การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อม เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

THE DEVELOPMENT OF JUNIOR PLANETARIUM INNOVATION FOR ASTRONOMICAL STUDIES OF PEOPLE

ผู้วิจัย ฉันทนา เชาว์ปรีชา[1] Chantana Chaopreecha[1]

aj.chan@hotmail.com

Received: *May 15, 2018*
Revised: *October 16, 2018*
Accepted: *November 5, 2018*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน 2) ศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนตัวอย่าง คือ ประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้คือ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1 – 4) 4) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร และ 5) แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ผลการวิจัยสรุปได้ 1) นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีการพัฒนา 4 รุ่น โดยในรุ่นแรกใช้วัสดุที่หาได้ง่าย เช่น ถุงดำ ท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก และพัฒนาจนได้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ที่ผลิตจากแผ่นอะคริลิกซึ่งมีความคงทน ใช้บานพับอะลูมิเนียมเป็นตัวยึด 2) เมื่อนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ไปใช้ พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์เรื่องจักรราศีและดาวฤกษ์สูงกว่าก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 8.58, p= 0.00)

คำสำคัญ: นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อม ความรู้ทางดาราศาสตร์

[1] อาจารย์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ABSTRACT

The research is a research and development which has objectives 1) to develop the junior planetarium for astronomical studies of people and 2) to study the outcomes of the junior planetarium for astronomical studies of people. The Sample of this study was 50people who participated in the junior planetarium (the forth version). The research instruments were 1) interviewing tests on astronomical teachers and junior high school students 2) evaluation tests of the junior planetarium evaluated by specialists 3) satisfactory tests of the junior planetarium (the first to the forth version) 4) satisfaction questionnaires of the junior planetarium after patent registration (the forth version) , and 5) astronomical knowledge tests. The research findings were marized as follows 1) the junior planetarium comes through 4generations. The first version was made of secondary materials such as black plastic bags and PVC tubes as the main structure and it was developed until becomes the last version made of stable materials such as acrylic sheet and a hinge of aluminium as the connector 2) When implementing this innovation, it was found that the post-test scores of participants' understanding of zodiac and stars measured by statistical at .05level of significance. (t = 8.58, p= 0.00)

Keywords: Junior Planetarium, Astronomical Studies

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพ ตลอดจนเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์แทบทั้งสิ้น วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของสังคมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีต่าง ๆ (Ministry of Education, 2008) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่สำคัญเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life science) วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical science) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and space science) และเทคโนโลยี (Technology)

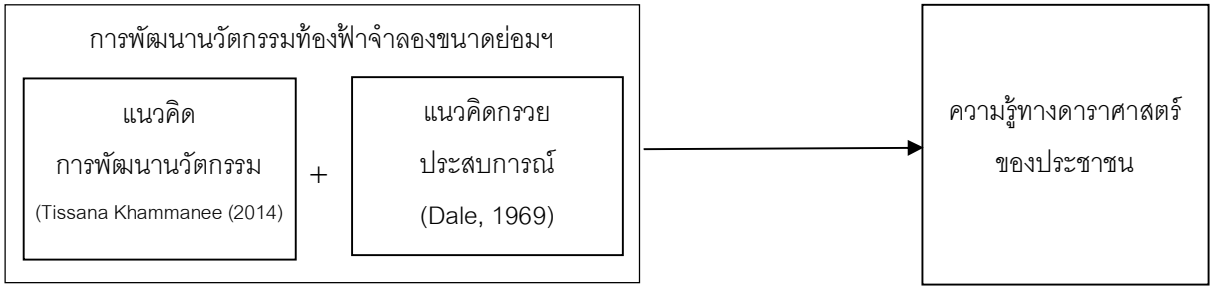
ตั้งแต่อดีตที่ผ่านมาการจัดการเรียนการสอนเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศในประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมและไม่ได้รับการเผยแพร่มากนักเนื่องจากขาดผู้เชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์ อีกทั้งยังขาดอุปกรณ์ในการศึกษา นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ครูผู้สอนไม่สามารถนำนักเรียนไปศึกษาจากสถานการณ์จริงได้ Montri Ranjadngan, 2010, Sitthisak Chindawong et al, 2013) และในการศึกษาเกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศจากสถานที่จำลอง ได้แก่ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในปัจจุบันยังได้รับความนิยมน้อยมาก สาเหตุเนื่องจากสถานที่มีจำนวนน้อยใช้งบประมาณในการสร้างสูงมากและไม่สามารถเคลื่อนย้าย (OECD, 2016)

