



การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการ
เปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

A DEVELOPMENT OF THE FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST TO STUDY
MISCONCEPTIONS IN GLOBAL CHANGE, ASTRONOMY AND SPACE TOPIC FOR

พีระพล จอมใจเหล็ก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการ
เปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A DEVELOPMENT OF THE FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST TO STUDY
MISCONCEPTIONS IN GLOBAL CHANGE, ASTRONOMY AND SPACE TOPIC FOR
GRADE NINE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Measurement, Evaluation, and Research)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

พีระพล จอมใจเหล็ก

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย	พีระพล จอมใจเหล็ก
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวีภา ตั้งประภา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนิดา ศกุนตนาค

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และ 3) จำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบทดสอบเป็นข้อสอบหลายตัวเลือกสี่ลำดับขั้น คือขั้นคำตอบ ขั้นเหตุผล ที่ต้องระบุความมั่นใจในแต่ละขั้น โดยตรวจสอบคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการวิเคราะห์จำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความมั่นใจ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี จำนวน 1080 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีข้อสอบ 17 ข้อ , ฉบับที่ 2 ดิน หิน แร่และน้ำ มีข้อสอบ 25 ข้อ และฉบับที่ 3 โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศมีข้อสอบ 12 ข้อ รวมมีข้อสอบ 54 ข้อ 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่า ฉบับที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 00 โดยในขั้นคำตอบและขั้นเหตุผลมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.18-0.73 และ 0.21-0.62 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.07-0.74 และ 0.00-0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 และ 0.63 ฉบับที่ 2 มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 , 0.22-0.84 และ 0.20-0.72 , 0.22-0.63 และ 0.22-0.59 , 0.65 และ 0.65 ตามลำดับ และฉบับที่ 3 มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 , 0.23-0.88 และ 0.26-0.66 , 0.26-0.78 และ 0.22-0.78 , 0.63 และ 0.60 ตามลำดับ 3) ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดพบว่า ฉบับที่ 1 คือเรื่องความสำคัญของชั้นบรรยากาศ ฉบับที่ 2 คือเรื่องการเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ และฉบับที่ 3 คือเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก โดยทั้ง 3 เรื่องนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

คำสำคัญ : แบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

Title	A DEVELOPMENT OF THE FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST TO STUDY MISCONCEPTIONS IN GLOBAL CHANGE, ASTRONOMY AND SPACE TOPIC FOR GRADE NINE STUDENTS
Author	PEERAPOL JOMJAILEK
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Taviga Tungprapa , Ph.D.
Co Advisor	Assistant Professor Panida Sakuntanak , Ph.D.

This aims of this research are as follows: (1) to a develop the four-tier diagnostic test to study the misconceptions of learning about global change, astronomy and space topic for Grade Nine students; (2) to validate the quality of the test; and (3) to identify groups of concepts and analyze misconceptions. The four-tier diagnostic test is multiple choice exam that contains answer steps and reasons which specify confidence in answering each step which were validated in terms of content validity, difficulty, discrimination power, reliability and identify groups of concepts and analyzed misconceptions by the percentage of concept groups and the mean of the confidence level scores. The sample consisted of 1080 Grade Nine students in schools under the Office of the Secondary Education Service Area of Pathum Thani province using Multi-Stage Random. The results were as follows: (1) in the four-tier diagnostic test, there were three sets of tests, including Set One: weather phenomena and atmosphere, which had 17 questions, Set Two: Soil, rocks, minerals had 25 questions, and in Set Three, the structure of the world, astronomy and space had 12 items, a total of 54 items; (2) the results of the quality of Set One had an index of Item Objective Congruence (IOC) between 0.60-1.00. The answer step and the reasoning step of the test had a difficulty index between 0.18-0.73 and 0.21-0.62, with a discrimination index between 0.07-0.74 and 0.00-0.78, and the reliability was 0.67, 0.63, Set Two was between 0.80-1.00, 0.22-0.84 and 0.20-0.72, 0.22-0.63 and 0.22-0.59, 0.65 and 0.65 respectively; and Set Three has between 0.80-1.00, 0.23-0.88 and 0.26-0.66, 0.26-0.78 and 0.22-0.78, 0.63, 0.60, respectively; (3) the results of misconceptions and clearly inaccurate on Set Three was about the importance of the atmosphere, Set Two is about natural water sources; and Set Three is about the structure and composition of the world, where in all three subjects, most students belong to misconceptions.

Keyword : Four-tier diagnostic test, Misconceptions, Global change Astronomy Space

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นตามจุดมุ่งหมายของผู้วิจัย และด้วยความเมตตากรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีพระคุณ กราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการรับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และเสียสละเวลาในการแนะแนวทาง แนวคิดให้กำลังใจในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยฯ พร้อมทั้งตรวจแก้ไขความเรียบร้อย แนะนำแนวคิดในแก้ไขงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ดำเนินการจนสำเร็จลุล่วง และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาที่มีค่าในการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรวมทั้งให้คำแนะนำในการพัฒนา ตรวจสอบความเรียบร้อยของงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จ นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทรพจน์ ดำรงพานิช ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการแก้ไขปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ ที่เสียสละเวลารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดต่อการดำเนินการปริญญาานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เกิดจากความอนุเคราะห์ของผู้ที่เกี่ยวข้องหลายส่วน ทั้งจากผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 4 (ปทุมธานี) ผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความกรุณาในการให้คำแนะนำในการพัฒนาแบบทดสอบ คณะครูในโรงเรียนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนที่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทำแบบทดสอบของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความเมตตาอันเป็นส่วนช่วยในการดำเนินการให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ชนาพรและครอบครัวอันเป็นที่รัก ที่เป็นเสมือนกำลังกายและกำลังใจ เป็นผู้สนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยนี้ ซึ่งให้กำลังใจในทุกเวลาที่เหนื่อย ซึ่งเป็นพลังอันสำคัญที่ทำให้การเรียนและการทำงานปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่าน ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนที่เป็นส่วนเสริมพลังทั้งปวงให้แก่ผู้วิจัย ทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
ตาราง	ญ
ภาพประกอบ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. ภูมิหลัง	1
2. ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	8
3. ความสำคัญของงานวิจัย	8
4. ขอบเขตของงานวิจัย	9
ประชากร	9
กลุ่มตัวอย่าง	9
เนื้อหา	9
5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
1. แบบทดสอบ	15
1.1 ความหมายของแบบทดสอบ	15
1.2 ประเภทของแบบทดสอบ	16
2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้	17

2.1 ความหมายของแบบทดสอบการวินิจฉัยการเรียนรู้	17
2.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย	19
2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้	23
2.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	26
2.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย	27
2.6 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	29
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน	39
3.1 ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน	39
3.2 เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน	40
4.สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์.....	44
5.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย	46
5.1 งานวิจัยในประเทศ.....	46
5.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
1.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	54
2.ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	59
3.การเก็บรวบรวมข้อมูล	78
4.การวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
5.สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	84
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
1. ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ.....	88
2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ.....	90

3. ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ.....	103
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	158
1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	158
2. วิธีดำเนินการวิจัย.....	158
3. สรุปผลการวิจัย.....	160
4. อภิปรายผล	163
5. ข้อเสนอแนะ	169
บรรณานุกรม	171
ภาคผนวก.....	177
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	178
ภาคผนวก ข ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและหมโนทัศน์ของ แบบทดสอบเพื่อสำรวจหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	180
ภาคผนวก ค ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและหมโนทัศน์ ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น.....	184
ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์จุดบกพร่องและคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบสำรวจ .	188
ภาคผนวก จ แบบทดสอบเพื่อสำรวจหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของ โลกดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	247
ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการ เปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	253
ภาคผนวก ช แบบวิเคราะห์หมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และ อวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	264
ประวัติผู้เขียน.....	266

ตาราง

	หน้า
ตาราง 1 เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบระดับชาติ	4
ตาราง 2 สารการเรียนรู้ที่ต้องเร่งพัฒนาพัฒนา ในภาพรวมของเขตพื้นที่การศึกษา	4
ตาราง 3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ปทุมธานี	55
ตาราง 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบแต่ละชั้นตอนจำแนกตามขนาดโรงเรียน .	58
ตาราง 5 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกำหนดสร้างมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	62
ตาราง 6 การวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	68
ตาราง 7 ตารางการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียน	81
ตาราง 8 ตารางการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียน	84
ตาราง 9 ตารางระดับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	86
ตาราง 10 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์จุดบกพร่องและคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ	89
ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวินิจฉัยฯ	91
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบทดสอบ	92
ตาราง 13 ค่าสถิติของแบบทดสอบก่อนการคัดเลือกข้อสอบ	102
ตาราง 14 ค่าสถิติของแบบทดสอบหลังการคัดเลือกข้อสอบ	103
ตาราง 15 ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด.....	105
ตาราง 16 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด	117

ตาราง 17 ค่าสถิติของคำตอบสำหรับการวิเคราะห์ความมั่นใจเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	124
ตาราง 18 ค่าร้อยละของการเปรียบเทียบรายข้อระหว่างกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดและค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ	140
ตาราง 19 คำตอบของนักเรียนในส่วนของชั้นคำตอบ(A Tier)และชั้นเหตุผลของคำตอบ(R Tier) เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด	147
ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	181
ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น	185
ตาราง 22 ผลวิเคราะห์จุดบกพร่องและคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบสำรวจ	189

ภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	14
ภาพประกอบ 2 ภาพประกอบลำดับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	59
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	72
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยสื่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ.....	75



บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการเรียนรู้ที่มีความสำคัญในปัจจุบัน โดยที่มีส่วนช่วยให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้า ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมให้มีความทัดเทียมกับต่างประเทศ ซึ่งการศึกษาในประเทศไทยได้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เพราะว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีส่วนช่วยในการอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตได้ในประจำเป็นอย่างดี อีกทั้งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์มีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่างๆ อย่างถ่องแท้ตามเหตุของความเป็นจริง ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นการที่จะให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีคุณภาพจะต้องมีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาประเทศชาติ ส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรที่ดี และมีส่วนช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ (พิรุณ ไพบูลย์, 2014, น. 739-752)

การพัฒนาคนที่จะส่งผลให้เป็นพลเมืองที่จะพัฒนาประเทศได้นั้นจะต้องส่งเสริมให้เป็นพลเมืองที่เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อทั้งระดับบุคคลในทั้งการดำรงชีวิตในสังคมที่ประกอบด้วยเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเรื่องต่างๆ ซึ่งผู้รู้วิทยาศาสตร์สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมกับประเด็นทางสังคมและส่งผลไปยังสังคมในภาพรวมได้ เพื่อก่อให้เกิดสังคมที่อุดมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสังคมที่เป็นที่ต้องการของหลายประเทศทั่วโลกต้องการให้เกิดขึ้น และต้องการพัฒนาให้เกิดศักยภาพและเพื่อการแข่งขันในอนาคต ด้วยเหตุนี้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้อย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์อย่างมีคุณธรรม นอกจากนี้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถก่อให้เกิดการแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544: 2) อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเป้าหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญดังนี้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป., น. 2)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนหากยังไม่มีคุณภาพมากพอก็จะส่งผลต่อศักยภาพของนักเรียน ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนเป้าหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่ต้องให้ความสำคัญเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในอนาคต (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 90) นอกจากนี้การจะจัดให้ผู้เรียนมีศักยภาพเพียงพอที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลพื้นฐานในเรื่องของทักษะวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การพัฒนานักเรียนไปสู่การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์และเป็นพลเมืองที่ดีมีคุณภาพได้ในอนาคต และเพื่อที่จะให้ได้ทราบถึงจุดเด่น จุดด้อย หรือทักษะความรู้ของนักเรียนในชั้นพื้นฐานเพื่อที่จะสามารถทำให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้และสามารถปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนได้ดีนั้นจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่จะนำมาวิเคราะห์สภาพความรู้ของผู้เรียน

วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึงความรู้ในเรื่องวัตถุที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเป็นวิชาที่กล่าวถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีการจำแนกตามธรรมชาติของวิชา สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 สาขา วิทยาศาสตร์กายภาพที่เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆของทุกสิ่งในโลก และจักรวาลในด้านสิ่งไม่มีชีวิต วิทยาศาสตร์ชีวภาพเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆของทุกสิ่งในโลกและจักรวาลในด้านสิ่งมีชีวิต และวิทยาศาสตร์สังคม เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และพฤติกรรมของมนุษย์ที่รวมกันอยู่เป็นชุมชนหรือสังคม เช่น สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
 ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่น และสถานศึกษา
 ทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทาง ในการพัฒนาหลักสูตร
 สถานศึกษา และจัดการเรียนการสอน มีการกำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่
 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
 และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และ
 สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการ
 เรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐาน
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ที่ผู้เรียน
 จำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อใน
 วิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 (สสวท.) ได้สร้างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วย
 ตัวเองได้มากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ
 การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) คือการทดสอบทางการศึกษา
 ระดับชาติขั้นพื้นฐาน จัดขึ้นเพื่อวัดความรู้และความคิดของนักเรียน ที่ประเมินตามมาตรฐานการ
 เรียนรู้ตามหลักสูตร ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของโรงเรียนในสังกัดต่างๆ ให้เป็นมาตรฐาน
 เดียวกันทั่วประเทศ โดยข้อสอบจะแบ่งเนื้อหาสาระในแต่ละระดับช่วงชั้นคือ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3 จะจัดสอบ 4 กลุ่มรายวิชา ประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และ
 ภาษาไทย ผลประเมินที่ได้สามารถเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของการศึกษา แล้วยังใช้เป็นข้อมูลประกอบ
 ในการตัดสินใจเพื่อกำหนดนโยบายระดับชาติ และใช้วางแผนในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาใน
 ทุกระดับการศึกษา ดังนั้นผลการประเมินคุณภาพของการศึกษาจะเป็นเครื่องมือที่ใช้ผลักดันและ
 กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

จังหวัดปทุมธานีเป็นจังหวัดในเขตภาคกลาง ที่มีสถานศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นจำนวนมาก
 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET) ระดับเขตพื้นที่การศึกษา
 มัธยมศึกษาเขตที่ 4 ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์
 มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทุกๆปี โดยผลการทดสอบปีการศึกษา 2559 – 2561 มีดังนี้

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบระดับชาติ

ปีการศึกษา	คะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่	คะแนนเฉลี่ยระดับชาติ
2559	36.36	34.99
2560	33.64	32.28
2561	37.46	36.10

ที่มา:สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต4 กระทรวงศึกษาธิการ(2561, น. 7)

เมื่อตรวจสอบผลการทดสอบผลปรากฏว่าโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 4 จังหวัดปทุมธานี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นชั้นปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับคะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่และต่ำกว่าระดับคะแนนเฉลี่ยของประเทศหลายโรงเรียน โดยมีสาระการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนา และมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนา ดังนี้

ตาราง 2 สาระการเรียนรู้ที่ต้องเร่งพัฒนาพัฒนา ในภาพรวมของเขตพื้นที่การศึกษา

ปีการศึกษา	สาระการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนา	มาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องเร่งพัฒนา
2559	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	มาตรฐาน ว 6.1
2560	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สารและสมบัติของสาร	มาตรฐาน ว 1.2 มาตรฐาน ว 3.2
2561	ดาราศาสตร์และอวกาศ	มาตรฐาน ว 7.2

ที่มา:สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต4 กระทรวงศึกษาธิการ (2561, น. 20)

สาระการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ปีการศึกษา พ.ศ. 2559 คือ สาระการเรียนรู้กระบวนการการเปลี่ยนแปลงของโลก และมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ปีการศึกษา 2559 คือ สาระการเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มี

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ปีการศึกษา 2560 คือ สาระการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสาระการเรียนรู้สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว.3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และปีการศึกษา 2561 คือ สาระการเรียนรู้ดาราศาสตร์และอวกาศ มาตรฐาน 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยี อวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าสาระการเรียนรู้ดาราศาสตร์และอวกาศและสาระการเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีความสอดคล้องกัน ดังนั้น การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในสาระที่ต้องได้รับการพัฒนานั้นจำเป็นต้องได้รับการวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของทั้งสองสาระการเรียนรู้ เพื่อที่จะได้แก้ไขปัญหารการเรียนรู้ของนักเรียน ได้ดียิ่งขึ้น

เพื่อให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และมีการแก้ไขและพัฒนา ผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ต้องได้รับการพัฒนาของนักเรียนให้สูงขึ้น จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการเรียนรู้ ความรู้ความเข้าใจรวมทั้งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนทั้ง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้กระบวนการการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศซึ่งเป็นสาเหตุที่จะทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่นมีความคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการพัฒนาของนักเรียนได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ดังนั้น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนว่านักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ จึงจำเป็นต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ติดตามผลอย่างเป็นระยะ อีกทั้งหากผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ ครูผู้สอนจึงต้องมีหน้าที่ช่วยเหลือผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องทำการสร้างเครื่องมือ เช่น แบบทดสอบวัดความรู้ที่จะสามารถตรวจสอบคุณภาพหรือความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ได้ แต่แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ของนักเรียน บางฉบับยังไม่สามารถวัดความรู้หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เพราะว่า แบบทดสอบส่วนใหญ่ที่ถูกสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยส่วนของคำถามและคำตอบของคำถาม ดังนั้นจึงไม่

สามารถที่จะวัดได้ว่าการที่นักเรียนตอบแบบทดสอบนั้นผิดเป็นเพราะว่าสาเหตุใด และไม่สามารถแยกนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูกว่ามาจากเหตุผลที่ถูกหรือผิด ดังนั้นการวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนจะสามารถวินิจฉัยว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนเรื่องใดบ้าง เพื่อที่ครูผู้สอนจะได้นำสาเหตุของการบกพร่องไปแก้ไข พัฒนาและปรับปรุงการสอนและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม เพื่อทำให้นักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ในการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น

การใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นการสอบเพื่อหาหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เป็นแบบทดสอบที่จะสามารถวินิจฉัยหาหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการสอนเสริมได้มากดังที่ลินด์ควิสต์ (Lindquist. Everet Franklin, 1963, p.37) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

- 1.สามารถวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ละเอียดกว่าที่ครูส่วนใหญ่สามารถเตรียมได้
- 2.ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถทราบถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอน และความยากของกระบวนการสอน
- 3.ประหยัดเวลา และพลังงานของครูในการวินิจฉัย ทำให้มีเวลาเอาใจใส่เด็กรายบุคคลได้มากขึ้น
- 4.ช่วยให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเองและสามารถเรียนการสอนได้เป็นระบบ
- 5.มีการแนะนำหรือจัดให้มีขั้นตอนการแก้ไขซึ่งช่วยประหยัดเวลาของครู และช่วยในการจัดระบบกระบวนการสอน

จากการที่แบบทดสอบวินิจฉัยสามารถแยกนักเรียนได้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการรู้วิทยาศาสตร์ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยได้ถูกต้อง และแบบทดสอบวินิจฉัยสามารถแยกนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบถูกต้องนั้นมาจากการที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหรือเกิดจากการเดา ผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์และข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ เนื่องจากสามารถวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยมีการสร้างและพัฒนาสำหรับวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนรู้ของนักเรียนและเพื่อให้สามารถวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำที่สุด ถ้าหากเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ที่ประกอบด้วยส่วนคำถามและส่วนของคำตอบของคำถาม แบบทดสอบในลักษณะนี้มีข้อจำกัดคือไม่สามารถทราบถึงเหตุผลของ

การตอบคำถามในข้อนั้นได้และไม่สามารถแยกนักเรียนที่ตอบถูกต้องแต่มีเหตุผลผิดกับเหตุผลที่ถูกต้องออกจากกันได้ จึงมีการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับชั้น โดยประกอบด้วยส่วนที่วัดเนื้อหาความรู้ และส่วนที่วัดเหตุผลของคำตอบ (Caleon, Imelda S, และ Subramaniam R, 2009, pp.313-317) ที่สามารถใช้ในการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และเลือกเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเข้าใจ ด้วยแต่ก็ยังคงมีข้อจำกัดคือไม่สามารถจำแนกระหว่างการขาดความรู้และกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ และไม่สามารถจำแนกนักเรียนที่ตอบถูกต้องจากการมีความรู้หรือเกิดจากการเดาได้ ต่อมา มีการเพิ่มคุณภาพการประเมินโดยการให้คะแนนความเชื่อมั่นได้รวมอยู่ในแบบทดสอบเพื่อเพิ่มปริมาณข้อมูลที่สามารถอธิบายการตอบได้ที่โดยทั่วไปจะแสดงความมั่นใจสูงเมื่อตอบถูก และแสดงความมั่นใจต่ำเมื่อคำตอบผิด ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเป็นแบบวินิจฉัยสามลำดับชั้น โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบ โดยใช้อธิบายเหตุการณ์ที่นักเรียนตอบผิดและมั่นใจในคำตอบแสดงว่ามีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือถ้านักเรียนตอบผิดและไม่มั่นใจในคำตอบแสดงว่านักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนหรือการขาดความรู้ จะสามารถแยกนักเรียนที่ตอบถูกนั้นเกิดจากการมีความรู้ที่ถูกต้องหรือเกิดจากการเดาแต่การวัดระดับความมั่นใจเป็นการวัดทั้งในคำตอบทั้งในส่วนทั้งของคำตอบของเนื้อหาความรู้และส่วนที่วัดเหตุผลของคำตอบ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น (Four - tier diagnostic test) เพื่อให้ได้ทราบถึงระดับความมั่นใจในคำตอบทั้งสองส่วนที่มีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้นโดยพบว่างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยคือของสุพรรณษา หอมฤทธิ์ (สุพรรณษา หอมฤทธิ์, 2559) ที่พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี ที่ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 40 ข้อแต่ละข้อประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนของคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 2 ส่วนของระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 3 ส่วนเหตุผลของคำตอบ และส่วนที่ 4 ส่วนของระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ และงานวิจัยของธีระวัฒน์ การะเกตุ (ธีระวัฒน์ การะเกตุ, 2561) ที่พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อแต่ละข้อจะระบุความมั่นใจที่มีในข้อคำตอบละข้อเหตุผลโดยมีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ คือ คาดเดา ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

เพื่อให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และแก้ไขปัญหาในการเรียนของนักเรียนของตามสาระการเรียนรู้และมาตรฐานที่ต้องเร่งพัฒนา จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 4 เขตจังหวัดปทุมธานี จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนโลก ที่เกิดจากความสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่มีต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ซึ่งเป็นกาเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว จะทำให้นักเรียนเข้าใจและอธิบายถึงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีความถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้และเพื่อที่จะได้พัฒนาสังคมและเทคโนโลยีต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศเพื่อนำแบบทดสอบที่ได้มาตรฐานไปใช้สำหรับเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาช่วยเหลือนักเรียนที่ประสบปัญหาทางการเรียน และเพื่อให้นักเรียนข้อมูลที่ใช้สำหรับการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และเพื่อเป็นการต่อยอดความรู้ทักษะและยกระดับคุณภาพของนักเรียนในเขตจังหวัดปทุมธานี

2. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ความสำคัญของงานวิจัย

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้แบบวินิจฉัยลำดับขั้นเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยความรู้เกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงต่างๆของโลกและระบบสุริยะซึ่งมีต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก ที่เครื่องมือมีคุณภาพทั้งด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น เป็นแนวทางสำหรับการนำไปใช้วินิจฉัยนักเรียนที่จะทำได้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้อุณหภูมิและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและเพื่อยกระดับผล

คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษาเขตที่ 4 จังหวัดปทุมธานี

4. ขอบเขตของงานวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปี
การศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 เขตจังหวัด
ปทุมธานี จำนวน 22 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 7,072 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียน
ที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stages Random) ซึ่งเป็น
ตัวแทนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 4 เขตจังหวัดปทุมธานี โดยในการ
สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่อง
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 3 ต้องสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าจำนวน 3 กลุ่ม รวม 1,080 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับสำรวจหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มี
จำนวน 180 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stages Random)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ
วินิจฉัยสี่ลำดับขั้น มีจำนวน 300 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stages
Random)

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการศึกษาจำแนกกลุ่มแนวคิด
และวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีจำนวน 600 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน
(Multi-Stages Random)

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อเป็นการเข้าใจ
กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนโลก ภายในโลกและความสัมพันธ์ของกระบวนการที่มีผลต่อการ
เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและภูมิฐานฐานของโลก รวมทั้งเข้าใจถึงวิวัฒนาการและ
ความสัมพันธ์ของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก โดยมีกระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้ มีการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีขอบเขต
เนื้อหาอยู่ 2 สาระการเรียนรู้ คือ

สาระการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วย

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้ที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ประกอบด้วย

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของ ระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยี อวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ค้นหา มโนทัศน์และสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก ที่มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีการตอบคำถาม การระบุเหตุผล รวมถึงความมั่นใจในการตอบโดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบ (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงได้มาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือคำตอบผิดที่มีจำนวนร้อยละความถี่มากที่สุด ในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบ (C- A Tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดเหตุผลในการตอบ คำตอบของของคำถาม (A-tier) มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็น ตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงเหตุผลของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงได้มาจาก แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือเหตุผลของคำตอบผิดที่มีจำนวนร้อยละความถี่มากที่สุด ในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C- R Tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

2. แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยที่มีลักษณะของแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ ข้อคำถาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนคำตอบที่มีลักษณะให้นักเรียนอธิบายเหตุผลหรือแสดง การคิดอย่างละเอียด และส่วนที่ 2 การระบุเหตุผลของคำตอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียน แล้วนำไปใช้เป็นตัวลวงในแบบทดสอบวินิจฉัยที่คลาดเคลื่อนที่สร้างขึ้น

3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ หมายถึง คุณลักษณะของ แบบทดสอบที่พิจารณาจากความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก และ ความ เชื่อมั่น ดังนี้

3.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติ ของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะ จุดมุ่งหมาย และเนื้อหาที่ต้องการวัดตาม มาตรฐานและตัวชี้วัดของเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่ง ตรวจสอบคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนี ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) กำหนดเกณฑ์คือต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

3.2 ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบ แบบทดสอบวินิจฉัยในข้อนั้นถูกเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งหมด โดยนำคะแนนของ ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A-tier) กับส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R-tier) มาพิจารณาค่าความยากง่ายในแต่ละส่วนของข้อสอบข้อนั้น

3.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพ หรือความสามารถของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยในการจำแนกผู้ตอบแบบวัดออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามเทคนิค 27% โดยนำคะแนนของ ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A-tier) กับส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R-tier) มาพิจารณาค่าอำนาจจำแนกในแต่ละส่วนของข้อสอบข้อนั้น

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง ความสัมพันธ์กันของคะแนนรายข้อที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันกับสิ่งที่ต้องการจะวัดซึ่งเป็นค่าที่แสดงความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบสำหรับการนำไปวินิจฉัยนักเรียนว่าเป็นผู้มีมีโนทัศน์ที่สมบูรณ์หรือมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศโดยการหาค่าความเชื่อมั่นวิธีของวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20 โดยนำคะแนนของ ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A-tier) กับส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R-tier) มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นในแต่ละส่วนของแบบทดสอบ

4. การจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียน หมายถึง การนำผลการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยมาจัดกลุ่มของนักเรียนที่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดกลุ่มโดยใช้รหัสของการตอบทั้ง 4 ชั้น เรียงลำดับกันคือ ชั้นคำตอบ ชั้นระดับความมั่นใจในคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบ และชั้นระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ และจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนดังนี้

4.1 กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ (Scientific knowledge: SK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศที่ถูกต้องและมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง

4.2 กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (Not confident in knowledge: NCK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความมั่นใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศที่ถูกต้อง แต่ไม่มั่นใจความรู้ที่เข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่

4.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception: M) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศไม่ถูกต้องหรือไม่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป แต่นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง

4.4 กลุ่มขาดความรู้ (Lack of knowledge: LK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ไม่รู้หรือมีความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ทำให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบในส่วนที่ไม่รู้

5. คะแนนความมั่นใจ หมายถึง คะแนนที่แสดงความมั่นใจของในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ คะแนนความมั่นใจมีดังนี้

5.1 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (Mean confidence of students for tier or item : CF) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจในการตอบข้อสอบของนักเรียนในชั้นคำตอบ และในชั้นเหตุผลของคำตอบ

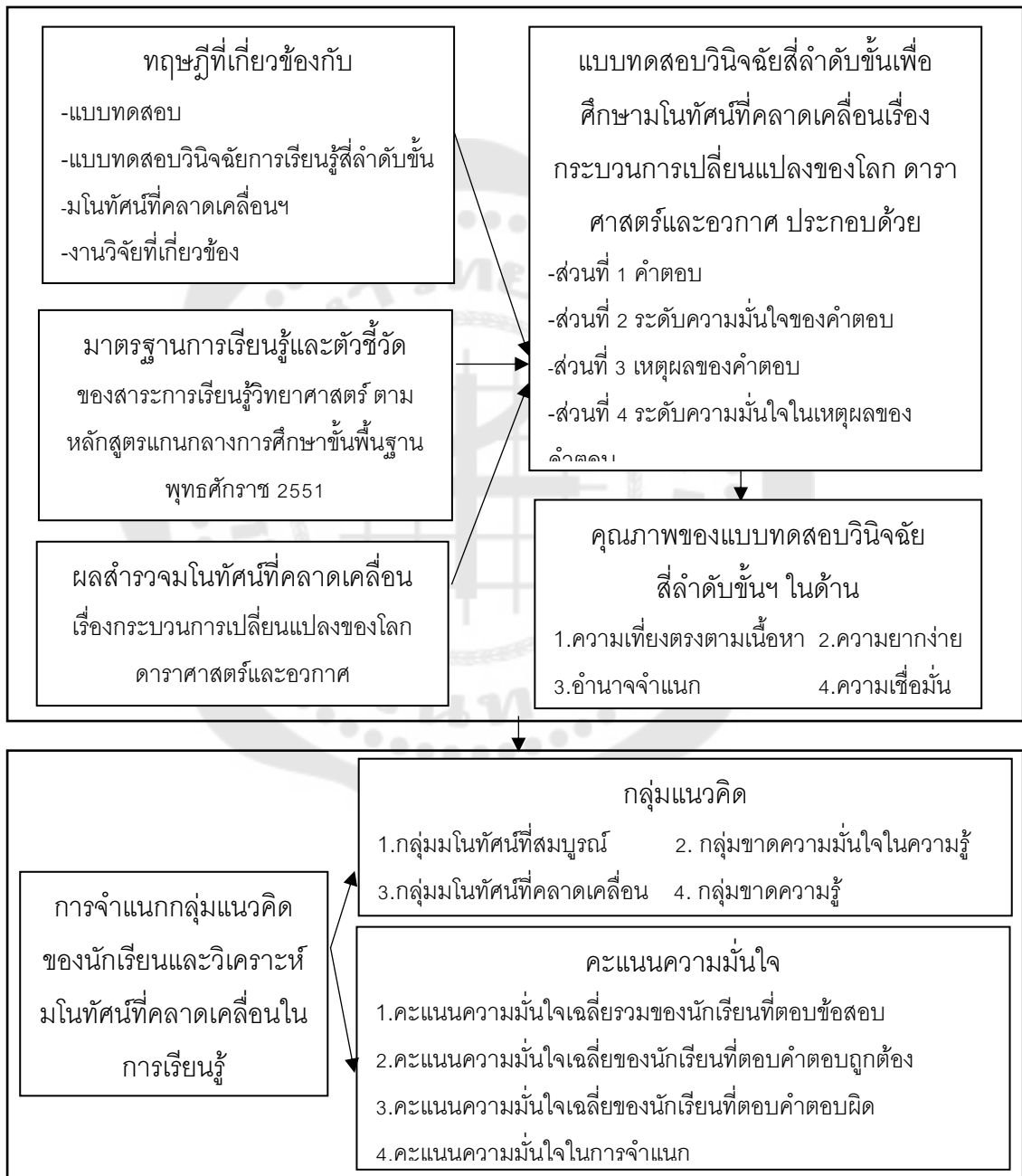
5.2 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (Mean confidence of students who gave correct responses for tier or item: CFC) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

5.3 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (Mean confidence of students who gave incorrect responses for tier or item : CFW) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นผิดในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

5.4 คะแนนความมั่นใจในการจำแนก (Confidence discrimination quotient :CDQ) หมายถึง ผลต่างของคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยในคำตอบของข้อสอบ ใช้สำหรับจำแนกนักเรียนที่เป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หาได้จากการนำคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้องลบด้วยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด และหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความมั่นใจ

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนางานวิจัยด้วยการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้ และสร้างแบบทดสอบสำรวจมโนทัศน์เพื่อนำผลมาพัฒนาเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ๆ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแล้วนำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบเพื่อจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบวิจัยที่ลำดับชั้นเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามลำดับ ประกอบด้วย

1.แบบทดสอบ

1.1 ความหมายของแบบทดสอบ

1.2 ประเภทของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.6 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน

3.1 ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน

3.2 เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการ

เรียน

4.สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

4.2 ดาราศาสตร์ และอวกาศ

5.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1.แบบทดสอบ

1.1 ความหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจสอบคุณลักษณะที่ต้องการวัด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบทดสอบไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, น. 58) ได้ให้ความหมายของการทดสอบไว้ว่าเป็นการทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการและมีระบบไปตรวจสอบตัวอย่างของคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัด การทดสอบจึงใช้กฎเกณฑ์หนึ่งของการวัดด้วย ซึ่งการทดสอบจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องอาศัยข้อสอบหรือแบบทดสอบเป็นเครื่องมือ แบบทดสอบเป็นชุดของข้อคำถามที่ถูกสร้างขึ้นมาอย่างมีระบบเพื่อใช้วัดตัวอย่างพฤติกรรมของแต่ละบุคคล

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553, น. 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่าหมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือข้อกระทง (Items) หรืองาน (Tasks) ที่สร้างขึ้นเพื่อชักนำให้ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาได้ตอบสนองออกมาเพื่อให้ผู้ทำการทดสอบสามารถสังเกตได้และวัดได้ ดังนั้นกระบวนการทดสอบจึงต้องประกอบด้วย สิ่งที่มากระตุ้นและมีการตอบสนอง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบได้ว่าเป็นการตรวจสอบคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดโดยมีเครื่องมือคือแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบจะทำให้ผู้เข้าสอบสามารถแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดคุณลักษณะหรือคุณภาพของบุคคล โดยกระบวนการทดสอบถูกนำมาใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น ต้องการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทดสอบเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน หรือการทดสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียน

1.2 ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นชุดของคำถามที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบนั้น มีจุดประสงค์เพื่อที่จะใช้วัดตัวอย่างพฤติกรรมของแต่ละบุคคล โดยประโยชน์จากการใช้แบบทดสอบในแต่ละประเภทมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกันตามความต้องการ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเภทแบบทดสอบไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, น. 62) ได้จำแนกประโยชน์และลักษณะการใช้แบบทดสอบไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบคัดเลือก (Selection test) แบบทดสอบประเภทนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ทดสอบวัดคัดเลือกคนทำงาน หรือเรียนต่อ หรือเพื่อกระทำกิจการใดกิจการหนึ่งตามที่ต้องการ แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์อย่างดี

2. แบบทดสอบการจัดตำแหน่ง (Placement test) แบบทดสอบประเภทนี้มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความสามารถพื้นฐานว่า นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ในวิชาที่จะเรียนมากหรือน้อยเพียงใด แบบทดสอบประเภทนี้มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งจบ

3.แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) เป็นแบบทดสอบเพื่อพิจารณาว่าผู้สอบมีความบกพร่องในเรื่องใดโดยเฉพาะ แบบทดสอบชนิดนี้ใช้ศึกษาเด็กที่มีปัญหายุ่งยากบางประการที่แก้ไขด้วยความลำบาก ซึ่งความบกพร่องมักเกิดขึ้นมาเป็นเวลานาน จึงจำเป็นต้องแก้ไขโดยตรวจสอบหาจุดบกพร่องจากการใช้แบบทดสอบชนิดนี้

4.แบบทดสอบเพื่อพยากรณ์ (Prediction test) แบบทดสอบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพยากรณ์ผลภายหลังหน้าของผู้สอบว่าน่าจะไปเรียนหรือประกอบอาชีพอะไร จึงจะมีความเหมาะสมกับทักษะความสามารถของตน แบบทดสอบประเภทนี้มักจะมีความเป็นชุดข้อสอบ (Battery) ที่มีหลายฉบับ และมีสมการสำหรับพยากรณ์ อีกทั้งสามารถบอกความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดได้

5.แบบทดสอบเพื่อการประเมิน (Evaluation test) เป็นแบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการประเมินผลของโครงการเรียนการสอน แบบทดสอบที่ใช้การประเมินมักจะมีเกณฑ์กำหนดไว้เพื่อให้ได้เทียบเคียงว่าผู้สอบควรสอบผ่านหรือตก ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ การบวกรวมเป็นอย่างไร และผลผลิตสุดท้ายเป็นอย่างไร

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบ ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประเภทของแบบทดสอบได้ดังนี้ แบบทดสอบแต่ละประเภทถูกสร้างขึ้นเพื่อการวัดที่มีจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ผลหรือคุณลักษณะที่ถูกต้องที่สุดของบุคคล จะต้องใช้แบบทดสอบที่ตรงตามสิ่งที่ต้องการจะวัด ลักษณะที่ต้องการวัดและวิธีที่ต้องการวัด ซึ่งแบบทดสอบที่ถูกนำมาใช้นั้นจะต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ มีมาตรฐานที่เพียงพอต่อการวัดคุณลักษณะนั้นๆจึงจะเกิดผลที่ดี โดยประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้เป็นแบบทดสอบเพื่อการประเมินที่ต้องการวัดความรู้ผลสัมฤทธิ์ สมรรถภาพต่างๆของนักเรียนเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดและเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ กับแบบทดสอบเพื่อการประเมิน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่จะพยากรณ์ หรือทำนายคุณลักษณะต่างๆว่ามีคุณภาพเหมาะสมกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่

2.แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบประมวลผลรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ซึ่งมีความสำคัญที่จะช่วยให้สามารถค้นหาความไม่เข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสอนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ความหมายของแบบทดสอบการวินิจฉัยการเรียนรู้

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533, น. 69)ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้คือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการเรียน เพื่อช่วยให้

ทราบความสาเหตุบกพร่อง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในแง่ของการเป็นแนวทางนำไปสู่การสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด การปรับปรุงแก้ไขนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น ปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ศิริเดช สุชีวะ (2538 ข, น. 4) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างเพื่อให้ค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในด้านวิชาการและจิตใจเพื่อแยกว่านักเรียนมีความสามารถดีและบกพร่องเรื่องใด และค้นหาสาเหตุว่านักเรียนบกพร่องด้วยสาเหตุใด ซึ่งแบบทดสอบนี้จะใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติของร่างกายและจิตใจด้วย

โชติ เพชรชื่น (2544, น.7) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดเพื่อวิเคราะห์หาจุดเด่นและจุดด้อยในการเรียนของนักเรียน ตลอดจนสามารถบอกถึงสาเหตุของจุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนได้

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อที่จะได้หาทางแก้ไขได้อย่างตรงจุดมากยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน สามารถบรรลุจุดประสงค์ในการเรียน หรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ

โชติกา ภาษีผล (2554, น. 3) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาหลักของผู้เรียน มุ่งตรวจสอบกลไกการเรียนรู้ องค์ประกอบย่อยของกระบวนการสำคัญที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและซ่อมเสริม

สมนึก ภัททิยธนี (2555, น. 8) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนว่ายังไม่เรียนรู้ในจุดใด เพื่อที่จะได้หาทางช่วยเหลือให้นักเรียนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และช่วยให้ครูจัดการซ่อมเสริมได้ถูกต้อง

เครื่องมือและวิธีการสำหรับศึกษาวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น มีหลายวิธีการ เช่น การสังเกต (Observation) การสัมภาษณ์ (Interview) การใช้แบบสอบถามปลายเปิด (Open ended questionnaires) การใช้แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) การใช้แบบวัดความถนัด (Aptitude test) การใช้แผนผังความคิด (Concept mapping) เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือที่ได้รับการนิยมนำมาวินิจฉัยการเรียนรู้ผู้เรียนมากที่สุด คือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Tregust และ David F., 1988) เพราะว่าเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ระดับความรู้ของ

ผู้เรียน เพื่อทดสอบความเข้าใจ จุดบกพร่องว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ หรือความไม่เข้าใจในเนื้อหา แนวคิดในเรื่องนั้นๆ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนสามารถระบุสาเหตุของจุดบกพร่องในแต่ละเนื้อหาของแบบทดสอบนั้นได้ ซึ่งการวิเคราะห์ผลจะให้ความสำคัญกับรูปแบบการตอบของนักเรียน ทั้งนี้แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นจะมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะทำให้ผู้สอนได้รู้ถึงขีดความสามารถ ระดับความรู้ หรือจุดบกพร่องของนักเรียนในทางด้านการเรียน เพื่อนำไปแก้ไขได้อย่างถูกต้องและตรงกับปัญหา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น

จากความหมายข้างต้น แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สรุปว่า เป็นเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบที่สามารถวิเคราะห์ แยกแยะเพื่อหาสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าได้พัฒนาจะสามารถระบุสาเหตุของจุดบกพร่องหรือบอกรหัสโน้ตที่คลาดเคลื่อนในแต่ละเนื้อหาของแบบทดสอบนั้นได้ ซึ่งการวิเคราะห์ผลจะให้ความสำคัญกับรูปแบบการตอบของนักเรียน ผลที่ได้จะเป็นปัญหาหรืออุปสรรคของการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

2.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่จะสามารถนำมาวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อที่จะนำมาระบุถึงมโนทัศน์ หรือความคิดที่คลาดเคลื่อน ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้นั้นจะมีลักษณะเฉพาะตัว เพื่อที่จะสามารถแยกผู้เรียนได้ว่าผู้เรียนมีความสามารถดีและด้อยในด้านใดบ้าง และหาสาเหตุว่าผู้เรียนนั้นมีผลการเรียนที่ด้อยเกิดมาจากสาเหตุใด

การค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจผิดของนักเรียน คือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือเริ่มต้นและสุดท้ายของการเรียนรู้ ที่จะทำให้ครูสามารถค้นคว้า หาโน้ตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในเรื่องนั้นๆ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดีจะต้องวินิจฉัยให้เห็นถึงภาพของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดีนอกจากจะมีข้อคำถามที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาบางส่วนแล้วนั้น จะยังคงสามารถทำให้เห็นถึงว่านักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น มีความคิดเห็นอย่างไรในการตอบคำถาม

สุวิมล ว่องวานิช (2546, น. 68) ได้จำแนกลักษณะแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาที่คลาดเคลื่อนได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพ ควรเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะพิเศษ โดยเฉพาะ สามารถสรุปลักษณะสำคัญได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับหาข้อบกพร่องและหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆไป
2. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องครอบคลุมเนื้อหาโดยเน้นจุดประสงค์ที่สำคัญตามหลักสูตร
3. แบบทดสอบวินิจฉัยแบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย หรือแบ่งออกเป็นตอนๆ ตามลำดับชั้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ
4. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบจำนวนมากข้อผ่านการวิเคราะห์ที่เนื้อหาอย่างละเอียดเรียงตามลำดับชั้นของจุดประสงค์
5. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่แต่ละข้อต้องตอบสนองสภาพการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างพอเพียงที่จะค้นคว้า วิเคราะห์อุปสรรคและความเข้าใจผิดในการเรียน
6. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ไม่กำหนดเวลาและไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้นำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำ และตัดสินว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านใด
7. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ หรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละด้าน
8. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องวัดได้ทั้งข้อบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมา และวัดความก้าวหน้าทางการเรียนพร้อมกับค้นหาสาเหตุ

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 50) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยทั่วไปมีดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมุ่งวัดเป็นเรื่องๆหรือด้านๆไป ถ้าต้องการอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจจะแบ่งแบบทดสอบวินิจฉัยออกเป็นแบบทดสอบย่อยหลายๆชุด เพื่อที่จะได้สามารถนำไปวัดได้ตามทักษะย่อยๆนั้น
2. คะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยจะมีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอน เพราะมุ่งหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีจำนวนข้อสอบหลายๆข้อที่วัดมโนภาพ หรือทักษะ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสในการทำผิดพลาดได้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้นๆได้อย่างเพียงพอ

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักเป็นแบบ Power test ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ไม่เร่งรัดเวลาในการทำ โดยจะจัดทำแบบทดสอบที่เริ่มจากข้อที่ง่ายๆแล้วค่อยเพิ่มระดับความยากขึ้น และโดยส่วนรวมแล้วจะมีแนวโน้มค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบโดยทั่วไป

