

## บทที่ 5

### การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจะเสนอสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ตามลำดับต่อไปนี้

#### สรุปผลการวิจัย

##### 1. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่วิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 เพื่อหาเกณฑ์ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส

##### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนทุกสังกัดในจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 (Try out 1) เพื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) โดยโรงเรียนที่เลือกมาจะต้องเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2 (Try out 2) เพื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimensionality) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ก่อนที่จะวิเคราะห์

หาคุณภาพแบบทดสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดเป็นครั้งที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และสำหรับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มที่ 1 และ 2 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งเป็นชั้นหรือเป็นชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยกำหนดให้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) และเพื่อใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบได้แก่ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยยึดแนวทางตามสมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ออกเป็นทักษะต่าง ๆ รวม 8 ทักษะ โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดทักษะย่อยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IC) ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม แล้วคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้ข้อสอบจำนวน 68 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดอีกครั้งหนึ่ง ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 61 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์จำนวน 56 ข้อ จากนั้นนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 เพื่อหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น และหาคุณภาพของแบบทดสอบ

#### 4. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

- 4.1 วางแผนการดำเนินการสอบ โดยติดต่อโรงเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง นัดหมายวัน และเวลา ในการดำเนินการสอบ
- 4.2 เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบในแต่ละครั้ง
- 4.3 ก่อนดำเนินการสอบทุกครั้ง ผู้วิจัยได้ปฏิบัติ ดังนี้
  - 4.3.1 อธิบายให้ผู้สอบที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ตระหนักถึงความสำคัญและมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการสอบ
  - 4.3.2 อธิบายให้ผู้สอบทุกคนเข้าใจคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ ก่อนลงมือทำ
- 4.3 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปจัดการสอบด้วยตนเอง
- 4.4 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลตามที่กำหนดไว้

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 56 ข้อ ซึ่งมีคุณสมบัติและคุณภาพดังต่อไปนี้

- 5.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้างจากการพิจารณาตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ ตามวิธีการของโรวินลีสและแฮมเบลตัน โดยค่าเฉลี่ยของความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ 0.60 – 1.00 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง
- 5.2 ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกคือ ค่าความยาก (p) มีค่าตั้งแต่ 0.2 - .08 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 – 1.0 ปรากฏผลว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 68 ข้อ จากทั้งหมด 90 ข้อ
- 5.3 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว

จากการนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 68 ข้อ มาตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว โดยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม Statistica โดยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ (Principal Components Analysis) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีออร์โธโกนอล (Orthogonal) แบบเวริแมกซ์ (Varimax) แล้วพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) ของตัวประกอบที่หนึ่ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่สองอย่างมาก และค่าไอเกนของตัวประกอบที่สองสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่ถัดๆ ไปเพียงเล็กน้อย จึงถือได้ว่าแบบทดสอบฉบับนี้วัดเพียงคุณลักษณะเดียว ดังนั้น จึงสามารถนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้มาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้

#### 5.4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

จากการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อตามรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 68 ข้อ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) ด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimate : MLE) โดยใช้โปรแกรม Bilog Version 3.04 ซึ่งปรากฏผลว่า มีค่า a ตั้งแต่ 0.412 ถึง 2.743 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.242 มีค่า b ตั้งแต่ -1.150 ถึง 1.671 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.474 มีค่า c ตั้งแต่ 0.106 ถึง 0.306 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.196

5.5 ผลการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

จากการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ต่อไปนี้ ค่า a มีค่าตั้งแต่ 0.3 ถึง 2.0 ค่า b มีค่าตั้งแต่ -2.0 ถึง 2.0 และค่า c มีค่าต่ำกว่า 0.3 พบว่ามีข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมตามรูปแบบการวิเคราะห์แบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ จำนวน 61 ข้อ ซึ่งมีค่า a ตั้งแต่ 0.412 ถึง 1.977 มีค่า b ตั้งแต่ -1.150 ถึง 1.671 มีค่า c ตั้งแต่ 0.106 ถึง 0.289