วิธีการแก้ไขข้อจำกัดหรือปัญหาของการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์ วิธีหนึ่งคือการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งนวัตกรรมการสอนอาจเป็นรูปแบบ วิธีการ เทคนิค หรือ

สื่อต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมาใหม่ หรือพัฒนาปรับปรุงมาจากรูปแบบเดิม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีคุณภาพและความเสมอภาคของโอกาสในการเรียนรู้ (OECD, 2016) ซึ่งขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรมประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆ ของปัญหา 4) การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม 5) การทดลองใช้ และ 6) การเผยแพร่ (ทิศนา แขมมณี, 2558)และยังไปสอดคล้องกับกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale (1969) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจะส่งผลที่ดีกว่าการเรียนโดยการฟัง การอ่าน หรือการสังเกต นอกจากนี้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากขึ้นจากการสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อเป็นตัวแทนในการอธิบายความหมายที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนปัญหาในเรื่องการดูดาวในเวลากลางวัน ซึ่งไม่สามารถทำได้ จึงเป็นเหตุจูงใจให้ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาชมรมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศคิดประดิษฐ์และพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งบประมาณในการสร้างที่ประหยัด ทนทานและสามารถติดตั้งได้ง่าย นอกจากจะเป็นนวัตกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการกระจายความรู้ไปสู่ชุมชน อย่างแพร่หลาย ยังเป็นการฝึกฝนให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาดาราศาสตร์ด้วยตนเองโดยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและสามารถดูดาวในเวลากลางวันได้ และยังสามารถต่อยอดสู่การมีทักษะและการคิดค้นนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ดาราศาสตร์ และอวกาศในมิติอื่นให้แก่ผู้เรียนและประชาชนที่ได้ชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนของครูทางด้านดาราศาสตร์ในโรงเรียนต่าง ๆ ได้อีกด้วย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

2. เพื่อศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชนในด้านความรู้ทางดาราศาสตร์และความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างในการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ สามารถแบ่งตามขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ประกอบด้วย 1) ตัวอย่างที่ใช้ในการระบุปัญหา คือ ผู้สอนทางดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน 2) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาข้อจำกัด คือ ผู้สอนทางดาราศาสตร์

จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน 3) ตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน 4) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 30 คน 5) ตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) คือ นำผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน 6) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) คือประชาชนทั่วไป จำนวน 30 คน 7) ตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน 8) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 403 คน 9) ตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) คือผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน 10) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) คือประชาชนทั่วไป จำนวน 208 คน 11) ตัวอย่างที่ใช้ประเมินรับรองท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม 1 คน

ตัวอย่างในการศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ คือ ประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) จำนวน 50 คน ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ และตัวแปรตาม ได้แก่ ความรู้ทางดาราศาสตร์ ประกอบด้วยความรู้ทางดาราศาสตร์และความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

การดำเนินการพัฒนานวัตกรรม

1. การระบุปัญหา ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวัน ดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ประกอบด้วย ผู้สอนทางดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 5 คน โดยมีขั้นตอนในการเลือกตัวอย่าง คือ การเลือกสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนดาราศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี เนื่องจากผู้สอนมีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนทางดาราศาสตร์อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และการเลือกสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในวิชาดาราศาสตร์ที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ในขั้นตอนนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการระบุปัญหา มากำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชน

3. การศึกษาข้อจำกัด ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียน จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน มาศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการศึกษาและความต้องการในการศึกษาดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ในเวลากลางวันเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

4. การประดิษฐ์คิดค้น ในการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชนมีขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 2) ผู้วิจัยนำต้นแบบนวัตกรรมไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ3) ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 2) มาปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4) ผู้วิจัยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 5) ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 4) มาปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 6) ผู้วิจัยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 403 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 7) ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากข้อ 6) มาปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 8) ผู้วิจัยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปทดลองใช้กับประชาชน จำนวน 208 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling) และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

