

การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ตามแนวคิดการประเมินวินิจัยทางปัญญา

ปริยาภรณ์ คำพะซิก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา


คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มกราคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ปรียาภรณ์ คำพะชิก ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.สมพงษ์ ปิ่นหูน)

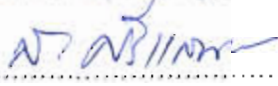
  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธาน  
(ดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์)

  
.....กรรมการ  
(ดร.สมพงษ์ ปิ่นหูน)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร ศรีแสนยงค์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 22 เดือน มกราคม พ.ศ. 2558

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา ครั้งที่ 2 ปีงบประมาณ 2557

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริพร อนุศาสนนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่อบรมสั่งสอน เป็นแรงผลักดันจนสามารถประสบความสำเร็จได้ ขอขอบคุณครอบครัวคำพะริก ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตาแด่บุพการี บुरพจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่าทุกวันนี้

ปรียาภรณ์ คำพะริก

53920583: สาขาวิชา: วิชา วัตถุประสงค์และสถิติการศึกษา; วท.ม. (วิชา วัตถุประสงค์และสถิติการศึกษา)

คำสำคัญ: การประเมินวินิจฉัย/ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์/ การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา

ปรีชาภรณ์ คำพะริก: การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (A CONSTRUCTION OF DIAGNOSTIC ASSESSMENT INSTRUMENT ON SCIENTIFIC COMPETENCIES FOR GRADE 9 STUDENTS BASED ON COGNITIVE DIAGNOSTIC ASSESSMENT APPROACH) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมพงษ์ ปันนุ่น, ค.ศ., สุริพร อนุศาสนนันท์, ค.ศ. 191 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 18 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 890 คน แบ่งเป็นกลุ่มสำหรับสำรวจรูปแบบการตอบคำถามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 200 คน ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 300 คน และใช้สำหรับวินิจฉัยจำนวน 390 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) การสร้างแบบประเมินวินิจฉัยมี 6 ขั้นตอน 1) การสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) สำรวจรูปแบบการตอบของนักเรียนด้วยแบบสอบถามปลายเปิด 3) จัดกลุ่มผลการตอบเพื่อจำแนกรูปแบบที่ตอบถูกและผิดพลาด 4) สร้างแบบประเมินวินิจฉัยโดยใช้ผลการตอบของนักเรียนมาสร้างเป็นตัวถูกและตัวลวง 5) นำแบบประเมินวินิจฉัยไปทดลองใช้จำนวน 2 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ 6) กำหนดคะแนนจุดตัดและวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาใช้การวิเคราะห์ดัชนี CVR และ CVI คำนวณความยากด้วยการคำนวณสัดส่วนของผู้ตอบถูกกับผู้สอบทั้งหมด ค่าอำนาจจำแนกและความเที่ยง ใช้การคำนวณด้วยวิธีการของแบรนแนนและลิฟวิงสตันตามลำดับ

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues: ISI) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically: EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence: USE) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนสมรรถนะย่อยละ 30 ข้อ รวมทั้งหมด 90 ข้อ
- 2) แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีค่าคุณภาพดังนี้
  - 2.1 ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) รายข้อ มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00 และรายฉบับ (CVI) เท่ากับ 0.98
  - 2.2 ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.20 – 0.53 ค่าดัชนีอำนาจมีค่าระหว่าง 0.22 – 0.68 ค่าความเที่ยงมีค่า 0.88 - 0.89 คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟที่มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อน 8 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ตอบถูก 7 คะแนนลงไป ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์
- 3) ผลการวินิจฉัยพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้าน ISI, EPS และ USE เป็น 11.38, 10.75 และ 10.05 ตามลำดับ และจำแนกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ไม่บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 241 คน (61.79 %) (2) ไม่บกพร่องด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ แต่บกพร่องด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์กับด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 46 คน (11.79 %) (3) ไม่บกพร่องด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่บกพร่องด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 62 คน (15.89 %) และ (4) บกพร่องทั้ง 3 สมรรถนะจำนวน 41 คน (10.51 %)

53920583: MAJOR EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS; M.Sc.  
(EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS)

KEYWORDS: DIAGNOSTIC ASSESSMENT/ SCIENTIFIC COMPETENCIES/ COGNITIVE DIAGNOSTIC ASSESSMENT.

PRIYAPHON DAMPHATHIK: A CONSTRUCTION OF DIAGNOSTIC ASSESSMENT INSTRUMENT ON SCIENTIFIC COMPETENCIES FOR GRADE 9 STUDENTS BASED ON COGNITIVE DIAGNOSTIC ASSESSMENT APPROACH. ADVISORY COMMITTEE: SOMPONG PANHOON, Ph.D., SUREEPORN ANUSASANANUN, Ph.D., 191 p. 2015.

The purposes of this research were; 1) to develop diagnostic assessment instrument on scientific competencies for grade 9 students based on cognitive diagnostic assessment approach, 2) to diagnostic the scientific competencies of grade 9 students, and 3) to develop a manual for the test administration. Eight hundred and ninety students were used in the research. They were divided into three groups. The first group (200 students) was used to survey the patterns and mistakes of students' responses on scientific competencies. All mistakes were took to be the distracters of test items. The second group (300 students) was used in the instrumental pilot study for testing the item and test quality. The third group (390 students) was used to diagnose the scientific competencies and calculate the consistency of a test score. All of the three groups were selected by employing purposive sampling and multistage random sampling techniques. This study had six stages: 1) literature review of scientific competencies; 2) survey the patterns of students' responses toward scientific competencies with open - end questionnaire; 3) classified the correct and incorrect answers; 4) construct diagnostic assessment test; 5) implementing the diagnostic test to examine the test qualities; 6) set cut off scores and diagnose students' scientific competencies. The research findings were as follows:

1) The cognitive diagnostic assessment measure composed of 90 items which divided into three sub - tests; Identifying Scientific Issues (ISI), Explain Phenomena Scientifically (EPS), and Using Scientific Evidence (USE).

2) Regarding the testing quality of the instrument, the following indicators were obtained:

2.1 Content validity met the requirements of content validity index (CVR) and content validity index (CVI) were range from 0.60 - 1.00 and 0.98 respectively.

2.2 Difficulty index was between 0.20 - 0.53, discrimination power by Brennan's index was at 0.22 - 0.68, the reliability using Livingston's method was at 0.88 - 0.89, and cut score to distinguish between competent and non - competent students using Angoff's method at 8 points.

3) The Scientific Competencies average scores of grade 9 students of ISI, EPS and USE were 11.38, 10.75, and 10.05 respectively. The diagnosis of students' scientific competencies found to be 61.79% students were competent, 11.79% of the students were competent in ISI but were not in EPS and USE, 15.89% of those students were competent in ISI and EPS but were not in USE, and 10.51% were not competent in ISI, EPS and USE.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบวินิจฉัย.....	11
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA).....	24
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	35
ตอนที่ 4 คะแนนจุดตัด (Cut-off Score) .....	39
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ.....	78
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	82
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	87
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย.....	92
ตอนที่ 3 ผลการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	101
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	117
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	117
อภิปรายผล.....	120
ข้อเสนอแนะ.....	126
บรรณานุกรม.....	127
ภาคผนวก.....	135
ภาคผนวก ก.....	136
ภาคผนวก ข.....	142
ภาคผนวก ค.....	149
ภาคผนวก ง.....	164
ภาคผนวก จ.....	183
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	191



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2 - 1	ตัวอย่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	41
2 - 2	ตัวอย่างการพิจารณาความยากง่ายของข้อสอบ.....	42
2 - 3	ตัวอย่างการคำนวณหาคะแนนจุดตัด.....	42
3 - 1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	73
3 - 2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะวิทยาศาสตร์และจำนวนแบบประเมิน วินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิด การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment; CDA.....	77
4 - 1	ตัวอย่างรูปแบบการตอบของนักเรียนจากการสำรวจ.....	87
4 - 2	ค่าความตรงตามเนื้อเรื่อง/ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ.....	92
4 - 3	ผลการปรับปรุงข้อรายการของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์.....	93
4 - 4	ค่า p ค่า B ค่า $r_{cc}$ และการแปลความหมายของสมรรถนะการระบุประเด็น ทางวิทยาศาสตร์.....	95
4 - 5	ค่า p ค่า B ค่า $r_{cc}$ และการแปลความหมายของสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	97
4 - 6	ค่า p ค่า B ค่า $r_{cc}$ และการแปลความหมายของสมรรถนะการใช้ประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์.....	99
4 - 7	คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อสอบรายข้อ.....	101
4 - 8	ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	103
4 - 9	คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญแยกตามสมรรถนะรายด้าน.....	104
4 - 10	คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการระบุประเด็นทาง วิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบย่อย.....	105
4 - 11	คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการอธิบายปรากฏการณ์ใน เชิงวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบย่อย.....	106
4 - 12	คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบย่อย.....	107
4 - 13	ความถี่และร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	108

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
ภาคผนวก ข - 1	ค่า CVR และค่า CVI.....	143
ภาคผนวก ข - 2	จุดตัดด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์.....	146
ภาคผนวก ข - 3	จุดตัดด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	147
ภาคผนวก ข - 4	จุดตัดด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์.....	148
ภาคผนวก จ - 1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายชื่อ.....	185
ภาคผนวก จ - 2	ความถี่และร้อยละของคะแนน.....	186

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2 - 1 การหาคะแนนจุดตัด.....	39
2 - 2 การผ่านเกณฑ์จากการทดสอบ.....	44
3 - 1 ลำดับขั้นการพัฒนาแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์.....	78
3 - 2 รูปแบบการจัดจำแนกสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	82
4 - 1 ผังสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	90
4 - 2 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์จำแนกตามสมรรถนะรายด้าน.....	110
4 - 3 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบย่อย	112
4 - 4 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตาม องค์ประกอบย่อย.....	113
4 - 5 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จำแนกตาม องค์ประกอบย่อย.....	114
4 - 6 รูปแบบการวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะย่อย.....	115

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม) มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์บนหลักของเหตุผลที่เกิดจากการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและประสบการณ์ชีวิต ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่กว้างไกล และดำรงชีวิตอยู่ได้บนพื้นฐานของความคิดที่ถูกต้องอย่างมีความสุข องค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของคนได้นั้นก็คือ การศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

การพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในเด็กและเยาวชนไทยเท่าที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในอนาคต มีนักเรียนไทยยังมีปัญหาอยู่ค่อนข้างมาก ดัชนีสำคัญที่บ่งชี้ความดีของคุณภาพของเด็กและเยาวชนไทยในระดับนานาชาติ คือ ผลการประเมินผลการเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่ดำเนินการโดยกลุ่มประเทศ OECD การประเมินนี้เป็นการประเมินที่ไม่เน้นความรู้ของนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในห้องเรียน แต่ต้องการสำรวจศักยภาพที่จะใช้ความรู้และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในชีวิตจริงได้ก็เพียงใดในอนาคต PISA จึงไม่ประเมินความรู้ด้านหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นความรู้และทักษะที่ต้องใช้ในชีวิตจริงนอกโรงเรียนในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2554 ก, หน้า 2) ผลการประเมินนักเรียนไทย ในปี 2009 และ 2012 พบว่า ในภาพรวมร้อยละ 42.80 และร้อยละ 34.00 รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน (สสวท., 2554 ข, หน้า 10, 2556, หน้า 48)

การรายงานผลการประเมิน PISA รายงานเป็นคะแนนเฉลี่ยเทียบกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศสมาชิก OECD ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐานและรายงานเป็นระดับการรู้เรื่อง 6 ระดับ จาก

ระดับ 1 (ต่ำสุด) จนถึงระดับ 6 (สูงสุด) และกำหนดให้ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนเริ่มแสดงความรู้และพอจะใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิต ตัวเลขบอกจำนวนนักเรียนที่ระดับต่ำเป็นตัวชี้บ่งที่สำคัญว่าคุณภาพของพลเมืองที่จะมีส่วนร่วมในสังคมและในตลาดแรงงานในอนาคตจะมีลักษณะอย่างไร

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA ในปี 2009 กับปี 2012 ของไทย สรุปลักษณะของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ระดับ ที่นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง ดังนี้

ระดับ 6 (708 คะแนนขึ้นไป) ระดับ 5 (633 คะแนนขึ้นไป) จัดเป็นสมรรถนะที่นักเรียนมีความสามารถระดับสูง ซึ่งในระดับ 6 นี้ในปี 2009 ไม่มีนักเรียนไทยที่สามารถแสดงสมรรถนะนี้ได้ในระดับที่ 6 นี้กล่าวไว้ว่า นักเรียนสามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงระหว่างแหล่งสาระกับการอธิบาย และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลสำหรับการตัดสินใจ นักเรียนแสดงออกชัดเจนถึงความคิดและมีความเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง และแสดงความตั้งใจที่จะใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสร้างข้อโต้แย้งเพื่อสนับสนุนข้อเสนอแนะ และการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับส่วนตัว สังคม และสถานการณ์ของโลก ส่วนในระดับ 5 ค่าเฉลี่ย OECD มีนักเรียนร้อยละ 8.50 ที่มีสมรรถนะระดับ 5 ขึ้นไป สำหรับนักเรียนไทยมีในปี 2009 และ 2012 มีเพียงร้อยละ 0.60 และ 0.90 ตามลำดับที่แสดงสมรรถนะถึงระดับ 5 ขึ้นไปได้

ระดับ 4 (สูงกว่า 559 แต่ต่ำกว่า 633 คะแนน) ค่าเฉลี่ย OECD มีนักเรียนเพียงร้อยละ 29.10 ที่รู้วิทยาศาสตร์ถึงระดับ 4 หรือสูงกว่า สำหรับประเทศไทยในปี 2009 และ 2012 มีเพียงร้อยละ 5.00 และ 7.3 ตามลำดับ

ระดับ 3 (สูงกว่า 484 แต่ต่ำกว่า 559 คะแนน) ค่าเฉลี่ย OECD มีนักเรียนร้อยละ 57.70 ที่แสดงความรู้และทักษะที่ระดับ 3 ขึ้นไป สำหรับประเทศไทยในปี 2012 มีร้อยละ 29 เท่านั้น

ระดับ 2 ระดับพื้นฐาน (สูงกว่า 409 แต่ต่ำกว่า 484 คะแนน) ค่าเฉลี่ย OECD มีนักเรียนร้อยละ 82.00 ที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป สำหรับประเทศไทยในปี 2009 และ 2012 มีร้อยละ 57.2 และ 66 ตามลำดับ ตัวเลขที่บ่งชี้สัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ระดับ 2 เป็นตัวเลขที่แสดงว่านักเรียนเริ่มรู้เรื่องและสามารถใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ได้ ถ้าต่ำกว่าระดับนี้ถือได้ว่า “ไม่รู้เรื่อง”

ระดับ 1 (สูงกว่า 335 แต่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 409 คะแนน) ค่าเฉลี่ย OECD มีนักเรียนเพียงร้อยละ 18 แสดงสมรรถนะที่ระดับ 1 หรือต่ำกว่าระดับ 1 ส่วนประเทศไทยมีนักเรียนร้อยละ 34 ที่มี

สมรรถนะต่ำกว่าระดับ 2 และที่ต่ำกว่าระดับ 1 มีอยู่ร้อยละ 7 แสดงว่านักเรียนแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด เพียงแค่สามารถใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพียงไม่กี่อย่าง สามารถให้คำอธิบายจากหลักฐานที่มีให้เห็นชัดเจน และตรง ๆ เท่านั้น (สสวท., 2554 ก, หน้า 162- 164; สสวท., 2557, หน้า 156 - 161)

สรุปลักษณะของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 6 ระดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยสามารถทำได้ในระดับ 2 คือสามารถแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบายที่พอจะเป็นไปได้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือสามารถลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนสามารถใช้เหตุผลที่ตรง ๆ และสามารถตีความตรง ๆ ของผลการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาทางเทคโนโลยี

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ตรงกับเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือการทำให้ให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสดงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลผลการประเมิน PISA ปี 2009 และ 2012 คะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับพื้นฐาน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) เพื่อรู้จุดที่ควรพัฒนาเรื่องของปัญญา กระบวนการคิด การกลั่นกรอง การแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้การประเมินเชิงวินิจฉัย

การประเมินเชิงวินิจฉัย (Diagnostic assessment) เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อตัดสินจุดเด่น จุดด้อย ปัญหาอุปสรรค รวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาอุปสรรคเหล่านั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับปรุงแก้ไขและการพัฒนา ในทางการศึกษามีการใช้การประเมินเชิงวินิจฉัยอย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งสำหรับบุคคลที่มีความต้องการพิเศษ และบุคคลทั่วไป โดยพยายามบ่งชี้ถึงจุดเด่น จุดด้อย ข้อบกพร่อง ปัญหาหรืออุปสรรค ที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้ (Gipps, 1995; Hopkins & Antes, 1990 อ้างถึงใน อมรรัตน์ สร้อยสังวาลย์, 2551, หน้า 1) สารสนเทศที่ได้จากการประเมินจะเป็นแนวทางให้ครูหาทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้หรือมาตรการในการจัดซ่อมเสริมให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ การประเมินเชิงวินิจฉัยจึงเป็นกระบวนการ

สำคัญในการเชื่อมโยงและสร้างความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบหลักของการจัดการศึกษา ได้แก่ หลักสูตร การจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล อันเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการจัดการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

แนวทางการประเมินเชิงวินิจฉัยมี 2 ลักษณะ ลักษณะแรก คือ การวัดสิ่งที่ขาดหายไป (Deficit measurement) มีจุดเน้นที่จุดด้อยหรือความบกพร่อง (Weaknesses) ลักษณะที่สองคือ วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Error analysis) ลักษณะนี้มีจุดเน้นที่ประเภทความผิดพลาดของนักเรียน วิธีการวินิจฉัยที่มีประสิทธิภาพและได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน และการจัดการเรียนรู้ วิธีการหนึ่งที่ใช้คือการใช้แบบทดสอบ เรียกแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการวินิจฉัยว่า แบบทดสอบเชิงวินิจฉัย ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาความคลาดเคลื่อนทั้งจากคะแนนสอบ (Test score) และจากแบบแผนการตอบข้อสอบ (Item response patterns) แต่จากการดำเนินการที่ผ่านมาพบว่า คะแนนสอบเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการวินิจฉัยที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากไม่สามารถระบุจุดเด่น จุดด้อย ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุความบกพร่องที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้การวินิจฉัยโดยใช้การวิเคราะห์จากแบบแผนการตอบข้อสอบจึงถูกนำไปใช้มากกว่า

การวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์จากแบบแผนการตอบข้อสอบจำแนกแนวคิดออกได้เป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นการพัฒนาดัชนีรายบุคคล (Personal-index approach) เพื่อบ่งชี้ระดับความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบของแต่ละบุคคล ซึ่งจำแนกเป็น การพัฒนาที่ใช้แบบแผนในการตอบถูกและแบบแผนการตอบผิดเพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับผลการสอบ กลุ่มที่สองเป็นการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดการประเมินกฎ (Rule-assessment method) ซึ่งเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาด้านพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) เซาว์ปัญญา (Artificial intelligence) และการวัดทางจิต (Psychometrics)

ปัจจุบันนักการศึกษาให้ความสนใจนำแนวคิดทฤษฎีพุทธิปัญญา (Cognitive theory) มาใช้ในการวินิจฉัยมากขึ้น ความเกี่ยวข้องระหว่างแนวคิดทฤษฎีพุทธิปัญญา โดยเฉพาะจิตวิทยา ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) และการวัดทางจิต (Psychometrics) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1989 โดย Richard Snow และ David Lohman ได้เสนอแนวคิดเรื่อง "Implications of cognitive psychology for educational measurement" ในหนังสือ Educational Measurement ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการทำให้การวัดทางจิตเป็นที่ยอมรับในสังคมจะต้องใช้จิตวิทยาในการสร้างแบบทดสอบ (Psychology of test performance) เพื่อเข้าใจลำดับ โครงสร้างคะแนนและให้ความหมายผลการทดสอบที่ถูกต้อง (Gierl, Leighton & Hunka, 2000 อ้างถึงใน อมรรัตน์ สร้อยสังวาลย์, 2551, หน้า 3)

แต่การวัดทางจิตในปัจจุบันไม่ได้นำทฤษฎีทางปัญญามาใช้อย่างแท้จริง ทำให้การพัฒนาแบบทดสอบและการนำผลที่ได้จากแบบทดสอบไปใช้ขาดความชัดเจนและความน่าเชื่อถือซึ่งไม่เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และการพัฒนานักเรียนเท่าที่ควร แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนานอกจากจะมาจากประโยชน์ของการใช้ทฤษฎีทางพุทธิปัญญาในการวัดทางจิตแล้ว ยังมาจากข้อจำกัดในการใช้ Rule space model ของ Tatsuoka ซึ่งเป็นโมเดลวินิจัยทางพุทธิปัญญาจากแนวคิดวิธีการประเมินกฎ และวิธีดัชนีบุคคล โดยนำทฤษฎีทางพุทธิปัญญาเข้ามาใช้ในการวินิจัยจากแบบการคิดที่คิดมาเป็นการวินิจัยที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับจุดเด่น จุดด้อย ซึ่งเป็นสถานะความรู้จากการพิจารณาว่าการทำข้อสอบได้ถูกต้องต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางพุทธิปัญญาใดบ้างในการประเมินเชิงวินิจัยด้วย

การประเมินวินิจัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) หมายถึงวิธีการประเมินผลวินิจัยเทียบเคียงแบบใหม่ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่การกำหนดผลของการวินิจัยให้ออกมาเป็นภาพที่ชัดเจนลึกกลงในรายละเอียด รายงานเกี่ยวกับผู้เรียน ด้านทักษะความรู้ ซึ่งประวัติศาสตร์ ๆ ลักษณะที่ใกล้เคียงของ CDA คือ การเชื่อมโยงทฤษฎีความรู้ความเข้าใจกับในสถานะการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันได้ ทักษะด้านพุทธิปัญญาหรือองค์ประกอบอื่น ๆ อันเกี่ยวข้องกับกระบวนการและกลยุทธ์ที่ผู้เข้ารับการทดสอบนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาภาระงานได้อย่างถูกต้อง ทักษะด้านพุทธิปัญญาโดยสังเขปได้สรุปสมรรถนะย่อย ๆ ของผู้เรียนไว้ในแบบทดสอบทักษะต่าง ๆ

ระหว่างการประเมินผลของการเรียนรู้กับการประเมินผลเพื่อการเรียนรู้ (Assessment of learning vs. Assessment for learning) เมื่อวัตถุประสงค์ของการประเมินคือ การวัดและบอกให้ผู้เรียนรับรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องทิศทาง เกณฑ์ของทักษะต่าง ๆ สมรรถนะที่แสดงให้เป็นตัวอย่างในรายละเอียดเป็นสิ่งจำเป็น CDA มีจุดมุ่งหมายในการชักนำผู้พัฒนาแบบทดสอบให้พัฒนาแบบทดสอบเป็นตัวอย่าง เพื่อนำไปใช้ในการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงความรู้ความเข้าใจ จุดแข็งและจุดอ่อนในการประเมินทักษะต่าง ๆ จุดมุ่งหมายของการประเมินนี้ขัดแย้งกับการประเมินที่มุ่งให้เห็นถึงลักษณะอันแตกต่างในท่ามกลางหมู่ผู้เรียน โดยการตั้งสมมติฐานของพวกเขาบนเครื่องวัดความสามารถอย่างต่อเนื่อง ในกรณีนี้สมรรถนะของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นเป็นตัวอย่างเพียงมิติเดียวใน โดเมนเนื้อเรื่องก็น่าจะเพียงพอ

การประเมินวินิจัยทางปัญญา มุ่งส่งเสริมให้การประเมินใช้เพื่อการเรียนรู้ในฐานะที่เป็นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการประเมินผลของการเรียนรู้ แนวคิดที่ชัดเจนของการประเมินทักษะของผู้เรียน การประเมินผลในฐานะที่เป็นเครื่องมือเพื่อสรุปการวัดผลผู้เรียนว่าได้บรรลุผลตามจุดหมายปลายทางของหลักสูตรเพียงใด และพวกเขาเตรียมตัวอย่างไรในการเลื่อนชั้น



(ตัวอย่างเช่น เกรด, การเลื่อนชั้น, การจบการศึกษา, การรับรอง) ในกรณีนี้ผลของการประเมินได้ถูกนำไปใช้อ้างอิงเกี่ยวกับความสามารถทางภาษาโดยทั่วไปของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละรายกับอ้างอิงถึงผู้เข้ารับการทดสอบอื่นในกลุ่มปกติ การรวมคะแนนแบบทดสอบอยู่บนฐานมิติเดียว เครื่องมือวัดถือเป็นการรายงานผลไปพร้อม ๆ กัน ถึงแม้ว่าสมรรถนะในการสร้างภาษาส่งผลเข้าไปในรูปแบบของทักษะที่แตกต่างกันออกไป ความไว้วางใจและความถูกต้องแม่นยำในลักษณะที่แตกต่างในท่ามกลางแต่ละรายจะกลายเป็นภาระในเบื้องต้นในการทดสอบเรื่องราว ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ประเมินและผู้ถูกประเมินเป็นไปในทิศทางเดียวกันและตามลำดับขั้นตอน

เป้าหมายของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา คือมุ่งยกระดับเพื่อการเรียนรู้โดยจัดหาข้อมูลที่ทำให้ครูปรับเปลี่ยนการสอนและการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จาก การวินิจฉัยมาทำเป็นฉบับร่าง แล้วออกแบบการสอนใหม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงอันเดิม การวัดผล แหล่งการสอน และการแก้ไขจุดบกพร่องให้กับนักเรียน วิธีการของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา สามารถส่งเสริมให้กับนักเรียนมีความผูกพันในเรื่องการเรียน โดยการช่วยเหลือให้ใช้แบบประเมิน ในฐานะที่เป็นเครื่องมือแห่งการเรียนรู้ในฐานะผู้ประเมินวิเคราะห์การเรียนรู้ของพวกเขา นักเรียนจะเป็นคนคล่องแคล่วไวในการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยการใช้ความรู้สึกในการรับข้อมูลและเชื่อมโยงมันเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว และใช้เพื่อการวางแผนการเรียนรู้สิ่งใหม่ต่อไป

จากความสำเร็จที่กล่าวมาทั้งหมด การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา มีความสมเหตุสมผลในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อการวินิจฉัยทางการศึกษา ซึ่งสารสนเทศที่ได้จากผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับจุดแข็งจุดอ่อนทางกระบวนการคิดด้านความสามารถเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาออกแบบการจัดการกระบวนการเรียนการสอน เพื่อยกระดับกระบวนการคิด ปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา
2. เพื่อวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา

3. เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา เพื่อนำไปใช้วินิจฉัยความบกพร่องสมรรถนะวิทยาศาสตร์ตามกรอบการนิยามสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของ PISA จะทำให้ทราบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บกพร่องสมรรถนะวิทยาศาสตร์ตามกระบวนการทางปัญญาอย่างไร เพื่อครูจะได้ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป
2. คู่มือการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการใช้
3. ข้อมูลจุดอ่อน จุดแข็งของผู้เรียนด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### ขอบเขตของการวิจัย

การประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Error analysis) ของกระบวนการเรียนรู้/ กระบวนการคิดของผู้เรียน โดยวินิจฉัยจากแบบแผนความผิดพลาดของนักเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่วินิจฉัยมีขอบเขตครอบคลุมนิยามการรู้วิทยาศาสตร์ เฉพาะด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตาม โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

การประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใช้รูปแบบการประเมินจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อสะท้อนผลการคิดและกระบวนการคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การจัดกลุ่มสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) ไม่บกพร่อง มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วน 2) มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่บกพร่องการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 3) มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์แต่บกพร่องการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 4) บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามด้าน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทางปัญญา หมายถึง แบบวัดสำหรับ ค้นหาข้อบกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากการกำหนดสถานการณ์ให้ในแต่ละข้อ คามกรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) หมายถึง กระบวนการรับรู้ กระบวนการ คิดอย่างมีระบบ คิดแบบสร้างสรรค์ คิดมีเหตุมีผล คิดแบบวิทยาศาสตร์ คิดแก้ปัญหา ทิศวิเคราะห์ กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง กระบวนการแสวงหาความรู้ ข้อมูลข่าวสาร และการใช้วิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

3. สมรรถนะ (Competency) หมายถึง ระดับของความสามารถในการปรับใช้กระบวนการ ทักษะ (Paradigm) ทักษะคิด ความรู้ ทักษะ บุคลิกภาพ ค่านิยมและพฤติกรรมของบุคคลที่แสดง ออกมาในการปฏิบัติ ที่ทำให้การปฏิบัตินั้นประสบความสำเร็จความสามารถในการใช้สติปัญญา

4. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) หมายถึง การใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านหลัก ๆ ได้แก่

4.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues) ใช้คำย่อว่า ISI หมายถึง ความสามารถในการรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ทาง วิทยาศาสตร์

4.1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า

4.1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

4.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) ใช้คำย่อว่า EPS หมายถึง การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ

4.2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้อง กับประจักษ์พยาน

4.2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงใน เชิงวิทยาศาสตร์

4.2.3 ระบุนอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใด ที่สมเหตุสมผล

4.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence) ใช้คำย่อว่า USE หมายถึง นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์หรือทั้งสองอย่าง

4.3.1 ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

4.3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป

4.3.3 สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

5. คู่มือการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เอกสารคำชี้แจง คำอธิบายเกี่ยวกับการนำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทางปัญญาไปใช้กับนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อประเมินความบกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

5.1 วัตถุประสงค์

5.2 โครงสร้างและลักษณะของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.3 การพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัย

5.4 คุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย

5.5 เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

5.6 วิธีดำเนินการสอบ

5.7 การตรวจให้คะแนน

5.8 การวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.9 ข้อเสนอแนะสำหรับการวินิจฉัย

6. การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา หมายถึง วิธีการตรวจสอบกระบวนการคิด/ ลักษณะการเรียนรู้/ ลักษณะการคิดที่ผิดพลาด

7. คุณภาพของเครื่องมือ หมายถึง การให้ผลการประเมินวินิจฉัยที่เชื่อถือได้ คุ่มค่าและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของคะแนนที่ได้จากการประเมิน โดยพิจารณาจาก

7.1 ความตรง หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทางปัญญาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความสามารถในการวินิจฉัยกลุ่มตัวอย่างได้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด โดยการใช้อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio: CVR) และดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index: CVI) ตามสูตรของลอว์ซี (Lawshe)

7.2 ความเที่ยง หมายถึง คะแนนจากแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทางปัญญา ที่พัฒนาขึ้นมีความคงที่ในการวัด เป็นคุณสมบัติของแบบประเมินที่วัดได้คงที่แน่นอน โดยใช้สูตรของลิวิงสตัน (Livingston method)

7.3 อำนาจจำแนก (Discrimination power) หมายถึง ความสามารถของแบบประเมินในการจำแนกผู้สอบที่รอบรู้/ ไม่รอบรู้ออกจากกันได้ โดยผู้ที่ตอบถูกเก่งจริง และผู้ตอบผิดอ่อนจริง โดยใช้สูตรของเบรนนอน (Brennan)

7.4 ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด

8. แบบการคิดวินิจฉัย หมายถึง ลักษณะของการจัดจำแนกผลการตอบคำถามที่สะท้อนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

8.1 แบบการคิดที่ถูกทั้งหมด หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แสดงว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดี

8.2 แบบการคิดที่ถูกสองส่วน หมายถึง จากสถานการณ์ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และข้อที่ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะข้อที่ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้คำตอบผิด แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

8.3 แบบการคิดที่ถูกหนึ่งส่วน หมายถึง จากสถานการณ์ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะข้ออื่น ๆ ให้คำตอบผิด แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

8.4 แบบการคิดที่ผิดทั้งหมด หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบสามารถให้คำตอบในข้อสอบผิดทั้ง 3 สมรรถนะ แสดงว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน และต้องได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน

9. คะแนนจุดตัด หมายถึง การกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก เป็นคะแนนขั้นต่ำของการผ่านสมรรถนะในแต่ละด้านของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ใช้ในการวินิจฉัยกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยใช้วิธีของแองกอฟฟ์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบวินิจฉัย

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA)

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 คะแนนจุดตัด (Cut-off Score)

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบวินิจฉัย

คำว่า “วินิจฉัย” มาจากภาษาอังกฤษว่า “Diagnosis” ซึ่งเป็นคำที่ใช้ในวงการแพทย์ ส่วนในวงการศึกษามีผู้กล่าวถึงความหมายของการวินิจฉัยได้ดังต่อไปนี้

**ความหมายของการวินิจฉัย/แบบทดสอบวินิจฉัย**

จากการศึกษาเอกสารของผู้วิจัยพบว่าผู้ให้ความหมายของการวินิจฉัย/แบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) การวินิจฉัยมีความหมายทั่วไป หมายถึง การไต่ตรอง การใคร่ครวญหรือการตัดสินใจ

กูด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายของการวินิจฉัยไว้ว่า วินิจฉัย (Diagnosis) หมายถึง การค้นหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่องในการเรียนรู้

สมนึก ภัททิยธนิ (2551, หน้า 8) ได้ให้ความหมายของการวัดผลเพื่อวินิจฉัย (Diagnosis) หมายถึง การวัดผลเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาว่ายังไม่เกิดการเรียนรู้ตรงจุดใด เพื่อหาทางช่วยเหลือ จุดมุ่งหมายข้อนี้ ถือเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนเช่นกัน เพราะจะช่วยให้ นักเรียนเจริญงอกงามบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนสำคัญที่ครูจะนำไปใช้ในการจัดสอน ซ่อมเสริมได้ถูกต้อง

บุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 35 - 36) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรค (Difficulty) ในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อที่จะได้หาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน บรรลุจุดประสงค์ในการเรียน หรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ แบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะทั่วไป ดังนี้ 1) จะมุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย (Subtest) วัดตามทักษะย่อยนั้น ๆ 2) มีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอน เพราะมุ่งหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน 3) จะมีจำนวนข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดมโนภาพ หรือทักษะเดียวกัน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกัน เป็นการเพิ่มโอกาสในการทำผิดพลาดได้มากขึ้น ทำให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ 4) มักเป็นแบบ Power test (ไม่เร่งรัดหรือกำหนดเวลาการทำ) โดยจะเริ่มจากข้อที่ง่าย ๆ แล้วค่อยเพิ่มความยากขึ้น และโดยส่วนรวมแล้วจะมีแนวโน้มค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบทั่วไป 5) สร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่จะส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ

Lindquist (1966, p. 37) กล่าวถึงแบบสอบวินิจฉัยการเรียน ไว้ ดังนี้ 1) สามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนได้ละเอียดกว่า 2) ช่วยให้ครูผู้สอนทราบองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนจุดบกพร่องของกระบวนการนั้น 3) ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่เด็กแต่ละคนได้ตรงจุด 4) ช่วยให้นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนและสามารถปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

กรมวิชาการ (2539, หน้า 2) กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่า นักเรียนบกพร่องในจุดใด และสาเหตุของการบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นนักเรียนหรือครูผู้สอนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Bloom (1971, p. 90 - 92 อ้างถึงใน อานนท์ หล้าหนัก, 2542, หน้า 13) กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยการเรียนว่าเป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานของนักเรียนและสาเหตุข้อบกพร่องนั้น ๆ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนโดยประเมินเนื้อหาเป็นตอน ๆ ไป ซึ่งอาจเป็นไปทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย แบบทดสอบอาจเป็นทั้งแบบทดสอบมาตรฐานหรือครูสร้างขึ้นเอง โดยมีจำนวนข้อสอบมากข้อ แต่ละข้อมีค่าความยากง่าย 0.65 ขึ้นไป การประเมินผลใช้ได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่มแล้วรายงานคะแนนที่

ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้รูปเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนนักเรียนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

Gronlund (1976, p. 128) ได้สรุปลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ได้ดังนี้ 1) เป็นแบบสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวินิจฉัยเท่านั้น 2) ให้ความสำคัญทางคะแนนในด้านต่าง ๆ และคะแนนของข้อสอบที่วัดได้มาจากแต่ละส่วน 3) ข้อสอบส่วนใหญ่ค่อนข้างง่าย 4) สามารถชี้สาเหตุหาข้อบกพร่องได้ 5) ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอนได้

Ebel (1965, p. 449) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหนังสือของนักเรียนแต่ละคน

Brown (1970, p. 225) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

Singha (1974, pp. 200 - 201) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้เหมือนกันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายใช้ค้นคว้าหาจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องสุ่มเนื้อหาให้ละเอียดมากเพื่อจะได้เห็นถึงจุดอ่อนของนักเรียนในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ และแบบทดสอบประเภทนี้ความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหามีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

Pumfrey (1976, pp. 14 - 15) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านว่าเป็นแบบทดสอบที่ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องในทักษะการอ่านของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ทำให้สามารถสรุปสาเหตุต่าง ๆ ที่มีผลต่อการอ่านได้ ผลจากการใช้แบบทดสอบจะทำให้เข้าใจกระบวนการทางการอ่าน และสามารถปรับปรุง แก้ไข ป้องกันและลดปัญหาทางการอ่านของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องและตรงจุด

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ทดสอบนักเรียนในการเรียนวิชาต่าง ๆ เพื่อค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องพื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในการเรียน เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซ่อมเสริมนักเรียนที่มีความบกพร่องได้ตรงจุดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหาหรือเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อเนื่อง ซึ่งมีลักษณะดังนี้ 1) มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ แบ่งแบบทดสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อย 2) เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนมากข้อในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบ 3) คะแนนที่ได้ในเนื้อหาวิชาที่มีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบโดย



ใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจึงไม่สนใจคะแนนรวม 4) เป็นข้อสอบที่อาจจะไม่กำหนดเวลาให้ทำเพราะเป็นแบบทดสอบที่ต้องการทราบข้อบกพร่องของนักเรียนมากกว่าคะแนน

#### ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

Payne (1968, p. 167) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้มีลักษณะดังนี้

- 1) มีลักษณะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน 2) ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องนั้น
- 3) ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องได้ว่า ควรแก้ไข ณ จุดใด 4) ครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนรู้เรื่องนั้น

Bloom, Thomas & Madaus (1971, pp. 91 - 92) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า 1) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหา ระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องเรียนซ้ำ 2) ต้องใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนปกติพอสมควรแล้ว 3) ใช้ในการประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ทางด้านจิตพิสัย (Affective domain) และทางด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) 4) แบบทดสอบวินิจฉัยมีทั้งแบบทดสอบวินิจฉัยมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น 5) จำนวนข้อต้องมีจำนวนมากและเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายโดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป 6) การประเมินผลคะแนนจากแบบทดสอบ อาจใช้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ 7) วิจารณ์งานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของแต่ละคนในทักษะย่อย

Singha (1974, pp. 200 - 205) กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า 1) คำถามต้องมีจำนวนมากข้อ และจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ของนักเรียน 2) จะต้องมี การวิเคราะห์เนื้อหา 3) คำถามมักเป็นคำถามที่ง่าย 4) ในแบบทดสอบย่อยจะประกอบด้วยข้อสอบที่มีลักษณะเดียวกัน 5) โดยปกติจำกัดเวลาในการสอบ 6) ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติเพราะต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าจะเปรียบเทียบผลการเรียนกัน 7) แบบทดสอบวินิจฉัยตั้งอยู่บนนิยามของความรอบรู้

Gronlund (1976, p. 139) กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะ 1) วัดความบกพร่องเฉพาะอย่าง 2) ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน 3) สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน 4) เป็นแบบทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวินิจฉัยเท่านั้น 5) ให้ความสำคัญในด้านคะแนนต่าง ๆ และคะแนนของข้อสอบที่วัดได้มาจากแต่ละส่วน 6) ข้อสอบส่วนใหญ่ค่อนข้างง่าย

สำหรับในประเทศไทย มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้หลายท่าน เช่น

ชวาล แพร์ตกุล (2514, หน้า 5 - 6) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยนิยมที่จะแยกข้อสอบแต่ละวิชาออกเป็นทักษะย่อยหรือฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ

โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คุณประโยชน์ของแบบทดสอบย่อยเหล่านี้คือ สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่นหรือด้อยในด้านใดบ้างจะช่วยแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

อนันต์ ศรี โสภกา (2525, หน้า 5) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนมากข้อในแต่ละวิชา โดยมีจุดประสงค์ในการทดสอบเพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอน จึงพิจารณาเฉพาะคำตอบของแต่ละข้อและถือว่าคะแนนรวมมีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบประเภทนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวม

วิเชียร เกตุสิงห์ (2517, หน้า 27) และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2533, หน้า 74 - 86) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนของแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะมีเนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการวินิจฉัยได้แต่ละเรื่องจะมีข้อสอบอยู่มากข้อ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนแล้วถ้านักเรียนทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมากแสดงว่ามีจุดอ่อนในเรื่องนั้น ผลที่ได้จากการทดสอบจะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่อง

บุญชม ศรีสะอาด (2535, หน้า 9 - 11) กล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้ 1) มุ่งวัดผลเป็นเรื่อง ๆ หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการทดสอบทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ตามทักษะย่อยนั้น 2) คะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอนค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้น คะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนั้น 3) มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่มีทักษะเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มโอกาสในการทำผิดพลาดมากยิ่งขึ้น อันจะสามารถช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้เพียงพอนั้น คือ การชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน 4) มักจะเป็นการไม่เร่งรัดเวลาในการทำแบบทดสอบ (Power test) โดยจะเริ่มจากข้อสอบที่ง่ายแล้วค่อย ๆ เพิ่มความยาก และโดยส่วนรวมแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบที่มุ่งสำรวจ 5) การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้ จะสร้างจากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้การเรียนสำเร็จและจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน 6) ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้เครื่องมือในการสอบอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือสภาพเดียวกัน การให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533, หน้า 54 - 55) สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า

1) วัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ (Criterion - referenced) และแบบอิงกลุ่ม (Norm - referenced)

2) จุดประสงค์จำกัดเฉพาะที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยเท่านั้น 3) ขอบเขตของเนื้อหา มี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก เช่น แบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องบวกสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดเนื้อหาหลัก เช่น แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับการบวก 4) เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาหรือเรียกว่าการทำแบบทดสอบ (Power test) ยกเว้นกรณีที่มีจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่า เป็นแบบทดสอบที่เน้นในความเร็วในการคิด (Speed test) จึงจะกำหนดเวลาได้ 5) เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทุกแง่มุมของวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ความหมาย การคิดในใจ 6) ไม่ควรวัดเฉพาะการรู้ระดับนามธรรม แต่ควรวัดความรู้ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรมและนามธรรม หรือ อาจวัดการรู้ถึง 4 ระดับ คือ รูปธรรม กึ่งรูปธรรม กึ่งนามธรรมและนามธรรม 7) เน้นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ และการให้คะแนนของข้อสอบในแต่ละส่วนไม่เน้นคะแนนรวม 8) ข้อสอบนั้นได้มาจากการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียดและศึกษาสิ่งที่เด็กทำผิด 9) ข้อสอบควรจะง่ายเพื่อให้จำแนกระหว่างเด็กที่มีปัญหา ข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไปและควรมีมากข้อ 10) เกณฑ์การแสดงการรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนิยมใช้เกณฑ์อย่างต่ำ 2 ใน 3 (67%) หรือ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงว่าเด็กมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นจริง มิใช่ทำผิดเพราะความเลินเล่อ

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2533, หน้า 66) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและสาเหตุความบกพร่องในการเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป 2) เนื้อหาที่ต้องการวัดต้องออกให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 3) แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนมีจำนวนมากข้อ ใช้วัดทักษะย่อย ๆ ซึ่งจะสามารถแบ่งย่อย ๆ ได้เป็นแบบสอบฉบับย่อยหลายฉบับในทักษะที่แตกต่างกัน 4) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องตอบสนองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความจริง โดยสามารถให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นหาความบกพร่องทางการเรียนและวิเคราะห์สาเหตุได้ 5) ข้อสอบจะต้องค่อนข้างง่ายโดยผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดตามลำดับขั้นตอนของจุดประสงค์การเรียนรู้ 6) เป็นข้อสอบที่ไม่กำหนดเวลาให้ทำและไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติแต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Criteria) ที่เหมาะสม เพื่อจะได้นำคะแนนจากการสอบมาเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำ และตัดสินได้ว่านักเรียนคนใดมีความบกพร่องด้านใด 7) มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อหรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละทักษะย่อย

ศิริราไพ นาดี (2537, หน้า 19 - 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า

1) แบบทดสอบวินิจฉัยมุ่งหมายที่สำคัญที่สุด เพื่อค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียน ไม่สามารถทำได้มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ให้เกณฑ์ปกติไม่มีความสำคัญสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย 2) แบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย กลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์

คำตอบของนักเรียนเป็นรายชื่อหรือทั้งฉบับ แล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป 3) แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอนที่เกิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนรู้เรื่องนั้น 4) เกณฑ์การแสดงผลการสอบในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนิยมใช้เกณฑ์อย่างต่ำ 2 ใน 3 (67%) หรือ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงความมั่นใจว่า เด็กมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นจริง ๆ มิใช่ทำผิดเพราะความเลินเล่อ 5) แบบทดสอบวินิจฉัยแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับเพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนรายวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยให้เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด 6) แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยจึงควรมีข้อสอบมากข้อ 7) แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นข้อสอบความแม่นยำเนื้อหา 8) แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานในกรณีเครื่องมือถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย 9) แบบทดสอบวินิจฉัยใช้เฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการทำแบบทดสอบ การตรวจและการตีความหมายของคะแนน 10) โดยทั่วไปใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบหลังการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง 11) นำผลที่ได้จากการทดสอบมาพิจารณาดำเนินการจัดการสอนซ่อมเสริม

นอกจากนี้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบส่วนใหญ่ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ในทำนองเดียวกัน ดังนี้ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น ส่วนย่อย ๆ เพื่อใช้วัดทักษะแต่ละอย่าง 2) ในทักษะหนึ่ง ๆ หรือในเนื้อหาหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนมากข้อ 3) ข้อสอบจะต้องค่อนข้างง่ายโดยเรียงลำดับข้อสอบจากง่ายไปยาก 4) แบบทดสอบมีความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาเป็นอันดับแรก 5) ข้อสอบแต่ละข้อต้องบ่งถึงสาเหตุที่นักเรียนทำผิด 6) ไม่จำกัดเวลาในการสอบ

ดวงฤดี สิงคินทร (2540, หน้า 18 - 19) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้ 1) แบบทดสอบวินิจฉัย สามารถบ่งชี้ถึงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความบกพร่องในการเรียนรู้หรือความไม่ประสบผลสำเร็จทางการเรียน 2) แบบทดสอบวินิจฉัยมีความครอบคลุมในเนื้อหาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและจุดมุ่งหมายหลักสูตรตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 3) แบบทดสอบวินิจฉัยสามารถแบ่งออกได้หลายฉบับ ตามลักษณะของเนื้อหาหรือทักษะย่อย ๆ มีจำนวนข้อสอบหลายข้อและค่อนข้างง่าย ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อสามารถบ่งชี้ถึงจุดบกพร่องของนักเรียนได้ 4) แบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย ข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายชื่อแล้วรวบรวมคำตอบที่ผิดหรือเป็นปัญหาไว้สร้างเป็นตัวดวง และใช้ค้นหาความบกพร่องของ

นักเรียนต่อไป 5) แบบทดสอบวินิจฉัย ไม่จำกัดเวลาในการสอบและไม่อาศัยเกณฑ์ปกติเพียงแต่กำหนดคะแนนเกณฑ์หรือเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะต้องมีความเหมาะสมกับแบบทดสอบแต่ละฉบับ 6) แบบทดสอบวินิจฉัย สามารถใช้ทดสอบกับนักเรียนได้ทั้งระหว่างการเรียนการสอน และเมื่อการเรียนการสอนสิ้นสุดลง เพื่อใช้วัดระดับการเรียนรู้และหาว่านักเรียนคนใดได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ 7) แบบทดสอบวินิจฉัยมีความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาเป็นจุดสำคัญ 8) แบบทดสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้น สามารถเป็นแบบทดสอบมาตรฐานได้เมื่อใช้ทดสอบภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกันที่กำหนดไว้โดยมีการให้คะแนนเป็นปรนัย 9) นำผลที่ได้จากการวินิจฉัยมาพิจารณาจัดกิจกรรมเพื่อใช้ในการสอนซ่อมเสริมต่อไป

กรมวิชาการ (2539, หน้า 5 - 6) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1) เป็นแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็นข้อสอบย่อย ๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับย่อยวัดทักษะใดทักษะหนึ่ง โดยเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบได้ครอบคลุมถึงเนื้อหา และทดสอบพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ทำให้วินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องทางด้านใด และมีสาเหตุใดเพื่อจะช่วยให้ช่วยแก้ไขในความบกพร่องนั้นได้ตรงจุด 2) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่ง่าย มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป และมีจำนวนมากข้อ 3) เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ ดังนั้น การวิเคราะห์และการสุ่มเนื้อหาต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ 4) ควรสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey test) ขึ้นมาก่อนเพื่อมาผลการสอบจากแบบสอบนี้ไปเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยเฉพาะเรื่องเฉพาะตอนได้ตรงยิ่งขึ้น 5) ข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบวินิจฉัย สามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้ หรือสาเหตุของข้อบกพร่องของการตอบผิดได้ 6) เวลาที่ให้ทำแบบทดสอบ ต้องให้เวลากับนักเรียนอย่างเพียงพอจนนักเรียนทำเสร็จ หรือนักเรียนบอกว่าทำไม่ได้ ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบนี้มุ่งค้นหาของบกพร่องของนักเรียน และการใช้แบบสอบนี้ใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นแล้ว 7) การตรวจให้คะแนนสามารถประเมินผลได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม 8) การหาเกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบฉบับนี้ แต่ถ้าหากจะประเมินผลในระบบอิงกลุ่มก็สามารถหาได้

สุรพันธ์ พันธุ์มณี (2541, หน้า 10) สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้ 1) เป็นแบบทดสอบที่จะแยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้านๆของแต่ละวิชา 2) เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 3) เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ 4) เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ 5) เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย 6) เป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ (Power test) ในการทำข้อสอบ 7) ไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติเพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียน แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่ 8) คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ

เสนอ ภริมจิตรผ่อง (2542, หน้า 197) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยข้อสอบที่ง่าย โดยสร้างจากการวิเคราะห์คำตอบที่บกพร่องของนักเรียน เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบทดสอบฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ ประเมินได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ ซึ่งปกติจะใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ค่าใช้วัดทักษะเฉพาะที่แตกต่างกัน เป็นแบบทดสอบค่อนข้างง่าย ไม่ต้องกำหนดเวลาให้ทำ และไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Low criteria) ที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบตัดสินว่านักเรียนคนใดมีข้อบกพร่องทางด้านใด

#### เทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ได้มีผู้กล่าวไว้หลายท่าน แต่จะนำมากล่าวไว้ในที่นี้พอเป็นแนวทางในการสร้างเท่านั้น สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522, หน้า 12 - 13) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ 2) วิเคราะห์เนื้อหาวิชาอย่างละเอียดและแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ 3) วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน 4) เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 5) วิเคราะห์สาเหตุที่นักเรียนไม่รอบรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น 6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ ปรับปรุงแบบทดสอบ

สำเรจ บุญเรืองรัตน์ (2531, หน้า 25) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่า ผู้สร้างจะเลือกวินิจฉัยให้ทราบก่อนว่าเรื่องนี้มีเนื้อหาย่อยอย่างไร และจะต้องใช้ความสามารถด้านใดบ้าง แล้วสร้างคำถามแต่ละชนิดตามสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ๆ

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2533, หน้า 67) กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนไว้ดังนี้ 1) ทำการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ เป็นตอนๆ ไป 2) วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยในเนื้อหาของแต่ละตอน 3) ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาแต่ละทักษะย่อย 4) เขียนข้อสอบให้สามารถวัดทักษะย่อยเหล่านั้น โดยให้มีจำนวนมากข้อพอที่จะบ่งชี้ถึงความบกพร่องในแต่ละชุด 5) ข้อสอบในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้น ควรเป็นข้อสอบที่ง่ายและอาจจะแบ่งข้อสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อยตามเนื้อหาแต่ละตอน 6) ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบแล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 7) เขียนคู่มือการใช้และแบบแผนของการวินิจฉัย

บุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 37) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่จะส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ อาจดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามขั้นตอนต่อไปนี้ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ 2) ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและวิธีการเขียนข้อสอบ 3) วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4) กำหนดจุดประสงค์ องค์ประกอบหรือทักษะย่อยและทดสอบทักษะย่อยเพื่อที่จะวินิจฉัย 5) ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินรายละเอียดตามขั้นตอนที่ 4 6) เขียนข้อคำถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเติมคำ 7) นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ 8) วิเคราะห์ค่าความยากเป็นรายข้อ 9) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ผลขั้นตอนที่ 8 คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบและสร้างตัวดวงจากคำตอบที่ผิด 10) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และกำหนดจุดตัด 11) ทดสอบครั้งที่ 1 12) วิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ 13) ทดสอบครั้งที่ 2 14) วิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบทดสอบ 15) จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

Noll (1957, p. 430) ได้แบ่งขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์กฎ หลักเกณฑ์ความรู้หรือทักษะที่ต้องการทดสอบอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบตามกฎหมายหรือหลักเกณฑ์ทุก ๆ อย่างให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
3. วิเคราะห์ข้อสอบอย่างละเอียด โดยอาศัยการทดสอบหาอุปสรรคหรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้เพียงพอและต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนได้
5. แบบทดสอบจะต้องแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบทางการเรียนที่สามารถทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องมีความครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนอย่างทั่วถึง
7. สามารถแก้ไขทดสอบความบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถค้นหาความบกพร่องจากเนื้อหาแต่ละฉบับที่ทำการทดสอบนั้นได้

Thorndike & Hagen (1969, pp. 269 - 271) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ

2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

Brown (1970, p. 303) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่าควรพิจารณาหลักการดังนี้

1. แบ่งทักษะออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ และสร้างให้ทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะได้เพียงองค์ประกอบเดียว

3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับจะต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้จริง ๆ เพราะถ้าแบบทดสอบย่อยนั้นไม่ได้วัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้ว จะไม่สามารถพิจารณาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องตรงความเป็นจริง

4. คะแนนจากการสอบย่อย จะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

Singha (1974, pp. 201 - 202) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เนื่องจากไม่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวิธีการ

2. ในกรณีที่สร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ในแต่ละเนื้อหาย่อย

3. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ในการวินิจฉัย เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องมากกว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา โดยจัดข้อสอบที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยไม่คำนึงค่าความยาก

5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หรือเป็นแบบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher - made test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ้มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลา และแรงงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐานนอกจากนี้ Singha (1974, p. 203) ยังได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่าคล้ายกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป ดังนี้

1. วางแผน
2. เขียนข้อสอบ
3. รวบรวมเป็นแบบทดสอบ
4. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ



5. เตรียมเฉลยข้อสอบ

6. วางแผนการในการใช้แบบทดสอบ

7. ทบทวนแบบทดสอบ

Gropper (1974, p. 145) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีขั้นตอน

ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ

2. เขียนข้อสอบโดยใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์

3. หาจุดบกพร่องของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย วิธีการสร้างแบบทดสอบแต่ละประเภทย่อมมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การสร้างและจุดมุ่งหมายในการนำแบบทดสอบไปใช้ แบบทดสอบวินิจฉัยก็เช่นกัน มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้หลายท่าน เช่น

UNESCO (1978, p. 4) ร่วมมือกับสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2. กำหนดจำนวนข้อคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. ค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปในการวิเคราะห์หลักสูตร

4. ทบทวนคำถาม

5. ทดลองแบบทดสอบ

6. พิจารณายอมรับหรือไม่ยอมรับคำถามแต่ละข้อ

7. ตรวจตราก่อนการพิมพ์

8. พิมพ์รูปแบบ

จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอน ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

3. การวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่อง

5. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
6. ทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง
7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. วิเคราะห์ข้อสอบ คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขข้อสอบ
9. จัดทำคู่มือการใช้ รวบรวมประมวลจุดบกพร่อง และจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มสามารถสรุปข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

1. ช่วยในการค้นหาข้อบกพร่อง จุดเด่น จุดด้อย และสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องในการเรียน อันจะเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมเพื่อเพิ่มความรอบรู้ให้แก่นักเรียน

2. ช่วยในการคัดแยกผู้เรียนเป็นรายบุคคล ว่ามีความสามารถเด่นและด้อยในด้านใด ซึ่งจะส่งผลให้สามารถให้การแนะแนวแก่ผู้เรียน ได้

3. ช่วยในการตรวจสอบความผิดปกติ ทั้งทางร่างกายและจิตใจ ถึงแม้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยจะมีข้อดีและเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก แต่ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นยังมีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

ศิริเดช สุชีวะ (2538, หน้า 7) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของแบบทดสอบวินิจฉัย พอสรุปได้ดังนี้

1. ครูผู้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยต้องเป็นผู้มีประสบการณ์และมีความรู้ความสามารถนำแบบการคิดตามมโนทัศน์ที่ผิคนั้นมาสร้างเป็นตัวलगได้
2. แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างสำหรับนักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจนำไปใช้กับกลุ่มอื่นไม่ได้
3. ข้อสอบแต่ละข้อบรรลุตัวलगได้จำกัด บางเนื้อหาสามารถวิเคราะห์ แบบการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวलग ซึ่งอาจมีแบบการคิดแบบอื่นที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวलगนั้นก็ได้
4. ตัวलगเดียวกันสามารถมาจากแบบการคิดที่ต่างกันได้
5. การตอบถูกในบางข้ออาจมาจากการแบบการคิดที่ผิดที่สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้จากข้อจำกัดของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยดังกล่าวผู้สร้างจำเป็นต้องหาวิธีการขจัดข้อจำกัดเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุดจึงจะได้แบบทดสอบที่ดีและมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ตามจุดมุ่งหมายต่อไป

## ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic

### Assessment: CDA)

การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) วัดโครงสร้างความรู้และกระบวนการด้านทักษะเฉพาะของนักเรียน การประเมินนี้ช่วยจัดหาสารสนเทศเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนด้านการคิดและกระบวนการของนักเรียน การประเมินวินิจฉัยตามแนวคิดนี้ เริ่มต้นนำเสนอครั้งแรกในงานเขียนของ Robert Linn เรื่อง การประเมินทางการศึกษา (Educational evaluation) ในปี ค.ศ. 1989 จำนวน 2 บท ซึ่งกล่าวถึงความจำเป็นและความสำคัญของการวินิจฉัยด้านการคิดและกระบวนการทางปัญญาของนักเรียนด้วยการประเมิน นอกจากนี้ ในงานเขียนของ Messick เรื่องความตรง (Validity) และงานเขียนของ Lohman (cited in Leighton & Gierl, 2007, p. 1) เรื่องการประยุกต์ใช้ศาสตร์ด้านจิตวิทยาทางปัญญา (Cognitive psychology) ในการวัดทางการศึกษา ช่วยสร้างความชัดเจนถึงแนวคิดการนำศาสตร์ทางจิตวิทยาไปใช้ในการวัดทางการศึกษา

แนวคิดของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา มีการนำเสนอมานับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1957 เช่น Cronbach, 1957; Cronbach & Meehl, 1995; Embretson, 1983; Loevinger, 1957; Pellegrino & Glaser, 1979) และได้มีการให้ความสนใจกันมากขึ้นใน ปี ค.ศ. 1989 (ดูใน Frederiksen, Glaser, Lesgold, & Smith, 1979) งานเขียนเกี่ยวกับเรื่องนี้ที่ได้รับการอ้างอิงกันมากคือ บทความเรื่อง กรอบความคิดสำหรับการพัฒนาการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (A Framework of Cognitive Diagnostic Assessment) ของ Nichols (1994) และหนังสือเรื่อง Cognitively Diagnostic Assessment ของ Nichols, Chipman & Brennan (1995) โดยในหนังสือเล่มนี้มีสาระเกี่ยวกับแนวคิดและการนำ การประเมินนี้ไปปฏิบัติจริงในสถานศึกษา

ในกลางปี ค.ศ. 1980 การผสมผสานระหว่างแนวคิดจิตวิทยาทางปัญญาที่มุ่งเน้นศึกษา เรื่องของจิตใจ ความคิดและพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล กับแนวคิดการวัดทางจิตวิทยา (psychometric) ได้ดึงดูดความสนใจของนักวิจัยและนักการศึกษาเป็นอย่างมาก สิ่งนี้นักวิชาการ ทั้งสองกลุ่มให้ความสนใจมาจากแนวคิดทั้งสองแนวคิด รวมทั้งแนวคิดของ CDA ต่างให้ความสำคัญกับการจัดการด้านการวัดทางการศึกษาให้มีความตรงสูงยิ่งขึ้น ในขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินวินิจฉัยนี้ แนวคิดของการประเมินเป็นการนำแนวคิดจิตวิทยาทางปัญญาและการวัดทางจิตวิทยาไปใช้ในการวัดทางการศึกษาตามกรอบคิดของ Messick (1989); Snow & Lohman (1989) และ Nichols (1994) สาระสำคัญที่นำเสนอในการวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ (Cronbach และ Meehl, 1955; Kane, 2001, 2006) และการค้นหาสารสนเทศเกี่ยวกับจุดอ่อนและจุดแข็งของ ทักษะกระบวนการทางปัญญาของนักเรียน

### กรอบแนวคิดของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา

กระบวนการทางปัญญาเป็นสิ่งสำคัญช่วยขยายองค์ประกอบของการประเมินทางการศึกษาให้มีความสมบูรณ์ (Messick, 1989; Snow & Lohman, 1989) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยขยายโครงสร้างของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนที่มุ่งวัดให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังที่ Nichols (1994 p. 578) เสนอแนวคิดในการนำกระบวนการทางปัญญามาใช้ในการประเมินทางการศึกษา ดังนี้ “แนวคิดการประเมินแบบใหม่หรือการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (CDA) ช่วยให้นักพัฒนาแบบสอบทั้งหลายมีความชัดเจนเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้และกระบวนการทางสมองในส่วนสำคัญของการวัดด้วยแบบสอบนั้น ๆ ช่วยขยายความให้เห็นชัดเจนว่ากระบวนการทางปัญญาและความรู้นั้นมีโครงสร้างการพัฒนาให้เกิดขึ้นในมนุษย์ได้อย่างไร และสมรรถภาพที่มีมากแตกต่างจากการมีสมรรถภาพต่ำอย่างไร”

การออกแบบการทดสอบทางการศึกษาเพื่อวินิจฉัยกระบวนการทางปัญญาของนักเรียนมีจุดมุ่งหมายแตกต่างจากวิธีการวินิจฉัยแบบดั้งเดิมที่ให้ความสำคัญกับสารบบเชิงตรรกะ (Logical taxonomies) และลักษณะเฉพาะของเนื้อหาที่ใช้บรรยายวัตถุประสงค์ของการทดสอบค่อนข้างน้อยที่เป็นแบบนี้เป็นเพราะว่าความสามารถของผู้สอบในการแสดงความรู้ในเนื้อหาในการวินิจฉัยรูปแบบดั้งเดิมไม่สะท้อนกลไกทางความคิดของผู้สอบในการตอบคำถามแต่ละข้อได้ชัดเจน ในขณะที่การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (CDA) นั้นออกแบบการประเมินวินิจฉัยโดยยึดแนวคิดด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (Psychology of learning) ด้านการให้เหตุผล (Reasoning) และด้านทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) เพื่อนำไปใช้เป็นกรอบในการบรรยายผลการวัดตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นอกจากนี้ Nichols ยังได้เสนอวิธีการพัฒนาแบบสอบที่ใช้แนวคิดทางด้านจิตวิทยาเป็นตัวขับเคลื่อน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างหรือกำหนดทฤษฎีของลักษณะที่มุ่งวัด (Substantive theory construction) ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาโมเดลตามทฤษฎีของสิ่งที่ต้องการวัดเพื่อกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของความรู้และกระบวนการทางสมองที่ต้องการวัด ในขั้นตอนนี้รวมถึงการระบุนิยามและรายละเอียดของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางปัญญาและโครงสร้างของความรู้ที่มุ่งวัด
2. การออกแบบการวัด (Design selection) ขั้นตอนนี้ นักพัฒนาแบบสอบตัดสินใจเลือกออกแบบการวัดและสิ่งที่สังเกตได้โดยใช้แนวทางตามโมเดลหรือทฤษฎีที่ได้จากขั้นตอนแรก ข้อสอบที่เลือกหรือสร้างขึ้นใหม่สำหรับการทดสอบ จะต้องสามารถสะท้อนหรือทำนายความสามารถของผู้เรียนที่กำหนดไว้ตาม โครงสร้างของลักษณะที่มุ่งวัดในขั้นตอนแรก
3. การบริหารการสอบ (Test administration) ขั้นตอนที่สามนี้เกี่ยวข้องกับรายละเอียดสำคัญด้านบริบทและสิ่งแวดล้อมของการสอบ ซึ่งได้แก่ รูปแบบของข้อสอบ สื่อที่ใช้ในการแสดง

ข้อสอบ และสถานที่ที่ใช้สอบ การบริหารการสอบจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อผล การสอบของผู้เรียน

4. การให้คะแนน (Response scoring) เป็นการออกแบบการให้คะแนนการตอบคำถาม ของผู้เรียน Nichols ซึ่งให้เห็นว่า การให้คะแนนจะเป็นข้อบ่งชี้ของการออกแบบการวัดในเชิงปฏิบัติ

5. การปรับปรุงแบบสอบ (Design revision) เป็นการตรวจสอบการออกแบบการประเมิน ซ้ำเพื่อยืนยันว่ารูปแบบการประเมินสอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่ ส่วนผลของการประเมินนั้นใช้ ปรับปรุงเนื้อหาสาระของการประเมิน Nichols (1994, P. 587) เสนอว่าไม่ว่าจะใช้ทฤษฎีใน การพัฒนาสิ่งใดนั้นไม่เพียงแต่จะเป็นการพิสูจน์ตามข้อเสนอของทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังเป็น การรวบรวมหลักฐานเพื่อสนับสนุนทฤษฎีนั้น ๆ ให้มีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการประเมินทั้ง 5 ขั้นตอน ดำเนินการตามวิธีการที่มีแนวคิดทฤษฎีรองรับและ เป็นการสร้างความมั่นใจให้กับโครงสร้างที่ถูกต้องของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (CDAs) Nichols (1994) เน้นย้ำให้เห็นว่าการประเมินที่มีฐานทฤษฎีรองรับนั้นไม่เพียงแต่จะพัฒนาจาก งานวิจัยต้นฉบับหรือการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แต่ยังพัฒนารอบการประเมินจาก ข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าข้อสอบในการประเมินต้องสะท้อนการเรียนรู้และความแตกต่างระหว่าง บุคคลได้ดี คือนักทดสอบต้องให้ความสำคัญกับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบการประเมิน วินิจฉัยและสร้างความมั่นใจว่าได้นำข้อตกลงเหล่านั้นมาใช้เป็นกรอบในการออกแบบการประเมิน ดังนั้น การประเมินวินิจฉัยทางปัญญาจะต้องระบุงองค์ประกอบของการประเมินอย่างชัดเจนเพื่อ หลีกเลี่ยงความไม่ชัดเจนหรือความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการวัดที่ไม่สะท้อนกระบวนการทางปัญญา ของผู้สอบได้อย่างแท้จริง การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นในการประเมินวินิจฉัยกระบวนการทาง ปัญญาของนักเรียนจะต้องทำอย่างละเอียดรอบคอบ ตรวจสอบในเชิงประจักษ์ได้ บางครั้งหลัก ทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวในการประเมินอาจจะไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การนำเครื่องมือไป ทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายจะสร้างความมั่นใจว่าแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบการประเมินมี ความแข็งแกร่งและสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) คือ วิธีการ ประเมินผลวินิจฉัยเทียบเคียงแบบใหม่ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดผลการวินิจฉัยให้ออกมาเป็นภาพ ที่ชัดเจน มีรายละเอียดที่ลึกซึ้ง และสามารถรายงานคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้อย่าง ครอบคลุมและสมบูรณ์ เช่น ด้านทักษะความรู้ ชีวิตประวัติและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (DiBello, Roussos, & Stout, 2007; Embretson, 1991, 1998; Hartz, 2002; Nichols, Chipman, & Brennan, 1995; Tatsuoka, 1983) ลักษณะสำคัญของการประเมินวินิจฉัยนี้คือ การเชื่อมโยงทฤษฎี ความรู้ความเข้าใจกับในสถานะการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กับทักษะด้านพุทธิปัญญาหรือ

องค์ประกอบอื่น ๆ อันเกี่ยวข้องกับกระบวนการและกลยุทธ์ที่ผู้เรียนนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาการทำงานได้ถูกต้อง ความสามารถหรือสมรรถนะทางพุทธิปัญญาของผู้เรียนได้จากข้อสรุปสมรรถนะย่อย ๆ ของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบทักษะย่อยต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ของการประเมินการเรียนรู้กับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment of learning vs Assessment for learning) คือการวัดและบอกให้ผู้เรียนรู้ความสามารถของตัวเอง โดยเฉพาะเรื่องเกณฑ์ระดับคุณภาพหรือเกณฑ์ตัดสินความสามารถและสมรรถนะที่จำเป็นในการทำงาน การประเมินวินิจฉัยทางปัญญามีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาสารสนเทศที่เป็นประโยชน์สำหรับนำไปใช้รายงานให้ผู้เรียนทราบถึงความรู้ความเข้าใจ จุดแข็งและจุดอ่อนด้านต่าง ๆ จุดมุ่งหมายของการประเมินนี้มีแนวคิดและวิธีการแตกต่างจากการประเมินแบบอิงกลุ่ม การประเมินจึงเป็นการตั้งสมมติฐานของพวกเขานบนสมรรถนะที่ต่อเนื่องเดียวกัน แสดงว่าสมรรถนะของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นมีเพียงมิติเดียวในโดเมนเนื้อหา

การประเมินวินิจฉัยทางปัญญาส่งเสริมการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในฐานะที่เป็นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการประเมินผลของการเรียนรู้ แนวคิดที่เน้นการประเมินในฐานะที่เป็นเครื่องมือสรุปผลการวัดผลเกี่ยวกับผู้เรียนว่าบรรลุผลตามจุดหมายปลายทางของหลักสูตรเพียงใด และพวกเขาต้องเตรียมตัวอย่างใดในการเลื่อนชั้น (ตัวอย่างเช่นเกรด การเลื่อนชั้น การจบการศึกษา และใบรับรอง) ในกรณีนี้ผลของการประเมินได้ถูกนำไปใช้อ้างอิงเกี่ยวกับความสามารถโดยทั่วไปของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละราย กับอ้างอิงถึงผู้เข้ารับการทดสอบอื่น ๆ ในกลุ่ม ปกติการรวมคะแนนแบบทดสอบอยู่บนฐานมิติเดียวเครื่องมือวัดถือเป็นการรายงานผลไปพร้อม ๆ กันถึงแม้ว่าสมรรถนะแตกต่างกันออกไปความไว้วางใจและความถูกต้องแม่นยำในลักษณะที่แตกต่างในท่ามกลางแต่ละรายจะกลายเป็นหน้าที่เบื้องต้นในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างผู้ประเมินและผู้ถูกประเมินเป็นไปในทิศทางเดียวกันและเป็นลำดับขั้นตอน

ลักษณะของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาคือมุ่งยกระดับเพื่อการเรียนรู้โดยจัดหาข้อมูลที่จำเป็นให้ครูปรับเปลี่ยนการสอนและการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูสามารถใช้ข้อมูลการวินิจฉัยมาทำเป็นแนวเพื่อออกแบบการสอนใหม่ การวัดและประเมินผลและการแก้ไขจุดบกพร่องของนักเรียน การประเมินวินิจฉัยทางปัญญาช่วยส่งเสริมให้กับนักเรียนมีความผูกพันต่อการเรียน โดยการช่วยเหลือผู้เรียนให้ใช้แบบประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ในส่วนของผู้ประเมินสามารถนำผลการประเมินไปวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างหลากหลายโดยการใช้ความรู้สึกในการรับข้อมูลและเชื่อมโยงมันเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว และใช้วางแผนการเรียนรู้สิ่งใหม่ต่อไป

### การสร้างแบบจำลองเชิงปัญญาในการประเมินผลการปฏิบัติงาน

การประเมินเพื่อวินิจฉัยเชิงปัญญาโดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการทำนายผลการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนสามารถอธิบายหรือสะท้อนความเข้าใจของตนเองได้ แบบประเมินเชิงปัญญานี้ก็เหมาะสม โดยทั่วไปแบบจำลองทางปัญญาหรือความคิดต้องอธิบายวิธีการวัดด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนหรือไม่ หรือมีปัจจัยอื่นที่เป็นสาเหตุเบื้องต้นในการแสดงออกของผู้เรียน แบบจำลองทางปัญญา (Cognitive models) มีความจำเป็นต้องอาศัย โมเดลบรรทัดฐาน (Normative models) เพื่อคัดแยกผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความมีเหตุมีผลเชิงปรัชญา

1. การอธิบายหลักของปรัชญาจากแนวทางการทดสอบเดิม
2. การแสดงเหตุผลว่า ทำไมความเข้าใจต้องถูกนำมาเป็นสาเหตุสำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. การทดสอบว่าแบบจำลองทางปัญญาของผลสัมฤทธิ์ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ในตอนนี้มุ่งอธิบายว่าในการประเมินวินิจฉัยความสามารถของผู้เรียนจะต้องใช้โมเดลทางปัญญาแบบใด
4. การอภิปรายแบบจำลองทางปัญญาว่าเป็นแบบที่ใช้ผลการประเมินการอิงเทียบกับกลุ่ม (normative foundations) หรือไม่ ถ้าเน้นการเปรียบเทียบกับคนอื่นรูปแบบจำลองของการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาจึงเป็นแบบอิงกลุ่ม (Normative models)
5. การจัดเตรียมแบบประเมินที่ครอบคลุมถึงบทบาทและความสำคัญตาม โมเดลหรือรูปแบบจำลองกระบวนการทางปัญญาหรือการคิดที่ชัดเป็นกรอบอธิบายผลของแบบวัดผลสัมฤทธิ์และการสนับสนุนการแปลผลเชิงวินิจฉัย

### ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและการอธิบาย (Causation and Explanation)

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจฉัยในการใช้และการพัฒนาต้องใช้ความมีเหตุมีผลเพราะเนื้อหาของแบบทดสอบที่มีขอบเขตกว้าง และต้องใช้ตัวลวงที่หลากหลาย (various guises) การวัดผลสัมฤทธิ์มีอิทธิพลมากในการทดสอบทางการศึกษาที่วัดพฤติกรรมที่สังเกตได้ หรือเชาวน์ปัญญา (Intelligence) หรือการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) ลักษณะที่มุ่งวัดเหล่านี้จะต้องสามารถระบุได้จากพฤติกรรมที่มองเห็น เช่น การสอบผลการปฏิบัติงาน (Performance on test) บางส่วนที่นำผลการวัดไปสรุปอ้างอิง (Generalization) จากคะแนนสอบ (Test items) ไปสู่คะแนนจริงของผู้สอบ ซึ่งคะแนนสอบของนักเรียนจะถูกสุ่มมาจากมวลความรู้และอัตราส่วนของข้อสอบที่ผู้สอบตอบถูกจะนำไปอ้างอิงกับจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบถูกทั้งหมด อัตราส่วนของข้อสอบที่นำไปสรุปอ้างอิง ต้องมีความเพียงพอ

อีกประเด็นหนึ่งที่ต้องพึงระวังในการสรุปผลการสอบไปยังความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน คือการเดาข้อสอบของผู้เรียน เช่น ผู้สอบเดาถูก 25% กับผู้สอบที่ตอบถูก 25% จะบอกว่าผู้สอบทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในระดับเดียวกันได้หรือไม่ นี่คือจุดสำคัญที่ผู้พัฒนาและผู้ใช้แบบทดสอบจะต้องแยกพฤติกรรมการสอบของทั้งสองกลุ่มออกจากกันในการการตัดสินผลสัมฤทธิ์

อีกด้านหนึ่งที่นักศึกษามักใช้ผลการสอบของผู้สอบมากระตุ้นและชี้้นำให้พยายามปรับปรุงผลสัมฤทธิ์โดยใช้ผลการสอบเป็นตัวบ่งชี้ที่แหล่งที่เกิดของพฤติกรรมของคะแนนสอบและสิ่งสอดแทรก (Points of intervention) อย่างไรก็ตาม ในมุมมองของคนพวกนามนิยม (Nominalist) ที่เชื่อว่าแหล่งที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมไม่ได้อยู่ในความสนใจและไม่ได้ปรากฏรูปร่างตามทฤษฎี แต่ปรากฏเด่นชัดตามภาพที่ปรากฏ ดังนั้นการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนจึงควรพิจารณาระหว่างแนวคิดการทดสอบตามแนวนามนิยม (The nominalist theory of testing) และ โมเดลการวินิจฉัย (Diagnostic models) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเป็นการยากที่จะเข้าใจพฤติกรรมการสอบโดยไม่มีกระบวนการของสมอง โครงสร้างความรู้หรือสถานการณ์แวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอาจจะมีอยู่จริงหรือไม่มีอยู่จริงก็เป็นไปได้

Hare's (1970, 1993) กล่าวว่าทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นช่วยขจัดลักษณะบางอย่างที่เกิดขึ้น โดยไม่มีประโยชน์ออกไป เช่น การเดาจะถูกแปลความหมายให้เป็นเทคนิคที่ผู้สอบนำมาใช้เมื่อไม่รู้คำตอบ ซึ่งตามทฤษฎีแล้วการเดาถูกวิเคราะห์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดครุ่นไม่เพียงแต่ทดลองหาคำตอบของนักเรียนแต่ยังมองถึงเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการตัดสินใจในการเลือกคำตอบด้วย ส่วนการอธิบายตามแนวคิดนี้ เป็นการสนับสนุนข้อสรุปที่มีอยู่ในตัวนักเรียนที่จะนำไปใช้ในการคาดเดาเหตุการณ์ในอนาคต นักทฤษฎีเกี่ยวกับการสอบพบว่า เทคนิคการใช้ คำถาม “ทำไม? (Why)” มีประโยชน์ต่อผู้สอบ โดยใช้เป็นเครื่องมือช่วยให้เกิดความคิดและเข้าใจ การคิดที่จะเดาจึงถือเป็นเทคนิคหรือกลวิธีของสมองที่ใช้การจินตนาการร่วมกับการตัดสินใจเลือกใช้แนวทางสุดท้ายเพื่อให้ได้คำตอบที่อาจจะมีโอกาสถูก กลวิธีการคิดที่สอดแทรกขึ้นมาในความคิดในระหว่างการสอบจะช่วยปรับปรุงพฤติกรรมการสอบของนักเรียนทั้งหมดโดยการวางเป้าหมายว่าพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัดของนักเรียนนั้นเน้นอะไร

โมเดลของกระบวนการทางปัญญาสามารถอธิบายสาเหตุของพฤติกรรมจากการสอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงวินิจฉัยที่สะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้ (ข้อสอบมีลักษณะสะท้อนให้เห็นความเข้าใจและการคิดของผู้เรียน) รูปแบบความเข้าใจของผู้เรียนอาจเกิดจากการมีเหตุ มีผล การปฏิบัติ มีประสบการณ์ชีวิตและประสบการณ์ด้านการศึกษาทั้งของผู้สร้างแบบทดสอบและผู้ถูกสอบที่ต้องสัมพันธ์กัน



### การประเมินโดยภาพรวม

การใช้ประโยชน์ของ โมเดลทางปัญญาเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานในแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สามารถวินิจฉัยความมีเหตุมีผลและสามารถอธิบายความเข้าใจของผู้สอบได้ โมเดล วินิจฉัย (Cognitive models) สร้างขึ้นจากข้อมูลของความคิดของผู้สอบในขณะที่เขาทำการสอบ โมเดลวินิจฉัย (Cognitive models) ช่วยอธิบายถึงระดับของความเข้าใจของผู้เรียนได้ดี อย่างไรก็ตาม ก็ตามก็มีข้อโต้แย้งว่า โมเดลวินิจฉัย (Cognitive models) ไม่สามารถให้คำอธิบายได้ชัดเจนในเรื่องความเข้าใจเพราะความเข้าใจนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นบรรทัดฐานที่ทฤษฎีตั้งไว้ ไม่สามารถจับต้องได้อย่างชัดเจน

เหตุผลที่นักการศึกษาต้องการศึกษาความคิดภายในของผู้สอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์มี 5 ประการ ดังนี้

1. เมื่อเราสอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์หรือวิชาที่ว่าด้วยเหตุผลเราไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อให้เขาแก้ปัญหาและได้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นแต่เราอยากได้เหตุผลว่าทำไมและทำอะไรด้วย
2. ผู้ดำเนินการสอบยังไม่พบแนวคิดที่ทำให้ผู้สอบให้เหตุผลในการตอบข้อสอบอย่างชัดเจน
3. ความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจเมื่อทำข้อสอบวินิจฉัยทำให้เรามั่นใจการทำนาย การปฏิบัติงานในอนาคตเช่นเดียวกับความเข้าใจว่าความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจนั้นทำให้เห็นภาพของการปฏิบัติงานที่มีหลักการและมีแนวโน้มที่จะทำอะไรโดยลดหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ให้น้อยลง
4. ความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจและไม่เข้าใจจะบอกเหตุผลว่าสิ่งสอดแทรก (ตัวแปรแทรกซ้อน) ในการสอนอาจมีความจำเป็นในการปรับปรุงสิ่งที่ไม่เข้าใจโดยเน้นสิ่งที่เข้าใจแล้ว
5. พฤติกรรมการแสดงออกที่ถูกต้องเกิดจากการสร้างความเข้าใจทีละน้อยๆ ของผู้เรียน อย่างไรก็ตามแม้ว่าชุดข้อสอบสามารถให้ข้อสรุปเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้สอบได้ดีและช่วยหลีกเลี่ยงการชี้นำผิด ๆ ของผู้เขียนข้อสอบ โดยคำตอบที่ถูกของผู้เรียนที่ผิดพลาดในการให้เหตุผล ครูยังต้องการคำตอบที่แสดงว่าผู้สอบมีความเข้าใจคำตอบเหล่านั้นอย่างน้อยเพียงใด ลักษณะที่ครูต้องการทราบจากตัวนักเรียนสามารถอธิบายจากภาพสามมิติที่ตาม โมเดลการวินิจฉัยที่มีรากฐาน มั่นคงมาจากโมเดลบรรทัดฐาน (Normative models) โดยโมเดลเชิงปัญญาพยายามอธิบายมุมมอง บางส่วนและข้อผิดพลาดจากภายในตัวของผู้เรียน ประเด็นเหล่านี้ที่ทำให้โมเดลเชิงปัญญา (Cognitive models) มีความสำคัญในการตีความคะแนนจากแบบทดสอบหรือแบบประเมินวินิจฉัย

### การทดสอบความตรงในการประเมินเชิงปัญญา

ความตรงของแบบทดสอบคือข้อสอบที่สามารถใช้วัดคุณสมบัติของสิ่งที่มุ่งวัดตาม ทฤษฎี จัดเป็นกระบวนการที่ข้อสอบข้อมูลหลากหลายออกมาในรูปของคะแนนแบบเดียวกัน สิ่งนี้

สำคัญถ้าข้อสอบเป็นเนื้อหาตามทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้เหตุผล การทำข้อสอบได้แสดงว่าความสามารถในการใช้เหตุผลอยู่ในระดับที่เป็นไปตามเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่ต้องการ บทบาทที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของผลการวัดมี 3 วิธี ดังนี้

1. คุณลักษณะที่มีบทบาทเป็นค่าพารามิเตอร์ในการตอบแบบคำตอบถูกมีคำตอบเดียว (Homogeneous response process)
2. คุณลักษณะที่มีบทบาทเป็นตัวกำกับ (Moderator) ที่คำนึงถึงผู้ตอบที่มีพัฒนาการที่แตกต่างกัน
3. คุณลักษณะที่เป็นส่วนประกอบหลากหลายที่ต้องใช้การคิดหลายวิธีเชื่อมโยงเรื่องราวที่ซับซ้อน ความตรงเป็นสิ่งที่ข้อสอบสะท้อนกระบวนการทางจิตวิทยาที่แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ข้อสอบมีทั้งที่ต้องการคำตอบที่เป็นความจริงและคำตอบที่ต้องการคำอธิบาย

การทำให้ข้อสอบมีลักษณะต้องใช้เหตุผลอธิบายต้องมีการตั้งสมมุติฐานว่าลักษณะทางทฤษฎีที่กำหนดคะแนนเพื่อวัดความมีเหตุผลของผู้ตอบข้อสอบมีมากน้อยเพียงใด และมีหลายยุทธวิธีที่มีการเชื่อมโยงความเกี่ยวพันไปยังรากฐานด้านการให้เหตุผลซึ่งมักเป็นข้อสอบเชิงจิตวิทยา

การสร้างข้อสอบแบบประเมินทางปัญญา (Cognitive assessment) ทุกแบบจะเริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือในการวัดโดยทั่วไปหลักการสำคัญคือการให้เหตุผลที่เป็นโครงสร้าง (หลักการ) ที่ดีที่สุด ข้อสอบปัจจุบันมีวิธีการสร้างที่เน้นความสัมพันธ์ข้อสอบ 2 วิธีคือวิธีนิรนัย (The deductive method) และวิธีการออกแบบการสอบตามฟาเซทการวัด (Facetdesign method)

วิธีนิรนัย (The deductive method) จะเริ่มจากการจำกัดความของคุณลักษณะทางทฤษฎี และผู้สร้างข้อสอบจะเขียนข้อสอบที่เหมาะสมสอดคล้องกับคำจำกัดความนั้น ส่วนวิธีการออกแบบการสอบตามฟาเซทการวัด (Facetdesign method) เริ่มด้วยการแยกแยะลักษณะทางทฤษฎีออกเป็น ส่วน ๆ หรือด้าน ๆ ซึ่งในแต่ละด้านจะมีองค์ประกอบเป็นจำนวนมากความเชื่อมโยงของส่วนประกอบเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เขียนเนื้อหาของข้อสอบการออกแบบเนื้อหาของทั้งสองแบบนี้ต้องทำโดยการตั้งเป็นสมมุติฐานเพื่อให้ผู้ตอบคิดหาเหตุผลเพื่อพิสูจน์ (การใช้เหตุผลในการตอบข้อสอบ ก็คือ การทดสอบข้อสมมุติฐานนั่นเอง)

การวิเคราะห์เนื้อหาของข้อสอบต้องเหมาะสมกับคุณลักษณะทางทฤษฎีรูปแบบของแบบทดสอบที่เป็นการใช้หรือให้เหตุผลต้องแสดงระดับของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะที่ต้องการกับเนื้อหาของข้อสอบคำถามที่สำคัญก็คือ เนื้อหามีปริมาณหรือคุณภาพมากพอที่เป็นตัวอย่างหรือไม่และเป็นตัวแทนของตัวอย่างการให้เหตุผลจริงหรือไม่

การวิเคราะห์กระบวนการการตอบมี 2 วิธีดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
2. การวิเคราะห์ตามรูปแบบการวัดเชิงจิตวิทยา (Psychometric models) สร้างขึ้นเพื่อให้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่วิเคราะห์การตอบข้อสอบเป็นสำคัญ

การจัดกระทำเชิงทดลองการศึกษาเชิงทดลองเรื่องการใช้/ ให้เหตุผลโดยการนำหลักทฤษฎีและการศึกษาวิจัยมาใช้โดยศึกษา 2 กลุ่มคือกลุ่มที่กำหนดเงื่อนไขเรื่องความวิตกกังวลและกลุ่มที่มีเงื่อนไขกลาง ๆ พบว่าค่าความมีเหตุผลในกลุ่มแรกสูงกว่ากลุ่มหลัง

ความตรงของข้อสอบคือ ความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผลกับคุณลักษณะทางทฤษฎีซึ่งก็คือคะแนนจากการสอบทั้งนี้โดยยึดองค์ประกอบในการประเมิน 3 องค์ประกอบได้แก่ โครงสร้างเนื้อหา และเกณฑ์การใช้เหตุผลแต่คะแนนด้านเนื้อหาเป็นคะแนนการวัดความรู้กลไกที่ก่อให้เกิดความรู้ต่างหากที่เป็นความคิดหรือเหตุผล

โดยสรุปมีการนำเสนอความตรงของข้อสอบในขอบเขตจำกัดให้เฉพาะเจาะจงกับคำถามที่ใช้วัดเฉพาะทางเท่านั้นหรือไม่ ผลจากการใช้ข้อสอบเป็นเรื่องสำคัญที่ควรพิจารณาแต่ในบางครั้งการวัดการให้เหตุผลนั้นกว้างเกินกว่าทฤษฎีทางจิตวิทยา

#### การสร้างข้อสอบและการสอบเชิงวินิจัย

การประเมินเพื่อวินิจัยเป็นการแปลงข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับความสามารถเชิงปัญญาเชิงจิตวิทยาและบุคลิกภาพส่วนบุคคลให้เป็นคำอธิบายเชิงคุณภาพที่สมบูรณ์ตามการวินิจัย ในอดีตมีการประยุกต์ใช้กันมากในการประเมินทางจิตวิทยาสำหรับจิตแพทย์และนักประสาทวิทยา โดยทั่วไปการสอบทางการศึกษาจะมุ่งเป้าไปที่วัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา กระบวนการพัฒนาข้อสอบส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบตามจุดประสงค์ อย่างไรก็ตามเมื่อเร็ว ๆ นี้ นักการศึกษาได้ยอมรับว่าการประเมินทางการศึกษานั้นพลาดโอกาสในการบอกทิศทางในการตัดสินใจทางการศึกษา ขาดความตระหนักในเรื่องนี้ชัดเจนไปตามกฎหมายสนธิสัญญา No Child Left Behind (NCLB) ของอเมริกาที่พัฒนาและใช้ข้อสอบมาตรฐาน

#### ลักษณะที่ดีของข้อสอบเชิงวินิจัย

ข้อสอบเชิงวินิจัยที่ดีคือ ข้อสอบที่สร้างขึ้นมาให้วัดคุณลักษณะที่เกินระดับความสามารถโดยรวมของนักเรียนแต่ละคน ข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงผู้เรียนได้จากคำตอบของนักเรียนที่อ่อนหรือที่ไม่มีความรู้ และผลการตอบข้อสอบควรเป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถบ่งชี้ได้ว่า “ทำไมนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น” ตัวข้อสอบได้รับการพัฒนาโดยวิธีการต่าง ๆ ตามระดับรายละเอียดที่เหมาะสมและวินิจัยได้ ข้อสอบวินิจัยที่ดีต้องสามารถแยกแยะเรื่องที่สะท้อนถึงความเข้าใจที่ทะลุปรุโปร่งหรือความฉลาดของผู้ตอบ แล้วแปลผลคะแนนเป็นข้อมูลเชิงจิตวิทยา

ได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของความรู้ และวิธีการคิด ข้อสอบที่สะท้อนความสามารถเหล่านี้มีความเหมาะสมกับระดับความรู้และกระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคน และต้องช่วยบอกว่าทักษะใดบ้างที่นักเรียนแต่ละคนมีความชำนาญและทักษะใดบ้างที่นักเรียนยังต้องเรียนรู้ต่อไป การสร้างข้อสอบดังกล่าวนี้ ตัวข้อสอบจะต้องระบุได้ถึงพฤติกรรมการเรียนรู้และการคิดของนักเรียนที่สังเกตได้ด้วยข้อสอบ ในปัจจุบันข้อสอบส่วนใหญ่ให้ข้อมูลเพียงด้านเดียว มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งข้อสอบที่ดีจะต้องเพิ่มปริมาณข้อมูลที่สะท้อนกระบวนการคิดเพื่อให้ได้คำตอบและควรใช้แนวความคิดที่หลากหลายด้วย

### กรอบการพัฒนาข้อสอบเชิงวินิจฉัย

หลักการต่าง ๆ ในการเขียนข้อสอบวินิจฉัยควรหลีกเลี่ยงเนื้อหาข้อสอบที่เกี่ยวกับสังคมการเมืองที่ไม่จำเป็น ผู้เขียนข้อสอบควรหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่กำกวม เว้นเสียแต่ว่ามันจะเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ในการวัดเนื้อหาที่ต้องการถามจุดประสงค์ ควรมีความเป็นเอกเทศในกระบวนการและเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นเรื่องกลาง ๆ ที่สามารถแสดงผลการตอบได้ดี อย่างไรก็ตาม เรื่องราวต่าง ๆ ควรมีเนื้อหาไปในเชิงวินิจฉัยมากกว่าข้อสอบที่นิยมใช้กันมาแต่เดิม การพัฒนาข้อสอบเชิงวินิจฉัยมีหลายวิธี สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) รูปแบบสถิติเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะด้านกระบวนการทางปัญญา 2) การกำหนดกรอบแนวทางที่ออกแบบเพื่อการประเมินที่ผสมผสานทฤษฎีทางปัญญาเข้ากับกระบวนการพัฒนาข้อสอบ

รูปแบบทางสถิติ (Statistical models) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่ออกแบบให้เชื่อมโยงทฤษฎีทางปัญญากับการวัดเชิงจิตวิทยาของข้อสอบทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาเป็นทักษะเฉพาะและต้องประเมินผลกระทบจากคำตอบข้อมูลเกี่ยวกับความชำนาญ มีการรายงานทักษะด้านต่าง ๆ โดยการตรวจสอบว่ามีสิ่งที่ต้องการวัดในข้อสอบครบถ้วนหรือไม่ และการตอบข้อสอบแต่ละข้อคำตอบที่ไม่ถูกต้องจะบอกได้ว่าผู้เรียนไม่มีความชำนาญในทักษะที่ข้อสอบนั้นต้องการ คำตอบที่ถูกจะบอกว่าทักษะเหล่านั้นมีอยู่ในตัวผู้เรียนแล้ว โมเดลของการประเมินเชิงวินิจฉัยมี 3 รูปแบบดังนี้

1. โมเดลการวินิจฉัยแบบ RSM (The rule space methodology: RSM) (Tatsuoka, 1985)
2. โมเดลการวินิจฉัยแบบฟิวชัน (The fusion model) (Hartz, 2002)
3. โมเดลการวินิจฉัยแบบคุณลักษณะแบบลดหลั่น (The attribute hierarchy method:

AHM (Leighton, Gierl & Hunka, 2004)

รูปแบบการประเมินวินิจฉัยเหล่านี้จะมีความใหม่ สามารถประยุกต์เข้ากับข้อสอบที่มีอยู่จริงตามระดับความสำเร็จของผู้เรียน เช่น โมเดลแบบ RSM สามารถใช้ในการวินิจฉัยข้อสอบคณิตศาสตร์ของการประเมิน TIMSS ซึ่งเป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้เปรียบเทียบความรู้ทาง

คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในอเมริกาและประเทศอื่นที่สนใจเข้าร่วม Tatsuoka et al. (1985) ได้ตรวจสอบโครงสร้างทักษะของข้อสอบใน TIMSS และประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างทักษะที่จำเป็นกับคำตอบของข้อสอบ จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ จุดเด่น จุดด้อยของนักเรียนจะถูกนำมาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ (Across countries) ข้อสรุปจากประเทศต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบหลักสูตรของประเทศนั้น ๆ บนพื้นฐานของทักษะย่อยที่นักเรียนใช้

แม้ว่ารูปแบบทางสถิติจะสะท้อนความก้าวหน้าทางการวัดเชิงจิตวิทยา แต่การวิเคราะห์ไม่ได้มีการพัฒนาการประเมินรูปแบบใหม่ วิธีการพัฒนาข้อสอบเชิงวินิจฉัยประเภทอื่น ๆ ประกอบด้วยกรอบแนวคิดที่มุ่งอธิบายกระบวนการพัฒนาข้อสอบและการจัดการข้อมูลทางปัญญาเพื่อนำไปสู่การออกแบบข้อสอบ

การออกแบบการประเมินวินิจฉัยที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายมี 2 วิธี คือ Embretson's Cognitive design system: CDS (Embretson, 1994, 1999) & Mislevy's evidence – centered design: ECD (Mislevy, 1994; Mislevy, Steinberg, & Almond, 2002)

การออกแบบการประเมินวินิจฉัยแบบ ECD คือการรวบรวมหลักฐานร่องรอยเพื่อสนับสนุนข้ออ้างอิงรายบุคคลของผู้เรียน เพื่อนำไปวินิจฉัยให้เห็นจุดเด่นและจุดด้อยของความสามารถหรือสมรรถนะของผู้เรียน ในการพัฒนาข้อสอบตามรูปแบบนี้มีข้อมูลหรือหลักฐานที่ต้องใช้ 3 ประการ ดังนี้

1. ผลประเมินของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
2. หลักฐานต่าง ๆ ที่สนับสนุนผลการประเมิน
3. ชิ้นงานที่เป็นหลักฐานร่องรอยที่สังเกตได้ชัดเจน

การออกแบบการประเมินวินิจฉัยแบบ CDS มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ทฤษฎีทางปัญญาเป็นแกนกลางในการพัฒนาข้อสอบ และปรับปรุงความสามารถหรือทักษะ และการใช้กระบวนการคิดหรือกระบวนการทางปัญญา คະเนนตามกรอบแนวคิดที่เป็นกระบวนการทำงานของ CDS มี 7 ขั้นตอน คือ 1) ระบุเป้าหมายของการ 2) วิเคราะห์ลักษณะของชิ้นงาน 3) พัฒนาโมเดลทางปัญญา 4) เขียนข้อสอบ 5) ประเมินคุณภาพของข้อสอบ 6) คัดเลือกข้อสอบที่สะท้อนความสามารถทางปัญญา 7) การตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและผลการวัด (Validation)

ขั้นตอนแรกในการพัฒนาข้อสอบคือ กำหนดโครงสร้างข้อสอบที่จะวัด โดยใช้จิตวิทยาทางปัญญาในการประเมิน Wilson (1994) ได้อธิบายเครื่องมือในการจัดลำดับข้อมูลทางปัญญาว่าเป็นระดับการพัฒนาทักษะและการเชื่อมโยงความรู้แต่ละด้าน การสร้างแบบจำลองเป็นทฤษฎีเป็นการบูรณาการกระบวนการที่ซับซ้อนระหว่างความรู้ความชำนาญและข้อมูลจากการสังเกตถูกใช้เพื่อพัฒนาข้อสอบเชิงวินิจฉัย

เกณฑ์การประเมินข้อสอบเชิงวินิจฉัยที่ใช้ได้คือต้องการ 2 ลักษณะดังนี้

1. รูปแบบที่สะท้อนพฤติกรรมตามที่ต้องการในระดับที่เหมาะสม
2. ความรู้ที่เพียงพอที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของนักเรียนผู้พฤติกรรมที่คาดหวัง

แนวทางการสร้างข้อสอบหรือการออกแบบข้อสอบแต่ละข้อต้องกำหนดสิ่งที่มุ่งวัดเพียง 1 หรือ 2 ประเด็น ทักษะเป้าหมายที่ต้องการวินิจฉัยจะต้องมีการวางแผนทางที่สะท้อนทักษะนั้น ๆ ออกมาให้ได้

กระบวนการสร้างข้อสอบในทางการศึกษาและจิตวิทยาได้รับการพัฒนาซ้ำแล้วซ้ำอีกจนมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ การพัฒนาข้อสอบที่ดีเมื่อข้อสอบถูกออกแบบอย่างเหมาะสมก็จะได้นำไปใช้ได้ตรงตามเป้าหมาย ซึ่งที่ผ่านมาการสร้างข้อสอบเน้นการวินิจฉัยค่อนข้างน้อย

กระบวนการทุกขั้นตอนนี้เหมือนกับการสร้างคำนิยามเพื่อใช้เป็นแกนกลางสู่การพัฒนาข้อสอบ คุณสมบัติทางสถิติของข้อสอบเช่น ความเชื่อมั่น ความสมเหตุสมผลยังคงมีความสำคัญในการแปลผลคะแนน อย่างไรก็ตาม เป็นที่แน่ชัดว่าวิธีการสร้างข้อสอบที่มีอยู่จริงต้องปรับให้เข้ากับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของการใช้คะแนนในการวินิจฉัย ขณะที่ข้อจำกัดทางเทคโนโลยีในการออกแบบข้อสอบนั้นเป็นเรื่องที่สามารถดำเนินการได้ด้วยนักการศึกษาหรือครูเอง ผลการพัฒนาทำให้ได้รูปแบบข้อสอบที่เป็นนวัตกรรมของการวินิจฉัยนั้นควรมีการสำรวจการใช้ข้อสอบในสถานการณ์ทางจิตวิทยาและการศึกษา และใช้ข้อมูลผลการประเมินความก้าวหน้า (Formative assessment) กระบวนการที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินเชิงวินิจฉัยต้องมีการสำรวจแสวงหาให้มากขึ้น

### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะไม่ใช่เป็นเพียงความรู้และทักษะ แต่เป็นสมรรถนะที่จะใช้สติปัญญาในบริบทที่ถูกกำหนด เรียกว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) สอดคล้องกับสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 8.1) ที่ว่าเป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องกัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 15)

#### ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สสวท. (2554 ก, หน้า 137) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) การอธิบาย

ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) และ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence)

PISA สำรวจถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญาบางอย่าง กระบวนการที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ (เช่น ใส่ข้อมูลในตาราง แปลตารางเป็นกราฟ ฯลฯ) การสร้างคำอธิบาย ข้อโต้แย้ง และการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล คิดออกมาในรูปของตัวแบบตลอดจนการใช้คณิตศาสตร์

PISA กำหนดกรอบโครงสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues หรือ ISI)
2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) และ
3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)

#### ประเภทของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

PISA นิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสำรวจว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้ดีเพียงใดตามประเภทของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

#### 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues)

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์คือความสามารถในการแยกแยะประเด็นหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นในเรื่องอื่น ๆ ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ตอบได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันว่าสำคัญมากอย่างหนึ่งคือการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือ ISI (Identifying Scientific Issues) ซึ่งรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

##### 1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา/คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

##### 1.2 บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า

ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญ สำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้อง

ใช้สาระ ข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในคำถาม/ ปัญหาที่กำหนดให้ นั้น นักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้าง ใช้ข้อมูลใดหรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใด เพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูก

### 1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอะไร จะต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และจะต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ (สสวท., 2554 ก, หน้า 142 - 143)

## 2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically)

สมรรถนะที่จำเป็นของการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ EPS (Explain Phenomena Scientifically) นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการบรรยายและตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น เช่นในสถานการณ์ที่มีคลิมาตกรรมและมีการตรวจ DNA เกิดขึ้น ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ มาระบุว่าคำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น

2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน

2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ระบอบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล (สสวท., 2554 ก, หน้า 143)

3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หรือ USE (Using Scientific Evidence) สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้ ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์หรือทั้งสองอย่าง การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงความสามารถต่อไปนี้



3.1 ติความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ว่า จะต้องใช้ประจักษ์พยานใด แสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูล หลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล รongรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป หรือ การพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างข้อโต้แย้ง สื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจาก สถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป สร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้น ว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุป ที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะ ให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้ว ให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่มี หรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

3.3 สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในข้อนี้จะวัดว่านักเรียนแสดงความเข้าใจ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ สถานการณ์ที่กำหนดให้ มี การอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง หรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะ มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมี ส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้น ๆ

นอกจากนี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ยังอาจรวมถึง การเลือกข้อสรุปจากหลาย ๆ ตัวเลือก, การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป ในเชิงที่อ้างอิงถึงวิธีการได้มาถึงข้อสรุป นั้น ๆ การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป และการสะท้อนถึงความสำคัญของการพัฒนาการ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม (สสวท., 2554 ก, หน้า 143 - 144)

จะเห็นได้ว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจของการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ ในการหาคำตอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งเหล่านี้ได้เพียงใด เป็นแนวคิดอันเป็นพื้นฐานของ การประเมินวิทยาศาสตร์ในการที่จะหาคำตอบว่านักเรียนควรรู้อะไร ให้คุณค่ากับอะไร และทำ อะไรได้ โดยเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับการสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับชีวิต

## ตอนที่ 4 คะแนนจุดตัด (Cut-off Score)

### ลักษณะของคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบกับนักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ถ้าคะแนนผลการสอบ สูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านไปเรียนจุดประสงค์ การเรียนใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก ดังนั้นคะแนนจุดตัดจะ เป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimal competence) ของความต้องการในการเรียนรู้ (Minimum requirement) บางครั้งเรียกว่าการกำหนดมาตรฐาน (Standard setting) ในการกำหนด คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้การตัดสินผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะ ดังภาพประกอบที่ 1 (เพียงเพ็ญ นามวงศ์, 2550, หน้า 19 - 20)

		ผลการสอบ	
		รอบรู้	ไม่รอบรู้
สถานภาพจริง	รอบรู้	การตัดสินถูกต้อง	ความคลาดเคลื่อนแบบ ไม่ยอมรับ
	ไม่รอบรู้	ความคลาดเคลื่อน แบบยอมรับ	การตัดสินที่ถูกต้อง

ภาพที่ 2 - 1 การหาคะแนนจุดตัด

จากภาพประกอบที่ 2 - 1 จะมีลักษณะที่เกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่าน ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ หรือความผิดพลาดแบบลบ (False negative) คือเป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง
2. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่าน เกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ หรือความผิดพลาดแบบบวก (False positive) คือเป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง

3. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงก็เป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์และสถานภาพจริงก็เป็นผู้ไม่มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะทั้ง 4 ประการ ดังกล่าวนั้น การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลักจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับแบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดขึ้น หรือเกิดน้อยที่สุด ดังนั้น ในการกำหนดจุดตัดที่เหมาะสมคือจุดที่ทำให้ผลการตัดสินแบบ 1 กับแบบ 2 (ความผิดพลาดแบบลบ กับความผิดพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัด (Standard - setting method)

การกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น ได้แบ่งวิธีการหาคะแนนจุดตัดเป็นดังนี้

การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการตัดสินใจ (Judgmental methods) วิธีนี้เป็น การกำหนดจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อ แล้ว คำนวณหาคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอการหาจุดตัดหลายวิธี ดังวิธี ของเนเดลสกี วิธีของแองกอฟฟ์ และวิธีของอีเบล ดังนี้

1. วิธีของเนเดลสกี (Nedelsky, 1954 อ้างถึงใน เพียงเพ็ญ นามวงศ์, 2550, หน้า 21) เป็นวิธี ที่กำหนดจุดตัดของแบบทดสอบเลือกตอบโดยมีวิธีการดังนี้

1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่าตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุด (Lowest D Student) จะไม่เลือกตอบ

1.2 นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบ เช่น ข้อสอบมี 5 ตัวเลือก และผู้เชี่ยวชาญคิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 ตัวเลือก แล้ว ตัวเลือกที่เหลือนำมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า  $1/3$  หรือ  $0.33$

1.3 คำนวณผลรวมของค่าน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า  $M$

1.4 เอาค่า  $M$  ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์  $\phi_M$  และค่า คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ  $M$  ใช้สัญลักษณ์  $\sigma_M$  แล้วคำนวณคะแนนจุดตัด จากสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C_x) = \mu_M + K\sigma_M$$

เมื่อ K คือ ตัวคงที่มีค่า -1, 0, 1 และ 2 เมื่อให้นักเรียนที่มีความรู้ต่ำสุดมีโอกาสตก 16%, 50%, 84% และ 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา โดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดค่า K ที่ 0.5 หรือ 1.0

2. วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff, 1992, pp. 909 – 920 อ้างถึงใน เพียงเพ็ญ นามวงศ์, 2550, หน้า 21 - 22) เป็นวิธีที่กำหนดจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้น โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่า ผู้ที่มีความรู้มีค่าความน่าจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไรแล้วหาค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด ดังตัวอย่างของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าจะเป็นในการตอบถูกในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ข้อมูลดังนี้ ตัวอย่าง

ค่าความน่าจะเป็นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมีค่า ดังตารางที่ 2 -1

ตารางที่ 2 - 1 ตัวอย่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ค่าความน่าจะเป็นของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อสอบ					รวม
	1	2	3	4	5	
1	.33	.80	.20	.20	.50	2.03
2	.50	.90	.33	.90	.75	3.38
3	.40	1.00	.20	.33	.50	2.43
รวม						7.84

จากตารางที่ 2 - 1 จะเห็นว่าคะแนนจุดตัดมีค่า =  $7.84 / 3 = 2.61$  หรือเท่ากับ 3 คะแนน แสดงว่าแบบทดสอบ 5 ข้อนี้ มีคะแนนจุดตัด 3 คะแนนนั่นเอง

3. วิธีของอีเบล (Ebel, 1986, p. 72 อ้างถึงใน เพียงเพ็ญ นามวงศ์, 2550, หน้า 22 - 24) วิธีนี้เป็นการใช้การพิจารณาจากลักษณะความยากและความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์เป็นหลัก ในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในข้อสอบ ซึ่งอีเบลได้กำหนดไว้ใน ตารางที่ 2 - 2

ตารางที่ 2 - 2 ตัวอย่างการพิจารณาความยากง่ายของข้อสอบ

ลักษณะข้อสอบ	ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ		
	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
ความจำเป็น	100%	-	-
ความสำคัญ	90%	70%	-
การยอมรับ	80%	60%	40%
ยังมีปัญหา	70%	50%	30%

จากตารางที่ 2 - 2 ได้นำแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์แต่ละข้อมาแจกแจงลักษณะของสิ่งที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาแล้วคำนวณเป็นคะแนนจุดตัดหรือคะแนนการผ่านของนักเรียน ดังตัวอย่าง ตัวอย่าง แบบทดสอบฉบับหนึ่งมี 50 ข้อ เมื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาแยกแยะลักษณะข้อสอบ ซึ่งจะกลายเป็นมีจำนวนข้อทั้งหมด 250 ข้อ (50×5) แล้วนำไปคำนวณคะแนนจุดตัดดังตารางที่ 2 - 3

ตารางที่ 2 - 3 ตัวอย่างการคำนวณหาคะแนนจุดตัด

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อ	ความสำเร็จที่คาดหวัง %	จำนวนข้อ × ความสำเร็จที่ คาดหวังไว้
<b>ความจำเป็นและความสำคัญ</b>			
ง่าย	47	100%	4.700
ปานกลาง	53	90	4.770
ยาก	77	70	5.390
<b>การยอมรับ</b>			
ง่าย	12	80	960
ปานกลาง	24	60	1.440
ยาก	26	40	1.040

ตารางที่ 2 - 3 (ต่อ)

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อ	ความสำเร็จที่คาดหวังไว้	จำนวนข้อ × ความสำเร็จที่คาดหวังไว้
ยังมีปัญหา			
ง่าย	2	70	140
ปานกลาง	5	50	250
ยาก	4	30	120
รวม	250		18.81

จากตารางที่ 2 - 3 ดังกล่าวช่องลักษณะข้อสอบจะแยกแยะจากตารางที่ใช้เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในตารางข้างต้น ซึ่งแยกเป็นข้อสอบที่มีความจำเป็นและข้อสอบที่มีความสำคัญ โดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ๆ ปานกลาง ข้อสอบที่มีการยอมรับที่ใช้ในการเรียน โดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก ข้อสอบที่ยังมีปัญหว่าจำเป็นต้องเรียนหรือไม่ โดยจำแนกเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยากเช่นกัน ส่วนช่องจำนวนข้อนั้น เป็นตัวเลขที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาข้อสอบว่ามีลักษณะใด จำนวนที่ข้อ รวมผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนแล้วจะมีข้อสอบกี่ข้อ ดังเช่น ลักษณะข้อสอบความจำเป็น ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากข้อสอบ 50 ข้อว่า เป็นข้อสอบที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรวมทั้งสิ้น 5 คน พิจารณาแล้วมี 47 ข้อ เป็นต้น เมื่อรวมทุกลักษณะและจากจำนวนข้อสอบ 50 ข้อก็จะมีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 250 ข้อจากช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้เป็นเปอร์เซ็นต์ที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะได้ทำคะแนนตามลักษณะข้อสอบจากตารางของ อีเบลข้างต้น สำหรับช่องสุดท้ายนั้นจะเป็นผลจากการเอาช่องจำนวนข้อคูณกับช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้ แล้วรวมตัวเลขของช่องนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.81 จากนั้นจึงคำนวณหาคะแนนจุดตัดจากสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{\text{ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างจำนวนข้อกับความความสำเร็จที่คาดหวังไว้}}{\text{ผลรวมจำนวนข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าคะแนนจุดตัด} &= \frac{118810}{250} \\ &= 75.24 \end{aligned}$$

นั่นคือแบบทดสอบ 50 ข้อ มีจุดตัดที่ 75% ดังนั้นซึ่งหมายความว่า ถ้าข้อสอบมี 100 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย 75 ข้อ ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ถ้าข้อสอบมี 50 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย} &= \frac{75 \times 50}{100} \\ &= 37.5 \text{ ข้อ} \end{aligned}$$

แสดงว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 37.5 คะแนนหรือเท่ากับ 38 คะแนน (กรณีทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน ในแต่ละข้อ)

2. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical methods) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยคะแนนจากการทดสอบนักเรียน ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีของ ลิวิงสตัน (Livingston) วิธีของครายวอลล์ (Krie - well) วิธีหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาตอบ และการสุ่มข้อสอบ (Errors due to Guessing & Item Sampling) ในที่นี้ขอนำเสนอเฉพาะวิธีของ ฮวิน (Huynh) ดังต่อไปนี้

2.1 วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision - theoretic approach) ของ Glass (1978, pp. 251 - 253) วิธีนี้เป็นการนำเสนอคะแนนจุดตัดตามวิธีการของเกลส เป็นวิธีการที่แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม โดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกซึ่งอาจจะเป็นผลการเรียนโดยปกติของนักเรียน หรือผลสำเร็จในการทำงาน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Pass) และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Fail) ในแต่ละกลุ่มเมื่อได้ทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ต้องการหาคะแนนจุดตัดนั้นแล้ว มีจำนวนคนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในแต่ละจุดของคะแนนเกณฑ์เท่าไร ดังแสดงในภาพต่อไปนี้

		ผลการสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
คะแนนเกณฑ์ที่กำหนดในแบบทดสอบอิงเกณฑ์	ไม่ผ่าน	$P_A$	$P_B$
	ผ่าน	$P_C$	$P_D$

ภาพที่ 2 - 2 การผ่านเกณฑ์จากการทดสอบ

จากภาพที่ 2 - 2 กำหนดให้

$P_A$  หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Negative)

$P_D$  หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Negative)

$P_B$  หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

$P_C$  หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

สำหรับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันไปตามคะแนนแต่ละค่าของแบบทดสอบซึ่งจะทำให้ค่า  $P_A$   $P_B$   $P_C$   $P_D$  แปรผันตามไปด้วย และค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือค่าของฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์  $f$  ( $C_x$ ) ที่มีค่าน้อยที่สุด จากสูตรดังนี้

$$f(C_x) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C}$$

ในการคำนวณคะแนนจุดตัดด้วยสมการดังกล่าวต้องยอมรับว่าโอกาสที่จะจำแนกผู้สอบผิดทางลบ (False negative:  $\alpha$ ) กับจำแนกผู้สอบผิดทางบวก (False positive:  $\beta$ ) มีค่าเท่ากัน ถ้าพิสูจน์ได้ว่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบและทางบวกมีค่าไม่เท่ากันแล้ว จะต้องคำนวณคะแนนจุดตัดจากค่าฟังก์ชันที่ปรับแก้แล้วในสูตรดังนี้

$$f(C_x) = \frac{\alpha P_A + \beta P_D}{P_B + P_C}$$

โดยกำหนดให้ค่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบ คือ  $\alpha$  และโอกาสที่จำแนกผิดทางบวก คือ  $\beta$  มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมินผลการสอบจะต้องคำนึงถึงความสำคัญสองประการนี้คือ

1. นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสอบตกหรือเรียนไม่สำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด  $\alpha$



2. นักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสามารถเรียนสำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด  $\beta$  โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติการคำนวณหาคะแนน จุดตัดโดยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจนี้มักจะกำหนดให้ค่าการจำแนกผิดพลาด ( $\alpha$ ) กับการจำแนกผิดทางบวก ( $\beta$ ) มีค่าเท่ากัน

2.2 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีแบบผสม (Combination methods) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาดุลยพินิจและเชิงประจักษ์ (Judgment-Empirical) ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting Groups) ของไซกีและลิวิงตัน (Zieky & Livingston) วิธีของเบอร์ก (Berk) วิธีของเบย์เซียน (Bayesian) ซึ่งเป็นวิธีของแฮมเบิลตันและโนวิก (Hambleton & Novick) เป็นต้น

จากการศึกษาเรื่องการกำหนดจุดตัดดังกล่าวข้างต้น สรุปว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธีจะเลือกใช้ วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ความสะดวก และความเหมาะสมที่ผู้ใช้เห็นว่าถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการกำหนดจุดตัดของแบบทดสอบนั้น ๆ และในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการตัดสินใจของ Angoff (1992, หน้า 909 – 920 อ้างถึงใน เพียงเพ็ญ นามวงศ์, 2550, หน้า 21 - 22)

## ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยการรวบรวมเอกสาร บทความที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ได้งานวิจัยจำนวนหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในลักษณะของวิทยานิพนธ์ ผลการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาหรือการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เนื้อหาที่ใช้มากที่สุดคือ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นที่ใช้ในการศึกษามากที่สุดอยู่ในระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

อัมพิกา นุ่นละออง (2546) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อหาเกณฑ์การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และคู่มือการใช้แบบทดสอบ และหาสาเหตุของความบกพร่องในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทาง

การเรียนรู้ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการศึกษาปรากฏว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายจากการทดสอบครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.06 ถึง 0.95 จากการทดสอบครั้งที่ 2 ของแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.96 ค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบครั้งที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -0.13 ถึง 0.81 จากการทดสอบครั้งที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.47 จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.86 ของแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ อำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.58 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของลิวินสตัน มีค่าความเชื่อมั่นเรียงลำดับดังนี้ 0.78, 0.80 และ 0.81 เกณฑ์การวินิจัยของแบบทดสอบหาได้โดยใช้สูตรการหาจุดตัดตามวิธีของกิลฟอร์ด ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีคะแนนเกณฑ์เรียงลำดับดังนี้ 9, 9 และ 8

ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554) ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังที่มีคุณภาพจำนวน 3 ตอน คือ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลัง และการนำไปใช้ เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 342 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน การดำเนินการสร้างแบบทดสอบเริ่มจากการสร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมค่าและแสดงวิธีทำพร้อมให้เหตุผลและวิธีคิดประกอบ เพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจัยตัวเลือกสองลำดับขั้นตามแนวคิดของทรีกัส (Treagust) โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวง และเหตุผลแล้วนำไปทดสอบ 2 ครั้ง ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและปรับปรุงข้อสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบแต่ละตอนและวิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ตอน ที่วัดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลัง และการนำไปใช้ มีค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน ร่วมกันตรวจสอบโดยวิธีของโรวินลีสและแฮมเบิลตัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถวัดเรื่อง เลขยกกำลัง ได้จริง และสามารถแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้ได้ มีค่าความยาก

ของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.44 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 - 0.81 ส่วนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละตอน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร ไบ โนเมียลของ โลเวทที่มีค่า 0.84, 0.67 และ 0.90 ตามลำดับ สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน มีค่าเป็น 4 จุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่พบมากที่สุดคือ การเขียนจำนวนที่กำหนดให้ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนบกพร่องมากที่สุดในการเขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้อง

ไพโรประนอม ประดับเพชร (2554) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความภาษาไทยที่มีคุณภาพ สำหรับใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อศึกษาผลการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านทักษะการอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประชากรจำนวน 4,910 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิเขต 2 จำนวน 396 คน ได้มาโดยการเทียบจากตารางของเครซี่ และมอร์แกน และการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความภาษาไทย จำนวน 1 ฉบับ มี 5 ตอนคือ ตอนที่ 1 เรื่องคำ ตอนที่ 2 ประโยค ตอนที่ 3 เนื้อเรื่อง ตอนที่ 4 บทหรือกรอน และตอนที่ 5 แผนภูมิ แผนภาพ และแผนที่ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความสอดคล้อง คะแนนเกณฑ์ ค่าความยากอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ตอน มี 95 ข้อ ค่า IOC ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 1.0 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.39 - 0.70 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.35 - 0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.90 - 0.92 นักเรียนส่วนใหญ่บกพร่องเรื่องคำ รองลงมาคือ เรื่อง แผนภูมิ แผนภาพ และแผนที่ (ร้อยละ 71.97 และ 64.33 ตามลำดับ)

หทัยรัตน์ ราพึงจิตต์ (2553) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเรื่องการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาและ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้สุ่มแบบเจาะจงโดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง กรุงเทพมหานคร ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในปีการศึกษา

2553 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 265 คน การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้หลักการของการทดสอบแบบอิง โดเมนและการเรียนเพื่อรอบรู้ 2) การจัดทำตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ซึ่งใช้เป็นฐานในการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ 3) การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ประกอบด้วยข้อสอบ 2 ตอน เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบสั้น ๆ ที่ให้ผู้สอบระบุเหตุผลของการตอบด้วย 4) การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านหลักการวัดผล จำนวน 5 คน แล้วปรับปรุงตามผลของการตรวจสอบ 5) การนำข้อสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เพื่อรวบรวมคำตอบและเหตุผลของการตอบคิดเพื่อนำคำตอบที่ผิดของนักเรียนส่วนใหญ่ไปสังเคราะห์เป็นตัวลวงของข้อสอบ 3 ตัว พร้อมทั้งข้อวินิจฉัยในการตอบผิดของแต่ละตัวในแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ที่จะสร้างขึ้น 6) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 23 ข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยที่ตัวลวง 3 ตัวในแต่ละข้อ คือตัวลวงที่สังเคราะห์จากข้อมูลการตอบข้อสอบในแบบทดสอบสำรวจ แบบทดสอบฉบับที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบแบบเขียนคำตอบสั้น ๆ จำนวน 12 ข้อ 7) การนำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 และ 3 แล้วปรับปรุงสองครั้งหลังการทดลองใช้ 8) การสร้างแบบทดสอบฉบับจริง ซึ่งนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 23 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และฉบับที่ 2 เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 12 ข้อ และ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีคุณภาพทั้ง 2 ฉบับ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบทุกข้อ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านหลักการวัดผล เท่ากับ 1.00 ได้แก่ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยความรู้และความเข้าใจในทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งมีค่าความยากระหว่าง 0.59 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.55 - 0.94 และ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหา มีค่าความยากระหว่าง 0.51 - 0.67 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.51 - 0.63 3) ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละฉบับซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของ โลเวทท์ มีค่า 0.98 และ 0.99 ตามลำดับ

ทิวาพร รักศิลป์ (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1 มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1

การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ โจทย์ร้อยละ ฉบับที่ 2 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับกำไร และ ขาดทุน ฉบับที่ 3 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาร้อยละ สองชั้น กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 ใน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1 จำนวน 1,004 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่ม แบบหลายขั้นตอน (Multi - stage random sampling) วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ได้ สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยเพื่อศึกษาข้อบกพร่อง นำมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยทำ การทดสอบ 4 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อการปรับปรุง คัดเลือกข้อสอบรายข้อ และ หาคุณภาพโดยรวมของแบบทดสอบ การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาความตรงตาม โครงสร้าง และ การทดสอบครั้งที่ 4 เพื่อหาความตรงตามสภาพผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบชุดที่ 1 มีข้อสอบ จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.50 - 0.70 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.76 และมี ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 2. แบบทดสอบชุดที่ 2 มีข้อสอบจำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.50 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.65 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 3. แบบทดสอบ ชุดที่ 3 มีข้อสอบจำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50 - 0.72 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.79 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 4. แบบทดสอบชุดที่ 4 มีข้อสอบจำนวน 28 ข้อ มีค่า ความยากง่ายระหว่าง 0.50 - 0.64 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.64 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.64 สำหรับค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการพิจารณาของ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดข้อบกพร่องเรื่องร้อยละได้จริง มีความตรงตาม โครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ซึ่งสามารถแยกผู้ที่มีความบกพร่องและผู้ไม่มีความบกพร่องได้จริง ความตรงตามสภาพ ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า แบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ มีความตรงตามสภาพในระดับสูง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการวิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง สี่ฉบับ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในการแปลความหมาย โจทย์ผิดมากที่สุด

ไฉน เผือกไร (2553) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพ แบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 ปีการศึกษา 2551 โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 808 คน และมีการทดสอบ 4 ครั้งครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจ จำนวน 166 คน การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 158 คน ครั้งที่ 3 จำนวน 167 คน เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก และครั้งที่ 4 จำนวน 317 คน เพื่อหาค่าความเชื่อถือได้และคะแนนจุดตัด ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการสืบพันธุ์และ การขยายพันธุ์พืชที่ สร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ มีการทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพ ข้อสอบ จำนวน 4 ครั้ง 2. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืชมีดังนี้ 2.1 ฉบับที่ 1 ความแตกต่างของพืชไร้ดอกและพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.24 - 0.67 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.31 - 0.65 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.83 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.94 คะแนนจุดตัด 18 2.2 ฉบับที่ 2 การสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศของพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 - 1.00 มีค่า ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.36 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.32 - 0.77 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.83 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 2.11 คะแนน จุดตัด 18 2.3 ฉบับที่ 3 การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศของพืชและเทคโนโลยีกับ การขยายพันธุ์ พืช จำนวน 21 ข้อ มีค่าความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.53 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.24 - 0.82 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.89 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.60 คะแนนจุดตัด 17

นิตยา สำราญพันธ์ (2553) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ พื้นฐานความเข้าใจการอ่านภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบและวิเคราะห์ ข้อบกพร่องทักษะพื้นฐานความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 มีจำนวน 501 คน โดยการสุ่มแบบ แบ่งชั้นภูมิสองขั้นตอน (Stratified two - stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานความเข้าใจในการอ่านมีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้แบบทดสอบวินิจฉัย ทักษะพื้นฐานความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับที่ 1 คำนาม คำสรรพนาม และคำแสดงความเป็นเจ้าของ ฉบับที่ 2 คำบุพบท คำคุณศัพท์ และคำวิเศษณ์ ฉบับที่ 3 โครงสร้าง

รูปประโยค คำกริยา และคำศัพท์ ฉบับที่ 4 ข้อความ บทความและเรื่องสั้น ส่วนคุณภาพของแบบทดสอบพบว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 - 1.00 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.63 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.24 - 0.68 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับมีค่า 0.80, 0.83, 0.85 และ 0.88

2) การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง ทักษะพื้นฐานความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องเนื่องมาจาก ขาดทักษะในการแปลความ ไม่รู้ความหมายของคำศัพท์ ใช้คำบุพบทไม่เหมาะสมกับเวลาและสถานที่ และมีความสับสนเกี่ยวกับหน้าที่ของคำในประโยค

รัตติยา หาญธงชัย (2553) ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุวครธานี เขต 4 ได้กล่าวไว้ว่า การแปลงทางเรขาคณิตเป็นเรื่องใหม่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจและฝึกทักษะการปฏิบัติควบคู่กันไป และเพื่อเป็นการค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน สามารถตรวจสอบได้ด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งผลจะบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความบกพร่องในเรื่องใด มีสาเหตุจากอะไร การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุวครธานี เขต 4 จำนวน 400 คน จากโรงเรียน 12 โรงเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องชนิดเติมคำและแสดงวิธีทำ จำนวน 4 ฉบับ และแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ ฉบับที่ 1 เรื่องการเลื่อนขนาน ฉบับที่ 2 เรื่องการสะท้อน ฉบับที่ 3 เรื่องการหมุน ฉบับที่ 4 เรื่องการประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิต ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 และทดสอบครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างครั้งละ 100 คน เพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบ ส่วนการทดสอบครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 100 คน เพื่อหาคุณภาพ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ t - test (Independent samples)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แบบทดสอบฉบับ 1-4 มีค่าความยากง่ายข้อเป็น 0.22 - 0.60, 0.22 - 0.58, 0.25 - 0.57 และ 0.22 - 0.62 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น 0.27 - 0.81, 0.21 - 0.87,

0.26 - 0.72 และ 0.22 - 0.56 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเป็น 0.81, 0.86, 0.81 และ 0.82 ตามลำดับ สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา พบว่า แบบทดสอบทั้งสี่ฉบับเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเหมาะสม ซึ่งสามารถแยกผู้มีความบกพร่องและผู้ไม่มีความบกพร่องได้จริง 2) จุดบกพร่องทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องการเลื่อนขนาน จุดบกพร่องคือ จำสมบัติของการเลื่อนขนานผิด ไม่รู้จักความหมายของเวกเตอร์ สามารถบอกทิศทางได้ แต่ระยะทางไม่ได้ เขียนพิกัด  $(x, y)$  สลับที่กัน ใช้แกน  $X, Y$  ในการเลื่อนขนานผิด ยังไม่รู้จักการเลื่อนขนานตามพิกัด  $(x, y)$  หาพื้นที่โดยไม่ใช่สมบัติของการเลื่อนขนาน คำนวณหาพื้นที่ของรูปไม่เป็นแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 เรื่องการสะท้อน จุดบกพร่องคือ ยังจำสมบัติของการสะท้อนผิด ไม่รู้จักเส้นสมมาตร และแกนสะท้อน สร้างรูปต้นแบบผิดทำให้สะท้อนภาพผิด ใช้แกน  $X, Y$  ในการสะท้อนภาพผิด สับสนระหว่างการเลื่อนขนานกับการสะท้อน หาพื้นที่โดยไม่ใช่สมบัติของการสะท้อน อีกทั้งยังหาพื้นที่ไม่เป็น แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องการหมุน จุดบกพร่องคือ สับสนระหว่างสมบัติการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน แยกไม่ได้ หมุนภาพตามทิศทางได้แต่วัดมุมผิด หาจุดหมุนผิดเขียนคู่อันดับ  $(x, y)$  สลับที่กัน และลงพิกัดจุดผิด ไม่ใช้สมบัติการหมุนในการหาพื้นที่ แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องการประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิต จุดบกพร่องคือแยกไม่ได้ และยังสับสนและไม่ทราบว่ารูปที่กำหนดให้เป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด สับสนสมบัติการแปลงทางเรขาคณิต หาพื้นที่โดยไม่ใช่สมบัติของการแปลงทางเรขาคณิต โดยสรุป แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสี่ฉบับ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ ครูผู้สอนสามารถนำไปทดสอบเพื่อวินิจฉัยหาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

เมตตา สารมานิตย์ (2552) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 3 ฉบับ คือ Present Simple Tense, Past Simple Tense และ Present Perfect Tense และ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกนักเรียนในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในปีการศึกษา 2552 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 252 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อใช้ในการวิจัยด้วยการจับฉลากห้องเรียน การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีวิธิดำเนินการดังนี้ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็น



แบบทดสอบเติมคำตอบสั้น ๆ พร้อมระบุเหตุผลของการตอบ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปทดสอบเพื่อรวบรวมคำตอบและเหตุผลของการตอบคิด นำคำตอบ ที่ผิดของนักเรียนส่วนใหญ่ไปเป็นตัวลวงของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชา ภาษาอังกฤษที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและวิเคราะห์จุดบกพร่อง นำไปทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบ และครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบ ผลการวิจัยได้แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 3 ฉบับ คือ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 เรื่อง Present Simple Tense มีค่าความยากระหว่าง 0.66 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.36 - 0.96 2) แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 เรื่อง Past Simple Tense มีค่า ความยากระหว่าง 0.67 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.43 - 0.86 และ 3) แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 เรื่อง Present Perfect Tense มีค่าความยากระหว่าง 0.45 - 0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.61 - 0.89 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละฉบับซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน มีค่า 0.99, 0.99, และ 0.99 ตามลำดับ และแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาและ ค่าความตรงของตัวลวงและการวิเคราะห์จุดบกพร่องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตามวิธีของ โรวินลตีและแฮมเบิลตัน มีค่าเท่ากับ 1.00 เท่ากันทุกฉบับ

สุริยาพร อคุลย์พงศ์ไพศาล (2552) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มี วัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อสร้างแบบแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ วินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 และวัตถุประสงค์ข้อ 3) เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตช่วงชั้น 3 - 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพะเยา เขต 1 จำนวน 822 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ผลการศึกษาพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ จำนวน 33 ข้อ และฉบับที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 32 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา ได้ค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.86 - 1.00 ในด้านค่าความยากง่ายของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่

0.42 - 0.63 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ 0.33 - 0.88 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 และ 0.81 ตามลำดับ สำหรับคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วย ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ โครงสร้างของแบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบ คุณภาพของแบบทดสอบ เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนนและการแปลผล

สุนันทา วามะเกตุ (2552) ทำการศึกษาวินิจฉัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการอ่านจับใจความวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยพร้อมทั้งหาเกณฑ์ในการวินิจฉัยและหาข้อบกพร่องของผู้เรียนการอ่านจับใจความภาษาไทย เรื่องฉบับที่ 1 การอ่านข้อความสั้น ฉบับที่ 2 การอ่านจับใจความบทความ ข้อความ ฉบับที่ 3 การอ่านจับใจความเนื้อความที่เป็นเรื่องราว ฉบับที่ 4 การอ่านจับใจความเรื่องราวที่เป็นนิทาน ฉบับที่ 5 การแจกลูกคำและการอ่านคำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล จังหวัดสระบุรี จำนวน 380 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยด้านการอ่านจับใจความวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับที่ 1 การอ่านข้อความสั้น จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 การอ่านจับใจความบทความ ข้อความ จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 การอ่านจับใจความเนื้อความที่เป็นเรื่องราว จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 4 การอ่านจับใจความเรื่องราวที่เป็นนิทาน จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 5 การแจกลูกคำและการอ่านคำ จำนวน 10 ข้อ ผลการศึกษามีดังนี้

- 1) ค่าความยากของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.74 - 0.83 ตามลำดับและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.37 - 0.54
- 2) ค่าความเที่ยงตรงทั้ง 5 ฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1
- 3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.69 - 0.83 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.37 - 0.61 และความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.87 - 0.89 จำแนกเป็นรายฉบับได้ ดังนี้ ฉบับที่ 1 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.74 ถึง 0.81 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.49 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 ฉบับที่ 2 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.73 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.49 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 ฉบับที่ 3 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.73 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.51 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 ฉบับที่ 4 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.73 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.52 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 ฉบับที่ 5 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.74 ถึง 0.83 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.54 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89
- 4) ผลการวิเคราะห์ความบกพร่องทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องความบกพร่องในการอ่านจับใจความ วิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรียงจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้ ฉบับที่ 5 ฉบับที่ 2

ฉบับที่ 1 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 3 ได้แก่ 4.1) ฉบับที่ 5 การอ่านแจกลูกคำและการอ่านคำข้อยที่พบมากที่สุดคือ ไม่เข้าใจการแจกลูกคำและที่พบน้อยที่สุดคือ ไม่เข้าใจอักษรควบกล้ำ 4.2) ฉบับที่ 2 การอ่านข้อความข้อยที่พบมากที่สุด คือการจับประเด็นไม่ได้และที่พบน้อยที่สุดคือ ดีความไม่ได้ 4.3) ฉบับที่ 1 การอ่านข้อความสั้น ข้อยที่พบมากที่สุด คือการตีความหมายไม่ได้และที่พบน้อยที่สุดคือ ไม่เข้าใจการเปรียบเทียบ 4.4) ฉบับที่ 4 การอ่านข้อความ ข้อยที่พบมากที่สุด คือไม่เข้าใจเนื้อความและพบน้อยที่สุดคือ วิเคราะห์ความหมายไม่ได้ 4.5) ฉบับที่ 3 การอ่านข้อความ ข้อยที่พบมากที่สุดคือ การจับประเด็นไม่ได้ และที่พบน้อยที่สุดคือ ไม่เข้าใจคำนาม

บัวเรียว เม็ดจันทิก (2552) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 การศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อค้นหาสาเหตุความบกพร่องของนักเรียนในการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จังหวัดเพชรบูรณ์ มีจำนวน 447 คน โดยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิสองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่และร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำภาษาไทยจำนวน 6 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่มีอักษรควบกล้ำ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่มีตัวสะกดตรงและไม่ตรงตามมาตรา ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่ใช้ รร (ร หัน) ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่ประวิสรรชนีย์และไม่ประวิสรรชนีย์ ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่มีเครื่องหมายทัณฑฆาต และฉบับที่ 6 แบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำที่ไม่ออกเสียงพยัญชนะและสระ ส่วนคุณภาพของแบบทดสอบพบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ปรากฏว่าข้อสอบแต่ละข้อในจุดประสงค์เดียวกันสามารถวัดจุดประสงค์เดียวกันจริง ส่วนค่าความยากง่ายของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 0.34-0.80 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.21 - 0.78 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเรียงลำดับ ดังนี้ 0.78 0.65 0.71 0.73 0.65 และ 0.85 ด้านการค้นหาสาเหตุความบกพร่องของนักเรียนในการเขียนสะกดคำภาษาไทย พบว่า มีสาเหตุความบกพร่อง ดังนี้ ออกเสียงผิด ไม่รู้หลักภาษาไทย ใช้แนวเทียบผิด ไม่ทราบความหมายของคำและจำรูปคำผิด

มณูชูปริยา แจ็งกล้า (2551) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สาระ

ที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ เรื่อง พื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน และเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และอำนาจจำแนก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในศูนย์เครือข่ายที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 19 โรงเรียน จำนวน 100 คน ได้มาโดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) โดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นผู้คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน อยู่ในเกณฑ์ต่ำ 5 อันดับท้ายสุดของห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 1 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ และสาระสำคัญของจำนวนและการดำเนินการแล้วกำหนดเป็น โครงสร้างของแบบทดสอบขึ้นแบบทดสอบวินิจฉัยสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ เรื่อง พื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบผิด นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนแล้วนำผลการทดสอบมารวบรวมคำตอบผิด และวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของคำตอบผิดนั้น คัดเลือกแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งปรากฏว่าคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดทั้ง 3 คำตอบ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบ เพื่อใช้เป็นตัวลงใน การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งปรากฏว่าคำตอบที่นักเรียนตอบผิดทั้ง 3 คำตอบ ของข้อสอบแต่ละข้อสามารถชี้จุดบกพร่องของนักเรียนได้ คุณภาพของแบบทดสอบเป็นดังนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ เรื่อง พื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งหาโดยใช้สูตร KR20 ของคูสเตอร์ ริชาร์ดสัน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบมี 1) ค่าความเชื่อมั่น 0.87 2) ค่าความเที่ยงตรง โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 0.80 - 1.00 3) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายตามเกณฑ์ คืออยู่ระหว่าง 0.24 - 0.79 4) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ คืออยู่ระหว่าง 0.18 - 0.74 ร้อยละของการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ เรื่อง พื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนพบว่าตอบผิดมากที่สุด ในเรื่องของสระเพร่าไม่รอบคอบคิดเป็นร้อยละ 60.00 ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องระบบจำนวน คิดเป็นร้อยละ 13.75 และนำตัวเลขที่ให้มาตอบคิดเป็นร้อยละ 1.25 ตามลำดับ

รัชสิรินทร์ ศรีจันทร์แจ่ม (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียนภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศูรินทร์ เขต 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ

การอ่านและการเขียนภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสุรินทร์ เขต 3 และ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและ การเขียนภาษาไทย กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสุรินทร์ เขต 3 จำนวน 809 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ การอ่านและการเขียนภาษาไทย สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผลการวิจัย พบว่า 1) แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาไทย ประกอบด้วย 9 เรื่อง ได้แก่ การอ่านคำที่มีตัวการ์นต์ อักษรควบ อักษรนำ การอ่านผันวรรณยุกต์ คำอักษรย่อ เครื่องหมายวรรคตอน การอ่านบทร้อยแก้วและบทร้อยกรอง การอ่านสำนวน โวหาร และการเปรียบเทียบ และการอ่านจับใจความสำคัญของเรื่องที่อ่าน แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ การเขียนภาษาไทย ประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ การเขียนสะกดคำ การเลือกใช้คำเขียนประโยคและ เรื่องราว การเขียนข้อความ และการเขียนเรียงความ และ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่าน ภาษาไทย มีความตรงอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ความยากรายข้ออยู่ระหว่าง 0.50 - 0.79 อำนาจจำแนก รายข้ออยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 และความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.80 - 0.94 และแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ การเขียนภาษาไทย มีความตรงอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ความยากรายข้ออยู่ระหว่าง 0.50 - 0.79 อำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.26 - 0.68 และความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.84 - 0.94

จันทิมา ญาติบำรุง (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการ เรียนคณิตศาสตร์สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 และหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ที่สร้างขึ้นในเครื่องความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 2 จำนวน 143 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง มีขั้นตอนดังนี้ 1) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง 2) สร้างแบบทดสอบเพื่อ สืบรวจข้อบกพร่องแบบแสดงวิธีทำตามกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อรวบรวมข้อบกพร่องในการเรียน คณิตศาสตร์ 3) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยรวบรวม ข้อบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นข้อมูลในการสร้างตัวลง 4) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนตรวจสอบ จากนั้นทำการแก้ไข แบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 5) นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไปทดลองใช้

กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ โดยวิเคราะห์หาความยากและอำนาจจำแนก และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบรายฉบับ โดยวิเคราะห์หาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ผลการวิจัยสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่สร้างขึ้นทั้งสองฉบับมีคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้ แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องจำนวนจริง มีข้อสอบ 51 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.66 - 0.73 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 - 0.55 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ มีข้อสอบ 27 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.72 - 0.78 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 - 0.45 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 นอกจากนี้พบว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีความตรงตามเนื้อหา

วิศา ช่อนจำ (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการที่มีคุณภาพ จำนวน 3 ฉบับ คือ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการที่มีคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 226 คน ของปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน การดำเนินการสร้างแบบทดสอบเริ่มจากการสร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและให้แสดงวิธีทำเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวเลือกแล้วนำไปทดสอบ 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.31 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20 - 0.56 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบ โนเมียลมีค่า 0.871, 0.62 และ 0.67 ตามลำดับ สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบมีค่า 15, 4 และ 7 ตามลำดับ

อุบลวรรณ อ่อนตะวัน (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง สมการและการแก้สมการในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การคูณและการหาร 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การคูณและการหาร สำหรับนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 1,510 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น จำนวน 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 พื้นฐานโภชนาการ การดูแลและพื้นฐานโภชนาการอาหาร ฉบับที่ 2 โภชนาการการดูแล ฉบับที่ 3 โภชนาการอาหาร และฉบับที่ 4 โภชนาการระคน ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย คือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ซึ่งเป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำและบอกเหตุผลในการตอบ โดยสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วนำไปทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องของการแก้ไขโภชนาการ เรื่อง การดูแลและการอาหารและรวบรวมคำตอบที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรก มาใช้เป็นตัวลงในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ และนำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก การทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเชื่อถือได้และคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัย โดยการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีประเพณีนิยม ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 พื้นฐาน โภชนาการการดูแลและพื้นฐาน โภชนาการอาหาร ประกอบด้วย ตอนที่ 1 พื้นฐานโภชนาการการดูแล จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 พื้นฐาน โภชนาการอาหาร จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 โภชนาการการดูแล จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 โภชนาการอาหาร จำนวน 10 ข้อ และฉบับที่ 4 โภชนาการระคน จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 50 ข้อ และความบกพร่องมากที่สุด คือ สับสนในวิธีการหรือขั้นตอนการอาหาร คิดเป็นร้อยละ 43.33 รองลงมาคือ ใช้วิธีการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบที่ผิด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาตามลำดับ คือ การบวกตัวทศมิต คิดเป็นร้อยละ 30.30 คุณลักษณะไม่ครบทุกหลักและสับสนเกี่ยวกับประโยชน์สัญลักษณ์ คิดเป็นร้อยละ 26.67 2) คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย มีรายละเอียด ดังนี้ 2.1) ค่าความเชื่อถือได้ อำนาจจำแนก และค่าความยาก ของแต่ละฉบับ ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อถือได้ .83 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.76 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.44 ถึง 0.92 ฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อถือได้ 0.89 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.76 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.67 ฉบับที่ 3 มีค่าความเชื่อถือได้ 0.91 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.76 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.88 ฉบับที่ 4 มีค่าความเชื่อถือได้ 0.77 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.41 ถึง 0.68 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43 ถึง 0.79 2.2) ค่าความแม่นยำเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ 4 ฉบับ พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านวัดผล พบว่า มีค่า 1.00 ทุกข้อทุกฉบับ ถือได้ว่า

แบบทดสอบวินิจฉัยมีความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหา 2.3) คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 18, 8, 8 และ 8 ตามลำดับ

จตุพร แสนเมืองชิน (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 การศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 4 ฉบับ คืออัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน สัดส่วนและร้อยละ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวน 846 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi - stage random sampling) วิธิตำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ได้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อปรับปรุง การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และการทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.64 ความเชื่อมั่น โดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.71 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.02 ถึง 0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02 ถึง 0.75 ความเชื่อมั่น โดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.74 แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.17 ถึง 0.61 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.67 ความเชื่อมั่น โดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.87 แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีข้อสอบจำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.11 ถึง 0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.07 ถึง 0.74 ความเชื่อมั่น โดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.61 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดเรื่องอัตราส่วนและร้อยละได้จริง และสามารถแยกผู้ที่มีความบกพร่องและผู้ที่ไม่มีความบกพร่องได้จริง ข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละข้อที่นักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือ การคิดคำนวณที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละระหว่างโรงเรียนสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ขยายโอกาส) กับโรงเรียนสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ญาณัจฉรา สุกแท้ (2551) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวินิจฉัยทางการเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนและบ่งชี้ได้ว่า



ผู้เรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด มีสาเหตุจากอะไร เพื่อประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาขอนแก่นเขต 2 จำนวน 540 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีสี่ฉบับ คือ แบบทดสอบ เรื่อง ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดของรูปเรขาคณิต สามมิติ ภาพที่ได้จากการมองด้านต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ และรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้น จากลูกบาศก์ ซึ่งได้สร้างมาจากการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แบบเดิมคำตอบและแสดงวิธีทำ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบสามครั้ง ครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สองเพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบ ส่วนครั้งที่สามเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับมีค่าความยากเป็น 0.23 - 0.72, 0.34 - 0.70, 0.38 - 0.74 และ 0.43 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.41 - 0.79, 0.35 - 0.79, 0.35 - 0.65 และ 0.38 - 0.68 และค่าความเชื่อมั่นคำนวณ โดยวิธีของลิวิสตันมีค่าเป็น 0.74, 0.77, 0.85 และ 0.90 ตามลำดับ สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ผลปรากฏว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดในเรื่องนั้นได้จริง

อุบล มีสิมมา (2551) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศงขลา เขต 1 คณิตศาสตร์เป็น วิชาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถต่าง ๆ ไปใช้ แก้ปัญหา และตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล แต่ที่ผ่านมาพบว่า ผู้เรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลในการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากการที่ ครูผู้สอนไม่ทราบสาเหตุของการไม่เข้าใจนั้น การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและ เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยที่ สร้างขึ้นด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนขยายโอกาสสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศงขลา เขต 1 จำนวน 520 คน จาก โรงเรียน 19 โรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้

ในการวิจัย ได้แก่แบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวินิจฉัยการบวกลบ คูณ การเศษส่วน ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยโจทย์ปัญหาเศษส่วน ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวินิจฉัยความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวินิจฉัยการบวกลบ คูณ การทศนิยม และฉบับที่ 5 แบบทดสอบวินิจฉัยโจทย์ปัญหาทศนิยม ทำการทดลองใช้เครื่องมือ 3 ครั้งทดลองครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ส่วนการทดลองครั้งที่ 3 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้การทดลองครั้งที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.18 ถึง 0.68 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.09 ถึง 0.59 การทดลองครั้งที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.09 ถึง 0.83 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.11 ถึง 0.74 และการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.81 แสดงผลการวิเคราะห์รายฉบับดังนี้แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.61 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.74 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.62 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.78 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.56 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.63 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.65 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.81 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.78 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 5 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.54 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.76 แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งห้าฉบับมีค่าเฉลี่ยของความยากอยู่ที่ 0.43 , 0.45 , 0.44 , 0.46 และ 0.41 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่า 0.20 ถึง 0.81 สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหานั้น ข้อสอบสามารถวินิจฉัยได้จริงโดยสรุป แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพดีสามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียน และผู้สอนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคลได้

สุพรรณม วิระสอน (2551) การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ของโรงเรียนที่เปิดสอนช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 520 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 4 ฉบับ คือแบบทดสอบเรื่องทบทวนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่องอสมการ

เชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งได้สร้างมาจากแบบทดสอบเพื่อการสำรวจแบบเติมคำ และแสดงวิธีทำที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดสอบสามครั้ง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบ ส่วนการทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าความยากของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.30 - 0.91 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 - 0.76 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.95 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีข้อสอบจำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.51 - 0.84 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34 - 0.75 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.88 แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.57 - 0.76 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.04 - 0.75 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.85 แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42 - 0.86 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 - 0.65 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวิสตันเท่ากับ 0.81 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจำนวน 6 คน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถวัดเรื่องอสมการ ได้จริง โดยสรุป การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 เป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์หาข้อบกพร่องของผู้เรียนให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และเป็นพื้นฐานในการเรียนชั้นสูงต่อไป

อมรรัตน์ สร้อยสังวาลย์ (2551) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะ โดยใช้คอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ 1) เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัย โดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประเมินสถานะความรู้และแบบการคิดที่ผิด เรื่อง การบวกลบเศษส่วน 2) เพื่อศึกษาคุณภาพของวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น และ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนและนักเรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6) รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผล การดำเนินการวิจัย

มี 4 ระยะ ได้แก่ 1) การพัฒนาชุดของข้อสอบ แบบทดสอบแบบเขียนตอบบนกระดาษคำตอบและคลังข้อสอบ 2) การพัฒนาชุดของข้อสอบและ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประเมินเชิงวินิจฉัย 3) การประเมินเชิงวินิจฉัยสถานะความรู้และแบบการคิดที่คิดในการบวกลบเศษส่วน และ 4) การศึกษาคุณภาพและความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า วิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแนวคิดทฤษฎีทางพุทธิปัญญาและทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ในการประเมินเชิงวินิจฉัยทางการศึกษาได้อย่างมีคุณภาพ โดยให้ผลการประเมินเชิงวินิจฉัยสถานะความรู้และแบบการคิดที่คิดที่มีความเที่ยงและความตรง รวมทั้งมีจำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ในการทดสอบไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพตามเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจว่ารอบรู้ที่แตกต่าง พบว่า มีความเที่ยง ความตรงและจำนวนข้อสอบที่ใช้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีจำนวนเวลาที่ใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น พบว่า ทั้งครูและนักเรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน โดยเห็นว่า วิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้ได้ไม่ยาก มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สูง ผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับประโยชน์จากการประเมินมาก ผู้ใช้ชอบและเลือกที่จะได้รับการประเมินหรือใช้วิธีการประเมินที่พัฒนาขึ้นมากกว่าการประเมิน โดยใช้การเขียนตอบบนกระดาษคำตอบแบบดั้งเดิม

ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ์ (2550) เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ 2) หาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ 3) วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 7 จำนวน 380 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 8 ฉบับ วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์โดยวิธีลิฟวิงสตัน (Livingston) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ผลการวิจัย 1) แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการคูณ ฉบับที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาร ฉบับที่ 3 โจทย์การคูณ ฉบับที่ 4 โจทย์

การหาร ฉบับที่ 5 โจทย์การคูณการหารระคน ฉบับที่ 6 โจทย์ปัญหาการคูณ ฉบับที่ 7 โจทย์ปัญหาการหารและฉบับที่ 8 โจทย์ปัญหาการคูณการหารระคน 2) แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ ทั้ง 8 ฉบับมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.69 - 0.83 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.37 - 0.61 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีค่าตั้งแต่ 0.87 - 0.89 3) สาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ มีดังนี้ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการคูณ ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ ไม่เข้าใจหลักการคูณและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ การนำจำนวนมาบวกกัน ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาร ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ ท่องสูตรคูณผัดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ลืมนำตัวเศษมาตอบหรือตอบเฉพาะตัวเศษ โจทย์การคูณ ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ คูณเลขตั้งแต่หลักสิบผัดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ไม่นำผลคูณของแต่ละหลักมาบวกกัน โจทย์การหาร ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด คือ ท่องสูตรคูณผัดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ลืมนำตัวเศษมาตอบหรือตอบเฉพาะตัวเศษ โจทย์การคูณการหารระคน ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ หารผัดพลาดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ คำนวณผัดขั้นตอน โจทย์ปัญหาการคูณ ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ คูณเลขตั้งแต่หลักสิบผัดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ลืมตัวทศหรือทศตัวผัด โจทย์ปัญหาการหาร ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ ท่องสูตรคูณผัดและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ใช้ตัวหารผัด โจทย์ปัญหาการคูณการหารระคน ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ คำนวณผัดขั้นตอนและข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ คูณผัดพลาด

เพียงเพ็ญ นามวงศ์ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษเขต 1 แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องบทประยุกต์ เป็นการค้นหว่านักเรียนไม่เข้าใจส่วนใดของเนื้อหา ซึ่งช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตรงเป้ายิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ที่สร้างขึ้น โดยการหาค่าความเที่ยงตรง ค่าความยาก

ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น และเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 430 คน จากโรงเรียน 11 โรง ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage

random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ฉบับที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ใช้ทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบไว้ ทดสอบครั้งที่ 2 ฉบับที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ใช้ทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบไว้ ทดสอบครั้งที่ 3 และฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ใช้ทดสอบเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ เพื่อการสำรวจจุดบกพร่อง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินด้วย แบบประเมินความสอดคล้องตามวิธีของ โรวินลตี และแฮมเบิลตัน ซึ่งผลการประเมิน ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ให้คะแนนข้อสอบทั้ง 3 ฉบับ ๆ ละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 ทั้ง 30 ข้อ ดังนั้นข้อสอบที่สร้างขึ้น จึงสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และครอบคลุม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาในหลักสูตร ได้จริง 2. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ปรากฏผลดังนี้ 2.1 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย สอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 20 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.12 ถึง 0.71 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.14 ถึง 0.85 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.51 แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 20 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.10 ถึง 0.69 ค่าอำนาจ จำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.72 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 20 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.12 ถึง 0.62 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.16 ถึง 0.68 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.64 2.2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย สอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.47 ถึง 0.71 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.47 ถึง 0.83 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.67 ค่าอำนาจจำแนกมีค่า ตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.69 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 15 ข้อ ความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.12 ถึง 0.64 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.10 ถึง 0.68 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 2.3 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย สอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 15 ข้อ ความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.46 ถึง 0.66 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.56 ถึง 0.70 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 คะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 9.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.84 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 10 คะแนน แบบทดสอบฉบับ ที่ 2 จำนวน 15 ข้อ ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.46 ถึง 0.65 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.75 ค่าความเชื่อมั่น 0.92 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.02 คะแนนจุดตัด เท่ากับ 11 คะแนน และแบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.56 อำนาจ จำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.56 ถึง 0.72 ค่าความเชื่อมั่น 0.76 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน 4.56 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 6 คะแนน 3. ผลการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของแบบทดสอบ วินิจฉัยจากการสอบครั้งที่ 3 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหา การคูณ การหาร ร้อยละ

นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจและไม่มีการบวนการคิด รองลงมาคือ แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ และการคูณการหารไม่ถูกต้อง แบบทดสอบฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการซื้อการขาย กำไรหรือขาย นักเรียนมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ การคูณ การเลขไม่ถูกต้อง และไม่มีกระบวนการคิดในการ แก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการซื้อ การขายที่มากกว่า 1 ครั้ง นักเรียนมีความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ ไม่มีความรู้และไม่มีการบวนการคิด และการคูณการหารเลขไม่ถูกต้อง โดยสรุป แบบทดสอบวินิจฉัย ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ทั้ง 3 ฉบับ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ ครูผู้สอน สามารถนำไปทดสอบเพื่อวินิจฉัยหาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างหรือพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยในประเทศไทย ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การวินิจฉัยทางการศึกษาขังจำกัดอยู่เฉพาะในลักษณะวิทยานิพนธ์ ซึ่งเน้นการสร้างหรือการพัฒนาแบบทดสอบเชิงวินิจฉัยมากกว่าการใช้รูปแบบและวิธีการอื่น ๆ