5.6 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับสมบูรณ์

จากการนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 56 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 1,366 คน แล้ววิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อตามรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่า a, b และ c ด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (MLE) โดยใช้โปรแกรม Bilog Version 3.04 ซึ่งปรากฏผลว่า มีค่า a ตั้งแต่ 0.346 ถึง 1.989 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.809 มีค่า b ตั้งแต่ -0.931 ถึง 1.921 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.653 มีค่า c ตั้งแต่ 0.101 ถึง 0.260 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.170

### 5.7 ผลการหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบรายทักษะย่อยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการนำค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์มาคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบที่ระดับความสามารถ ( $\theta$ ) ตั้งแต่ -4.00 ถึง 4.00 พบว่า มีข้อสอบที่มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบอยู่ที่ระดับความสามารถต่ำสุดที่ -0.70 และสูงสุดที่ 2.40 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะย่อย พบว่า ข้อสอบที่วัดทักษะย่อยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบอยู่ในช่วงระดับความสามารถปานกลางถึงระดับค่อนข้างสูง

### 5.8 ผลการหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ

จากการนำค่าพารามิเตอร์ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์มาคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ ( $\theta$ ) ตั้งแต่ -4.00 ถึง 4.00 พบว่า มีค่าสูงมากในช่วงระดับความสามารถตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.50 โดยมีค่าสารสนเทศสูงที่สุดที่  $\theta$  เท่ากับ 0.80 นั่นคือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ มีความเหมาะสมเมื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางถึงค่อนข้างสูง

### 5.9 ผลการหาค่าความสามารถของผู้สอบ

จากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่ทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้สอบมีค่าความสามารถ ตั้งแต่ -2.9605 ถึง 2.7953 ที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ( $SE(\hat{\theta})$ ) เท่ากับ 3.3293. และ 0.7983 ตามลำดับ โดยมีผู้สอบร้อยละ 2.4 ที่ประมาณค่าความสามารถได้เท่ากับ -3.2851 ซึ่งมี  $SE(\hat{\theta})$  สูงมากคือ 999.00

### 5.10 ผลการหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นของแบบทดสอบ

จากการหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในทุกสังกัดของจังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส พบว่า คะแนนดิบมีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 53 คะแนนที่มีค่าตั้งแต่ 16 ถึง 69 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.035 ถึง 97.18

### 5.11 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 26.71 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 9.13 ค่าความ

แปรปรวนของแบบทดสอบ เท่ากับ 83.39 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR 20 มีค่า 0.86

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. คุณภาพด้านความตรงของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ได้ผ่านกระบวนการสร้างและพัฒนาให้มีคุณภาพ โดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ องค์ประกอบสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบ หรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญต่อการศึกษาเทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ ตลอดจนได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใช้ในการฝึกสร้างข้อสอบก่อนที่จะสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับที่ใช้ในการวิจัยนี้ จากนั้นจึงนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเข้าใจและมีความชำนาญเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดผลประเมินผลเป็นอย่างดี พบว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.60 – 1.00 จึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีความตรงเชิงโครงสร้าง

การที่ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 90 ข้อ สามารถผ่านการคัดเลือกด้านความตรงเชิงโครงสร้างทั้ง 90 ข้อ นั้น อาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้ฝึกฝนการเขียนข้อสอบ และนำข้อสอบไปทำการทดสอบจริงกับนักเรียนในช่วงที่ผู้วิจัยศึกษารายวิชาการสร้างเครื่องมือวัดทางการศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จึงส่งผลให้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยนี้มีดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ดังกล่าว

## 2. การใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีคุณสมบัติดังกล่าวจริง ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสร้างข้อสอบให้มีความตรงเชิงโครงสร้าง ที่ผู้วิจัยพยายามเขียนคำถามให้สอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะย่อยต่าง ๆ แม้ข้อสอบแต่ละข้อจะวัดทักษะย่อยต่าง ๆ 8 ทักษะ แต่ทั้งหมดจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จึงถือเป็นการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว คือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทำให้แบบทดสอบนี้มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังนั้นสามารถทำการวิเคราะห์รายข้อด้วยรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ต่อไปได้