5. การทดลองใช้ ผู้วิจัยนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้ 4 ครั้ง ไปทดลองใช้กับตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการบังเอิญ (Accidental Sampling)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านดาราศาสตร์พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ข้อคำถามทั้งหมดมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งมีประเด็นข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 ประเด็นคือ ประเด็นที่ 1 ในปัจจุบัน การดูดาวในเวลากลางวันของท่านเป็นเรื่องที่ยุ่งยากหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเด็นที่ 2 สำหรับท่าน การดูดาวในเวลากลางวันโดยใช้ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ เป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร ประเด็นที่ 3 ในความคิดของท่าน ควรสร้างท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ให้สามารถบรรจุคนได้จำนวนเท่าใด เพราะเหตุใด ประเด็นที่ 4 โครงสร้าง

ของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ควรทำด้วยวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใด ประเด็นที่ 5 การประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนทางดาราศาสตร์หรือไม่ อย่างไร จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน ทำให้ผู้วิจัยทราบสภาพปัญหา ความต้องการในการศึกษาดาวในจักรราศีและดาวฤกษ์ ตลอดจนศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการสร้างต้นแบบของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ

2. แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินดังกล่าวโดยสร้างข้อคำถามสำหรับการประเมินตามคุณลักษณะของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งเป็นมาตรวัด 5 ระดับ และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งพบว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยแบบประเมินมี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินท้องฟ้าจำลอง ดังนี้ 1) ความเหมาะสมด้านรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 2) ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้ 3) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ 4) ความเสมือนจริงของบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 5) พื้นที่ในการรองรับผู้ชมภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 6) ระบบระบายอากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 7) ความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 8) ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อประกอบการสอนทางดาราศาสตร์ 9) คุณภาพโดยรวมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงในครั้งต่อไป เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบประเมินได้เสนอความคิดเห็นและเสนอแนะเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยนำแบบประเมินดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม จำนวน 1 คน แสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากแบบประเมินคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในการพัฒนาท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ต่อไป

3. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1 – 4) ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามดังกล่าว โดยสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งเป็นมาตรวัด 5 ระดับ โดยมีข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจหรือความเหมาะสมในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยมีข้อคำถามในประเด็น 1) บรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 2) คุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 3) ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ 4) การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 5) ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 6) ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 7) สถานที่ในการจัดแสดงท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 8) ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯและให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งพบว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามดังกล่าวไปใช้กับประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1-4)

4. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ท้องฟ้า

จำลองขนาดย่อมฯ โดยสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งเป็นมาตรวัด 5 ระดับโดยมีข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจหรือความเหมาะสมในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยมีข้อคำถามในหัวข้อ คือ 1) บรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 2) คุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 3) ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ 4) การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 5) ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 6) ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 7) สถานที่ในการจัดแสดงท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ 8) ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

5. แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ กำหนด Test Blueprintเพื่อสร้างให้ครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับดาวในจักราศีและดาวฤกษ์ โดยมีข้อคำถามวัดระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความจำ จำนวน 11 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 36.67 ความเข้าใจ จำนวน 9 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 30.00 การนำไปใช้ จำนวน 6 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 20.00 และทักษะกระบวนการ จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 13.33 จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนดาราศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ผลการวิเคราะห์ทุกข้อคำถามมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC= 1) แต่มีบางข้อคำถามที่ต้องปรับภาษาให้เหมาะสม และผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน วัดมาหาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.45-0.80 และความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.84

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ผู้สอนทางดาราศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แบบประเมินนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1 – 4) และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ได้แก่ 1) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร 2) แบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรมด้วยสถิติ paired sample t-test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows

ผลการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์สำหรับประชาชน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ สามารถจำแนกได้ตามรุ่นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ได้ ดังนี้

1.1 ผลการพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) พบว่าต้นแบบนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) ทำด้วยถุงดำและท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลักและตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง เมื่อนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานกาลิเลโอรำลึก คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เสนอปัญหาที่พบ คือ มีกลิ่นพลาสติกภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ทำให้หายใจไม่ออก และควรมีเลเซอร์ชี้กลุ่มดาวเพื่อให้ทราบตำแหน่งดาวชัดเจนมากขึ้น จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจในภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.61, SD = 0.57) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.58, SD = 0.55) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.55, SD = 0.55) เป็นอันดับ 3