## 2. งานวิจัยในต่างประเทศ

### งานวิจัยต่างประเทศ

Treagust (1988, pp. 159 - 169) ได้พัฒนาและใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อใช้วัดความเข้าใจ ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย 2 ชุด ชุดที่ 1 ใช้วัดความเข้าใจในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนระดับ 11 และระดับ 12 จำนวน 317 คน ชุดที่ 2 วัดความเข้าใจในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ ของนักเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 441 คน โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสรุปได้ 3 ขั้นตอน

- 1) เลือกเนื้อหาที่จะสอบ
- 2) ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อน ในเนื้อหาที่จะสอบ
- 3) นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาและสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยโดยสร้างเป็นแบบเลือกตอบ ผลปรากฏว่าในวิชาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจเรื่อง แรงภายในโมเลกุลและแรงระหว่างโมเลกุล ส่วนในวิชาชีววิทยา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเรื่อง กระบวนการหายใจ

Wilson (1988, pp. 55 - A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตนเองและชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาวิชาชีพ วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อกำหนดคุณลักษณะของ นักศึกษาในสาขาอาชีพ ในโรงเรียนอาชีวศึกษาของรัฐ ในรัฐ Kentucky และพัฒนาเครื่องมือ คณิตศาสตร์และชุดการฝึกในการช่วยให้นักศึกษาเกิดความเชี่ยวชาญทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในวิชา คณิตศาสตร์โดยได้สร้างคลังข้อสอบขึ้น เพื่อวัดแต่ละทักษะและนำไปใช้กับนักเรียนโรงเรียน รัฐบาล ประมาณ 500 คน จากระดับ 4 ถึงระดับ 8 ข้อคำถามแต่ละตอนในคลังข้อสอบต้องมีค่า เท่ากับเชิงสถิติ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิกในการสุ่มเลือกและจำแนกเครื่องมือเชิงวินิจฉัย

และโปรแกรมสำหรับการฝึกที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเครื่องมือวินิจฉัยที่สุ่มได้จำแนกเป็น 3 แบบ และนำไปทดสอบนักศึกษาจำนวน 100 คนจาก 20 โรงเรียน เพื่อหาเกณฑ์ปกติ และความเที่ยงตรงของข้อสอบ เครื่องมือเชิงวินิจฉัยนี้แสดงให้เห็นค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงมาก ค่าความเชื่อมั่นโดยเฉลี่ย .95 จากการใช้แบบทดสอบทั้ง 3 แบบ การหาเกณฑ์ปกติไม่มีค่าแตกต่างกันระหว่างค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนดิบของแบบทดสอบทั้ง 3 แบบ พบว่าคะแนนเปอร์เซนไทล์ที่ 67 เป็นเกณฑ์ปกติ

Kopsovich (2003, pp 3100 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนของนักเรียน กับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ในการทดสอบทักษะความรู้ในรัฐเท็กซัส โดยมีความมุ่งหมายเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนของนักเรียน ส่งผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ในการสอบทักษะความรู้ในรัฐเท็กซัสอย่างไร โดยคำถามการวิจัยได้แก่ 1) มีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่และ 2) มีความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ เพศ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน 5 ระดับ จำนวน 500 คน วิเคราะห์ข้อมูลตามแบบเพียร์สันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะการเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีชาติพันธุ์ตะวันตก มีความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ยู่ยาก นักเรียนชาติพันธุ์เม็กซิกันชอบบรรยากาศการเรียนที่เป็นกันเองและต้องการเอาใจใส่จากผู้สอน ส่วนนักเรียนอเมริกันนิโกรชอบการเรียนแบบเคลื่อนไหว นักเรียนหญิงนักเรียนชายชอบบรรยากาศการเรียนที่สวงาม ต้องการอาหาร เครื่องดื่ม ต้องการความสำเร็จ ต้องการสนับสนุนจากครูและผู้ปกครอง แต่นักเรียนชาย เข้าเรียนสาย ข้อเสนอแนะก็คือถ้าครูมีข้อมูลข้างต้นก็จะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Graham (1998, pp. 4957 - A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการหาคุณภาพของระดับความสามารถในการปฏิบัติและรูปแบบความบกพร่องของแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน โดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 50 คน ผู้วิจัยได้ศึกษาชุดขั้นตอนคณิตศาสตร์ที่จะให้คำตอบในการแก้ปัญหาหลายชุด และรูปแบบของความคลาดเคลื่อนซึ่งพบว่าความคลาดเคลื่อน 5 รูปแบบได้รับการวินิจฉัยสำเร็จ โดยใช้แบบทดสอบจากคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวินิจฉัย และระบุปัญหาในแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยจะยากกว่าปัญหาในแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์ก็จะตอบเสร็จก็ใช้เวลานานกว่าเมื่อเทียบกับแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศสรุปได้ว่าต่างประเทศให้ความสนใจในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทุกสาขาวิชา เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา



มีทั้งแบบทดสอบวินิจฉัย แบบทดสอบวัดความสามารถ แบบทดสอบเพื่อสำรวจ และการอภิปรายกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ระหว่าง 50 - 716 คน ในส่วนของคุณภาพเครื่องมือพบว่า ค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38 - 0.90 และผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความบกพร่องทางการเรียน แสดงให้เห็นว่าความบกพร่องทางการเรียนสามารถเกิดขึ้นได้กับการเรียนทุกสาขาวิชา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างหรือการพัฒนาแบบทดสอบเชิงวินิจฉัย ส่วนใหญ่ใช้ชื่อเรื่องว่า “การสร้างหรือการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย” รายละเอียดเป็นการสร้างหรือการพัฒนาแบบทดสอบ ส่วนใหญ่เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (62.97 %) รองลงมาเป็นวิชาภาษาไทย (14.81 %) ส่วนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษมีจำนวนเท่ากัน (11.11 %) การสร้างหรือพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเนื้อหาย่อยในแต่ละระดับชั้น มีจุดประสงค์เพื่อสร้างหรือพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพและสามารถทราบข้อบกพร่องในเนื้อหานั้น ๆ มีส่วนน้อยที่มีการสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยร่วมด้วย พบว่า ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาในอัตราส่วนร้อยละที่ใกล้เคียงกัน แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นส่วนใหญ่มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสำรวจข้อบกพร่อง วิธีการที่ใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ แบบอัตนัยและแบบเติมคำ ส่วนใหญ่ใช้แบบทดสอบเพียง 1 ฉบับ แต่ละฉบับมีจำนวนข้อแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่ใช้ในการวินิจฉัย ขั้นตอนที่ 2 เป็นการหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยและนำไปใช้ทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง วิธีการที่ใช้ส่วนใหญ่ ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ส่วนใหญ่ใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่าแบบทดสอบที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นสามารถใช้ในการวินิจฉัยได้จริง โดยมีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงและความตรงของข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องมือประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic  
Assessment: CDA) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ
4. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่  
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 50 โรงเรียน จำนวน 15,567 คน (สำนักงาน  
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18, 2557)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่  
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 โรงเรียน จำนวน 890 คน แบ่งกลุ่ม  
ตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างสำหรับสำรวจรูปแบบการตอบเกี่ยวกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์ จำนวน  
200 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาใน  
จังหวัดชลบุรีที่ไม่มีนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ ขนาดกลางและ  
ขนาดเล็ก และเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน
2. กลุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีจำนวน 300 คน โดยแบ่งออกเป็น  
2 กลุ่ม ดังนี้
  - 2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 จำนวน 150 คน ใช้วิเคราะห์  
คุณภาพของเครื่องมือด้านอำนาจจำแนก ความยากง่าย และจุดบกพร่องของแบบทดสอบวินิจัย  
แล้วคัดเลือกข้อที่อยู่ในเกณฑ์ดีไว้และทำการปรับปรุงข้อที่มีอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายที่ไม่  
เป็นไปตามเกณฑ์

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 จำนวน 150 คน ใช้วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือด้านอำนาจจำแนก ความยากง่าย จุดบกพร่อง และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วคัดเลือกข้อที่อยู่ในเกณฑ์ดีไว้และทำการปรับปรุงข้อที่มีอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ ใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) ตามขนาดของโรงเรียน คือ ขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ ได้จำนวน 6 โรงเรียน โรงเรียนละ 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มสำหรับตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือครั้งที่ 1 จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 150 คน และครั้งที่ 2 จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 150 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ จำนวน 390 คน คำนวณจากสูตรของ Yamane ที่ระดับความเที่ยง 95% โดยที่ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้เท่ากับ  $\pm 5\%$

ขั้นตอนการสุ่ม ดำเนินการดังนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ใช้อำเภอเป็นหน่วยการสุ่มอย่างง่าย ใช้เกณฑ์ 50% ได้ 10 อำเภอ

3.2 ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนของแต่ละอำเภอออกเป็น 4 ขนาด โดยใช้จำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัชฌิมศึกษา เขต 18, 2557) ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียน 1 - 499 คน

โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียน 500 - 1,499 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียน 1,500 - 2,499 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป

3.3 ขั้นที่ 3 ใช้ขนาดโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ดังนี้

3.3.1 ขนาดใหญ่พิเศษ ร้อยละ 47.51 ได้กลุ่มตัวอย่าง 185 คน

3.3.2 ขนาดใหญ่ ร้อยละ 26.86 ได้กลุ่มตัวอย่าง 105 คน

3.3.3 ขนาดกลาง ร้อยละ 23.84 ได้กลุ่มตัวอย่าง 93 คน

3.3.4 ขนาดเล็ก ร้อยละ 1.79 ได้กลุ่มตัวอย่าง 7 คน

จำแนกกลุ่มตัวอย่างได้ดังตารางที่ 3 - 1

ตารางที่ 3 - 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	การทดลองใช้		เก็บจริง
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
ขนาดเล็ก	หนองรีมมงคลสุขสวัสดิ์		50	
	ผินแจ่มวิชาสอน			7
ขนาดกลาง	อ่างศิลาพิทยาคม		50	
	ทุ่งสุขลาพิทยา “กรุงเทพฯนคราหะห์”	50		
	สุรศักดิ์วิทยาคม			25
	บึงศรีราชาพิทยาคม			25
	สวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี			23
	นิคมพัฒนา			20
	บ้านสวน (จันอนุสรณ์)			53
ขนาดใหญ่	บางละมุง	50		
	ปลวกแดงพิทยาคม			52
	สิงห์สมุทร			90
ขนาดใหญ่พิเศษ	โพธิ์สามพันพิทยาคาร			95
	ศรีราชา	50		
	มาบตาพุดพันพิทยาคาร		50	
	รวม	150	150	390

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ ตัวเลือกในแต่ละข้อได้มาจากผลการสำรวจรูปแบบการตอบด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ สำหรับตัวลวงนำมาจากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด รายละเอียดของแบบประเมินวินิจฉัยมีดังนี้

1. แบบทดสอบปลายเปิดเพื่อสำรวจสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดปลายเปิด โดยให้นักเรียนเขียนเติมคำตอบเพื่อรวบรวมคำตอบผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่ได้ในแต่ละขั้นคอนการคิดของนักเรียน ซึ่งแบบทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues หรือ ISI) ให้นักเรียนเติมคำตอบ แสดงเหตุผล จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 3 เรื่องย่อยคือ

1.1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 10 ข้อ

คำถามเพื่อสำรวจสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา/คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

1.1.2 ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้คำสำคัญสำหรับการค้นคว้า) จำนวน 10 ข้อ

ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญ สำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าต้องใช้สาระ ข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในคำถาม/ปัญหาที่กำหนดให้ นั้น นักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้าง ใช้ข้อมูลใดหรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใด เพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูก

1.1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอะไร จะต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และจะต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

1.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) ให้นักเรียนเติมคำตอบ แสดงเหตุผล จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 3 เรื่องย่อยคือ

1.2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยานจำนวน 10 ข้อ

1.2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 10 ข้อ

1.2.3 ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใด ที่สมเหตุสมผลจำนวน 10 ข้อ

นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้ โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับ สถานการณ์หนึ่ง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการบรรยาย และตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือ พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น เช่นในสถานการณ์ที่มีคดีฆาตกรรมและมีการตรวจ DNA ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ มาระบุว่าคำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น

1.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) ให้นักเรียนเติมคำตอบ แสดงเหตุผล จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 3 เรื่องย่อยคือ

1.3.1 ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

1.3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป จำนวน 10 ข้อ

1.3.3 สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม จำนวน 10 ข้อ

นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้ โดยแสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูล หลักฐานใด จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล รongรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป หรือการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างข้อโต้แย้งสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์ พยานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์ห้วิจารณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้ วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้น ได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือ ประจักษ์พยานมาแล้ว ให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่มี หรืออาจจะให้ นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิวิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยสื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้าง คำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจน ให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้ การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในข้อนี้จะวัดว่า นักเรียนแสดงว่ามีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรือ

อาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้น ๆ

2. แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 90 ข้อ กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามจะเป็นคำถามที่ได้จากแบบทดสอบสำรวจ ตัวลวงสังเคราะห์จากคำตอบผิดและความเข้าใจผิดที่ได้รวบรวมจากคำตอบผิดของแบบทดสอบสำรวจ ทำให้สามารถบอกสาเหตุในการตอบในแต่ละตัวลวง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการตอบของนักเรียนได้ แบบทดสอบวินิจฉัยมีจำนวน 1 ฉบับดังนี้

2.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ได้แก่

2.1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 ระบุได้ว่าต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)

2.1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ

2.2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน

2.2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

2.3.1 ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป

2.3.3 สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ตารางที่ 3 - 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะวิทยาศาสตร์และจำนวนแบบประเมินวินิจฉัย  
สมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมิน  
วินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	
	หน้าหลัก	แบบประเมิน วินิจฉัย
I. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues หรือ ISI)	10	
1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์		10
1.2 ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)		10
1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์		10
<b>รวมสมรรถนะที่ 1</b>		<b>30</b>
2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS)	10	
2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับประจักษ์พยาน		10
2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์		10
2.3 ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล		10
<b>รวมสมรรถนะที่ 2</b>		<b>30</b>

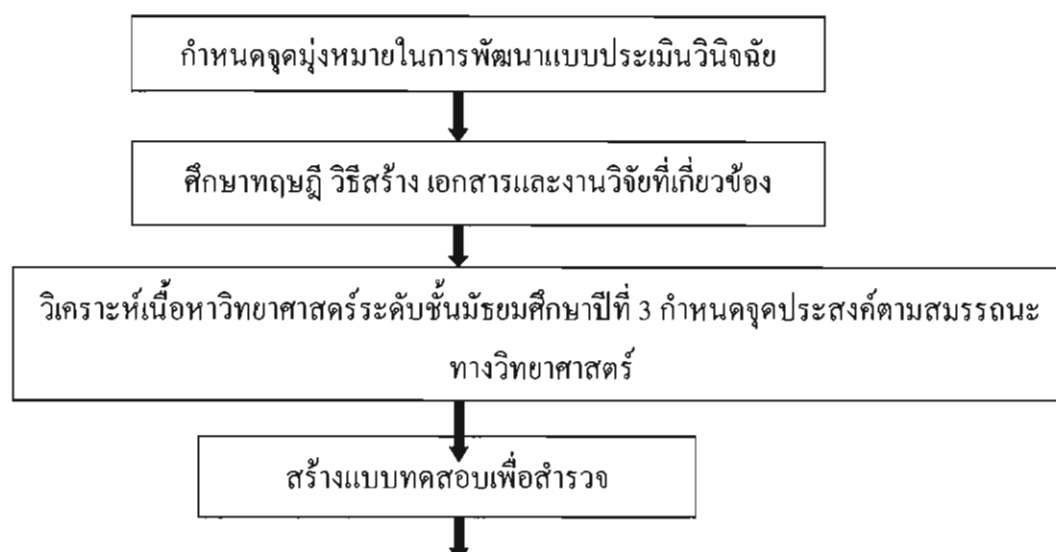


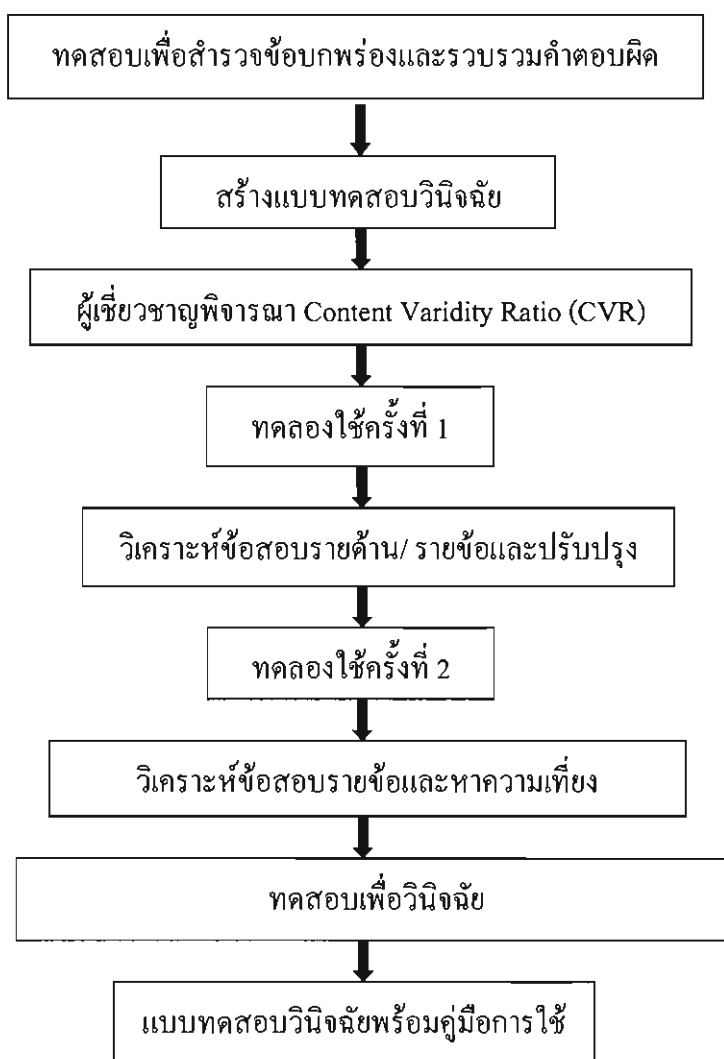
ตารางที่ 3 - 2 (ต่อ)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	
	หน้าหนัก	แบบประเมิน วินิจฉัย
3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)	10	
3.1 ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์		10
3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป		10
3.3 สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม		10
<b>รวมสมรรถนะที่ 3</b>		<b>30</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>30</b>	<b>90</b>

### ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ

ในการพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพ





ภาพที่ 3 - 1 ลำดับขั้นการพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) รายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA)
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย และแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA)

3. วิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำนบทความวิทยาศาสตร์หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปลายเปิด โดยสร้างให้สอดคล้องกับสมรรถนะวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ในข้อ 3 ประกอบด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ จำนวน 1 ฉบับ รวม 90 ข้อ

5. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องมือจำนวน 200 คน วิเคราะห์คำตอบผิดของนักเรียนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

6. สร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ ซึ่งคัดแปลงมาจากแบบทดสอบสำรวจ และตัวลวง นำมาจากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด จากนั้นนำแบบประเมินวินิจฉัยไปหาอัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio: CVR) ตามสูตรของลอว์ซี (Lawshe) คัดจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ได้แก่ ศึกษานิเทศก์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูด้านการวัดผลและประเมินผล ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 2 ปี เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้อง มี 2 ค่า คือ 1 กับ 0 ไม่มีคิดลบ 1 หมายถึง เห็นด้วย 0 หมายถึง ไม่เห็นด้วย และคำนวณหาดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index: CVI) ตามลำดับ จากนั้นรวมคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยถือเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้น ซึ่งปรากฏคะแนนเฉลี่ย การพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน (รายชื่อแสดงไว้ในภาคผนวก ก) มีค่าดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์ทุกข้อ ดังแสดงในตารางที่ 4 - 2

#### 7. การทดลองใช้

7.1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย โดยวิธีคำนวณจากสัดส่วนของผู้ตอบถูก ค่าอำนาจจำแนก จากสูตรของเบรนนอน (Brennan) ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B)

7.3 คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 90 ข้อ มีเกณฑ์ดังนี้

7.3.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ

7.3.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.20 ได้แก่ ข้อ 10, 19, 56, 64 และ 9 มีค่าอำนาจจำแนก 0.16, 0.17, 0.17, 0.17 และ 0.13 ตามลำดับ) ปรับปรุงด้านภาษาของโจทย์คำถามและตัวเลือก

7.3.3 ทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน เพื่อตรวจสอบยืนยันคุณภาพเครื่องมือและหาความเที่ยงของเครื่องมือ

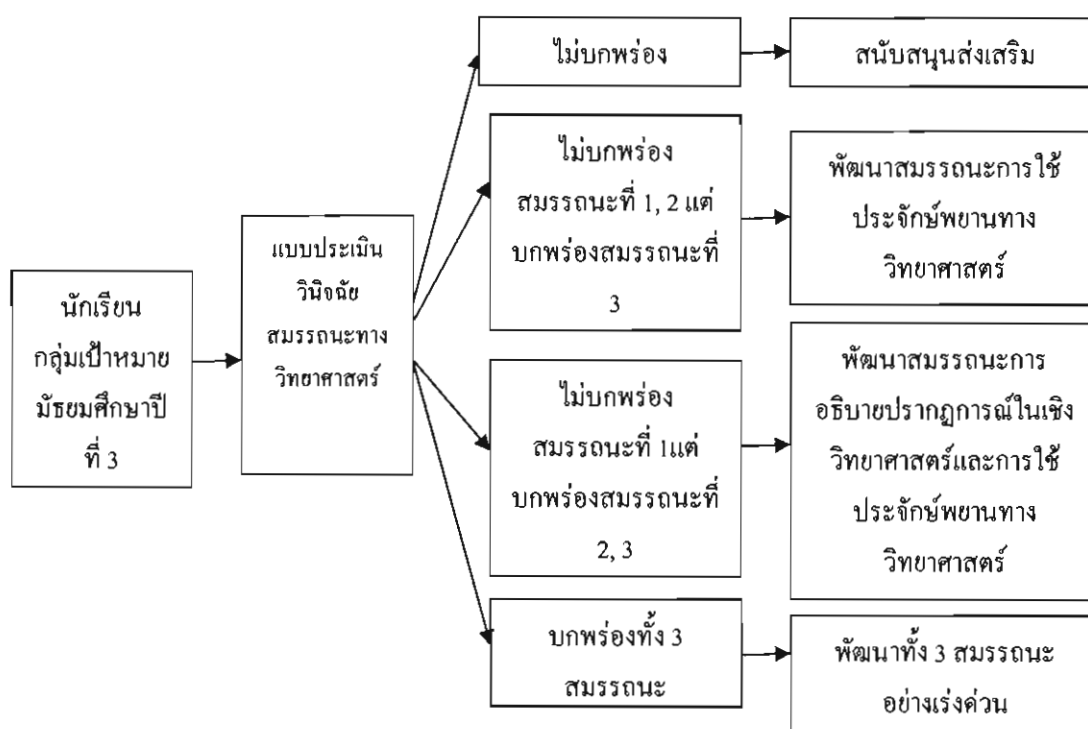
7.3.4 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเช่นเดียวกันกับข้อ 7.2 (ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ข้อสอบจำนวน 5 ข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.20 ในการทดลองครั้งที่ 1 มีอำนาจจำแนกเพิ่มขึ้น 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 56, 64 และ 9 มีค่าอำนาจจำแนก 0.26, 0.20 และ 0.40 ตามลำดับ และมีข้อที่อำนาจจำแนกลดลงจากครั้งที่ 1 และไม่ถึง 0.20 อีก 6 ข้อ คือข้อ 24, 67, 85, 25,43 และ 54 ค่าอำนาจจำแนก 0.18, 0.18, 0.15, 0.12, 0.09 และ 0.18 ตามลำดับ แต่ยังไม่ไปใช้จริง เนื่องจากการปรับปรุงพัฒนาข้อสอบรวมทั้งความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกันให้นำไปใช้จริงได้) และคำนวณความเที่ยงของแบบประเมินวินิจฉัยด้วยวิธีของลิวิงสตัน (LivingstonMethod) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 229)

8. นำค่าความยากง่ายจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม แต่นำมาเพียง 3 ท่าน) พิจารณาจุดตัด แล้วนำมาคำนวณหาจุดตัดแบบเองออฟฟี่

9. การทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 390 คน เพื่อประเมินวินิจฉัย

9.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยรายข้อและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบประเมินวินิจฉัย

9.2 วินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา โดยรูปแบบการวินิจฉัยจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม ดังภาพที่ 3 - 2



ภาพที่ 3 - 2 รูปแบบการจัดจำแนกสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

10. จัดทำคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจัย เพื่อให้ประกอบการทดสอบ สำหรับวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจัยทางปัญหา เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการสอบตามความมุ่งหมายของผู้วิจัย โดยในคู่มือจะอธิบายถึง วัตถุประสงค์ โครงสร้างและลักษณะของแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาแบบประเมินวินิจัย คุณภาพของแบบประเมินวินิจัย เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และข้อเสนอแนะสำหรับการวินิจัย

### วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอนหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จากภาควิชาวิจัยและสถิติประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อสอบที่สร้างขึ้น

2. ติดต่อโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยขอหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลจากภาควิชาวิจัยและสถิติประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา แจ้งผู้บริหาร โรงเรียน เพื่อกำหนด

นัดหมายวันเวลาที่จะใช้ทดสอบ

3. วางแผนดำเนินการทดสอบ ดำเนินการทดสอบ โดยผู้วิจัย
4. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจและทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบ
5. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
  - 5.1 นำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 200 คน
  - 5.2 นำแบบทดสอบสำรวจไปสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA)
  - 5.3 นำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพกับนักเรียนจำนวน 150 คน
  - 5.4 นำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 เพื่อยืนยันคุณภาพและค่าความเที่ยงของแบบประเมินกับนักเรียนจำนวน 150 คน
  - 5.5 นำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ไปทดสอบเพื่อวินิจฉัยกับนักเรียนจำนวน 390 คน

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio: CVR) คิดจากผู้เชี่ยวชาญ มี 2 ค่า คือ 1 กับ 0 ไม่มีติดลบ 1 หมายถึง เห็นด้วย 0 หมายถึง ไม่เห็นด้วย (Content Validity Ratio: CVR) ตามสูตรของลอว์ชี (Lawshe) (พิสณ พงศ์ศรี, 2552, หน้า 141 และ ศิริชัย กาญจนวาที, 2552, หน้า 107) ดังนี้

$$CVR_i = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

เมื่อ	$CVR_i$	แทน	อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อสอบข้อที่ $i$
	$n_e$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ตัดสินว่าข้อสอบข้อที่ $i$ สอดคล้องกับเนื้อเรื่องหรือจุดมุ่งหมาย
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$CVR_i$	มีความหมายดังนี้
ค่า $CVR_i$	มีค่าเป็น - แสดงว่า $n_e < N/2$
ค่า $CVR_i$	มีค่าเป็น 0 แสดงว่า $n_e = N/2$
ค่า $CVR_i$	มีค่าเป็น + แสดงว่า $n_e > N/2$
ค่า $CVR_i$	มีค่าเป็น 1 แสดงว่า $n_e = N$

## 2. ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index: CVI)

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^k CRV_i}{k}$$

เมื่อ	CVI	แทน	ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ
	$CVR_i$	แทน	อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ

## 3. การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 196) ใช้สูตร ดังนี้

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

## 4. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) เป็นความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะจำแนกคนกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อน มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ยิ่งมีค่ามากยิ่งดีแสดงว่าจำแนกคนได้ดี สูตรนี้ Brennan (1974) เป็นผู้เสนอ (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 198 - 199) ดังนี้

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มผ่านเกณฑ์
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์
	$n_1$	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์
	$n_2$	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

5. การหาความเที่ยงด้วยวิธีของลิวิงสตัน (Livingston Method) เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่มครั้งเดียว (สมนึก ภัททิยชนี, 2551, หน้า 229) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{tt} S^2 + (\bar{X} - C)^2}{S^2 + (\bar{X} - C)^2}$$

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	$r_{tt}$	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยวิธี KR-20 หรือวิธี KR-21
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบ
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบ
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์

6. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

6.1 การหาค่าร้อยละบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 104) ดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด



6.2 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 105) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$X$	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของทุกคน
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียน

6.3 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 106) ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	$SD$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$n$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสร้างคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจัยทางปัญญา

การวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 3 ผลการใช้แบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

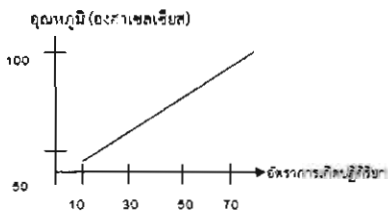
#### ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยเริ่มจากการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำกรอบที่ได้ไปทำแบบสอบถามปลายเปิดสำหรับสำรวจรูปแบบการตอบของนักเรียน จำนวน 90 ข้อ โดยนำไปสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 200 คน นำผลการตอบแบบสอบถามปลายเปิดของนักเรียนมาสร้างเป็นตัวลงในแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (ตัวอย่างนำเสนอในตารางที่ 4 - 1 ส่วนรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค หน้า 149 - 163)

ตารางที่ 4 - 1 ตัวอย่างรูปแบบการตอบของนักเรียนจากการสำรวจ

ข้อ	ประเด็นการตอบ	ข้อ	ประเด็นการตอบ
1	จากบทความนี้ข้อใดสามารถตรวจสอบได้ช่วยวิชาการทางวิทยาศาสตร์ (1.1) ก. คุณสมบัติของกลีเซอรอลและ/หรือไบโอดีเซล ข. กระบวนการผลิต ค. การแปรสภาพของเปลือกไข่ ง. คำตอบถูก	2	สิ่งใดที่ใช้ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยานี้ (1.2) ก. ผลิตภัณฑ์ทางเคมี ข. ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ ค. คำตอบถูก ง. ผลผลิตที่ได้

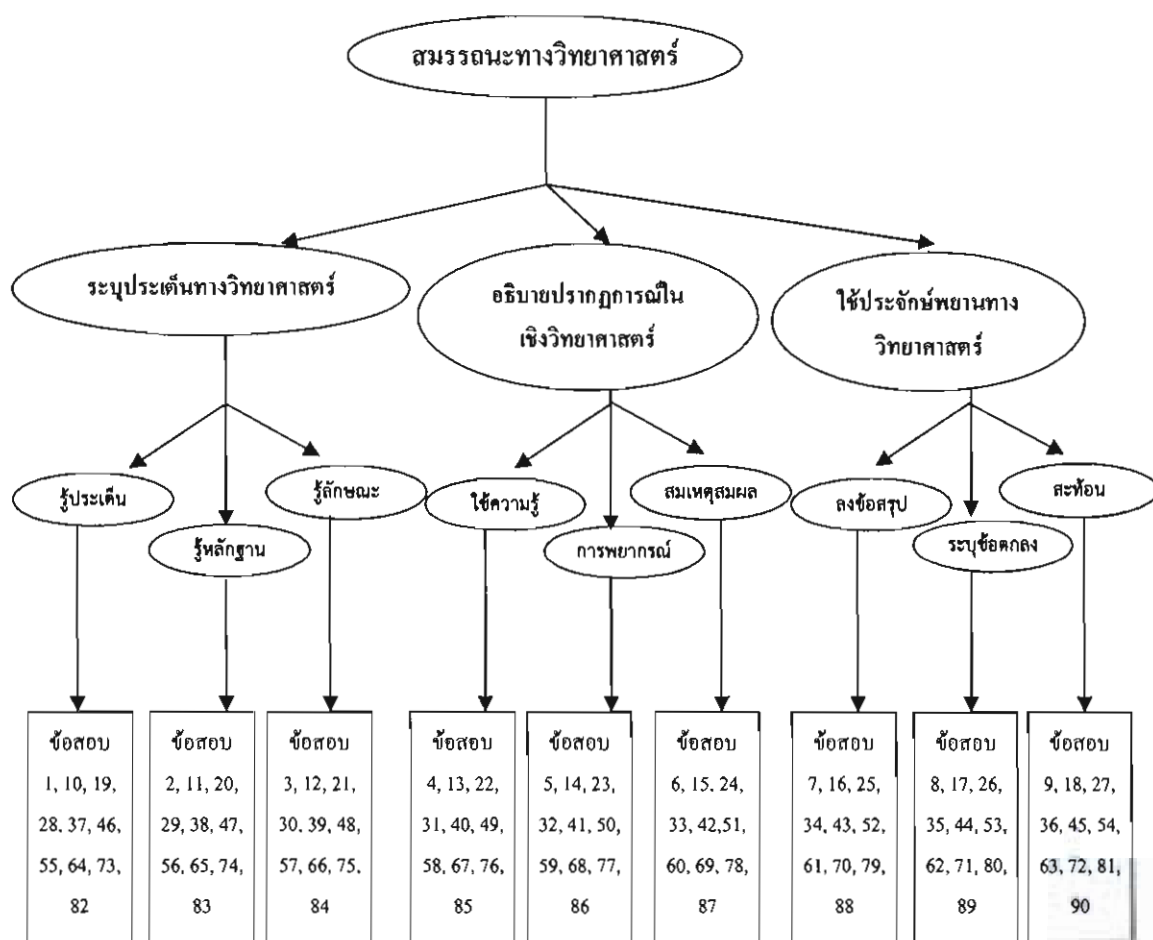
ตารางที่ 4 - 1 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการตอบ	ข้อ	ประเด็นการตอบ
3.	วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเปลือกไข่ ทำอย่างไร (1.3) ก. การใช้สารตรวจสอบ ข. คำตอบถูก ค. การทดลอง ง. การกำหนดตัวแปร	4	ข้อความต่อไปนี้คืออะไรคือความสมเหตุสมผลใน การนำเปลือกไข่มาใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล (2.1) ก. การแปรสภาพกับการทำงาน ข. คุณสมบัติกับผลที่เกิดขึ้น ค. ลักษณะกับคุณสมบัติ ง. คำตอบถูก
5.	การเพิ่มปฏิกิริยามีผลโดยตรงกับการเพิ่มอุณหภูมิ ข้อใด บรรยายกราฟนี้ได้ถูกต้อง (2.2) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)  ก. อธิบายกราฟเพียงแกนเดียว ข. อธิบายกราฟโดยไม่สัมพันธ์กัน ค. อธิบายกราฟไม่สอดคล้องเลข ง. คำตอบถูก	8	ในการสรุปผลทดลองนี้ใช้ข้อตกลงเบื้องต้นข้อ ใดบ้าง (3.2) A = การเผาเปลือกไข่ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาที่ เหมาะสมจะทำให้กระบวนการผลิตมี ประสิทธิภาพ B = ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมีผลต่อ ปริมาณการผลิตไบโอดีเซล C = การทำปฏิกิริยาของเปลือกไข่กับกรด ส่งผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ ก. ระบุข้อตกลงส่วนเดียว ข. ระบุข้อตกลงสองส่วน ค. ระบุข้อตกลงสองส่วน (แตกต่างจากข้อ ข) ง. คำตอบถูก
9	ข้อใดเป็นผลดีที่เกิดขึ้นต่อสังคมจากการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (3.3) ก. สะท้อนผลไม่สอดคล้องกับสังคม ข. คำตอบถูก ค. สะท้อนไม่สอดคล้อง แต่อ้างผลในบทความ ง. สะท้อนผลไม่สอดคล้อง แต่อ้างบทวิจัย	10	จงพิจารณารายการต่อไปนี้ว่าข้อใดที่ไม่สามารถ ตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (1.1) ก. กล่าวถึงชั้นบรรยากาศมีละอองแขวนลอย ข. คำตอบถูก ค. กล่าวถึงละอองส่งผลต่อโลก ง. กล่าวถึงการทำงานของดาวเทียมไซต
11	ข้อใดเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องมีการ วิจัยเกี่ยวกับโลกร้อน (1.2) ก. กล่าวเกี่ยวกับละออง ข. กล่าวเกี่ยวกับเชื้อเพลิง ค. คำตอบถูก ง. กล่าวเกี่ยวกับภาพถ่ายบรรยากาศ	13	ในการสำรวจอากาศตามบทความนี้เหตุผลสำคัญที่ ต้องใช้เครื่องบินของหน่วยปฏิบัติการฝนหลวง ของไทยคือข้อใด (2.1) ก. การเก็บข้อมูลเน้นการก่อตัวเมฆ ข. คำตอบถูก ค. การเก็บข้อมูลในชั้นบรรยากาศที่สูง ง. การส่งข้อมูล

ตารางที่ 4 - 1 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการตอบ	ข้อ	ประเด็นการตอบ
31	เหตุผลสำคัญที่ต้องใช้ยาแอสไพรินในการรักษาโรคคือข้อใด (2.1) ก. กล่าวเกี่ยวกับเรื่องราคาของยา ข. กล่าวเกี่ยวกับสรรพคุณของยาแอสไพริน ค. คำตอบถูก ง. เกี่ยวกับฤทธิ์ของยาและอาการของมะเร็ง	48	การตรวจสอบความปลอดภัยของสเตมเซลล์จากเลือดทำได้อย่างไร (1.3) ก. คำตอบถูก ข. กล่าวถึงวิธีการคัดแยกสเตมเซลล์ ค. กล่าวถึงการได้รับการรับรองจากหน่วยงาน ง. กล่าวถึงการผ่านการทดลองมาแล้ว
58	ดินที่เคยเกิดพืชดอก นักธรณีวิทยานำไปวิเคราะห์อย่างไร (2.1) ก. การใช้ธาตุคาร์บอนในการคำนวณอายุ ข. ปริมาณสารอาหารในดิน ค. คำตอบถูก ง. ปริมาณสารอาหารจำเป็นในดิน	62	การสรุปว่า พืชดอกออกดอกตั้งแต่ 240 ล้านปีมาแล้ว จะต้องยึดข้อใดลงในข้อใด (3.2) ก. ข้อตกลงจากการค้นพบละอองเกสร ข. ผลการวิจัยเมื่อครั้งยุคก่อน ค. การวิจัยที่กล่าวอ้างถึงการพบเซลล์สืบพันธุ์ ง. คำตอบถูก
69	การอธิบายการเกิดสิ่งมีชีวิตในยุคแรกของโลกและการพยากรณ์สิ่งมีชีวิตในอนาคต ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ข้อใดที่มีความสมเหตุสมผลมากที่สุด (2.3) ก. คำตอบถูก ข. การแก่งแย่งแข่งขันกับการสูญพันธุ์ ค. การถูกล่ากับการสูญพันธุ์ ง. ปริมาณกับการสูญพันธุ์	70	"หินตะกอนนี้เป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตยุคแรก ๆ" หลักฐานที่ใช้ในการสรุปตามข้อความคืออะไร (3.1) ก. ใช้กัมมันตรังสีตรวจสอบหินกับชนิดของซากดึกดำบรรพ์ ข. คำตอบถูก ค. วิวัฒนาการกับชนิดของซากดึกดำบรรพ์ ง. ใช้กัมมันตรังสีเพียงอย่างเดียว
74	หลักฐานหรือข้อความใดที่ใช้อธิบายคุณสมบัติของข้าวโพด "ข้าวเหนียวข้าวเก่า" ได้ (1.2) ก. คำตอบถูก ข. ลักษณะลำต้นและความต้านทานโรค ค. การปลูกได้ทุกสภาพดิน ง. ปริมาณสารอาหารในข้าวโพด	78	หากนักเรียนต้องการโต้แย้งข้อสรุปของบทความนี้ นักเรียนควรใช้ข้อมูลในข้อใด (2.3) ก. เกี่ยวกับดีเอ็นเอ ข. เกี่ยวกับสายพันธุ์ข้าวโพด ค. เกี่ยวกับการรวบรวมเอกสาร ง. คำตอบถูก
83	การวิจัยโดยใช้แสงซินโครตรอนด้วยเทคนิคจุลทรรศน์อินฟราเรด เพื่อตรวจสอบวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในเชิงลึกที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มะเร็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อสิ่งใด (1.2) ก. เกี่ยวกับสารสกัดทำลายเซลล์มะเร็ง ข. เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ค. เกี่ยวกับความเฉพาะเจาะจงในการทำปฏิกิริยา ง. คำตอบถูก	90	การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาโรคไม่ติดต่อในปัจจุบันอย่างไร (3.3) ก. ผลดีในคำตอบกว้าง ๆ ข. ผลดีแต่มีข้อเสีย ค. ผลดีแต่มีข้อเสีย (แตกต่างจากข้อ ข) ง. คำตอบถูก

จากนั้นผู้วิจัยนำผลการสำรวจจากนักเรียนมาสังเคราะห์รวมเข้ากับองค์ประกอบของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ตามกรอบของการประเมินนานาชาติในโครงการ PISA ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.1 ในแต่ละสมรรถนะย่อยทั้งสามด้านประกอบด้วยสมรรถนะอีกด้านละ 3 สมรรถนะ ทำให้องค์ประกอบของการประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 9 องค์ประกอบ ในแต่ละองค์ประกอบรูปแบบของข้อสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รูปแบบของข้อสอบเป็นแบบกำหนดบทความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จำนวน 10 บทความ ซึ่งบทความทั้ง 10 บทความมีสาระครอบคลุมเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง สุขภาพ ทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม อันตราย พิษภัย ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในแต่ละบทความจะถามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยครอบคลุมทั้ง 9 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 1 ข้อ รวมทั้งหมดในแต่ละบทความจำนวน 9 ข้อ รวมทั้งฉบับ จำนวน 90 ข้อ ดังนี้ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) จำนวน 30 ข้อ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) จำนวน 30 ข้อ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) จำนวน 30 ข้อ



ภาพที่ 4 - 1 ผังสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 4 - 1 การสร้างเครื่องมือประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์มีจำนวน 9 องค์ประกอบย่อย โดยมีลำดับข้อรายการดังนี้

สมรรถนะวิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบย่อย แต่ละองค์ประกอบมีจำนวน 10 ข้อ แยกรายละเอียดได้ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 นักเรียนสามารถรู้ว่าจะประเด็นปัญหาหรือคำถามใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ข้อสอบที่ 1, 10, 19, 28, 37, 46, 55, 64, 73, 82 องค์ประกอบที่ 2 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบว่าข้อความใดเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า) ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 2, 11, 20, 29, 38, 47, 56, 65, 74, 83 และองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนสามารถรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 3, 12, 21, 30, 39, 48, 57, 66, 75, 84

สมรรถนะวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบย่อย แต่ละองค์ประกอบมีจำนวน 10 ข้อ แยกรายละเอียดได้ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 นักเรียนสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน ได้แก่ข้อสอบที่ 4, 13, 22, 31, 40, 49, 58, 67, 76, 85 องค์ประกอบที่ 2 นักเรียนสามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 5, 14, 23, 32, 41, 50, 59, 68, 77, 86 และองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนสามารถระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 6, 15, 24, 33, 42, 51, 60, 69, 78, 87

สมรรถนะวิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบย่อย แต่ละองค์ประกอบมีจำนวน 10 ข้อ แยกรายละเอียดได้ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 นักเรียนสามารถตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ข้อสอบที่ 7, 16, 25, 34, 43, 52, 61, 70, 79, 88 องค์ประกอบที่ 2 นักเรียนสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 8, 17, 26, 35, 44, 53, 62, 71, 80, 89 และองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนสามารถสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 9, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90 (รายละเอียดข้อสอบทั้งหมดแสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้า 164 - 182)

## ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย

การนำเสนอผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio: CVR) และดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index: CVI) โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษานิเทศก์และด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 10 คน และส่วนที่สองเป็นผลการตรวจสอบคุณภาพรายข้อด้านความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก โดยการนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 150 คน รวม 300 คน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio: CVR) และดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index: CVI)

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา การตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตาราง 4 - 2

ตารางที่ 4 - 2 ค่าความตรงตามเนื้อเรื่อง/ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ

ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR	ข้อ	CVR
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0	51	1.0	61	1.0	71	1.0	81	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0	52	1.0	62	1.0	72	1.0	82	1.0
3	0.8	13	0.8	23	1.0	33	1.0	43	1.0	53	1.0	63	1.0	73	1.0	83	1.0
4	1.0	14	0.8	24	0.8	34	1.0	44	1.0	54	1.0	64	1.0	74	1.0	84	1.0
5	1.0	15	0.6	25	1.0	35	1.0	45	1.0	55	1.0	65	1.0	75	1.0	85	1.0
6	0.8	16	0.8	26	1.0	36	1.0	46	1.0	56	1.0	66	1.0	76	1.0	86	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0	57	1.0	67	1.0	77	1.0	87	1.0
8	0.8	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0	58	1.0	68	1.0	78	1.0	88	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0	59	1.0	69	1.0	79	1.0	89	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0	60	1.0	70	1.0	80	1.0	90	1.0
ค่า CVI เฉลี่ย													0.98				

จากตารางที่ 4 - 2 แสดงให้เห็นว่าแบบประเมินวินิจฉัยมีค่า CVR เท่ากับ 1 มีข้อ 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25 - 90 รวมทั้งหมด 82 ข้อ แบบประเมินวินิจฉัยมีค่า CVR เท่ากับ 0.80 มีข้อ 3, 6, 8, 13, 14, 16 และข้อ 24 รวมทั้งหมด 7 ข้อ และแบบประเมินวินิจฉัยมีค่า CVR เท่ากับ 0.60 มีข้อ 15 รวม 1 ข้อ และค่า CVI เท่ากับ 0.98 แสดงว่าแบบประเมินวินิจฉัยมีความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้

ผลการตรวจสอบ ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญ มีการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงการใช้ภาษาของแบบประเมิน ผู้วิจัย ได้นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ คือ

1. เนื้อหาในบทความได้ปรับให้สั้น กระชับทุกบทความ
2. การปรับปรุงด้านภาษาในคำถามและตัวเลือกให้รัดกุม สื่อความหมายให้ชัดเจน

ดังรายละเอียดการปรับปรุง ดังตารางที่ 4 - 3

ตารางที่ 4 - 3 ผลการปรับปรุงข้อรายการของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง																																																		
5	เพิ่มคำอธิบายในโจทย์ กราฟไม่สอดคล้องกับข้อคำตอบ																																																				
6	ปรับตัวเลือกให้สอดคล้องกับข้อความ โดยเปลี่ยนจากการใช้ $\sqrt{\quad}$ และ $x$ เป็นข้อความแทนให้สอดคล้องกับลักษณะการถาม	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>x</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ข</td> <td>/</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>ค</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>/</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ง</td> <td>x</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>x</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อ	A	B	C	D	ก	/	/	x	/	ข	/	x	x	x	ค	x	x	/	/	ง	x	/	/	x	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก</td> <td>ใช่</td> <td>ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ใช่</td> </tr> <tr> <td>ข</td> <td>ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ค</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ใช่</td> <td>ใช่</td> </tr> <tr> <td>ง</td> <td>ไม่ใช่</td> <td>ใช่</td> <td>ใช่</td> <td>ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อ	A	B	C	D	ก	ใช่	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ข	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ค	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ง	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
ข้อ	A	B	C	D																																																	
ก	/	/	x	/																																																	
ข	/	x	x	x																																																	
ค	x	x	/	/																																																	
ง	x	/	/	x																																																	
ข้อ	A	B	C	D																																																	
ก	ใช่	ใช่	ไม่ใช่	ใช่																																																	
ข	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่																																																	
ค	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่																																																	
ง	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่																																																	
9	ปรับคำถามจากการถามสามประเด็นให้เหลือเพียงแค่ประเด็นเดียว	ข้อใดเป็นผลที่เกิดขึ้นในทางที่ดี/ทางที่ไม่ดี และไม่ส่งผลของการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	ข้อใดเป็นผลดีที่เกิดขึ้นต่อสังคมจากการผลิตไบโอดีเซล โดยใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา																																																		
12	ปรับความชัดเจน ให้ง่ายสำหรับผู้ตอบในการทำความเข้าใจ โดยปรับจากเดิมตัวเลือกที่อยู่ในรูปภาพ ปรับให้เป็นส่วนเฉพาะของคำตอบ																																																				

- ก. A      ข. B  
ค. C      ง. D



ตารางที่ 4 - 3 (ต่อ)

ข้อ ที่	ข้อเสนอแนะจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
18	โจทย์มีหลายประเด็นใน คำถาม	รายการต่อไปนี้ <u>ข้อใดเป็นผลกระทบ</u> ของ การเปลี่ยนแปลงของโลก <u>ข้อใดเป็นคนที่</u> <u>เกิดขึ้นกับมนุษย์</u> ตามบทความนี้	รายการต่อไปนี้ <u>ข้อใดเป็นผลกระทบ</u> ที่เกิด ขึ้นกับมนุษย์
24	ปรับภาษาในตัวเลือกข้อ ง ให้มีความกระชับชัดเจน มากขึ้น	ง. ฟอสฟอรัสชาวมีความสามารถในการ ละลาย เหมาะในการใช้เป็นตัวละลาย ในปฏิกิริยาเคมี	ง. ฟอสฟอรัสชาวมีความสามารถใน การละลาย เหมาะในการใช้เป็นตัวละลายใน ปฏิกิริยาเคมี
25	ปรับภาษาในคำถามให้มี ความชัดเจน กระชับ สามารถตอบ ได้ตรง ประเด็น	หลักฐานใดที่มีความชัดเจนสำหรับใช้ ตัดสินว่าฟอสฟอรัสชาวนั้นไม่ใช่ เศษส่วนของบั้งไฟ	หลักฐานใดที่มีความชัดเจนสำหรับใช้ตัดสินว่า ฟอสฟอรัสชาวนั้น <u>ไม่ใช่</u> ชิ้นส่วนของบั้งไฟ

เมื่อปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกแบบประเมินวินิจฉัยจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ  
แล้ว นำมาจัดทำแบบประเมินวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีลักษณะและรายละเอียดของแบบ  
ประเมินวินิจฉัย ดังภาคผนวก ง หน้า 164 - 182

2.2 ผลการทดลองใช้ และผลการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบประเมินวินิจฉัย  
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทาง  
ปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) ไปทดลองใช้ 2 ครั้ง รวม 300 คน นำผล  
การทดสอบมาวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) และการแปล  
ความหมาย ดังแสดงในตารางที่ 4 - 4, 4 - 5 และตารางที่ 4 - 6

ตารางที่ 4 - 4 ค่า p ค่า B ค่า  $r_{cc}$  และการแปลความหมายของสมรรถนะการระบุประเด็นทาง  
วิทยาศาสตร์

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย	
1	0.31	0.47	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.43	0.53	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ดี	ใช้ได้
2	0.39	0.53	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.29	0.41	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
3	0.23	0.21	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.41	0.27	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
10	0.20	0.16	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	0.22	0.12	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้
11	0.37	0.50	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.39	0.43	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
12	0.38	0.48	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
19	0.21	0.17	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	0.25	0.19	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้
20	0.24	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.29	0.33	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
21	0.41	0.52	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ดี	0.32	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
28	0.40	0.53	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ดี	0.29	0.41	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
29	0.30	0.47	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.26	0.36	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
30	0.38	0.51	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.39	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
37	0.24	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.23	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
38	0.25	0.58	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.27	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
39	0.25	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.26	0.41	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
46	0.26	0.56	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.24	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
47	0.39	0.54	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.34	0.43	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
48	0.24	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.45	0.37	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
55	0.24	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.23	0.39	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้

ตารางที่ 4 - 4 (ต่อ)

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย	
56	0.21	0.17	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	0.32	0.26	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
57	0.28	0.47	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.34	0.43	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
64	0.21	0.17	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	0.30	0.20	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
65	0.24	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.32	0.48	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
66	0.29	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.29	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
73	0.30	0.44	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.32	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
74	0.25	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.35	0.26	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
75	0.27	0.47	ค่อนข้างยาก จำแนกผู้ได้ปานกลาง	0.33	0.31	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
82	0.27	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.41	0.49	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
83	0.31	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.33	0.44	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
84	0.25	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.36	0.25	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
$r_{cc} = 0.94$			$r_{cc} = 0.89$			ใช้ได้	