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.346 ถึง 1.989 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.809 ซึ่งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกล่าวไว้ว่า ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่  $-\infty$  ถึง  $+\infty$  แต่ในทางปฏิบัติ ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 2 ซึ่งค่าที่ใกล้ 0 หมายถึง ข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ ค่าที่ใกล้ 2 หมายถึง ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง (Hambleton Swaminathan and Roger, 1991:17) และวอร์ม (Worm, 1979 : 52, อ้างถึงในปิยวดี คงช่วย, 2543 : 84) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าอำนาจจำแนกที่มีค่ามากกว่า 0.80 ( $a > 0.8$ ) จะยิ่งจำแนกผู้สอบได้ดี ส่วน คณิต ไข่มุกต์ (2544 : 16) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกที่มากกว่า 0.5 ( $a > 0.5$ ) จัดว่ามีการจำแนกดี ค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ระหว่าง 0.3 กับ 0.5 มีการจำแนกปานกลาง ดังนั้นจึงเชื่อได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้สามารถจำแนกผู้สอบได้ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้วิจัยพยายามเขียนคำถามให้หลากหลายประเภท ไม่เขียนคำถามที่วัดเฉพาะความจำ แต่เขียนคำถามประเภทที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดรวบยอด การแปลความ ตีความหมาย และการนำไปใช้ ซึ่งทำให้ได้คำถามที่ถามลุ่มลึกมากขึ้น และต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้ตอบ จึงจะมีโอกาสตอบได้ถูก นอกจากนี้ผู้วิจัยพยายามเขียนตัวเลือกในข้อเดียวกันให้อยู่ในประเภทเดียวกัน มีโครงสร้างของข้อความหรือถ้อยคำเป็นแบบเดียวกัน หรือที่เรียกว่ามีความเป็นเอกพันธ์ และพยายามเขียนให้ตัวเลือกทุกตัวมีความหมายและนัยไปในทิศทางเดียวกัน มีน้ำหนักและความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน ไม่มีตัวเลือกใดเด่นเป็นที่สะดุดตาหรือผู้สอบสังเกตเห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับที่ชวาล แพร์ตกุล (มปป., 32-37) กล่าวว่า วิธีเขียนคำถามให้มีอำนาจจำแนกสูงนั้น ควรเขียนคำถามให้อยู่ในชั้นที่สูงกว่าชั้นวัดความจำ ควรมุ่งวัดความคิดรวบยอดมากกว่าวัดรายละเอียด มุ่งวัดความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงมากกว่าวัดเนื้อหา ซึ่งคำถามประเภทเหล่านี้ต้องการสมรรถภาพสมองที่ลึกซึ้ง และการเขียนตัว

เลือกให้เป็นเอกพจน์ ทั้งตัวถูกและตัวหลง จะสามารถส่งผลต่ออำนาจจำแนกของข้อคำถามโดยตรง

2.3 ค่าความยากของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่  $-0.931$  ถึง  $1.921$  ค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $0.653$  ซึ่งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ กล่าวว่า ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่  $-\infty$  ถึง  $+\infty$  แต่ในทางปฏิบัติค่าความยากมีค่าตั้งแต่  $-2$  ถึง  $+2$  ซึ่งค่าที่ใกล้  $-2$  หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก ค่าที่ใกล้  $+2$  หมายถึง ข้อสอบยากมาก (Hambleton Swaminathan and Roger, 1991:17) จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้มีข้อสอบที่มีทั้งข้อที่ยากและง่ายอย่างหลากหลาย โดยเฉลี่ยทั้งฉบับมีความยากอยู่ในระดับปานกลาง และอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีค่าอยู่ในช่วง  $-2.00$  ถึง  $2.00$  ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเขียนคำถามที่มีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น แบบคำตอบถูกต้อง ชนิดคำตอบถูกต้อง ชนิดคำตอบดีที่สุด ชนิดคำตอบใกล้เคียง หรือแบบคำตอบรวมชนิดคำตอบผสม ชนิดคำตอบคู่ เป็นต้น ทำให้ได้ข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายตั้งแต่ง่ายไปจนถึงยาก และแบบทดสอบนี้ได้ผ่านการทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะหลากหลาย แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ

แบบทดสอบที่มีความยากในระดับปานกลางนี้เหมาะที่จะใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อจัดประเภท จัดกลุ่มตามระดับความสามารถของผู้สอบ หรือใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับที่ชวาล แพร์ตกุล (มปป.: 10) ที่กล่าวไว้ว่า ถ้าเป็นข้อสอบที่ต้องการใช้เพื่อจัดประเภทนักเรียน เช่น การสอบประจำภาคเรียน การสอบเลื่อนชั้นประจำปี ควรออกข้อสอบให้มีความยากง่ายในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับที่ คณิต ไช่มุกต์ (2544 : 16) ที่ให้เกณฑ์การเลือกใช้ข้อสอบโดยการพิจารณาค่าความยากว่า ถ้าค่าความยากสูงกว่า  $1.0$  ( $b > 1.0$ ) ควรนำข้อสอบไปใช้กับผู้ที่มีความสามารถสูง เช่น ใช้ในการสอบแข่งขัน ถ้าค่าความยากต่ำกว่า  $-1.0$  ( $b < -1.0$ ) ควรนำไปใช้กับผู้ที่มีความสามารถต่ำ เช่น ใช้กับนักเรียนกลุ่มอ่อน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชานั้น ๆ ส่วนข้อที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง  $-1.0$  ถึง  $1.0$  เหมาะสำหรับใช้กับผู้ที่มีความสามารถปานกลาง เช่น ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์

2.4 ค่าการเดาของแบบทดสอบ มีค่าการเดาตั้งแต่  $0.101$  ถึง  $0.260$  ค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $0.170$  ซึ่งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบค่าการเดามีค่าตั้งแต่  $0$  ถึง  $1$  (Hambleton Swaminathan and Roger, 1991:17) แต่ในทางปฏิบัติค่าการเดาจะมีค่าตั้งแต่  $0$  ถึง  $0.5$  ข้อสอบที่มีค่าการเดามากกว่า  $0.3$  ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี (Wingeraky , Barton and Lord , 1982 : 2) เพราะผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำมีโอกาสมากที่จะตอบข้อสอบข้อนั้นถูก และถ้าค่าการเดาเป็น  $0$  ข้อสอบข้อนั้นถือว่าเป็นข้อสอบที่ดีมาก เพราะผู้ตอบต้องทำด้วยความสามารถเท่านั้นจึงจะมีโอกาสตอบข้อสอบได้ถูก ส่วน คณิต ไช่มุกต์ (2544 : 16) ได้ให้เกณฑ์การพิจารณาเกี่ยวกับค่าการเดาไว้ว่า ถ้าค่า



การเดาน้อยกว่า 0.2 ( $c < 0.2$ ) ถือว่าข้อสอบมีตัวเลือกดีมาก ถ้าค่าการเดายู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.3 ถือว่ามีตัวเลือกดี แต่ถ้าค่าการเดามากกว่า 0.3 ( $c > 0.3$ ) ถือว่าตัวเลือกเดาได้ง่าย สำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้จัดได้ว่ามีตัวเลือกดีมาก ข้อสอบทุกข้อมีค่าการเดาน้อยกว่า 0.3 มีค่าการเฉลี่ย น้อยกว่า 0.2 โดยทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเขียนคำถามที่สามารถวัดได้สูงกว่าขั้นวัดความจำ และการเขียนตัวเลือกทุกตัวให้มีโอกาสถูกเลือกได้ใกล้เคียงกัน ผู้ตอบต้องพิจารณาทุกตัวเลือกก่อนที่จะตอบ โดยไม่สามารถใช้การเดาคำตอบได้ สอดคล้องกับที่ชวาล แพร์ตกุล (มปป., 32-37) กล่าวไว้ว่า การเขียนคำถามให้ผู้ตอบต้องใช้ความคิดมากกว่าการใช้ความจำ และการเขียนตัวเลือกให้มีความเป็นเอกพันธ์จะส่งผลให้สามารถป้องกันการเดาคำตอบได้เป็นอย่างดี