1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) พบว่านวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) ผู้วิจัยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 1) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากถุงดำเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดและท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง นำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานมหกรรมสุริยุปราคา ณ ลานพระบรมราชานุสาวรีย์สองรัชกาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัญหาที่พบของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) คือ ท้องฟ้าจำลองไม่เป็นทรงกลมเหมือนท้องฟ้าจริง ดังนั้นผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและเสนอความคิดให้เปลี่ยนรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ให้มีลักษณะกลมเหมือนลูกฟุตบอล โดยการใช้ฟิวเจอร์บอร์ดตัดเป็นแผ่น ประกบกันให้เหมือนจิ๊กซอว์ และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.40, SD = 0.72) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ คุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.37, SD = 0.67) เป็นอันดับ 2 และสถานที่จัดท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.33, SD = 0.80) เป็นอันดับ 3

1.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) พบว่านวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) โดยการนำนวัตกรรมโดยนำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 2) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากท่อพีวีซีเป็นบานพับ และใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่ตัดเป็นรูปทรงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมประกอบกันเป็นทรงกลมเหมือนลูกฟุตบอล ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง นำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ ในงานสาธิตวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัญหาที่พบ คือ นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) มีรูรั่ว เนื่องจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดประกบกันไม่สนิท ทำให้มีแสงลอดผ่านเข้ามาภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) ดังนั้น

ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมและผู้วิจัยได้ปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวคิดว่า ควรเปลี่ยนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดให้เป็นวัสดุที่คงทนถาวรเพื่อจะได้ประกบกันสนิท และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.30, SD = 0.67) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ สถานที่จัดท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.25, SD = 0.74) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.23, SD = 0.76) เป็นอันดับ 3

1.4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) พบว่านวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ผู้วิจัยนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นอะคริลิกมีรูปทรงห้าเหลี่ยมและรูปทรงหกเหลี่ยม โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการตัดและใช้แผ่นบานพับอะลูมิเนียมเป็นตัวยึด ทำให้แผ่นอะคริลิกประกบกันได้สนิทพอดี ตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง แล้วนำไปจัดแสดงในกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในงานจุฬาวิชาการปี พ.ศ.2555 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยพบว่านวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ที่ได้รับการปรับปรุงจากนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) เป็นรุ่นที่สมบูรณ์แบบเพราะปราศจากกลิ่นสารเคมี ไม่มีแสงลอดเข้ามาจากภายนอก มีความแข็งแรงทนทาน ประกอบง่าย ติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้สะดวก ตกแต่งด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริง สามารถนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและผลการประเมินความพึงพอใจ ในการใช้นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชน ผู้เข้าชมมีความพึงพอใจภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.63, SD = 0.58) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ สถานที่จัดท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.56, SD = 0.72) เป็นอันดับ 2 และคุณภาพและความเหมาะสมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.52, SD = 0.63) เป็นอันดับ 3

ผู้วิจัยนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม จำนวน 1 คน ประเมินรับรองและทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณภาพของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปทรงของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความแข็งแรงคงทนของวัสดุที่นำมาใช้พื้นที่ในการรับรองผู้ชมภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อประกอบการสอนทางดาราศาสตร์คุณภาพโดยรวมของท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.83, SD = 0.81) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ ความเสมือนจริงของบรรยากาศในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ระบบระบายอากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.50, SD = 0.55) เป็นอันดับ 2 และความสะดวกในการติดตั้งและขนย้ายท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.33, SD = 0.82) เป็นอันดับ 3

ตอนที่ 2 ผลการนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ไปใช้เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

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

2.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.47) เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.37) เป็นอันดับ 2 และประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก (M = 4.31) เป็นอันดับ 3 ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ภายหลังการจดสิทธิบัตร ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม คือ นวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ “เป็นผลงานที่ดีมาก เป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการใช้งานอย่างจริงจังและนำไปใช้ในการวิจัยการเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์ และมีการปรับปรุงเพื่อให้มีการใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบปรับอากาศภายใน ระบบแสงสำหรับการแสดงมีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก”

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และแปลความหมาย ข้อมูลความคิดเห็นแสดงระดับความพึงพอใจ/ความเหมาะสมของผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร

ประเด็น	*M*	*SD*	ระดับเหมาะสม/ความพึงพอใจ
1. บรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.47	0.64	มาก
2. คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.37	0.60	มาก
3. ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ	4.47	0.67	มาก
4. การประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อน/หลังเรียน	4.12	0.79	มาก
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.31	0.65	มาก
6. ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.31	0.68	มาก
7. สถานที่ในการจัดแสดงท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.25	0.72	มาก
8. ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ	4.47	0.72	มาก

