรก เช่น การเรียนรู้ การฝึกฝน ความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบฉบับแรก เป็นต้น ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการเปรียบเทียบคะแนน

1.2 รูปแบบกลุ่มเดียวที่ได้รับการจัดให้สมดุล (Counterbalanced Design)

รูปแบบนี้ปรับจากแบบแรก เพื่อขจัดผลของลำดับการทดสอบ ก่อน-หลัง โดยการสุ่มผู้สอบแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ในลักษณะที่กลุ่มย่อยหนึ่งให้ทำแบบทดสอบฉบับ 1 แล้วตามด้วยแบบทดสอบฉบับ 2 ส่วนอีกกลุ่มย่อยหนึ่งทำให้แบบทดสอบฉบับ 2 แล้วตามด้วยฉบับ 1 สลับกันเพื่อให้เกิดความสมดุล

การใช้รูปแบบนี้กลุ่มผู้สอบจึงได้รับอิทธิพลจากลำดับการทดสอบ การเรียนรู้ การฝึกฝนและความเมื่อยล้าที่สมดุลกันในทั้งสองกลุ่มย่อย

2. รูปแบบผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน (Equivalent-group Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มเท่าเทียมกัน โดยการจัดกลุ่มผู้สอบให้มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วให้ผู้สอบในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

ถึงแม้การจัดกลุ่มจะไม่เหมือนกันทุกประการ (Identical groups) แต่ก็ควรมีลักษณะทั่วไปคล้ายกันมากที่สุดอาจจะได้มาโดยวิธีการสุ่ม (Random) ข้อดีของรูปแบบนี้คือ แต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว จึงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหา การเรียนรู้ การฝึกฝนและความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบ แต่ปัญหาที่ตามมาคือ กลุ่มที่ใช้ไม่เหมือนกันอาจมีการแจกแจงความสามารถที่แตกต่างกัน และไม่มีข้อมูลที่จะนำมาใช้ปรับความแตกต่างของกลุ่ม ความแตกต่างที่เกิดขึ้นแม้เล็กน้อยย่อมส่งผลกระทบต่อความลำเอียงในการเทียบมาตรฐานได้ วิธีการที่จะช่วยลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้โดยการใช้กลุ่มตัวอย่างสุ่มขนาดใหญ่

3. รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-test Design)

3.1 รูปแบบผู้สอบกลุ่มสุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-test Random group Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งได้จากการสุ่มแล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มสอบแบบทดสอบฉบับเดียวกัน โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียกว่าแบบทดสอบร่วม (Anchor Test) การใช้แบบทดสอบร่วมนี้สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะดังนี้

3.1.1 แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมที่จัดไว้ในแบบสอบที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบคะแนน

3.1.2 แบบทดสอบร่วมภายนอก (External Anchor Test) เป็นแบบที่มีข้อสอบร่วมที่ถูกจัดแยกออกมาต่างหากจากแบบทดสอบที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบคะแนน ซึ่งกลุ่มผู้สอบจะต้องทำและจับเวลาแยกออกจากตัวแบบทดสอบที่ต้องการนำมาเทียบคะแนน

รูปแบบนี้จะช่วยลดความลำเอียงในการเทียบคะแนนมีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ ผิดฝน ความเมื่อยล้าและความแตกต่างระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบรูปแบบนี้ จึงได้เปรียบเหนือกว่า 2 รูปแบบแรก แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญบางประการ เช่น คุณภาพของแบบทดสอบร่วม ซึ่งจะต้องคำนึงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบร่วมที่ต้องมีเนื้อหาและระดับความยากคล้ายกับแบบทดสอบที่ต้องการเทียบคะแนนและความยากของแบบทดสอบร่วมเป็นสำคัญ

3.2 รูปแบบผู้สอบกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-test Nonequivalent groups Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งมีลักษณะไม่เท่าเทียมกัน แล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันกลุ่มละฉบับ โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ข้อสอบร่วม (Anchor Test) ซึ่งอาจใช้แบบทดสอบร่วมภายในหรือแบบทดสอบร่วมภายนอกก็ได้

ในการทดสอบบางสถานการณ์ อาจมีความจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบร่วมกับกลุ่มผู้สอบต่างประชากรกัน เช่น กลุ่มผู้สอบต่างโปรแกรม เวลา หรือระดับ เป็นต้น ซึ่งคะแนนจากแบบทดสอบร่วมจะเป็นกลไกสำคัญสำหรับการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ

ในการใช้แบบสอบร่วมนี้ มีข้อพึงพิจารณาดังนี้

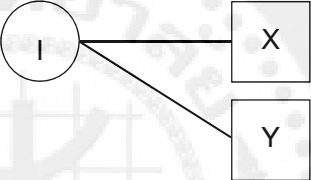
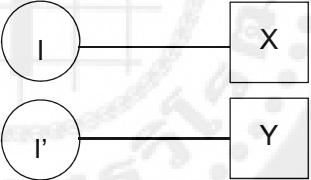
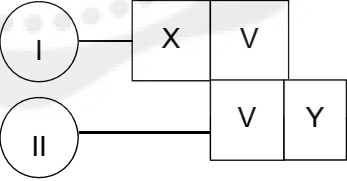
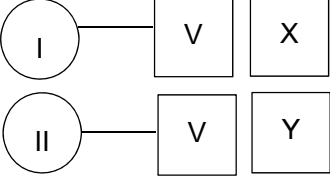
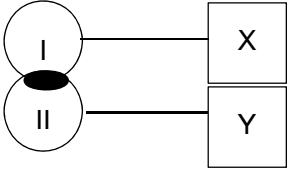
- เนื้อหาของข้อสอบร่วมควรเป็นตัวแทนเนื้อเรื่องของแบบสอบทั้งสองฉบับ
- ความยาวของข้อสอบร่วมควรพอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบทั้งสองกลุ่ม
- จำนวนข้อสอบร่วมไม่ควรน้อยกว่า 20 ข้อ หรือ 20% ของจำนวนข้อสอบ
- จำนวนข้อสอบร่วมควรมีประมาณ 20% หรือ 25% ของข้อสอบทั้งฉบับ

4. รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้ผู้สอบร่วม (Common-person Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกันทำแบบทดสอบต่างฉบับแต่มีจำนวนผู้สอบส่วนหนึ่ง จากทั้งสองกลุ่มทำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้ผู้สอบร่วม

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในแบบทดสอบหลายฉบับและการเก็บข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบ สามารถจำแนกการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 4 รูปแบบ คือ รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียว รูปแบบผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม และ รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม

ตาราง 3 รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบ

การออกแบบ (Designs)	กลุ่มผู้สอบ สอบ	แบบ	ปัจจัยเกี่ยวข้อง
1. การใช้ผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design)			- ความเมื่อยล้า - ลำดับการทำแบบสอบ - การเรียนรู้จากแบบสอบ
2. การใช้ผู้สอบกลุ่มตัดเทียม (Equivalent-group Design)			- การสุ่ม - ความตัดเทียมกัน
3. การใช้ข้อสอบร่วม (Anchor-test Design)			- ความยาวของ V - ความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ X และ Y
3.1 แบบสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test)			
3.2 แบบสอบร่วมภายนอก (External Anchor Test)			
4. การใช้ผู้สอบร่วม (Common-person Design)			- ความเมื่อยล้าของกลุ่มผู้สอบร่วม - ลำดับการทำแบบสอบ

3.5 รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน (Designs for Equating Method)

วิธีการที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนมีหลายวิธี แต่สามารถจำแนกตามแนวคิดพื้นฐานของการปรับเทียบได้ เป็นรูปแบบหลัก 2 รูปแบบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555) ได้แก่

3.5.1 รูปแบบการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Models of Equating)

3.5.2 รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating through Item Response Theory) ซึ่งรูปแบบการปรับเทียบคะแนนแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Models of Equating) วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 วิธีดังนี้

3.5.1.1 วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์

การปรับเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์ เป็นวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยยึดหลักการพื้นฐานที่ว่า การแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y มีลักษณะคล้ายกัน หรือถ้ามีความแตกต่างเกิดขึ้นบ้างก็มีเพียงเล็กน้อยเช่น ต่างกันที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเทียบหาคะแนนสมมูลทำได้โดยใช้คะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกันของคะแนน 2 ชุดนั้น ผลการปรับเทียบคะแนนแสดงได้ ภาพที่ได้จากการแปลงคะแนนของวิธีการนี้ ทำให้มองเห็นภาพของระดับความยากของแบบทดสอบทั้งสองชุด นั่นคือ ถ้าหากความยากของแบบทดสอบทั้งสองชุดใกล้เคียงกันเส้นกราฟที่เกิดขึ้นจะใกล้เคียงเส้นตรงและหากว่าความยากต่างกันเส้นกราฟจะเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear) ดังนิยาม

นิยาม คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ X และ Y (เมื่อแบบทดสอบ X และ Y วัด สิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นสูงพอๆกัน) จะถือว่าเป็นคะแนนสมมูลกัน (Equivalent Scores) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับนั้น มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Ranks) เท่ากัน เฟลเนแกน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555: 12; อ้างอิงจาก Flanagan. 1951)

การเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีนิยามว่า คะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับจะถือว่าเป็นคะแนนที่สมมูลกัน เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับมีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน การเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง การแจกแจงความถี่สะสมสัมพัทธ์สำหรับแบบสอบที่จะนำมาเทียบคะแนน โดยมีขั้นตอนย่อยๆ คือ

1. นำคะแนนของกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งสุ่มเป็นสองกลุ่มย่อย ให้กลุ่มหนึ่งทำแบบสอบ และอีกกลุ่มทำแบบสอบ Y มาทำการแจกแจงคะแนน X และ Y

2. คำนวณหาจุดกลางเปอร์เซ็นต์ไทล์ของแต่ละการแจกแจง

3. อ่านและทำเครื่องหมายค่าคะแนนของแบบสอบฉบับ X และฉบับ Y ของการแจกแจงที่สมมูลกันบนกระดาษกราฟ โดยแกนนอนเป็นคะแนนดิบและแกนตั้งเป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ประมาณ 30 จุด แล้วลากเส้นเชื่อมต่อกันเป็นกราฟ

3.5.1.2 วิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรง

วิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรงเป็นวิธีที่ยึดถือนิยมของการปรับเทียบคะแนนว่า คะแนนจากแบบสอบสองฉบับ X และ Y เมื่อแบบสอบ X และ Y วัดสิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นใกล้เคียงกัน จะถือว่าคะแนนสมมูลกัน (Equivalent Score) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับมีคะแนนมาตรฐาน (Standard Score) เท่ากัน

วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงนั้นมีด้วยกันหลายเทคนิควิธี วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงเป็นกรณีเฉพาะของวิธีปรับเทียบคะแนนอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์เนื่องจากว่า ถ้าการแจกแจงคะแนนจากแบบสอบ X และ Y เหมือนกัน วิธีอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์ให้ผลการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบเป็นเส้นตรง ซึ่งเหมือนกันวิธีปรับเทียบเชิงเส้นตรง แต่ถ้าการแจกแจงคะแนนจากแบบสอบ X และ Y แตกต่างกัน และแบบสอบมีความยากแตกต่างกัน ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง วิธีอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์น่าจะให้ผลการปรับเทียบที่ดีกว่า วิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรงไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) เนื่องจากการปรับเทียบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความสามารถไม่เท่ากัน อีกทั้งการแจกแจงคะแนนอาจมีรูปร่างที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับเทียบเชิงเส้นตรง มีดังนี้

1. ถ้าแบบสอบที่นำมาปรับเทียบคะแนนมีความยากของแบบสอบต่างกัน การแจกแจงคะแนนอาจมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง การใช้วิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรงคงไม่เหมาะสม การใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ไทล์น่าจะเหมาะสมกว่า

2. ข้อตกลงเบื้องต้นของการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงถือเป็นสิ่งสำคัญ จึงควรตรวจสอบความสอดคล้องของการแจกแจงก่อนปรับเทียบและหลังปรับเทียบว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่

3. ถ้าต้องการปรับเทียบของกลุ่มประชากรที่มีความสามารถแตกต่างกัน การปรับเทียบแบบเฮอร์สโตน จึงเหมาะสมกับการปรับเทียบตามแนวตั้ง แต่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ แบบสอบทั้งสองฉบับการกระจายค่าความยากของข้อสอบรวมต้องมีลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ

- กลุ่มตัวอย่างที่นำมาปรับเทียบคะแนนทั้งสองกลุ่ม ควรมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ

- คะแนนมาตรฐานของแบบสอบทั้งสองฉบับต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

- แบบสอบต้องสามารถวัดได้ถึงระดับอันตรภาค (Interval Scale) และต้องประกอบด้วยข้อสอบซึ่งเรียงลำดับจากข้อง่ายไปหาข้อยาก

3.5.1.3 วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย

การปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย เป็นวิธีที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) สำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ การปรับเทียบคะแนนโดยวิธีนี้เป็นการใช้สมการเส้นตรงในการทำนายตัวแปรตาม จากตัวแปรอิสระ ซึ่งมีลักษณะไม่สมมาตร คือสมการทำนาย Y จาก X หรือการทำนาย X จาก Y เป็นสมการที่ไม่สมมาตร หรือให้ผลทำนายในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้คะแนนจากแบบสอบที่ใช้เป็นตัวทำนาย ยังมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า จะต้องมีความเชื่อมั่นเป็น 1

ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับเทียบคะแนนโดยสมการถดถอย ดังนี้

1. แบบสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกัน ต้องมีความสัมพันธ์กับคะแนนเกณฑ์เท่าเทียมกัน ถ้าไม่เป็นไปตามนั้นจะทำให้คะแนนจากแบบสอบฉบับหนึ่งจะสามารถทำนายคะแนนเกณฑ์ได้แม่นยำกว่าอีกฉบับหนึ่ง ทำให้การปรับเทียบคะแนนมีความผันแปรตามกลุ่มที่ศึกษา

2. แบบสอบที่นำมาปรับเทียบคะแนนกัน ต้องเป็นแบบสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน มีความเป็นคู่ขนาน และมีความเชื่อมั่นสูง

3.5.1.4 วิธีการปรับเทียบค่าเฉลี่ย

วิธีนี้ใช้สำหรับรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสุ่มกลุ่ม เมื่อมีการปรับเทียบคะแนนสังเกตได้ (Observed Score Equating) เป็นการพิจารณาค่าความยากของแบบสอบชุดที่ 1 ต่างจากชุดที่ 2 คงที่ตลอดตั้งแต่คะแนนน้อยที่สุดจนถึงคะแนนมากที่สุด เช่น แบบสอบชุดที่ 1 ง่ายกว่าแบบสอบชุดที่ 2 อยู่ 5 คะแนนในกลุ่มผู้ได้คะแนนสูง และง่ายกว่ากลุ่มต่ำ 5 คะแนน เช่นเดียวกัน มีกระบวนการปรับเทียบคะแนนดังนี้

กำหนดให้แบบสอบ X เป็นแบบสอบใหม่ที่ต้องการปรับเทียบ X เป็นคะแนนที่ได้จากแบบสอบ X ทั้งหมด และ x แทนคะแนนที่ต้องการปรับเทียบ

และกำหนด Y เป็นแบบสอบชุดเดิม Y แทนคะแนนที่ได้จากแบบสอบ Y ทั้งหมด และ y แทนคะแนนเฉพาะจากแบบสอบ

ให้ $\mu(X)$ เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ X

ให้ $\mu(Y)$ เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ Y

ความหมายของการปรับเทียบคะแนนคือ คะแนนจาก 2 แบบสอบมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มเท่ากัน กำหนดโดย

$$x - \mu(X) = y - \mu(Y)$$

$$\text{จะได้ } m_y(x) = y$$

$$= x - \mu(X) + \mu(Y)$$

เมื่อ $m_y(x)$ แทนคะแนน x จากแบบสอบ X แปลงไปสู่สเกลของแบบสอบ Y โดยวิธีการปรับเทียบค่าเฉลี่ย

3.5.2 รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating Through Item Response Theory)

รูปแบบวิธีการปรับเทียบตามแนวทฤษฎีดั้งเดิมที่ใช้คะแนนดิบมาปรับเทียบคะแนนดิบ (raw score) ระหว่างแบบสอบ แต่มีจุดอ่อนทั้งในด้านความเสมอภาค (equity) ความสมมาตร (symmetry) และความไม่ผันแปรตามกลุ่ม (invariance) ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวทางทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ถ้ามีการเลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (item response models) ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูล โคลเน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Kolen. 1981.)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ได้เสนอโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบ (θ) กับโอกาสการตอบข้อสอบถูกเป็นรายข้อ [$P_i(\theta)$] โดย P_i θ เป็นฟังก์ชันของ θ และคุณลักษณะของข้อสอบ (a, b, c) ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมีคุณลักษณะของความไม่แปรผันตามกลุ่ม ถ้าทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะทำให้ประมาณความสามารถ θ ของผู้สอบได้อย่างเป็นอิสระจากชุดของข้อสอบที่ใช้สอบ

ในการประมาณค่า θ ค่าประมาณ θ ของผู้สอบแต่ละคน จะไม่ได้รับผลกระทบจากความแตกต่างของชุดข้อสอบที่ใช้ ไม่ว่าผู้สอบจะถูกทดสอบด้วยแบบสอบที่ยากหรือง่าย ความสามารถ θ ของผู้สอบที่ประมาณได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบได้ ภายใต้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้อย่างสุ่ม ดังนั้น เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบก็เหมือนกับว่าเมตริกซ์ความสามารถของผู้สอบถูกกำหนดหรือตรึงให้อยู่บนสเกลเดียวกัน การประมาณค่า θ ของผู้สอบตามทฤษฎี IRT จึงสามารถนำมาปรับเทียบกันได้โดยตรง ไม่ว่าผู้สอบจะกระทำการสอบจากแบบสอบฉบับที่ง่าย ปานกลาง ยาก จึงไม่มีความจะเป็นในการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ แอมเบิลตัน และสวามินาธาน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Hambleton; & Swaminathan. 1985)

กรณีไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาก่อน เมื่อนำแบบสอบฉบับเดียวกันไปทดสอบกับผู้สอบ 2 กลุ่ม ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบจะมีคุณลักษณะที่ไม่ผันแปรไปตามกลุ่ม ถ้าในการคำนวณได้มีการกำหนดหรือตรึงค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) หรือค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบให้อยู่บนสเกลที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน

ในกรณีที่ไมทราบทั้งพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบมาก่อน เมื่อนำแบบสอบร่วมฉบับเดียวกันไปทดสอบกับผู้สอบ 2 กลุ่ม (ข้อสอบร่วม) หรือผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำ แบบสอบ 2 ฉบับ (ผู้สอบร่วม) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แยกกัน ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และความสามารถของผู้สอบ ผลที่ได้อาจได้ค่าที่แตกต่างกันระหว่างแบบสอบหรือระหว่างกลุ่มผู้สอบ ความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการกำหนดค่าเฉลี่ยของการแจกแจงค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) หรือ

ค่าเฉลี่ยการแจกแจงค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b) ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งที่ไม่เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตามค่าพารามิเตอร์ระหว่างฉบับหรือระหว่างกลุ่มเหล่านั้น จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear relationship) ซึ่งสามารถสร้างสมการแปลงค่าพารามิเตอร์ระหว่างฉบับหรือระหว่างกลุ่มให้อยู่บนสเกลเดียวกันได้

เนื่องจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวทั้ง 4 วิธี มีวิธีการใช้ข้อสอบร่วม (Anchor –Test Design) เป็นวิธีที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากที่สุด ดังนั้นการคำนวณค่าสถิติสำหรับการปรับเทียบมาตร (Scaling constants) สำหรับใช้ปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่สำคัญ มี 4 วิธี ดังนี้

3.5.2.1 วิธีสมการถดถอย (Regression Method)

การปรับค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) ของข้อสอบร่วม จากแบบสอบ X ให้อยู่บนมาตรหรือสเกลเดียวกับแบบสอบ Y ด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$b_{yc} = \alpha b_{xc} + \beta$$

เมื่อ b_{yc} , b_{xc} = ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมจากแบบสอบ Y และ X

α , β = ค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย

วิธีสมการถดถอยมีปัญหาในด้านความสมมาตร (Symmetry) ของผลการปรับเทียบคะแนน การปรับเทียบคะแนนจากแบบสอบ X ไป Y จะให้ผลต่างจากการปรับเทียบคะแนนจากแบบสอบ Y ไป X

3.5.2.2 วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา (Mean and Sigma Method)

วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา มีลักษณะสมมาตร การปรับเทียบคะแนนจากแบบสอบ X ไป Y หรือจากแบบสอบ Y ไป X ให้ผลเหมือนกัน

- กรณีโมเดล 1 พารามิเตอร์

$$b^*_{yc} = b_{xc} + \beta$$

การปรับสเกลค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b) สำหรับแบบสอบ X กระทำโดยการบวกด้วยผลต่างของค่าเฉลี่ย b ของข้อสอบร่วมจากแบบสอบ Y และ X นั้นเอง

- กรณีโมเดล 2 และ 3 พารามิเตอร์

$$b^*_{yc} = \alpha b_{xc} + \beta$$

3.5.2.3 วิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)

การคำนวณตามวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมาไม่ได้พิจารณาถึงระดับความแม่นยำที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละตัวที่ใช้ในสมการ ลิน และคณะ (Linn et al. 1981) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Linn; et al. 1981) ได้เสนอวิธีการปรับแก้ค่าเฉลี่ยซิกมา โดยนำความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเป็นรายข้อมาใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ข้อสอบรวมที่มีค่าความแปรปรวนระหว่างฉบับสูงจะมีน้ำหนักน้อย ส่วนข้อสอบที่มีความแปรปรวนระหว่างฉบับต่ำจะมีน้ำหนักมาก ค่าน้ำหนักเป็นส่วนกลับของความแปรปรวนของค่าประมาณตัวที่มีค่ามาก

3.5.2.4 วิธีโค้งลักษณะข้อสอบ (Characteristic Curve Method)

สตอคกิง และลอร์ด (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Stocking; & Lord. 1983) ได้เสนอวิธีโค้งลักษณะข้อสอบ โดยนำสารสนเทศที่ได้จากพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้งค่าพารามิเตอร์ความยาก และอำนาจจำแนกมาใช้ประโยชน์ในการคำนวณค่าคงที่ สำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ

เมื่อ N เป็นจำนวนผู้สอบ และ F เป็นฟังก์ชันแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงที่ได้จากแบบสอบทั้งสองของผู้สอบที่มีความสามารถเดียวกัน การคำนวณค่าคงที่ α และ β ใช้กระบวนการกระทำซ้ำลยรอบจนได้ค่าที่ดีที่สุด

3.6 พารามิเตอร์ของทฤษฎีการตอบข้อคำถาม

ตามทฤษฎีเราแบ่งพารามิเตอร์ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameter) ได้แก่

1.1 ค่าความยาก (b) หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก หรือ หมายถึงค่าที่แสดงถึงระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) ที่จุดโค้งลักษณะข้อสอบมีความชันมากที่สุด มีค่าตั้งแต่ $-\infty$ ถึง ∞ แต่ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 ค่า -3 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายมาก และค่า +3 แสดงว่าข้อสอบนั้นยากมาก

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (a) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่แยกเด็กออกเป็น 2 พวก คือพวกตอบถูกกับพวกตอบผิด ในการวิจัยนี้หมายถึง ค่าที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้งมีค่าตั้งแต่ $-\infty$ ถึง ∞ แต่ในทางปฏิบัติมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 2 เพราะค่า a ที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบไม่ดี ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้ง ค่า 0 แสดงว่าข้อสอบไม่มีค่าอำนาจจำแนก ค่า +2 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง ในการคัดเลือกข้อสอบ ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่า a ตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป

1.3 ค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) หมายถึง ความน่าจะเป็นของบุคคลหนึ่งที่ปราศจากความสามารถจะตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง เป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสการตอบข้อสอบถูกโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มีค่าจาก 0 ถึง 1 จะคัดเลือกเอาข้อสอบที่มีค่า c ต่ำกว่า 0.3

2. พารามิเตอร์ของผู้สอบ ได้แก่ ระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) หมายถึง ศักยภาพของผู้สอบที่ประมาณได้จากการกระทำข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 ค่า -3 แสดงว่ามีความสามารถต่ำ และค่า +3 แสดงว่ามีความสามารถสูง

รูปแบบของโมเดลโลจิสติก

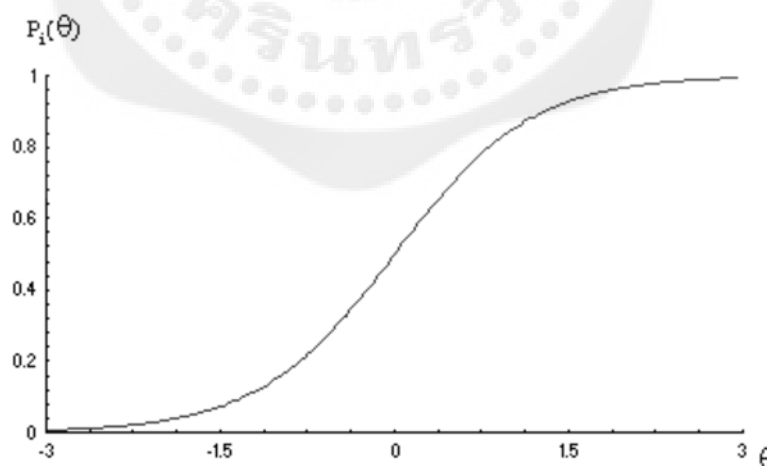
โมเดลโลจิสติกถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ จึงพัฒนาขึ้นเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. One – Parameter Logistic Model

โมเดลนี้เบอร์นบอม พัฒนาขึ้นในปี 1968 ซึ่งบังเอิญตรงกับรูปแบบของ ราสช์ (Rasch, 1960) เป็นโมเดลที่อธิบายข้อสอบด้วยค่าพารามิเตอร์เพียงตัวเดียว คือ ค่าความยาก โดยเชื่อว่าโอกาสที่ผู้สอบจะทำข้อสอบได้ถูกหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของตนเองกับระดับความยากของข้อสอบ ดังนั้น จึงถือว่าค่าการเดาเป็นศูนย์ ($c_i = 0$) และค่าอำนาจจำแนก ($a_i = 1$) ของข้อสอบจะคงที่ทั้งฉบับ นั่นคือ กำหนดให้ทุกข้อที่ผู้สอบทำข้อสอบไม่มีการเดา และทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากัน เขียนเป็นฟังก์ชันได้ดังนี้ (Birnbbaum, 1968: 402)

$$P_i(\theta) = \frac{e^{(\theta - b_i)}}{1 + e^{(\theta - b_i)}} \quad , \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ โอกาสที่ผู้มีความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง
 θ คือ ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
 b_i คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i
 e คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818



ภาพประกอบ 4 ค่าความหมายของค่า Item Parameter (1 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

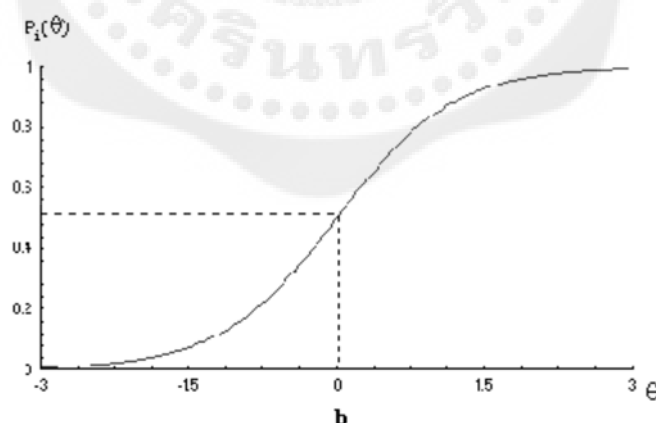
ที่มา: สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 63. (สำราญ มีแจ้ง, ประภัสสร วงษ์ดี, และยุพิน โกณฑา. 2551; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 63)

2. Two – Parameter Logistic Model

เบอ์นบอร์ม (Birnbau) ได้พัฒนาโมเดลนี้ขึ้นมาจาก Normal Ogive Model ซึ่งรูปของโมเดลใหม่ก็มีรูปแบบไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก จะเปลี่ยนแต่เพียงการคิดคำนวณเท่านั้น และกำหนดให้ทุกข้อไม่มีการเดาเกิดขึ้น คือ ค่า c_i มีค่าเป็น ศูนย์ทุกข้อ กล่าวคือ ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำสุด ไม่มีโอกาสที่จะทำข้อสอบถูกในข้อสอบที่มีค่าความยากสูง ซึ่งเบอ์นบอร์มได้เสนอรูปแบบของสมการดังนี้ (Birnbau. 1968: 400) (สำราญ มีแจ้ง, ประภัศร วงษ์ดี, และยุพิน โกณฑา. 2551; อ้างอิงจาก Birnbau. 1968: 400)

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta-b_i)}} \quad , \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ โอกาสที่ผู้มีความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง
 θ คือ ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
 a_i คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i
 b_i คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i
 e คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818
 D คือ ค่าคงที่ ซึ่งมีค่า 1.7



ภาพประกอบ 5 ความหมายของค่า Item Parameter (2 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

ที่มา: สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 64. (สำราญ มีแจ้ง, ประภัศร วงษ์ดี, และยุพิน โกณฑา. 2551; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 64)

3. Three – parameter Logistic Model

เป็นโมเดลที่พัฒนามาจาก Two-Parameter Logistic Model เพื่อให้เหมาะกับแบบทดสอบที่มีอิทธิพลจากการเดาเข้ามาแฝงอยู่ด้วย และเป็นโค้งลักษณะข้อสอบที่แสดงถึงลักษณะข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ตัว ซึ่งเบอร์นบอร์ม ได้เสนอรูปแบบของสมการดังนี้ (Birnbbaum. 1968: 405)

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad , \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ โอกาสที่ผู้มีความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง
 θ คือ ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ จะมีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 และค่า -3 แสดงว่ามีค่าความสามารถต่ำ +3 แสดงว่ามีค่าความสามารถสูง

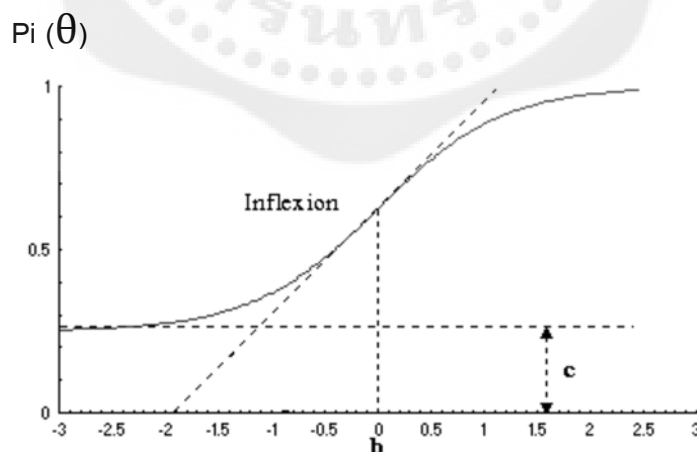
a_i คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งมีค่าสัดส่วนโดยตรงกับค่าความชันของโค้ง ณ จุดเปลี่ยนโค้งที่จุด $\theta = b_i$ โดยทั่วไปมักจะเลือกใช้ช่วงของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0 ถึง 2

b_i คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i เป็นระดับความสามารถของผู้สอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้ง และมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -2 ถึง +2 ค่า -2 แสดงว่าข้อสอบง่ายมาก และค่า +2 แสดงว่าข้อสอบยาก

c_i คือ ค่าการเดาของข้อสอบข้อที่ i เป็นความน่าจะเป็นหรือโอกาสของคนที่มีความสามารถต่ำจะตอบข้อสอบถูก มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปแล้ว ข้อสอบที่ดีจะต้องมีค่าการเดาต่ำกว่า 0.30

e คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818

D คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1.7



ภาพประกอบ 6 ความหมายของค่า Item Parameter (3 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

ที่มา: สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 65 (สำราญ มีแจ้ง, ประภัสสร วงษ์ดี, และยุพิน โกณทา. 2551; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ สุขมลสันต์. 2538: 65)

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการต่าง ๆ ดังนี้

ปัจจุบันได้มีการนำเอา Latent Trait Models โดยเฉพาะ Rasch Model มาใช้อย่างกว้างขวางในการวัดผลและการทดสอบโดยทั่วไป ซึ่ง ไรท์ (Wright. 1980: 194-196 อ้างอิงจากประดิษฐ์ เรื่องตระกูล. 2529: 26) ได้รวบรวมประโยชน์ถึงการนำ Rasch Model มาใช้ไว้มากมาย แต่อย่างไรก็ตามในงานที่ Rasch Model สามารถทำได้นั้นโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ย่อมทำได้และอาจทำได้ดีกว่าในบางกรณี ดังนั้นการนำโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ไปใช้ประโยชน์จึงพอสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในการสร้างคลังข้อสอบ (Item Bank) เนื่องจากข้อสอบที่วิเคราะห์แล้วค่า พารามิเตอร์มีลักษณะคงที่ ดังนั้น ข้อสอบเหล่านี้จึงนำมาใช้สร้างข้อสอบชุดใหม่ตามเกณฑ์ที่ต้องการวัด

2. ใช้วิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis) การวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์จะสามารถแก้ปัญหาที่โมเดลคลาสสิคอลแก้ไม่ได้ แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton. 1979: 14–15) อันได้แก่

2.1 ค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ต่างขึ้นอยู่กับสภาพกลุ่มตัวอย่างที่ทำการสอบ

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถหรือคุณลักษณะ (Trait) ใด ๆ ในแต่ละบุคคลจะเปรียบเทียบกันได้ก็ต่อเมื่อต้องสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

2.3 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแต่ละคนเท่ากัน ซึ่ง ลอร์ด และ โนวิก (Lord; & Novick. 1968) ได้แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสำหรับคะแนนปานกลางจะมีขนาดเล็กกว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดที่ระดับคะแนนสูงหรือคะแนนต่ำ

3. ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ของระดับความสามารถของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ผลของการวิเคราะห์ข้อสอบถูกดัดแปลงให้เป็นคะแนนความสามารถของแต่ละกลุ่มบุคคลจึงสามารถเปรียบเทียบกับคะแนนความสามารถซึ่งเป็นเกณฑ์คงที่ได้ ทำให้เราทราบได้ว่า ระดับความสามารถอิงเกณฑ์แต่ละชุด (Minimum Mastery Level) ของข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นอย่างไร

4. ใช้วินิจฉัยความสามารถของผู้สอบ (Diagnostic) ในกรณีที่ ICC ของข้อสอบไม่เหมาะสมกับโค้งของโมเดล แสดงว่าบางสิ่งบางอย่างผิดปกติในตัวผู้สอบที่เราควรสนใจแก้ไข

