



TACS 2021

การประชุมวิชาการดาราศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7
(สำหรับเยาวชน)

The 7th Thai Astronomical Conference
(Student Session)



ระหว่างวันที่ 31 กรกฎาคม - 1 สิงหาคม 2564

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
(O1) Astronomy Livestreams in Time of COVID Felicia Ng Jia Qi Irene Adelia Wong Aii Yee Sabah Chinese High School, Malaysia	1
(O2) The study of transit midpoint effected to exoplanet period Mr. Ittipat Meling Varee Chaingmai School	5
(O3) The study of Hydrogen to Helium ratio and metallic elements in the main sequence stars by the Spectroscopy technique Mr. Oliver Phoom Harris Varee Chaingmai School	9
(O4) The Study of Count per Beam Luminosity of Cosmic Rays Particles and Deposited Energy Distribution of $n(3\text{He},3\text{H})p$ in the Simulation of the Calibration Neutron Monitor in GEANT4 Mr. Anapat Kitsommart and Mr. Sorapat Samsombudsagoon Samsenwittayalai School	13
(O5) The study of methods on the Geminids Meteor Shower's (2020) height Mr. Thanapat lampramool Varee Chaingmai School	17
(O6) Low Earth Orbit (LEO) satellite tracking program with 3D visualization Mr. Natthaphat Phusaeng Demonstration school of Khon Kaen University, Khon Kaen University	21
(O7) การศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ นางสาวพัชร์ฉีรา บุญค้ำ โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี	25
(O8) หารัศมีของโลกจากภาพถ่ายจันทร์ปรากฏบางส่วน นายเอกรินทร์ ประเสริฐสังข์ และนายวสัน จະดี โรงเรียนแก่น้อยศึกษา จังหวัดเชียงใหม่	29

เรื่อง	หน้า
(O9) ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์จันทรุปราคาเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564 นายปวีริศ พงษ์เทศ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี	33
(O10) การศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคาร นางสาวพลอยใส อัครพงศ์ชนพร โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต	37
(O11) การหาคาบการโคจร ความเอียงระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ จากเวลาและมุมเงยของ ดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน นายรัชชิต ซอนนะ โรงเรียนแก่น้อยศึกษา จังหวัดเชียงใหม่	41
(O12) การศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมกับเฟสของดวงจันทร์ นางสาวชนิษฐา วงษ์ธานี โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา จังหวัดชัยภูมิ	45
(O13) การหามวลของดาวพฤหัสบดีจากภาพถ่ายของดวงจันทร์บริวาร นางสาวสุพิชญา บุญนาค โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร	49
(O14) การศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ นางสาวพิมพ์ิญาดา ธนบดีชัยมงคล โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต	53
(O15) การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K นายอภิเดช ใจเลิศ โรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์ จังหวัดอุบลราชธานี	56
(O16) การศึกษาการแปรแสงและวัตถุที่สามของระบบดาวคู่ NY Virginis นายศิววิษณุ คงปัญญา และนางสาวชฎานนท์ จันทรักษา โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง	60
(O17) การศึกษาระบบดาว HW Virginis และวัตถุที่สาม นายอนพัทธ์ กิจสมมารถ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร	64

เรื่อง	หน้า
(O18) การศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของดาวคู่อุปราคา HW Virginis นางสาวพิมพ์กานต์ คำป้อง โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี	68
(O19) การศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของดาวในระบบดาวคู่อุปราคาจากกราฟแสง นางสาวกมลฉัตร วิจิตรปัญญารักษ์ โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี	72
(O20) Pulsar map นางสาวกาญจน์ระวี ฉั่วแสง โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี	76
(O21) การศึกษาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) เปรียบเทียบกับการใช้ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี (RR Lyrae Variable Star) นางสาวธิติตา สุขรักษ์ โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์ จังหวัดอุบลราชธานี	80
(O22) การสร้างแบบจำลองตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกด้วย H-R Diagram นางสาวกานติมา บุญสิงห์ โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์ จังหวัดอุบลราชธานี	84
(O23) ศึกษาอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ นางสาวณัฐมา ปทุมเพชร โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร	88
(O24) วัดรัศมีโลกในวันครีษมายันตามแนวทางของ Eratosthenes นางสาวไฉไล ก้องไพโรบล และนายเสี่ยวหุ้ง แซ่จื้อ โรงเรียนแก่น้อยศึกษา จังหวัดเชียงใหม่	92
(O25) การวัดขนาดของโลกโดยวิธีของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน นางสาวขวัญปิยะ อ่อนน้อม นางสาวชอลดา วายุเวช และนางสาวนันทิตา อันติมานนท์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	96

เรื่อง	หน้า
(O26) การศึกษารูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ นายณนทิวฒ ธิโนสวรรค โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี	100
(O27) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ นางสาวกุลภัสสร โขตแสง โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร	104
(O28) การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ นางสาวชญัญญ์ สืออ่อน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต	108
(O29) การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของโคเมโไฟที่ช่วยลดมลภาวะทางแสง นางสาวนรารัฐ์ สุนทรพะลิน โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร	112
(O30) การสร้างรูปแบบทำนองดนตรี ด้วยช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี นายวรกันต์ คำเมืองสา และนางสาวจิรพันธุ์ ลุงทุน โรงเรียนแก่น้อยศึกษา จังหวัดเชียงใหม่	116
(O31) ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา นางสาวอารยา บุตรเป้า โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี	120
(O32) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ นางสาวพิมพ์ชนก เกษร โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี	124
(O33) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์น้อยโทรจัน นายกฤษกร ศตริตพะยูน โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี	128
(O34) ดาราศาสตร์โบราณคดี (ความแม่นยำของบันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์สมัย อยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น) นางสาวสุชานาฏ มงคลเอี่ยม โรงเรียนแก่ง “วิทย์สถาวร” จังหวัดระยอง	132

เรื่อง	หน้า
(P1) The Study of Lunar Parallax by Using Standard Time and Local Time Jirawat Suktrakul, Phunapat Jutaphutti and Tanut Noumanong Varee Chiangmai School	136
(P2) การศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์พายุสุริยะและอัตราการเกิดแผ่นดินไหว นางสาวปยุตยาพร สมบูรณ์ นางสาววิริยาพร ตรุณพันธ์ และนางสาววันไอยอาที่ วรนาม โรงเรียนสาธิต“พิบูลบำเพ็ญ”มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี	140
(P3) แบบจำลองปรากฏการณ์ The great conjunction นายจิรัฏฐ์ อักษรศิริโอภาส โรงเรียนแกลง “วิทย์สถาวร” จังหวัดระยอง	144
(P4) การศึกษาการโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่ายโดยใช้กล้อง DSLR นางสาวพรนภัส ต๊ะย่วน โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร	148
(P7) การเปรียบเทียบเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรมและพื้นที่สว่างของดวงจันทร์โดยการ ถ่ายภาพ นางสาวศุภิสรา คงสถาน โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี	152
(P8) การหาค่าการบังของดวงอาทิตย์ที่ถูกดวงจันทร์บังจากปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2563 โดยใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ นางสาวรัตนกร ชุ่มภักดี โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี	156
(P9) โครงการการศึกษาความสัมพันธ์ของฤดูกาลกับความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิที่ พื้นผิวโลก นางสาวจิรัชยา แสงสุด นางสาวเพชรรัตน์ งามศรีขำ และนางสาวสุชานาถ โพธิ์ทอง โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี	160
(P10) ดาราศาสตร์เรื่องใกล้ตัว นางสาววิชุดา รอดนาและนางสาวพัทธ์ธีรา กันทะเวื่อน โรงเรียนดาราววิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่	164

เรื่อง	หน้า
(P11) โครงการงานแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial โดยโปรแกรม GeoGebra นายศรัณยู หวานไข่แก้ว และนางสาวกุลปรียา รัตนสังข์ โรงเรียนศรธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม	167
(P12) การพัฒนาและสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ Solarscope นางสาวชวีศา คงเมือง โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี	171

Astronomy Livestreams in Time of COVID

Felicia Ng Jia Qi, Irene Adelia Wong Aii Yee, Chin Kok Chung*

Plenty Out There Astronomy Club, Sabah Chinese High School, Malaysia

* Corresponding author: kcchin@schs.edu.my

The major outbreak of the COVID-19 since the end of the year 2019 has struck the whole world badly. The total confirmed cases of COVID-19 in Malaysia is reaching close to 900,000 cases within 16 months, causing 3 major countywide lockdowns. New lifestyles with strict social distance practices have been implemented since then.

Plenty Out There Astronomy Club is one of the very few active astronomy groups in Sabah, we used to organise a few public observation events throughout the year. This is part of our efforts to bring people in Sabah, especially the Tawau community closer to astronomy. These events have been a crucial activity for our club as it helps to share astronomical knowledge to the general public as much as possible through personal experiences. However, the outbreak of the virus made all these become impossible.

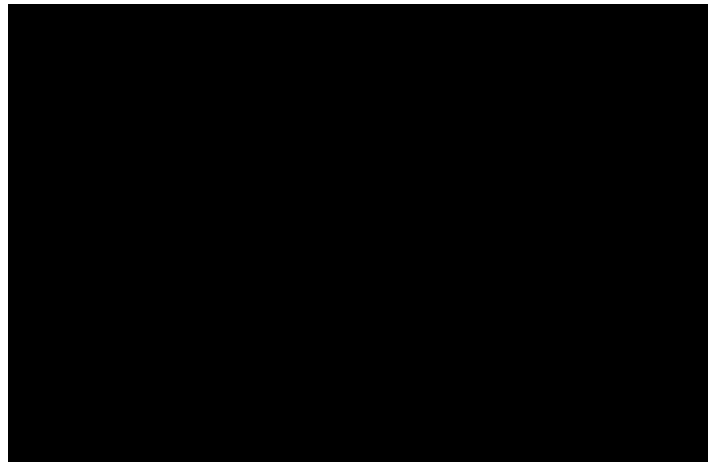


Figure 1 Observing the moon's craters during one of our public observation nights (Year 2019)

In response to the disruptions caused by the pandemic, we have officially set up an outreach team this year which is responsible to look for novel ways to promote astronomy education among the community by organizing various online activities. Currently, 3 astronomical facebook (FB) live streams have been published (Figure 2). To our surprise, we have received some positive responses not only from our local community but also from the public in west Malaysia too. Total number of followers on our FB page has been increasing

steadily especially during the livestream period. Figure 3 shows the recorded daily number of likes on our FB page during the recent total lunar eclipse live event. The total page likes grew from 1018 to 1121 within the 2 weeks period. In other words, this marks an increase of 103 likes or about 10% from our total page likes. Further analysis shows that 40% of the new followers are coming from people beyond the local community.



Figure 2 Control the telescope for better viewing of the Jupiter during a live broadcast

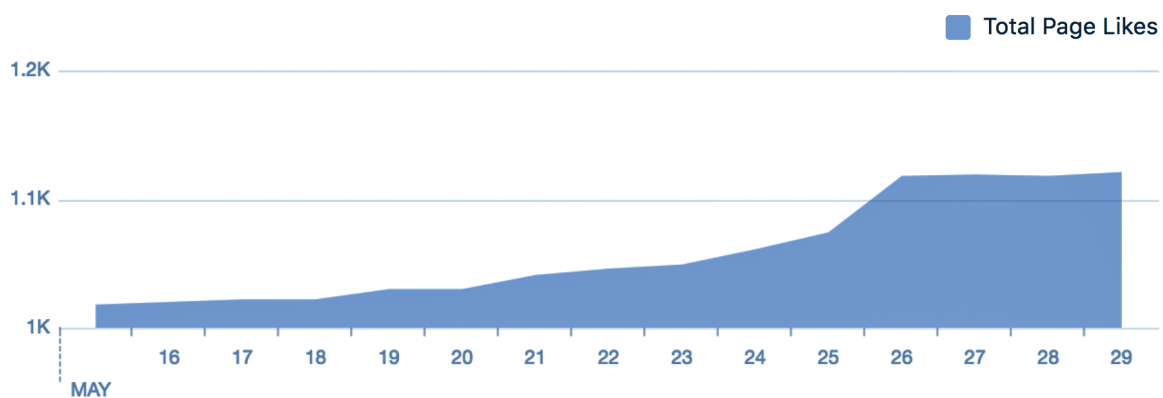


Figure 3 A sharp 10% increase of followers on FB page during the livestream period

In addition, we managed to record more than 6000 views and 1800 reactions from the public during our recent FB live on 26 May 2021 (Figure 4). This is a tremendous number of people which is beyond imagination if it was held as a local public observation event. The

broadcast of the total lunar eclipse provided a good opportunity for hundreds of people to witness the occurrence of the “blood moon” even in the middle of a pandemic. Information about the eclipse was shared live in the form of powerpoint slides. These slides provide the scientific explanation and the details of the celestial phenomena which can serve as to introduce general astronomical knowledge to the audiences.

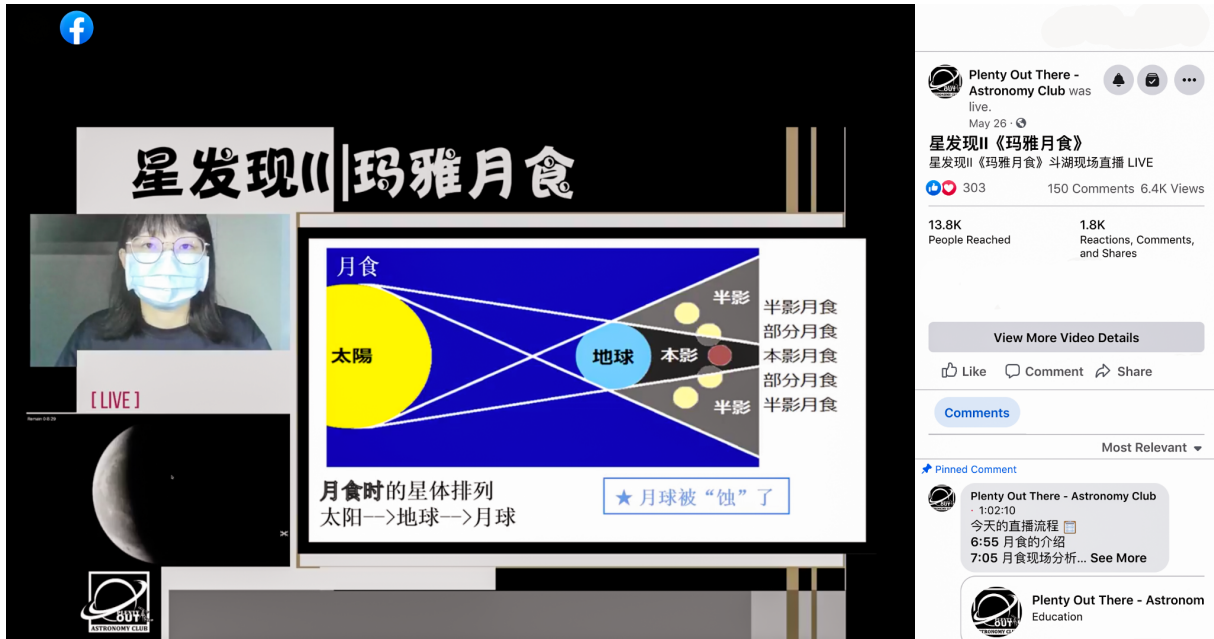


Figure 4. Screenshot of “Maia Eclipse” live event shows a record 6400 views



Figure 5 Hundreds of audience were treated with the appearance of “blood moon”, shown live on our FB page during the total lunar eclipse 2021

On April 2020, our club received an invitation from Dubai Astronomy Group, UAE to join a global live broadcast of the solar eclipse. It was a joint partnership of 12 astronomy organizations from 10 different countries (Figure 6). The event managed to attract more than 250,000 views from people around the world so as to witness the solar eclipse online. It was

really an eye-opening event on the international level. We were really impressed by the dedication and effort from our partners to come and work together towards the common goal.

GLOBAL SOLAR ECLIPSE

	START	MAXIMUM	END
Ethiopia:	7:49 AM	8:56 AM	10:15 AM
UAE:	8:14 AM	9:36 AM	11:12 AM
Bahrain:	8:14 AM	9:30 AM	11:00 AM
Oman:	8:14 AM	9:39 AM	11:20 AM
Egypt:	8:23 AM	9:19 AM	10:22 AM
India:	8:30 AM	10:07 AM	11:57 AM
Uzbekistan:	9:01 AM	10:24 AM	11:51 AM
Taiwan:	10:50 AM	12:13 PM	1:24 PM
Japan:	11:05 AM	12:09 PM	1:07 PM
Malaysia:	11:15 AM	12:27 PM	1:28 PM

Taiwan, Ethiopia, & Oman is witnessing the Annular Solar Eclipse
All the timings mentioned are according to Dubai Time

— THE SPECTACULAR SOLAR —
ECLIPSE
JOIN US ONLINE
21 JUNE 2020
DUBAI ASTRONOMY GROUP CHANNEL | LIVE ON YOUTUBE

astro@dubaiastronomy.com | www.dubaiastronomy.com | 042216603

Figure 6 A global live broadcast of solar eclipse involving us and another 11 organizations

In conclusion, we are really blessed to have some passionate members to work tirelessly in order to provide better communication between the public and astronomy. So far, the online broadcast has been a good tool for us to reach out people beyond our local community and to build up relationships with other astronomical organizations around the world.

The study of transit midpoint effected to exoplanet period

Mr. Ittipat Meling

E-mail: ittipan05296@varee.ac.th

Advisor Sarawut Pudmale

Varee Chaingmai School

Abstract

Exoplanet are planets that are outside our solar system and each planet has it own orbital period. In this project, the transit method was used to get the light curve for finding the orbital period, and the chosen planet was WASP-43b because it has a short orbital period. Then use a created method to find the Trainsit Midpoint (Tmid) in many different ways and get the orbital period out from the Tmid, and see how the Tmid effects the orbital period. The first method is drawn by a line to get the intercepting point and find the Tmid. The second method is choosing a pair of points from flux value then use the HJD to find an average of the pairs to get the Tmid. And use the value from the Tmid to find the orbital period, the first method orbital period was 0.8128 days which has an error of 0.0246% and the second method was 0.818 days which has an error of 0.615%.

Keyword: Exoplanet, Transit midpoint

Introduction

In our solar system, many people may know about the planets that orbit around our stars. two kinds of planets in our solar system. First, is the inner planet or what is called a rocky planet. The second is the outer planet or what is called a gas planet. As time has passed, exoplanets were discovered. Exoplanets could also be found in many ways such as using the transits method, wobble method. The transits method can be found when a planet outside our solar system orbits in front of its star. It's clear to see that apart from our solar system there are planets outside our solar system and each of them has their personal characteristic that shows that they are an exoplanet. [1]

Research Objective

- To study the method to find Transit midpoint (Tmid)
- To study the orbital period of WASP-43b by using the transits method

Method

First, the WASP-43b was taken by NARIT Thai National Observatory (Taken at Astro Park in Chiangmai, Thailand). The photos were taken continuously for two hours on 3/3/2021 and 4/3/2021 with filter R and an exposure time of 30 seconds, and the photo was analyzed by AstrolmageJ to get the light curve. Second, Finding the transit midpoint from 2 kinds of methods.

Method 1 To find the Tmid by using the intercepting lines.

Draw a straight line from the start of the transit each side next draw two straight lines each from one side of the lines down between the data of the light curve that changes the flux each side to find the intercept point, do 10 retries on each date. Then read the HJD_UTC of the point where it intercepts and average all the HJD then the Tmid would be found out and do this for two dates. Then use the Tmid value of the first date and the second date continuously and minus them to see the orbital period value.

Method 2 to find the value of the center by using the value of two points

Choose a pair of dots that is inside the light curve when it starts transiting. The value was first choosed by flux that has the first four same decimals, second the point must be inside the lightcurve, third the different between point 1 and point 2 must not be more than 3 decimals and finally the point that was choose must only be where it transits. After the pair of dots was choose then find the Tmid of each pairs and average all the Tmid to get a averaged Tmid. Then use the Tmid value of the first date and the second date and minus them to get the orbital period value.

Finally, Compare the difference between method one and method two with the official orbital period. After the difference was known then write down the errors and see which way is the best way possible to find out the orbital period. [2]

Result and Discussion

From Figure 1 and Figure 2 shows the light curve of WASP-43 is being transit in date 3/3/2021 and date 4/3/2021

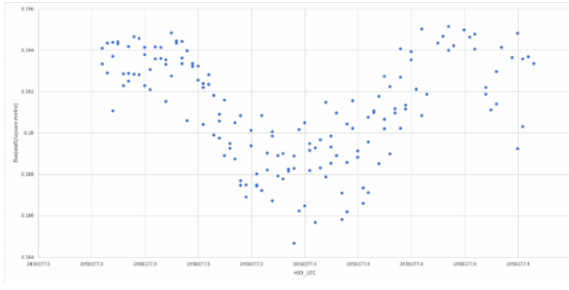


Figure 1 The relationship between Flux and HJD_UTC date 3/3/2021

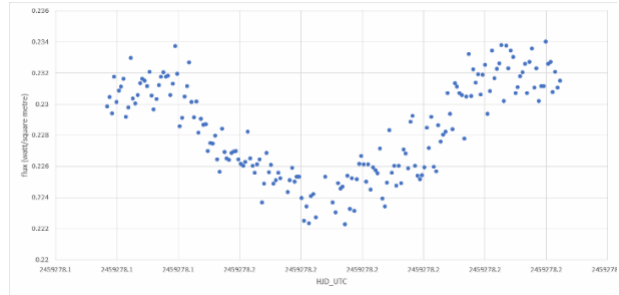


Figure 2 The relationship between Flux and HJD_UTC date 4/3/2021

Method 1 To find the Tmid by using the intercepting lines.

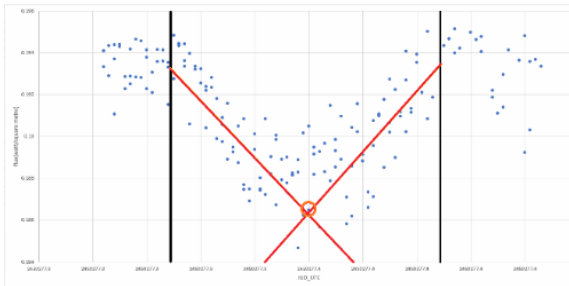


Figure 3 Shows an example how the line were drawn to get the HJD_UTC

Table 1 The average of HJD_UTC intercepting date 3/3/2021 and 4/3/2021

Number of pairs	HJD_UTC Date 3/3/2021	HJD_UTC Date 4/3/2021	Average HJD_UTC
1	2459277.348	2459278.162	0.814
2	2459277.349	2459278.162	0.813
3	2459277.350	2459278.162	0.812
4	2459277.348	2459278.162	0.814
5	2459277.349	2459278.162	0.813
6	2459277.350	2459278.162	0.812
7	2459277.348	2459278.162	0.814
8	2459277.350	2459278.160	0.810
9	2459277.349	2459278.161	0.812
10	2459277.348	2459278.162	0.814
Average period			0.8128

From Table 1 by averaging the HJD_UTC, the Tmid value from date 3/3/2021 was 2459277.348 and date 4/3/2021 was 2459278.162. After that, minus Tmid of the both dates and find out the orbital period. The value of the orbital period was 0.8128 days which is really close to the official value that has an orbital period of 0.813 days. From the experiment, the method value has an error of 0.0246 percent. [2]

Method 2 to find the value of the center by using the value of two points

From Table 2 and 3 The average Tmid from date 3/3/2021 was 2459278.163 and date 4/3/2021 was 2459277.345. After that, minus both Tmid out to get the orbital period value. The value of the orbital period was 0.818 days, it is about 0.005 different from the official orbital period value which is 0.813 days. From the experiment, the method value has an error of 0.615 percent. [2]

Table 2 The average of HJD_UTC point 1 and point 2 date 3/3/2021

Number of pairs	HJD_UTC date 3 Point 1	HJD_UTC date 3 Point 2	Average HJD_UTC
1	2459277.326	2459277.325	2459277.326
2	2459277.328	2459277.370	2459277.349
3	2459277.332	2459277.365	2459277.349
4	2459277.333	2459277.364	2459277.349
5	2459277.335	2459277.359	2459277.347
6	2459277.337	2459277.358	2459277.348
7	2459277.344	2459277.355	2459277.350
Average Tmid			2459277.345

Table 3 The average of HJD_UTC point 1 and point 2 date 4/3/2021

Number of pairs	HJD_UTC Date 4 Point 1	HJD_UTC Date 4 Point 2	Average HJD_UTC
1	2459278.141	2459278.185	2459278.163
2	2459278.139	2459278.186	2459278.163
3	2459278.143	2459278.181	2459278.162
4	2459278.149	2459278.177	2459278.163
5	2459278.152	2459278.175	2459278.164
6	2459278.155	2459278.173	2459278.164
7	2459278.159	2459278.168	2459278.164
Average Tmid			2459278.163

Conclusion

From finding the method to get the Tmid and use it to find the orbital period of WASP-43b. Method 1 got the first Tmid from date 3/3/2021 was 2459277.350 and second Tmid from date 4/3/2021 was 2459278.162 which has an orbital period of 0.8128 days, method 1 has an error of 0.0246 percent. Method 2 got the first Tmid from date 3/3/2021 was 2459278.163 and date 4/3/2021 was 2459277.345 which has an orbital period of 0.818 days. Method 1 has a lower error because the point where it intercepts is close to the center which gives a closer Tmid but method 2 has a higher error because even though the point from the average of each pairs are close to the center but there are many averaged pairs and by averging them it gives an unstable value of the Tmid making the point moving out from the center of the Transit Midpoint.

Acknowledgement

I would thank my school for supporting especially my advisor, Mr.Sarawut Pudmale who help me to fix the mistakes in project and, this project wouldn't be possible without him. Special thanks to Mr.Thressapong Siriboon, a NARIT staff for helping to take the picture of the exoplanet. Finally I would like to thank my family for supporting.

Reference

- [1] Dennis afanasev. (2020). Detection of Exoplanet using transit Methods. (Astronomy). George Washington University. Washington DC.
- [2] Richard P Olenick. (2019). New transit Measurements of Wasp-43b and HD189733b. (Astronomy). USA. Hawaii.

The study of Hydrogen to Helium ratio and metallic elements in the main sequence stars by the Spectroscopy technique

Mr. Oliver Phoom Harris

E-mail: Oliver05086@varee.ac.th

Advisor: Mr.Sarawut Pudmale

Varee Chiangmai School

Abstract

Stars are classified into seven types of different types of spectral types which concludes O, B, A, F, G, K, and M. The main sequence star photographs were taken with Planewave CDK700 telescope at Regional Observatory for the Public, Nakhon Ratchasima, and calibrated spectrum line by using the ISIS software. Observed Hydrogen, Helium, and metallic elements intensity and calculated the Hydrogen to helium ratio. Hydrogen, Helium, Sodium were found in all of the star spectral types however Magnesium and Iron cannot be found in Type O and B. Type A got the most Hydrogen to Helium ratio which was followed by Type O, B, F, G, and K. Type M couldn't be observed due to the resolution of the instrument was not capable to observed type M stars.

Keywords: Spectroscopy technique, spectral types, main sequence

Introduction

Stars are formed from large clouds of gas and dust. The gravity of the gas and dust in the clouds causes them to slowly shrink and collapse. [1] There are seven main types of stars which include type O, B, A, F, G, K, and M.[2] Stars are also divided by their Luminosity classes which contain Ia: Brightest supergiants, Ib: Less luminous supergiants, II: Bright giants, III: Giants, IV: Subgiants, and V: Main-sequence stars [3].

Research Objectives

- To study the Hydrogen to Helium ratio in the Main sequence stars.
- To study the intensity of the metallic element absorption point in the Main sequence stars.

Methods

Firstly, the main sequence star photographs were taken with the Planewave CDK700 telescope at Regional Observatory for the Public, Nakhon Ratchasima. Secondly, Tungsten and Thorium Argon photographs were taken and used as a navigation line for the spectrum analysis, and the ISIS software was used to calibrate in the analysis. Third, the spectrum lines were made by the calibrated pictures in the ISIS software. Next, find the absorption point for each element in the possible wavelength that we can observe and find the intensity in every star and compare the results with other stars. Finally, find the ratio of Hydrogen to Helium of stars in every spectral type and observe the metallic elements.

Result and Discussions

From the study of Spectrum lines in the main sequence stars. Figure 1 shows the spectrum lines of Hydrogen Gamma and Helium from each spectral type.

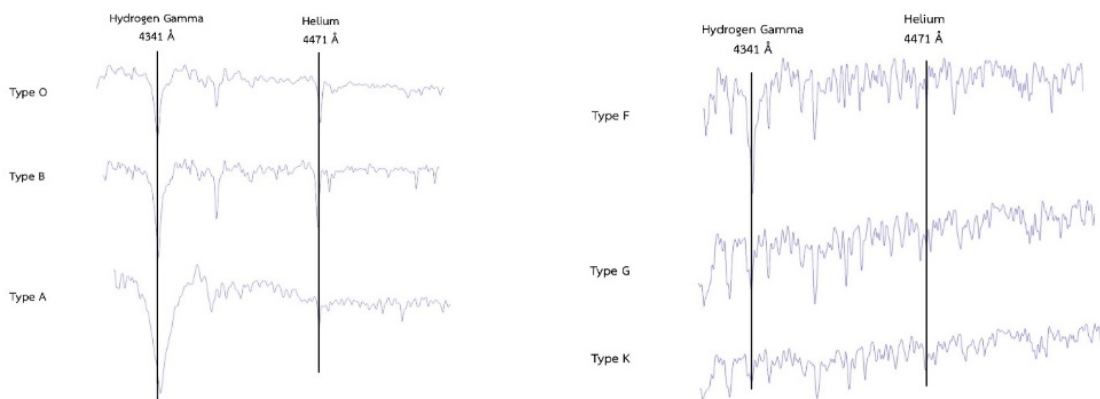


Figure 1. Example of spectrum lines within range of Hydrogen Gamma and Helium

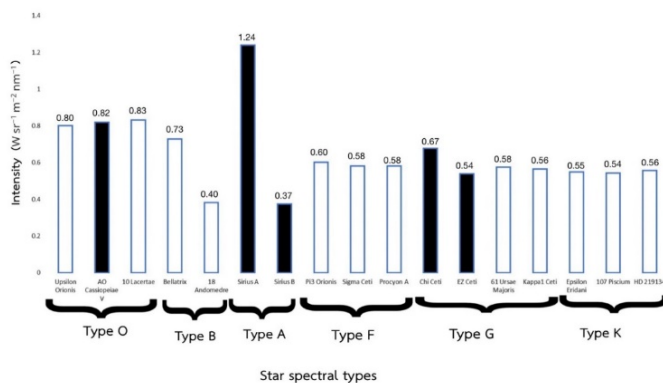


Figure 2. The ratio of Hydrogen Gamma to Helium

Black graphs are showing the ratio of the binary stars

Figure 2 shows the ratio of Hydrogen Gamma to Helium. Type O has the range of the ratio about 0.80 to 0.83 however AO Cassiopeiae V is a binary star which must result in two absorption points but during the analyzing process, only one absorption point was found

because during when the photographs were taken there was an eclipsing in this binary system. Type B stars ratio are about 0.73 but the 18 Andromedre star has the ratio of Hydrogen Gamma to Helium about 0.40 because this star is a B[e] star which has very low emission lines in the spectrum which result in a low ratio for this star. Type A stars ratio are about 1.24 however Sirius has two absorption points. Sirius A has a ratio of 1.24 and Sirius B has a ratio of 0.37 because Sirius is a binary star system. Sirius A has a low-speed rotation if compare to the other stars in Type A which results in the high absorption line for both Helium and Hydrogen. Type F stars ratio are within 0.60 to 0.58. Type G stars ratio are within 0.58 to 0.54 however one of the type G star is the Chi Ceti star which Chi Ceti is a binary star. Chi Ceti has two absorption points the first absorption point is 0.67 and EZ Ceti has a ratio of 0.54 . Finally, Type K stars Hydrogen to Helium ratio are about 0.56 to 0.54 which have the lowest ratio in all of the Main sequence stars spectral types.

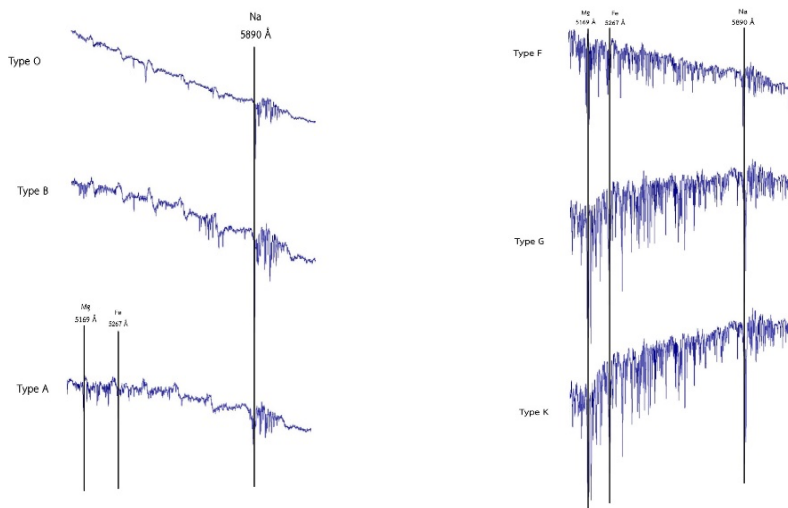


Figure 3. Example of spectrum lines within range of the metallic elements

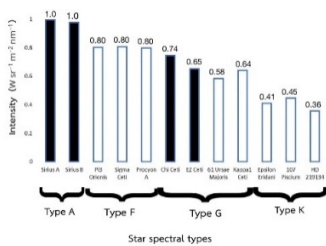


Figure 4. Sodium absorption Intensity

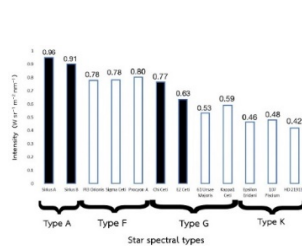


Figure 5. Magnesium absorption Intensity

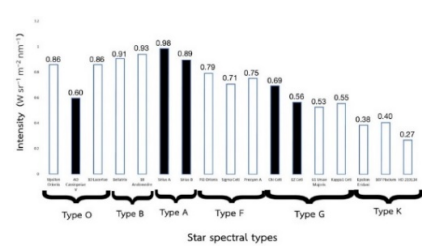


Figure 6. Iron absorption Intensity

Figures 3,4,5 show the metallic elements on the main sequence stars. Sodium could be found in every spectral type although Magnesium and Iron couldn't be found in Type O and B due to Type O and B have weak metallic spectrum lines. Type A got the most metallic elements intensity.

Conclusion

From this spectrum project, every spectral type in the main sequence can be observed except for type M which the instrument does not have the resolution to observe this spectral type star. The ratio of Hydrogen to Helium depends on the star spectral types however there are exceptions for several stars such as AO Cassiopeiae V, Sirius, 18 Andromedre, and Chi Ceti. For other normal Main Sequence stars the ratio of Hydrogen and Helium, Type A has the most ratio of Hydrogen to Helium ratio followed by Type O, B, F, G, and K. Metallic elements that can be observed in every spectral type is Sodium, however, Magnesium and Iron can only be observed in type A, F, G, and K.

Acknowledgement

I would like to take this opportunity to thank my advisor Mr. Sarawut Pudmale who helped me improve and develop this project since the start of this project. Secondly, I would like to thank two NARIT staffs who helped advising me with this project.

References

- [1] NSO. *Star formation*. Searched on 26 April 2021, available at <https://www.schoolsobservatory.org/learn/astro/stars/fomation>
- [2] AstroBackyard. *Type of Stars*. Searched on 27 April 2021, available at <https://astrobackyard.com/types-of-stars/>
- [3] lumen. *The H-R Diagram and Cosmic Distances*. Searched on 27 April 2021, available at <https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-h-r-diagram-and-cosmic-distances/>

The Study of Count per Beam Luminosity of Cosmic Rays Particles and Deposited Energy Distribution of $n(^3\text{He}, ^3\text{H})p$ in the Simulation of the Calibration Neutron Monitor in GEANT4

Mr. Anapat Kitsommart¹ and Mr. Sorapat Samsombudsagoon²

E-mail: ¹ss46414@samsenwit.ac.th, ²ss46767@samsenwit.ac.th

Advisor Dr. Kullapha Chaiwongkhot

Samsenwittayalai School

Abstract

The calibration neutron monitor (hereafter "the calibrator") is a neutron detector designed to be portable. Its purpose is to calibrate the result of different cosmic ray detectors around the world. By simulating the calibrator we could better understand how the environment affects the calibrator result. There are many tools for simulating cosmic rays detection, which may yield different results based on the tool's specification. In this study, we investigated the simulation of the calibrator using GEANT4 10.6. We aim to find the count/beam luminosity of different cosmic rays particles at different energy levels then compare it with previous simulation research using FLUKA 2011 hence, the same simulation environment. From our simulation, we found that they follow similar trends. In addition, we also examine the deposited energy distribution of $n(^3\text{He}, ^3\text{H})p$. Our simulation shows that the main major neutron peaks at 764 keV corresponding to the typical peak found in ^3He neutron monitors.