- หมายเหตุ :
- เรียงข้อสอบตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
  - อำนาจจำแนกของ Brennan มีความหมายดังนี้
 

+ 1.00	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดีมาก
.50 - .99	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดี
.20 - .49	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ปานกลาง
.00 - .19	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้น้อย

จากตารางที่ 4 - 4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.41 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.16 - 0.58 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.94 ครั้งที่ 2 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.22 - 0.45 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.12 - 0.53 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.89 สรุปมีข้อสอบผ่านเกณฑ์

ความยากง่ายและอำนาจจำแนกสามารถนำไปใช้ได้จริงจำนวน 28 ข้อ และข้อที่อนุโลมค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์แต่ใกล้เคียงเกณฑ์มีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ข้อ 10 และข้อ 19

ตารางที่ 4 - 5 ค่า p ค่า B ค่า  $r_{cc}$  และการแปลความหมายของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย	
4	0.29	0.33	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.33	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
5	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.53	0.36	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
6	0.39	0.58	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.21	0.32	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
13	0.21	0.27	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.23	0.25	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
14	0.36	0.57	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.31	0.33	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
15	0.33	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.25	0.38	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
22	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.35	0.41	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
23	0.22	0.22	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.30	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
24	0.49	0.36	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.33	0.18	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้
31	0.40	0.46	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.31	0.41	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
32	0.39	0.44	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.38	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	ใช้ได้
33	0.26	0.26	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.29	0.21	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
40	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.36	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
41	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.36	0.49	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
42	0.37	0.59	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.25	0.35	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
49	0.33	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.32	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้

ตารางที่ 4 - 5 (ต่อ)

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป	
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย		
50	0.41	0.46	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.33	0.44	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
51	0.45	0.47	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.35	0.38	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
58	0.47	0.47	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.35	0.38	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
59	0.33	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.37	0.39	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
60	0.23	0.29	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.39	0.35	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
67	0.25	0.22	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.29	0.18	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้	
68	0.34	0.56	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.29	0.39	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
69	0.33	0.54	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.26	0.39	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
76	0.43	0.49	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.35	0.48	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
77	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.27	0.35	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
78	0.31	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.34	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
85	0.27	0.28	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.37	0.15	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้	
86	0.37	0.42	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.39	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
87	0.27	0.28	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.45	0.24	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้	
			$r_{cc} = 0.93$				$r_{cc} = 0.88$	ใช้ได้

หมายเหตุ :

- เรียงข้อสอบตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- อำนาจจำแนกของ Brennan มีความหมายดังนี้
 

+ 1.00	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดีมาก
.50 - .99	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดี
.20 - .49	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ปานกลาง
.00 - .19	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้น้อย

จากตารางที่ 4 - 5 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 1 ค่าความยากง่าย (p) มีค่า 0.21 - 0.49 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่า 0.22 - 0.59 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.93 ครั้งที่ 2 ค่าความยากง่าย (p) มีค่า 0.21 - 0.53 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่า 0.15 - 0.52 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.88 สรุปมีข้อสอบผ่านเกณฑ์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกสามารถนำไปใช้ได้จริงจำนวน 27 ข้อ และข้อที่อนุโลมค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์แต่ใกล้เคียงเกณฑ์ อีกทั้งการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ผ่านเกณฑ์แต่มีค่าอำนาจจำแนกลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ในการทดลองใช้ครั้งที่ 2 มีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 24, 67 และข้อ 85

ตารางที่ 4 - 6 ค่า p ค่า B ค่า  $r_{cc}$  และการแปลความหมายของสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย	
7	0.31	0.62	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.24	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
8	0.29	0.59	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.22	0.34	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
9	0.34	0.13	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	0.30	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
16	0.23	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.39	0.47	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
17	0.25	0.33	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.21	0.25	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
18	0.21	0.42	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.27	0.35	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
25	0.36	0.20	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.23	0.12	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้
26	0.30	0.61	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.23	0.42	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
27	0.35	0.68	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.29	0.52	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	ใช้ได้
34	0.41	0.41	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	0.37	0.37	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
35	0.33	0.64	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.32	0.57	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	ใช้ได้
36	0.26	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.29	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
43	0.38	0.24	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.25	0.09	ค่อนข้างยาก จำแนกได้น้อย	ใช้ได้

ตารางที่ 4 - 6 (ต่อ)

ข้อ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ผลสรุป
	p	B	ความหมาย	p	B	ความหมาย	
44	0.31	0.64	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.41	0.59	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ดี	ใช้ได้
45	0.37	0.22	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.31	0.21	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
52	0.39	0.38	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.25	0.21	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
53	0.26	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.41	0.40	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
54	0.35	0.20	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.48	0.18	ยากพอเหมาะ จำแนกได้น้อย	ใช้ได้
61	0.29	0.59	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.36	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
62	0.31	0.62	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.40	0.31	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
63	0.29	0.59	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.31	0.55	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	ใช้ได้
70	0.26	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.28	0.28	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
71	0.31	0.62	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.35	0.58	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	ใช้ได้
72	0.31	0.62	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.22	0.39	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
79	0.39	0.40	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.23	0.23	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
80	0.25	0.43	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.27	0.30	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
81	0.26	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	0.47	0.39	ยากพอเหมาะ จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
88	0.29	0.58	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.29	0.46	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
89	0.35	0.68	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.25	0.45	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
90	0.28	0.57	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี	0.25	0.44	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ปานกลาง	ใช้ได้
			$r_{cc} = 0.94$			$r_{cc} = 0.89$	ใช้ได้

หมายเหตุ : 1. เรียงข้อสอบตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์  
2. อำนาจจำแนกของ Brennan มีความหมายดังนี้

+ 1.00	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดีมาก
.50 - .99	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ดี
.20 - .49	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้ปานกลาง
.00 - .19	หมายถึง	จำแนกผู้รอบรู้ - ไม่รอบรู้ได้น้อย

จากตารางที่ 4 - 6 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 1 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.21 - 0.41 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.13 - 0.68 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.94 ครั้งที่ 2 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.21 - 0.48 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.09 - 0.59 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่า 0.89 สรุปมีข้อสอบผ่านเกณฑ์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกสามารถนำไปใช้ได้จริงจำนวน 27 ข้อ และข้อที่อนุโลมค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์แต่ใกล้เคียงเกณฑ์ อีกทั้งการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ผ่านเกณฑ์แต่มีค่าอำนาจจำแนกลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ในการทดลองใช้ครั้งที่ 2 มีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 25, 43 และข้อ 54

### ตอนที่ 3 ผลการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแต่ละข้อ ส่วนที่สองเป็นผลจุดตัดแบบเองกอฟฟ์ของผู้เชี่ยวชาญ ส่วนที่สามเป็นผลการวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.1 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อสอบรายข้อ คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน

ตารางที่ 4 - 7 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อสอบรายข้อ

การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์			การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์		
ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.	ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.	ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.
1	0.75	0.43	4	0.46	0.50	7	0.50	0.50
2	0.35	0.48	5	0.59	0.49	8	0.47	0.50
3	0.27	0.45	6	0.35	0.48	9	0.31	0.46
10	0.22	0.42	13	0.29	0.46	16	0.28	0.45
11	0.53	0.50	14	0.24	0.43	17	0.20	0.40
12	0.26	0.44	15	0.26	0.44	18	0.29	0.46
19	0.36	0.48	22	0.43	0.50	25	0.39	0.49
20	0.33	0.47	23	0.45	0.50	26	0.45	0.50
21	0.36	0.48	24	0.29	0.46	27	0.42	0.49
28	0.34	0.47	31	0.31	0.46	34	0.42	0.49



ตารางที่ 4 - 7 (ต่อ)

การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์			การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์		
ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.	ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.	ข้อที่	$\bar{x}$	S.D.
29	0.48	0.50	32	0.46	0.50	35	0.28	0.45
30	0.54	0.50	33	0.27	0.45	36	0.25	0.43
37	0.35	0.48	40	0.38	0.49	43	0.29	0.45
38	0.36	0.48	41	0.48	0.50	44	0.34	0.48
39	0.37	0.48	42	0.34	0.48	45	0.25	0.43
46	0.27	0.45	49	0.31	0.46	52	0.34	0.48
47	0.46	0.50	50	0.38	0.49	53	0.32	0.47
48	0.37	0.48	51	0.40	0.49	54	0.32	0.47
55	0.35	0.48	58	0.44	0.50	61	0.33	0.47
56	0.42	0.49	59	0.27	0.45	62	0.40	0.49
57	0.40	0.49	60	0.41	0.49	63	0.31	0.46
64	0.36	0.48	67	0.33	0.47	70	0.30	0.46
65	0.36	0.48	68	0.35	0.48	71	0.33	0.47
66	0.28	0.45	69	0.27	0.44	72	0.28	0.45
73	0.42	0.49	76	0.33	0.47	79	0.37	0.48
74	0.35	0.48	77	0.28	0.45	80	0.36	0.48
75	0.38	0.49	78	0.36	0.48	81	0.35	0.48
82	0.37	0.48	85	0.36	0.48	88	0.29	0.45
83	0.36	0.48	86	0.41	0.49	89	0.28	0.45
84	0.33	0.47	87	0.26	0.44	90	0.33	0.47
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	0.38	0.17	ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	0.36	0.17	ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	0.34	0.19

จากตารางที่ 4 - 7 ค่าเฉลี่ยรายข้อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เรียงตามลำดับ 3 อันดับแรก จากมากไปน้อย ดังนี้ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 1 (0.75), 30 (0.54) และข้อ 11 (0.53) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อ 5 (0.59), 41 (0.48) และข้อ 4 (0.46) ใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 7 (0.50), 8 (0.47) และข้อ 26 (0.45)

ส่วนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายด้านเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์  $\bar{x}$  (0.38) S.D (0.17) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์  $\bar{x}$  (0.36) S.D (0.17) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์  $\bar{x}$  (0.34) S.D (0.19)

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้านพบความสัมพันธ์ของแต่ละสมรรถนะ ดังตารางที่ 4 - 8

ตารางที่ 4 - 8 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ค่าความสัมพันธ์		
	การระบุประเด็นทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	การใช้ประจักษ์พยาน ทางวิทยาศาสตร์
การระบุประเด็นทาง วิทยาศาสตร์	1.00		
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	.676**	1.00	
การใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์	.704**	.839**	1.00
Mean (คะแนนเฉลี่ยรายข้อ)	.3798	.3585	.3350
SD (การกระจายรายข้อ)	.16696	.17500	.18932

\*\*Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

จากตารางที่ 4 - 8 สรุปความสัมพันธ์ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้ว่า องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีทิศทางบวกทั้งหมด มีขนาดปานกลางถึงสูงมาก คือ ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ มีขนาดความสัมพันธ์ปานกลางกับด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (0.67) และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (0.70) ส่วนด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีขนาดความสัมพันธ์สูงมากกับด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (0.83)

นั่นแสดงให้เห็นว่า แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบเดียวกันของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### 3.2 ผลการพิจารณาจุดตัดของผู้ทรงเชี่ยวชาญ

หลังจากการทดลองใช้ ครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) รายข้อแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) เพื่อพิจารณากำหนดจุดตัดตามวิธีของแองกอฟฟ์ จำแนกผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม (อ่อน ปานกลาง เก่ง และเก่งมาก) ว่ามีโอกาที่จะตอบถูกเป็นจำนวนเท่าใด แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนจุดตัด

### 3.2.1 การกำหนดจุดตัดตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การกำหนดจุดตัดตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 3 สมรรถนะ ได้แก่ ISI, EPS และ USE แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 1 คะแนน แต่ละด้านมีจำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน) รวมคะแนนเต็ม 90 คะแนน คะแนนจุดตัดตามวิธีของแองกอล์ฟจากผู้เชี่ยวชาญ แสดงตารางที่ 4 - 9 ตารางที่ 4 - 9 คะแนนจุดตัดแบบแองกอล์ฟจากผู้เชี่ยวชาญแยกตามสมรรถนะรายด้าน

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนจุดตัดจากผู้ทรงคุณวุฒิ			
	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	เก่งมาก
1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues หรือ ISI)	8	11	14	15
2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS)	8	11	14	16
3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)	8	10	14	17

หมายเหตุ : อ่อน หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับต่ำ  
 ปานกลาง หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับปานกลาง  
 เก่ง หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูง  
 เก่งมาก หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูงมาก

จากตารางที่ 4 - 9 คะแนนจุดตัดของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน ผู้เชี่ยวชาญ มีจุดตัด 4 จุด สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนหรือเป็นเกณฑ์การผ่านจำนวน 8 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 7 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ กลุ่มปานกลาง มีคะแนนจุดตัด 11, 11 และ 10 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่งมีคะแนนจุดตัด 14 คะแนน กลุ่มเก่งมากมีคะแนนจุดตัด 15, 16 และ 17 คะแนนตามลำดับ

### 3.2.2 การกำหนดจุดตัดตามองค์ประกอบย่อย

การกำหนดจุดตัดตามองค์ประกอบย่อย เป็นผลจากการพิจารณาจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญจากข้อ 3.2 โดยการพิจารณาแยกออกมาเป็นองค์ประกอบย่อย แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนจุดตัด

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปกำหนดจุดตัดประกอบไปด้วย 9 องค์ประกอบย่อย แต่ละองค์ประกอบย่อยมีจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) รวมคะแนนเต็ม 90 คะแนน คะแนนจุดตัดตามวิธีของแองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญ แสดงในตารางที่ 4 - 10 ถึง 4 - 12

ตารางที่ 4 - 10 คะแนนจุดตัดแบบแองกอฟฟ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ แยกตามองค์ประกอบย่อย

องค์ประกอบย่อยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนจุดตัดจากผู้ทรงคุณวุฒิ			
	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	เก่งมาก
1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	3	3	4	5
1.2 ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)	3	4	5	5
1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	3	4	5	5

หมายเหตุ :	อ่อน	หมายถึง มีสมรรถนะวิทย์ในระดับต่ำ
	ปานกลาง	หมายถึง มีสมรรถนะวิทย์ในระดับปานกลาง
	เก่ง	หมายถึง มีสมรรถนะวิทย์ในระดับสูง
	เก่งมาก	หมายถึง มีสมรรถนะวิทย์ในระดับสูงมาก

จากตารางที่ 4 - 10 คะแนนจุดตัดของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ มีจุดตัด 4 จุด สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า) และ 3) รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนหรือเป็นเกณฑ์การผ่านจำนวน 3 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ กลุ่มปานกลาง มีคะแนนจุดตัด 3, 4 และ 4 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่งมีคะแนนจุดตัด 4, 5 และ 5 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่งมากมีคะแนนจุดตัด 5 คะแนน

ตารางที่ 4 - 11 คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบย่อย

องค์ประกอบย่อยสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนจุดตัดจากผู้ทรงคุณวุฒิ			
	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	เก่งมาก
2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผลและ สอดคล้องกับประจักษ์พยาน	3	4	5	6
2.2 บรรยายหรือตีความ ปรากฏการณ์และพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์	3	4	5	6
2.3 ระบอบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และ การพยากรณ์ใดที่ สมเหตุสมผล	3	4	4	5

หมายเหตุ :	อ่อน	หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับต่ำ
	ปานกลาง	หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับปานกลาง
	เก่ง	หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูง
	เก่งมาก	หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูงมาก

จากตารางที่ 4 - 11 คะแนนจุดตัดของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ มีจุดตัด 4 จุด สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน 2) บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) ระบอบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนหรือเป็นเกณฑ์การผ่านจำนวน 3 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์กลุ่มปานกลาง มีคะแนนจุดตัด 4 คะแนน กลุ่มเก่งมีคะแนนจุดตัด 5, 5 และ 4 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่งมากมีคะแนนจุดตัด 6, 6 และ 5 คะแนนตามลำดับ

ตารางที่ 4 - 12 คะแนนจุดตัดแบบเองกอฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประจักษ์พยานทาง  
วิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบย่อย

องค์ประกอบย่อยสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนจุดตัดจากผู้ทรงคุณวุฒิ			
	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	เก่งมาก
3.1 ดีความจากประจักษ์พยานเพื่อ ลงข้อสรุปและสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์	3	3	5	6
3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์ พยาน และเหตุผล ที่อยู่ เบื้องหลังข้อสรุป	3	3	5	6
3.3 สะท้อนความสำคัญของ การพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	3	4	4	6

หมายเหตุ : อ่อน หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับต่ำ  
ปานกลาง หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับปานกลาง  
เก่ง หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูง  
เก่งมาก หมายถึง มีสมรรถนะวิทยในระดับสูงมาก

จากตารางที่ 4 - 12 คะแนนจุดตัดของแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จาก  
ผู้เชี่ยวชาญ มีจุดตัด 4 จุด สมรรถนะด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบย่อย  
ได้แก่ 1) ดีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 2) ระบุข้อตกลง  
เบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป และ 3) สะท้อนความสำคัญของ  
การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนหรือเป็นเกณฑ์การ  
ผ่านจำนวน 3 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ กลุ่มปานกลาง มีคะแนน  
จุดตัด 3, 3 และ 4 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่งมีคะแนนจุดตัด 5, 5 และ 4 คะแนนตามลำดับ กลุ่มเก่ง  
มากมีคะแนนจุดตัด 6 คะแนนตามลำดับ

### 3.3 ผลการวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 การนำแบบประเมินวินิจฉัยไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่ม  
ตัวอย่างจำนวน 390 คน เพื่อวินิจฉัย แล้วนำมาวิเคราะห์จำนวนคน ได้คะแนนตามสมรรถนะราย  
ด้าน ด้านละ 30 คะแนน โดยแต่ละด้านมีองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบย่อย  
มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ผลปรากฏค่าร้อยละและความถี่จำนวนคนที่ตอบได้คะแนนในแต่ละ  
ระดับเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบย่อย ดังตารางที่ 4 - 13

ตารางที่ 4 - 13 ร้อยละและความถี่ของคะแนนในแต่ละระดับตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนน										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>1.การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์</b>											
รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	0.51 (2)	0.26 (1)	5.90 (23)	6.41 (25)	10.77 (42)	27.44 (107)	25.13 (98)	14.62 (57)	6.15 (24)	1.03 (4)
ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์											
พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)	1.28 (5)	4.62 (18)	0.51 (2)	4.10 (16)	12.05 (47)	13.59 (53)	15.90 (62)	24.87 (97)	15.13 (59)	6.15 (24)	1.79 (7)
รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	4.62 (18)	0.77 (3)	1.79 (7)	7.18 (28)	5.90 (23)	21.03 (82)	24.10 (94)	19.74 (77)	10.26 (40)	2.82 (11)
<b>2.การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</b>											
ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน	1.54 (6)	0.77 (3)	0.51 (2)	5.90 (23)	8.97 (35)	8.46 (33)	22.56 (88)	19.74 (77)	21.28 (83)	6.92 (27)	3.33 (13)
บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	3.59 (14)	0.51 (2)	3.85 (15)	13.33 (52)	10.51 (41)	17.69 (69)	22.05 (86)	16.67 (65)	6.92 (27)	3.08 (12)
ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยายคำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล	1.54 (6)	1.79 (7)	1.54 (6)	3.33 (13)	4.10 (16)	5.90 (23)	17.18 (67)	24.62 (96)	22.05 (86)	13.59 (53)	4.36 (17)
<b>3.การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์</b>											
ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	0.51 (2)	2.31 (9)	0.26 (1)	4.36 (17)	7.95 (31)	6.41 (25)	16.92 (66)	23.59 (92)	21.28 (83)	8.97 (35)	7.44 (29)
ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป	1.28 (5)	1.28 (5)	3.59 (14)	2.05 (8)	6.67 (26)	12.05 (47)	17.18 (67)	21.28 (83)	21.28 (83)	8.46 (33)	4.87 (19)
สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	3.08 (12)	0.26 (1)	1.79 (7)	10.77 (42)	1.03 (4)	8.97 (35)	16.15 (63)	19.23 (75)	17.18 (67)	12.82 (50)	8.72 (34)

หมายเหตุ : ตัวเลขใน ( ) คือ จำนวนคน

จากตารางที่ 4 - 13 สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบย่อย  
รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับ  
จำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 4, 3 และ 2 คะแนน ร้อยละ  
27.44, 25.13 และ 14.62 จำนวนคน 107, 98 และ 57 คนตามลำดับ

องค์ประกอบย่อยระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจ  
ตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า) เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตาม  
ระดับคะแนนสามอันดับ คือ 3, 4 และ 2 คะแนน ร้อยละ 24.87, 15.90 และ 15.13 จำนวนคน 97, 62  
และ 59 คนตามลำดับ

องค์ประกอบย่อยรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจำนวน  
ร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 3, 4 และ 2 คะแนน ร้อยละ 24.10,  
21.03 และ 19.74 จำนวนคน 94, 82 และ 77 คนตามลำดับ

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบย่อยใช้ความรู้  
วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน เรียงลำดับจำนวน  
ร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 4, 2 และ 3 คะแนน ร้อยละ 22.56,  
21.28 และ 19.74 จำนวนคน 88, 83 และ 77 คนตามลำดับ

องค์ประกอบย่อยบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง  
วิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 3, 4  
และ 2 คะแนน ร้อยละ 22.05, 17.69 และ 16.67 จำนวนคน 86, 69 และ 65 คนตามลำดับ

องค์ประกอบย่อยรู้ลักษณะระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย  
และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับ  
คะแนนสามอันดับ คือ 3, 2 และ 4 คะแนน ร้อยละ 24.62, 22.05 และ 17.18 จำนวนคน 96, 86 และ  
67 คนตามลำดับ

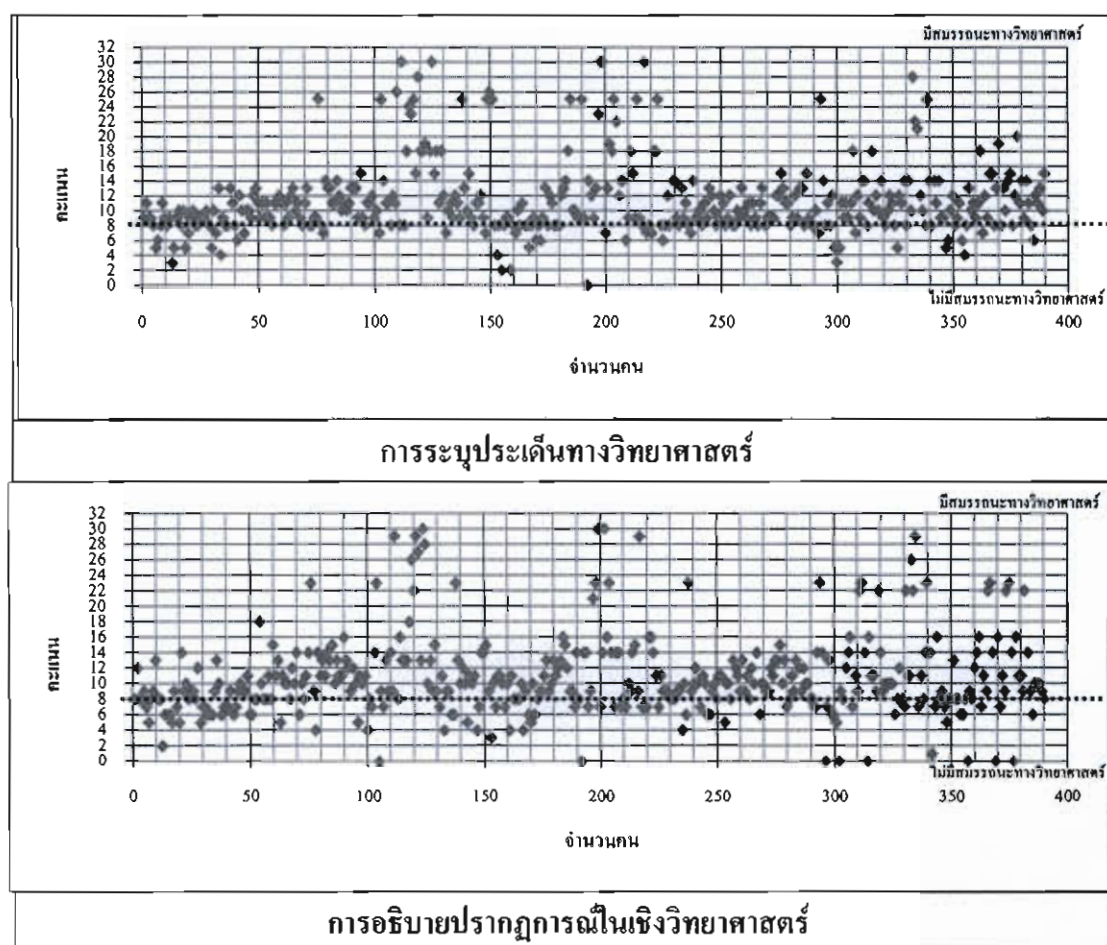
สมรรถนะด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบย่อยตีความจาก  
ประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของ  
นักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 3, 2 และ 4 คะแนน ร้อยละ 23.59, 21.28 และ 16.92  
จำนวนคน 92, 83 และ 66 คนตามลำดับ

องค์ประกอบย่อยระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลัง  
ข้อสรุป เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ อันดับ  
สูงสุดมีคะแนนรวมเท่ากัน คือ 3 และ 2 คะแนน อันดับสองคือ 4 คะแนน อันดับสามคือ 5 คะแนน  
ร้อยละ 21.28, 21.28, 17.18 และ 12.05 จำนวนคน 83, 83, 67 และ 47 คนตามลำดับ

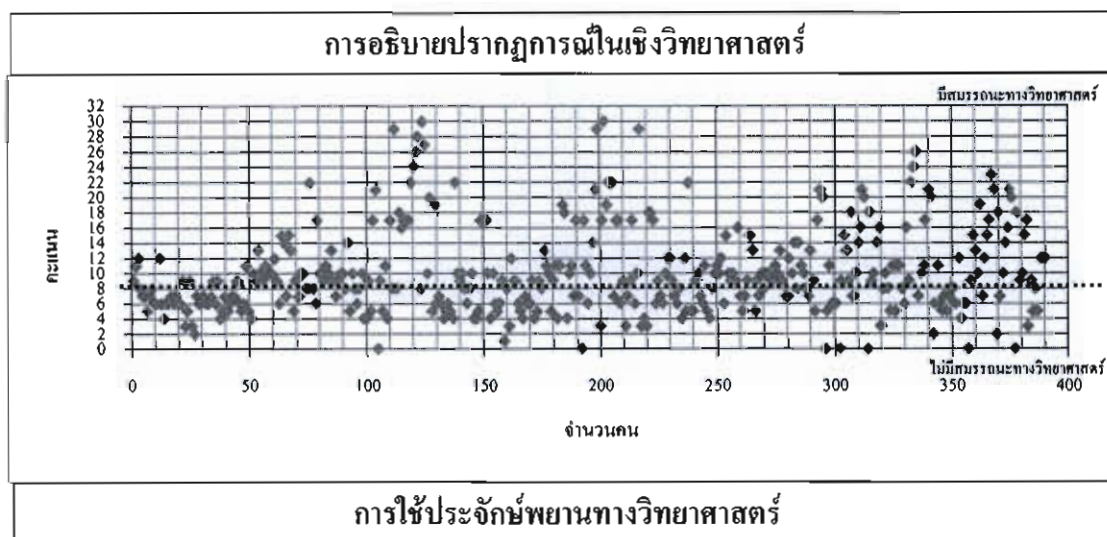


องค์ประกอบย่อยรู้สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม เรียงลำดับจำนวนร้อยละและความถี่ของนักเรียนตามระดับคะแนนสามอันดับ คือ 3, 2 และ 4 คะแนน ร้อยละ 19.23, 17.18 และ 16.15 จำนวนคน 75, 67 และ 63 คนตามลำดับ

3.3.2 ผลการวินิจฉัยร่วมกับเกณฑ์จุดตัดจากการทำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา สามารถแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ คะแนนอยู่ในเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าจุดตัดกลุ่มอ่อน (8 คะแนน) และกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ คะแนนอยู่ในระดับ 0 -7 คะแนน แสดงได้ดังภาพที่ 4 - 2



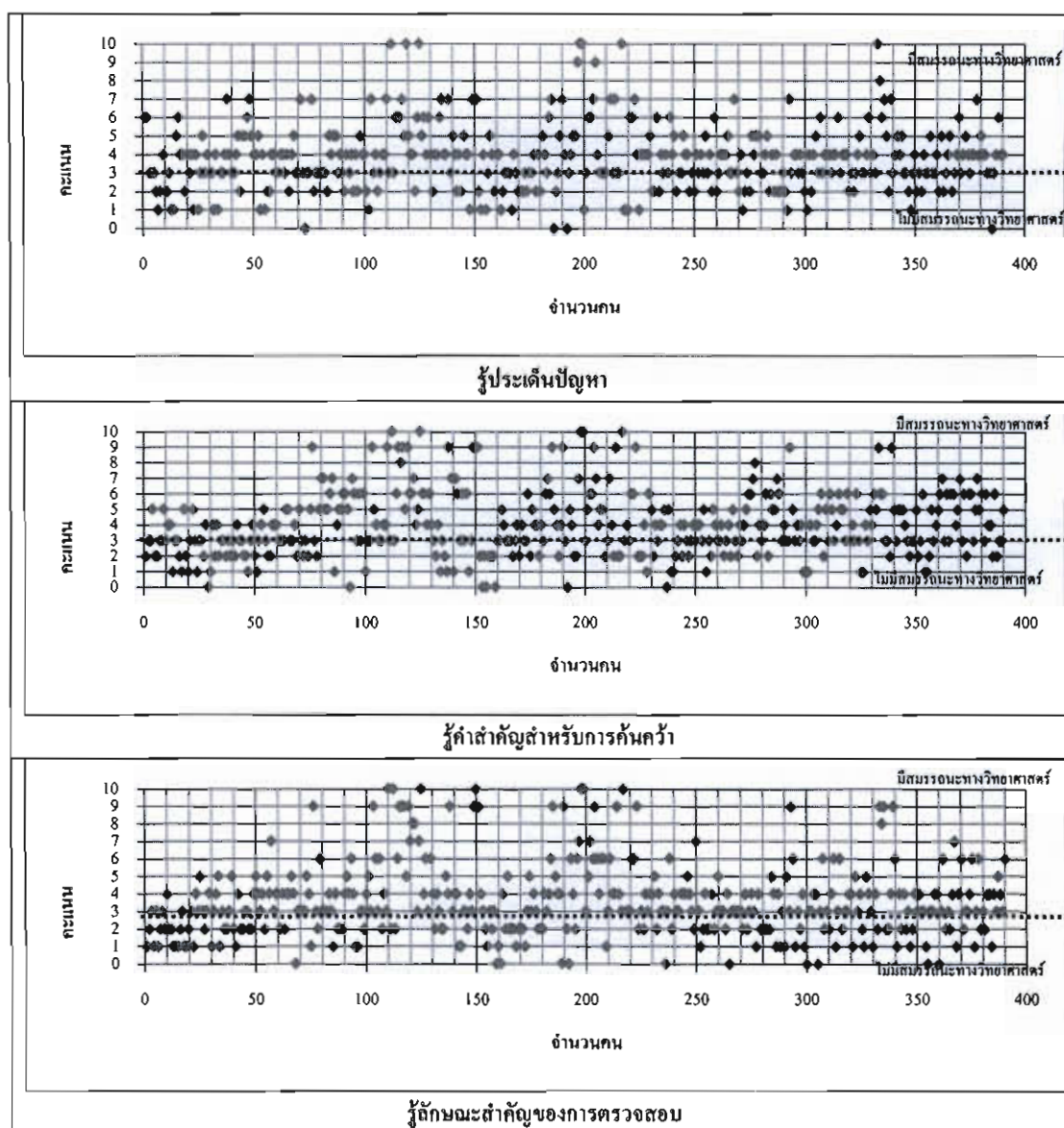
ภาพที่ 4 - 2 (ต่อ)



ภาพที่ 4 - 2 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์  
จำแนกตามสมรรถนะรายด้าน

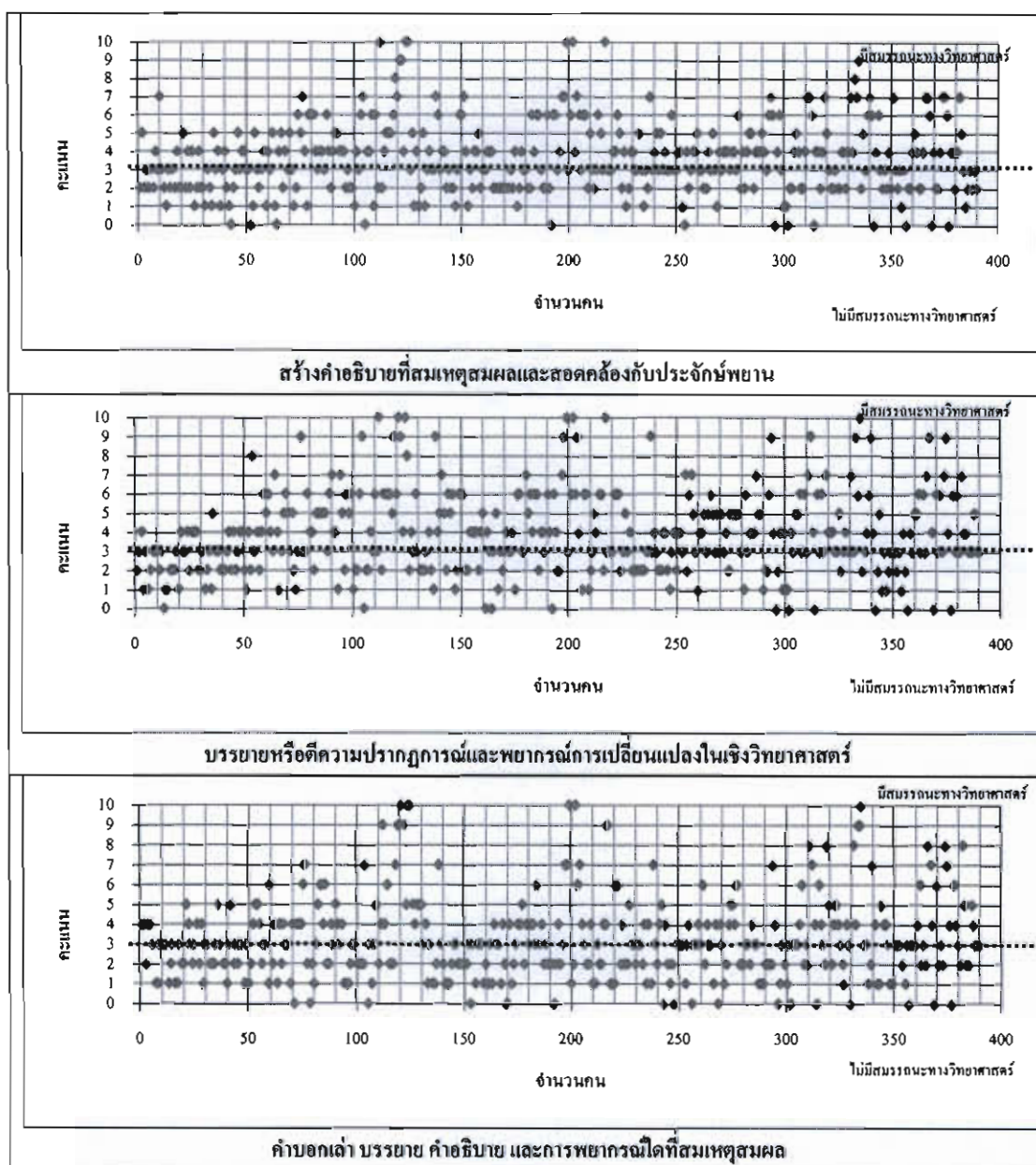
จากภาพที่ 4 - 2 แสดงให้เห็นกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าจุดตัด คือ 0 - 7 คะแนน และกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อยู่บริเวณจุดตัด (8 คะแนน) และมากกว่าจุดตัด (9 คะแนนขึ้นไป) โดยแต่ละสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้ สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์จำนวน 349, 301 และ 239 คน ตามลำดับ แสดงว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่นักเรียนมีปัญหามากที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

3.3.3 ผลการวินิจฉัยร่วมกับเกณฑ์จุดตัดองค์ประกอบย่อย สามารถแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ คะแนนอยู่ในเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าจุดตัดกลุ่มอ่อน (3 คะแนน) และกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ คะแนนอยู่ในระดับ 0 - 2 คะแนน แสดงได้ดังแผนภาพที่ 4 - 3, 4 - 4 และแผนภาพที่ 4 - 5



ภาพที่ 4 - 3 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบย่อย

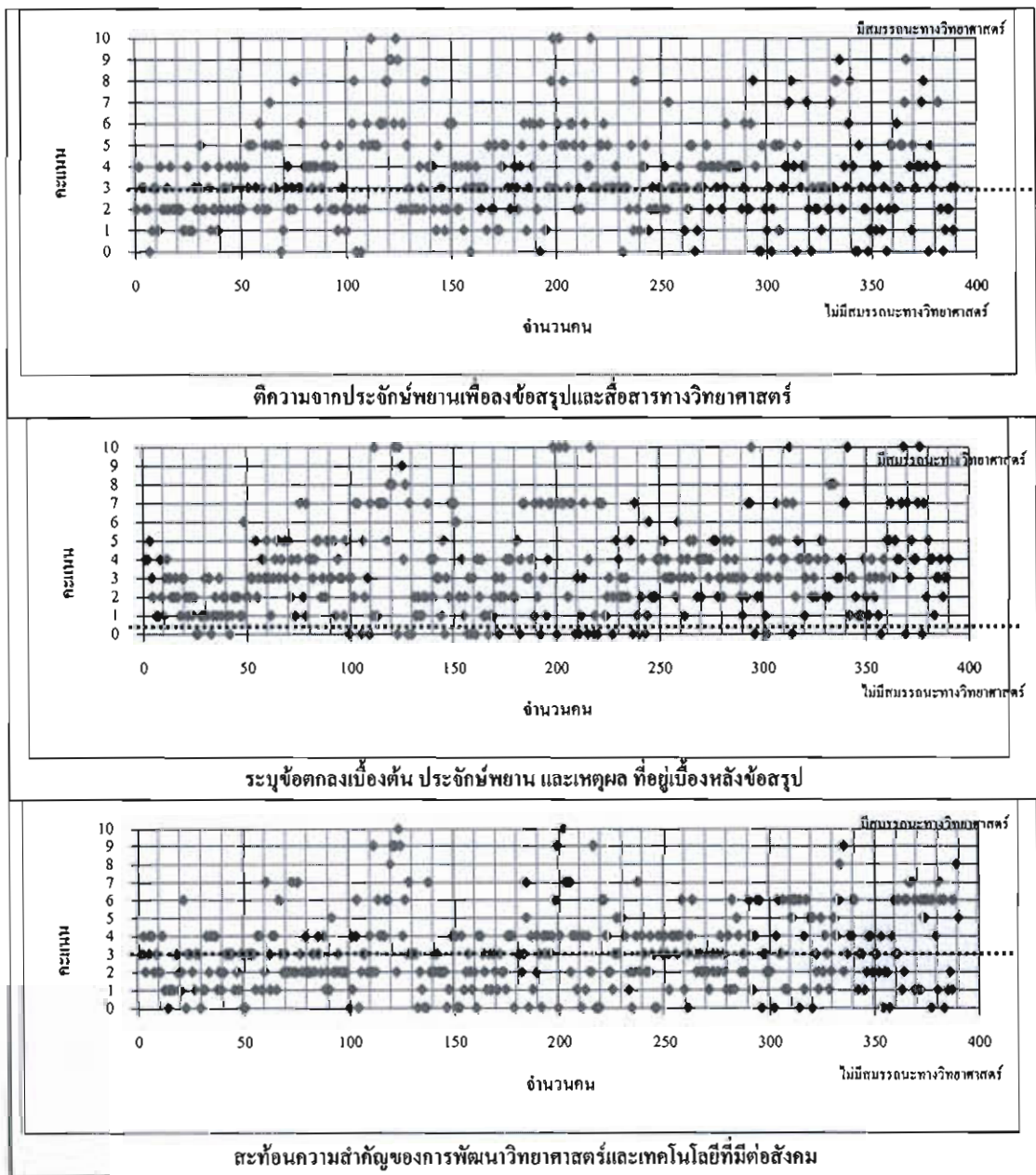
จากภาพที่ 4 - 3 แสดงให้เห็นกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าจุดตัด และกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์คะแนนอยู่บริเวณจุดตัดและมากกว่าจุดตัด โดยแต่ละองค์ประกอบย่อยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้ องค์ประกอบย่อยรู้ประเด็นปัญหา, รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า และรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 305, 300 และ 262 คน ตามลำดับ แสดงว่าองค์ประกอบย่อยรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบนักเรียนมีปัญหามากที่สุด รองลงมาคือรู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้าและรู้ประเด็นปัญหาตามลำดับ



ภาพที่ 4 - 4 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบย่อย

จากภาพที่ 4 - 4 แสดงให้เห็นกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าจุดตัด และกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์คะแนนอยู่บริเวณจุดตัดและมากกว่าจุดตัด โดยแต่ละองค์ประกอบย่อยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้ องค์ประกอบย่อยสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน, บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์

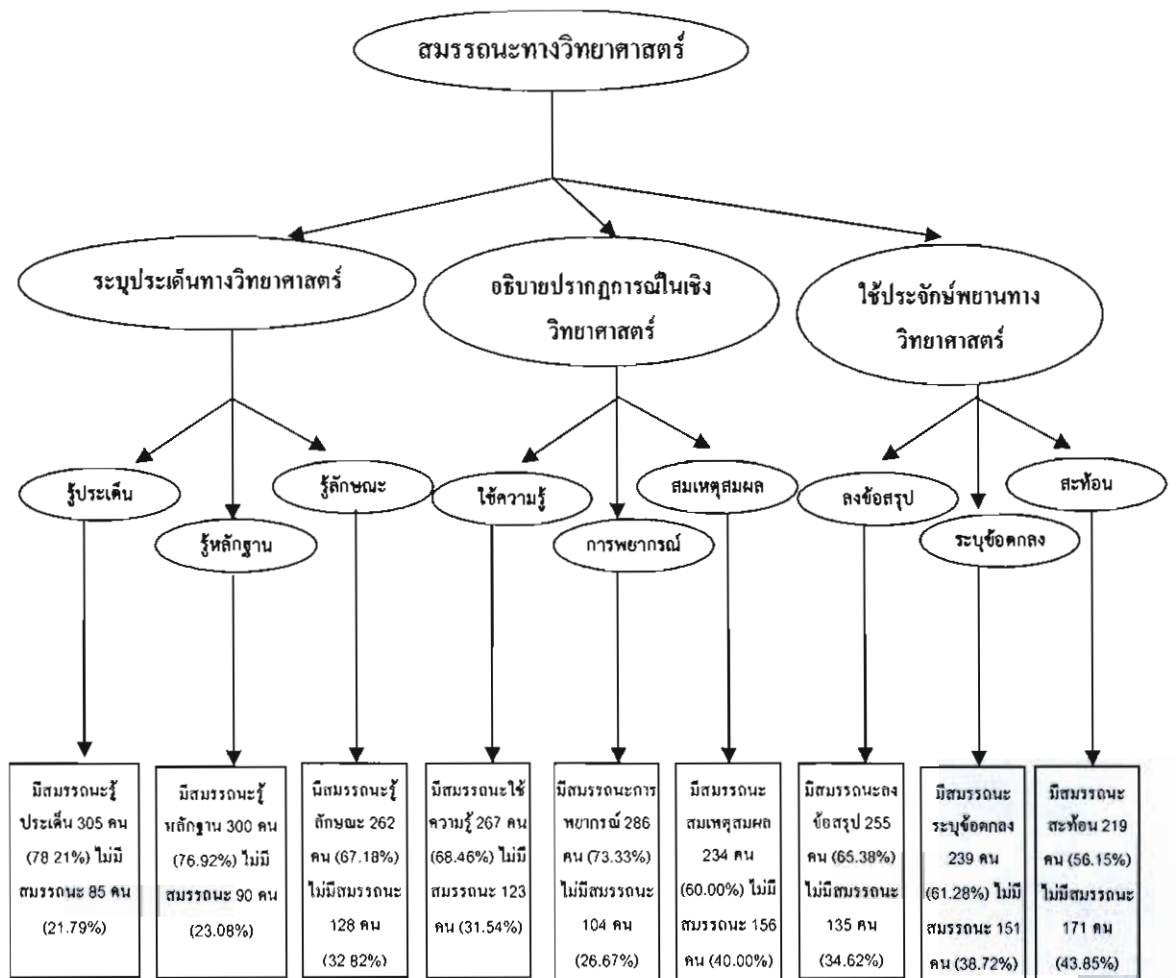
การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่  
 สมเหตุสมผลผ่านเกณฑ์จำนวน 267, 286 และ 234 คน ตามลำดับ แสดงว่าองค์ประกอบย่อยคำบอก  
 เล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผลนักเรียนมีปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ  
 สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยานและบรรยายหรือตีความ  
 ปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ตามลำดับ



ภาพที่ 4 - 5 แสดงนักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์  
 ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบย่อย

จากภาพที่ 4 - 5 แสดงให้เห็นกลุ่มที่ไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คະแนมอยู่ในระดับต่ำกว่าจุดตัด และกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์คະแนมอยู่บริเวณจุดตัดและมากกว่าจุดตัด โดยแต่ละองค์ประกอบย่อยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้ องค์ประกอบย่อยตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์, ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุปและสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมผ่านเกณฑ์จำนวน 255, 239 และ 219 คน ตามลำดับ แสดงว่าองค์ประกอบย่อยสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมนักเรียนมีปัญหามากที่สุด รองลงมาคือระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุปและตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

3.3.4 การจำแนกรูปแบบการวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะย่อย



ภาพที่ 4 - 6 รูปแบบการวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะย่อย

จากแผนภาพ 4 - 6 จำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ตามความสามารถของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ไม่บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 241 คน คิดเป็นร้อยละ 61.79 กลุ่มที่ 2 ไม่บกพร่องสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) และไม่บกพร่องสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) แต่บกพร่องสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 15.89 กลุ่มที่ 3 ไม่บกพร่องสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) แต่บกพร่องสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และบกพร่องสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 11.79 และกลุ่มที่ 4 บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 10.51

### 3.3.5 คู่มือการใช้แบบประเมินวินิจจัย

คู่มือการใช้แบบประเมินวินิจจัย ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้สำหรับผู้ที่สนใจเพื่อบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบประเมินวินิจจัย ซึ่งรายละเอียดประกอบด้วย

- 1) วัตถุประสงค์
- 2) โครงสร้างและลักษณะของแบบประเมินวินิจจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- 3) การพัฒนาแบบประเมินวินิจจัย
- 4) คุณภาพของแบบประเมินวินิจจัย
- 5) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ
- 6) วิธีดำเนินการสอบ
- 7) การตรวจให้คะแนน
- 8) การวินิจจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- 9) ข้อเสนอแนะสำหรับการวินิจจัย

สำหรับรายละเอียดคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจจัย ได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ หน้า

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 890 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับสำรวจ ให้นักเรียนบอกเหตุผล จำนวน 90 ข้อ นำไปใช้ทดสอบสำรวจกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 200 คน เพื่อรวบรวมคำตอบ ผิด แล้วนำผลที่ได้จากการตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์และสร้างเป็นตัวลงในแบบประเมินวินิจฉัย และแบบประเมินวินิจฉัยทางสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 90 ข้อ โดยนำแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 150 คน เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 150 คน เพื่อตรวจสอบยืนยันคุณภาพรายข้อและหาค่าความเที่ยง และนำแบบประเมินวินิจฉัยไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 390 คน เพื่อวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

#### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**ตอนที่ 1 การสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา**

กระบวนการสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญาสร้างขึ้นจากกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) โดยต้องการวินิจฉัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับโครงการประเมินผลการเรียนนานาชาติ PISA เริ่มจากการคัดเลือกบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ที่



สอดคล้องกับเนื้อหาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาเป็นเนื้อหาสำหรับคำถาม แล้วนำมาสร้างแบบทดสอบสำรวจแบบอัตนัย ที่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมทั้ง 9 องค์ประกอบย่อย องค์ประกอบย่อยละ 10 ข้อ รวม 90 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจจำนวน 200 คน รวบรวมคำตอบคิดมาสร้างตัวलग ได้แบบประเมินวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ปรับปรุงบทความให้สั้นลง ปรับคำศัพท์ให้ง่ายขึ้นในเรื่อง คำถามและตัวเลือก ใช้ภาษาให้ชัดเจน กระชับ จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองใช้ 2 ครั้ง รวม 300 คน นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 390 คน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน

## ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย

การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย ปรากฏผล ดังนี้

### 1. ค่าความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ

1.1 แบบประเมินวินิจฉัยรายข้อ (Content Validity Ratio: CVR) เท่ากับ 0.60 - 1.00

1.2 แบบประเมินวินิจฉัยทั้งฉบับมีค่า (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 0.98

### 2. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ )

2.1 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.53

2.2 ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าระหว่าง 0.22 - 0.68

2.3 ค่าความเที่ยง ( $r_{cc}$ ) มีค่าระหว่าง 0.88 - 0.89

## ตอนที่ 3 การวินิจฉัย

### 1. คะแนนจุดตัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน

คะแนนจุดตัดของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีกำหนดจุดตัดของแองกอฟฟ์ (Angoff) พบว่า มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนทั้ง 3 ด้านเท่ากันคือ 8 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 7 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

### 2. คะแนนจุดตัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบย่อย

คะแนนจุดตัดของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายย่อย 9 องค์ประกอบ ซึ่งใช้วิธีกำหนดจุดตัดของแองกอฟฟ์ (Angoff) พบว่า มีคะแนนจุดตัดกลุ่มอ่อนทั้ง 9 ด้านเท่ากันคือ 3 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้ 0 - 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

3. รูปแบบการวินิจฉัย ผลการวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกได้คือ

3.1 จำแนกรูปแบบการวินิจฉัยตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน เป็น 4 กลุ่ม

3.1.1 กลุ่มที่ 1 คิดถูกทั้งหมด หมายถึง ไม่บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 241 คน คิดเป็นร้อยละ 61.79

3.1.2 กลุ่มที่ 2 คิดถูกสองส่วน หมายถึง ไม่บกพร่องสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) และ ไม่บกพร่องสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) แต่บกพร่องสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 15.89

3.1.3 กลุ่มที่ 3 คิดถูกหนึ่งส่วน หมายถึง ไม่บกพร่องสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) แต่บกพร่องสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และบกพร่องสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 11.79

3.1.4 กลุ่มที่ 4 คิดผิดทั้งหมด หมายถึง บกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 10.51

3.2 จำแนกรูปแบบการวินิจฉัยตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบย่อย จำแนกเป็น 9 รูปแบบ ดังนี้

3.2.1 มีสมรรถนะรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 305 คน คิดเป็นร้อยละ 78.21 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 21.79

3.2.2 มีสมรรถนะระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้คำสำคัญสำหรับการค้นคว้า) จำนวน 300 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 23.08

3.2.3 มีสมรรถนะรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 67.18 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 128 คน คิดเป็นร้อยละ 32.82

3.2.4 มีสมรรถนะใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยานจำนวน 267 คน คิดเป็นร้อยละ 68.46 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 31.54

3.2.5 มีสมรรถนะบรรยายหรือตีความ ปรากฏการณ์และพยากรณ์

การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 286 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67

3.3.6 มีสมรรถนะระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผลจำนวน 234 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 156 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

3.3.7 มีสมรรถนะตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 255 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62

3.3.8 มีสมรรถนะระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป จำนวน 239 คน คิดเป็นร้อยละ 61.28 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 151 คน คิดเป็นร้อยละ 38.72

3.3.9 มีสมรรถนะสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม จำนวน 219 คน คิดเป็นร้อยละ 56.15 ไม่มีสมรรถนะจำนวน 171 คน คิดเป็นร้อยละ 43.85

## อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. กระบวนการสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา

จากการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดเป็นโครงสร้างของแบบประเมินวินิจฉัยออกเป็น 3 สมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์, การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์, บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า, รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์, ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน, บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์, ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล, ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์, ระบุ