5. ใช้ในการค้นหาความเป็นอคติของข้อสอบ (Item Bias) เมื่อเกิดเหตุดังกล่าวในข้อ 5.4 แสดงว่า มีความสามารถอื่นแฝงเข้ามาในความสามารถที่ต้องการวัดเราก็สามารถที่จะทำการตรวจสอบความลำเอียงของข้อสอบได้

6. ใช้ในการวัดระดับความสามารถของแต่ละบุคคล (Tailoring Test) เราอาจสุ่มข้อสอบที่วิเคราะห์แล้ว และมีความยากแยกตามลำดับมาสอบระดับความสามารถของแต่ละบุคคลได้

7. ใช้ในการจัดชั้นเรียน (Grade – Placement Tailoring) ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบอาจใช้ในการจัดชั้นเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ได้

8. ใช้ในการสร้างแบบทดสอบที่ดีที่สุด (Best Test Design) ผลจากการวิเคราะห์ข้อสอบโดย Latent Trait Models สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบที่มีคุณลักษณะต่างๆ ตามที่ต้องการได้

9. ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนต่างชุด (Equating Score) ในแบบทดสอบที่วิเคราะห์แล้ว 2 ชุดที่ต่างกัน แต่วัดในสิ่งเดียวกัน จะสามารถนำคะแนนของผู้สอบในแบบทดสอบฉบับหนึ่งเปรียบเทียบกับคะแนนของผู้สอบในแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งได้ ทั้งนี้เพราะคะแนนแต่ละชุดของทฤษฎี IRT นั้นถูกแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่สามารถเปรียบเทียบกันได้

10. ใช้หาค่าการเดา (Guessing) ในทฤษฎีคลาสสิกอลได้มีการใช้สูตรแก้การเดา แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วถ้าผู้สอบมีเวลาเพียงพอ มีตัวเลือกที่มีประสิทธิภาพ และผู้สอบได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ การเดาแบบสุ่มน่าจะเกิดขึ้นได้น้อยมาก ถ้าเป็นเช่นนั้นสูตรแก้การเดาจึงเป็นเสมือนการลงโทษผู้สอบผู้นั้น สำหรับในทฤษฎี IRT จะไม่ใช้สูตรแก้การเดา แต่จะใช้การพิจารณา ค่าการเดา ซึ่งหาได้จากการนำโมเดลทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยสนับสนุนทำให้หลักการพิจารณาค่าการเดามีความสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น

3.7 การกำหนดมาตรสำหรับรายงานผล

การเทียบคะแนนรูปแบบทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสามารถแบ่งได้ 2 วิธีการใหญ่ๆ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Lord. 1980)

3.7.1 การเทียบคะแนนจากคะแนนจริง (True-Score Equating)

จากผลการปรับเทียบความสามารถ (θ) บนสเกลของคะแนนมาตรฐาน (Standard score) ซึ่งมีค่าเป็นไปได้อาจบวกและค่าลบ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงเป็น 0 และ 1 ตามลำดับ นั้น อาจส่งผลให้เกิดความสับสนในการแปลความหมาย จึงเกิดเป็นแนวคิดของการแปลงคะแนนความสามารถ (θ) ให้อยู่ในรูปของคะแนนจริง (true score) เพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และเข้าใจได้ง่ายขึ้น แบบสอบที่มีความยากต่างกันถึงแม้ว่าจะนำไปสอบกับประชากรที่มีความสามารถเท่ากันหรือคุณลักษณะเดียวกัน แต่คะแนนที่ได้จะมีการแจกแจงแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าสามารถหาคะแนนจริงได้ ก็จะสามารถเทียบคะแนนระหว่างความสามารถ (θ) กับคะแนนจริง

3.7.2 การเทียบคะแนนจากคะแนนที่สังเกต (Observed – Score Equating)

ปัญหาของการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริงคือไม่สามารถทราบคะแนนจริงของแต่ละคนได้นอกจากใช้วิธีประมาณจากผลการสอบ ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ยังไม่มีคุณสมบัติเป็นคะแนนจริงและไม่สามารถทำการเทียบคะแนนคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนการเดาได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 อ้างอิงจาก Lord. 1980) จึงเสนอการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนสังเกตโดยอาศัยข้อมูลจากการตอบแบบสอบรวม (Anchor test)

3.8 การประเมินคุณภาพของการเปรียบเทียบคะแนน

ในการประเมินคุณภาพของการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ นิยมศึกษาสมการเปรียบเทียบจากกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบมาตรฐานและนำเสนอการเปรียบเทียบที่ได้ไปใช้ตรวจสอบคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างทานผล วิธีการตรวจสอบคุณภาพของการเปรียบเทียบสามารถจัดประเภทได้ดังนี้

3.8.1 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบ

การใช้วิธีการเปรียบเทียบคะแนนทุกวิธี กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มประชากรเดียวกันหรือหลายประชากร จะมีความแปรผันเชิงสุ่มเกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่เกิดขึ้นในเชิงทฤษฎี สำหรับการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบจากกลุ่มทานผลได้ดังนี้

3.8.1.1 หาความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ E แทน ค่าความคลาดเคลื่อน

x_j แทน คะแนนของแบบสอบชุดที่ j ที่ได้จากการสอบ

x_j^* แทน คะแนนของแบบสอบชุดที่ j ที่ได้จากตารางเปรียบเทียบคะแนน

3.8.1.2 การหาคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบ

คะแนนโดยใช้สูตร

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

เมื่อ SEE แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

SD_e แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสอบทานผล

3.8.2 ความเพียงพอของการเปรียบเทียบ

วิธีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบแต่ละวิธี ต่างมีเงื่อนไขของความเสมอภาคหรือความเหมาะสม ตามข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละรูปแบบหรือโมเดล ดังนั้นเมื่อเลือกรูปแบบไปใช้ สภาพการทดสอบอาจเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดลเพียงบางประการเท่านั้น

จึงต้องมีการตรวจสอบความพอเพียงของรูปแบบการเปรียบเทียบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 1982)

3.8.2.1 ดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์

โคเลน และ วิทเน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Kolen; & Whitney. 1982) ได้เสนอการใช้คะแนนจากกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างเทียบมาตรา โดยไม่มีหน่วยตัวอย่างซ้ำกัน ในการเปรียบเทียบคะแนนของ X บนสเกลของ Y(Y*) ด้วยการปรับเทียบคะแนน y ณ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน ดังสูตร

$$C = \frac{\Sigma(y - y^*)}{nk}$$

เมื่อ	c แทน	ค่าดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์
	y แทน	คะแนนจากแบบสอบชุด Y ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์
	y* แทน	คะแนนปรับเทียบของแบบสอบชุด X ที่อยู่บนสเกลของ Y ณ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน
	n แทน	จำนวนกลุ่มสอบทานผล
	k แทน	จำนวนข้อสอบรวม

ถ้าค่า c มีค่าน้อย หมายความว่า รูปแบบการปรับเทียบที่นำมาใช้ปรับเทียบมีความเหมาะสม และเพียงพอที่จะให้ผลการปรับเทียบมีความน่าเชื่อถือหรือให้ผลการปรับเทียบที่มีความคงเส้นคงวา

3.8.2.2 หาดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Comparison: C)

ปีเตอร์สัน และคณะ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 1982) ได้เสนอดัชนีความแตกต่างระหว่างคะแนนเกณฑ์กับคะแนนปรับเทียบ โดยถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความแปรปรวน เพื่อให้ได้ค่าที่เป็นมาตรฐาน ดังนี้

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

เมื่อ	C แทน	ค่าดัชนีความแตกต่างในการปรับเทียบคะแนน
	X _{ij} แทน	คะแนนจากแบบสอบฉบับ i ของนักเรียนคนที่ j
	X _{kij} * แทน	คะแนนจากแบบสอบฉบับ k ปรับเทียบไปเป็นคะแนนแบบสอบฉบับที่ i โดยใช้ตารางปรับเทียบคะแนนของนักเรียนคนที่ j
	n แทน	จำนวนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล
	s ² _{xi} แทน	ความแปรปรวนคะแนนจากแบบสอบฉบับ i

การตัดสินความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประเมินจากค่าดัชนีความแตกต่างกับเกณฑ์การยอมรับของ ปีเตอร์สัน และคณะ (พัชรีย์ จันทรพิ้ง. 2547; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 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

3.9 การศึกษาอัตราพัฒนาการ

การคำนวณหาอัตราพัฒนาการ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ ของ อวยพร เรื่องตระกูล (2537) (พัชรีย์ จันทรพิ้ง. 2547; อ้างอิงจาก อวยพร เรื่องตระกูล. 2537)

$$X_{45} = \frac{x_5 - x_4}{MAX - \theta_4}$$

$$X_{56} = \frac{x_6 - x_5}{MAX - x_5}$$

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
	MAX	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงสุด

3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนน

พัชรี จันทรพิ้ง (2547) ได้ศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีปรับแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบร่วมกับวิธีการเปรียบเทียบเชิงเส้นตรง โดยใช้แบบทดสอบสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง “จำนวนและการดำเนินการ” ช่วงชั้นที่ 3 แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ระดับละ 30 ข้อ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ร่วมกับวิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรงที่ใช้แบบสอบรวมภายใน และเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 โดยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น และจำแนกตามกลุ่มความสามารถ กลุ่มต่ำ กลุ่มปานกลาง และกลุ่มสูง ผลการศึกษาพบว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับต่ำ และความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับพอใจ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น และพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์จำแนกตามกลุ่มความสามารถ เพิ่มขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น

เอกชัย สุขเคหา (2549) ได้ศึกษาผลการเทียบคะแนนตามแนวนอนที่วิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เมื่อใช้รูปแบบการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนนตามแนวนอน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มี 3 พารามิเตอร์ เมื่อใช้รูปแบบการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนจริงที่ได้จากการเทียบคะแนนตามแนวนอนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มี 3 พารามิเตอร์ เมื่อใช้รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต่างกัน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ ผลการศึกษาพบว่า ผลการสร้างตารางเทียบคะแนนแบบทดสอบ คะแนนจริงของรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสุ่มกลุ่มนักเรียนให้สอบ โดยใช้แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่เรียงอันดับการสอบต่างกัน และผลการทดสอบความแตกต่างของค่าร้อยละของคะแนนจริงที่ได้จากการเทียบคะแนนตามแนวนอน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 3 พารามิเตอร์ เมื่อใช้รูปแบบการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน พบว่า มีค่าร้อยละของคะแนนจริงที่ได้จากการเทียบคะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำราญ มีแจ้ง ประภัสสร วงษ์ดี และยุพิน โกณฑา (2551) ได้การปรับเทียบคะแนน O-NET ระหว่างปี โดยวิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกันและโดยรูปแบบ IRT เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับเทียบคะแนน O-NET ระหว่างปี 2550 และปี 2551 โดยใช้ วิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกัน และโดยการปรับเทียบตามรูปแบบการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (หรือ รูปแบบIRT) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET ปี 2550 เดิม และค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET ปี 2550 ที่เป็นคะแนนแปลง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 4 รายวิชา โดยในรายวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเดิมสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแปลงที่ได้จากการปรับเทียบมาจากคะแนน ปี 2551 ในวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มีค่าเฉลี่ยคะแนนเดิมต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแปลงการปรับเทียบมาจากคะแนนปี 2551 โดยสรุป ค่าเฉลี่ยของคะแนน O-NET เดิมทั้ง 2 ปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศาตรา แสนปัญญา (2555) ได้ศึกษาพัฒนาการความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีปรับแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการปรับเทียบแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ร่วมกับวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา (Mean and Sigma Method) สมการถดถอย (Regression Method) โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด หรือ OLS (Ordinary Least Square) วิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้เรียกรวมนกันว่า “วิธีซิกมาและถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด” ผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ (Growth Rate) ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อขึ้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่ม สูง ปานกลาง และต่ำ มีพัฒนาการเรียงลำดับจากมากไปน้อยตามลำดับ และสมการมีสัมประสิทธิ์การทำนาย (r^2) ของคะแนนสอบ(x) ความสามารถแฝง(θ) และคะแนนจริง (T) เท่ากับ 0.997 1.000 และ 0.979 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของสมการทั้งสามสมการ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลีย์ (Wiley. 1999) ได้ทำการศึกษารูปแบบการปรับเทียบคะแนน 2 รูปแบบที่สอบกับข้อสอบที่หลากหลาย โดยใช้แบบแผนกลุ่มไม่เท่ากันที่มีแบบสอบร่วม ข้อสอบที่ใช้เป็นแบบเลือกตอบ และแบบเขียนตอบ (แบบเขียนตอบคำตอบที่ได้ยาวและต้องใช้ความจำมากกว่าแบบเลือกตอบ ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับข้อสอบร่วม แบบสอบเหล่านี้ยากที่จะสร้างให้แบบสอบร่วมส่งผลให้แบบสอบรวมถูกต้อง ซึ่งทางเลือกหนึ่งของการปรับเทียบคะแนนรวมของแบบเลือกตอบมากกว่าคะแนนรวมของแบบเขียนตอบ สามารถเป็นมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เหมือนกัน) การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของการปรับเทียบคะแนนที่ใช้รูปแบบการปรับเทียบที่หลากหลายถึงความถูกต้องของการปรับเทียบคะแนนของแบบสอบ ไปยังคะแนนของแบบสอบร่วม แบบสอบประกอบด้วย แบบเลือกตอบ 80 ข้อ และแบบเขียนตอบ 2 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกัน วิธีการปรับเทียบคะแนนที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ Tucker, Levine และ Equipercentile ผลปรากฏว่า ความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลมาจากความสามารถของผู้สอบ

เลาน์ (Leung. 2003) ได้เสนอวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) โดยใช้การปรับเทียบร่วมกันระหว่างวิธีการปรับเทียบตามวิธีทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ กับวิธีการปรับเทียบเชิงเส้นตรง โดยใช้ข้อสอบร่วม จุดหมายของการศึกษาครั้งนี้เพื่อตรวจสอบพัฒนาการความสามารถทางด้านภาษาจีนของนักเรียนระดับประถมศึกษาในฮ่องกง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาที่ทำการทดสอบในปี 1999 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ได้มาจากการศึกษาที่เป็นลักษณะของ Pilot Studies ของกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (A Large Scaled Research) โดยการทดสอบความสามารถทางภาษาจีนในปี 1999 ซึ่งในแต่ละระดับชั้นจะแบ่งออกเป็นระดับความสามารถ 6 ระดับ

จากงานวิจัยดังกล่าวจะใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนตามวิธีทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่อยู่ในระดับชั้นติดกัน (Adjacent grades) หรือต่อเนื่องกัน สำหรับการปรับเทียบแบบเชิงเส้นตรงจะใช้สำหรับการประมาณค่าโดยวิธี Simple Least Squared Regression เพื่อป้องกันปัญหาที่เรียกว่า Out-of-Level Effect ที่มักจะเกิดขึ้นจากการปรับเทียบคะแนนตามวิธีทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ผลการศึกษาพบว่า ในแต่ละระดับชั้นนักเรียนมีพัฒนาการความสามารถด้านภาษาจีนเพิ่มขึ้นและสำหรับการประเมินคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนโดยใช้วิธีดูความสัมพันธ์ระหว่างการปรับเทียบคะแนนตามวิธีทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับการเปรียบเทียบการปรับเทียบหลังจากมีการปรับแก้ค่าจากการปรับเทียบเชิงเส้นตรง ซึ่งค่าความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าเข้าใกล้หนึ่งเกือบทุกค่า ซึ่ง 1 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับดี

จากงานวิจัยข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบวิธีการปรับเทียบตามแนวทฤษฎีดั้งเดิมที่ใช้คะแนนดิบมาปรับเทียบคะแนนดิบ ระหว่างแบบสอบ แต่มีจุดอ่อนทั้งในด้านความเสมอภาค ความสมมาตร และความไม่ผันแปรตามกลุ่ม ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวทางทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ถ้ามีการเลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (item response models) จะมีความสอดคล้องกับข้อมูล และสามารถทำนายความสามารถของผู้สอบที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวดิ่งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนและลักษณะของแบบสอบ
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการทำข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 106,615 คน ประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34,784 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36,633 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35,234 คน (สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร. 2560)

ตาราง 4 จำนวนประชากรจำแนกตามกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครและระดับชั้น

กลุ่มโรงเรียน สังกัด กทม	จำนวน โรงเรียน	จำนวนนักเรียน			รวมจำนวน นักเรียน
		ชั้น ป.4	ชั้น ป.5	ชั้น ป. 6	
กรุงเทพกลาง	41	2,416	2,524	2,576	7,516
กรุงเทพใต้	59	4,053	4,252	4,098	12,403
กรุงเทพเหนือ	46	5,777	6,188	5,903	17,202
กรุงเทพตะวันออก	131	10,838	11,547	10,822	33,270
กรุงธนเหนือ	91	4,225	4,344	4,478	13,047
กรุงธนใต้	70	7,440	7,777	7,354	22,571
รวม	437	34,748	36,633	35,234	106,615

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,800 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเปรียบเทียบคะแนน กลุ่มสอบทานผล และกลุ่มศึกษาพัฒนาการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two - stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$$n_{\mu}^{\wedge} = \frac{NZ^2\sigma^2}{NE^2 + Z^2\sigma^2}$$

เมื่อ	$n_{\mu}^{\wedge}$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาค่าเฉลี่ย (μ) จากประชากร
	N	แทน	ขนาดของประชากร
	Z	แทน	ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการใช้ เพื่อการสรุปผลที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.96 หรือประมาณ 2
	σ^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของตัวแปรหลักที่ต้องการศึกษา
	E	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้ในการสรุปผล

