



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม  
เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

โดย

อาจารย์ฉันทนา เซาว์ปรีชา

สนับสนุนโดย

เงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์

พ.ศ. 2561

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2562

ฉันทนา เชาว์ปรีชา: การพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน (THE DEVELOPMENT OF JUNIOR PLANETARIUM INNOVATION FOR ASTRONOMICAL STUDIES OF PEOPLE), 103 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 2) ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 3) รับรองนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ตัวอย่าง คือ นักเรียนที่ศึกษาความรู้ทางดาราศาสตร์จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แบบประเมินนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 4) แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25-0.71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 และได้ค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.84

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ได้มีการพัฒนาเป็นจำนวน 4 รุ่น โดยรุ่นแรกทำมาจากการใช้วัสดุที่หาง่ายราคาถูก เช่น กระจก เป็นพื้นหลังของห้องฟ้าและท่อพีวีซี มาประกอบเป็นโครงสร้างหลักของห้องฟ้าหลังจากนั้นได้มีการพัฒนามาใช้วัสดุที่คงทนถาวร คือแผ่นอะคริลิก เป็นพื้นหลังห้องฟ้าและใช้บานพับเป็นตัวยึด

2. ประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร มีความพึงพอใจในภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ และคุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.63, 4.56, 4.52$  ตามลำดับ) และเมื่อนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์พบว่า ประชาชนหลังชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์สูงกว่าประชาชนก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t = 8.58, P = 0.00^*$ )

3. นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ได้รับการยื่นขอสิทธิบัตร การประดิษฐ์ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยมีเลขที่คำขอ 1301006476 เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2556 และขณะนี้คำขอรับสิทธิบัตรอยู่ในขั้นตอนการตรวจสอบการประดิษฐ์ของพนักงานเจ้าหน้าที่กรมทรัพย์สินทางปัญญา

KEYWORD: JUNIOR PLANETARIUM/ ASTRONOMICAL KNOWLEDGE

CHANTANA CHAOPREECHA: THE DEVELOPMENT OF JUNIOR PLANETARIUM  
INNOVATION FOR ASTRONOMICAL STUDIES OF PEOPLE, 103 pp.

The purposes of this research were 1) to develop the junior planetarium for astronomical studies of people 2) to study the outcomes of the junior planetarium 3) to qualify the junior planetarium. The sample of this study was 50 participants. The research instruments were 1) interviewing tests on astronomical teachers and junior high school students 2) evaluation test of the junior planetarium 3) satisfactory test of the junior planetarium. 4) the test on concepts of astronomical knowledge with the difficulty level between 0.25-0.71, the discrimination level between 0.45-0.8 and the reliability of 0.837.

The research findings were summarized as follows:

1. The junior planetarium comes through 4 generations. The first one was made of black plastic bags and PVC tubes, and after that the fourth one was built by using stable materials such as acrylic sheet as the background of the sky and it was connected by a hinge aluminium.

2. Participants, who joined in the fourth junior planetarium after registered with the patent, satisfied with the overall participation of the planetarium, the exhibit location, and the quality and appropriation of this planetarium, which all accounted for the highest level ( $M=4.63, 4.56, 4.52$  respectively). When implementing this innovation, the astronomical activities, it was found that the post-test scores of participants' understanding of astronomical knowledge were higher than the pre-test scores measured by statistical at .05 level of significance ( $t=8.58, P= 0.00^*$ ).

3. The junior planetarium was registered with the patent number 1301006476 from the Department of Intellectual Property Thailand.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนเงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะกรรมการ ปิงบประมาณ 2561 ซึ่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือจากคณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนบุคลากรในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ ขอบขอบคุณอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณะผู้บริหารโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยมที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ รองศาสตราจารย์ ดร. เนาวนิตย์ สงคราม รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ ศิริรัตน์ ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และกำลังใจในการทำงานเสมอมา อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 6 ท่าน อันได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ อาจารย์ ดร.วิภู ไร่ใจเปการ อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ อาจารย์วิทยา อินโท อาจารย์โกเมศ นาแจ้ง อาจารย์จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและประเมินนวัตกรรม ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย อาจารย์ ดร. ภัทรภร เจนสุทธิเวชกุล และอาจารย์ ดร.กวรรณ แสงตระกูล ที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการตรวจงานวิจัย อาจารย์วราเดช กัลยาณมิตร ที่นำนวัตกรรมต้นแบบไปจัดแสดงที่คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนายธาวิต แสงวีระพันธุ์ศิริ นายกรदनัย พัฒนาศิษย์กุล นักเรียนชมรมวิทยาศาสตร์โลก และดาราศาสตร์ทุกรุ่นทุกคนที่ช่วยกันจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และนายณัฐกิติ เชาวร์ปรีชา และนายธีร์ เชาวร์ปรีชา ที่คอยช่วยเหลือในการพิมพ์และญาติพี่น้องที่ให้ความรัก และความหวังใยสนับสนุนในทุก ๆ ด้านจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ตอนที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม.....	6
ตอนที่ 2 กรวยประสบการณ์.....	12
ตอนที่ 3 ความรู้ทางดาราศาสตร์.....	15
ตอนที่ 4 นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับท้องฟ้าจำลอง.....	18
ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	21
ประชากรและตัวอย่าง.....	21
การดำเนินการพัฒนานวัตกรรม.....	22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	23
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	24
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
การเผยแพร่.....	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	28

	หน้า
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สภาพปัญหา และความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวัน.....	28
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาวัตกรรมการท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ.....	36
ตอนที่ 3 ผลการนำนวัตกรรมไปใช้.....	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	45
สรุปผลการวิจัย.....	45
อภิปรายผล.....	46
ข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก.....	53
ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ.....	54
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	64
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	78
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการทำกิจกรรม.....	87
ประวัติผู้วิจัย.....	95

## สารบัญญัตราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง .....	16
3.1	เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	27
4.1	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 1).....	36
4.2	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 2) .....	38
4.3	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 3) .....	39
4.4	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) .....	41
4.5	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของของผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมในการประเมินรับรองวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร .....	42
4.6	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร .....	43
4.7	ค่าเฉลี่ย ( <i>M</i> ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( <i>SD</i> ) และค่าสถิติ paired sample t-test ของคะแนนแบบวัดมโนทัศน์การเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมวัดกรรมทอองฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร .....	44

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการสอน.....	10
2.2	กรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale.....	12
2.3	กรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale.....	13
2.4	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	20



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพ ตลอดจนเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของสังคมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่สำคัญเป็น 4 กลุ่มสาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life science) วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical science) และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and space science) และเทคโนโลยี (Technology)

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศเป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ เนื่องจากโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันนอกจากจะเกิดขึ้นจากปัจจัยบนโลกเองแล้วยังมีปัจจัยจากนอกโลกตั้งแต่ระดับระบบสุริยะไปจนถึงเอกภพ ล้วนแล้วเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลกทั้งสิ้น มนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงเน้นให้นักเรียนศึกษาและเข้าใจธรรมชาติเหล่านี้ ทำให้มนุษย์มีการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศขึ้นเพื่อช่วยให้การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์และอวกาศมีความแม่นยำ และนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว ซึ่งในการประกอบอาชีพหรือการดำรงชีวิตประจำวันอย่างทุกวันนี้ คงหลีกเลี่ยงข้อมูลทางด้านดาราศาสตร์และอวกาศไม่ได้ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้จึงมีความสำคัญไม่น้อยกว่าการศึกษาด้านอื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) สำหรับการเรียนการสอนดาราศาสตร์สำหรับประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เช่น การศึกษาทางเลือก การศึกษาเฉพาะทาง รวมทั้งการศึกษาตามอัธยาศัย สามารถนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับสภาพและบริบทของแต่ละกลุ่มเป้าหมาย โดยให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปี.ศ.2556 ได้กำหนดไว้ดังนี้ 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานในวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิชาและข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ 3) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านโลกและอวกาศ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มี

อิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน 4) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านโลกและอวกาศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 5) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตัดสินใจ และความสามารถในการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี และ 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนในเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศตั้งแต่อดีตที่ผ่านมา การศึกษาดาราศาสตร์ภายในประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมและไม่ได้รับการเผยแพร่เนื่องจากขาดผู้เชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์ อีกทั้งยังขาดอุปกรณ์ในการศึกษาทางดาราศาสตร์ นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน ซึ่งครูผู้สอนไม่สามารถนำนักเรียนไปศึกษาจากสถานการณ์จริงได้ (มนตรี แร่งจัดงาน, 2553) สอดคล้องกับ สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ (2556) ที่ได้ศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนา การรับรู้และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่างๆของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศของครูแกนนำวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ในประเด็นของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ในด้านของการใช้สื่อในการสร้างความสนใจ การใช้สื่อที่หลากหลาย รวมทั้งการใช้สื่อการเรียนรู้ในห้องเรียนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากสื่อที่ครูใช้นั้นไม่ได้ออกแบบมาเพื่อให้ตรงกับความต้องการของครู หรือครูไม่สามารถนำสื่อที่มีอยู่ไปใช้ได้ ในบริบทของครูแต่ละคน สำหรับประเด็นด้านความเร่งด่วนที่ต้องการความช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนพบว่า ครูส่วนใหญ่ขาดแคลนสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และครูมีปัญหาด้านการทำสื่อการสอนมากที่สุด และประเด็นทางด้านการรับรู้สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้พบว่า ห้องฟ้าจำลองพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์ได้รับความนิยมน้อยที่สุด สาเหตุเนื่องจากห้องฟ้าจำลอง มีจำนวนน้อย ใช้งบประมาณในการสร้างสูงมาก และไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่นเดียวกับ OECD (2016) ที่กล่าวว่า ปัญหาส่วนใหญ่ที่การศึกษากำลังเผชิญอยู่ คือ ความสมดุลระหว่างทรัพยากรที่ลงทุนกับผลลัพธ์ในการปฏิบัติงานและความเสมอภาคของนักเรียน

ห้องฟ้าจำลองเป็นสถานที่ที่จำลองท้องฟ้ายามค่ำคืน ภายในมีการจัดแสดงภาพของดวงดาวและวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้าโดยการฉายภาพจากเครื่องฉายบนเพดาน ซึ่งผู้เข้าชมสามารถศึกษาลักษณะและตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงดาวได้ ห้องฟ้าจำลองสนับสนุนการเรียนรู้ในระบบและนอกระบบโรงเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงเหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย กระตุ้นความสนใจ และทำให้นักเรียนหรือผู้ชมมีเข้าใจความรู้ทางดาราศาสตร์มากขึ้น ทั้งนี้ห้องฟ้าจำลองก็มีข้อจำกัดทางการศึกษาในด้านของเวลา เนื่องจากมีการจัดลำดับกิจกรรมรวมทั้งลำดับการนำเสนอเนื้อหา ทำให้การถามคำถามหรือการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชมไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่ (Plummer et al., 2015) นอกจากนี้ข้อจำกัดทางด้านเวลาแล้ว ยังมีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ เนื่องจากแหล่งเรียนรู้ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย ทำให้ผู้ที่สนใจบางกลุ่มไม่สามารถเข้ามาศึกษาหาความรู้ได้ รวมทั้งให้การข้อมูลความรู้ซึ่งไม่สามารถให้ข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงเหมือนกับการนิทรรศการได้ (Kudo et al., 2015)

วิธีในการแก้ไขข้อจำกัดหรือปัญหาของการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์ วิธีหนึ่งคือการพัฒนา นวัตกรรม ซึ่งนวัตกรรมการสอนอาจเป็นรูปแบบ วิธีการ เทคนิค หรือสื่อต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นใหม่ หรือพัฒนา ปรับปรุงมาจากรูปแบบเดิม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีคุณภาพและ ความเสมอภาคของโอกาสในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ OECD (2016) ที่กล่าวว่านวัตกรรมมีบทบาทสำคัญทาง การศึกษา ดังนี้ 1) นวัตกรรมการศึกษาสามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ และการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการ เรียนการสอน 2) นวัตกรรมช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงการเรียนรู้ต่าง ๆ และ 3) ปรับเปลี่ยน การสอนให้เหมาะสมกับความต้องการของสังคม ซึ่งขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การศึกษาข้อจำกัดต่างๆของปัญหา 4) การประดิษฐ์คิดค้น นวัตกรรม 5) การทดลองใช้ และ 6) การเผยแพร่ (ทิตินา แซมมณี, 2558)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับ กระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือทำ กิจกรรมด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ จะส่งผลที่ดีกว่าการเรียนรู้โดยการฟัง การอ่าน หรือการสังเกต นอกจากนี้ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากขึ้นจากการสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อ เป็นตัวแทนในการอธิบายความหมายที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Maheshwari, 2016; กิตานันท์ มลิทอง, 2543; สมชาย รัตนทองคำ, 2550)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาชมรม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศในการที่จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในชมรมคิดประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาด ย่อมๆ ซึ่งใช้งบประมาณในการสร้างที่ประหยัด ทุนทาน และสามารถติดตั้งได้ง่าย เป็นการกระจายความรู้ไปสู่ ชุมชนเป็นการฝึกฝนให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาดาราศาสตร์ด้วยตนเองโดยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและ สามารถดูดาวในเวลากลางวันได้ทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนของครูทางด้านดาราศาสตร์ ในโรงเรียนต่าง ๆ ได้อีกด้วย

### คำถามการวิจัย

1. นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนมีลักษณะ อย่างไร
2. ผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนเป็น อย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

2. เพื่อศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน
3. เพื่อรับรองนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

### สมมติฐานของการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีความรู้ทางดาราศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ และตัวแปรตาม ได้แก่ ความรู้ทางดาราศาสตร์
2. เนื้อหา คือ เรื่องกลุ่มดาวจักราศี และกลุ่มดาวฤกษ์ เนื่องจากจัดอยู่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

**นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ** หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นครึ่งทรงกลมพื้นหลังของท้องฟ้าเป็นสีดำ มีกลุ่มดาวจักราศีและกลุ่มดาวฤกษ์ที่ทำมาจากสารเรืองแสง ตำแหน่งดาวมีขนาดย่อเสมือนจริงบนท้องฟ้า มีความแข็งแรงทนทาน สะดวกในการติดตั้งและขนย้ายในการจัดแสดง

**ความรู้ทางดาราศาสตร์** หมายถึง คະแนนในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง กลุ่มดาวจักราศี และกลุ่มดาวฤกษ์ ซึ่งนำเสนอในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยวัดได้จากแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์แบบเลือกตอบ

**สิทธิบัตรการประดิษฐ์** หมายถึง การรับรองนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ที่ได้รับการพัฒนาจนมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปจดสิทธิบัตรกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ โดยจดในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ประชาชน** หมายถึง ครู นักเรียน และบุคคลทั่วไปที่เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

### 1. ประโยชน์ในเชิงวิชาการด้านครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์

นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆสามารถนำไปเผยแพร่ให้แก่ครูผู้สอนเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านดาราศาสตร์ ในการพัฒนาความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ

### 2. ประโยชน์ในเชิงการนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา/พัฒนาการจัดการเรียนการสอนหรือครุศึกษา

นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ใช้งบประมาณในการสร้างที่ประหยัดและสามารถเคลื่อนย้ายติดตั้งได้ง่ายเพื่อกระจายความรู้ไปสู่ชุมชนสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการดูดาวโดยสามารถดูดาวได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชนทั่วไป โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรม ความรู้ทางดาราศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม ตอนที่ 2 กรวยประสมการณ์ ตอนที่ 3 ความรู้ทางดาราศาสตร์ ตอนที่ 4 นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับห้องฟ้าจำลอง และตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม

##### 1.1 ความหมายของนวัตกรรม

Rogers (1995) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมว่า เป็นความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งใหม่ซึ่งเกิดจากบุคคลหรือองค์กร และสามารถนำไปใช้ได้จริง

Oslo Manual (2005) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรมประกอบด้วยผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตใหม่ ๆ ที่มีเทคโนโลยีและการปรับปรุงด้านเทคโนโลยี ในการนำมาใช้ในตลาด (นวัตกรรมผลิตภัณฑ์) หรือใช้ในกระบวนการผลิต (นวัตกรรมกระบวนการ)

Baregheh, Rowley and Sambrook (2009) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรมเป็นกระบวนการหลายขั้นตอนในการเปลี่ยนความคิดให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ การบริการ หรือกระบวนการใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงแข่งขันหรือสร้างความแตกต่างได้อย่างประสบความสำเร็จในการตลาด

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2553) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรม คือ สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นจากความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม

กิดานันท์ มลิทอง (2540) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรมเป็นแนวคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยใช้มาก่อน หรือพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้ในการทำงานมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงานอีกด้วย

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรม คือ แนวคิด กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ หรือพัฒนาจากของเดิมให้มีความแตกต่าง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและมีประสิทธิภาพ

##### 1.2 ความหมายของนวัตกรรมการสอน

Serdyukov (2017) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมการสอนว่า นวัตกรรมการสอนอาจเป็นทฤษฎี การสอน วิธีสอน เทคนิคการสอน เครื่องมือในการเรียนการสอน หรือกระบวนการเรียนรู้แบบใหม่ ที่เมื่อนำไปใช้แล้วจะทำให้เกิดการพัฒนารการเรียนรู้ของนักเรียนที่ดีขึ้น

OECD (2016) ได้สรุปความหมายของนวัตกรรมการสอนว่า นวัตกรรมการสอนอาจอยู่ในรูปแบบดังต่อไปนี้ 1) ผลิตภัณฑ์หรือการบริการแบบใหม่ เช่น หลักสูตร ตำราเรียน หรือทรัพยากรทางการศึกษา 2) กระบวนการรูปแบบใหม่สำหรับการให้บริการด้านการเรียนการสอน เช่น การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดกิจกรรม หรือ e-learning เป็นต้น 3) รูปแบบใหม่ในการจัดกิจกรรม และ 4) เทคนิคทางการตลาดใหม่ๆ เช่น การกำหนดราคาของหลักสูตรที่ใช้ในการศึกษา เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของนวัตกรรมทั้ง 4 รูปแบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการศึกษา

กิดานันท์ มลิทอง (2543) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรมการศึกษาเป็นนวัตกรรมที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เกิดแรงจูงใจได้จากนวัตกรรม และประหยัดเวลาในการเรียน เช่น สื่อหลายมิติ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง และการสอนบนเว็บ เป็นต้น

ทิตินา แชมมณี (2558) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมการศึกษาว่า คือ แนวคิด แนวทาง ระบบ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ สื่อ และเทคนิคต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ซึ่งได้รับการคิดค้นและจัดทำขึ้นใหม่เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆทางการศึกษา

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551) ได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรมการสอน เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ แนวคิด รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ หรือสื่อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรมการสอน คือ รูปแบบ วิธีการ เทคนิค หรือสื่อต่างๆที่สร้างขึ้นใหม่ หรือพัฒนาปรับปรุงมาจากรูปแบบเดิม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 1.3 คุณสมบัติของนวัตกรรม

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของนวัตกรรม คือ 1) เป็นสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนทั้งหมด เช่น รูปแบบการสอน หรือวิธีการสอนที่ยังไม่มีใครเคยทำมาก่อน 2) เป็นสิ่งใหม่เพียงบางส่วน และยังคงมีรูปแบบเดิมเป็นหลัก เช่น การผลิตชุดการสอนแบบใหม่ แต่ยังคงมีลักษณะของชุดการสอนแบบเดิมอยู่ 3) เป็นสิ่งที่ยังอยู่ในกระบวนการทดลองประสิทธิภาพในการนำไปใช้ 4) เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับแต่การนำไปใช้ยังไม่แพร่หลาย 5) เป็นสิ่งที่เคยปฏิบัติมาแล้วแต่อาจพัฒนาไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากขาดปัจจัยสนับสนุน และได้นำมาปรับปรุงใหม่ นำมาใช้และเผยแพร่