5. แบบทดสอบวินิจฉัยถูกสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ที่ทักษะเฉพาะด้านที่จะสามารถส่งเสริมให้เกิดผลสำเร็จจากการเรียนได้

อดัมส์ และทอร์เจอร์สัน(Adams, Georgia S., และ Torgerson, 1964, p. 472) ได้อธิบายลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ คือ

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อยๆเพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่างๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบวินิจฉัยย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น

3. โดยทั่วไปแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ดังนั้นข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยจะมีจำนวนข้อที่มาก และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัยเพราะว่าจุดประสงค์ของแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อที่จะค้นคว้าหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะนำไปใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ซิงห์ (Singha, 1974, p. 200-205) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้คือ

1. เป็นแบบทดสอบที่จะต้องมีจำนวนข้อคำถามที่มากและจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียนรู้

2. จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหาและมีการสุ่มเนื้อหา

3. แบบทดสอบวินิจฉัยมักเป็นแบบทดสอบที่ข้อคำถามค่อนข้างง่าย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยจัดสอบโดยไม่จำกัดเวลา

5.จะต้องมีการจัดคำถามไว้เป็นกลุ่ม ในแบบทดสอบย่อยซึ่งจะนำไปใช้วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้โดยมีการวิเคราะห์คะแนนแบบแยกส่วนของในแต่ละแบบทดสอบย่อย

6.ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบย่อยมีจุดประสงค์ที่ต้องการค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน

กรอนลิน(Gronlund. Norman E, 1976, p. 139)ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

- 1.ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
- 2.ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
- 3.ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยค่อนข้างมีลักษณะง่าย
- 4.ให้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
- 5.สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
- 6.นำไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่ใช้สำหรับวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นจะถูกนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่นลักษณะข้อคำถามเป็นคำถามปลายเปิด มีการทดสอบแบบเลือกตอบ และคำถามหลายตัวเลือก ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

1.เป็นแบบทดสอบที่จะใช้วัดความบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนโดยเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนชุดย่อยที่จำนวนหลายๆชุดเพื่อใช้ทดสอบในแต่ละจุดประสงค์หรือหัวข้อเฉพาะอย่าง

2.เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก โดยจะเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบที่ง่ายและมีลำดับความยากเพิ่มขึ้นไป

3.เป็นแบบทดสอบที่ใช้สอบเพื่อหาจุดบกพร่องของการเรียนรู้จากการเรียนของนักเรียน ดังนั้นจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำแบบทดสอบได้อย่างเต็มที่โดยไม่มีการจำกัดเวลาสอบ

4.แบบทดสอบวินิจฉัยจะไม่มีเกณฑ์ปกติเพื่อบอกระดับความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดค้นหาข้อบกพร่องจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) เนื่องจากมีความเหมาะสมที่สามารถสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหา รวมทั้งง่ายต่อการใช้ทดสอบ และวิเคราะห์ผลการสอบ สามารถตีความคำตอบของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบของแบบทดสอบวินิจฉัยที่เป็นปรนัยนั้นมีข้อดีของการเป็นแบบทดสอบที่มีความอ่อนโยนประสงคที่จะนำไปใช้งานได้ง่าย แต่ก็มีข้อบกพร่องที่ไม่สามารถแยกคำตอบที่ถูกต้องได้ว่ามาจากเหตุผลที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้รับการพัฒนาเพื่อที่จะให้สามารถตอบข้อบกพร่องเหล่านี้ ซึ่งคือการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีหลายระดับขั้นเพื่อใช้สำหรับชดเชยข้อบกพร่องหรือใช้เพื่อเพิ่มเติมความสมบูรณ์ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนการทำแบบทดสอบ โดยรูปแบบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ

2.3.1 แบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น

คาเลออนและซูบราเมียม (Caleon และคนอื่น ๆ, 2009, p. 313-314) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองลำดับขั้นเป็นแบบทดสอบที่พัฒนามาจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ แต่เนื่องจากแบบทดสอบมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถที่ถูกต้องจากเหตุผลที่ถูกต้อง กับคำตอบที่ถูกต้องจากเหตุผลที่ไม่ถูกต้องได้ ดังนั้นจึงมีการเพิ่มส่วนการให้เหตุผลของคำตอบเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม เรียกว่าส่วน A-tier เป็นส่วนที่ตอบสนองทางด้านความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ ปรัชญาการณ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ

ส่วนที่ 2 เหตุผลของคำตอบ เรียกว่าส่วน R-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้หรือการตอบสนองเหตุผลของคำตอบในส่วน A-tier มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยมี 1 ตัวเลือกที่ถูกต้องและมีตัวเลือกอื่นๆที่เป็นตัวลวงที่สามารถแสดงถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

แบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นเป็นแบบทดสอบปรนัยสองระดับที่ให้คำตอบและเหตุผลที่นักเรียนเลือก จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในลักษณะนี้จะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างคำตอบที่ผิดได้ว่ามาจากแนวคิดหรือความเข้าใจผิดได้ เพราะไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนใช้เหตุผลในการตอบที่ถูกต้องหรือว่านักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องแต่ได้มาจากการเดาคำตอบ

2.3.2 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามลำดับขั้น

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามลำดับขั้นเป็นแบบทดสอบที่ได้พัฒนามาจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองลำดับขั้น โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในคำตอบ ในส่วนของคำตอบของคำถามและเหตุผลของคำตอบ ดังนั้นจึงประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม เรียกว่าส่วน A-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 คือ เหตุผลของคำตอบ เรียกว่าส่วน R-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 3 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2

โดยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามลำดับขั้นสามารถแยกแนวคิดที่คลาดเคลื่อนออกจากการขาดความรู้ได้ คือ นักเรียนที่ยังตอบผิดหรือคลาดเคลื่อนในแนวคิดแต่ยังมั่นใจในคำตอบ แสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนที่ตอบผิดและยังไม่มั่นใจในเหตุผลของคำตอบ แสดงว่านักเรียนยังขาดการรู้เรื่องในเนื้อหาทำการสอบ แต่แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามลำดับขั้นยังคงมีข้อจำกัดคือ เมื่อนักเรียนถูกถามเกี่ยวกับระดับความมั่นใจในตอนตอบคำถาม นักเรียนจะตอบถึงระดับความมั่นใจในส่วนของคำถาม (A-tier) และในส่วนขอเหตุผลของคำตอบ (R-tier) พร้อมกัน ส่งผลให้ไม่มีความชัดเจนในการให้ระดับความมั่นใจในคำตอบของนักเรียนที่แตกต่างกันระหว่างส่วนทั้งสอง คือถ้านักเรียนมั่นใจในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) กับส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ที่แตกต่างกันจะทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ระดับแนวคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตีความหมายถึงระดับความมั่นใจสำหรับแนวคิดในการตอบ

2.3.3 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สี่ลำดับขั้น

แม้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้นที่ถูกคิดว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ดีแล้วนั้น แต่ยังมีข้อจำกัดคือการจัดลำดับของการทดสอบความมั่นใจสำหรับในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) สถานการณ์เหล่านี้ อาจทำให้เกิดปัญหาที่จะต้องมีการประมาณค่าของคะแนนความคลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้นสูงเกินไปและได้คะแนนที่ไม่ถูกต้องนัก จึงมีการพัฒนาแบบทดสอบสี่ลำดับขั้นในการทำแบบทดสอบวินิจฉัย

คาเลออนและชูปรามานิยม (Caleon และคนอื่น ๆ, 2009, p. 315-316) ได้กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สี่ลำดับขั้นได้พัฒนามาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองลำดับขั้นและสามลำดับขั้น โดยเพิ่มระดับความมั่นใจ (Level of confidence) ในคำตอบที่นักเรียนเลือกทั้งส่วนในคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier)

โดยข้อดีที่ได้จากการพัฒนาของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นคือมีการแยกระดับความมั่นใจในการตอบและระดับความเชื่อมั่นในการให้เหตุผลที่เลือกเพื่อให้นักเรียนสามารถมองลึกไปถึงจุดแข็งของความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียน ดังนั้นจึงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ โดยตัวเลือกสุดท้ายจะเว้นพื้นที่ว่างให้นักเรียนเขียนคำตอบเหตุผลของนักเรียน ในกรณีที่นักเรียนมีแนวคิดที่แตกต่างออกไป

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกลำดับขั้นมีเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบทุกข้อคำถามในแบบทดสอบ ในชั้นคำตอบของคำถาม (A-tier) และชั้นเหตุผลของคำตอบ (R-tier) โดยจะให้คะแนนแยกกัน คือตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นจะพิจารณาในส่วนของระดับการตอบความมั่นใจในส่วนคำตอบของคำถามและระดับความมั่นใจในส่วนเหตุผลของคำตอบ โดยจะคำนวณคะแนนระดับความมั่นใจคือ

1. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (Mean confidence of students for tier or item : CF) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจในการตอบข้อสอบของนักเรียนในชั้นคำตอบ และในชั้นเหตุผลของคำตอบ

2. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (Mean confidence of students who gave correct responses for tier or item: CFC) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

3. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (Mean confidence of students who gave incorrect responses for tier or item : CFW) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นผิดในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

4. คะแนนความมั่นใจในการจำแนก (Confidence discrimination quotient : CDQ) ที่เป็นผลต่างของคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยในคำตอบของข้อสอบ ใช้สำหรับจำแนกนักเรียนที่เป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หาได้จากการนำคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้องลบด้วยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด และหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความมั่นใจ

ในการเปรียบเทียบผลการตัดสินใจสำหรับการทดสอบจากแบบทดสอบสี่ลำดับชั้นหากนักเรียนให้คำตอบที่ถูกต้องซึ่งมีความมั่นใจในการตอบคำถาม และนักเรียนให้เหตุผลที่ถูกต้องสำหรับในส่วนของเหตุผลในคำตอบแต่นักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบ สำหรับลักษณะนี้ผลการตัดสินใจของผู้วิจัยจะตัดสินใจว่านักเรียนที่มีการตอบในลักษณะแบบนี้ว่าเป็นผู้ที่มีความมั่นใจในความรู้ เพราะว่ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียนอย่างน้อยหนึ่งชั้น ซึ่งการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นมีข้อดีกว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับชั้น คือในการตอบระดับความมั่นใจที่จะใช้อธิบายสำหรับคำตอบของคำถามและเหตุผลของคำตอบ เพราะว่ามันนักเรียนคนเดียวกันอาจเลือก มั่นใจ หรือไม่มั่นใจ และถ้าหากนักเรียนเลือกไม่มั่นใจ ผลการตัดสินใจของผู้วิจัยจะอธิบายว่านักเรียนมีความรู้ไม่เพียงพอหรือขาดความมั่นใจ แต่ถ้านักเรียนนักเรียนเลือกมั่นใจ ผู้วิจัยจะตัดสินใจว่านักเรียนนั้นเป็นผู้ที่มีความรู้ในข้อคำถามข้อนั้น

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับชั้นและแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นนั้น จะมีการสร้างข้อสอบที่สามารถให้ระดับความมั่นใจของคำตอบได้ทั้งในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และในส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) โดยจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบโมทัศน์ของนักเรียนในเรื่องนั้นๆว่าเข้าใจในการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่อย่างมีความละเอียดด้วยแนวความคิดที่ว่าถ้าค่าคะแนนความมั่นใจกับคะแนนโมทัศน์มีความสอดคล้องกัน จะสามารถหาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริง (Genuine misconception) และโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนปลอม (Spurious misconception) ได้

2.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

บุญชม ศรีสะอาด (2543, น. 29) ได้สรุปวิธีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและวิธีการเขียนข้อสอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดจุดประสงค์ องค์ประกอบหรือทักษะย่อยและแบบทดสอบย่อยที่จะทดสอบเพื่อวินิจฉัย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการกำหนดรายละเอียดตามจุดประสงค์
6. เขียนข้อคำถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเต็มคำตอบ
7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ

- 8.วิเคราะห์หาความยากรายข้อ
 - 9.สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ผลจากการวิเคราะห์หาค่าความยาก
ง่ายมาคัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบ และสร้างตัวลวงจากคำตอบที่ผิด
 - 10.ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
 - 11.นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้ ครั้งที่ 1
 - 12.วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ
 - 13.นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้รับการปรับปรุงไปทำการทดลองสอบเป็น
ครั้งที่ 2
 - 14.วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งคุณภาพ
รายข้อและคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 - 15.จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย และจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็น
รูปเล่ม
- โชติ เพชรชื่น (2544, น. 17) ได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้
ดังนี้
- 1.วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อย
ความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา
 - 2.กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
 - 3.สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ให้ครอบคลุม
จุดประสงค์และเนื้อหา มีข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียน
ได้
 - 4.ทดลองใช้และนำผลการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงข้อคำถาม
 - 5.ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
 - 6.สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ
 - 7.จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

2.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

ในวงการการศึกษาการวัดผลประเมินผลถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเรียนการสอน การวิจัย ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อครูผู้สอน เพราะจำเป็นต้องรู้ว่าถ้าต้องการให้เด็กหรือผู้เรียนเป็นอย่างไร จะต้องออกแบบจัดกระทำการเรียนการสอนในขอบเขตที่ถูกต้องและมีความเหมาะสมต่อการเรียน

ของผู้เรียนนั้น ซึ่งจะต้องรู้การสอนที่จะทำให้คนเกิดพฤติกรรมและเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ครอบคลุมด้วยความสนุกสนานและความชอบ

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 10-11) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามี ประโยชน์ต่อครูผู้สอน นักเรียนไว้ดังนี้

1. ช่วยทำให้นักเรียนรู้ในข้อบกพร่องของตัวนักเรียนเองโดยดูได้จาก คะแนนผลการสอบในแต่ละส่วนนั้นว่ามีส่วนใดบ้างที่ได้คะแนนที่น้อยกว่าปกติ เมื่อทราบถึง ข้อบกพร่องของตัวเองแล้ว ก็จะได้นำไปปรับปรุงหรือพัฒนาฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะ ในเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหา

2. ครูผู้สามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ส่งผลให้ปัญหาที่เกิดขึ้น ของนักเรียนหมดไปโดยเร็วซึ่งเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนี้ครูผู้สอนยังต้องตระหนักว่า วิธีการสอนที่เคยสอนอยู่ก่อนอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับสอนเสริม ควรแสวงหาหรือ เลือกรูปแบบอื่นซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยสอนเรื่องนั้นมาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวก ให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่ เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

บลูม (Bloom Benjamin S and Others, 1971, p. 91-101) ได้กล่าวถึงหน้าที่และ ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสรุปไว้ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน
2. ใช้วัดระดับความรอบรู้
3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเป็นพวกเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม
4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความผิดที่เกิดซ้ำซาก

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยสามารถ สรุปได้ดังนี้ แบบทดสอบวินิจฉัยจะสามารถเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ครูผู้สอนทราบข้อมูลเกี่ยวกับ ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ที่จะบอกในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อบกพร่อง ได้อย่างตรงประเด็น โดยแบบทดสอบวินิจฉัยนี้จะเป็นส่วนช่วยให้ครูและนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ใน เช่นการสอนเสริมในจุดประสงค์ที่นักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน การแก้ไขข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ซึ่งจะเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่ดีและเกิดการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์ครอบคลุมด้วยความสนุกสนานและความชอบ

2.6 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย

หลักการสำคัญของแบบทดสอบสำหรับวัดผลการเรียนรู้ คือแบบทดสอบต้องสามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งสิ่งที่จะช่วยเป็นการทำให้ได้ผลถูกต้องแม่นยำนั้นคือคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ได้ผลตรงตามความต้องการ สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย จะตรวจสอบคล้ายกับคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

2.6.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

บลูม (Bloom, B. S. Thomas J. Hasting, และ George F. Madaus, 1971, p. 72) ได้ให้ความหมายว่า ความเที่ยงตรงหมายถึงคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้

อัลเลน และเยน (Allen และ Yen Wendy M., 1979, p. 95) ได้กล่าวแบบทดสอบจะมีความเที่ยงตรงถ้าแบบทดสอบนั้นวัดได้ตรงตามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด

อนาสตาซี (Anastasi และ Anne, 1968, p. 29) กล่าวว่าความเที่ยงตรงหมายถึงระดับที่แบบทดสอบนั้นวัดได้จริงตามสิ่งที่ต้องการจะวัด

ศิริชัย กาญจนวสี (2556, น. 99-100) อธิบายความหมายของความเที่ยงตรงของแบบทดสอบว่าเป็นที่เกี่ยวของกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมาย ถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม ตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมได้ให้คำจำกัดความหมายตรงไว้ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความตรงมากขึ้นเพียงนั้น ดังนั้นความเที่ยงตรงจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงจะเป็นเครื่องมือที่วัดคุณลักษณะที่ต้องการได้ตรงหรือใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คะแนนนั้นสามารถบ่งบอกถึงสภาพที่แท้จริงของลักษณะที่มุ่งวัดได้เป็นอย่างดี

2. ความเที่ยงตรง หมายถึง ความสอดคล้องหรือความเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มุ่งวัด หรืออาจนิยามเชิงปฏิบัติการในลักษณะของเทคนิคการคำนวณได้ว่า ความเที่ยงตรง คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือกับคะแนนเกณฑ์ภายนอกที่เป็นอิสระอิสระอื่นๆซึ่งเชื่อถือได้ว่าสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้

นอกจากนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validation) ว่าเป็นการสรุปอ้างอิงถึงมวลเนื้อเรื่อง ความรู้หรือประสบการณ์ (Domain of content)

ที่แบบสอบถามวัดว่าการวัดของแบบสอบได้ผลครอบคลุม และเป็นตัวแทนมวลความรู้หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัดนั้นเพียงไร

ลัวิน สายยศ และ อังคนา สายยศ (2543, น. 246) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาว่า เป็นเครื่องมือที่สามารถแสดงถึงว่าแบบทดสอบสามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด ส่วนความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการและความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง คือคุณภาพของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือลักษณะต่างๆของโครงสร้างนั้นสำหรับวิธีการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบจะใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นนั้นวัดได้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) คือ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบว่าเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่จะสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือลักษณะที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นจะตรวจสอบความเที่ยงตรงแบบเชิงเนื้อหา ซึ่งจะแสดงถึงว่าแบบทดสอบนี้มีข้อคำถามที่วัดได้ครอบคลุมกับเนื้อหาและตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ สามารถวัดคุณลักษณะได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบ โดยสามารถหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้จากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และมีเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคือ

1 หมายถึง แน่ใจ/มั่นใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ/ไม่มั่นใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจ/มั่นใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้

ซึ่งมีการแปลความหมายของค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จะต้องมีความค่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.6.2 ความยากง่าย (Difficulty)

ค่าความยากง่าย(Difficulty) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่แสดงถึงสัดส่วนของการตอบของผู้สอบ ระหว่างจำนวนผู้สอบที่ตอบแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้องต่อจำนวนผู้สอบทั้งหมด

ไพศาล หวังพานิช (2523, 266) ได้อธิบายการหาค่าระดับความยากง่ายของแบบทดสอบว่าจะมีผลต่อการสอบได้คะแนนมากหรือน้อย สามารถพิจารณาได้จากการหาค่าความยากง่ายรายข้อ ซึ่งค่าความยากง่าย หมายถึง สัดส่วนระหว่างจำนวนเด็กที่ตอบข้อคำถามนั้นๆ ได้ถูกต้องกับจำนวนเด็กทั้งหมดที่ตอบ ค่าความยากง่ายจึงเป็นค่าที่บอกให้ทราบว่า คำถามข้อนั้นมีเด็กตอบถูกร้อยละเท่าใด ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$P = \frac{\text{จำนวนเด็กที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนเด็กทั้งหมด}}$$

จะเห็นได้ว่า ค่าความยากง่ายจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1.00 ซึ่งค่าความยากง่ายมีค่าน้อย แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยากเพราะจำนวนคนตอบถูกมีน้อย และค่าความยากง่ายมีค่ามากแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่ายเพราะมีคนตอบถูกเป็นจำนวนมาก

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525, 416) ได้อธิบายว่า ค่าความยากง่าย เป็นคุณลักษณะสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งค่าความยากง่ายหมายถึงจำนวนเปอร์เซ็นต์หรือค่าสัดส่วนของเด็กที่เลือกตอบข้อคำถามนั้นได้ถูกต้องกับจำนวนเด็กทั้งหมดที่ตอบ ค่านี้จึงบอกให้ทราบว่า คำถามข้อนั้นมีเด็กตอบถูกกี่เปอร์เซ็นต์ และได้อธิบายลักษณะของความยากง่ายว่า ถ้าเด็กทำข้อใดถูกมาก แสดงว่าข้อนั้นง่าย ค่าความยากง่ายข้อนั้นจะมีค่ามาก แต่ถ้าข้อใดเด็กทำถูกน้อย แสดงว่าข้อนั้นยาก ค่าความยากง่ายจะมีค่าน้อย ซึ่งค่าความยากง่ายน้อยแปลว่าข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีค่ามากแสดงว่าข้อสอบง่าย โดยมีเกณฑ์สำหรับพิจารณาระดับความยากง่ายของข้อสอบเป็นดังนี้

ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.00-0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก สมควรตัดทิ้งหรือเก็บไว้เป็นข้อสอบแข่งขัน

ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.40 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ดี)

ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.40-0.60 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดีมาก)

ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.60-0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ดี)

ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.80-1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายเกินไป สมควรตัดทิ้งหรือเก็บไว้ใช้วัดผลระบบอิงเกณฑ์

สุนันท์ ศลโกสุม (2525, 291)ได้อธิบายการหาความยากง่ายของแบบทดสอบจากการคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ความยากของแบบทดสอบ}(P) = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนี้}}{\text{จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด}}$$

โดยค่าความยากง่ายของแบบทดสอบจะมีค่าระหว่าง 0.00 -1.00 ข้อสอบที่ยากได้แก่ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายเข้าใกล้ 0.00 ส่วนข้อสอบที่ง่ายจะมีค่าความยากง่ายเข้าใกล้ 1.00 และข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางจะมีค่าเท่ากับ 0.50 ที่หมายความว่าจำนวนผู้ตอบแบบทดสอบข้อนั้นถูกเป็นครึ่งหนึ่งของผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมจะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบ เช่น แบบทดสอบที่ต้องการคัดเลือกบุคคลที่มีความสามารถมาก ๆ มักจะใช้ข้อสอบที่มีความยากอยู่ในช่วงที่แคบ คือมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.60 ส่วนการทดสอบที่ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะนิยมใช้แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และสำหรับการทดสอบเพื่อแก้ไขวินิจัยปัญหาทางการเรียนหรือการทดสอบพื้นฐานก่อนเข้าเรียน(Diagnostic หรือ Mastery test) ที่ไม่ต้องการข้อสอบที่มีค่าความยากมากเกินไป เพราะต้องการทราบถึงปัญหาหรือสภาพของผู้เรียน ว่าผู้เรียนมีพื้นฐานหรือสภาพเป็นเช่นไร จึงมุ่งหวังว่าแบบทดสอบนั้นจะมีผู้สอบส่วนมากทำได้และมีส่วนน้อยทำไม่ได้เพื่อทราบถึงผลการสอบและนำผลการทดสอบนั้นไปปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนในแต่ละวิชาเท่านั้น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2541, น. 15)ได้อธิบายเกี่ยวกับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบไว้ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์จะพิจารณาจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้นในการสร้างแบบทดสอบแต่ละข้อ ทั้งนี้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้นจะเป็นตัวกำหนดค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ดังนั้นถ้ากำหนดระดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมขั้นสูงข้อสอบข้อนั้นจะยาก และถ้ากำหนดระดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมขั้นต่ำ ข้อสอบข้อนั้นจะง่าย

สมนึก ภัททิยธนี (2541, น. 195-213)ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความยากง่ายของแบบทดสอบว่าเป็นสัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเทียบกับจำนวนนักเรียนที่ทำการสอบแบบทดสอบนั้นทั้งหมด โดยแบบทดสอบวินิจัยที่พัฒนาจะเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายไม่ต่ำเกินไปหรือจะต้องเป็นแบบทดสอบที่

ง่าย เพื่อที่จะนำไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน สำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยดีลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความยากง่ายของข้อสอบโดยใช้สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้องกับจำนวนผู้ตอบแบบทดสอบทั้งหมด

2.6.3 อำนาจจำแนก (Discrimination)

บุญชม ศรีสะอาด (2532, 39-40) ได้อธิบายค่าอำนาจจำแนกว่าเป็นค่าสถิติที่ใช้อธิบายคุณภาพของข้อสอบหรือข้อคำถามรายข้อโดยทั่วไป มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง $+1.00$ ถ้ามีค่าเท่ากับ 1.00 ถือว่ามีค่าอำนาจจำแนกที่สมบูรณ์ ถ้ามีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ -1.00 ถือว่ามีค่าอำนาจจำแนกในทางตรงกันข้าม เป็นลักษณะที่ไม่พึงปรารถนา ไม่ค่อยพบและไม่น่าพบ ถ้ามีค่าเท่ากับ 0.00 นับว่าไม่มีอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นบวกมีค่าสูงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นลบเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 197) ได้อธิบายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นเกณฑ์จำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้หรือกลุ่มที่ยังไม่มีความรู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้หรือที่รู้แล้ว (Master) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะเป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้หรือกลุ่มที่ยังไม่มีความรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แล้วหรือกลุ่มที่มีความรู้ โดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นจะไม่เน้นค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เพราะว่าแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์จะใช้สำหรับวัดผลที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบมีระบบ เช่นการเรียนการสอนแบบรอบรู้ ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ทั้งหมด

สำเริง บุญเรืองรัตน์และคณะ (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2547, 135) ได้อธิบายความหมายของอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Item Discrimination) ว่าเป็นประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้ตอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ และสามารถได้แบ่งประเภทของอำนาจจำแนกของแบบทดสอบได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. อำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้ตอบที่มีความสามารถสูงออกจากผู้สอบที่มีความสามารถต่ำได้
2. อำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้ตอบที่มีความรอบรู้ (หมายถึงผู้ที่ทำคะแนนได้ผ่านเกณฑ์) ออกจากผู้ตอบที่ไม่มีความรอบรู้ (หมายถึงผู้ที่ทำคะแนนได้ไม่ผ่านเกณฑ์) ได้

ไซติ เพชรชื่น(2547,53) ได้อธิบายเกี่ยวกับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยในสาระนุกรมศึกษาศาสตร์ ว่าการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยต้องผ่านการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และข้อสอบต้องมีค่าอำนาจจำแนกสูง(0.20ขึ้นไป) นอกจากนั้นต้องมีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับสูงด้วย ตลอดจนความเที่ยงตรงของการวิจัยต้องสูงด้วยเช่นกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2555, น. 213-216) ได้อธิบายเกี่ยวกับค่าอำนาจจำแนกว่าเป็นความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้เข้าทำแบบทดสอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

ในการหาอำนาจจำแนกของข้อสอบคือประสิทธิภาพของข้อสอบในการจำแนกกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ โดยผู้ที่ได้คะแนนรวมสูงจะได้รับการจัดให้เป็นกลุ่มสูง ผู้ที่ได้คะแนนรวมต่ำจะได้รับการจัดให้เป็นกลุ่มต่ำ จะหาเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบโดยค่าที่ได้จะออกมาเป็นค่าอำนาจจำแนกของคำตอบที่ถูกของข้อนั้นๆ การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบความถนัดและข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม หาได้จากสูตร

$$r = \frac{\text{จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง} - \text{จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ}}{\text{จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ}}$$

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ได้ดังนี้ อำนาจจำแนกเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบเพื่อที่จะทำให้ได้ทราบว่าแบบทดสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดีเพียงใด โดยในแบบทดสอบวินิจัยที่ลำดับขั้นที่พัฒนาขึ้นจะพิจารณาข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าเป็นบวก เพื่อที่จะนำไปจำแนกนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในแบบทดสอบนี้อวกาศมีความมุ่งหวังที่จะสร้างแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ดี สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และขาดความรู้เพื่อที่จะนำข้อมูลเกี่ยวกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนไปพัฒนาการสอนให้มีคุณภาพต่อไป โดยใช้วิธีการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยการจำแนกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.6.4 ความเชื่อมั่น (Reliability)

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2521, น. 269) ได้อธิบายความหมายของความเชื่อมั่นว่าเป็นค่าคงที่ที่แน่นอนของคะแนนซึ่งได้มาจากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกันด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันหลายๆ ครั้งนั้นหรือด้วยแบบทดสอบสองฉบับซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน หรือภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่นๆ ที่ใช้สำหรับในการทดสอบนั้น

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2528, น. 163) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) ว่าเป็นคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ที่มีผลการวัดที่คงเส้นคงวา การนำเครื่องมือไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลายๆ ครั้งก็จะได้คะแนนเท่าเดิม และจะสามารถหาค่าดังกล่าวก็ต่อเมื่อแบบทดสอบฉบับนั้นมีคุณภาพรายชื่ออยู่ในเกณฑ์แล้ว เมื่อแบบทดสอบนั้นเป็นแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม หรือแบบทดสอบรวม (Norm-Referenced Test or Summative Test) แบบทดสอบนั้นจะมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่างหรือมากกว่า 0.2 แต่ถ้าแบบทดสอบนั้นเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criteria-Referenced Test) หรือแบบทดสอบย่อย (Formative Test) แต่ละข้อของแบบทดสอบจะต้องมีค่าความยากง่ายก่อนสอนน้อยกว่า 0.40 ส่วนหลังสอนจะต้องมีค่าความยากง่ายมากกว่า 0.75 และค่าอำนาจจำแนกจะต้องมีค่ามากกว่า 0.00 ขึ้นไป และเมื่อได้แบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์แล้วจะนำแบบทดสอบทั้งฉบับไปทดสอบกับนักเรียนใหม่แล้วจากนั้นจะหาค่าความเชื่อมั่นต่อไป

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2529, น. 35) ได้อธิบายความหมายของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่า เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิม คะแนนที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งควรจะมีความสัมพันธ์กันดี และควรได้คะแนนที่คงที่เหมือนเดิม

นันทอลลี (Nunnally และ Jum C, 1964, p. 59) ได้อธิบายความหมายของความเชื่อมั่นว่าหมายถึงสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนได้จากการทดสอบ ซึ่งได้อธิบายการหาค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบสองครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันแต่สอบในเวลาต่างกัน

ลอร์ดและโนวิก (Lord and Novick, 1967, p. 46) ได้อธิบายความหมายของความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบซ้ำ และคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้งสองครั้งนั้นเป็นอิสระที่ไม่ขึ้นกับค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดใดๆ

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึงผลของคะแนนที่สอบได้มีค่าคงที่ในการเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเรื่องที่สอบ สามารถหาค่าความเชื่อมั่นได้หลายวิธีดังนี้

1. ความเชื่อมั่นแบบหาความคงที่ของความรอบรู้ (Stability reliability)

เป็นการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยการนำแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์มาสอบซ้ำเป็นจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการสอบ 2 ครั้ง มาหาความคงที่ของการรอบรู้ที่ได้จากการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม

2. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องในการตัดสินใจ (Decision consistency reliability) เป็นการหาค่าความสอดคล้องระหว่างการทดสอบ 2 ครั้ง จากแบบทดสอบฉบับเดียวกัน หรือแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน 2 ฉบับ

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการทดสอบเพียงครั้งเดียวมีหลายวิธี เช่น การหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรของลิวิงตัน การหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรไบโนเมียลของโลเวท การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนโลเวทที่เหมาะสมสำหรับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแต่ละข้อมากกว่า 1 คะแนน การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Spearman-Brown การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของแฮร์ริส

จากวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นในแบบต่างๆที่แตกต่างกันนั้น มีหลายวิธีที่ใช้สำหรับหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้สร้างแบบทดสอบและลักษณะของการทดสอบด้วย

เฟอร์กูสัน (Ferguson, George A, 1966, p. 365-366) ได้อธิบายเกี่ยวกับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นได้ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Test retest method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทำการทดสอบกับกลุ่มของบุคคลที่เป็นกลุ่มเดียวกันเป็นจำนวนสองครั้งในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพอสมควร คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งจะมีค่าสหสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นค่าสหสัมพันธ์ที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ถูกเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of stability) ทั้งนี้การกำหนดระยะเวลาของการสอบมาก จะส่งผลให้ค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบจะมีค่าลดน้อยลง ซึ่งการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำ มีสูตรดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวลี, 2556, น. 61)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XX' - \sum X \sum X'}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum X'^2 - (\sum X')^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

X คือ คะแนนสอบครั้งที่ 1

Y คือ คะแนนสอบครั้งที่ 2

N คือ จำนวนนักเรียนที่สอบทั้งหมด

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel – forms method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันจำนวน 2 ฉบับ มีเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากัน

นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในเวลาเดียวกันทั้งสองฉบับหรือเวลาที่แตกต่างกันก็ได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าสหสัมพันธ์กัน โดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ(ศิริชัย กาญจนวดี, 2556, น. 61)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XX' - \sum X \sum X'}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum X'^2 - (\sum X')^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

X คือ คะแนนสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 1

Y คือ คะแนนสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 2

N คือ จำนวนนักเรียนที่สอบทั้งหมด

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว แล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นชุดคะแนนของข้อคู่และชุดคะแนนของข้อคี่ มีการตรวจให้คะแนนแยกฉบับกัน นำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบไปหาสหสัมพันธ์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน แต่เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จากแบบทดสอบครึ่งฉบับ ทำให้ค่าความเชื่อมั่นเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพียงครึ่งฉบับไปด้วย จึงต้องปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman Brown) เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งมีสูตรดังต่อไปนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2555, น. 223)

$$r_{tt} = \frac{2r_{hh}}{1 + r_{hh}}$$

เมื่อ r_{tt} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

r_{hh} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

4. วิธีวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal – consistency method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน แล้วนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งจะต้องมีเครื่องมือที่มีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ถ้าทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น วิธีนี้จะมีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นอยู่ 2 สูตร คือ KR-20 และ KR-21 และวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยการหาค่าแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดดังนี้

4.1 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยการให้สูตร KR-20 จะต้องทราบถึงระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ซึ่งหมายความว่า จะต้องทราบอัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกและอัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้นๆ และต้องทราบถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนั้นการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 สามารถใช้กับแบบทดสอบที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายไม่เท่ากันได้ ซึ่งมีสูตรดังต่อไปนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2555, น. 223-224)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ
 P คือ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นๆ
 q คือ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้นๆ
 S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

4.2 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยการให้สูตร KR-21 จะต้องทราบค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ และความแปรปรวนของคะแนนสอบ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการนี้มักจะใช้กับแบบทดสอบที่มีความยากง่ายเท่ากัน ซึ่งโอกาสในการสร้างแบบทดสอบที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายเท่ากันนั้นเป็นไปได้ยาก จึงทำให้การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-21 มีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าสูตร KR-20 ดังนั้นจึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีนี้มีค่าที่ต่ำกว่า แต่การคำนวณมีความสะดวกกว่าและง่ายกว่า (สมนึก ภัททิยธนี, 2555, น. 223-224)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(n-\bar{X})}{nS^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ
 \bar{X} คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนการสอบ
 S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2521, น. 269) ได้อธิบายความหมายของความเชื่อมั่นว่าเป็นค่าคงที่ที่แน่นอนของคะแนนซึ่งได้มาจากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกันด้วยแบบทดสอบฉบับ

เดียวกันหลายๆครั้งนั้นหรือด้วยแบบทดสอบสองฉบับซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน หรือภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่นๆที่ใช้สำหรับในการทดสอบนั้น

วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นสามารถของแบบทดสอบวินิจฉัยนี้เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนเพียงแค่ครั้งเดียว และมีวิธีการกำหนดคะแนนในลักษณะถ้านักเรียนตอบคำตอบในแบบทดสอบข้อนั้นถูก จะได้ 1 และถ้านักเรียนตอบคำตอบในแบบทดสอบข้อนั้นผิด จะได้ 0 โดยการให้สูตร KR-20 จะต้องทราบถึงระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบซึ่งหมายความว่า จะต้องทราบอัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกและอัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้นๆ และต้องทราบถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนั้นการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 สามารถใช้กับแบบทดสอบที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายไม่เท่ากันได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าความเชื่อมั่นเป็นการหาค่าสถิติที่แสดงถึงคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นหลายวิธีซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแบบทดสอบ โดยที่แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะใช้วิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยการค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะที่การวัดความสัมพันธ์ของคะแนนที่มุ่งวัดลักษณะเดียวกัน โดยเป็นกรณีผลการสอบมีคะแนนแต่ละข้อในลักษณะที่ถ้าทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน และมีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อนั้นไม่เท่ากัน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) เป็นความคิดที่มีความคลาดเคลื่อนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่งต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

3.1 ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน คือ

ฉันทนา เชาว์ปรีชา (2533, น. 11) ได้อธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ คือ ความรู้ความเข้าใจ ความคิด ข้อเท็จจริง หลักการ หรือข้อสรุปที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง หรือที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้อง คลุมเครือโดยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นวิชาที่ผสมผสานระหว่างเคมี ฟิสิกส์ และวิชาชีววิทยา

ประไพศรี หินชูขุ (2538, น. 29) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาดว่าเป็นแนวความคิด ความรู้ของนักเรียนที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยความรู้ที่มีอยู่นั้นไม่สอดคล้องกับ

ทฤษฎีหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ หรือไม่สอดคล้องกับความรู้ที่คนทั่วไปยอมรับ และนักเรียนยังคงแปลความหมายของเหตุการณ์ทางธรรมชาติต่างๆจากแนวความคิดที่ผิดพลาดนี้อธิบาย

ศิริเดช สุชีวะ (2538ข, น. 13) ได้สรุปความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าเป็นกระบวนการที่แก้ไขปัญหาคือความรู้ หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์

อัมพิกา นุณละออง (2546, น. 5) ได้ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการตอบข้อสอบถูกในแต่ตอนได้น้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้

สุนันทา ปริบูรณ์ (2548, น. 6) ได้อธิบายความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้ ข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความไม่เข้าใจหรือมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนจากการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตในเรื่องของสิ่งที่อยู่ต่างๆรอบตัวเรา ซึ่งความผิดพลาดนี้วัดได้จากการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

พันธุ์ แสงเพชร (2540, น. 36-37) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาดดังนี้ว่าเป็นทักษะหรือความคิดความเข้าใจของนักเรียนที่เกี่ยวกับความเป็นจริง มโนคติหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างไปจากแนวความคิดของวิทยาศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งเป็นแนวความคิดที่เกิดขึ้นก่อน ระหว่างหรือหลังจากการเรียนรู้ และเมื่อมีแนวความคิดที่เกิดขึ้นนี้แล้วย่อมยากที่จะเปลี่ยนแปลง

บราวน์ (Brown D.E., 1992, p. 17) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาดว่าเป็นแนวความคิดของนักเรียนที่เป็นความรู้เชิงข้อสนเทศที่มีความเป็นจริงซึ่งเป็นมโนคติที่ไม่สอดคล้องกันกับข้อเท็จจริงที่คนทั่วไปยอมรับ

จากการศึกษาความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนหรือมโนทัศน์ความคลาดเคลื่อนทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของการเรียนเป็นแนวความคิดหรือสิ่งที่นักเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยนักเรียนนำความรู้ที่คลาดเคลื่อนนี้ซึ่งแตกต่างจากการยอมรับจากคนหมู่มากไปอธิบายความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

3.2 เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกณฑ์การประเมินข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2533, น. 46) ได้เสนอถึงเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการประเมินผลการผ่านหรือที่ยอมรับได้ว่า ไม่มีข้อบกพร่องในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยส่วนใหญ่นิยมใช้เกณฑ์ 2 ใน 3 (ผ่านร้อยละ 67) หรือเกณฑ์ 3 ใน 4 (ผ่านร้อยละ 75) โดยอธิบายเหตุผลคือเพื่อแสดงความมั่นใจต่อเด็กว่ามีความรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ไม่ใช่เป็นการกระทำที่ผิดเพราะความประมาทเลินเล่อ เช่น จากจุดประสงค์ว่าให้บวกจำนวนสองหลักมีทดได้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยต้องออกข้อสอบจำนวน 3 ข้อ เพิ่มจากการออกข้อสอบเพียงข้อเดียวเพื่อต้องการวัดการผ่านเกณฑ์ 2 ใน 3 หรือออกข้อสอบจำนวนทั้งหมด 4 ข้อ เพื่อต้องการวัดการผ่านเกณฑ์ 3 ใน 4 ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิจารณ์ญาณของผู้สร้างแบบทดสอบ

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2539 : 15-16) ได้อธิบายแนวการปฏิบัติในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคือการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากนักเรียนว่ามีข้อบกพร่องอยู่ในด้านใดบ้าง และระดับความบกพร่องในด้านนั้นเป็นอย่างไร โดยจะต้องสร้างแบบทดสอบขึ้นมาเพื่อสำรวจ สำหรับเกณฑ์ในการประเมินผลการผ่านเกณฑ์ข้อบกพร่องหรือการยอมรับได้ว่าไม่มีข้อบกพร่องในเรื่องนั้นๆ ผู้ตอบแบบทดสอบจะต้องตอบข้อสอบถูกร้อยละ 67 หรือ 2 ใน 3 (บางสถานการณ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาใช้เกณฑ์การยอมรับในข้อบกพร่องคือจะต้องตอบข้อสอบถูกร้อยละ 75 หรือ 3 ใน 4) โดยข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยจะมีจำนวนข้อที่มากสำหรับการสอบในครั้งเดียว จึงควรที่จะมีการแบ่งการทดสอบออกเป็นระยะหรือแบ่งตามตอนของเนื้อหาที่ออกข้อสอบเพื่อหาข้อบกพร่องในด้านนั้น

ศิริเดช สุชีวะ (2538, น. 2-11) กล่าวถึงการวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อน คือ

1. การวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการสังเกตและการสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

วิธีการวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่ใช้กันในระยะแรกคือ การสังเกตรวมทั้งการสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเป็นวิธีการที่ไม่ได้จัดการอย่างเป็นทางการ โดยครูผู้สอนจะต้องมีทักษะในการสังเกตและทักษะในการตั้งคำถามเพื่อวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อน วิธีนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อเด็กนักเรียนและครูมีความใกล้ชิดกัน และถ้าครูมีความชำนาญในเนื้อหาวิชาการจะสามารถทำให้ความวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนได้อย่างแม่นยำ ซึ่งวิธีการวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนวิธีนี้เป็นวิธีการที่ใช้เวลามาก ซึ่งทำให้มีความไม่สะดวกต่อครู

2. การวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัด หรือในแบบสอบอัตรันย

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึก ซึ่งจะได้ผลดีทั้งวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานและมโนทัศน์ที่ซับซ้อน โดยการวินิจฉัยจะสร้างโดยการใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามสำหรับกรณีวินิจฉัยในการวินิจฉัยโดยเป็นแบบตอบที่ให้เขียนและแสดงวิธีทำอย่างละเอียด และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะรายงานผลคะแนนเป็นความถี่ของวิธีคิดที่ผิดแบบต่างๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับวิธีคิดตามจำนวนของความถี่จากมากไปน้อย ซึ่งการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิธีนี้ครูผู้สอนจะต้องมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาอย่างมาก และใช้เวลาสอบและวินิจฉัยเป็นจำนวนมากซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดของการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำเช่นกัน

3. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน จุดด้อยของผู้เรียนทั้งทางวิชาการและทางด้านจิตใจของผู้เรียน เพื่อเป็นการระบุหรือคัดแยกนักเรียนว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถที่เป็นจุดแข็ง และจุดด้อยในด้านใด โดยแบบทดสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จากการที่นักเรียนเลือกตอบในตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ดังนั้นผู้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องมีความรู้และประสบการณ์ที่ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบใดเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลวงในแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนั้นครูผู้สอนที่ไม่มีความชำนาญจะไม่สามารถสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพที่ดีได้

4. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบแผนคะแนนการตอบซึ่งออกมาในรูปของการพัฒนาดัชนีตัวบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบโดยการเทียบกับแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นแบบกัทแมนสมบูรณ์ หากแบบแผนการตอบมีความแตกต่างแล้วนั้นก็แสดงว่ามีความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบมาก แต่มีข้อจำกัดว่าดัชนีจะบอกได้ว่าเป็นแบบแผนคะแนนการตอบนั้นผิดปกติหรือไม่อย่างไร แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าความผิดปกตินั้นมากจากรูปแบบการคิดแบบใด นั้นหมายถึงว่า ดัชนีได้ว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแต่ไม่สามารถบ่งชี้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีลักษณะแบบใด

5. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการของทาทซุโอกะ

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการของทาทซุโอกะได้พัฒนาการวินิจฉัยโดยการตรวจสอบแบบการคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาจากแบบแผน

คะแนนการตอบของนักเรียนแต่ละคน โดยเริ่มต้นจากการสำรวจและวิเคราะห์แบบการคิดที่เป็นไปได้ในเนื้อหานั้นๆ แล้วสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมรวบรวมเป็นแบบทดสอบปลายเปิดชนิดเติมคำตอบ คำนวณหาคำตอบด้วยแบบการคิดซึ่งแต่ละแบบการคิดก็ได้แบบคำตอบหนึ่งชุด ซึ่งเมื่อตรวจให้คะแนน 0-1 แล้วก็จะได้แบบแผนสำหรับการตอบ จากนั้นนำแบบทดสอบไปดำเนินการตอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนจากการตอบของแต่ละคนโดยเปรียบเทียบว่าแบบแผนคะแนนการตอบของแต่ละคนใกล้เคียงกับแบบแผนการตอบแบบใด ซึ่งจะมีดัชนีชี้สำหรับแบบแผนของคะแนนการตอบ เพื่อที่จะได้บอกว่าคะแนนการตอบใกล้เคียงกันเพียงใด

6. การวินิจฉัยข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนโดยวิธียืนยันความคิดของศิริเดช สุชีวะ

การวินิจฉัยข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนโดยวิธียืนยันความคิดของศิริเดช สุชีวะเริ่มต้นจากแนวความคิดที่นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้ ประกอบด้วยชุดปัญหาที่ถูกต้อง ทุกข้อแสดงว่านักเรียนใช้แบบการคิดที่ถูกต้อง ซึ่งจะแสดงถึงการมีมีโนทัศน์ที่ถูกต้องในเนื้อหานั้น ถ้านักเรียนตอบถูกหมดทุกข้อจะถูกจัดให้เป็นกลุ่มที่ไม่ต้องวินิจฉัยต่อ สำหรับนักเรียนที่ตอบไม่ถูกต้องจะถูกจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มหนึ่งที่มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วแต่ตอบผิดเพราะความสะเพร่าไม่รอบคอบ กลุ่มที่สอง นักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คำตอบที่ตอบนั้นมาจากแบบการคิดที่ผิดซึ่งอาจจะผิดบางข้อ หรือตอบผิดหมดทุกข้อก็ได้ และกลุ่มที่สาม นักเรียนที่ไม่มีมีโนทัศน์ในเนื้อหาคำตอบ แต่ตอบถูกจากการเดาสุ่ม ซึ่งนักเรียนทั้งหมดนี้ถูกจัดกลุ่มที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีแบบแผนการคิดเป็นแบบใด การยืนยันความคิดเป็นการย้อนไปถึงวิธีคิดของนักเรียนโดยสังเกตได้จากร่องรอยคำตอบ ดังนั้นจึงต้องหาให้ได้ว่าคำตอบของนักเรียนมาจากแนวคิดที่ถูกต้องหรือมาจากแนวคิดที่ผิด โดยเริ่มต้นจากการสร้างแบบสำรวจและวิเคราะห์แบบการคิดที่เป็นไปได้ทั้งหมดในเนื้อหานั้น แล้วสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้การสร้างแบบสำรวจรวบรวมเป็นแบบสอบถามปลายเปิดชนิดเติมคำตอบ พร้อมทั้งหาแนวการคิดคำตอบที่ผิดทีละชุด จากนั้นไปให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ต้องวินิจฉัยทำเพื่อดำเนินการวินิจฉัยข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อน โดยการเปรียบเทียบชุดคำตอบของนักเรียนกับชุดคำตอบของการคิดต่างๆ เพื่อแสดงถึงการยืนยันของแบบการคิดจึงต้องทำกับข้อสอบทั้งหมด เพื่อให้สามารถรู้ได้ว่าคำตอบของนักเรียนตรงกับแนวคิดใดมากที่สุด ซึ่งจะต้องมีวิธีการยืนยันว่านักเรียนใช้แบบการคิดใด ทั้งจากการไม่รอบคอบ หรือทำแบบทดสอบด้วยการเดา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยคือการสร้างแบบประเมินเพื่อรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนว่ามีข้อบกพร่องอยู่ในด้านใด และมีระดับความบกพร่องในด้านนั้นเป็นอย่างไร โดยการประเมินผลจะใช้ลักษณะการเทียบผลการประเมินกับเกณฑ์การผ่านถ้านักเรียนมีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ แสดงว่านักเรียนได้รับการยอมรับว่าไม่มีข้อบกพร่องในเรื่องนั้นๆ หรืออาจจะมีเกณฑ์การประเมินโดยการนำคำตอบของนักเรียนมาเทียบกับแบบแผนของการตอบจากแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ ถ้ามีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก็สามารถเปรียบเทียบได้ว่ามีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบใด โดยในแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้สร้างแบบแผนการตอบของแบบทดสอบ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปแบบการตอบของนักเรียนเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบใด

4. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้มีความเหมาะสมเพื่อเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเพื่อนำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน โดยในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระการเรียนรู้ดังนี้

4.1 สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วย

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

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ตัวชี้วัด

ม.1/1 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก

ม.1/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

ม.1/3 สังเกต วิเคราะห์และอธิบายการเกิด ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์

ม.1/4 สืบค้น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์
อากาศ

ม.1/5 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายผลของลมฟ้า อากาศต่อการดำรงชีวิต
ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ม.1/6 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการทำงาน
ของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ภูเขาไฟไอโซน และฝนกรด

ม.1/7 สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน ภูเขาไฟไอโซนและ
ฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ตัวชี้วัด

ม.2/1 สำรวจ ทดลอง และอธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน สมบัติของ
ดิน และกระบวนการเกิดดิน

ม.2/2 สำรวจ วิเคราะห์ และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุง
คุณภาพของดิน

ม.2/3 ทดลองเลียนแบบเพื่ออธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะ
องค์ประกอบของหิน

ม.2/4 ทดสอบและสังเกตองค์ประกอบและสมบัติของหิน เพื่อจำแนก
ประเภทของและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ม.2/5 ตรวจสอบและอธิบายลักษณะทางกายภาพของแร่และการนำไปใช้
ประโยชน์

ม.2/6 สืบค้นและอธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะและสมบัติของ
ปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน และการนำไปใช้ประโยชน์

ม.2/7 สำรวจและอธิบายลักษณะแหล่งน้ำธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และ
และการอนุรักษ์ แหล่งน้ำในท้องถิ่น ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ม.2/8 ทดลองเลียนแบบและอธิบายการเกิด แหล่งน้ำบนดิน แหล่งน้ำใต้
ดิน

ม.2/9 ทดลองเลียนแบบและอธิบายการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัด
พา การทับถมการตกผลึก และผลของกระบวนการดังกล่าว

ม.2/10 สืบค้น สร้างแบบจำลองและอธิบายโครงสร้าง และองค์ประกอบ
ของโลก

4.2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วย

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ตัวชี้วัด

ม.3/1 สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่นๆและผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตบนโลก

ม.3/2 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ม.3/3 ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ตัวชี้วัด

ม.3/1 สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและการสื่อสาร

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ทัศนีย์ คงบุญ (2544) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องกลไกมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดยโสธร โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องกลไกมนุษย์ 2. เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับและรายชื่อของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องกลไกมนุษย์ และ 3. เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องกลไกมนุษย์ โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วย แบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับ คือ ความรู้พื้นฐานจำเป็นก่อนเรียน การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ขั้นตอนในการดำเนินการคือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกึ่งอัตนัย เลือกลงและบอก

เหตุผลในการตอบเพื่อไปทดสอบหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและรวบรวมคำตอบที่ผิดที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรกมาเป็นตัวลงในสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยัย มีการทดสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบ และการหาคุณภาพของแบบทดสอบและคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์ตามแนวของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ผลการศึกษาพบว่าค่าพารามิเตอร์ประจำตัวข้อสอบมีดังนี้

1.ค่าอำนาจจำแนก (a-parameter)มีค่าระหว่าง .512-1.640 แสดงว่าแบบทดสอบสามารถจำแนกผู้ที่มีความสามารถสูงออกจากผู้ที่มีความสามารถต่ำได้ดีถึงดีมาก

2.ค่าความยาก (b-parameter) มีค่าระหว่าง -.467-1.000 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ในระดับปานกลางถึงง่าย เหมาะสมกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

3.ค่าโอกาสในการเดา (c-parameter) มีค่าระหว่าง .066-.291 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าการเดาต่ำ โอกาสที่ผู้มีความสามารถต่ำกว่าจะมีโอกาสในการตอบข้อสอบในแบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้น้อย

4.ค่าความเชื่อถือได้ ผลรวมของฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีค่า 12.10 และตรงกับระดับความสามารถของผู้สอบที่ 0.5 ซึ่งเป็นความสามารถในระดับปานกลาง แสดงว่าแบบทดสอบนี้จะสามารถประมาณค่าของผู้สอบได้อย่างแม่นยำ เมื่อนำไปทดสอบกับผู้สอบที่มีความสามารถในระดับปานกลางซึ่งเหมาะสมกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

5.ค่าความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบที่พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาจริง

6.คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบมีค่า 5 , 14 , 8 , และ 6 ของทั้งสี่ฉบับ

7.สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถจัดกลุ่มได้คือ ครูสอนไม่ชัดเจน นักเรียนสรุปตามความเข้าใจของตนเอง นักเรียนไม่เข้าใจภาษาที่สื่อสาร นักเรียนขาดประสบการณ์ตรง นักเรียนเชื่อตามผู้อื่นที่นักเรียนเชื่อถือ และหนังสือเรียนมีความเป็นนามธรรม

วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี (2556)ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพจำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วยฉบับที่ 1 เมื่อโจทย์กำหนดตัวแปรไม่ทราบค่ามาให้ และฉบับที่ 2 เมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวแปรไม่ทราบค่ามาให้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มแบบสองขั้นตอน การดำเนินการสร้างแบบทดสอบเริ่มจากการสร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและให้แสดงวิธีทำเพื่อค้นจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวงแล้วนำไปทดสอบ 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับที่วัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการมีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.35 – 0.79 แลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20-0.58 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียลมีค่า 0.9289 และ 0.9197 สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่า 20

สุพรรณษา หอมฤทธิ์ (2559) ได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ 2) ศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาด ความรู้แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี โดยแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นประกอบด้วยข้อคำถาม 40 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 2 ส่วนของระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 3 ส่วนเหตุผลของคำตอบ และส่วนที่ 4 ส่วนของระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ โดยข้อคำถามของแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.34 -0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.26 -0.84 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่สามารวัดแนวคิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ทั้งแนวคิดที่ถูกต้อง การขาดความมั่นใจในความรู้ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน และการขาดความรู้

ศักดา กิ่งไก่อ (2560) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ขั้นและตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีจุดมุ่งหมายคือ 1) เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 2)

ศึกษาศาเหตุที่ทำให้นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 3) พัฒนาตัวแบบกิจกรรมการ ปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 และ 4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชา แคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามตัวแบบ (model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับ นักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ด้วยวิธีปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่1 จากวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในปีการศึกษา 2558 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 ได้แก่ประเภทวิชาช่าง อุตสาหกรรม จำนวน 3,239 คนจาก 12 วิทยาลัยได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้แก่นักศึกษาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคสกลนครจำนวน 36 คน หนึ่งห้องเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองตัวแบบ (model) และนักศึกษาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จำนวน 33 คน หนึ่งห้องเรียน เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบ เจาะจง (purposive sampling) กลุ่มที่ 3 ได้แก่นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสกลนครที่เคยเรียนวิชาแคลคูลัส 1 จำนวน 240 คน จาก 8 ห้องเรียนโดย ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) เพื่อ ทดสอบหาความบกพร่องในการเรียนวิชาแคลคูลัส 1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ สี่ชั้นจำนวน 19 ฉบับๆ ละ 18-32 ข้อ รวมทั้งสิ้น 491 ข้อ ซึ่งคัดเลือกมาจากข้อสอบ 645 ข้อ ได้มาโดยการ พัฒนาแบบทดสอบวัดความบกพร่องชนิดเติมคำจำนวน 5 ฉบับ ๆ ละ 15 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ชั้นหาเฉพาะชั้นที่หนึ่งซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับเนื้อหาหมโนทัศน์ กับชั้นที่สามที่เป็นคำถามเกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกตอบ คำถามชั้นที่สองและ ชั้นที่สี่เป็นการถามถึงระดับความมั่นใจในการตอบ โดยจะหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยค่าความยากหาจากอัตราส่วนของคนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกกับจำนวนของผู้สอบทั้งหมด ค่าอำนาจจำแนกหาจากสูตรดัชนีบี (B-Index) ของ Brennan และสถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย 4TMC ตามวิธีของ Lovett โดยผลการวิจัยพบว่า ได้ข้อสอบ ที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์จำนวน 19 ฉบับๆละ 18-32 ข้อ จำนวน 491 ข้อ มีค่าความยากรายข้อของคำถามชั้นที่ 1 ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.72 - 0.89 ส่วนค่าความยากรายข้อของคำถามชั้นที่ 3 ตั้งแต่ 0.20 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20- 0.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.71- 0.89

ธีรวัฒน์ การะเกตุ(2561) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ในวิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ในด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิด และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาเรื่องการแบ่งเซลล์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 420 คน ในจังหวัดสมุทรปราการ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1.แบบทดสอบสำรวจ ที่มีลักษณะเดิมคำตอบ พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการตอบ 2.แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น จำนวน 24 ข้อ ประกอบด้วยชั้นคำตอบ และชั้นเหตุผล โดยในแต่ละชั้นจะต้องระบุความมั่นใจในการตอบ โดยมีระดับความมั่นใจในการตอบ 4 ระดับ คือ คาดเดา ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1.แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.71 -1.00 โดยในชั้นคำตอบ (A tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.18-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.13-0.62 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.695 ในชั้นเหตุผล (R tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.15-0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.03-0.50 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.520 (2) ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขาดความรู้ และกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ฮานเซอร์และเดออร์แกน(Hancer Ahmet Hakan; & Durkan, 2008, p. 45-50) ได้ตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 ของโรงเรียนในเมืองแอนการา(Ankara) ประเทศตุรกี จำนวน 2 โรงเรียน ปีการศึกษา 2004-2005 ภาคเรียนที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 287 คน โดยใช้แบบทดสอบที่มีแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and moment concept test) โดยเป็นแบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ผลการตรวจสอบพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของแรงและการเคลื่อนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น นักเรียนจะเข้าใจว่าเมื่อให้แรงที่คงตัวไปกระทำกับวัตถุอย่างสม่ำเสมอ วัตถุจะมีความเร็วคงตัว และถ้าหยุดให้แรงที่กระทำกับวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ช้าลงจนหยุดการเคลื่อนที่ในที่สุด, วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงใดๆมากระทำกับวัตถุ เป็นต้น ทั้งนี้การที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุเนื่องมาจาก นักเรียนได้รับการ

จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดั้งเดิม ซึ่งนักเรียนใช้วิธีการจำในแนวคิดโดยไม่ได้เรียนรู้ในเชิงลึก อีกทั้งครูผู้สอนไม่ได้ทำการสำรวจแนวคิดดั้งเดิมของนักเรียนก่อนการทำการสอน

อายเฟอ มัทธูและเบอชิน เอคา เซเซน (Ayfer Mutlu และ Burcin Acar Sesen, 2014) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นเพื่อประเมินนักศึกษาระดับปริญญาตรีเกี่ยวกับการทำความเข้าใจในแนวคิดทางเคมี ในเนื้อหาเคมีความร้อน จลนศาสตร์เคมี เคมีสมดุล กรดเบสและไฟฟ้าเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นที่มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือเพื่อประเมินเกี่ยวกับการทำความเข้าใจในแนวคิดทางเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยในการพัฒนาขั้นแรกโดยขั้นแรกได้นำแบบทดสอบปลายเปิดไปให้ครูวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดสอบก่อนจำนวน 68 คนและหลังจากนั้นได้นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อนำมาทำเป็นแบบทดสอบปรนัย โดยมีการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงจากนักการศึกษาทางเคมีจำนวน 5 คน และแบบทดสอบได้ถูกนำไปใช้กับครูวิทยาศาสตร์จำนวน 151 คน สุดท้ายได้แบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นประกอบด้วยข้อสอบวินิจฉัยจำนวน 44 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.84

การพัฒนาและการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ โดยข้อสอบเป็นข้อสอบสองลำดับขั้น โดยระดับแรกเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหลายคำตอบและระดับที่สองคือเหตุผลของคำตอบของคำถามในระดับขั้นแรก โดยเหตุผลในระดับที่สองมีหลายตัวเลือกตั้งแต่ 2,3,4 และ 5 คำตอบ ซึ่งหนึ่งในนั้นได้เว้นไว้สำหรับให้ตอบคำถามในส่วนที่เป็นแนวคิดของตัวเอง ซึ่งข้อสอบทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นมามีทั้งหมด 46 ข้อ โดยได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากนักการศึกษาทางเคมีจำนวน 5 คน และแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ได้ถูกนำไปใช้กับครูวิทยาศาสตร์จำนวน 151 คน หลังจากนั้นได้ถูกนำมาวิเคราะห์ข้อสอบและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อมีข้อสอบจำนวน 2 ข้อถูกตัดออกเพราะมีค่าความยากง่ายติดลบและสำหรับข้อสอบข้ออื่นมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.77 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.50 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.64 โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.39 สุดท้ายแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น จึงประกอบไปด้วยข้อสอบจำนวน 44 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นนี้ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลจะพิจารณาจากการตอบคำถามถูกทั้งสองลำดับขั้น ดังนั้นจะได้ 1 คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งสองส่วน และจะได้ 0 คะแนนเมื่อตอบคำตอบในขั้นใดขั้นหนึ่งผิด โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นได้คำนวณจากการหาค่าสัมประสิทธิ์

อัลฟาของครอนบาค(Cronbach Alpha) มีค่าเท่ากับ 0.84 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70-0.80 ถือว่าเครื่องมือมีความเชื่อถือได้

เดอเย่า คัลทักซี (Derya Kaltakci, 2012) ได้พัฒนาการประยุกต์ใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อประเมินโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตครูเกี่ยวกับเลนส์รูปทรงเรขาคณิต โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อประเมินโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตครูเกี่ยวกับเรื่องเลนส์รูปทรงเรขาคณิต 2. ประเมินและระบุเกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดทัศนศาสตร์เลนส์รูปทรงเรขาคณิต โดยแบบทดสอบถูกพัฒนามาจากการสัมภาษณ์ และนำไปทดสอบกับนิสิตครูที่มาจาก 12 รัฐในประเทศตุรกี โดยการทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นได้รับการดัดแปลงมาจากรูปแบบของแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้นของ Caleon และ Subramaniam (2010a) ที่เป็นรูปแบบสี่ลำดับขั้นในหัวข้อคลื่นกล การทดสอบเป็นรูปแบบทดสอบวินิจฉัยหลายลำดับ ขั้นแรกคือการทดสอบแบบเลือกตอบที่ระบุความเข้าใจผิดที่เจาะจง ขั้นที่สองเป็นการระบุความมั่นใจในคำตอบขั้นแรก ขั้นที่สามของการทดสอบจะถามถึงเหตุผลของคำตอบในขั้นแรกและขั้นที่สองจะถามถึงความมั่นใจในคำตอบของขั้นที่สาม

วิธีการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเรื่องทัศนศาสตร์เรขาคณิต การพัฒนาประกอบด้วยสี่ขั้นตอนคือ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การสัมภาษณ์ ใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจำนวน 35 ข้อ โดยมีวัตถุประสงค์ในการประเมินความเข้าใจผิดในทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวนสามคนจากแต่ละสาขา ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาใช้สำหรับการพัฒนาแบบทดสอบหลายขั้น

2. การพัฒนาแบบทดสอบปลายเปิดโดยพิจารณาผลจากการสัมภาษณ์เพื่อพิจารณาสำหรับการตรวจสอบโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตครูในเนื้อหาทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับสร้างตัวเลือกของแบบทดสอบหลายตัวเลือก โดยมีคำถามทั้งหมด 24 ข้อ แต่ละข้อมีคำถามเกี่ยวกับเลนส์รูปทรงเรขาคณิตและให้อธิบายเหตุผลที่ตอบสำหรับความเข้าใจผิดในแต่ละรายการจะถูกระบุและจัดเรียงเป็นร้อยละเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาเครื่องมือแบบทดสอบวินิจฉัยหลายลำดับขั้น

3. จากผลการทดสอบเบื้องต้นสำหรับการสร้างแบบทดสอบหลายลำดับขั้นได้รับพัฒนาข้อสอบมีทั้งหมด 22 ข้อ และนำไปใช้ทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบนิสิตครูจำนวน 53 คน โดยในการวิเคราะห์คำตอบที่ถูกต้องสำหรับแบบทดสอบขั้นแรกและขั้นที่สองจะให้รหัสเป็น 1 เมื่อถูกและ 0 เมื่อผิด พบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความยากที่

แตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยความยากมีค่าเท่ากับ 0.12 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.38 และการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.72

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก โดยมีวิธีการสร้างตัวเลือกจากการสำรวจมโนทัศน์ด้วยแบบทดสอบที่เป็นเครื่องมือหรือเรียกว่าแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบในด้าน ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ประกอบด้วยขั้นคำตอบ ขั้นเหตุผลของคำตอบ และมีการระบุระดับความมั่นใจของทั้งสองขั้น โดยตัวลงที่ได้สร้างขึ้นจากผลของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ที่มีจุดประสงค์ในการนำไปวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน การสอนซ่อมเสริม เพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแบบทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และ 3) เพื่อศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ก่อนดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและงานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และได้รับรองจริยธรรมการวิจัยซึ่งมีหมายเลขรับรอง SWUEC/E/G-291/2563 ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบทดสอบและศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนโดยมีการดำเนินการในส่วนของประชากรกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 เขตจังหวัดปทุมธานี (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4, 2563) มีจำนวน 22 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 7,072 คน แบ่งตามขนาดของโรงเรียนโดยใช้เกณฑ์การแบ่งขนาดโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก	จำนวนนักเรียน	น้อยกว่า 499	คน
โรงเรียนขนาดกลาง	จำนวนนักเรียน	500 – 1,500	คน
โรงเรียนขนาดใหญ่	จำนวนนักเรียน	1,501 – 2,500	คน
โรงเรียนขนาดพิเศษ	จำนวนนักเรียน	2,501 ขึ้นไป	คน

จากการพิจารณาแบ่งขนาดตามเกณฑ์เนื่องจากประชากรเป้าหมายในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่ามีโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 6 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 7 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 6 โรงเรียน และในการวิจัยครั้งนี้ สันใจที่จะศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับกลุ่ม

นักเรียนที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้จำแนกและระบุขนาดโรงเรียน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ปทุมธานี

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	จำนวน นักเรียน
ขนาดใหญ่พิเศษ	ปทุมวิไล	15	665
ขนาดใหญ่พิเศษ	หอวัง ปทุมธานี	8	330
ขนาดใหญ่พิเศษ	สวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต	14	595
ขนาดใหญ่พิเศษ	ธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยา	16	684
ขนาดใหญ่พิเศษ	ธัญรัตน์	13	587
ขนาดใหญ่พิเศษ	ธัญบุรี	12	492
ขนาดใหญ่	คณะราษฎรบำรุงปทุมธานี	10	356
ขนาดใหญ่	ที่ปังกรวิทยาพัฒน์ฯ	9	349
ขนาดใหญ่	สายปัญญารังสิต	10	421
ขนาดใหญ่	วราชาทินัดดาอนุวิทยา	8	372
ขนาดใหญ่	หนองเสือวิทยา	8	348
ขนาดใหญ่	เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ฯ	11	422
ขนาดใหญ่	นวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบ ฯ	9	391
ขนาดกลาง	เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ฯ	5	172
ขนาดกลาง	มัธยมสังคีตวิทยา ฯ	4	129
ขนาดกลาง	ปทุมธานี "นันทมนูบำรุง"	5	165
ขนาดกลาง	เทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี	5	147
ขนาดกลาง	บัวแก้วเกษร	5	168
ขนาดกลาง	วิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย	4	94
ขนาดเล็ก	ชัยสิทธิ์वास "พัฒน์ สายบำรุง"	2	63
ขนาดเล็ก	เฉลิมพระเกียรติ ๖๐ พรรษา	2	100
ขนาดเล็ก	สุนทรโรเมตตาประชาสรรค์	1	22
รวม	22	176	7072

ที่มา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, ออนไลน์)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 4 จำนวน 22 โรงเรียน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยเปิดตารางสำเร็จรูปของ ศิริชัย กาญจนวาสี (ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีรัตน์ ปิตยานนท์, และ ดิเรก ศรีสุข, 2555, น.150-151) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนนักเรียน 379 คน อย่างไรก็ตามในการสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stages Random Sampling) เพื่อสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนที่มีขนาดโรงเรียนที่ต่างกันไป ผู้วิจัยได้มีการจำแนกขนาดโรงเรียนเพื่อเก็บข้อมูลให้มีความครอบคลุมกับกลุ่มประชากร จึงทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งหมด 1,080 คน โดยมีรายละเอียดการสุ่มของกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำรวจหาทัศนคติที่คลาดเคลื่อนด้วยการทำแบบสำรวจฉบับนี้ ทัศนคติใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 180 คน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นใช้ขนาดโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ผลการสุ่มได้ โรงเรียนขนาดกลาง 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม(Cluster Random Sampling) โดยการสุ่มห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน จากโรงเรียนทั้ง 3 โรงเรียน ได้ห้องเรียนจากการสุ่ม 6 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ผู้วิจัยได้สุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนรวมทั้งสิ้น 9 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จากโรงเรียนทั้ง 9 โรงเรียน ได้ห้องเรียนจากการสุ่ม 9 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ชั้นที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มกลุ่มตัวอย่าง 9 ห้องเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อทำแบบทดสอบ 3 ฉบับ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน,ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน,ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน,ขนาดเล็ก 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 600 คน มีขั้นตอนดังนี้

ชั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ผู้วิจัยได้สุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนรวมทั้งสิ้น 9 โรงเรียน

ชั้นที่ 2 ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยสุ่มห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน จากโรงเรียนทั้ง 9 โรงเรียน ได้ห้องเรียนจากการสุ่ม 18 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ชั้นที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนทั้ง 9 โรงเรียน ออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อทำแบบทดสอบ 3 ชุด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน,ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 200 คน

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน,ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 200 คน

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย โรงเรียน ขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน,ขนาดกลาง 1 โรงเรียน,ขนาดเล็ก 1 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 200 คน

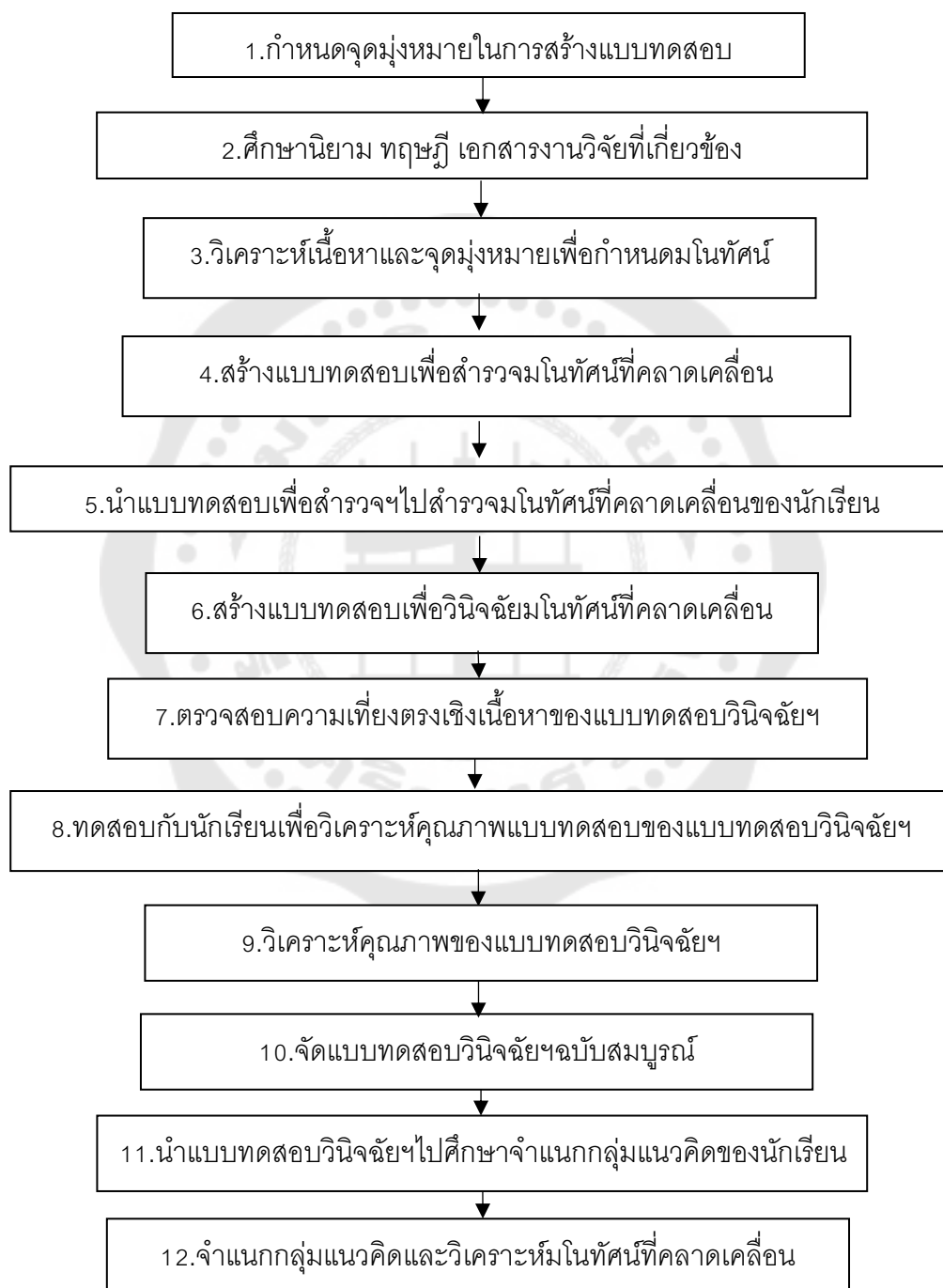
กลุ่มตัวอย่างสำหรับการสร้างแบบทดสอบแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบแต่ละขั้นตอนจำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน / โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบ		
	สำรวจเพื่อหา มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน	ตรวจสอบ คุณภาพ แบบทดสอบ	จำแนกกลุ่ม แนวคิดของ นักเรียน
	โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ		
ปทุมวิไล		35(1)	
หอวัง ปทุมธานี		35(2)	
สวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต	60		
ธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยา คม ธัญรัตน์			70(1)
ธัญบุรี			70(2)
โรงเรียนขนาดใหญ่			
คณะราษฎรบำรุงปทุมธานี ที่ปทุมธานีพัฒนาฯ		35(3)	70(1)
สายปัญญารังสิต		35(1)	
วชิราวุธวิทยาลัย หนองเสือวิทยา คม	60		70(2)
เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ฯ		35(2)	
นวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบ ฯ			70(3)
โรงเรียนขนาดกลาง			
เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ฯ		30(1)	
มัธยมสังคีตวิทยา ฯ		30(2)	
ปทุมธานี "นันทมนิบำรุง"			60(1)
เทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี	60	35(3)	
บัวแก้วเกษร			70(3)
วิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย			60(2)
โรงเรียนขนาดเล็ก			
ชัยสิทธิ์वास "พัฒน สายบำรุง"			
เฉลิมพระเกียรติ ๖๐ พรรษา			60(3)
สุนทรโรเมตตาประชาสรรค์		30(3)	
รวม	180	300	600

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนสรุปได้ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 ภาพประกอบลำดับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษานิยาม ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษานิยาม ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหัวข้อ คือ

2.1 แบบทดสอบ

2.2 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

2.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2.4 สารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดมโนทัศน์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องของมาตรฐานและตัวชี้วัดเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศแบบทดสอบที่สร้างขึ้นยึดตามมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแบ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้งหมด เป็น 2 สาระการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ดังนี้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ

สัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ดังนี้

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของ ระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยี อวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ เนื้อหาและสร้างมโนทัศน์ได้ดัง

ตาราง



ตาราง 5 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่กำหนดสร้างมีต้นเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ตัวชี้วัด	เนื้อหา	มีต้น
ว 6.1 ม.1/1 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก	ชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมโลก	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ 2. เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ 3. องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ
ว 6.1 ม.1/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ	<ol style="list-style-type: none"> 4. ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ 5. ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ 6. การพยากรณ์อากาศ 7. ผลของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต
ว 6.1 ม.1/3 สังเกต วิเคราะห์และอภิปรายการเกิด ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์	ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	
ว 6.1 ม.1/4 สืบค้น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์อากาศ		
ว 6.1 ม.1/5 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	เนื้อหา	มิโนทัศน์
ว 6.1 ม.1/6 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อคุณภาพของโลก	การกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโลก	8.ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโลก รุหวิโชน และฝนกรด
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโลก รุหวิโชน และฝนกรด	รุหวิโชน	9.ผลของภาวะโลกร้อน รุหวิโชนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
ว 6.1 ม.1/7 สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รุหวิโชนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	วิเคราะห์ และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รุหวิโชนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ว 6.1 ม.2/1 สสำรวจ ทดลอง และอธิบายลักษณะของชั้นน้ำตื้นดิน สมบัติของดิน และกระบวนการเกิดดิน	กระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของดิน การนำไปใช้ประโยชน์	10.กระบวนการเกิดดิน 11.ลักษณะและสมบัติของดิน 12.การปรับปรุงคุณภาพของดิน 13.การนำดินไปใช้ประโยชน์
ว 6.1 ม.2/2 สสำรวจ วิเคราะห์ และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงคุณภาพของดิน	วิเคราะห์ และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงคุณภาพของดิน	

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	เนื้อหา	มิโนทัศน์
ว 6.1 ม.2/3	ทดสอบเขียนแบบเพื่ออธิบาย	14.กระบวนการเกิดหิน
	กระบวนการเกิดลักษณะองค์ประกอบของหิน	15.ลักษณะและสมบัติของหิน
ว 6.1 ม.2/4	ทดสอบและสังเกตองค์ประกอบและ	16.การนำหินไปใช้ประโยชน์
	สมบัติของหิน เพื่อจำแนกประเภทของและนำ	
	ความถี่ไปใช้ประโยชน์	
ว 6.1 ม.2/5	ตรวจสอบและอธิบายลักษณะทาง	17.กระบวนการเกิดแร่
	กายภาพของแร่และการนำไปใช้ประโยชน์	18.คุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่
ว 6.1 ม.2/6	สืบค้นและอธิบายกระบวนการเกิด	19.การนำแร่ไปใช้ประโยชน์
	ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน หิน	20.ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน
	น้ำมัน และการนำไปใช้ประโยชน์	และการใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	เนื้อหา	มิโนทัศน์
ว 6.1 ม.2/7	สำรวจและอธิบายลักษณะแหล่งน้ำธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และและการอนุรักษ์แหล่งน้ำในท้องถิ่น	21.การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ 22.การใช้ประโยชน์และและการอนุรักษ์แหล่งน้ำ
ว 6.1 ม.2/8	ทดลองเขียนแบบและอธิบายการเกิดแหล่งน้ำบนดิน แหล่งน้ำใต้ดิน	
ว 6.1 ม.2/9	ทดลองเขียนแบบและอธิบายการมีส่วนร่วมที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม การตกลึก และผลของกระบวนการดังกล่าว	23.ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา
ว 6.1 ม.2/10	สืบค้น สร้างแบบจำลองและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก	24.โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก
ว 7.1 ม.3/1	สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตบนโลก	25.ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ 26.ผลของความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	เนื้อหา	มิโนทัศน์
ว 7.1 ม.3/2	สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ	องค์ประกอบของเอกภพ
เอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ	องค์ประกอบของเอกภพ และการนำความรู้อื่นไปใช้ประโยชน์	27.องค์ประกอบของเอกภพ 28.การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์
ว 7.1 ม.3/3	ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	30.ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ
ว 7.2 ม.3/1	สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่สำคัญ อวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาวะอวกาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและการสื่อสาร	30.ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบและออกแบบแบบทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่มีลักษณะของแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ ข้อคำถามมีลักษณะการคิดวิเคราะห์ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดและอธิบายเหตุผลหรือแสดงการคิดอย่างละเอียด พร้อมทั้งระบุเหตุผลของคำตอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แล้วนำไปใช้เป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยที่คลาดเคลื่อนที่สร้างขึ้น

จากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของแบบเพื่อสำรวจ โดยหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยนำแบบทดสอบทั้งฉบับมาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของการวินิจฉัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหากระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 เป็นผู้ที่เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหากระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนในเนื้อหากระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยใช้วิธีการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯทั้งฉบับ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยได้วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความคิดเห็นที่ตลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ที่	ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวน	รวม
1	ว 6.1 (ม.1/1)	ชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมโลก	1.นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก	1. ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ 2. เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ 3. องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ	2 2 2	6
2	ว 6.1 (ม.1/2,ม.1/3,ม.1/4, ม.1/5)	ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ	1.นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อผลของปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีต่อมนุษย์	4.ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ 5.ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ 6.การพยากรณ์อากาศ 7.ผลของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่มีต่ออากาศ	2 2 3 3	10
3	ว 6.1 (ม.1/6,ม.1/7)	การกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	1.นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ไอโซน และฝนกรดและผลของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	8. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ไอโซน และฝนกรด 9. ผลของภาวะโลกร้อน ภูเขาไฟ ไอโซนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	4 4 4	8

ตาราง 6 (ต่อ)

ที่	ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวน	รวม
4	ว 6.1 (ม.2/1,ม.2/2)	กระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของดิน การนำไปใช้ประโยชน์	1.นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดดิน และสมบัติของดิน รวมถึงอธิบายการเปลี่ยนแปลงและการปรับปรุงคุณภาพของดิน ประโยชน์	10.กระบวนการเกิดดิน 11.ลักษณะและสมบัติของดิน 12.การปรับปรุงคุณภาพของดิน 13.การนำไปใช้ประโยชน์	2 2 2 2	8
5	ว 6.1 (ม.2/3,ม.2/4)	กระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของหิน การนำไปใช้ประโยชน์	1.นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของหิน พร้อมทั้งระบุถึงการนำไปใช้ประโยชน์	14.กระบวนการเกิดหิน 15.ลักษณะและสมบัติของหิน 16.การนำไปใช้ประโยชน์	2 3 2	7
6	ว 6.1 (ม.2/5,ม.2/6)	กระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของแร่ ปิโตรเลียม ถ่านหินและถ่านหินและถ่านหินนำไปใช้ประโยชน์	1.นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะทางกายภาพของแร่ ปิโตรเลียม ถ่านหิน พร้อมทั้งระบุถึงการนำไปใช้ประโยชน์	17.กระบวนการเกิดแร่ 18.คุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่ 19.การนำไปใช้ประโยชน์ 20.ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหินและการใช้ประโยชน์	2 2 2 3	9

ตาราง 6 (ต่อ)

ที่	ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	มิโนทัศน์	จำนวน	รวม
7	ว 6.1 (ม.2/7.ม.2/8)	กระบวนการเกิดและลักษณะของแหล่งน้ำธรรมชาติ	1.นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะของแหล่งน้ำธรรมชาติพร้อมทั้งระบุถึงการนำไปใช้ประโยชน์ธรรมชาติ	21.การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ 22.การใช้ประโยชน์และและการอนุรักษ์แหล่งน้ำ	3 3	6
8	ว 6.1 (ม.2/9)	กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา	1.นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการการเปลี่ยนแปลงที่ของ การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา	23.ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา	4	4
9	ว 6.1 (ม.2/10)	โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก	1.นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก	24.โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก	5	5
10	ว 7.1 (ม.3/1)	ผลของความสัมพัทธ์ระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ที่มีชีวิต	1.นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ที่มีชีวิต	25.ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ 26.ผลของความสัมพัทธ์ระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ที่มีชีวิต	2 3	5

ตาราง 6 (ต่อ)

ที่	ตัวชี้วัด	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวน	รวม
11	ว 7.1 (ม.3/2.ม.3/3)	องค์ประกอบของเอกภพ และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1.นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ เอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ	27.องค์ประกอบของเอกภพ 28.การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์	3 4	7
12	ว 7.2 (ม.3/1)	ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ	1.นักเรียนสามารถอธิบายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ	29.ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ	3	3
รวม					78	78

แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ)

รหัสประจำตัวสอบ..... รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมคำตอบ พร้อมระบุเหตุผลลงในช่องว่างให้ครบถ้วน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นจึงไม่กำหนดระยะเวลาในการทำทดสอบ

00.คำถาม ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์มีแก๊สชนิดใดมากที่สุด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

000.คำถาม แก๊สโอโซนมีหน้าที่ที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

เมื่อผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตามเนื้อหาพบว่า แบบทดสอบวินิจจัยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง -0.20 ถึง 1.00 แสดงรายละเอียดในภาคผนวก (ตารางที่ 21) จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไปพร้อมทั้งปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบสำรวจเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 การวินิจฉัยโดยประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปრაกฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 18 ข้อ

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 28 ข้อ

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 12 ข้อ

5. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อสำรวจความรู้ของนักเรียน และหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาเพื่อสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจจัยมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจมโนทัศน์ความคลาดเคลื่อนโดยการหาค่าความถี่และร้อยละของรูปแบบคำตอบที่ผิดเหมือนกัน รวมทั้งบันทึกข้อผิดพลาดต่างๆไว้ เพื่อสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวินิจจัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

6. สร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นำผลของการทดสอบสำรวจที่ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมาพิจารณามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของการตอบผิดแล้วนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจจัยโดยสร้างข้อคำถามเพื่อวินิจฉัยลำดับขั้นในเรื่องของกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งสามารถวัดระดับความรู้ของนักเรียนได้ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาการเรียนของนักเรียนได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือตัวลวงที่แสดงแนวคิดเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงคือคำตอบที่ได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจความเข้าใจในแนวคิดเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือตัวลวง โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงคือเหตุผลของคำตอบที่ได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจความเข้าใจในแนวคิดเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงรายละเอียดดังภาพประกอบ 4 และผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวิเคราะห์มโนทัศน์ของนักเรียนรายบุคคลเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แสดงดังภาคผนวก ข

แบบทดสอบวินิจฉัยสัปดาห์ระดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ)

รหัสประจำตัวสอบ..... รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม และระบุเหตุผลของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งระบุระดับความมั่นใจของคำตอบและเหตุผลของคำตอบ

ข้อ 00 คำถาม ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์มีสิ่งใดมากที่สุด ที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. โอโซน	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก
<input type="radio"/> 2. ไนโตรเจน	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจ
<input type="radio"/> 3. ไอน้ำ	<input type="radio"/> มั่นใจ
<input type="radio"/> 4. คาร์บอนไดออกไซด์	<input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. เกิดในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์จะดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้แก๊สออกซิเจนแตกตัวเป็นไอออนและรวมตัวกันเป็นสามอะตอม	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก
<input type="radio"/> 2. มีโอโซนปริมาณมากที่สุดในบรรยากาศ ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเคลื่อนที่ผ่านมาได้ยาก	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจ
<input type="radio"/> 3. เป็นชั้นที่มีปริมาณไอน้ำมาก ทำให้เกิด เมฆ หมอก พายุฝนอยู่ในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์	<input type="radio"/> มั่นใจ
<input type="radio"/> 4. ชั้นสตราโตสเฟียร์มีคาร์บอนไดออกไซด์คอยเหนี่ยวรั้งแรงของสิ่งแปลกปลอม เพื่อเกิดการเผาไหม้ในชั้นต่อไป	<input type="radio"/> มั่นใจมาก

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยสัปดาห์ระดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

7. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยฯ

ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยนำแบบทดสอบทั้งฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบโดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหามีดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการจัดการ
วัดผลการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการ
วัดผลการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหากระบวนการ
เปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางการ
สอนในเนื้อหากระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

เมื่อผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตามเนื้อหา จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไปพร้อมทั้งปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศการวินิจฉัย โดยประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปραกฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ
ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 18 ข้อ

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 28 ข้อ

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วย
ข้อสอบจำนวน 12 ข้อ

8. ทดสอบกับนักเรียนเพื่อวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบของแบบทดสอบวินิจฉัย

หลังจากการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และหลังจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการปรับแก้ข้อสอบแล้ว จึงได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น

9. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกคือค่าความยากง่ายหรือค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบติดลบจะถูกตัดออก และข้อสอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบทั้งสองส่วนมีค่าอำนาจจำแนกต่ำมากจะถูกตัดออก ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนจากการตอบคำถามของนักเรียนดังนี้

ชั้นคำตอบ (A tier) ถ้านักเรียนตอบแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้อง นักเรียนจะได้คะแนนจากข้อสอบข้อนั้นเท่ากับ 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบแบบทดสอบข้อนั้นผิด นักเรียนจะได้คะแนนจากข้อสอบข้อนั้นเท่ากับ 0 คะแนน

ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R tier) ถ้านักเรียนตอบเหตุผลของคำตอบข้อนั้นถูกต้อง นักเรียนจะได้คะแนนจากข้อสอบข้อนั้นเท่ากับ 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบแบบเหตุผลของคำตอบข้อนั้นผิด นักเรียนจะได้คะแนนจากข้อสอบข้อนั้นเท่ากับ 0 คะแนน

เมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์รายข้อในด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก แล้วจึงวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR20) เพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

10. จัดทำแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับสมบูรณ์

นำข้อสอบที่ได้รับการพิจารณาว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ นำมาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

11. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปศึกษาจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียน

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยฯฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 3 ที่ใช้สำหรับ จำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนเรื่องกระบวนการ เปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

12. จำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบวินิจฉัยฯลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยฯลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศไปทดสอบกับกลุ่ม ตัวอย่างที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2. เมื่อได้ทำการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มแนวคิด ของนักเรียนและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยการนำคำตอบของนักเรียน ทั้ง 4 ส่วนคือ ชั้น คำตอบ ชั้นระดับความมั่นใจในคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบ และชั้นระดับความมั่นใจในเหตุผล ของคำตอบ มากำหนดรหัสคำตอบเพื่อวิเคราะห์จำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็นกลุ่ม คือ กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์(SK) กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้(NCK) กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) และกลุ่มขาดความรู้(LK) อีกทั้งทำการวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนคลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศด้วยการหาค่าคะแนนความมั่นใจ เฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (CF) คะแนนเฉลี่ยความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่คำตอบ ถูกต้อง (CFC) คะแนนเฉลี่ยความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่คำตอบผิด (CFW) และคะแนนความ มั่นใจในการจำแนก (CDQ) ของในส่วนของชั้นคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบ และทั้งสองชั้น

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยฯลำดับขั้นเพื่อศึกษามโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์ทัศนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอนหนังสือจากมหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการขออนุญาตผู้อำนวยการและคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนที่ได้รับคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. กำหนดวันเวลาเพื่อนำแบบทดสอบที่ใช้สำหรับแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปมอบให้คุณครูเพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียน และกำหนดเวลาเพื่อที่จะขอรับแบบทดสอบกลับคืน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลดังขั้นตอนต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การสำรวจทัศนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลการตอบของแบบทดสอบเพื่อสำรวจทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการหาค่าความถี่และร้อยละของคำตอบและเหตุผลของคำตอบแบบทดสอบที่ตอบผิด และเรียงลำดับมากที่สุดสามลำดับแรกมาเพื่อสร้างเป็นตัวลงของแบบทดสอบวินิจฉัยฯ

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดในแบบวินิจฉัยคิดเป็นรายข้อที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)

2.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ พิจารณาจากจำนวนผู้สอบที่ตอบแบบวินิจฉัยข้อนั้นถูกต้องหารด้วยจำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ พิจารณาจากการคำนวณสัดส่วนของจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องด้วยของจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องกับจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงหรือจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20

ส่วนที่ 3 การจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์หัตถ์ที่คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์หัตถ์ที่คลาดเคลื่อน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้รหัสในการตอบแบบทดสอบ คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A-tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบ (C -A Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 1

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C- R Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 1

ซึ่งเมื่อนำคำตอบของนักเรียนมากำหนดรหัสจะได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 ตารางการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียน

ลักษณะที่	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	รหัส	ความหมาย
1	1	1	0	3	1103	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
2	1	1	0	4	1104	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3	1	2	0	3	1203	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
4	1	2	0	4	1204	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
5	1	3	0	3	1303	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
6	1	3	0	4	1304	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
7	1	4	0	3	1403	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
8	1	4	0	4	1404	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
9	0	1	0	3	0103	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
10	0	1	0	4	0104	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
11	0	2	0	3	0203	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
12	0	2	0	4	0204	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
13	0	3	1	1	0311	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
14	0	3	1	2	0312	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
15	0	3	1	3	0313	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
16	0	3	1	4	0314	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
17	0	3	0	1	0301	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
18	0	3	0	2	0302	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
19	0	3	0	3	0303	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
20	0	3	0	4	0304	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
21	0	4	1	1	0411	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
22	0	4	1	2	0412	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
23	0	4	1	3	0413	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
24	0	4	1	4	0414	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
25	0	4	0	1	0401	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
26	0	4	0	2	0402	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
27	0	4	0	3	0403	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
28	0	4	0	4	0404	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
29	1	1	1	1	1111	ขาดความมั่นใจในความรู้
30	1	1	1	2	1112	ขาดความมั่นใจในความรู้

ตาราง 7 (ต่อ)

ลักษณะที่	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	รหัส	ความหมาย
31	1	1	1	3	1113	ขาดความมั่นใจในความรู้
32	1	1	1	4	1114	ขาดความมั่นใจในความรู้
33	1	2	1	1	1211	ขาดความมั่นใจในความรู้
34	1	2	1	2	1212	ขาดความมั่นใจในความรู้
35	1	2	1	3	1213	ขาดความมั่นใจในความรู้
36	1	2	1	4	1214	ขาดความมั่นใจในความรู้
37	1	3	1	1	1311	ขาดความมั่นใจในความรู้
38	1	3	1	2	1312	ขาดความมั่นใจในความรู้
39	1	4	1	1	1411	ขาดความมั่นใจในความรู้
40	1	4	1	2	1412	ขาดความมั่นใจในความรู้
41	1	1	0	1	1101	ขาดความรู้
42	1	1	0	2	1102	ขาดความรู้
43	1	2	0	1	1201	ขาดความรู้
44	1	2	0	2	1202	ขาดความรู้
45	1	3	0	1	1301	ขาดความรู้
46	1	3	0	2	1302	ขาดความรู้
47	1	4	0	1	1401	ขาดความรู้
48	1	4	0	2	1402	ขาดความรู้
49	0	1	1	1	0111	ขาดความรู้
50	0	1	1	2	0112	ขาดความรู้
51	0	1	1	3	0113	ขาดความรู้
52	0	1	1	4	0114	ขาดความรู้
53	0	1	0	1	0101	ขาดความรู้
54	0	1	0	2	0102	ขาดความรู้
55	0	2	1	1	0211	ขาดความรู้
56	0	2	1	2	0212	ขาดความรู้
57	0	2	1	3	0213	ขาดความรู้
58	0	2	1	4	0214	ขาดความรู้

ตาราง 7 (ต่อ)

ลักษณะที่	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	รหัส	ความหมาย
59	0	2	0	1	0201	ขาดความรู้
60	0	2	0	2	0202	ขาดความรู้
61	1	3	1	3	1313	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์
62	1	3	1	4	1314	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์
63	1	4	1	3	1413	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์
64	1	4	1	4	1414	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์

จากนั้นทำการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียนโดยได้วิเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

4.1 กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ (Scientific knowledge: SK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศที่ถูกต้องและมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง ซึ่งคือลักษณะที่ 61- 64

4.2 กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (Not confident in knowledge: NCK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศที่ถูกต้อง แต่ไม่มั่นใจในความรู้ที่เข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งคือลักษณะที่ 29-40

4.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception: M) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศไม่ถูกต้องหรือไม่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป แต่นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง ซึ่งคือลักษณะที่ 1-28

4.4 กลุ่มขาดความรู้ (Lack of knowledge: LK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ไม่รู้หรือมีความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ทำให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบในส่วนที่ไม่รู้ ซึ่งคือลักษณะที่ 41-60

ในการจำแนกกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียน สามารถจัดกลุ่มได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ตารางการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดของนักเรียน

มโนทัศน์ที่สมบูรณ์	กลุ่มแนวคิด		
	ขาดความมั่นใจในความรู้ (SK)	ขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK)	ขาดความรู้ (LK)
1313, 1314, 1413, 1414	1111, 1112, 1113, 1114 1211, 1212, 1213, 1214 1311, 1312, 1411, 1412	1103, 1104, 1203, 1204 1303, 1304, 1403, 1404 0103, 0104, 0203, 0204 0311, 0312, 0313, 0314 0301, 0302, 0303, 0304 0411, 0412, 0413, 0414 0401, 0402, 0403, 0404	1101, 1102, 1201, 1202, 1301, 1302, 1401, 1402, 0111, 0112, 0113, 0114, 0101, 0102, 0211, 0212, 0213, 0214, 0201, 0202

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หรือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัดและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ สามารถหาได้จากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency หรือ IOC) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยากง่าย คือ คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ รายชื่อของแบบทดสอบอิงเกณฑ์(ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบข้อๆนั้นถูก

N คือ จำนวนนักเรียนหรือผู้ที่สอบทั้งหมด

3. ค่าอำนาจจำแนก คือ คุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่ทำให้ทราบว่าแบบทดสอบสามารถจำแนกนักเรียนออกได้ตามระดับความสามารถเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อนได้ดีเพียงใด ซึ่งค่าอำนาจจำแนก(r) หาได้จากสูตรการหาอำนาจจำแนก (ศิริชัย กาญจนวสี, 2556)คือ

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H \text{ or } N_L}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

P_H คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20 (สมนึก ภัททิยธนี, 2555, น. 223-224)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ

p คือ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นๆ

q คือ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้นๆ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

5. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมเป็นคะแนนที่ใช้สำหรับอธิบายระดับความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบ โดยจะหาค่าคะแนนความมั่นใจดังนี้

5.1 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (Mean confidence of students for tier or item : CF) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจในการตอบข้อสอบของนักเรียนในชั้นคำตอบ และในชั้นเหตุผลของคำตอบ

5.2 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (Mean confidence of students who gave correct responses for tier or item: CFC) หมายถึง ผลเฉลี่ย

ของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

5.3 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (Mean confidence of students who gave incorrect responses for tire or item : CFW) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นผิดในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

5.4 คะแนนความมั่นใจในการจำแนก (Confidence discrimination quotient :CDQ) หมายถึง ผลต่างของคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยในคำตอบของแบบทดสอบ ใช้สำหรับจำแนกนักเรียนที่เป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หาได้จากการนำคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้องลบด้วยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด และหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความมั่นใจ ซึ่งค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนกใช้เป็นตัวบอกข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นสามารถจำแนกนักเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความรู้กับนักเรียนที่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยทำการคำนวณทั้งชั้นคำตอบ (A-tier) ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R-tier) และทั้งสองชั้น(Both tier) ซึ่งข้อมูลที่ได้ในชั้นคำตอบของคำถาม (A-tier) จะเป็นตัวบ่งชี้ว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริง (Genuine misconception) ที่มีความเข้าใจผิดของนักเรียนในเรื่องนั้นๆ และข้อมูลที่ได้จากการตอบในระดับเหตุผลของคำตอบ (R-tier) จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่แท้จริงในระดับเหตุผลของคำตอบ

โดยคะแนนความมั่นใจของแบบทดสอบวินิจฉัยซึ่งมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน โดยเกณฑ์การตัดสินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจาก Caleon และ Subramaniam (2010) อ้างถึงในงานวิจัยของธีระวัฒน์ การระเกตุ (2561, น.167) ดังนี้

ตาราง 9 ตารางระดับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ระดับ	คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวม (CF)
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่แท้จริง (ระดับสูง)	มากกว่า 2.40
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนระดับกลาง (ระดับกลาง)	2.00-2.40
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนปลอม (ระดับต่ำ)	น้อยกว่า 2.00

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

A tier	แทน	ขั้นคำตอบ
C-A tier	แทน	ขั้นระดับความมั่นใจในคำตอบ
R tier	แทน	ขั้นเหตุผล
C-R tier	แทน	ขั้นระดับความมั่นใจในเหตุผล
Mean	แทน	คะแนนเฉลี่ย
P	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
Avg.P	แทน	ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบ
Avg.r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตาราง 10 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์จุดบัพพร้อมและคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบทดสอบเพื่อสำรวจความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อน

จุดบัพพร้อมคำตอบและเหตุผล						
ข้อ	คำตอบ	จุดบัพพร้อมชั้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ	
ชุดที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ฝนฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ						
1	มโนทัศน์ 1. ความสำคัญของชั้น บรรยากาศ	ชั้นบรรยากาศโทรสเฟียร์มี	เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าแก๊สใดที่มี	-แก๊สไนโตรเจน	7	87.50
		แก๊สชนิดใดมากที่สุด ที่เปรียบ	ปริมาณมากที่สุด	-แก๊สออกซิเจน	1	12.50
		เหมือนเกราะบางๆ ที่ห่อหุ้มและ	บรรยากาศ			
	ปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลก	จุดบัพพร้อมชั้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ	
		-เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ	-มีปริมาณมากที่สุดในอากาศ	12	27.91	
		บทบาทหน้าที่ของแก๊สในชั้น	-แก๊สโอโซนนั้นจะสะท้อนรังสีอุลตราไวโอเล็ตและกักไว้	5	11.63	
		บรรยากาศ	-แก๊สโอโซนมีหน้าที่เป็นเกราะบางๆ	6	13.95	
			ที่ห่อหุ้มโลกและพบมากในชั้นสตราโตสเฟียร์			
			-ชั้นสตราโตสเฟียร์มีไนโตรเจนโดย	1	2.33	
			เห็นว่ามันลดแรงของรังสีแปลกปลอม			
			เพื่อเกิดการเผาไหม้ในชั้นต่อไป			

1.2 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้วิจัยได้นำผลสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ มาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งได้มาจากคำตอบที่ผิดและมีความถี่กับร้อยละมากที่สุด 3 ลำดับแรกของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (C- A Tier) ประกอบด้วย 4 ตัวเลือก คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่เป็นตัวลวงแสดงถึงเหตุผลที่เข้าใจคลาดเคลื่อนซึ่งได้มาจากเหตุผลที่ผิดและมีความถี่กับร้อยละมากที่สุด 3 ลำดับแรกของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C- R Tier) ประกอบด้วย 4 ตัวเลือก คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

มีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 58 ข้อ แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปრაกฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 18 ข้อ

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 28 ข้อ

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 12 ข้อ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ในการนำเสนอผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 – 1.00 จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำและให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไป ปรากฏรายละเอียดในภาคผนวก ค มาจัดทำเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศการวินิจฉัย โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 โดยผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวินิจฉัยฯ

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ	IOC
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ	0.60-1.00
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ	0.80-1.00
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	0.80-1.00

2.2 ผลการตรวจสอบความความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สองจำนวน 300 คน จากนั้นนำข้อมูลการตอบในส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R tier) มาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ด้านความยาก อำนาจจำแนก ของแบบทดสอบทั้งฉบับแสดงรายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความถี่ร้อยละ ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของขั้นค่าตอบและขั้นเหตุผลของแบบทดสอบ

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล						
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ										
	ถูกและคำตอบวง	P	r	แปลผล	ถูกและคำตอบวง	P	r	แปลผล							
	1	2	3	4	1	2	3	4							
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ															
1	73* (73.00)	8 (8.00)	14 (14.00)	5 (5.00)	0.73	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	34 (34.00)	18 (18.00)	20 (20.00)	28* (28.00)	0.28	0.33	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	เก็บไว้
2	16 (16.00)	13 (13.00)	27* (27.00)	44 (44.00)	0.27	0.44	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	54 (54.00)	17* (17.00)	21 (21.00)	8 (8.00)	0.25	0.00	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	เก็บไว้
3	16 (16.00)	51* (51.00)	8 (8.00)	25 (25.00)	0.51	0.19	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำมาก	28 (28.00)	15 (15.00)	50* (50.00)	7 (7.00)	0.51	0.41	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
4	21 (21.00)	32* (32.00)	19 (19.00)	28 (28.00)	0.32	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	21 (21.00)	14 (14.00)	42* (42.00)	23 (23.00)	0.42	0.19	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำมาก	เก็บไว้
5	38 (38.00)	40* (40.00)	12 (12.00)	10 (10.00)	0.41	0.59	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	21 (21.00)	17 (17.00)	19* (19.00)	43 (43.00)	0.25	0.15	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	เก็บไว้
6	32 (32.00)	13* (13.00)	31 (31.00)	24 (24.00)	0.20	0.07	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	18 (18.00)	9 (9.00)	27 (27.00)	46* (46.00)	0.46	0.59	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล					
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ									
	1	2	3	4	1	2	3	4						
7	6	58	35*	1	0.34	0.37	14	25	40	21*	0.21	0.30	คือนข้างยาก จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
8	10	18	56*	16	0.56	0.74	28	16	19	37*	0.37	0.52	คือนข้างยาก จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้
9	23	22	21	34*	0.34	0.33	11	16	21	52*	0.52	0.48	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้
10	42*	23	22	13	0.42	-0.04	10	25	37	28*	0.28	0.19	คือนข้างยาก จำนวนจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
11	9	25	57*	9	0.57	0.70	11	15	38	38*	0.36	0.52	คือนข้างยาก จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้
12	18	20	19	43	0.43	0.67	16	33	14	37*	0.36	0.56	คือนข้างยาก จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้

* คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล	
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ					
	1	2	3	4	1	2	3	4		
13	29*	20	9	42	0.28	0.26	0.32	0.44	ค่อนข้างยาก จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้
14	23	9	11	57*	0.56	0.67	0.52	0.37	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้
15	61*	15	10	14	0.60	0.41	0.22	0.37	ค่อนข้างยาก จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้
16	29	40	23	18*	0.18	0.37	0.35	0.70	ค่อนข้างยาก จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้
17	21	6	65*	8	0.64	0.67	0.62	0.52	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้
18	17	59*	16	8	0.59	0.44	0.62	0.78	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกข้อใช้	เกือบไว้

* คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล			
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ							
	1	2	3	4	P	r	1	2		3	4	P
1	19*	23	41	17	0.25	0.33	11	32	20	37*	0.37	0.52
	(19.00)	(23.00)	(41.00)	(17.00)			(11.00)	(32.00)	(20.00)	(37.00)		
2	9	1	2	88*	0.78	0.22	4	8	56*	32	0.56	0.33
	(9.00)	(1.00)	(2.00)	(88.00)			(4.00)	(8.00)	(56.00)	(32.00)		
3	0	14	11	75*	0.75	0.48	13	10	5	72*	0.72	0.41
	(0.00)	(14.00)	(11.00)	(75.00)			(13.00)	(10.00)	(5.00)	(72.00)		
4	9	83*	0	8	0.78	0.26	13	46	14	27*	0.27	0.33
	(9.00)	(83.00)	(0.00)	(8.00)			(13.00)	(46.00)	(14.00)	(27.00)		
5	37	16	11	36*	0.36	0.22	13	16	34	37*	0.37	0.30
	(37.00)	(16.00)	(11.00)	(36.00)			(13.00)	(16.00)	(34.00)	(37.00)		
6	26	14	26	34*	0.34	0.41	37	21	7	35*	0.35	0.25
	(26.00)	(14.00)	(26.00)	(34.00)			(37.00)	(21.00)	(7.00)	(35.00)		

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล							
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ											
	P	r	แปลผล	ถูกและค่าตอบตรง	P	r	แปลผล	สรุปผล								
1	2	3	4	1	2	3	4									
7	2 (2.00)	8 (8.00)	19 (19.00)	71* (71.00)	0.71	0.15	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำมาก	11 (11.00)	63* (63.00)	25 (25.00)	1 (1.00)	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำมาก	0.63	0.15	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำมาก	ดี
8	18 (18.00)	16 (16.00)	4 (4.00)	62* (62.00)	0.84	0.41	ง่ายมาก อำนาจจำแนกพอใช้	11 (11.00)	8 (8.00)	13 (13.00)	68 (68.00)	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	0.68	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
9	63* (63.00)	5 (5.00)	10 (10.00)	22 (22.00)	0.63	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	25 (25.00)	48* (48.00)	14 (14.00)	13 (13.00)	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	0.48	0.59	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
10	23 (23.00)	7 (7.00)	14 (14.00)	56* (56.00)	0.56	0.63	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี	14 (14.00)	59 (59.00)	7 (7.00)	20* (20.00)	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	0.20	0.30	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	เก็บไว้
11	23 (23.00)	64* (64.00)	2 (2.00)	11 (11.00)	0.64	0.15	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	26 (26.00)	21* (21.00)	17 (17.00)	36 (36.00)	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	0.21	-0.11	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ดี
12	5 (5.00)	80* (80.00)	6 (6.00)	9 (9.00)	0.80	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	16 (16.00)	10 (10.00)	14 (14.00)	60* (60.00)	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	0.60	0.44	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล						
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ										
	1	2	3	4	1	2	3	4							
13	50 (50.00)	44* (44.00)	4 (5.00)	2 (2.00)	0.44	0.44	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกพอใช้	16 (16.00)	21 (21.00)	17 (17.00)	46* (46.00)	0.46	0.30	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
14	67* (67.00)	7 (7.00)	17 (17.00)	9 (9.00)	0.67	0.30	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกต่ำ	6 (6.00)	15 (15.00)	10 (10.00)	69* (69.00)	0.69	0.59	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้
15	24 (24.00)	17. (17.00)	34 (34.00)	25* (25.00)	0.25	0.26	ค่อนข้างยาก จำนวนจำแนกต่ำ	31 (31.00)	25 (25.00)	16 (16.00)	28* (28.00)	0.28	0.22	ค่อนข้างยาก จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
16	19 (19.00)	41 (41.00)	12 (12.00)	28* (28.00)	0.28	0.26	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกต่ำ	20 (20.00)	30 (30.00)	17 (17.00)	33* (33.00)	0.33	0.26	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
17	5 (5.00)	53* (53.00)	36 (36.00)	6 (6.00)	0.53	0.41	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกพอใช้	4 (4.00)	33 (33.00)	48* (48.00)	15 (15.00)	0.48	0.30	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
18	3 (3.00)	9 (9.00)	82* (82.00)	6 (6.00)	0.74	0.52	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกพอใช้	17 (17.00)	12 (12.00)	36 (36.00)	35* (35.00)	0.35	0.37	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล						
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ										
	1	2	3	4	P	r	แปลผล	P		r	แปลผล				
ข้อ 19	16 (16.00)	7 (7.00)	68* (68.00)	9 (9.00)	0.68	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	9 (9.00)	17 (17.00)	9 (9.00)	65* (65.00)	0.65	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	เกินไป
ข้อ 20	42 (42.00)	3 (3.00)	1 (1.00)	54* (54.00)	0.54	0.37	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ	26 (26.00)	5 (5.00)	49* (49.00)	20 (20.00)	0.49	0.26	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ	เกินไป
ข้อ 21	9 (9.00)	45* (45.00)	2 (2.00)	44 (44.00)	0.45	0.04	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำมาก	2 (2.00)	8 (8.00)	17 (17.00)	73* (73.00)	0.73	0.19	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำมาก	ดี
ข้อ 22	6 (6.00)	6 (6.00)	79* (79.00)	9 (9.00)	0.73	0.22	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	15 (15.00)	15 (15.00)	12 (12.00)	58* (58.00)	0.58	0.52	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เกินไป
ข้อ 23	22* (22.00)	70 (70.00)	2 (2.00)	6 (6.00)	0.22	0.30	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	36 (36.00)	10 (10.00)	36 (36.00)	18* (18.00)	0.25	0.37	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	เกินไป
ข้อ 24	44 (44.00)	7 (7.00)	47* (47.00)	2 (2.00)	0.47	0.22	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ	22 (22.00)	14 (14.00)	29 (29.00)	35* (35.00)	0.35	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	เกินไป

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล		
	1	2	3	4	1	2	3	4			
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ						
	P r				P r						
	แถบผล				แถบผล						
	จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ						
25	34 (34.00)	8 (8.00)	20 (20.00)	38* (38.00)	20 (20.00)	11 (11.00)	27 (27.00)	42* (42.00)	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้	
26	9 (9.00)	34 (34.00)	16 (16.00)	41* (41.00)	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	16 (16.00)	34 (34.00)	6 (6.00)	44* (44.00)	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	เก็บไว้
27	74* (74.00)	5 (5.00)	6 (6.00)	15 (15.00)	ยากง่ายปานกลาง จำนวนจำแนกต่ำ	17 (17.00)	1 (1.00)	14 (14.00)	68* (68.00)	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้
28	67* (67.00)	7 (7.00)	6 (6.00)	20 (20.00)	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกพอใช้	7 (7.00)	8 (8.00)	24 (24.00)	61* (61.00)	ค่อนข้างง่าย จำนวนจำแนกพอใช้	เก็บไว้

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล						
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ										
	1	2	3	4	1	2	3	4							
1	20 (20.00)	41 (41.00)	35* (35.00)	4 (4.00)	0.35	0.30	0.26	0.22	11 (11.00)	21* (21.00)	54 (54.00)	14 (14.00)	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
2	0 (0.00)	81* (81.00)	12 (12.00)	7 (7.00)	0.81	0.26	0.66	0.59	10 (10.00)	14 (14.00)	10 (10.00)	66* (66.00)	ง่ายมาก อำนาจจำแนกต่ำ	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
3	1 (1.00)	17 (17.00)	68* (68.00)	14 (14.00)	0.68	0.67	0.52	0.52	26 (26.00)	10 (10.00)	12 (12.00)	52* (52.00)	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
4	3 (3.00)	71* (71.00)	23 (23.00)	3 (3.00)	0.71	0.41	0.53	0.52	8 (8.00)	25 (25.00)	14 (14.00)	53* (53.00)	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
5	63* (63.00)	15 (15.00)	3 (3.00)	19 (19.00)	0.63	0.74	0.60	0.59	4 (4.00)	11 (11.00)	25 (25.00)	60* (60.00)	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้
6	5 (5.00)	6 (6.00)	1 (1.00)	88* (88.00)	0.88	0.26	0.53	0.44	4 (4.00)	23 (23.00)	20 (20.00)	53* (53.00)	ง่ายมาก อำนาจจำแนกต่ำ	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้	เก็บไว้

* คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบ				ขั้นเหตุผล				สรุปผล					
	ความถี่และร้อยละของการเลือกคำตอบ				จำนวนและร้อยละของการเลือกคำตอบ									
	ถูกและคำตอบวง	P	r	แปลผล	ถูกและคำตอบวง	P	r	แปลผล						
	1	2	3	4	1	2	3	4						
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ(ต่อ)														
7	16 (16.00)	20 (20.00)	23* (23.00)	41 (41.00)	0.23	0.59	26 (26.00)	17 (17.00)	29 (29.00)	28* (28.00)	0.28	0.52	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	เกือบได้
8	32 (32.00)	11 (11.00)	12 (12.00)	45* (45.00)	0.45	0.78	14 (14.00)	28 (28.0)	31 (31.00)	27* (27.00)	0.27	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	เกือบได้
9	16 (16.00)	35 (35.00)	2 (2.00)	47* (47.00)	0.47	0.70	21 (21.00)	10 (10.00)	25 (25.00)	44* (44.00)	0.44	0.70	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี	เกือบได้
10	10 (10.00)	70* (70.00)	18 (18.00)	2 (2.00)	0.70	0.70	14 (14.00)	15 (15.00)	16 (16.00)	55* (55.00)	0.55	0.78	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี	เกือบได้
11	31* (31.00)	14 (14.00)	15 (15.00)	40 (40.00)	0.33	0.26	11 (11.00)	13 (13.00)	15 (15.00)	61* (61.00)	0.61	0.59	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	เกือบได้
12	9 (9.00)	54* (54.00)	12 (12.00)	25 (25.00)	0.55	0.33	8 (8.00)	28 (28.00)	43* (43.00)	21 (21.00)	0.45	0.30	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ	เกือบได้

เครื่องหมาย * คือ ตัวเลือกที่ถูกต้อง

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 58 ข้อ ในชั้นคำตอบ (A Tier) แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.18-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.04 -0.74 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22-0.84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.04 -0.63 แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23-0.88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 -0.78

ในชั้นเหตุผล (R Tier) แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00 -0.78 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.11 -0.59 แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.26-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 -0.78 โดยมีค่าสถิติก่อนการคัดเลือกข้อสอบแสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติของแบบทดสอบก่อนการคัดเลือกข้อสอบ

ฉบับที่	IOC	ชั้นคำตอบ		ชั้นเหตุผล	
		P	r	P	r
1.ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ					
มีค่า	0.60-1.00	0.18-0.73	-0.04-0.74	0.21-0.62	0.00-0.78
2.ดิน หิน แร่และน้ำ					
มีค่า	0.80-1.00	0.22-0.84	0.04-0.63	0.20-0.73	-0.11-0.59
3.โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ					
มีค่า	0.80-1.00	0.23-0.88	0.26-0.78	0.26-0.78	0.22-0.78

ผู้วิจัยได้ทำการตัดข้อสอบที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออกจํานวนทั้งสิ้น 4 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกคือค่าความยากง่ายหรือค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบติดลบจะถูกตัดออก และข้อสอบในส่วนคำตอบและส่วนเหตุผลของคำตอบทั้งสองส่วนมีค่าอำนาจจำแนกต่ำมากจะถูกตัดออก ดังนั้นข้อสอบที่ถูกตัดออก คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้น

บรรยากาศ ได้แก่ ข้อ 10 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ได้แก่ ข้อ 7 , ข้อ 11 และ ข้อ 21 ทำให้เหลือข้อสอบจำนวน 54 ข้อ ดังนั้นหลังการปรับปรุงแบบทดสอบพบว่าค่าสถิติต่างๆ ของแบบทดสอบในชั้นคำตอบ (A Tier) แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.18-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.07 -0.74 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22-0.84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 -0.63 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23-0.88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 -0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63

ในชั้นเหตุผล (R Tier) แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00 -0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 -0.72 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.26-0.66 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 -0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.60 โดยมีค่าสถิติหลังการคัดเลือกข้อสอบแสดงดังตาราง

ตาราง 14 ค่าสถิติของแบบทดสอบหลังการคัดเลือกข้อสอบ

ฉบับที่	IOC	ชั้นคำตอบ			ชั้นเหตุผล		
		P	r	KR20	P	r	KR20
1.ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ							
มีค่า	0.60-1.00	0.18-0.73	0.07-0.74	0.67	0.21-0.62	0.00-0.78	0.63
2.ดิน หิน แร่และน้ำ							
มีค่า	0.80-1.00	0.22-0.84	0.22-0.63	0.65	0.20-0.72	0.22-0.59	0.65
3.โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ							
มีค่า	0.80-1.00	0.23-0.88	0.26-0.78	0.63	0.26-0.66	0.22-0.78	0.60

3. ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยสัปดาห์ต้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 600 คน ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 การจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียน
- 3.2 การวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด
- 3.3 การวิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

3.1 การจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียน

ผู้วิจัยได้จำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียน ซึ่งจะแบ่งกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามรหัสคำตอบ โดยจะแบ่งรหัสคำตอบดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบ (C- A Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 1

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C- R Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 1

ซึ่งวิธีในการเรียงรหัสคำตอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มีดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 ส่วนที่ 3

A tier C- A Tier R tier C- R Tier

ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสและการจัดกลุ่มแนวคิดตามกลุ่มแนวคิดทั้ง 4 กลุ่ม คือกลุ่ม มโนทัศน์ที่สมบูรณ (SK) กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) และกลุ่มขาดความรู้ (LK) ซึ่งแบ่งตามแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด ดังตาราง 15

ตาราง 15 ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด

ข้อ	กลุ่มแนวคิด			
	มโนทัศน์ที่สมบูรณ (SK)	ขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK)	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M)	ขาดความรู้ (LK)
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาการลดมลพิษอากาศและชั้นบรรยากาศ				
1	35 (17.50)	33 (16.50)	60 (30.00)	72 (36.00)
2	5 (2.50)	3 (1.50)	125 (62.50)	67 (33.50)
3	31 (15.50)	48 (24.00)	65 (32.50)	56 (28.00)
4	17 (8.50)	49 (24.50)	56 (28.00)	78 (39.00)
5	13 (6.50)	21 (10.50)	86 (43.00)	80 (40.00)
6	4 (3.50)	3 (2.00)	121 (60.50)	72 (34.00)
7	39 (19.50)	11 (5.50)	95 (47.50)	55 (27.50)
8	23 (11.50)	46 (23.00)	46 (23.00)	85 (42.50)
9	37 (18.50)	37 (18.50)	84 (42.00)	42 (21.00)
11	23 (11.50)	28 (14.00)	67 (33.50)	82 (41.00)
12	20 (10.00)	44 (22.00)	52 (26.00)	84 (42.00)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด			
	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK)	ขาดความมั่นใจใน ความรู้ (NCK)	มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M)	ขาดความรู้ (LK)
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรัชญาการนิยามฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ(ต่อ)				
13	12 (6.00)	20 (10.00)	80 (40.00)	88 (44.00)
14	75 (37.50)	34 (17.00)	50 (25.00)	41 (20.50)
15	15 (7.50)	17 (8.50)	97 (48.50)	71 (35.50)
16	13 (6.50)	21 (10.50)	102 (51.00)	64 (32.00)
17	105 (52.50)	38 (19.00)	35 (17.50)	22 (11.00)
18	49 (24.50)	60 (30.00)	37 (18.50)	54 (27.00)
รวม	515 (15.14)	514 (15.12)	1258 (37.00)	1113 (32.74)
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ				
1	17 (8.50)	8 (4.00)	113 (56.50)	62 (31.00)
2	62 (31.00)	35 (17.50)	51 (25.50)	52 (26.00)
3	77 (38.50)	43 (21.50)	60 (30.00)	20 (10.00)
4	31 (15.50)	14 (7.00)	102 (51.00)	53 (26.50)
5	27 (13.50)	19 (9.50)	90 (45.00)	64 (32.00)
6	28 (14.00)	21 (10.50)	95 (47.50)	56 (28.00)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด			
	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK)	ขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK)	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M)	ขาดความรู้ (LK)
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ (ต่อ)				
8	102 (51.00)	18 (9.00)	64 (32.00)	16 (8.00)
9	25 (12.50)	30 (15.00)	78 (39.00)	67 (33.50)
10	7 (3.50)	11 (5.50)	90 (45.00)	92 (46.00)
12	32 (16.00)	37 (18.50)	65 (32.50)	66 (33.00)
13	23 (11.50)	7 (3.50)	115 (57.50)	55 (27.50)
14	39 (19.50)	31 (15.50)	71 (35.50)	59 (29.50)
15	10 (5.00)	21 (10.50)	95 (47.50)	74 (37.00)
16	4 (2.00)	22 (11.00)	84 (42.00)	90 (45.00)
17	13 (6.50)	19 (9.50)	87 (43.50)	81 (40.50)
18	17 (8.50)	39 (19.50)	64 (32.00)	80 (40.00)
19	28 (14.00)	36 (18.00)	65 (32.50)	71 (35.50)
20	21 (10.50)	8 (4.00)	122 (61.00)	49 (24.50)
22	46 (23.00)	29 (14.50)	39 (19.50)	86 (43.00)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด			
	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK)	ขาดความมั่นใจใน ความรู้ (NCK)	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M)	ขาดความรู้ (LK)
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ (ต่อ)				
23	21 (10.50)	13 (6.50)	125 (62.50)	41 (20.50)
24	32 (16.00)	10 (5.00)	76 (38.00)	82 (41.00)
25	37 (18.50)	31 (15.50)	78 (39.00)	54 (27.00)
26	33 (16.50)	21 (10.50)	95 (47.50)	51 (25.50)
27	49 (24.50)	35 (17.50)	75 (37.50)	41 (20.50)
28	44 (22.00)	28 (14.00)	74 (37.00)	54 (27.00)
รวม	825 (16.50)	586 (11.72)	2073 (41.46)	1516 (30.32)
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ				
1	20 (10.00)	20 (10.00)	122 (61.00)	38 (19.00)
2	110 (55.00)	34 (17.00)	32 (16.00)	24 (12.00)
3	69 (34.50)	27 (13.50)	56 (28.00)	48 (24.00)
4	95 (47.50)	26 (13.00)	59 (29.50)	20 (10.00)
5	77 (38.50)	43 (21.50)	36 (18.00)	44 (22.00)
6	100 (50.00)	16 (8.00)	61 (30.50)	23 (11.50)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด			
	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK)	ขาดความมั่นใจใน ความรู้ (NCK)	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M)	ขาดความรู้ (LK)
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ (ต่อ)				
7	16 (8.00)	24 (12.00)	67 (33.50)	93 (46.50)
8	24 (12.00)	25 (12.50)	75 (37.50)	76 (38.00)
9	33 (16.50)	25 (12.50)	58 (29.00)	84 (42.00)
10	65 (32.50)	40 (20.00)	43 (21.50)	52 (26.00)
11	14 (7.00)	34 (17.00)	88 (44.00)	64 (32.00)
12	43 (21.50)	47 (23.50)	38 (19.00)	72 (36.00)
รวม	666 (27.75)	361 (15.04)	735 (30.63)	638 (26.58)

จากตารางแสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด พบว่าในแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถจำแนกกลุ่มแนวคิดได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 1 เรื่อง ปฐกฏการก่อตัวของฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ภาพรวมส่วนใหญ่คือกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) ร้อยละ 37.00 รองลงมาคือกลุ่มขาดความรู้ (LK) ร้อยละ 32.74 กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) ร้อยละ 15.14 และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) ร้อยละ 15.12 ตามลำดับและเมื่อศึกษาร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเป็นรายข้อพบว่า

ข้อที่ 1 มโนทัศน์ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00

ข้อที่ 2 มโนทัศน์ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50

ข้อที่ 3 มโนทัศน์เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00

ข้อที่ 4 มโนทัศน์เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 39.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00

ข้อที่ 5 มโนทัศน์องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 43.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

ข้อที่ 6 มโนทัศน์องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ พบว่านักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 60.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00

ข้อที่ 7 มโนทัศน์ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ พบว่านักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 27.50

ข้อที่ 8 มโนทัศน์ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 23.00

ข้อที่ 9 มโนทัศน์ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 42.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00

ข้อที่ 11 มโนทัศน์การพยากรณ์อากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 41.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50

ข้อที่ 12 มโนทัศน์การพยากรณ์อากาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 42.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 26.00

ข้อที่ 13 มโนทัศน์ผลของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

ข้อที่ 14 มโนทัศน์ผลของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

ข้อที่ 15 มโนทัศน์ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ภูเขาไฟไอโซนและฝนกรด พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 48.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 35.50

ข้อที่ 16 มโนทัศน์ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ภูเขาไฟไอโซนและฝนกรด พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 51.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00

ข้อที่ 17 มโนทัศน์ผลของภาวะโลกร้อน ภูเขาไฟไอโซนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50

ข้อที่ 18 มโนทัศน์ผลของภาวะโลกร้อน ภูเขาไฟไอโซนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) มีจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 18.50

2. แบบทดสอบบิณิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ภาพรวมส่วนใหญ่คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) ร้อยละ 41.46 รองลงมาคือกลุ่มขาดความรู้ (LK) ร้อยละ 30.32 กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) ร้อยละ 16.50 และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) ร้อยละ 11.72 ตามลำดับและเมื่อศึกษาร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเป็นรายข้อพบว่า

ข้อที่ 1 มโนทัศน์กระบวนการเกิดดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 56.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 31.00

ข้อที่ 2 มโนทัศน์กระบวนการเกิดดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 31.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 25.50

ข้อที่ 3 มโนทัศน์ลักษณะและสมบัติของดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 38.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00

ข้อที่ 4 มโนทัศน์ลักษณะและสมบัติของดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 51.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 26.50

ข้อที่ 5 มโนทัศน์การปรับปรุงคุณภาพของดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00

ข้อที่ 6 มโนทัศน์การปรับปรุงคุณภาพของดิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00

ข้อที่ 8 มโนทัศน์การนำดินไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 51.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00

ข้อที่ 9 มโนทัศน์กระบวนการเกิดหิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 39.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50

ข้อที่ 10 มโนทัศน์กระบวนการเกิดหิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 92 คน คิดเป็นร้อยละ 46.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00

ข้อที่ 12 มโนทัศน์ลักษณะและสมบัติของหิน พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 33.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50

ข้อที่ 13 มโนทัศน์การนำหินไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 27.50

ข้อที่ 14 มโนทัศน์การนำหินไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 35.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 29.50

ข้อที่ 15 มโนทัศน์กระบวนการเกิดแร่ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 37.00

ข้อที่ 16 มโนทัศน์กระบวนการเกิดแร่ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 42.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 42.00

ข้อที่ 17 มโนทัศน์คุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 43.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 40.50

ข้อที่ 18 มโนทัศน์คุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00

ข้อที่ 19 มโนทัศน์การนำแร่ไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 35.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50

ข้อที่ 20 มโนทัศน์การนำแร่ไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 61.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 24.50

ข้อที่ 22 มโนทัศน์ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหินและการใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 43.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50

ข้อที่ 23 มโนทัศน์การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 20.50

ข้อที่ 24 มโนทัศน์การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 46.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 38.00

ข้อที่ 25 มโนทัศน์การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์แหล่งน้ำ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 39.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00

ข้อที่ 26 มโนทัศน์การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์แหล่งน้ำ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 25.50

ข้อที่ 27 มโนทัศน์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 24.50

ข้อที่ 28 มโนทัศน์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 37.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00

3. แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ภาพรวมส่วนใหญ่คือกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) ร้อยละ 30.63 รองลงมาคือกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) ร้อยละ 27.75 กลุ่มขาดความรู้ (LK) ร้อยละ 26.58 และกลุ่มขาดความมั่นใจใน

ความรู้ (NCK) ร้อยละ 15.04 ตามลำดับและเมื่อศึกษาร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเป็นรายชื่อพบว่า

ข้อที่ 1 มโนทัศน์โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 61.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 19.00

ข้อที่ 2 มโนทัศน์โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 110 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00

ข้อที่ 3 มโนทัศน์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 34.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00

ข้อที่ 4 มโนทัศน์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 29.60

ข้อที่ 5 มโนทัศน์ผลของความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 38.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 18.00

ข้อที่ 6 มโนทัศน์ผลของความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 30.50

ข้อที่ 7 มโนทัศน์องค์ประกอบของเอกภพ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 46.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50

ข้อที่ 8 มโนทัศน์องค์ประกอบของเอกภาพ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 38.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50

ข้อที่ 9 มโนทัศน์การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00

ข้อที่ 10 มโนทัศน์การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) มีจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 21.50

ข้อที่ 11 มโนทัศน์ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00

ข้อที่ 12 มโนทัศน์ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ พบว่าในภาพรวมมากที่สุดคือนักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 722 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 ส่วนนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) มีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 19.00

3.2 การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด

ผู้วิจัยได้ศึกษาลงรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น โดยทำการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัดของนักเรียน โดยต้องการหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ตอบผิดทั้งในส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A tier) และในส่วนที่ 2 เหตุผลของคำตอบ (R Tier) แต่นักเรียนไม่มีความมั่นใจในส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบส่วน A tier (C- A Tier) และในส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในคำตอบส่วน R-tier (C- R Tier) สูง คือรหัส 0404, 0403, 0304 และ 0303 ซึ่งเป็นรหัสคำตอบที่จัดอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) รายละเอียดปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด