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{106,615 \times (2)^2 (1)^2}{[106,615 \times (0.05)^2] + [(2)^2 (1)^2]}$$

$$= 1,577$$

จากการศึกษาของ โคลเลน และ เบรนนัน (พัชรี จันทรพิ้ง. 2547; อ้างอิงจาก Kolen; & Brennan. 1987) เสนอว่า ในการเปรียบเทียบคะแนนแต่ละกลุ่มด้วยวิธีทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ (IRT) ผู้สอบในแต่ละกลุ่มของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนนไม่ควรต่ำกว่า 400 คน และกลุ่มทานผลควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 10% ของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน ดังนั้น เพื่อความแข็งแกร่งและลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 1,577 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มเปรียบเทียบคะแนนระดับชั้นละไม่เกิน 360 คน 2) กลุ่มสอบทานผลประมาณ 30% ของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน จึงทำให้ได้กลุ่มสอบทานผลระดับชั้นละ 120 คน 3) กลุ่มศึกษาพัฒนาการระดับชั้นละ 480 คน รวมกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 2,880 คน

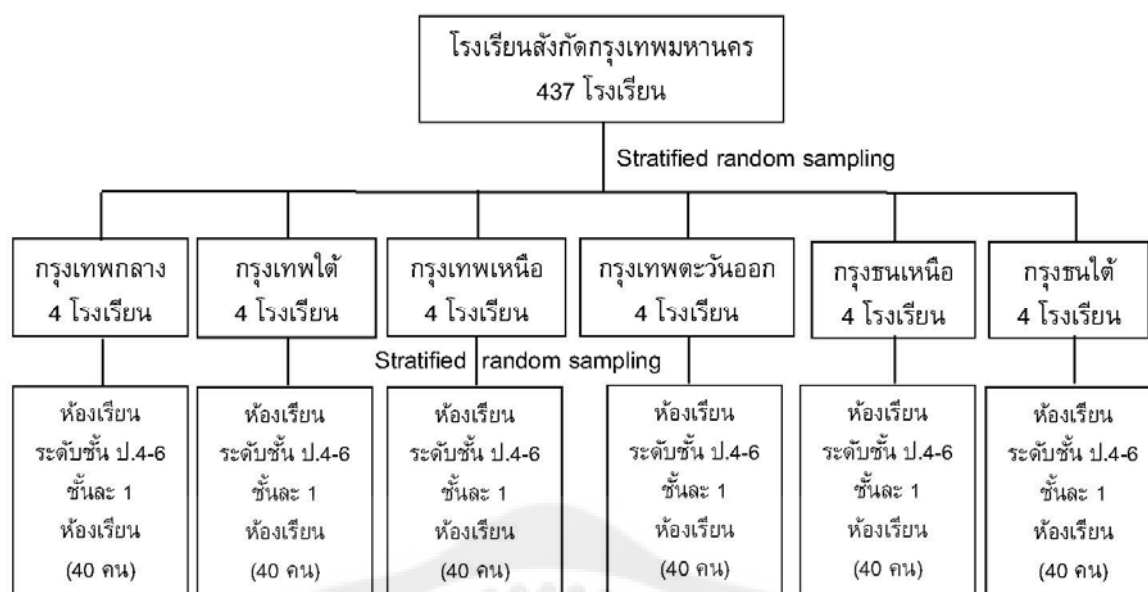
2. ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างนักเรียนโดยใช้การสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two stage random sampling) ดังนี้

2.1 จากกลุ่มโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกรุงเทพมหานครกลาง กลุ่มกรุงเทพใต้ กลุ่มกรุงเทพเหนือ กลุ่มกรุงเทพตะวันออก กลุ่มกรุงเทพมหานครเหนือ และกลุ่มกรุงเทพมหานครใต้ ผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนในแต่ละกลุ่มมากลุ่มละ 4 โรงเรียน ได้ทั้งหมด 24 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

2.2 สุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 จากแต่ละโรงเรียนมาระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 40 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ 15 คน นักเรียนกลุ่มทวนผล 5 คน และนักเรียนกลุ่มศึกษาพัฒนาการ 20 คน

ตาราง 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มโรงเรียน สังกัด	จำนวนนักเรียน									รวม จำนวน นักเรียน
	ชั้น ป.4			ชั้น ป.5			ชั้น ป. 6			
	กลุ่ม เปรียบเทียบ	กลุ่ม ทวนผล	กลุ่มศึกษา พัฒนาการ	กลุ่ม เปรียบเทียบ	กลุ่ม ทวนผล	กลุ่มศึกษา พัฒนาการ	กลุ่ม เปรียบเทียบ	กลุ่ม ทวนผล	กลุ่มศึกษา พัฒนาการ	
กรุงเทพมหานคร										
กลุ่มกรุงเทพกลาง	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
กลุ่มกรุงเทพใต้	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
กลุ่มกรุงเทพเหนือ	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
กลุ่มกรุงเทพตะวันออก	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
กลุ่มกรุงเทพเหนือ	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
กลุ่มกรุงเทพใต้	60	20	80	60	20	80	60	20	80	480
รวม	360	120	480	360	120	480	360	120	480	2,880



ภาพประกอบ 7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2. แบบแผนและลักษณะของแบบสอบ

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบร่วมซึ่งเป็นแบบสอบร่วมที่มีลักษณะที่มีแบบสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) แบบแผนการเปรียบเทียบคะแนนตามตาราง

ตาราง 6 แบบแผนการเปรียบเทียบคะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	แบบสอบ			
	ฉบับ ป.4	ฉบับ ป.5	ฉบับ ป.6	แบบสอบร่วม
ป.4	✓	-	-	✓
ป.5	-	✓	-	✓
ป.6	-	-	✓	✓

การเปรียบเทียบคะแนนในครั้งนี้ออกแบบการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบร่วม (Anchor Test) กับกลุ่มที่มีความสามารถต่างกัน 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนระดับชั้น ป.4, ป.5 และ ป.6 ซึ่งเป็นกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน โดยแต่ละกลุ่มทำแบบสอบในระดับชั้นของตนเองเพียงชุดเดียว ซึ่งในแบบสอบจะมีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 ข้อสอบร่วมระดับชั้น ป.5 กับ ป.6 สรุปได้ดังตาราง

ตาราง 7 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการเปรียบเทียบคะแนน

กลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบ คะแนน	แบบสอบ ระดับชั้น ป.4	แบบสอบ ระดับชั้น ป.4 – ป.5	แบบสอบ ระดับชั้น ป.5	แบบสอบ ระดับชั้น ป.5 – ป.6	แบบสอบ ระดับชั้น ป.6
ป.4	✓	✓	-	-	-
ป.5	-	✓	✓	✓	-
ป.6	-	-	-	✓	✓

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับชั้นละ 25 ข้อ

ตาราง 8 แบบสอบจำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
	ระดับชั้น ป.4	ระดับชั้น ป.5	ระดับชั้น ป.6
1. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	8	6	6
2. การลงความเห็นจากข้อมูล	8	6	6
3. การพยากรณ์	9	8	8
รวม	25	20	20

แบบสอบแต่ละฉบับจะมีข้อสอบรวมภายใน (Anchor Test) ในแต่ละระดับชั้นที่ต่อเนื่องกัน ดังแผนภาพ

ระดับชั้น	ข้อสอบเฉพาะ	ข้อสอบรวม	ข้อสอบเฉพาะ	ข้อสอบรวม	ข้อสอบเฉพาะ
ป.4	1-20	21-25			
ป.5		1-5	6-20	21-25	
ป.6				1-5	6-25

ภาพประกอบ 8 รูปแบบการจัดฉบับแบบสอบที่มีข้อสอบรวมภายในระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง

จากภาพประกอบ 7 จะเห็นว่า แบบสอบระดับชั้น ป.4 มีจำนวน 25 ข้อ โดยข้อที่ 21-25 ซึ่งเป็นข้อสอบของระดับชั้น ป.4 ใช้เป็นข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 แบบสอบระดับชั้น ป.5 จำนวน 25 ข้อ โดยข้อที่ 1-5 เป็นข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 ส่วนข้อที่ 6-20 ซึ่งเป็นข้อสอบของระดับชั้น ป.5 และข้อที่ 21-25 เป็นข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ป.5 กับ ป.6 แบบสอบชั้น ป.6 มีจำนวน 25 ข้อ โดยข้อที่ 1-5 เป็นข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ป.5 กับ ป.6 และข้อที่ 6-25 ซึ่งเป็นข้อสอบของระดับชั้น ป.6

สำหรับข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 ซึ่งเป็นเนื้อหาของระดับชั้น ป.4 ได้มาจากข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) สูงสุดของแต่ละทักษะและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดจากแบบสอบของระดับชั้น ป.4 และข้อสอบร่วมระดับชั้น ป.5 กับ ป.6 ซึ่งเป็นเนื้อหาของระดับชั้น ป.5 ได้มาจากข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) สูงสุดของแต่ละทักษะและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดจากแบบสอบของระดับชั้น ป.5 ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้น ป.5 ถือได้ว่าผ่านการเรียนรู้จากระดับชั้น ป.4 มาแล้ว ในทำนองเดียวกัน นักเรียนในระดับชั้น ป.6 ได้ผ่านการเรียนรู้จากระดับชั้น ป.4 และ ป.5 มาแล้ว เช่นกัน

ส่วนเครื่องมือที่ใช้กับกลุ่มสอบทานผลนั้น เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มนี้แต่ละคนต้องทำแบบสอบของทั้ง 3 ระดับ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงรวมแบบสอบทั้ง 3 ระดับเป็นข้อสอบฉบับเดียวทั้งหมด 65 ข้อ โดยตัดข้อสอบร่วมระหว่างชั้นข้อที่ซ้ำกันออก แล้วเรียงลำดับข้อจากแบบสอบระดับชั้น ป.4 เป็นข้อที่ 1-25 ต่อด้วยแบบสอบระดับชั้น ป.5 ข้อที่ 26-45 และสุดท้ายเป็นแบบสอบของระดับชั้น ป.6 เป็นข้อที่ 46-65 ตามลำดับ ในการนำคะแนนมาวิเคราะห์แยกข้อมูลเป็นระดับชั้นละ 25 ข้อเช่นเดิม

สำหรับการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4-6 จะศึกษาจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ภายหลังจากการแปลงคะแนนระดับชั้น ป.4 และ ป.6 ให้อยู่สเกลเดียวกันกับระดับชั้น ป.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจะศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ชั้น โดยภาพรวม โดยใช้ข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นละ 480 คน

ตาราง 9 ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6																				
การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย	ด.ช. เอ็ม ได้ไปร่วมปลูกต้นไม้บริเวณเชิงเขา เขากลับมาเล่าให้แม่ฟัง ข้อใดที่แสดงว่า ด.ช. เอ็ม สื่อความหมายด้วยวิธีการบรรยาย ได้ชัดเจนที่สุด ก. เขามีบริเวณกว้างมาก ข. นักเรียนทุกคนตั้งใจช่วยครูปลูกต้นไม้ ค. วันที่ไปปลูกต้นไม้อากาศร้อนมาก ง. นักเรียนและครูช่วยกันปลูกต้นไม้	นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างนกกับหนอนในสวนหลังบ้าน ข้อใดที่แสดงว่านักเรียนสื่อความหมายด้วยวิธีการบรรยายได้ชัดเจนที่สุด ก. นกเป็นผู้ล่าเหยื่อ ข. นกกินหนอนเป็นอาหาร ค. หนอนในสวนหลังบ้าน มีจำนวนมาก ง. นกมีจำนวนน้อยกว่าหนอน	สัดส่วนหินตะกอนบนเปลือกโลก ประกอบด้วย หินดินดาน 70% หินทราย 15% หินปูน 15% และอื่น ๆ 5% นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลนี้ในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด ก. ตาราง ข. กราฟเส้น ค. แผนภูมิแท่ง ง. แผนภูมิวงกลม																				
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงในใบพืช พบว่าใบพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม ข้อใดเป็นการลงความเห็นจากข้อมูล ก. ใบพืชกำลังคายน้ำ ข. ใบพืชมีการสร้างอาหาร ค. ใบพืชมีการหายใจ ง. ใบพืชมีการลำเลียงน้ำ	“เด็กภาคเหนือและภาคอีสานพบโรคคอตีบพอกมากกว่าเด็กภาคอื่น” ข้อใดเป็นการลงความเห็นจากข้อมูลนี้ ก. เด็กภาคเหนือและภาคอีสานขาดวิตามิน ข. เด็กในภาคเหนือและภาคอีสานขาดโปรตีน ค. เด็กในภาคเหนือและภาคอีสานขาด สารไอโอดีน ง. เด็กในภาคเหนือและภาคอีสานขาด คาร์โบไฮเดรต	“ก้อนหินที่พบบริเวณลำธารจะมีลักษณะกลมมน และผิวเรียบ” ข้อใดเป็นการลงความเห็นจากข้อมูล ก. ก้อนหินมีความสวยงาม ข. อุณหภูมิในน้ำทำให้หินผุกร่อน ค. ก้อนหินถูกแรงน้ำพัดพาทำให้ผิวกลม เรียบ ง. แรงลมทำให้ก้อนหินผุกร่อน																				
การพยากรณ์	ตารางการปลูกต้นถั่วเขียว <table><tr><th>วัน</th><th>ความสูง cm</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>4</td><td>?</td></tr></table> นักเรียนคิดว่า วันที่ 4 ต้นถั่วเขียวมีความสูงเท่าไร ก. 7 ข. 8 ค. 9 ง. 10	วัน	ความสูง cm	1	2	2	4	3	6	4	?	ด.ญ.วี เป็นนักเรียนที่มีความพยายามสูง เมื่อเขาอยู่ ป.2 สอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนน ร้อยละ 70 ป.3 ได้คะแนนร้อยละ 75 ป.4 ได้คะแนนร้อยละ 80 เมื่ออยู่ ป.5 เขาจะสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนนร้อยละเท่าใด ก. 85 ข. 90 ค. 95 ง. 100	ตารางการต้มน้ำกลั่น <table><tr><th>นาที</th><th>อุณหภูมิ °C</th></tr><tr><td>1</td><td>42</td></tr><tr><td>2</td><td>45</td></tr><tr><td>3</td><td>48</td></tr><tr><td>4</td><td>?</td></tr></table> นักเรียนคิดว่า นาทีที่ 4 น้ำกลั่นมีอุณหภูมิเท่าไร ก. 49 °C ข. 50 °C ค. 51 °C ง. 52 °C	นาที	อุณหภูมิ °C	1	42	2	45	3	48	4	?
วัน	ความสูง cm																						
1	2																						
2	4																						
3	6																						
4	?																						
นาที	อุณหภูมิ °C																						
1	42																						
2	45																						
3	48																						
4	?																						

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. ศึกษาหลักสูตร สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ 1-8 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างเครื่องมือตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้จะสร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการ โดยสร้างข้อสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับละ 40 ข้อ

3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 3 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (Item Objective Congruence: IOC) ข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ผู้วิจัยจึงเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 พร้อมทั้งปรับปรุงภาษาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ระดับชั้นละ 30 คน โดยนักเรียนแต่ละระดับชั้นจะทำข้อสอบในระดับชั้นของตน คือ ประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ ประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ และประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ แล้วนำมาตรวจให้คะแนน โดยข้อถูกให้คะแนน 1 ข้อผิดให้คะแนน 0

5. วิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่ามากกว่า 0.70 โดยข้อสอบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความยากง่ายต่ำที่สุด (ยากที่สุด) จะถูกนำไปใช้เป็นข้อสอบรวมของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ส่วนข้อสอบที่มีความยากง่ายต่ำที่สุด (ยากที่สุด) ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ข้อ จะถูกนำไปใช้เป็นข้อสอบรวมของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. วิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ คือ ความยากของข้อสอบ (b) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) โดยใช้โปรแกรม BILOG 3.0 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า

แบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ความยากของข้อสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.300 ถึง 0.766 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) อยู่ระหว่าง 0.200 ถึง 0.530 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง 0.123 ถึง 3.523 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 1.319

แบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง (p) 0.250 ถึง 0.800 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) อยู่ระหว่าง 0.230 ถึง 0.470 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง -1.342 ถึง 2.573 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.205 ถึง 1.931

แบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง (p) 0.300 ถึง 0.716 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) อยู่ระหว่าง 0.230 ถึง 0.570 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง 0.411 ถึง 2.811 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.321 ถึง 1.457

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สืบหาข้อมูลรายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
2. ขอลหนังสือแนะนำตนเองจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียน
3. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
4. นำแบบสอบที่เก็บมาแล้วตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล

5. การจัดทำข้อมูล

การจัดทำข้อมูลดำเนินการโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์แบบสอบ
- ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนนสอบ
- ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน
- ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์แบบสอบ

วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบฉบับต่างๆ ก่อนเปรียบเทียบคะแนน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม ความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนน

การเปรียบเทียบระดับคะแนนของผู้สอบโดยใช้ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

2.1 ประเมินค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบสอบรวมและประเมินค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคน ด้วยโปรแกรม 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 ที่ปรับมาयरระดับชั้น 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 การปรับเทียบระดับความสามารถของผู้สอบโดยใช้การปรับเทียบตามวิธี
ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนน

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 การหาคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนโดยใช้สูตร

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

เมื่อ	SEE	แทน	คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน
	S_E	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสอบทานผล

3.2 หาดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Comparison : C) เพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน โดยใช้สูตร ปีเตอร์เสน และคณะ (พัชรจิณทร์เพ็ง. 2547; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 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	จำนวนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล
	s_{xi}^2	แทน	ความแปรปรวนคะแนนจากแบบสอบฉบับ i

การตัดสินใจความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประเมินจากค่าดัชนีความแตกต่างกับเกณฑ์การยอมรับของ ปีเตอร์เสน และคณะ (พัชรจิณทร์เพ็ง. 2547; อ้างอิงจาก Petersen; et al. 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	ระดับไม่น่าพอใจ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จะศึกษาจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ภายหลังจากการแปลงคะแนนระดับชั้น ป.4 และ ป.6 ให้อยู่สเกลเดียวกันกับระดับชั้น ป.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจะศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ชั้น โดยภาพรวม โดยใช้ข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มปรับเทียบคะแนนทุกคน ดังนี้

4.1 การศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น ป.4 ป.5 และ ป.6

4.1.1 แปลงคะแนนระดับชั้น ป.4 ป.5 และ ป.6 โดยใช้ตารางเปรียบเทียบ

คะแนน

4.1.2 คำนวณค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนภายหลังการเปรียบเทียบคะแนนที่นักเรียนแต่ละระดับชั้นทำได้ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

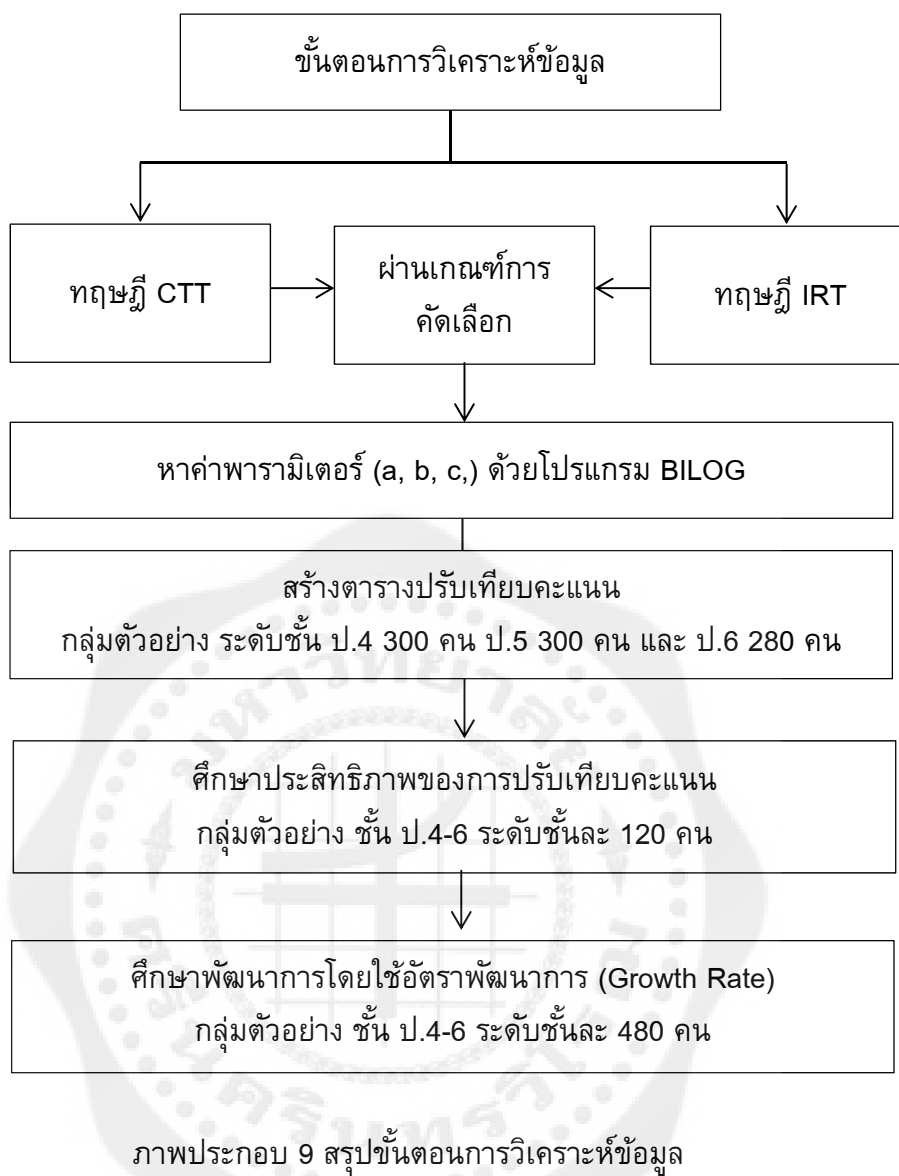
4.1.3 คำนวณหาอัตราพัฒนาการ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ ของ อวยพร เรื่องตระกูล (พัชร จันทรเพ็ง. 2547; อ้างอิงจาก อวยพร เรื่องตระกูล. 2537)

$$X_{45} = \frac{x_5 - x_4}{MAX - x_4}$$

$$X_{56} = \frac{x_6 - x_5}{MAX - x_5}$$

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
	θ_6	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.6
	MAX	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงสุด

จากวิธีการดำเนินการวิจัยในการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายด้วยการเปรียบเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สามารถสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวทางที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยเปรียบเทียบคะแนนแนวทางแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ระดับชั้นละ 25 ข้อ ซึ่งในแบบสอบระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 มีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 และ ป.5 จำนวน 5 ข้อ และในแบบสอบระดับชั้น ป.5 กับ ป.6 มีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.5 และ ป.6 จำนวน 5 ข้อ แบบสอบดังกล่าวนำไปสอบกับกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน และกลุ่มสอบทานผล กลุ่มเปรียบเทียบคะแนนประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งทำแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มสอบทานผลประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างนักเรียนทุกระดับชั้นทำแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบ

ตอนที่ 2 ผลการสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ดังนี้

X_4 แทน คะแนนสอบของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน ระดับชั้น ป.4

X_5 แทน คะแนนสอบของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน ระดับชั้น ป.5

X_6 แทน คะแนนสอบของกลุ่มเปรียบเทียบคะแนน ระดับชั้น ป.6

X_{44} แทน คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.4 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.4

X_{45} แทน คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.4 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.5

X_{46} แทน คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.4 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.6

X_{54} แทน คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.5 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.4

X_{55} แทน คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.5 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.5

X_{56}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.5 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.6
X_{64}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.6 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.4
X_{65}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.6 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.5
X_{66}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.6 จากการทำแบบสอบระดับชั้น ป.6
X_{45}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.4 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.5
X_{46}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.4 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.6
X_{54}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.5 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.4
X_{56}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.5 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.6
X_{64}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.6 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.4
X_{65}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผลระดับชั้น ป.6 ที่แปลงไปสู่ระดับชั้น ป.5
X_4^*	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.4 จากตารางเปรียบเทียบคะแนน
X_5^*	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 จากตารางเปรียบเทียบคะแนน
X_6^*	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.6 จากตารางเปรียบเทียบคะแนน
θ_4	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.4
θ_5	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.5
θ_6	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.6
θ_{54}	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ที่แปลงให้อยู่ในสเกลเดียวกับค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.4
θ_{56}	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ที่แปลงให้อยู่ในสเกลเดียวกับค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้น ป.6
S_E	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน
SEE	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของการเปรียบเทียบคะแนน
N	แทน	จำนวนนักเรียน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบ

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะเนื้อหาในระดับชั้นของตนจากกลุ่มเปรียบเทียบคะแนนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับ

ค่าสถิติ	ระดับชั้นของแบบสอบ		
	ป.4	ป.5	ป.6
จำนวนนักเรียน	300	300	280
คะแนนเต็ม	25	25	25
คะแนนสูงสุด	23	23	24
คะแนนต่ำสุด	1	1	1
ค่าเฉลี่ย	14.486	14.572	15.674
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.327	5.168	5.640
ฐานนิยม	13	11	15
มัธยฐาน	10	9	12

จากตาราง 10 นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 23 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.486 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.327 คะแนน

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 23 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.572 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.168 คะแนน นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 24 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.674 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.640 คะแนน

เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ฐานนิยมของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าระดับความยากง่ายของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ค่อนข้างง่าย

1.2 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวม

ผู้วิจัยนำคะแนนแต่ละฉบับจากกลุ่มเปรียบเทียบคะแนนทั้ง 3 ระดับชั้น ไปวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวม และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย รายละเอียดดังแสดงในตาราง 11 และ 12

ตาราง 11 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่าง
ชั้น ป.4-ป.5

ข้อสอบรวมจากแบบสอบระดับชั้น ป.4				ข้อสอบรวมจากแบบสอบระดับชั้น ป.5			
ข้อ	a	b	c	ข้อ	a	b	c
21	1.313	3.165	0.205	1	0.765	1.798	0.003
22	0.436	2.587	0.005	2	0.959	2.456	0.104
23	0.732	2.953	0.021	3	1.075	2.576	0.002
24	0.876	1.968	0.001	4	0.863	2.177	0.001
25	0.987	2.382	0.070	5	0.516	1.680	0.004
Mean	0.868	2.611	0.060	Mean	0.855	2.137	0.023
SD	0.315	1.142	0.016	SD	0.183	1.026	0.007

หมายเหตุ a หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก b หมายถึง ค่าความยาก และ c หมายถึง ค่าการเดา

จากตาราง 11 พบว่าข้อสอบรวมระหว่างชั้น ป.4 กับ ป.5 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.4 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.436 - 1.313 ค่าความยากตั้งแต่ 1.968 - 3.165 ค่าการเดามีค่าตั้งแต่ 0.001-0.205 และข้อที่มีค่าความยากสูงสุด คือข้อ 23 ส่วนข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.863 - 1.075 ค่าความยากตั้งแต่ 1.680 - 2.578 ค่าการเดามีค่าตั้งแต่ 0.001 - 0.104 และข้อที่มีค่าความยากสูงสุด คือข้อ 3 ซึ่งเป็นข้อเดียวกันกับข้อที่ยากที่สุดในระดับชั้น ป.4

ข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างระดับชั้น ป.4 กับ ป.5 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.4 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.868 และมีค่าการเดาเฉลี่ย 0.060 ซึ่งค่าพารามิเตอร์โดยเฉลี่ยของทั้งสองค่ามีค่าต่ำกว่าข้อสอบรวมเฉลี่ยที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.855 และค่าการเดาเฉลี่ย 0.023 ส่วนค่าความยากของข้อสอบรวมพบว่าระดับชั้น ป.4 มีค่าความยากเฉลี่ย 2.611 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความยากเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.5 โดยมีค่าความยากเฉลี่ย 2.137 โดยสรุปพบว่า ข้อสอบรวมทั้ง 5 ข้อ มีความยากสำหรับระดับชั้น ป.4 มากกว่าระดับชั้น ป.5

ตาราง 12 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่าง
ชั้น ป.5-ป.6

ข้อสอบรวมจากแบบสอบระดับชั้น ป.5				ข้อสอบรวมจากแบบสอบระดับชั้น ป.6			
ข้อ	a	b	c	ข้อ	a	b	c
21	0.834	2.208	0.003	1	0.811	2.279	0.003
22	0.525	2.196	0.004	2	0.828	2.598	0.004
23	0.508	1.576	0.004	3	0.294	1.253	0.006
24	0.844	2.573	0.004	4	0.483	2.811	0.006
25	0.975	2.443	0.046	5	0.992	1.968	0.073
Mean	0.737	2.199	0.032	Mean	0.681	2.181	0.018
SD	0.223	1.070	0.010	SD	0.212	1.061	0.006

จากตาราง 12 พบว่าข้อสอบรวมระหว่างชั้น ป.5 กับ ป.6 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.508 - 0.975 ค่าความยากตั้งแต่ 1.576 -2.573 ค่าการเดามีค่าตั้งแต่ 0.003 - 0.102 และข้อที่มีค่าความยากสูงสุด คือข้อ 24 ส่วนข้อสอบรวมระหว่างระดับชั้น ป.5 กับ ป.6 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.6 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.294 - 0.992 ค่าความยากตั้งแต่ 1.253 - 2.811 ค่าการเดามีค่าตั้งแต่ 0.003 - 0.073 และข้อที่มีค่าความยากสูงสุด คือข้อ 4 ซึ่งเป็นข้อเดียวกันกับข้อที่ยากที่สุดในระดับชั้น ป.5

ข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างระดับชั้น ป.5 กับ ป.6 ที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.797 และมีการเดาเฉลี่ย 0.032 ส่วนค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยที่ได้จากการตอบแบบสอบของนักเรียนระดับชั้น ป.6 ที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.681 และค่าการเดาเฉลี่ย 0.018 ส่วนค่าความยากของข้อสอบรวม พบว่าระดับชั้น ป.5 มีค่าความยากเฉลี่ย 2.199 ซึ่งมีค่ามากกว่า ค่าความยากเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้น ป.6 โดยมีค่าความยากเฉลี่ย 2.181 โดยสรุปพบว่า ข้อสอบรวมทั้ง 5 ข้อ มีความยากสำหรับระดับชั้น ป.5 มากกว่าระดับชั้น ป.6

ตอนที่ 2 ผลการสร้างการดำเนินการปรับเทียบคะแนนแบบสอบ

2.1 การปรับเทียบระดับความสามารถของผู้สอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

ผู้วิจัยนำแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปสอบกับนักเรียนระดับชั้น ป.4 จำนวน 300 คน แบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปสอบกับนักเรียนระดับชั้น ป.5 จำนวน 300 คน และแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปสอบกับนักเรียนระดับชั้น ป.6 จำนวน 280 คน แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG 3.0 ที่ใช้รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคน แล้วหาค่าความสามารถเฉลี่ยของผู้สอบในแต่ละคะแนน ได้ผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าความสามารถ (θ) และคะแนนสอบ (X) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 กลุ่มปรับเทียบคะแนน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4		ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5		ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	
X_4	θ_4	X_5	θ_5	X_6	θ_6
1	-0.825	1	-1.163	1	-0.971
2	-0.745	2	-0.892	2	-0.905
3	-0.625	3	-0.728	3	-0.820
4	-0.258	4	-0.362	4	-0.753
5	-0.188	5	-0.206	5	-0.577
6	0.040	6	-0.164	6	-0.433
7	0.162	7	-0.082	7	-0.252
8	0.300	8	0.006	8	-0.183
9	0.587	9	0.140	9	-0.106
10	0.742	10	0.216	10	0.118
11	0.785	11	0.372	11	0.285
12	1.038	12	0.524	12	0.315
13	1.184	13	0.738	13	0.578
14	1.219	14	0.946	14	0.792
15	1.348	15	1.057	15	0.957
16	1.488	16	1.137	16	1.083
17	1.533	17	1.208	17	1.146
18	1.698	18	1.476	18	1.392
19	1.763	19	1.590	19	1.506
20	1.846	20	1.759	20	1.723
21	1.967	21	1.845	21	1.969
22	2.012	22	2.008	22	2.015
23	2.045	23	2.116	23	2.173
				24	2.285

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

$$\theta_{54} = 0.988 \theta_5 + 0.500$$

$$\theta_{56} = 1.082 \theta_5 + (-0.198)$$

ซึ่งสมการทั้ง 2 สมการข้างต้นใช้ในการปรับค่าความสามารถของนักเรียน 3 ระดับชั้น คือ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ให้อยู่ในสเกล (scale) เดียวกัน แสดงผลดังตาราง 14

ตาราง 14 การเทียบระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบคะแนนระดับชั้น ป.5 ให้อยู่ในสเกลเดียวกับระดับชั้น ป.4 และชั้น ป.6 ที่วิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

θ_{54}	θ_5	θ_{56}
-0.649	-1.163	-1.456
-0.381	-0.892	-1.163
-0.219	-0.728	-0.985
0.142	-0.362	-0.589
0.296	-0.206	-0.420
0.337	-0.164	-0.375
0.418	-0.082	-0.286
0.505	0.006	-0.191
0.638	0.140	-0.046
0.713	0.216	0.035
0.867	0.372	0.204
1.017	0.524	0.368
1.229	0.738	0.600
1.434	0.946	0.825
1.544	1.057	0.945

ตาราง 14 (ต่อ)

θ_{54}	θ_5	θ_{56}
1.623	1.137	1.032
1.693	1.208	1.109
1.958	1.476	1.399
2.070	1.590	1.522
2.259	1.759	1.705
2.322	1.845	1.798
2.483	2.008	1.974
2.590	2.116	2.091

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับ (transformation) ไปหาความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้ค่าความสามารถอยู่ในสเกลเดียวกันทั้ง 3 ฉบับ พบว่า คะแนนความสามารถสมมูลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่นำมาปรับ (transformation) ให้สามารถนำมาเทียบกันได้กับความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ ตัวอย่างเช่น นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ทำแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แล้วมีความสามารถระดับคะแนนมาตรฐาน -1.163 ถ้านำมาเทียบความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะมีความสามารถที่ระดับคะแนนมาตรฐาน -1.456 และถ้านำมาเทียบความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะมีความสามารถที่ระดับคะแนนมาตรฐาน -0.649

2.2 การปรับเทียบระดับคะแนน

การเทียบระดับคะแนน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเทียบระดับคะแนนที่ใช้การวิเคราะห์รูปแบบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ดังนี้

จากตาราง 14 ซึ่งเป็นตารางที่ใช้เทียบระดับความสามารถของนักเรียนจากระดับชั้นหนึ่งไปอีกระดับชั้นหนึ่ง นำค่าความสามารถของนักเรียนแต่ละระดับชั้นจากตารางไปเทียบค่าคะแนนดิบในแต่ละระดับความสามารถ

ตาราง 15 การเทียบมาตรฐานของคะแนนสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ที่วิเคราะห์แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