Keywords: GEANT4, Calibration Neutron Monitor, Count/beam luminosity, Deposited Energy

Introduction

Cosmic rays refer to high-energy particles from space. We can study them through cosmic rays detection, to gain an understanding of their effect and how it may be beneficial for us. Each cosmic rays detectors have a unique specification which match to their location. Thus, their results cannot be readily compared to each other. So, the calibrator was built to be portable to help calibrate the result of different cosmic ray detectors around the world.^[1]

There are previous researches which studied about detection's count rate and the study of deposited energy distribution^{[2][3]}. In this project, we recreate these in GEANT4^[4], to examine the results and to see if it can provide precise and accurate results for cosmic ray studies.

Research Objective

1. To find the count per beam luminosity of the calibrator in a simulation in GEANT4.
2. To find the deposited energy distribution of $n(^3\text{He}, ^3\text{H})p$ in a simulation in GEANT4.
3. To compare these results with previously existing results from FLUKA.

Method

The simulation of this work is performed in GEANT4, we replicate the calibrator and its surrounding environment based on provided data within GEANT4. To study the count per beam luminosity of cosmic rays particles, we set the originating area of cosmic rays (hereafter "the source") configuration to be a rectangle 600 cm above the ground and perform a number of simulation events. We calculate the count per beam luminosity of each cosmic rays particle from the simulation result. The count per beam luminosity is then plotted against the energy into a line graph with the energy on a logarithmic scale, the result is also compared to the result by Mangeard et al.^[2]. To study the deposited energy distribution of $n(^3\text{He}, ^3\text{H})p$, we specify our program to find the deposited energy as our output. The output is plotted in the frequency graph of each energy range, it is compared with the standard energy deposits.

Result

1. Count per beam luminosity

To obtain the calibrator's count per beam luminosity, the calibrator's detected count at different energy levels of alpha, electron, muon-, muon+, neutron, photon, positron, and proton particles are needed. For neutron particles, the energy ranges from 1×10^{-11} to 1×10^2 GeV to be 14 energy levels in total. For the other particle, the energy ranges from 1×10^{-5} to 1×10^2 . In the simulation, we assign the source to be a rectangle with the dimension of 70 cm \times 150 cm and to be 600 cm above the ground. The number of the simulated event for each energy are 1,000,000 for energy levels below 1×10^0 GeV and 100,000 for the rest.

From those results, we calculate the count per beam luminosity at each energy level of each particle using the formula. Then, we plotted the count per beam luminosity against the energy level which is in logarithmic scale. The plotted graph is presented in figure 1.

$$\text{count per beam luminosity (count per luminosity)} = \frac{\text{total count (count)} \times \text{area of source (cm}^2\text{)}}{\text{number of simulated event}}$$

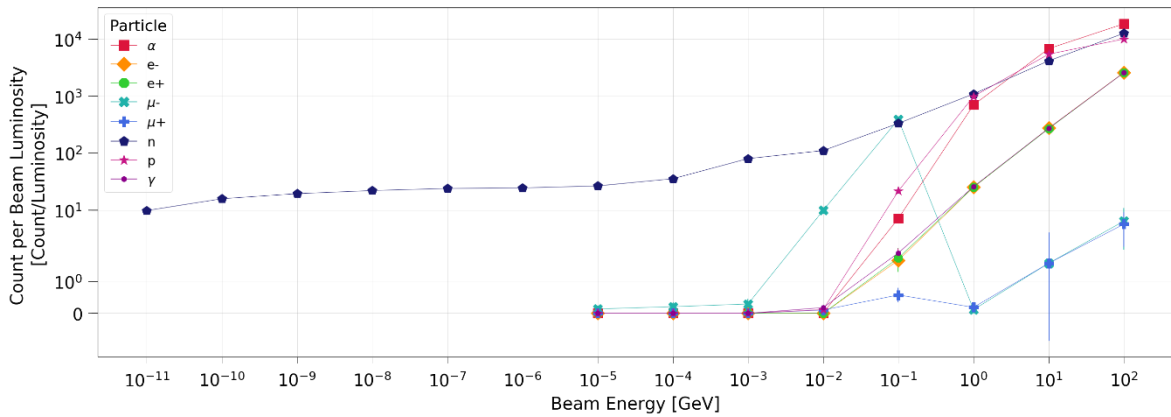


Figure 1. Graph of count per beam luminosity against beam energy

2. Deposited Energy Distribution

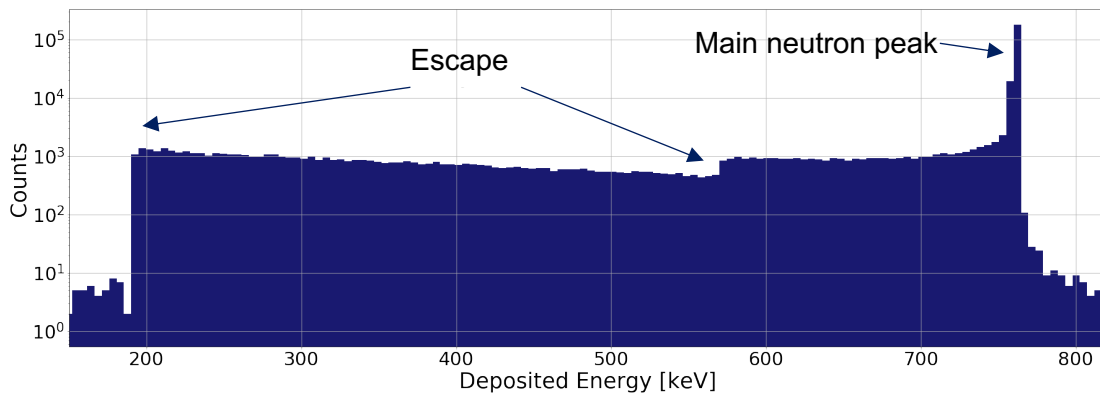


Figure 2. a frequency graph of deposited energy

We require the deposited energy of $n(^3\text{He},^3\text{H})p$ to study the distribution, which we obtain from simulating 35000 event of cosmic rays at 10 GeV energy. The result is then plotted as a frequency distribution shown in figure 2 which shows a peak at 764 keV.

Conclusion and Discussion

Compared to Mangeard et al.^[2], our result shows a similar trend but with some differences which may be caused by using an incorrect simulation engine in GEANT4 which lacks some properties that exist in the simulation in FLUKA. In future studies, the simulation engine in GEANT4 should be studied to improve understand the difference of each engine and how we should choose them. We determined that the peak energy distribution was 764 keV which corresponds with the total released energy of $n(^3\text{He},^3\text{H})p$ reaction.^[3]

Acknowledgment

We would like to thank Dr. Kullapha Chaiwongkhot, Professor Dr. David J. Ruffolo for advising our work. Thank you, Mahidol University, for allowing us to use the facility and equipment needed for this work. We are grateful to Mr. Chatchai Sumritsupapon who made this work possible. Finally, we would like to thank the National Astronomical Research Institute of Thailand (NARIT) for giving us this opportunity.

Reference

- [1] F. D. Amaro, C. M. B. Monteiro, J. M. F. dos Santos, A. Antognini, Sci Rep. 7 (2017), doi:10.1038/srep41699.
- [2] P.-S. Mangeard et al., J. Geophys. Res. Space Physics, in press, doi:10.1002/2016ja023515.
- [3] K. Helena, thesis, North-West University (2006), (available at <http://hdl.handle.net/10394/1023>)
- [4] S. Agostinelli et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 506, 250–303 (2003).

The study of methods on the Geminids Meteor Shower's (2020) height

Mr. Thanapat lampramool

E-mail: a_thanapat@outlook.com

Advisor: Mr. Sarawut Pudmale

Varee Chiangmai school

Abstract

After collecting, analyzing and calculating an information for finding meteors' height from Geminids meteor shower from the year 2020 with both methods, parallax and trigonometric. The organizer found that both methods have the result in same range which is around 30 to 180 kilometers above the sea level, at the height where meteor should start to satirical except one of the meteors that occurred a distinctive result, the reason is that this picture's Geminids constellation are around the zenith, and the altitude point is high comparing to other's distance from meteor head to tails. The conclusion can be use in data reference on projects about meteor's height.

Keywords: Parallax, Trigonometric, Geminids, Zenith hourly rate

Introduction

The definition of meteor shower is, a split up of ion or a satirical of dust or scrap which include a splinter that shines while falling down through the earth's atmosphere in many numbers. The Geminids meteor shower is special, because it is a dust from an asteroid / rocky comet called 3200 Phaethon instead of comet like others meteor shower. There is a prediction that the Zenithal hourly rate would be around 150 meteors per hour on the day that has most number of meteor which is from 13th to 14th December 2020.

Research object

To study and compare measuring methods that are used to find the height of Geminids meteor shower in 2020.

Methods

1. Find information about a meteor shower that would be easy to study from December 2020 to April 2021 which is the 13th - 14th of December 2020 (Geminids meteor shower)
2. Set the camera to the same time and take a picture of the meteor shower in areas that are far from each other more than 15 kilometers.
3. Separate the calculation into two parts, parallax and trigonometric method

3.1. Parallax method

3.1.1. Make two pictures that are overlaid into the same size, draw lines between head and tail in two pictures to find the angular distance.

3.1.2. Calculate angular distance using rule of three in arithmetic, by the information we got from measuring heads and tails and the reference angular distance between Pollux and Castor. Then use TAN for the final meteor's height.

3.2. Trigonometric method

3.2.1. Find and match the meteor star with reference stars using the Stellarium program for finding azimuth and altitude.

3.2.2. Measure the distance from observation point 1 and 2 to heads and tails points with both photoshop and google map application.

3.2.3. Use the TAN formula to calculate and find the height of the meteor both heads and tails and make them on average.

4. Analyze and compare both of the result that we got from both methods, find the error and discuss the result for conclusion.

Results and discussion

The Geminids meteor shower in 2020 are involved in this project, pictures were taken by DSLR camera from two observation points that are 26 kilometers away.

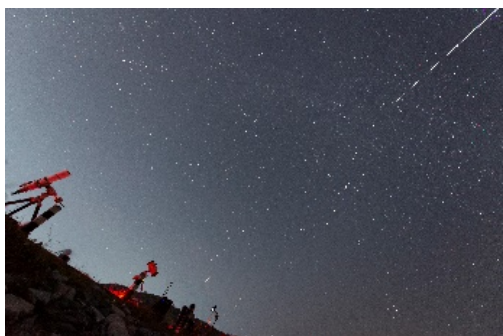


Figure 1 – Showing meteor's picture from NARIT



Figure 2 – Showing meteor's picture from NARIT

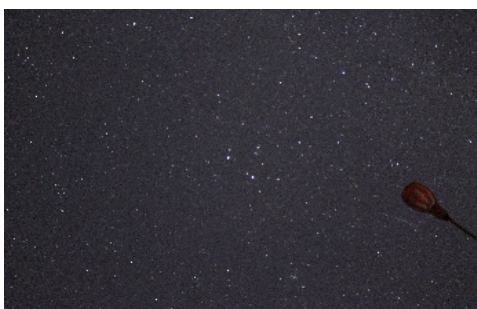


Figure 3 – Showing meteor's picture from the organizer

The parallax method:

Meteor number	Distance between meteor's tails (Pixel)	Meteor's tails angular distance (Degree)	The height of meteor's tails (Kilometer)
1	469.07	4.20	178.50
2	544.68	4.87	153.62
3	628.59	8.17	91.21
4	507.28	6.54	114.31
5	1001.01	8.98	82.93
6	225.58	2.93	256.23

Table 1 showing the height of meteors' tails

Meteor number	Distance between meteor's heads (Pixel)	Meteor's heads angular distance (Degree)	The height of meteor's heads (Kilometer)
1	529.88	4.74	157.93
2	551.38	4.93	151.75
3	696.32	9.05	82.21
4	584.20	7.53	99.12
5	1100.89	9.87	75.28
6	250.50	3.25	230.69

Table 2 showing the height of meteors' heads

from the table 1 and 2, all of the data are in range. Calculate by using distance between observer points and angular distance, the graphs show that all the number are in similar range under 300 kilometers which is a normal range where the meteor has chances to satirical.

The trigonometric method:

Meteor number	Distance of meteor tails from observation point (Kilometer)		Meteor tails' altitude (Degree)		The height of the meteor (Kilometer)		
	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Average number
1	630.31	552.08	31.63	31.70	115.40	101.36	108.38
2	800.18	773.47	48.46	39.98	268.47	192.79	230.63
3	27.50	108.91	76.56	67.87	34.20	79.60	56.90
4	57.03	160.82	75.94	60.52	67.69	84.56	76.12
5	129.65	86.00	71.09	70.51	112.50	72.23	92.36
6	681.03	626.87	66.6	70.25	467.80	518.98	493.39

Table 3 showing the height of meteors' tails

Meteor number	Distance of meteor heads from observation point (Kilometer)		Meteor heads' altitude (Degree)		The height of the meteor (Kilometer)		
	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Point 1	Point 2	Average number
1	623.51	542.35	30.12	30.62	107.53	95.42	101.47
2	379.11	340.78	37.53	40.47	86.57	86.42	86.50
3	24.04	108.76	74.48	67.28	25.73	77.21	51.47
4	37.01	141.22	76.08	59.16	44.38	70.31	57.35
5	129.32	70.60	68.59	69.82	98.04	57.10	77.57
6	595.15	534.42	64.74	69.02	374.93	414.26	394.60

Table 4 showing the height of meteors' heads

from the table 3 and 4, only meteor number 6 has both heads and tails that has the meteor's height distinctive. We use TAN radians times with the distance where meteor falls and make an average number.

Meteor number	Differences in distance observation point 1 (Kilometer)	Differences in distance observation point 2 (Kilometer)	Incident angle (Degree)
1	7.88	5.94	75.60
2	181.90	106.36	55.47
3	8.47	2.40	83.08
4	23.30	14.26	75.67
5	14.46	15.13	89.61
6	92.87	104.72	74.63

Table 5 showing the incident angle of meteor's heads and tails

The organizer used the above information for calculating incident angle then got the result shown in table 5.

The others meteor is in range which we found that most of the height are around 30 – 200 kilometers above the range but the meteor number 6's height reaches over 250 kilometers in trigonometric method. The problem is pictures that have errors is the picture that was taken around 2 AM of 14th December 2020, when the constellation is near the zenith point.

Conclusion

From observing and analyzing data, only meteor number 6 that the results are higher than 200 kilometers which is distinctive because most meteor has range around 50 to 250. The reason is because meteor number 6 has high altitude number and the picture was taken on the time where Geminids constellation is nearly at the Zenith. The results told that both methods have numbers that are in similar range from 30 to 180 kilometers but the trigonometric method need azimuth and altitude that can also use to find an incident angle which made this method more detailed and also more chances for error.

Acknowledgement

I am deeply appreciating to NARIT for giving a help and expressing a new knowledge that is in high level, and also, to my advisor Mr. Sarawut Pudmale and Mr.Thanakrit Santikunaporn whose impossible to be working without. I would like to say thank you to my friends and family who give me determination and effort all the way until I finished.

Reference

- [1] Lannbau, J. P. (1905). Physics of Shooting Stars. In, **Popular Astronomy, vol.13** (pp.434-445) Retrieved November 28, 2021
From <http://articles.adsabs.harvard.edu//full/1905PA.....13..434L/0000436.000.html>
- [2] BOB KING. (2019). **FIREBALL MAY HAVE DROPPED METEORITES IN ONTARIO.** Retrieved January 13, 2021
From <https://skyandtelescope.org/astronomyblogs/explore-night-bob-king/fireball-ontario-meteorites/>
- [3] Richard Dibon-Smith. (2016). **Gemini Transit Date of principal star: 14 January.** Retrieved January 13, 2021
From http://www.dibonsmith.com/gem_con.htm

Low Earth Orbit (LEO) satellite tracking program with 3D visualization

Mr. Natthaphat Phusaeng

Demonstration school of Khon Kaen University, Khon Kaen University

Advisor: Dr. Chaiyapong Ruangsuan, Department of Physics, Faculty of Science,
Khon Kaen University

Abstract

Low earth orbit (LEO) satellite is an artificial Earth-centered orbit with altitude of 2,000 km or less. The LEO is used widely in many applications, for instance, satellite imaging, space station, etc. To use the satellite effectively, a satellite tracker is required. **This work aimed to create** a 3D satellite tracking program. To meet these goals, program which consisted of three main parts. The first part, the satellite data was automatically obtained in a two-line element (TLE) format and observer's location data was also provided by user. The calculation part, which determined the right ascension (RA) and declination (dec) of satellite for a given time by using the conventional approach, solving Kepler's equation with Newton-Raphson method. Finally, in the visualization part, the output was transformed and showed in a 3D perspective of observer's hemisphere. The test result showed that the accuracy of the program compared to non-SDP/SGP model was acceptable, with the error in RA and dec of -0.0054% (IQR = 0.0115%), -0.0057% (IQR = 0.0553%) respectively. This work resulted a highly functional satellite tracking program, which was efficient and was also user-friendly. Further implications may be done to improve the model and make the tracker more available in many more devices.

Keyword : 3D hemisphere, non-SDP/SGP, satellite tracking, Kepler's equation

Introduction

The process of orbit determination is crucial for tracking the LEO satellite. The LEO satellite is fast-moving¹ which make it complicate to correctly determine the position at any given epoch. Current method to obtain the precise position of satellite is done via two-line element set (TLE) of the North American Defense (NORAD). The TLE, which consists of a satellite identifier, epoch and six orbit parameter², was then used by mathematic model of propagator such as SGP, SDP, SGP4, etc³ in order to determine the position in orbit. To make the satellite tracker more accessible and more user-friendly, it is important to simplify the mathematic and enhance the tracker's ability to visualize a result in the 3D representation.

This work thus attempted to develop a satellite tracking program which had a user interface and presented the result in a 3D graphic. To meet this goal the program was created, after that, the test was conducted to see whether if the percentage error compared to an online-tracker ⁴ is 0.000%.

Methodology

This work had 2 aims: first, to create a tracking program which yielded an accurate position of an interested satellite, and second, to create a tracking program which represented in a 3D graphic. To achieve these goals, the tracker was designed and organized into 3 parts, the user interface, the calculation and the visualization. The user interface and the visualization were developed as a web-based graphic with html, css, bootstrap and OpenGL. The calculation part was developed using python flask as a web application which will retrieve data from space-track api. The accuracy test focused on 2 output, right ascension and declination of satellite. by comparing a position of 50 random LEO satellite to a worldwide-accepted online satellite tracker which data was available during 1-28 February 2021. The percentage error was then analyzed. First, the data was checked for missing and tested for normality distribution and outliers. Then, the data was analyzed descriptively using statistical software SPSS.

Result

Table 1 Median (M) and Interquartile range (IQR) of percentage error in right ascension (RA) and declination (dec)

Percentage error (%)	M	IQR
right ascension (RA)	-0.0054	0.0115
declination (dec)	-0.0057	0.0553

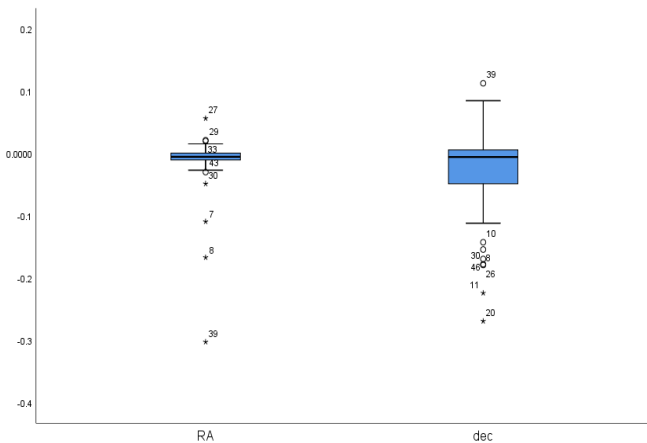


Figure 1 Boxplot of percentage error of right ascension (RA) and declination (dec).

As can be seen in Table 1, a percentage error of right ascension (RA) was slightly lower than declination (dec)

Boxplot further illustrate the distribution of percentage error are showed in Figure 1. From randomized sampling of 50 data entries and Shapiro-Wilk normality test showed that central value of percentage error of right ascension (RA) was -0.0054% (IQR = 0.0115 %), the distribution was not a normal distribution ($p < 0.0001$) with many extreme values.

The percentage error of declination (dec) had a central value of -0.0057% (IQR = 0.0553 %), the distribution was also not normal ($p < 0.0001$) with many extreme values.

From Figure 2, It is shown that the program can represent the result in a 3D. A reddish triangle represents the North, a rectangle grid plane represents an observer’s horizon plane, curved lines represent the hemisphere and the black dot represent the satellite’s position. These visualizations indicate that this program satisfy the objective of the research.

A Wilcoxon signed rank test was conducted to test the hypothesis that the percentage error of right ascension (RA) and declination (dec) were equal to 0.000%. The percentage error of right ascension (RA) was found to be not significantly equal to 0.00% ($p < 0.01$), the percentage error of declination (dec) was also found to be not significantly equal to 0.00% ($p < 0.05$).

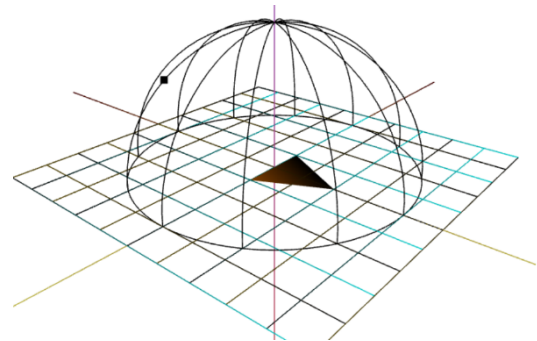


Figure 2 The 3D hemisphere presented in the program.

Discussion

The analysis indicates that the satellite tracking program is accurate with the percentage error in right ascension (RA) and declination (dec) of -0.0054% and -0.0057% respectively. The expected hypothesis was that the percentage error of right ascension (RA) and declination (dec) were equal to 0.000% compared to the standard tracker model. The percentage error of right ascension (RA) was not significantly equal to 0.000%, similarly to the percentage error of declination (dec) which was also not significantly equal to 0.000%.

The distribution of test data was impacted by the fact that the standard tracking program iterated the eccentric anomaly (E) before calculation. Therefore, the distribution of percentage error was not a normal distribution and had a volume of outlier values.

Conclusion

This research aimed to create an accurate satellite tracking program with a 3D graphic. Based on a quantitative analysis of percentage error in right ascension (RA) and declination (dec), it can be concluded that the program is accurate. However, further research is needed to determine the causes of outliers in test data.

References

1. Sampaio JC, Wnuk E, Vilhena R and Fernandes SS. Resonant Orbital Dynamics in LEO Region: Space Debris in Focus. *Mathematical Problems in Engineering*. 2014;2014(2):1-12.
2. Riesing K. Orbit Determination from Two Line Element Sets of ISS-Deployed CubeSats. *Proc. Of 29th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites*, 2015.
3. Felix R. Hoots Ronald L. Roehrich. *SPACETRACK REPORT NO. 3*. 1980.
4. Jens T. Simplified Satellite Tracker [internet]. 2018 [cited 2021 Feb 12]. Available from: https://www.satellite-calculations.com/phpgen/listsatellites_tracker.php

การศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์

นางสาวพัทธธีรา บุญคำ

E-mail : s35691@siya.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายชาญ เถาว์วันนี

โรงเรียนศรียานุสรณ์ จันทบุรี

บทคัดย่อ

จุดดำบนดวงอาทิตย์ (Sunspot) ขณะที่เกิดขึ้นมานั้นจะมีพื้นเริ่มตันอยู่ปริมาณหนึ่งจากนั้นจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วก็จะเริ่มที่ยุบตัวลงจนหายไปจากพื้นผิวของดวงอาทิตย์ ดังนั้นในโครงการนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าในขณะที่จุดบนดวงอาทิตย์ในช่วงที่กำลังขยายตัวและกำลังยุบตัวเองลงจะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่มากน้อยเพียงใด และจะทำการศึกษาว่าจุดบนดวงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณพิกัดต่าง ๆ บนพื้นผิวดวงอาทิตย์นั้น จะมีอัตราในการขยายตัวและยุบตัวแตกต่างกันหรือไม่ โดยการคัดเลือกจุดบนดวงอาทิตย์จากฐานข้อมูล <https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 – 2015 ศึกษาจุดดำที่เป็นลักษณะจุดเดี่ยว ๆ ไม่ได้เป็นกลุ่มจุดดำ จากนั้นทำการบันทึกขนาดพื้นที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ตั้งแต่ขณะเริ่มต้นเกิดจุดขึ้นมาจนกระทั่งสลายไปในที่สุด ผลการศึกษาปรากฏว่า ขณะที่จุดบนดวงอาทิตย์กำเนิดขึ้นมาขึ้นมีพื้นที่ค่าหนึ่งนั้นแล้วจะขยายตัวจนมีพื้นที่ปริมาณมากที่สุดค่าหนึ่งนั้นจะมีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ในขณะที่จุดบนดวงอาทิตย์มีขนาดพื้นที่มากที่สุดแล้วก็จะยุบตัวเองลงจนสลายไปนั้น ในการสลายตัวนี้จะมีอัตราการยุบตัวลงที่น้อยกว่าการขยายตัว และจากการศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณพิกัดต่าง ๆ บนพื้นผิวดวงอาทิตย์นั้น นั้นจะพบว่า จุดบนดวงอาทิตย์จะมีอัตราการขยายตัวและยุบตัวที่แตกต่างกัน เมื่ออยู่ในตำแหน่งพิกัดที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ จุดบนดวงอาทิตย์, อัตราในการขยายตัวและยุบตัว

บทนำ

จุดบนดวงอาทิตย์ (Sunspot) คือ พื้นที่ส่วนหนึ่งบนชั้นโฟโตสเฟียร์ของดวงอาทิตย์ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ และมีสนามแม่เหล็กที่มีปั่นป่วนสูงมาก ซึ่งได้ทำให้เกิดการขัดขวางกระบวนการพาความร้อนบนพื้นผิวดวงอาทิตย์ เกิดเป็นพื้นที่ที่มีความเข้มของแสงต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ ตัวการที่ทำให้เกิดจุดบนดวงอาทิตย์ คือ สนามแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์ เนื่องจากอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ที่ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะบริเวณศูนย์สูตรจะมีอัตราการหมุนที่เร็วกว่าบริเวณขั้วดวงอาทิตย์ ความเร็วการหมุนที่ต่างกันนั้นส่งผลให้สนามแม่เหล็กบิดเบี้ยวไปจากเดิม บริเวณเส้นศูนย์สูตรเส้นแรงแม่เหล็กยึดตัวออก เส้นแรงแม่เหล็กยกตัวสูงเป็นทวนขึ้นอย่างฉับพลัน ขัดขวางการนำความร้อนภายใต้ผิว เป็นผลให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่า ปรากฏเห็นเป็นจุดดำๆ ในที่สุดทวนขากออกจากกัน ทำให้สนามแม่เหล็กคลายตัวออกก่อนจากเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่มีพื้นที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการของการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์
3. เพื่อทำการทำนายอัตราการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์จากพื้นที่ จากนั้นเปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวและยุบตัวจริงจากการคำนวณในฐานข้อมูล

วิธีการศึกษา

การศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ มีขั้นตอนดังนี้

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการบันทึกข้อมูลขนาดพื้นที่ในแต่ละวันของจุดบนดวงอาทิตย์ จากฐานข้อมูล <https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> โดยทำการเลือกศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ที่เป็นลักษณะจุดเดี่ยวๆ โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 – 2015 และจุดบนดวงอาทิตย์ที่ทำการศึกษานั้นทำการคัดเลือกจุดที่มีอายุเท่ากันและพื้นที่ขณะเกิดการขยายตัวมากที่สุดเท่ากัน เป็นจำนวน 10 จุดของแต่ละตำแหน่ง ละติจูด บนดวงอาทิตย์ ได้แก่ ช่วงละติจูดที่ 15 องศาใต้ ถึง 15 องศาเหนือ ช่วงละติจูด 15 องศาเหนือ ถึง 45 องศาเหนือ ช่วงละติจูด 45 องศาเหนือ ถึง 60 องศาเหนือ ช่วงละติจูด 15 องศาใต้ ถึง 45 องศาใต้ และช่วงละติจูด 45 องศาใต้ ถึง 60 องศาใต้ จากนั้นนำข้อมูลมาทำการคำนวณหาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ ในแต่ละตำแหน่ง ละติจูด

การศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่มีพื้นที่แตกต่างกัน มีขั้นตอนดังนี้

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการบันทึกข้อมูลขนาดพื้นที่ในแต่ละวันของจุดบนดวงอาทิตย์ จากฐานข้อมูล <https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> โดยทำการเลือกศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ที่เป็นลักษณะจุดเดี่ยวๆ โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 – 2015 และจุดบนดวงอาทิตย์ที่ทำการศึกษานั้นทำการคัดเลือกจุดที่มีอายุเท่ากันเป็นจำนวน 30 ในบริเวณตำแหน่งช่วงละติจูดที่ 15 องศาใต้ ถึง 15 องศาเหนือ ทำการบันทึกเวลาและขนาดของพื้นที่ของจุดตั้งเริ่มปรากฏให้สังเกตเห็นและขยายตัวมากที่สุดและยุบสลายตัวจนหมดไป จากนั้นนำข้อมูลมาทำการคำนวณหาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์

การทำนายอัตราการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์จากพื้นที่ จากนั้นเปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวและยุบตัวจริงจากการคำนวณในฐานข้อมูล

การศึกษาในขั้นตอนนี้ เป็นการนำความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ ทำการทำนายอัตราการขยายและยุบตัว โดยใช้พื้นที่ขนาดมากที่สุดเป็นตัวแปร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอัตราการขยายและยุบตัวจริงที่คำนวณจากฐานข้อมูล <https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> ซึ่งใช้ข้อมูลจุดบนดวงอาทิตย์ที่เป็นลักษณะจุดเดี่ยวๆ ในปี ค.ศ 2016 เป็นต้นมา ไม่ได้เป็นข้อมูลชุดเดียวกับที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบอัตราการขยายและยุบตัว แล้วเปอร์เซ็นต์ ความแตกต่าง ที่ได้

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ

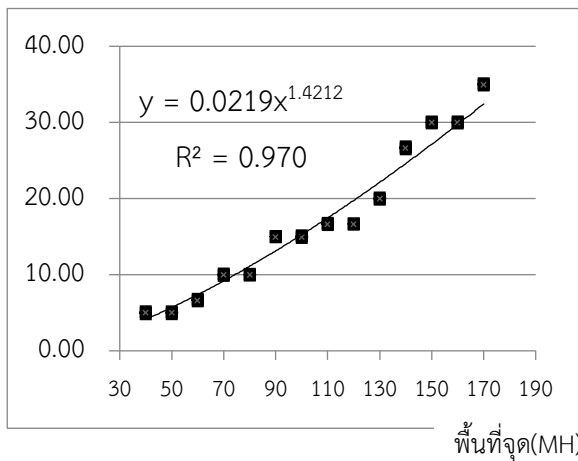
ตารางที่ 1 ผลการศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ

ตำแหน่งจุด	อัตราการขยายตัว	อัตราการยุบตัว (MH/day)	ตำแหน่งจุด	อัตราการขยายตัว	อัตราการยุบตัว (MH/day)
0 – 15 เหนือ	16.24	8.13	0 – 15 ใต้	15.26	7.47
15 – 45 เหนือ	11.32	5.45	15 – 45 ใต้	10.67	6.85
45 – 60 เหนือ	8.76	3.63	45 – 60 ใต้	9.42	3.26

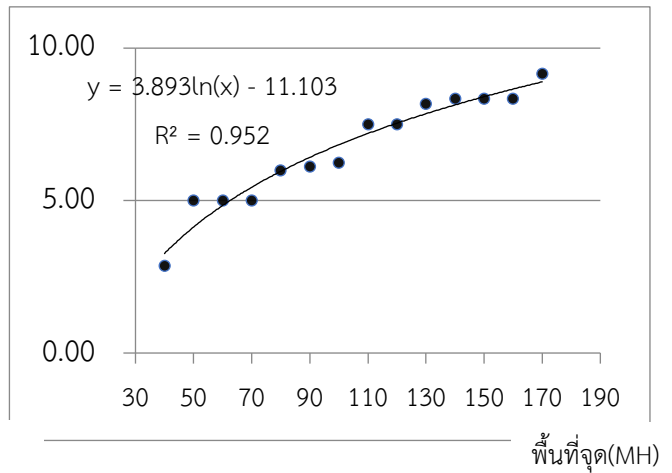
ผลการศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่มีพื้นที่แตกต่างกัน

อัตราการขยายตัว(MH/day)

อัตราการยุบตัว(MH/day)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงอัตราการขยายตัวของจุด

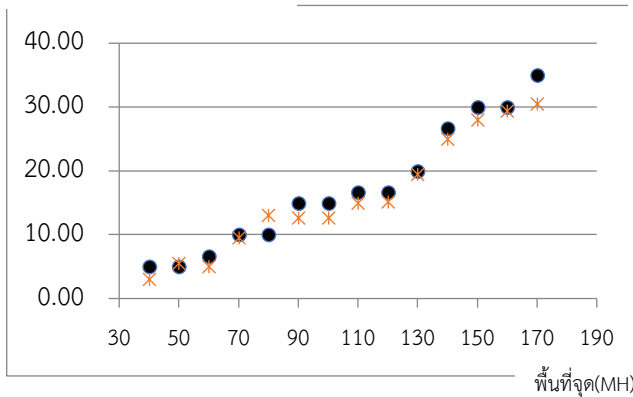


ภาพที่ 2 กราฟแสดงอัตราการยุบตัวของจุด

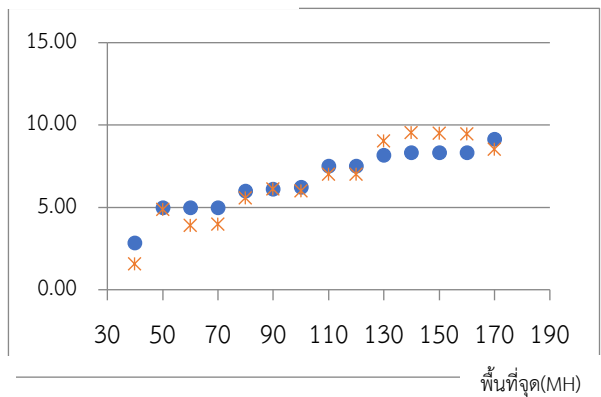
ผลการทำนายอัตราการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์จากพื้นที่

อัตราการขยายตัว(MH/day)

อัตราการยุบตัว(MH/day)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลอัตราการขยายตัวของจุดจากการทำนายและข้อมูลจริง



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลอัตราการยุบตัวของจุดจากการทำนายและข้อมูลจริง

หมายเหตุ ● ค่าจริง ✕ ค่าทำนาย

สรุปผล

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ นั้น ที่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรของดวงอาทิตย์ อัตราการขยายและยุบตัวของจุด จะมากกว่าบริเวณที่ไกลจากเส้นศูนย์สูตรออกไปทั้งในทางขั้วเหนือและขั้วใต้ของดวงอาทิตย์ และการศึกษาอัตราในการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์ที่มีพื้นที่แตกต่างกันนั้น พบว่า จุดที่มีพื้นที่มากจะมีอัตราการขยายตัวและยุบตัวเพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์ของสมการดังนี้ สมการการขยายตัว คือ $Y=0.0219X^{1.4212}$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $R^2 = 0.97$ และสมการการยุบตัว คือ $Y=3.893\ln(x)+11.103$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $R^2 = 0.952$ และจากการนำสมการแสดงความสัมพันธ์ทั้งสอง ทำนายอัตราการขยายตัวและยุบตัวของจุดบนดวงอาทิตย์จากพื้นที่ แล้วเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลจริงในช่วงปีถัดมา พบว่าข้อมูลทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากการทำนายที่ไม่มาก เป็นที่น่าเชื่อถือได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจากครูชาญ เถาวันนี ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงการหวังว่าโครงการฉบับนี้จะ เป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากก็น้อย

เอกสารอ้างอิง

ประณิตา เสพปันคำ.2556. การหาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์:สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

รัชนิกร นำชัย. การศึกษาจุดดำบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง. รายงานการค้นคว้าอิสระ

เชิงวิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2550

The Astro Event Group vzw. **Sunspot regions**. [Online] สืบค้นจาก:

<https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> (23 ธันวาคม 2560)

หารัศมีของโลกจากภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วน

นายเอกรินทร์ ประเสริฐสังข์ และนายวสัน จະดี

E-mail: daengnoi55@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายอภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการหารัศมีของโลก โดยอาศัยภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วน ซึ่งสังเกตได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย ในคืนวันวิสาขบูชาที่ 26 พฤษภาคม 2564 ซึ่งได้ทำการบันทึกภาพจันทรุปราคาที่เกิดเงามืดของโลกบัง โดยใช้กล้องสมาร์ตโฟนต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ดอปโซเนียนขนาด 10 นิ้ว บันทึกภาพในช่วงเวลาไล่เรียงกัน จำนวน 8 ภาพ จากนั้นทำการวัดขนาดของภาพดวงจันทร์ กับขนาดของเงามืดของโลก โดยใช้โปรแกรม Photoshop ช่วยดำเนินการหาขนาดของภาพ จากนั้นคำนวณหารัศมีเงามืดของโลกจริง โดยการเทียบอัตราส่วนกับขนาดรัศมีของดวงจันทร์มาตรฐาน(1,737.1 กิโลเมตร) นำค่ารัศมีเงามืดของโลกที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีตรีโกณมิติและสามเหลี่ยมคล้าย โดยใช้ค่าขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ 0.54 องศาในการเทียบสามารถคำนวณขนาดรัศมีของโลกได้เฉลี่ย เป็น 5,286.5 km มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (6,371 กิโลเมตร) อยู่ 17.0 % ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการวัดขนาดรัศมีดวงจันทร์และรัศมีเงามืดจากภาพถ่าย โดยเฉพาะการวัดความโค้งวงกลมเงามืดที่ไม่สามารถเห็นขอบเขตของความโค้งวงกลมได้อย่างแน่ชัด อันเนื่องมาจากภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วนที่ได้มีความไม่ชัดเจน เนื่องจากในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ จุดสังเกตที่โรงเรียนแก่น้อยศึกษา มีเมฆและผ้าเป็นจำนวนมาก ผ้าไม่เปิดช่องที่สามารถถ่ายภาพได้เป็นแค่ช่วงเวลาสั้นๆ ในช่วงที่ดวงจันทร์ได้เคลื่อนออกจากเงามืดของโลกไปมากแล้ว ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับภาพถ่ายที่ทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติถ่ายได้และนำมาเผยแพร่ ซึ่งสามารถวัดขนาดและคำนวณรัศมีโลกได้แม่นยำและใกล้เคียงกว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่เพียง 5.5%

คำสำคัญ: รัศมีของโลก, รัศมีเงามืดของโลก, จันทรุปราคาบางส่วน

ความเป็นมา

ปรากฏการณ์จันทรุปราคา เกิดเนื่องจากการที่โลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้เงของโลกนั้นทอดไปบังดวงจันทร์ จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นดวงจันทร์ว่าแห้งไป เนื่องจากดวงจันทร์โคจรเข้าไปอยู่ในเงามืดของโลก และสำหรับการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาตรงกับวันวิสาขบูชา ที่ 26 พฤษภาคม 2564 เป็นการเกิดจันทรุปราคาแบบเต็มดวง (Total Lunar Eclipse) แต่สำหรับประเทศจะเห็นได้ในช่วงที่เป็นจันทรุปราคาบางส่วนเท่านั้น สามารถสังเกตเห็นได้ทั่วทุกภาคแต่ไม่เห็นในช่วงที่เป็นจันทรุปราคาเต็มดวง เนื่องจากจันทรุปราคาเต็มดวงเกิดขึ้นในช่วงที่ดวงจันทร์ทั้งดวงอยู่ในเงามืด ตรงกับเวลา 18:11-18:26 น. ช่วงเวลาดังกล่าว พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังไม่เห็นดวงจันทร์ นั่นคือดวงจันทร์ยังไม่โผล่พ้นขอบฟ้า

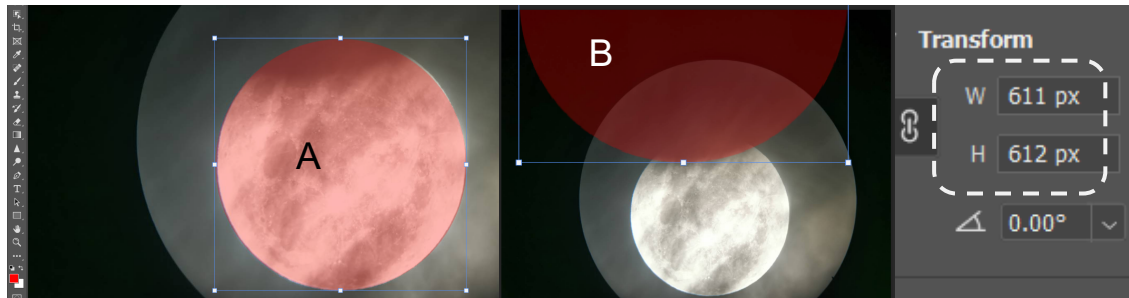
จากปรากฏการณ์นี้ เราสามารถหารัศมีของโลกได้ โดยอาศัยภาพถ่ายจันทร์ปราคา โดยการหาขนาดของโลก ขนาดเงามืดโลก มาคำนวณทางเรขาคณิต จะสามารถหาขนาดรัศมีของโลกที่แท้จริงได้

วัตถุประสงค์

เพื่อหาขนาดรัศมีของโลก จากภาพถ่ายจันทร์ปราคาบางส่วน โดยวัดขนาดของดวงจันทร์ กับขนาดเงามืดของโลก จากภาพถ่าย โดยใช้โปรแกรม Photoshop ช่วยดำเนินการ

วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพจันทร์ปราคา วันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ.2564 ด้วยกล้องโทรทรรศน์ Dobsonian แบบสะท้อนแสง ขนาด 10 นิ้ว ณ จุดสังเกตการณ์โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
2. เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนเข้าสู่เงามืดของโลก ทำการบันทึกภาพจันทร์ปราคา โดยใช้สมาร์ตโฟนต่อเข้ากับเลนส์ใกล้ตาของกล้องโทรทรรศน์ บันทึกภาพอย่างน้อย 5 - 10 ภาพ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน
3. นำภาพถ่ายจันทร์ปราคาที่ได้ มาวัดขนาดของดวงจันทร์(A) และขนาดเงามืด(B) โดยใช้โปรแกรม photoshop ช่วยดำเนินการ ซึ่งขนาดที่วัดได้เป็นหน่วย px (pixels) ดังตัวอย่างรูปที่ 1



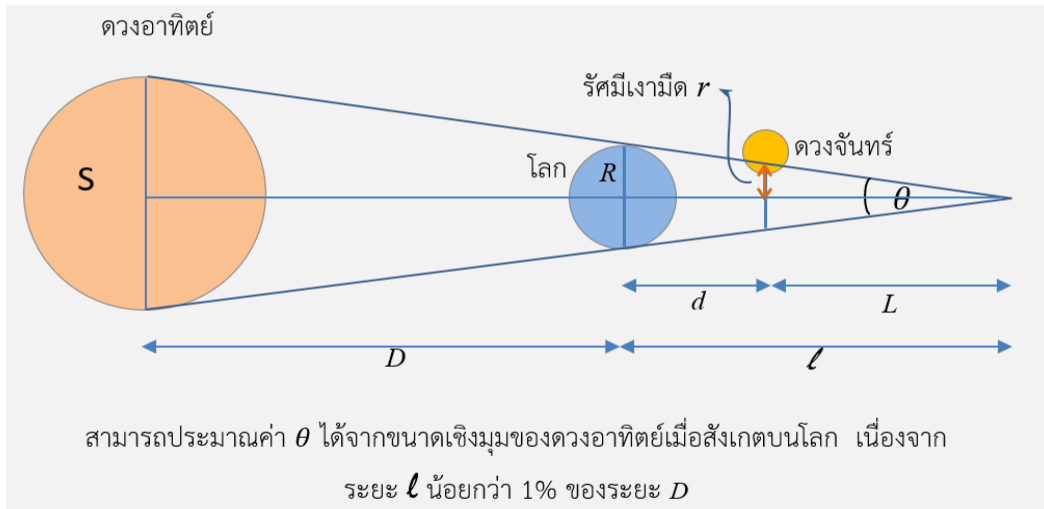
รูปที่ 1 แสดงการวัดขนาดดวงจันทร์ และขนาดเงามืดโลก โดยใช้โปรแกรม photoshop

4. จากนั้นคำนวณเทียบอัตราส่วนกับขนาดรัศมีดวงจันทร์มาตรฐาน (R_m) เพื่อหาขนาดรัศมีเงามืดของโลกจริง (r) จากสมการ (1) โดยที่ $R_m = 1,737.1$ km

$$\frac{R_m}{A} = \frac{r}{B} \quad \text{จะได้} \quad r = \frac{B}{A}(R_m) \dots\dots(1)$$

5. นำขนาดรัศมีเงามืดของโลกจริง (r) ที่คำนวณได้จากข้อ 4. มาคำนวณหารัศมีของโลกจริง (R) โดยใช้ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมคล้ายและตรีโกณมิติ ด้วยสมการ (2) ดังรูปที่ 2

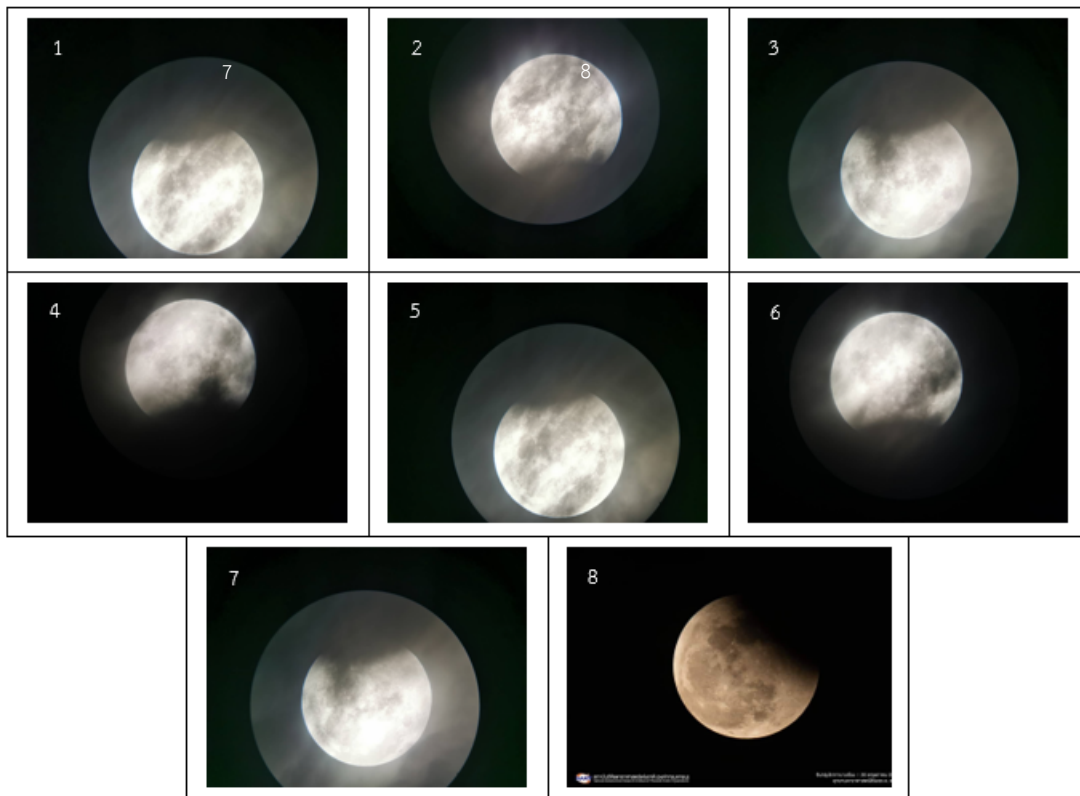
$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{L} = \frac{R}{d+L} \dots\dots(2)$$



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงตำแหน่งการเกิดจันทรุปราคา

ผลการศึกษา

1. ภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วนที่ถ่ายในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน จำนวน 7 ภาพ (ภาพที่ 1-7) และภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วน จากทางเพจสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ 1 ภาพ (ภาพที่ 8)



รูปที่ 3 แสดงภาพถ่ายจันทรุปราคาบางส่วนที่ถ่ายได้ (รูปที่ 1-7) รูปที่ 8 รูปจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์

2. ตารางผลการศึกษา

ภาพที่	วัดขนาดจาก Photoshop		รัศมีเงามืดของโลก r (km) เทียบกับรัศมีดวงจันทร์มาตรฐาน R_m ($R_m = 1737.1$ km)	คำนวณระยะ L (km) $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{L}$ ($\theta = 0.54^\circ$)	รัศมีของโลก R (km) $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{R}{d+L}$ ($d = 357728$ km)
	ขนาดดวงจันทร์ (A) pixels	ขนาดเงามืด (B) pixels			
1	614	1321	3737.31	793076.21	5423.1
2	611	1254	3565.18	756548.54	5250.9
3	614	1287	3641.12	772663.95	5326.9
4	616	1260	3553.16	753998.20	5238.9
5	620	1231	3448.98	731891.73	5134.7
6	615	1301	3674.74	779798.97	5360.5
7	613	1265	3584.72	760694.94	5270.5
เฉลี่ย			3600.74	764096.07	5286.5
				คลาดเคลื่อน	17.0 %
8	442	1103	4334.89	919885.38	6020.7
				คลาดเคลื่อน	5.5 %

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการวัดขนาดภาพจันทร์ปราคาจาก photoshop และคำนวณหารัศมีของโลก

สรุปและอภิปรายผล

จากการคำนวณขนาดรัศมีของโลก จากภาพถ่ายจันทร์ปราคา โดยใช้โปรแกรม Photoshop ช่วยดำเนินการวัดขนาดของดวงจันทร์ และเงามืดของโลก คำนวณรัศมีโลกได้เฉลี่ย เป็น 5,286.5 km มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน(6,371 กิโลเมตร) อยู่ 17.0 % ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการวัดขนาดดวงจันทร์ และเงามืดจากภาพถ่าย โดยเฉพาะการวัดความโค้งวงกลมเงามืด ที่ไม่เห็นขอบเขตความโค้งวงกลมได้อย่างแน่ชัด เนื่องจากภาพถ่ายจันทร์ปราคาที่ได้มีความไม่ชัด ซึ่งในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ จุดสังเกตโรงเรียนแก่น้อยศึกษา มีเมฆและฝ้าจำนวนมาก ฟ้าไม่เปิด ช่วงที่สามารถถ่ายภาพได้เป็นแค่ช่วงเวลาสั้นๆ และเป็นช่วงที่ดวงจันทร์ได้เคลื่อนออกจากเงามืดของโลกไปมากแล้ว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับภาพถ่ายที่ทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติถ่ายได้และนำมาเผยแพร่ สามารถวัดขนาดและคำนวณรัศมีโลกได้แม่นยำและใกล้เคียงกว่า โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่เพียง 5.5% เท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการงานวิจัยดาราศาสตร์นี้ ได้รับการผลักดันและพัฒนาต่อเนื่อง ภายใต้กิจกรรมของชมรมยุวชนดาราศาสตร์โรงเรียนแก่น้อยศึกษาเรื่อยมา โดยได้รับการดูแลและให้คำปรึกษาจาก ครูที่ปรึกษาชมรม คุณครู อภิรักษ์ อภิวงศ์งาม ที่คอยสนับสนุน ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชมรมยุวชนดาราศาสตร์ทุกคน

เอกสารอ้างอิง

- ลักคณา แซ่หลี่, อาฟู แซ่หลิว “หารัศมีของโลกจากภาพถ่ายจันทร์ปราคาเงามืด” THE 5th THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE (STUDENT SESSION) TACs2018 : p27 – 30
- Facebook สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ Fan Page
- สมาคมดาราศาสตร์ไทย www.thaiastro.nectec.or.th

ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์จันทรุปราคาเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564

นายปวีรศ พงษ์เทศ

E-mail: phngsthespwr@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายพัลลภจักร พรวัวไรสง

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์จันทรุปราคา เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564 2) เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากผลการศึกษากับระยะทางที่ได้จากโปรแกรม Stellarium เวอร์ชัน 0.20.1 โดยบันทึกภาพปรากฏการณ์จันทรุปราคาวันที่ 26 พฤษภาคม 2564 ช่วงเวลา 19.00 น.-19.50 น. ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี โดยใช้กล้อง DSLR Canon EOS 6D กับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงแบบดอปโซเนียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 10 นิ้ว (300 มม.) นำภาพถ่ายที่ได้จำนวน 1 ภาพ โดยการวาดวงกลมที่พอดีกับ "Earth's umbra" ความโค้งของ eclipse และวาดวงกลมอีกหนึ่งวงเพื่อสร้างขนาดของดวงจันทร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) วัดสัดส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางของเงาโลกและเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ ในที่นี้ได้ 12.23 และ 4.57 เซนติเมตร ตามลำดับ คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ จากสมการ $Distance\ Earth\ to\ Moon = (108 \times Earth's\ Diameter) / [(Diameter\ of\ Earth\ umbra / Diameter\ of\ Moon) + 1]$ ผลการศึกษาพบว่าระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ เท่ากับ 374,823.88 กิโลเมตร มีความคลาดเคลื่อน $\pm 5.02\%$ เมื่อเปรียบเทียบระยะทางจากโปรแกรม Stellarium

คำสำคัญ: ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์, ปรากฏการณ์จันทรุปราคา, เส้นผ่านศูนย์กลางเงามัวของโลก

ความเป็นมา

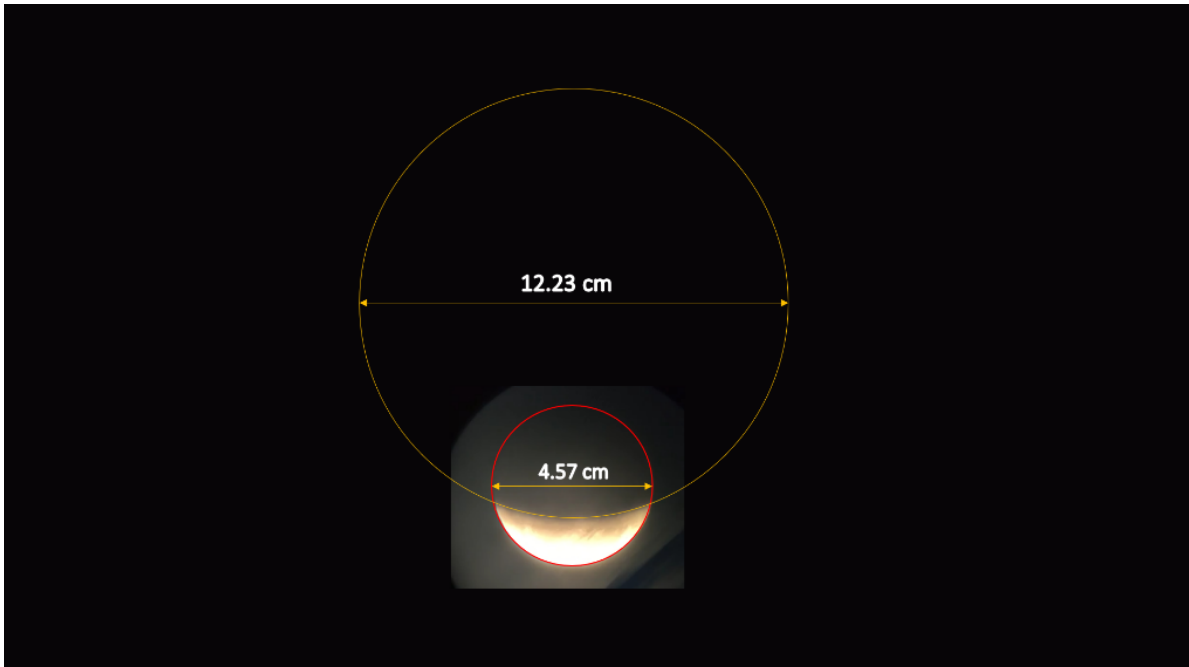
โดยทั่วไปการหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ในปัจจุบันเป็นเรื่องที่ง่ายและไม่ยุ่งยากแต่ในยุคสมัยเมื่อ 2,000 ปี ได้มีการหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์โดยชาวกรีก โดยใช้ปรากฏการณ์จันทรุปราคาเป็นปรากฏการณ์ที่ดวงจันทร์ผ่านหลังโลกเข้าสู่อัมบรา (umbra) โดยตรง ซึ่งเกิดขึ้นได้เฉพาะเมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์เรียงตรงกันพอดีหรือใกล้เคียงมาก ซึ่งปรากฏการณ์นี้มีโอกาสเห็นได้ไม่มากนักในแต่ละปี จึงได้นำปรากฏการณ์จันทรุปราคามาหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ ซึ่งเป็นการหาระยะทางสมัยกรีกเมื่อ 2,000 ปี ก่อน เมื่อเทียบกับปัจจุบันแล้วมีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.26 % เท่านั้น จึงนำวิธีการมาศึกษาต่อเป็นโครงการต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์จันทรุปราคาเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564
2. เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากผลการศึกษา กับระยะทางที่ได้จากโปรแกรม Stellarium เวอร์ชัน 0.20.1

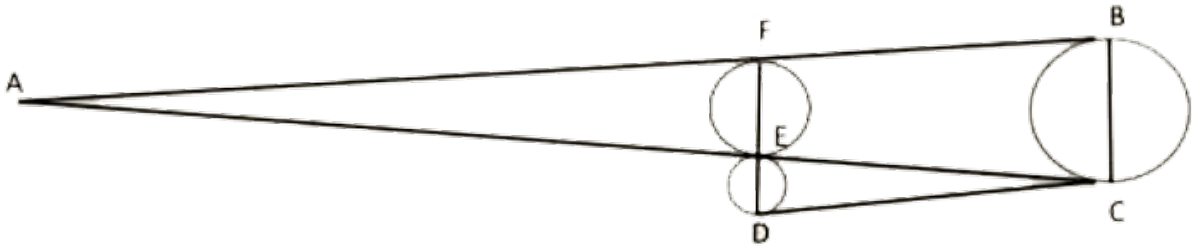
วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564
2. บันทึกภาพปรากฏการณ์จันทรุปราคาวันที่ 26 พฤษภาคม 2564 ช่วงเวลา 19.00 น. – 19.50 น. ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี (N 13° 30' 31.20", E 99° 48' 14.46") โดยใช้กล้อง DSLR Canon EOS 6D กับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงแบบดอปโซเนียน (Dobsonian Telescope) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 10 นิ้ว (300 มม.) สนับสนุนโดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สดร.)
3. นำภาพถ่ายที่ได้จำนวน 1 ภาพ โดยการวาดวงกลมที่พอดีกับ "Earth's umbra" ความโค้งของ eclipse และวาดวงกลมอีกหนึ่งวงเพื่อสร้างขนาดของดวงจันทร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในที่นี้ได้ 12.23 และ 4.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเงาโลกและเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์

5. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ จากความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2 และสมการที่ 1



ภาพที่ 2 ภาพความสัมพันธ์การคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

โดยที่ FE = Diameter of Earth’s umbra

ED = Diameter of the moon

AC = 108 x Diameter of Earth (BC)

$$\text{Distance Earth to Moon} = \frac{108 \times \text{Earth Diameter (BC)}}{\frac{\text{Diameter of Earth umbra (FE)}}{\text{Diameter of Moon (ED)}} + 1} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

$$\text{Distance Earth to Moon} = \frac{108 \times \text{BC}}{(FE/ED) + 1}$$

Earth’s Diameter (BC) = 12,756 kilometers (km). (<https://www.nasa.gov>)

6. ทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ที่ได้จากการศึกษากับระยะทางจากโปรแกรม Stellarium เวอร์ชัน 0.20.1 ซึ่งระยะทางจากโปรแกรม Stellarium ได้ 356,895 km

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากผลการศึกษา กับระยะทางที่ได้จากโปรแกรม Stellarium เวอร์ชัน 0.20.1 จากปรากฏการณ์จันทรุปราคาเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2564

สถานที่สังเกต	ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ (km.)		
	จากการสังเกต	โปรแกรม Stellarium	ความคลาดเคลื่อน
ราชบุรี	374,823.88	356,895	± 5.02 %

สรุปผล

ผลการศึกษาพบว่าระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ เท่ากับ 374,823.88 กิโลเมตร มีความคลาดเคลื่อน ±5.02% เมื่อเปรียบเทียบระยะทางจากโปรแกรม Stellarium

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องด้วย นายพัฐจักร พร้าวไธสง รองผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ครูที่ปรึกษาโครงการนี้ ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ การวางแผนการศึกษาทดลอง และการรายงานผลการศึกษา ที่ได้เอื้อเพื่อในการเก็บข้อมูลการทดลองในครั้งนี้ ให้ความช่วยเหลือข้อมูลด้านต่าง ๆ และคำปรึกษาจนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

อารีย์ ภูสมบัติ. (2561). *Operation Rahu IX 28 July 2018 Total Lunar Eclipse วัตรระยะทางโลก –*

ดวงจันทร์. จาก

<http://www.yclsakhon.com/index.php?lay=show&ac=article&id=540027936>

_____. (2561). *ปฏิบัติการ "ราหูอมจันทร์".....วัตรระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ "Operation*

Rahu Episode I". จาก

<http://www.yclsakhon.com/index.php?lay=show&ac=article&id=539693482>

ณัฐพล โขติศรีศุภรัตน์. (2562). เราวัตรระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ได้อย่างไร.

จาก <http://www.thaiphysoc.org/article/135/>

การศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคาร

โดยวิธี Lunar Parallax

นางสาวพลอยใส อัครพงศ์ชนพร

E-mail: ploysaipalm61@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนัทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax และหาแนวโน้มของความคลาดเคลื่อน เก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพปรากฏการณ์ในภูมิภาคต่าง ๆ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง Dobsonian ต่อด้วยกล้องถ่ายรูป DSLR ในวันที่ 17 เมษายน 2564 แล้วนำมาคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยวิธี Lunar Parallax ผลการศึกษา พบว่า มีระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์เฉลี่ย เท่ากับ 429,820.43 กิโลเมตร มีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 7.72 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างเมืองที่ใช้ในการศึกษา

คำสำคัญ Lunar Parallax, Occultation of Mars by the Moon

ความเป็นมา

พารัลแลกซ์ (Parallax) เป็นปรากฏการณ์ที่นักดาราศาสตร์ใช้ในการหาระยะทางของวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ไกลจากโลกมาก การวัดระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์สามารถใช้การวัดด้วยวิธีการพารัลแลกซ์ เป็นการสังเกตการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเทียบกับฉากพื้นหลังจากมุมมองที่แตกต่าง นักดาราศาสตร์ใช้หลักการข้างต้น แต่เปลี่ยนการสังเกตผ่านระยะห่างจากตาทั้งสองข้าง เป็นการสังเกตจากสองตำแหน่งบนโลกที่เวลาเดียวกัน ทำให้นักดาราศาสตร์สังเกตการพารัลแลกซ์ของดวงจันทร์ที่อยู่ห่างไกลออกไป โดยปกติแล้วการประยุกต์ใช้หลักการพารัลแลกซ์ มักจะใช้กับปรากฏการณ์สำคัญ ๆ ที่มีการเคลื่อนที่เข้าใกล้กันของวัตถุท้องฟ้า เช่น ดวงจันทร์เคลื่อนที่ไปบังดาวฤกษ์ หรือมีการสังเกตเห็นปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันเมื่ออยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน การเกิดปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคาร (Occultation of Mars by the Moon) เกิดขึ้นในวันที่ 17 เมษายน 2564 สามารถสังเกตเห็นในช่วงหัวค่ำทางทิศตะวันตก สามารถสังเกตเห็นได้ทั่วประเทศไทย ทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax
2. เพื่อหาแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยวิธี Lunar Parallax

วิธีการศึกษา

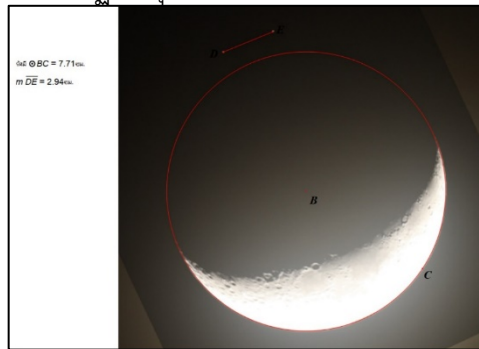
การศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคาร โดยวิธี Lunar Parallax มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. การเก็บข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคาร (Occultation of Mars by the Moon) วันที่ 17 เมษายน 2563 เวลา 20.00 – 20.45 น. ในโปรแกรม Stellarium แล้วประสานผู้ร่วมเก็บข้อมูลในภูมิภาคต่าง ๆ ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพดวงจันทร์และดาวอังคาร โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง Dobsonian ขนาด 10 นิ้ว ต่อด้วยกล้องถ่ายรูป DSLR ตั้งแต่เวลา 19.30 น. จนถึงดวงจันทร์เข้าบังดาวอังคารในแต่ละสถานที่โดยเว้นระยะการถ่ายทุก ๆ 1 นาที จากนั้นถ่ายภาพเวลามาตรฐานประเทศไทย เพื่อใช้ในการเทียบเวลามาตรฐานของรูปในแต่ละสถานที่ บันทึกไฟล์ภาพโดยตั้งชื่อภาพและเวลาในการถ่ายภาพ (ปีเดือนวัน-เวลา-สถานที่) และตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลโดยใช้ชื่อสถานที่และพิกัด Latitude – Longitude) ลงใน Google Drive เพื่อส่งข้อมูลให้กับผู้ร่วมเก็บข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดระยะทางและบันทึกระยะทางระหว่างตำแหน่ง โดยใช้ Google Map จากนั้นให้กำหนดจุดกึ่งกลางของระยะทางเพื่อนำไปหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์มาตรฐานของแต่ละตำแหน่งในโปรแกรม Stellarium โดยเลือกคู่ภาพที่ถ่ายในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงที่สุด (± 5 วินาที) และนำภาพมาซ้อนตำแหน่งของดวงจันทร์ ในโปรแกรม Photoshop แล้ววัดขนาดปรากฏเชิงมุมของดวงจันทร์และมุมพารัลแลกซ์ (Parallax) ในโปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) ดังภาพที่ 2 แล้วเปลี่ยนเป็นหน่วยองศาโดยใช้การเทียบบัญญัติไตรยางค์กับขนาดปรากฏเชิงมุมของดวงจันทร์ในโปรแกรม Stellarium



ภาพที่ 1 การวัดขนาดปรากฏเชิงมุม ในโปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP)

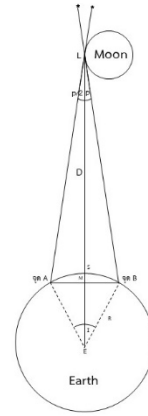
คำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ ดังสมการที่ 1 แล้วนำมาคำนวณหา ความคลาดเคลื่อนของระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

$$\text{ระยะดวงจันทร์ (D)} = \left(\frac{\text{ระยะระหว่าง A และ B}}{\tan(p)} \right) + (R - M) \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ D = ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ (กิโลเมตร)

S = ระยะทางส่วนโค้งของจุด A และ B (กิโลเมตร)

- p = มุมพารัลแลกซ์ (องศา)
- l = มุม intersection (องศา)
- M = ความยาว ณ กึ่งกลางคอร์ดถึงกึ่งกลางโค้ง (กิโลเมตร)
- R = รัศมีของโลก (กิโลเมตร)



ภาพที่ 2 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

ผลการศึกษา

การศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax ในวันที่ 17 เมษายน 2564 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตอนที่ 1 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ดวงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax

ตารางที่ 1 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ ภาพถ่ายในเวลาเดียวกัน

ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ระยะทาง (กม.)	ระยะดวงจันทร์มาตรฐาน (กม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางดวงจันทร์ (นิ้ว)	มุม parallax ในภาพ (นิ้ว)	มุม parallax (°)	ระยะถึงดวงจันทร์ที่คำนวณได้ (กม.)	ระยะถึงดวงจันทร์รวม รัศมีโลก (กม.)	Error (%)
A	B	1,227.27	397,794.62	3.62	1.12	0.15	455,406.59	461,748.12	16.08
D	C	113.35	399,033.02	3.69	0.09	0.01	533,548.97	539,919.71	35.31
D	E	691.14	400,373.82	3.25	0.59	0.09	437,085.29	443,446.94	10.76
D	F	536.56	398,936.77	3.45	0.52	0.08	408,698.35	415,063.72	4.04
D	G	744.59	399,162.72	3.57	0.57	0.08	535,401.27	541,761.41	35.72
D	B	695.15	397,696.62	3.46	0.63	0.09	438,311.52	444,673.07	11.81
C	E	614.60	399,183.58	3.01	0.52	0.09	408,436.48	414,800.09	3.91
C	F	582.53	398,881.16	3.38	0.57	0.08	396,578.32	402,942.68	1.02
C	B	668.36	398,885.41	3.67	0.57	0.08	494,049.54	500,411.79	25.45
E	F	1,192.62	398,999.06	3.18	1.09	0.17	399,458.15	405,801.33	1.70
E	G	56.22	399,243.75	3.21	0.14	0.02	147,991.49	154,362.43	61.34
E	B	336.03	398,973.06	3.65	0.30	0.04	469,373.48	475,742.27	19.24
E	H	1,011.42	399,309.30	3.18	1.00	0.16	369,255.77	375,606.75	5.94
F	G	1,248.48	399,415.88	3.47	1.21	0.17	411,049.63	417,390.14	4.50
ค่าเฉลี่ย			399,009.73					429,820.43	7.72

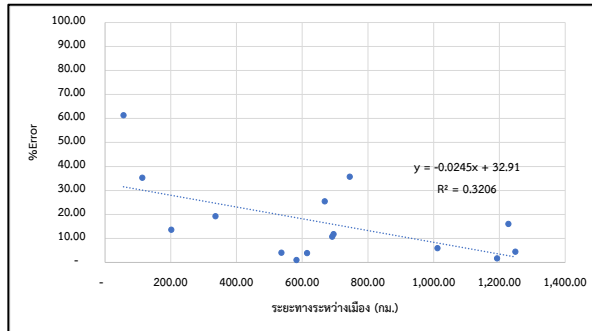
** ใช้ระยะทางเฉลี่ยของดวงจันทร์เป็นค่ามาตรฐาน เท่ากับ 384,403 กิโลเมตร

จากตารางที่ 1 การคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์โดย ภาพถ่ายในเวลาเดียวกัน พบว่า ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์เฉลี่ย เท่ากับ 429,820.43 กิโลเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 7.72

หมายเหตุ : อักษรแทนสถานที่ถ่ายภาพ

- A = จังหวัดเชียงใหม่-แมริม
- B = โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จ.ภูเก็ต
- C = โรงเรียนตราษตระการคุณ จ.ตราด
- D = โรงเรียนแก่งหางแมวพิทยาคาร จ.จันทบุรี
- E = โรงเรียนเตรียมศึกษาวิทยา จ.ปัตตานี
- F = โรงเรียนเรณูนคร จ.นครพนม
- G = โรงเรียนวรนาธิเฉลิม จ.สงขลา
- H = โรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์ จ.อุบลราชธานี

ตอนที่ 2 แนวโน้มของความคลาดเคลื่อนระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยวิธี Lunar Parallax



กราฟที่ 1 ระยะทางระหว่างเมืองและร้อยละความคลาดเคลื่อน จาก ภาพถ่ายในเวลาเดียวกัน

จากกราฟที่ 1 พบว่า ความคลาดเคลื่อนของการคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยวิธี Lunar Parallax มีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างเมืองที่ใช้ในการศึกษา โดยที่ความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางระหว่างเมืองน้อยลง

สรุปผล

จากการศึกษาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์วงจันทร์บังดาวอังคารโดยวิธี Lunar Parallax พบว่า ภาพถ่ายในเวลาเดียวกัน มีระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์เฉลี่ย เท่ากับ 429,820.43 กิโลเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 7.72 และเมื่อพิจารณาแนวโน้มของความคลาดเคลื่อน พบว่า ความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างเมืองที่ใช้ในการศึกษา โดยที่ความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางระหว่างเมืองน้อยลง ซึ่งเกิดจากมุมพารัลแลกซ์ที่เล็กลง

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขบกพร่องต่าง ๆ นาย นัทพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษา นายคมสันต์ ฐรี เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณครอบครัวผู้ที่ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

สมาคมดาราศาสตร์ไทย.[ออนไลน์]. ดวงจันทร์บังดาวอังคาร 17 เมษายน 2564. เข้าถึงได้จาก

<http://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/article/mars-occultation-2021/>

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์(องค์การมหาชน) (2563). Astronomical Phenomena คู่มือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์. เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์สถาบันวิจัยดาราศาสตร์(องค์การมหาชน)

การหาคาบการโคจร ความเอียงระนาบวงโคจรของดวงจันทร์
จากเวลาและมุมเงยของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน

นายรัชชิต ชอนะ

E-mail: tangnsxv@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นายอภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคาบการโคจร ความเอียงระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ โดยสังเกตและเก็บข้อมูลมุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์ ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงจันทร์ และเวลาการเคลื่อนผ่านเส้นเมริเดียน กลับมาตำแหน่งเดิมอีกครั้งในวันถัดไป ณ จุดสังเกตการณ์โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ดวงจันทร์จะกลับมาผ่านเมอร์ริเดียนช้ากว่าวันก่อนหน้า(Time delay) ประมาณวันละ 40 – 65 นาที ซึ่งเพิ่มและลดในลักษณะที่เป็นคาบ แบบsinusoidal function ในทำนองเดียวกับค่ามุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 44 – 89 องศา และมีการเพิ่มและลดในลักษณะที่เป็นคาบ แบบsinusoidal function เช่นเดียวกัน เมื่อนำข้อมูล Time delay และมุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์มาวิเคราะห์หาคาบ จะได้เท่ากับ 27.49 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากคาบการโคจรมาตรฐานของดวงจันทร์(27.3 วัน) อยู่เพียง 0.7 % เป็นไปได้ว่าคาบของ Time delay และคาบของมุมเงยสูงสุด เป็นค่าเดียวกับคาบการโคจรของดวงจันทร์แบบพอดี และเมื่อเรานำค่ามุมเงยสูงสุดและต่ำสุดของดวงจันทร์ ณ เมอร์ริเดียน มาวิเคราะห์เพื่อหาความเอียงระนาบวงโคจรดวงจันทร์ จะได้ค่า 3.174° โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน(5.145°) อยู่ 38%

คำสำคัญ: เส้นเมริเดียน, มุมเงยสูงสุดดวงจันทร์, คาบการโคจรดวงจันทร์

ความเป็นมา

จากการสังเกตดวงจันทร์ในแต่ละวัน จะพบว่าเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน จะเปลี่ยนเวลาไปทุกๆ วัน เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาช้ากว่าเวลาในการหมุนรอบตัวเองของโลก อีกทั้งมุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์ ณ เมอร์ริเดียน มีค่าที่เปลี่ยนไปแบบมีนัยสำคัญ

การศึกษาในครั้งนี้ได้บันทึกเวลาและมุมเงยของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน ในแต่ละวัน ซึ่งดวงจันทร์นั้นจะกลับมายังตำแหน่งเมริเดียนอีกครั้งในวันถัดมาโดยมีค่ามุมเงยเปลี่ยนไป และจะช้ากว่าเวลาเดิมราวๆ 40 - 60 นาที ทั้งนี้เนื่องจากวงโคจรของดวงจันทร์เป็นวงรี เมื่อนำข้อมูลเวลาและมุมเงยของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียนมาวิเคราะห์ ร่วมกับข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium จะสามารถคำนวณหาคาบการโคจร ความเอียงระนาบวงโคจร รวมถึงข้อมูลการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาคาบการโคจร ความเอียงระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ จากเวลาและมุมเงยของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน
2. ศึกษารูปแบบของกราฟการเปลี่ยนมุมเงยดวงจันทร์ และกราฟของเวลาที่ীরอ(Time delay) ณ ตำแหน่งเมอร์ริเดียนในรอบ 1 เดือน

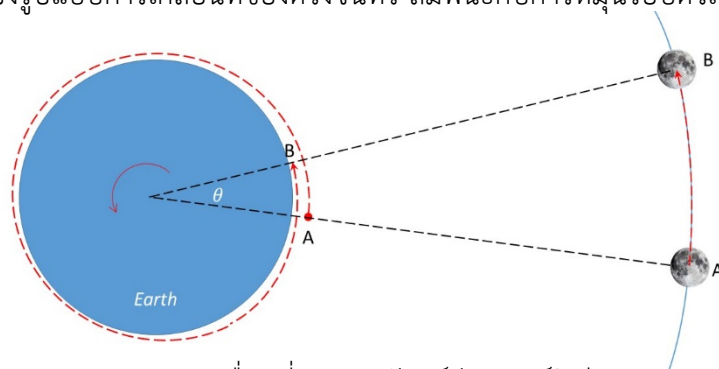
วิธีการศึกษา

1. ทำการหาแนวเส้นเมอร์ริเดียนผู้สังเกต โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด 10 นิ้ว เพื่อหาดำแหน่งของดาวเหนือให้ดาวเหนืออยู่ตรงกลางลำกล้องพอดี จากนั้นทำการมาร์คตำแหน่งของฐานกล้อง และแนวเหนือ-ใต้ จากมุมทิศ(azimuth) ที่ 0 และ 180 องศา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การหาแนวเส้นเมอร์ริเดียนผู้สังเกต

2. ตั้งกล้องโทรทรรศน์ไว้ในตำแหน่งเดิมทุกวัน เพื่อสังเกต และบันทึกเวลาและมุมเงยดวงจันทร์เมื่อดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน โดยสังเกตผ่านกล้องโทรทรรศน์ ในขณะที่ดวงจันทร์อยู่กลางลำกล้องพอดี ใช้เวลาเก็บข้อมูล ประมาณ 40 วัน ซึ่งรูปแบบการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ สัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของโลก ใน 1 วัน เป็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน

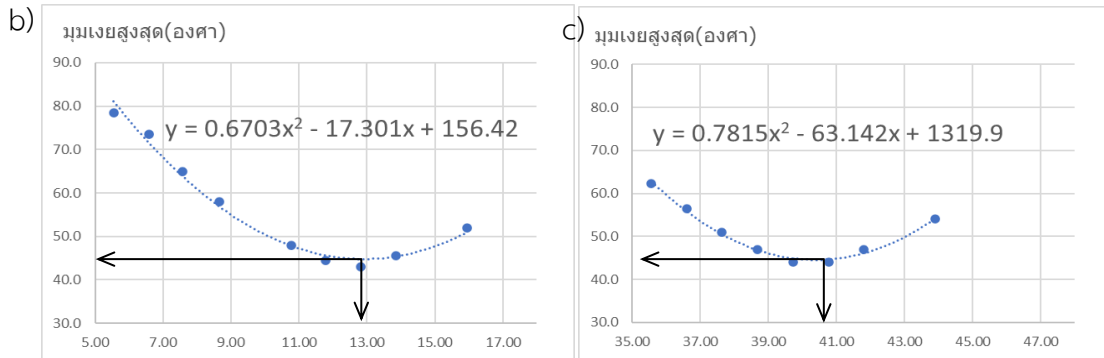
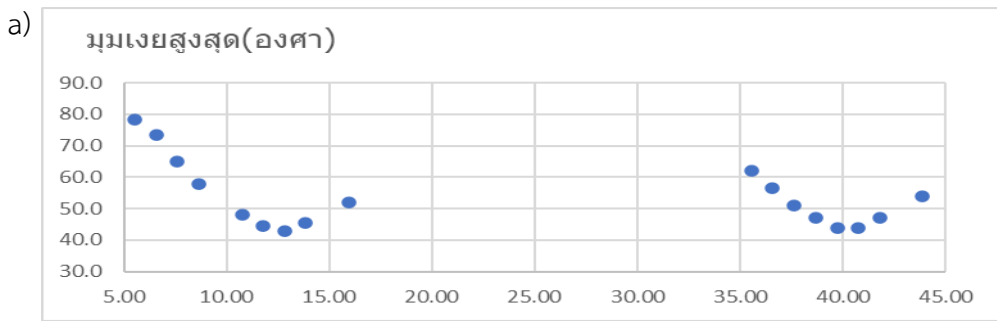
3. นำเวลาและมุมเงยที่บันทึกได้ มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมstellarium เพื่อหาคาบการโคจร และค่าความรีระนาบวงโคจรของดวงจันทร์
3. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ รูปแบบของกราฟการเปลี่ยนมุมเงยดวงจันทร์ และกราฟของเวลาที่ীরอ Time delay ณ ตำแหน่งเมอร์ริเดียนในรอบ 1 เดือน

ผลการศึกษา

1. ตารางผลการศึกษา

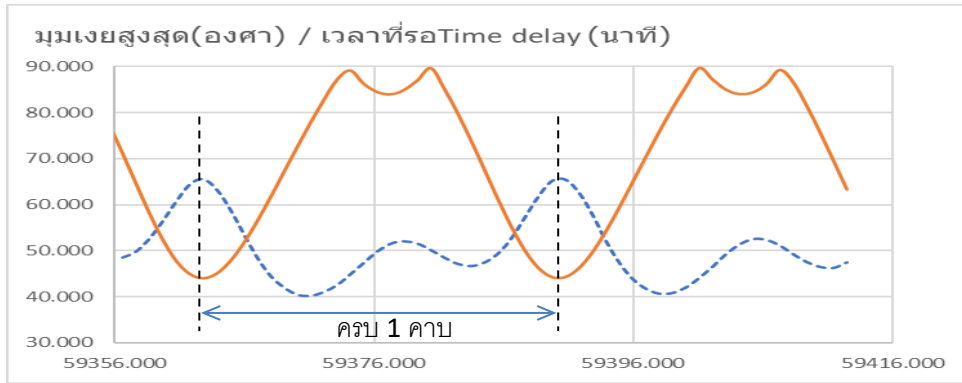
วันที่เก็บข้อมูล	เวลาที่บันทึก	เวลา JD	เวลา JD - 59350	มุมเงยดวงจันทร์ (องศา)
21 พ.ค.64	20:08:37	59355.55	5.55	78.5
22 พ.ค.64	21:00:43	59356.58	6.58	73.5
23 พ.ค.64	21:52:24	59357.58	7.58	65.0
24 พ.ค.64	22:40:15	59358.65	8.65	58.0
25 พ.ค.64				
27 พ.ค.64	0:39:51	59360.78	10.78	48.0
28 พ.ค.64	1:45:35	59361.78	11.78	44.5
29 พ.ค.64	2:44:50	59362.82	12.82	43.0
30 พ.ค.64	3:31:45	59363.86	13.86	45.5
31 พ.ค.64				
1 มิ.ย.64	5:41:19	59365.95	15.95	52.0
2 มิ.ย.64	ถึง 19 มิ.ย. 64	ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้		
20 มิ.ย.64	20:29	59385.56	35.56	62.2
21 มิ.ย.64	21:21	59386.60	36.60	56.5
22 มิ.ย.64	22:18	59387.64	37.64	51.0
23 มิ.ย.64	23:23	59388.68	38.68	47.0
25 มิ.ย.64	0:22	59389.72	39.72	44.0
26 มิ.ย.64	1:33	59390.77	40.77	44.0
27 มิ.ย.64	2:29	59391.81	41.81	47.0
28 มิ.ย.64				
29 มิ.ย.64	4:27	59393.89	43.89	54.0

ตารางที่ 1 ตารางแสดง มุมเงยและเวลาของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน ในวันที่สังเกตการณ์



กราฟที่ 1 a), b) และ c) แสดงมุมเงยและเวลาของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน ในวันที่สังเกตการณ์

- เมื่อนำข้อมูลมากระชับด้วยเส้นแนวโน้ม polynomial และวิเคราะห์ตำแหน่งต่ำสุดทั้ง 2 ครั้ง โดยการ differentiate หาค่าความชันที่เป็นศูนย์ ได้ค่าที่ตำแหน่งต่ำสุด(บนแกน X) เป็น 12.905 และ 40.398 โดยมีค่าต่างกัน $\Delta x = 27.49$ วัน และได้ค่าตำแหน่ง (บนแกน Y) เป็น 44.79 องศา และ 44.49 องศา วิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ยมุมเงยต่ำสุดได้ 44.64 องศา
- จากข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Stellarium แสดงค่ามุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์เมื่อผ่านเมอร์ริเดียน พล็อตเปรียบเทียบกับ ค่าเวลาที่รอนานขึ้นในแต่ละวัน (Time delay) เป็นดังกราฟ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะแบบเป็นคาบ ได้กราฟเป็นแบบ complex sinusoidal function



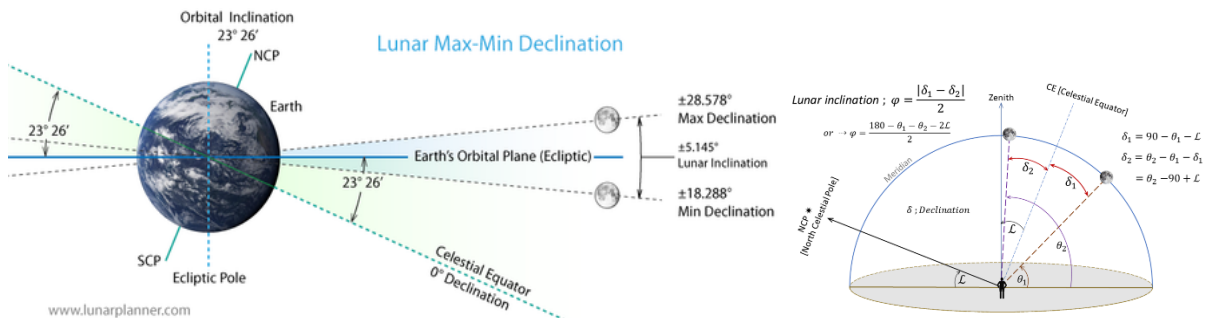
กราฟที่ 2 แสดงมุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์ที่ผ่านเมอร์ริเดียน และเวลาที่รอในแต่ละวัน ข้อมูลจาก Stellarium จากกราฟ จะเห็นว่า ณ วันที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียนมีค่ามุมเงยต่ำที่สุด จะตรงพอดีกับวันที่ใช้เวลารอดวงจันทร์กลับมาที่เมอร์ริเดียน (Time delay) นานที่สุด

4. จากข้อมูลที่ได้ ในข้อ 2 และจากข้อมูล Stellarium ในข้อ3 พบว่ามุมเงยสูงสุดและมุมเงยต่ำสุดของดวงจันทร์ ที่ผ่านเมอร์ริเดียน ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 89.66 และ 44.64 องศา เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่ามุมเอียงระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ที่ทำกับระนาบ ecliptic φ โดยใช้ความสัมพันธ์ คือ

$$\text{Max. Declination} = 90 - 44.64 - 19.676 = 25.684^\circ$$

$$\text{Min. Declination} = 89.66 + 19.676 - 90 = 19.336^\circ$$

ดังนั้นจะได้ $2\varphi = \text{Max.} - \text{Min.} = 6.348^\circ$ จะได้ $\varphi = 3.174^\circ$



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความเอียงระนาบโคจรดวงจันทร์ กับมุมเงยของดวงจันทร์

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ดวงจันทร์จะกลับมาผ่านเมอร์ริเดียนช้ากว่าวันก่อนหน้า (Time delay) ประมาณวันละ 40 - 65 นาที ซึ่งเพิ่มและลดในลักษณะที่เป็นคาบ แบบ sinusoidal function ในทำนองเดียวกับค่ามุมเงยสูงสุดของดวงจันทร์ มีการเพิ่มและลดในลักษณะที่เป็นคาบ แบบ sinusoidal function เช่นเดียวกัน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคาบ จะได้เท่ากับ 27.49 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (27.3 วัน) อยู่เพียง 0.7 % และเมื่อเรานำค่ามุมเงยสูงสุดและต่ำสุดของดวงจันทร์ ณ เมอร์ริเดียน มาวิเคราะห์เพื่อหาความเอียงระนาบโคจรดวงจันทร์ จะได้ 3.174° โดยอ้างอิงละติจูดที่สังเกตการณ์ คือ 19.676° มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (5.145°) อยู่ 38%

เอกสารอ้างอิง

- ดุษฎี แสนดวงดี “การหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ จากเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน” THE 3rd THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE (STUDENT SESSION) TACs2016 : p17-20

การศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมกับเฟสของดวงจันทร์

นางสาวกนิษฐา วงษ์ธานี

E-mail : khanitha015@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายจักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์

โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา สพม.ชัยภูมิ

บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมกับเฟสของดวงจันทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน 2) ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน 3) ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ 4) ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ กับความชื้นสัมพัทธ์ วิธีการศึกษา ตอนที่ 1 ถ่ายความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ในวันขึ้น 8 ค่ำ ถึง วันขึ้น 15 ค่ำ มาศึกษา และตอนที่ 2 ถ่ายความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมของดวงจันทร์ ในวันขึ้น 14 ค่ำ ขึ้น 15 ค่ำ ในมุมเงยที่แตกต่างกัน และ นำภาพความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีเฟสต่างกัน ในตอนที่ 1 และนำภาพจากตอนที่ 2 ที่มีมุมเงยต่างกัน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม iris และโปรแกรม Excel ผลการศึกษาพบว่า

1. เมื่อเฟสของดวงจันทร์เพิ่มมากขึ้น ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ก็จะเพิ่มมากขึ้น
2. มุมเงยที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมของดวงจันทร์ด้วย
3. ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ พบว่า ช่วงเวลาที่โลกและดวงจันทร์อยู่ใกล้กันที่สุด ค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ไม่ได้สูงที่สุดเสมอไป
4. ช่วงเวลาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์จะลดลง

คำสำคัญ : ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ : เฟสดวงจันทร์ : มุมเงยต่างกัน

ความเป็นมา

ดวงจันทร์เป็นบริวารเพียงดวงเดียวของโลก เป็นดาวบริวารใหญ่ที่สุดอันดับที่ 5 ในระบบสุริยะ จัดเป็นดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตนเอง แต่ที่มีแสงส่องสว่างอย่างที่เรามองเห็นนั้น เป็นเพราะได้รับแสงสะท้อนมาจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทุกๆ วัน จึงทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์รูปร่างลักษณะต่างๆ เป็นรูปดวงจันทร์ครึ่งเสี้ยวบ้าง รูปแบริดวงจันทร์เสี้ยวบ้าง ดวงจันทร์เต็มดวงบ้าง หรือที่เราเรียกกันว่าเฟสดวงจันทร์ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหมุนของโลกกับดวงจันทร์ ซึ่งทั้งโลกและดวงจันทร์ต่างก็หมุนรอบซึ่งกันและกันในขณะเดียวกันทั้งโลกและดวงจันทร์หมุนรอบดวงอาทิตย์ด้วยในการศึกษารัศมีผู้ศึกษาเกิดข้อสงสัยว่าถ้าเฟสของดวงจันทร์และมุมเงยของดวงจันทร์ที่ต่างกัน ลักษณะ ของความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์จะเป็นเช่นไร และระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ที่แตกต่างกัน รวมทั้งความชื้นในชั้นบรรยากาศความีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์จะเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน
3. เพื่อศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์
4. เพื่อศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ กับความชื้นสัมพัทธ์

วิธีการศึกษา

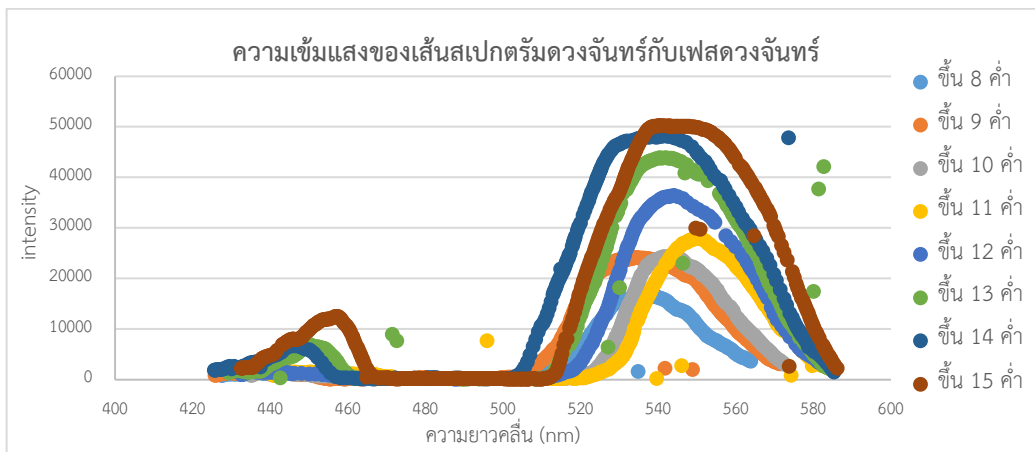
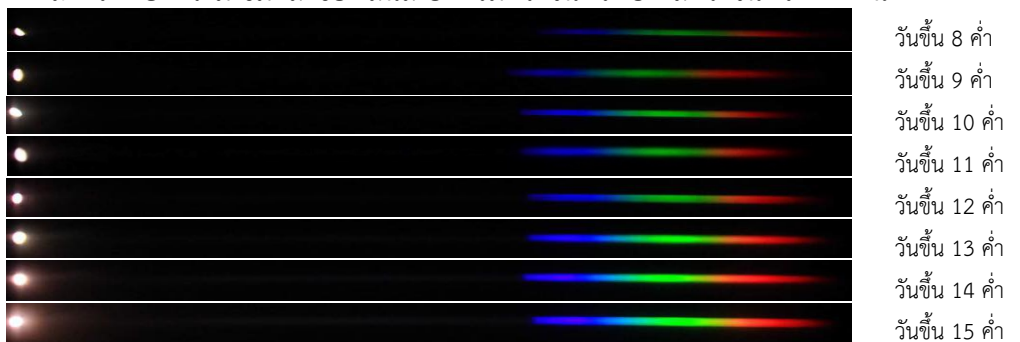
ตอนที่ 1 ใช้ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ในวันขึ้น 8 ค่ำ ถึง วันขึ้น 15 ค่ำ เลือกรวมจำนวน 8 ภาพ โดยใช้กล้อง DSLR Canon EOS 70D และตั้งค่ากล้องด้วย ค่า ISO 1600 f4.0 ค่า Speed shutter 1/10 sec และระยะเลนส์ 18 mm ต่อกับเครื่องสเปกโตรกราฟอย่างง่ายเพื่อถ่ายภาพ

ตอนที่ 2 ถ่ายความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ในวันขึ้น 14 ค่ำ ขึ้น 15 ค่ำ ที่มีมุมเงยต่างๆ วันละ 5 ภาพ รวมจำนวน 10 ภาพ โดยใช้กล้อง DSLR Canon EOS 70D และตั้งค่ากล้องด้วยค่า ISO 1600 f 4.0 ค่า Speed shutter 1/15 sec และระยะเลนส์ 18 mm ต่อกับเครื่องสเปกโตรกราฟอย่างง่ายเพื่อถ่ายภาพ นำภาพความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ ที่มีเฟสต่างกัน ในตอนที่ 1 และนำภาพจากตอนที่ 2 ที่มีมุมเงยต่างกัน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม iris และโปรแกรม Excel

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน

ภาพที่ 1 ผลการศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน



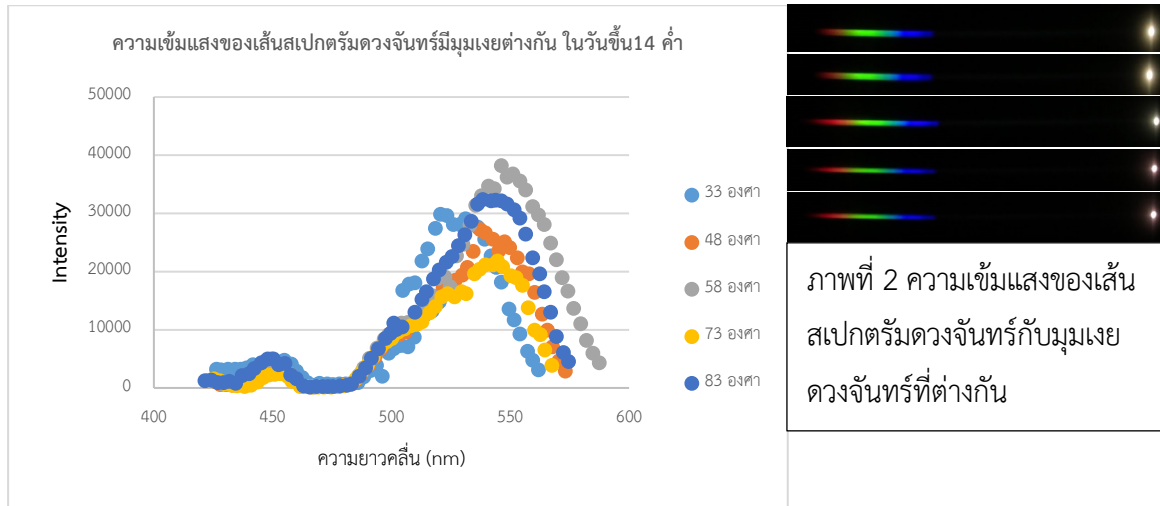
ภาพที่ 1 กราฟความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน

จากการศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน ช่วงที่เส้นสเปกตรัมมีความเข้มแสงสูงสุด คือ วันขึ้น 15 ค่ำ รองลงมา วันขึ้น 14 ค่ำ วันขึ้น 13 ค่ำ วันขึ้น 12 ค่ำ วันขึ้น 11 ค่ำ วันขึ้น 10 ค่ำ วันขึ้น 9 ค่ำ และวันขึ้น 8 ค่ำ ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน

ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน ในวันขึ้น 14 ค่ำ และขึ้น 15 ค่ำ ดังนี้

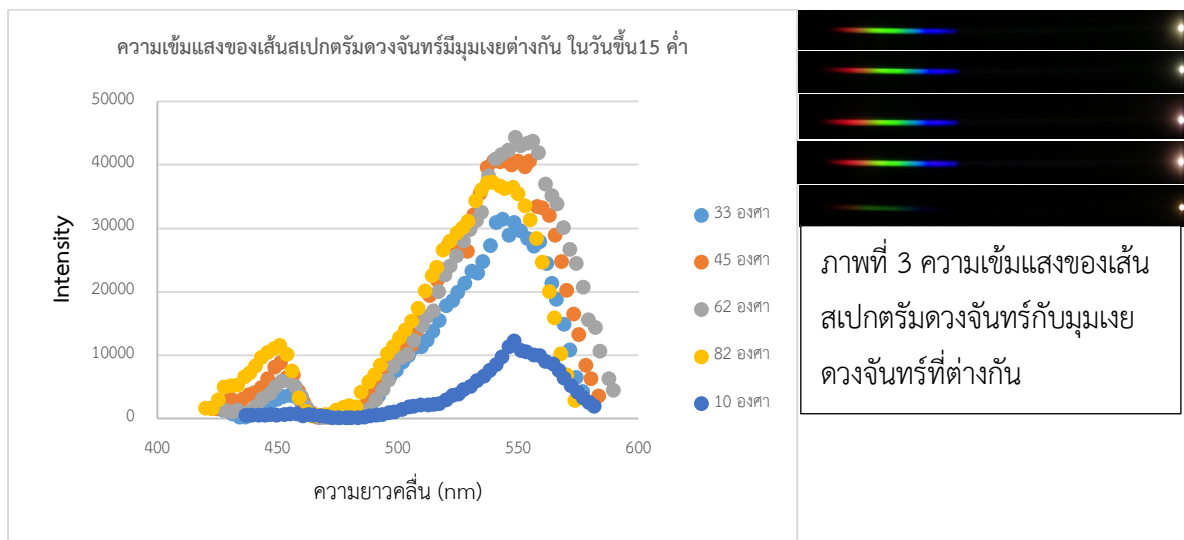
1. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน ในวันขึ้น 14 ค่ำ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน ในวันขึ้น 14 ค่ำ

จากภาพที่ 2 พบว่าในวันขึ้น 14 ค่ำ ที่มุมเงย 58 องศา ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมมีค่า intensity สูงที่สุด รองลงมา คือมุมเงยที่ 83 องศา

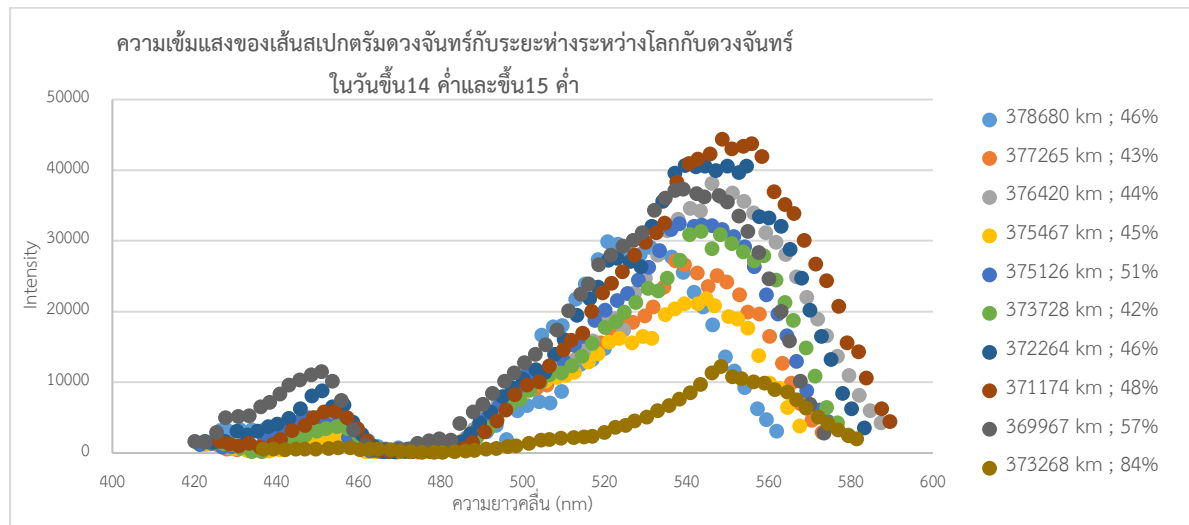
2. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน ในวันขึ้น 15 ค่ำ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน ในวันขึ้น 15 ค่ำ

จากภาพที่ 3 พบว่า ในวันขึ้น 15 ค่ำ ที่มุมเงย 62 องศา ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมมีค่า intensity สูงที่สุด รองลงมา คือมุมเงยที่ 45 องศา

ตอนที่ 3 ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์
ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์

จากภาพที่ 4 พบว่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ที่ระยะประมาณ 371,174 km มีค่า ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ ร่องลงมาที่ระยะประมาณ 372,264 km

ตอนที่ 4 ศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ กับความชื้นสัมพัทธ์

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ 84% ค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ ต่ำที่สุด และในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 42%-57% ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ไม่สัมพันธ์กันกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นและลดลง

สรุปผล

จากการศึกษาความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมกับเฟสของดวงจันทร์ พบว่า

1. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์กับเฟสดวงจันทร์ที่ต่างกัน ช่วงที่เส้นสเปกตรัม มีความเข้มแสงสูงที่สุด คือ วันขึ้น 15 ค่ำ ร่องลงมา วันขึ้น 14 ค่ำ วันขึ้น 13 ค่ำ วันขึ้น 12 ค่ำ วันขึ้น 11 ค่ำ วันขึ้น 10 ค่ำ วันขึ้น 9 ค่ำ และวันขึ้น 8 ค่ำ
2. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ที่มีมุมเงยต่างกัน พบว่า ในวันขึ้น 14 ค่ำ ที่มีมุมเงย 58 องศา วันขึ้น 15 ค่ำ ที่มีมุมเงย 62 องศา มีค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมมีความชัดเจนที่สุด
3. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ กับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ พบว่า ช่วงเวลาที่โลกและดวงจันทร์อยู่ใกล้กันที่สุด ค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมไม่ได้สูงที่สุดเสมอไป
4. ความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมดวงจันทร์ กับความชื้นสัมพัทธ์พบว่าช่วงเวลาที่มีความชื้นสัมพัทธ์ สูงมากๆ ค่าความเข้มแสงของเส้นสเปกตรัมจะลดลง

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ สิทธิณู. (2559). การสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR. โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยาชัยภูมิ.

การหามวลของดาวพฤหัสบดีจากภาพถ่ายของดวงจันทร์บริวาร

นางสาวสุพิชญา บุญนา

E-mail: ss47102@samsenwit.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายฉัตรชัย สัมฤทธิ์สุภผล

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การหามวลของดาวพฤหัสบดีจากภาพถ่ายของดวงจันทร์บริวาร มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหามวลของดาวพฤหัสบดี และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ เริ่มจากการถ่ายภาพดาวพฤหัสบดีในวันที่ 1 – 21 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ด้วยกล้อง Nikon D5600 ต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบผสม รุ่น MEADE LX65 นำภาพถ่ายที่ได้มาวัดระยะห่างและนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อหาระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจรของดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง จากนั้นนำระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจร มาคำนวณมวลของดาวพฤหัสบดีโดยใช้กฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ ซึ่งผลการคำนวณมวลของดาวพฤหัสบดีจาก Io, Europa, Ganymede และ Callisto มีค่า 2.77×10^{25} , 1.27×10^{27} , 1.24×10^{27} และ 1.03×10^{27} กิโลกรัม ตามลำดับ นำมาคำนวณมวลเฉลี่ยโดยไม่รวมมวลที่คำนวณได้จาก Io มีค่าเป็น 1.18×10^{27} กิโลกรัม มีความคลาดเคลื่อนจากค่าจริง 37.57% ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากภาพถ่ายที่ไม่สามารถเห็นขอบของดาวพฤหัสบดีได้ชัดเจน และอาจเกิดจากการถ่ายภาพดาวพฤหัสบดีในบริเวณใกล้ขอบฟ้าที่มีมวลอากาศค่อนข้างมาก

คำสำคัญ: ดวงจันทร์บริวาร, คาบการโคจร, ระยะครึ่งแกนเอก, กฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์

ความเป็นมา

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 139,822 กิโลเมตร มีมวลประมาณ 1.89×10^{27} กิโลกรัม และดาวพฤหัสบดีมีดวงจันทร์บริวารที่สำคัญอยู่ 4 ดวง ได้แก่ Io, Europa, Ganymede และ Callisto โดยดวงจันทร์บริวารที่มีระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีน้อย จะมีคาบการโคจรสั้นกว่าดวงจันทร์บริวารที่มีระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีมาก ตามกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า คาบการโคจรกำลังสองแปรผันกับระยะห่างกำลังสาม และยังมีความสัมพันธ์กับมวล

ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะหามวลของดาวพฤหัสบดีจากกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ โดยวิเคราะห์ระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจรจากภาพถ่ายของดาวพฤหัสบดีและดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง และเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของมวลเฉลี่ยที่คำนวณได้จากดวงจันทร์บริวารแต่ละดวง

วัตถุประสงค์

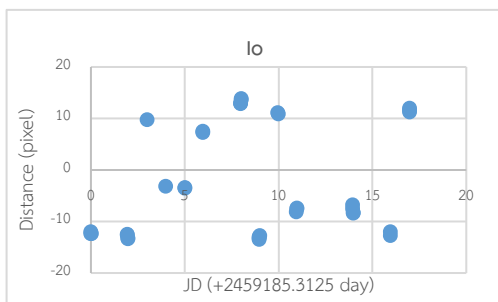
เพื่อคำนวณหามวลของดาวพฤหัสบดี และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการคำนวณมวล

วิธีการศึกษา

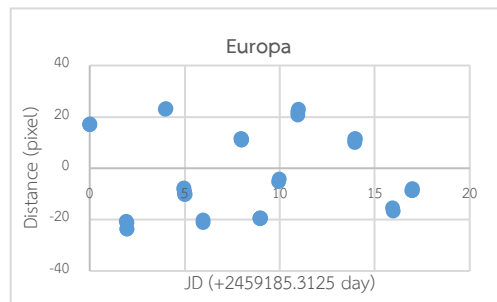
1. เลือกวันและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายภาพ ในวันนี้คือวันที่ 1 – 21 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ช่วงเวลา 18.30 น. จนถึงดาวพฤหัสบดีลับขอบฟ้าในทุกๆ วัน
2. นำกล้อง Nikon D5600 ต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบผสม รุ่น MEADE LX65 โดยกล้อง DSLR ตั้งค่า ISO เป็น 25600 ความเร็วชัตเตอร์ 1/60 วินาที และทำการถ่ายภาพดาวพฤหัสบดีทุกๆ วัน โดยเว้นช่วงเวลาภาพละ 15 นาที
3. เลือกภาพถ่ายจำนวน 40 ภาพ นำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวพฤหัสบดีโดยใช้โปรแกรม Photoshop โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวพฤหัสบดี 3 - 4 ครั้ง และนำค่ามาเฉลี่ยกัน
4. วัดระยะระหว่างดาวพฤหัสบดีกับดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของทั้งสอง
5. นำระยะห่างที่วัดได้เทียบอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวพฤหัสบดีให้เป็น 5.3 pixel เพื่อให้เส้นผ่านศูนย์กลางของทุกภาพมีขนาดเท่ากัน
6. นำระยะห่างที่ได้จากการปรับขนาดภาพ มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะห่างของดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง
7. นำกราฟความสัมพันธ์ของดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง มาทำการ fit curve ด้วยโปรแกรม MATLAB Online โดยใช้ฟังก์ชัน sin ซึ่งมีสมการคือ $f(x) = a \sin(bx + c)$
8. หาระยะครึ่งแกมเอกและหาคาบการโคจรที่ได้จากการ fit curve
 - 8.1 ระยะครึ่งแกมเอก สามารถคำนวณได้จากค่า a ในฟังก์ชัน
 - 8.2 คาบการโคจร สามารถคำนวณได้จากค่า b ในฟังก์ชัน เทียบกับสมการ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
9. นำข้อมูลคาบการโคจรและระยะครึ่งแกมเอกมาคำนวณหามวลของดาวพฤหัสบดีจากกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ โดยแทนในสมการ $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$
10. นำมวลที่คำนวณได้จากดวงจันทร์ทั้ง 4 ดวง มาคำนวณมวลเฉลี่ยและนำมาคิดความคลาดเคลื่อนจากมวลจริง

ผลการศึกษา

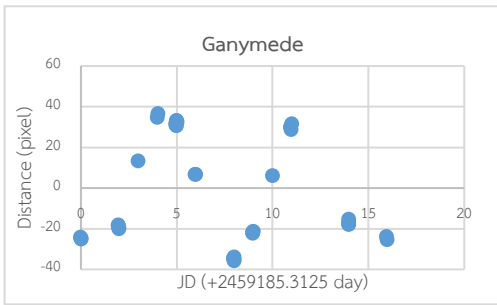
จากการนำข้อมูลเวลาและระยะห่างมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ จึงได้กราฟความสัมพันธ์ ดังนี้



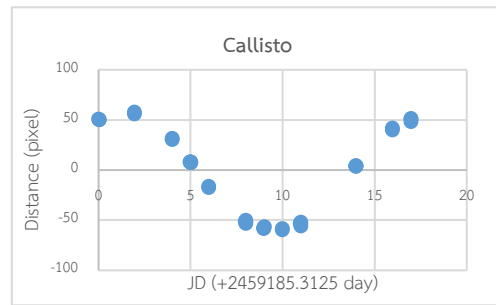
ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับระยะห่างระหว่าง Io กับดาวพฤหัสบดี



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับระยะห่างระหว่าง Europa กับดาวพฤหัสบดี



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระยะห่างระหว่าง Ganymede กับดาวพฤหัสบดี



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระยะห่างระหว่าง Callisto กับดาวพฤหัสบดี

จากการ fit curve กราฟความสัมพันธ์และนำไปคำนวณ จะได้ระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจร และเมื่อนำระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจรไปคำนวณมวลของดาวพฤหัสบดีโดยใช้สมการ $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ จะได้มวลของดาวพฤหัสบดีและความคลาดเคลื่อนจากดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง ดังนี้

ดวงจันทร์	มวลของดาวพฤหัสบดี (กิโลกรัม)	ความคลาดเคลื่อน
Io	2.77×10^{25}	157.82%
Europa	1.27×10^{27}	52.54%
Ganymede	1.24×10^{27}	55.08%
Callisto	1.03×10^{27}	72.88%

ตารางที่ 1 แสดงมวลของดาวพฤหัสบดีและความคลาดเคลื่อนของการคำนวณจากดวงจันทร์ทั้ง 4 ดวง

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า มวลของดาวพฤหัสบดีที่คำนวณได้จาก Io มีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนข้อมูลของ Io ที่มีความถี่ไม่มากพอ จึงทำให้ผลการ fit curve จากโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้น ผู้จัดทำจึงไม่นำมวลที่คำนวณได้จาก Io มาเฉลี่ยรวมกับดวงจันทร์บริวารอีก 3 ดวง ซึ่งมวลของดาวพฤหัสบดีโดยการเฉลี่ยจาก Europa, Ganymede และ Callisto มีค่าเป็น 1.18×10^{27} กิโลกรัม มีความคลาดเคลื่อนจากมวลจริง 37.57%

สรุปผล

ผลการคำนวณมวลของดาวพฤหัสบดีจาก Io, Europa, Ganymede และ Callisto มีค่าเป็น 2.77×10^{25} , 1.27×10^{27} , 1.24×10^{27} และ 1.03×10^{27} กิโลกรัม ตามลำดับ นำมาคิดมวลเฉลี่ยโดยไม่รวมมวลที่คำนวณได้จาก Io มีค่าเป็น 1.18×10^{27} กิโลกรัม มีความคลาดเคลื่อน 37.57%

ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจเกิดได้จากขั้นตอนการถ่ายภาพ เนื่องจากในช่วงระหว่างการสังเกตการณ์ สามารถถ่ายภาพดาวพฤหัสบดีที่สูงจากขอบฟ้าได้ไม่มากนัก จึงอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากมวลอากาศบริเวณใกล้ขอบฟ้าได้ และภาพถ่ายที่ได้ไม่สามารถมองเห็นขอบของดาวพฤหัสบดีได้ชัดเจน จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการวัดได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากคุณครูฉัตรชัย สัมฤทธิ์สุภผล คุณครูที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำโครงการ คุณมติพล ตังมติธรรม, คุณศุภฤกษ์ คฤหานนท์ และ คุณณัฐยา ศิริวนสกุล เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณผู้ที่เคยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการทุกๆ ท่าน และ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Parr, H. (2018). *Sine curve fit to data with a fixed period*. [Online]. Available from: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/386291-sine-curve-fit-to-data-with-a-fixed-period> [accessed 9 April 2021].
- Barnett, A. (2021). *Jupiter: By the Numbers*. [Online]. Available from: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/by-the-numbers/> [accessed 26 March 2021].

การศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์

นางสาวพิมพ์ิญาดา ธนบดีชัยมงคล

E-mail: tam.chertam26@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนัทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 มีนาคม 2563 ถึง 5 มีนาคม 2564 วิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium โดยนำค่ามุม Elongation มาวิเคราะห์คาบการโคจรของดาวเสาร์และดาวพฤหัสบดี พบว่า ดาวพฤหัสบดี มีคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ เท่ากับ 13.09 ปี มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 13.09 และดาวเสาร์มีคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ เท่ากับ 22.32 ปี มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 24.22 และเมื่อนำมาคำนวณการเกิดการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ พบว่า ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จะเกิดการเคียงกันทุก ๆ 31.65 ปี มีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 59.19

คำสำคัญ การเคียงกันของดาวเคราะห์

ความเป็นมา

มนุษย์มีการสังเกตท้องฟ้ามาตั้งแต่ในอดีต โดยพยายามอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ โดยต่อมานักดาราศาสตร์กำหนดให้ท้องฟ้าเป็นทรงกลมจำลอง มีพิกัดบอกตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า ดาวเคราะห์ (Planet) เป็นกลุ่มวัตถุที่นักดาราศาสตร์ให้ความสนใจในการศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์เช่นเดียวกับโลก ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่ไม่เหมือนกันวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ เมื่อดาวเคราะห์โคจรมาอยู่แนวเดียวกัน โดยมีเส้นศูนย์สูตรฟ้าหรือเส้นสุริยวิถีเป็นแนวอ้างอิง เรียกว่า การร่วมทิศ (conjunction) ซึ่งในระหว่างวันที่ 20 – 23 ธันวาคม 2563 โดยจะเกิดปรากฏการณ์การเคียงกันของดาวเสาร์ (The Great Conjunction 2020) โดยที่ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จะปรากฏใกล้กันบนท้องฟ้า ด้วยระยะห่างประมาณ 0.1 องศา จนสามารถมองเห็นด้วยเสมือนเป็นจุดสว่างเพียงจุดเดียว และหากมองผ่านกล้องโทรทรรศน์กำลังขยายน้อยกว่า 200 เท่า จะเห็นดาวเคราะห์ทั้งสองอยู่ในช่องมองภาพเดียวกัน ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการศึกษาถึงการเกิดปรากฏการณ์การเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ เพื่อหาการเกิดปรากฏการณ์การเคียงกันครั้งถัดไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์

วิธีการศึกษา

การศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ มีวิธีการศึกษา ดังนี้

1. กำหนดวันและเวลาในช่วงเวลาที่ศึกษานำมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์
2. นำผลต่างของมุม Elongation ของช่วงเวลาที่ศึกษา มาคำนวณหาคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์
3. คำนวณหาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์โดยใช้ คาบการโคจรที่หาได้จากการหาผลต่างของ Elongation พร้อมคำนวณร้อยละความคลาดเคลื่อน

ผลการศึกษา

การศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 มีนาคม 2563 ถึง 5 มีนาคม 2564 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1 คำนวณหาผลต่างของ Elongation ของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์

วัตถุที่ศึกษา	Elongation (องศา)	เวลาที่สังเกต (วัน)	อัตราเร็วเชิงมุม (องศา/วัน)	คาบ (วัน)	คาบ (ปี)	% Error
Jupiter	27.51	365.25	0.08	4,779.72	13.09	10.25
Saturn	16.13	365.25	0.04	8,151.89	22.32	24.22

จากตารางที่ 1 เมื่อคำนวณคาบการโคจรของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จากผลต่างของมุม Elongation ที่เปลี่ยนไปใน 1 ปี พบว่า ดาวพฤหัสบดีมีคาบการโคจร 13.09 ปี มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 10.25 และดาวเสาร์มีคาบการโคจร 22.32 ปี มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 24.22

ตารางที่ 2 คำนวณการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์

วัตถุ	คาบการโคจร (ปี)	การโคจร (องศา/ปี)	ผลต่างของการโคจร (องศา/ปี)	การเคียงกัน (ปี)	% Error	
พฤหัสบดี	Jupiter	11.68	30.82	18.61	19.34	-
	Saturn	29.50	12.20			
จากการคำนวณ	Jupiter	13.09	27.50	11.37	31.65	59.19
	Saturn	22.32	16.13			

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาคาบการโคจรของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ที่คำนวณได้ แล้วนำมาหาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์พบว่า ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จะเกิดการเคียงกันทุก ๆ 31.65 ปี ซึ่งมีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 59.19

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ เก็บข้อมูลระหว่าง 5 มีนาคม 2563 ถึง 5 มีนาคม 2564 พบว่า ดาวพฤหัสบดี มีคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ เท่ากับ 13.09 ปี มีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 10.25 และดาวเสาร์มีคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ เท่ากับ 22.32 ปี มีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 24.22 และเมื่อพิจารณาคาบการโคจรของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ที่คำนวณได้ แล้วนำมาหา การเกิดการเคียงกันของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ พบว่า ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จะเกิดการเคียงกันทุก ๆ 31.65 ปี ซึ่งมีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 59.19 โดยปกติแล้วดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์จะเกิดการเคียงกันทุก ๆ 19.34 ปี อาจเกิดจากข้อจำกัดข้อการศึกษา เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีการพิจารณาให้วงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงกลม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขบกพร่องต่าง ๆ นายนันทพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษา นายธราดล ชูแก้ว เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณครอบครัวผู้ที่ทำให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

The Matter. (2563). ดาวพฤหัสบดีเคียงดาวเสาร์. สืบค้น 29 เมษายน 2563, จาก

<https://thematter.co/brief/131316/131316>.

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). 20 – 23 ธันวาคมนี้ จับตา “ดาวพฤหัสบดีเคียงดาวเสาร์” ใกล้กันมากที่สุด 397 ปี. สืบค้น 29 ธันวาคม 2564, จาก

<http://www.narit.or.th/index.php/news/1430-narit-the-great-conjunction-2563>.

การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K

นายอภิเดช ใจเลิศ

E-mail: apidetjailert@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทร์งาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดาวฤกษ์ทั้งสองประเภท โดยใช้วิธีการถ่ายภาพสเปกตรัมด้วยกล้องโทรทรรศน์ โมเดล PlaneWave CDK700K ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดฉะเชิงเทรา นำข้อมูลที่ได้มาทำการโปรเซสภาพด้วยซอฟต์แวร์ ISIS เวอร์ชัน 5.9.7 และทำการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบและอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมของดาวฤกษ์แต่ละดวงด้วยซอฟต์แวร์ Visual Spec พบว่าดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K มีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ H_α Na Fe He H_β และ H_γ มีเพียงตำแหน่งการดูดกลืนธาตุ H_α ของดาวฤกษ์ Type K ชนิด Hypergiant เท่านั้นที่ไม่สามารถพบได้ นอกจากนี้ลักษณะของกราฟที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F จะมีจุดยอดอยู่บริเวณตรงกลาง ในขณะที่จุดยอดของดาวฤกษ์ Type K นั้นจะมีแนวโน้มไปทางฝั่งขวาที่มีความยาวคลื่นมาก สอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าค่าพลังงานจะแปรผกผันกับค่าความยาวคลื่น และอัตราส่วนค่า FWHM (Full Width at Half Maximum) ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F ประเภท Hypergiant และ Supergiant จะมีค่าเท่ากับ 2.51 และ 1.50 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type K ประเภท Hypergiants และ Supergiants จะมีค่าเท่ากับ 2.16 และ 1.23 ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมจะมีแปรผันตรงกับขนาดของดาวฤกษ์

คำสำคัญ: สเปกตรัม ดาวฤกษ์ ไฮเปอร์ไจแอนท์ ซุปเปอร์ไจแอนท์

ความเป็นมา

ดาวฤกษ์ คือ ลูกบอลแสงขนาดใหญ่ที่ส่องลอยอยู่ในอวกาศ เกิดจากการรวมตัวกันของฝุ่นผงในอวกาศหรือเนบิวลา (Nebula) ภายใต้แรงดึงดูดระหว่างสสารที่เป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพ (The Law of Universal) พลังงานที่เกิดขึ้นทั้งหมดของดาวฤกษ์มาจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชัน (Thermonuclear Fusion) ที่เกิดขึ้นบริเวณแกนกลาง (Core) ของดาวและปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบของพลังงานความร้อนและพลังงานแสงทำให้ดาวฤกษ์สามารถส่องสว่างขึ้นมาได้ [1]

ดาวฤกษ์แต่ละประเภทจะมีระดับความส่องสว่าง (Luminosity Class) ที่ถูกแบ่งย่อยลงไปอีก 8 ระดับ ได้แก่ Hypergiants, Supergiants, Bright giants, Giants, Subgiants, Main sequence, Subdwarf และ White dwarf [2] ซึ่งดาวฤกษ์ประเภท Hypergiants และ Supergiants ถือเป็นดาวฤกษ์ที่มีขนาดใหญ่และมีพลังงานที่สูง นอกจากนี้ดาวฤกษ์จะถูกจำแนกตามสเปกตรัมของแสงที่ถูกเปล่งออกมา ซึ่งแบ่งดาวฤกษ์ออกเป็น

7 ประเภท ได้แก่ O, B, A, F, G, K และ M โดยที่ดาวฤกษ์ประเภท O จะเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลมากที่สุดและมีอุณหภูมิสูงที่สุด สูงเกินกว่า 30,000 องศาเซลเซียส มีลักษณะทางกายภาพเป็นดาวฤกษ์สีน้ำเงินขนาดใหญ่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 2,000 ถึง 3,000 ล้านปี ในขณะที่ดาวฤกษ์ประเภท M จะเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อยที่สุด และมีอุณหภูมिन้อยที่สุด ต่ำกว่า 3,000 องศาเซลเซียส [1] มีลักษณะทางกายภาพเป็นดาวฤกษ์สีแดงมีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงแสนล้านปี ซึ่งมากกว่าอายุของจักรวาลปัจจุบันคือ 13,760 ล้านปี

ดังนั้นผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K ที่มีระดับความส่องสว่างที่เป็น Hypergiants และ Supergiants เพื่อทราบถึงความเหมือนและความต่างของดาวทั้งสองประเภท

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K

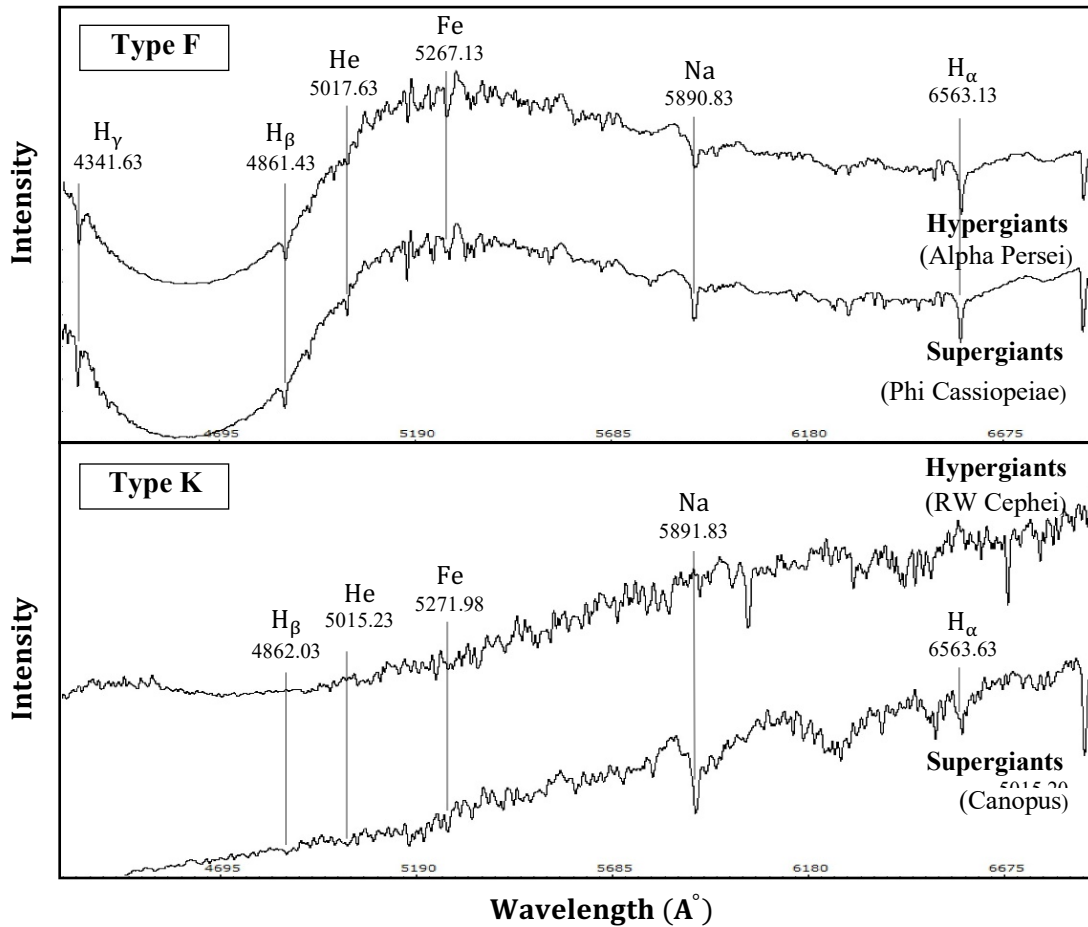
วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะทำการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดาวฤกษ์ทั้งสองประเภท โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกดาวฤกษ์ Type F และ Type K ที่มีค่าความส่องสว่างในระดับ Hypergiants, Supergiants ได้แก่ Alpha Persei (Type F - Hypergiants) Phi Cassiopeiae (Type F - Supergiants) RW Cephei (Type K - Hypergiants) และ Canopus (Type K - Supergiants)
2. ถ่ายภาพสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และ Type K ที่ได้จากการเลือก ด้วยกล้องโทรทรรศน์โมเดล Plane Wave CDK700K ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. ถ่ายภาพสเปกตรัมของ Tungsten เพื่อใช้สำหรับเป็น Reference Image
4. นำภาพถ่ายสเปกตรัมที่ได้มาทำการโพรเซสภาพและปรับลดสัญญาณรบกวนด้วยโปรแกรม ISIS
5. นำภาพถ่ายที่ผ่านการโพรเซสมาวิเคราะห์ลักษณะเส้นสเปกตรัมและเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยโปรแกรม Visual Spec

ผลการศึกษา

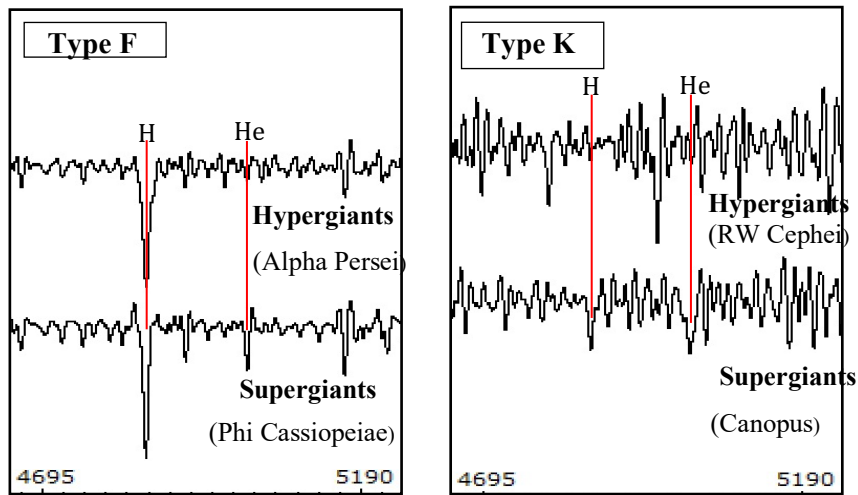
จากการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดาวฤกษ์ทั้งสองประเภท เมื่อนำเส้นสเปกตรัมที่ได้จากดาวฤกษ์มาวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบโดยใช้โปรแกรม Visual spec จะได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณกับค่าความยาวคลื่น

จากรูปที่ 1 พบว่าดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K โดยภาพรวมมีธาตุองค์ประกอบที่คล้ายกัน คือ H_{α} Na Fe He H_{β} และ H_{γ} มีเพียงตำแหน่งการดูดกลืนธาตุ H_{α} ของดาวฤกษ์ Type K ชนิด Hypergiant เท่านั้นที่ไม่สามารถพบได้ ซึ่งคาดว่าอาจจะมีสาเหตุมาจากแวดล้อม อาทิเช่น สภาพอากาศหรือ ความพร้อมของอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของกราฟมีความแตกต่างกันกล่าวคือ กราฟที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F จะมีจุดยอดอยู่บริเวณตรงกลาง ในขณะที่จุดยอดของดาวฤกษ์ Type K นั้นจะมีแนวโน้มไปทางฝั่งขวาที่มีความยาวคลื่นมาก ทั้งนี้เนื่องจากดาวฤกษ์ Type F เป็นดาวฤกษ์ที่มีพลังงานสูงกว่าดาวฤกษ์ Type K จึงทำให้กราฟเป็นดังภาพ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าค่าพลังงานจะแปรผกผันกับค่าความยาวคลื่น

และเมื่อนำเส้นสเปกตรัมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วนของค่า FWHM ระหว่างธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่สามารถพบได้บนดาว จะได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการดูดกลืนและอัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียม

จากรูปที่ 2 พบว่าอัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F ประเภท Hypergiant และ Supergiant จะมีค่าเท่ากับ 2.51 และ 1.50 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type K ประเภท Hypergiants และ Supergiants จะมีค่าเท่ากับ 2.16 และ 1.23 ตามลำดับ โดยจะพบว่าอัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท Hypergiants ของทั้งสอง Type จะมีค่ามากกว่าอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท Supergiants นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะช่วงการดูดกลืนของดาวฤกษ์ Type F เห็นได้อย่างชัดเจนมากกว่าเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์ Type K

สรุปผล

จากการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดาวฤกษ์ทั้งสองประเภท พบว่าดาวฤกษ์ Type F และดาวฤกษ์ Type K มีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ H_α Na Fe He H_β และ H_γ มีเพียงตำแหน่งการดูดกลืนธาตุ H_α ของดาวฤกษ์ Type K ชนิด Hypergiant เท่านั้นที่ไม่สามารถพบได้ นอกจากนี้ลักษณะของกราฟที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F จะมีจุดยอดอยู่บริเวณตรงกลาง ในขณะที่จุดยอดของดาวฤกษ์ Type K นั้นจะมีแนวโน้มไปทางฝั่งขวาที่มีความยาวคลื่นมาก ทั้งนี้เนื่องจากดาวฤกษ์ Type F เป็นดาวฤกษ์ที่มีพลังงานสูงกว่าดาวฤกษ์ Type K ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าค่าพลังงานจะแปรผกผันกับค่าความยาวคลื่น และอัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type F ประเภท Hypergiant และ Supergiant จะมีค่าเท่ากับ 2.51 และ 1.50 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ Type K ประเภท Hypergiants และ Supergiants จะมีค่าเท่ากับ 2.16 และ 1.23 ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วนค่า FWHM ของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมจะมีแปรผันตรงกับขนาดของดาวฤกษ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] มติพล ตั้งมติธรรม. (2556). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : สำนักบริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- [2] Oxford University (2020). **Luminosity Classes**. 5 December 2020, Retrieved from URL <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100118657>

การศึกษาคาบการแปรแสงและวัตถุที่สามของระบบดาวคู่ NY Virginis

นายศิวิชัย คงปัญญา และนายชญานนท์ จันทร์ขำ

Email: Astrolab.sms@gmail.com

ครูที่ปรึกษา คุณครูอ้อมฤทัย ใจอินทร์ และคุณครูศิวตล กุลฤทธิกร

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจร องค์ประกอบทางกายภาพ และวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ NY Virginis ซึ่งเป็นดาวแปรแสงประเภท Pulsating Subdwarf B-TYPE (sdB-TYPE) โดยดำเนินการสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสงขนาด 1.0 เมตร ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIT) จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจำนวน 2 ค่า คือ ขณะเกิดอุปราคาปฐมภูมิและอุปราคาทุติยภูมิ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสมการ Linear Ephemeris มีค่าเท่ากับ $BJD(\min) = 245317.442647 + 0.10101597E$ แล้วนำข้อมูลเวลา (Epoch) และ $BJD(\min)$ สร้าง O-C Diagram โดยใช้ Quadratic Polynomial Fitting Method พบว่า การแปรแสงของดาวแปรแสงมีค่าลดลง เท่ากับ 8.32490×10^{-14} วันต่อรอบ และคาบวงโคจร เท่ากับ 0.10101597 วัน และนำ O-C ที่ได้ไปวิเคราะห์ Fourier Series Function เพื่อหาคาบของระบบดาวคู่ พบว่า มีค่า Semi-Amplitude เท่ากับ 0.0001088734 วัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ NY Virginis ด้วยโปรแกรม Phoebe 0.31a พบว่า ชุดผลเฉลยที่ดีที่สุด (Best-Fit Parameter) มีค่ามวลของดาวปฐมภูมิ (M_1) และมวลของดาวทุติยภูมิ (M_2) เท่ากับ 0.406841 M_\odot และ 0.114729 M_\odot ตามลำดับ โดยอัตราส่วนมวลทุติยภูมิกับมวลปฐมภูมิ เท่ากับ 1 : 3.5461 ระบบดาวคู่เอียงทำมุม 80.946° และมวลของวัตถุที่สามเท่ากับ 1.876 M_J ในรูป $M_3 \sin(i)$ แล้วนำข้อมูลค่าผลเฉลยสร้างเป็นแบบจำลองของดาวคู่ด้วยโปรแกรม Phoebe 0.31a พบว่า แบบจำลองระบบดาวคู่ NY Virginis เป็นระบบดาวคู่ที่ไม่แตะกัน (Detached Binary) และไม่มีกาบถ่ายเทมวลจากวัตถุที่สาม

คำสำคัญ :

Linear Ephemeris : สมการค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของดาว หาได้โดยใช้ Least-Squares Method
 Light Curve : เส้นโค้งแสงที่สังเกตได้จากดาวเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมของดาว
 O-C Diagram : เป็นการพล็อตที่แสดงให้เห็นถึงเวลาที่ดาวดวงนั้นมีค่าความสว่างมากที่สุดลบกับการคำนวณของการคาดคะเนที่เป็นที่ยอมรับ

ความเป็นมา

ระบบดาวคู่ NY Virginis เป็นดาวแปรแสงประเภท Pulsating Subdwarf B-TYPE (sdB-TYPE) ซึ่งจะมีการบดบังกันของดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิทำให้เกิดช่วงเวลาที่การส่องสว่างของดาวมีการเปลี่ยนแปลง โดยระบบดาวคู่นี้มีค่าความสว่าง (Magnitude) ประมาณ 13.30 ที่ตำแหน่ง RA : 13h 38m 48s.1466489725 และ DEC : -02° 01' 49''.209465866 (EP=J2000)

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงต้องการที่จะศึกษาคาบการแปรแสงของระบบดาวคู่ NY Virginis โดยการถ่ายภาพผ่านกล้องโทรทรรศน์ ประเภทสะท้อนแสง และวิเคราะห์ค่าความสว่างของดาว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำข้อมูลจากการสังเกตการณ์มาสร้างกราฟแสง ทำการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด, วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจร และสร้างกราฟแสงของระบบดาวคู่ NY Virginis
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและหาค่าผลเฉลยที่ดีที่สุด เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ NY Virginis
3. เพื่อศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ NY Virginis ได้แก่ อัตราส่วนมวล, ค่ามุมเอียง, อุณหภูมิพื้นผิว, คาบวงโคจร และแสงจากวัตถุที่สาม

วิธีการศึกษา

1. ดำเนินการสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสง ขนาดหน้ากล้อง 1.0 เมตร ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIT) ติดตั้ง CCD (Andor 2048x2048 Pixels) ผ่านแผ่นกรองแสงสีเหลือง (JENEVA V)
2. จากข้อมูลที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์จะได้ภาพจะต้องมีดาวฤกษ์ที่ไม่ใช่ดาวแปรแสงอยู่ในภาพเพื่อใช้เป็นดาวตรวจสอบ (Check Star) และดาวเปรียบเทียบ (Reference Star) นำข้อมูลที่ได้มากำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Image) เพื่อให้ได้ค่าความสว่างของดาวแปรแสงที่แม่นยำ และกำจัดสัญญาณที่เกิดจากความไวต่อการรับสัญญาณที่ผิวหน้าซีซีดี โดยใช้โปรแกรม AstrolImageJ สร้างกราฟแสง
3. ทำการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum) วิเคราะห์การแปรแสงของดาว จากโปรแกรม OriginPro8.5 นำค่า Time of Minimum จากการสังเกตการณ์และที่นักดาราศาสตร์ท่านอื่นเคยทำได้มารวบรวม คำนวณสมการ Linear Ephemeris สำหรับเวลาที่แสงน้อยที่สุด
4. แทนค่า Time of Minimum (O) เพื่อหาค่า Epoch ของแต่ละช่วงเวลา และคำนวณ Time of Minimum นำค่าทั้งสองมาหาค่าผลต่าง จะได้ค่า O-C ใช้ Quadratic Polynomial Fitting Method นำมาใช้กับการปรับกราฟระหว่าง O-C และ E จะได้อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร
5. วิเคราะห์ Residuals O-C₂ จากผลต่างระหว่างค่า O-C ที่ได้จาก Linear Ephemeris และจาก Parabolic Ephemeris โดยใช้ Sinusoidal Curve จะได้ค่าและแผนภาพของ O-C₂ จากนั้นหา

Periodic Ephemeris และ Parameter ที่ดีที่สุดสำหรับค่า Residuals และหา Frequency และ Semi-Amplitude ของระบบดาวคู่ โดยใช้ Fourier Series Function

6. คำนวณหาฟังก์ชันมวลของสมาชิกดวงที่สามจากคาบ และ Semi-Amplitude ของ Periodic Ephemeris เมื่อได้ Parameter ที่ดีที่สุดแล้ว จึงนำมาสร้างแบบจำลองรูปร่างของระบบดาวคู่ ผ่านโปรแกรม Phoebe 0.31a

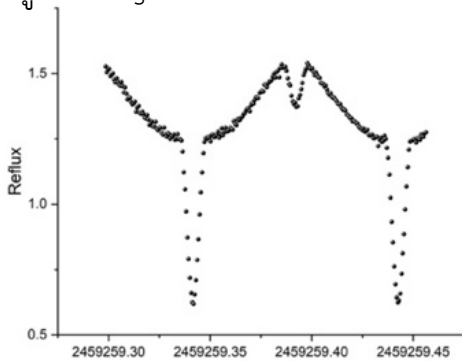
ผลการศึกษา

ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาสร้างเป็นกราฟแสง และวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด จากการพล็อตกราฟแบบ Non-linear Fit ฟังก์ชันประเภท Gaussian และจากข้อมูลการศึกษาของ Shou Song et al. สามารถคำนวณสมการเชิงเส้น Ephemeris ได้เป็น $T_{\min}(\text{BJD}_{\text{TBD}}) = 245317.442647 + 0.10101597E$ แสดงให้เห็นถึงเวลาในการเกิดรอบของอุปราคาปฐมภูมิ (Primary Eclipse)

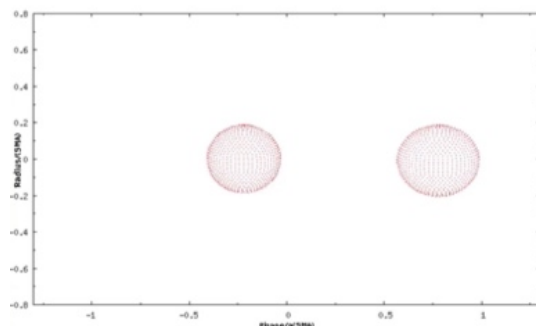
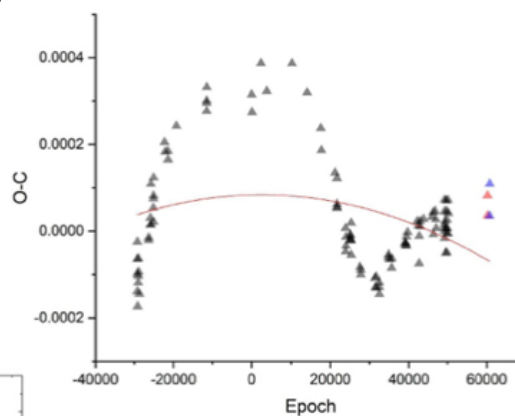
จากนั้นนำข้อมูลค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ NY Virginis จากงานวิจัยอื่น และงานวิจัยนี้ (O) และค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจากการคำนวณ (C) กับค่า E มาสร้างเป็นแผนภาพ O-C เพื่อวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของดาว NY Virginis สามารถวิเคราะห์แผนภาพ O-C ด้วยสมการโพลีโนเมียล (Polynomial Equation) ได้ตั้งสมการจะได้ $dP/dt = -8.32490 \times 10^{-14}$ วันต่อคาบ

เมื่อนำข้อมูล Residuals O-C₂ ไปวิเคราะห์ Fourier Series Function พบว่ามีค่า Semi-Amplitude เท่ากับ 0.0001088734 วัน วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ NY Virginis พบว่า ชุด Parameter ที่ดีที่สุด มีค่ามวลของดาวปฐมภูมิ (M₁) และมวลของดาวทุติยภูมิ (M₂) เท่ากับ 0.406841 M_☉ และ 0.114729 M_☉ ตามลำดับ อัตราส่วนมวลของดาวทุติยภูมิกับมวลของดาวปฐมภูมิ เท่ากับ 1 : 3.5461 ระบบดาวคู่เอียงทำมุม 80.946° และมวลของวัตถุที่สาม 1.876 M_J ในรูป M₃sin(i)

รูป ก : Light Curve



รูป ข : O-C Diagram



รูป ค : แบบจำลองของดาวที่วิเคราะห์ได้

สรุปผล

จากข้อมูลการสังเกตการณ์ดาวแปรแสง NY Virginis จะทำให้ได้กราฟแสงและค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของดาว NY Virginis เพื่อนำมาแปรผลหาค่า Epoch และหาค่า O-C ร่วมกับงานวิจัยอื่นพบว่าคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง NY Virginis มีอัตราการแปรแสงลดลง 8.3249×10^{-14} วันต่อคาบ และคาบการโคจรของดาว NY Virginis เพิ่มขึ้น จากการคำนวณมวลของวัตถุที่สามในรูป $M_3 \sin(i)$ เท่ากับ $1.876 M_J$ สามารถนำมาสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ พบว่าแบบจำลองของดาวคู่ NY Virginis เป็นระบบดาวคู่แบบไม่แตะกัน (Detached Binary) จึงไม่มีการถ่ายเทมวลจากวัตถุที่สาม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากคุณครูอ้อมฤทัย ใจอินทร์ และคุณครูศิวดีล กุลฤทธิกร ครูที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์คมสันต์ ฐรี และอาจารย์ประณิตา เสพปันคำ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIT) ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ให้คำปรึกษาในเรื่องดาราศาสตร์ต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีจนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสงของผู้สนใจต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). **ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ Astrophysics** (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: 2550.
มติพล ตั้งมติธรรม. (2563). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ** (พิมพ์ครั้งที่ 5). เชียงใหม่: 2563.
Jae Woo Lee. (2011). **The Pulsating sdB+M Eclipsing System NY Virginis and its Circumbinary Planets**. Monthly Notices of The Royal Astronomical Society, 000, 1-12.
D. Kilkenny. (2011). **The Orbital Periods of AA Dor and NY Vir**. Monthly Notices of The Royal Astronomical Society, 412, 487-491.
D. Kilkenny. (2014). **The Orbital Periods of Three sdB Eclipsing Binary Systems**. Monthly Notices of The Royal Astronomical Society, 445, 4247-4251.
Shuo Song et al. (2019). **An Updated Model for Circumbinary Planets Orbiting the sdB Binary NY Virginis**. The Astronomical Journal, 157:184 (6pp).