ข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป และสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ได้แบบทดสอบองค์ประกอบย่อยละ 10 ข้อ รวมจำนวน 90 ข้อ เพื่อนำไปสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนแล้วนำผลการทดสอบมารวบรวมคำตอบผิด รวมทั้งเหตุผลในการตอบและวิเคราะห์คำตอบผิดนั้น คัดเลือกคำตอบผิดและเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาข้อละ 3 คำตอบ เพื่อใช้เป็นตัวลงและเหตุผล ซึ่งปรากฏว่าคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดทั้ง 3 คำตอบของข้อสอบแต่ละข้อในแบบประเมินวินิจฉัย สามารถชี้จุดบกพร่องของนักเรียนได้ สอดคล้องกับบุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 35 - 36) กล่าวไว้ว่าการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยควรมุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยวัดตามทักษะย่อยนั้น ๆ และสอดคล้องกับ Singha (1974, pp. 200 - 205) กับศิริราไพ นาดี (2537, หน้า 19 - 20) กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า คำถามต้องมีจำนวนมากข้อ ครอบคลุมจุดประสงค์ของนักเรียน มีการวิเคราะห์เนื้อหา

## 2. คุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย

2.1 ค่าความตรงตามเนื้อเรื่อง พิจารณาจากดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบโดยใช้สูตรของลอว์ซี (Lawshe) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล 3 ท่าน ด้านการศึกษา 1 ท่าน และด้านการศึกษาศาสตร์ 6 ท่าน ได้ค่า CVR ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 และค่า CVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับปรุงเรื่องบทความให้ปรับให้สั้น กระชับ ชัดเจน เรื่องภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถาม และในตัวเลือกแต่ละตัว สรุปได้ว่าเนื้อเรื่องที่น่ามาใช้วัดในแบบประเมินวินิจฉัยมีความครอบคลุมและเป็นตัวแทนเรื่องที่มุ่งวัดได้ คะแนนที่ได้จากแบบสอบถือได้ว่าเป็นตัวบ่งบอกความสามารถของผู้สอบได้ ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการสร้างผู้วิจัยได้กำหนดข้อวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสาระสำคัญของเนื้อหา วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากบทความวิจัยที่ต้องการสร้าง เพื่อนำมาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบสำรวจเพื่อรวบรวมคำตอบผิดในการตอบก่อนที่จะนำมาสร้างตัวลงในแบบประเมินวินิจฉัยตามลำดับ

## 2.2 ค่าความยากง่ายของแบบประเมินวินิจฉัย

จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ค่าความยากง่ายของแบบประเมินวินิจฉัยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 - 0.49 เมื่อแยกพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อพบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ คือมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 แต่ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบเพิ่งได้รับการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นครั้งแรก ยังไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งคำถาม ตัวเลือก

ไม่ชัดเจน จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ออกมาไม่ค่อยดี จึงได้นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษา ของคำถามและตัวเลือก หลังการปรับปรุงแก้ไขได้นำแบบประเมินวินิจฉัยไปทดสอบใช้ครั้งที่ 2 ปรากฏว่าได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21 - 0.53 จะเห็นว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ ทั้งนี้เพราะข้อสอบได้มีการปรับปรุงแก้ไขมาแล้ว ได้นำแบบประเมินวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.75 จะเห็นได้ว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพราะข้อสอบเหล่านี้ได้รับการวิเคราะห์ ปรับปรุงแก้ไขมาแล้ว ซึ่งข้อสอบส่วนมากอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยาก ทั้งที่ได้ปรับปรุงมาแล้วครั้งหนึ่ง เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะความยากของคำถาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตีความ แปลความข้อมูลที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย ต้องใช้การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ในชีวิตจริง และใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ในปัญหาที่ไม่คุ้นเคย คำถามมีความเกี่ยวข้องกับสาระของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลายอย่างที่นักเรียนจะต้องนำมาเชื่อมโยง ซึ่งต้องมีขั้นตอนที่สัมพันธ์กันหลายขั้นตอน หรือต้องสร้างการโต้แย้งบนพื้นฐานของประจักษ์พยานและการคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดในระดับนามธรรม ระดับความคุ้นเคยของทั้งความรู้และกระบวนการ ตลอดจนคำ วลี หรือภาษาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ความยาวของคำตอบที่ต้องการให้ตอบคำถาม หรือจำนวนขั้นตอนที่นักเรียนต้องใช้ในการอธิบาย หรือแสดงวิธีคิด เพื่อให้ได้คำตอบที่มีความชัดเจน ระดับความเป็นนามธรรมของแนวคิด ที่ต้องการในการสร้างคำตอบ นอกจากนี้ยังมีระดับของการใช้ความเป็นเหตุเป็นผล การมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด และการนำมาลงข้อสรุป (สสวท., 2554 ก, หน้า 150) นักเรียนไม่คุ้นเคยกับข้อสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ได้วัดความรู้ของผู้เรียน แต่โดยส่วนรวมข้อสอบก็มีค่าความยากง่ายเหมาะสมกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย แบบประเมินวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากง่ายใกล้เคียงกับแบบทดสอบวินิจฉัยทางด้านคณิตศาสตร์ เช่น มญรุฑ์ปรียา แข็งกล้า (2551, หน้า 73) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 - 0.79 และสอดคล้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางด้านภาษา เช่น นิตยา สาราณพันธ์ (2553, หน้า 60) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานความเข้าใจการอ่านภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 ซึ่งมีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.63 โดยส่วนใหญ่แล้วข้อสอบวินิจฉัยค่อนข้างง่ายซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gronlund (1976, p. 139) แต่เมื่อสมรรถนะที่วินิจฉัยมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นอาจจะทำให้ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลหลากหลายในการตอบหรือคิดหาคำตอบละเอียดมากขึ้น จึงอาจทำให้ข้อสอบบางส่วนค่อนข้างยากก็อาจเป็นไปได้

### 2.3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบประเมินวินิจฉัย

จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินวินิจฉัยมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.13 - 0.68 เมื่อแยกพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อแล้วพบว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ คือมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงได้ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.09 - 0.59 ค่าอำนาจจำแนกเพิ่มขึ้นจากการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 3 ข้อ และค่าอำนาจจำแนกลดลงจากครั้งที่ 1 จำนวน 6 ข้อ เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วพบว่าแบบประเมินวินิจฉัยมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 - 0.68 โดยภาพรวมข้อสอบส่วนมากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แบบประเมินวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามที่ Singha (1974, pp. 200 - 205) และศิริราไพ นาดี (2537, หน้า 19 - 20) กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการค้นหาจุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าใช้ผลไปเปรียบเทียบกับผลการเรียน ซึ่งแบบประเมินวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกับแบบทดสอบวินิจฉัยทางด้านคณิตศาสตร์ คือ จตุพร แสนเมืองชิน (2551, หน้า 130) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบครั้งที่ 1 ระหว่าง 0.01 - 0.72 มีค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ระหว่าง 0.03 - 0.93 และยังสอดคล้องกับอุบล มีสิมมา (2551) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1 มีค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบครั้งที่ 1 ระหว่าง 0.09 - 0.59 มีค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ระหว่าง -0.11 - 0.74

### 2.4 ค่าความเที่ยง

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ซึ่งหาได้โดยวิธีของลิวิงตัน (Livingston Method) จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ค่าความเที่ยงของแบบประเมินวินิจฉัยมีค่าความเที่ยงระหว่าง 0.93 - 0.94 แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 มีค่าความเที่ยงระหว่าง 0.88 - 0.89 ซึ่งค่าความเที่ยงของการทดลองใช้ครั้งที่ 1 มีค่าสูงสุดรองลงมาคือการใช้ครั้งที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีผู้สร้างขึ้นหลายท่าน เช่น งานวิจัยทางด้านภาษา ได้แก่ รัชสิรินทร์ ศรีจันทร์แจ่ม (2551, หน้า 67) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียนภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุรินทร์ เขต 3 จำนวน 2 ฉบับ มีค่าความเที่ยงระหว่าง 0.80 - 0.94 สอดคล้องกับเมตตา สารมานิตย์ (2552, หน้า 80) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร ใช้การหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัย 3 ฉบับ ดังนี้ 0.98, 0.98 และ 0.97 ตามลำดับ งานวิจัยทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ์ (2550) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ จำนวน 8 ฉบับ มีค่าความเที่ยงระหว่าง 0.87 ถึง 0.89 สอดคล้องกับ สุพรรณ วีระสอน (2551) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 4 ฉบับ มีค่าความเที่ยง ดังนี้ 0.95, 0.88, 0.85 และ 0.81 ตามลำดับ ดังนั้น ถือได้ว่าแบบประเมินวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงที่เชื่อถือได้ ซึ่งไม่ว่านักเรียนแต่ละคนจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งเดิมมาก นั่นคือ แบบประเมินวินิจฉัยฉบับนี้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องและไม่บกพร่องออกจากกันได้

### 3. ผลการวินิจฉัย

#### 3.1 เกณฑ์การวินิจฉัยของแบบประเมินวินิจฉัย

คะแนนเกณฑ์ของแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวความคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา ซึ่งใช้วิธีกำหนดจุดตัดของแองกอฟฟ์ (Angoff) ปรากฏว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน มีคะแนนเกณฑ์จุดตัดกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 8 คะแนนเท่ากัน (คะแนนเต็มด้านละ 30 คะแนน) และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบย่อยทั้ง 9 องค์ประกอบ มีคะแนนเกณฑ์จุดตัดกลุ่มอ่อนเท่ากับ 3 คะแนนเท่ากัน (คะแนนเต็มองค์ประกอบย่อยละ 10 คะแนน) ซึ่งคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม เนื่องจากนักเรียนยังมีความบกพร่องและไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัมพิกา นุ่นละออง (2546, หน้า 98) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีคะแนนเกณฑ์การวินิจฉัยของแบบทดสอบ 3 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ โดยใช้สูตรการหาจุดตัดตามวิธีของกิลฟอร์ด ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีคะแนนเกณฑ์เรียงลำดับดังนี้ 9, 9 และ 8 แสดงว่าคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องวิทยาศาสตร์จะมีค่าไม่สูงมาก

### 3.2 รูปแบบการจัดจำแนกความสามารถสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากการวินิจฉัยความสามารถในการมีและไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปจำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

3.2.1 กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ถูกทั้งหมด นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดี คิดเป็นร้อยละ 61.7 ควรให้การส่งเสริมสนับสนุน เพื่อให้สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ในการจัดกิจกรรมค่ายอัจฉริยภาพ ด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ บูรณาการกิจกรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ เช่น กิจกรรมการสังเกต การลงความคิดเห็น ระดมความคิด อธิบาย อภิปราย วาดภาพ วางแผนตามขั้นตอน นำเสนอผลงาน ฯลฯ เพื่อให้ให้นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนแกนนำต่อไป

3.2.2 กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ถูกสองส่วน แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 15.89 ควรให้การพัฒนาด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย อาจใช้สถานการณ์จริงหรือจำลองจากชีวิตประจำวัน เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้ เช่น การใช้นวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แบบฝึก/ ชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาสมรรถนะในรายวิชาต่าง ๆ รวมทั้งการสร้างแบบทดสอบที่เน้นทักษะการคิดระดับสูง หรืออาจบูรณาการร่วมกันกับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ทักษะการอ่าน จับใจความ ตีความ การสรุปความ แปลความและขยายความในกลุ่มสาระภาษาไทย ทักษะการคิดตามเหตุและผล สาระคณิตศาสตร์/ วิทยาศาสตร์ ทักษะทางสังคม สาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารจากสังคมออนไลน์

3.2.3 กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ถูกหนึ่งส่วน แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 11.79 ควรให้การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมบูรณาการกับกิจกรรมแนะแนว ในการพัฒนาทักษะการดำเนินชีวิต ซึ่งเน้นทักษะการคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา การวางแผนและการจัดการ

3.2.4 กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ผิดทั้งหมด แสดงว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน และต้องได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน คิดเป็นร้อยละ 10.51 การพัฒนาควรใช้กระบวนการทั้งการจัดค่ายพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ การบูรณาการกับกลุ่มสาระ



การเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ การจัดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสม่ำเสมอ

### ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะเป็น 2 ด้านคือ

#### 1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังนี้

1.1 เกณฑ์การตัดสินว่านักเรียนมีสมรรถนะหรือไม่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนสามารถนำวิธีการกำหนดจุดตัดไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

1.2 ครูผู้สอนควรเลือกบทความวิจัยและข้อคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหา นำไปทดสอบนักเรียนทันทีหลังจากที่ทำการสอนเนื้อหาแต่ละเรื่องสิ้นสุดลง

1.3 ควรขยายขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขึ้น เป็นระดับภาค โดยให้นำแบบประเมินนี้ไปทดสอบกับนักเรียนก่อนการสอบระดับชาติ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน

1.4 ควรให้นักเรียนได้ทราบผลการทดสอบอย่างรวดเร็วและเมื่อครูผู้สอนพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้อใด ควรแก้ไขข้อบกพร่องอย่างรวดเร็ว

#### 2. ด้านการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

2.1 ควรมีการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนในช่วงชั้นอื่นๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

2.2 ควรทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน

2.3 ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน ควรเพิ่มการสัมภาษณ์นักเรียนด้วย เพื่อจะได้คำตอบในเชิงลึก

2.4 ในการทดสอบเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน (Survey test) ควรมีการเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขึ้น เพื่อจะได้รูปแบบการคิดของนักเรียนอย่างหลากหลาย

2.5 ในการสร้างตัวลงของแบบทดสอบนั้น ไม่ควรพิจารณาเฉพาะข้อที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจนั้น ควรพิจารณาจากข้อที่มีวิธีการคิดที่แปลกและแตกต่าง รวมทั้งมีผู้ตอบเป็นส่วนน้อย หรืออาจให้ผู้เชี่ยวชาญสร้างตัวเลือกและกำหนดจุดบกพร่องให้ด้วยก็จะเป็นแบบทดสอบที่ดีมาก

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). คู่มือการสร้างแบบวัดวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ขวัญใจ สายสุวรรณ. (2554). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จตุพร แสนเมืองชิน. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จันทิมา ญาติบำรุง. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไฉน เผือกไกร. (2553). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการสืบพันธุ์ และการขยายพันธุ์พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2514). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. พัฒนาวัดผล, 7(กรกฎาคม), 2 - 16.
- ญาณัจฉรา สุดแท้. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงฤดี สิงคิบุตร. (2540). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการคูณและการหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี. ปรียญานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิวพร รักศิลป์. (2553). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลยเขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ. (2550). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นิตยา สาราณพันธ์. (2553). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานความเข้าใจการอ่านภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยทางการวัดผลและการประเมินผล. มหาสารคาม: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2540). การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บัวเรียว เม็ดจันทิก. (2552). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนสะกดคำภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2533). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พิศณุ ฟองศรี. (2552). *วิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: คำนวณวิชาการพิมพ์.
- เพียงเพ็ญ นามวงศ์. (2550). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง บทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2548 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาศรีสะเกษเขต 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผล การศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ไพโรประนอม ประดับเพชร. (2554). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านจับใจความ ภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.*
- มณูชุปริยา แจ็งกล้า. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการเรื่องพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.*
- เมตตา สารมานิตย์. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- รัชสิรินทร์ ศรีจันทร์แจ่ม. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียน ภาษาไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุรินทร์ เขต 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- รัตติยา หาญธงชัย. (2553). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาดุจธานีเขต 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผล การศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชันส์.*
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วิเชียร เกตุสิงห์. (2517). *การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สกุตไชย.
- วิดา ช่อนจำ. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและการดำเนินการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). *การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์*. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริรำไพ นาดี. (2537). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดอุบลราชธานี*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554 ก). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554 ข). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิส.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สมนึก ถัททิษณี. (2551). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กอพลินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.

- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2522). *แบบทดสอบวินิจฉัย*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา  
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2533). การทดสอบการปฏิบัติงาน. *การวิจัยทางการศึกษา*, 2(เมษายน -  
มิถุนายน 2530), 97-124.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18. (2557). เข้าถึงได้จาก  
<http://182.93.221.30/nspm18/>
- ลำเรียง บุญเรืองรัตน์. (2531). *ทฤษฎีการวัดและการประเมินผลการศึกษา* สำนักทดสอบการศึกษา  
และจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: สำนักทำเนียบนายกรัฐมนตรี.
- สุนันทา วามะเกตุ. (2552). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการอ่านจับใจความวิชา  
ภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัด  
และประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรพรรณ วีระสอน. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ดเขต 1*.  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรพันธ์ พันธุ์มณี. (2541). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดมหาสารคาม*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร  
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรียาพร อุดลย์พงษ์ไพศาล. (2552). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เสนอ ภริมจิตรผ่อง. (2542). *การประเมินภาคปฏิบัติ*. อุบลราชธานี: สาขาวิจัยและประเมินผล  
การศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

- หทัยรัตน์ ราพิงจิตต์. (2553). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยาลัยศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อนันต์ ศรีโสภาก. (2525). *การพัฒนาการทดสอบ*. กรุงเทพฯ: จุฬารัตน์การพิมพ์.
- อมรรัตน์ สร้อยสังวาลย์. (2551). *การพัฒนาวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะ โดยใช้คอมพิวเตอร์*. คุุณวินิพนธ์ครุศาสตรคุุณบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพิกา นุ่นละออง. (2546). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อานนท์ หล้าหนัก. (2542). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาภาษาไทย สำหรับนักเรียนชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. วิทยาลัยศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุบล มีสิมมา. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สกลนครเขต 1*. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อุบลวรรณ อ่อนตะวัน. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องสมการและการแก้สมการในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยาลัยศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Bloom, B. S., Thomas, H. J., & Madaus, G. F. (1971). *Hand book on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw - Hill.
- Brown, F. G. (1970). *Principle educational and psychological testing*. Hindale: The Dryden Press.
- Ebel, R. L. (1965). *Measurement education achivement*. New Jersey: Prentice - Hall.

- Glass Association of North America. (1978). *Glassblowing*. Retrieved from <http://www.glasswebsite.com/technical/information>
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: McGraw - Hill.
- Graham, J. A. H. (1998). Development and validation of a computer delivered diagnostic test of addition and subtraction of fraction for remedial college students. *Dissertation Abstracts International*, 58(12), 4957 - A.
- Gronlund, N. E. (1976). *Measurement and evaluation in teaching* (6<sup>th</sup> ed.). New York: Macmillan.
- Gropper, G. L. (1974). A technology for developing instruction material vol. 3 hand book part F, Develop diagnostic and evaluation test. *Research in Education*, 9(4), 145.
- Jacqueline, P. L., & Mark, J. G. (2007). *Cognitive diagnostic assessment for education theory and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Kopsovich, R. D. (2003). A study of correlation between learning styles of students and thesis mathematics scores on the texas assessment of academic skills test. *Dissertation Abstracts International*, 63(9), 3100 - A.
- Lindquist, E. F. (1966). *Educational measurement*. Washington, D.C.: American Council on Education.
- Noll, V. H. (1957). *Introduction to educational measurement* (2<sup>nd</sup> ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Payne, D. A. (1968). *The specification and measurement of learning outcome*. Waltham, Mass: Blaisdell.
- Pumfrey, P. D. (1976). *Reading: Tests and assessment techniques*. London: Holder and Stonghlon.
- Singha, H. S. (1974). *Modern education testing*. New Delhi: Sterling Publishing.
- Thondike, R. L., & Elizabeth, H. (1969). *Measurement and education in psychology education* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: John Riley.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students misconceptions in science. *International journal of science education*, 10(8 - 9), 159 - 169.



UNESCO, Advisers and Consultants. (1978). *Institute for the promotion of teaching science and technology*. Bangkok: UNESCO.

Wilson, O. D. (1988). An automated diagnostic test and tutorial package for basic skills of mathematics in post secondary vocational education of kentucky: Construction and validation. *Dissertation Abstracts International*, 49(01), 55 - A.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

**รายนามผู้เชี่ยวชาญ**

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิจัย  
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย  
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

**ด้านการวัดผล**

รศ.ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม  
 ผศ.ดร.สมโภชน์ อเนกสุข  
 นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร

**ด้านการศึกษา (ศึกษานิเทศก์)**

นางน้ำค้าง โตจินดา

**ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์**

นายชูชาติ หุดะเจริญ  
 นายอนุชิต สงแพง  
 นางสาวขวัญจิต สังข์ทอง  
  
 นางนิรชรา สุทธิผล  
 นางสาววย อรรคบุตร  
 นายชัยโรจน์ วิสุทธิอัมพร

**รายนามผู้เชี่ยวชาญ**

อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์  
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์  
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สพม.18

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง  
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดมโนรม  
 ครูชำนาญการพิเศษ  
 โรงเรียนทุ่งสุขลาพิทยา “กรุงเทพฯอนุเคราะห์”  
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีราชา  
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาคม  
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาคม

(สำเนา)

ที่ ศร ๖๖๒๑/ว ๒๓๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๕ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำขอโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปริยาภรณ์ คำพะธิก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจนัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ตามแนวคิดการประเมินวินิจนัยทางปัญญา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๒๕๑

ผู้วิจัยโทร ๐๘-๑๗๘๐-๕๕๗๒

(สำเนา)

**บันทึกข้อความ**

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ โทร ๒๐๗๖

ที่ ศช ๖๖๒๑/ว ๓๖๒

วันที่ ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปริยาภรณ์ คำพะริก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว ๗๔๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๕ ถ.กลางหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ เมษายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียน.....

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปรีษาภรณ์ คำพะริก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๕๖ ถึงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๕๖ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๒๕๑

ผู้วิจัยโทร ๐๘-๑๗๘๐-๕๕๗๒

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว ๗๔๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ เมษายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียน.....

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปริยาภรณ์ คำพะธิก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๕๗ ถึงวันที่ ๓๐ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๕๗ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖

โทรสาร ๐-๓๘๑๕-๓๒๕๑

ผู้วิจัยโทร ๐๘-๑๗๘๐-๕๕๗๒



ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา/ โครงสร้างของแบบประเมินวินิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ  
คะแนนจุดตัด





## ตารางภาคผนวก ข - 1 (ต่อ)

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นสอดคล้อง										รวม	CVR
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10		
81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0
90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.0

CVI เฉลี่ย 0.98

จากตารางภาคผนวก ข - 1 แบบประเมินวินิจจัยมีค่า CVR ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ค่า CVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.98 แสดงว่าแบบประเมินวินิจจัยสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

ตารางภาคผนวก ข - 2 จุดตัดค้ำานการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ผู้เรียนควรทำได้															
		อ่อน				ปานกลาง				เก่ง				เก่งมาก			
		(100)				(100)				(100)				(100)			
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
10	0.22	20	18	20	0.19	25	24	25	0.25	45	46	30	0.40	48	48	35	0.44
37	0.23	20	20	23	0.21	26	25	28	0.26	45	45	33	0.41	49	48	38	0.45
55	0.23	22	21	23	0.22	25	25	28	0.26	45	45	33	0.41	49	49	38	0.45
46	0.24	24	23	24	0.24	25	25	29	0.26	48	46	34	0.43	52	52	39	0.48
19	0.25	20	20	25	0.22	26	24	30	0.27	48	46	35	0.43	50	50	40	0.47
29	0.26	20	19	26	0.22	27	26	31	0.28	49	49	36	0.45	50	50	41	0.47
39	0.26	21	22	26	0.23	27	27	31	0.28	52	51	36	0.46	56	56	41	0.51
38	0.27	22	23	27	0.24	28	26	32	0.29	53	53	37	0.48	57	57	42	0.52
2	0.29	21	20	29	0.23	44	28	34	0.35	52	52	39	0.48	55	55	44	0.51
20	0.29	22	21	29	0.24	44	42	34	0.40	50	50	39	0.46	53	53	44	0.50
28	0.29	22	22	29	0.24	43	42	34	0.40	50	52	39	0.47	54	54	44	0.51
66	0.29	22	21	29	0.24	43	43	34	0.40	50	52	39	0.47	54	54	44	0.51
64	0.3	25	24	30	0.26	42	43	35	0.40	49	49	39	0.46	55	55	44	0.51
21	0.32	25	24	32	0.27	42	42	37	0.40	48	48	42	0.46	52	51	47	0.50
56	0.32	25	24	32	0.27	39	42	37	0.39	47	47	42	0.45	52	51	47	0.50
65	0.32	21	22	32	0.25	40	39	37	0.39	50	50	42	0.47	52	51	47	0.50
73	0.32	22	20	32	0.25	40	40	37	0.39	52	52	42	0.49	55	55	47	0.52
75	0.33	22	22	33	0.26	38	40	38	0.39	50	50	43	0.48	52	52	48	0.51
83	0.33	22	22	33	0.26	38	38	38	0.38	50	50	43	0.48	52	52	48	0.51
47	0.34	25	24	34	0.28	40	38	39	0.39	50	50	44	0.48	52	52	49	0.51
57	0.34	25	24	34	0.28	33	40	39	0.37	50	50	44	0.48	53	54	49	0.52
74	0.35	28	26	35	0.30	33	33	40	0.35	48	48	45	0.47	50	55	50	0.52
84	0.36	28	26	36	0.30	33	33	41	0.36	50	50	46	0.49	54	53	51	0.53
11	0.39	32	35	39	0.35	35	33	41	0.36	42	42	46	0.43	55	54	51	0.53
30	0.39	30	34	39	0.34	32	35	41	0.36	45	45	46	0.45	50	56	51	0.52
12	0.4	30	34	40	0.35	32	32	45	0.36	48	48	49	0.48	50	56	54	0.53
3	0.41	32	31	41	0.35	35	32	46	0.38	45	45	51	0.47	54	55	56	0.55
82	0.41	35	34	41	0.37	38	35	46	0.40	45	45	51	0.47	54	52	56	0.54
1	0.43	35	34	43	0.37	39	39	48	0.42	42	42	53	0.46	55	53	58	0.55
48	0.45	35	34	45	0.38	38	38	50	0.42	42	42	55	0.46	55	54	60	0.56
เฉลี่ย		7.53	7.44	9.61	8.19	10.5	10.29	11.05	10.61	14.4	14.4	12.53	13.78	15.79	15.87	14.03	15.23

จากตารางภาคผนวก ข - 2 จุดตัดคะแนนกลุ่มอ่อน ปานกลาง เก่งและเก่งมาก คือ 8, 11, 14 และ 15 ข้อตามลำดับ หมายความว่าเกณฑ์การผ่านสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อยู่ที่ 8 คะแนน ส่วนคนที่ได้ 0 - 7 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางภาคผนวก ข - 3 จุดตัดด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ผู้เรียนควรทำได้															
		อ่อน (100)				ปานกลาง (100)				เก่ง (100)				เก่งมาก (100)			
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
6	0.21	20	19	21	0.20	32	30	25	0.29	43	40	30	0.38	54	54	35	0.48
13	0.23	21	20	23	0.21	32	31	26	0.30	44	41	31	0.39	53	53	37	0.48
15	0.25	20	20	25	0.22	33	32	28	0.31	43	42	33	0.39	55	53	38	0.49
42	0.25	22	21	25	0.23	32	32	30	0.31	40	44	35	0.40	56	56	40	0.51
69	0.26	20	20	26	0.22	32	32	30	0.31	43	40	35	0.39	54	54	40	0.49
77	0.27	21	20	27	0.23	32	32	32	0.32	43	42	37	0.41	53	53	42	0.49
33	0.29	22	23	29	0.25	31	31	35	0.32	41	43	40	0.41	51	51	42	0.48
67	0.29	22	22	29	0.24	32	32	35	0.33	42	41	40	0.41	52	52	42	0.49
68	0.29	23	23	29	0.25	34	34	35	0.34	44	42	40	0.42	56	56	42	0.51
23	0.3	24	23	30	0.26	30	30	40	0.33	40	43	43	0.42	56	55	48	0.53
14	0.31	27	25	31	0.28	35	33	43	0.37	39	40	45	0.41	50	50	50	0.50
31	0.31	26	24	31	0.27	37	36	44	0.39	42	39	45	0.42	52	52	50	0.51
49	0.32	27	25	32	0.28	36	38	45	0.40	46	42	47	0.45	56	56	52	0.55
4	0.33	28	20	33	0.27	32	36	46	0.38	40	45	47	0.44	50	50	52	0.51
24	0.33	27	27	33	0.29	30	33	46	0.36	40	40	47	0.42	53	53	52	0.53
50	0.33	28	28	33	0.30	38	31	46	0.38	44	40	47	0.44	60	60	52	0.57
78	0.34	29	20	34	0.28	39	38	47	0.41	48	43	49	0.47	58	58	54	0.57
22	0.35	25	25	35	0.28	32	39	48	0.40	46	46	50	0.47	57	57	55	0.56
51	0.35	29	26	35	0.30	35	32	48	0.38	46	47	50	0.48	56	56	55	0.56
58	0.35	28	25	35	0.29	36	35	48	0.40	54	46	50	0.50	59	58	55	0.57
76	0.35	27	25	35	0.29	33	36	48	0.39	56	49	50	0.52	62	62	55	0.60
40	0.36	28	28	36	0.31	34	33	49	0.39	53	50	53	0.52	61	61	58	0.60
41	0.36	24	28	36	0.29	35	34	49	0.39	51	52	53	0.52	59	59	58	0.59
59	0.37	25	23	37	0.28	37	35	50	0.41	50	50	55	0.52	58	57	60	0.58
85	0.37	27	24	37	0.29	38	36	50	0.41	50	50	55	0.52	60	60	60	0.60
32	0.38	28	25	38	0.30	40	36	52	0.43	56	50	58	0.55	61	61	63	0.62
60	0.39	29	26	39	0.31	43	41	52	0.45	53	53	58	0.55	60	60	63	0.61
86	0.39	24	20	39	0.28	43	42	52	0.46	54	54	58	0.55	59	58	63	0.60
87	0.45	27	22	45	0.31	45	43	54	0.47	53	52	60	0.55	59	61	65	0.62
5	0.53	28	23	53	0.35	43	44	55	0.47	52	52	65	0.56	60	60	70	0.63
เฉลี่ย		7.56	7	9.91	8.16	10.61	10.47	12.88	11.32	11.32	13.96	13.58	14.06	16.9	16.86	15.48	16.41

จากตารางภาคผนวก ข - 3 จุดตัดคะแนนกลุ่มอ่อน ปานกลาง เก่งและเก่งมาก คือ 8, 11, 14 และ 16 ข้อตามลำดับ หมายความว่าเกณฑ์การผ่านสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ที่ 8 คะแนน ส่วนคนที่ได้ 0 - 7 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางภาคผนวก ข - 4 จุดตัดด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ผู้เรียนควรทำได้															
		อ่อน				ปานกลาง				เก่ง				เก่งมาก			
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
43	0.21	21	20	21	0.21	25	24	24	0.24	36	35	29	0.33	51	52	34	0.46
18	0.22	23	22	23	0.23	28	27	26	0.27	38	36	31	0.35	52	53	36	0.47
45	0.22	21	21	23	0.22	27	27	26	0.27	44	39	31	0.38	53	54	36	0.48
17	0.24	23	23	24	0.23	26	26	27	0.26	44	42	32	0.39	53	55	37	0.48
35	0.24	22	22	24	0.23	29	29	27	0.28	42	42	32	0.39	52	60	37	0.50
88	0.25	21	21	25	0.22	29	28	28	0.28	43	43	33	0.40	51	61	38	0.50
36	0.26	22	22	26	0.23	31	30	29	0.30	44	43	34	0.40	54	52	39	0.48
16	0.27	23	23	27	0.24	31	32	30	0.31	41	40	35	0.39	51	53	40	0.48
25	0.27	22	22	27	0.24	30	30	30	0.30	43	43	35	0.40	53	56	40	0.50
44	0.27	21	20	27	0.23	33	33	30	0.32	45	44	39	0.43	52	59	44	0.52
63	0.3	20	21	30	0.24	30	30	33	0.31	50	50	43	0.48	60	55	48	0.54
62	0.31	23	23	31	0.26	32	31	34	0.32	52	52	44	0.49	61	60	49	0.57
70	0.31	23	22	31	0.25	34	30	34	0.33	53	54	44	0.50	63	62	49	0.58
79	0.31	23	22	31	0.25	36	32	34	0.34	53	53	44	0.50	63	63	49	0.58
89	0.31	23	22	31	0.25	35	34	34	0.34	53	53	44	0.50	63	64	49	0.59
7	0.33	21	20	33	0.25	31	36	36	0.34	54	54	45	0.51	64	65	50	0.60
26	0.33	20	21	33	0.25	33	35	36	0.35	54	55	45	0.51	65	66	50	0.60
34	0.33	24	23	33	0.27	33	30	36	0.33	51	52	45	0.49	60	66	50	0.59
71	0.35	25	24	35	0.28	34	32	38	0.35	51	52	46	0.50	61	62	51	0.58
8	0.36	23	23	36	0.27	37	32	39	0.36	53	53	46	0.51	63	64	51	0.59
9	0.37	22	22	37	0.27	38	33	40	0.37	55	56	47	0.53	65	65	52	0.61
72	0.37	21	20	37	0.26	35	35	40	0.37	55	55	47	0.52	65	66	52	0.61
27	0.41	24	23	42	0.30	37	36	45	0.39	52	53	50	0.52	67	65	55	0.62
53	0.41	24	23	42	0.30	40	35	45	0.40	52	53	50	0.52	64	65	55	0.61
81	0.41	22	22	42	0.29	39	37	45	0.40	52	53	50	0.52	65	66	55	0.62
52	0.42	24	23	43	0.30	40	40	46	0.42	50	51	51	0.51	60	60	56	0.59
80	0.42	25	24	43	0.31	42	40	46	0.43	55	54	51	0.53	63	62	56	0.60
61	0.43	27	25	44	0.32	43	41	47	0.44	57	55	52	0.55	63	63	57	0.61
54	0.48	29	28	48	0.35	45	42	51	0.46	58	56	56	0.57	64	65	57	0.62
90	0.49	28	29	49	0.35	43	43	52	0.46	58	57	57	0.57	65	66	62	0.64
<b>เฉลี่ย</b>		<b>6.9</b>	<b>6.76</b>	<b>9.98</b>	<b>7.88</b>	<b>10.26</b>	<b>9.9</b>	<b>10.88</b>	<b>10.35</b>	<b>14.88</b>	<b>14.78</b>	<b>12.88</b>	<b>14.18</b>	<b>17.86</b>	<b>18.25</b>	<b>14.34</b>	<b>16.82</b>

จากตารางภาคผนวก ข - 4 จุดตัดคะแนนกลุ่มอ่อน ปานกลาง เก่งและเก่งมาก คือ 8, 10, 14 และ 17 ข้อตามลำดับ หมายความว่าเกณฑ์การผ่านสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 8 คะแนน ส่วนคนที่ได้ 0 - 7 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

ภาคผนวก ค  
แบบประเมินวินิจฉัยฉบับสำรวจ



## แบบประเมินวินิจฉัยฉบับสำรวจ

### การสร้างมูลค่าเปลือกไข่ ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ศวทช. โดยนักวิจัยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ได้ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาผลิตไบโอดีเซล โดยแปรสภาพเปลือกไข่ มาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เปรียบเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยาแบบของเหลว เช่น โซดาไฟ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่ได้จากเปลือกไข่ หรือผลิตภัณฑ์ อีโค-คาตาล (Eco Catal) ทำให้กระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีขั้นตอนที่สั้นลง อีกทั้งยังได้กลีเซอรินและไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการล้างน้ำและไม่ก่อให้เกิดน้ำเสียในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบทั่วไป ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวพร้อมส่งต่อองค์ความรู้ให้กับอุตสาหกรรมผลิตไบโอดีเซล เป็นทางเลือกที่คุ้มค่า ในการลงทุน เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกไข่เป็นวัตถุดิบที่หาได้ในประเทศ โดยไม่ต้องนำเข้าเหมือนตัวเร่งปฏิกิริยาในรูปของเหลว งานวิจัยดังกล่าวยังช่วยให้เจ้าของธุรกิจ โรงฟักไข่ไม่ต้องเสียเงิน ในการกำจัดเปลือกไข่ เหลือทิ้งด้วยการฝังกลบกว่า 60,000 ตันต่อปี จึงเป็นผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ตอบ โจทย์ภาคอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

ที่มา : <http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/9940-biodiesel> (8 พฤศจิกายน 2556)

#### คำถาม : การสร้างมูลค่าเปลือกไข่ ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

1. จากบทความเรื่อง “การสร้างมูลค่าเปลือกไข่ ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล” เหตุใดจึงต้องนำเปลือกไข่มาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำมันดีเซล (1.1)
2. จะใช้หลักฐานใดในการตรวจสอบว่ามีเปลือกไข่เป็นส่วนผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์นี้ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า เปลือกไข่จะทำงานได้ดีที่สุดในอุณหภูมิเท่าใด (1.3)
4. เปลือกไข่มีคุณสมบัติอย่างไร จึงสามารถใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลได้ (2.1)
5. ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ใช้เปลือกไข่ในการเร่งปฏิกิริยาเคมี เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะมีผลต่อการทำงานของเปลือกไข่อย่างไร (2.2)
6. จากคำกล่าวที่ว่า “เปลือกไข่ทำงานได้ดี เพราะมีความแข็งพอดี” คำอธิบายนี้ถูกหรือไม่อย่างไร (2.3)
7. ข้อสรุปในการงานวิจัยที่บอกว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ มีกลีเซอรินและไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์สูง หลักฐานยืนยันข้อสรุปนี้คืออะไร (3.1)

8. การสรุปว่าการผลิตน้ำมันดีเซล โดยใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยานี้มีข้อดีว่าการผลิตโดยใช้ของเหลวจะต้องใช้ข้อตกลงใด (3.2)
9. การผลิตน้ำมันดีเซล จากเปลือกไข่ ถ้าจะเอาไปพัฒนาในเชิงพาณิชย์ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่อย่างไร (3.3)

### นาซาใช้ไทยวิจัยโลกร้อน

เนื่องจากชั้นบรรยากาศของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีละอองแวนลอย (Aerosol) ที่มาจากหลายแหล่ง เช่น เกือบทะเล การเผาไหม้ป่า และพื้นที่เกษตร การเผาไหม้น้ำมันและเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ จากละอองคินทราย ซึ่งปริมาณเข้มข้นของละอองเหล่านี้แปรปรวนอย่างมากตามพื้นที่และฤดูกาล ละอองดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย เป็นอุปสรรคต่อการคมนาคมทางอากาศและสุขภาพ มีทั้งกลุ่มที่เร่งการก่อตัวของเมฆและฝน เช่น ละอองเกลือ และกลุ่มที่สลายเมฆและลดการเกิดฝน ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ และกระบวนการพัดพาแนวราบและแนวตั้งจะช่วยให้การพยากรณ์อากาศโดยเฉพาะการเกิดฝนแม่นยำมากขึ้นนอกจากนี้ ยังทำให้รูปแบบจำลองคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกเนื่องจากสภาวะโลกร้อนในอนาคตมีความคลื่อนสูง เพราะละอองส่งผลให้ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่กระทบพื้น โลกลดลง



โครงการดังกล่าวจะใช้อากาศยานประเภทต่างๆ เก็บข้อมูลชนิด ปริมาณ การพัดพาในบรรยากาศ ผลของละอองต่อการเกิดเมฆและฝนในภูมิภาค โดยเป็นอากาศยานของนาซา 3 ลำ ของหน่วยปฏิบัติการฝนหลวงและการบินเกษตร 1 ลำ ซึ่งจะเก็บตัวอย่างอากาศและตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในชั้นบรรยากาศชั้นบนถึงระดับ 20 km ซึ่งบอลลูนตรวจสภาพอากาศของไทยไม่สามารถทำได้ และจะมีนักวิจัยไทยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าร่วมโครงการดังกล่าว โดยประโยชน์ต่อประเทศไทย คือ ได้ข้อมูลเพื่อการปรับแก้สภาพภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (ธีออส) และดาวเทียมเชิงแสงอื่นๆ ที่ได้รับการดำน้ำสีที่ถ่ายได้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความคิดเห็นไม่กลมกลืน ซึ่งความเข้าใจเชิงสถานที่และเวลาเกิดเมฆ จะช่วยให้วางแผนการถ่ายภาพได้แม่นยำมากขึ้น

ที่มา : <http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/9937-nasa-global-warming> (8 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : นาซาใช้ไทยวิจัยโลกร้อน

1. จากบทความเรื่อง “นาซาใช้ไทยวิจัยโลกร้อน” ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. พบละอองแขวนลอย “Aerosol” ที่อยู่บนชั้นบรรยากาศ มีอะไรเกิดขึ้นเพื่ออธิบายว่าทำไมจึงพบละอองแขวนลอยเหล่านี้ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า ละอองแขวนลอยปริมาณเท่าใดที่มีผลต่อชั้นบรรยากาศ (1.3)
4. อากาศยานของหน่วยปฏิบัติการฝนหลวงและการเกษตรของไทยมีคุณสมบัติอย่างไร จึงสามารถใช้ในการวิจัยนี้ได้ (2.1)
5. ในการปรับแก้สภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือออสจะมีผลอย่างไรต่อการวิจัยนี้ (2.2)
6. จากคำกล่าวที่ว่า “ปริมาณความเข้มข้นของละอองแขวนลอย แปรปรวนตามพื้นที่และฤดูกาล” คำอธิบายนี้ถูกหรือไม่ อย่างไร (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า การถ่ายภาพสถานที่และเวลาการเมฆ จะคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกได้หลักฐานยืนยันข้อสรุปนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่าการเก็บข้อมูลจากประเทศไทย จะสามารถคาดการณ์โลกร้อนได้ จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทยหรือไม่ อย่างไร (3.3)

เผย วัตถุติดไฟเอง ที่แท้เป็นฟอสฟอรัสขาว



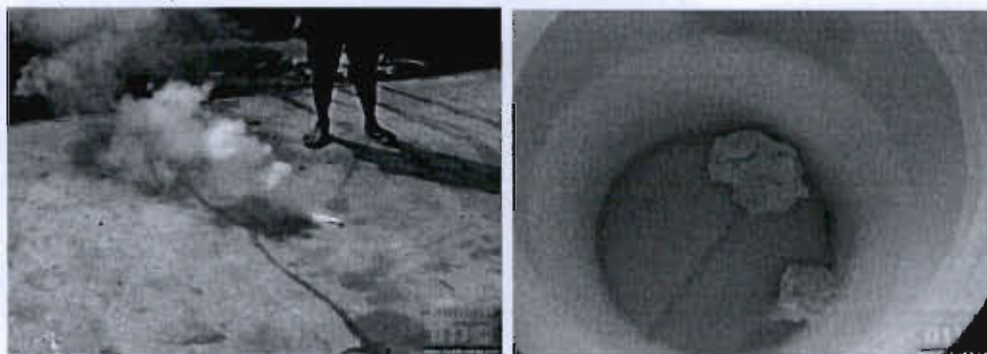
เรียบเรียงข้อมูลโดยกระปุกดอทคอม

ขอขอบคุณภาพประกอบจาก [ครอบครัวข่าว 3](#)

วัตถุประหลาดติดไฟเอง ที่แท้เป็นฟอสฟอรัสขาว เตือนห้ามสูดดม ถ้าพบให้รีบเผาทำลายทันที

นายศิน สุภพิสุทธิ์ หัวหน้าฝ่ายโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหนองคาย เปิดเผยว่า หลังจากที่ตั้งวัตถุไปพิสูจน์ที่คณะ ผลปรากฏว่า วัตถุดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนของฟอสฟอรัสขาว ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ในลักษณะที่ทำให้ควันสีขาวเมื่อขึ้นหรือแช่น้ำ แต่เมื่อนำมาวางไว้ในอากาศ จะเกิดควันพวยพุ่งตลอดเวลา และเมื่อแห้งจะติดไฟได้เอง พร้อมทั้งถูกไหม้อย่างรวดเร็ว จนกระทั่งเหลือเพียงของแข็งสีน้ำตาลแดง ทั้งนี้ จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ตรงกับคุณสมบัติของธาตุฟอสฟอรัสขาว ซึ่งโดยปกติแล้วฟอสฟอรัสขาวเป็นวัตถุไวไฟ ที่นำมาผสมหัวจรวดของอาวุธสงคราม

ฟอสฟอรัสขาวจัดอยู่ในกลุ่มสารเคมีอันตราย คำนึงจากฟอสฟอรัสเป็นอันตรายต่อมนุษย์ และก่อให้เกิด  
 อคติภัยได้ง่าย และจากกรณีดังกล่าว ไม่น่าจะเป็นชิ้นส่วนที่แตกออกมาจากการจุดบั้งไฟ ตามที่ชาวบ้านคาดการณ์  
 ไว้ เนื่องจากฟอสฟอรัสขาวเป็นสารที่หนักกว่าน้ำ ไม่ลอยน้ำเหมือนกับบั้งไฟพญานาค อีกทั้งจะเกิดไฟลุกไหม้ใน  
 ที่ที่อากาศแห้งเท่านั้น พร้อมกันนี้ นายวสิน ยังได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ขณะนี้ก็ยังไม่สามารถระบุได้ว่าเหตุใดจึงพบ  
 ฟอสฟอรัสขาวที่แม่น้ำโขง อย่างไรก็ตาม ถ้าหากใครพบเห็นวัตถุชนิดนี้ ควรทำลายด้วยการเผาไฟในที่โล่งแจ้งให้  
 เร็วที่สุด และไม่สูดดมควันดังกล่าวโดยเด็ดขาด



ที่มา : <http://highlight.kapook.com/view/60113> (8 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : เผย วัตถุติดไฟเอง ที่แท้เป็นฟอสฟอรัสขาว

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการศึกษาคืออะไร (1.1)
2. เหตุใดฟอสฟอรัสขาวจึงจัดเป็นวัตถุอันตราย (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า วัตถุที่พบเป็นฟอสฟอรัสขาว (1.3)
4. ฟอสฟอรัสขาวมีคุณสมบัติอย่างไร จึงสามารถติดไฟเองได้ (2.1)
5. หากนำฟอสฟอรัสขาวไปใช้ในการทำบั้งไฟจะมีผลอย่างไรต่อบั้งไฟ (2.2)
6. เนื่องจากฟอสฟอรัสขาวเป็นวัตถุที่ติดไฟเอง เราควรนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิง คำพูดนี้นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่  
 อย่างไร (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า ฟอสฟอรัสขาวเป็นวัตถุไวไฟ นำมาผสมหัวจรวดของอาวุธสงคราม หลักฐานยืนยันข้อนี้  
 คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่าวัตถุที่พบเป็นฟอสฟอรัสขาว จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร (3.3)

### แอสไพรินยาสถาปัตยกรรมที่มิโทมมหันต์



มีงานวิจัยชิ้นหนึ่งของศูนย์บริการสุขภาพแห่งชาติของสหราชอาณาจักร (National Health Service – NHS) เปิดเผยว่า ยาแอสไพรินมีผลทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย โดยทำให้มีโอกาสมีเลือดออกในกระเพาะอาหาร และสมองด้วย ยาแอสไพริน เป็นยาที่ส่งผลให้เลือดมีความหนืดลดลง ดังนั้น โอกาสที่เลือดจะจับตัวเป็นลิ่มเลือดจะน้อยลง ซึ่งการที่เลือดจับตัวเป็นลิ่มเลือดนี้จะมีโอกาสที่จะเกิดโรคหัวใจขาดเลือดหรือโรคเส้นเลือดอุดตันในสมอง ดังนั้นยาแอสไพรินจึงถูกนำมาใช้เป็นยาสลายลิ่มเลือดสำหรับผู้ที่ป่วยด้วยโรคดังกล่าวไปแล้ว

นอกจากนี้ ยังมีผลการวิจัยอีกหลากหลาย ที่บ่งชี้ว่า ยาแอสไพรินช่วยลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งบางชนิดได้มาก ดังนั้นจึงมีผู้ที่เข้าใจผิดในสรรพคุณของยาแอสไพริน และใช้มันในปริมาณมากโดยที่ไม่ทราบถึงอันตรายของมัน นอกจากประโยชน์ที่ได้กล่าวไปแล้ว ยาแอสไพรินนอกจากมีคุณอนันต์ก็มีโทษมหันต์เช่นกัน โดยยาแอสไพรินจะทำให้เลือดแข็งตัวได้ยากขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมาได้

ยาแอสไพรินเป็นยาที่ถูกสั่งมาให้ผู้ป่วยที่มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะเกิดอาการหัวใจขาดเลือดฉับพลันหรือเส้นเลือดในสมองอุดตัน สรรพคุณนี้แน่นอนว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปเพราะทุกคนรู้ดี แต่อย่างไรก็ตาม ยาแอสไพรินกลับมีผู้ที่มิสุขภาพดีใช้ยาอย่างมากมาย

คณะนักวิจัยจากโรงเรียนแพทย์ Warwick ได้รับการขอร้องให้ศึกษางานวิจัยของ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งชาติของสหราชอาณาจักร โดยผลระบุว่า ผู้ที่ป่วยเป็นโรคหัวใจขาดเลือดและโรคเส้นเลือดอุดตันในสมอง จะได้รับยาแอสไพรินมารับประทานกันทุกคน แต่ยาแอสไพรินนั้นก่อให้เกิดอันตรายให้มากกว่าประโยชน์ที่มันทำให้เลือดออกได้มากกว่า โดยยานี้ถูกใช้ในผู้ป่วยที่อยู่ในความเสี่ยงสูง โดยจะช่วยลดความดันโลหิต ส่วนผลในการรักษามะเร็งนั้น พวกเขาสรุปว่ามันไม่ผลเพียงพอที่จะเป็นประโยชน์อะไรได้เลยในตอนนี้ ต้องรอผลการวิจัยอีกประมาณ 5 ปี

ศาสตราจารย์ Aileen Clarke ผู้นำการวิจัยกล่าวว่า เราพบโทษที่เด่นชัดมากมายจากการใช้ยานี้ แต่เรายังไม่เห็นประโยชน์อะไรที่จะช่วยบำรุงร่างกายหรือทานเป็นประจำเพื่อป้องกันมะเร็ง เพราะยังไม่มีการวิจัยใดๆ ยืนยันในตอนนี้ ดังนั้นเราจึงทำการต่อต้านอย่างแรงต่อกระแสการส่งเสริมการบริโภคยาแอสไพรินอย่างเกินเหตุในขณะนี้

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ยาแอสไพรินนั้นมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคหัวใจ แต่สำหรับผู้ที่ไม่ได้ป่วยด้วยโรคดังกล่าว ยาแอสไพรินนั้นไม่ได้มีประโยชน์อะไรเลยแต่กลับมีอันตรายที่คาดไม่ถึง

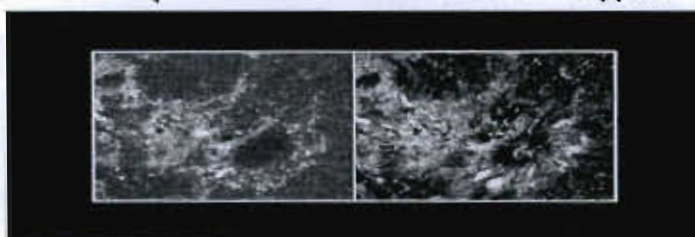
ที่มา : <http://www.sciencenaru.com/daily-aspirin-risky-for-healthy/> (8 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : แอสไพรินยาสถาปัตยกรรมที่มิโทมมหันต์

I. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)

2. เหตุใดยาแอสไพรินจึงจัดเป็นยาที่มีประโยชน์และมีโทษ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า ร่างกายเราสามารถรับประทานยาแอสไพรินได้หรือไม่ (1.3)
4. ยาแอสไพรินมีคุณสมบัติอย่างไร จึงทำให้เลือดมีความหนืดลดลง (2.1)
5. หากนำยาแอสไพรินไปใช้ในการบำรุงร่างกาย จะมีผลอย่างไร (2.2)
6. ยาแอสไพรินช่วยรักษามะเร็งได้ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า ยาแอสไพรินเป็นอันตราย หลักฐานชิ้นไหนที่น่าเชื่อถืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่ายาแอสไพรินมีประโยชน์หรือมีโทษมากกว่ากัน จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะมีผลกระทบต่อการใช้งานยาแอสไพรินหรือไม่ อย่างไร (3.3)

### พบภาพหลุมโคโรนาบนดวงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์หวั่นเกิดพายุสุริยะ



#### เรียบเรียงข้อมูลโดยกระปุกดอทคอม

ขอขอบคุณภาพประกอบจาก [Nasa](#)