X_4^*	X_5^*	X_6^*
3	1	-
4	2	-
4	3	1
7	4	5
8	5	6
8	6	6
8	7	7
9	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
14	13	13
16	14	14
17	15	15
18	16	16
18	17	17
21	18	18
23	19	19
	20	20
	21	20
	22	21
	23	22

จากตาราง 15 การเทียบคะแนนสอบระหว่างระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โดยเรียงจากคะแนนต่ำสุดไปหาคะแนนสูงสุดที่ระดับความสามารถที่เท่ากัน จะเห็นได้ว่าในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เริ่มเรียงคะแนนตั้งแต่ 3-23 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เริ่มเรียงคะแนนตั้งแต่ 1-23 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เริ่มเรียงคะแนนจาก 1-22

ตัวอย่างที่ 1 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำคะแนนจากแบบทดสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ 9 คะแนน ถ้านำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มีคะแนนเท่ากับ 8.5 คะแนน และเมื่อนำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเท่ากับ 8.5 คะแนน

ตัวอย่างที่ 2 นักเรียนที่อยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำคะแนนจากแบบทดสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ 14 คะแนน ถ้านำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเท่ากับ 16 คะแนน และเมื่อนำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเท่ากับ 14 คะแนน

ตัวอย่างที่ 3 นักเรียนที่อยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำคะแนนจากแบบทดสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ 19 คะแนน ถ้านำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเท่ากับ 19 คะแนน และเมื่อนำมาเทียบกับคะแนนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเท่ากับ 23 คะแนน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน

3.1 สถิติพื้นฐานของคะแนนสอบทานผล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทานผลระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ระดับชั้นละ 120 คน โดยที่นักเรียนทุกระดับชั้นทำแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด เหมือนกันหมด และนำผลคะแนนที่ได้มาแยกวิเคราะห์เป็นรายฉบับ โดยที่ในแต่ละระดับชั้นจะต้องมีคะแนนของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ดังนั้น คะแนนของแบบทดสอบทั้งหมดมี 9 ฉบับ ได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบทานผลแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 รวมทั้งหมด 9 ฉบับ ดังตาราง 16

ตาราง 16 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบจากกลุ่มทานผลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6

คะแนน	n	Mean	SD	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด
X ₄₄	120	12.380	6.034	16	13	23	1
X ₄₅	120	8.990	4.369	9	9	21	1
X ₄₆	120	8.390	3.994	9	9	21	1
X ₅₄	120	11.770	5.548	9	11.50	23	1
X ₅₅	120	11.940	5.390	9	12	23	1
X ₅₆	120	10.950	5.032	9	10	23	1
X ₆₄	120	12.780	5.271	8	13	24	2
X ₆₅	120	12.240	5.148	9	11	24	2
X ₆₆	120	13.500	5.205	18	14.50	24	2

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่ากลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 12.380 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.034 คะแนน และเมื่อนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 21 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 8.990 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.369 คะแนน และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 21 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 8.390 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.990 คะแนน

กลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 11.770 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.548 คะแนน และเมื่อนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 11.940 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.390 คะแนน และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 10.950 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.032 คะแนน

กลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 24 และ 2 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 12.780 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.271 คะแนน และเมื่อนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 2 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 12.240 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.148 คะแนน และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำแบบสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 24 และ 2 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 13.500 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.205 คะแนน

3.2 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน

ผู้วิจัยนำคะแนนของกลุ่มทานผลของทุกระดับชั้นแยกวิเคราะห์ในแต่ละระดับ ดังนี้

1) นำคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.4 ที่ตอบแบบสอบ ป.4 ไปเปรียบเทียบกับ ตาราง 15 เพื่อเปรียบเทียบให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.5 (X'_{45}) และระดับชั้น ป.6 (X'_{46}) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ตอบจากการสอบของแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X_{45}) และแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X_{46}) ตามลำดับ (คะแนนตามเกณฑ์)

2) นำคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ที่ตอบแบบสอบ ป.5 ไปปรับเทียบกับ ตาราง 15 เพื่อปรับเทียบให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.4 (X_{54}^*) และระดับชั้น ป.6 (X_{56}^*) แล้วนำมา เปรียบเทียบกับคะแนนที่ตอบจากการสอบของแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X_{54}) และแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X_{46}) ตามลำดับ (คะแนนตามเกณฑ์) ในทำนองเดียวกัน

3) นำคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.6 ที่ตอบแบบสอบ ป.6 ไปปรับเทียบกับ ตาราง 15 เพื่อปรับเทียบให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.4 (X_{64}^*) และระดับชั้น ป.5 (X_{65}^*) แล้วนำมา เปรียบเทียบกับคะแนนที่ตอบจากการสอบของแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X_{64}) และแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X_{55}) ตามลำดับ (คะแนนตามเกณฑ์) แล้วหาคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการ ปรับเทียบคะแนนของทุกระดับชั้น ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ($\bar{X}_E$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคลาดเคลื่อน (S_E) และคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบ คะแนน (SEE) จากคะแนนแบบสอบของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นและในระดับ คะแนนทั้งหมดของทุกระดับชั้น

เงื่อนไขของการสอบ	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
เงื่อนไขของการสอบ	n	$\bar{X}_E$	S_E	SEE
X_{65}^*	120	0.216	0.488	0.044
รวมรูปแบบเงื่อนไขของ การสอบทุกระดับชั้น	720	1.034	0.935	0.084

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 17 พบว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนน ทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X_{45}^*) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.123 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.950 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของการปรับเทียบคะแนนเท่ากับ 0.086 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมด เมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X_{46}^*) จาก การสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.333 ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.096 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนเท่ากับ 0.097 โดยรวมพบว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 และ ป.6 มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X^*_{54}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.716 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.291 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน เท่ากับ 0.117 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 (X^*_{56}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.200 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.495 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนเท่ากับ 0.045 โดยรวมพบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 และ ป.6 มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 (X^*_{64}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.616 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.291 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนเท่ากับ 0.117 ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดเมื่อแปลงคะแนนจากคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 (X^*_{65}) จากการสอบของกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.216 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.488 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน เท่ากับ 0.044 โดยรวมพบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 และ ป.5 มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในรูปแบบการแปลงคะแนนทั้งหมดของทุกระดับชั้น มีค่าเท่ากับ 1.034 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.935 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนมีค่าเท่ากับ 0.084

3.3 ผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน

ความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนนเป็นค่าความคลาดเคลื่อนรวมของการเปรียบเทียบคะแนนทุกระดับชั้นกับเกณฑ์การยอมรับดัชนีความแตกต่าง

การพิจารณาดัชนีความแตกต่าง เริ่มคำนวณหาค่าคะแนนแปลงจากการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนในกลุ่มสอบทานผลแต่ละคนตามระดับชั้นของตนไปเป็นคะแนนที่เท่าเทียมกับ

คะแนนแปลงเป็นระดับชั้นอื่น ดังนี้ ระดับชั้น ป.4 มีคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปเทียบคะแนนจากตาราง 4.6 เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.5 (X_{45}^*) และระดับชั้น ป.6 (X_{46}^*) ที่อยู่ในสเกลเดียวกัน ส่วนระดับชั้น ป.5 มีคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปเทียบคะแนนจากตาราง 4.6 เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.4 (X_{54}^*) และระดับชั้น ป.6 (X_{56}^*) ที่อยู่ในสเกลเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน นำคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.6 มีคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 ไปเทียบคะแนนจากตาราง 4.6 เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้น ป.4 (X_{64}^*) และระดับชั้น ป.5 (X_{65}^*) ที่อยู่ในสเกลเดียวกัน โดยในแต่ละระดับชั้นใช้ตารางปรับเทียบคะแนนความสามารถตามตาราง 4.6 แปลงคะแนนแล้วหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเกณฑ์ $X_{45}, X_{46}, X_{54}, X_{56}, X_{64}$, และ X_{65} กับคะแนนแปลง $X_{45}^*, X_{46}^*, X_{54}^*, X_{56}^*, X_{64}^*$, และ X_{65}^* ตามลำดับในระดับชั้น ป.4 จะมีคะแนนความแตกต่างของ X_{45} กับ X_{45}^* และ X_{46} กับ X_{46}^* ส่วนในระดับชั้น ป.5 มีคะแนนความแตกต่างของ X_{54} กับ X_{54}^* และ X_{56} กับ X_{56}^* และระดับชั้น ป.6 มีคะแนนความแตกต่างของ X_{64} กับ X_{64}^* และ X_{65} กับ X_{65}^* โดยใช้ผลดังกล่าวมาคำนวณหาค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) แล้วประเมินดัชนีความแตกต่าง โดยใช้หลักของ Petersen และคณะ ซึ่งกำหนดคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน ดังนี้

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

ตาราง 18 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	C
291.25	120	19.084	4.368	0.127
C $\leq$ 0.047 หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก				
0.047 < C** $\leq$ 0.190 หมายถึง ระดับน่าพอใจ				
0.190 < C $\leq$ 0.429 หมายถึง ระดับปานกลาง				
0.429 < C $\leq$ 1.092 หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ				
1.092 < C หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก				

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 18 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการปรับเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่า 0.127 ให้ความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 19 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	C
365.50	120	15.955	3.994	0.190
$C^{**} \leq 0.199$ หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก				
$0.199 < C \leq 0.399$ หมายถึง ระดับน่าพอใจ				
$0.399 < C \leq 0.599$ หมายถึง ระดับปานกลาง				
$0.599 < C \leq 0.998$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ				
$0.998 < C$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก				

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 19 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการปรับเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่า 0.190 ให้ความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

ตาราง 20 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	C
424	120	30.785	5.548	0.114
$C^{**} \leq 0.277$ หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก				
$0.277 < C \leq 0.554$ หมายถึง ระดับน่าพอใจ				
$0.554 < C \leq 0.833$ หมายถึง ระดับปานกลาง				
$0.833 < C \leq 1.109$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ				
$1.109 < C$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก				

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 20 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการปรับเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่า 0.114 ให้ความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

ตาราง 21 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5
ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	c
34	120	25.325	5.032	0.012

$C^{**} \leq 0.251$ หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก

$0.251 < C \leq 0.503$ หมายถึง ระดับน่าพอใจ

$0.503 < C \leq 0.754$ หมายถึง ระดับปานกลาง

$0.754 < C \leq 1.006$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ

$1.006 < C$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 21 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.5 มีค่า 0.012 ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

ตาราง 22 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6
ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	c
320	120	27.785	5.271	0.095

$C^{**} \leq 0.263$ หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก

$0.263 < C \leq 0.527$ หมายถึง ระดับน่าพอใจ

$0.527 < C \leq 0.790$ หมายถึง ระดับปานกลาง

$0.790 < C \leq 1.054$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ

$1.054 < C$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 22 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.4 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่า 0.095 ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

ตาราง 23 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อแปลงคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.6
ไปยังคะแนนแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6

$\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^*)^2$	n	s_x^2	s_x	C
34	120	26.504	5.148	0.011

$C^{**} \leq 0.257$ หมายถึง ระดับน่าพอใจมาก

$0.257 < C \leq 0.514$ หมายถึง ระดับน่าพอใจ

$0.514 < C \leq 0.772$ หมายถึง ระดับปานกลาง

$0.772 < C \leq 1.029$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจ

$1.029 < C$ หมายถึง ระดับไม่น่าพอใจมาก

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 23 แสดงว่า ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่า 0.011 ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

สรุปได้ว่า การเปรียบเทียบแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ในการวิจัยครั้งนี้ให้ผลการเปรียบเทียบคะแนนมีประสิทธิภาพในระดับน่าพอใจมาก มีเพียงการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่า 0.127 ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมใช้ในการศึกษาพัฒนาการ ผลปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับต่ำ และมีความพึงพอใจในการเปรียบเทียบคะแนนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพัฒนาการต่อ โดยเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.4 ที่ได้จากการตอบแบบสอบระดับชั้น ป.4 เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ที่ได้จากการตอบแบบสอบระดับชั้น ป.5 และเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนระดับชั้น ป.6 ที่ได้จากการตอบแบบสอบระดับชั้น ป.6 โดยนำคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้น ป.4 และ ป.6 มาแปลงคะแนนให้อยู่ในสเกลของระดับชั้น ป.5

ดังตาราง 24

ตาราง 24 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6

ค่าสถิติ	X_4^*	X_5^*	X_6^*
จำนวนข้อสอบ	25	25	25
จำนวนผู้สอบ	480	480	480
คะแนนสูงสุด	19	23	22
คะแนนต่ำสุด	0	1	3
คะแนนเฉลี่ย	11.06	12.58	12.96
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.11	6.34	6.39
มัธยฐาน	12.5	12	13
ฐานนิยม	12.5	11	15

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 24 ค่าสถิติพื้นฐานผลการสอบของนักเรียนจากการแปลงคะแนนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ปรากฏว่า ในระดับชั้น ป.4 ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 19 และ 0 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.06 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.11 ในระดับชั้น ป.5 ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 23 และ 1 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 12.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.34 และในระดับชั้น ป.6 ได้คะแนนความสามารถสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 25 และ 1 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 12.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.39

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน เมื่อต้องการหาอัตราพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โดยภาพรวม ผู้วิจัยนำคะแนนสอบของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นนำมาแปลงคะแนนให้อยู่ในสเกลเดียวกันตามตารางการเทียบมาตรา ตาราง 15 คือ แปลงคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้น ป.4 ให้อยู่ในสเกลของ ป.5 และแปลงคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้น ป.6 ให้อยู่ในสเกลของ ป.5 แล้วนำไปแทนค่าตามสูตรการหาอัตราพัฒนาการ แสดงผลดังตาราง 25

ตาราง 25 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

จากตาราง 25 เมื่อพิจารณาอัตราพัฒนาการ สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 มีพัฒนาการ คือ ระดับชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน ระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีอัตราพัฒนาการ 0.03 คะแนน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อสร้างตารางเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และ 3) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2,680 คน ประกอบด้วย 1) นักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ 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)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับชั้นละ 25 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.4 และ ป.5 จำนวน 5 ข้อ ข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้น ป.5 และ ป.6 จำนวน 5 ข้อ

วิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติบรรยาย ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบสอบร่วมและประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคน ด้วยโปรแกรม BILOG สำหรับประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนน พิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน และค่าดัชนีความแตกต่างเพื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน และคำนวณหาอัตราพัฒนาการเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

เมื่อพิจารณาคะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในรูปแบบการแปลงคะแนนทั้งหมดของทุกระดับชั้น มีค่าเท่ากับ 1.034 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.935 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน มีค่าเท่ากับ 0.084

1.2 ค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบคะแนน

ค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.4 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.5 และ ป.6 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.4 มีค่าเท่ากับ 0.127 และ 0.190 ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจและน่าพอใจมากตามลำดับ

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

ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ของการเปรียบเทียบคะแนนเมื่อแปลงคะแนนสอบระดับชั้น ป.6 ไปยังแบบสอบระดับชั้น ป.4 และ ป.5 จากกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้น ป.6 มีค่า 0.095 และ 0.011 ตามลำดับ ให้ความพึงพอใจของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

2. ผลการศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยเปรียบเทียบคะแนนแนวตั้งแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

พัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 พบว่านักเรียนระดับชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 มีอัตราพัฒนาการ 0.11 คะแนน ระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีอัตราพัฒนาการ 0.03

อภิปรายผล

1. จากการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตามแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์พบว่าคะแนนเปรียบเทียบของแต่ละระดับชั้นมีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งจากงานวิจัยพบว่า การแปลงคะแนนจากแบบสอบในระดับชั้น ป.4 ไปยังระดับชั้น ป.5 และการแปลงคะแนนจากแบบสอบระดับชั้น ป.5 ไปยังระดับชั้น ป.6 พบว่าคะแนนการสอบดังกล่าว มีความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบคะแนน (SEE) อยู่ในระดับที่ต่ำ คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนนเข้าใกล้ศูนย์ และค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบคะแนนอยู่ในระดับประมาณน่าพอใจมาก อาจเนื่องมาจากข้อสอบของแต่ละระดับชั้นมีความยากเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สะท้อนได้จากค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบแต่ละฉบับที่พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยและค่ามัธยฐานแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับ ลอร์ด (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555; อ้างอิงจาก Lord. 1980) ได้กล่าวถึงเงื่อนไข 4 ข้อ ที่จะต้องนำมาใช้ในการเปรียบเทียบคะแนน คือ 1) แบบทดสอบทั้งสองฉบับจะต้องวัด

ความสามารถเดียวกัน คือ แบบทดสอบทั้งสองต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน คุณลักษณะนี้อาจเป็นคุณลักษณะแฝง หรือความสามารถ หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ 2) ความเสมอภาค (Equity) คือ เมื่อทุกกลุ่มมีความสามารถเดียวกัน การแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบที่ได้ หลังจากที่มีการแปลงคะแนนแล้ว จะมีการแจกแจงเหมือนกับการแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นฉบับเทียบคะแนน 3) ความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือคะแนนที่ได้จากการแปลงคะแนนไม่ว่าจะมาจากกลุ่มใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่าเทียมกันหรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มผู้เข้าสอบ และ 4) มีความสมมาตร (Symmetry) คือผลของการปรับเทียบคะแนนต้องเหมือนกันไม่ว่าจะเทียบจากแบบทดสอบฉบับ X ไปยังฉบับ Y หรือเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X