การศึกษาระบบดาว HW Virginis และวัตถุที่สาม

นายอนพัทธ์ กิจสมมารถ

E-mail: ss46414@samsenwit.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายฉัตรชัย สัมฤทธิ์สุภผล

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ทุกคาบการแปรแสงของระบบดาวคู่สามารถอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ได้มากมาย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาคาบการแปรแสงของระบบดาว HW Vir และวัตถุที่สามที่โคจรอยู่ในระบบดาวคู่นี้ โดยการเก็บข้อมูลผ่านการถ่ายภาพด้วยซีซีดีโฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ผ่านแผ่นกรองแสงสีแดง (Filter R) ทำการวัดแสงเพื่อสร้างกราฟแสง หาคาบวงโคจรของดาว HW Vir และวัตถุที่สามจากกราฟแสง ซึ่งคาบวงโคจรของดาว HW Vir จากการสังเกตการณ์ มีค่า 0.116630 ± 0.0004 วัน และได้สมการ linear ephemeris ใหม่คือ $T_{\min} = 2445730.55816 + 0.11672 \times E$ นอกจากนี้พบว่าคาบวงโคจรของวัตถุที่สามที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม Period04 มีค่า 4222 วัน และมวลของวัตถุที่สามมีค่า $1.7360 \times 10^{11} \sin i M_{\text{Jup}}$

คำสำคัญ: Third body, HW Vir, O-C diagram, Light curve, Photometry

ความเป็นมา

ปัจจุบันการศึกษาดาวคู่เป็นสิ่งที่นักดาราศาสตร์ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากระบบดาวคู่สามารถอธิบายถึงวิวัฒนาการ และความเป็นไปของเอกภพตั้งแต่อดีตตลอดจนแนวโน้มการวิวัฒนาการของเอกภพในอนาคต ผู้ทำโครงการนี้ได้เลือกศึกษาระบบดาวคู่อุปราคาแบบหนึ่งคือ ระบบดาวคู่ HW Virginis อยู่ในกลุ่มดาวหญิงสาว (Virgo) พิกัดไรต์แอสเซนชัน (Right ascension) เท่ากับ $12^{\text{h}} 44^{\text{m}} 20.2387^{\text{s}}$ และเดคลิเนชัน (Declination) เท่ากับ $-08^{\circ} 40' 16.8486''$ เป็นดาวแคระชนิดบี (subdwarf B, sdB) มีโชติมาตรปรากฏ (V) 10.5 คาบวงโคจร (orbital period) 2 ชั่วโมง 48 นาที มีมวล $0.0184 M_{\odot}$ และ $0.0081 M_{\odot}$ (Lee et al., 2009) และในปัจจุบันดาว HW Vir ได้รับการยืนยันการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบ

วัตถุประสงค

1. เพื่อศึกษาคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ HW Vir
2. เพื่อศึกษาคาบวงโคจรของวัตถุที่สามที่โคจรรอบระบบดาวคู่ HW Vir
3. เพื่อศึกษามวลของวัตถุที่สามที่โคจรรอบระบบดาวคู่ HW Vir

วิธีการศึกษา

โครงการนี้เก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพด้วยซีซีดีโฟโตมิเตอร์ (CCD photometer) ต่อกับกล้องโทรทรรศน์ ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร ผ่านแผ่นกรองแสงสีแดง (Filter R) จากนั้นนำภาพถ่ายไปทำการวัดแสง (Photometry) ด้วยโปรแกรม AstrolmageJ โดยมีดาวอ้างอิง 2 ดวงได้แก่ GSC 05528-01273 และ GSC 05528-00591 สร้างกราฟแสง เพื่อหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum) คำนวณหาคาบวงโคจร ยุค (Epoch) สร้างแผนภาพ O-C คำนวณหาสมการ linear ephemeris หลังจากนั้นนำแผนภาพ O-C ไปปรับความเอียง และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Period04 เพื่อหาค่าความถี่ คาบวงโคจรและมวลของวัตถุที่สาม

ผลการศึกษา

1. ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum)

การหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด สามารถทำได้โดยการสร้างกราฟพาราโบลา (parabola graph) ในช่วงเวลาที่เกิดอุปราคาปฐมภูมิ (Primary eclipse) และช่วงเวลาที่เกิดอุปราคาทุติยภูมิ (Secondary eclipse) หาจุดต่ำสุดของกราฟ ทำให้ได้ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจากการสังเกตการณ์ได้ผลดังตารางที่ 1

ชนิดอุปราคา	ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (BJD)	ค่าความคลาดเคลื่อน
I	2459243.2922	± 0.0002
II	2459243.3503	± 0.0002
I	2459243.4089	± 0.0002

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด

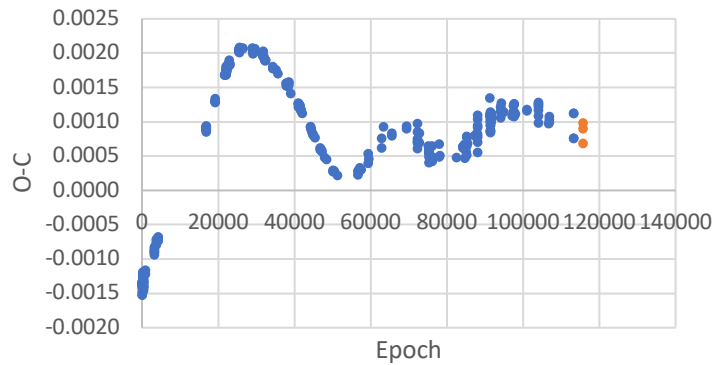
2. คาบวงโคจร (Orbital period)

คาบวงโคจร (Orbital period) สามารถหาได้จากการนำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของการเกิดอุปราคาปฐมภูมิ ครั้งที่ 2 ลบด้วยค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของการเกิดอุปราคาปฐมภูมิ ครั้งที่ 1 ทำให้ได้คาบวงโคจรของดาว HW Vir จากการสังเกตเป็น 0.116630 ± 0.0004 วัน

3. ยุค (Epoch) สมการ Linear ephemeris และแผนภาพ O-C

อ้างอิงเวลาที่แสงน้อยที่สุดด้วยสมการ linear ephemeris ของ Lohr และคณะในปี 2014 เมื่อนำข้อมูลจากการสังเกตการณ์ครั้งนี้ไปรวมกับข้อมูลจากฐานข้อมูล O-C gateway และงานวิจัยของ Menzies & Marang 1986, Marang & Kilkeny 1989, Wood และคณะ 1993, Lee และคณะ 2009 Brát และคณะ 2011, Kilkeny และคณะ 1991, 1994, 2000, 2003, Beuermann และคณะ 2012 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการ linear ephemeris ใหม่ดังสมการที่ (2)

$$T_{\min} = 2445730.55816 + 0.116720 \times E \quad (2)$$



ภาพที่ 1 แผนภาพ O-C โดยสีส้มคือข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้

4. การหาคาบวงโคจรของวัตถุที่สามด้วยโปรแกรม Period04

จากการวิเคราะห์ความถี่ (frequency) ของแผนภาพ O-C โดยใช้โปรแกรม Period04 ทำให้ได้ความถี่ของแผนภาพ O-C ที่เหมาะสมคือ F3 ซึ่งมีค่า $2.76405348 \times 10^{-5}$ Hz จากนั้นคำนวณหาคาบของยุค (Epoch) ซึ่งคาบของยุค มีค่า 36178.7501 epoch/cycle หลังจากนั้นแปลงหน่วยเป็นวัน (day) โดยการคูณด้วยคาบวงโคจรของดาว HW Vir ทำให้ได้ค่าคาบวงโคจรของวัตถุที่สามเป็น 4222 วัน หรือ 11.56 ปี

5. การหามวลของวัตถุที่สาม

การหามวลของวัตถุที่สามสามารถทำได้โดยการนำค่าแอมพลิจูด (Amplitude) ของแผนภาพ O-C ที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม Period04 ในชุดข้อมูล F3 ซึ่งมีค่า 0.00031057 BJD มาคำนวณด้วยฟังก์ชันมวล (Mass Function) (สมการที่ 1)

$$f(m) = \frac{(m_3 \sin i)^3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2} = \frac{(A \times c)^3}{T^2} \quad (1)$$

มวลของวัตถุที่สามที่ได้จากการแทนค่าแอมพลิจูด ความเร็วแสง และมวลของดาว HW Vir ในสมการที่ 5 และ 6 ทำให้ได้มวลของวัตถุที่สามเป็น $1.7360 \times 10^{11} \sin i M_{Jup}$

สรุปผล

จากการศึกษาระบบดาว HW Vir และวัตถุที่สาม สามารถสรุปได้ว่าดาว HW Vir มีคาบวงโคจร 0.116630 ± 0.0004 วัน ซึ่งคลาดเคลื่อนจากงานวิจัยของ Lohr และคณะในปี 2014 อยู่ 0.077% คาบวงโคจรของวัตถุที่สามมีค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Period04 มีค่า 4222 วัน แต่เนื่องจากกระบวนการในการวิเคราะห์คาบวงโคจรของวัตถุที่สามมีค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ทำให้ผลการทดลองมีค่าต่างจากผลการวิจัยของ Beuermann และคณะในปี 2012 อยู่ 8.96% และมวลของวัตถุที่สามจากการคำนวณโดยฟังก์ชันมวล (Mass Function) มีค่า $1.7360 \times 10^{11} \sin i M_{\text{Jup}}$ เนื่องจากการคำนวณในครั้งนี้มีค่าที่ไม่ทราบ ทำให้ผลการคำนวณมวลของวัตถุที่สามต้องติดตัวแปร ส่งผลให้ไม่สามารถสรุปความคลาดเคลื่อนมวลของวัตถุที่สามเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณครูฉัตรชัย สัมฤทธิ์ศุภผล คุณครูที่ปรึกษาโครงการ คุณศวัสกมล ปิจดี คุณประณิตา เสพปันคำ และเจ้าหน้าที่สารสนเทศสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา คำแนะนำ วิธีการทำโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูง ที่สนับสนุนให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมา

เอกสารอ้างอิง

- Beuermann, K., et al. "The quest for companions to post-common envelope binaries-III. A reexamination of HW Virginis." *Astronomy & Astrophysics* 543 (2012): A138.
- Lee, Jae Woo, et al. "The sdB+ M eclipsing system HW Virginis and its circumbinary planets." *The Astronomical Journal* 137.2 (2009): 3181.
- Lohr, M. E., et al. "Period and amplitude variations in post-common-envelope eclipsing binaries observed with SuperWASP." *Astronomy & Astrophysics* 566 (2014): A128.
- Qian, S-B., et al. "Circumbinary planets orbiting the rapidly pulsating subdwarf B-type binary NY Vir." *The Astrophysical Journal Letters* 745.2 (2012): L23.

การศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของดาวคู่อุปราคา HW Virginis

นางสาวพิมพ์กานต์ คำป่อง

E-mail: pimpakarnk2003@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายบุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” ม.บูรพา

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของดาวคู่อุปราคา HW Virginis โดยการถ่ายภาพด้วยซีซีดี โฟโตมิเตอร์ ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร (0.7M CDD Telescope system) ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา ระหว่างวันที่ 10-11 มีนาคม 2564 ผ่านแผ่นกรองแสงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (Blue) และความยาวคลื่นที่ตามองเห็น (Visible) จากนั้นนำภาพที่ถ่ายได้มาเข้าสู่กระบวนการ Reduction เพื่อกำจัด สัญญาณรบกวนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Maxlm จากการวิเคราะห์พบว่า HW Virginis มีค่า Magnitude เท่ากับ 10.69 และมีคาบการโคจรเท่ากับ 0.116795 วัน /รอบ สามารถคำนวณได้เป็น 2.80308 ชั่วโมง (2 ชม. 48 นาที) จากนั้นหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยแผนภาพ (O-C) พบว่าระบบดาวคู่ HW Virginis มีอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรเท่ากับ $-0.000349229 \text{ sec/year}$ ซึ่งหมายความว่าสมาชิกของระบบดาวคู่ HW Virginis ขยับเข้ามาใกล้กันมากขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในอนาคตระบบดาวคู่ HW Virginis จะกลายเป็นระบบดาวคู่ แบบแตะกัน และในที่สุดก็จะค่อยๆ รวมกันเป็นดาวเดี่ยวที่มีอัตราการหมุนรอบตัวเองสูง

คำสำคัญ : ดาวคู่อุปราคา HW Virginis

ความเป็นมาและความสำคัญ

จากการศึกษาของนักดาราศาสตร์ได้ทราบว่าดาวฤกษ์บนท้องฟ้ามากกว่าครึ่งนั้นเป็นดาวฤกษ์สองดวงที่โคจรรอบกันและกัน โดยแต่ละดวงมี วงโคจรเป็นวงรีรอบจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งเรียกว่า ระบบดาวคู่ มีเป็นจำนวนน้อยที่เป็นดาวเดี่ยวแบบดวงอาทิตย์ นักดาราศาสตร์ได้จำแนกชนิดระบบดาวคู่ตามการค้นพบเป็น ระบบดาวคู่แบบมองเห็นแยกกัน (Visual Binaries) ระบบดาวคู่สเปกโทรสโคปี (Spectroscopic Binaries) ระบบดาวคู่อุปราคา (Eclipsing Binaries) ระบบดาวคู่ แบบการวัดตำแหน่งทางดาราศาสตร์ (Astrometric Binaries) และระบบดาวคู่แบบเอ็กโซติก (Exotic Types) ระบบดาวคู่เหล่านี้มีความสำคัญทางดาราศาสตร์มาก

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้นทางคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจศึกษาระบบดาวคู่ระบบหนึ่งชนิดระบบดาวคู่อุปราคา (Eclipsing Binaries) คือ HW Virginis (HW Vir) มีตำแหน่งอยู่ที่ RA 12h 44m 20.2387s และ DEC $-08^{\circ} 40' 16.8486''$ (TheSkyX) เป็นดาวคู่ที่อยู่ในกลุ่มดาว Virgo หรือ กลุ่มดาวหญิงสาว ซึ่งเป็นกลุ่มดาวจักรราศีถูก 2 ค้นพบในปี 2009 โดยจะทำการวิเคราะห์คาบการโคจรและการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร พร้อมทำการศึกษา เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้อีกกับทฤษฎีต่างๆและฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือที่มันักวิจัยได้วิเคราะห์ไว้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของดาวคู่อุปราคา HW Virginis

วิธีการศึกษา

1. ทำการถ่ายภาพ HW Virginis (RA= 12h 44m 20.2387s , DEC= -080 40'16.8486 , Magnitude = 10.69) โดยทำการถ่ายภาพด้วยกล้องโทรทรรศน์ 0.7 เมตร ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา (ได้รับความอนุเคราะห์การถ่ายภาพดาวจากคุณตอริก เอ็งปียา)
2. ถ่ายภาพผ่าน Filter ช่วงคลื่นสีที่ตามองเห็น (V) และคลื่นสีน้ำเงิน (B) แล้วนำไปกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพด้วย Flat , Bias และ Dark แล้วนำมาวิเคราะห์ต่อในโปรแกรม Maxlm
3. นำข้อมูลไปสร้างกราฟแสง โดยให้แกน x เป็น Flux แกน Y เป็น เวลา วิเคราะห์ข้อมูลหา HJD ณ เวลาที่แสงต่ำที่สุด เรียกว่าค่า Mini โดยดูจากกราฟ Flux-Time เทียบกับรูปภาพ เพื่อให้ได้ค่า HJD
4. เมื่อได้ค่า Mini ครบทุกการอุปราคาในการสังเกตการณ์แล้ว นำมาใส่สมการ linear equation ของ Cakirli & Devlen (1999) ที่เคยศึกษาไว้

$$HJD (Min I) = 2445730.5565 + 0.116719582E$$

จากนั้นจะได้ค่า E ออกมา ซึ่งคือจำนวนรอบที่ดาวสองดวงเกิดการอุปราคากัน

5. นำข้อมูล จำนวนรอบจากการคำนวณ (E) กับ แผนภาพ O-C มาสร้างกราฟ โดยที่

$$O = HJD + P(E) \quad \text{และ} \quad C = HJD + P_0(E)$$

O คือ ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์ C คือ ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณ

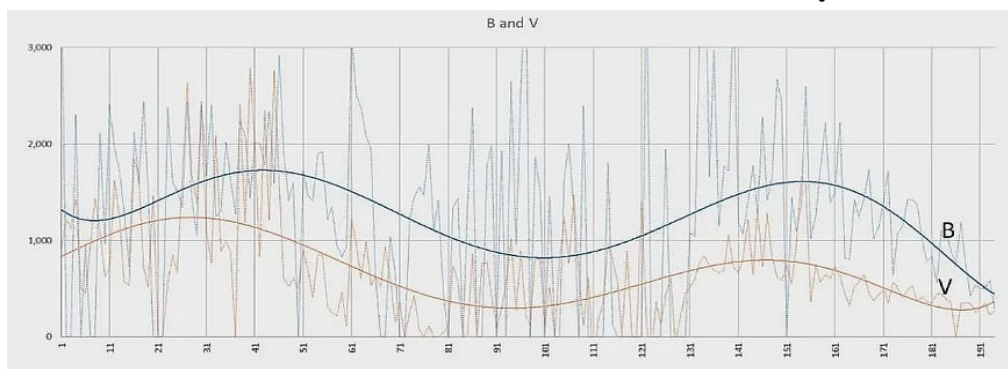
6. จากนั้นพิจารณาแผนภาพ O-C โดยจะหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ O-C จากการใช้ Quadratic Polynomial

Method และสมการ O-C ; $O-C = aE^2 + bE + C = (P(E) + P_0E)E$

7. ทำการหาอนุพันธ์ $(dP/dE) = 2a$ ค่าที่ได้คืออัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร

ผลการศึกษา

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่แบบตะกัน HW Virginis ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน และสีเหลือง สามารถนำกราฟแสงมาวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด โดยพิจารณาค่าต่ำสุดของกราฟแสงแต่ละ ช่วงความยาวคลื่นในวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2564 ถึง วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งค่าต่ำสุดหาได้จากการสร้าง กราฟระหว่าง ค่า Flux กับเวลาผ่านโปรแกรม Excel ได้กราฟออกมาดังรูปที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟระหว่าง Flux-time

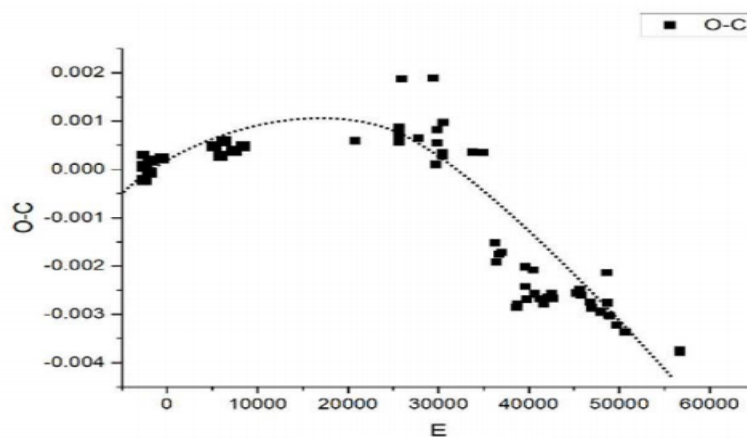
จากการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีโฟโตเมตรี ข้อมูลที่ได้จะนำมาสร้างเป็นกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีที่ตามองเห็น ผ่านโปรแกรม Maxlm เพื่อหาค่าของ HJD ที่เกิด Primary eclipsing ตามความยาวคลื่น นำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD) จากภาพที่มีค่า Flux น้อยสุดโดยดูจากกราฟ (ภาพที่ 4.1) เทียบกับตารางค่าความเข้มแสง (Flux) กับเวลา มาหาค่า E โดยเลือก Linear ephemeris ที่ได้จากการศึกษาของ Cakirli & Devlen (1999) ดังนี้

$$\text{HJD (Min I)} = 2445730.5565 + 0.116719582E$$

จะได้ค่า E (Cycle) ที่เกิดค่าความเข้มแสงน้อยที่สุด ตามตาราง ;

วัน	HJD	E
10 มีนาคม 2564	2448294.886472	21970
	2448295.003267	21971
11 มีนาคม 2564	2448295.936956	21979

เมื่อนำข้อมูลจากการสังเกตการณ์ ลบกับข้อมูลจากการคำนวณ จะสามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบ การโคจรของระบบดาวคู่โดยใช้แผนภาพ O - C ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟ O-C

จากแผนภาพ (O-C) เมื่อใช้ Quadratic Polynomial Fitting Method ทำให้ได้สมการ

$$(O-C) = -5.5332 \times 10^{-12} E^2 + 2.7645 \times 10^{-7} E + (-0.003493)$$

จากสมการที่ นำค่า -5.5332×10^{-12} มาคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจร ได้เท่ากับ

$$dP/dE = 2a = -1.10664 \times 10^{-11} \text{ วันต่อรอบ}$$

จากนั้นแปลงหน่วยจาก days/cycle เป็นหน่วย sec/year

$$= (-1.10664 \times 10^{-11} \text{ day/cycle}) (1/0.116795 \text{ day/cycle}) (10091.088 \text{ sec/day}) (365.25 \text{ day/year})$$

$$= -0.000349229 \text{ sec/year}$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยแผนภาพ (O-C) มีค่าติดลบ หมายถึง คาบการโคจรของระบบดาวคู่ HW Virginis มีการลดลงด้วยอัตรา -0.000349229 วินาที/ปี

สรุปผล

จากผลการศึกษา พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยแผนภาพ (O-C) มีค่า - 0.000349229 sec/year หมายถึง ระบบดาวคู่ HW Virginis มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าลบ กล่าวคือคาบการโคจรของระบบดาวคู่ HW Virginis มีการลดลงด้วยอัตรา -0.000349229 วินาทีต่อเวลาที่ผ่านไป 1 ปี ซึ่งผลการศึกษาระบบดาวคู่อุปราคา HW Virginis สอดคล้องกับ ทฤษฎี Angular Momentum Loses (AML) โดยทฤษฎีกล่าวว่า วิวัฒนาการของระบบ ดาวคู่เกิดจากการที่ดาวสองดวงอยู่ใกล้กันมากจนมีการโคจร รอบจุดศูนย์กลางมวลร่วมกันเป็นระบบดาวคู่แบบ แยกกัน ต่อมาระบบดาวคู่นี้ได้วิวัฒนาการมาเรื่อยๆ ตั้งแต่ การที่สมาชิกดวงที่หนึ่ง มีการขยายตัวของชั้นบรรยากาศ จนเต็มผิวห่อหุ้มของโรซซ์ กลายเป็นระบบดาวคู่แบบ กึ่งแตะกัน เกิดการถ่ายเทมวลสารระหว่างกันจนกระทั่งดาว ทั้งสองมีอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากัน กลายเป็นระบบ ดาวคู่แบบแตะกัน และในที่สุดก็จะค่อยๆ รวมกันเป็นดาวเดี่ยวที่มี อัตราการหมุนรอบตัวเองสูง และสอดคล้อง กับโครงการวิจัยของ Jenet H., Er-Ho Zhan, and E.L. Robinson (1992) โดยฐานข้อมูลทางดาราศาสตร์ครั้งนี้ สามารถเป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาถึงกระบวนการหรือกลไกการ เปลี่ยนแปลงต่างๆ ในการทำนายถึง วิวัฒนาการของดาวในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก อ. บุญส่ง เห็นงาม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบพระคุณ คุณสุนิตย์ วุฒิสงข์เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ชำนาญการหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาฉะเชิงเทรา สำหรับความช่วยเหลือด้านข้อมูล อุปกรณ์การด้านการทดลอง ขอขอบพระคุณ คุณตอริก เอ็งปียา เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ชำนาญการหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาสงขลา สำหรับอนุเคราะห์ความช่วยเหลือด้านการถ่ายภาพ ตลอดจนค่าใช้จ่ายต่างๆ ขอขอบพระคุณ คุณประณิตา เสพปันคำ เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ชำนาญการ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธรจ.เชียงใหม่ สำหรับอนุเคราะห์ความช่วยเหลือด้านข้อมูลทางทฤษฎี ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รวมว. ที่เป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา รวมถึง เพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือเสมอมาจนทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

ศิริมาศ โกลมจินดา. (2546). โครงสร้างทางกายภาพของระบบดาวคู่แบบแตะกัน อาร์แซด ทอรี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศราวุฒิ ชูโลก, ยามิละ มะโร๊ะ, และสุณีรัตน์ ลารีนู. (2558). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบ ดาวคู่ V1799 Ori. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษจากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 25

Jenet H., Er-Ho Zhan, and E.L. Robinson. HW Virginis a short-period eclipsing binary containing an sdB star: University of Texas at Austin, Austin, USA; 1992

การศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของดาวในระบบดาวคู่อุปราคาจากกราฟแสง

นางสาวกมลฉัตร วิจิตรปัญญารักษ์

E-mail: kamonchatwichitpanyarak@gmail.com

นายทวิรัช ทุลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

ระบบดาวคู่อุปราคา (eclipsing binary star system) เป็นระบบดาวคู่ที่มีระนาบวงโคจรระหว่างดาวฤกษ์ทั้งสองดวงที่เกือบอยู่ในแนวระดับสายตาของผู้สังเกตบนโลก จึงสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงความสว่างในขณะที่ยอดวงเคลื่อนที่ผ่านหน้ากันและกัน ทำให้สามารถนำข้อมูลความสว่างมาสร้างเป็นกราฟระหว่างแกน x กับแกน y เรียกว่า กราฟแสง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นโครงการการศึกษากราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231 มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ผ่านกันของดาวในระบบดาวคู่อุปราคา (2) ศึกษาวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา โดยใช้ฐานข้อมูล ASAS-SN Variable Stars Database นำมาสร้างกราฟแสงในโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสว่างจากกราฟ ขณะที่เกิดอุปราคาปฐมภูมิ อุปราคาทุติยภูมิ และไม่เกิดอุปราคาขึ้นโดยใช้ความสัมพันธ์ของความส่องสว่างต่อพื้นที่ผิวทรงกลม เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา ซึ่งผลการศึกษาระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231 พบว่าดาวดวงเล็กมีความส่องสว่างและอุณหภูมิพื้นผิวมากกว่าดาวดวงใหญ่ โดยเมื่อดาวดวงเล็กเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวดวงใหญ่จะมีการลดลงของแสงในปริมาณน้อยเป็นการเกิดอุปราคาทุติยภูมิ และเกิดอุปราคาปฐมภูมิเมื่อดาวดวงใหญ่เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวดวงเล็กซึ่งมีการลดลงของแสงมาก และได้ค่าพารามิเตอร์คือ สัดส่วนของรัศมีและอุณหภูมิพื้นผิวดาวในระบบดาวคู่อุปราคา

คำสำคัญ: ระบบดาวคู่อุปราคา กราฟแสง ความส่องสว่าง อุณหภูมิพื้นผิว

ความเป็นมา

ระบบดาวคู่อุปราคา (eclipsing binary star system) เป็นระบบดาวที่มีดาวฤกษ์สองดวงโคจรรอบจุดศูนย์กลางมวล มีระนาบวงโคจรเกือบอยู่ในแนวเส้นของผู้สังเกตทำให้สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงความสว่างของระบบในขณะที่ดาวทั้งสองดวงบังกัน เรียกว่า การเกิดอุปราคา (eclipse) เมื่อสังเกตเห็นบังก็ความส่องสว่างของดาวทั้งสองในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าสามารถนำข้อมูลมาสร้างเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างกับช่วงเวลา เรียกว่า กราฟแสง (Light curve) ซึ่งกราฟนี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ในระบบได้

ระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดสามารถจำแนกตามแบบจำลองของโรช (Classification of Close Binaries Based on the Roche Model) ออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ประเภท Algol หรือเรียกว่าชั้น EA เป็นระบบ

ดาวคู่แบบใกล้ซิดที่มีจำนวนมากที่สุด ประกอบด้วยสมาชิก 2 ดวงที่อยู่ห่างกันพอสมควร เป็นดาวคู่แบบแยกกัน (Detached Binaries) (2) ประเภท Beta Lyrae หรือเรียกว่าชั้น EB เป็นระบบดาวคู่ประเภทที่มีสมาชิกเป็นดาวยักษ์ (Giants) และดาวยักษ์ใหญ่ (Supergiants) ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำและมีขนาดไม่เท่ากัน สมาชิกจะอยู่ใกล้กันจึงมีแรงดึงดูดระหว่างกันมากทำให้ดาวมีรูปร่างรี (oval shape) และ (3) ประเภท W Uma หรือเรียกว่าชั้น EW เป็นดาวคู่แบบใกล้ ซิดที่มีสมาชิกทั้งสองดวงเป็น ดาวแคระ (Dwarfs) มีขนาดและความสว่างใกล้เคียงกันมาก สมาชิกทั้งสองดวงอยู่ใกล้กันมากจนบางครั้งเป็นดาวคู่แบบติดกัน(Contact Binaries) รูปร่างของดาวทั้งสองจึงบิดเบี้ยวมาก ทำให้ทราบได้ว่าดาวคู่อุปราคาประเภท EA มีโมเมนต์เชิงมุมและคาบคงที่ อีกทั้งยังไม่มีการถ่ายเทมวลสารทำให้ไม่สูญเสียมวลระหว่างกัน ต่างจากประเภท EB และ EW ที่มีการสูญเสียโมเมนต์เชิงมุม อาจทำให้ระบบดาวคู่หลอมกลายเป็นดาวเดี่ยวในที่สุด

ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะนำกราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231 ซึ่งเป็นชนิด EA มาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยใช้ฐานข้อมูลจาก ASAS-SN Variable Stars Database

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ผ่านกันของดาวในระบบดาวคู่อุปราคาจากกราฟแสง
2. เพื่อศึกษาวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดาวคู่อุปราคาจากกราฟแสง

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างและวิเคราะห์กราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231

1.1 นำเข้าข้อมูล hjd, mag, flux ของระบบดาวคู่อุปราคาจาก ASAS-SN Variable Stars Database โดยโปรแกรม Microsoft Excel และคำนวณ Phase ของระบบดาวคู่อุปราคา ดังสมการ

$$\text{Phase} = \text{MOD} \left(\frac{\text{hjd} - \text{epoch}}{\text{period}} \right)$$

- 1.2 สร้างกราฟในโปรแกรม Microsoft Excel กำหนดให้ Phase เป็นแกน x และ Flux เป็นแกน y
- 1.3 สร้างสมการจากการวิเคราะห์การเคลื่อนที่และกราฟ ดังสมการ

$$B = \frac{\sigma T^4 4\pi R^2}{4\pi d^2}$$

ตอนที่ 2 การศึกษาวิธีหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231

2.1 หาสัดส่วนของรัศมีดาวในระบบดาวคู่อุปราคา จากสมการ $B = \frac{\sigma T^4 4\pi R^2}{4\pi d^2}$

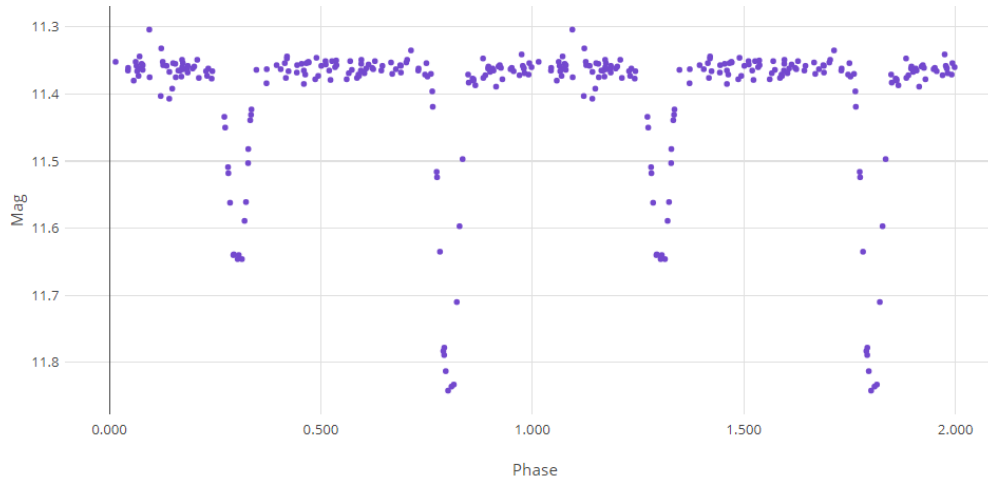
โดยเปรียบเทียบความสว่างของดาวดวงใหญ่ขณะถูกบังกับความสว่างของดาวดวงใหญ่ขณะที่ไม่ถูกบัง เพื่อหาสัดส่วนรัศมีของดาวดวงเล็กกับดาวดวงใหญ่

2.2 หาสัดส่วนของอุณหภูมิพื้นผิวดาวในระบบดาวคู่อุปราคา จากสมการ $\frac{B_1}{B_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4} \times \frac{R_1^2}{R_2^2}$

ผลการศึกษา

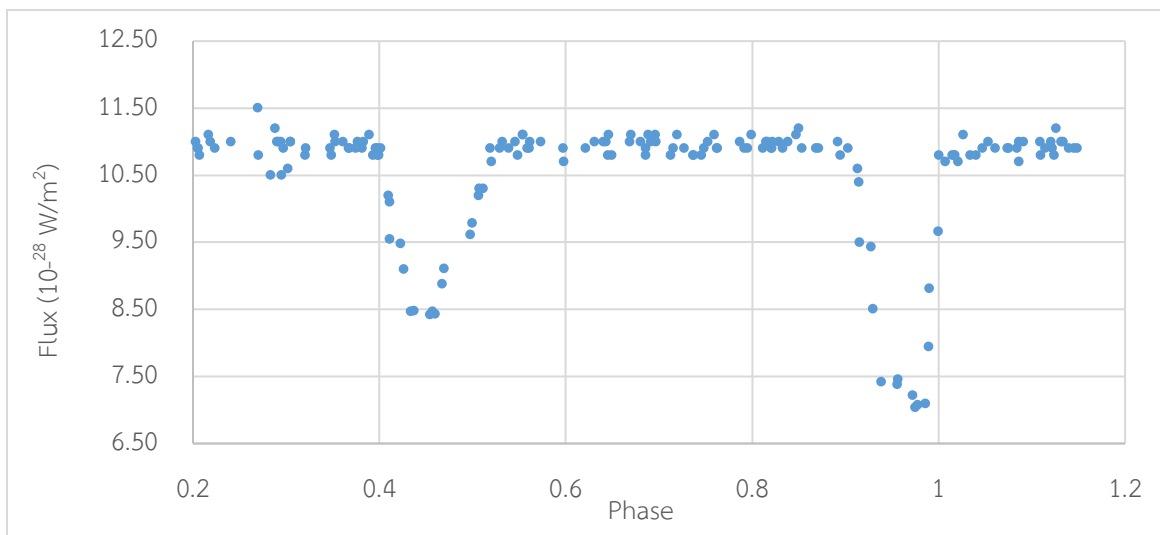
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ผ่านกันของดาวในระบบดาวคู่อุปราคา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ผ่านกันของดาวในระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231 สามารถสร้างกราฟที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างกับระยะเวลาในการโคจรได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับความสว่างกับเฟสของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231

จากการศึกษากราฟแสงจากภาพที่ 1 พบว่า กราฟช่วงที่มีความสว่างมากที่สุด ความสว่างรองลงมา และความสว่างน้อยที่สุด เป็นขณะที่ไม่เกิดอุปราคา เกิดอุปราคาทุติยภูมิ และเกิดอุปราคาปฐมภูมิตามลำดับ



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความส่องสว่างปรากฏกับเฟสของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS363523

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

ค่าพารามิเตอร์ซึ่งคำนวณจากความส่องสว่างจากกราฟแสงคือ สัดส่วนรัศมีและสัดส่วนอุณหภูมิพื้นผิว ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231

Parameters	NSVS3635231
$\frac{R_1}{R_2}$	0.61
$\frac{T_1}{T_2}$	1.1

สรุปผล

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์การเกิดอุปราคาของระบบดาวคู่อุปราคา NSVS3635231 สามารถสรุปผลได้ ดังนี้ (1) การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ผ่านกันของดาวในระบบดาวคู่อุปราคาจากกราฟแสง โดยการวิเคราะห์การลดลงของแสงขณะต่าง ๆ ได้แก่ ขณะเกิดอุปราคาปฐมภูมิ หรือมีความสว่างลดลงมากที่สุด กราฟแสงจะแสดงแสงจากดาวดวงที่มีขนาดใหญ่กว่า ในขณะที่อุปราคาทุติยภูมิ หรือมีความสว่างลดลง ร่องลงมา กราฟแสงจะแสดงแสงจากดาวดวงที่มีขนาดเล็กกว่าและดวงที่ใหญ่กว่าบริเวณที่ไม่ถูกบัง และขณะที่ไม่เกิดอุปราคา กราฟแสงจะแสดงความสว่างของดาวทั้งสอง และ (2) ค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้จากกราฟแสง คือ ค่าสัดส่วนรัศมีและสัดส่วนของอุณหภูมิพื้นผิวดาว ซึ่งมีค่า 0.61 และ 1.1 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Ohio State University, *Department of Astronomy*. (ม ป ป). ASAS-SN Variable Stars Database.

สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://asas-sn.osu.edu/variables/303ec0b2-9ee1-593b-82a1-0eef9d082a46>

วิญ ุโจปการ. (2561). *เอกภพ เพื่อความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล*. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.