ข้อ	รหัสของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด				รวม
	0404	0403	0304	0303	
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรัชญากรรมวิธีอากาศและชั้นบรรยากาศ					
1	3 (1.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (1.50)
2	14 (7.00)	6 (3.00)	4 (2.00)	34 (17.00)	58 (29.00)
3	8 (4.00)	2 (1.00)	0 (0.00)	21 (10.50)	31 (15.50)
4	6 (3.00)	0 (0.00)	3 (1.50)	20 (10.00)	29 (14.50)
5	9 (4.50)	3 (1.50)	0 (0.00)	24 (12.00)	36 (18.00)
6	10 (5.00)	4 (2.00)	4 (2.00)	24 (12.00)	42 (21.00)
7	10 (5.00)	5 (2.50)	3 (1.50)	21 (10.50)	39 (19.50)
8	2 (1.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (2.50)	7 (3.50)
9	8 (4.00)	8 (4.00)	0 (0.00)	16 (8.00)	32 (16.00)
11	1 (0.50)	1 (0.50)	0 (0.00)	7 (3.50)	9 (4.50)
12	5 (2.50)	1 (0.50)	2 (1.00)	10 (5.00)	18 (9.00)
13	13 (6.50)	0 (0.00)	3 (1.50)	30 (15.00)	46 (23.00)
14	6 (3.00)	2 (1.00)	1 (0.50)	12 (6.00)	21 (10.50)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	รหัสของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด				รวม
	0404	0403	0304	0303	
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปราบปรามการรั่วไหลของมลพิษทางอากาศและชั้นบรรยากาศ(ต่อ)					
15	5 (2.50)	4 (2.00)	0 (0.00)	11 (5.50)	20 (10.00)
16	21 (10.50)	4 (2.00)	3 (1.50)	24 (12.00)	52 (26.00)
17	3 (1.50)	2 (1.00)	2 (1.00)	7 (3.50)	14 (7.00)
18	7 (3.50)	2 (1.00)	1 (0.50)	2 (1.00)	12 (6.00)
ชุดที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ					
1	5 (2.50)	6 (3.00)	4 (2.00)	33 (16.50)	48 (24.00)
2	0 (0.00)	2 (1.00)	1 (0.50)	5 (2.50)	8 (4.00)
3	2 (1.00)	2 (1.00)	2 (1.00)	16 (8.00)	22 (11.00)
4	2 (1.00)	5 (2.50)	0 (0.00)	9 (4.50)	16 (8.00)
5	19 (9.50)	7 (3.50)	6 (3.00)	29 (14.50)	61 (30.50)
6	13 (6.50)	10 (5.00)	1 (0.50)	35 (17.50)	59 (29.50)
8	0 (0.00)	2 (1.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (1.00)
9	11 (5.50)	7 (3.50)	3 (1.50)	14 (7.00)	35 (17.50)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	รหัสของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด				รวม
	0404	0403	0304	0303	
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ (ต่อ)					
10	14 (7.00)	3 (1.50)	1 (0.50)	14 (7.00)	32 (16.00)
12	3 (1.50)	4 (2.00)	3 (1.50)	7 (3.50)	17 (8.50)
13	10 (5.00)	6 (3.00)	2 (1.00)	10 (5.00)	28 (14.00)
14	5 (2.50)	4 (2.00)	2 (1.00)	3 (1.50)	14 (7.00)
15	16 (8.00)	8 (4.00)	2 (1.00)	18 (9.00)	44 (22.00)
16	12 (6.00)	4 (2.00)	1 (0.50)	16 (8.00)	33 (16.50)
17	3 (1.50)	2 (1.00)	2 (1.00)	12 (6.00)	19 (9.50)
18	4 (2.00)	0 (0.00)	5 (2.50)	5 (2.50)	14 (7.00)
19	6 (3.00)	2 (1.00)	2 (1.00)	5 (2.50)	15 (7.50)
20	18 (9.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	8 (4.00)	26 (13.00)
22	3 (1.50)	1 (0.50)	1 (0.50)	6 (3.00)	11 (5.50)
23	33 (16.50)	15 (7.50)	3 (1.50)	30 (15.00)	81 (40.50)
24	7 (3.50)	4 (2.00)	1 (0.50)	15 (7.50)	27 (13.50)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	รหัสของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด				รวม
	0404	0403	0304	0303	
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ (ต่อ)					
25	18 (9.00)	5 (2.50)	2 (1.00)	12 (6.00)	37 (18.50)
26	20 (10.00)	2 (1.00)	5 (2.50)	32 (16.00)	59 (29.50)
27	5 (2.50)	4 (2.00)	3 (1.50)	9 (4.50)	21 (10.50)
28	4 (2.00)	5 (2.50)	2 (1.00)	4 (2.00)	15 (7.50)
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ					
1	14 (7.00)	7 (3.50)	4 (2.00)	22 (11.00)	47 (23.50)
2	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (4.50)	9 (4.50)
3	4 (2.00)	0 (0.00)	3 (1.50)	5 (2.50)	12 (6.00)
4	4 (2.00)	4 (2.00)	3 (1.50)	9 (4.50)	20 (10.00)
5	3 (1.50)	1 (0.50)	2 (1.00)	8 (4.00)	14 (7.00)
6	3 (1.50)	2 (1.00)	2 (1.00)	7 (3.50)	14 (7.00)
7	11 (5.50)	5 (2.50)	4 (2.00)	22 (11.00)	42 (21.00)
8	5 (2.50)	5 (2.50)	3 (1.50)	13 (6.50)	26 (13.00)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	รหัสของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัด				รวม
	0404	0403	0304	0303	
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ(ต่อ)					
9	2 (1.00)	2 (1.00)	1 (0.50)	12 (6.00)	17 (8.50)
10	2 (1.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	4 (2.00)	6 (3.00)
11	9 (4.50)	0 (0.00)	1 (0.50)	14 (7.00)	24 (12.00)
12	1 (0.50)	1 (0.50)	2 (1.00)	9 (4.50)	13 (6.50)

จากตาราง 16 พบว่า หลังจากวิเคราะห์ภาพรวมของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีความเด่นชัดของการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยของนักเรียน ทั้ง 4 แบบ คือ 0404, 0403, 0304 และ 0303 พบว่า

1.แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ พบความถี่ของนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เด่นชัดของนักเรียนที่พบมากที่สุดมี 4 ข้อ คือ ข้อ 2 จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00 รองลงมาคือ ข้อ 16 จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 26.00, ข้อ 13 จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 23 และข้อ 6 จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00 ตามลำดับ

2.แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ พบความถี่ของนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เด่นชัดของนักเรียนที่พบมากที่สุดมี 6 ข้อ คือ ข้อ 23 จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 40.50 รองลงมาคือ ข้อ 5 จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 30.50, ข้อ 6 จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 29.50, ข้อ 26 จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 29.50, ข้อ 1 จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 และข้อ 15 จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 22.00 ตามลำดับ

3.แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศพบความถี่ของนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เด่นชัดของนักเรียนที่พบมากที่สุดมี 2 ข้อ คือ ข้อ 1 จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 23.50 รองลงมาคือ ข้อ 7 จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00

หลังจากผู้วิจัยการได้ทำการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนที่ได้ทำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ออกเป็น 4 กลุ่มไปแล้วนั้น ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คะแนนความรู้และคะแนนความมั่นใจในการตอบ ในหัวข้อถัดไป

3.3 การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้ทำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ตรวจให้คะแนนโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. คะแนนความรู้ ในการตอบคำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยจะมีการตอบในชั้นคำตอบของคำถาม(A-tier) และชั้นเหตุผลของคำตอบ(R-tier) จะกำหนดให้คะแนนแยกกัน คือตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยจะวิเคราะห์การเลือกคำตอบแยกเป็นชั้นคำตอบของคำถาม(A-tier) และชั้นเหตุผลของคำตอบ(R-tier) โดยจะพิจารณาวิเคราะห์คำตอบที่ถูกต้องและการเลือกคำตอบลงโดยการนับเป็นความถี่และค่าร้อยละของการตอบ

2. คะแนนความมั่นใจ ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยมีการตอบระดับความมั่นใจอยู่สองส่วนคือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (A-tier) และระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ(R-tier) โดยในแต่ละส่วนก็จะให้คะแนนแยกกัน โดยมีคะแนนความมั่นใจคือ 1 ถึง 4 คะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้ ระดับมั่นใจมากได้ 4 คะแนน ระดับมั่นใจได้ 3 คะแนน ระดับไม่มั่นใจได้ 2 คะแนนและระดับไม่มั่นใจมากได้ 1 คะแนน จากนั้นทำการคำนวณความมั่นใจโดยหาค่าเฉลี่ยสำหรับระดับคะแนนความมั่นใจมีค่าเต็ม 4 คะแนน โดยทำการคำนวณทั้งชั้นคำตอบของคำถาม (A-tier) ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R-tier) และทั้งสองชั้น(Both tier) ดังนี้

2.1 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (Mean confidence of students for tier or item : CF) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจในการตอบข้อสอบของนักเรียนในชั้นคำตอบ และในชั้นเหตุผลของคำตอบ

2.2 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (Mean confidence of students who gave correct responses for tier or item: CFC) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

2.3 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (Mean confidence of students who gave incorrect responses for tire or item : CFW) หมายถึง ผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นผิดในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

2.4 คะแนนความมั่นใจในการจำแนก (Confidence discrimination quotient : CDQ) หมายถึง ผลต่างของคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยในคำตอบของข้อสอบ ใช้สำหรับ จำแนกนักเรียนที่เป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หาได้จากการนำคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้องลบด้วยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด และหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความมั่นใจ ซึ่งค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นสามารถจำแนกนักเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความรู้กับนักเรียนที่มโนทัศน์คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์คะแนนความรู้และคะแนนความมั่นใจในการตอบเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้ทำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ดังตาราง 17

ตาราง 17 ค่าสถิติของค่าตอบสำหรับการวิเคราะห์ความมั่นคงเพื่อศึกษาแนวโน้มที่ตลาดเคลื่อน

ชั้นค่าตอบ		ชั้นความมั่นคง																								
ข้อ	A Tier				R Tier				A Tier				R Tier				Both Tier									
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ		
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ																										
1	1) 179*	89.50	1) 66	33.00																						
	2) 9	4.50	2) 32	16.00	2.92	2.95	2.62	0.81	0.41	2.50	2.58	2.45	0.87	0.15	2.71	2.76	2.54	0.28								
	3) 7	3.50	3) 26	13.00																						
	4) 5	2.50	4) 76*	38.00																						
2	1) 33	16.50	1) 116	58.00																						
	2) 23	11.50	2) 24*	12.00	2.78	3.02	2.71	0.82	0.38	2.62	2.50	2.63	0.78	-0.17	2.70	2.76	2.67	0.11								
	3) 45*	22.50	3) 41	20.50																						
	4) 99	49.50	4) 19	9.50																						
3	1) 35	17.50	1) 67	33.50																						
	2) 97*	48.50	2) 29	14.50	2.62	2.73	2.50	0.81	0.28	2.49	2.55	2.43	0.82	0.15	2.55	2.64	2.47	0.21								
	3) 5	2.50	3) 98*	49.00																						
	4) 63	31.50	4) 6	3.00																						
4	1) 44	22.00	1) 35	17.50																						
	2) 76*	38.00	2) 34	17.00	2.35	2.39	2.31	0.78	0.10	2.30	2.29	2.30	0.87	-0.02	2.32	2.34	2.31	0.04								
	3) 33	16.50	3) 91*	45.50																						
	4) 47	23.50	4) 40	20.00																						

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบแทน				ขั้นความมั่นคง														
	A Tier		R Tier		A Tier				R Tier				Both Tier						
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	CDQ	
14	1) 29	14.50	1) 12	6.00															
	2) 8	4.00	2) 41	20.50	2.84	2.95	2.52	0.89	0.48	2.83	2.92	2.69	0.82	0.29	2.83	2.93	2.60	0.38	
	3) 15	7.50	3) 117*	58.50															
	4) 148*	74.00	4) 30	15.00															
15	1) 131*	65.50	1) 59	29.50															
	2) 19	9.50	2) 53	26.50	2.86	3.02	2.54	0.92	0.53	2.64	2.55	2.66	0.89	-0.13	2.75	2.79	2.60	0.20	
	3) 12	6.00	3) 46	23.00															
	4) 38	19.00	4) 42*	21.00															
16	1) 62	31.00	1) 13	6.50															
	2) 74	37.00	2) 87	43.50	2.74	2.68	2.75	0.91	-0.07	2.52	2.42	2.57	0.93	-0.15	2.63	2.55	2.66	-0.11	
	3) 23	11.50	3) 29	14.50															
	4) 41*	20.50	4) 71*	35.50															
17	1) 13	6.50	1) 25	12.50															
	2) 6	3.00	2) 10	5.00	3.12	3.20	2.76	0.88	0.50	3.00	3.09	2.71	0.92	0.40	3.06	3.14	2.74	0.45	
	3) 163*	81.50	3) 151*	75.50															
	4) 18	9.00	4) 14	7.00															

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ชั้นค่าตอบแทน												ชั้นความมั่นคง												
	A Tier				R Tier				A Tier				R Tier				Both Tier								
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	
18	1) 17	8.50	1) 32	16.00																					
	2) 133*	66.50	2) 16	8.00	2.58	2.71	2.31	0.97	0.41	2.44	2.48	2.36	0.94	0.14	2.51	2.60	2.33	0.28							
	3) 30	15.00	3) 28	14.00																					
	4) 20	10.00	4) 124*	62.00																					
	ข																								
	ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน ทิน แร่ และน้ำ																								
1	1) 46*	23.00	1) 34	17.00																					
	2) 40	20.00	2) 45	22.50	2.78	2.90	2.74	0.76	0.20	2.62	2.69	2.56	0.82	0.16	2.70	2.79	2.65	0.18							
	3) 78	39.00	3) 41	20.50																					
	4) 36	18.00	4) 80*	40.00																					
2	1) 31	15.50	1) 7	3.50																					
	2) 7	3.50	2) 28	14.00	2.99	3.17	2.34	0.86	0.97	2.64	2.71	2.54	0.84	0.20	2.81	2.94	2.44	0.58							
	3) 6	3.00	3) 108*	54.00																					
	4) 156*	78.00	4) 57	28.50																					

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ชั้นค่าตอบแทน																						
	A Tier				R Tier				A Tier				R Tier				Both Tier						
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
8	1) 3	1.50		1) 29	14.50																		
	2) 2	1.00		2) 21	10.50																		
	3) 2	1.00		3) 30	15.00	3.61	3.63	3.00	0.66	0.95	3.28	3.36	3.16	0.78	0.24	3.44	3.49	3.08	3.08	0.60			
	4) 193*	96.50		4) 120*	60.00																		
9	1) 95*	47.50		1) 58	29.00																		
	2) 18	9.00		2) 75*	37.50																		
	3) 39	19.50		3) 36	18.00	2.62	2.57	2.66	0.92	-0.10	2.47	2.53	2.42	0.92	0.12	2.54	2.55	2.54	2.54	0.01			
	4) 48	24.00		4) 31	15.50																		
10	1) 55	27.50		1) 26	13.00																		
	2) 27	13.50		2) 105	52.50																		
	3) 32	16.00		3) 17	8.50	2.61	2.81	2.46	0.96	0.37	2.52	2.26	2.61	0.95	-0.36	2.57	2.53	2.53	2.53	0.01			
	4) 86*	43.00		4) 52*	26.00																		
12	1) 22	11.00		1) 47	23.50																		
	2) 136*	68.00		2) 27	13.50																		
	3) 17	8.50		3) 38	19.00	2.82	2.95	2.55	0.94	0.42	2.51	2.60	2.44	0.93	0.17	2.67	2.77	2.50	2.50	0.29			
	4) 25	12.50		4) 88*	44.00																		

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบแทน				ขั้นความมั่นคง															
	A Tier		R Tier		A Tier				R Tier				Both Tier							
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	
13	1) 104	52.00	1) 29	14.50																
	2) 79*	39.50	2) 36	18.00	2.97	3.06	2.90	0.90	0.18	2.78	2.82	2.73	0.84	0.11	2.87	2.94	2.81	0.15		
	3) 9	4.50	3) 37	18.50																
	4) 8	4.00	4) 98*	49.00																
14	1) 129*	64.50	1) 15	7.50																
	2) 16	8.00	2) 39	19.50	2.84	3.01	2.54	0.98	0.48	2.61	2.63	2.58	0.95	0.05	2.72	2.82	2.56	0.26		
	3) 34	17.00	3) 41	20.50																
	4) 21	10.50	4) 105*	52.50																
15	1) 60	30.00	1) 50	25.00																
	2) 42	21.00	2) 48	24.00	2.51	2.45	2.53	0.96	-0.08	2.45	2.28	2.51	0.91	-0.25	2.48	2.36	2.52	-0.17		
	3) 41	20.50	3) 45	22.50																
	4) 57*	28.50	4) 57*	28.50																
16	1) 42	21.00	1) 46	23.00																
	2) 73	36.50	2) 59	29.50	2.40	2.30	2.44	0.96	-0.14	2.19	1.87	2.28	0.87	-0.47	2.29	2.09	2.36	-0.31		
	3) 22	11.00	3) 48	24.00																
	4) 63*	31.50	4) 47*	23.50																

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ชั้นค่าตอบแทน																								
	ชั้นค่าตอบแทน										ชั้นความมั่นคง														
	A Tier					R Tier					A Tier					R Tier					Both Tier				
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	
17	1) 16	8.00	1) 12	6.00																					
	2) 91*	45.50	2) 57	28.50	2.62	2.67	2.58	0.89	0.10	2.47	2.46	2.48	0.88	-0.03	2.55	2.56	2.53	0.03							
	3) 81	40.50	3) 92	46.00																					
	4) 12	6.00	4) 39*	19.50																					
18	1) 11	5.50	1) 44	22.00																					
	2) 19	9.50	2) 37	18.50	2.68	2.74	2.44	0.97	0.31	2.44	2.32	2.50	0.89	-0.20	2.56	2.53	2.47	0.06							
	3) 159*	79.50	3) 57	28.50																					
	4) 11	5.50	4) 62*	31.00																					
19	1) 44	22.00	1) 24	12.00																					
	2) 27	13.50	2) 53	26.50	2.51	2.77	2.16	1.06	0.57	2.52	2.52	2.52	0.93	0.00	2.52	2.65	2.34	0.29							
	3) 114*	57.00	3) 29	14.50																					
	4) 15	7.50	4) 94*	47.00																					
20	1) 96	48.00	1) 56	28.00																					
	2) 10	5.00	2) 11	5.50	3.19	3.32	3.07	0.89	0.28	2.86	2.85	2.86	0.94	0.00	3.02	3.09	2.96	0.14							
	3) 4	2.00	3) 95*	47.50																					
	4) 90*	45.00	4) 38	19.00																					

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ชั้นค่าตอบแทน												ชั้นความมั่นคง									
	A Tier				R Tier				A Tier				R Tier				Both Tier					
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CFW	CDQ	
26	1) 30	15.00	1) 32	16.00																		
	2) 67	33.50	2) 52	26.00	2.80	2.82	2.78	0.88	0.04	2.75	2.71	2.78	0.87	-0.08	2.77	2.77	2.78	2.78				-0.02
	3) 43	21.50	3) 32	16.00																		
	4) 60*	30.00	4) 84*	42.00																		
27	1) 123*	61.50	1) 42	21.00																		
	2) 15	7.50	2) 26	13.00	2.93	3.02	2.80	0.85	0.29	2.70	2.80	2.59	0.95	0.22	2.82	2.91	2.69	2.69				0.26
	3) 22	11.00	3) 31	15.50																		
	4) 40	20.00	4) 101*	50.50																		
28	1) 129*	64.50	1) 32	16.00																		
	2) 16	8.00	2) 25	12.50	2.85	3.07	2.45	0.93	0.67	2.75	2.83	2.68	0.97	0.16	2.80	2.95	2.56	2.56				0.41
	3) 27	13.50	3) 49	24.50																		
	4) 28	14.00	4) 94*	47.00																		
					2.80	2.89	2.62	0.90	0.30	2.63	2.66	2.60	0.89	0.06	2.71	2.77	2.61	2.61				0.18

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบแทน																				
	A Tier				R Tier				Both Tier												
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ		
	ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ																				
1	1) 43	21.50	1) 21	10.50																	
	2) 65	32.50	2) 66*	33.00	3.02	3.11	2.95	0.72	0.23	2.84	2.81	2.85	0.74	-0.04	2.93	2.96	2.90	2.96	2.90	0.09	
	3) 86*	43.00	3) 86	43.00																	
	4) 6	3.00	4) 27	13.50																	
2	1) 0	0.00	1) 11	5.50																	
	2) 176*	88.00	2) 20	10.00	3.15	3.20	2.75	0.77	0.58	3.00	3.15	2.51	0.82	0.78	3.07	3.18	2.63	3.18	2.63	0.68	
	3) 20	10.00	3) 16	8.00																	
	4) 4	2.00	4) 153*	76.50																	
3	1) 3	1.50	1) 40	20.00																	
	2) 30	15.00	2) 10	5.00	2.99	3.11	2.60	0.84	0.60	2.83	2.99	2.60	0.88	0.44	2.91	3.05	2.60	3.05	2.60	0.52	
	3) 152*	76.00	3) 35	17.50																	
	4) 15	7.50	4) 115*	57.50																	
4	1) 7	3.50	1) 11	5.50																	
	2) 156*	78.00	2) 42	21.00	3.39	3.49	3.00	0.73	0.67	3.15	3.27	2.91	0.81	0.45	3.27	3.38	2.96	3.38	2.96	0.56	
	3) 31	15.50	3) 18	9.00																	
	4) 6	3.00	4) 129*	64.50																	

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นค่าตอบแทน				ขั้นความมั่นคง															
	A Tier		R Tier		A Tier				R Tier				Both Tier							
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	CF	CFC	CFW	S.D.	CDQ	
5	1) 145*	72.50	1) 8	4.00																
	2) 32	16.00	2) 30	15.00	2.95	3.20	2.30	0.93	0.97	2.77	2.95	2.44	0.90	0.56	2.86	3.07	2.37	0.76		
	3) 4	2.00	3) 33	16.50																
	4) 19	9.50	4) 129*	64.50																
6	1) 15	7.50	1) 3	1.50																
	2) 9	4.50	2) 36	18.00	3.43	3.49	2.96	0.65	0.82	3.07	3.19	2.90	0.72	0.40	3.25	3.34	2.93	0.61		
	3) 0	0.00	3) 45	22.50																
	4) 174*	87.00	4) 116*	58.00																
7	1) 22	11.00	1) 53	26.50																
	2) 39	19.50	2) 30	15.00	2.62	3.00	2.48	0.84	0.62	2.36	2.52	2.31	0.81	0.26	2.49	2.76	2.39	0.44		
	3) 58*	29.00	3) 62	31.00																
	4) 81	40.50	4) 55*	27.50																
8	1) 70	35.00	1) 25	12.50																
	2) 17	8.50	2) 59	29.50	2.77	3.12	2.52	0.96	0.64	2.39	2.66	2.26	0.85	0.48	2.58	2.89	2.39	0.56		
	3) 28	14.00	3) 55	27.50																
	4) 85*	42.50	4) 61*	30.50																

ตาราง 17 (ต่อ)

		ชั้นค่าตอบแทน												ชั้นความมั่นคง										
ข้อ	A Tier	R Tier				A Tier				R Tier				Both Tier										
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ	CF	CFC	S.D.	CDQ			
9	1) 42	21.00	1) 31	15.50																				
	2) 75	37.50	2) 30	15.00	2.66	3.08	2.39	0.96	0.72	2.35	2.58	2.15	0.85	0.51	2.50	2.83	2.27	0.61						
	3) 2	1.00	3) 47	23.50																				
	4) 81*	40.50	4) 92*	46.00																				
10	1) 13	6.50	1) 25	12.50																				
	2) 160*	80.00	2) 28	14.00	3.03	3.23	2.24	0.90	1.09	2.70	2.90	2.44	0.87	0.53	2.86	3.06	2.34	0.81						
	3) 24	12.00	3) 32	16.00																				
	4) 3	1.50	4) 115*	57.50																				
11	1) 68*	34.00	1) 18	9.00																				
	2) 30	15.00	2) 23	11.50	2.56	2.43	2.63	0.75	-0.27	2.64	2.72	2.54	0.88	0.20	2.60	2.57	2.58	-0.03						
	3) 35	17.50	3) 41	20.50																				
	4) 67	33.50	4) 118*	59.00																				
12	1) 14	7.00	1) 23	11.50																				
	2) 84*	42.00	2) 78	39.00	2.59	2.78	2.16	0.91	0.67	2.50	2.58	2.40	0.90	0.20	2.54	2.68	2.28	0.44						
	3) 61	30.50	3) 61*	30.50																				
	4) 41	20.50	4) 38	19.00																				
					2.93	3.10	2.58	0.83	0.61	2.71	2.86	2.53	0.84	0.40	2.82	2.98	2.55	0.50						

จากตาราง 17 ค่าสถิติของคำตอบสำหรับการวิเคราะห์ความมั่นใจเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พบว่า ในแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 1 เรื่อง ปραฏการณล์มฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ สำหรับข้อที่ 1 ในชั้นคำตอบ (A Tier) มีนักเรียนเลือกตอบในตัวเลือกที่ 1 ที่ถูกต้องจำนวน 179 คน คิดเป็นร้อยละ 89.50 ซึ่งมากกว่านักเรียนที่เลือกคำตอบที่ผิดคือตัวเลือก 2,3 และ 4 ซึ่งมีจำนวนรวมกัน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5 โดยในชั้นระดับความมั่นใจในคำตอบ (C-A tier) มีคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (CF) เท่ากับ 2.92 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบถูกต้อง (CFC) เท่ากับ 2.95 และคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบผิด (CFW) เท่ากับ 2.62 และคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) เท่ากับ 0.41 เป็นค่าบวกที่แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบนั้นชั้นคำตอบนั้นสามารถจำแนกระหว่างนักเรียนที่ถูกกับนักเรียนตอบผิดได้ ซึ่งในภาพรวมของนักเรียนนั้นที่มีความรู้จะมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีระดับความมั่นใจสูง แต่นักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ก็จะมีระดับความมั่นใจในคำตอบที่ผิดด้วยเช่นกัน ในชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier) มีนักเรียนเลือกตอบในตัวเลือกที่ 4 ที่ถูกต้อง จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 38.00 และมีนักเรียนเลือกตอบในตัวเลือก 1,2 และ 3 ที่เป็นตัวเลือกที่ผิด จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 62.00 ซึ่งมากกว่าคำตอบที่ถูกต้อง เป็นเพราะนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนข้อนี้ในส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R Tier) โดยในระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C-R tier) มีคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (CF) เท่ากับ 2.50 คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบถูกต้อง (CFC) เท่ากับ 2.58 และคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบผิด (CFW) เท่ากับ 2.45 และค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) เท่ากับ 0.15 ซึ่งเป็นค่าบวกที่แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบนั้นชั้นคำตอบนั้นสามารถจำแนกระหว่างนักเรียนที่รู้เหตุผลของคำตอบกับนักเรียนที่ไม่รู้ได้ โดยที่ในแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ และแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ก็สามารถแปลความหมายของคะแนนได้ในแนวเดียวกัน

เมื่อศึกษาภาพรวมของคำตอบพบว่า ในแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 1 เรื่อง ปραฏการณล์มฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ในชั้นคำตอบ (A tier) มีคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (CF) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 โดยทุกข้อมีค่าความมั่นใจเฉลี่ยรวมมากกว่าค่าความมั่นใจระดับสูง (คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับสูงคือ มากกว่า 2.40) ยกเว้นข้อ 4 และข้อ 12 ที่มีค่าความมั่นใจระดับกลาง (คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับกลาง คือ 2.00-2.39) เท่ากับ 2.35 และ 2.39 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบถูกต้อง (CFC) มีค่าเท่ากับ 2.80

ค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำคอบผิด (CFW) มีค่าเท่ากับ 2.52 และค่าเฉลี่ยความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) คือ 0.31 โดยมีข้อที่ค่า CDQ ตีติลลอบอยู่จำนวน 3 ข้อ คือ ข้อ 6 , ข้อ 9 และข้อ 16

ในชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier) มีค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ(CF) มีค่าเท่ากับ 2.54 โดยทุกข้อมีค่าความมั่นใจมากกว่าคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับสูง (คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับสูง คือ มากกว่า 2.40) ยกเว้นข้อ 4 , ข้อ 8 และข้อ 12 ที่มีค่าความมั่นใจระดับกลาง (คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับกลาง คือ 2.00-2.39) เท่ากับ 2.30, 2.25 และ 2.27 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ(CFC) มีค่าเท่ากับ 2.57 ค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อผิด (CFW) มีค่าเท่ากับ 2.48 และ ค่าเฉลี่ยความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) คือ 0.09 โดยมีข้อที่ค่า CDQ ตีติลลอบอยู่จำนวน 5 ข้อ คือข้อ 2 , ข้อ 4, ข้อ 5, ข้อ 15 และข้อ 16

ในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบทั้งสองชั้น (Both Tier) มีค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ(CF) มีค่าเท่ากับ 2.62 โดยทุกข้อมีคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับสูง (คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบระดับสูง คือ มากกว่า 2.40) ยกเว้นข้อ 4 , ข้อ 8 และข้อ 12 ที่มีค่าความมั่นใจระดับกลาง (ค่าคะแนนเฉลี่ยความมั่นใจระดับกลาง คือ 2.00-2.39) เท่ากับ 2.32, 2.34 และ 2.33 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกต้อง(CFC) มีค่าเท่ากับ 2.68 ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบผิด (CFW) มีค่าเท่ากับ 2.51 ค่าเฉลี่ยความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) คือ 0.20 โดยมีข้อที่ค่า CDQ ตีติลลอบอยู่จำนวน 2 ข้อ คือข้อ 6 และข้อ 16 โดยที่ในแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ และแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ก็สามารถแปลความหมายของคะแนนได้ในแนวเดียวกัน

จากนั้นผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบรายข้อระหว่างกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดและค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ แสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 ค่าร้อยละของการเปรียบเทียบรายข้อระหว่างกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดและค่าคะแนนความมั่นใจในการ
 จำแนก (CDQ) ของชิ้นคำตอบและขั้นตอนผลของคำตอบ

ข้อ	กลุ่มแนวคิด				รหัสมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัด						คะแนนความมั่นใจในการจำแนก		
	SK	NCK	M	LK	M+LK	0404	0403	0304	0303	รวม	A Tier	R Tier	Both Tier
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรัชญาการผสมผสานที่บูรณาการ													
1	17.50	16.50	30.00	36.00	66.0	1.50	0.00	0.00	0.00	1.50	0.41	0.15	0.28
2*	2.50	1.50	62.50	33.50	96.0**	7.00	3.00	2.00	17.00	29.00	0.38	-0.17	0.11
3	15.50	24.00	32.50	28.00	60.5	4.00	1.00	0.00	10.50	15.50	0.28	0.15	0.21
4	8.50	24.50	28.00	39.00	67.0	3.00	0.00	1.50	10.00	14.50	0.10	-0.02	0.04
5*	6.50	10.50	43.00	40.00	83.0	4.50	1.50	0.00	12.00	18.00	0.69	-0.31	0.19
6*	2.50	2.00	60.50	34.00	94.5	5.00	2.00	2.00	12.00	21.00	-0.17	0.07	-0.05
7*	19.50	5.50	47.50	27.50	75.0	5.00	2.50	1.50	10.50	19.50	0.35	0.55	0.45
8	11.50	23.00	23.00	42.50	65.0	1.00	0.00	0.00	2.50	3.50	0.18	0.06	0.16
9	18.50	18.50	42.00	21.00	63.0	4.00	4.00	0.00	8.00	16.00	-0.11	0.21	0.05
11	11.50	14.00	33.50	41.00	74.5	0.50	0.50	0.00	3.50	4.50	0.89	0.06	0.47
12	10.00	22.00	26.00	42.00	68.0	2.50	0.50	1.00	5.00	9.00	0.22	0.16	0.19
13	6.00	10.00	40.00	44.00	84.0	6.50	0.00	1.50	15.00	23.00	0.15	0.07	0.11
14	37.50	17.00	25.00	20.50	45.0	3.00	1.00	0.50	6.00	10.50	0.48	0.29	0.38

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือ ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากและเด่นชัด, ** คือ ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด										ระดับคะแนนที่ได้ในการจำแนก		
	SK	NCK	M	LK	M+LK	0404	0403	0304	0303	รวม	A Tier	R Tier	Both Tier
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ(ต่อ)													
15*	7.50	8.50	48.50	35.50	84.0	2.50	2.00	0.00	5.50	10.00	0.53	-0.13	0.20
16*	6.50	10.50	51.00	32.00	83.0	10.50	2.00	1.50	12.00	26.00	-0.07	-0.15	-0.11
17	52.50	19.00	17.50	11.00	28.5	1.50	1.00	1.00	3.50	7.00	0.50	0.40	0.45
18	24.50	30.00	18.50	27.00	45.5	3.50	1.00	0.50	1.00	6.00	0.41	0.14	0.28
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ													
1*	8.50	4.00	56.50	31.00	87.5	2.50	3.00	2.00	16.50	24.00	0.20	0.16	0.18
2	31.00	17.50	25.50	26.00	51.5	0.00	1.00	0.50	2.50	4.00	0.97	0.20	0.58
3	28.50	21.50	30.00	10.00	40.5	1.00	1.00	1.00	8.00	11.00	0.24	0.17	0.21
4*	15.50	7.00	51.00	26.50	77.5	1.00	2.50	0.00	4.50	8.00	0.29	-0.04	0.12
5	13.50	9.50	45.00	32.00	77.0	9.50	3.50	3.00	14.50	30.50	0.12	0.04	0.08
6*	14.00	10.50	47.50	28.00	75.5	6.50	5.00	0.50	17.50	29.50	0.24	0.35	0.29
8	51.00	9.00	32.00	8.00	40.0	0.00	1.00	0.00)	0.00	1.00	0.95	0.24	0.60
9	12.50	15.00	39.00	33.50	72.5	5.50	3.50	1.50	7.00	17.50	-0.10	0.12	0.01

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือ ข้อสอบที่มีนักเรียนที่คลาดเคลื่อนมากและเด้นซ์ด , ** คือ ข้อสอบที่มีนักเรียนที่คลาดเคลื่อนมาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด							รหัสมีนิตินที่ตลาดเคลือบเงิน				คะแนนความมั่นใจในการจำแนก		
	SK	NCK	M	LK	M+LK	0404	0403	0304	0303	รวม	A Tier	R Tier	Both Tier	
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ(ต่อ)														
10	4.50	8.50	42.00	45.00	87.0	7.00	1.50	0.50	7.00	16.00	0.37	-0.36	0.01	
12	16.00	18.50	32.50	33.00	65.5	1.50	2.00	1.50	3.50	8.50	0.42	0.17	0.29	
13*	11.50	3.50	57.50	27.50	85.0	5.00	3.00	1.00	5.00	14.00	0.18	0.11	0.15	
14	19.50	15.50	35.50	29.50	65.0	2.50	2.00	1.00	1.50	7.00	0.48	0.05	0.26	
15*	5.50	10.50	47.50	37.00	84.5	8.00	4.00	1.00	9.00	22.00	-0.08	-0.25	-0.17	
16	2.00	11.00	42.00	45.00	87.0	6.00	2.00	0.50	8.00	16.50	-0.14	-0.47	-0.31	
17	6.50	9.50	43.50	40.50	84.0	1.50	1.00	1.00	6.00	9.50	0.10	-0.03	0.03	
18	8.50	19.50	32.00	40.00	72.0	2.00	0.00	2.50	2.50	7.00	0.31	-0.20	0.06	
19	14.00	18.00	32.50	35.50	68.0	3.00	1.00	1.00	2.50	7.50	0.57	0.00	0.29	
20*	10.50	4.00	61.00	24.50	85.5	9.00	0.00	0.00	4.00	13.00	0.28	0.00	0.14	
22	23.00	14.50	19.50	43.00	62.5	1.50	0.50	0.50	3.00	5.50	0.76	0.46	0.61	
23*	8.00	4.00	62.50	20.50	88.0**	16.50	7.50	1.50	15.00	40.50	0.03	0.07	0.05	
24	16.00	5.00	38.00	41.00	79.0	3.50	2.00	0.50	7.50	13.50	0.38	0.38	0.38	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือ ข้อสอบที่มีมีนิตินที่ตลาดเคลือบเงินมากและเด่นชัด, ** คือ ข้อสอบที่มีมีนิตินที่ตลาดเคลือบเงินมาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด							รหัสประเมินทัศนคติตลาดเคสเด้นซ์				คะแนนความมั่นใจในการจำแนก		
	SK	NCK	M	LK	M+LK	0404	0403	0304	0303	รวม	A Tier	R Tier	Both Tier	
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ(ต่อ)														
25	18.50	15.50	39.00	27.00	66.0	9.00	2.50	1.00	6.00	18.50	0.00	0.12	0.06	
26*	16.50	10.50	47.50	25.50	73.0	10.00	1.00	2.50	16.00	29.50	0.04	-0.08	-0.02	
27	24.50	17.50	37.50	20.50	58.0	2.50	2.00	1.50	4.50	10.50	0.29	0.22	0.26	
28	22.00)	14.00	37.00	27.00	64.0	2.00	2.50	1.00	2.00	7.50	0.67	0.16	0.41	
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ														
1*	10.00	10.00	61.00	19.00	80.0**	7.00	3.50	2.00	11.00	23.50	0.23	-0.04	0.09	
2	55.00	17.00	16.00	12.00	28.0	0.00	0.00	0.00	4.50	4.50	0.58	0.78	0.68	
3	34.50	13.50	28.00	24.00	52.0	2.00	0.00	1.50	2.50	6.00	0.60	0.44	0.52	
4	47.50	13.00	29.50	10.00	39.5	2.00	2.00	1.50	4.50	10.00	0.67	0.45	0.56	
5	38.50	21.50	18.00	22.00	40.0	1.50	0.50	1.00	4.00	7.00	0.97	0.56	0.76	
6	50.00	8.00	30.50	11.50	42.0	1.50	1.00	1.00	3.50	7.00	0.82	0.40	0.61	
7	8.00	12.00	33.50	16.50	50.0	5.50	2.50	2.00	11.00	21.00	0.62	0.26	0.44	
8	12.00	12.50	37.50	38.00	75.5	2.50	2.50	1.50	6.50	13.00	0.64	0.48	0.56	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือ ข้อสอบที่มีทัศนคติตลาดเคสเด้นซ์มากและเด้นซ์, ** คือ ข้อสอบที่มีทัศนคติตลาดเคสเด้นซ์มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่มแนวคิด				รหัสประเมินทัศนคติตลาดเคลื่อนไหว					คะแนนความมั่นใจในการจำแนก			
	SK	NCK	M	LK	M+LK	0404	0403	0304	0303	รวม	A Tier	R Tier	Both Tier
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ													
9	16.50	12.50	29.00	42.00	71.0	1.00	1.00	0.50	6.00	8.50	0.72	0.51	0.61
10	32.50	20.00	21.50	26.00	47.5	1.00	0.00	0.00	2.00	3.00	1.09	0.53	0.81
11*	7.00	17.00	44.00	32.00	76.0	4.50	0.00	0.50	7.00	12.00	-0.27	0.20	-0.03
12	21.50	23.50	19.00	36.00	55.0	0.50	0.50	1.00	4.50	6.50	0.67	0.20	0.44

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือ ข้อสอบที่มีทัศนคติตลาดเคลื่อนไหวมากและเด่นชัด, ** คือ ข้อสอบที่มีทัศนคติตลาดเคลื่อนไหวมาก

จากตาราง 18 ค่าร้อยละของการเปรียบเทียบรายข้อระหว่างกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดและค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ พบว่าถ้าเรานำค่าร้อยละของการเปรียบเทียบรายข้อระหว่างกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดและค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ของชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ มาศึกษาแบบรายข้อด้วยกันนั้นในแบบทดสอบวินิจฉัยฯฉบับที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาการรวมตัวของแก๊สและชั้นบรรยากาศ พบว่ามีข้อสอบที่มีร้อยละของนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก มีจำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2,5,6,7,15 และ 16 ข้อที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด มีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ข้อ 2, 6, 7, 13 และ 16 ข้อที่มีค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ตีกลับในชั้นคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบหรือทั้งสองชั้น มีจำนวน 7 ข้อ ได้แก่ข้อ 2, 4, 5, 6, 9, 15 และ 16 และข้อสอบที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด โดยพิจารณาจากผลรวมของจำนวนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M)และกลุ่มขาดความรู้(LK) พบว่า ข้อสอบข้อ 2 เป็นข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ พบว่ามีข้อสอบที่มีร้อยละของนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก มีจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 4, 6, 13, 15, 20, 23 และ 26 ข้อที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด มีจำนวน 6 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 5, 6, 15, 23 และ 26 ข้อที่มีค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ตีกลับในชั้นคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบหรือทั้งสองชั้น มีจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ข้อ 4, 9, 10, 15, 16, 17, 18 และ 26 และข้อสอบที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด โดยพิจารณาจากผลรวมของจำนวนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M)และกลุ่มขาดความรู้(LK) พบว่า ข้อสอบข้อ 23 เป็นข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด

ในแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่ามีข้อสอบที่มีร้อยละของนักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก มีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 และ ข้อ 11 ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ข้อ 1 และ ข้อ 7 ข้อสอบที่มีค่าคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ) ตีกลับในชั้นคำตอบ ชั้นเหตุผลของคำตอบหรือทั้งสองชั้น จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 และ ข้อ 11 และข้อสอบที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด โดยพิจารณาจากผลรวมของจำนวนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M)และกลุ่มขาดความรู้(LK) พบว่า ข้อสอบข้อ 1 เป็นข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พบว่าข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากและเด่นชัดของแบบทดสอบวินิจฉัยฯลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ มีดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรัชญาการนิรมลฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ ข้อ 2 มโนทัศน์ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ และมีข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด ได้แก่ ข้อ 5 และข้อ 6 มโนทัศน์องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ ข้อ 7 มโนทัศน์ปัจจัยที่มีผลต่อปรัชญาการนิรมลฟ้าอากาศ ข้อ 15 และข้อ 16 มโนทัศน์ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ภูเขาไฟไอโซน และฝนกรด

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ ข้อ 23 มโนทัศน์การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ และมีข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด ได้แก่ ข้อ 1 มโนทัศน์กระบวนการเกิดดิน ข้อ 4 มโนทัศน์ลักษณะและสมบัติของดิน ข้อ 6 การปรับปรุงคุณภาพของดิน ข้อ 13 มโนทัศน์การนำหินไปใช้ประโยชน์ ข้อ 15 มโนทัศน์กระบวนการเกิดแร่ ข้อ 20 การนำแร่ไปใช้ประโยชน์ และข้อ 26 มโนทัศน์การใช้ประโยชน์และและการอนุรักษ์แหล่งน้ำ

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ ข้อที่ 1 มโนทัศน์โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก และมีข้อสอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด ได้แก่ ข้อที่ 11 มโนทัศน์ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อสอบทั้ง 16 ข้อ เพื่อตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในส่วนของชั้นคำตอบ(A Tier)และชั้นเหตุผลของคำตอบ(R Tier) เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 19

ตาราง 19 คำตอบของนักเรียนในส่วนของชั้นคำตอบ(A Tier)และชั้นเหตุผลของคำตอบ(R Tier) เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เด่นชัด