ทิตินา แชมมณี (2558) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของนวัตกรรมที่สำคัญ คือ 1) เป็นสิ่งใหม่ ซึ่งมีความหมายได้หลายลักษณะ ได้แก่ เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมด หรือบางส่วน เป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยนำมาใช้ในบริบทนั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นของเก่าในบริบทอื่น เป็นสิ่งใหม่ในช่วงเวลาหนึ่ง แต่อาจเป็นสิ่งเก่าในอีกช่วงเวลาหนึ่ง เช่น เป็นสิ่งที่เคยปฏิบัติมาแล้วแต่ไม่ได้ผล เนื่องจากขาดปัจจัยที่สนับสนุน 2) เป็นสิ่งใหม่ที่อยู่ในกระบวนการพิสูจน์การนำไปใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพ 3) เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับนำไปใช้แต่ยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานปกติ ซึ่งหาก

นำไปใช้จนเป็นเรื่องปกติ ก็ไม่จัดว่าเป็นนวัตกรรมอีกต่อไป 4) เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ แต่ยังไม่แพร่หลายหรือรู้จักอย่างกว้างขวาง

จากคุณสมบัติของนวัตกรรมข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรมมีคุณสมบัติ คือ นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนทั้งหมด เป็นสิ่งใหม่เพียงบางส่วนหรือเป็นสิ่งใหม่ที่อยู่ในกระบวนการพิสูจน์ ซึ่งได้รับการยอมรับ และการนำไปใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพและนำไปเผยแพร่ในที่สุด

#### 1.4 ลักษณะของนวัตกรรมการสอน

ลักษณะของนวัตกรรมเป็นสิ่งสำคัญช่วยให้เกิดความสนใจในนวัตกรรมนั้นๆและนำไปสู่การยอมรับ นวัตกรรมและนำไปใช้อย่างแพร่หลาย

ทิตินา แคมมณี (2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรมที่มักได้รับความสนใจและยอมรับนำไปใช้ คือ 1) เป็นนวัตกรรมที่ไม่ซับซ้อนหรือยากจนเกินไป และใช้งานง่าย 2) เป็นนวัตกรรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายจนเกินไป เนื่องจากผู้ใช้งานจำนวนมากมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ 3) เป็นนวัตกรรมที่สำเร็จรูป อำนวยความสะดวกในการใช้งาน 4) เป็นนวัตกรรมที่ไม่กระทบกระเทือนต่อบริบทเดิมมากนัก เนื่องจากต้องปรับเปลี่ยนบริบทให้เข้ากับนวัตกรรมใหม่ 5) เป็นนวัตกรรมที่มีคนเกี่ยวข้องไม่มากนัก เพื่อสะดวกในการใช้ 6) เป็นนวัตกรรมที่ให้ผลชัดเจนเป็นรูปธรรม

#### 1.5 ประเภทของนวัตกรรมการสอน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551) ได้แบ่งนวัตกรรมการสอนออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) นวัตกรรมประเภทผลิตภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์ เช่น สื่อ ชุดการสอน 2) นวัตกรรมประเภทรูปแบบ เทคนิค และวิธีการสอน ซึ่งรวมทั้งการพัฒนาจิตพิสัยในการเรียนการสอนด้วย

ศรีน้อย ลาวัง (2552) ได้สรุปประเภทของนวัตกรรมการสอน คือ

1. จำแนกตามผู้ใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมนั้นโดยตรง แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1.1) นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ของครู เช่น วิธีสอน กิจกรรมที่ครูนำมาใช้กับนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และสื่อการสอนประเภทต่าง ๆ 1.2) นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป บัตรคำ สื่อมัลติมีเดีย วิดีทัศน์ 1.3) นวัตกรรมเพื่อการบริหารและการพัฒนาการทำงานของครู

2. จำแนกตามลักษณะของนวัตกรรม ประกอบด้วย เทคนิค วิธีการสอน และสื่อการเรียนรู้ เช่น บทเรียนโมดูล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิดีทัศน์ เป็นต้น

3. จำแนกตามจุดเน้นของนวัตกรรม แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 3.1) นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผลผลิต เป็นนวัตกรรมที่เป็นวัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ 3.2) นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิค วิธีการ หรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ 3.3) นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นทั้งผลผลิต วิธีการและเทคนิคกระบวนการ

มนสิข สิริธสมบุรณ์ (2557) แบ่งประเภทของนวัตกรรมการศึกษาออกเป็น 5 ประเภท คือ

1) นวัตกรรมด้านสื่อการสอน 2) นวัตกรรมด้านวิธีการจัดการเรียนการสอน 3) นวัตกรรมทางด้านหลักสูตร 4) นวัตกรรมทางด้านการวัดและการประเมินผล 5) นวัตกรรมด้านการบริหารจัดการ



จากประเภทของนวัตกรรมการสอนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรมการสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน เช่น สื่อมัลติมีเดีย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สภาพการเรียนรู้เสมือนจริง เป็นต้น 2) นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ เช่น รูปแบบการสอน หรือกระบวนการสอนใหม่ ๆ

### 1.6 กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการสอน

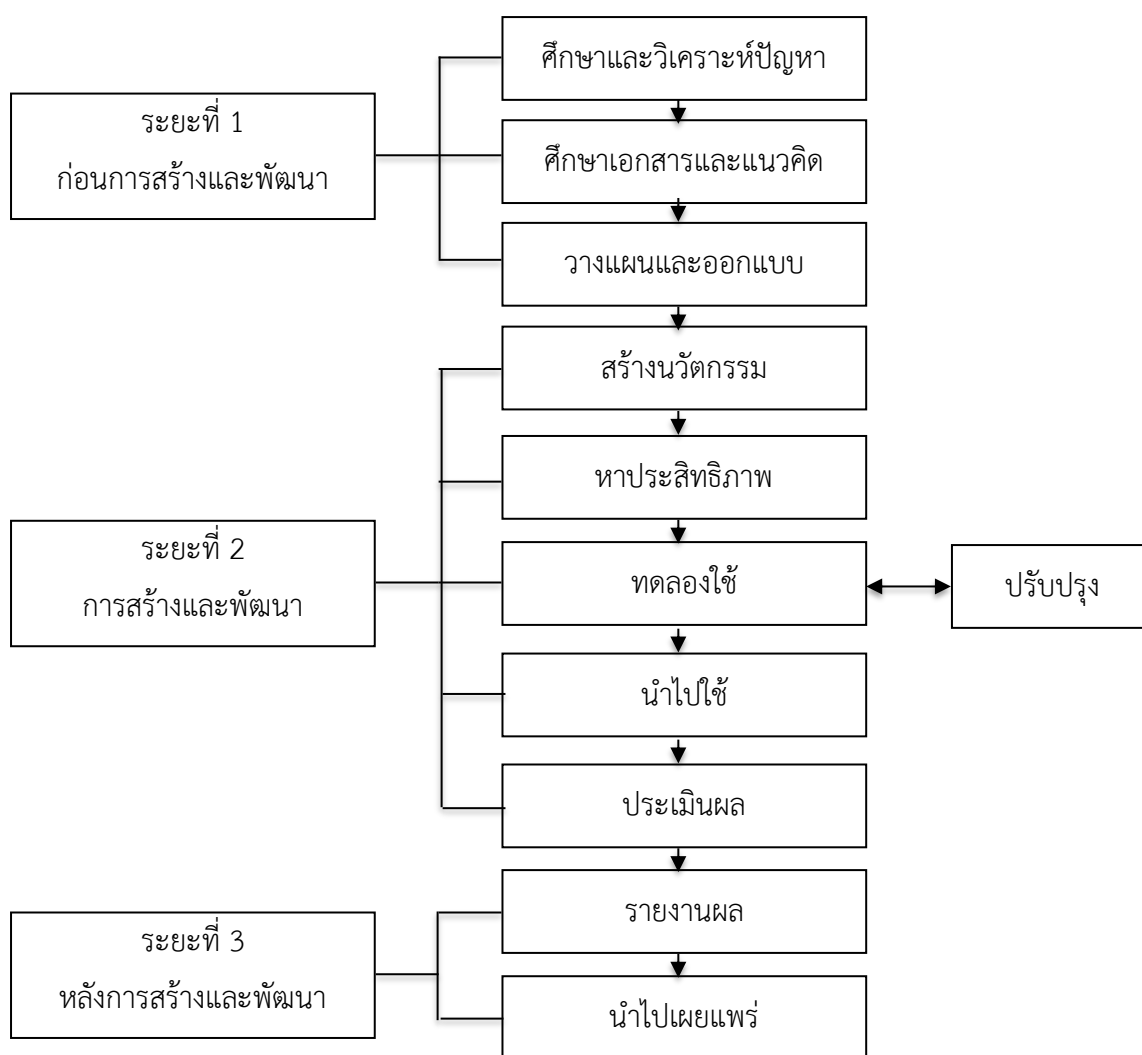
Unicef (2017) ได้เสนอกระบวนการพัฒนานวัตกรรมการสอน ทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ 1) การตรวจสอบ (Scan) เป็นการระบุนวัตกรรมที่มีแนวโน้มทางด้านการศึกษา หรือสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางการศึกษา 2) การประเมิน (Assess) การเลือกโครงการที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์และการทำงานอย่างยั่งยืน 3) การบ่มเพาะ (Incubate) การให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค การเงิน และการสนับสนุนด้านอื่น ๆ 4) การประเมินผลและผลกระทบที่เกิดขึ้น (Evaluation) 5) การแบ่งปันการเรียนรู้จากสิ่งที่ผิดพลาดและจากความสำเร็จ (Sharing)

Inbar (1996) ได้เสนอกระบวนการพัฒนานวัตกรรมสอนออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การทำความเข้าใจ (Understanding) จากการศึกษาผลการประเมินความต้องการจำเป็น (Needs assessment) และการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน 2) วิสัยทัศน์ (Vision) การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการสร้างนวัตกรรม 3) การคาดหวัง (Expectation) การนำเป้าหมายและวัตถุประสงค์มาปรับให้เข้ากับบริบทนั้นๆ รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ชัดเจน 4) การทำให้มีประสิทธิภาพ (Empowerment) โดยการคอยชี้แนะและให้ความช่วยเหลือขณะนำนวัตกรรมไปใช้ 5) การสนับสนุน (Supportiveness) ให้ความสนับสนุนในการพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นวัตกรรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ทิสนา แคมมณี (2558) ได้เสนอกระบวนการพัฒนานวัตกรรมด้านการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา (Problem) ความคิดในการพัฒนานวัตกรรมส่วนใหญ่เริ่มจากการมองเห็นปัญหาและต้องการแก้ไขปัญหาที่ให้เกิดผลที่ดีขึ้น 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objective) การกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนานวัตกรรมว่าควรมีคุณสมบัติหรือประสิทธิภาพอย่างไร 3) การศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆ (Constraints) ผู้พัฒนาต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและข้อจำกัดของปัญหาในบริบทที่จะใช้นวัตกรรมนั้น ๆ เพื่อประโยชน์ในการนำนวัตกรรมไปใช้ได้จริง 4) การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม (Innovation) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ ข้อมูลและความคิดสร้างสรรค์ของผู้ประดิษฐ์คิดค้น นวัตกรรมที่สร้างขึ้นอาจดัดแปลงมาจากของเก่า เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือเป็นการคิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมดก็ได้ นวัตกรรมอาจอยู่ในรูปแบบต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและวัตถุประสงค์ เช่น แนวคิด หลักการ วิธีการสอน สิ่งประดิษฐ์ หรือเทคโนโลยี ซึ่งนวัตกรรมต้องประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ วัตถุประสงค์ โครงสร้าง และรายละเอียดในการใช้นวัตกรรมนั้นให้ได้ผล 5) การทดลองใช้ (Experimentation) การทดลองใช้ การประเมินผล และการปรับปรุงแก้ไข เพื่อศึกษาว่านวัตกรรมนั้นสามารถนำไปใช้ได้จริงและได้ผลอย่างไร ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถปรับปรุง

แก้ไขให้ได้ผลตามต้องการ 6) การเผยแพร่ (Dissemination) การเผยแพร่นวัตกรรมให้เป็นที่รู้จักและยอมรับ 7) การยอมรับหรือต่อต้านนวัตกรรมนั้น (Electric Process of Change Model) นวัตกรรมที่ได้รับการยอมรับจนถึงขั้นที่นำไปใช้อย่างแพร่หลายในระบบงานปกติ ซึ่งจะเปลี่ยนสภาพจากนวัตกรรมไปสู่การปฏิบัติโดยทั่วไป ซึ่งถือเป็นความสำเร็จของนวัตกรรม

ศรีน้อย ลาวัง (2552) ได้เสนอกระบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 1) ระยะที่ 1 ระยะก่อนสร้างและพัฒนานวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา ศึกษาเอกสารแนวคิด วางแผนและออกแบบ 2) ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนา ประกอบด้วย การสร้างนวัตกรรม หาประสิทธิภาพ ทดลองใช้ ปรับปรุง นำไปใช้ และประเมินผล 3) ระยะที่ 3 ระยะหลังสร้างและพัฒนา ประกอบด้วย รายงานผล และนำไปเผยแพร่ ทั้งนี้สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการสอน (ศรีน้อย ลาวัง, 2552)

จากกระบวนการพัฒนานวัตกรรมทางด้านการเรียนการสอนเบื้องต้น ผู้วิจัยได้นำกระบวนการพัฒนานวัตกรรมของ ทิศนา ขัมมณี (2558) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การศึกษาข้อจำกัดต่างๆของปัญหา 4) การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม 5) การทดลองใช้ 6) การเผยแพร่

### 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Walder (2017) ได้ศึกษาการรับรู้ของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยเกี่ยวกับผลของการนำนวัตกรรมมาใช้ในการเรียนการสอน โดยการศึกษาเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างของมหาวิทยาลัยในแคนาดา ผลการศึกษาพบว่า การนำนวัตกรรมมาใช้ในการเรียนรู้ จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมืออาชีพ เข้าถึงหลักสูตรระยะไกล สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติของนักเรียน รวมทั้งช่วยทำให้เกิดวิธีสอนใหม่ๆและตอบสนองความต้องการของผู้สอน

Serdyukov (2017) ได้ศึกษาผลของการนำนวัตกรรมมาใช้ในการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า จุดประสงค์ของการนำนวัตกรรมมาใช้ คือ การพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้สูงขึ้น ซึ่งควรเน้นทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการเรียนการสอน ผู้ปกครอง ชุมชนและสังคม รวมทั้งการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะการเรียนรู้แบบออนไลน์ การเพิ่มเวลาในการเรียนรู้ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการศึกษา

นัชชา เทียมพิทักษ์ (2556) ได้พัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะด้านการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับครูอาชีวศึกษา โดยใช้หลักการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล เป็นแนวคิดหลักในการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งหลักการปัญญาประดิษฐ์ และภาษาคอมพิวเตอร์ มายเอสคิวเอล ผลการศึกษาพบว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะด้านการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับครูอาชีวศึกษาที่พัฒนาขึ้นใหม่ มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ โมดูลติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ โมดูลยุทธศาสตร์การสอน โมดูลวินิจฉัยโมดูลฐานข้อมูลและความรู้ และโมดูลผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้มีการยอมรับในนวัตกรรมที่สร้างขึ้น รวมทั้งมีโอกาสในการนำนวัตกรรมไปเผยแพร่เชิงพาณิชย์ได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ธุรกิจให้บริการฝึกอบรมโดยตรง 2) ขายสิทธิ์ให้หน่วยงานกำกับดูแล และ 3) ธุรกิจรับจ้างผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์อัจฉริยะตามความต้องการของลูกค้า

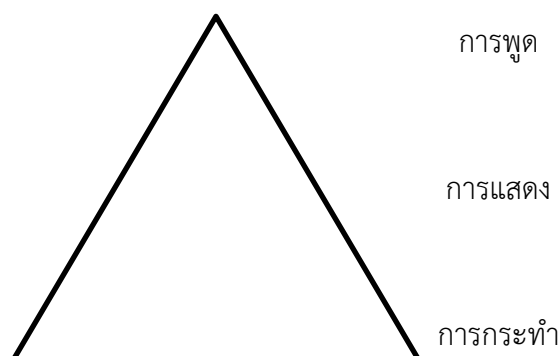
ศรীন้อย ลาวัง (2552) ได้วิเคราะห์กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนของครูโดยใช้เทคนิคการสืบสอบแบบขึ้นชม โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบพหุกรณี และใช้การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการโดยใช้เทคนิคสืบสอบแบบขึ้นชม ผลการวิจัยพบว่า การบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนที่ดี ต้องมีการศึกษาสภาพผู้เรียน เนื้อหา สภาพแวดล้อม ศึกษาเอกสาร อบรม ศึกษาดูงาน การวางแผนในการสร้าง เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้าง ขอคำแนะนำจากผู้อื่น นำไปทดลองใช้และปรับปรุง มีการวัดประเมินหลังการใช้ และให้มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของการพัฒนา  
นวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนานวัตกรรม  
ท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนทั่วไป

## ตอนที่ 2 กรวยประสบการณ์

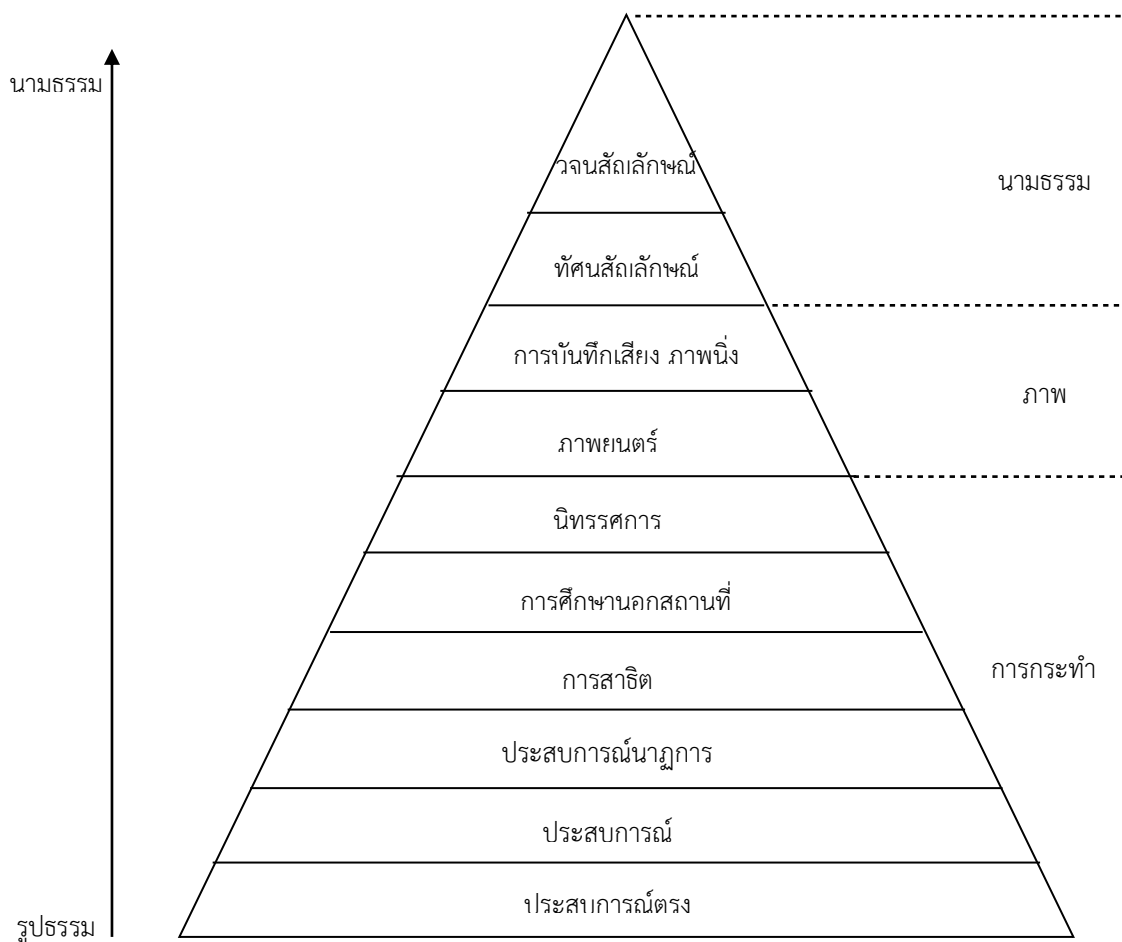
### 2.1 ความเป็นมาของกรวยประสบการณ์

กรวยประสบการณ์เป็นรูปแบบภาพที่แสดงประสบการณ์การเรียนรู้ที่ประกอบด้วยทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง  
กับการออกแบบการเรียนการสอนและกระบวนการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นโดย Edgar Dale ในปี 1946 เพื่อใช้ใน  
การแบ่งสื่อการสอนและเป็นแนวทางในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อทัศนูปกรณ์ต่างๆ ซึ่งได้พัฒนา  
แนวคิดมาจาก Bruner ที่ประกอบด้วย การกระทำ ภาพ และนามธรรม โดยเชื่อว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากการ  
กระทำ จะส่งผลที่ดีกว่าการเรียนรู้โดยการฟัง การอ่าน หรือการสังเกต นอกจากนี้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหา  
ที่เป็นนามธรรมมากขึ้นจากการสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อเป็นตัวแทนในการอธิบายความหมายที่  
ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Maheshwari, 2016; สมชาย รัตนทองคำ, 2550; กิดานันท์ มลิทอง, 2543) โดยสามารถ  
สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.2 กรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale (Dale, 1946 อ้างถึงใน Davis and Summers, 2014)