Pulsar map

นางสาวกาญจน์ระวี ฉ่ำแสง

E-mail: 39615@promma.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายทวีรักษ์ ทูลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

พัลซาร์ (Pulsar) คือแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุในอวกาศเป็นช่วงสั้น ๆ ซึ่งเกิดจากดาวนิวตรอนที่หมุนรอบตัวเองอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพัลซาร์ปล่อยสัญญาณเป็นจังหวะ มีความเฉพาะตัวของแต่ละดวง จึงถูกเลือกใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงเพื่อทำแผนที่พัลซาร์ ซึ่งเป็นแผนที่เพื่อระบุตำแหน่งของโลก และได้ถูกส่งออกนอกโลกไปกับยานไพโอเนียร์ 10 การศึกษาเกี่ยวกับแผนที่พัลซาร์จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสร้างแผนที่พัลซาร์โดยใช้ฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF) (2) เพื่อเลือกพัลซาร์สำหรับแผนที่พัลซาร์ระบุตำแหน่งของระบบดาวเคราะห์อื่น ๆ โดยใช้ข้อมูลของพัลซาร์จากฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF) และใช้ข้อมูลของดาวฤกษ์ที่มีระบบดาวเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต จากฐานข้อมูล SIMBAD astronomical โดยเลือกระบบดาว Trappist-1 ซึ่งเป็นระบบดาวที่มีการค้นพบว่า ดาวเคราะห์ทั้งหมดในระบบนี้ เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ใน Habitable zone ซึ่งอาจเอื้อต่อสิ่งมีชีวิต (thaipublica.org, 2564) ผลการศึกษาพบว่าพัลซาร์หนึ่งดวงไม่ได้สามารถตรวจพบได้จากทุกทิศทาง ขึ้นอยู่กับมุมการแกว่งของสัญญาณ และมุมการแกว่งสัญญาณจากพัลซาร์แต่ละดวงจะไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับคาบการหมุนของพัลซาร์ ทำให้พัลซาร์ไม่อาจใช้ได้ทุกดวง ต้องพิจารณาจากต้นทางและปลายทางของแผนที่

คำสำคัญ: Pulsar map, Pulsar, Pioneer 10, สัญญาณพัลซาร์

ความเป็นมา

ในปีค.ศ. 1971 แผนที่พัลซาร์ถูกส่งออกนอกโลกไปกับยานไพโอเนียร์ 10 ด้วยความหวังที่ว่า ถ้ามีสิ่งมีชีวิตที่สามารถตรวจจบบ้านได้ จะสามารถเข้าใจแผนที่พัลซาร์ได้ แผนที่พัลซาร์ดังกล่าวช่วยระบุตำแหน่งของโลกให้ส่งมีชีวิตนอกโลก เนื่องจากพัลซาร์ปล่อยรังสีเป็นจังหวะ มีความเฉพาะตัวของแต่ละดวง ทำให้แฟรงค์ เดรก (Frank Drake) เลือกใช้พัลซาร์เป็นตำแหน่งอ้างอิงเพื่อทำแผนที่พัลซาร์ โดยแผนที่ประกอบไปด้วยพัลซาร์ 14 ดวง มีจุดตัดคือตำแหน่งของระบบสุริยะ และเส้นประเป็นลักษณะของเลขฐานสอง ซึ่งเลขฐานสองดังกล่าว แสดงอัตราการหมุนรอบตัวเองของพัลซาร์แต่ละดวง และความยาวของเส้นที่ลากระหว่างระบบสุริยะ และพัลซาร์แต่ละดวง แสดงถึงระยะห่างระหว่างระบบสุริยะกับพัลซาร์ดวงนั้น ๆ

ผู้ศึกษาได้มีความสนใจเกี่ยวกับวิธีการสร้าง และวิธีการอ่านแผนที่พัลซาร์ จึงได้ศึกษาการสร้างแผนที่พัลซาร์ โดยใช้ระยะห่าง พิกัดกาแลคติก และคาบการหมุนของพัลซาร์ทั้งหมดจากฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF) มาวิเคราะห์พิกัดและมุมการแกว่งของสัญญาณจากพัลซาร์ เพื่อใช้ในการเลือกพัลซาร์ และใช้ข้อมูลดาวฤกษ์ที่อยู่ในระบบดาวเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแผนที่พัลซาร์โดยใช้ฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF)
2. เพื่อเลือกพัลซาร์สำหรับแผนที่พัลซาร์ระบุตำแหน่งของระบบดาวเคราะห์อื่น ๆ

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 สร้างแผนที่พัลซาร์โดยใช้ฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF)

1. กำหนดข้อมูลของพัลซาร์ที่ต้องใช้ในการทำแผนที่ ได้แก่ ระยะห่างของพัลซาร์ พิกัดกาแล็กติก คาบการหมุน และระยะห่างของจุดศูนย์กลางกาแล็กซี
2. ค้นหาข้อมูลพัลซาร์ที่ต้องการจากฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF)
3. แปลงพิกัดของดวงอาทิตย์ จุดศูนย์กลางกาแล็กซี และพัลซาร์จากระบบพิกัดกาแล็กติกเป็นระบบพิกัดฉาก โดยมีดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลาง ดังสมการ

$$X = D \cos l \cos b, Y = D \sin l \cos b, Z = D \sin b$$

เมื่อ D คือ ระยะห่างระหว่างพัลซาร์กับโลก l คือ กาแล็กติกลติจูด และ b คือ กาแล็กติกลองจิจูด

4. เลือกพัลซาร์ที่สามารถใช้เพื่อทำแผนที่ได้ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้ 1) ระยะห่างใกล้กับโลก 2) พัลซาร์ที่มีคาบการหมุนสั้นกว่า 1 วินาที 3) เลือกพัลซาร์ให้กระจาย เพื่อเพิ่มโอกาสการพบพัลซาร์มากขึ้น
5. สร้างแผนที่ โดยระบุคาบการหมุนของพัลซาร์เทียบกับคาบการสั้นของ HI transition บนแผนที่เป็นระบบเลขฐานสอง

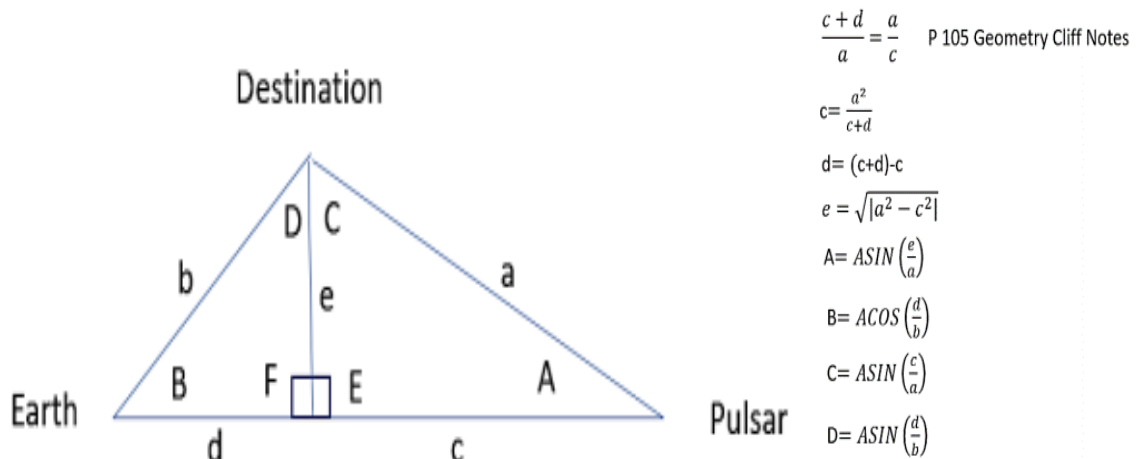
ตอนที่ 2 เลือกพัลซาร์สำหรับแผนที่พัลซาร์ระบุตำแหน่งของระบบดาวเคราะห์อื่น ๆ

1. เลือกดาวฤกษ์ที่จะใช้ในการสร้างแผนที่แสดงตำแหน่ง โดยเลือกเป็นระบบดาวเคราะห์ TRAPPIST-1
2. ค้นหาข้อมูลพิกัดกาแล็กติก และระยะห่างจากโลกของ TRAPPIST-1 จากฐานข้อมูล SIMBAD astronomical
3. แปลงพิกัดของ TRAPPIST-1 พัลซาร์ และจุดศูนย์กลางกาแล็กซี จากพิกัดกาแล็กติกเป็นระบบพิกัดฉาก จากนั้นทำการย้ายจุดศูนย์กลางจากโลกไปอยู่ที่ TRAPPIST-1
4. คำนวณมุมการแกว่งของพัลซาร์ ดังสมการ (Lorimer & Kramer, 2005, p. 70)

$$\rho \approx \frac{5.4 P^{-1/2}}{s}$$

เมื่อ P คือ คาบการหมุนของพัลซาร์ และ ρ คือ มุมการแกว่งของพัลซาร์

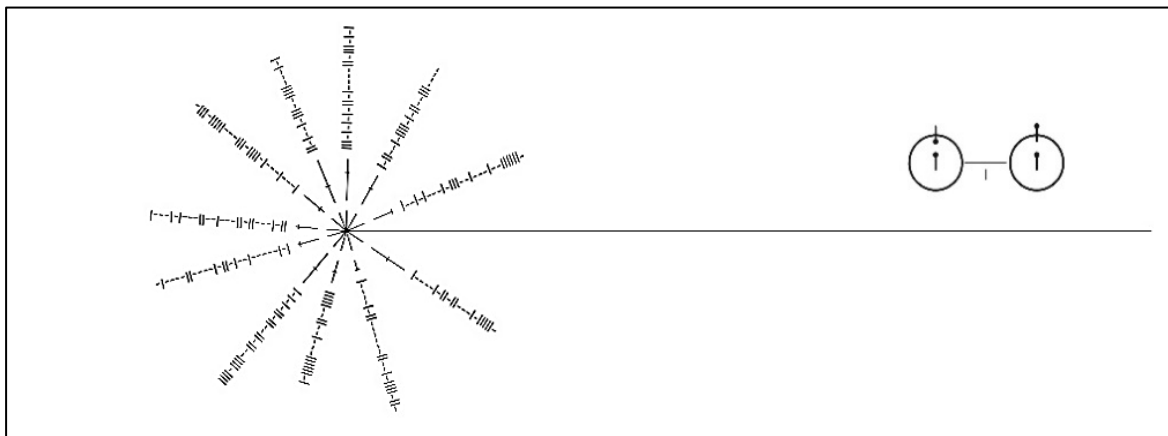
5. คำนวณมุมที่สังเกตพัลซาร์จากดาว Trappist-1 (มุม A) โดยมุมที่สังเกตพัลซาร์จาก Trappist-1 (มุม A) จะต้องมีค่าน้อยกว่า 2ρ ดังรูปที่ 1
6. เลือกพัลซาร์ที่เหมาะสมในการสร้างแผนที่ โดยพิจารณาจาก 1) พัลซาร์ที่สามารถจับคลื่นวิทยุจากโลกได้ 2) ระยะห่างใกล้กับโลก 3) พัลซาร์ที่มีคาบการหมุนสั้นกว่า 1 วินาที และ 4) เลือกพัลซาร์ให้กระจาย เพื่อเพิ่มโอกาสการพบพัลซาร์มากขึ้น
7. สร้างแผนที่ เช่นเดียวกับตอนที่ 1



รูปที่ 1 การคำนวณมุมที่สังเกตพัลซาร์ จากดาว Trappist-1 (มุม A)

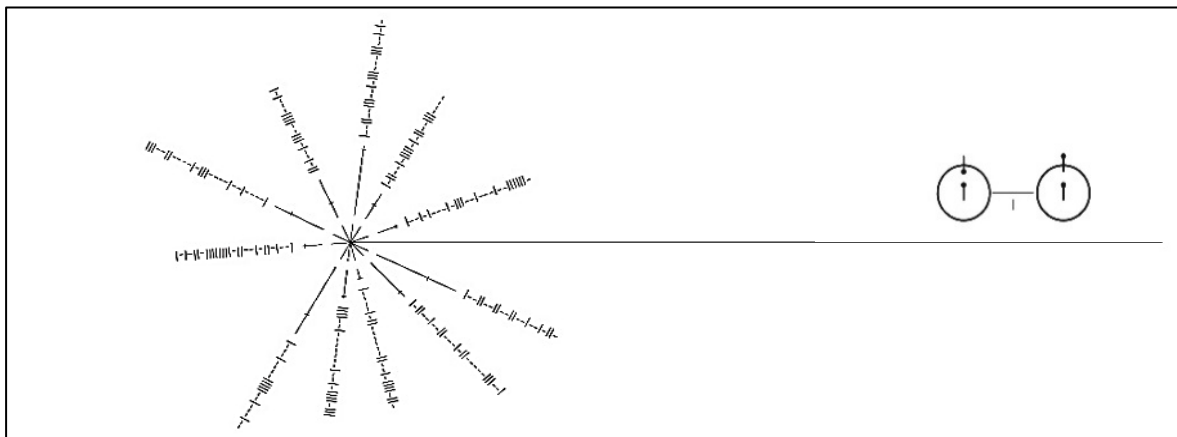
ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างแผนที่พัลซาร์โดยใช้ฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF)



รูปที่ 2 แผนที่พัลซาร์เพื่อชี้พิกัดของโลก

ตอนที่ 2 การเลือกพัลซาร์สำหรับแผนที่พัลซาร์ระบุตำแหน่งของระบบดาวเคราะห์อื่น ๆ



รูปที่ 3 แผนที่พัลซาร์เพื่อชี้พิกัดของ Trappist-1

สรุปผล

ตอนที่ 1 การสร้างแผนที่พัลซาร์โดยใช้ฐานข้อมูล Australia Telescope National Facility (ATNF)

แผนที่พัลซาร์สามารถทำได้โดยการแปลงพิกัดจากระบบกาแลคติก ให้อยู่ในระบบพิกัดฉากและเลือกพัลซาร์ที่มีระยะห่างใกล้กับโลก พัลซาร์ที่มีคาบการหมุนสั้นกว่า 1 วินาที เนื่องจากจะมีอายุยาวและสัญญาณที่แม่นยำมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และเลือกพัลซาร์ให้การกระจายตำแหน่ง รอบ ๆ จุดหมายปลายทาง เพื่อเพิ่มโอกาสการสังเกตพบพัลซาร์ให้มากขึ้น ทั้งนี้ แผนที่พัลซาร์ที่สร้างขึ้น จะมีการระบุคาบการหมุนของพัลซาร์ เทียบกับคาบการสั้นของ HI transition จากนั้นแปลงเป็นระบบเลขฐานสอง

ตอนที่ 2 การเลือกพัลซาร์สำหรับแผนที่พัลซาร์ระบุตำแหน่งของระบบดาวเคราะห์อื่น ๆ

ในการเลือกพัลซาร์จะต้องทำการพิจารณามุมการแกว่งของสัญญาณเทียบกับมุมที่สังเกตพัลซาร์ เพื่อคาดคะเนว่าสามารถจับคลื่นวิทยุที่ระบบดาวเคราะห์นั้นได้หรือไม่ และในการสร้างแผนที่พัลซาร์สำหรับดาวฤกษ์ดวงอื่น ๆ อาจใช้พัลซาร์ที่ไม่เหมือนกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่าง ๆ จากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาของทุก ๆ ท่าน ขอขอบคุณ นายมติพล ตั่งมดีธรรม และนายธนกร อังค์วัฒน์ นักวิชาการจากสถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ ครูทวีรักษ์ ทูลพุทธา ครูที่ปรึกษาโครงการสุดท้ายขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Russel, R. A. (2019). Galactic Navigation using the Pioneer Spacecraft Pulsar Map. Retrieved 1 December 2020, <http://dses.science/wp-content/uploads/2020/04/18-Galactic-Navigation-using-the-Pioneer-Spacecraft-Pulsar-Map.pdf>
- Russel, R. A. (2019). A Practical Guide for Selecting and Utilizing Pulsars for Galactic Navigation. Retrieved 2 April 2021, <http://dses.science/wp-content/uploads/2020/04/19-A-Practical-Guide-for-Selecting-and-Utilizing-Pulsars-for-Galactic-Navigation.pdf>
- ATNF Pulsar Catalogue. Australia Telescope National Facility (ATNF). Retrieved 17 February 2021. From <https://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat/>
- วิมุติ วสะหลาย. พัลซาร์สายพันธุ์ใหม่ เกิดจากดาวแคระขาว. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2564, จากเว็บไซต์ <http://thaiastro.nectec.or.th/news/1060/>
- ปรีดี บุญซื่อ. การค้นพบระบบดาวเคราะห์ใหม่ TRAPPIST-1 ก้าวกระโดดครั้งใหญ่สู่การค้นหาวินิตต่างดาว. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2564, จากเว็บไซต์ <https://thaipublica.org/2017/02/pridi33/>

การศึกษาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์
(H-R Diagram) เปรียบเทียบกับการใช้ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี (RR Lyrae Variable Star)

นางสาวธิติตา สุขรัชช์

E-mail: thisitaxxx@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทรงาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ เปรียบเทียบกับการใช้ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี ด้วยวิธีการถ่ายภาพกระจุกดาวทรงกลม (NGC 3201, NGC 5272) และดาวแปรแสง (NGC 3201 SAW V47, NGC 5272 SAW V23) ด้วยกล้องโทรทรรศน์ (Robotic Telescope) ขนาด 0.7 เมตร จากหอดูดาว Spring Book ประเทศออสเตรเลีย นำภาพกระจุกดาวทรงกลมมาทำการลดสัญญาณรบกวน (Reduction) ด้วยโปรแกรม AstrolmageJ ทำการวัดค่าแสง (Photometry) ของกระจุกดาวทรงกลมด้วยโปรแกรม Aperture Photometry และวิเคราะห์ภาพด้วย H-R Diagram ผ่านโปรแกรม SAOImageDS9 และกราฟแสง (Light Curve) ผ่านโปรแกรม AstrolmageJ ผลการศึกษาพบว่าระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 จากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ มีค่าระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 4,394.67 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะจริง คิดเป็นร้อยละ 12.11 ในขณะที่การใช้ดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 ไม่สามารถหาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกได้ ส่วนกระจุกดาวทรงกลม NGC 5272 เนื่องจากไม่สามารถระบุตำแหน่งแถบลำดับหลักได้อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถทำการคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงกระจุกดาวได้ ในขณะที่ดาวแปรแสง NGC 5272 SAW V23 มีค่าระยะห่างจากโลกเฉลี่ยเท่ากับ 16,412.00 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะห่างจริง คิดเป็นร้อยละ 57.81 และเนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลยังไม่เพียงพอจึงไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการคำนวณทั้งสองวิธีได้

คำสำคัญ: ดาวแปรแสง กราฟแสง แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์

ความเป็นมา

ดาวแปรแสง (Variable Star) คือดาวฤกษ์ที่มีความสว่างเปลี่ยนแปลงอย่างมาก แตกต่างจากดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ในท้องฟ้าที่มีสภาพส่องสว่างเกือบคงที่ ดวงอาทิตย์ของเราเป็นตัวอย่างที่ดีของดาวฤกษ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของความสว่างน้อยมาก ดาวแปรแสงมีทั้งหมด 6 ประเภท คือดาวแปรแสงแบบจิ้งหะ ดาวแปรแสงแบบประทุ ดาวแปรแสงแบบอุปราคา ดาวแปรแสงแบบหมุน ดาวแปรแสงหายนยะ และดาวแปรแสงเอกซเรย์ [1]

ดาวแปรแสงแบบจิ้งหะ (Pulsating Variables) มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง เนื่องจากชั้นบรรยากาศมีการเคลื่อนไหวอย่างเป็นจังหวะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวดาว เช่น ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี (RR Lyrae Variable Star) มีการแปรแสงในแนวเล็งเดียวกัน มีคาบการแปรแสงสั้น 0.3-1.2 วัน ใน

การหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมปัจจุบันใช้วิธีการศึกษาจากกราฟแสงของดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลีและวิธีการศึกษาจากแผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ ของกระจุกดาวทรงกลม [1]

ดังนั้นผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 และ NGC 5272 (Messier 3) โดยใช้การสร้างแผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ และการใช้ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23 ที่มีคาบการโคจรที่สั้น เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลม พร้อมทั้งเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้งสองวิธี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการนำแผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์และดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลีมาใช้ในการหาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลก

วิธีการศึกษา

1. ทำการถ่ายภาพกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 และ NGC 5272 โดยใช้ฟิลเตอร์กรองแสง B และฟิลเตอร์กรองแสง V พร้อมถ่ายภาพดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23 ด้วยกล้องโทรทรรศน์ ขนาด 0.7 เมตร จากหอดูดาว Spring Book ประเทศออสเตรเลีย

2. นำภาพกระจุกดาวทรงกลมที่ได้มาทำการลดสัญญาณรบกวนด้วยโปรแกรม AstrolmageJ

3. นำภาพกระจุกดาวทรงกลมที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนมาทำการวัดค่าแสงด้วยโปรแกรม Aperture Photometry และวิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรม SAOImageDS9

4. สร้างกราฟ H-R Diagram ของกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 และ NGC 5272 และคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมทั้งสอง

5. นำภาพดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23 ที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนมาทำการวัดค่าแสงของภาพด้วยโปรแกรม AstrolmageJ

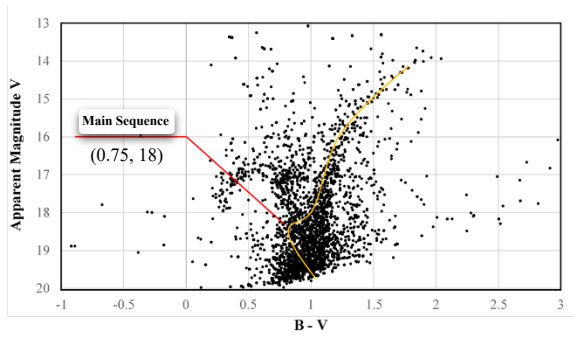
6. สร้างกราฟแสงของดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23 เพื่อหาคาบการแปรแสงของดาว ซึ่งจะนำไปหาค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ โดยใช้สมการ $M = -0.216 - 1.7 \log \left(\frac{\text{periods}}{0.32} \right)$ และค่าแมกนิจูดปรากฏ โดยใช้สมการ $m_1 - m_2 = -2.5 \log \left(\frac{F_1}{F_2} \right)$

7. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลม โดยใช้สมการ $d = 10^{\frac{m-M+5}{5}}$ เมื่อ m คือ ค่าแมกนิจูดปรากฏ (Apparent Magnitude) และ M คือ ค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude)

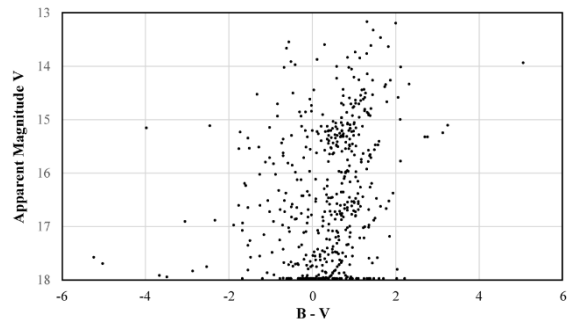
8. วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 และ NGC 5272 ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้งสองวิธี พร้อมเปรียบเทียบความแตกต่าง

ผลการศึกษา

เมื่อนำค่า Magnitude B และ Magnitude V ของกระจุกดาวทรงกลม NGC 3201 และ NGC 5272 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Magnitude B และค่าดัชนีสี B-V จะได้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ ดังรูปที่ 1



a) กระจุกดาว NGC 3201

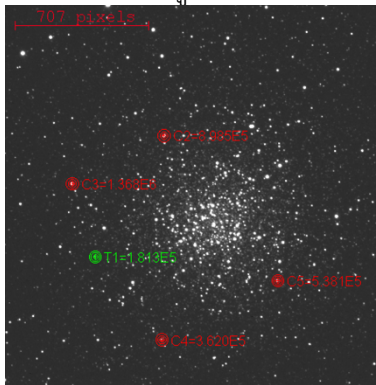


b) กระจุกดาว NGC 5272

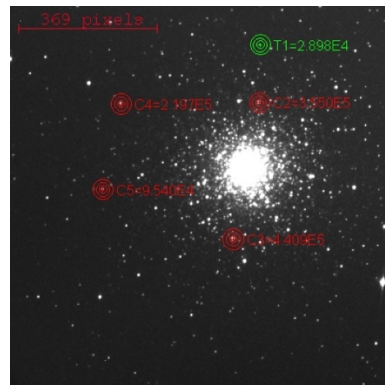
รูปที่ 1 แสดง H-R Diagram ของกระจุกดาว NGC 3201 และ NGC 5272

จากรูปที่ 1 a) พบว่าตำแหน่งดาวบนแถบลำดับหลัก (Main Sequence) ของกระจุกดาว NGC 3201 เป็นดังภาพ ซึ่งเมื่อทำการคำนวณหาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลก จะได้ระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4,394.67 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะห่างจริงคือ 5,000 พาร์เซก [2] คิดเป็นร้อยละ 12.11 ในขณะที่ รูปที่ 1 b) ไม่สามารถระบุตำแหน่งจุดเบนออกของกระจุกดาว NGC 5272 ได้ อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถทำการการคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงกระจุกดาว NGC 5272 ได้

และเมื่อนำภาพถ่ายดาวแปรแบบอาร์อาร์ไล้ NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23 มาทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างด้วยโปรแกรม AstrolmageJ ดังรูปที่ 2 เพื่อสร้างกราฟแสงจะได้ผลการทดลองเป็นดังรูปที่ 3

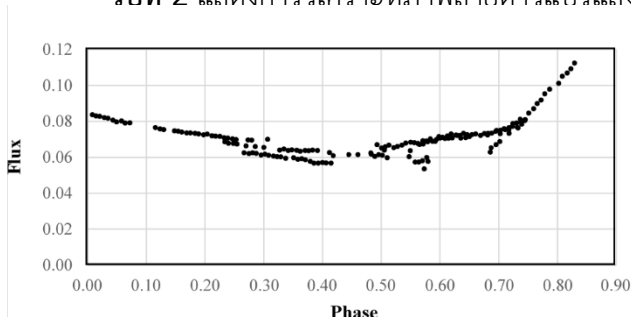


a) NGC 3201 SAW V47

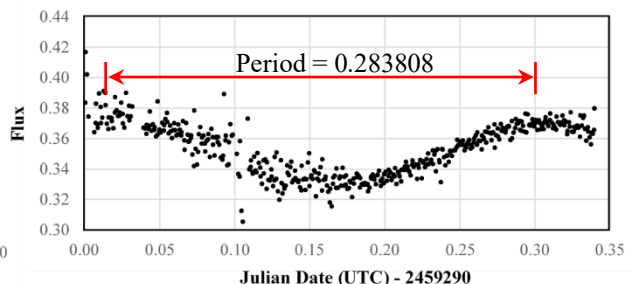


b) NGC 5272 SAW V23

รูปที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23



a) NGC 3201 SAW V47



b) NGC 5272 SAW V23

รูปที่ 3 แสดง Light Curve ของดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 และ NGC 5272 SAW V23

จากรูปที่ 3 a) พบว่ากราฟแสงของ NGC 3201 SAW V47 ไม่มีตำแหน่งยอดกราฟ (Peak) ที่ชัดเจน จึงไม่สามารถคำนวณคาบของดาวได้ ส่งผลให้ไม่สามารถคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดาวแปรแสงได้ ในขณะที่กราฟแสงของ NGC 5272 SAW V23 มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.283808 วัน และเมื่อทำการคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดาวแปรแสง จะได้ว่าระยะห่างของดาวแปรแสงจากโลกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 16,412.00 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะห่างจริงคือ 10,400 พาร์เซก [3] คิดเป็นร้อยละ 57.81

สรุปผล

จากการศึกษาระยะห่างของกระจุกดาวทรงกลมจากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ เปรียบเทียบกับการใช้ดาวแปรแสงแบบอาร์อาร์ไรลี พบว่าระยะห่างของกระจุกดาว NGC 3201 จากโลกโดยใช้แผนภูมิเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ มีค่าระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 4,394.67 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะจริง 5,000 พาร์เซก คิดเป็นร้อยละ 12.11 ในขณะที่การใช้ดาวแปรแสง NGC 3201 SAW V47 ไม่สามารถหาระยะห่างจากโลกถึงดาวได้ ส่วนกระจุกดาว NGC 5272 เนื่องจากไม่สามารถระบุตำแหน่งแถบลำดับหลักได้อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถทำการคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงกระจุกดาวได้ ในขณะที่ดาวแปรแสง NGC 5272 SAW V23 คำนวณระยะห่างของดาวแปรแสงจากโลกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 16,412.00 พาร์เซก คลาดเคลื่อนจากระยะห่างจริงคือ 10,400 พาร์เซก [3] คิดเป็นร้อยละ 57.81 และเนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลยังไม่เพียงพอจึงไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการคำนวณทั้งสองวิธีได้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากครูศุภชัย จันทร์งาม ครูที่ปรึกษา ขอขอบพระคุณ คุณฟ้าประกาย เจียรคุปต์ พี่เลี้ยงโครงการดาราศาสตร์ที่คอยให้คำแนะนำอย่างดีเสมอมา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสในการทำโครงการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกีพีเดีย. (2562). ดาวแปรแสง. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2564, จากวิกิพีเดีย <http://th.wikipedia.org/wiki/ดาวแปรแสง>
- [2] วิกีพีเดีย. (2561). NGC 3201. สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2564, จากวิกิพีเดีย https://en.wikipedia.org/wiki/NGC_3201#cite_note-aj139_2_476-3
- [3] วิกีพีเดีย. (2561). Messier 3. สืบค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2564, จากวิกิพีเดีย https://en.wikipedia.org/wiki/Messier_3

การสร้างแบบจำลองตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกด้วย H-R Diagram

นางสาว กานติมา บุญสิงห์

E-mail: tikkantima@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทร์งาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาระยะทางของกระจุกดาวทรงกลม เพื่อสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก โดยใช้ฐานข้อมูลกระจุกดาวทรงกลมที่มีอยู่ในซอฟต์แวร์ SAOImageDS9 นำข้อมูลมาสร้างกราฟ H-R Diagram เพื่อใช้ในการคำนวณหาระยะทางถึงกระจุกดาวทรงกลมที่สนใจ พร้อมสร้างแบบจำลองตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก ผลการศึกษาพบว่ากระจุกดาวทรงกลมส่วนใหญ่จะอยู่กันอย่างหนาแน่นบริเวณใกล้กับระบบสุริยะและกระจุกดาวทรงกลมที่มีความมั่งคั่งในพิกัดกาแลคติกเป็นบวกรวมจะมีจำนวนไม่แตกต่างกันกับกระจุกดาวทรงกลมที่มีความมั่งคั่งในพิกัดกาแลคติกเป็นลบ โดยมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 58.72

คำสำคัญ: กระจุกดาว กระจุกดาวทรงกลม กาแลคซีทางช้างเผือก

ความเป็นมา

กระจุกดาว คือ กลุ่มของดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันด้วยแรงดึงดูดจากความโน้มถ่วง สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ กระจุกดาวทรงกลม เป็นกลุ่มของดาวฤกษ์อายุมากนับแสนดวงที่อยู่ด้วยกันด้วยแรงดึงดูดค่อนข้างมาก และกระจุกดาวเปิดที่มีดาวฤกษ์น้อยกว่า เพียงไม่กี่ร้อยดวงในกลุ่ม เป็นดาวฤกษ์อายุน้อยและมีแรงดึงดูดต่อกันเพียงหลวมๆ [1]

กระจุกดาวทรงกลม เป็นแหล่งรวมของดวงดาวที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม โคจรไปรอบ ๆ แกนกลางดาราจักร ดาวฤกษ์ในกระจุกดาวทรงกลมมีแรงโน้มถ่วงดึงดูดต่อกันค่อนข้างมาก ทำให้ดาวเหล่านั้นรวมตัวเป็นกลุ่มทรงกลม มีความหนาแน่นของดาวค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในจุดศูนย์กลาง การหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมในปัจจุบันใช้วิธีการศึกษาจากการสร้าง H-R Diagram ของกระจุกดาวทรงกลม โดยการสุ่มเลือกดาวในลำดับหลัก (Main Sequence Stars) [2]

ดังนั้น งานวิจัยนี้ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมที่สนใจโดยการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาสร้าง H-R Diagram และนำระยะทางที่ได้มาสร้างแบบจำลองตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก
2. เพื่อสร้างแบบจำลองตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก

วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะทำการศึกษาการหาระยะทางของกระจุกดาวทรงกลม เพื่อสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

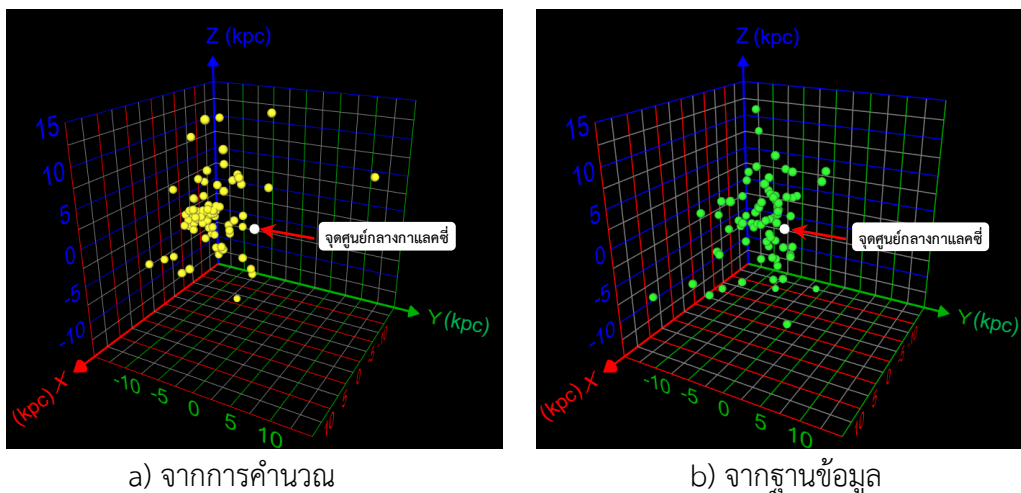
1. หารายชื่อกระจุกดาวทรงกลมจากฐานข้อมูลโดยการสุ่มเลือก จำนวน 100 กระจุกดาว
2. ใช้ซอฟต์แวร์ SAOImageDS9 ในการดึงข้อมูลของกระจุกดาวทรงกลมจากฐานข้อมูล
3. สร้างกราฟ H-R Diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแมกนิจูดปรากฏและค่าดัชนีสี B-V
4. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลม โดยใช้สมการ $d = 10^{\frac{m-M+5}{5}}$

พร้อมหาค่าความคลาดเคลื่อน [3]

5. ใช้ซอฟต์แวร์ Stellarium ในการระบุตำแหน่งในพิกัดกาแลคติก (Galactic Coordinates)
6. จำลองภาพการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก โดยใช้โปรแกรมสร้างกราฟ 3 มิติ (Graphing Calculator 3D)
7. สร้างแบบจำลองการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก

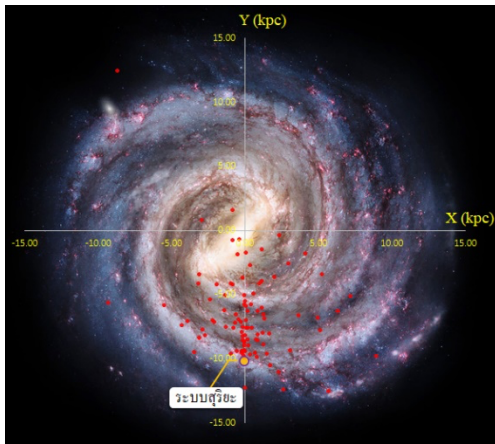
ผลการศึกษา

เมื่อนำตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมที่ได้จากฐานข้อมูล โดยการนำค่าที่ได้ไปพอร์ตในโปรแกรมสร้างกราฟ 3 มิติ จะได้ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 1

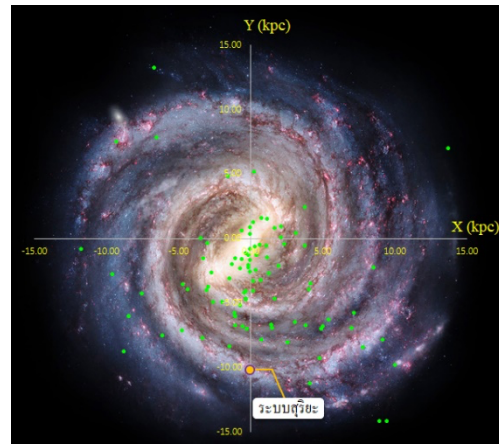


รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกในรูปแบบ 3 มิติ จากรูปที่ 1 พบว่ากระจุกดาวทรงกลมส่วนใหญ่จะกระจายกันอยู่เพียงด้านเดียวเมื่อพิจารณาจากจุดศูนย์กลางของกาแลคซี

เมื่อพิจารณาตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมในรูปแบบ 2 มิติ เมื่อสังเกตจากด้านบนของกาแลคซี (ด้านที่ค่ามุมเงยในพิกัดกาแลคติกเป็นบวก) จะได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 2