2. ผลการศึกษาพบว่าอัตราพัฒนาการของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ศึกษาจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นนั้น ในระดับชั้น ป.5 เมื่อขึ้น ป.6 มีค่าน้อยกว่าอัตราพัฒนาการของนักเรียนชั้น ป.4 เมื่อขึ้น ป.5 ซึ่งสอดคล้องกับตารางการปรับเทียบคะแนนที่สะท้อนให้เห็นว่าคะแนนปรับเทียบของนักเรียนระดับชั้น ป.5 และ ป.6 มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีพัฒนาการสูงขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการศึกษาพบว่าการปรับเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจมาก ดังนั้นครูผู้สอนสามารถนำแบบสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาพิจารณาปรับเทียบคะแนนตามตารางที่ได้ ซึ่งคะแนนจากตารางการปรับเทียบสามารถทราบระดับความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเมื่ออยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้นได้

1.2 คะแนนความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นแล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปหาอัตราพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อบอกความสามารถของผู้เรียนว่ามีความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่าใด และมีการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการบ่งบอกประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การปรับเทียบคะแนนมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้ผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design) การใช้ผู้สอบกลุ่มตัดเทียม (Equivalent-group Design) การใช้ข้อสอบร่วม (Anchor-test Design) และการใช้ผู้สอบร่วม (Common-person Design) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนที่ใช้รูปแบบการปรับเทียบที่แตกต่างกัน

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีหลายรูปแบบ คือ หนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาว่าการเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละรูปแบบมีประสิทธิภาพแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. คู่มือการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2559 , จาก <http://www.curriculum51.net/upload/Evaluation.pdf>
- เกตุรินทร์ หมดอดัม. (2545). การเปรียบเทียบคุณภาพของการเทียบมาตรฐานตามแนวตั้งระหว่าง รูปแบบทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีหนึ่งพารามิเตอร์กับสามพารามิเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- บุปผา เรืองเสมอ. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรพิมล นาคเวช. (2537). การศึกษาคุณภาพของการเทียบมาตรฐานในแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรี จันทรเพ็ง. (2547). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยวิธีการเปรียบเทียบแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบร่วมกับวิธีเปรียบเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปราโมทย์ ศรีเพชร. (2549). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนนับ ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 2 โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ศาดรา แสนปัญญา. (2555). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธี ปรับแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ ค.บ. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2541). การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern test theories)*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (2558). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (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.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (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
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2559). *วิทยาศาสตร์ ป.4*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- (2559). *วิทยาศาสตร์ ป.5*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- (2559). *วิทยาศาสตร์ ป.6*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุดารัตน์ วิไลวรรณ. (2551). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร*. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนา ศรีอบเชย. (2550). *การเปรียบเทียบมาตรฐานแนวตั้งโดยใช้แบบทดสอบร่วมภายใน: การเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างวิธีการเปรียบเทียบเชิงเส้นตรงกับวิธีทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบ*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการวัดทางการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักทดสอบการศึกษา (2558). *ผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2557*. สำนักทดสอบการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำราญ มีแจ้ง; ประภัศร วงษ์ดี; และยุพิน โกณทา. (2551). *การเปรียบเทียบคะแนน O-NET ระหว่างปี โดยวิธีการเทียบเป็นมาตรฐานเดียวกันและโดยรูปแบบ IRT*. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

อัญชลี เหล่ารอด. (2553). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: ปณิธิพิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

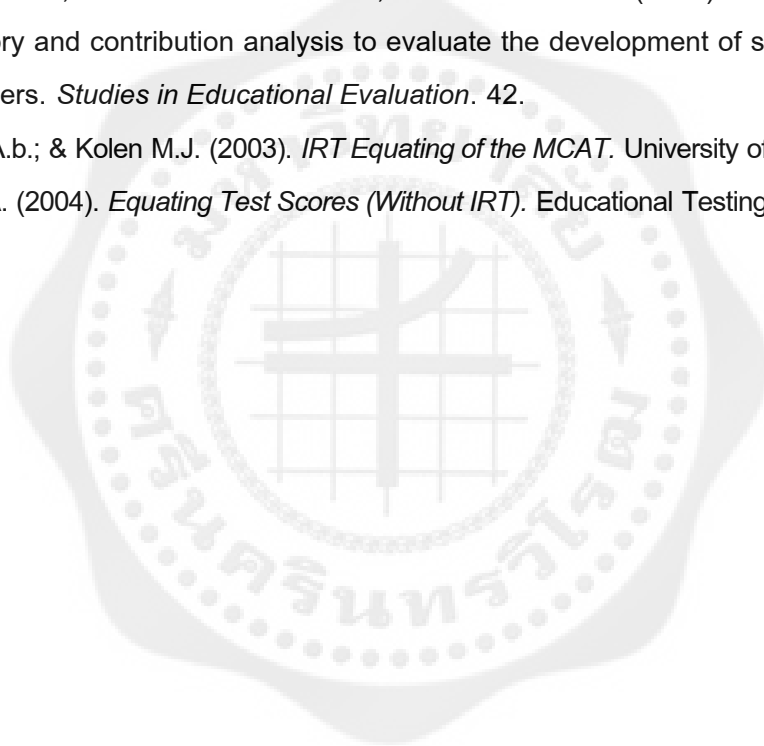
Anne Corinne Huggins, Batya Elbaum. (2013). Test Accommodations and Equating
Invariance on a Fifth-Grade Science Exam. *Educational Assessment*. 18: 49–72.

Deping Li, Yanlin Jiang; & Alina A. von Davier. (2012). The Accuracy and Consistency of
a Series of IRT True Score Equatings. *Journal of Educational Measurement Summer*.
49(2): 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.

Hendrickson A.b.; & Kolen M.J. (2003). *IRT Equating of the MCAT*. University of IOWA. USA.

Livingston S.A. (2004). *Equating Test Scores (Without IRT)*. Educational Testing Service. USA.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

อาจารย์ ดร.อัญชลี สุขในสิทธิ์	ภาควิชาสังคมวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.พนัส จันทรเปล่ง	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
นางสายพิน กิจจา	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ โรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธาธรรม กรุงเทพมหานคร
นางวรางคณา พรเกาะ	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธาธรรม กรุงเทพมหานคร



ภาคผนวก ข
ตารางวิเคราะห์แบบสอบ



ตารางจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
		ทักษะที่ 6	ทักษะที่ 7	ทักษะที่ 8
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	1. ทดลองและอธิบายหน้าที่ของท่อลำเลียงและ ปากใบของพืช 2. อธิบาย น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แสงและคลอโรฟิลล์ เป็นปัจจัยที่จำเป็นบางประการต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 3. ทดลองและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อแสง เสียงและการสัมผัส 4. อธิบายพฤติกรรมของสัตว์ที่ตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ การสัมผัส และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	3
สาระที่ 5 พลังงาน	1. ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิด 2. ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุ 3. ทดลองและจำแนกวัตถุตามลักษณะการมองเห็นจากแหล่งกำเนิดแสง 4. ทดลองและอธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสสองชนิด 5. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 6. ทดลองและอธิบายแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	2
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	1. สำรวจและอธิบายการเกิดดิน 2. ระบุชนิดและสมบัติของดินที่ใช้ปลูกพืชในท้องถิ่น	2	2	2
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ	2	2	2
รวม		8	8	9
		25		

ตารางจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
		ทักษะที่ 6	ทักษะที่ 7	ทักษะที่ 8
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	1. สังเกตและระบุส่วนประกอบของ ดอก และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืชดอก 2. อธิบายการสืบพันธุ์ของพืชดอกการขยายพันธุ์พืช และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3. อธิบายวัฏจักรชีวิตของพืชดอกบางชนิด 4. อธิบายการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของสัตว์ 5. อภิปรายวัฏจักรชีวิตของสัตว์บางชนิด และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	3
สาระที่ 5 พลังงาน	1. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง 2. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ 3. ทดลองและอธิบายเสียงดัง เสียงค่อย 4. สำรวจและอภิปรายอันตรายที่เกิดขึ้นเมื่อฟังเสียงดังมาก ๆ	2	2	2
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	1. สำรวจ ทดลองและอธิบายการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน และลูกเห็บ 2. ทดลองและอธิบายการเกิดวัฏจักรน้ำ 3. ออกแบบและสร้างเครื่องมืออย่างง่ายในการวัดอุณหภูมิความชื้น และความกดอากาศ 4. ทดลองและอธิบายการเกิดลมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2	2	2
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	1. สังเกตและอธิบายการเกิดทิศและปรากฏการณ์การขึ้นตกของดวงดาวโดยใช้แผนที่ดาว	2	2	2
รวม		8	8	9
		25		

ตารางจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
		ทักษะที่ 6	ทักษะที่ 7	ทักษะที่ 8
สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	1. สำรวจและอธิบายความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่างๆ 2. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร 3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	2	2	3
สาระที่ 5 พลังงาน	1. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2. ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า 3. ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 4. ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมแบบขนานและไปใช้ประโยชน์ 5. ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	2
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	1. อธิบาย จำแนกประเภทของหินโดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 2. สำรวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน 3. สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	2	2	2
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	1. สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรมสุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	2
รวม		8	8	9
		25		

ภาคผนวก ค
แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เมื่อนำใบพืชไปต้มลงในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าใบพืชเปลี่ยนเป็นสีขาวซีด และเอทิลแอลกอฮอล์เปลี่ยนเป็นสีเขียวข้อใดสื่อความหมายจากข้อความได้ถูกต้อง ก. ใบพืชมีการสร้างอาหาร ข. เอทิลแอลกอฮอล์สกัดคลอโรฟิลล์ได้ ค. เอทิลแอลกอฮอล์สามารถสกัดแป้งได้ ง. เอทิลแอลกอฮอล์ผสมกับน้ำได้ 2. เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงในใบพืช พบว่าใบพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม ข้อใดถูกต้อง ก. ใบพืชกำลังคายน้ำ ข. ใบพืชมีการสร้างอาหาร ค. ใบพืชมีการหายใจ ง. ใบพืชมีการลำเลียงน้ำ 3. กิ่งกือ → ถูกสัมผัส → ม้วนตัว ต้นไมยราบ → ถูกสัมผัส → ▲ จากข้อมูล ▲ คืออะไร ก. เปลี่ยนสี ข. ใบหุบ ค. ผลัดใบ ง. ไม่เปลี่ยนแปลง 4. ในเวลากลางวันใบพืชมักจะเหี่ยว เป็นเพราะเหตุใด ก. ในอากาศมีไอน้ำน้อย ข. ปากใบปิด ค. น้ำในดินมีน้อย ง. พืชคายน้ำไม่ได้ 5. ปูทดลองมองแสงไฟผ่านม้วนกระดาษโดยม้วนกระดาษเป็นท่อตรง และดัดม้วนกระดาษให้งอจากข้อมูลนี้ข้อใดถูกต้อง ก. แสงเดินทางจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง ข. แสงมีแนวเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ค. แสงมีการหักเหเมื่อเดินทางผ่านตัวกลาง ง. แสงเมื่อกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อน	6. ถ้าต้องการเก็บยาสีฟันหนึ่งไม่ให้โดนแสง นักเรียนจะเก็บในกระป๋องพลาสติกแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด ก. กระป๋องพลาสติกทึบ ข. กระป๋องพลาสติกใส ค. กระป๋องพลาสติกทึบแสง ง. กระป๋องพลาสติกแบบใดก็ได้ 7. เมื่อแสงกระทบกับวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงผ่าน จะเกิดปรากฏการณ์ใด ก. ภาพลวงตา ข. การสะท้อนของแสง ค. การหักเหของแสง ง. การส่องผ่านของแสง 8. สัดส่วนของดิน ประกอบด้วย หินและแร่ 45% อินทรีย์สาร 5% อากาศ 25% และน้ำ 25% นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลนี้ในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด ก. ตาราง ข. กราฟเส้น ค. แผนภูมิแท่ง ง. แผนภูมิวงกลม 9. สัดส่วนของดิน ประกอบด้วย หินและแร่ 45% อินทรีย์สาร 5% อากาศ 25% และน้ำ 25% ข้อใดสื่อความหมายได้เหมาะสมที่สุด ก. ในดินมีหินและแร่มากที่สุด ข. องค์ประกอบของดินมาจากธรรมชาติ ค. ดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ง. ในดินมีสิ่งมีชีวิต 10. “เนื้อดินหยาบ น้ำซึมผ่านได้ดี ไม่อุ้มน้ำ” เป็นสมบัติของดินในข้อใด ก. ดินร่วน ข. ดินทราย ค. ดินเหนียว ง. ดินโคลน
--	--

แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- | | |
|---|--|
| <p>1. "พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพื่อช่วยให้เจริญเติบโต โดยสิ่งเร้าที่พืชแสดงพฤติกรรมตอบสนองได้แก่ แสง อุณหภูมิ เสียง ความชื้น และการสัมผัส" ข้อใดสื่อความหมายจากข้อความได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. พืชมีการตอบสนองต่อแสง
 ข. พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากกว่า
 ค. พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม
 ง. พืชตอบสนองต่อธรรมชาติ</p> <p>2. (1) ตัดลำต้นของต้นเทียนตามแนวขวาง แล้วใช้แว่นขยายส่องดู บันทึกผลการสังเกต
 (2) นำต้นเทียนมาล้างรากให้สะอาด แล้วสังเกตลักษณะของรากและลำต้น
 (3) แซ่ต้นเทียนลงในน้ำหมักแดง ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
 ข้อใดเรียงลำดับการทดลองได้ถูกต้อง</p> <p>ก. (1) (3) (2) ข. (3) (2) (1)
 ค. (2) (3) (1) ง. (2) (1) (3)</p> <p>3. เมื่อแสงสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง ผสมกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะได้แสงสีอะไร</p> <p>ก. แสดดำ ข. แสดขาว
 ค. แสดเทา ง. แสดรุ้ง</p> <p>4. รังกิ้งน้ำที่เกิดขึ้นในเวลาเย็นเราจะสังเกตเห็นรุ้งในทิศใด</p> <p>ก. ทิศใต้ ข. ทิศเหนือ
 ค. ทิศตะวันออก ง. ทิศตะวันตก</p> <p>5. ถ้าดินในท้องถิ่นของนักเรียนเป็นดินทราย แล้วนักเรียนอยากปลูกคะน้า นักเรียนต้องทำอะไร</p> <p>ก. ทำทางระบายน้ำเพื่อให้น้ำไม่ขัง
 ข. พรอนดินทรายให้ร่วนซุยกว่าเดิม
 ค. ผสมซากพืชซากสัตว์ลงในดินทรายมาก
 ง. ปลูกแบบขั้นบันไดเพื่อให้ดินไม่ถูกชะล้างได้ง่าย</p> | <p>6. "พืชชนิดหนึ่งมีดอกสีแดง ลำต้นมีหนาม เส้นใบเรียงตัวแตกแขนงเป็นร่างแห มีรากแก้ว และรากแขนง" พืชชนิดนี้จัดเป็นพืชชนิดใด</p> <p>ก. พืชดอก ใบเลี้ยงเดี่ยว
 ข. พืชดอก ใบเลี้ยงคู่
 ค. พืชไร้ดอก ใบเลี้ยงเดี่ยว
 ง. พืชไร้ดอก ใบเลี้ยงคู่</p> <p>7. การที่วัฏจักรชีวิตของพืชสามารถดำเนินต่อไปได้เรื่อยๆ ทำให้เกิดผลดีต่อพืชอย่างไร</p> <p>ก. ไม่ตาย ข. ไม่สูญพันธุ์
 ค. ไม่กลายพันธุ์ ง. เจริญเติบโตดี</p> <p>8. การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านวัตถุได้ดีจากมากไปหาน้อย ข้อใดจัดกระทำข้อมูลได้ถูกต้อง</p> <p>ก. เหล็ก → น้ำ → อากาศ
 ข. เหล็ก → อากาศ → น้ำ
 ค. น้ำ → เหล็ก → อากาศ
 ง. อากาศ → น้ำ → เหล็ก</p> <p>9. เมื่อตีกลองที่มีหนังกลองที่ซึ่งหย่อน ๆ จะทำให้เกิดเสียงในข้อใด</p> <p>ก. ทำให้เสียงแหลม ข. ทำให้เสียงสูง
 ค. ทำให้เสียงต่ำ ง. ไม่มีเสียง</p> <p>10. ถ้าเกิดมีเสียงดังขึ้นฉับพลัน เราควรทำอย่างไร</p> <p>ก. ใช้นิ้วมืออุดหู ข. ตะโกนโต้ตอบ
 ค. วิ่งหนีให้เร็วที่สุด ง. หันหลังให้เสียง</p> <p>11. ข้อใดสื่อความหมายถึงลมบก ลมทะเลได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ลมทะเลเป็นผลมาจากอากาศเหนือพื้นดินร้อนกว่าอากาศเหนือพื้นทะเล
 ข. ลมบกคือลมที่พัดจากทะเลเข้าฝั่ง เพราะอากาศเหนือพื้นดินร้อนจึงลอยตัวขึ้น</p> |
|---|--|