Dale (1969 อ้างถึงใน เดิมเพชร สุขคณาภิบาล, 2554) ได้แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 10 ประเภท โดยใช้ลักษณะของประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมเป็นเกณฑ์ ซึ่งเรียนลำดับการ  
เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด ไปสู่การเรียนรู้ที่เป็นนามธรรม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2.3 กรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale (ดัดแปลงจากเดมเพเซอร์ สุขคณาภิบาล, 2554 และ สมชาย รัตนทองคำ, 2550)

## 2.2 ขั้นตอนของประสบการณ์เรียนรู้ในกรวยประสบการณ์

Dale (1969 อ้างถึงในเดมเพเซอร์ สุขคณาภิบาล, 2554) ได้เสนอขั้นตอนของประสบการณ์เรียนรู้และการใช้สื่อแต่ละประเภท ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง (Direct Purposeful Experience) เป็นประสบการณ์ที่นักเรียนรับรู้ได้ด้วยตนเองจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมจากสถานการณ์จริง ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด

2. ประสบการณ์จำลอง (Contrived Simulation Experience) เป็นประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง เนื่องจากประสบการณ์บางอย่างไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นจริงได้ เช่น อาจเกิดอันตราย หรือมีความยุ่งยากซับซ้อน จึงต้องจำลองสถานการณ์ให้มีลักษณะเหมือนจริงมากที่สุด เพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

3. ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experience) เป็นการจำลองสถานการณ์โดยไม่คำนึงถึงความเหมือนหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต หรือสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งไม่สามารถนำมาจัดเป็นประสบการณ์จริงได้

4. การสาธิต (Demonstration) เป็นการอธิบายข้อเท็จจริง ข้อมูล และกระบวนการปฏิบัติโดยการแสดงให้เห็นเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งอาจสาธิตโดยครู หรือ ภาพ และวีดิทัศน์ ในการแสดงรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการสาธิตได้

5. การศึกษานอกสถานที่ (Field Trip) เป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้จากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน หรือศึกษาจากสภาพแวดล้อมจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ได้หลายด้าน

6. นิทรรศการ (Exhibition) เป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้รับจากการศึกษาจากสิ่งนำมาจัดแสดง ซึ่งสามารถสัมผัสได้หลายด้าน

7. ภาพยนตร์และโทรทัศน์ (Motion Picture and Television) เป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้รับจากภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ ซึ่งโทรทัศน์มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่าภาพยนตร์ เนื่องจากสามารถนำเสนอเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นได้ ในขณะที่ภาพยนตร์จะเป็นการบันทึกเหตุการณ์ต่างๆไว้ก่อน แล้วจึงนำมานำเสนอ

8. การบันทึกเสียง วิทยุและภาพนิ่ง (Recording, Radio and Picture) เป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้รับด้วยประสาทสัมผัสทางตาและหู เพียงด้านใดด้านหนึ่ง

9. ทักษะสัญลักษณ์ (Visual Symbol) มีความเป็นนามธรรมมากขึ้น ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ของนักเรียนเป็นเกณฑ์ในการนำไปใช้ เช่น แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ และสัญลักษณ์ต่างๆ เป็นต้น

10. วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbol) เป็นประสบการณ์ขั้นสุดท้าย และมีลักษณะเป็นนามธรรมมากที่สุด เช่น ตัวหนังสือแทนคำพูด เป็นต้น

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Davis and Summers (2015) ได้ศึกษาผลของการนำกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale มาใช้ในการจัดกิจกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาภาวะผู้นำ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการเรียนรู้และผลของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ผลการศึกษาพบว่ากรวยประสบการณ์มาใช้และได้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ การให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและเรียนรู้จากประสบการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์

เดิมเพชร สุขคนาภิบาล (2554) ได้พัฒนาโปรแกรมการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้วิชาเทเบิลเทนนิสโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาปริญญาบัณฑิต ผลการศึกษาพบว่าสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต้องออกแบบให้นักเรียนเรียนรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เลือกบทเรียนได้ตามความต้องการของนักเรียน มีช่องทางติดต่อโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบกับครูผู้สอนและเพื่อร่วมชั้นเรียนได้ โดยรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย ไฟล์เอกสาร ลิงค์เว็บไซต์ คลิปวิดีโอ กระดานสนทนา แบบสอบถาม แบบทดสอบ การบ้านและอภิธานศัพท์

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นความสัมพันธ์ของการพัฒนา นวัตกรรมโดยใช้แนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ตรง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ พัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนทั่วไป ซึ่งช่วยสร้าง ประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เข้าชมตามแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale

### ตอนที่ 3 ความรู้ทางดาราศาสตร์

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศเป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการ สังเกต สืบเสาะตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับประสบการณ์ธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

#### 3.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนทางด้านดาราศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือการสอนให้นักเรียนได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ใน สถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ (2556) ได้ กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ในสถานศึกษาที่สำคัญ คือ 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานในวิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ ของวิชา และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ 3) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านโลกและอวกาศ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและ ผลกระทบซึ่งกันและกัน 4) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านโลกและ อวกาศ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 5) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและ คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการ แก้ปัญหา ความสามารถในการตัดสินใจ และความสามารถในการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี 7) เพื่อให้ เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่าง สร้างสรรค์

#### 3.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การจัดการเรียนการสอนทางด้านดาราศาสตร์ จัดอยู่ในสาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่ง ประกอบด้วยมาตรฐานทั้งหมด 2 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์ คือ เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆบนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์ คือ เข้าใจการเกิดและการเปลี่ยนแปลงของเอกภพ โครงสร้างของกาแล็กซี และสมบัติของดาวฤกษ์ กำเนิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ โครงสร้างโลก โครงสร้างและอายุทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

สำหรับการเรียนการสอนดาราศาสตร์สำหรับประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เช่น การศึกษาทางเลือก การศึกษาเฉพาะทาง รวมทั้งการศึกษาตามอัธยาศัย สามารถนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับสภาพและบริบทของแต่ละกลุ่มเป้าหมาย โดยให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สำหรับงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ความรู้ทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวฤกษ์ในระบบสุริยะ โดยสามารถนำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของการศึกษาขั้นพื้นฐานมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้, 2559)

<b>สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ</b>		
<b>มาตรฐานที่ 7.1</b>		
<b>เรื่อง</b>	<b>ตัวชี้วัดชั้นปี/ช่วงชั้น</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
กลุ่มดาวจักรราศี	ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาวและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ตัวชี้วัดชั้นปี)	กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วยดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตแคบๆและเรียงเป็นรูปต่างๆกันบนทรงกลมฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้บอกทิศและเวลาได้



**ตารางที่ 2.1** มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้, 2559) (ต่อ)

<b>สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ</b>		
<b>มาตรฐานที่ 7.1</b>		
เรื่อง	ตัวชี้วัดชั้นปี/ช่วงชั้น	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
กลุ่มดาว ฤกษ์	สีบคันและอธิบาย	เอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีมากมายนับแสนล้านแห่ง แต่ละ
	องค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบ สุริยะ (ตัวชี้วัดชั้นปี)	กาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่เป็นระบบด้วย แรงโน้มถ่วง กาแล็กซีทางช้างเผือก
	สีบคันและอธิบาย	- ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สขนาดใหญ่กำเนิดจากเนบิวลาที่มี
	ธรรมชาติและ	องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นธาตุไฮโดรเจน
	วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ (ตัวชี้วัดช่วงชั้น)	- อันดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็นได้มาจากความ สว่างปรากฏ - สีของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวและอายุของดาว ฤกษ์

### 3.3 มโนทัศน์ของกลุ่มดาวจักรราศีและดาวฤกษ์

มโนทัศน์ของกลุ่มดาวจักรราศี กลุ่มดาวจักรราศีเป็นกลุ่มดาวฤกษ์ที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏผ่านใน  
รอบ 1 ปี มีทั้งสิ้น 12 กลุ่ม และใช้กลุ่มดาวดังกล่าวเป็นตัวกำหนดเดือน และใช้ในการหาทิศ ประกอบด้วย  
กลุ่มดาวมีน (ปลา), เมษ (แกะ), พฤษภ (วัว), มิถุน (คนคู่), กรกฎ (ปู), สิงห์ (สิงโต), กันย์ (หญิงพรหมจารีย์),  
ตุล (คันทิ้ง), พฤศจิก (แมงป่อง), ธนู (คนยิงธนู), มกร (แพะทะเล) และกุมภ์ (คนแบกหม้อน้ำ)

มโนทัศน์ของกลุ่มดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่บนท้องฟ้าเคลื่อนที่ปรากฏจากทิศตะวันออกไปยังทิศ  
ตะวันตก ซึ่งสามารถใช้ในการบอกทิศเหนือและฤดูกาลได้ นักดาราศาสตร์ได้จัดกลุ่มของดาวฤกษ์ เรียกว่า กลุ่ม  
ดาว เช่น กลุ่มดาวจระเข้ กลุ่มดาวคางคาว กลุ่มดาวนายพราน และกลุ่มดาวจักรราศี

### 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Fitzgerald et al. (2016) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์ในนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาตอนปลายประเทศออสเตรเลีย โดยให้นักเรียนศึกษาวิถีชีวิตของดวงดาวจากภาพถ่าย จากนั้น  
วัดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและทัศนคติของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการรับรู้เนื้อหาในระดับ  
ปานกลาง และผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในด้านของการได้รับประสบการณ์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เบญจรัตน์ มลคณสาร (2555) ได้พัฒนาสื่อการสอนแบบการ์ตูนมัลติมีเดีย 2 มิติ โดยการเรียนแบบ  
ร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่องโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ระบบสุริยะ กาแล็กซี

และเอกภพ) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการสอนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

สินธวิวัฒน์ เข็มอุทา (2558) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เรื่อง ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เรื่อง ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนตรี แรงจัดงาน (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางดาราศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางดาราศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การประเมินความรู้ด้านดาราศาสตร์ของงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังนั้นในการประเมินความรู้ทางดาราศาสตร์ในการพัฒนานวัตกรรมครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบในการประเมิน

#### ตอนที่ 4 นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับท้องฟ้าจำลอง

ท้องฟ้าจำลองเป็นสถานที่ที่จำลองท้องฟ้ายามค่ำคืน ภายในมีการจัดแสดงภาพของดวงดาวและวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้าโดยการฉายภาพจากเครื่องฉายบนเพดาน ซึ่งผู้เข้าชมสามารถศึกษาลักษณะและตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงดาวได้ ซึ่งในประเทศไทยได้มีการสร้างท้องฟ้าจำลองขึ้นในปี พ.ศ. 2505 โดยม.ล. ปิ่น มาลากุลที่เป็นรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการในขณะนั้น เพื่อให้เยาวชนศึกษาหาความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2559)

##### 4.1 บทบาทของท้องฟ้าจำลองที่มีต่อการศึกษา

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (2559) ได้กล่าวถึงบทบาทของท้องฟ้าจำลองที่มีต่อการศึกษานักเรียนสามารถเรียนรู้ดาราศาสตร์ได้จากของจำลองเสมือนจริง ทำให้เข้าใจได้อย่างลึกซึ้งและรวดเร็วว่าการสอนด้วยปากเปล่า ก่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความมีเหตุผลและความสนุกสนานเพลิดเพลิน

Bishop (1978) ได้กล่าวถึงบทบาทของท้องฟ้าจำลองที่มีต่อการศึกษา คือ 1) สามารถศึกษาการปรากฏตัวของท้องฟ้าได้เสมือนจริง 2) สามารถศึกษาได้โดยไม่มีการรบกวนของสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย 3) สามารถศึกษาได้ในเวลากลางวัน 4) มองเห็นท้องฟ้าในสถานที่และเวลาที่แตกต่างกัน 5) ใช้เวลาในการอธิบายการเคลื่อนที่ของท้องฟ้า และดวงดาวต่าง ๆ น้อย 6) นักเรียนหลายคนที่อาศัยอยู่ในเมือง ไม่สามารถมองเห็นดวงดาวต่าง ๆ ได้ เนื่องจากมลภาวะทางอากาศและแสงไฟจากชุมชน ซึ่งการศึกษาจากท้องฟ้าจำลองนี้ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นลักษณะของกลุ่มดาวต่าง ๆ ที่เสมือนจริง 7) กระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง รวมทั้งการจัดประสบการณ์ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย

Manning (1996) ได้กล่าวถึงบทบาทของท้องฟ้าจำลองว่า เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สนับสนุนการศึกษาในระบบและการศึกษานอกระบบเกี่ยวกับความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ นักเรียนสามารถศึกษาวัฏจักรของกลุ่มดาวบนท้องฟ้าตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน รวมถึงเหตุการณ์ในอนาคต โดยใช้เวลาอันสั้น สร้างแรงจูงใจในการเรียน มีความสนุกสนาน และให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

International Planetarium Society (online) ได้กล่าวว่า ท้องฟ้าจำลองได้สร้างแรงบันดาลใจและให้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์แก่บุคคลทุกเพศทุกวัย การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เช่น การสำรวจอวกาศจำลอง ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

จากบทบาทของท้องฟ้าจำลองที่มีต่อการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า ท้องฟ้าจำลองสนับสนุนการเรียนรู้ในระบบและนอกระบบโรงเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย กระตุ้นความสนใจ และทำให้นักเรียนหรือผู้ชมมีเข้าใจความรู้ทางด้านดาราศาสตร์มากขึ้น ทั้งนี้ท้องฟ้าจำลองก็มีข้อจำกัดทางการศึกษาในด้านของเวลา เนื่องจากมีการจัดลำดับกิจกรรมรวมทั้งลำดับการนำเสนอเนื้อหา ทำให้การถามคำถามหรือการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชมไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่ (Plummer et al., 2015) นอกจากนี้ข้อจำกัดทางด้านเวลาแล้ว ยังมีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ เนื่องจากแหล่งเรียนรู้ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย ทำให้ผู้ที่สนใจบางกลุ่มไม่สามารถเข้ามาศึกษาหาความรู้ได้ รวมทั้งให้การข้อมูลความรู้ซึ่งไม่สามารถให้ข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงเหมือนกับนิทรรศการได้ (Kudo et al., 2015)

#### 4.2 นวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง

Kudo et al. (2015) ได้พัฒนาระบบการแนะนำเคลื่อนที่ (mobile guided system) สำหรับใช้ในการศึกษาดาราศาสตร์ในท้องฟ้าจำลองและบริเวณนิทรรศการภายนอก เพื่อให้ผู้เข้าชมมีแนวทางในการในการศึกษา และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในท้องฟ้าจำลองกับนิทรรศการภายนอก โดยการแจ้งเตือนผ่าน บลูทูธ เพื่อให้ผู้เข้าชมทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งของนิทรรศการต่าง ๆ และตำแหน่งของตนเอง รวมทั้งการให้รายละเอียดของแต่ละนิทรรศการ ซึ่งอาจนำเสนอโดยใช้วิดีโอ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าชมมีความพึงพอใจในการใช้ระบบการแจ้งเตือนมีประสิทธิภาพในการแนวทางในการศึกษา แต่ยังมีผู้เข้าชมบางส่วนที่กล่าวว่าการศึกษด้วยตนเองมีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากต้องรอระบบในการประมวลผล

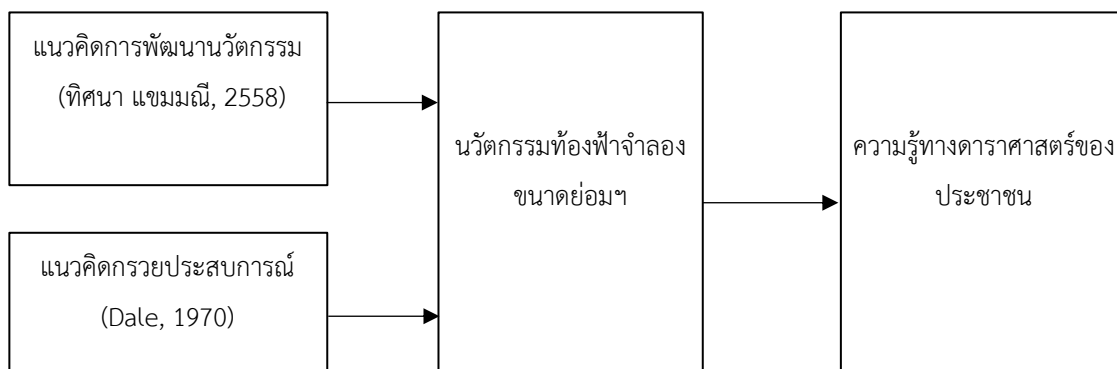
Kercher and Rowe (2012) ได้พัฒนานวัตกรรมแว่นตาเออาร์ (Augment Reality) สำหรับเด็กที่บกพร่องด้านการได้ยิน ซึ่งภายในแว่นตาจะมีการแสดงภาษามือ ในการอธิบายเนื้อหาทางด้านดาราศาสตร์ให้กับเด็กที่เข้าชมภายในท้องฟ้าจำลอง ซึ่งสามารถเรียนรู้ร่วมกับบุคคลทั่วไปได้ โดยขั้นตอนการพัฒนา นวัตกรรมมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และออกแบบตัวต้นแบบ 2) การทดลองนำไปใช้ และ 3) การปรับปรุงและทดสอบการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่บกพร่องด้านการได้ยินสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Kondo et al. (2008) ได้พัฒนาระบบการจัดการเนื้อหา โดยมีการรวบรวมทรัพยากรการเรียนการสอนทางด้านดาราศาสตร์ที่มีภัณฑารักษ์ดูแลและจัดการโดยใช้ฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับท้องฟ้าจำลอง โดยให้