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 1	เรื่อง	ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ
2**	ชั้นคำตอบ (A Tier)	<u>แก๊สไอโซนมีหน้าที่ที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร</u> 1. ช่วยกรองและสะท้อนรังสียูวีที่ไม่ดี (16.50%) 2. เป็นชั้นของแก๊สบางๆ ห่อหุ้มโลก (11.50%) 3. ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ (22.50%) 4. ช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ (49.50%)
	ชั้นเหตุผลของ คำตอบ (R Tier)	1. หากไม่มีแก๊สไอโซน จะทำให้อัลตราไวโอเล็ตมีมากเกินไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ (58.00%) 2. ดูดซึมรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งอาจทำให้แก๊สไอโซนแตกตัวกลับเป็นอะตอมและโมเลกุลของออกซิเจน (12.00%) 3. เป็นเกราะเพื่อป้องกันอันตรายจากนอกโลก ทำให้อัลตราไวโอเล็ตสะท้อนกลับออกไปนอกโลก (20.50%) 4. เมื่อเวลามีวัตถุจากนอกโลกตกลงมาถึงชั้นบรรยากาศ จะเกิดการเสียดสีทำให้อัตถุนั้นเกิดการเผาไหม้ (9.50%)
5	ชั้นคำตอบ (A Tier)	บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกมีแก๊สใดเป็นองค์ประกอบมากที่สุด 1. แก๊สไอโซน (26.50 %) 2. แก๊สไนโตรเจน (52.50%) 3. แก๊สออกซิเจน (13.50%) 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (7.50%)
	ชั้นเหตุผลของ คำตอบ (R Tier)	1. ช่วยป้องกันการสังสีอัลตราไวโอเล็ต (16.50%) 2. เป็นแก๊สที่อยู่ชั้นสุดท้ายโดยที่ห่อหุ้มชั้นบรรยากาศทั้งหมด (14.50%) 3. เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของแร่ธาตุในเปลือกโลก (19.00%) 4. เป็นแก๊สที่ห่อหุ้มโลก มีความสำคัญคือช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (50.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปραกฏการรณลุมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ		
6	ชั้นคำตอบ (A Tier)	กระบวนการเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนองเกิดขึ้นที่ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ได้จากสาเหตุใด 1. มีไอน้ำอยู่เยอะ จึงทำให้เกิดเมฆ ฝนและพายุได้ง่าย (32.00%) 2. การหมุนเวียนของอากาศแปรปรวนขึ้นอย่างรวดเร็วและซับซ้อน (13.00%) 3. เกิดการควบแน่นของละอองน้ำเป็นจำนวนมากในชั้นบรรยากาศนี้ (34.50%) 4. น้ำระเหยจากพื้นไปบนฟ้าทำให้อุณหภูมิของอากาศมีความเหมาะสมในกระบวนการต่างๆ (20.50%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. อากาศควบแน่นกันไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้เกิด เมฆ ฝนและพายุ (28.00%) 2. อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงบ่อย และอุณหภูมิจะลดลงตามความสูง (6.00%) 3. มีปริมาณไอน้ำมาก ทำให้เกิดเมฆจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของอากาศ (28.00%) 4. อากาศได้รับความร้อนและลอยตัวสูงขึ้นและมีไอน้ำในปริมาณมากพอ ประกอบกับการลดลงของอุณหภูมิ จึงเกิดการกลั่นตัวควบแน่นของไอน้ำ (38.00%)
7	ชั้นคำตอบ (A Tier)	ในหนึ่งวัน ระยะเวลาใดระหว่างช่วงเช้า(06.00-09.00) ช่วงสาย(10.00-13.00) ช่วงบ่าย(14.00-16.00)และช่วงเย็น(17.00-19.00) จะมีอุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลกสูงที่สุด 1. ช่วงบ่าย (14.00-16.00) (2.00%) 2. ช่วงเช้า (06.00-09.00) (47.00%) 3. ช่วงสาย (10.00-13.00) (47.00%) 4. ช่วงเย็น (17.00-19.00) (4.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. ดวงอาทิตย์อยู่ตรงผิวโลก เป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด (13.50%) 2. เป็นช่วงเวลาที่แดดแรงมากๆ ทำให้มีอุณหภูมิของอากาศสูงที่สุด (18.50%) 3. ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งอยู่บนกลางหัวพอดี ทำให้พลังงานความร้อนสะสมไว้มากที่สุด (34.00%) 4. พื้นโลกได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้มีการดูดซับพลังงานความร้อนสะสมไว้มากที่สุด (34.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปราบปรามการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกและชั้นบรรยากาศ		
15	ชั้นคำตอบ (A Tier)	สารเคมีชนิดใดเมื่อถูกปล่อยไปสู่ชั้นบรรยากาศจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก 1. แก๊สเรือนกระจก (65.50%) 2. แก๊สมลพิษทางอากาศ (9.50%) 3. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (6.00%) 4. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (19.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. ก่อให้เกิดมลภาวะและทำลายชั้นบรรยากาศ (29.50%) 2. การเผาไหม้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดแก๊สที่ส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (26.50%) 3. เกิดจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยควันออกมาสะสมในชั้นบรรยากาศทำให้โลกร้อนขึ้น (23.00%) 4. ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดและคายความร้อนสะสมสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้น พื้นผิวโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น (21.00%)
16	ชั้นคำตอบ (A Tier)	แนวทางป้องกันสำคัญที่ทำให้รัฐโอโซนมีขนาดลดลงได้ คืออะไร 1. ลดการผลิตและทำลายชั้นบรรยากาศ (31.00%) 2. ลดการเผาขยะ อุตสาหกรรม ปศุสัตว์ (37.00%) 3. ลดการคมนาคมโดยการขับรถให้น้อยลง (11.50%) 4. ลดการใช้สารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (20.50%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. ไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากการคมนาคมเป็นสารทำลายชั้นโอโซน (6.50%) 2. ลดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเกิดรูโหว่มากที่สุด (43.50%) 3. ควันจะทำให้เกิดรูโหว่ได้ ดังนั้นเมื่อลดการทำให้เกิดควันจะทำให้ลดขนาดของรูโหว่โอโซนได้ (14.50%) 4. เนื่องจากสารประกอบที่มีความสามารถในการทำลายโอโซน ดังนั้นเมื่อลดการใช้สารจึงทำให้สามารถลดขนาดของรูโหว่โอโซนได้ (35.50%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ได้แก่		
1	ชั้นคำตอบ (A Tier)	วัตถุต้นกำเนิดดิน(soil parent material) เมื่อผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุจะทำให้เกิดดิน อยากรทราบวัตถุต้นกำเนิดดินดังกล่าวหมายถึงสิ่งใด 1. หิน (23.00%) 2. ฮิวมัส (20.00%) 3. ซากพืช ซากสัตว์ (39.00%) 4. ซากผู้พังของสิ่งต่าง ๆ (18.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. เป็นสิ่งที่เกิดการทับถมของส่วนที่สลายตัว ผู้พัง (17.00%) 2. เกิดเกิดการทับถมของส่วนที่สลายตัว ผู้พังจากอินทรีย์วัตถุ (22.50%) 3. หิน และแร่มาผสมกับอินทรีย์สารจะได้จุลินทรีย์ และกลายเป็นฮิวมัส (20.50%) 4. เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผู้พังของหินและแร่ และอินทรีย์วัตถุผสมคลุกเคล้ากัน (40.00%)
4	ชั้นคำตอบ (A Tier)	ลักษณะของดิน ที่เหมาะสมกับการนำไปปลูกพืชสวน ที่เป็นไม้ยืนต้น มีลำต้นแข็งแรง เช่น มะม่วง ควรมีลักษณะอย่างไร 1. ดินแข็ง (11.50%) 2. ดินร่วน (77.00%) 3. ดินทราย (2.50%) 4. ดินเหนียว (9.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. มีลักษณะเหนียวเอาไว้ช่วยยึดรากต้นไม้ใหญ่ (15.50%) 2. ดูดซึมอาหารได้ดี คุมน้ำได้แต่ก็มีการระบายน้ำได้ดี (42.50%) 3. เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ มีแร่ธาตุอาหารเพียงพอ (18.00%) 4. เป็นดินค่อนข้างละเอียด มีความยืดหยุ่นพอสมควร ระบายน้ำได้ดี มีแร่ธาตุอาหารของพืชมาก (24.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ได้แก่		
6	<p>ชั้นคำตอบ</p> <p>(A Tier)</p>	<p>เมื่อทดสอบค่าความเป็นกรดของดินในที่แห่งหนึ่งพบว่ามีความค่า pH ต่ำกว่า 7 หรือที่เรียกว่า ดินเปรี้ยว จะมีวิธีการปรับปรุงดินที่รวดเร็วและลงทุนต่ำได้ โดยการใส่สิ่งใดลงไปดินแห่งนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้น้ำชะล้างความเป็นกรด (16.00%) 2. น้ำหมักสมุนไพรสดผสมน้ำ (21.00%) 3. เติมสารที่เป็นเบส เช่น ปุ๋ยหมัก (34.00%) 4. ใส่ปูนมาร์ล หรือดินสอพอง (29.00%)
	<p>ชั้นเหตุผลของคำตอบ</p> <p>(R Tier)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ช่วยชะล้างความเปรี้ยว ทำให้ดินมีความสมบูรณ์ (30.50%) 2. ใส่ปุ๋ยหมักเพื่อปรับค่าสถานะความเป็นต่างของดิน (30.50%) 3. ปล่อยน้ำขังให้ท่วมขังแปลงจะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น (11.00%) 4. ใส่ปูนที่มีคุณสมบัติเป็นด่างสามารถลดความเป็นกรดของดินได้ (28.00%)
13	<p>ชั้นคำตอบ</p> <p>(A Tier)</p>	<p>หินอัคนีชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เป็นหินประดับในการสร้างเคาท์เตอร์ต่างๆ เช่น เคาท์เตอร์ครัว โต๊ะรับประทานอาหาร ดูแลรักษาง่าย คือหินชนิดใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หินอ่อน (52.00%) 2. หินแกรนิต (39.50%) 3. หินแกรโบร (4.50%) 4. หินปะชอลต์ (4.00%)
	<p>ชั้นเหตุผลของคำตอบ</p> <p>(R Tier)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีราคาถูก ดูแลง่าย (14.50%) 2. คุณภาพดีสุด ทนทาน (18.00%) 3. มีลายสวย มีความแวววาว (18.50%) 4. มีลวดลายเฉพาะตัว มีความแข็งแรงทนทาน (49.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ได้แก่		
15	ชั้นคำตอบ (A Tier)	แหล่งแร่ชนิดใดที่กำเนิดมาจากแมกมาเป็นแหล่งแร่ที่มีการแทรกซอนขึ้นมาได้ทั่วโลก จนเป็นแหล่งแร่ 1. ลาวา (30.00%) 2. แร่อัคนี (21.00%) 3. แร่อบซิเดียม (20.50%) 4. แหล่งแร่เหล็ก (28.50%)
	ชั้นเหตุผลของ คำตอบ (R Tier)	1. เกิดจากการดันขึ้นมาจากใต้พื้นโลก เย็นตัวลงกลายเป็นแหล่งแร่ (25.00%) 2. เกิดจากการที่แมกมาที่แทรกซอนขึ้นมาจนแข็งตัว แล้วเกิดการทับถมกันเป็นเวลานาน (24.00%) 3. เกิดจากการปะทุออกมามันมีความร้อนมากจึงเป็นลาวา เมื่อเย็นตัวลงจึงกลายเป็นแมกมา (22.50%) 4. เกิดจากแมกมาที่ประกอบด้วยสารละลายไอออนออกไซด์ แทรกซอนเข้าไปในหินชนิดต่างๆ ที่อยู่โดยรอบแล้วเย็นตัวเป็นแร่เหล็ก (28.50%)
20	ชั้นคำตอบ (A Tier)	แร่โลหะชนิดใด ที่มีมูลค่าสูงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องประดับ หรือหลักประกันทางการเงินได้ 1. เพชร (48.00%) 2. ไช้มุก (5.00%) 3. ทองแดง (2.00%) 4. ทองคำ (45.00%)
	ชั้นเหตุผลของ คำตอบ (R Tier)	1. หายาก ราคาสูง (28.00%) 2. มีความอ่อนตัวและสามารถนำไฟฟ้าได้ (5.50%) 3. มีความสวยงาม หายาก มีความคงทนสูง (47.50%) 4. มีความแข็งแรงและสามารถนำความร้อนได้ (19.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ได้แก่		
23**	ชั้นคำตอบ	แหล่งกำเนิดของน้ำแทบทั้งหมดที่มีอยู่บนโลกคือแหล่งน้ำใด
	(A Tier)	<ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำฝน (22.00%) 2. มหาสมุทร (63.50%) 3. เทือกเขาหิมาลัย (4.50%) 4. แหล่งน้ำบนดิน (10.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีขนาดกว้าง มีน้ำมาก (35.50%) 2. มีขนาดสูงใหญ่จึงทำให้สามารถสะสมน้ำไว้ได้มาก (14.50%) 3. น้ำในมหาสมุทรระเหยไปบนฟ้า ควบแน่นเป็นเมฆเกิดเป็นแหล่งน้ำ (28.00%) 4. เกิดจากการกลั่นตัวของก้อนเมฆกลายเป็นหยดน้ำตกลงมาสู่พื้นดิน (22.00%)
26	ชั้นคำตอบ	ชาวไทยภูเขาประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค จากการสำรวจพบว่าในฤดูฝนมีน้ำฝนมากแต่ไม่สามารถกักเก็บไว้ได้ ทำให้ในฤดูแล้งขาดแคลนน้ำ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นภูเขาหัวโล้น มีต้นไม้สำหรับดูดซับน้ำน้อย ถ้าจะช่วยเหลือชาวไทยภูเขาเหล่านี้ ในเบื้องต้นจะสามารถช่วยแก้ปัญหาได้อย่างไร
	(A Tier)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ลดการตัดต้นไม้ (22.00%) 2. สร้างเขื่อนหรือฝาย (63.50%) 3. ปลูกต้นไม้ให้เยอะขึ้น (4.50%) 4. การขุดบ่อเพื่อกักเก็บน้ำ (10.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีต้นไม้ดูดซับน้ำมากขึ้น (35.50%) 2. ฝนตกจะมีการชะลอน้ำไว้ใช้ (14.50%) 3. ต้นไม้ช่วยให้ร่มเงา รากไม้ชะลอน้ำ (28.00%) 4. เนื่องจากสภาพภูเขาไม่มีต้นไม้เป็นแหล่งดูดซับน้ำ ซึ่งจะต้องสร้างอ่างเก็บน้ำไว้บนดอย (22.00%)

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ชั้น	คำตอบ
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ		
1**	ชั้นคำตอบ (A Tier)	สิ่งมีชีวิตต่างๆจะสามารถดำรงชีวิตอาศัยอยู่ได้ในโครงสร้างใดของโลก 1. ผิวโลก (21.50%) 2. พื้นโลก (32.50%) 3. เปลือกโลก (43.00%) 4. เปลือกโลกส่วนมหาสมุทร (3.00%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. เพราะว่ามีแรงโน้มถ่วงของโลก (10.50%) 2. พื้นผิวด้านนอกสุดของโลก มีลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต (33.00%) 3. เพราะเป็นส่วนที่มีอากาศหายใจและมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การอาศัย (43.00%) 4. มีออกซิเจน ห่างจากแสงอาทิตย์พอเหมาะ ไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป อุณหภูมิพอเหมาะ (13.50%)
11	ชั้นคำตอบ (A Tier)	การผลิตจรวดเพื่อเดินทางสู่อวกาศ ต้องมีการผลิตแยกชิ้นส่วนต่างๆออกจากกัน เพราะเหตุใด 1. เพื่อช่วยลดมวลของจรวดลง (34.00%) 2. เพื่อความสะดวกในการขนย้าย (15.00%) 3. เพื่อประหยัดเชื้อเพลิงในการขนส่ง (17.50%) 4. เพื่อลดแรงโน้มถ่วงที่กระทำกับจรวด (33.50%)
	ชั้นเหตุผลของคำตอบ (R Tier)	1. เพื่อให้ง่ายในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนของจรวดและการขนย้าย (9.00%) 2. เพื่อความสะดวกในการเดินทาง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงในการขนส่ง (11.50%) 3. ลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งถ้าไม่ปล่อยทิ้งจะทำให้มีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ต้องใช้เชื้อเพลิงมาก (20.50%) 4. จรวดชั้นแรกใช้เชื้อเพลิงหมดก็ปล่อยทิ้งไป และให้จรวดชั้นต่อไปทำหน้าที่ต่อ ทำให้มวลลดลงเพื่อให้มีความเร็วสูงพอที่จะเอาชนะแรงดึงดูดของโลกขึ้นสู่อวกาศได้ (59.00%)

ผู้วิจัยได้สรุปมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบบ่อยจากการทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ พบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้

ข้อ 2 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแก๊สโอโซน มีหน้าที่ที่สำคัญกับโลกเราคือจะช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ (49.50%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่าหากไม่มีแก๊สโอโซน จะทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีมากเกินไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ (58.00%)

ข้อ 5. นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกมีแก๊สไนโตรเจน (52.50%) เป็นองค์ประกอบมากที่สุดเพราะเป็นแก๊สที่ห่อหุ้มโลก มีเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่าความสำคัญคือช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (50.00%)

ข้อ 6 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนองเกิดขึ้นที่ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ได้จากการควบแน่นของละอองน้ำเป็นจำนวนมากในชั้นบรรยากาศนี้ (34.50%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่าเพราะว่าอากาศได้รับความร้อนและลอยตัวสูงขึ้นและมีไอน้ำในปริมาณมากพอ ประกอบกับการลดลงของอุณหภูมิ จึงเกิดการกลั่นตัวควบแน่นของไอน้ำ (38.00%)

ข้อ 7 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระยะเวลา ระหว่างช่วงเช้า(06.00-09.00) (47.00%)และช่วงสาย(10.00-13.00) (47.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่า อุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลกสูงที่สุดเนื่องจากดวงอาทิตย์มีตำแหน่งอยู่บนกลางหัวพอดี ทำให้พลังงานความร้อนสะสมไว้มากที่สุด (34.00%)

ข้อ 15 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารเคมี ประเภทแก๊สเรือนกระจก (65.50%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่า เมื่อถูกปล่อยไปสู่ชั้นบรรยากาศจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกเนื่องจากจะก่อให้เกิดมลภาวะและทำลายชั้นบรรยากาศ (29.50%)

ข้อ 16 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวทางป้องกันสำคัญที่ทำให้รูโหว่อโอโซนมีขนาดลดลงได้ คือต้องลดการเผาขยะ อุตสาหกรรม ปลุกป่า

(37.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่า เพราะเป็นการลดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเกิดรูโหว่มากที่สุด (43.50%)

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ พบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้

ข้อ 1 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัตถุต้นกำเนิดดิน(soil parent material) เมื่อผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุจะทำให้เกิดดิน อย่างไรก็ตามว่าวัตถุต้นกำเนิดดินดังกล่าวหมายถึงซากพืช ซากสัตว์ (39.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดเข้าใจว่าเพราะเกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรีย์วัตถุผสมคลุกเคล้ากัน (40.00%)

ข้อ 4 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของดิน ที่เหมาะสมกับการนำไปปลูกพืชสวน ที่เป็นไม้ยืนต้น มีลำต้นแข็งแรง เช่น มะม่วง ควรมีลักษณะเป็นดินร่วน (77.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดเข้าใจว่าการดินที่ดูดซึมอาหารได้ดี คุมน้ำได้แต่ก็มีการระบายน้ำได้ดี (42.50%)

ข้อ 6 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการทดสอบค่าความเป็นกรดของดินในที่แห่งหนึ่งพบว่าค่า pH ต่ำกว่า 7 หรือที่เรียกว่า ดินเปรี้ยว จะมีวิธีการปรับปรุงดินที่รวดเร็วและลงทุนต่ำได้ โดยการเติมสารที่เป็นเบส เช่น ปูนหมัก (34.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เข้าใจว่าเพราะการใส่ปูนหมักจะปรับค่าสถานะความเป็นต่างของดิน (30.50%) และจะช่วยชะล้างความเปรี้ยว ทำให้ดินมีความสมบูรณ์ (30.50%)

ข้อ 13 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหินอัคนีชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เป็นหินประดับในการสร้างเคาท์เตอร์ต่างๆ เช่น เคาท์เตอร์ครัว โต๊ะรับประทานอาหาร ดูแลรักษาง่าย คือ หินอ่อน (52.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เข้าใจว่ามีลวดลายเฉพาะตัว มีความแข็งแรงทนทาน (49.00%)

ข้อ 15 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแหล่งแร่ที่มาจากลาวา (30.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เข้าใจว่าแหล่งแร่ที่กำเนิดมาจากแมกมา เป็นซึ่งมีการแทรกซอนขึ้นมาได้ผิวโลกจนเป็นแหล่งแร่ซึ่งประกอบด้วยสารละลายไอออนออกไซด์ แทรกซอนเข้าไปในหินชนิดต่างๆ ที่อยู่โดยรอบแล้วเย็นตัวเป็นแร่เหล็ก (28.50%)

ข้อ 20 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแร่โลหะประเภทเพชร (48.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ คิดว่าเป็นมูลค่าสูงสามารถ

นำไปใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องประดับ หรือหลักประกันทางการเงินได้เพราะมีความสวยงาม หายาก มีความคงทนสูง (47.50%)

ข้อ 23 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของน้ำแทบทั้งหมดที่มีอยู่บนโลกคือ มหาสมุทร (63.50%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เข้าใจว่ามีขนาดกว้าง มีน้ำมาก (35.50%)

ข้อ 26 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชาวไทยภูเขาประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับใช้ในการอุปโภคบริโภค จากการสำรวจพบว่าในฤดูฝนมีน้ำฝนมากแต่ไม่สามารถกักเก็บไว้ได้ ทำให้ในฤดูแล้งขาดแคลนน้ำ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นภูเขาหัวโล้น มีต้นไม้สำหรับดูดซับน้ำน้อย ถ้าจะช่วยเหลือชาวไทยภูเขาเหล่านี้ ในเบื้องต้นจะสามารถช่วยแก้ปัญหาโดยการสร้างเขื่อนหรือฝาย (63.50%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ เข้าใจว่าถ้าหากมีฝายจะทำให้มีต้นไม้ดูดซับน้ำมากขึ้น (35.50%)

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ พบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้

ข้อ 1 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่างๆจะสามารถดำรงชีวิตอาศัยอยู่ได้ในโครงสร้างใดที่เรียกว่า เปลือกโลก (43.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่าเป็นส่วนที่มีอากาศหายใจและมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การอาศัย (43.00%)

ข้อ 11 นักเรียนเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการผลิตจรวดเพื่อเดินทางสู่อวกาศ ต้องมีการผลิตแยกชิ้นส่วนต่างๆออกจากกัน เพื่อช่วยลดมวลของจรวดลง (34.00%) โดยเหตุผลที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเข้าใจว่าจรวดชั้นแรกใช้เชื้อเพลิงหมดก็ปล่อยทิ้งไป และให้จรวดชั้นต่อไปทำหน้าที่ต่อ ทำให้มวลลดลงเพื่อให้ความเร็วสูงพอที่จะเอาชนะแรงดึงดูดของโลกขึ้นสู่อวกาศได้ (59.00%)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย และอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

การพัฒนางานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น และ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้ง 3) ศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 เขตจังหวัดปทุมธานี จำนวน 22 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 7,072 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stages Random) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าจำนวน 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำรวจหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 180 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 600 คน

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาและวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสร้างมโนทัศน์และโครงสร้างของแบบทดสอบ
3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย หลังจากนั้นนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้และมโนทัศน์
4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับนักเรียน เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและรวบรวมคำตอบที่ผิดมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
5. วิเคราะห์ข้อมูลคำตอบจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อมาวิเคราะห์และจัดสร้างเป็นตัวดวงของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะแบบสี่ตัวเลือกโดยข้อคำถามและตัวดวงได้มาจากผลของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
7. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เพื่อตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงการเขียนข้อคำถาม
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย จากนั้นดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกเพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์
9. นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำวิเคราะห์ข้อมูลดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดในแบบวินิจฉัยทั้งฉบับที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC)

1.2 ความยากง่าย พิจารณาจากจำนวนผู้สอบที่ตอบแบบวินิจฉัยข้อนั้น ถูกหารด้วยจำนวนผู้สอบทั้งหมด

1.3 อำนาจจำแนก พิจารณาจากการคำนวณสัดส่วนของจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกกับด้วยของจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงหรือจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ

1.4 ค่าความเชื่อมั่น พิจารณาด้วยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายในโดยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20

2. การจัดกลุ่มรหัสแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยทำการจัดกลุ่มรหัสแนวคิด และหาร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีกลุ่มแนวคิดต่าง ๆ ทั้ง 4 กลุ่ม และวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการหาค่าคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ(CF) คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (CFC) คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (CFW) และคะแนนความมั่นใจในการจำแนก (CDQ)

3.สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ มีผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี

ขอบเขตของเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสามารถวัดระดับความรู้ของนักเรียนได้ จากการนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนของนักเรียนได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (C- A Tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงเหตุผลของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (C- R Tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปრაกฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 17 ข้อ

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 25 ข้อ

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 12 ข้อ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

2.2 ความยากง่ายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น มีค่าความยากง่าย ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ในชั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.18-0.73 และชั้นเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.62

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ในชั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22-0.84 และชั้นเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.72

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ในชั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.88 และชั้นเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26-0.66

2.3 อำนาจจำแนก

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น มีค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ในชั้นคำตอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.07 -0.74 และชั้นเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 -0.78

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ในชั้นคำตอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.63 และชั้นเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.72

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ในชั้นคำตอบมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.26 -0.78 และชั้นเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.78

2.4 ความเชื่อมั่นที่หาค่าด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR20)

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น มีความเชื่อมั่นดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ ในชั้นคำตอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 และชั้นเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63

ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ ในชั้นคำตอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 และชั้นเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65

ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ในชั้นคำตอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 และชั้นเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.60

3. ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเพื่อวิเคราะห์หมโนทัศน์จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยฯ พบว่า

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ หมโนทัศน์ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ (ข้อสอบข้อที่ 2)

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่หมโนทัศน์การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ (ข้อสอบข้อที่ 23)

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ หมโนทัศน์โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก (ข้อสอบข้อที่ 1)

4.อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย 2 ประเด็น ดังนี้

1. อภิปรายผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ประกอบด้วยข้อคำถามข้อสอบ ข้อระดับความมั่นใจในคำตอบ ข้อเหตุผลของคำตอบ และข้อระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ โดยมีระดับความมั่นใจ 4 ระดับคือ มั่นใจมาก มั่นใจ ไม่มั่นใจ และไม่มั่นใจมาก ประกอบด้วย แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาการถล่มฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีจำนวนข้อสอบ 17 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ มีจำนวนข้อสอบ 25 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มีจำนวนข้อสอบ 12 ข้อ รวมข้อสอบทั้งหมด 54 ข้อ โดยแบบทดสอบนี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับค้นหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นแบบใดบ้าง ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและก็จะได้นำมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ไปศึกษาทำความเข้าใจและใช้เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาและปรับปรุงการสอน สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เนื่องจากแบบทดสอบนี้มีการพัฒนาตามขั้นตอนเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ในการเรียนรู้ จากนั้นเขียนเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเพื่อมาวิเคราะห์ผล และพัฒนาเป็นตัวลองของแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งสามารถแสดงได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นที่สร้างขึ้นนี้เป็นข้อสอบที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นนี้จะเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามความมุ่งหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิยา มณีสาย (2555, น.101-103) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเริ่มพัฒนาแบบทดสอบจากการ วิเคราะห์เนื้อหา สารสำคัญ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำผลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นตัวลองในแบบทดสอบวินิจฉัยจนได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าผลการตอบแบบทดสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะใด จุดใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ซึ่งทำให้ทราบจุดอ่อน จุดแข็งของ

ผู้เรียน ซึ่งครูก็จะสามารถส่งเสริมนักเรียนได้ตรงจุด และงานวิจัยของยุพิน พวงจันทร์ (2557, น. 114) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เริ่มพัฒนาจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แล้วนำไปสร้างแบบทดสอบที่นำไปสำรวจความรู้ของนักเรียนก่อน เพื่อรวบรวมคำตอบที่ผิดมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสร้างตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสามารถบอกเหตุความบกพร่องได้ ซึ่งถ้าหากครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนก็จะสามารถสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงจุดและเต็มตามศักยภาพของแต่ละคน นักเรียนก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนและได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศพบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาการถล่มฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ในขั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.18-0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.07 -0.74 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 และขั้นเหตุผลของคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.62 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 -0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ในขั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22-0.84 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.63 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 และขั้นเหตุผลของคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.72 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.72 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ในขั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.88 มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.26 -0.78 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 และขั้นเหตุผลของคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26-0.66 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 -0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.60 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสูง แสดงได้ว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดและครอบคลุมมโนทัศน์ที่กำหนด ความยากง่ายของแบบทดสอบพบว่าในภาพรวมของแบบทดสอบมีทั้งข้อสอบทุกระดับทั้งข้อสอบง่าย ปานกลางและยาก ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบให้มีความเหมาะสมเพื่อที่จะนำแบบทดสอบไปค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความหลากหลาย ดังนั้นจึงต้องมีข้อสอบที่สามารถค้นหาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันได้ ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเนื่องจากการนำแบบทดสอบไปทดสอบเพียงครั้งเดียว และข้อสอบบางข้อมีความยาก ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาในค่าอำนาจจำแนกของขั้นคำตอบเป็นหลักเนื่องจากขั้นคำตอบจะเป็น

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่แท้จริง จึงทำให้ข้อสอบบางข้อในชั้นเหตุผลของคำตอบมีค่าอำนาจจำแนกต่ำและมีค่าเป็นศูนย์เพราะว่าข้อสอบข้อนั้นค่อนข้างยากซึ่งทำให้นักเรียนตอบผิดเป็นจำนวนมาก หรืออาจเกิดจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก จึงไม่สามารถแยกนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้ และคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่นพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยนี้เป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายหลายระดับ ทำให้ได้ผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมีค่าไม่คงที่สอดคล้องกับงานวิจัย เช่น งานวิจัยของสุพรรณษา หอมฤทธิ์ (2559, น.113) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี ประกอบด้วยคำถามจำนวน 40 ข้อ โดยแบบทดสอบนั้นมีค่าความยากง่ายของข้อคำถามอยู่ในช่วง 0.34 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.26 – 0.84 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับกับ 0.89 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ที่สามารถวัดแนวคิดของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ทั้งกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง กลุ่มนักเรียนที่ขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มนักเรียนที่แนวคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มนักเรียนที่ขาดความรู้ และงานวิจัยของธีระวัฒน์ การะเกตุ (2561, น.210) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกลำดับขั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยคำถามจำนวน 24 ข้อที่พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบตั้งแต่ 0.71-1.00 ในชั้นคำตอบ(A Tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.18 – 0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.13-0.62 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.695 ในชั้นเหตุผล (R Tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.15 – 0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.03 -0.50 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.520 และมีผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขาดความรู้และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสอดคล้องกับวิจัยของ Habiddin และ Elizabeth Mary Page (2019, pp.720-736) ที่ได้พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเรื่อง จลนศาสตร์เคมี ที่มีจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ในชั้นคำตอบ (A Tier) มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.06 – 0.56 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.03 – 0.58 ในชั้นเหตุผล (R Tier) มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.06-0.61 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.04 – 0.52 และในทั้งสองชั้น(B Tier) มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.01-0.46 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.01 -0.74 โดยมีค่าความเชื่อมั่นในชั้นคำตอบ (A Tier) เท่ากับ 0.59 ค่าความเชื่อมั่นในชั้นเหตุผล (R Tier) เท่ากับ 0.55 และค่าความเชื่อมั่นในทั้งสองชั้น(B Tier) เท่ากับ 0.65 , งานวิจัยของ Ridho Adi Negoro และ Viga Karina (2019,

pp.69-76) ที่ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแกว่งและเรื่องคลื่น เป็นข้อสอบหลายตัวเลือก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.33-0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.765 และงานวิจัยของ Yuberti , Yani Suryani และ Indah Kurniawati (2020, pp.245-253) ที่ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยที่วัดระดับความมั่นใจในการตอบจำนวน 20 ข้อ พบว่าค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.76 ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกดารา ศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถช่วยให้ ครูผู้สอนสามารถจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ แต่ก็มีข้อจำกัดสำหรับการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัยที่มีการถามถึงระดับความมั่นใจของนักเรียนนั้น ทำให้นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับลักษณะ ข้อสอบนี้และนักเรียนยังไม่มั่นใจถึงปริมาณระดับความมั่นใจในการตอบคำตอบเอง

2. ผลอภิปรายการจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น

ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนที่ได้รับการทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับ ขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และ อวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการจำแนกกลุ่มแนวคิด ออกเป็นกลุ่ม คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์(SK) กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) กลุ่มมโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) และกลุ่มขาดความรู้ (LK) พบว่า

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ พบ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดคือมโน ทัศน์ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าแก๊สโอโซนจะ ช่วยกรองและสะท้อนรังสียูวีที่ไม่ดี โดยที่มีเหตุผลที่คลาดเคลื่อนคือหากไม่มีแก๊สโอโซน จะทำให้อ รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีมากเกินไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ โดยข้อเท็จจริงคือในบรรยากาศที่ ครอบคลุมโลกของเรานั้นประกอบด้วยแก๊สหลายชนิดทำหน้าที่คอยปกป้องเราจากรังสีต่าง ๆ จาก ดวงอาทิตย์ไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ซึ่งรังสีที่สำคัญคือรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยโอโซน (Ozone) คือ โมเลกุลที่ประกอบขึ้นจากอะตอมของออกซิเจน 3 อะตอม มีโครงสร้างที่ไม่เสถียร ดังนั้น จึงสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซออกซิเจนได้ สำหรับโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ เกิดจาก การที่โมเลกุลของก๊าซออกซิเจนในชั้นสตราโทสเฟียร์ ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งมีพลังงานสูงทำ ให้โมเลกุลของออกซิเจนแตกตัวออกจากกัน โมเลกุลที่แตกตัวออกจากกันแล้วจะไปจับกับโมเลกุล

อื่น ๆ ของก๊าซออกซิเจนกลายเป็นไอโซนซึ่งไอโซนเป็นสิ่งที่ดีในระดับปานกลาง เพราะถ้ามีไอโซนในปริมาณที่พอเหมาะก็จะส่งผลดีต่อร่างกาย แต่ถ้าหากไอโซนมีในปริมาณที่มากเกินไป ก็จะก่อให้เกิดเป็นก๊าซพิษ อีกทั้งไอโซนยังมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่รุนแรงและเร็วโดยขึ้นอยู่กับปริมาณของไอโซน ยิ่งไอโซนเข้มข้นมาก ยิ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากและทำร้ายร่างกายของเรามากเช่นกัน

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ พบนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดคือมโนทัศน์การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าแหล่งกำเนิดของน้ำแทบทั้งหมดที่มีอยู่บนโลกคือ มหาสมุทรเพราะมีขนาดกว้าง มีน้ำมาก โดยข้อเท็จจริงนั้นแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งกำเนิดที่ใหญ่ที่สุด ถือเป็นแหล่งกำเนิดของน้ำแทบทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศไทย คือ น้ำฝน ซึ่งเกิดจากน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของก้อนเมฆกลายเป็นหยดน้ำตกลงมาสู่พื้นดินแล้วตกลงมาเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง แอ่งน้ำ หรืออ่างเก็บน้ำ

แบบทดสอบวินิจฉัยฯ ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ พบนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัดคือมโนทัศน์โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก สิ่งมีชีวิตต่างๆจะสามารถดำรงชีวิตอาศัยอยู่ได้ในโครงสร้างใดที่เรียกว่าผิวโลกเพราะว่ามีแรงโน้มถ่วงของโลก โดยข้อเท็จจริงคือสิ่งมีชีวิตต่างๆจะสามารถดำรงชีวิตอาศัยอยู่ได้ในโครงสร้างใดที่เรียกว่าเปลือกโลก (Crust) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของโลกหรือผิวโลกชั้นนอก มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นซิลิกอนไดออกไซด์ และอะลูมิเนียมออกไซด์ เป็นชั้นของโลกที่บางที่สุด แต่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากคนอาศัยอยู่ที่ชั้นนี้ และเป็นส่วนของพื้นดินที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นแหล่งน้ำซึ่งจำเป็นต่อมนุษย์เป็นแหล่งที่ให้แร่ธาตุต่างๆ และให้น้ำมันถ่านหิน ก๊าซ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิง

จากผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเป็นเพราะการที่นักเรียนเรียนรู้ในเนื้อหาในห้องเรียนแล้วเกิดความไม่เข้าใจ หรือเรียนรู้ในเนื้อหาผ่านมาเป็นเวลานานแล้ว จากนั้นนักเรียนเกิดการละเลย ขาดการฝึกฝนและทบทวนความรู้ จึงทำให้ความรู้มีจำกัดเนื่องจากไม่พยายามที่จะหาความรู้เพิ่มเติม หรือหาข้อเท็จจริง จนสั่งสมเป็นเวลานานจนเป็นปัญหาในการเรียนรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และเข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่นั้นเป็นความรู้ที่ถูกต้องและพอเพียงแล้ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรธิดา สุขกรม (2557, น.89) ที่ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และเขต 2 พบว่ามีนักเรียนมีมโนทัศน์ที่จำกัด ส่วนหนึ่งมาจาก

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกบางส่วนและมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ จนกระทั่งเกิดเป็นความเคยชินและก่อให้เกิดความเข้าใจที่ฝังลึกว่ามโนทัศน์ที่ตนมีนั้นเป็นมโนทัศน์ ที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของอัศวิน บรรเทา(2559, น.12-24) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการ วิเคราะห์ข้อบกพร่องและมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วน ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องเกิดจาก นักเรียนขาดความระมัดระวัง ในการคิดคำนวณ สาเหตุอาจเกิดจากการคิดคำนวณต้องใช้ทักษะและความเข้าใจพื้นฐานของ ทฤษฎี และต้องฝึกฝนจนทำให้เกิดความชำนาญ ซึ่งถ้านักเรียนไม่มีทักษะหรือความเข้าใจพื้นฐาน หรือไม่ฝึกฝนจะส่งผลให้นักเรียนเกิดข้อบกพร่องได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของทองคำ สมศรี, สมทรง สุวพานิช และอรุณี จันทร์ศิลา(2555, น. 83) ที่ได้วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการ เรียนคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียน มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากการขาดสาเหตุการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา การ บิดเบือนทฤษฎี การตีความด้านภาษา การใช้ข้อมูลผิดและผิดพลาดในเทคนิคการทำทั้งนี้อาจเกิด จากนักเรียนมีความเชื่อและแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยความไม่รู้ หรือมีความรู้ที่ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์ ดูเหมือนจะถูกแต่ก็ไม่ถูก เป็นความคิดที่แตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับของแต่ละ เนื้อหา

5. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นยังไม่เป็นที่ แพร่หลายและนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการทดสอบแบบทดสอบในลักษณะนี้ อาจทำให้นักเรียนเกิด ความสับสนในการทำแบบทดสอบ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องศึกษาทำความเข้าใจและอธิบายให้นักเรียน ให้ชัดเจน โดยให้นักเรียนทดลองทำข้อตัวอย่างพร้อมกัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนการทำ แบบทดสอบ

2. ในการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น อาจจะมีนักเรียนหลายคนที่บรรลุผลตามจุดประสงค์ของ การเรียน แต่ก็มีอีกหลายคนที่ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ ที่เกิดความเข้าใจผิดซึ่งจะเป็นอุปสรรคที่สำคัญ ในการเรียนรู้ในเนื้อหาต่อไป เพื่อให้ได้สาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูผู้สอนจำเป็นต้องทราบสาเหตุของความไม่เข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ สาเหตุ ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง หรือเพื่อ เป็นการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสำหรับนำไปใช้กับเนื้อหาในเรื่องอื่นๆ เพื่อให้สามารถนำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลมโนทัศน์ที่มีความละเอียด รอบด้าน และจะสามารถทำให้ครูได้ทราบถึงข้อมูลของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมากยิ่งขึ้น
2. ควรพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที สามารถลดขั้นตอนการตรวจแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกลำดับชั้นที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้ และจะเป็นการประหยัดเวลาของครูสอนได้อีกด้วย
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่มีคุณลักษณะที่ต่างกักัน เพื่อให้ได้ทราบถึงข้อมูลในมิติต่างๆที่มีความหลากหลายสำหรับการนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น



บรรณานุกรม

- Adams, Georgia S., และ Torgerson, T. L. (1964). *Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance*. New York: Holt Rinchart and Winston.
- Allen, M. J., และ Yen Wendy M. (1979). *Introduction to Measurement Theory*. California: Brooks/Cole Publishing Company Monterey.
- Anastasi, และ Anne. (1968). *Psychological Testing*. New York: macmillan Company.
- Ayfer Mutlu, และ Burcin Acar Sesen. (2014). Development of a two-tier diagnostic test to assess undergraduates' understanding of some chemistry concept. *Procedia – Social and Behavioral Science*, 174(2015), 629-635.
- Bloom, B. S. Thomas J. Hasting, และ George F. Madaus. (1971). *Handbook on Formative and Summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Bloom Benjamin S and Others. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Brown D.E. (1992). Using Examplees and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics : Factors Influencing Conceptual change. *Journal of research in Science Teaching*, 17-34.
- Caleon, Imelda S, และ Subramaniam R. (2009). Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions. *Res Sci Educ*, 40, 313–337.
- Derya Kaltakci. (2012). *DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A FOUR-TIER TEST TO ASSESS PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS' MISCONCEPTIONS ABOUT GEOMETRICAL OPTICS*". (The Graduate School of Natural and Applied Sciences). Middle East Technical University.
- Ferguson. George A. (1966). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Gronlund. Norman E. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York: Macmillan Publishing.

- Habiddin, และ Elizabeth Mary Page. (2019). Development and Validation of a Four-Tier Diagnostic Instrument for Chemical Kinetics (FTDICK). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(3), 720-736.
- Hancer Ahmet Hakan; & Durkan, N. (2008). Turkish Pupils Understanding of Physical : Force And Movement. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 45-50.
- Lindquist. Everet Franklin. (1963). *Educational Measurement*. Washington D.C.: American Conneil on Education.
- Lord and Novick. (1967). *Measurement and assessment in Teaching*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Negoro, R. A., และ Viga Karina. (2019). Development of A Four-Tier Diagnostic Test For Misconception of Oscillation and Waves. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(2), 69-76.
- Nunnally, และ Jum C. (1964). *Education Measurement*. New York: Mcgraw-Huill Book Company.
- Singha, H. S. (1974). *Modern Education Testing*. New Delhi: Steling Publishing.
- Tregust, และ David F. (1988). Development and use of Diagnostic Tests to Evaluate Student Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.
- Yuberti, Yani Suryani, และ Indah Kurniawati. (2020). FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST WITH CERTAINTY OF RESPONSE INDEX TO IDENTIFY MISCONCEPTION IN PHYSICS. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 245-253.
- ฉันทนา เซาว์ปรีชา. (2533). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชติ เพชรชื่น. (2544). แบบทดสอบวินิจฉัย. In สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (Ed.), (Vol. 23, pp. 7-11).
- โชติกา ภาษีผล. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทองคำ สมตริก, สมทรง สุวพานิช, และ อรุณี จันทร์ศิลา. (2555). การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 4(1), 75-88.
- ทัศนีย์ คงบุญ. (2544). แบบทดสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องกลไกมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดยโสธร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ธีระวัฒน์ การะเกตุ. (2561). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกลำดับชั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (การศึกษามหาบัณฑิต(การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร. (บัณฑิตวิทยาลัย). (210)
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2521). การวัดประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประไพศรี หินชุย. (2538). การศึกษาแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนและเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พรธิดา สุขกรม. (2557). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 1 และเขตที่ 2 (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์(หลักสูตรและการสอน)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. (คณะครุศาสตร์).
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2541). การวิเคราะห์ข้อสอบอิงเกณฑ์. วารสารการวัดผลการศึกษา, พฤษภาคม-สิงหาคม(20(15)), 15.
- พันธุ์ แสงเพชร. (2540). การศึกษาแนวความคิดเลือกในมโนคติชีววิทยา : ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์และพลังงานเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- พิรุณ ไพลินทิ. (2014). การวิจัยและพัฒนากลยุทธ์การวิจัย เพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : การวิจัยแบบผสม. *An Online Journal of Education*, 9(2), pp. 739-752.
- ยุพิน พวงจันทร์. (2557). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต(วิจัยและประเมินผลการศึกษา)). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. (บัณฑิตวิทยาลัย). (114)
- ราตรี นันทสุนทร. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท จุดทอง จำกัด.
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2528). หลักการวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร จำกัด.
- วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี. (2556). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต(การวัดผลการศึกษา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศักดิ์ดา กิ่งไก่อ. (2560). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ขั้นและตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุณศึกษานิพนธ์ ป.ร.ด.(วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ศิริชัย กาญจนวสี. (2556). ทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538ข). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(Misconceptions Diagnosis). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2555). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). รายงานข้อมูลผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน(O-NET) ปีการศึกษา 2561 ระดับชั้น ป.3,ม.3, ม.6.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). จำนวนนักเรียนแยกชั้น เพศ ปีการศึกษา 2561 ภาคเรียน 1 สพม.เขต 4. สืบค้นจาก [https://portal.bopp-](https://portal.bopp-obec.info/obec61/restpublicstat/report?areaCode=00101704&schoolCode=)

[obec.info/obec61/restpublicstat/report?areaCode=00101704&schoolCode=](https://portal.bopp-obec.info/obec61/restpublicstat/report?areaCode=00101704&schoolCode=)

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2529). ทฤษฎีการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สยามศึกษา.

สิทธิยา มณีสาย. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต(วิจัยและประเมินผลการศึกษา)). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. (บัณฑิตวิทยาลัย).

สุเทพ สันติวรานนท์. (2533). แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี(6), 69.