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบให้เหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบ อาจใช้เกณฑ์การเลือกข้อสอบ ดังนี้ (คณิต ไช่มุกต์, 2533 : บทคัดย่อ)

1. กลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถปานกลาง ควรใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้  
 $a > 0.85$ ,  $-0.67 \leq b \leq 0.67$ , และ  $0.15 \leq c \leq 0.25$
2. กลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถสูง ควรใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้  $a > 0.85$ ,  $b > 0.67$ , และ  $0.15 \leq c \leq 0.25$
3. กลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถต่ำ ควรใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้  $a > 0.85$ ,  $b < 0.67$ , และ  $0.15 \leq c \leq 0.25$

3. การหาค่าสารสนเทศของข้อสอบที่ระดับความสามารถ -4.00 ถึง 4.00 จะพิจารณาว่าข้อสอบใดมีค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบตรงกับระดับความสามารถใด แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้กับผู้ที่มีความสามารถที่ระดับนั้น สอดคล้องกับที่ คณิต ไช่มุกต์ (2544 : 3) ที่กล่าวว่า คุณภาพของข้อสอบในแนวทฤษฎี IRT สามารถบอกคุณภาพได้ถึงระดับข้อสอบ ซึ่งอธิบายได้ด้วย สารสนเทศรายข้อ (Item Information Function : IIF) โดยพิจารณาว่าข้อสอบใดให้ค่าสารสนเทศมากที่สุดที่ระดับความสามารถใด แสดงว่าข้อสอบนั้นเหมาะที่จะนำไปวัดกับผู้สอบที่มีความสามารถระดับนั้น สำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจะพบว่ามีข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้สอบที่มีความสามารถตั้งแต่ปานกลางก่อนไปทางด้านต่ำ จนถึงระดับสูง แต่โดยภาพรวมแล้วข้อสอบส่วนใหญ่เหมาะสมกับผู้สอบที่มีความสามารถระดับปานกลางจนถึงก่อนข้างสูง สอดคล้องกับเมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะย่อย ซึ่งพบว่า ข้อสอบที่วัดทักษะย่อยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบอยู่ในช่วงระดับความสามารถปานกลางถึงระดับก่อนข้างสูง

ดังนั้นผู้ที่ให้นำแบบทดสอบนี้ไปใช้สามารถที่จะเลือกข้อสอบที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถระดับต่าง ๆ ได้ โดยพิจารณาค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบนั้นก็จะได้ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูงหรือมีความแม่นยำสูง

4. การหาค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ ที่ระดับความสามารถ  $-4.00$  ถึง  $4.00$  พบว่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าสูงมากที่ระดับความสามารถตั้งแต่  $0.40$  ถึง  $1.50$  โดยมีค่าสูงที่สุดตรงกับระดับความสามารถ  $0.80$  ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2545 : 56) กล่าวไว้ว่า ในการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ สามารถพิจารณาความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้โดยใช้ดัชนีที่เรียกว่า สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information :  $I(\theta)$ ) ซึ่งมีความสัมพันธ์ผกผันกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ( $SE(\hat{\theta}) = 1/\sqrt{I(\theta)}$ ) ดังนั้นถ้าค่าสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าสูงในช่วง  $\theta$  ใด ก็จะมีค่าความถูกต้องแม่นยำสูงในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในช่วง  $\theta$  นั้น ๆ โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณจะมีค่าต่ำ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีความเหมาะสม หรือมีความแม่นยำสูงในการประมาณค่าความสามารถเมื่อใช้ทดสอบกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถตั้งแต่ระดับปานกลาง ถึงระดับค่อนข้างสูง