ผู้ใช้งานสามารถใช้งานกลางแจ้งด้วยอุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อออนไลน์เข้ากับระบบ ในการศึกษาเนื้อหาดาราศาสตร์ที่นำเสนอโดยใช้สื่อแอนิเมชัน

### ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นถึงข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ท้องฟ้าจำลอง รวมทั้งเห็นถึงความสัมพันธ์ของการพัฒนานวัตกรรมร่วมกับแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา โดยนำกระบวนการพัฒนานวัตกรรมของทิสนา แคมมณี (2558) มาประยุกต์ใช้ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การศึกษาข้อจำกัด 4) การประดิษฐ์คิดค้น 5) การทดลองใช้ และ 6) การเผยแพร่ ร่วมกับแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale (1970) ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน คือ 1) วจนสัญลักษณ์ ( Verbal Symbols) 2) ทศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) 3) ภาพนิ่ง การบันทึกเสียง วิทยู(Recording Radio Still Pictures) 4) ภาพยนตร์ (Motion Pictures) 5) ภาพยนตร์และโทรทัศน์ (Motion Picture and Television) 6) การศึกษานอกสถานที่ (Field Trips) 7) การสาธิต (Demonstrations) 8) ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experiences) 9) ประสบการณ์จำลอง (Contrived Experiences) 10) ประสบการณ์ตรงและมีความหมาย (Direct Purposeful Experiences) โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 2.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชน มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 2) ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 3) รับรองนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรม มีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ตัวอย่างวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ ครู นักเรียน และบุคคลทั่วไปที่เข้าชมนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ

ตัวอย่าง คือ ประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) จำนวน 50 คน ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling)

สำหรับการพัฒนานวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ พบว่า ตัวอย่างที่ใช้ในการระบุปัญหา คือ ผู้สอนทางดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาข้อจำกัด คือ ผู้สอนทางดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินต้นแบบนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 30 คน ตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2) คือนำผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3) คือผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 403 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) คือผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 208 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร จำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประเมินรับรองท้องถิ่นจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม 1 คน

## 2. การดำเนินการพัฒนานวัตกรรม

ในการดำเนินการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการพัฒนาและการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การศึกษาข้อจำกัด 4) การประดิษฐ์คิดค้น 5) การทดลองใช้ และ 6) การเผยแพร่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**2.1 การระบุปัญหา** ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวันและดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ประกอบด้วย ผู้สอนทางดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน โดยมีขั้นตอนในการเลือกกลุ่มตัวอย่างนี้

2.1.1 การเลือกสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนดาราศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี เนื่องจากผู้สอนมีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนทางดาราศาสตร์อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2.1.2 การเลือกสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาดาราศาสตร์ที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยในขั้นตอนนี้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**2.2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย** ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการระบุปัญหา มากำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชน

**2.3 การศึกษาข้อจำกัด** ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนจำนวน 5 คน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน มาศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการศึกษาและความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวันเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

**2.4 การประดิษฐ์คิดค้น** ในการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชนมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนในการประดิษฐ์

2.4.1 การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.4.2 ผู้วิจัยนำต้นแบบนวัตกรรมไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

2.4.3 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 2.4.2 มาปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.4.4 ผู้วิจัยนำห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

2.4.5 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 2.4.4 มาปรับปรุงและพัฒนาวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.4.6 ผู้วิจัยนำห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 403 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

2.4.7 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 2.4.6 มาปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.4.8 ผู้วิจัยนำห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 208 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

**2.5 การทดลองใช้** ผู้วิจัยนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้ 4 ครั้ง ไปทดลองใช้กับตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และมีเครื่องมือในการวิจัยรวมทั้งขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มี 5 ข้อคำถาม

3.2 แบบประเมินนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินนวัตกรรม ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มี 9 ข้อคำถามและตอนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ แบ่งเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินนวัตกรรม ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มี 5 ข้อคำถามและตอนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

3.4 แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์เป็นแบบเลือกคำตอบ มีทั้งหมด 30 ข้อ

ลักษณะข้อคำถามในเครื่องมือข้อ 3.2 และ 3.3 เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ให้คะแนนแบบ 1,2,3,4 และ 5 เพื่อวัดระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ มีความหมายของคะแนน คือ ข้อคำถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุดได้ 5 คะแนน และข้อคำถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุดได้ 1 คะแนน

#### 4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.1 แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยสร้างข้อคำถามจากสภาพปัญหาว่า การดูดาวในเวลากลางวันเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและทำได้ยาก และจะต้องสร้างเครื่องมือในการดูดาวโดยจะต้องสร้างท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวัน ซึ่งมีประเด็นข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1 ในปัจจุบันการดูดาวในเวลากลางวันของท่านเป็นเรื่องที่ยุ่งยากหรือไม่ เพราะเหตุใด

ประเด็นที่ 2 สำหรับท่านการดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ประเด็นที่ 3 ในความคิดของท่านควรสร้างท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ให้สามารถบรรจุคนได้จำนวนเท่าใด เพราะเหตุใด

ประเด็นที่ 4 โครงสร้างของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ควรทำด้วยวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด

ประเด็นที่ 5 การประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนทางดาราศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

4.2 แบบประเมินท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยสร้างข้อคำถามสำหรับการประเมินตามคุณลักษณะของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ซึ่งเป็นมาตรวัด 5 ระดับ และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่าข้อคำถามทั้งหมดมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยแบบประเมินมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินท้องฟ้าจำลองในหัวข้อ คือ 1) ความเหมาะสมด้านรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 2) ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้ 3) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ 4) ความเสมือนจริงของบรรยากาศ



ภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 5) พื้นที่ในการรองรับผู้ชมภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 6) ระบบระบายอากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 7) ความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 8) ความเหมาะสมในการใช้ป็นสื่อประกอบการสอนทางดาราศาสตร์ และ 9) คุณภาพโดยรวมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงในครั้งต่อไป เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบประเมินได้เสนอความคิดเห็นและเสนอแนะเพิ่มเติม

**4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ภายหลังการจัดสิทธิบัตร** ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยสร้างข้อคำถามเป็นมาตราวัด 5 ระดับ โดยมีข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจหรือความเหมาะสมในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยมีข้อคำถามในหัวข้อ คือ 1) บรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 2) คุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 3) ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ 4) การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 5) ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 6) ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 7) สถานที่ในการจัดแสดงท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ 8) ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

**4.4. แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์** ผู้วิจัยกำหนด Test Blueprint และกำหนดข้อคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนดาราศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ผลการวิเคราะห์ทุกข้อคำถามมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC= 1) แต่มีบางข้อคำถามที่ต้องปรับภาษาให้เหมาะสม สรุปได้ดังนี้

- ข้อที่ 1 ให้ตัดประโยค “ทำให้เห็นท้องฟ้าเป็นทรงกลม” ในทุกตัวเลือก 1 2 3 4
- ข้อที่ 4 ให้เปลี่ยนตัวเลือกข้อที่ 2 เป็นทิศเหนือ เพราะโจทย์บอกว่าเคลื่อนที่ปรากฏขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศใด
- ข้อที่ 6 ตัวเลือกที่ 4 จุดใต้บาทา ให้เปลี่ยนเป็น ทิศใต้ แทน
- ข้อที่ 13 และ 14 เปลี่ยนตัวเลือก 1 2 3 4 ชื่อดาวจากภาษาอังกฤษให้ทับศัพท์เป็นภาษาไทยเพื่อ  
บางคนที่อ่านภาษาอังกฤษไม่คล่อง จะสามารถอ่านได้
- ข้อที่ 20 ตัวเลือกที่ 4 ให้เปลี่ยนจาก กลุ่มดาวนายพราน เป็น กลุ่มดาวแกะ และให้ระบุในวันที่ เดือน และปีพ.ศ. ในโจทย์ให้ชัดเจนเพื่อใช้สังเกตกลุ่มดาวได้
- ข้อที่ 21 ให้ระบุในวันที่ เดือน และปี พ.ศ. ในโจทย์ให้ชัดเจน

- ข้อที่ 24 ให้ปรับโจทย์เป็นกลุ่มดาวใดต่อไปนี สามารถใช้หาดาวเหนือได้ และปรับตัวเลือกข้อ 4 เป็น ถูกทุกข้อ

- ข้อที่ 25 ให้ขยับตำแหน่งของตัวเลข 1 ไปทางซ้ายมือเล็กน้อย ไม่ให้ติดมุมของกระดาษ

- ข้อที่ 29 ตัวเลือกที่ 4 ให้ปรับข้อความจากดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งชี้ฟ้าเหนือเป็นดาวเหนืออยู่ใกล้แนวแกนหมุนโลก

- ข้อที่ 30 ตัวเลือกที่ 2 ให้ปรับข้อความจากบอก ดวงชะตา เป็น บอกโชคชะตา

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มาวัดหาค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.25-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.45-0.80 และความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.84

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ และ 4) แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลแตกต่างกัน ดังนี้

5.1 แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเสร็จแล้วจึงนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน ทำให้ผู้วิจัยทราบสภาพปัญหา ความต้องการในการศึกษาดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ ตลอดจนศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการสร้างต้นแบบของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

5.2 แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยนำแบบประเมินท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมจำนวน 1 คน แสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากแบบประเมินคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในการพัฒนาท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆต่อไป

5.3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร

5.4 แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับคะแนน	ความหมาย
1.00 – 1.49	ความคิดเห็น/ความพึงพอใจในเรื่องนั้น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับน้อยที่สุด
1.50 – 2.49	ความคิดเห็น/ความพึงพอใจในเรื่องนั้น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับน้อย
2.50 – 3.49	ความคิดเห็น/ความพึงพอใจในเรื่องนั้น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับปานกลาง
3.50 – 4.49	ความคิดเห็น/ความพึงพอใจในเรื่องนั้น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับมาก
4.50 – 5.00	ความคิดเห็น/ความพึงพอใจในเรื่องนั้น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับมากที่สุด

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรมด้วยสถิติ paired sample t-test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows

## 7. การเผยแพร่

ผู้วิจัยนำนวัตกรรมที่องค์การฯ (รุ่นที่ 4) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจำนวน 1 คน ประเมินรับรอง และทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญากระทรวงพาณิชย์ โดยจดในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อบัณฑิตผู้ประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 2) ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน และ 3) รับรองนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรม โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สภาพปัญหา และความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวัน** โดยการสัมภาษณ์ตัวอย่างจำนวน 10 คน ประกอบด้วยผู้สอนทางดาราศาสตร์ 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

#### **ประเด็นที่ 1 “ในปัจจุบัน การดูดาวเวลากลางวันของท่านเป็นเรื่องยุ่งยาก หรือไม่ เพราะเหตุใด”**

1.1 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันคือ การดูดาวในเวลากลางวันเป็นเรื่องที่ยุ่งยากเพราะไม่สามารถเห็นดาวได้เนื่องจากมีแสงของดวงอาทิตย์มาบดบังมีความจำเป็นต้องมีการจำลองห้องฟ้าเพื่อช่วยในการดูดาวในเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“ยุ่งยาก เพราะ ไม่สามารถเห็นดาวได้ เนื่องจากแสงอาทิตย์บัง”

(ด.ญ. ก นามสมมติ)

“ยุ่งยาก เพราะ จำเป็นต้องจำลองห้องฟ้าในเวลากลางคืน ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากและดูดาวบนสไลด์ Powerpoint เห็นภาพเท่าที่ควรจะเป็น”

(ด.ญ. ข นามสมมติ)

“ยุ่งยาก เพราะ อาจใช้งบประมาณสูงและยุ่งยากในการเตรียมการ”

(ด.ญ. ค นามสมมติ)

“ยุ่งยาก เพราะ ในเวลากลางวัน ไม่สามารถเห็นดาวได้”

(ด.ช. ง นามสมมติ)

“ยุ่งยาก เพราะ มองไม่เห็น”

(ด.ช. จ นามสมมติ)

1.2 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์ พบว่า การดูดาวในเวลากลางวันเป็นไปได้ยาก เพราะไม่สามารถเห็นดาวได้เนื่องจากมีแสงของดวงอาทิตย์มาบดบังและในเวลากลางวันไม่สามารถให้นักเรียนดูดาวได้จริงเนื่องจากในเวลากลางวันมีเพียงแสงอาทิตย์ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนและควรทำแบบจำลองท้องฟ้าขนาดย่อมๆ เพื่อชี้บอกตำแหน่งของกลุ่มดาวได้ด้วยตาเปล่า ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“เป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีแสงอาทิตย์ที่สว่างมาก ทำให้ไม่สามารถมองเห็นดาวต่าง ๆ ซึ่งมีแสงน้อยได้ด้วยตาเปล่า”

(อาจารย์ A นามสมมติ)

“เป็นเรื่องยาก เพราะมีแสงเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนมาโรงเรียนในช่วงกลางวันและต้องมีกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ไม่สามารถดูดาวจากท้องฟ้าจริงหรือหาตัวอย่างท้องฟ้าจริงที่ทำให้นักเรียนรู้สึกอยู่ใต้ฟิวทรงกลมท้องฟ้าเพื่อชี้บอกตำแหน่งกลุ่มดาวได้ยาก”

(อาจารย์ B นามสมมติ)

“เป็นเรื่องยาก เพราะต้องรอดูตอนกลางคืนเท่านั้นและบางครั้งท้องฟ้าก็ไม่เป็นใจทำให้ อดดู”

(อาจารย์ C นามสมมติ)

“เป็นเรื่องยุ่งยาก เพราะไม่สามารถให้นักเรียนดูดาวจริง ๆ ได้ เนื่องจากในเวลากลางวันมีเพียงดวงอาทิตย์ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน (แต่ไม่ควรสังเกตด้วยตาเปล่า)”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

“ยุ่งยาก ดูไม่ได้ เพราะจะไม่เห็นดาวในเวลากลางวัน “

(อาจารย์ E นามสมมติ)

**ประเด็นที่ 2 “สำหรับท่าน การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่อย่างไร”**

2.1 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจากมีรูปทรงคล้ายท้องฟ้าในเวลากลางวันจริง รวมทั้งเห็นภาพของกลุ่มดาวเป็นอย่างดี และใช้เป็นสื่อการสอนที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เหมาะแก่การบรรยายของครูผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมีเข้าใจและเห็นภาพได้ง่ายขึ้น ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“เหมาะสม เนื่องจากเห็นดาวชัดเจน ดูได้ตลอดทั้งวัน”

(ต.ญ. ก นามสมมติ)

“เหมาะสม เนื่องจากเห็นได้อย่างชัดเจน มีรูปแบบคล้ายท้องฟ้าในเวลากลางคืนจริง รวมทั้งเห็นภาพการประดิษฐ์ต่อของกลุ่มดาวเป็นอย่างดี และใช้เป็นสื่อการสอนได้น่าตื่นเต้น เหมาะแก่การบรรยาย ครูผู้สอนและผู้เรียน จะเข้าใจและเห็นภาพได้ง่ายขึ้น”

(ด.ญ. ข นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะเห็นภาพดาวได้อย่างชัดเจนและสวยงาม”

(ด.ญ. ค นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะสามารถดูดาวในตอนกลางวันได้”

(ด.ช. ง นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะเห็นได้ชัดเจน”

(ด.ช. จ นามสมมติ)

2.2 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์พบว่าครูมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจาก ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลมและมีกลุ่มดาวต่าง ๆ ที่สามารถมองเห็นได้ในเวลากลางวัน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการสอนทางดาราศาสตร์ได้และไม่ต้องกังวลเรื่องท้องฟ้าจะมีเมฆมากหรือน้อย หรือท้องฟ้าจะปิดก็ยังสามารถดูดาวได้ ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“เป็นวิธีการที่เหมาะสม โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ ซึ่งมีเวลาสอนอยู่ในช่วงกลางวัน หากต้องการสอนเรื่องกลุ่มดาวต่างๆให้นักเรียน จึงไม่สามารถทำได้ แต่ถ้าใช้ท้องฟ้าจำลองก็จะสามารถเห็นกลุ่มดาวต่าง ๆ ได้ในเวลากลางวัน”

(อาจารย์ A นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะนักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์ลักษณะท้องฟ้าที่มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลม และสามารถช่วยแก้ปัญหาการดูดาวในเวลากลางวันได้”

(อาจารย์ B นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะไม่ต้องกังวลเรื่องท้องฟ้าว่าจะมีเมฆมากหรือน้อย เพราะยังเฝ้าดูได้”

(อาจารย์ C นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะเป็นการเลียนแบบท้องฟ้าจริง”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

“เหมาะสม เพราะท้องฟ้าจำลองสามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้ ช่วยให้การสอนดาราศาสตร์ และทรงกลมฟ้าสามารถเรียนรู้ได้ในเวลากลางวัน”

(อาจารย์ E นามสมมติ)

**ประเด็นที่ 3 “ในความคิดของท่าน ควรสร้างท้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด**

3.1 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ควรสร้างท้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้ประมาณ 5 – 15 คน เพราะเป็นจำนวนที่เหมาะสมสามารถบรรยายให้ผู้ฟังได้อย่างทั่วถึง และเป็นจำนวนที่เหมาะสมกับกำลังสร้างของนักเรียน ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“5-15 คน เพราะไม่มาก ไม่น้อยเกินไป”

(ด.ญ. ก นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะเป็นจำนวนที่เหมาะสมกับกำลังสร้างของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและผู้บรรยายดาวในท้องฟ้าจำลอง สามารถควบคุมการฟังบรรยายได้อย่างทั่วถึง ทำให้ผู้บรรยายได้ประโยชน์สูงสุด”

(ด.ญ. ข นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะกำลังพอเหมาะแก่การบรรยาย ภายในไม่อึดอัดเกินไป”

(ด.ญ. ค นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะเป็นจำนวนที่เหมาะสมกับการบรรยาย”

(ด.ช. ง นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะเป็นจำนวนที่เหมาะสม บรรยายได้ทั่วถึง”

(ด.ช. จ นามสมมติ)

3.2 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์พบว่าครูมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ควรสร้างท้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้ประมาณ 5 – 15 คน เพราะเป็นจำนวนที่เหมาะสมสามารถบรรยาย และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง ส่วนผู้สอนบางท่านมีความเห็นว่าอาจสร้างท้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้ประมาณ 5 – 15 คน หรือมากกว่า 15 คน เพราะเหมาะสมกับขนาดของห้องเรียน ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“5-15 คน เพราะเป็นจำนวนที่ไม่มากเกินไป ทำให้ง่ายต่อการควบคุมกิจกรรม การบรรยาย การถามตอบระหว่างผู้บรรยายและผู้ชม”

(อาจารย์ A นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะ มีขนาดเหมาะสำหรับการถอดประกอบเคลื่อนย้ายได้ง่ายในการจัดแสดง เป็นขนาดที่พอเหมาะสำหรับเข้าฟังการบรรยายได้ 5-15 คน”

(อาจารย์ B นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะเป็นขนาดที่พอเหมาะ อาจารย์สามารถดูแลได้ทั่วถึง”

(อาจารย์ C นามสมมติ)

“5-15 คน เพราะ ถ้ามีการบรรยายประกอบ ทุกคนจะสามารถติดตามเนื้อหาได้ รวมอภิปรายได้ ถ้าจำนวนมากเกินไป จะจัดกิจกรรมลำบาก”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