ค. ลมทะเลเกิดในเวลากลางคืน เกิดจากของอากาศเหนือน้ำทะเลเย็นกว่า ง. ลมบกเกิดจากอากาศร้อนเหนือทะเลไปแทนที่อากาศเย็นบนฝั่ง 12. ถ้าต้องการวัดความดันอากาศ ต้องใช้เครื่องมือชนิดใด ก. บารอมิเตอร์ ข. ไฮโกรมิเตอร์ ค. เทอร์มอมิเตอร์ ง. แอนนิมอมิเตอร์ 13. ลักษณะอากาศแบบใดมีโอกาสฝนตกมากที่สุด ก. อากาศชื้น อุณหภูมิต่ำ ข. อากาศชื้น อุณหภูมิสูง ค. อากาศแห้ง อุณหภูมิต่ำ ง. อากาศแห้ง อุณหภูมิสูง 14. เวลาเราตากผ้าในฤดูฝน เหตุใดผ้าจึงแห้งช้า ก. ในอากาศมีความชื้นมาก ข. ในอากาศไม่มีความชื้น ค. ในอากาศมีความชื้นน้อย ง. ในอากาศมีความชื้นไม่สม่ำเสมอ 15. เมฆชนิดหนึ่งมีลักษณะเบา มองดูคล้ายขนนกสีขาว อยู่ในระดับความสูง 6,500 เมตรขึ้นไป ถ้าเห็นเมฆชนิดนี้ สภาพอากาศจะมีลักษณะใด ก. อากาศดี ข. ฝนใกล้ตก ค. อาจมีพายุ ง. อากาศร้อน 16. ข้อใดอธิบายประโยชน์ของแผนที่ดาวได้ถูกต้อง ก. บอกตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า ข. บอกสีของดวงดาวและระยะทางของดวงดาว ค. ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของดวงดาว ง. ให้รายละเอียดเกี่ยวกับประวัติและตำนานของดวงดาว 17. ปรากฏการณ์ขึ้น-ตกของดวงดาวเกี่ยวข้องกับข้อใด ก. โลกหมุนรอบตัวเอง ข. ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ค. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ง. ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง	18. เมื่อหลังจากที่ดวงจันทร์เต็มดวงแล้วค่อย ๆ สว่างน้อยลงเรื่อย ๆ จนไม่เห็นดวงจันทร์ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร ก. วันเพ็ญ ข. วันข้างขึ้น ค. วันข้างแรม ง. วันเดือนหงาย 19. ถ้าต้องการมองเห็นดวงดาวบนท้องฟ้าชัดเจน ควรเลือกดูดาวในคืนใด ก. คืนเดือนมืด ข. คืนที่มีฝนตก ค. คืนที่มีเมฆมาก ง. คืนพระจันทร์เต็มดวง 20. ถ้าไม่มีดวงอาทิตย์เราจะมองเห็นดวงจันทร์มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด ก. ไม่เห็น เพราะดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ข. ไม่เห็น เพราะดวงจันทร์จะหยุดโคจรรอบโลก ค. เห็น เพราะดวงจันทร์มีแสงสว่างในตัวเอง ง. เห็น เพราะดวงจันทร์ยังโคจรรอบโลกเช่นเดิม 21. ข้อใดเรียงลำดับส่วนประกอบของดอกไม้จากชั้นนอก สูดเข้าชั้นในสุดได้ถูกต้อง ก. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้ ข. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย ค. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้ ง. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย 22. ขณะดำน้ำ เราได้ยินเสียงเพื่อนตะโกนเรียกบนเรือตัวกลางเสียงคือข้อใด ก. น้ำ เรือ ข. น้ำ อากาศ ค. อากาศ เรือ ง. น้ำ อากาศ เรือ
---	---

23. นักเรียนดีดกีตาร์จะทำให้เสียงดังมากขึ้นได้อย่างไร ก. ดึงสายให้ไกลก่อนปล่อย ข. หยุดสายกีตาร์เมื่อสายเริ่มสั่น ค. ทำให้สายกีตาร์สั้นลง ง. ทำให้สายกีตาร์ยาวขึ้น 24. เมื่อไอน้ำกระทบความเย็นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ก. ลอยขึ้นสูงไปในอากาศ ข. คงเป็นไอน้ำเหมือนเดิม ค. รวมตัวกลายเป็นน้ำแข็ง ง. ความแน่นกลายเป็นหยดน้ำ	25. วันที่ 1 ตรงกับวันแรม 1 ค่ำ อีกกี่วันเราจะมองเห็นดวงจันทร์ ก. 5 วัน ข. 10 วัน ค. 14 วัน ง. 20 วัน ** ขอให้นักเรียนทุกคนโชคดี ** 
---	---

12. เมื่อเวลาผ่านไป ในธรรมชาติขนาดผู้ผลิต ผลที่สุดจะเป็นอย่างไร ก. สิ่งมีชีวิตจะกินกันเอง ข. สิ่งมีชีวิตบางชนิดจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น ค. สิ่งมีชีวิตจะตายหมด ง. สิ่งมีชีวิตจะกลายพันธุ์ 13. ในการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน นำความร้อนได้ดีจึงจะสามารถทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานได้เป็นปกติ ข้อใดสื่อความหมายได้ดีที่สุด ก. วงจรไฟฟ้ามีความแข็งแรง ข. วัสดุนำไฟฟ้ามีความยืดหยุ่น กันน้ำได้ ค. วัสดุนำไฟฟ้าต้องนำความร้อนได้ดี ง. วัสดุนำไฟฟ้ามีน้ำหนักเบา 14. มีสิ่งของ 6 อย่าง คือ 1) เทียนไข 2) กระดาษ 3) กรรไกร 4) คลิปหนีบกระดาษ 5) เข็มเย็บผ้า 6) หลอดดูด วัสดุในข้อใดสามารถทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าปิดได้ ก. 1), 2) และ 4) ข. 4), 5) และ 6) ค. 3), 4) และ 5) ง. 1), 2), 3) และ 4) 15. การนำขั้วบวกของถ่านไฟฉายต่อกับขั้วลบของถ่านไฟฉายก่อนแรก เรียกว่าอะไร ก. การต่อวงจรไฟฟ้า ข. การต่อแบบขนาน ค. การต่อวงจรอย่างง่าย ง. การต่อแบบอนุกรม 16. เมื่อนำแม่เหล็กมาถูตะปูแล้วนำไปดูดวัตถุชิ้นเล็ก ๆ ตะปูจะดูดสิ่งใด ก. เศษกระดาษ ข. เข็มหมุด ค. หนังสือ ง. เส้นด้าย 17. ใช้ไฟฟ้าอย่างไรจึงจะปลอดภัย ก. ใช้ฟิวส์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ข. เสียบปลั๊กในเต้าเสียบหลาย ๆ อัน ค. ปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อเลิกใช้ ง. เสียบเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะมือเปียก	18. สัดส่วนหินตะกอนบนเปลือกโลก ประกอบด้วย หินดินดาน 70% หินทราย 15% หินปูน 15% และอื่น ๆ 5% นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลนี้ในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด ก. ตาราง ข. กราฟเส้น ค. แผนภูมิวงกลม ง. แผนภูมิแท่ง 19. ข้อใดเป็นการพุ่งของหินที่เกิดขึ้นด้วยกระบวนการทางเคมี ก. การละลายของแร่บางชนิดในหิน ทำให้หินผุพังลง ข. การหดตัวและการขยายตัวของหินเมื่อได้รับความร้อน ค. รากต้นไม้ซอนไซไปตามซอกหิน ทำให้ซอกหินกว้างขึ้น ง. น้ำตามรอยแยกของหินแข็งตัว ดันหินให้แยกออกจากกัน 20. ทดลองหยดกรดไฮโดรคลอริกลงบนหินชนิดหนึ่ง แล้วเกิดฟองแก๊ส นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นหินชนิดใด ก. หินปูน ข. หินแกรนิต ค. หินดินดาน ง. หินบะซอลต์ 21. กำหนดให้ 1) หินแปร 2) หินแกรนิต 3) หินชนวน 4) หินอ่อน 5) หินตะกอน 6) หินอัคนี 7) หินปูน 8) หินดินดาน จากข้อมูลการปะทุและพ่นลาวาของภูเขาไฟจะก่อให้เกิดหินชนิดใด ก. 5) และ 8) ข. 2) และ 6) ค. 1) และ 4) ง. 1), 3) และ 7) 22. เมื่อเกิดสึนามิ เราควรปฏิบัติตนตามข้อใดจึงเหมาะสมที่สุด ก. วิ่งไปหลบใต้อาคารที่ติดริมชายหาด ข. รีบวิ่งไปหลบอยู่บนเชิงเขา ค. ว่ายน้ำหนีอย่างสุดกำลัง ง. หมอบอยู่ใต้โต๊ะในห้อง
--	--

23. การหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้เกิดอะไร ก. น้ำขึ้น – น้ำลง ข. ฤดูร้อน – ฤดูหนาว ค. ฝนตก - ไม่ตก ง. กลางวัน – กลางคืน 24. ใน 1 ปี จะเกิดข้างขึ้นจำนวนกี่ครั้ง และถ้านักเรียนอายุ 12 ปี จะผ่านข้างขึ้นกี่ครั้ง ก. 12 ครั้ง / 144 ครั้ง ข. 24 ครั้ง / 288 ครั้ง ค. 36 ครั้ง / 432 ครั้ง ง. ไม่แน่นอน	25. สมมติถ้าโลกหมุนรอบตัวเองจากทิศเหนือไปทิศใต้ จะเกิดอะไรขึ้น ก. ทุกคนจะไม่เห็นดวงอาทิตย์ ข. ทุกคนบนโลกจะเห็นดวงอาทิตย์ไม่พร้อมกัน ค. บางประเทศบนโลกจะไม่เห็นดวงอาทิตย์ ง. ทุกประเทศบนโลกจะเห็นดวงอาทิตย์พร้อมกัน ** ขอให้นักเรียนทุกคนโชคดี **
--	---

ภาคผนวก ง
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ลำดับข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	คัดเลือก
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
25	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	คัดเลือก
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ลำดับข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ลำดับข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
17	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
24	+1	0	0	+1	+1	3	0.6	คัดเลือก
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อสอบข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
29	+1	0	0	+1	+1	3	0.6	คัดเลือก
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
33	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	คัดเลือก
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลำดับข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
20	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	คัดเลือก
21	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	คัดเลือก
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

การคำนวณและการแปลผลค่า IOC ของแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ลำดับข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
32	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	คัดเลือก
33	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	คัดเลือก
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
37	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	คัดเลือก
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	คัดเลือก

ภาคผนวก จ
ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ



ตาราง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	a (S.E)	b (S.E)	c (S.E)	สรุปผล
1	1.913 (1.355)	2.697 (0.505)	0.115 (0.015)	คัดเลือก
2	0.205 (0.049)	1.962 (0.557)	0.005 (0.024)	คัดเลือก
3	0.598 (0.193)	3.781 (0.992)	0.001 (0.003)	คัดเลือก
4	0.576 (0.077)	1.726 (0.332)	0.002 (0.009)	คัดเลือก
5	1.989 (1.879)	2.534 (0.466)	0.083 (0.013)	คัดเลือก
6	0.756 (0.286)	2.861 (0.466)	0.018 (0.023)	คัดเลือก
7	0.593 (0.019)	2.728 (0.537)	0.005 (0.024)	คัดเลือก
8	0.725 (0.242)	2.704 (0.438)	0.046 (0.025)	คัดเลือก
9	0.135 (0.035)	2.531 (0.821)	0.005 (0.025)	คัดเลือก
10	1.103 (0.529)	2.515 (0.537)	0.218 (0.026)	คัดเลือก
11	1.787 (1.018)	2.336 (0.370)	0.044 (0.011)	คัดเลือก
12	0.856 (0.296)	2.236 (0.359)	0.031 (0.022)	คัดเลือก
13	0.498 (0.068)	2.130 (0.491)	0.004 (0.017)	คัดเลือก
14	0.617 (0.146)	2.223 (0.408)	0.003 (0.015)	คัดเลือก
15	0.735 (0.149)	1.905 (0.268)	0.001 (0.004)	คัดเลือก
16	0.708 (0.152)	2.207 (0.333)	0.002 (0.009)	คัดเลือก
17	0.595 (0.081)	2.100 (0.387)	0.003 (0.012)	คัดเลือก
18	0.529 (0.071)	1.902 (0.400)	0.002 (0.012)	คัดเลือก
19	0.177 (0.044)	2.106 (0.651)	0.006 (0.028)	คัดเลือก
20	0.660 (0.211)	1.846 (0.278)	0.040 (0.050)	คัดเลือก
21	1.313 (0.687)	2.671 (0.599)	0.192 (0.022)	คัดเลือก
22	1.621 (0.980)	2.587 (0.517)	0.149 (0.018)	คัดเลือก
23	0.662 (0.150)	2.803 (0.463)	0.001 (0.004)	คัดเลือก
24	0.951 (0.226)	2.177 (0.302)	0.001 (0.003)	คัดเลือก
25	0.811 (0.299)	2.499 (0.439)	0.056 (0.026)	คัดเลือก

ตาราง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	a (S.E)	b (S.E)	c (S.E)	สรุปผล
1	1.313 (0.687)	2.671 (0.599)	0.192 (0.022)	คัดเลือก
2	0.959 (0.520)	4.004 (2.009)	0.204 (0.027)	คัดเลือก
3	0.773 (0.361)	4.653 (2.320)	0.064 (0.021)	คัดเลือก
4	0.863 (0.051)	2.177 (0.302)	0.001 (0.003)	คัดเลือก
5	0.863 (0.052)	2.499 (0.439)	0.056 (0.026)	คัดเลือก
6	0.183 (0.050)	1.064 (0.578)	0.008 (0.027)	คัดเลือก
7	0.389 (0.085)	0.532 (0.230)	0.010 (0.032)	คัดเลือก
8	0.370 (0.084)	0.724 (0.283)	0.006 (0.019)	คัดเลือก
9	0.378 (0.110)	0.586 (0.116)	0.006 (0.029)	คัดเลือก
10	0.727 (0.167)	0.578 (0.161)	0.006 (0.019)	คัดเลือก
11	0.386 (0.104)	2.028 (0.548)	0.009 (0.026)	คัดเลือก
12	0.618 (0.176)	0.721 (0.277)	0.036 (0.074)	คัดเลือก
13	0.405 (0.096)	0.239 (0.233)	0.006 (0.019)	คัดเลือก
14	0.729 (0.187)	-1.342 (0.255)	0.006 (0.018)	คัดเลือก
15	0.325 (0.081)	0.395 (0.293)	0.007 (0.023)	คัดเลือก
16	0.585 (0.112)	0.495 (0.226)	0.007 (0.022)	คัดเลือก
17	0.526 (0.119)	0.532 (0.230)	0.010 (0.032)	คัดเลือก
18	0.453 (0.110)	1.342 (0.456)	0.006 (0.018)	คัดเลือก
19	0.379 (0.094)	1.268 (0.385)	0.008 (0.026)	คัดเลือก
20	0.534 (0.122)	-0.377 (0.187)	0.006 (0.019)	คัดเลือก
21	0.934 (0.469)	3.573 (1.477)	0.177 (0.031)	คัดเลือก
22	0.321 (0.090)	2.396 (0.729)	0.016 (0.047)	คัดเลือก
23	0.365 (0.095)	1.754 (0.494)	0.009 (0.027)	คัดเลือก
24	0.844 (0.397)	2.208 (1.130)	0.162 (0.035)	คัดเลือก
25	0.975 (0.505)	2.443 (1.529)	0.246 (0.034)	คัดเลือก

ตาราง ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อ	a (S.E)	b (S.E)	c (S.E)	สรุปผล
1	0.934 (0.469)	3.573 (1.477)	0.177 (0.031)	คัดเลือก
2	0.321 (0.090)	2.396 (0.729)	0.016 (0.047)	คัดเลือก
3	0.337 (0.085)	1.223 (0.414)	0.010 (0.032)	คัดเลือก
4	0.844 (0.397)	2.208 (1.130)	0.162 (0.035)	คัดเลือก
5	0.802 (0.340)	3.072 (0.834)	0.115 (0.033)	คัดเลือก
6	0.594 (0.130)	0.862 (0.202)	0.004 (0.011)	คัดเลือก
7	1.319 (0.770)	2.519 (0.627)	0.130 (0.028)	คัดเลือก
8	0.488 (0.094)	0.819 (0.308)	0.007 (0.021)	คัดเลือก
9	0.465 (0.310)	0.564 (0.210)	0.068 (0.010)	คัดเลือก
10	1.154 (0.616)	2.542 (0.728)	0.206 (0.035)	คัดเลือก
11	0.540 (0.121)	0.099 (0.184)	0.007 (0.022)	คัดเลือก
12	0.247 (0.066)	1.549 (0.561)	0.009 (0.028)	คัดเลือก
13	1.225 (0.642)	1.834 (0.423)	0.191 (0.041)	คัดเลือก
14	0.388 (0.094)	0.919 (0.308)	0.007 (0.021)	คัดเลือก
15	0.594 (0.130)	0.862 (0.202)	0.004 (0.011)	คัดเลือก
16	1.030 (0.487)	2.026 (0.820)	0.047 (0.020)	คัดเลือก
17	0.668 (0.094)	0.819 (0.208)	0.006 (0.021)	คัดเลือก
18	0.247 (0.066)	1.549 (0.561)	0.009 (0.028)	คัดเลือก
19	0.388 (0.094)	0.919 (0.308)	0.007 (0.021)	คัดเลือก
20	0.449 (0.100)	0.411 (0.222)	0.006 (0.020)	คัดเลือก
21	1.457 (0.994)	2.127 (1.363)	0.077 (0.019)	คัดเลือก
22	0.748 (0.094)	0.729 (0.308)	0.006 (0.021)	คัดเลือก
23	0.465 (0.310)	0.564 (0.210)	0.068 (0.010)	คัดเลือก
24	0.570 (0.214)	2.467 (0.679)	0.088 (0.056)	คัดเลือก
25	1.003 (0.484)	3.085 (0.855)	0.066 (0.023)	คัดเลือก

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวสุพัตราพรรณ สุวรรณศรี
วันเดือนปีเกิด	4 มกราคม 2532
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 1 แสงมณีอพาร์ทเมนต์ หมู่ 12 ซอยบางนา-ตราด 19 ถนนเทพรัตน แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ เขตบางนา กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนปราจิณราษฎร์บำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
พ.ศ. 2555	ระดับปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2561	ระดับปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงการทดสอบและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