5. การหาค่าความสามารถของผู้สอบ จากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมีค่าตั้งแต่  $-2.9605$  ถึง  $2.7953$  ที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ( $SE(\hat{\theta})$ ) เท่ากับ  $3.3293$  และ  $0.7983$  ตามลำดับ แสดงว่าการประมาณค่าครั้งนี้มีความแม่นยำสูงในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งจะเห็นได้จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถมีค่าน้อย ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนผกผันกับความถูกต้องแม่นยำของการประมาณค่าความสามารถ หรือค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี ,2545 : 59) และมีระดับความสามารถที่หลากหลายคือมีตั้งแต่ ระดับความสามารถต่ำมากจนถึงสูง ซึ่งแฮมเบิลตัน สวามินาธาน และ โรเจอร์ (Hambleton Swaminathan and Roger, 1991:17) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้สอบที่มีค่าความสามารถเข้าใกล้  $-3$  หมายถึง ผู้สอบนั้นมีระดับความสามารถต่ำ ในทางตรงกันข้าม ผู้สอบที่มีค่าความสามารถเข้าใกล้  $+3$  หมายถึง ผู้สอบนั้นมีระดับความสามารถสูง สอดคล้องกับที่คณิศ ไช้มุกต์ (2544 : 16) ที่กล่าวว่า ระดับความสามารถของผู้สอบในสเกลคะแนนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง  $-3$  ถึง  $+3$  โดยประมาณ ผู้สอบที่มีความสามารถปานกลางจะมีค่า  $\theta$  อยู่ระหว่าง  $-1.0$  ถึง  $+1.0$  ถ้าค่ามากกว่า  $1.0$  แสดงว่าความสามารถค่อนข้างสูง ถ้าน้อยกว่า  $-1.0$  แสดงว่าความสามารถค่อนข้างต่ำ

จากผลการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบปรากฏผลเช่นนี้อาจเป็นเพราะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้มีขนาดใหญ่และมีลักษณะที่หลากหลาย โดยผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนทุกสังกัดในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ซึ่งทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นหรือเป็นชั้นภูมิ ที่สำคัญคือใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ดังนั้นเมื่อสุ่มได้โรงเรียนใดจะใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกห้องเป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อนในแต่ละหน่วยการสุ่ม (ยกเว้น โรงเรียนนิงฆนูปถัมภ์เท่านั้นที่สุ่มใช้เพียง 4 ห้องเรียน จากทั้งหมด 8 ห้อง) และเพื่อป้องกันไม่ให้โรงเรียนเลือกเฉพาะห้องนักเรียนเรียนเก่งมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างถ้าผู้วิจัยใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเพียงโรงเรียนละ 1-2 ห้องเรียน ดังนั้นทำให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนถึง 1,366 คน ซึ่งการประมาณค่าความสามารถตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ใช้เทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (MLE) นั้นจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ สอดคล้องกับที่ศิริชัย กาญจนวาสี (2545 : 60) กล่าวไว้ว่า การจะประมาณค่าพารามิเตอร์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบทั้งค่าความสามารถ ( $\theta$ ) และ ค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  ซึ่งเป็นตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ต้องอาศัยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด ซึ่งจะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ถูกต้อง จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

ในการทดสอบนี้มีผู้สอบจำนวน 33 คน จากทั้งหมด 1,366 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2.4 ที่ได้ค่าความสามารถเท่ากับ  $-3.2851$  ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ( $SE(\hat{\theta})$ ) มีค่าเท่ากับ 999.00 ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก นั้นแสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545 : 59) ซึ่งอาจเป็นเพราะความไม่ตั้งใจในการทดสอบของผู้สอบบางคน และเป็นเพราะผู้สอบมีความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจอยู่ในระดับต่ำ อันเป็นปัญหาและอุปสรรคสำคัญของนักเรียนที่ใช้สองภาษาในท้องถิ่นสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ คือนักเรียนที่ใช้ภาษามลายูเป็นภาษาแม่ และใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ กาฬสุวรรณ (2538 : 90) ที่ศึกษาความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีภาษาแม่ต่างกันมีความเข้าใจในการอ่านแตกต่างกันใน ทุก ๆ ระดับ สอดคล้องกับที่ วรรณวิมล ปรีชาสุชาติ (2533 : 81) ที่สรุปไว้ว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันกับตัวแปรภาษาพูดที่บ้านหรือภาษาแม่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปัตตานี (2528 : 10-11) ที่สรุปไว้ว่า นักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นในชีวิตประจำวันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่พูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่ โดยเฉพาะทักษะการอ่าน ดังนั้นทำให้ผู้สอบบางคนทำการทดสอบด้วยการเดาคำตอบ