“5-15 คน หรือมากกว่า 15 คน เพราะ ทำให้เหมาะสมกับขนาดของห้องเรียน”

(อาจารย์ E นามสมมติ)

#### ประเด็นที่ 4 “ ท่านคิดว่าโครงสร้างของท้องฟ้าจำลองควรทำด้วยวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด ”

4.1 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ โครงสร้างของท้องฟ้าจำลองควรทำด้วยวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก เช่น กระจก และท่อพีวีซี ซึ่งนักเรียนสามารถทำได้เองเนื่องจากสะดวกและต้นทุนไม่สูงมาก หรืออาจใช้พลาสติกที่มีความแข็งแรง ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“วัสดุที่หาง่าย เช่น กระจก และท่อพีวีซี เพราะ ราคาถูก หาได้ง่าย หรืออาจใช้พลาสติกที่มีความคงทนแข็งแรงกว่า”

(ด.ญ. ก นามสมมติ)



“วัสดุที่หาง่าย เช่น ถุงดำ และท่อพีวีซี เพราะ ใช้ต้นทุนไม่สูงมาก เป็นการฝึกการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการฝึกกระบวนการ STEM ที่ดี”

(ด.ญ. ข นามสมมติ)

“วัสดุที่หาง่าย เช่น ถุงดำ และท่อพีวีซี เพราะ นักเรียนทำได้เองโดยง่าย”

(ด.ญ. ค นามสมมติ)

“วัสดุที่หาง่าย เช่น ถุงดำ และท่อพีวีซี เพราะ สะดวกและหาง่าย”

(ด.ช. ง นามสมมติ)

“วัสดุที่หาง่าย เช่น ถุงดำ และท่อพีวีซี เพราะ ต้นทุนไม่สูงมาก”

(ด.ช. จ นามสมมติ)

4.2 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์พบว่าครูมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ โครงสร้างของท้องฟ้าจำลองควรทำด้วยวัสดุที่หาง่าย และนักเรียนสามารถทำได้เอง เช่น ถุงดำ และท่อพีวีซี นอกจากนี้ยังมีความเห็นเพิ่มเติมว่าควรใช้วัสดุอื่น ๆ ที่มีน้ำหนักเบาและให้ความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานที่นานและสะดวกในการเคลื่อนย้าย ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“แผ่นอะคริลิกหรือแผ่นพลาสติก เพราะ มีความทนทาน เก็บได้หลายปี”

(อาจารย์ A นามสมมติ)

“วัสดุที่หาง่าย เช่น ถุงดำ หรือท่อพีวีซี เพราะ การออกแบบนวัตกรรมควรเริ่มต้นจากวัสดุที่หาง่ายและทดสอบ” ประสิทธิภาพการทำงานก่อนเป็นอันดับแรก พร้อมทั้งดูการใช้งานว่าเป็นไปตามลักษณะเด่นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การออกแบบหรือไม่”

(อาจารย์ B นามสมมติ)

“วัสดุอื่น ๆ ที่มีขนาดเบาแต่แข็งแรง”

(อาจารย์ C นามสมมติ)

“วัสดุอื่น ๆ ที่มีน้ำหนักเบาเพราะสะดวกในการเคลื่อนย้าย”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

“วัสดุที่หาง่าย เพราะเด็ก ๆ สามารถทำได้”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

**ประเด็นที่ 5 “ สำหรับท่าน การประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาทางดาราศาสตร์หรือไม่ อย่างไร ”**

5.1 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาทางดาราศาสตร์ เพราะสามารถใช้ในการเรียนการสอนทางด้านดาราศาสตร์ ในทุก ๆ ช่วงอายุตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา และใช้ประกอบการดูดาวได้ตลอดทั้งวันอีกทั้งยังขนย้ายได้สะดวก และเหมาะสมผู้เริ่มต้นการดูดาว ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“มีประโยชน์ ใช้ดูดาวได้ตลอดทั้งวันและขนย้ายไปที่ต่างๆได้ทุกที่”

(ด.ญ. ก นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะ สามารถสอนวิชาดาราศาสตร์ในทุกๆระดับการศึกษา เช่น ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเรียนรู้กลุ่มดาวได้”

(ด.ญ. ข นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะ ใช้ในการเรียนการสอนดาราศาสตร์ได้ดี “

(ด.ญ. ค นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะ เหมาะสำหรับคนเริ่มต้นดูดาว”

(ด.ช. ง นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะ สามารถใช้สอนดาราศาสตร์ในทุกๆช่วงอายุ โดยเฉพาะนักเรียนชั้นประถมศึกษาจะดึงดูดความสนใจได้มาก”

(ด.ช. จ นามสมมติ)

5.2 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์พบว่าครูมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาทางดาราศาสตร์ เพราะสามารถใช้ท้องฟ้าจำลองช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพทรงกลมท้องฟ้าและกลุ่มดาวได้ง่ายกว่าการเรียนการสอนปกติ อีกทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ให้เสมือนท้องฟ้าจริงในเวลากลางวัน สามารถเคลื่อนย้ายและจัดแสดงกิจกรรมทางดาราศาสตร์ได้ทุกที่ ทุกเวลา ดังข้อความที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“มีประโยชน์สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้กลุ่มดาวต่างๆในเวลากลางวันและผู้ที่ทำหน้าที่เป็นวิทยากรบรรยาย สามารถพัฒนาตนเองให้มีความรู้ทางด้านดาราศาสตร์อย่างแม่นยำ”

(อาจารย์ A นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะทุกโรงเรียนมีความจำเป็นต้องศึกษาดาราศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สิ่งที่จะช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดแรงบันดาลใจ สนใจศึกษาดาราศาสตร์คือ การนำดาราศาสตร์มาสู่นักเรียนหรือประชาชน โดยการประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญนั่นเอง “

(อาจารย์ B นามสมมติ)

“มีประโยชน์ เพราะสามารถใช้ได้ตลอดเวลาเพราะสามารถใช้ได้ทุกที่ ทุกเวลา”

(อาจารย์ C นามสมมติ)

“มีประโยชน์ สามารถจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์ให้เสมือนจริงในเวลากลางวัน”

(อาจารย์ D นามสมมติ)

“มีประโยชน์ ท้องฟ้าจำลองช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพทรงกลมท้องฟ้าและกลุ่มดาวได้ง่ายกว่าการเรียนการสอนปกติ”

(อาจารย์ E นามสมมติ)

### **สรุปประเด็นทั้ง 5 ประเด็นเกี่ยวกับสภาพปัญหา และความต้องการในการศึกษาดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวัน**

ผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันและสรุปได้ดังนี้คือ การดูดาวในเวลากลางวันเป็นเรื่องที่ยุ้งยากและทำได้ยาก เนื่องจากมีแสงของดวงอาทิตย์มาบดบังดาวไว้ จึงทำให้มองไม่เห็น ดังนั้นจะต้องมีการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อใช้ดูดาวในเวลากลางวันได้ โดยจะต้องสร้างจากวัสดุที่หาง่าย ราคาถูกมีสีดำ เช่น ถุงดำ โดยทำให้เป็นรูปทรงคล้ายท้องฟ้าจริงในเวลากลางคืน ตกแต่งภายในด้วยกลุ่มดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ต่าง ๆ และพื้นที่ภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ควรบรรจุผู้ชมได้ประมาณ 5 – 10 คน จากนั้นนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยนำไปจัดกิจกรรมทางด้านดาราศาสตร์ในโอกาสต่าง ๆ

## ตอนที่ 2 ผลการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

2.1 ผลการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) ผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนทางด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน ดังกล่าวข้างต้นนำไปสู่การสร้างต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1)

2.1.1 ต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) ทำด้วยถุงดำและท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลักและตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง เมื่อนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานกาลิเลโอรำลึก คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกจากนี้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เสนอปัญหาที่พบคือ มีกลิ่นพลาสติกภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ทำให้หายใจไม่ออก และควรมีเลเซอร์ชี้กลุ่มดาวเพื่อให้ทราบตำแหน่งดาวชัดเจนมากขึ้น จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



2.1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจในภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.61, SD = 0.57$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.58, SD = 0.55$ ) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.55, SD = 0.55$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1)

รายการ	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/พึงพอใจ
1. คุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.55	0.55	มากที่สุด

**ตารางที่ 4.1** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) (ต่อ)

รายการ	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/พึงพอใจ
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.58	0.55	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.46	0.61	มาก
4. สถานที่จัดท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.47	0.54	มาก
5. ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.61	0.57	มากที่สุด

## 2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2)

2.2.1 นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2) ผู้วิจัยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 1) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากถุงดำเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด และท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง นำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ ในงานมหกรรมสุริยุปราคา ณ ลานพระบรมราชานุสาวรีย์สองรัชกาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาที่พบของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2) คือ ท้องฟ้าจำลองไม่เป็นทรงกลมเหมือนท้องฟ้าจริง ดังนั้นผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและเสนอความคิดให้เปลี่ยนรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ให้มีลักษณะกลมเหมือนลูกฟุตบอล โดยการใช้ฟิวเจอร์บอร์ดตัดเป็นแผ่นประกบกันให้เหมือนจิ๊กซอว์



2.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.40, SD = 0.72$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.37, SD = 0.67$ ) เป็นอันดับ 2 และสถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.33, SD = 0.80$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2)

รายการ	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/พึงพอใจ
1. คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.37	0.67	มาก
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.17	0.70	มาก
3. ระยะเวลาในการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.03	0.72	มาก
4. สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.33	0.80	มาก
5. ภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.40	0.72	มาก

## 2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3)

2.3.1 นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) โดยการนำนวัตกรรมโดยนำห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากท่อพีวีซีเป็นบานพับ และใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่ตัดเป็นรูปทรงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมประกอบกันเป็นทรงกลม เหมือนลูกฟุตบอล ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนห้องฟ้าจริง นำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ ในงานสาธิตวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญหาที่พบ คือ นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) มีรูรั่ว เนื่องจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดประกบกันไม่สนิท ทำให้มีแสงลอดผ่านเข้ามาภายในห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) ดังนั้นผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวคิดว่า ควรเปลี่ยนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดให้เป็นวัสดุที่คงทนถาวรเพื่อจะได้ประกบกันสนิท



2.3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.30, SD = 0.67$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.25, SD = 0.74$ ) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.23, SD = 0.76$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3)

รายการ	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/พึงพอใจ
1. คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.23	0.76	มาก
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.22	0.73	มาก
3. ระยะเวลาในการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	3.93	0.84	มาก
4. สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.25	0.74	มาก
5. ภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.30	0.67	มาก

## 2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4)

2.4.1 นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ผู้วิจัยนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 3) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นอะคริลิกมีรูปทรงห้าเหลี่ยมและรูปทรงหกเหลี่ยม โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการตัดและใช้แผ่นบานพับอะลูมิเนียมเป็นตัวยึด ทำให้แผ่นอะคริลิกประกบกันได้สนิทพอดี ตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง แล้วนำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานจุฬาริชาการปี พ.ศ.2555 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยพบว่านวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ที่ได้รับการปรับปรุงจากนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 3) เป็นรุ่นที่สมบูรณ์แบบเพราะปราศจากกลิ่นสารเคมี ไม่มีแสงลอดเข้ามาจากภายนอก มีความแข็งแรงทนทาน ประกอบง่าย ติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้สะดวก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง สามารถนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ได้เป็นอย่างดี



2.4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.63, SD = 0.58$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.56, SD = 0.72$ ) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.52, SD = 0.63$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.4



**ตารางที่ 4.4** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4)

รายการ	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/พึงพอใจ
1. คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.52	0.63	มากที่สุด
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.48	0.65	มาก
3. ระยะเวลาในการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.40	0.74	มาก
4. สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.56	0.72	มากที่สุด
5. ภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.63	0.58	มากที่สุด

ผู้วิจัยนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมจำนวน 1 คน ประเมินรับรองและทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปทรงของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้ พื้นที่ในการรับรองผู้ชมภายในห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความเหมาะสมในการใช้ประกอบการสอนทางดาราศาสตร์ คุณภาพโดยรวมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.83, SD = 0.81$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ ความเสมือนจริงของบรรยากาศในห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ระบบระบายอากาศภายในห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.50, SD = 0.55$ ) เป็นอันดับ 2 และความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.33, SD = 0.82$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมในการประเมินรับรองนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร

ประเด็น	$M$	$SD$	ระดับความคิดเห็น/ ความพึงพอใจ
1. รูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.83	0.41	มากที่สุด
2. ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้	4.83	0.41	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้	4.50	0.55	มากที่สุด
4. ความเสมือนจริงของบรรยากาศในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.50	0.55	มากที่สุด
5. พื้นที่ในการรับรองผู้ชมภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.83	0.41	มากที่สุด
6. ระบบระบายอากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.50	0.55	มากที่สุด
7. ความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.33	0.82	มาก
8. ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อประกอบการสอนทางดาราศาสตร์	4.83	0.41	มากที่สุด
9. คุณภาพโดยรวมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.83	0.41	มากที่สุด

### ตอนที่ 3 ผลการนำนวัตกรรมไปใช้

ผู้วิจัยได้นำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) เป็นรุ่นที่สมบูรณ์แบบไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานพูนศาสตร์พัฒนา หกทศวรรษสาธิตจุฬาฯ พ.ศ.2561 โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลความพึงพอใจและคะแนนของแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนเข้าชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

#### 3.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจดสิทธิบัตร โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.47$ ) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ

คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.37$ ) เป็นอันดับ 2 และประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก ( $M = 4.31$ ) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 4.6 นอกจากนี้ผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ภายหลังจากจดสิทธิบัตร ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมดังนี้ นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ “เป็นผลงานที่ดีมาก เป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการใช้งานอย่างจริงจังและนำไปใช้ในการวิจัยการเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์ และมีการปรับปรุงเพื่อให้มีการใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบปรับอากาศภายใน ระบบแสงสำหรับการแสดงมีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก”

**ตารางที่ 4.6** ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร

ประเด็น	$M$	$SD$	ระดับเหมาะสม/ ความพึงพอใจ
1. บรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.47	0.64	มาก
2. คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.37	0.60	มาก
3. ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ	4.47	0.67	มาก
4. การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อน/หลังเรียน	4.12	0.79	มาก
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.31	0.65	มาก
6. ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.31	0.68	มาก
7. สถานที่ในการจัดแสดงท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.25	0.72	มาก
8. ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ	4.47	0.72	มาก

### 3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร

ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร ( $M = 18.74$ ,  $SD = 5.05$ ) สูงกว่าก่อนชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจดสิทธิบัตร ( $M = 12.66$ ,  $SD = 4.44$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t = 8.58$ ,  $P = 0.00$ ) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติ paired sample t-test ของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร

คะแนน	จำนวน	M	SD	t	P
ก่อนชม	50	12.66	4.44	8.58	0.00*
หลังชม	50	18.74	5.05		

\*p < .05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 2) ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 3) รับรองนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ตัวอย่าง คือ นักเรียน อาจารย์และบุคคลทั่วไปที่ศึกษาความรู้ทางดาราศาสตร์ จำนวน 50 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ 2) แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ข้อคำถามสำหรับการประเมินตามคุณลักษณะของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งเป็นมาตรฐาน 5 ระดับ และ 4) แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ ข้อคำถามแบบเลือกตอบครอบคลุมความรู้ทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ โดยมีการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ 2) สถิติบรรยาย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) สำหรับข้อมูลจากแบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อม 3) การทดสอบค่าที (paired sample t-test) สำหรับข้อมูลจากแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปแยกได้เป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัยประกอบด้วย ดังนี้

1. นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนเป็นนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาการดูดาวด้วยตาเปล่าในเวลากลางวัน โดยมีการพัฒนาจำนวน 4 รุ่น คือ รุ่นต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ทำมาจากถุงดำและท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง ต่อมาได้มีการนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากถุงดำเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดและท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง จนได้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) จากนั้นได้มีการนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากท่อพีวีซีเป็นบานพับ และใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่ตัดเป็นรูปทรงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมประกอบกันเป็นทรงกลมเหมือนลูกฟุตบอล ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง จนเกิดเป็นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) และต่อมาก็ได้มีการนำ

นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นอะคริลิกมีรูปทรงห้าเหลี่ยมและรูปทรงหกเหลี่ยม โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการตัดและใช้แผ่นบานพับอะลูมิเนียมเป็นตัวยึด ทำให้แผ่นอะคริลิกประกบกันได้สนิทพอดี ตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง จนเกิดเป็นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4)

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 2 และประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 3 และเมื่อนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องจักรราศีและดาวฤกษ์สูงกว่าก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ได้รับการยื่นขอสิทธิบัตร การประดิษฐ์ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีเลขที่คำขอ 1301006476 เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2556 และขณะนี้คำขอรับสิทธิบัตรอยู่ในขั้นตอนการตรวจสอบการประดิษฐ์ของพนักงานเจ้าหน้าที่กรมทรัพย์สินทางปัญญา

## อภิปรายผล

1. การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ต้นแบบของการสร้างนวัตกรรมเกิดจากการระบупัญหาในเรื่องการดูดาวด้วยตาเปล่าในเวลากลางวันเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและทำได้ยาก เนื่องจากมีแสงอาทิตย์ที่จ้ามากและบดบังดาวไว้ ไม่สามารถมองเห็นทำให้เกิดแนวคิดว่าจะทำอย่างไรจึงจะดูดาวด้วยตาเปล่าในเวลากลางวันได้ จึงเกิดแนวคิดในการสร้างท้องฟ้าจำลองขึ้นมา สอดคล้องกับงานวิจัยของสுகุณธ์ สิ้นธพานนท์ (2551) ซึ่งได้ให้ความหมายของนวัตกรรมเป็นสิ่งสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้นแบบของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ได้มาจากการหาวัสดุที่หาง่ายราคาถูก เช่น ถุงดำที่ใช้แทนท้องฟ้าในเวลากลางคืน ใช้ท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก และใช้เทปกาวในการยึดติดกับถุงดำ และตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงเสมือนท้องฟ้าจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิตินา แคมมณี (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของนวัตกรรมจะต้องไม่เสียค่าใช้จ่ายจนเกินไปและให้ผลเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนในชมรมดาราศาสตร์นำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศี และดาวฤกษ์นำไปจัดแสดงเป็นครั้งแรกในงาน 400 ปี กาลิเลโอรำลึกที่คณะอักษรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลปรากฏว่าปัญหาที่พบของนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) คือ มีกลิ่นสารเคมีจากถุงดำ ทำให้ผู้เข้าชมเวียนศีรษะและขาดสมาธิในการเข้าชม