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร

ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร (M = 18.74, SD = 5.05) สูงกว่าก่อนชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร (M = 12.66, SD = 4.44) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 8.58, P = 0.00) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติ paired sample t-test ของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ก่อนชมและหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร

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

*p < .05

สรุปผลการวิจัย

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) และต่อมาได้มีการนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 3) มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากแผ่นพีวีซีเป็นแผ่นอะคริลิกมีรูปทรงห้าเหลี่ยมและรูปทรงหกเหลี่ยม โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการตัดและใช้แผ่นบานพับอะลูมิเนียมเป็นตัวยึด ทำให้แผ่นอะคริลิกประกบกันได้สนิทพอดี ตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงให้เสมือนท้องฟ้าจริงจนเกิดเป็นนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4)

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของประชาชนผู้เข้าชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ภายหลังการจดสิทธิบัตร โดยเรียงตามลำดับหัวข้อ 3 ลำดับแรก พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมมีความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ความรู้และความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ภาพรวมของการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 1 รองลงมา คือ คุณภาพและความเหมาะสมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 2 และประโยชน์ที่ได้รับจากการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ระยะเวลาในการชมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ อยู่ในระดับมาก เป็นอันดับ 3 และเมื่อนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ พบว่า ประชาชนผู้เข้าชมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องจักรราศีและดาวฤกษ์สูงกว่าก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 8.58, p= 0.00)

อภิปรายผล

1. การพัฒนานวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าต้นแบบของการสร้างนวัตกรรมเกิดจากการระบุปัญหาในเรื่องการดูดาวด้วยตาเปล่าในเวลากลางวัน เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและทำได้ยากเนื่องจากมีแสงอาทิตย์ที่จ้ามากและบดบังดาวไว้เราจึงไม่สามารถมองเห็น ทำให้เกิดแนวคิดว่าทำอย่างไรจึงจะดูดาวด้วยตาเปล่าในเวลากลางวันได้จึงเกิดแนวคิดในการสร้างท้องฟ้าจำลองขึ้นมา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tissana Khammanee (2014) ซึ่งได้ให้ความหมายของนวัตกรรมเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้นแบบของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ได้มาจากการหาวัสดุที่หาง่ายราคาถูกเช่นถุงดำที่ใช้แทนท้องฟ้าในเวลากลางคืนและโครงสร้างพีวีซี และใช้เทปกาวในการยึดติดกับถุงดำ และตกแต่งภายในด้วยดาวเรืองแสงเสมือนท้องฟ้าจริง อีกทั้งลักษณะของ

นวัตกรรมจะต้องไม่เสียค่าใช้จ่ายแพงจนเกินไปและให้ผลเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนจากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนในชมรมดาราศาสตร์นำท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯไปจัดไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศี และดาวฤกษ์นำไปจัดแสดงเป็นครั้งแรกในงาน 400 ปี กาลิเลโอ รำลึกที่คณะอักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลปรากฏว่าปัญหาที่พบของนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่1) คือ มีกลิ่นสารเคมีจากถุงดำทำให้ผู้เข้าชมเวียนศีรษะและขาดสมาธิในการเข้าชม

2. ผลการนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ไปใช้เพื่อส่งเสริมความรู้ทางดาราศาสตร์ของประชาชน ผู้วิจัยนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับการแก้ไขจนเป็นรุ่นที่สมบูรณ์แบบที่สุดไปยื่นขอสิทธิบัตร การประดิษฐ์ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ และนำไปจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักรราศีและกลุ่มดาวฤกษ์ ผู้วิจัยพบว่าประชาชนผู้เข้าชมหลังชมนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องจักรราศีและดาวฤกษ์สูงกว่าก่อนเข้าชมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 8.58, P= 0.00) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alisa Sanamontre (2008), Serdyukov (2017), Walder (2017) ในเรื่องจุดประสงค์ของการนำนวัตกรรมไปใช้ จะทำให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพในการการเรียนรู้สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ในเรื่องกลุ่มดาวจักราศี และกลุ่มดาวฤกษ์เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการสร้างและพัฒนาท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับท้องฟ้าจริง แต่มีขนาดเล็กกว่าเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ในการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Davis and Summers (2015), Edgar Dale (1969), Manning (1996) ที่สรุปได้ว่าประสบการณ์จำลองเป็นประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงเนื่องจากประสบการณ์บางอย่างไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นจริงได้เนื่องจากมีความยุ่งยากจึงต้องจำลองสถานการณ์ให้มีลักษณะเหมือนจริงให้มากที่สุดเพื่อความสะดวกในการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้นเป็นประสบการณ์ตรงที่นักเรียนรับรู้ได้ด้วยตนเองจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ได้จากการปฏิบัติจากสถานการณ์จริงซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุดสอดคล้องกับกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale (1969)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