แต่เนื่องจากข้อสอบทุกข้อได้ผ่านการคัดเลือกจนมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ คือ มีอำนาจจำแนกสูง และมีค่าการเดาน้อยกว่า 0.3 ทำให้มีโอกาสน้อยมากที่จะเดาคำตอบได้ถูก

6. การหาเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้หาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นในรูปของคะแนนที่ปกติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์ เพื่อใช้เปรียบเทียบระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอบ ซึ่งพบว่า คะแนนดิบมีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 53 จากคะแนนเต็ม 56 คะแนน คะแนนที่มีค่าตั้งแต่ 16 ถึง 69 และมีคะแนนกระจายครอบคลุมคะแนนทุกค่าที่อยู่ระหว่างคะแนนสูงสุดและต่ำสุดดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขนาดกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับอนันต์ ศรีโสภณ (2520 : 18) ที่กล่าวไว้ว่า การสร้างเกณฑ์ปกติให้มีคะแนนกระจายครอบคลุมคะแนนที่อยู่ระหว่างคะแนนสูงสุดและต่ำสุด ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่

สำหรับการประเมินผลการสอบ ให้พิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้ในการแปลความหมาย ซึ่งตัดแปลงจากชวาล แพร์ตกุล (2520 : 53)

ตั้งแต่ T65 และ สูงกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
ตั้งแต่ T55 – T65	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ตั้งแต่ T45 – T55	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
ตั้งแต่ T35 – T45	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ตั้งแต่ T35 และ ต่ำกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

จากเกณฑ์ข้างต้น จะเห็นว่ามีคะแนนที่ T35 , T45 , T55 และ T65 ซ้ำกัน ซึ่งเนื่องจากเป็นจุดแบ่งระหว่างกลุ่ม ดังนั้นถ้าผู้ใดได้คะแนนที่ตรงจุดแบ่งเหล่านี้ ให้เลื่อนผู้สอบนั้นไปอยู่ในกลุ่มสูงถัดไป

ส่วนการใช้เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์นั้น ใช้ในความหมายว่า มีจำนวนร้อยละเท่าไรของจำนวนคะแนนที่มีค่าต่ำกว่าคะแนน ณ ตำแหน่งนั้น เช่นนักเรียนคนหนึ่งสอบได้คะแนน 30 คะแนน ซึ่งตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 62 หมายความว่า ร้อยละ 62 ของนักเรียนกลุ่มนี้ได้คะแนนต่ำกว่า 30 สำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ คะแนนที่มีค่าตั้งแต่ 16 ถึง 69 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.035 ถึง 97.18

7. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ พบว่าอยู่ในระดับสูง คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณหาด้วยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน มีค่า 0.85 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบนี้มีจำนวนข้อมาก มีลักษณะที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน มีอำนาจจำแนกสูง ความยากมี

ระดับที่ใกล้เคียงกัน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีความสามารถที่หลากหลาย สอดคล้องกับที่ ประคอง  
กรรมสูตร (2542 : 55-56) กล่าวไว้ว่า ปัจจัยที่ทำให้แบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูง  
หรือต่ำ คือ ความยาวของแบบทดสอบ คุณลักษณะการวัด ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และ  
ความแปรปรวนของคะแนน โดยแบบทดสอบใดมีจำนวนข้อมากมีคุณลักษณะการวัดเรื่องเดียวกัน  
มีอำนาจจำแนกสูง มีระดับความยากง่ายใกล้เคียงกัน และมีความแปรปรวนของคะแนนสูง ก็จะมี  
ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อมั่นสูง สอดคล้องกับข้อสรุปของ อีเบล (Ebel, 1972 : 399-400) ที่ว่า  
ถ้าค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบใด ๆ สูง แบบทดสอบนั้นย่อมจะมีความเชื่อมั่นสูง  
ด้วย