ดังนั้นผู้วิจัยได้นำปัญหาไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิโดยผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไขปัญหาโดยเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำพื้นหลังของห้องฟ้าจากถุงดำมาเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ใช้ท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก และติดด้วยเทปกาว ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงเสมือนห้องฟ้าจริง จากนั้นผู้วิจัยได้นำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) ไปทดลองใช้ปรากฏว่าพบปัญหา คือ มีแสงลอดผ่านระหว่างรอยต่อของแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดและรูปทรงไม่กลมเหมือนห้องฟ้าจริง ดังนั้นผู้วิจัยได้นำปัญหาไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิโดยผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไขปัญหาโดยเปลี่ยนเป็นการใช้บานพับ เชื่อมรอยต่อระหว่างแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดแทนการใช้เทปกาวพันสายไฟสีดำ จากนั้นผู้วิจัยนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) ไปใช้จัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ปรากฏว่า ไม่มีแสงลอดผ่านและห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) มีรูปทรงกลมเหมือนห้องฟ้าจริงแต่ก็พบปัญหาห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) คือ แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดไม่คงทนถาวร ใช้งานได้เพียงครั้งเดียวก็เกิดการชำรุด ผู้วิจัยได้นำปัญหาไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิโดยผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไขปัญหาโดยเปลี่ยนจากฟิวเจอร์บอร์ดเป็นแผ่นอะคริลิกเพื่อให้เกิดความคงทนถาวรแล้วตัดด้วยคอมพิวเตอร์เป็นรูปทรงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมประกอบกันเป็นรูปทรงคล้ายลูกฟุตบอลและใช้บานพับเป็นตัวยึดติด ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงเสมือนห้องฟ้าจริงและนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ รุ่นที่สมบูรณ์แบบที่สุด คือ ห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) เป็นห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ที่สร้างจากวัสดุที่คงทนถาวร คือ แผ่นอะคริลิก รูปทรงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมที่ตัดด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำไปประกอบเป็นรูปทรงกลมเหมือนลูกฟุตบอลและยึดติดด้วยบานพับพร้อมสกรูและตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงเสมือนห้องฟ้าจริง จะช่วยลดปัญหากลิ่นสารเคมี ไม่มีแสงลอดเข้ามาทางช่องรอยต่อของแผ่นอะคริลิก มีความแข็งแรงทนทานประกอบง่าย ติดตั้ง และเคลื่อนย้ายได้สะดวกซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Inbar (1996), Unicef (2017), ทิศนา แคมมณี (2558), ศรีน้อย ลาวัง (2552) สรุปได้ว่ากระบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนจะต้องมีการสร้างนวัตกรรมจากนั้นนำมาทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไขปัญหา และนำไปใช้ในการประกอบการเรียนการสอน

2. ผลการนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ไปใช้เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผู้วิจัยนำนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับการแก้ไขจนเป็นรุ่นที่สมบูรณ์แบบที่สุด ไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวฤกษ์ ผู้วิจัยพบว่าประชาชนกลุ่มตัวอย่างหลังชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องจักรราศีและดาวฤกษ์สูงกว่าก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Serdyukov (2017), Walder (2017) ในเรื่องจุดประสงค์ของการนำนวัตกรรมไปใช้ จะทำให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

การเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวฤกษ์เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการสร้างและพัฒนาห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับห้องฟ้าจริงแต่มีขนาดเล็กกว่าเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ในการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Davis and Summers (2015), Edgar Dale(1970), Manning (1996) ที่สรุปได้ว่า ประสบการณ์จำลองเป็นประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงเนื่องจากประสบการณ์บางอย่างไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นจริงได้เนื่องจากมีความยุ่งยากจึงต้องจำลองสถานการณ์ให้มีลักษณะเหมือนจริงให้มากที่สุดเพื่อความสะดวกในการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้นเป็นประสบการณ์ตรงที่นักเรียนรับรู้ได้ด้วยตนเองจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ได้จากการปฏิบัติจากสถานการณ์จริงซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุดสอดคล้องกับกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale (ดัดแปลงจากเต็มเพชร สุขคนาภิบาล, 2554; สมชาย รัตนทองคำ, 2550; Manning, 1996)

3. การรับรองนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผู้วิจัยได้นำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ที่มีการพัฒนาขั้นสมบูรณ์แบบที่สุด (รุ่นที่ 4) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คนและผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม 1 คน ประเมินรับรองในด้านรูปทรง ความแข็งแรง ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ ความเสมือนจริงของบรรยากาศภายใน พื้นที่ในการรับรองผู้ชม ระบบระบายอากาศ ความสะดวกในการติดตั้งขนย้าย ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อการสอน คุณภาพโดยรวมของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด จากนั้นผู้วิจัยได้นำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ไปทำการยื่นจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์โดยจดในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สรุปได้ว่าในเรื่องกระบวนการพัฒนานวัตกรรมการสอนในระยะหลังการสร้างและการพัฒนาจะต้องนำนวัตกรรมนั้นไปประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขเพื่อศึกษาว่านวัตกรรมนั้นสามารถนำไปใช้ได้จริง และเผยแพร่นวัตกรรมให้เป็นที่รู้จักและยอมรับซึ่งจะถือว่าเป็นความสำเร็จของนวัตกรรมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทีศนา แคมมณี (2558)

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

หากนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ควรจัดให้มีการอบรมในเรื่องการประกอบ ติดตั้ง และจัดเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริงและควรเตรียมความพร้อมในด้านความรู้เกี่ยวกับจักรราศีและดาวฤกษ์ให้กับนักเรียนที่เป็นวิทยากรให้พร้อมเสียก่อน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เข้าชมทุกคน หากในฤดูร้อน อากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง จึงควรมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดเคลื่อนที่ขนาดเล็กเพื่อให้ผู้เข้าชมมีสมาธิในการชมมากขึ้น

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ในรุ่นต่อไปสามารถพัฒนาต่อไปเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น ฟาร์ม ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่ายกว่าแผ่นอะคริลิก แต่จะต้องสร้างให้มีโครงสร้างคล้ายเต็นท์ที่ทนต่อแรงลม เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้างมากยิ่งขึ้น



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ (2559). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางต้องรู้และควรรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- เต็มเพชร สุขคณาภิบาล (2554). *การพัฒนาโปรแกรมการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้วิชาเทเบิลเทนนิสโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาปริญญาบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัชชา เทียมพิทักษ์ (2556). *นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะด้านการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับครูอาชีวศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เบญจรัตน์ มงคลสาร (2555). *การพัฒนาสื่อการสอนแบบการ์ตูนมัลติมีเดีย 2 มิติ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่องโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คุรุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มนตรี แร่งจัดงาน (2553). *การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางดาราศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนสิข สิทธิสมบูรณ์. (2557). *การพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. Retrieved 1 November, 2017, from [http://office.nu.ac.th/edu\\_teach/ASS/Download/vchk-การพัฒนานวัตกรรมการศึกษา-มนสิข.pdf](http://office.nu.ac.th/edu_teach/ASS/Download/vchk-การพัฒนานวัตกรรมการศึกษา-มนสิข.pdf)
- ศรีน้อย ลาวัง (2552). *วิเคราะห์กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนของครูโดยใช้เทคนิคการสืบสอบแบบชั้นชม*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (2559). *เครื่องฉายดาว ZEISS Mark IV*. Retrieved 2 November, 2017, from <http://www.sciplanet.org/?p=399>.

- สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2551). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง, 2551.
- สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ. (2556). การศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนา การรับรู้ และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศของครูแกนนำวิทยาศาสตร์. *ศรีนครินทร์วารวิโรฒวิจัยและพัฒนาสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 9, 141-153.
- สินธุ์วัฒน์ เข็มอุทา (2558). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เรื่อง ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2552. (2552). *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา*, 126(ตอนที่ 63 ก), 1-16.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ*. กรุงเทพฯ: คุรุสภา. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สมชาย รัตนทองคำ (2550). หลักการจัดประสบการณ์เรียนรู้ในชั้นเรียน. Retrieved 1 November, 2017, from <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/12exp.pdf>.

## ภาษาอังกฤษ

- Anahita Baregheh, Jennifer Rowley & Sally Sambrook. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323-1339.
- Bishop, J. E. (1979). The educational value of the planetarium. *The Planetarian*, 8(1), 7.
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching, third edition*. NY: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston.
- Davis, B. and M. Summers (2015). Applying Dale's Cone of Experience to increase learning and retention: A study of student learning in a foundational leadership course. *QScience. Proceedings (Engineering Leaders Conference 2014)*
- Fitzgerald, M., et al. (2016). A Large-Scale Inquiry-Based Astronomy Intervention Project: Impact on Students' Content Knowledge Performance and Views of their High School Science Classroom. *Research in Science Education* 46(6), 901-916.

- Inbar, D. E. (1996). *Planning for innovation in education*. Paris, UNESCO: International Institute for Education Planning.
- International Planetariums Society. IPS Official Statement on the Role of Planetariums in Education. Retrieved 2 November, 2017, from <http://www.ips-planetarium.org/?edstatement>.
- Kercher, K. and D. C. Rowe (2012). *Improving the Learning Experience for the Deaf through Augment Reality Innovations*. Proceedings of the 2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation.
- Kondo, M., Yasuda, T., Yokoi, S., Ura, M., Endo, M., Goto, M., ... & Noda, M. (2008). Astronomy Teaching Resources Management System for Curators Using Information Technology. In *2008 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control*.
- Kudo, C., Kohara, N., Urata, M., Endo, M., Yasuda, T., Hamatani, T., & Mouri, K. (2015). Developing an astronomy education system in science museum using push notifications. In *2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*. 614-618.
- Maheshwari, V. K. (2016). EDGAR DALE'S CONE OF EXPERIENCE. Retrieved 1 November, 2017, from <http://www.vkmaheshwari.com/WP/?p=2332>.
- Manning, J. G. (1996). The role of planetariums in astronomy education. In *Astronomy Education: Current Developments, Future Coordination* (Vol. 89, p. 80-87).
- OECD. (2005). Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data (3rd ed.). Paris, France: Organization for Economic Co-operation and Development. Retrieved 1 November, 2017, from <http://www.oecd.org/science/inno/oslomanual/guidelinesforcollectingandinterpretinginnovationdata3rdedition.htm>
- OECD (2016). *Innovating Education and Educating for Innovation. The Power of Digital Technologies and Skills*. Paris: OECD Publishing. Retrieved October 01, 2017, from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264265097-en>
- Plummer, J. D., et al. (2015). A Guide to Conducting Educational Research in the Planetarium. *Planetarian*, 44(2), 8-24.
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of Innovation*. 4th edition. New York The Free Press.
- Serdyukov, P. (2017). Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it?. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 10(1), 4-33.

Unicef. (2017). Innovation in Education. Retrieved 1 November, 2017, from  
[https://www.unicef.org/education/bege\\_73537.html](https://www.unicef.org/education/bege_73537.html)

Walder, A. M. (2017). Pedagogical Innovation in Canadian higher education: Professors' perspectives on its effects on teaching and learning. *Studies in Educational Evaluation, 54*, 71-82.

# ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศี กลุ่มดาวฤกษ์

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.วิภู ฐาใจปการ        | อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย         |
| 2. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์  | อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์ | อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 4. อาจารย์วิทยา อินโท              | อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 5. อาจารย์โกเมศ นาแจ้              | อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อรับรองนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม  
เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์

1.	ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ	อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	อาจารย์ ดร.วิญญู รุโจปการ	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3.	อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
4.	อาจารย์จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5.	อาจารย์วิทยา อินโท	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
6.	อาจารย์โกเมศ นาแจ้	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม



## ภาคผนวก ข

### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการประดิษฐ์

#### นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

1. แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์เพื่อพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ
2. แบบสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อการพัฒนา นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ
3. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่1-4)
4. แบบประเมินนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆของผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

## แบบสัมภาษณ์

การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์

### สำหรับผู้สอนทางดาราศาสตร์

#### ข้อมูลส่วนบุคคล

โปรดตอบคำถามให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันของท่านให้มากที่สุด

1. ชื่อ \_\_\_\_\_ นามสกุล \_\_\_\_\_
2. วุฒิการศึกษาสูงสุด \_\_\_\_\_ สาขาวิชา \_\_\_\_\_
3. ตำแหน่งทางวิชาการ \_\_\_\_\_
4. หน่วยงานที่สังกัด \_\_\_\_\_
5. ประสบการณ์การสอน \_\_\_\_\_ ปี

**ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อม** หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นครึ่งทรงกลม พื้นหลังของท้องฟ้าเป็นสีดำ มีกลุ่มดาวจักราศี และกลุ่มดาวฤกษ์ ที่ทำมาจากสารเรืองแสง ตำแหน่งดาวมีขนาดย่อเสมือนจริงบนท้องฟ้า มีความแข็งแรงทนทาน สะดวกในการติดตั้ง และขนย้ายในบริเวณที่จัดแสดง

#### ประเด็นสัมภาษณ์

โปรดแสดงความคิดเห็นต่อคำถามต่อไปนี้ ด้วยการอธิบาย

1. ในปัจจุบัน การดูดาวในเวลากลางวันของท่านเป็นเรื่องยุ่งยากหรือไม่ เพราะเหตุใด

---



---



---



---



---

2. สำหรับท่าน การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

(1) เหมาะสม

(2) ไม่เหมาะสม

---



---



---



---

3. ในความคิดของท่าน ควรสร้างห้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้โดยประมาณเท่าไร เพราะเหตุใด

(1) ไม่สามารถบรรจุคนได้

(2) 1 – 5 คน

(3) 5 – 15 คน

(4) มากกว่า 15 คน

---



---



---



---



---

4. ท่านคิดว่า โครงสร้างของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ควรทำด้วยวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด

(1) วัสดุหาง่าย เช่น กระจก ท่อ PVC พิวเจอร์บอร์ด เป็นต้น

(2) ไม้

(3) เหล็ก

(4) อื่น ๆ (โปรดระบุ) \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

5. สำหรับท่าน การประดิษฐ์ห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาทางดาราศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

(1) มีประโยชน์

(2) ไม่มีประโยชน์

---



---



---



---



---

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสัมภาษณ์

## แบบสัมภาษณ์

การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์

### สำหรับนักเรียน

#### ข้อมูลส่วนบุคคล

โปรดตอบคำถามให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันของท่านให้มากที่สุด

- ชื่อ \_\_\_\_\_ นามสกุล \_\_\_\_\_
- ระดับชั้น \_\_\_\_\_ โรงเรียน \_\_\_\_\_
- อายุ \_\_\_\_\_ ปี

**ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ** หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นครึ่งทรงกลม พื้นหลังของท้องฟ้าเป็นสีดำ มีกลุ่มดาวจักราศี และกลุ่มดาวฤกษ์ ที่ทำมาจากสารเรืองแสง ตำแหน่งดาวมีขนาดย่อเสมือนจริงบนท้องฟ้า มีความแข็งแรงทนทาน สะดวกในการติดตั้ง และขนย้ายในบริเวณที่จัดแสดง

#### ประเด็นสัมภาษณ์

โปรดแสดงความคิดเห็นต่อคำถามต่อไปนี้ ด้วยการอธิบาย

- ในปัจจุบัน การดูดาวในเวลากลางวันของท่านเป็นเรื่องยุ่งยากหรือไม่ เพราะเหตุใด

---



---



---



---



---

- สำหรับท่าน การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

(1) เหมาะสม

(2) ไม่เหมาะสม

---



---



---



---



---

3. ในความคิดของท่าน ควรสร้างห้องฟ้าจำลองให้สามารถบรรจุคนได้โดยประมาณเท่าไร เพราะเหตุใด

- (1) ไม่สามารถบรรจุคนได้                       (2) 1 – 5 คน  
 (3) 5 – 15 คน                                       (4) มากกว่า 15 คน

---



---



---



---

4. ท่านคิดว่า โครงสร้างของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ ควรทำด้วยวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด

- (1) วัสดุหาง่าย เช่น ฤงดำ ท่อ PVC พีเจอร์บอร์ด เป็นต้น  
 (2) ไม้  
 (3) เหล็ก  
 (4) อื่น ๆ (โปรดระบุ) \_\_\_\_\_

---



---



---



---

5. สำหรับท่าน การประดิษฐ์ห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาดาราศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

- (1) มีประโยชน์                                       (2) ไม่มีประโยชน์

---



---



---



---

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสัมภาษณ์

## แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่1-4)

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อการนำเสนอนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะนำไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมาเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ต่อไป

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. ชื่อ \_\_\_\_\_ นามสกุล \_\_\_\_\_
2. เพศ  (1)ชาย  (2) หญิง
3. สถานภาพ  (1) นักเรียนระดับชั้น \_\_\_\_\_ โรงเรียน \_\_\_\_\_  
 (2) อาจารย์ โรงเรียน \_\_\_\_\_  
 (3) อื่นๆ โปรดระบุ \_\_\_\_\_

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา

โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อต่อไปนี้ว่ามีความเหมาะสม/ความพึงพอใจระดับใด

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา					
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา					
3. ระยะเวลาในการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา					
4. สถานที่จัดห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา					
5. ภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข หรือข้อเสนอแนะเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงในครั้งต่อไป

---



---



---



---

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสัมภาษณ์

**แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (Junior Planetarium)**  
**ของผู้เชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรม**

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อประเมินคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อม และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ต่อไป

**ตอนที่ 1**

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินนวัตกรรม

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. ชื่อ \_\_\_\_\_ นามสกุล \_\_\_\_\_
2. วุฒิการศึกษาสูงสุด \_\_\_\_\_ สาขาวิชา \_\_\_\_\_
3. ตำแหน่งทางวิชาการ \_\_\_\_\_
4. หน่วยงานที่สังกัด \_\_\_\_\_
5. ประสบการณ์การสอน \_\_\_\_\_ ปี

**ตอนที่ 2**

ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อ

ต่อไปนี้ว่ามีความเหมาะสม / ความพึงพอใจระดับใด

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความเหมาะสมด้านรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					
2. ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้					
3. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้					
4. ความเสมือนจริงของบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					
5. พื้นที่ในการรองรับผู้ชมภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					
6. ระบบระบายอากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					
7. ความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					
8. ความเหมาะสมในการใช้ป็นสื่อประกอบการสอนทางดาราศาสตร์					
9. คุณภาพโดยรวมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ					

**ตอนที่ 3**

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านต่อข้อความต่อไปนี้

ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงในครั้งต่อไป (โปรดระบุเป็นข้อ ๆ )

---



---

**ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบประเมินนวัตกรรม**

## ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและตรวจสอบคุณภาพของห้องฟ้าจำลอง  
ขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร

1. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลอง

ขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร

2. แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้เข้าชมก่อนและหลังชม  
นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

3. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (IOC) สำหรับ  
ผู้ทรงคุณวุฒิ

4. ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (IOC) สำหรับ

ผู้ทรงคุณวุฒิ และการแปลความหมายระหว่างข้อคำถามกับ

จุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์

ก่อน/หลังชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

5. คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้ชมก่อนชมและ

หลังชมนวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจัด  
สิทธิบัตร



แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากจัดสิทธิบัตร  
 เนื่องในงาน พุทธศาสตร์พัฒนา หกทศวรรษสาธิตจุฬาฯ (OPEN HOUSE)  
 ระหว่างวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 ณ โรงเรียนสาธิตจาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อสำรวจความคิดเห็นของท่านต่อการนำเสนอนวัตกรรม  
 ห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนา  
 นวัตกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ต่อไป

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

- ชื่อ \_\_\_\_\_ นามสกุล \_\_\_\_\_
- เพศ  (1) ชาย  (2) หญิง
- สถานภาพ  (1) นักเรียนระดับชั้น \_\_\_\_\_ โรงเรียน \_\_\_\_\_  
 (2) อาจารย์ โรงเรียน \_\_\_\_\_  
 (3) อื่น ๆ โปรดระบุ \_\_\_\_\_

๐๐๐ ข้อมูลในตอนที่ 1 ใช้สำหรับทำการวิจัยเท่านั้น จะไม่นำไปเปิดเผย ๐๐๐

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับการชมนิทรรศการห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม

โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อต่อไปนี้ว่ามีความเหมาะสม / ความพึงพอใจระดับใด

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. บรรยากาศภายในห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					
2. คุณภาพและความเหมาะสมของห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					
3. ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอด เนื้อหาสาระ					
4. การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบ ก่อน / หลังเข้าชม					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					
6. ระยะเวลาในการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					
7. สถานที่ในการจัดแสดงห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					
8. ภาพรวมของการชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม					