สุนันทา ปริบูรณ์. (2548). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

สุพรรณษา หอมฤทธิ์. (2559). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุวิมล ว่องวานิช. (2546). การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพิกา นุลงะทอง. (2546). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

อัศวิน บรรเทา. (2559). การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิจัย มข. มส. (บศ.), 3(3), น. 12-24.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- | | |
|---|---|
| 1.อาจารย์ ดร.จุฑามาศ แสงงาม | คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 2.อาจารย์ ดร.กรรณิณี แผนพรหม | คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี |
| 3.อาจารย์ ดร.ไตร ชัยบุญโพธิ์ | คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4.อาจารย์ ดร.ทักษ์กมนต์ วิจักษณ์ธนาวุฒิ | นักวิชาการอิสระ |
| 5.ครูจรีย์ ชื่นจรรยา | ผู้อำนวยการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนอัมรินทร์ |





ภาคผนวก ข ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1*	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
2*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	-1	+1	+1	0	+1	0.40	ปรับปรุง
4*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5*	+1	+1	+1	0	0	0.60	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	0	-1	0.40	ปรับปรุง
7	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
8*	+1	+1	0	+1	0	0.60	ใช้ได้
9*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	+1	0	-1	0.20	ปรับปรุง
11*	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
12*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	0	0	0.60	ใช้ได้
14*	0	+1	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้
15*	0	0	0	+1	0	0.20	ปรับปรุง
16*	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
17*	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
18*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	-1	0.60	ใช้ได้
20	+1	+1	0	+1	0	0.60	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
23*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
24*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
25*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการ ประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
26*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27*	+1	0	+1	0	+1	0.60	ใช้ได้
28*	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
29*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
30*	+1	0	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้
31*	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
32*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33*	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
34*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
36*	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
37*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	-1	-1	+1	0	0	-0.20	ปรับปรุง
39*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
41*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
42	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
43	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
44*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
45*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
49*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
51*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
52	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
53*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการ ประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
54*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
55*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
56	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
57*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
58	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
59*	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
60*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
61	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
62	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
63	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
64	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
65*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
66*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
67*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
68*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
69	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
70*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
71*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
72*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
73	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
74*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
75	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
76*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
77*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
78	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.5 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อ
นั้น สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์



ภาคผนวก ค คำดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น

ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปραกฏการลดมลพิษอากาศและชั้นบรรยากาศ							
1	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	0	+1	+1	+1	0	0.60	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้
15	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
16	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการ ประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
ฉบับที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ และน้ำ(ต่อ)							
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ชุดที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ							
1	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ผลการ ประเมิน	แปลผล
	1	2	3	4	5		
ฉบับที่ 3 เรื่อง โครงสร้างโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ							
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์จุดบกพร่องและคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผล
ของแบบสำรวจ



ตาราง 22 ผลวิเคราะห์จุดบกพร่องและค่าตอบไปขึ้นคำตอบและขึ้นเหตุผลของแบบสำรวจ

จุดบกพร่องคำตอบและเหตุผล						
ข้อ	คำตอบ	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ	
ฉบับที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ	1. ความสำคัญของชั้นบรรยากาศ	ชั้นบรรยากาศโทรสเฟียร์มี	เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าแก๊สใดที่มี	-แก๊สไนโตรเจน	7	87.50
		แก๊สชนิดใดมากที่สุด ที่เปรียบ	ปริมาณมากที่สุด	-แก๊สออกซิเจน	1	12.50
		เหมือนเกราะบางๆ ที่ห่อหุ้มและ	บรรยากาศ			
	ปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลก	จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ	
		-เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ	-มีปริมาณมากที่สุดในอากาศ	12	27.91	
		บทบาทหน้าที่ของแก๊สในชั้น	-แก๊สโอโซนนั้นจะสะท้อนรังสียูวีที่ไม่ดีและกรองไว้	5	11.63	
		บรรยากาศ		6	13.95	
			-แก๊สโอโซนมีหน้าที่เป็นเกราะบางๆที่ห่อหุ้มโลกและพบมากในชั้นสตราโตสเฟียร์			
			-ชั้นสตราโตสเฟียร์มีไนโตรเจนโดยเห็นยวน้ำลดแรงของสิ่งแปลกปลอมเพื่อเกิดการเผาไหม้ในชั้นต่อไป	1	2.33	

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	จุดบกพร่องคำตอบและเหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
2	1. ความสำคัญของชิ้นบรรยากาศ	คำถาม แก๊สไอโซนมีหน้าที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหน้าที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร ไอโซน	จุดบกพร่องคำตอบและเหตุผล -เหมือนภาวะบางอย่าง ห่อหุ้มโลกและปกป้องโลก -แก๊สไอโซนช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ -ช่วยกรองและสะท้อนรังสียูวีที่ไม่ดี -มีหน้าที่ปกป้องชั้นบรรยากาศ	30	54.55
			จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล -หากไม่มีแก๊สไอโซนรังสีอัลตราไวโอเลตจะมีมากเกินไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ -เป็นเกราะเพื่อป้องกันอันตรายจากนอกโลก -อยู่ในชั้นบรรยากาศ ห่อหุ้มโลกเอาไว้	ความถี่	ร้อยละ	
					21	31.34
					13	19.40
					9	13.43

จุดบัพพร้อมคำตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบัพพร้อมคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
3	2. เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ	คุณสมบัติทางกายภาพใดที่ใช้	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ	-ความถี่	17	30.36
		เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้น บรรยากาศซึ่งแสดงถึงการ เปลี่ยนแปลงปริมาณทางความ ร้อนและความเย็นของชั้น บรรยากาศ	คุณสมบัติทางกายภาพที่ใช้แบ่ง ชั้นบรรยากาศตามการ เปลี่ยนแปลงปริมาณทางความ ร้อน	-ปริมาณอากาศในแต่ละชั้น -ไอน้ำ -ความสูง	6	10.71
					6	10.71
					5	8.93
			จุดบัพพร้อมเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณทาง ความร้อนที่ขึ้นกับระดับความสูง ในแต่ละชั้นบรรยากาศ	-อุณหภูมิจะทำให้ปริมาณทางความ ร้อนและความเย็นของชั้นบรรยากาศ -เกณฑ์ในการแบ่งชั้นตามลำดับจาก พื้นโลก และยิ่งสูงยิ่งเย็น -สภาพอากาศแสดงถึงการ เปลี่ยนแปลงปริมาณทางความร้อน และความเย็นของชั้นบรรยากาศ -ไอน้ำเปลี่ยนแปลงปริมาณทาง ความร้อนและความเย็นของชั้น บรรยากาศ	18	22.50
					14	17.50
					7	8.75
					6	7.50

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบและเหตุผล					
ข้อ	คำถาม	จุดบพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
4	มโนทัศน์ 2.เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ	คุณสมบัติทางกายภาพได้ที่อธิบายถึงส่วนผสมของอากาศมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นบรรยากาศ	<p>เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพที่ใช้แบ่งชั้นบรรยากาศตามส่วนผสมของอากาศ</p> <p>อากาศ</p> <p>เหตุผล</p> <p>เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับส่วนผสมของแก๊สที่แตกต่างกันในแต่ละชั้นบรรยากาศ</p>	<p>15</p> <p>12</p> <p>10</p> <p>7</p> <p>6</p> <p>15</p> <p>7</p> <p>4</p> <p>2</p>	<p>20.83</p> <p>16.67</p> <p>13.89</p> <p>9.72</p> <p>8.33</p> <p>20.83</p> <p>13.21</p> <p>7.55</p> <p>3.77</p>
			<p>-ความผิด</p> <p>-เมฆ</p> <p>-อุณหภูมิ</p> <p>-ความเบาบางของอากาศ</p> <p>-ความชื้น</p> <p>-ความผิด</p> <p>-ความผิดจะบอกว่าชั้นบรรยากาศนั้นเป็นอย่างใดและเหมาะสมกับการทำอะไร</p> <p>-ความเบาบางของอากาศแต่ละชั้นไม่เท่ากัน</p> <p>-ก้อนเมฆสามารถบอกลักษณะอากาศได้</p> <p>-ในพื้นที่สูงมีอุณหภูมิต่ำในพื้นที่ต่ำสูงอุณหภูมิสูง</p>		

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบัพพร้อมคำตอบและเหตุผล				
ข้อ	คำถาม	จุดบัพพร้อมคำตอบ	คำตอบ	ความถี่ ร้อยละ
5	มโนทัศน์	จุดบัพพร้อมคำตอบ	คำตอบ	ความถี่ ร้อยละ
	3.องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ	<p>เกิดขึ้นเป็นองค์ประกอบของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกที่มีมากที่สุดคือแก๊สใด</p> <p>บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกที่มีมากของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกคือแก๊สใด</p>	<p>-แก๊สไดออกไซด์</p> <p>-แก๊สไดออกไซด์</p>	<p>40 88.89</p> <p>5 11.11</p>
		จุดบัพพร้อมคำตอบ	เหตุผล	ความถี่ ร้อยละ
		ไม่ทราบถึงแหล่งที่มาของแก๊สที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ	-โอโซนช่วยป้องกันการรังสีอัลตราไวโอเล็ต	14 31.11
		เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ	-เป็นแก๊สที่ห่อหุ้มโลก	11 24.44
			-มีปริมาณมากที่สุด	11 24.44
			-แก๊สไดออกไซด์จะอยู่ในชั้นสุดท้ายของชั้นบรรยากาศ	4 8.99

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นค่าตอบแทน	ค่าตอบแทน	ร้อยละ	
6	องค์ประกอบของชั้นบรรยายภาค	กระบวนการเกิดเมฆฝน พายุฟ้าคะนองเกิดขึ้นที่ชั้นบรรยายภาคโทรโพสเฟียร์ได้จากสาเหตุใด	ไม่เข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดเมฆฝน พายุฟ้าคะนองในชั้นชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์	- นำระเหยจากพื้นไปบนฟ้า - การควบแน่นของละอองน้ำ - มีไอน้ำอยู่เยอะ	26 12 11	25.62 16.44 15.00
			จุดบกพร่องชั้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			ไม่เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเมฆฝน พายุฟ้าคะนอง	- ถ้าอากาศควบแน่นเกินไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้เกิด เมฆ ฝนและพายุ - อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงบ่อย และอุณหภูมิจะลดลงตามความสูง - ไอน้ำทำให้เกิดเมฆ	34 8 7	54.84 12.90 11.29
				- ประจุบวกและลบ ทำให้เกิด เมฆฝน พายุ	3	4.84

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องข้อสอบและเหตุผล		
			จุดบกพร่องข้อสอบ	คำตอบ	ร้อยละ
7	มโนทัศน์ 4. ปัจจัยที่มีผลต่อปรากฏการณ์ ลมฟ้าอากาศ	คำถาม ในหนึ่งวัน ระยะเวลาใดระหว่าง ช่วงเช้า(06.00-09.00) ช่วงสาย (10.00-13.00) ช่วงบ่าย(14.00- 16.00)และช่วงเย็น(17.00- 19.00) จะมีอุณหภูมิของ อากาศที่พื้นผิวโลกสูงที่สุด	จุดบกพร่องข้อสอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ช่วงเวลาที่มโนทัศน์ของอากาศ ที่พื้นผิวโลกสูงที่สุด	คำตอบ 43 14	ร้อยละ 75.44 24.56
			เหตุผล	คำตอบ	ร้อยละ
		ไม่เข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้ อุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลก สูงที่สุด	-พระอาทิตย์อยู่บนหัวพอดี -ดวงอาทิตย์อยู่ตรงผิวโลก -แดดแรงมาก ๆ คิดว่าน่าจะมี อุณหภูมิสูงที่สุด -เนื่องจากพื้นโลกได้รับพลังงาน ร้อนในตอนดวงอาทิตย์ขึ้น และดูด ความร้อนไว้มากที่สุด	37 8 8 7	53.62 11.59 11.59 10.14

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
8	ปริมาณที่แปรปรวนและปริมาณที่แปรปรวน	ปริมาณที่แปรปรวนเทียบระหว่าง น้ำหนักซึ่งมีอยู่จริงและปริมาณไอ น้ำอิมตัวที่อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรเดียวกันและจะวัด ค่าความเข้มข้นในอุตสาหกรรม อาหารและยา คือความเข้มข้นใด	เข้าใจเคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชื่อ ของความเข้มข้น	ความเข้มข้นในอากาศ -ความเข้มข้นอิมตัว -ความเข้มข้นของอาหาร -ความเข้มข้นที่เปียกๆเล็กน้อย	16 9 4 1	42.11 23.68 10.53 2.63
			จุดบกพร่องทั้งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			ไม่เข้าใจเกี่ยวกับความหมายของ ความเข้มข้นสัมพัทธ์	-จำนวนไอหนักที่มีอยู่ในอากาศ ความเข้มข้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอด -ความเข้มข้นที่ภายนอกและในบรรจุ ภัณฑ์ มีผลต่อคุณภาพอาหารและ ยา	20 16 9	34.48 27.59 15.52
				-เป็นค่าที่ใช้วัดอุณหภูมิในอากาศ -ต้องใช้ปริมาณไอหนักที่สัมพันธ์กัน	1	1.72

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	จุดบัพหรือข้อดีของข้อดีและเหตุผล					
	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบัพหรือข้อดีของข้อดี	คำตอบ		
9	5.ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	ลมบก ลมทะเล ถูกจัดเป็นลมชนิดใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิดของลม	-ลมธรรมชาติ -ลมประจำถิ่น -ลมไหลเวียน -ลมชายหาด	ความถี่ ร้อยละ	
			จุดบัพหรือข้อดีของเหตุผล	เหตุผล	ความถี่ ร้อยละ	
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของลมบก ลมทะเล	-เกิดตามธรรมชาติ -เป็นลมที่พัดเฉพาะบางที่ -เกิดจากความแตกต่างของพื้นดินกับทะเล	10 4 4	27.23 10.81 10.81
				-มีการไหลเวียนของลมตลอดเวลากับทะเล	2	5.41

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
10	5.ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	จุดกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อน เริ่มต้นก่อตัวขึ้นที่บริเวณตำแหน่งใดบนโลก	ไม่ทราบถึงจุดกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อน	-บริเวณเขตเส้นศูนย์สูตร -ละติจูด 5-20 องศาเหนือและใต้ -เกิดที่เขตร้อน -เกิดขึ้นในบริเวณที่แห้งแล้ง	9 7 5 1	30.00 23.33 16.67 3.33
			จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			ไม่เข้าใจเกี่ยวกับถึงกระบวนการกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อน	-การระเหยของน้ำ -เป็นบริเวณที่มีความร้อนสูงสุด -จึงทำให้เกิดพายุหมุนเขตร้อน -บริเวณค่อนข้างเย็นและกว้าง	22 12 5 2	40.00 21.82 9.09 3.64

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล							
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขั้นค่าตอบแทน	ค่าตอบแทน	ความถี่	ร้อยละ	
11	6.การพยากรณ์อากาศ	เมฆชนิดใด ที่ใช้สำหรับกรพยากรณ์ว่าจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเมฆที่ทำให้เกิดพายุ	-เมฆนิมโบสเตรตัส -เมฆเซตราโทสเฟียร์ -เมฆคิวลัส	1 1 1	12.50 12.50 12.50	
จุดบกพร่องขั้นเหตุผล					เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
ไม่เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเมฆคิวโมลิมบัส					-เมฆอยู่ต่ำสุด -มีปริมาณน้ำสะสมเยอะในก้อนเมฆ -เมฆมีลักษณะสีคล้ำ	7 6 6	17.95 15.38 15.38
					-เพราะมีขนาดใหญ่ และสามารถปกคลุมได้ทั้งจังหวัด	3	7.69

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องทั้งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
12	6.การพยากรณ์อากาศ	จากข้อความคำพยากรณ์อากาศต่อไปนี้ “บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรง จากประเทศจีนยังคงแผ่ปกคลุมประเทศไทย ทำให้ทั่วทุกภาคของไทยมีอากาศหนาวเย็น ต่อไปอีกสำหรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กำลังค่อนข้างแรงพัดปกคลุมอ่าวไทยและ ภาคใต้ทำให้คลื่นลมบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมี กำลังแรง โดยมีคลื่นสูง 2-3 เมตรและบริเวณ ความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เสริม ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่าง ต่อเนื่องทำให้อากาศประเทศไทยจะมีอากาศ หนาวเย็นต่อไป” ข้อความใดที่แสดงถึงประเภทข้อมูลของ องค์ประกอบฟ้าอากาศ	จุดบพร่องทั้งคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับประเภทข้อมูล ขององค์ประกอบลมฟ้า อากาศ จุดบพร่องทั้งเหตุผล เข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับความหมายของ องค์ประกอบลมฟ้า อากาศ	คำตอบ -ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลัง ค่อนข้างแรง -อ่าวไทย มีคลื่นแรงและคลื่นสูง 2-3 เมตร-คลื่นสูง 2-3 เมตร เหตุผล -มีอุณหภูมิร้อน-เย็น มีความกด อากาศสูง มีคลื่นลม -บอกถึงสภาพอากาศ -ลมมรสุมเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศ	6	35.29
					21	53.85
					4	10.26
					2	5.13

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องทั้งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
13	7.ผลของปรากฏการณ์ ลมฟ้าอากาศที่มีต่อการ ดำรงชีวิต	ถ้าหากพื้นที่อำเภอที่อยู่ใกล้เคียบบ้านพักอาศัย ของนักเรียนเกิดพายุฟ้าคะนองและฝนตกหนัก โดยรอบ แต่บริเวณอำเภอที่พักของนักเรียนนั้น กลับมีอากาศแจ่มใส ลมพัดอ่อน และมีเมฆ บ้างเล็กน้อย แสดงว่าบริเวณที่พักของนักเรียน อยู่ในตำแหน่งใดของพายุ	เข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับตำแหน่งต่างๆ ของพายุ	-บริเวณการเกิดพายุฟ้าคะนองและ ฝนตกหนัก -อยู่ในบริเวณห่างจากพายุ -อยู่เหนือลมพายุ -อยู่นอกเขตพายุ	19	29.69
จุดบกพร่องบนเหตุผล					ความถี่	ร้อยละ
ไม่เข้าใจเกี่ยวกับผลที่ เกิดขึ้นในตำแหน่งต่างๆ ของพายุ					29	44.62
-มีอากาศแจ่มใส					20	30.77
-อยู่ตรงที่มีพายุฝนฟ้าคะนอง					4	6.15
-พายุอาจมาไม่ถึงเขตที่อาศัยอยู่					2	3.08
-เป็นตำแหน่งที่ไม่โดนพายุ						

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
14	7.ผลของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต	ถ้าพื้นที่ที่นักเรียนอาศัยอยู่นั้นเป็นเส้นทางเดินของพายุ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร	นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติที่นักเรียนอาศัยอยู่นั้นเป็นเส้นทางเดินของพายุ	-อพยพย้ายพื้นที่และการติดตามข่าวสารอยู่เสมอ -รีบหนีออกจากพื้นที่ -สร้างที่อยู่ให้แข็งแรงและมั่นคง -หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้าน	25	51.02
			เดินของพายุ		10	20.41
					4	8.16
					3	6.12
			จุดบพร่องชิ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลของการปฏิบัติที่พื้นที่นักเรียนอาศัยอยู่นั้นเป็นเส้นทางเดินของพายุ	-จะทำให้ปรับตัวทันเวลา -การออกนอกบ้าน เมื่อมีพายุอาจก่อให้เกิดอันตราย -จะทำให้ปลอดภัย -เพื่อช่วยเอาชีวิตรอดจากพายุ -เตรียมพร้อมป้องกันตนเอง และเผ่า	20	36.36
					10	18.18
					7	12.73
					5	9.09
					1	1.82
				ระวังเสมอ		

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคัดลอก			ร้อยละ
			จุดบกพร่องซึ่งคัดลอก	คำตอบ	ความถี่	
15	8. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก อุทกวิทยา และฝนกรด	สารเคมีชนิดใดเมื่อถูกปล่อย ไปสู่ชั้นบรรยากาศจะทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	ไม่ทราบชนิดของสารเคมีที่ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิของโลก	-สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการ เผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ -คาร์บอนไดออกไซด์ -HFC -คาร์บอนมอนอกไซด์	19 9 8 1	42.22 20.00 17.78 2.22
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ สาเหตุของสารเคมีที่ก่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ โลก	-การเผาไหม้ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน -ทำให้ปล่อยความร้อนสู่โลก -คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้โลกร้อน -ก่อให้เกิดมลภาวะและทำลายชั้น บรรยากาศ	19 7 3 1	43.18 15.91 6.28 2.27

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	จุดบกพร่องที่ค้นพบและเหตุผล			
	คำถาม	จุดบกพร่องที่ค้นพบ	คำตอบ	ความถี่ ร้อยละ
16	มโนทัศน์ แนวทางป้องกันให้เกิดอุบัติเหตุ เปลี่ยนแปลงคุณหมุมิซงโลก วิเคราะห์ไอโซน และแผนกรต	ไม่เข้าใจแนวทางป้องกันให้เกิดอุบัติเหตุ ไอโซนมีขนาดลดลงได้คืออะไร	-ลดการผลิตและทำลายชิ้น ประกอบ -ลดการเผายะ จุดสหกรรม ปฏิก ป -ขับร่น้อยลง -ลดการตัดไม้และงัดใช้ผลิตภัณฑ์ จากโพง	16 25.40
			เหตุผล	ความถี่ ร้อยละ
		ไม่เข้าใจผลของสารคลอโรฟลูออ โรคาร์บอนที่มีต่ออุณหภูมิไอโซน	-ควันจะทำให้เกิดอุหิวได้ -แก๊สคาร์บอนไดออกไซตมีผลต่อ การเกิดอุหิวมากที่สด -ไนตรัสออกไซตเป็นสารทำลายชั้น โอโซน	17 30.91
			-ลดการเกิดอุหิวโอโซน และเพิ่มให้ โอโซนหนาขึ้น	7 12.73
				6 10.91
				6 10.91

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
17	9.ผลของภาวะโลกร้อน ภูหิว ไฮโซนและฝนกรดที่มีต่อ สิ่งมีชีวิต	ผลของภาวะโลกร้อน ปรากฏการณ์ใดที่เป็นสาเหตุที่ ทำให้ปรากฏการณ์ ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น	ไม่ทราบสาเหตุที่ทำให้ ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น	-ปรากฏการณ์เรือนกระจก -สภาวะโลกร้อนแห้งแล้ง -แผ่นดินไหว -การขยายตัวทางความร้อน (น้ำ ทะเลอุ่นขึ้น)	24 5 4 2	53.33 11.11 8.89 4.44
จุดบพร่องขึ้นเหตุผล					ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผล ของภาวะโลกร้อนที่ทำให้ ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น	-เกิดภาวะโลกร้อนมากขึ้น -ทำให้น้ำสูงขึ้นและทำลายระบบ ต่างๆ	21 20	33.33 31.75
				-เกิดการเคลื่อนไหวของแผ่นเปลือก โลก	4	6.35
				-เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้ฤดูหนาวสั้นขึ้น	1	1.59

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
18	9. ผลของภาวะโลกร้อน หนูหิว โยโยนและฝนกรดที่มีต่อ สิ่งมีชีวิต	แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO ₂) ที่มีปริมาณมาก ในชั้นบรรยากาศโลก ทำให้เกิด ปัญหาใดที่มีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมของโลก	เข้าใจเจตลัดเคลื่อนเกี่ยวกับผล ของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำ ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ของโลก	-ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ -ปัญหาเรื่องอากาศการหายใจ -ทำให้โลกร้อนขึ้น -ทำให้สิ่งแวดล้อมกลายเป็นกรด	26 6 5 5	53.06 12.24 10.20 10.20
		สิ่งแวดล้อมของโลก	จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
		สิ่งแวดล้อมของโลก	เข้าใจเจตลัดเคลื่อนเกี่ยวกับ กระบวนการของแก๊สซัลเฟอร์ได ออกไซด์ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมของโลก	-ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล -แก๊สนี้มีผลกระทบทบต่อสิ่งแวดล้อม ของโลก -ทำให้เหม็นแสบจมูก -เป็นแก๊สที่มีความเข้มข้นมาก	21 8 5 5	38.18 14.55 9.09 9.09

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ	
1	มโนทัศน์					
	10.กระบวนการเกิดดิน	วัตถุดิบกำเนิดดิน(soil parent material) เมื่อผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุจะทำให้เกิดดิน	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัตถุต้นกำเนิดดิน	-การทับถมของส่วนที่สลายตัว ผุพัง -อิวมัต -ซากพืช ซากสัตว์ -ซากผู้พังของสิ่งต่าง ๆ	9 7 6 1	29.03 22.58 19.53 3.23
	ดังกล่าวหมายถึงสิ่งใด		จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการกำเนิดดิน	-ย่อยสลายกลายเป็นดิน -นำหัวเชื้อไปผสมกับซากพืช ซากสัตว์	8 3	21.62 8.11
				-อิวมัตมีปะปนอยู่ในดิน	1	2.70
				-เป็นสิ่งที่เกิดจากการทับถมของส่วนที่สลายตัว ผุพัง	1	2.70

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	ประเด็น	คำถาม	จุดบพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
2	10.กระบวนการเกิดดิน	<p>อีวัมส์ที่ปะปนอยู่ในดินเกิดจาก</p> <p>การย่อยสลายของสิ่งใด</p>	<p>เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัตุ</p> <p>ต้นกำเนิดของอีวัมส์</p>	<p>-หินชนิดหนึ่งที่เกิดจากการย่อย</p> <p>สลาย</p>	3	33.33
			<p>จุดบพร่องซึ่งเหตุผล</p>	<p>-การย่อยสลายของดินที่อยู๋ใต้วัตุ</p> <p>-การย่อยสลายของแร่ธาตุ</p>	2	22.22
			<p>จุดบพร่องซึ่งเหตุผล</p>	<p>-การย่อยสลายของแร่ธาตุ</p>	1	11.11
			<p>จุดบพร่องซึ่งเหตุผล</p>	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			ไม่ทราบเกี่ยวกับกระบวนการเกิด	-อีวัมส์เป็นซีอิ๊ว	3	11.11
			อีวัมส์ที่ช่วยให้อินทรีย์วัตถุ	-ช่วยให้เกิดการทับถมเป็นดิน	2	7.41
			สมบูรณ์	-มีส่วนช่วยในการสลายตัว และดูด	2	7.41
				ซีอิ๊วอาหาร		
				-ดินที่ขึ้น มีสารอาหาร และแร่ธาตุ	1	3.70

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องในคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
3	11.ลักษณะและสมบัติของดิน	คุณสมบัติของดินที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ปลูกพืชควรมีลักษณะอย่างไร	จุดบกพร่องในคำตอบ - เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคุณสมบัติของดิน - คุณสมบัติของดิน	ดินร่วน - มีวิวัฒนาการ มีแร่ เป็นองค์ประกอบ - ร่วนซุย - ให้นำน้ำได้ดี มีแร่ธาตุในดินเยอะ	12 8 6 4	31.58 21.05 15.79 10.53
			จุดบกพร่องทั้งหมด	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการปลูกพืชที่ต้องมีความสมดุลของแร่ธาตุอาหารพืชครบถ้วน	- เหมาะะทุกการปลูกพืช - ทำให้พืชอุดมสมบูรณ์ - สามารถระบายน้ำได้ดี - มีส่วนประกอบของน้ำ เศษหิน กรวด ทราย ซากสัตว์	14 8 6 2	36.84 21.05 15.79 5.26

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล							
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ	
4	11.ลักษณะและสมบัติของดิน	ลักษณะของดิน ที่เหมาะสมกับ การนำไปปลูกพืชสวน ที่เป็นไม้ ยืนต้น มีลำต้นแข็งแรง เช่น มะม่วง ควรมีลักษณะอย่างไร	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ลักษณะของดิน ที่เหมาะสมกับ	ดินเหนียว	9	27.27	
			การนำไปปลูกพืชสวน ยืนต้น มีลำต้นแข็งแรง เช่น มะม่วง ควรมีลักษณะอย่างไร	-อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ -ดินเหนียวผสมดินร่วน -ดินซุย เป็นดินแข็ง -ดินอัดแน่น	9 3 2 1	27.27 9.09 6.06 3.03	
จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล					ความถี่	ร้อยละ	
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ เหตุผลของดิน ที่เหมาะสมกับ การนำไปปลูกพืชสวน	-ต้นไม้ใหญ่ต้องยึดเกาะดิน -ดินเหนียวเอาไว้อกรากต้นไม้ใหญ่ -อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ ชาติ อาหารเพียงพอ	8 3 3	17.78 6.67 6.67	
			จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล				
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ เหตุผลของดิน ที่เหมาะสมกับ การนำไปปลูกพืชสวน	-ต้นไม้ใหญ่ต้องยึดเกาะดิน -ดินเหนียวเอาไว้อกรากต้นไม้ใหญ่ -อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ ชาติ อาหารเพียงพอ	8 3 3	17.78 6.67 6.67	
			จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล				
จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ					ความถี่	ร้อยละ	
-ต้นไม้ใหญ่ต้องยึดเกาะดิน					8	17.78	
-ดินเหนียวเอาไว้อกรากต้นไม้ใหญ่					3	6.67	
-อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ ชาติ อาหารเพียงพอ					3	6.67	
-ดูดซึมอาหารได้ดี คุ้มน้ำดี					1	2.22	

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
5	12. การปรับปรุงคุณภาพของดิน	ดินเดิมเป็นดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายได้ไม่มากนักเป็นอันตรายต่อพืช วิธีการปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น ควรปฏิบัติอย่างไร	<p>เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการปรับปรุงดินเดิม</p> <p>จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ</p> <p>เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขั้นตอนการปรับปรุงดินเดิม</p>	<p>-ใส่ปูนขาว</p> <p>-เพิ่มสารที่เป็นกรด</p> <p>-เปลี่ยนดินปลูก</p> <p>-รดน้ำ ใ้ปุ๋ย</p> <p>-ทางวิศวกรรม ออกแบบเส้นทางน้ำเพื่อลด หรือตัดกระแสการไหลของน้ำ</p> <p>เหตุผล</p> <p>-ช่วยแก้ปัญหาดินเดิม</p> <p>-ดินเป็นเบส</p> <p>-ดินคุณภาพดีขึ้น</p> <p>-ทำให้พืชอุดมสมบูรณ์</p> <p>-ให้ดินอยู่ในสมดุลของธรรมชาติไม่เพิ่มระดับน้ำใต้ดินเดิมในที่สุด</p>	<p>8</p> <p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>17</p> <p>5</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>21.05</p> <p>13.16</p> <p>10.53</p> <p>7.89</p> <p>2.63</p> <p>39.53</p> <p>11.63</p> <p>6.98</p> <p>2.33</p> <p>4.65</p>

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
6	12.การปรับปรุงคุณภาพของดิน	เมื่อทดสอบค่าความเป็นกรดของดินในตำแหน่งพบว่ามีความเป็นกรดต่ำกว่า 7 หรือที่เรียกว่า ดินเปรี้ยว จะมีวิธีการปรับปรุงดินที่รวดเร็วและลงทุนต่ำได้ โดยการใส่สิ่งใดลงไปเป็นดินแห่งนี้	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการปรับปรุงดินที่เป็นกรด	-เติมสารที่เป็นเบส เช่น ปุ๋ยหมัก น้ำหมัก -น้ำหมักสมุนไพรสกัดผสมน้ำ -ใช้น้ำชะล้างความเป็นกรด -เพิ่มค่า pH -ปลูกพืชคลุมดิน บำรุงดิน	8 6 5 3 2	25.81 19.35 16.13 9.68 6.54
จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล					เหตุผล	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขั้นตอนการปรับปรุงดินที่เป็นกรด	-ชะล้างความเปรี้ยว -จะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นโดยการปล่อยน้ำซึ่งให้วามขี้แบลง -ปรับหน้าดิน -ปรับค่าสถานะความเป็นด่าง	14 5 4 1	35.90 12.82 10.26 2.56

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล							
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นค่าตอบแทน	ค่าตอบแทน	ความถี่	ร้อยละ	
7	13.การนำดินไปใช้ประโยชน์	ในการนำดินไปใช้ประโยชน์ ทางด้านการเพาะปลูกนำไปปลูกพืชสวนจำพวกไม้ผล จำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติทางด้านใดของดิน	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินในการนำดินไปใช้ประโยชน์ทางด้านการใช้ประโยชน์ทางด้านการเพาะปลูกนำไปปลูกพืชสวน	-สีของดิน อีวีมัด -ระบายน้ำได้ดีให้อากาศผ่านพอเหมาะ -ความร่วนของดิน -ความเป็นกรดต่าง แร่ธาตุ หน้าที่ดิน	7 6 4 2	15.22 13.04 8.70 4.35	
จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล					เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับที่เหมาะสมกับการปลูกพืชสวนจำพวกไม้ผล	-เพื่อให้เหมาะแก่การเพาะปลูกและเจริญเติบโต -เพิ่มผลผลิต -ช่วยบำรุงดิน และเป็นอาหารของพืช	13 6 3	30.95 14.29 7.14	

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
8	13.การนำดินไปใช้ประโยชน์	ดินที่เหมาะสมสำหรับกรนำไปทำเครื่องปั้นดินเผา จะต้องใช้ดินชนิดใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดินที่เหมาะสมสำหรับกรนำไปทำเครื่องปั้นดินเผา	-ดินขาว ดินเกลิน	1	100
			เครื่องปั้นดินเผา			
			จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			ไม่เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของดิน	-เป็นก้อนๆ	3	33.33
			เหนียวที่เหมาะสมสำหรับการนำไปทำเครื่องปั้นดินเผา	-เป็นดินที่แข็งตัว และมีควมทนทาน นำสีผ่านได้ยาก	2	22.22
				-มีความยืดหยุ่น	1	11.11

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องข้อคำตอบ	จุดบพร่องคำตอบและเหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
9	14.กระบวนการเกิดขึ้น	คำถาม แรงดันและประจุไฟฟ้าเคมีทำให้ หินอ่อนที่ผู้ฝังเกิดการรวมตัว เป็นหินชนิดใด	จุดบพร่องข้อคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหินที่ เกิดจากแรงดันและประจุไฟฟ้าเคมี	คำตอบ -หินตะกอน -หินอัคนีหินแกรนิต -หินอบสีเดียว -หินเหนียว	22 12 2 2	41.51 22.64 3.77 3.77
			จุดบพร่องข้อเหตุผล เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ กระบวนการเกิดหินแปร	เหตุผล -หินตะกอนเกิดจากการฟุ้งของหิน ชนิดต่าง ๆ -ผู้ฝัง ทั้บถมเป็นเวลานาน -รวมตัวของประจุไฟฟ้าเคมี -ลมฟ้าอากาศ	ความถี่ 11 6 5 5	ร้อยละ 29.73 16.22 13.51 13.51

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
10	14.กระบวนการเกิดหิน	หินอัคนีมีกระบวนการเกิด แตกต่างจากกระบวนการเกิดหินตะกอนและหินแปรอย่างไร	เข้าใจคลาดเคลื่อนถึงความแตกต่างของกระบวนการเกิดหินอัคนี กับหินตะกอนหรือหินแปร	-เกิดจากแมกมา -เกิดจากการแข็งตัวของหินหนืด -จากภูเขาไฟ -การรวมตัวของลาวา	5 5 4 3	13.51 13.51 10.81 8.11
			จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการเกิดหินตะกอนและหินแปร	-เกิดจากแมกมา และลาวาเย็นตัว -ผสมกัน แข็งตัว -การปะทุของภูเขาไฟ -หินตะกอน ส่วนประกอบดิน -เป็นหินร้อนเมื่อเย็นตัวกลายเป็นหินตะกอน	8 4 3 2 1	19.51 9.76 7.32 4.88 2.44

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
11	15.ลักษณะและสมบัติของหิน	หินบะซอลต์หรือหินภูเขาไฟ ถูกจัดให้อยู่ในหินประเภทใด	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประเภทของหิน	คำตอบ -หินดินดาน -หินตะกอน -หินภูเขาไฟ -หินกรวด	7 6 3 3	20.59 17.65 8.82 8.82
			จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของหินบะซอลต์หรือหินภูเขาไฟ	คำตอบ เหตุผล -เนื้อละเอียด -หินมาจากภูเขาไฟระเบิด -ขนาดเล็ก -มีความหนืด -หินที่มีความร้อน	ความถี่	ร้อยละ
					10 10 5 2 1	30.30 30.30 15.15 6.06 3.03

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ	
12	15.ลักษณะและสมบัติของหิน	หินแก้วภูเขาไฟชนิดหนึ่งซึ่งมีฟองแก๊สเล็กๆ อยู่ในเนื้อ มากมายจนโพรงคล้ายฟองน้ำคือหินชนิดใด	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ เข้าใจผิดคิดว่าคือหินเกี่ยวกับประเภทของหิน	-หินอัคนี	22	56.41	
				-หินลอยตัว	4	10.26	
				-หินแกรนิต	3	7.69	
				-หินตะกอน	3	7.69	
					เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
					จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล		
					เข้าใจผิดคิดว่าหินเกี่ยวกับลักษณะกระบวนการเกิดของหินพัลมิช	10	27.78
					-การปะทุภูเขาไฟ	9	25.00
					-เกิดจากการตกรุนึก	1	2.78
					-เกิดจากการเย็นตัว	3	8.33
					-มีฟองเล็กๆ		

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
13	16.การนำหินไปใช้ประโยชน์	หินอัคนีชนิดหนึ่งที่ยังนำมาใช้ เป็นหินประดับในการสร้างเคาท์ เตอร์ต่างๆ เช่น เคาท์เตอร์ครัว โต๊ะรับประทานอาหาร ดูแล รักษาง่าย คือหินชนิดใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิด ของหินอัคนีที่นำมาใช้เป็นหิน ประดับ	-หินอ่อน -หินแกรนิต -หินบะซอลต์ -หินแปร	23 3 3 1	62.16 8.11 8.11 2.70
		รักษาง่าย คือหินชนิดใด	จุดบพร่องขึ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ลักษณะของ หินแกรนิต	-ลายสวย ทนทาน -คุณภาพดีสุด -แข็งแรง -รักษาง่าย	10 7 5 2	35.71 25.00 17.86 7.14

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
14	16.การนำหินไปใช้ประโยชน์	หินตะกอนที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าคืออะไรชนิดใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหินที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า	-หินน้ำมัน -หินแปร -หินกรวด -หินปูน	9 9 4 3	29.03 29.03 12.90 9.68
			จุดบกพร่องทั้งหมด	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคุณสมบัติของถ่านหินที่นิยมนำใช้ในอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า	-มีคุณสมบัติผลิตไฟฟ้า -มีคาร์บอนในโตรเจน ออกซิเจน ไฮโดรเจน	15 4	40.54 10.81
				-แข็งแรง -มีความร้อน	4 1	10.81 2.70

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล					
ข้อ	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
15	มโนทัศน์ 17.กระบวนการเกิดแร่	แหล่งแร่ชนิดใดที่ทำขึ้นมาจาก แมกมาเป็นแหล่งแร่ที่มีการ แทรกซอนขึ้นมาได้ทั่วโลกจน เป็นแหล่งแร่	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิด ของแหล่งแร่ที่กำเนิดมาจาก มา	ความถี่	ร้อยละ
				11	21.15
			-หินอัคนี	10	19.23
			-ลาวา	5	9.62
			-ภูเขาไฟระเบิด หินภูเขาไฟ	4	7.69
			-แร่อบซิเดียม		
		จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
		เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ กระบวนการเกิดแหล่งแร่เหล็ก	-เย็นตัวลงเป็นแหล่งแร่	23	36.51
			-เกิดจากการเย็นตัว แร่ังตัว	12	19.05
			-ต้นหินมาจากใต้พื้นโลก เย็นตัวลง แหล่งแร่	6	9.52
			-ทับถม กร่อน เย็นตัว แร่ังตัว	2	3.67

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มิโนรัลส์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
16	ปริมาณการเกิดแร่	แหล่งแร่ (mineral deposit) มักจะเกิดขึ้นที่บริเวณชั้นใดของโครงสร้างโลก	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบริเวณที่เกิดแหล่งแร่ในโครงสร้างโลก	- ใต้ผิวโลก - แมนเทิล - พื้นผิวโลก - เนื้อโลก	22 10 7 4	40.74 18.52 12.96 7.41
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการเกิดแหล่งแร่ที่ชั้นเปลือกโลก	- เป็นบริเวณที่มีแร่เยอะ - เกี่ยวข้องกับกระบวนการธรณีวิทยาบนผิวโลก - มีการเลื่อนของเปลือกโลก - แหล่งแร่ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่พื้นผิวโลก	22 5 2 2	41.51 9.43 3.77 3.77

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
17	18.คุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่	ลักษณะทางกายภาพที่ใช้การทดสอบความสามารถในการสะท้อนแสงของแร่	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพที่อาศัยการสะท้อนแสงของแร่	-สี ปรากฏความโปร่ง การหักเห -ความทึบ -พื้นผิว -เงา	8 1 3 2	22.86 2.86 8.57 5.71
			จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพความยาวของแร่	-สะท้อนได้ -แสงสะท้อนดี	8 2	47.06 11.76
				-มองเห็นได้ละเอียด -สะท้อนไม่ชัดเจน	1 1	5.88 5.88

ตาราง 22(ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
18	มโนทัศน์และลักษณะทางกายภาพของแรง	หินชนิดใดที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวให้น้ำมันที่มีลักษณะคล้ายน้ำมันดิบออกมา	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิดของแร่	-หินอัคนี -หินภูเขาไฟ -หินกรวด -ยิปซัม	6 5 3 2	30.00 25.00 15.00 10.00
จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล						
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคุณลักษณะของหินน้ำมัน	-สลายตัวเป็นน้ำมัน -หินที่เกิดจากพืช ละสลายที่ตายแล้ว -เมื่อรับความร้อน กลายเป็นน้ำมัน -เชื้อเพลิง -ลาวา	8 4 4 2 3	36.36 18.18 18.18 9.09 13.64

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มติคณะรัฐมนตรี	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
19	19.การนำแร่ไปใช้ประโยชน์	แร่โลหะประเภทใด ที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องประดับ	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแร่ โลหะที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องประดับ	-โลหะ ทอง เงิน แพลทินัม โรเดียม พาลาเดียม -เพชร -ยิปซัม -เงิน ทองคำขาว -แร่ มุก เงิน	18	37.50
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของแร่รัตนชาติ	-นำมาทำเครื่องประดับ -สวยงาม -สวยงาม ราคาแพง -ไม่ล้ำ สวยงาม -สะท้อนแสง	18 14 7 2 2	36.73 28.57 14.29 4.08 4.08

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
20	19.การนำแร่ไปใช้ประโยชน์	แร่โลหะชนิดใด ที่มีมูลค่าสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องประดับ หรือ หักประกกันทางการเงินได้	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแร่ที่มีมูลค่าเป็นหลักประกันทาง การเงินได้	-เพชร ไข่มุก -อัญมณี -แร่เงิน -แร่ โลหะมีค่า	9 7 2 4	32.14 25.00 7.14 14.29
จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล						
เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ คุณสมบัติของแร่ทองคำ						
ไม่มีคำมาก -ราคาสูง -นำมาทำเครื่องประดับ -แพง หายาก						
					ร้อยละ	
					8 6 5 3	25.00 18.75 15.63 9.38

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล						
ข้อ	มติที่สน	คำถาม	จุดบพร่องชิ้นค่าตอบแทน	คำตอบ	ร้อยละ	
21	มติที่สน 20.ลักษณะและสมบัติของปีโตรเลียม	เชื่อเพลิงธรรมชาติชนิดใดที่ต้องนำมาเข้าสู่กระบวนการกลั่น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน	เข้าใจตลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิดของเชื้อเพลิงธรรมชาติ	ปีโตรเลียม	17	34.00
	ปีโตรเลียม	ถ่านหินและการใช้ประโยชน์	นำเข้ามาเข้าสู่กระบวนการกลั่น	ถ่านหิน	9	18.00
	ประโยชน์	เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน	นำเข้ามา	นำเข้ามา	8	16.00
			คุณสมบัตินี้เหมาะสมกับภาว	พลังงานชีวภาพ	1	2.00
			งาน	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			จุดบพร่องชิ้นเหตุผล		ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจตลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะทางธรรมชาติของน้ำมันดิบ	-กลั่นแล้วเอาไปต้มเพื่อให้น้ำเดือด ผลิตกระแสไฟฟ้า	10	22.22
				-สะดวกต่อการใช้งาน	9	20.00
				-กลั่นก่อนนำมาใช้งาน	8	17.78
				-ใช้ประโยชน์โดยตรงไม่ได้	5	11.11
				-มีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ	4	8.89

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องที่คำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
22	ปีเตอร์และสมบัติของปีเตอร์ ปีเตอร์และสมบัติของปีเตอร์	ปีเตอร์และสมบัติของปีเตอร์ ปีเตอร์และสมบัติของปีเตอร์	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชื่อของสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน	-น้ำมัน -คาร์บอน และไฮโดรเจน -ซากพืชซากสัตว์ -แร่ธาตุธรรมชาติ	20 6 2 1	62.50 18.75 6.25 3.13
	ประโยชน์		จุดบกพร่องทั้งหมด	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะทางธรรมชาติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	-ควรมีโมเลกุลเดี่ยว -เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ -เป็นสารประกอบ -เกิดขึ้นในชั้นหินใต้เปลือกโลก	20 3 3 2	57.14 8.57 8.57 5.71

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
23	21.การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ	แหล่งกำเนิดน้ำใหญ่ที่สุดที่เป็นแหล่งกำเนิดของน้ำแทบทั้งหมดที่มีอยู่คือแหล่งน้ำใด	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดน้ำใหญ่ที่สุด	คำตอบ -มหาสมุทร -ทะเล -เทือกเขาหิมาลัย -น้ำบนดิน	27 15 6 5	43.55 24.19 9.68 8.06
			จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับน้ำฝนที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำใหญ่ที่สุด	-กว้างใหญ่ -มีน้ำมาก -สูงสุดใหญ่สุด -น้ำในมหาสมุทรระเหยไปบนฟ้า	18 12 8 5	33.33 22.22 14.81 9.26
				ควบคุมแน่นเป็นเมฆเกิดเป็นแหล่งน้ำ		