กล้องโทรทรรศน์อวกาศโซโฮ ของนาซา จับภาพหลุมโคโรนาขนาดใหญ่บนดวงอาทิตย์ บริเวณแถบขั้วโลกเหนือ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์คาด หลุมโคโรนาอาจเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในห้วงอวกาศ เตรียมป้องกันผลกระทบจากพายุสุริยะ เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2556 เว็บไซต์เดลิเมลของอังกฤษรายงานว่า กล้องโทรทรรศน์อวกาศโซโฮ ที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือของนาซา กับองค์การอวกาศยุโรป จับภาพของหลุมโคโรนากลับมาบริเวณขั้วโลกเหนือบนดวงอาทิตย์เอาไว้ ในระหว่างวันที่ 13 และ 18 กรกฎาคม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์คาดว่าภาพของหลุมโคโรนาค้างกล่าว น่าจะเป็นต้นกำเนิดของความร้อนในห้วงอวกาศ เป็นภาพของหลุมโคโรนา หรือ Coronal Hole เป็นจุดสีดำที่อยู่ ในชั้นโคโรนา ชั้นบรรยากาศนอกสุดของดวงอาทิตย์ โดยพื้นที่ดังกล่าวถูกปกคลุมไปด้วยความมืด ส่งผลให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณรอบ ๆ และมีเส้นสนามแม่เหล็กพุ่งเข้า-ออกอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ คาเรน ฟ็อกซ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์การบินอวกาศก็อดดาร์ด ยังกล่าวเพิ่มเติมด้วยว่า หลุมโคโรนานั้นมีตำแหน่งที่ไม่แน่นอน โดยหลุมโคโรนา เกิดในช่วงที่สนามแม่เหล็กบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอัตราความเร็วในการหมุน เร็วกว่าขั้วของดวงอาทิตย์เล็กน้อย ซึ่งส่วนใหญ่กินเวลาประมาณ 11 ปี โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า โซลาร์แมกซ์ิมัม (Solar Maximum) หรือโซลาร์แมกซ์ ทั้งนี้ทางนาซาทำนายเอาไว้ว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวน่าจะเกิดขึ้นภายในปี 2013 ซึ่งในระหว่างนั้นก็จะมีหลุมโคโรนาบางหลุมที่ยุบตัวลงด้วยเช่นกัน จากนั้นก็จะวนเวียนไปเช่นเดิมตาม วัฏจักรสุริยะ ซึ่งหลุมโคโรนาที่เกิดใหม่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 400,000 ไมล์ หรือราว 643,700 กิโลเมตร ขนาดยาวกว่าเส้นรอบโลกถึง 5 เท่า ทั้งนี้หนึ่งในภาพที่ได้ เป็นภาพของอนุภาคของลมสุริยะที่ปะทุออกมาจากหลุมต่าง ๆ บนดวงอาทิตย์ โดยอนุภาคดังกล่าวมีอัตราการเคลื่อนที่เร็วกว่าบริเวณอื่น ๆ มาก นักวิทยาศาสตร์จึงเตรียมนำภาพดังกล่าวไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพอากาศในห้วงอวกาศ เพื่อใช้ในการคิดค้นวิธีการลดความรุนแรง และป้องกันผลกระทบที่เกิดจากพายุสุริยะต่อไป



ที่มา : <http://men.kapook.com/view67735.html> (8 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : พบภาพหลุมโคโรนาบนดวงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์วันเกิดพายุสุริยะ

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. เหตุใดหลุมโคโรนา จึงส่งผลกระทบต่อพายุสุริยะ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า พายุสุริยะที่เกิดขึ้นจากหลุมโคโรนามีความรุนแรงขึ้น (1.3)
4. หลุมโคโรนามีคุณสมบัติอย่างไร จึงสามารถทำให้เกิดพายุสุริยะได้ (2.1)
5. หากต้องการใช้พายุสุริยะให้เกิดประโยชน์ด้านพลังงาน สามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร (2.2)
6. หากมีคนกล่าวว่า “พายุสุริยะ จะมีผลทำให้ดวงอาทิตย์มีดับลง” คำพูดนี้นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า หลุมโคโรนาอาจเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในห้วงอวกาศ หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่าหลุมโคโรนา มีผลกระทบต่อพายุสุริยะ จะต้องยึดข้อตกลงใดบ้าง (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อยานสำรวจอวกาศหรือไม่ อย่างไร (3.3)

สเต็มเซลล์จากเลือด รักษาโรคมะเร็ง



ที่มาของภาพ :

[http://www.khaosod.co.th/view\\_resizing\\_images.php?filename=online/2013/10/138293225313829322721.jpg&width=260&height=260](http://www.khaosod.co.th/view_resizing_images.php?filename=online/2013/10/138293225313829322721.jpg&width=260&height=260)

ปัจจุบันพบว่ามาตรฐานและระบบการจัดเก็บสเต็มเซลล์ของบริษัทรับฝากสเต็มเซลล์แต่ละแห่งแตกต่างกัน พญ.จุฑา ทิพย์ ฟองศรีณย์ ผอ.แพทย์และกุมารแพทย์เฉพาะทางด้านโลหิตวิทยาและมะเร็งในเด็ก บริษัทไทยสเต็มไลฟ์ จำกัด บอกว่า ห้องปฏิบัติการไทย สเต็มไลฟ์ คัดแยกสเต็มเซลล์จากเลือดที่ละอองด้วยเครื่องคัดแยกสเต็มเซลล์อัตโนมัติ ที่ได้การยอมรับทั้งด้านประสิทธิภาพและมาตรฐานความปลอดภัยในระดับสากลเช่นเดียวกับที่ใช้ในธนาคารสเต็มเซลล์ชั้นนำทั่วโลก "หัวใจหลักที่ทำให้สเต็มเซลล์ยังคงคุณภาพอยู่ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเลือดจาก

รกและ สายสะดือ จนถึงการ ละลายสเต็มเซลล์เพื่อการใช้ให้กระทบต่ออัตราการมีชีวิตของสเต็มเซลล์น้อยที่สุด เพื่อให้การรักษาได้ผลสูงสุด ด้วยมาตรฐานระดับสากล" สเต็มเซลล์ที่จะเบิกใช้ต้องมีอัตราการมีชีวิตของเซลล์อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งอัตราการมีชีวิตของเซลล์ของบริษัทไทยสเต็มไลฟ์สูงกว่าร้อยละ 97 ในปัจจุบันลูกค้าของทางบริษัท เบิกสเต็มเซลล์จากกระแสโลหิต จากรกและสายสะดือไปใช้ในการรักษากว่า 100 ราย การเข้าไปมีส่วนร่วมในการดูแลสเต็มเซลล์จากน้องแรกเกิดให้เพื่อใช้รักษาที่เป็น โรคมัลติซิมเมีย โดยไม่ต้องรอสเต็มเซลล์บริจาค ด้วยกระบวนการเด็กหลอดแก้วพร้อมกับการคัดเลือกตัวอ่อนที่แข็งแรงและมีเนื้อ เยื่อเข้าได้กับพี ของบริษัท ชูพีเรีย เอ.อาร์.ที ทำให้ได้ทารกที่ปลอดปราศจากโรค โดยมีเนื้อเยื่อ HLA เข้ากับพีที่ป่วย ไทยสเต็มไลฟ์ได้เก็บและดูแลสเต็มเซลล์จากเลือดในรกและสายสะดือของน้อง รวมถึงการนำส่งโรงพยาบาลเพื่อรักษาที่ ซึ่งถือเป็นความสำเร็จครั้งแรกของเอเชีย โอกาสพบสเต็มเซลล์เป็น ไปได้ยาก หรือเพียง 1 ใน 50,000 ราย หรือ 0.002 เปอร์เซ็นต์ วิธีการเก็บสเต็มเซลล์ในเด็กเล็ก ต้องเก็บจากไขกระดูก ซึ่งมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อเจ้าของสเต็มเซลล์ ดังนั้น การจัดเก็บสเต็มเซลล์จากเลือดในรกและสายสะดือของทารกภายหลังคุณแม่ให้กำเนิด อย่างมีคุณภาพ และมาตรฐานที่ดีจะเป็นวิธีที่ปลอดภัย นายณัฐพร ชูประพัฒน์ ประธานเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการเสริมว่า บริษัทให้ความสำคัญกับห้องปฏิบัติการและมาตรฐานระดับสากลของระบบการป้องกัน รักษาความปลอดภัย หรือเรียกว่า 10s ไม่ว่าจะเป็นการนำนวัตกรรมใหม่อย่างระบบ SEPAX มาใช้ในการคัดแยก สเต็มเซลล์ระบบอัตโนมัติที่ทันสมัยที่สุดระบบหนึ่งของโลก เป็นต้น ถือเป็นมาตรฐานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ระดับสากล จากสหภาพยุโรปที่รับรอง โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขไทย วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ข่าวสดออนไลน์ ที่มา :

[http://www.khaosod.co.th/view\\_newsonline.php?newsid=TVRNNE1qa3pNakkxTXc9PQ=&subcatid\(8\)](http://www.khaosod.co.th/view_newsonline.php?newsid=TVRNNE1qa3pNakkxTXc9PQ=&subcatid(8))  
พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : สเต็มเซลล์จากเลือด รักษาโรคมัลติซิมเมีย

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. เหตุใดสเต็มเซลล์จากเลือด จึงสามารถรักษาโรคมัลติซิมเมียได้ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า สเต็มเซลล์จากเลือด มีความปลอดภัย (1.3)
4. สเต็มเซลล์มีคุณสมบัติอย่างไร จึงสามารถรักษาโรคมัลติซิมเมียได้ (2.1)
5. หากต้องการเก็บสเต็มเซลล์ไว้ให้ได้มากกว่า 10 ปี สามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร (2.2)
6. หากมีคนกล่าวว่า “การนำสเต็มเซลล์ของคนที่มีไอคิวสูง มาไว้ในตัวเราทำให้เราฉลาดขึ้นได้” คำพูดนี้นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า การใช้สเต็มเซลล์จากเด็กหลอดแก้วเพื่อรักษาที่มีผลดีกว่าอย่างอื่น หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่าสเต็มเซลล์รักษาโรคมัลติซิมเมียได้ จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อชีวจริยธรรมหรือไม่ อย่างไร (3.3)



นักธรณีวิทยาชาวสวิส เชื่อว่าต้นไม้ที่ออกดอกสวยงามให้เห็น  
ทุกวันนี้ เริ่มต้นขึ้นมาเมื่อ 240 ล้านปีก่อนยุคปัจจุบัน



ที่มาของภาพ : [http://gdb.voanews.com/3F142896-D18F-4FEE-8C34-DD5DE8B25845\\_w268\\_r1.jpg](http://gdb.voanews.com/3F142896-D18F-4FEE-8C34-DD5DE8B25845_w268_r1.jpg)

เมื่อ 25 ปีที่แล้ว นักธรณีวิทยา Peter Hochuli ไปทำงานสำรวจอยู่ในประเทศนอร์เวย์ และพบสิ่งที่น่าประหลาดใจในตัวอย่างดินที่ขุดมาจากแกนตะกอนของพื้นโลก สิ่งนั้นคือ ละอองเกสรดอกไม้ หรือละอองเรณูที่เขาเคยเห็นของยุค Cretaceous ซึ่งเป็นสมัยระหว่าง 144 - 65 ล้านปีก่อนยุคปัจจุบัน และเป็นช่วงเวลาที่ยิ่งใหญ่ของโลก ก่อนช้างออบอวน ยังมีไดโนเสาร์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและนกต่างๆ รวมทั้งพืชที่ออกดอกด้วย

แต่เมื่อนักธรณีวิทยาผู้นี้ นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เพื่อกำหนดอายุ กลับพบว่า ตัวอย่างดินนั้น อยู่ในยุค Triassic ซึ่งเก่าแก่กว่ายุค Cretaceous ราวๆ 100 ล้านปี

คำถามก็คือ จะปรับความแตกต่างระหว่างอายุของตัวอย่างดินกับละอองเกสรดอกไม้ที่ห่างกันถึง 100 ล้านปีนี้ได้อย่างไร คำตอบเท่าที่นักธรณีวิทยาผู้นี้คิดไว้ในตอนนั้นก็คือ อาจจะเป็นปัญหาการปนเปื้อนในห้องแล็บ แต่เวลานี้ นักธรณีวิทยา Peter Hochuli ซึ่งทำงานเป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางพฤกษศาสตร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมหาวิทยาลัย Zurich ในสวิตเซอร์แลนด์ มีคำตอบใหม่แล้ว งานของอาจารย์ Peter ในขณะนี้ มุ่งเน้นไปในเรื่องต้นกำเนิดของพืชที่ออกดอก และให้ความเห็นไว้ว่าวิวัฒนาการมาจากพืชที่เกี่ยวข้องกับสน เฟิร์น และละอองเกสรดอกไม้ ทุกวันนี้ งานชิ้นล่าสุดของอาจารย์ Peter Hochuli ที่เพิ่งตีพิมพ์ลงในวารสาร Frontiers in Plant Science บรรยายถึงละอองเกสรดอกไม้ที่สกัดออกมาจากแกนตะกอนในสวิตเซอร์แลนด์ และอายุที่กำหนดได้สอดคล้องกับปริศนาที่เขาพยายามหาคำตอบเมื่อกว่า 20 ปีที่แล้ว

อาจารย์ Peter เชื่อว่า ละอองเกสรดอกไม้ที่พบสืบทอดโดยตรงกับพืชที่ออกดอก และเชื่อแล้วในตอนนี้ว่า สิ่งที่ได้ค้นพบนับแต่นั้นมา ทั้งที่เป็นละอองเกสรดอกไม้และเซลล์สืบพันธุ์ หรือ spores นั้น มีอายุราวๆ 240 ล้านปี นอกจากนี้ ยังค้นพบด้วยว่ามีละอองเกสรดอกไม้ในทะเล Barents ซึ่งอยู่ห่างจากสวิตเซอร์แลนด์ไปราวๆ สามพันกิโลเมตรด้วย

ทั้งหมดนี้หมายความว่า พืชที่ออกดอกนี้มีทั่วไปในโลกมากกว่าที่เคยคิดกันไว้ อย่างไรก็ตาม อาจารย์ Peter Hochuli นักพฤกษศาสตร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมหาวิทยาลัย Zurich บอกว่า ยังมีช่องว่างที่จะต้องศึกษากันต่อไปอีกมาก และบอกส่งท้ายว่า เป้าหมายในชีวิตของเขาต่อไปนี้ คือการค้นหารากเหง้า หรือกลุ่มพืชที่เป็นต้นกำเนิดของไม้ดอกให้ได้ ที่มา : <http://www.voathai.com/content/flowers-first-bloom-nm/1775822.html>

คำถาม : นักธรณีวิทยาชาวสวีต เชื่อว่าต้นไม้ที่ออกดอกสวยงามให้เห็นทุกวันนี้ เริ่มต้นขึ้นมาเมื่อ 240 ล้านปีก่อน ยุคปัจจุบัน

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. เหตุใดนักธรณีวิทยาจึงเชื่อว่าการออกดอกของต้นไม้เกิดขึ้นมาตั้งแต่ 240 ล้านปีมาแล้ว (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า พืชที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นเผ่าพันธุ์เดียวกับพืชสมัยโบราณ (1.3)
4. ดินที่นักธรณีวิทยานำไปวิเคราะห์มีคุณสมบัติอย่างไร ที่สะท้อนว่าเคยมีการเกิดของพืชดอก (2.1)
5. หากต้องการจำลองระบบนิเวศของโลกให้เหมือน 240 ล้านปีก่อน สามารถทำได้หรือไม่อย่างไร (2.2)
6. หากนักเรียนต้องการโต้แย้งข้อสรุปของนักธรณีในเรื่องนี้ นักเรียนควรหาข้อมูลใดมาสนับสนุน อ้างอิงถึง (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า ละอองเกสรดอกไม้ที่พบสืบทอดโดยตรงกับพืชที่ออกดอก หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่า พืชออกดอกมาตั้งแต่ 240 ล้านปีมาแล้ว จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร (3.3)

### หินตะกอน 3.5 พันล้านปีเผยร่องรอยชีวิตยุคแรกๆ ของโลก



หินตะกอนในออสเตรเลีย ได้เก็บข้อมูลจุลินทรีย์ดึกดำบรรพ์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตในยุคแรกๆ ของโลกไว้ และพื้นผิวถูกคลุมด้วยวัสดุคล้ายผืนพรหมซึ่งเป็นการสะสมวัสดุที่เกิดจากแบคทีเรีย (ไนน์เดลี/Nora Noffke)

ปกติการประกอบเรื่องราวการอุบัติของสิ่งมีชีวิตในยุคประวัติศาสตร์โลกขณะวิวัฒนาการขึ้นครั้งแรก นับเป็นเรื่องท้าทายสำหรับนักวิทยาศาสตร์ เพราะหินตะกอนเก่าแก่ที่สุดของโลกไม่ใช่เพียงหายาก แต่ยังจะถูกเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของแหล่งน้ำร้อนและการแปรสัณฐานทางธรณี

ตัวอย่างหินตะกอนอายุเกือบ 3.5 พันล้านปีที่พบในออสเตรเลียได้เผยหลักฐานของระบบนิเวศวิทยาของแบคทีเรียดึกดำบรรพ์ที่ โดยไนน์เดลีระบุว่า การศึกษาดังกล่าวได้ตีพิมพ์เผยแพร่ลงวารสารแอสโตรไบโอโลยี (Astrobiology) ซึ่งทีมวิจัยประกอบด้วย นอรา นอฟฟ์เก (Nora Noffke) และ โรเบิร์ต ฮาเซน (Robert Hazen) จากสถาบันคาร์เนกีวอชิงตัน (Carnegie Institution of Washington) สหรัฐฯ แดเนียล คริสเตียน (Daniel Christian) จากมหาวิทยาลัยโอดส์โดมิเนียน (Old Dominion University) และ เดวิด วาเคย์ (David Wacey) จากมหาวิทยาลัยเวสต์ออสเตรเลีย (University of Western Australia)

ทีมวิจัยได้ศึกษาตัวอย่างจากพื้นที่ในภูมิภาคพิลบารา (Pilbara) ของออสเตรเลียตะวันตก ซึ่งมีชื่อเสียงในเรื่องเป็นแหล่งทางธรณีวิทยาสำหรับศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตยุคแรกๆ โดยแหล่งสะสมที่คล้ายเนินดินที่พวกเขาศึกษานั้นสร้างขึ้นจากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงยุคดึกดำบรรพ์ที่เรียกว่า “สโตรมาโทไลต์” (stromatolite)

และนักวิทยาศาสตร์อธิบายเกี่ยวกับฟอสซิลจิ๋วของแบคทีเรีย ไชน์เดลีรายงานด้วยว่า ไม่เคยเห็นปรากฏการณ์ โครงสร้างจากการสะสม โดยจุลินทรีย์หรือ มิส (MISS: microbially induced sedimentary structures) ในบริเวณ ช้างต้นมาก่อน โดยโครงสร้างดังกล่าว เกิดจากผืนพรมวลจุลินทรีย์คล้ายที่พบเห็นในบริเวณน้ำนิ่งหรือที่ราบ ชายฝั่งในปัจจุบัน

ทีมวิจัยได้อธิบายถึง โครงสร้างมัสจำนวนมากที่ถูกเก็บรักษาอยู่ในแถบเครสเซอร์ฟอร์เมชัน (Dresser Formation) ของภูมิภาคดังกล่าว โดยการวิเคราะห์ทางเคมีขั้นสูงได้ชี้ถึงกำเนิดทางชีววิทยาของวัสดุดังกล่าว ซึ่งนอฟเฟ็กและคณะพบว่าฟอสซิลมัสที่เครสเซอร์นั้น คล้ายคลึงกับมัสที่กำเนิดและถูกเก็บรักษาไว้ในตัวอย่างหิน อื่นๆ ที่มีอายุน้อยกว่า อย่างเช่นตัวอย่างอายุ 2.9 พันล้านที่พบในแอฟริกาใต้ แต่ตัวอย่างที่พบในออสเตรเลีย นั้น น่าจะเกิดจากผืนพรมวลจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่เคยมีอยู่เมื่อเกือบ 3.5 พันล้านปีก่อน

ทีมวิจัยสันนิษฐานว่า หินตะกอน โครงสร้างดังกล่าว น่าจะเกิดจากแผ่นฟิล์มของแบคทีเรียที่กระทบกับ ตะกอนชายฝั่งจากบริเวณนั้น ซึ่งนอฟเฟ็กกล่าวว่า โครงสร้างที่เห็นแสดงสัญญาณอย่างชัดเจนของสภาพในยุคอดีต และสิ่งที่แบคทีเรียซึ่งสร้างแผ่นไบโอฟิล์ม (biofilm) สามารถทำได้

นอกจากนี้ยังมีสิ่งหนึ่งในการกึ่งเป้าหมายของยาน โรเวอร์สำรวจดาวอังคาร เพื่อค้นหาการก่อกำเนิด โครงสร้างคล้ายๆ กันนี้ บนพื้นผิวดาวอังคาร ดังนั้นการค้นหาตัวอย่างที่ออสเตรเลียของทีมวิจัย อาจมี ความสัมพันธ์กับการศึกษาในระบบสุริยะที่กว้างขึ้นได้ ที่มา :

<http://forum.khonkaenlink.info/index.php?topic=17183879.0> (17 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : หินตะกอน 3.5 พันล้านปีเผยร่องรอยชีวิตยุคแรกๆ ของโลก

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. เหตุใดนักวิจัยจึงสรุปว่าหินตะกอนที่ค้นพบ มีความสัมพันธ์กับการเกิดสิ่งมีชีวิต (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า หินตะกอนที่ค้นพบมีอายุเท่าใด (1.3)
4. หินตะกอนที่นักวิจัยนำมามีคุณสมบัติอย่างไร ที่สะท้อนว่าเคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน (2.1)
5. หากต้องการเชื่อมโยงเพื่อหาความสอดคล้อง ระหว่างสิ่งมีชีวิตบนโลก กับดาวอื่นโดยใช้ประเภทของหิน สามารถทำได้ หรือไม่ อย่างไร (2.2)
6. หากนักเรียนต้องการสนับสนุนข้อสรุปของนักวิจัยในเรื่องนี้ นักเรียนควรหาข้อมูลใดมาสนับสนุน อ้างอิงถึง (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า หินตะกอนนี้เป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตยุคแรกๆ หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่า หินตะกอนมีอายุถึง 3.5 พันล้านปี จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันหรือไม่ อย่างไร (3.3)

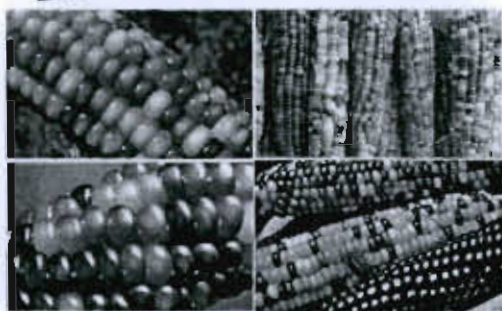
### ข้าวโพดพันธุ์ใหม่ “ข้าวเหนียวข้าวเก่า”

“ข้าวโพดพันธุ์ใหม่” “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” หรือ “ข้าวโพดข้าวเหนียว” เป็นข้าวพื้นบ้านทางล้านนาและภาคอีสานของไทย มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ มีสีม่วงดำทั้งลำต้นและเมล็ด รสชาติ กลิ่นหอม มีทั้งความมัน ความเหนียว สามารถปลูกได้ดีในทุกสภาพ ให้ผลผลิตสูง และอุดมไปด้วยสารฟีนอลิกและสารแอนโทไซยานินสูง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมแฟนซี สีม่วง III ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่วิจัยและพัฒนาขึ้นโดยฝีมือนักวิจัยของไทย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยเป็นพันธุ์ข้าวโพดสีม่วง นำมาผสมกับสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว สกัดสายพันธุ์แท้จากกลุ่มผสมจนได้สายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง และคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมออกมาได้ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวแฟนซี สีม่วง III และพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวแฟนซี สีขาวม่วง 212 โดยใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ 6-7 ปี

(<http://www.dailynews.co.th/Content/IT/1463040>) 17 พฤศจิกายน 2556



<http://nstda.or.th/blog/wp-content/uploads/2012/12/20121229-6.jpg>



<http://vcharkarn.com/varticle/wp-content/uploads/sites/6/2013/06/1362722904.jpg>

ข้าวโพดข้าวเก่าแฟนซี สีดำ กำซาบรส

ข้าวโพดพันธุ์ใหม่นี้ สามารถปลูกได้ดีในดินทุกสภาพ ให้ผลผลิตสูง และสีม่วงเข้มยังอุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง จึงช่วยป้องกันโรคมามากมายชะลอความเสื่อมของเซลล์ เพิ่มความสามารถในการมองเห็น ลดโอกาสเกิดมะเร็ง เสริมภูมิคุ้มกันช่วยให้ร่างกายต่อต้านเชื้อโรคและสภาวะแวดล้อมส่งเสริมการทำงานของเม็ดเลือดแดง ชะลอการเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือด ลดภาวะเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ และช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/56483> (17 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : ข้าวโพดพันธุ์ใหม่ “ข้าวเหนียวข้าวเก่า”

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็น/ปัญหาที่นักวิจัยสนใจนี้คืออะไร (1.1)

2. เหตุใดนักวิจัยจึงสรุปว่าข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า ข้าวโพดที่นักเรียนซื้อรับประทานเป็นข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” (1.3)
4. ข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” ที่นักวิจัยนำมาศึกษามีคุณสมบัติดีกว่าข้าวโพดพันธุ์อื่น ๆ อย่างไร (2.1)
5. หากต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย่อยของ ข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” กับข้าวโพดพันธุ์อื่น ๆ สามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร (2.2)
6. หากนักเรียนต้องการโต้แย้งข้อสรุปของนักวิจัยในเรื่องนี้ นักเรียนควรจะหาข้อมูลใดมาสนับสนุน อ้างอิงถึง (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า ข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่า ข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” มีคุณประโยชน์สูง จะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อข้าวโพดพันธุ์อื่น ๆ หรือไม่ อย่างไร (3.3)

ใช้แสงซินโครตรอนติดตาม วิเคราะห์ “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง



เนื่องจาก โรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของประเทศ แม้ปัจจุบันการรักษาด้วยการใช้เคมีบำบัดจะมีประสิทธิภาพสูงแต่ก็มีผลข้างเคียงจากการใช้ยา และการดื้อยา จึงได้มีการศึกษาสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและลดการดื้อยา มาใช้เสริมยาเคมีบำบัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาพืชสมุนไพรหลายชนิด พบว่า สารสกัดจากกิ่งของพืช 2 ชนิด คือ ตัวขนและสนสามใบ ให้สารออกฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว โดยมีศักยภาพทำให้เซลล์มะเร็งค่อยๆ สลายตัวจากการทำลายตัวเองจากภายใน หรือเรียกว่า การตั้งโปรแกรมทำลายตัวเอง (Apoptosis) ซึ่งกระบวนการนี้เป็นผลคืออย่างมากต่อการรักษาโรคมะเร็ง เนื่องจากมีเพียงเซลล์มะเร็งเท่านั้นที่ตายลงไป ไม่มีผลต่อการทำลายเซลล์ปกติที่อยู่ข้างเคียง ร่างกายจึงไม่เกิดการอักเสบขึ้น และไม่มีผลข้างเคียงต่อการใช้ยา และเพื่อให้ทราบกลไกการออกฤทธิ์ที่แท้จริงของพืช

สมุนไพรรักษาทั้งสองชนิดนี้ คณะผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วย ญญ.ร.ศ. นาดิศา วีระปริยากร อาจารย์ประจำคณะเภสัชศาสตร์ ร.ศ.ร. สหพัฒน์ บัณฑิตวิทยาลัย อาจารย์ประจำคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ น.ส.ศศิภาวรณ มาษะนา นักศึกษาปริญญาเอกภายใต้โครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อการผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยบูรพา ร่วมกับ ดร. วราภรณ์ ตันหนู และ ดร.กาญจนา ชรรมนู นักวิจัยจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ใช้เทคนิคจุลทรรศน์อินฟราเรด จากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในเชิงลึกที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มะเร็ง ซึ่งสารสกัดสมุนไพรรักษาทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้เซลล์มะเร็งตายและมีกลไกการออกฤทธิ์ของพืชทั้งสองชนิด แตกต่างจากการรักษาโดยใช้ยาเคมีบำบัดหรือยาเคมีมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

การใช้แสงซินโครตรอน ถือเป็นเทคนิคใหม่ในการวิจัยที่จะต้องวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงสารชีวโมเลกุลระดับเซลล์ ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น โดยมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก และไม่ต้องใช้สารเคมีใดๆ ซึ่งการศึกษารุ่นนี้ จะนำไปสู่การนำพืชสมุนไพร ไปใช้ประโยชน์จริงในอนาคต และจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการศึกษาและพัฒนาหาสารออกฤทธิ์ต้านมะเร็งจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ต่อไป ตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการทำงานวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการดูแลสุขภาพ ของประชาชนชาวไทย และยังเป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชดั้งเดิมอีกด้วย ที่มา :

<http://www.dailynews.co.th/Content/IT/146304> (17 พฤศจิกายน 2556)

คำถาม : ใช้แสงซินโครตรอนติดตาม วิเคราะห์ “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง

1. จากบทความเรื่องนี้ประเด็นสำคัญในการวิจัยนี้คืออะไร (1.1)
2. เหตุใดนักวิจัยจึงสรุปว่า “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้ (1.2)
3. จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง (1.3)
4. “ตัวขน-สนสามใบ” ที่นักวิจัยนำมามีคุณสมบัติอย่างไร ที่ทำลายเซลล์มะเร็งได้ (2.1)
5. หากต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำลายเซลล์มะเร็งระหว่าง “ตัวขน กับ สนสามใบ” สามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร (2.2)
6. หากนักเรียนต้องการโต้แย้งข้อสรุปของนักวิจัยในเรื่องนี้ นักเรียนควรจะหาข้อมูลใดมาสนับสนุน อ้างอิงถึง (2.3)
7. จากงานวิจัยที่บอกว่า “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง หลักฐานยืนยันข้อนี้คืออะไร (3.1)
8. การสรุปว่า “ตัวขน-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง จะต้องยึดข้อใด (3.2)
9. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลอย่างไรต่อวงการแพทย์แผนปัจจุบันกับแผนโบราณหรือไม่ อย่างไร (3.3)

**ภาคผนวก ง**  
**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

**แบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา**

.....

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีจำนวนทั้งหมด 90 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบประเมิน 90 นาที
2. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
3. ในการทำแบบประเมินให้นักเรียนอ่านบทความก่อนแล้วจึงตอบคำถาม และเลือกคำตอบได้

ข้อละ 1 คำตอบเท่านั้น

4. โดยทำเครื่องหมายกากบาท ( x ) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		X			

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชัดเจน = ทับข้อนั้น แล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ก ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0	X	<del>X</del>			

5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบประเมินชุดนี้
6. ให้นักเรียนตอบให้ครบทุกข้อ ซึ่งจะถือว่ากระดาษคำตอบของนักเรียนมีความสมบูรณ์ คำตอบของนักเรียนถือเป็นความลับ และใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น
7. ให้ส่งแบบประเมินและกระดาษคำตอบคืนเมื่อทำแบบประเมินเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือหมดเวลา

ขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

ปรียาภรณ์ คำพะริก

นิติติปริญญาโท สาขาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา



### การสร้างมูลค่าเปลือกไข่ ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

สวทช. โดยนักวิจัยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ได้ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาผลิตไบโอดีเซล โดยแปรสภาพเปลือกไข่ มาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เปรียบเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยาแบบของเหลว เช่น โซดาไฟ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่ได้จากเปลือกไข่ หรือผลิตภัณฑ์ อีโค-คาทาล (Eco Catal) ทำให้กระบวนการผลิตมีขั้นตอนสั้นลง และได้กลีเซอรินและไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการล้างน้ำและไม่ก่อให้เกิดน้ำเสียในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบทั่วไป ที่มา : <http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/9940-biodiesel> (8 พ.ย. 2556)

1. จากบทความนี้ข้อใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (1.1)

- ก. กลีเซอรินและไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์สูง
- ข. ไม่ก่อให้เกิดน้ำเสียในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
- ค. การแปรสภาพเปลือกไข่ไปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- ง. เป็นไปได้ทั้งข้อ ก, ข และ ค

2. สิ่งใดที่ใช้ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยานี้ (1.2)

- ก. Eco Catal
- ข. เปลือกไข่จากโรงงาน
- ค. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
- ง. ไบโอดีเซลและกลีเซอริน

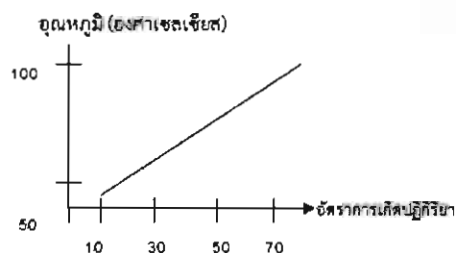
3. วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเปลือกไข่ทำอย่างไร (1.3)

- ก. ใช้สารเคมีบางชนิดในการตรวจสอบ
- ข. ใช้การทดลองทั้งอุณหภูมิที่สูงและต่ำเพื่อให้เห็นการทดลองที่แน่นอน
- ค. ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ตรวจสอบเปลือกไข่อยู่ในอุณหภูมิใดได้ดีที่สุด
- ง. กำหนดความร้อนประมาณ 30 -100 องศาเซลเซียสในการทำปฏิกิริยา

4. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดคือความสมเหตุสมผลในการนำเปลือกไข่มาใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล (2.1)

- ก. เปลือกไข่มีเปลือกละเอียด ช่วยกำจัดสิ่งสกปรก ทำให้ผลิตได้เร็วขึ้น
- ข. เปลือกไข่มีช่องว่างหรือรูพรุน จำนวนมากทำให้แลกเปลี่ยนแก๊สและการระเหยน้ำออกจากไข่ได้
- ค. ลักษณะแข็งแต่เปราะของเปลือกไข่ ช่วยให้ไฟลิดทำให้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี กำลังไฟแรง
- ง. เปลือกไข่มีแคลเซียมออกไซด์ ดูดก๊าซ CO<sub>2</sub> ในกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนทำให้สะอาดขึ้น

5. การเพิ่มปฏิกิริยามีผลโดยตรงกับการเพิ่มอุณหภูมิ ข้อใดบรรยายกราฟนี้ได้อย่างถูกต้อง (2.2)



- ก. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้คุณสมบัติของเปลือกไข่ลดประสิทธิภาพลง
- ข. เปลือกไข่ทำปฏิกิริยากับสารที่ใช้พลังงานและเป็นน้ำมันไบโอดีเซล
- ค. เปลือกไข่เปลี่ยนสภาพ และสามารถนำไปทำระเบิดป้องกันได้
- ง. ลดอุณหภูมิ อาจเร่งปฏิกิริยาช้าลง เพิ่มอุณหภูมิอาจเร่งปฏิกิริยาเร็วขึ้น

6. มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อใช้เปลือกไข่ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลในภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จึงพิจารณาว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ตามลำดับ (2.3)

- A = พื้นผิวของเปลือกไข่มีสมบัติเป็นเบสสูง ทำให้เพิ่มอัตราการผลิตไบโอดีเซลได้มากขึ้น
- B = เปลือกไข่เป็นวัสดุธรรมชาติ ใช้งานซ้ำได้หลายครั้ง ไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
- C = โครงสร้างที่มีรูพรุนของเปลือกไข่ กระตุ้นการทำปฏิกิริยามากขึ้น จึงทำให้ผลิตไบโอดีเซลได้มากขึ้น
- D = ผลผลิตที่ได้จากการใช้เปลือกไข่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 80 %

ข้อ	A	B	C	D
ก	ใช่	ใช่	ไม่ใช่	ใช่
ข	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่
ค	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่
ง	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่

7. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ในการทดลองนี้ผลหรือการทดลองใดที่น่ามาอธิบายการผลิตไบโอดีเซลได้ (3.1)

การทดลอง	สิ่งที่ใช้	สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
A	เปลือกไข่ เอนไซม์ เปปซิน	การตกตะกอน	สารตกตะกอน
B	เปลือกไข่ + เมล็ดฝ้าย	การดูดความชื้น	ปริมาณความชื้นลดลง
C	เปลือกไข่ + กรดกลูโค	ปริมาณหินปูน	มีฟองก๊าซและน้ำ
D	เปลือกไข่ + โซเดียมไฮดรอกไซด์	อุณหภูมิในการเผาตัวเร่ง	อุณหภูมิตกลง

ก. A  
ข. B  
ค. A, B  
ง. C, D

8. ในการสรุปผลทดลองนี้ใช้ข้อตกลงเบื้องต้นข้อใดบ้าง (3.2)  
 A = การเผาเปลือกไข่ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม จะทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ  
 B = ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมีผลต่อปริมาณการผลิตไบโอดีเซล  
 C = การทำปฏิกิริยาของเปลือกไข่กับกรด ส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมออกไซด์  
 ก. เฉพาะ A  
 ข. เฉพาะ A และ B  
 ค. เฉพาะ A และ C  
 ง. เป็นไปได้ทั้ง A, B และ C

9. ข้อใดเป็นผลดีที่เกิดขึ้นต่อสังคมจากการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (3.3)  
 ก. ลดค่าใช้จ่าย  
 ข. ลดภาวะโลกร้อน  
 ค. ไบโอดีเซลมีความบริสุทธิ์  
 ง. ไบโอดีเซลไม่เป็นพิษปนกลายเป็นไข

**นาซาใช้ไทยวิจัยโลกร้อน**

ชั้นบรรยากาศของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีละอองแขวนลอย (Aerosol) ส่งผลต่อทัศนวิสัย เป็นอุปสรรคต่อการคมนาคมทางอากาศและสุขภาพ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ และกระบวนการพัดพาแนวราบและแนวตั้งจะช่วยการพยากรณ์อากาศได้ เพราะละอองส่งผลให้ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่กระทบพื้นโลกลดลง

การเก็บข้อมูลชั้นบรรยากาศ ใช้อากาศยานของนาซา 3 ลำ ของหน่วยปฏิบัติการส่นหลวงและการบินเกษตร 1 ลำ ซึ่งจะเก็บตัวอย่างอากาศและตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในชั้นบรรยากาศชั้นบนจนถึงระดับ 20 กิโลเมตร อีกทั้งช่วยปรับแก้สภาพถ่ายภาพดาวเทียมไทยโชต (ธีออส) และดาวเทียมเชิงแสงอื่นๆ ที่มา : <http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/9937-nasa-global-warming>

10. จงพิจารณารายการต่อไปนี้ว่าข้อใดที่ไม่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (1.1)  
 ก. ชั้นบรรยากาศของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีละอองแขวนลอย (Aerosol)  
 ข. ละอองส่งผลต่อการคมนาคมทางอากาศและสุขภาพ  
 ค. ละอองส่งผลให้ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่กระทบต่อพื้นโลกลดลง  
 ง. การปรับแก้สภาพถ่ายภาพดาวเทียมไทยโชต

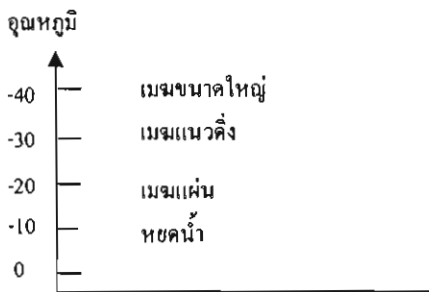
11. ข้อใดเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องมีการวิจัยเกี่ยวกับโลกร้อน (1.2)  
 ก. การค้นพบละอองแขวนลอย "Aerosol"  
 ข. ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล  
 ค. ความเข้มข้นของปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่งผลกระทบต่อโลก  
 ง. ความแม่นยำในการถ่ายภาพบรรยากาศ

12. กำหนดเงื่อนไขไว้ว่า "ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองไม่ควรเกินมาตรฐาน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่ควรเกิน 30 ppm" จากกราฟแสดง ความเข้มข้นของละอองกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศในเวลา 1 ชั่วโมง ข้อใดที่อยู่ในภาวะที่ต้องเฝ้าระวัง เนื่องจากจะส่งผลเสียต่อสภาพ บรรยากาศ (1.3)

ปริมาณก๊าซ (ppm)	A (ความเข้มข้นละออง)	B (ความเข้มข้นละออง)	C (ความเข้มข้นละออง)	D (ความเข้มข้นละออง)
0	150	100	50	50
10	150	100	100	50
15	150	150	100	50
20	150	150	100	50
25	150	150	100	50
30	150	150	100	50

ก. A  
ข. B  
ค. C  
ง. D

13. ในการสำรวจอากาศตามบทความนี้ เหตุผลสำคัญที่ต้องใช้เครื่องบินของหน่วยปฏิบัติการฝนหลวงของไทยคือข้อใด (2.1)
- ก. สามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นของอนุภาคและองค์ประกอบขนาดเล็กในเมฆการก่อตัวของเมฆ
  - ข. สามารถเก็บข้อมูลองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศและเคมีเชิงแสงของก๊าซและละอองลอย
  - ค. สามารถเก็บข้อมูลในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ซึ่งสูงมากกว่า 20 km ได้
  - ง. สามารถรับส่งข้อมูลเชื่อมโยงกับดาวเทียมในการตรวจความผิดปกติของชั้นบรรยากาศที่เกิดจากการเผาชีวมวล
14. กำหนดให้กราฟต่อไปนี้ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับลักษณะของเมฆที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ข้อใดอธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟนี้ ได้สมเหตุสมผลที่สุด (2.2)



- ก. ลักษณะเมฆเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิเริ่มที่ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส
  - ข. อุณหภูมิลดลง ทำให้การเกิดเมฆมีลักษณะต่างกัน
  - ค. อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงเมฆ
  - ง. การรวมตัวกันของหยดน้ำ ทำให้เกิดเมฆ ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส
15. ข้อความใดอธิบายปรากฏการณ์ “ปริมาณความเข้มข้นของละอองแขวนลอย” ได้สมเหตุสมผล (2.3)
- ก. บรรยากาศของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีละอองแขวนลอย (Aerosol) มาจากหลายแหล่ง
  - ข. ปริมาณความเข้มข้นของละอองเหล่านี้แปรปรวนอย่างมากตามพื้นที่และฤดูกาล
  - ค. ละอองส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย เป็นอุปสรรคต่อการคมนาคมทางอากาศและสุขภาพ
  - ง. ละอองเกลือแร่จากการก่อตัวของเมฆและฝนและสารแขวนลอยสลายเมฆและลดการเกิดฝน

16. จากงานวิจัยที่บอกว่า การถ่ายภาพสถานที่และเวลาการเกิดเมฆจะคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกได้ หลักฐานยืนยันข้อสรุปนี้คืออะไร (3.1)

ตัวเลือก	การเปลี่ยนแปลง	คำอธิบายยืนยัน
ก	เวลา 03.45 น. ความเร็วลม 25 นอต กระแสลมแรง	ภาพถ่ายเมฆจากเครื่องบินสำรวจของเครื่องบินปฏิบัติการฝนหลวง
ข	เวลา 04.45 น. ปริมาณละอองในบรรยากาศหนาแน่น	ภาพถ่ายจากดาวเทียมและข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา
ค	เวลา 05.45 น. เมฆก่อตัวในแนวตั้ง	อุณหภูมิบนชั้นบรรยากาศต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เครื่องบินโดยสารตกหลุมอากาศ
ง	เวลา 06.45 น. ไอน้ำในอากาศ	มีหยดน้ำค้างอยู่บนยอดหญ้าและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้

17. การสรุปว่าการเก็บข้อมูลจากประเทศไทย จะสามารถคาดการณ์โลกอื่นได้ ประจักษ์พยานและเหตุผลใดสามารถสรุปข้อดกลงนี้ได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด (3.2)

ข้อ	ประจักษ์พยาน	เหตุผล
ก	เวลาการเกิดเมฆ	สะท้อนอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศได้
ข	การพัดพาของละอองในบรรยากาศ	คำนวณแรงลมและคาดการณ์การเกิดพายุได้
ค	ปริมาณละอองแขวนลอยในบรรยากาศ	วัดค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ที่กระทบพื้นโลก
ง	ภาพถ่ายจากดาวเทียม	ตรวจสอบสถานที่และเวลาการเกิดเมฆ

18. รายการต่อไปนี้ข้อใดเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ (3.3)
- A = ละอองคังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย เป็นอุปสรรคต่อการคมนาคมทางอากาศและสุขภาพ
  - B = เนื่องจากสภาวะโลกร้อนในอนาคตรมีความเคลื่อนไหวสูง เพราะละอองส่งผลให้ความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ที่กระทบพื้นโลกลดลง
  - C = ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ และกระบวนการพัดพาแนวราบและแนวตั้งจะช่วยพยากรณ์อากาศ โดยเฉพาะการเกิดฝนแม่นยำมากขึ้น
  - D = ได้ข้อมูลเพื่อการปรับแก้สภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (ธีออส) และดาวเทียมเชิงแสงอื่นๆ ที่ได้รับการดำเนินวิสัยที่ถ่ายได้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความคิดเห็นไม่กลมกลืน ซึ่งความเข้าใจเชิงสถานที่และเวลาเกิดเมฆ จะช่วยให้วางแผนการถ่ายภาพได้แม่นยำมากขึ้น
- ก. A      ข. A, B      ค. A, B, C      ง. A, B, C, D



<p>25. หลักฐานใดที่มีความชัดเจนสำหรับใช้ตัดสินว่าเป็นฟอสฟอรัสขาวไม่โซ่ชิ้นส่วนของบั้งไฟ (3.1)</p> <p>ก. การคิดฟอง และการลอยน้ำได้</p> <p>ข. มีสีขาวทั้งเนื้อและควันและลอยน้ำได้</p> <p>ค. พลังงานที่คายออกมามีความรุนแรง</p> <p>ง. กลิ่นไหม้ที่ไม่เหมือนกัน</p> <p>26. การสรุปตามบทความนี้ต้องขีดข้อตกลงใด (3.1)</p> <p>A = สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี</p> <p>B = การเกิดปฏิกิริยาเมื่อโดนความชื้น</p> <p>C = การระเบิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ</p> <p>D = การทำปฏิกิริยากับก๊าซในอากาศ</p>	<p>ก. A, B</p> <p>ข. B, C</p> <p>ค. A, B, C</p> <p>ง. A, B, C, D</p> <p>27. เมื่อกำจัดฟอสฟอรัสขาวจะเกิดผลตามข้อใด (3.3)</p> <p>ก. อีคิภัยในวงกว้าง</p> <p>ข. การระเบิดที่รุนแรง</p> <p>ค. การฟุ้งกระจายของสารกับมันตาภาพรังสีในอากาศ</p> <p>ง. ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>
---	--

### แอสไพรินยาตราหัตถ์ที่มิใช่โทษมหันต์

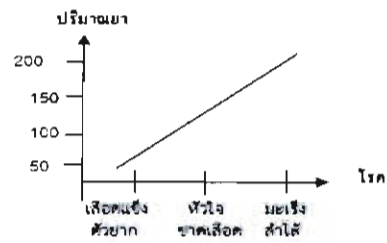
งานวิจัยของศูนย์บริการสุขภาพแห่งชาติของสหราชอาณาจักร (National Health Service - NHS) เปิดเผยว่า ยาแอสไพรินมีผลทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายโดยทำให้มีโอกาสมีเลือดออกในกระเพาะอาหารและสมอง ส่งผลให้เลือดมีความหนืดลดลง การจับตัวเป็นลิ่มเลือดจะน้อยลง จึงถูกนำมาใช้เป็นยาละลายลิ่มเลือดสำหรับผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจขาดเลือดหรือโรคเส้นเลือดอุดตันในสมอง ยาแอสไพรินนอกจากมีคุณสมบัตินี้โทษมหันต์เช่นกัน โดยยาแอสไพรินจะทำให้เลือดแข็งตัวได้ยากขึ้น คณะนักวิจัยจากโรงพยาบาล Warwick ได้รับการขอร้องให้ศึกษางานวิจัยของ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งชาติของสหราชอาณาจักร โดยผลระบุว่า ผู้ที่เป็นโรคหัวใจขาดเลือดและโรคเส้นเลือดอุดตันในสมอง จะได้รับยาแอสไพรินมารับประทานกันทุกคน แต่ยาแอสไพรินนี้อาจก่อให้เกิดอันตรายให้มากกว่าประโยชน์กว่ามันทำให้เลือดออกได้มากกว่า

โดยยานี้ถูกใช้ในผู้ป่วยที่อยู่ในความเสี่ยงสูง โดยจะช่วยลดความดันโลหิต ส่วนผลในการรักษามะเร็งนั้น ต้องรอผลการวิจัยอีกประมาณ 5 ปี ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ยาแอสไพรินนี้นั้นมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคหัวใจ แต่สำหรับผู้ที่ไม่ได้ป่วยด้วยโรคดังกล่าว ยาแอสไพรินนี้นั้นไม่ได้มีประโยชน์อะไรเลยแต่กลับมีอันตรายที่คาดไม่ถึง ที่มา : <http://www.sciencenaru.com/daily-aspirin-risky-for-healthy/> (8 พฤศจิกายน 2556)

<p>28. จงพิจารณารายการต่อไปนี้ว่าข้อใดที่สามารถทดลองทางวิทยาศาสตร์กับมนุษย์ได้โดยไม่กระทบต่อหลักศีลธรรม (1.1)</p> <p>A = ปริมาณยาแอสไพรินมีความเชื่อมโยงกับปริมาณเลือดออกในอวัยวะภายใน</p> <p>B = ยาแอสไพรินยับยั้งการรุกรานของเซลล์มะเร็งในตับ</p> <p>C = ยาแอสไพรินช่วยเพิ่มน้ำในเม็ดเลือด</p> <p>D = ยาแอสไพรินช่วยปรับอุณหภูมิให้ร่างกาย</p> <p>ก. เฉพาะ A</p> <p>ข. เฉพาะ B และ C</p> <p>ค. เฉพาะ C และ D</p> <p>ง. ทำการทดลองได้ทั้ง A, B, C และ D</p>	<p>29. การทดลองเปรียบเทียบการสลายลิ่มเลือดในสมองและกระเพาะอาหารของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจขาดเลือดและโรคเส้นเลือดอุดตันในสมอง ข้อใดอธิบายเปรียบเทียบไม่สมเหตุสมผล (1.2)</p> <p>ก. หัวใจมีการแทนที่เซลล์ที่เสื่อมสภาพได้แตกต่างจากสมองที่เซลล์ไม่มีการขยายอีก ดังนั้นการสลายลิ่มเลือดในโรคหัวใจขาดเลือดจึงได้ประสิทธิภาพมากกว่า</p> <p>ข. ผู้ป่วยที่เป็นโรคเส้นเลือดอุดตันในสมองส่วนใหญ่มียายุมาก การรักษามีประสิทธิภาพน้อยกว่าโรคหัวใจขาดเลือดในผู้ป่วยอายุน้อยกว่า</p> <p>ค. ผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจขาดเลือด มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย ส่วนผู้ป่วยโรคเส้นเลือดอุดตันในสมองออกกำลังกายได้อย่างปลอดภัยจึงรักษาได้ประสิทธิภาพมากกว่า</p> <p>ง. สมองเป็นอวัยวะที่ควบคุมการทำงานของร่างกายรวมทั้งหัวใจด้วยการรักษาจึงต้องระมัดระวัง ประสิทธิภาพในการรักษาจึงน้อยกว่าการรักษาในหัวใจ</p>
--	---