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นเพิ่มเติม

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านต่อข้อความต่อไปนี้

ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงในครั้งต่อไป (โปรดระบุเป็นข้อ ๆ )

---



---



---

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม

## แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ทางดาราศาสตร์ของผู้ชมก่อนชม

### นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา

คำชี้แจง 1. แบบวัดมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที

2. ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบเลือกคำตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยระบายในกระดาษคอมพิวเตอร์ที่แจกให้

### จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ระบายลงในกระดาษคอมพิวเตอร์

(1) ทำไมถึงเห็นท้องฟ้าเป็นทรงกลม

1. โลกเป็นทรงกลม
2. การหักเหและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก
3. เราสามารถมองเห็นทุกทิศทุกทางในระยะที่เท่ากัน
4. ท้องฟ้าคล้ายลูกบอลทรงกลมครอบไว้

(2) ถ้านักเรียนหันหน้าไปทางทิศเหนือ ซ้ายมือของนักเรียนจะเป็นทิศใด

1. ทิศตะวันตก
2. ทิศตะวันออก
3. ทิศใต้
4. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

(3) การขึ้น-ตกของดวงดาวเกิดจากปรากฏการณ์ใด

1. การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
2. การเคลื่อนที่ของดาว
3. การหมุนรอบตัวเองของโลก
4. การส่ายของแกนโลก

(4) กลุ่มดาวนายพรานเคลื่อนที่ปรากฏขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศใด

1. ทิศตะวันออก
2. ไม่ขึ้น
3. ทิศใต้
4. ทิศเหนือ

(5) ข้อใดต่อไปนี้อยู่บนเส้นขอบฟ้า

1. ทิศหลักทั้งสี่
2. จุดจอมฟ้า
3. จุดใต้เท้า
4. ไม่มีข้อถูก

(6) เมอริเดียนฟ้าไม่ผ่านตำแหน่งใด

1. ทิศเหนือ
2. จุดจอมฟ้า
3. ทิศตะวันออก
4. ทิศใต้

(7) การประมาณมุม 10 องศา โดยใช้มือมีลักษณะอย่างไร



(8) ทิศใต้มีมุมทิศเท่าใด

1. 270 องศา

2. 180 องศา

3. 360 องศา

4. 90 องศา

(9) เส้นขอบฟ้ามีมุมเงยเท่าใด

1. 90 องศา

2. 0 องศา

3. 23.5 องศา

4. 37 องศา

(10) ดาว A มีมุมเงย 30 องศา ดาว A จะมีระยะเชิงมุมกับจุดจอมฟ้าเท่าใด

1. 60 องศา

2. 30 องศา

3. 10 องศา

4. 0 องศา

(11) ดาวทุกดวงจะมีมุมเงยสูงสุดเมื่อใด

1. อยู่บนเส้นเมริเดียน

2. อยู่บนเส้นขอบฟ้า

3. อยู่ที่จุดใต้เท้า

4. ไม่มีข้อถูก

(12) ในช่วงหัวค่ำของเดือนใด จะสามารถเห็นสามเหลี่ยมฤดูหนาวได้ทางทิศตะวันออก

1. เดือนมิถุนายน

2. เดือนกันยายน

3. เดือนธันวาคม

4. เดือนมีนาคม

(13) ดาวฤกษ์ดวงใดสว่างที่สุดบนท้องฟ้าในยามค่ำคืน

1. โพลาริส

2. คาโนปัส

3. เรกูลัส

4. ซิริอุส

(14) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวอยู่ในกลุ่มดาวใด

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. เคนิส เมเจอร์ | 2. เคนิส ไมเนอร์ |
| 3. โอไรออน       | 4. ลีโอ          |

(15) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวมีชื่อไทยว่าอะไร

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1. ดาวประกายพรึก | 2. ดาวโจร    |
| 3. ดาวกระจาย     | 4. ดาวลูกไก่ |

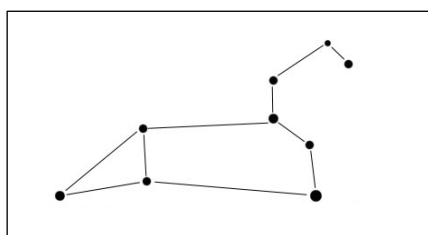
(16) กลุ่มดาวใดไม่ได้อยู่ในแนวเส้นสุริยวิถี

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. กลุ่มดาวสิงโต | 2. กลุ่มดาวคนคู่ |
| 3. กลุ่มดาวสารถี | 4. กลุ่มดาววัว   |

(17) “ดาวเทียม A เคลื่อนที่ผ่านกระจุกดาวลูกไก่พอดี” จากข้อความข้างต้น ณ ขณะนั้น ดาวเทียม A ควรอยู่กลุ่มใด

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. กลุ่มดาวค้างคาว   | 2. กลุ่มดาววัว          |
| 3. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก | 4. กลุ่มดาวกระดูกงูเรือ |

พิจารณาภาพกลุ่มดาวต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ (18)



(18) กลุ่มดาวข้างต้นมีชื่อว่าอะไร

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. กลุ่มดาวนายพราน   | 2. กลุ่มดาวปู    |
| 3. กลุ่มดาวสุนัขใหญ่ | 4. กลุ่มดาวสิงโต |

(19) ในวันเพ็ญวันหนึ่ง ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีระยะห่างเชิงมุมต่อกัน 180 องศาพอดี หากวันนั้นดวงจันทร์อยู่ที่กลุ่มดาวคันชั่ง เดือนนั้นเป็นเดือนใด

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1. เดือนมีนาคม  | 2. เดือนมิถุนายน |
| 3. เดือนกันยายน | 4. เดือนธันวาคม  |

(20) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ตรงกับกลุ่มดาวใด

1. กลุ่มดาวหญิงสาว
2. กลุ่มดาวสิงโต
3. กลุ่มดาววัว
4. กลุ่มดาวแกะ

(21) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 นักเรียนสามารถสังเกตเห็นกลุ่มดาวที่เป็นคำตอบในข้อที่ 20 ในช่วงเวลาใด

1. ดวงอาทิตย์กำลังตกดิน
2. ช่วงพลบค่ำ
3. ช่วงรุ่งสาง
4. ไม่สามารถเห็นได้

(22) หากนักเรียนสังเกตท้องฟ้ายามค่ำคืนที่ประเทศออสเตรเลีย นักเรียนคิดว่า นักเรียนเห็นกลุ่มดาวกระดูกงูเรือมีมุมเงยสูงสุดประมาณเท่าใด

1. มากกว่า 45 องศา
2. ระหว่าง 0 – 45 องศา
3. 0 องศาพอดี
4. น้อยกว่า 0 องศา

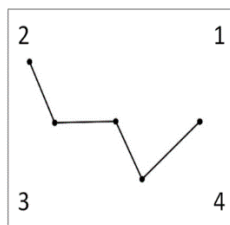
(23) ดาวเหนืออยู่ในกลุ่มดาวใด

1. กลุ่มดาวคางคาว
2. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก
3. กลุ่มดาวหมีเล็ก
4. กลุ่มดาวหมีใหญ่

(24) กลุ่มดาวใดต่อไปนี้สามารถใช้หาดาวเหนือได้

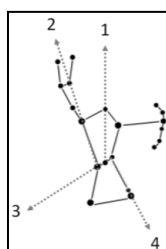
1. กลุ่มดาวนายพราน
2. กลุ่มดาวหมีใหญ่
3. กลุ่มดาวคางคาว
4. ถูกทุกข้อ

(25) จากภาพด้านล่าง ดาวเหนือจะปรากฏอยู่ตรงทิศทางหมายเลขใดของภาพ



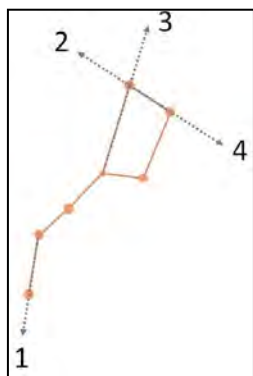
1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(26) จากภาพด้านล่าง ทิศทางของหมายเลขใด ชี้ไปทางดาวเหนือ



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(27) จากภาพด้านล่าง ทิศทางในข้อใด ชี้ไปทางดาวเหนือ



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(28) จากภาพด้านล่าง ดาวดวงใดที่ผู้สังเกตจะเห็นอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(29) เพราะเหตุใด นักเรียนจึงเห็นดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน

1. ดาวทุกดวงโคจรรอบดาวเหนือ
2. ดาวเหนือมีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับโลกพอดี
3. ดาวเหนืออยู่นิ่งโดยไม่มี การเคลื่อนที่
4. ดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งขั้วฟ้าเหนือ

(30) ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการดูดาวทางดาราศาสตร์

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. บอกเวลา   | 2. บอกโชคชะตา |
| 3. บอกทิศทาง | 4. บอกฤดูกาล  |

## แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้ชมหลังชม

### นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา

คำชี้แจง 1. แบบวัดมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที

2. ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบเลือกคำตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยระบายในกระดาษคอมพิวเตอร์ที่แจกให้

### จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ระบายลงในกระดาษคอมพิวเตอร์

(1) ทำไมถึงเห็นท้องฟ้าเป็นทรงกลม

1. โลกเป็นทรงกลม
2. การหักเหและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก
3. เราสามารถมองเห็นทุกทิศทุกทางในระยะที่เท่ากัน
4. ท้องฟ้าคล้ายลูกบอลทรงกลมครอบไว้

(2) ถ้านักเรียนหันหน้าไปทางทิศเหนือ ซ้ายมือของนักเรียนจะเป็นทิศใด

1. ทิศตะวันตก
2. ทิศตะวันออก
3. ทิศใต้
4. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

(3) การขึ้น-ตกของดวงดาวเกิดจากปรากฏการณ์ใด

1. การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
2. การเคลื่อนที่ของดาว
3. การหมุนรอบตัวเองของโลก
4. การส่ายของแกนโลก

(4) กลุ่มดาวนายพรานเคลื่อนที่ปรากฏขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศใด

1. ทิศตะวันออก
2. ไม่ขึ้น
3. ทิศใต้
4. ทิศเหนือ

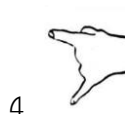
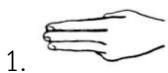
(5) ข้อใดต่อไปนี้อยู่บนเส้นขอบฟ้า

1. ทิศหลักทั้งสี่
2. จุดจอมฟ้า
3. จุดใต้เท้า
4. ไม่มีข้อถูก

(6) เมอริเดียนฟ้าไม่ผ่านตำแหน่งใด

1. ทิศเหนือ
2. จุดจอมฟ้า
3. ทิศตะวันออก
4. ทิศใต้

(7) การประมาณมุม 10 องศา โดยใช้มือมีลักษณะอย่างไร



(8) ทิศใต้มีมุมทิศเท่าใด

1. 270 องศา

2. 180 องศา

3. 360 องศา

4. 90 องศา

(9) เส้นขอบฟ้ามีมุมเงยเท่าใด

1. 90 องศา

2. 0 องศา

3. 23.5 องศา

4. 37 องศา

(10) ดาว A มีมุมเงย 30 องศา ดาว A จะมีระยะเชิงมุมกับจุดจอมฟ้าเท่าใด

1. 60 องศา

2. 30 องศา

3. 10 องศา

4. 0 องศา

(11) ดาวทุกดวงจะมีมุมเงยสูงสุดเมื่อใด

1. อยู่บนเส้นเมริเดียน

2. อยู่บนเส้นขอบฟ้า

3. อยู่ที่จุดใต้เท้า

4. ไม่มีข้อถูก

(12) ในช่วงหัวค่ำของเดือนใด จะสามารถเห็นสามเหลี่ยมฤดูหนาวได้ทางทิศตะวันออก

1. เดือนมิถุนายน

2. เดือนกันยายน

3. เดือนธันวาคม

4. เดือนมีนาคม

(13) ดาวฤกษ์ดวงใดสว่างที่สุดบนท้องฟ้าในยามค่ำคืน

1. โพลาริส

2. คาโนปัส

3. เรกูลัส

4. ซิริอุส



(14) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวอยู่ในกลุ่มดาวใด

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. เคนิส เมเจอร์ | 2. เคนิส ไมเนอร์ |
| 3. โอไรออน       | 4. ลีโอ          |

(15) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวมีชื่อไทยว่าอะไร

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1. ดาวประกายพรึก | 2. ดาวโจร    |
| 3. ดาวกระจาย     | 4. ดาวลูกไก่ |

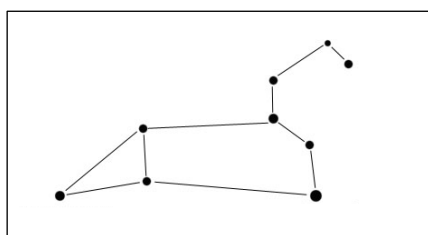
(16) กลุ่มดาวใดไม่ได้อยู่ในแนวเส้นสุริยวิถี

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. กลุ่มดาวสิงโต | 2. กลุ่มดาวคนคู่ |
| 3. กลุ่มดาวสารถี | 4. กลุ่มดาววัว   |

(17) “ดาวเทียม A เคลื่อนที่ผ่านกระจุกดาวลูกไก่พอดี” จากข้อความข้างต้น ณ ขณะนั้น ดาวเทียม A ควรอยู่กลุ่มใด

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. กลุ่มดาวค้างคาว   | 2. กลุ่มดาววัว          |
| 3. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก | 4. กลุ่มดาวกระดูกงูเรือ |

พิจารณาภาพกลุ่มดาวต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ (18)



(18) กลุ่มดาวข้างต้นมีชื่อว่าอะไร

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. กลุ่มดาวนายพราน   | 2. กลุ่มดาวปู    |
| 3. กลุ่มดาวสุนัขใหญ่ | 4. กลุ่มดาวสิงโต |

(19) ในวันเพ็ญวันหนึ่ง ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีระยะห่างเชิงมุมต่อกัน 180 องศาพอดี หากวันนั้นดวงจันทร์อยู่ที่กลุ่มดาวคันชั่ง เดือนนั้นเป็นเดือนใด

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1. เดือนมีนาคม  | 2. เดือนมิถุนายน |
| 3. เดือนกันยายน | 4. เดือนธันวาคม  |

(20) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ตรงกับกลุ่มดาวใด

1. กลุ่มดาวหญิงสาว
2. กลุ่มดาวสิงโต
3. กลุ่มดาววัว
4. กลุ่มดาวแกะ

(21) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 นักเรียนสามารถสังเกตเห็นกลุ่มดาวที่เป็นคำตอบในข้อที่ 20 ในช่วงเวลาใด

1. ดวงอาทิตย์กำลังตกดิน
2. ช่วงพลบค่ำ
3. ช่วงรุ่งสาง
4. ไม่สามารถเห็นได้

(22) หากนักเรียนสังเกตท้องฟ้ายามค่ำคืนที่ประเทศออสเตรเลีย นักเรียนคิดว่า นักเรียนเห็นกลุ่มดาวกระดูกงูเรือมีมุมเงยสูงสุดประมาณเท่าใด

1. มากกว่า 45 องศา
2. ระหว่าง 0 – 45 องศา
3. 0 องศาพอดี
4. น้อยกว่า 0 องศา

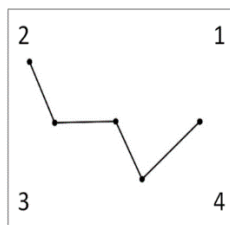
(23) ดาวเหนืออยู่ในกลุ่มดาวใด

1. กลุ่มดาวคางคาว
2. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก
3. กลุ่มดาวหมีเล็ก
4. กลุ่มดาวหมีใหญ่

(24) กลุ่มดาวใดต่อไปนี้สามารถใช้หาดาวเหนือได้

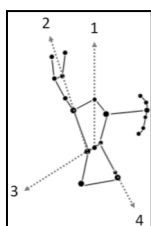
1. กลุ่มดาวนายพราน
2. กลุ่มดาวหมีใหญ่
3. กลุ่มดาวคางคาว
4. ถูกทุกข้อ

(25) จากภาพด้านล่าง ดาวเหนือจะปรากฏอยู่ตรงทิศทางหมายเลขใดของภาพ



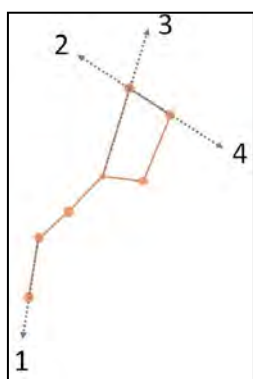
1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(26) จากภาพด้านล่าง ทิศทางของหมายเลขใด ชี้ไปทางดาวเหนือ



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(27) จากภาพด้านล่าง ทิศทางในข้อใด ชี้ไปทางดาวเหนือ



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(28) จากภาพด้านล่าง ดาวดวงใดที่ผู้สังเกตจะเห็นอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน



1. หมายเลข 1
2. หมายเลข 2
3. หมายเลข 3
4. หมายเลข 4

(29) เพราะเหตุใด นักเรียนจึงเห็นดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน

1. ดาวทุกดวงโคจรรอบดาวเหนือ
2. ดาวเหนือมีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับโลกพอดี
3. ดาวเหนืออยู่นิ่งโดยไม่มี การเคลื่อนที่
4. ดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งขั้วฟ้าเหนือ

(30) ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการดูดาวทางดาราศาสตร์

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. บอกเวลา   | 2. บอกโชคชะตา |
| 3. บอกทิศทาง | 4. บอกฤดูกาล  |

คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้เข้าชมก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้า  
จำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร

คะแนนก่อนชมนวัตกรรม ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา		คะแนนหลังชมนวัตกรรม ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา	
รหัส	คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	รหัส	คะแนนเต็ม (30 คะแนน)
10000	20	10000	22
10001	13	10001	19
10002	17	10002	18
10003	13	10003	24
10004	13	10004	11
10005	7	10005	15
10006	14	10006	21
10007	6	10007	12
10008	7	10008	13
10009	9	10009	15
10010	14	10010	21
10011	8	10011	18
10012	15	10012	14
10013	9	10013	16
10014	10	10014	14
10015	12	10015	20
10016	10	10016	21
10017	10	10017	23
10018	16	10018	24
10019	5	10019	24
10020	16	10020	23
10021	18	10021	23
10022	10	10022	14
10023	11	10023	10
10024	7	10024	13
10025	7	10025	12
10026	9	10026	10
10027	11	10027	10
10028	4	10028	26
10029	5	10029	13
10030	13	10030	15

คะแนนก่อนชมนวัตกรรม ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา		คะแนนหลังชมนวัตกรรม ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมา	
รหัส	คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	รหัส	คะแนนเต็ม (30 คะแนน)
10031	14	10031	21
10032	18	10032	24
10033	15	10033	14
10034	21	10034	30
10035	16	10035	21
10036	20	10036	24
10037	20	10037	24
10038	20	10038	24
10039	15	10039	26
10040	10	10040	25
10041	16	10041	22
10042	11	10042	20
10043	11	10043	20
10044	9	10044	20
10045	14	10045	21
10046	17	10046	15
10047	14	10047	16
10048	16	10048	14
10049	17	10049	22

## ภาคผนวก ง

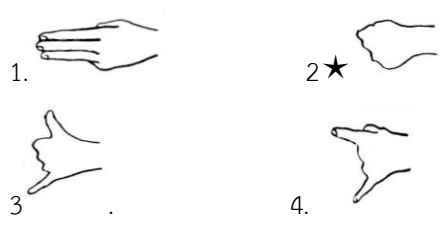
1. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (IOC) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
2. ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมายระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อน/ หลังชมนวัตกรรมการท่องฟ้าจำลองขนาดย่อมา

## แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (IOC) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

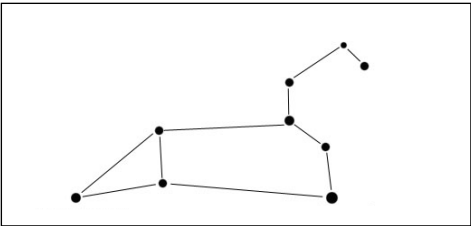
คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์พิจารณาแบบทดสอบสำหรับการวิจัยแต่ละข้อว่า มีความเหมาะสม และ สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ของ ตัวแปรที่จะศึกษาหรือไม่ ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่า

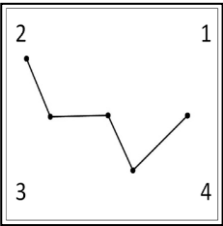
- สอดคล้อง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1  
 ไม่แน่ใจ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0  
 ไม่สอดคล้อง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

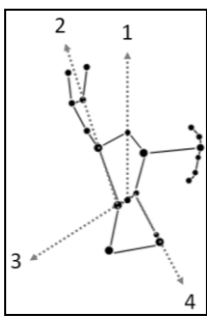
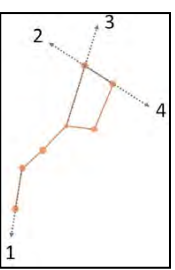
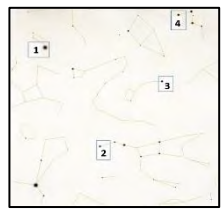
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
			+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
1. ปฏิสัมพันธ์ในระบบ สุริยะ: ทรงกลมฟ้า	ความรู้ ความจำ	(1) ทำไมถึงเห็นท้องฟ้าเป็นทรงกลม 1. โลกเป็นทรงกลม 2. การหักเหและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านชั้น บรรยากาศของโลก 3. เราสามารถมองเห็นทุกทิศทุกทางในระยะที่ เท่ากัน ★ 4. ท้องฟ้าคล้ายลูกบอลทรงกลมครอบไว้				
2. ปฏิสัมพันธ์ในระบบ สุริยะ : ปรากฏการณ์ที่เกิด จากโลกหมุนรอบตัวเอง						
2.1) เข้าใจและสามารถ บอกทิศได้ถูกต้อง	ความเข้าใจ	(2) ถ้านักเรียนหันหน้าไปทางทิศเหนือ ซ้ายมือของ นักเรียนจะเป็น ทิศใด 1. ทิศตะวันตก ★ 2. ทิศตะวันออก 3. ทิศใต้ 4. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ				
2.2 อธิบายได้ว่าการ หมุนรอบตัวเองของโลกทำ ให้เกิดปรากฏการณ์ของ ดวงดาว	ความรู้ ความจำ	3) การขึ้น-ตกของดวงดาวเกิดจากปรากฏการณ์ใด 1. การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ 2. การเคลื่อนที่ของดาว 3. การหมุนรอบตัวเองของโลก ★ 4. การส่ายของแกนโลก				
	ความเข้าใจ	(4) กลุ่มดาวนายพรานเคลื่อนที่ปรากฏขึ้นจากขอบ ฟ้าทางทิศใด 1. ทิศตะวันออก ★                      2. ไม่ขึ้น 3. ทิศใต้                                      4. ทิศเหนือ				

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
			+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
3. ดวงดาวบนท้องฟ้า: การบอกตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า						
3.1) เข้าใจองค์ประกอบของทรงกลมฟ้า	ความรู้ ความจำ	<b>5) ข้อใดต่อไปนี้อยู่บนเส้นขอบฟ้า</b> 1. ทิศหลักทั้งสี่ ★ 2. จุดจอมฟ้า 3. จุดใต้เท้า 4. ไม่มีข้อถูก				
	ความรู้ ความจำ	<b>6) เมริเดียนฟ้าไม่ผ่านตำแหน่งใด</b> 1. ทิศเหนือ 2. จุดจอมฟ้า 3. ทิศตะวันออก ★ 4. ทิศใต้				
3.2 สามารถวัดระยะเชิงมุมโดยใช้มือได้ถูกต้อง	ความรู้ ความจำ	<b>(7) การประมาณมุม 10 องศา โดยใช้มือมีลักษณะอย่างไร</b> 				
3.3 สามารถระบุตำแหน่งด้วยพิกัดขอบฟ้าได้ถูกต้อง	ทักษะกระบวนการ	<b>(8) ทิศใต้มีมุมทิศเท่าใด</b> 1. 270 องศา 2. 180 องศา ★ 3. 360 องศา 4. 90 องศา				
	ความเข้าใจ	<b>(9) เส้นขอบฟ้ามีมุมเงยเท่าใด</b> 1. 90 องศา 2. 0 องศา ★ 3. 23.5 องศา 4. 37 องศา				
3.3 สามารถระบุตำแหน่งด้วยพิกัดขอบฟ้าได้ถูกต้อง	ทักษะกระบวนการ	<b>(10) ดาว A มีมุมเงย 30 องศา ดาว A จะมีระยะเชิงมุมกับจุดจอมฟ้าเท่าใด</b> 1. 60 องศา ★ 2. 30 องศา 3. 10 องศา 4. 0 องศา				
3.4 สามารถอธิบายการขึ้น-ตกด้วยระบบพิกัดขอบฟ้า	ความเข้าใจ	<b>(11) ดาวทุกดวงจะมีมุมเงยสูงสุดเมื่อใด</b> 1. อยู่บนเส้นเมริเดียน ★ 2. อยู่บนเส้นขอบฟ้า 3. อยู่ที่จุดใต้เท้า 4. ไม่มีข้อถูก				



จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
			+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
4. ดวงดาวบนท้องฟ้า:กลุ่มดาว						
4.1 บอกที่มาของชื่อดาวเรียงเด่นได้ถูกต้อง	ความเข้าใจ	(12) ในช่วงหัวค่ำของเดือนใด จะสามารถเห็นสามเหลี่ยมฤดูหนาวได้ทางทิศตะวันออก 1. เดือนมิถุนายน                      2. เดือนกันยายน 3. เดือนธันวาคม ★                      4. เดือนมีนาคม				
4.2 บอกชื่อดาวสว่างและกลุ่มดาวสำคัญบนท้องฟ้าได้ถูกต้อง	ความรู้ ความจำ	(13) ดาวฤกษ์ดวงใดสว่างที่สุดบนท้องฟ้าในยามค่ำคืน 1. โพลาริส                                      2. คาโนปัส 3. เรกูลัส                                      4. ชิริอุส ★				
	ความรู้ ความจำ	14) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวอยู่ในกลุ่มดาวใด 1. เคนิส เมเจอร์ ★                      2. เคนิส ไมเนอร์ 3. โอโรออน                                      4. ลีโอ				
	ความรู้ ความจำ	(15) จากข้อ 13 ดาวฤกษ์ดวงดังกล่าวมีชื่อไทยว่าอะไร 1. ดาวประกายพรึก                      2. ดาวโจร ★ 3. ดาวกระจาย                                      4. ดาวลูกไก่				
4.3 บอกวัตถุท้องฟ้าในกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวจักรราศีได้ถูกต้อง	ความรู้ ความจำ	(16) กลุ่มดาวใดไม่ได้อยู่ในแนวเส้นสุริยวิถี 1. กลุ่มดาวสิงโต                                      2. กลุ่มดาวคนคู่ 3. กลุ่มดาวสารถี ★                                      4. กลุ่มดาววัว				
	การนำไปใช้	(17) “ดาวเทียม A เคลื่อนที่ผ่านกระจุกดาวลูกไก่พอดี” จากข้อความข้างต้น ณ ขณะนั้น ดาวเทียม A ควรอยู่กลุ่มใด 1. กลุ่มดาวค้างคาว                      2. กลุ่มดาววัว ★ 3. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก                      4. กลุ่มดาวกระดูกงูเรือ				
4.3 บอกวัตถุท้องฟ้าในกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวจักรราศีได้ถูกต้อง	ความรู้ ความจำ	พิจารณาภาพกลุ่มดาวต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ (18)				
						
		(18) กลุ่มดาวข้างต้นมีชื่อว่าอะไร 1. กลุ่มดาวนายพราน                      2. กลุ่มดาวปู 3. กลุ่มดาวสุนัขใหญ่                      4. กลุ่มดาวสิงโต ★				

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
			+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
4.4 อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ กับกลุ่มดาวจักรราศีได้	ทักษะกระบวนการ	(19) ในวันเพ็ญวันหนึ่ง ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีระยะห่างเชิงมุมต่อกัน 180 องศาพอดี หากวันนั้นดวงจันทร์อยู่ที่กลุ่มดาวคันชั่ง เดือนนั้นเป็นเดือนใด 1. เดือนมีนาคม ★ 2. เดือนมิถุนายน 3. เดือนกันยายน 4. เดือนธันวาคม				
	การนำไปใช้	(20) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ตรงกับกลุ่มดาวใด 1. กลุ่มดาวหญิงสาว 2. กลุ่มดาวสิงโต ★ 3. กลุ่มดาววัว 4. กลุ่มดาวแกะ				
	การนำไปใช้	(21) ในวันที่ 23-24 สิงหาคม 2561 นักเรียนสามารถสังเกตเห็นกลุ่มดาวที่เป็นคำตอบในข้อที่ 20 ในช่วงเวลาใด 1. ดวงอาทิตย์กำลังตกดิน 2. ช่วงพลบค่ำ 3. ช่วงรุ่งสาง 4. ไม่สามารถเห็นได้ ★				
4.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างทรงกลมฟ้ากับกลุ่มดาวบนท้องฟ้า	ทักษะกระบวนการ	(22) หากนักเรียนสังเกตเห็นท้องฟ้ายามค่ำคืนที่ประเทศออสเตรเลีย นักเรียนคิดว่า นักเรียนเห็นกลุ่มดาวกระดูกงูเรือมีมุมเงยสูงสุดประมาณเท่าใด 1. มากกว่า 45 องศา ★ 2. ระหว่าง 0 – 45 องศา 3. 0 องศาพอดี 4. น้อยกว่า 0 องศา				
4.6 บอกตำแหน่งของดาวเหนือได้ถูกต้อง	ความรู้ ความจำ	(23) ดาวเหนืออยู่ในกลุ่มดาวใด 1. กลุ่มดาวค้างคาว 2. กลุ่มดาวสุนัขเล็ก 3. กลุ่มดาวหมีเล็ก ★ 4. กลุ่มดาวหมีใหญ่				
4.7 อธิบายกลุ่มดาวที่ใช้หาทิศเหนือ และกลุ่มดาวที่บอกแนวที่ใช้ไปในทางทิศเหนือ	ความเข้าใจ	(24) กลุ่มดาวใดต่อไปนี้สามารถใช้หาดาวเหนือได้ 1. กลุ่มดาวนายพราน 2. กลุ่มดาวหมีใหญ่ 3. กลุ่มดาวค้างคาว 4. ถูกทุกข้อ ★				
	ความเข้าใจ	25) จากภาพด้านล่าง ดาวเหนือจะปรากฏอยู่ตรงทิศทางหมายเลขใดของภาพ  1. หมายเลข 1 ★ 2. หมายเลข 2 3. หมายเลข 3 4. หมายเลข 4				

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ	
			+1 0 -1 ข้อเสนอแนะ	
การนำไปใช้	(26) จากภาพด้านล่าง ทิศทางของหมายเลขใด		<p>ชี้ไปทางดาวเหนือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>หมายเลข 1 ★</li> <li>หมายเลข 2</li> <li>หมายเลข 3</li> <li>หมายเลข 4</li> </ol>	
การนำไปใช้	(27) จากภาพด้านล่าง ทิศทางในข้อใด		<p>ชี้ไปทางดาวเหนือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>หมายเลข 1</li> <li>หมายเลข 2 ★</li> <li>หมายเลข 3</li> <li>หมายเลข 4</li> </ol>	
4.8 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้น-ตก ของดวงดาวและดาวเหนือได้ถูกต้อง	ความเข้าใจ	(28) จากภาพด้านล่าง ดาวดวงใดที่ผู้สังเกตจะเห็น		<p>อยู่ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>หมายเลข 1</li> <li>หมายเลข 2</li> <li>หมายเลข 3 ★</li> <li>หมายเลข 4</li> </ol>
4.8 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้น-ตก ของดวงดาวและดาวเหนือได้ถูกต้อง	ความเข้าใจ	(29) เพราะเหตุใด นักเรียนจึงเห็นดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งเดิมตลอดทั้งคืน	<ol style="list-style-type: none"> <li>ดาวทุกดวงโคจรรอบดาวเหนือ</li> <li>ดาวเหนือมีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับโลกพอดี</li> <li>ดาวเหนืออยู่นิ่งโดยไม่มีการเคลื่อนที่</li> <li>ดาวเหนืออยู่ใกล้ตำแหน่งขั้วฟ้าเหนือ ★</li> </ol>	

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม	แบบทดสอบสำหรับวิจัย	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
			+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
4.9 บอกประโยชน์ของการ ดูดาวทางดาราศาสตร์ได้	การนำไปใช้	(30) ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการดูดาวทางดาราศาสตร์ 1. บอกเวลา      2. บอกโชคชะตา ★ 3. บอกทิศทาง    4. บอกฤดูกาล				

ลงชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ \_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )

วันที่ \_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์  
ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อน / หลังชมนิทรรศกรม  
ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลความหมาย
		อ.วิทยา อินโท	อ.โกเมศ นาแจ้ง	อ.ดร.พรเทพ จันทราอุทกษณ์	อ.ดร.วิญ ุโรจน์การ	อ.จิระศักดิ์ จิตรโรจน์รักษ์			
1.1 อธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดท้องฟ้าจึงเป็นทรงกลม	1	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	วัดได้สอดคล้อง
2.1 เข้าใจและสามารถบอกทิศได้ถูกต้อง	2	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
2.2 อธิบายได้ว่าการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว	3	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	4	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
3.1 เข้าใจองค์ประกอบของทรงกลมฟ้า	5	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	6	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
3.2 สามารถวัดระยะเชิงมุมโดยใช้มือได้ถูกต้อง	7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
3.3 สามารถระบุตำแหน่งด้วยระบบพิกัดขอบฟ้าได้ถูกต้อง	8	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	9	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
3.4 สามารถอธิบายการขึ้น - ตกของดวงดาวด้วยระบบพิกัดขอบฟ้าได้	11	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.1 บอกที่มาของชื่อดาวเรียงเด่นได้ถูกต้อง	12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.2 บอกชื่อของดาวสว่างและกลุ่มดาวสำคัญบนท้องฟ้าได้ถูกต้อง	13	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	14	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	15	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.3 บอกวัตถุท้องฟ้าในกลุ่มดาวจักราศีและลักษณะกลุ่มดาวจักราศีได้ถูกต้อง	16	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	17	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.3 บอกวัตถุท้องฟ้าในกลุ่มดาวจักราศีและ	18	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลความหมาย
		อ.วิทยา อินโท	อ.โกเมศ นาแสง	อ.ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์	อ.ดร.วิภู ไร่ปลากร	อ.จรัสศักดิ์ จิตโรจน์รักษ์			
ลักษณะกลุ่มดาวจักราศีได้ถูกต้อง									
4.4 อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์กับกลุ่มดาวจักราศีได้	19	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	20	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	21	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างทรงกลมฟ้ากับกลุ่มดาวบนท้องฟ้า	22	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.6 บอกตำแหน่งของดาวเหนือได้ถูกต้อง	23	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.7 อธิบายกลุ่มดาวที่ใช้หาทิศเหนือ และกลุ่มดาวที่บอกแนวที่ชี้ไปทางทิศเหนือ	24	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	25	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	26	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	27	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.8 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้น - ตกของดวงดาวและดาวเหนือได้ถูกต้อง	28	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
	29	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	
4.9 บอกประโยชน์ของการดูดาวทางดาราศาสตร์ได้	30	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	

## ภาคผนวก จ

### ภาพประกอบการทำกิจกรรม

1. ภาพประกอบการพัฒนานวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ
2. ภาพการนำห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆไปจัดการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์
3. หนังสือรับรองการยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์จากกรมทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นวัตกรรมการส่องฟ้าจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 1)



นักเรียนทำกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานกาลิเลโอรำลึก คณะอักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





นวัตกรรมการทอไฟฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 2)



นักเรียนทำกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานมหกรรมสุริยุปราคา ณ ลานพระบรมราชานุสาวรีย์ 2 รัชกาล  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นวัตกรรมการทอไฟฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 3)



นักเรียนทำกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานสาธิตวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



นวัตกรรมท่อน้ำจำลองขนาดย่อมา (รุ่นที่ 4)



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารีเสด็จพระราชดำเนินชมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมาฯ ในงาน  
จุฬาริชาการ 2555 ณ ศาลาพระแก้ว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นวัตกรรมห้องฟ้าจำลองขนาดย่อมาฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร ในงานพุนศาสตร์พัฒนาฯ หก  
ทศวรรษสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม เมื่อวันที่ 23-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561



การประกอบท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่ 4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร ในงานพุนศาสตร์พัฒนา  
 หกทศวรรษสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม เมื่อวันที่ 23-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561



นักเรียนฟังการบรรยายภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมๆ (รุ่นที่4) ภายหลังจากการจัดสิทธิบัตร ในงานพุน  
 ศาสตร์พัฒนา หกทศวรรษสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม เมื่อวันที่ 23-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561



บรรยากาศการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานพุนศาสตร์พัฒนหกทศวรรษสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม  
เมื่อวันที่ 23-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561

หนังสือรับรองการยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์จากกรมทรัพย์สิน  
ทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
254 อาคารเฉลิมราชกุมารี ๕0 พรรษา (อาคารจามจุรี 10) ชั้น 2 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
Chulalongkorn University Intellectual Property Institute  
254 Cha.orn Rajakumari 50 Building 2<sup>nd</sup> Floor, Phayathai Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand  
Tel: (+66) 2-218-4195-7 E-Mail: info@cuip.chula.ac.th Website: cuip.chula.ac.th

หนังสือรับรอง

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อรับรองว่า อาจารย์ฉันทนา เชาว์ปรีชา และคณะ เป็นผู้ประดิษฐ์ ซึ่งได้มีการยื่น  
คำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เลขที่คำขอ 1301006476 เรื่อง “ห้องฟ้าจำลองขนาดย่อม” เมื่อวันที่  
14 พฤศจิกายน 2556 และขณะนี้คำขอรับสิทธิบัตรดังกล่าว อยู่ในขั้นตอนของการตรวจสอบการประดิษฐ์  
ของพนักงานเจ้าหน้าที่ กรมทรัพย์สินทางปัญญา

ออกให้ ณ วันที่ 17 ตุลาคม 2561

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงททัย เพ็ญตระกูล)  
ผู้อำนวยการ

## ประวัติผู้วิจัย

นางฉันทนา เซาว์ปรีชา เกิดวันที่ 10 เมษายน 2502 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต สาขามัธยมศึกษา (วิชาเอกเคมีและคณิตศาสตร์) ปีการศึกษา 2520 และการศึกษาปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต (การศึกษาวิทยาศาสตร์) ปีการศึกษา 2540 จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เคยดำรงตำแหน่งรองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงบประมาณ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม (พ.ศ. 2554) หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พ.ศ. 2539) อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ (พ.ศ. 2551-2562) อาจารย์ที่ปรึกษาชมรม CUD MUSIC (พ.ศ. 2557-2562) และเป็นอาจารย์ประจำชั้น (พ.ศ. 2528-2553)

ได้รับการคัดเลือกเป็นครูดีเด่นของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม พ.ศ. 2562 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งตำแหน่งอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และดำรงตำแหน่งหัวหน้าศูนย์สังเกตการณ์ดาราศาสตร์ โลกดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อการเรียนรู้ (2551-2562)