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบพร่องข้อคำถาม	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
24	การเกิดแหล่งน้ำธรรมชาติ	ชั้นหินใต้ดินที่ทำให้น้ำไหลได้ เป็นปริมาณมาก เรียกว่าชั้นหิน ใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับข้อ ชั้นหินใต้ดินที่ทำให้น้ำไหลได้	-ชั้นดินดาน -อยู่ชั้นล่าง -ถ่านหิน -หินแปร	7 5 1 1	50.00 35.71 7.14 7.14
			จุดบพร่องชั้นเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำ	-กักเก็บน้ำ -ชั้นล่างสุดมีน้ำเยอะ -อยู่ส่วนล่าง -มีน้ำมาก -น้ำบาดาลเกิดอยู่ในชั้นหินที่ถมตัว ด้วยน้ำ	16 8 7 6 5	35.56 17.78 15.56 13.33 11.11

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องข้อสอบและเหตุผล		
			จุดบกพร่องข้อสอบ	คำตอบ	ร้อยละ
25	การใช้ประโยชน์และดูแลและอนุรักษ์แหล่งน้ำ	คำถาม เพราะเหตุใดรัฐบาลจึงประกาศขอความร่วมมือจากเกษตรกรงดการปลูกข้าวนาปรังในช่วงนอกฤดูกาลทำนา	จุดบกพร่องข้อสอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกา รทำนาออกฤดูกาล	คำตอบ - นำไม่เพียงพอ - ใช้น้ำมาก - ผลผลิตไม่ดี - ประหยัดการใช้น้ำ	ร้อยละ 15 8 8 5
			จุดบกพร่องข้อสอบ เหตุผล	คำตอบ เหตุผล	ร้อยละ 6
		คำถาม เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกา ปลูกข้าวนาปรัง	จุดบกพร่องข้อสอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกา ปลูกข้าวนาปรัง	คำตอบ - ผลผลิตไม่ดี - ทำให้ข้าวไม่เจริญเติบโต - ใช้น้ำมากเกินไป - ทำนาตลอดปี นำไม่ได้รับการฟื้นฟู - นำในการทำการเกษตรนั้นใช้น้ำ มาก อาจไม่พออุปโภค บริโภค	ร้อยละ 14.29 9.52 9.52 7.14 7.14
			จุดบกพร่องข้อสอบ เหตุผล	คำตอบ เหตุผล	ร้อยละ 6
			จุดบกพร่องข้อสอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกา ปลูกข้าวนาปรัง	คำตอบ - ผลผลิตไม่ดี - ทำให้ข้าวไม่เจริญเติบโต - ใช้น้ำมากเกินไป - ทำนาตลอดปี นำไม่ได้รับการฟื้นฟู - นำในการทำการเกษตรนั้นใช้น้ำ มาก อาจไม่พออุปโภค บริโภค	ร้อยละ 4 4 3 3
			จุดบกพร่องข้อสอบ เหตุผล	คำตอบ เหตุผล	ร้อยละ 6

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องข้อสอบและเหตุผล		
			จุดบกพร่องข้อสอบ	คำตอบ	ร้อยละ
26	22.การใช้ประโยชน์และและถาวร อนุรักษ์แหล่งน้ำ	ชาวไทยเขาประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค จากการสำรวจพบว่าในฤดูฝนมีน้ำฝนมากแต่ไม่สามารถกักเก็บไว้ได้ ทำให้ในฤดูร้อนขาดแคลนน้ำ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นภูเขาหัวโล้นมีต้นไม้สำหรับดูดซับน้ำน้อย ถ้าจะช่วยเหลือชาวไทยภูเขาเหล่านี้จะสามารถช่วยแก้ปัญหาได้อย่างไร	จุดบกพร่องข้อสอบ เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกรแก้ปัญหาขาดแคลนน้ำบนภูเขา	คำตอบ -ปลูกต้นไม้ให้เยอะขึ้น -สร้างเขื่อน -กักน้ำ -พืชน้ำในดิน	ร้อยละ 38.64 27.27 11.36 9.09
			จุดบกพร่องข้อสอบ จุดบกพร่องข้อสอบ	เหตุผล -มีต้นไม้ดูดซับน้ำมากเกินไป -จะมีน้ำใช้ -ฝนตกจะมีน้ำไว้ใช้ -กักเก็บน้ำ	ร้อยละ 35.42 25.00 16.67 12.50

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
27	23. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา	กระบวนการพุ่งประเภทใดที่ ทำให้คุณสมบัติบางประการ ของหินเปลี่ยนแปลงไป	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ เข้าใจผิดคือเคลื่อนเกี่ยวกับ กระบวนการการพุ่งของหิน	คำตอบ - ความร้อน - การกัดกร่อน - พุ่ง ตามธรรมชาติ - แฉกดินไหว - พุ่งตามกายภาพ	9 7 4 4 3	18.37 14.29 8.16 8.16 6.12
			จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจผิดคือเคลื่อนเกี่ยวกับ ลักษณะกระบวนการของการพุ่งทางเคมี	- ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลง - มีการพุ่งทางเคมีและกายภาพ - การทรุดของดิน - การกัดกร่อนหินปูน - การพุ่งของหิน	29 4 2 2 1	67.44 9.30 4.65 4.65 2.33

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล				
	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่ ร้อยละ	
28	มโนทัศน์ 23. ลักษณะการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยา	การขุดเจาะน้ำใต้ดินหรือน้ำ บาดาล ส่งผลกระทบบต่อ การเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศอย่างไร	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ของการขุดเจาะน้ำใต้ดินหรือน้ำ บาดาล	ดินทรุดโทรม ทรุดตัวลง -แผ่นดินไหว -มีผลต่อชั้นใต้ดิน -ขาดแคลนทรัพยากร	16 48.48 6 18.18 3 9.09 3 9.09
			จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล เกิดจาก	เหตุผล -เกิดจากการขุดเจาะลึก -ดินไม่ -น้ำแห้ง -ขุดร่อนนำมากเกินไป	ความถี่ ร้อยละ 11 30.56 10 27.78 4 11.11 3 8.33

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบัพพร้อมคำตอบและเหตุผล					
ข้อ	คำถาม	จุดบัพพร้อมข้อคำตอบ	คำตอบ	ความถี่ ร้อยละ	
1	มโนทัศน์ 24. โครงสร้างและองค์ประกอบ ของโลก	สิ่งมีชีวิตต่างๆจะสามารถดำรงชีวิตอาศัยอยู่ได้ในโครงสร้างใดของโลก	-ผิวโลก -เปลือกโลกส่วนมหาสมุทร -พื้นโลก -แก่นโลกชั้นใน	15 4 2 1	40.54 10.81 5.41 2.70
		จุดบัพพร้อมข้อเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
		เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบของโลก	- เพราะเป็นส่วนที่มีอากาศหายใจ และมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การอาศัย	31 25	28.70 23.15
		โครงสร้างใดของโลก	- เพราะว่ามีแรงโน้มถ่วงของโลก - เพราะมีทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นได้ ต่างๆสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้	16 9	14.81 8.33
			- มีออกซิเจน ห่างจากแสงอาทิตย์พอเหมาะ ไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป อุณหภูมิพอเหมาะ		

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
2	24. โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก	โครงสร้างใดของโลกที่อยู่บริเวณใจกลางของโลก	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของโครงสร้างโลก	-แกนกลางโลก -แมนเทิล -ทะเล	4 3 1	33.33 25.00 8.33
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่ <td>ร้อยละ</td>	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างโลกชั้นในสุด	-เป็นส่วนที่อยู่ชั้นในสุดของโลก มีความหนา 3470 กิโลเมตร -เพราะอยู่ส่วนใจกลางของโลก -คือส่วนหนึ่งที่อยู่ใต้เปลือกโลก -เพราะโลกรวมกันโดยมีแรงดึงดูด	29 25 4 3	38.16 32.89 5.26 3.95

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็น	คำถาม	จุดบกพร่องที่คำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
3	25. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์	เมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในเงาของโลก จะเกิดปรากฏการณ์ใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสุริยุปราคา		8	80.00
		มีดของโลกละเกิดปรากฏการณ์ใด	ปรากฏการณ์ระหว่างดวงจันทร์กับโลก	-ข้างขึ้น — ข้างแรม -ราหูอมจันทร์	1	10.00
			จุดบกพร่องทั้งหมด	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์อยู่ในเงาของโลก	-ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์อยู่ในแนวเดียวกับโลกและเกิดเงาดวงจันทร์บนโลก	4	7.84
			เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา	-ดวงจันทร์มืด	4	7.84
				-ดวงจันทร์สว่างขึ้นทั้งดวง	4	7.84
				-ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์	3	5.88

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
4	25.ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์	ปรากฏการณ์การขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์เกิดจากสาเหตุใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์การขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์	-การที่ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง -การโคจรของดวงจันทร์ -โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ -ดวงอาทิตย์โคจรรอบโลก	3 2 2 1	20.00 13.33 13.33 1.67
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่ <th>ร้อยละ</th>	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะการหมุนรอบตัวเองของโลก	-เคลื่อนที่จนดับขอบฟ้าทางทิศตะวันตก -เกิดหมุนของดวงอาทิตย์ตามเวลาโลก	10 4 7 1	10.87 4.35 7.61 1.09
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	-เพราะมีแรงดึงดูดของโลกและดวงจันทร์ -ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่รอบโลกจึงทำให้มีมืดและสว่าง		

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบัพพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มิโนทัศน์	คำถาม	จุดบัพพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
5	26.ผลของความสัมพัทธ์ระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	การที่แกนโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแนวตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลกขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติข้อใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลของแกนโลกเอียง	-นำขี้น้ำลง -ขึ้น 8 คำ แรม 8 คำ -โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นเวลา 1 ปี	5	12.82
			จุดบัพพร่องทั้งเหตุผล	-ตะวันออกไม่ได้โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ -โลกเอียง	2	5.13
จุดบัพพร่องทั้งเหตุผล					ความถี่	ร้อยละ
เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลของแกนโลกเอียง			เหตุผล	39	51.32	
			-โลกเอียง 23.5 องศา	7	9.21	
			-โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์	4	5.26	
			-ผลจากการเอียงของแกนโลกทำให้ขั้วโลกเหนือไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์	4	5.26	
			-ดวงจันทร์สว่างข้างเดียว	4	5.26	

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องขึ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
6	ผลของความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์โลก ดวงจันทร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	ปรากฏการณ์ขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดผลอย่างไรกับโลก	เข้าใจเวลาเคลื่อนที่เกี่ยวกับผลของปรากฏการณ์ขึ้นและตกของโลก	-เพราะดวงอาทิตย์ขึ้นจะมีแสง แต่พอดวงอาทิตย์ตกจะไม่แสง	6	18.18
			ดวงอาทิตย์ไม่มีต่อโลก	-เกิดเวลา	5	15.15
			อย่างไรกับโลก	-ทำให้เกิดทิศ	2	6.06
			โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์	-โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์	2	6.06
จุดบกพร่องขึ้นเหตุผล					ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจเวลาเคลื่อนที่เกี่ยวกับกา	-โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์และดวงจันทร์	26	32.50
			เกิดกลางวันและกลางคืน	-เพราะตอนเช้าพระอาทิตย์ขึ้น ตอนกลางวันพระอาทิตย์ตก	16	20.00
				-เกิดเวลาต่างกัน	5	6.25
				-เกิดความต่างของอากาศ	1	1.25

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องที่คำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
7	การเกิดระบบสุริยะจะกลายไปเป็นสิ่งใด	คำตอบ มวลสารส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากการเกิดระบบสุริยะจะกลายไปเป็นสิ่งใด	จุดบกพร่องที่คำตอบ -ดาวเคราะห์ต่างๆ -อุกกาบาต -กาแล็กซี -โลก -ดวงดาวต่างๆ	คำตอบ -ดาวเคราะห์ต่างๆ -อุกกาบาต -กาแล็กซี -โลก -ดวงดาวต่างๆ	38 13 5 4 4	52.05 17.81 6.85 5.48 5.48
			จุดบกพร่องที่เหตุผล -โคจรรอบดวงอาทิตย์แรงโน้มถ่วง -การรวมกันของมวลสาร -จับตัวเป็นก้อนเป็นดาวเคราะห์ -มวลที่เหลือไม่ได้เคลื่อนที่เข้าไปเป็นดาวอาทิตย์ -เพราะไม่สำคัญจึงมาเป็นอุกกาบาตร	เหตุผล -โคจรรอบดวงอาทิตย์แรงโน้มถ่วง -การรวมกันของมวลสาร -จับตัวเป็นก้อนเป็นดาวเคราะห์ -มวลที่เหลือไม่ได้เคลื่อนที่เข้าไปเป็นดาวอาทิตย์ -เพราะไม่สำคัญจึงมาเป็นอุกกาบาตร	21 11 6 5 4	24.71 12.94 7.06 5.88 4.71

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบัพพร้อมคำตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบัพพร้อมทั้งคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
8	องค์ประกอบของเอกภพ	กาแล็กซีทางช้างเผือกมีรูปร่างเป็นกาแล็กซีแบบใด	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่างของกาแล็กซี	-คล้ายจักรของนาฬิกาหรือไขดาว	30	32.97
			จุดบัพพร้อมทั้งเหตุผล	-กาแล็กซีแบบวงรี -เป็นเส้นตรงตรงม้วนเป็นขดหอย -กึ่งตัน	26 7 7	28.57 7.69 7.69
			จุดบัพพร้อมทั้งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่างของกาแล็กซีทางช้างเผือก	-ดวงดาวในกาแล็กซีทางช้างเผือกเคลื่อนที่เหมือนระลอกคลื่น	23	26.74
			รูปร่างของกาแล็กซีทางช้างเผือก	-เพราะกลุ่มดาวมารวมกัน	8	9.30
				-กาแล็กซีทางช้างเผือกมีรูปร่างคล้ายกังหัน	7	8.14
				-เพราะมีลักษณะเหมือนแผ่นจานมองด้านบนเหมือนทรงกลมกำลังหมุนรอบตัวเอง	4	4.65
				-แรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์ทำให้มีลักษณะเป็นวงรี	1	1.16

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	จุดบกพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล					
	มติเห็นด้วย	คำถาม	จุดบกพร่องซึ่งคำตอบ	คำตอบ	ร้อยละ	
9	28.การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์	กลุ่มดาวที่นิยมใช้สำหรับบอกเวลา คือกลุ่มดาวใด	กลุ่มดาวที่นิยมใช้สำหรับบอกเวลา	-ดาวศุกร์ -ดาวศุกร์ -กลุ่มดาวนาฬิกา -ดาวเหนือ	17 4 3 3	50.00 11.76 8.82 8.82
			จุดบกพร่องซึ่งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประโยชน์ของกลุ่มดาวที่มีใหญ่	-เพราะมันอยู่ทางทิศเหนือ -เป็นดาวที่เห็นได้ทั้งในดวงที่ดูที่สุด -เพราะมันสว่างที่สุด -เห็นตอนเที่ยงคืนและหายไปตอนใกล้สว่าง -จะอยู่คงที่	5 3 2 2	11.11 6.67 4.44 4.44
					2	4.44

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องที่คำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
10	การนำความรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวไปใช้ประโยชน์	ดวงดาวใดมีประโยชน์ในการหาทิศ	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดวงดาวที่ใช้ประโยชน์ในการหาทิศ	-ดาวเข็มทิศ -กลุ่มดาวหมีเล็ก -กลุ่มดาวหมีใหญ่ -ดาวศุกร์	2 2 1 1	33.33 33.33 16.67 16.67
			จุดบกพร่องทั้งหมด	เหตุผล -ลักษณะของมโนทัศน์ที่ต่าง ๆ -เป็นดาวที่สว่างที่สุด -เพราะมองเห็นได้ง่าย -อยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดาวเหนือที่ใช้ประโยชน์ในการหาทิศ		8 7 2 1	30.77 26.92 7.69 3.85

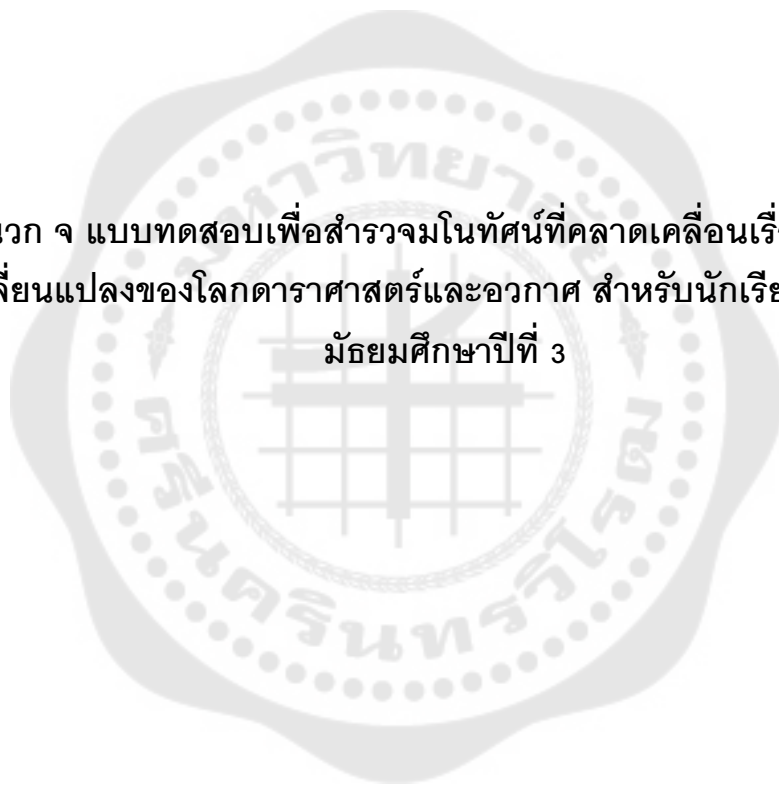
ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบแทนและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นค่าตอบแทน	ค่าตอบแทน	ร้อยละ	
11	29.ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอากาศยาน	การผลิตรวดเร็วเพื่อเดินทางสู่อวกาศ ต้องมีการผลิตแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ออกจากกัน เพราะเหตุใด	เข้าใจตลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับหลักการผลิตรวดเร็วที่จะต้องลดขนาดของจรวดลง	<ul style="list-style-type: none"> -เพื่อความสะดวก -ลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง -สะดวกต่อการขนส่งเชื้อเพลิง -สะดวกต่อการเก็บรักษา -สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ 	<ul style="list-style-type: none"> 25 5 4 2 1 	<ul style="list-style-type: none"> 26.60 5.32 4.26 2.13 1.06
จุดบกพร่องชิ้นเหตุผล						
			เข้าใจตลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับหลักการผลิตรวดเร็วที่จะต้องลดขนาดของจรวดลง	<ul style="list-style-type: none"> -ผลิตเพื่อชิ้นส่วน -เพื่อความสะดวกในการเดินทาง -ลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง -เพราะหากมีเชื้อเพลิงส่วนเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการเดินทาง -สะดวกต่อการประกอบ 	<ul style="list-style-type: none"> 30 15 8 5 3 	<ul style="list-style-type: none"> 32.97 16.48 8.79 5.49 3.30

ตาราง 22 (ต่อ)

จุดบกพร่องค่าตอบและเหตุผล						
ข้อ	มโนทัศน์	คำถาม	จุดบกพร่องชิ้นคำตอบ	คำตอบ	ความถี่	ร้อยละ
12	29.ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ	เมื่อสังเกตดาวเทียมที่อยู่เบื้องโคจรหนึ่งนอกโลกพบว่า ดาวเทียมปรากฏนิ่งในตำแหน่งเดิมตลอดเวลา ดาวเทียมนี้คือ ดาวเทียมอะไร	เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบดาวเทียมค้างฟ้า	-ดาวเทียมส่งสัญญาณ -ดาวเทียมเกิดการขัดข้อง -สถานีอวกาศนานาชาติ -ดาวเทียมฟ้า	3 2 2 1	11.11 7.41 7.41 3.70
		ดาวเทียมอะไร	จุดบกพร่องทั้งเหตุผล	เหตุผล	ความถี่	ร้อยละ
			เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเหตุผลของดาวเทียมค้างฟ้า	-เพราะมีทิศทางการโคจรทวนเข็มนาฬิกาเหมือนทิศทางการหมุนของโลก -เพราะฟ้า -ดาวเทียมที่มนุษย์เอากออกไปไว้ข้างนอกเพื่อดูสถานการณ์ต่างๆ -เพื่อไว้ตรวจสอบสภาพการพยากรณ์อากาศให้คงที่ -สำรวจสภาพอวกาศ	9 6 1 1 1	17.31 11.54 1.92 1.92 1.92

ภาคผนวก จ แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการ
เปลี่ยนแปลงของโลกดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3



แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ)

รหัสประจำตัวสอบ..... รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมคำตอบ พร้อมระบุเหตุผลลงในช่องว่างให้ครบถ้วน

ตัวอย่างคำตอบ

00.คำถาม เครื่องบินโดยสารนิยมบินในชั้นบรรยากาศใดมากที่สุด

คำตอบ บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์

เหตุผล เพราะชั้นบรรยากาศสตราโทสเฟียร์อากาศจะเบาบาง มีเมฆน้อย ทำให้สภาพอากาศไม่แปรปรวน ไม่บดบังทัศนวิสัยในการบิน ไม่มีเมฆพายุ อากาศเบาบาง มีความชื้นและฝุ่นละอองน้อย

1. คำถาม ชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์มีแก๊สชนิดใดมากที่สุด ที่เปรียบเหมือนเกราะบางๆ ที่ห่อหุ้มและปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลก

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

2. คำถาม แก๊สโอโซนมีหน้าที่ที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

3. คำถาม คุณสมบัติทางกายภาพใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นบรรยากาศซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณทางความร้อนและความเย็นของชั้นบรรยากาศ

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

4. คำถาม คุณสมบัติทางกายภาพใดที่อธิบายถึงส่วนผสมของอากาศมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นบรรยากาศ

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

5.คำถาม แก๊สที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกที่มีมากที่สุดคือแก๊สใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

6.คำถาม กระบวนการเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนองเกิดขึ้นที่ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ได้จากสาเหตุใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

7.คำถาม ในหนึ่งวัน ระยะเวลาใดระหว่างช่วงเช้า(06.00-09.00) ช่วงสาย(10.00-13.00) ช่วงบ่าย(14.00-16.00)และช่วงเย็น(17.00-19.00) จะมีอุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลกสูงที่สุด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

8.คำถาม ปริมาณที่เปรียบเทียบระหว่างไอน้ำซึ่งมีอยู่จริงและปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิ ความดันและปริมาตรเดียวกันและจะวัดค่าความชื้นนี้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา คือความชื้นใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

9. คำถาม ลมบก ลมทะเล ถูกจัดเป็นลมชนิดใด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

10. คำถาม จุดกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อน เริ่มต้นก่อตัวขึ้นที่บริเวณตำแหน่งใดบนโลก

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

11. คำถาม เมฆชนิดใด ที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ว่าจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

12. คำถาม จากข้อความคำพยากรณ์อากาศต่อไปนี้

“บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนยังคงแผ่ปกคลุมประเทศไทย ทำให้ทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นต่อไปอีกสำหรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรงพัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ทำให้คลื่นลมบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีกำลังแรง โดยมีคลื่นสูง 2-3 เมตรและบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เสริมลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่องทำให้อากาศประเทศไทยจะมีอากาศหนาวเย็นต่อไป”

ข้อความใดที่แสดงถึงประเภทข้อมูลขององค์ประกอบลมฟ้าอากาศ

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

14. คำถาม ถ้าพื้นที่ที่นักเรียนอาศัยอยู่นั้นเป็นเส้นทางเดินของพายุ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

15. คำถาม สารเคมีชนิดใดเมื่อถูกปล่อยไปสู่ชั้นบรรยากาศจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

16. คำถาม แนวทางป้องกันให้เกิดโรคหิวโหยมีขนาดลดลงได้ คืออะไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

17. คำถาม ผลของภาวะโลกร้อนปรากฏการณ์ใดที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ปรากฏการณ์ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

18. คำถาม แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO₂) ที่มีปริมาณมากในชั้นบรรยากาศโลก ทำให้เกิดปัญหาใดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลก

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวินิจฉัยสึ่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



แบบทดสอบวินิจฉัยสึ่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศ)

รหัสประจำตัวสอบ..... รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสึ่ลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

ข้อสอบฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถาม และส่วนที่ 2 เหตุผลของคำตอบ

ให้นักเรียนตอบคำถาม และระบุเหตุผลของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งระบุระดับความมั่นใจของคำตอบและเหตุผลของคำตอบ

ตัวอย่างคำตอบ

ข้อ 00 คำถาม เครื่องบินโดยสารนิยมบินในชั้นบรรยากาศใดมากที่สุด	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1.บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก
<input type="radio"/> 2.บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจ
<input type="radio"/> 3.บรรยากาศชั้นมีโซสเฟียร์	<input type="radio"/> มั่นใจ
<input type="radio"/> 4.บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์	<input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งและรวดเร็วกว่าบรรยากาศชั้นอื่น และเป็นชั้นบรรยากาศที่มีปริมาณไอน้ำมาก	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก
<input type="radio"/> 2. มีอากาศเบาบาง มีเมฆน้อย ทำให้สภาพอากาศไม่แปรปรวน ไม่บดบังทัศนวิสัยในการบิน ไม่มีเมฆพายุ มีความชื้นและฝุ่นละอองน้อย	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจ
<input type="radio"/> 3. อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศจะลดลงตามความสูง มีอากาศเบาบางมาก	<input type="radio"/> มั่นใจ
<input type="radio"/> 4. ความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศนี้มีความหนาแน่นสูง ปริมาณออกซิเจนมาก ทำให้เกิดการเผาไหม้ของเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ	<input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 1 คำถาม ชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์มีแก๊สชนิดใดมากที่สุด ที่เปรียบเทียบบนโลก เพราะบางๆ ที่ห่อหุ้มและปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลก	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. แก๊สโอโซน <input type="radio"/> 2. แก๊สไนโตรเจน <input type="radio"/> 3. แก๊สออกซิเจน <input type="radio"/> 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. แก๊สในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์จะดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้แก๊สออกซิเจนแตกตัวเป็นไอออนและรวมตัวกันเป็นสามอะตอม <input type="radio"/> 2. เป็นแก๊สที่มีปริมาณมากที่สุดในบรรยากาศ ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเคลื่อนที่ผ่านมาได้ยาก <input type="radio"/> 3. เป็นแก๊สที่มีปริมาณไอน้ำน้อย ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ <input type="radio"/> 4. ชั้นสตราโตสเฟียร์มีไนโตรเจนคอยเหนี่ยวรั้งแรงของสิ่งแปลกปลอม เพื่อเกิดการเผาไหม้ในชั้นต่อไป	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
ข้อ 2 คำถาม แก๊สโอโซนมีหน้าที่ที่สำคัญกับโลกเราอย่างไร	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ <input type="radio"/> 2. เป็นเกราะบางๆ ห่อหุ้มโลกและปกป้องโลก <input type="radio"/> 3. ช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ <input type="radio"/> 4. ช่วยกรองและสะท้อนรังสียูวีที่ไม่ดี	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งอาจทำให้แก๊สโอโซนแตกตัวกลับเป็นอะตอมและโมเลกุลของออกซิเจน <input type="radio"/> 2. เป็นเกราะเพื่อป้องกันอันตรายจากนอกโลก ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตสะท้อนกลับออกไปนอกโลก <input type="radio"/> 3. หากไม่มีแก๊สโอโซน จะทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีมากเกินไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ <input type="radio"/> 4. เมื่อเวลามีวัตถุจากนอกโลกตกลงมาถึงชั้นบรรยากาศ จะเกิดการเสียดสีทำให้วัตถุนั้นเกิดการเผาไหม้	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 3 คำถาม คุณสมบัติทางกายภาพใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นบรรยากาศซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณทางความร้อนและความเย็นของชั้นบรรยากาศ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. อุณหภูมิ	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ความมืด	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. ไอน้ำ	○ มั่นใจ
○ 4. ความสูง	○ มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. อุณหภูมิของบรรยากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงตามระดับความสูง	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ความมืดจะทำให้รู้ว่าชั้นบรรยากาศนั้นเป็นอย่างไร ระดับความสูงมาก อากาศเย็นเนื่องจากความมืดน้อย	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. แบ่งชั้นตามลำดับจากพื้นโลก และยิ่งสูงยิ่งเย็น	○ มั่นใจ
○ 4. ไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงปริมาณทางความร้อนและความเย็นของชั้นบรรยากาศ	○ มั่นใจมาก
ข้อ 4 คำถาม คุณสมบัติทางกายภาพใดที่อธิบายถึงส่วนผสมของอากาศมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นบรรยากาศ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. สมบัติของแก๊สในบรรยากาศ	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ความเบาบางของแก๊สในชั้นบรรยากาศ	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศ	○ มั่นใจ
○ 4. ชนิดของเมฆในชั้นบรรยากาศ	○ มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. ในแต่ละชั้นบรรยากาศมีส่วนผสมของอากาศหรือแก๊สแตกต่างกัน	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ชนิดของเมฆจะแตกต่างกันไปในแต่ละชั้นบรรยากาศ โดยแต่ละชนิดอุณหภูมิก่อนเมฆจะไม่เท่ากัน	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. ความเบาบางของอากาศแต่ละชั้นไม่เท่ากัน	○ มั่นใจ
○ 4. ในพื้นที่สูงมีอุณหภูมิต่ำ ในพื้นที่ต่ำอุณหภูมิอากาศจะสูง	○ มั่นใจมาก

ข้อ 5 คำถาม แก๊สที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกที่มีมากที่สุดคือแก๊สใด	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. แก๊สไนโตรเจน <input type="radio"/> 2. แก๊สโอโซน <input type="radio"/> 3. แก๊สออกซิเจน <input type="radio"/> 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของแร่ธาตุในเปลือกโลก <input type="radio"/> 2. เป็นแก๊สที่ห่อหุ้มโลก มีความสำคัญคือช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ <input type="radio"/> 3. ช่วยป้องกันการรังสีอัลตราไวโอเล็ต <input type="radio"/> 4. เป็นแก๊สที่อยู่ชั้นสุดท้ายโดยที่ห่อหุ้มชั้นบรรยากาศทั้งหมด	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
ข้อ 6 คำถาม กระบวนการเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนองเกิดขึ้นที่ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ได้จากสาเหตุใด	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. การหมุนเวียนของอากาศแปรปรวนขึ้นอย่างรวดเร็วและฉับพลัน <input type="radio"/> 2. น้ำระเหยจากพื้นไปบนฟ้าทำให้อุณหภูมิของอากาศมีความเหมาะสมในกระบวนการต่างๆ <input type="radio"/> 3. เกิดการควบแน่นของละอองน้ำเป็นจำนวนมากในชั้นบรรยากาศนี้ <input type="radio"/> 4. มีไอน้ำอยู่เยอะ จึงทำให้เกิดเมฆ ฝนและพายุได้ง่าย	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. อากาศได้รับความร้อนและลอยตัวสูงขึ้นและมีไอน้ำในปริมาณมากพอ ประกอบกับการลดลงของอุณหภูมิ จึงเกิดการกลั่นตัวควบแน่นของไอน้ำ <input type="radio"/> 2. อากาศควบแน่นกันไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้เกิด เมฆ ฝนและพายุ <input type="radio"/> 3. อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงบ่อย และอุณหภูมิลดลงตามความสูง <input type="radio"/> 4. มีปริมาณไอน้ำมาก ทำให้เกิดเมฆจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของอากาศ	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 7 คำถาม ในหนึ่งวัน ระยะเวลาใดระหว่างช่วงเช้า(06.00-09.00) ช่วงสาย(10.00-13.00) ช่วงบ่าย(14.00-16.00)และช่วงเย็น(17.00-19.00) จะมีอุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลกสูงที่สุด	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ช่วงบ่าย(14.00-16.00) <input type="radio"/> 2. ช่วงเช้า(06.00-09.00) <input type="radio"/> 3. ช่วงสาย(10.00-13.00) <input type="radio"/> 4. ช่วงเย็น(17.00-19.00)	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. พื้นโลกได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้มีการดูดซับพลังงานความร้อนสะสมไว้มากที่สุด <input type="radio"/> 2. ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งอยู่บนกลางหัวพอดี ทำให้พลังงานความร้อนสะสมไว้มากที่สุด <input type="radio"/> 3. เป็นช่วงเวลาที่แดดแรงมากๆ ทำให้มีอุณหภูมิของอากาศสูงที่สุด <input type="radio"/> 4. ดวงอาทิตย์อยู่ตรงผิวโลก เป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
ข้อ 8 คำถาม ปริมาณที่เปรียบเทียบระหว่างไอน้ำซึ่งมีอยู่จริงและปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิ ความดันและปริมาตรเดียวกันและจะวัดค่าความชื้นนี้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา คือความชื้นใด	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ความชื้นสัมพัทธ์ <input type="radio"/> 2. ความชื้นในอากาศ <input type="radio"/> 3. ความชื้นอิมตัว <input type="radio"/> 4. ความชื้นเปียก	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. เป็นอัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่อากาศขณะนั้นรองรับได้เต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน <input type="radio"/> 2. เป็นอัตราส่วนของจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ทำให้ความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอด <input type="radio"/> 3. เป็นอัตราส่วนของความชื้นทั้งภายนอกและในบรรจุภัณฑ์ ที่มีผลต่อคุณภาพอาหารและยา <input type="radio"/> 4. เป็นค่าที่ใช้วัดอุณหภูมิในอากาศกับปริมาณไอน้ำที่มีความสัมพันธ์กัน	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 9 คำถาม ลมบก ลมทะเล ถูกจัดเป็นลมชนิดใด	ระดับความมั่นใจ
○ 1. ลมประจำเวลา	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ลมประจำถิ่น	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. ลมธรรมชาติ	○ มั่นใจ
○ 4. ลมไหลเวียน	○ มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. เป็นลมที่พัดช่วงใดช่วงหนึ่ง ลมบกที่พัดประจำในเวลากลางคืน ส่วนลมทะเลพัดในเวลากลางวัน	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. เป็นลมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ พัดเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. เป็นลมประจำถิ่น ที่พัดเฉพาะบางที่ที่มีความต่างของอุณหภูมิ	○ มั่นใจ
○ 4. เกิดจากความแตกต่างของพื้นดินกับทะเล มีการไหลเวียนของลมตลอดเวลา	○ มั่นใจมาก
ข้อ 11 คำถาม เมฆชนิดใด ที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ว่าจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	ระดับความมั่นใจ
○ 1. เมฆคิวมูโลนิมบัส	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. เมฆคิวมูลัส	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. เมฆนิมโบสเตรตัส	○ มั่นใจ
○ 4. เมฆเซอร์รัส	○ มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. มีลักษณะหนาสูงทึบในแนวตั้ง อากาศมีลักษณะแปรปรวน ก่อตัวขึ้นจากไอน้ำ ซึ่งได้รับการนำพาพัดขึ้นด้านบนด้วยกระแสลมแรง	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. เมฆมีลักษณะสีคล้ำ ทำให้เกิดการก่อตัวของพายุฝนฟ้าคะนอง	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. เป็นเมฆที่อยู่ต่ำสุด และมีปริมาณน้ำสะสมเยอะในก้อนเมฆ	○ มั่นใจ
○ 4. เพราะมีขนาดใหญ่ และสามารถปกคลุมได้ทั้งจังหวัด	○ มั่นใจมาก

<p>ข้อ 12 คำถาม จากข้อความคำพยากรณ์อากาศต่อไปนี้</p> <p>“บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนยังคงแผ่ปกคลุมประเทศไทย ทำให้ทั่วทุกภาคของไทยมีอากาศหนาวเย็นต่อไปอีกสำหรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรงพัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ทำให้คลื่นลมบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีกำลังแรง โดยมีคลื่นสูง 2-3 เมตรและบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เสริมลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่องทำให้อากาศประเทศไทยจะมีอากาศหนาวเย็นต่อไป”</p> <p>ข้อความใดที่แสดงถึงประเภทข้อมูลขององค์ประกอบลมฟ้าอากาศ</p>	
<p>○ 1. บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรง</p> <p>○ 2. อ่าวไทยมีคลื่นแรง</p> <p>○ 3. ทุกภาคของไทยอากาศหนาวเย็น</p> <p>○ 4. คลื่นสูง 2-3 เมตร</p>	<p>ระดับความมั่นใจ</p> <p>○ ไม่มั่นใจมาก</p> <p>○ ไม่มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจมาก</p>
<p>เหตุผลของคำตอบ</p>	
<p>○ 1. เป็นข้อมูลที่บอกถึง อุณหภูมิอากาศ ความดัน อากาศ ลม ความชื้น เมฆ และฝน ณ บริเวณต่างๆของโลก</p> <p>○ 2. เป็นข้อมูลที่บอกถึงความแตกต่างของอุณหภูมิร้อนและเย็น</p> <p>○ 3. เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>○ 4. เป็นข้อมูลที่บอกถึงลมมรสุม</p>	<p>ระดับความมั่นใจ</p> <p>○ ไม่มั่นใจมาก</p> <p>○ ไม่มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจมาก</p>
<p>ข้อ 13 คำถาม ถ้าหากพื้นที่อำเภอที่อยู่ใกล้เคียงบ้านพักอาศัยของนักเรียนเกิดพายุฟ้าคะนองและฝนตกหนักโดยรอบ แต่บริเวณอำเภอที่พักของนักเรียนนั้นกลับมีอากาศแจ่มใส ลมพัดอ่อน และมีเมฆบางเล็กน้อย แสดงว่าบริเวณที่พักของนักเรียนอยู่ในตำแหน่งใดของพายุ</p>	
<p>○ 1. บริเวณตาพายุ</p> <p>○ 2. บริเวณการเกิดพายุฟ้าคะนองและฝนตกหนัก</p> <p>○ 3. บริเวณพื้นที่ที่ห่างจากพายุ</p> <p>○ 4. บริเวณตำแหน่งที่ไม่ได้เป็นเส้นทางเดินของพายุ</p>	<p>ระดับความมั่นใจ</p> <p>○ ไม่มั่นใจมาก</p> <p>○ ไม่มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจมาก</p>
<p>เหตุผลของคำตอบ</p>	
<p>○ 1. เพราะบริเวณที่สภาพอากาศโดยส่วนมากสงบคือบริเวณที่จุดศูนย์กลางของพายุ</p> <p>○ 2. เพราะอยู่ตรงที่มีพายุฝนฟ้าคะนองมาก</p> <p>○ 3. เพราะอยู่บริเวณที่มีอากาศแจ่มใส</p> <p>○ 4. เป็นตำแหน่งที่ไม่โดนพายุ เนื่องจากอยู่นอกเขตพายุ</p>	<p>ระดับความมั่นใจ</p> <p>○ ไม่มั่นใจมาก</p> <p>○ ไม่มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจ</p> <p>○ มั่นใจมาก</p>

ข้อ 14 คำถาม ถ้าพื้นที่ที่นักเรียนอาศัยอยู่นั้นเป็นเส้นทางเดินของพายุ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. เตรียมการป้องกันพายุ <input type="radio"/> 2. อพยพย้ายพื้นที่ <input type="radio"/> 3. รีบหนีออกจากพื้นที่ <input type="radio"/> 4. การติดตามข่าวสารอยู่เสมอ	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. การติดตามสภาวะอากาศ จะทำให้สามารถพร้อมรับมือกับพายุได้ <input type="radio"/> 2. จะทำให้ปรับตัวทันเวลา <input type="radio"/> 3. มีความปลอดภัยจากพายุ เพราะถ้าอาศัยในบ้านอาจก่อให้เกิดอันตราย <input type="radio"/> 4. เตรียมพร้อมป้องกันตนเอง และเผื่อระวังเสมอ	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
ข้อ 15 คำถาม สารเคมีชนิดใดเมื่อถูกปล่อยไปสู่ชั้นบรรยากาศจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. แก๊สเรือนกระจก <input type="radio"/> 2. แก๊สมลพิษทางอากาศ <input type="radio"/> 3. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ <input type="radio"/> 4. แก๊ส HFC	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ดูดกลืนรังสีอินฟราเรดและคายความร้อนสะสมสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้น พื้นผิวโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น <input type="radio"/> 2. การเผาไหม้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดแก๊สที่ส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน <input type="radio"/> 3. เกิดจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยควันออกมาสะสมในชั้นบรรยากาศทำให้โลกร้อนขึ้น <input type="radio"/> 4. ก่อให้เกิดมลภาวะและทำลายชั้นบรรยากาศ	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 16 คำถาม แนวทางป้องกันให้เกิดรูโหว่อโอโซนมีขนาดลดลงได้ คืออะไร	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ลดการใช้สารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน <input type="radio"/> 2. ลดการผลิตและทำลายชั้นบรรยากาศ <input type="radio"/> 3. ลดการเผาขยะ อุตสาหกรรม ปศุสัตว์ <input type="radio"/> 4. ลดการคมนาคมโดยการขับรถให้น้อยลง	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. เนื่องจากสารประกอบที่มีความสามารถในการทำลายโอโซน ดังนั้นเมื่อลดการใช้สารจึงทำให้สามารถลดขนาดของรูโหว่อโอโซนได้ <input type="radio"/> 2. ควันจะทำให้เกิดรูโหว่ได้ ดังนั้นเมื่อลดการทำให้เกิดควันจะทำให้ลดขนาดของรูโหว่อโอโซนได้ <input type="radio"/> 3. ลดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเกิดรูโหว่มากที่สุด <input type="radio"/> 4. ไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากการคมนาคมเป็นสารทำลายชั้นโอโซน	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
ข้อ 17 คำถาม ผลของภาวะโลกร้อนปรากฏการณ์ใดที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ปรากฏการณ์ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. ธารน้ำแข็งที่กำลังละลาย <input type="radio"/> 2. ปรากฏการณ์เรือนกระจก <input type="radio"/> 3. สภาวะโลกร้อนแห้งแล้ง <input type="radio"/> 4. แผ่นดินไหว	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
<input type="radio"/> 1. อุณหภูมิทั่วโลกที่กำลังสูงขึ้น ทำให้น้ำทะเลร้อนขึ้นจะทำให้น้ำแข็งที่สะสมอยู่ละลาย <input type="radio"/> 2. เกิดภาวะโลกร้อนมากขึ้น จึงทำให้เกิดการพายุฝนฟ้าคะนองบ่อยครั้งขึ้น <input type="radio"/> 3. เกิดการเคลื่อนไหวของแผ่นเปลือกโลกทำให้แผ่นดินเคลื่อนตัวต่ำลงจึงทำให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น <input type="radio"/> 4. เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจกทำให้อุณหภูมิลดลง	<input type="radio"/> ไม่มั่นใจมาก <input type="radio"/> ไม่มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจ <input type="radio"/> มั่นใจมาก

ข้อ 18 คำถาม แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO ₂) ที่มีปริมาณมากในชั้นบรรยากาศโลก ทำให้เกิดปัญหาใดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลก	ระดับความมั่นใจ
○ 1. ทำให้เกิดฝนกรด	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ทำลายระบบนิเวศ	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. ทำให้อากาศการหายใจมีน้อยลง	○ มั่นใจ
○ 4. ทำให้โลกร้อนขึ้น	○ มั่นใจมาก
เหตุผลของคำตอบ	ระดับความมั่นใจ
○ 1. เมื่อแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าร่วมตัวกับความชื้นในอากาศกลายเป็นฝนกรดซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่นน้ำจะมีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น	○ ไม่มั่นใจมาก
○ 2. ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลเนื่องจากมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ	○ ไม่มั่นใจ
○ 3. เป็นแก๊สที่มีความเข้มข้นมาก ทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆเจริญเติบโตได้ยาก	○ มั่นใจ
○ 4. เมื่อหายใจจะทำให้เหม็นแสบจมูก	○ มั่นใจมาก

ภาคผนวก ช แบบวิเคราะห์หมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



แบบวิเคราะห์หมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ-นามสกุล..... รหัสโรงเรียน.....

แบบทดสอบ	มโนทัศน์	ข้อ	รหัส คำตอบ	กลุ่มแนวคิด				
				มโนทัศน์ที่สมบูรณ์	ขาดความสนใจใน ความรู้	มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน	ขาดความรู้	
1.ปรากฏการณ์ลมฟ้า อากาศและชั้นบรรยากาศ	1	1						
		2						
	2	3						
		4						
	3	5						
		6						
	4	7						
		8						
	5	9						
		10						
	6	11						
		12						
	7	13						
		14						
	8	15						
		16						
	9	17						
		18						

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายพีระพล จอมใจเหล็ก
วัน เดือน ปี เกิด	23 เมษายน 2535
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร
วุฒิการศึกษา	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	199/622 หมู่บ้านเบญจทรัพย์ ซอย 32 หมู่ 4 ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