## 8. ข้อค้นพบจากการวิจัยนี้

8.1 การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ( $\theta$ ) ด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็น  
ไปได้สูงสุด (MLE) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการประเมินระดับความสามารถของผู้  
สอบด้วยคะแนนที่ หรือเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยเปรียบเทียบจากคะแนนดิบ มีความแตกต่างกันอย่าง  
ชัดเจน กล่าวคือ การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้  
สูงสุด จะได้ระดับความสามารถของผู้สอบที่ละเอียดกว่าการประเมินด้วยคะแนนที่ หรือเปอร์เซ็นต์  
ไทล์ โดยสามารถบอกความสามารถเป็นรายบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกันได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้สอบ  
ที่ได้คะแนนดิบเท่ากันจะมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ผู้สอบบางคนที่ได้คะแนนดิบน้อยกว่า  
อาจมีระดับความสามารถสูงกว่าคนที่ได้คะแนนดิบสูงกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การประมาณค่าความ  
สามารถของผู้สอบต้องอาศัยแบบแผนการตอบสนองข้อสอบของผู้สอบแต่ละคนในการประมาณค่า แต่  
การประเมินด้วยคะแนนที่ ผู้สอบที่ได้คะแนนดิบเท่ากันจะถูกจัดให้อยู่ในระดับความสามารถเดียว  
กัน ซึ่งในความเป็นจริงความสามารถของบุคคลย่อมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสามารถภายในของ  
บุคคลนั้น คงไม่เป็นการยุติธรรมถ้าจะใช้คะแนนดิบที่เท่ากันของบุคคลใด ๆ ตัดสินว่าบุคคลเหล่านี้นั้น  
จัดอยู่ในระดับความสามารถเดียวกัน ดังนั้น ข้อค้นพบดังกล่าวนี้ เป็นการยืนยันตามความเชื่อ  
พื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ที่ว่า พฤติกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบ ซึ่ง  
เป็นสิ่งที่สังเกตโดยตรงว่าตอบถูกหรือผิด จะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่  
อยู่ภายในตัวบุคคลนั้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง (Hambleton and Swaminathan,  
1985 : 9-10 , ศิริชัย กาญจนวาสี , 2545 : 60)

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำแบบทดสอบไปใช้

1.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เหมาะที่จะให้ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เพื่อใช้ในการประเมินระดับความสามารถของผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อนำผลการทดสอบมาใช้ในการวางแผนการพัฒนาผู้เรียน การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ หรือใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทั้งนี้ผู้ที่นำไปใช้ควรศึกษาและทำความเข้าใจในคู่มือการใช้แบบทดสอบอย่างละเอียดก่อนนำไปใช้ เพื่อจะได้ใช้แบบทดสอบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นที่สร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ให้นำแบบทดสอบนี้ไปใช้เพื่อบอกระดับความสามารถของผู้สอบโดยประมาณโดยการเปรียบเทียบจากคะแนนดิบที่ผู้สอบทำได้ ในกรณีที่ไม่สามารถประมาณค่าความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบได้โดยตรงตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แต่ถ้าต้องการจะให้ได้ระดับความสามารถของผู้สอบที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุดหรือแม่นยำที่สุด ควรประมาณค่าด้วยเทคนิคการประมาณค่าที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimate) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Bilog และสามารถติดต่อสอบถามข้อมูลได้ที่ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.3 เกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นนี้ เป็นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นที่สร้างจากกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในโรงเรียนทุกสังกัดในจังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ถ้าใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากนี้ควรรหาเกณฑ์ปกติใหม่

1.4 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นสำคัญ ในการคิดวิเคราะห์ การตีความ การลงความเห็น ฯลฯ อันเป็นปัญหาและอุปสรรคสำคัญของนักเรียนที่ใช้สองภาษาในท้องถิ่นสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ที่มีระดับความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นผู้ที่นำแบบทดสอบนี้ไปใช้จะต้องพิจารณาระดับความสามารถในการอ่านของนักเรียนที่จะทดสอบด้วย

### 2. ข้อเสนอแนะการวิจัย

2.1 ควรมีการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนและนักศึกษาระดับต่าง ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระดับความสามารถของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับแนวทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมว่าให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2.3 ควรศึกษาปัญหา อุปสรรค และแนวทางการส่งเสริมการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการพัฒนาแบบทดสอบต่าง ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น