30. การตรวจสอบผลของยาเอสไพรินที่เกิดขึ้นกับร่างกายควร  
ดำเนินการอย่างไร (1.3)
- ตรวจสอบความแข็งแรงของเม็ดเลือดแดง
  - ตรวจสอบจากการนับจำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวในเลือด
  - ตรวจสอบความเข้มข้นหรือความหนืดของเลือด
  - ตรวจสอบสารเคมีบางชนิดในเลือด
31. เหตุผลสำคัญที่ต้องใช้ยาเอสไพรินในการรักษาโรคคือ  
ข้อใด (2.1)
- ยาเอสไพรินราคาถูกบรรเทาปวดลดไข้ได้
  - ยาเอสไพรินสามารถแก้ปวดได้เร็วกว่ารักษาโรคหัวใจขาดเลือดได้
  - ยาเอสไพรินขัดขวางการทำปฏิกิริยาในสมอง รักษาการอักเสบในสมอง ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคอัลไซเมอร์
  - ยาเอสไพรินมีฤทธิ์เป็นกรด ช่วยยับยั้งการเติบโตของติ่งเนื้ออก ซึ่งเป็นอาการแรกเริ่มที่นำไปสู่มะเร็ง
32. การนำยาเอสไพรินไปใช้ในการรักษาโรคอื่น  
นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในบทความจะส่งผลอย่างไร (2.2)
- A = เซลล์มะเร็งบางชนิดมีการเติบโตหรือขยายตัว
- B = เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวมีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น
- C = เลือดในสมองและกระเพาะอาหารมีโอกาสสัมผัสกับเซลล์ภายใน
- D = การเจาะเลือดหรือการบริจาคเลือดทำให้เลือดไหลได้เร็วขึ้น
- A, B
  - B, C
  - C, D
  - A, B, C, D
33. การตรวจสอบฤทธิ์ของยาเอสไพรินด้วยหลักฐานต่าง ๆ  
ทางการแพทย์ ข้อใดมีความสมเหตุสมผลในการรักษาโรคมามากที่สุด (2.3)
- การรับประทานยาเอสไพรินไม่สามารถบรรเทาอาการเลือดออกเพราะเลือดลดย
  - โรคอัมพฤกษ์ อัมพาต กินยาเอสไพรินเพื่อให้เลือดไหลเวียนไปสมองได้
  - ผู้เป็นโรคกระเพาะอาหาร ต้องไม่กินยาเอสไพรินหลังอาหาร เนื่องจากมีฤทธิ์กัดกระเพาะได้
  - มะเร็งลำไส้ป้องกันได้ด้วยยาเอสไพรินวันละ 1 เม็ดเป็นเวลา 5 ปี

34. ข้อใดสรุปกราฟนี้ตามหลักวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง (3.1)



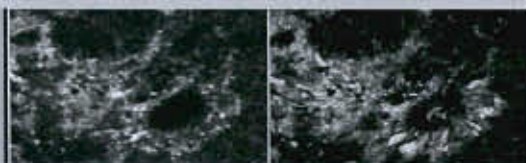
- การได้รับยาเอสไพรินปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เลือดแข็งตัวได้ยากขึ้น
  - การได้รับยาเอสไพรินในระดับสูงทำให้ระดับการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลง
  - ปริมาณการได้รับยามีความสัมพันธ์กับการตอบสนองต่อการรักษาโรคแตกต่างกัน
  - การได้รับยาปริมาณมากขึ้นส่งผลต่อการตกค้างของสารหรือองค์ประกอบจากยา
35. การสรุปว่ายาเอสไพรินมีประโยชน์หรือโทษต้องใช้  
ประจักษ์พยานและเหตุผลที่สามารถสรุปได้อย่าง  
สมเหตุสมผลมากที่สุด (3.2)

ข้อ	ประโยชน์	โทษ
ก	ใช้ระงับปวดได้ดี	มีคาเฟอีนเป็นส่วนประกอบอาจติดยาได้
ข	ใช้ในปริมาณสูงได้ในผู้ป่วยโรคหัวใจเฉียบพลัน	ใช้ยาเป็นเวลานานติดต่อกันเกิดภาวะเลือดออกในสมองและกระเพาะอาหาร
ค	ใช้ในปริมาณและเวลาที่เหมาะสมลดความดันโลหิตได้	ยามีฤทธิ์เป็นกรด มีผลกระทบต่อกระเพาะอาหาร
ง	ใช้รักษาโรคเฉาะทางได้ดี	รับประทานยาเป็นเวลานานมีโอกาสเป็นโรค มะเร็งลำไส้

36. ข้อใดเป็นผลกระทบที่เกิดจากข้อค้นพบในงานวิจัยตามบทความข้างต้น (3.3)

- ยาเอสไพรินถูกห้ามจำหน่ายในร้านขายยา
- ปริมาณการใช้ยาเอสไพรินลดลง
- ยาเอสไพรินขึ้นทะเบียนเป็นยาอันตราย
- ผู้ใส่ยาเอสไพรินมีความละเอียดรอบคอบมากขึ้น

พบภาพหลุมโคโรนาบนดวงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์หวั่นเกิดพายุสุริยะ



กล้องโทรทรรศน์อวกาศโซโฮ ที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือของนาซา กับองค์การอวกาศยุโรป จับภาพของหลุมโคโรนา ขั้วขั้วบริเวณขั้วโลกเหนือบนดวงอาทิตย์เอาไว้ ในระหว่างวันที่ 13 และ 18 กรกฎาคม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์คาดว่าภาพของหลุมโคโรนาดังกล่าวน่าจะเป็นต้นกำเนิดของความร้อนในห้วงอวกาศ เป็นภาพของหลุมโคโรนา หรือ Coronal Hole เป็นจุดสีดำที่อยู่ในชั้นโคโรนา ชั้นบรรยากาศนอกสุดของดวงอาทิตย์ โดยพื้นที่ดังกล่าวถูกปกคลุมไปด้วยความมืด ส่งผลให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณรอบ ๆ และมีเส้นสนามแม่เหล็กพุ่งเข้า-ออกอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ คาเรนฟ็อกซ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์การบินอวกาศก็ออกแถลงการณ์ว่า หลุมโคโรนานั้นมีตำแหน่งที่ไม่แน่นอน โดยหลุมโคโรนา เกิดในช่วงที่สนามแม่เหล็กบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอัตราการเร็วในการหมุน เร็วกว่าขั้วของดวงอาทิตย์เล็กน้อย ซึ่งส่วนใหญ่กินเวลาประมาณ 11 ปี โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า โซลาร์แมกซิมัม (Solar Maximum) หรือ โซลาร์แมกซ์ ทั้งนี้ทางนาซาทำนายเอาไว้ว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นภายในปี 2013 ซึ่งในระหว่างนั้นก็จะมีหลุมโคโรนาบางหลุมที่ขยับตัวลงด้วยเช่นกัน จากนั้นก็จะวนเวียนไปเช่นเดิมตาม วัฏจักรสุริยะ ซึ่งหลุมโคโรนาที่เกิดขึ้นใหม่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 400,000 ไมล์ หรือราว 643,700 กิโลเมตร ขนาดยาวกว่าเส้นรอบโลกถึง 5 เท่า ทั้งนี้หนึ่งในภาพที่ได้ เป็นภาพของอนุภาคของลมสุริยะที่ปะทุออกมาจากหลุมต่าง ๆ บนดวงอาทิตย์ โดยอนุภาคดังกล่าวมีอัตราการเคลื่อนที่เร็วกว่าบริเวณอื่น ๆ มาก นักวิทยาศาสตร์จึงเตรียมนำภาพดังกล่าวไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพอวกาศในห้วงอวกาศ เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิธีการลดความรุนแรง และป้องกันผลกระทบที่เกิดจากพายุสุริยะต่อไป

<p>37. จากบทความนี้คำถามต่อไปนี้สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้แต่ไม่ควรทำ (1.1)</p> <p>ก. การค้นหาหลุม โคโรนาด้วยกล้อง โทรทรรศน์เปรียบเทียบกับกล้องส่องทางไกลกำลังขยายสูง</p> <p>ข. การเปรียบเทียบความเข้มของแสงระหว่างภายในหลุมโคโรนากับบริเวณโดยรอบ</p> <p>ค. การเปรียบเทียบปริมาณจุดมืดบนดวงอาทิตย์กับปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์</p> <p>ง. ความเข้มของสนามแม่เหล็กกับกระบวนการพาความร้อนบนพื้นผิวดวงอาทิตย์</p> <p>38. ปรากฏการณ์ใดที่แสดงว่าหลุมโคโรนาส่งผลต่อการเกิดพายุสุริยะ (1.2)</p> <p>ก. การเคลื่อนตัวที่รวดเร็วของอนุภาคลมสุริยะ</p> <p>ข. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของดวงอาทิตย์</p> <p>ค. ปริมาณสนามแม่เหล็กที่พุ่งเข้าออกอย่างสม่ำเสมอ</p> <p>ง. หลุมโคโรนามีการดับมืดสลับกับสว่างจ้าอยู่ตลอดเวลา</p>	<p>39. การสรุปข้อค้นพบตามบทความที่นำเสนอเป็นไปตามหลักการหรือข้อตกลงข้อใด (1.3)</p> <p>ก. ความร้อน และการแผ่รังสีสนามแม่เหล็กทำให้เกิดลมพายุสุริยะ</p> <p>ข. ขนาดหลุมโคโรนา มีขนาดใหญ่ขึ้น พายุสุริยะจะรุนแรงขึ้น</p> <p>ค. การแผ่รังสีของอนุภาคดวงอาทิตย์ทำให้สามารถจับภาพได้</p> <p>ง. ความเร็วในการหมุนของสนามแม่เหล็กทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น</p> <p>40. ข้อใดอธิบายเหตุผลในการศึกษาหลุมโคโรนาบนดวงอาทิตย์สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (2.1)</p> <p>ก. หลุมโคโรนามีสนามแม่เหล็กที่มีขั้วบวกและลบสลับกันไปมาตลอดรอบวงการส่งข้อมูลของดาวเทียมอวกาศมายังโลก</p> <p>ข. หลุมโคโรนาเป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่ปลดปล่อยให้อวกาศส่งผลกระทบต่อเกิดภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น</p> <p>ค. หลุมโคโรนามีการเกิดขึ้นมาใหม่ได้ มีเส้นผ่านศูนย์กลางราว 643,700 กิโลเมตรอนาคตจะทำให้ดวงอาทิตย์ดับลง</p> <p>ง. หลุมโคโรนามีพลังงานสูงและทำให้อุณหภูมิลดลง เช่นตัวลงจึงทำให้เกิดการระเบิดที่รุนแรงเกิดพายุบนโลกตามมา</p>
---	--

41. หากต้องการนำพลังงานจากพายุสุริยะมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านพลังงานในโลก สามารถทำได้หรือไม่อย่างไร (2.2)
- ก. ได้ เพราะสามารถควบคุมความรุนแรงของการระเบิดได้
- ข. ได้ เพราะพายุสุริยะเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง
- ค. ได้ โดยใช้เครื่องมือแปลงพลังงานลมสุริยะให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
- ง. ทำไม่ได้ เพราะมนุษย์ยังไม่สามารถควบคุมความรุนแรงของลมสุริยะได้
42. จากคำกล่าว “พายุสุริยะ จะมีผลทำให้ดวงอาทิตย์มีคดับลง” ข้อความนี้มีโอกาสเกิดขึ้นได้หรือไม่อย่างไร (2.3)
- ก. ได้ เพราะการขยายตัวของจุดสีดาบนหลุม โคโรนาเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- ข. ได้ เพราะการดูดความร้อนของดวงอาทิตย์มีปริมาณลดลง
- ค. ได้ เพราะพลังงานมหาศาลจากลมสุริยะทำให้ดวงอาทิตย์สูญเสียพลังงาน
- ง. ได้ เพราะการแผ่รังสีแม่เหล็กของลมสุริยะมีความรุนแรงสูง
43. นักวิทยาศาสตร์ต้องการทำนายความรุนแรงของพายุสุริยะ ข้อมูลสองกลุ่มใดที่มีความสัมพันธ์กัน (3.1)
- A = หลุมโคโรนาเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในห้วงอวกาศ
- B = พื้นที่รอบ ๆ หลุมโคโรนามีอุณหภูมิต่ำกว่าในหลุมโคโรนา
- C = หลุมโคโรนาขยายตัวจนอนุภาคหลุดพ้นจากแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ทุกทิศทาง
- D = หลุมโคโรนามีสนามแม่เหล็กพุ่งเข้า – ออกตลอดเวลา มีอัตราเร็วในการหมุนเร็วที่สุดในบริเวณเส้นศูนย์สูตร
- E = การระเบิดลูกยักษ์ของผิวดวงอาทิตย์ ทำให้อนุภาคประจุไฟฟ้าพุ่งออกมาเป็นจำนวนมหาศาล
- F = จุดมืดเกิดจากความแปรปรวนของสนามแม่เหล็ก เมื่อจุดมืดมากขึ้นทำให้อนุภาคกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

ข้อ	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
ก	A, B	D, E, F
ข	A B, C	D, E, F
ค	A, B, C, D	E, F
ง	A, B	C, D, E, F

44. การสรุปข้อค้นพบตามบทความที่นำเสนอเป็นไปตามหลักการหรือข้อตกลงใด (3.2)
- ก. การเก็บความร้อนที่มีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการปะทุออกมาอย่างรุนแรง
- ข. การถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากหลุมโคโรนาไปยังดาวเคราะห์ดวงอื่น
- ค. การที่สนามแม่เหล็กพุ่งเข้าออกตลอดเวลา ทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าไม่คงที่
- ง. ระดับอุณหภูมิ สนามแม่เหล็ก ขนาดของหลุม และชั้นบรรยากาศมีความเสถียร
45. จากข้อมูลผลกระทบของพายุสุริยะที่มีต่อโลก ตามองค์การมหาสมุทรและบรรยากาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา คังตารางนี้

รูปแบบการเกิดพายุสุริยะ	ผลกระทบต่อโลก		
	พายุแม่เหล็กโลก	พายุรังสีสุริยะ	การขาดหายของสัญญาณวิทยุ
ลมสุริยะ	√		
เปลวสุริยะ			√
การปลดปล่อยก้อนมวลสารจากโคโรนา	√		
อนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์		√	√

- ข้อใดเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีผลกระทบทางลบกับโลกน้อยที่สุด (3.3)
- ก. พายุสุริยะปล่อยพลาสมาเข้าทำปฏิกิริยากับก๊าซที่อยู่ในชั้นบรรยากาศบริเวณขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้
- ข. พายุสุริยะปล่อยพลาสมากระทบต่อสนามแม่เหล็กของโลก ส่งผลต่อการโทรทัศนและสัญญาณโทรศัพท์
- ค. สนามแม่เหล็กโลกถูกแรงดึงและดันของพลาสมาทำให้ประจุไฟฟ้ามีปริมาณมากในอวกาศ
- ง. สนามแม่เหล็กของโลกถูกแรงดึงและดันของพลาสมาทำให้ท่อส่งน้ำมันสุรร้อนได้เร็วกว่าปกติและการส่งกระแสไฟฟ้าบนโลก



### สเต็มเซลล์จากเลือด รักษาโรคธาลัสซีเมีย

ปัจจุบันพบว่ามาตรฐานและระบบการจัดเก็บสเต็มเซลล์ของบริษัทรับฝากสเต็มเซลล์แต่ละแห่งแตกต่างกัน พญ. จุฬาทิพย์ ฟองศรีวัฒน์ ผอ.แพทย์และกุมารแพทย์เฉพาะทางด้านโลหิตวิทยาและมะเร็งในเด็ก บอกว่า ห้องปฏิบัติการไทย สมมติที่ คัดแยกสเต็มเซลล์จากเลือดที่ละอองด้วยเครื่องคัดแยกสเต็มเซลล์อัตโนมัติ โดยระบบ SEPAX ระบบการป้องกัน รักษาความปลอดภัย หรือเรียกว่า 10s ที่ได้การยอมรับด้านประสิทธิภาพและมาตรฐานความปลอดภัยในระดับสากล ถือเป็นมาตรฐานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ระดับสากลจากสหภาพยุโรปที่รับรองโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขไทย "หัวใจหลักที่ทำให้สเต็มเซลล์ยังคงคุณภาพ ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเลือดจากรกและสายสะดือ จนถึงการละลายสเต็มเซลล์เพื่อการใช้ ให้กระทบต่ออัตราการมีชีวิตของสเต็มเซลล์น้อยที่สุด เพื่อให้การรักษาได้ผลสูงสุด" สเต็มเซลล์ต้องมีอัตราการมีชีวิตของเซลล์อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ส่วนของบริษัทไทยสมมติที่สูงกว่าร้อยละ 97 ในปัจจุบันถูกค่าของทางบริษัท เมกสเต็มเซลล์ไปใช้ในการรักษากว่า 100 ราย การดูแลสเต็มเซลล์จากน้องแรกเกิดให้เพื่อใช้รักษาที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย ด้วยกระบวนการเด็กหลอดแก้วพร้อมกับการคัดเลือกตัวอ่อนที่แข็งแรงและมีเนื้อเยื่อเข้าได้กับที่ให้ได้ทารกที่คลอดปราศจากโรค โดยมีเนื้อเยื่อ HLA เข้ากับที่ที่ป่วย ถือเป็นความสำเร็จครั้งแรกของเอเชีย โอกาสพบสเต็มเซลล์เป็นไปได้ยาก หรือเพียง 1 ใน 50,000 ราย หรือ 0.002 เปอร์เซ็นต์ วิธีการเก็บสเต็มเซลล์ในเด็กเล็ก ต้องเก็บจากไขกระดูก ซึ่งมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อเจ้าของสเต็มเซลล์ ดังนั้น การจัดเก็บสเต็มเซลล์จากเลือดในรกและสายสะดือของทารกภายหลังคุณแม่ให้กำเนิด อย่างมีคุณภาพ และมาตรฐานที่ดีจะเป็นวิธีที่ปลอดภัย ที่มา: [http://www.khaosod.co.th/view\\_newsonline.php?newsid=TVRNNE1qa3pNakkxTXc9PQ==&subcatid](http://www.khaosod.co.th/view_newsonline.php?newsid=TVRNNE1qa3pNakkxTXc9PQ==&subcatid) (8 พ.ย.56)

46. ข้อใดสามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้ (1.1)

- ก. การเก็บสเต็มเซลล์เลือด 120 cc จากมารดาผ่าตัดคลอด
- ข. การเก็บสเต็มเซลล์จากตัวอ่อนที่มีอายุ 5-7 วัน
- ค. การเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดหรือเรียกว่าการโคลนนิ่ง เพื่อนำสเต็มเซลล์มารักษา
- ง. การเก็บสเต็มเซลล์จากตัวอ่อนมนุษย์ที่เหลือจากการใช้ปฏิสนธิในคลินิกผู้มีบุตรยาก

47. หลักฐานหรือข้อมูลใดบ้างที่บ่งบอกว่าสเต็มเซลล์สามารถรักษาโรคธาลัสซีเมียได้ (1.2)

- A = สเต็มเซลล์สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้
- B = สเต็มเซลล์เมื่อแบ่งตัวแล้วยังคงรักษาคุณสมบัติเดิมได้
- C = สเต็มเซลล์ไม่คงสภาพเป็นเซลล์เดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์อื่น
- D = สเต็มเซลล์มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ชนิดอื่นได้ถ้าจำเป็น

- ก. เฉพาะ C
- ข. A, B, C
- ค. A, B, D
- ง. A, B, C, D

48. การตรวจสอบความปลอดภัยของสเต็มเซลล์จากเลือดทำได้อย่างไร (1.3)

- ก. ตรวจสอบจากเนื้อเยื่อของสเต็มเซลล์
- ข. ตรวจสอบวิธีการในการคัดแยกสเต็มเซลล์
- ค. การรับรองจากหน่วยงานควบคุมคุณภาพสาธารณสุข
- ง. การทดลองรักษากับผู้ป่วยหรืออาสาสมัคร

49. ข้อใดเป็นเหตุผลในการรักษาโรคธาลัสซีเมียด้วยสเต็มเซลล์(2.1)

- ก. สเต็มเซลล์มีเซลล์ที่สามารถทดแทนเซลล์ที่มีปัญหาได้
- ข. สเต็มเซลล์ที่ผลิตจากรกของตัวอ่อนมีความสมบูรณ์อยู่ได้นานจึงทดแทนเซลล์ที่มีปัญหาได้
- ค. สเต็มเซลล์มีอัตราการมีชีวิตของเซลล์อยู่มากกว่าร้อยละ 80 ทดแทนเซลล์ได้ทุกชนิด
- ง. สเต็มเซลล์เก็บมาจากเลือด รกและสายสะดือที่มีความแข็งแรงก่อกำเนิดอวัยวะใหม่ได้ดี

50. หากต้องการเก็บสเต็มเซลล์ไว้ให้ได้นานกว่า 10 ปี สามารถทำได้โดยวิธีการใด (2.2)

- ก. เก็บไว้ในห้องแช่แข็ง อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส
- ข. เก็บไว้ในรูปของเซลล์ที่ถูกน็อคด้วยสารเคมี
- ค. เก็บไว้ในห้องปลอดเชื้อและใช้เทคนิคโนไอซีที่ทันสมัย
- ง. ไม่สามารถเก็บได้ เพราะสเต็มเซลล์มีอายุสั้น

51. หากมีคนกล่าวว่า "การนำสเต็มเซลล์ของคนที่มีไอคิวสูง มาไว้ในตัวเราทำให้เราฉลาดขึ้นได้" (2.3) คำกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

- ก. สอดคล้อง เพราะสเต็มเซลล์สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวน
- ข. สอดคล้อง เพราะสเต็มเซลล์มีการพัฒนาตัวเองเป็นเซลล์ใหม่ที่มีลักษณะดีกว่าเดิมได้
- ค. ไม่สอดคล้อง เพราะการนำสเต็มเซลล์มาใช้เพื่อแก้ไขความบกพร่องของเซลล์ไม่ใช่พัฒนาไอคิว
- ง. ไม่สอดคล้อง เพราะสเต็มเซลล์ที่นำมาใช้เพื่อช่วยให้มีคุณภาพสมบูรณ์เท่านั้น

<p>52. จากบทความ การใช้สเต็มเซลล์จากเด็กหลอดแก้วเพื่อรักษาโรคธาลัสซีเมียของที่มีผลคิดว่าวิธีการรักษาแบบอื่นหลักฐานชิ้นขั้นตอนนี้คืออะไร (3.1)</p> <p>ก. เด็กหลอดแก้วเป็นทารกที่ปราศจากโรค</p> <p>ข. เด็กหลอดแก้วเป็นการคัดเลือกตัวอ่อนที่แข็งแรง</p> <p>ค. เนื้อเยื่อจากเด็กหลอดแก้วมีเนื้อเยื่อเข้ากับผู้ป่วย</p> <p>ง. สามารถคัดเลือกลักษณะของสเต็มเซลล์ได้</p> <p>53. การนำสเต็มเซลล์มารักษาโรค ใต้นั้นต้องเป็นไปตามเงื่อนไขใด (3.2)</p> <p>ก. ความปลอดภัยของผู้ป่วย</p> <p>ข. ความแข็งแรงและเข้ากันได้ของตัวอ่อนกับเนื้อเยื่อ</p> <p>ค. แหล่งที่มาของสเต็มเซลล์จากสายรกและสายสะดือ</p> <p>ง. มาตรฐานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ระดับสากลจากสหภาพยุโรป</p>	<p>54. ผลกระทบของการรักษาโรคด้วยสเต็มเซลล์ ข้อใดถูกต้อง (3.3)</p> <p>ก. ลดการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม</p> <p>ข. การเก็บสเต็มเซลล์อาจเกิดอันตรายกับตัวเด็กได้</p> <p>ค. ระดับคุณธรรมและจริยธรรมของมนุษย์ลดลง</p> <p>ง. อาจมีการทำธุรกิจเกี่ยวกับการซื้อขายสเต็มเซลล์</p>
---	---

**นักธรณีวิทยาชาวสวิส เชื่อว่าต้นไม้ที่ออกดอกสวยงามให้เห็นทุกวันนี้ เริ่มต้นขึ้นมาเมื่อ 240 ล้านปีก่อนยุคปัจจุบัน**

นักธรณีวิทยา Peter Hochuli เฝ้าระวังพบละอองเกสรดอกไม้หรือละอองเรณู ในตัวอย่างดินที่ขุดมาจากแกนตะกอนของพื้นโลกในประเทศนอร์เวย์ในยุค Cretaceous ซึ่งเป็นสมัยระหว่าง 144 – 65 ล้านปีก่อนยุคปัจจุบัน และเป็นช่วงเวลาที่ยากของโลกล่มดงออบุ่น ยังมีไดโนเสาร์ กิ้งก่าสี่ขาคู่ขนานและนกต่าง ๆ รวมทั้งพืชที่ออกดอกด้วย เมื่อนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เพื่อกำหนดอายุ พบว่า ตัวอย่างดินนั้นอยู่ในยุค Triassic ซึ่งเก่าแก่กว่ายุค Cretaceous ราว ๆ 100 ล้านปี

การปรับความแตกต่างระหว่างอายุของตัวอย่างดินกับละอองเกสรดอกไม้ที่ห่างกันถึง 100 ล้านปี อาจจะเป็นปัญหาการปนเปื้อนในห้องแล็บ แต่เมื่อ Peter Hochuli ซึ่งทำงานเป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางพฤกษศาสตร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมหาวิทยาลัย Zurich ในสวิตเซอร์แลนด์ ศึกษาในเรื่องต้นกำเนิดของพืชที่ออกดอก และให้ความเห็นไว้ว่าวิวัฒนาการมาจากพืชที่เกี่ยวกับสน เฟิร์น และดีพิมพ์ลงในวารสาร *Frontiers in Plant Science* บรรยายถึงละอองเกสรดอกไม้ที่สกัดออกมาจากแกนตะกอนในสวิตเซอร์แลนด์ และอายุที่กำหนดได้สอดคล้องกับปริศนาที่เขาพยายามหาคำตอบเมื่อกว่า 20 ปีที่แล้ว

อาจารย์ Peter เชื่อว่า ละอองเกสรดอกไม้ที่พบสืบทอดโดยตรงกับพืชที่ออกดอก และเชื่อว่าสิ่งทีค้นพบไม่ว่าจะเป็นละอองเกสรดอกไม้และเซลล์สืบพันธุ์ หรือ spores นั้น มีอายุราว ๆ 240 ล้านปี อีกทั้งยังค้นพบละอองเกสรดอกไม้ในทะเล Barents ซึ่งอยู่ห่างจากสวิตเซอร์แลนด์ไปราว ๆ สามพันกิโลเมตรด้วย

หมายความว่า พืชที่ออกดอกนี้ มีทั่วไปในโลกมากกว่าที่เคยคิดกันไว้ อย่างไรก็ตาม อาจารย์ Peter Hochuli นักพฤกษศาสตร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมหาวิทยาลัย Zurich บอกว่า ยังมีช่องว่างที่จะต้องศึกษากันต่อไปอีกมาก และบอกส่งท้ายว่า เป้าหมายในชีวิตของเขาต่อไปนี้ คือการค้นหารากเหง้า หรือกลุ่มพืชที่เป็นต้นกำเนิดของไม้ดอกให้ได้

ที่มา : <http://www.voathai.com/content/flowers-first-bloom-nm/1775822.html> (17 พ.ย.2557)

55. วิธีการหลายอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบซากฟอสซิล

วิธีการต่อไปนี้ใช้พื้นฐานทางเทคโนโลยีหรือไม่

จงพิจารณาว่าใช่หรือไม่ใช่ตามลำดับ (1.1)

A = ใช้ลักษณะทางกายภาพโดยอาศัย key bed พิจารณาความใกล้เคียงกันของซากดึกดำบรรพ์

B = วิธีการ Carbon 14

C = วิธีการ Uranium 238

ข้อ	A	B	C
ก	ใช่	ใช่	ใช่
ข	ใช่	ไม่ใช่	ใช่
ค	ไม่ใช่	ใช่	ใช่
ง	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ใช่





69. การอธิบายการเกิดสิ่งมีชีวิตในยุคแรกของโลกและการพยากรณ์สิ่งมีชีวิตในอนาคต ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ข้อใดที่มีความสมเหตุสมผลมากที่สุด (2.3)
- ก. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตตามสภาพแวดล้อมทำให้รูปร่างลักษณะเปลี่ยนไป
- ข. สิ่งมีชีวิตมีการต่อสู้เพื่อการอยู่รอด จึงมีสิ่งมีชีวิตบางสายพันธุ์สูญพันธุ์ไปแล้ว
- ค. การเพิ่มของประชากรมนุษย์ ทำให้มีความต้องการอาหารมากขึ้น มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดถูกล่าจนสูญพันธุ์
- ง. การเพิ่มจำนวนแบบความก้าวหน้าที่ทางเรขาคณิต มีลูกหลานเป็นจำนวนมาก ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่มีการเพิ่มจำนวน ได้น้อยกว่าเกิดการสูญพันธุ์

70. “หินตะกอนนี้เป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตยุคแรก ๆ” หลักฐานที่ใช้ในการสรุปตามข้อความคืออะไร (3.1)

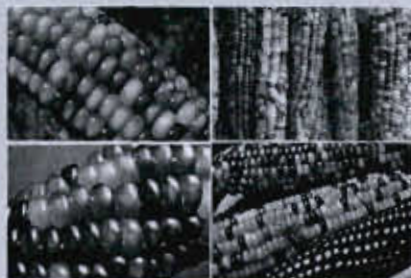
ข้อ	วิวัฒนาการ	ใช้กัมมันตรังสีตรวจสอบหิน	ชนิดของซากดึกดำบรรพ์
ก	-	√	√
ข	√	√	√
ค	√	-	√
ง	-	√	-

71. การสรุปว่า “หินตะกอนมีอายุ 3.5 พันล้านปี” เป็นไปตามข้อใด (3.2)
- ก. การรวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย
- ข. การตรวจสอบยืนยันข้อค้นพบ
- ค. การตรวจสอบจุลินทรีย์ดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบ
- ง. การสำรวจหินตะกอนที่มีอายุเก่าแก่ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เชื่อถือได้
72. ข้อค้นพบจากบทความนี้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อวงการโบราณคดีในปัจจุบันอย่างไร (3.3)
- ก. ค้นพบแบคทีเรียที่สูญพันธุ์ไปแล้ว
- ข. สรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดแรกเป็นแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้
- ค. พบข้อสรุปว่าสิ่งมีชีวิตยุคแรกกับยุคปัจจุบันเกิดมาจากจุลินทรีย์เหมือนกัน
- ง. สร้างความชัดเจนในการศึกษาจุดกำเนิดของสิ่งมีชีวิตเชิงลึก

### ข้าวโพดพันธุ์ใหม่ “ข้าวเหนียวข้าวเก่า”

เป็นข้าวพื้นบ้านทางล้านนา และภาคอีสานของไทย มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ มีสีม่วงดำทั้งลำต้นและเมล็ด รสชาติ กลิ่นหอม มีทั้งความมัน ความเหนียว สามารถปลูกได้ดีในทุกสภาพ ให้ผลผลิตสูง และสีม่วงเข้มยังอุดมไปด้วยสารฟีนอลิกและสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จึงช่วยป้องกันโรคมะเร็งลดความเสี่ยงของเซลล์ เพิ่มความสามารถในการมองเห็น ลดโอกาสเกิดมะเร็ง เสริมภูมิคุ้มกันช่วยให้ร่างกายต่อต้านเชื้อโรคและสภาวะเครียด ส่งเสริมการทำงานของเม็ดเลือดแดงชะลอการเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือด ลดภาวะเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจและช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานเป็นข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์สีม่วง 111 ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่วิจัยและพัฒนาขึ้นโดยมีมีนักวิจัยของไทย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยเป็นพันธุ์ข้าวโพดสีม่วง นำมาผสมกับสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว สกัดสายพันธุ์แท้จากกลุ่มผสมจนได้สายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง และคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมออกมาได้ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สีม่วง 111 และพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ สีขาวม่วง 212 โดยใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ 6-7 ปี ที่มา :

<http://www.dailynews.co.th/Content/IT/1463040> (17 พฤศจิกายน 2556)





<p>ก. Kangen Water มีค่า ORP ประมาณ -378 เป็นน้ำดื่มที่มี Electron อยู่เป็นจำนวนมาก ส่วน Soda และ Tap Water มีค่า ORP ประมาณ + 400</p> <p>ข. เรียงลำดับค่า ORP จากมากไปน้อยได้ดังนี้Kangen Water, Green Tea, Vitamin C, Purified R.O. Distilled water, Soda และ Tap Water</p> <p>ค. Kangen Water มีค่า ORP -300 ถึง -400 มี Electron มากกว่า วิตามินซี และ ชาเขียวหลายสิบเท่า สามารถต้านอนุมูลอิสระได้อย่างดีเยี่ยม</p> <p>ง. น้ำดื่มที่มีค่า ORP เป็นบวก ไม่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้คือ Purified R.O. Distilled water, Soda และ Tap Water</p>	
<p>80. การสรุปว่า ข้าวโพด “ข้าวเหนียวข้าวเก่า” มีคุณประโยชน์สูงจะต้องยึดข้อตกลงใด (3.2)</p> <p>ก. ความสามารถในการป้องกันโรคต่างๆ</p> <p>ข. คุณค่าของสารอาหาร</p> <p>ค. การค้นพบสารชนิดใหม่</p> <p>ง. เป็นการค้นพบโดยสถาบันของนักวิจัยที่มีชื่อเสียง</p>	<p>81. การวิจัยเรื่องนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญเรื่องใด (3.3)</p> <p>ก. มนุษย์เพิ่มมากขึ้น เกิดการขาดแคลนอาหาร</p> <p>ข. เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ทำให้มนุษย์มีทางเลือกในการรักษาสุขภาพ</p> <p>ค. มนุษย์ทำลายสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การปลูกพืชได้ผลผลิตน้อยลง</p> <p>ง. โรงงานอุตสาหกรรมทำให้อากาศเป็นพิษมากขึ้น</p>

### ใช้แสงซินโครตรอนติดตาม วิเคราะห์ “ดีเอ็นเอ-สนสามใบ” สามารถทำลายเซลล์มะเร็ง

เนื่องจากโรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของประเทศ แม้ปัจจุบันการรักษาด้วยการใช้เคมีบำบัดจะมีประสิทธิภาพสูงแต่ก็มีผลข้างเคียงจากการใช้ยา และการคี้อา จึงได้มีการศึกษาสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและลดการคี้อา มาใช้เสริมยามเคมีบำบัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาพืชสมุนไพรว่า สารสกัดจากกิ่งของพืช 2 ชนิด คือ ดีเอ็นเอและสนสามใบ ให้สารออกฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว โดยมีศักยภาพทำให้เซลล์มะเร็งค่อยๆ สลายตัวจากการทำลายตัวเองจากภายใน หรือเรียกว่า การตั้งโปรแกรมทำลายตัวเอง (Apoptosis) มีเพียงเซลล์มะเร็งเท่านั้นที่ตาย ไม่มีผลต่อการทำลายเซลล์ปกติที่อยู่ข้างเคียง ร่างกายจึงไม่เกิดการอักเสบขึ้น และไม่มีผลข้างเคียงต่อการใช้ยา และเพื่อให้ทราบกลไกการออกฤทธิ์ที่แท้จริงของพืชสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้ คณะผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วย ญ.รศ.ดร.นาถธิดา วีระปริยาต อจารย์ประจำคณะเภสัชศาสตร์ รศ.ดร.สหพัฒน์ บริศวีรักษ์ อาจารย์ประจำคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ น.ส.ศศิภาวรรณ มาชะนา นักศึกษาปริญญาเอกภายใต้โครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อการผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยบูรพา ร่วมกับ ดร.วราภรณ์ดิษฐ์ และ ดร.กาญจนา ธรรมนุ นักวิจัยจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ใช้เทคนิคจุลทรรศน์อินฟราเรด จากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในเชิงลึกที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มะเร็ง ซึ่งสารสกัดสมุนไพร ทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้เซลล์มะเร็งตาย และมีกลไกการออกฤทธิ์ของพืชทั้งสองชนิด แตกต่างจากการรักษาโดยใช้ยาเคมีบำบัดหรือยาเคมีมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

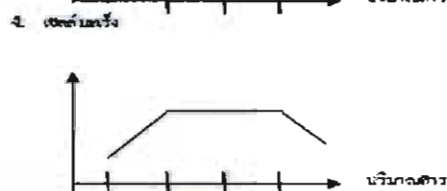
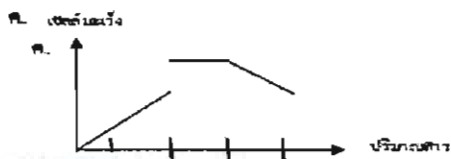
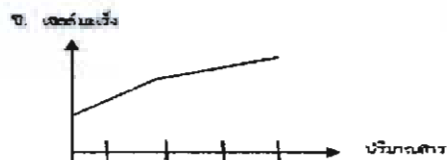
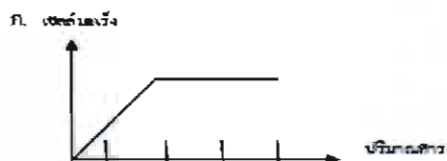
การใช้แสงซินโครตรอน ถือเป็นเทคนิคใหม่ในการวิจัยที่จะต้องวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงสารชีวโมเลกุลระดับเซลล์ ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น โดยมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก และไม่ต้องใช้สารเคมีใดๆ ซึ่งการศึกษารังนี้ จะนำไปสู่การนำพืชสมุนไพรไปใช้ประโยชน์จริงในอนาคต และจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการศึกษาและพัฒนาหาสารออกฤทธิ์ต้านมะเร็งจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ต่อไป ตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการทำงานวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการดูแลสุขภาพ ของประชาชนชาวไทย และยังเป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชดั้งเดิมอีกด้วย

ที่มา : [http://www.dailynews.co.th/Content/IT/146304\\_\(17พฤศจิกายน 2556\)](http://www.dailynews.co.th/Content/IT/146304_(17พฤศจิกายน 2556))





88. จากเงื่อนไขที่กำหนดให้ "ปริมาณของสารสกัดจาก ตั๊กแตน - สनสามใบ ทำลายเซลล์มะเร็งได้เมื่ออยู่ในระยะ 1 ทำลายได้ดีขึ้นเมื่ออยู่ในระยะ 2 จะหยุดทำลายและค่อย ๆ ลดประสิทธิภาพลงเมื่ออยู่ในระยะ 4" กราฟใดต่อไปนี้ที่ แสดงได้ถูกต้องที่สุดถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ สารสกัดจากตั๊กแตน - สนสามใบกับการเปลี่ยนแปลงภายใน เซลล์มะเร็ง (3.1)



89. การสรุปว่าตั๊กแตน-สนสามใบมีประโยชน์ในด้านการรักษา ผู้ป่วยที่ติดเชื้อแบคทีเรีย ต้องใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลใด ที่สามารถสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด (3.2)

ข้อ	ประจักษ์พยาน	เหตุผล
ก	นาย ก เป็นมะเร็งลำ เซลล์มะเร็ง ไม่เพิ่มขึ้น	เซลล์เม็ดเลือดขาวเพิ่ม จำนวนขึ้น ด้านทานโรคได้
ข	นาย ข เป็นโรคลงกที่แผ่นหลัง ปัจจุบันไม่มีอาการคัน	ความคงที่ของเซลล์ ช้างเคียงไม้ทำลายเซลล์ ช้างเคียง
ค	นาง ค เป็นมะเร็งเต้านม ระยะ 0 ซึ่งยังไม่ลุกลามไปเมื่อเยื่อเต้านม	การทำปฏิกิริยากับเซลล์ เฉพาะ
ง	นาง ง เป็นโรคแผลฝีหนอง อาการอักเสบ บวม ลดลง	มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย S. Aureus ที่ทำให้เกิด การอักเสบ

90. การวิจัยเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่อการรักษาโรคไม่ติดต่อในปัจจุบัน อย่างไร (3.3)

- ก. ส่งผลดีต่อวงการแพทย์ปัจจุบันและแผนโบราณ เกิดการเจริญก้าวหน้าในทางการแพทย์
- ข. ส่งผลดีต่อวงการแพทย์ปัจจุบันและแผนโบราณส่งเสริมให้ดีขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- ค. ส่งผลดีต่อวงการแพทย์แผนปัจจุบันและแผนโบราณ เป็นทางเลือกในการรักษาโรคมะเร็ง แต่เสียเวลารักษา
- ง. ส่งผลดีทำให้แพทย์แผนปัจจุบันมีวิชารักษาโรค แพทย์แผนโบราณได้รับการยอมรับนำเชื่อถือ

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้

## คู่มือการใช้แบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจัยทางปัญญา

---

### วัตถุประสงค์

แบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจัยทางปัญญาฉบับนี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการค้นหาข้อบกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### โครงสร้างและลักษณะของแบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจัยทางปัญญา ชุดนี้ ประกอบไปด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 90 ข้อ ซึ่งใช้วินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน 9 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues หรือ ISI) จำนวน 30 ข้อ ใช้วินิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อที่ 1, 10, 19, 28, 37, 46, 55, 64, 73, 82 การระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้คำสำคัญสำหรับการค้นคว้า) ได้แก่ ข้อที่ 2, 11, 20, 29, 38, 47, 56, 65, 74, 83 และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อที่ 3, 12, 21, 30, 39, 48, 57, 66, 75, 84

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) จำนวน 30 ข้อ ใช้วินิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน ได้แก่ ข้อที่ 4, 13, 22, 31, 40, 49, 58, 67, 76, 85 การบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อที่ 5, 14, 23, 32, 41, 50, 59, 68, 77, 86 และการระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่าบรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล ได้แก่ ข้อที่ 6, 15, 24, 33, 42, 51, 60, 69, 78, 87

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) จำนวน 30 ข้อ ใช้วินิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อที่ 7, 16, 25, 34, 43, 52, 61, 70, 79, 88

การระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป ได้แก่ ข้อที่ 8, 17, 26, 35, 44, 53, 62, 71, 80, 89 และการสะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อสังคม ได้แก่ ข้อที่ 9, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90

### การพัฒนาแบบประเมินวินิจฉัย

การสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญานี้ เริ่มดำเนินการสร้างในปี 2556 และสร้างเสร็จในปี 2557 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ปีการศึกษา 2557 ชั้นแรกสร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปลายเปิดที่ให้นักเรียนเติมคำตอบและเหตุผลลงในช่องว่าง ซึ่งนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน นำคำตอบที่ได้มารวบรวมคำตอบผิด จากนั้นดำเนินการสร้างแบบประเมินวินิจฉัยซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้ข้อคำถามที่มาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ นำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือก ได้แบบทดสอบจำนวน 90 ข้อ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Ratio : CVR) หาค่าเฉลี่ยดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ (Content Validity Index : CVI) ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ ได้ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกและปรับปรุง ทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน เพื่อตรวจสอบยืนยันคุณภาพของแบบทดสอบและหาคุณภาพด้านความเที่ยง และนำแบบประเมินวินิจฉัยไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 390 คน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### คุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัย

1. ค่าสถิติพื้นฐาน หมายถึง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ ดังตาราง

ตารางภาคผนวก จ - I ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	ค่าเฉลี่ยรายข้อ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues หรือ ISI)	30	0.38	0.17
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS)	30	0.36	0.17
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)	30	0.34	0.19

## 2. ความถี่และร้อยละของคะแนน แสดงในตารางภาคผนวก จ - 2

ตารางภาคผนวก จ - 2 ความถี่และร้อยละของคะแนน

สมรณะทางวิทยาศาสตร์	คะแนน										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์</b>											
รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	0.51 (2)	0.26 (1)	5.90 (23)	6.41 (25)	10.77 (42)	27.44 (107)	25.13 (98)	14.62 (57)	6.15 (24)	1.03 (4)
<b>ระบุได้ว่าต้องใช้หลักฐานประจักษ์</b>											
พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)	1.28 (5)	4.62 (18)	0.51 (2)	4.10 (16)	12.05 (47)	13.59 (53)	15.90 (62)	24.87 (97)	15.13 (59)	6.15 (24)	1.79 (7)
ใช้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	4.62 (18)	0.77 (3)	1.79 (7)	7.18 (28)	5.90 (23)	21.03 (82)	24.10 (94)	19.74 (77)	10.26 (40)	2.82 (11)
<b>2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</b>											
ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน	1.54 (6)	0.77 (3)	0.51 (2)	5.90 (23)	8.97 (35)	8.46 (33)	22.56 (88)	19.74 (77)	21.28 (83)	6.92 (27)	3.33 (13)
บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์	1.79 (7)	3.59 (14)	0.51 (2)	3.85 (15)	13.33 (52)	10.51 (41)	17.69 (69)	22.05 (86)	16.67 (65)	6.92 (27)	3.08 (12)
ระบุได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล	1.54 (6)	1.79 (7)	1.54 (6)	3.33 (13)	4.10 (16)	5.90 (23)	17.18 (67)	24.62 (96)	22.05 (86)	13.59 (53)	4.36 (17)
<b>3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์</b>											
ตีความจากประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	0.51 (2)	2.31 (9)	0.26 (1)	4.36 (17)	7.95 (31)	6.41 (25)	16.92 (66)	23.59 (92)	21.28 (83)	8.97 (35)	7.44 (29)
ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่อยู่บนเบื้องหลังข้อสรุป	1.28 (5)	1.28 (5)	3.59 (14)	2.05 (8)	6.67 (26)	12.05 (47)	17.18 (67)	21.28 (83)	21.28 (83)	8.46 (33)	4.87 (19)
สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	3.08 (12)	0.26 (1)	1.79 (7)	10.77 (42)	1.03 (4)	8.97 (35)	16.15 (63)	19.23 (75)	17.18 (67)	12.82 (50)	8.72 (34)

หมายเหตุ : ตัวเลขใน ( ) คือ จำนวนคน

3. คุณภาพของแบบประเมินวินิจฉัยรายข้อ หมายถึง ความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งคำนวณมาจากสัดส่วนของคนตอบถูก และอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกบีของเบรนนอน ได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.53 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 - 0.68

4. ค่าความเที่ยงของแบบประเมินวินิจฉัย หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนทำได้จากการตอบแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรลิวิงสตัน ปรากฏว่าได้ค่าความเที่ยงระหว่าง 0.88 - 0.89

5. เกณฑ์การวินิจฉัยของแบบประเมินวินิจฉัย หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่กำหนดไว้เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งกำหนดจุดตัดตามวิธีของแองกอฟฟ์ ปรากฏว่าแบบประเมินวินิจฉัยมีคะแนนจุดตัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านเท่ากันคือ 8 คะแนน และมีคะแนนจุดตัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบย่อยเท่ากันคือ 3 คะแนน

### เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาตอบ หรือเป็นแบบ Power test เพื่อให้ให้นักเรียน ได้ทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ ทำข้อสอบได้ครบทุกข้อ และไม่เคาคำตอบ มีประโยชน์ทำให้สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน ได้ถูกต้องและตรงกับความเป็นจริงที่สุด แต่มีข้อจำกัดบางประการคือ แบบทดสอบมีจำนวนมากข้อ ถ้าไม่กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบอาจทำให้การดำเนินการสอบใช้เวลามากเกินไป ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ผู้ที่นำไปใช้สามารถยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

### วิธีดำเนินการสอบ

#### 1. การเตรียมตัวก่อนทำการสอบ

1.1 เตรียมการทดสอบ แบบประเมินวินิจฉัยฉบับสมบูรณ์ กระดาษคำตอบ ให้มีจำนวนเท่ากับผู้เข้าสอบ และสำรองไว้สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 5% ของผู้เข้าสอบ

1.2 ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบที่ปกหน้า เพื่อให้การดำเนินการสอบเป็นไปอย่างถูกต้องเรียบร้อย

#### 2. การดำเนินการขณะสอบ

2.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการสอบ และวิธีปฏิบัติตนของนักเรียนในขณะดำเนินการสอบ

2.2 แจกแบบประเมินวินิจฉัย และกระดาษคำตอบ

2.3 อธิบายวิธีทำแบบประเมินวินิจฉัยตามคำชี้แจงในปกหน้า โดยอ่านให้นักเรียนฟัง หากนักเรียนสงสัยให้ยกมือถาม

2.4 ถ้านักเรียนเข้าใจอย่างดีแล้ว ให้ลงมือทำแบบประเมินวินิจฉัย และผู้ดำเนินการสอบปฏิบัติดังนี้

2.4.1 ตรวจสอบความเรียบร้อยในการสอบ ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น  
ในขณะที่สอบ

2.4.2 ถ้านักเรียนทำเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด อนุญาตให้ออกจากห้องสอบได้

2.4.3 เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ แบบประเมินวินิจฉัยให้ถูกต้อง ครบถ้วนและ  
เรียบร้อย

### การตรวจให้คะแนน

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด  
ไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบให้ 0 คะแนน

2. รวมคะแนนของนักเรียนในแต่ละสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นรายด้านและ  
องค์ประกอบย่อย

3. เฉลยคำตอบของแบบประเมินวินิจฉัย จำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตาม  
องค์ประกอบย่อย ดังนี้

รู้ประเด็น;	1 = ง	10 = ข	19 = ข	28 = ค	37 = ก	46 = ก	55 = ก	64 = ข	73 = ง	82 = ก
รู้หลักฐาน;	2 = ค	11 = ค	20 = ก	29 = ง	38 = ก	47 = ค	56 = ข	65 = ก	74 = ก	83 = ง
รู้ลักษณะ;	3 = ข	12 = ค	21 = ค	30 = ค	39 = ก	48 = ก	57 = ง	66 = ง	75 = ง	84 = ก
ใช้ความรู้;	4 = ง	13 = ข	22 = ง	31 = ค	40 = ง	49 = ก	58 = ค	67 = ข	76 = ค	85 = ข
การพยากรณ์;	5 = ง	14 = ก	23 = ข	32 = ค	41 = ง	50 = ค	59 = ก	68 = ก	77 = ง	86 = ค
สมเหตุสมผล;	6 = ก	15 = ก	24 = ก	33 = ข	42 = ก	51 = ค	60 = ข	69 = ก	78 = ง	87 = ข
ลงข้อสรุป;	7 = ง	16 = ข	25 = ก	34 = ค	43 = ก	52 = ค	61 = ง	70 = ข	79 = ค	88 = ง
ระบุข้อตกลง;	8 = ง	17 = ข	26 = ง	35 = ง	44 = ง	53 = ข	62 = ง	71 = ง	80 = ข	89 = ง
สะท้อน;	9 = ข	18 = ข	27 = ง	36 = ข	45 = ก	54 = ก	63 = ง	72 = ง	81 = ข	90 = ง

## การวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การพิจารณาวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้ดังนี้

1. นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาเทียบกับคะแนนจุดตัด ถ้าได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับจุดตัด ถือว่านักเรียนไม่มีข้อบกพร่องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แต่ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2. จำแนกรูปแบบข้อบกพร่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

2.1 แบบการคิดที่ถูกทั้งหมด หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบให้คำตอบในข้อสอบได้ถูกต้องทั้ง 3 สมรรถนะ

2.2 แบบการคิดที่ถูกสองส่วน หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบให้คำตอบที่ถูกต้องในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะข้อที่ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้คำตอบผิด

2.3 แบบการคิดที่ถูกหนึ่งส่วน หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบให้คำตอบที่ถูกต้องของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะข้ออื่น ๆ ให้คำตอบผิด

2.4 แบบการคิดที่ผิดทั้งหมด หมายถึง ในแต่ละสถานการณ์ ผู้สอบให้คำตอบในข้อสอบผิดทั้ง 3 สมรรถนะ

## ข้อเสนอแนะสำหรับการวินิจฉัย

1. กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ถูกทั้งหมด แสดงว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดี ควรให้การส่งเสริมสนับสนุน เพื่อให้สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ในการจัดกิจกรรมค่ายอัจฉริยภาพด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ บูรณาการกิจกรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ เช่น กิจกรรมการสังเกต การลงความคิดเห็น ระดมความคิด อธิบาย อภิปราย วาดภาพ วางแผนตามขั้นตอน นำเสนอผลงาน ฯลฯ เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนแกนนำต่อไป

2. กลุ่มที่มีแบบการคิดที่ถูกสองส่วน แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ควรให้การพัฒนาด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย อาจใช้สถานการณ์จริงหรือจำลองจากชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้ เช่น



การใช้นวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แบบฝึก/ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะในรายวิชาต่าง ๆ รวมทั้งการสร้างแบบทดสอบที่เน้นทักษะการคิดระดับสูง หรืออาจบูรณาการร่วมกับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ทักษะการอ่าน จับใจความ ดีความ การสรุปความ แปลความและขยายความในกลุ่มสาระภาษาไทย ทักษะการคิดตามเหตุและผล สาระคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์ ทักษะทางสังคม สาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารจากสังคมออนไลน์

3. กลุ่มที่แบบการคิดที่ถูกต้องบางส่วน แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และบกพร่องในด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ควรให้การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมบูรณาการกับกิจกรรมแนะแนว ในการพัฒนาทักษะการดำเนินชีวิต ซึ่งเน้นทักษะการคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา การวางแผนและการจัดการ

4. กลุ่มที่แบบการคิดที่ผิดทั้งหมด แสดงว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน และต้องได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน การพัฒนาควรใช้กระบวนการทั้งการจัดค่ายพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ การบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ การจัดกิจกรรมพัฒนากระตุ้นการคิดอย่างสม่ำเสมอ