หากนำนวัตกรรมท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ (รุ่นที่ 4) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมทางดาราศาสตร์ควรจัดให้มีการอบรมในเรื่องการประกอบ ติดตั้ง และจัดเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริงและควรเตรียมความพร้อมในด้านความรู้เกี่ยวกับจักรราศีและดาวฤกษ์ให้กับนักเรียนที่เป็นวิทยากรให้พร้อมเสียก่อน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เข้าชมทุกคน หากในฤดูร้อน อากาศภายในท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง จึงควรมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดเคลื่อนที่ขนาดเล็กเพื่อให้ผู้เข้าชมมีสมาธิในการชมมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์ท้องฟ้าจำลองขนาดย่อมฯ ในรุ่นต่อไปสามารถพัฒนาต่อไปเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น ผ้าร่ม ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่ายกว่าแผ่นอะคริลิก แต่จะต้องสร้างให้มีโครงสร้างคล้ายเต็นท์ที่ทนต่อแรงลม เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้างมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนเงินทุนเพื่อ การวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์ ปีงบประมาณ 2561 และคณะผู้บริหาร โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ให้การสนับสนุนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณีกิจ รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ คีรีรัตน์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 6 ท่าน อันได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีรพันธุ์ศิริ อาจารย์ ดร.วิภู รุโจปการ อาจารย์ ดร. พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ อาจารย์วิทยา อินโท อาจารย์โกเมศ นาแจ้ง อาจารย์จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและประเมินนวัตกรรม และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย อาจารย์ ดร. ภัทรภร เจนสุทธิเวชกุล และอาจารย์ ดร.กรวรรณ แสงตระกูล ที่ให้คำปรึกษา

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และนายณัฐกิติ เชาว์ปรีชา และนายธีร์ เชาว์ปรีชา ที่คอยช่วยเหลือในการพิมพ์และญาติพี่น้องที่ให้ความรัก และกำลังใจจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บรรณานุกรม

Alisa Sanamontre. (2008). *The development of an innovative CAI with multimedia system and integrated model on biomolecules for level 4 students* (Doctoral Dissertation, Srinakharinwirot University, Bangkok). Retrieved from http://thesis.swu.ac.th/swudis/Sci_Ed/Alisa_S.pdf

Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching* (3rd edition). New York, 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)

Inbar, D. E. (1996). *Planning for innovation in education*. Paris, UNESCO: International Institute for Education Planning.

Manning, J. G. (1996). *The role of planetariums in astronomy education*. In Astronomy Education: Current Developments, Future Coordination, 89, 80-87.

Ministry of Education. (2008). *Learning standards and indicators of science content area (updated in b.e. 2560) as of basic education core curriculum b.e. 2551*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Press. (In Thai)

Montri Ranjadngan. (2010). *Using computer-assisted instruction on astronomy to supplement science of grade level 3 students*. (Master's Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai). Retrieved from http://cmuir.cmu.ac.th/jspui/handle/6653943832/25934 (In Thai)

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

Serdyukov, P. (2017). "Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it?". *Research in Innovative Teaching & Learning. 10*(1): 4-33.

Sitthisak Chindawong, et al. (2013). The study of problems of instruction, needs of professional development, perceptions and accessibility to instructional material in science; sub-strand 7: astronomy and space according to leading science teachers. Srinakharinwirot Research and Development. *Journal of Humanities and Social Sciences*, *5*(9),141-153. Retrieved from https://tcithaijo.org/index.php/swurd/article/view/32340/27609 (In Thai)

Srinoi Lawang. (2009). *An analysis of teachers' instructional innovation development processes using an appreciative inquiry technique.* Master's thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/17449 (In Thai)

Tissana Khammanee. (2014). *Teaching technique: knowledge for effective learning process (18th edition)*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (In Thai)

Unicef. (2017). *Innovation in education 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.