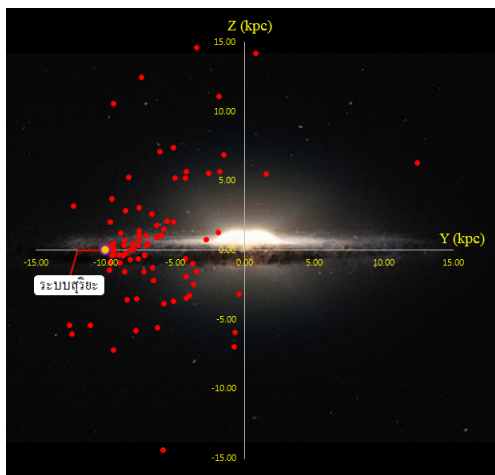
a) จากการคำนวณ



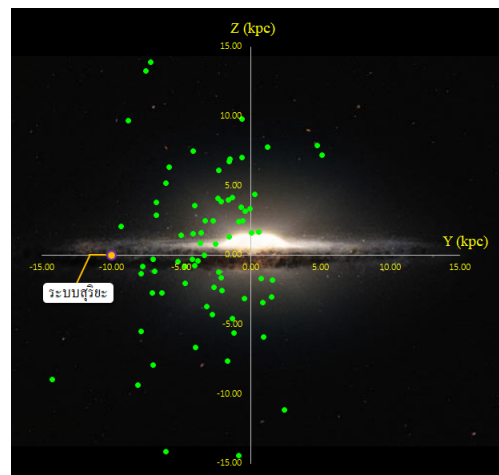
b) จากฐานข้อมูล

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกในรูปแบบ 2 มิติ จากรูปที่ 2 พบว่ากระจุกดาวทรงกลมส่วนใหญ่จะกระจายตัวกันอยู่บริเวณฝั่งเดียวกับระบบสุริยะ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่ระยะทางของกระจุกดาวที่อยู่ไม่ไกลจากโลกมากทำให้นักดาราศาสตร์สามารถตรวจพบได้ง่าย

เมื่อพิจารณาตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมในรูปแบบ 2 มิติ เมื่อสังเกตจากด้านข้างของกาแลคซี จะได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3



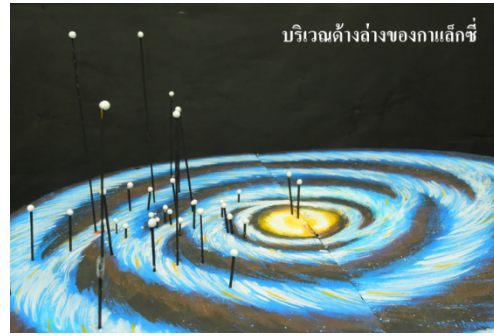
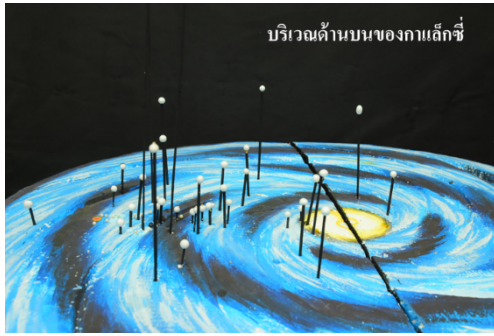
a) จากการคำนวณ



b) จากฐานข้อมูล

รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกในรูปแบบ 2 มิติ จากรูปที่ 3 พบว่ากระจุกดาวทรงกลมมีการกระจายตัวอยู่บริเวณด้านบนและด้านล่างของกาแลคซี ในจำนวนที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก จะได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 4



จากรูปที่ 4 พบว่าลักษณะการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นบนของกาแลคซีกับกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นล่างมีลักษณะที่คล้ายกัน อีกทั้งพบว่าจำนวนของกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นบนของกาแลคซีไม่แตกต่างกับจำนวนกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นล่าง

และเมื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าระยะทางที่คำนวณได้พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 58.72 เมื่อเทียบกับระยะทางจริงที่นำมาจากฐานข้อมูล ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการระบุตำแหน่งของดาวในแถบลำดับหลักที่ใช้ในการหาค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ (Apparent Magnitude)

สรุปผล

จากการศึกษาระยะทางจากโลกถึงกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือก เพื่อสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของกระจุกดาวทรงกลมภายในกาแลคซีทางช้างเผือกพบว่า กระจุกดาวทรงกลมส่วนใหญ่จะกระจายตัวกันอยู่บริเวณฝั่งเดียวกันกับระบบสุริยะ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะการกระจายตัวและจำนวนของกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นบนของกาแลคซีไม่แตกต่างกับกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่บริเวณด้นล่าง และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการคำนวณเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 58.72

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากครูศุภชัย จันทร์งาม ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่คอยให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ เฉลิมพงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์ และคุณสิทธิพร เตือนตะคุ เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ชำนาญการ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ พี่เลี้ยงโครงการที่ให้คำแนะนำจนโครงการสำเร็จลงได้ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสในการทำโครงการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกิพีเดีย. (2561). กระจุกดาว. สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม 2564, จากวิกิพีเดีย <http://th.wikipedia.org/wiki/กระจุกดาว>
- [2] วิกิพีเดีย. (2561). กระจุกดาวทรงกลม. สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม 2564, จากวิกิพีเดีย <http://th.wikipedia.org/wiki/กระจุกดาวทรงกลม>
- [3] มติพล ตั้งมติธรรม. (2556). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : สำนักบริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

ศึกษาอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์

นางสาวณัฐมา ปทุมเพชร

E-mail: natchaforwork2@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวสุกัญญา วราพุดม

โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

บทคัดย่อ

โครงการศึกษาอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ เปรียบเทียบอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ โดยใช้ฐานข้อมูลอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีจำนวน 5 กาแล็กซี และฐานข้อมูลอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของดาวเสาร์

ผลการศึกษาพบว่าอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์มีความแตกต่างกัน โดยกาแล็กซีจะมีอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองที่ไม่สัมพันธ์กับระยะทางที่ไกลออกไปและไม่เป็นไปตามกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 โดยพบว่ามวลที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากศูนย์กลางกาแล็กซีออกไปไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซี เนื่องจากหากมวลส่วนใหญ่อยู่ที่ศูนย์กลางแล้ว อัตราเร็วที่ปลายของกาแล็กซีควรจะมีอัตราเร็วในวงโคจรช้ากว่าบริเวณใกล้กับศูนย์กลาง ส่วนดาวเสาร์นั้นเมื่อพิจารณาการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ด้วยกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 มีอัตราเร็วในการหมุนสัมพันธ์กับระยะทางที่ไกลออกไปและเป็นไปตามกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 ในทำนองเดียวกับการที่ดาวเคราะห์ชั้นนอก มีอัตราเร็วในวงโคจรช้ากว่าดาวเคราะห์ชั้นใน

คำสำคัญ : อัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเอง, กฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3

ความเป็นมา

กาแล็กซี คือ อาณาจักรหรือระบบของดาวฤกษ์จำนวนมากนับแสนล้านดวง อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงดาวกับหลุมดำที่มีมวลมหาศาล ซึ่งอยู่ ณ ศูนย์กลางของกาแล็กซี โดยมีเนบิวลาซึ่งเป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นละอองที่เกาะอยู่ในที่ว่างบางแห่งระหว่างดาวฤกษ์ โดยเมื่อพิจารณาการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีด้วยกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 ($p^2/a^3 = k$) หากมวลส่วนใหญ่อยู่ที่ศูนย์กลางแล้ว อัตราเร็ว ที่ปลายแขนของกาแล็กซีควรจะมีอัตราเร็วในวงโคจรช้ากว่าบริเวณใกล้กับศูนย์กลาง

ดาวเสาร์โคจรอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางเฉลี่ย 9.54 หน่วยดาราศาสตร์ ใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์ 29.46 ปีของโลก ด้วยอัตราเร็ว 9.64 กิโลเมตรต่อวินาที และหมุนรอบตัวเอง 1 รอบกินเวลา 10 ชั่วโมง 40 นาที ทำให้ดาวเสาร์มีลักษณะป่องในแนวเส้นศูนย์สูตร สามารถเห็นได้ชัดเจนเมื่อมองด้วยกล้องโทรทรรศน์จากโลก โดยวงแหวน ประกอบด้วยอนุภาคมากมายมหาศาลและมีขนาดเล็กใหญ่ต่างๆ กันไป ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำแข็งกับเศษหิน ซึ่งจะสะท้อนแสงได้ดี มีวงโคจรอิสระเป็นวงรอบดาวเสาร์ ซึ่งแยกเป็นชั้นๆ และโคจรรอบดาวเสาร์ด้วยแรงดึงดูดระหว่างมวลต่อกัน จึงทำให้สามารถโคจรต่อไปได้ โดยเมื่อพิจารณาการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ด้วยกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 ($p^2/a^3 = k$) อัตราเร็วของวงแหวนที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางมวลของดาวเสาร์จะเร็วกว่าบริเวณถัดออกไป

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ เปรียบเทียบอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์ โดยใช้ฐานข้อมูลอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีจำนวน 5 กาแล็กซี และฐานข้อมูลอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของดาวเสาร์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีและดาวเสาร์

วิธีการศึกษา

การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กาแล็กซี

1.1 หาความสัมพันธ์ระหว่าง Rotation velocity (km/s) กับ Physical radius using adopted distance (kpc)

1.1.1 สืบค้นข้อมูลกาแล็กซีจากฐานข้อมูล <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

1.1.2. รวบรวมข้อมูลกาแล็กซีจำนวน 5 กาแล็กซี

1.1.3 นำข้อมูล Rotation velocity (km/s) กับ Physical radius using adopted distance (kpc) มาพลอตกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์

1.2 หาความสัมพันธ์ระหว่าง mass (kg) กับ Physical radius using adopted distance (kpc)

1.2.1 นำข้อมูล Physical radius using adopted distance (kpc) จากข้อ 1.1.2 มาคำนวณหามวลจากสูตร $T = \frac{2\pi r}{v}$ และ $M = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G}$

1.2.2 นำข้อมูล mass (kg) กับ Physical radius using adopted distance (kpc) มาพลอตกราฟ

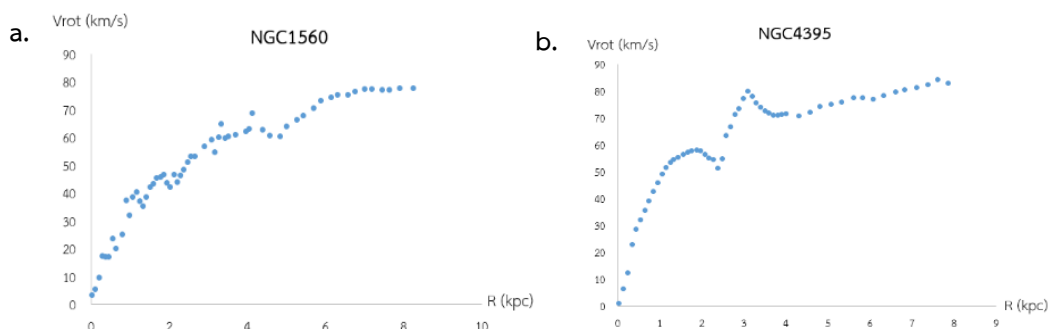
2. ดาวเสาร์

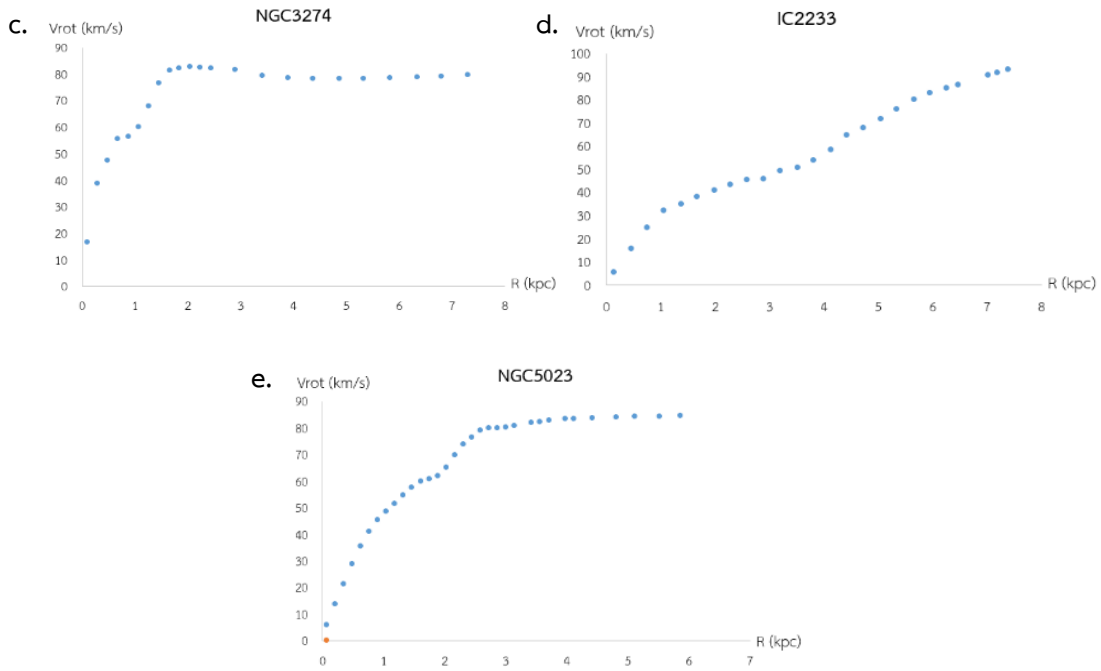
1. สืบค้นข้อมูลวงแหวนของดาวเสาร์ โดยเป็นระยะทางวัดจากศูนย์กลางดาวเคราะห์ถึงจุดเริ่มต้นของวงแหวนดาวเสาร์ และอัตราเร็วในการหมุนของดวงแหวน (ในที่นี้เป็นข้อมูลจากแบบจำลองแอนิเมชัน)

2. นำข้อมูลระยะทางวัดจากศูนย์กลางดาวเคราะห์ถึงจุดเริ่มต้นของวงแหวนดาวเสาร์ และอัตราเร็วในการหมุนของดวงแหวน มาพลอตกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์

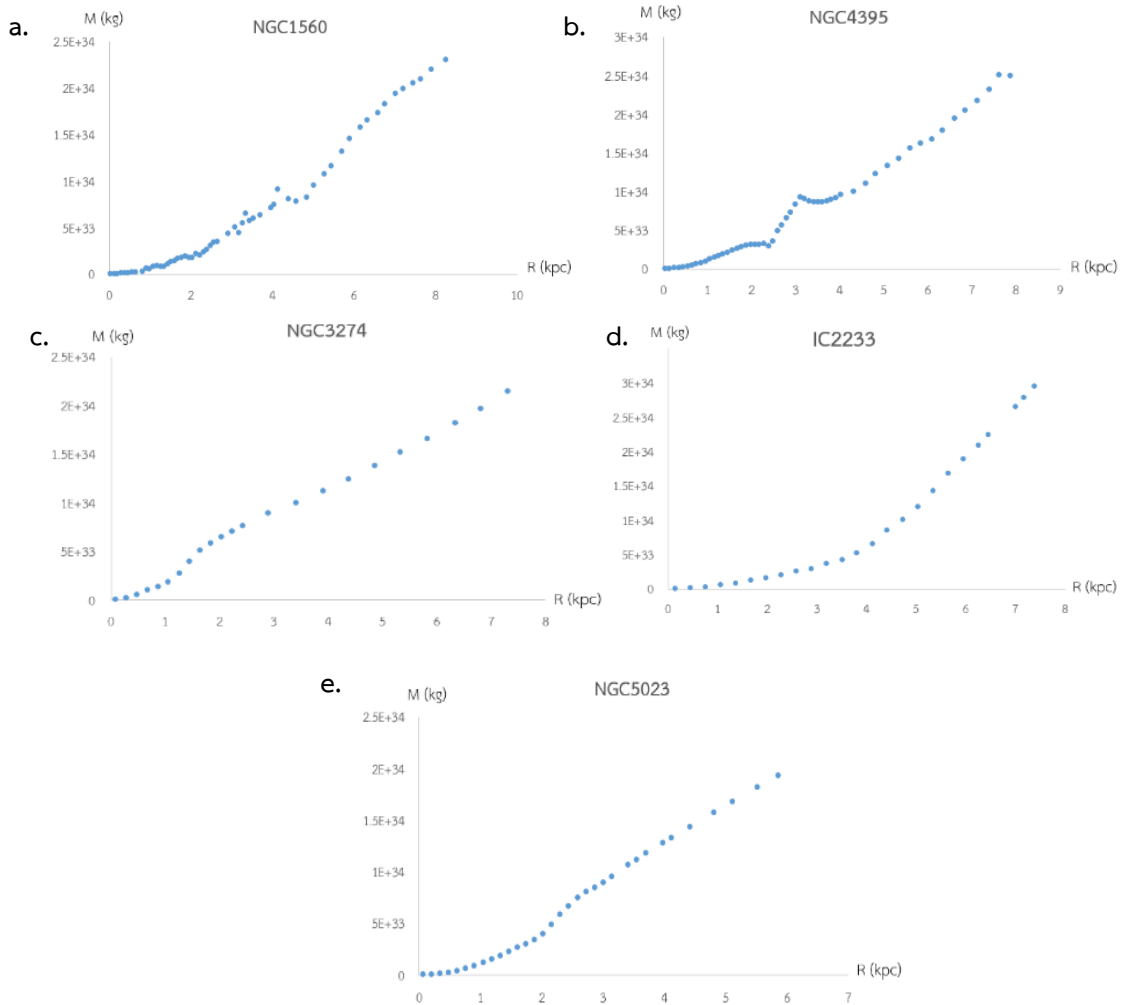
ผลการศึกษา

กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rotation velocity (km/s) กับ Physical radius using adopted distance (kpc) ของกาแล็กซี a.NGC1560 b.NGC4395 c.NGC3274 d.IC2233 และ e.NGC5023

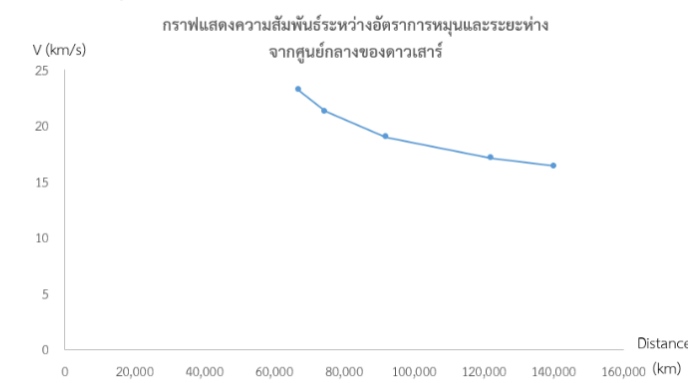




กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง mass (kg) กับ Physical radius using adopted distance (kpc) ของกาแล็กซี a.NGC1560 b.NGC4395 c.NGC3274 d.IC2233 และ e.NGC5023



กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางวัดจากศูนย์กลางดาวเสาร์ถึงจุดเริ่มต้นของวงแหวนดาวเสาร์ และอัตราเร็วในการหมุนของแหวนดาวเสาร์



สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาข้อมูลดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 กล่าวว่า “กำลังสองของคาบการโคจรของดาวเคราะห์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของกึ่งแกนเอกของวงโคจร” ดังนั้น ไม่เพียง ความยาววงโคจรจะเพิ่มด้วยระยะทางแล้ว อัตราเร็วของการโคจรจะลดลงด้วย การเพิ่มของระยะเวลาการโคจรจึงเป็นมากกว่าการเป็นสัดส่วน นั่นหมายถึง อัตราเร็วในการหมุนของกาแล็กซีและดาวเสาร์ ในบริเวณที่ไกลจากจุดศูนย์กลางจะมีอัตราเร็วลดลง ซึ่งจากข้อมูลการศึกษานั้น พบว่า อัตราเร็วในการหมุนของดาวเสาร์เป็นไปตามกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 แต่อัตราเร็วในการหมุนของกาแล็กซีไม่ได้เป็นไปตามกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 โดยพบว่ามวลที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากจุดศูนย์กลางกาแล็กซีออกไปไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซี ซึ่งอัตราเร็วการหมุนในวงโคจรไม่ว่าจะอยู่ใกล้หรือไกลจากศูนย์กลางไม่แตกต่างกันมากนัก

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการ

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิก

วิชาการและพัฒนา อัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.

มติพล ตั้งมติธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทาง

ดาราศาสตร์, ตุลาคม 2563

https://www.universetoday.com/150865/animation-shows-how-saturns-rings-move-at-differentspeeds/?fbclid=IwAR1EOwKvcQ3G1zCauoV7Kd7o7uROz_dklojCQcRXDIFRjvqQ20kXgtNqmc#more-150865

http://www.iki.rssi.ru/solar/eng/saturn.htm?fbclid=IwAR1PnAo5gMFynVGNEgCjltthNV6bCRS8OWLuy1iqi7s-bqNCXO5Lmd_vGUwY

<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-4?-source=%20J%2FA%2BA%2F385%2F816%2Fprocurve&>

วัดรัศมีโลกในวันครีษมายันตามแนวทางของEratosthenes

นางสาวไฉไล ก้องไพโรบล และนายเสี่ยวหุ้ง แซ่จื้อ

E-mail: daengnoi55@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายอภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการวัดขนาดรัศมีโลก โดยใช้วิธีของเอราทอสทีนีส ซึ่งสังเกตและเก็บข้อมูลในช่วงวันครีษมายัน 20 – 22 มิถุนายน 2564 ณ ตำแหน่งโรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ (ละติจูด 19.676°N , ลองจิจูด 98.786°E) โดยใช้อุปกรณ์ลูกดิ่งเหล็กผูกเข้ากับเชือกปลายตรึง ใช้แทนเสาตั้งตรง ด้วยเหตุผลสำคัญเพื่อต้องการทำให้ตั้งฉากจากพื้นที่ใช้วัดเงาจริงๆ โดยเราจะใช้ลูกปัด 2 – 3 ลูก ร้อยกับเชือกติดไว้ที่ระดับความสูงต่างๆจากพื้น(ปลายลูกดิ่ง)ขึ้นไป เพื่อให้สามารถใช้แทนความสูงของเสาตั้งตรงได้ 2 – 3 เสา โดยการจัดอุปกรณ์วัดแค่ชุดเดียว ทำการวัดความยาวเงาของลูกปัดพร้อมบันทึกเวลา โดยเริ่มวัดที่เวลาประมาณ 12:00 – 13:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์จะมีมุมเงยสูงสุด วัดหาความยาวเงาลูกปัดที่สั้นที่สุด จากนั้นคำนวณหามุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ โดยใช้ความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติเทียบกับตำแหน่งความสูงของลูกปัด จากการศึกษาพบว่า ได้ค่าเฉลี่ยมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ 85.84 องศา เมื่อนำค่ามุมเงยสูงสุดนี้ไปคำนวณหาเส้นรอบวงของโลก ตามวิธีของเอราทอสทีนีส โดยใช้ตำแหน่งเมือง ที่มีละติจูด 23.5°N บนเส้น tropic of cancer และมีลองจิจูดเดียวกันกับที่ตำแหน่งโรงเรียนแก่น้อยศึกษา คือ 98.786°E เป็นตัวเทียบอ้างอิง ใช้ Google maps ในการวัดระยะทาง สามารถคำนวณขนาดเส้นรอบวงของโลก และคำนวณรัศมีโลกได้เป็น $5,861.9$ กิโลเมตร ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน($6,371$ km) ประมาณ 8% และเมื่อนำค่ามุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ มาคำนวณกลับเพื่อหาตำแหน่งละติจูดของโรงเรียนแก่น้อยศึกษา สามารถคำนวณได้ 19.34°N มีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จาก Google maps (19.676°N) เพียง 1.73% อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนอกจากผลของการวัดความยาวด้วยอุปกรณ์วัดโดยตรง ปัญหาที่สำคัญมากกว่า ก็คือ ในวันที่สังเกตการณ์ฟ้าไม่ค่อยอำนวยเท่าที่ควร เนื่องจากมีเมฆมาบังแสงดวงอาทิตย์ เป็นช่วงๆ ทำให้ไม่สามารถวัดเงาได้ต่อเนื่อง โดยเฉพาะช่วงที่จะทำให้เกิดเงาสั้นที่สุด(ช่วงที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนผ่านเมอริริเดียน) ซึ่งตัวแปลความยาวเงาสั้นสุดนั้นเป็นตัวแปลที่สำคัญมากในวิธีของเอราทอสทีนีส

คำสำคัญ: วิธีของเอราทอสทีนีส, มุมเงยสูงสุดดวงอาทิตย์, วันครีษมายัน

ความเป็นมา

กว่า 2,000 ปี เอราทอสเทนีสชาวกรีกผู้พิสูจน์ว่าโลกกลม และยังวัดสามารถเส้นรอบวงของโลกได้ด้วย ซึ่งเขาได้สังเกตเงาที่ตำแหน่งของเมือง 2 เมือง ณ ประเทศอียิปต์ ในวันครีษมายัน โดยที่ตำแหน่งของเมืองเมืองหนึ่งตั้งอยู่ใกล้เส้น Tropic of Cancer ทำให้คนเมืองนี้ ช่วงวันเวลาเที่ยงวันของปีจะมีเงาสั้นสุด หรือไร้เงา และตำแหน่งที่สองที่สังเกตในปีถัดมาคือบริเวณเมืองซึ่งอยู่ทางเหนือขึ้นไปสังเกตว่ามีเงาทอดยาวจากเสาตั้งตรง ในช่วงเที่ยงวัน เมื่อเขาวัดความยาวเงามุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ แล้วใช้หลักการเรขาคณิตและวงกลม ทำให้เขาสามารถวัดขนาดของโลกได้ในที่สุด

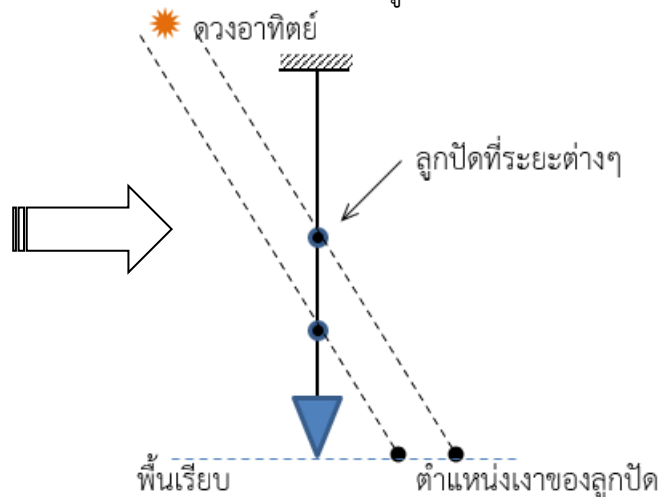
ซึ่งสำหรับประเทศไทยนั้นไม่ได้ตั้งอยู่ในละติจูด 23.5° ซึ่งวันครีษมายันไม่ได้ตรงกับวันไร้เงา แต่เราสามารถเทียบกับตำแหน่งที่ตรงกับละติจูด 23.5° โดยใช้ข้อมูลระยะทางจาก google map แทนได้ และเพื่อความแม่นยำในการวัดความยาวเงา ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลอง โดยใช้ลูกดิ่งแทนเสาตั้งตรง ทำการทดลองในช่วงวันที่ 20 – 22 มิถุนายน จากข้อมูลนี้ เราสามารถหารัศมีของโลกได้เช่นกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อหาขนาดรัศมีของโลก ตามแนวทางของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน ณ จุดสังเกตโรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

วิธีการศึกษา

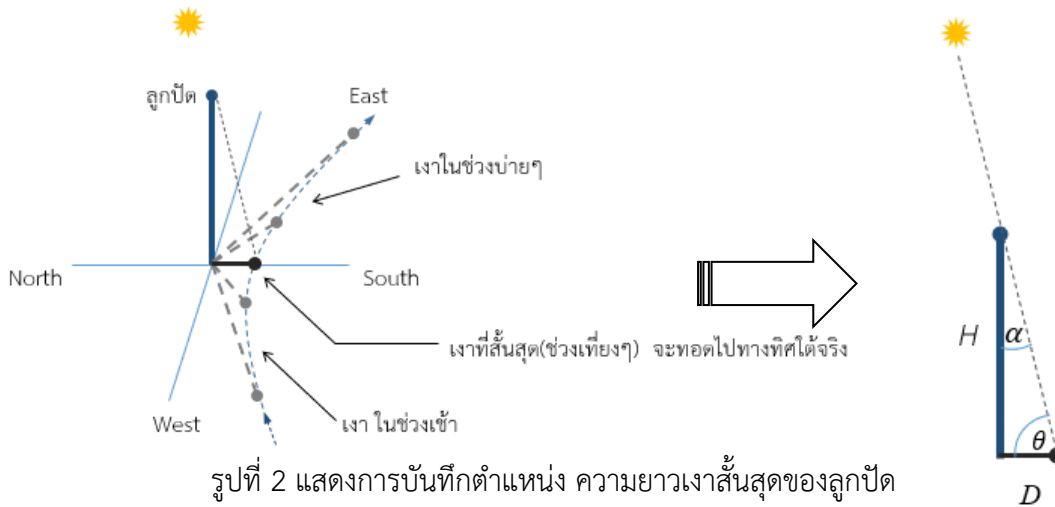
1. จัดอุปกรณ์ เพื่อวัดความยาวเงาสั้นสุด ใช้อุปกรณ์ลูกดิ่งเหล็กผูกเข้ากับเชือกปลายตรึง ซึ่งใช้แทนเสาตั้งตรง ด้วยเหตุผลสำคัญเพื่อต้องการทำให้ตั้งฉากจากพื้นที่ใช้วัดเงาจริงๆ โดยเราจะใช้ลูกปัด 2 – 3 ลูก ร้อยกับเชือกติดไว้ที่ระดับความสูงต่างๆ จากพื้น (ปลายลูกดิ่ง) ขึ้นไป เพื่อจะใช้แทนความสูงของเสาตั้งตรงได้ 2 – 3 เสา ณ จุดสังเกตการณ์โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการจัดอุปกรณ์ เพื่อวัดความยาวเงาสั้นสุด

2. เริ่มบันทึกตำแหน่งเงาของลูกปัด ตั้งแต่เวลา 12:00 – 13:00 น. ทำเครื่องหมายตำแหน่งไว้ทุกๆ 1 นาที และทำถึขึ้น เมื่อดวงอาทิตย์ใกล้ผ่านเมอริเดียน พร้อมบันทึกเวลา

3. หาความยาวเงาลูกปัดที่สั้นที่สุด โดยบันทึกเป็นความยาว D และความสูงของลูกปัดเป็น H ดังรูปที่ 2

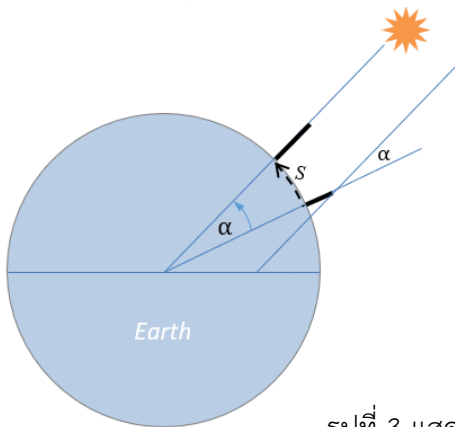


รูปที่ 2 แสดงการบันทึกตำแหน่ง ความยาวเงาสั้นสุดของลูกปัด

4. และสามารถหามุมเงยสูงสุด θ ของดวงอาทิตย์ ณ เมอร์ริเดียน ได้จากสมการ (1)

$$\tan(\theta) = \frac{H}{D} \quad \text{หรือ} \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{H}{D}\right) \dots\dots\dots(1) \quad \text{หรือ} \quad \theta = 90 - \alpha$$

5. จากข้อที่ 4 เมื่อเราได้ค่ามุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ จะสามารถหามุม α ได้ และสามารถคำนวณหาความยาวส่วนโค้งที่รองรับมุม α ได้จากสมการ (2) ด้วยความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ดังรูป



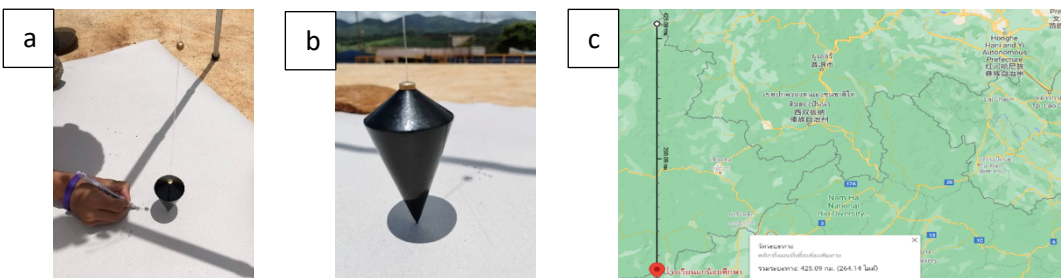
ความยาวรอบโลก หาได้จาก

$$2\pi R = \frac{360}{\alpha} \times (S) \dots\dots\dots(2)$$

รูปที่ 3 แสดงลักษณะของการเกิดเงา ที่ 2 ตำแหน่งบนโลก

ผลการศึกษา

6. ตัวอย่างภาพแสดงการทำเครื่องหมาย ตำแหน่งเงาของลูกปัด ที่เวลาต่างๆ และการหาระยะห่างของเมืองที่อยู่ละติจูดที่ 23.5° N และอยู่บนเส้นลองจิจูดเดียวกับที่สังเกตการณ์โรงเรียนแก่น้อยศึกษา (ละติจูด 19.676°N, ลองจิจูด 98.786°E) จาก google map วัดได้ 425.09 กิโลเมตร



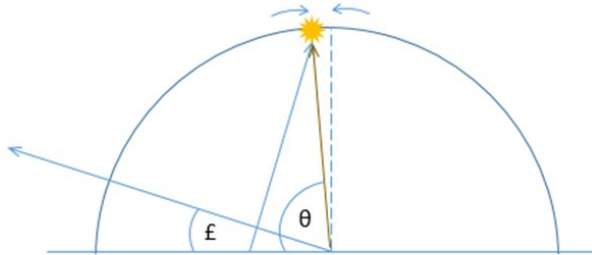
รูปที่ 4 a) และ b) แสดงการวัดเงาจากอุปกรณ์ c) แสดงการหาระยะทางระหว่างเมืองจาก google map

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดความยาวเงา และการแปลผลเป็นรัศมีโลก

กลุ่ม	วันที่	เสาสูง H (cm)	เงาสั้นสุด D (cm)	เวลา	H/D	มุมเงยสูงสุด	รอบวงที่คำนวณได้	รัศมีโลก (km)	ความคลาดเคลื่อน(%)
1	20-มิ.ย.	89.4	6.3	12:26:00	14.190	85.97	37964.3	6042.2	5.16
2	21-มิ.ย.	65.5	4.8	12:20:00	13.646	85.81	36512.1	5811.1	8.79
3	21-มิ.ย.	77.5	6.2	12:20:00	12.500	85.43	33457.6	5324.9	16.42
4	21-มิ.ย.	45.3	3.4	12:33:00	13.324	85.71	35652.8	5674.3	10.94
5	22-มิ.ย.	65.1	4.6	12:33:00	14.152	85.96	37862.1	6025.9	5.42
6	22-มิ.ย.	51.3	3.6	12:33:00	14.250	85.99	38123.0	6067.5	4.76
7	22-มิ.ย.	77.2	5.4	12:33:00	14.296	86.00	38246.4	6087.1	4.46
เฉลี่ย						85.84	36831.2	5861.9	7.99

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ได้ค่าเฉลี่ยมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ 85.84 องศา คำนวณขนาดเส้นรอบวงของโลก และคำนวณรัศมีโลกได้ 5,861.9 กิโลเมตร มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน(6,371 km) ประมาณ 8% และเมื่อนำค่ามุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ มาคำนวณกลับเพื่อหาค่าตำแหน่งละติจูดของโรงเรียนแก่น้อยศึกษา จาก $L = \theta + 23.5 - 90$ สามารถคำนวณได้ $19.34^{\circ}N$ มีความคลาดเคลื่อนจาก Google maps ($19.676^{\circ}N$) เพียง 1.73%



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่มีมุมเงยสูงสุดที่ตำแหน่งละติจูด ϵ ในวันครีษมายัน

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนอกจากผลของการวัดความยาวด้วยอุปกรณ์วัดโดยตรง ปัญหาที่สำคัญมากกว่า ก็คือ ในวันที่สังเกตการณ์ฟ้าไม่ค่อยอำนวยเท่าที่ควร เนื่องจากมีเมฆมาบังแสงดวงอาทิตย์เป็นช่วงๆ ทำให้ไม่สามารถวัดเงาได้ต่อเนื่อง โดยเฉพาะช่วงที่จะทำให้เกิดเงาสั้นที่สุด(ช่วงที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนผ่านเมอริเดียน) ซึ่งตัวแปลความยาวเงาสั้นสุดนั้นเป็นตัวแปลที่สำคัญมากในวิธีของเอราทอสทีนีส

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยดาราศาสตร์นี้ ได้รับการผลักดันและพัฒนาต่อเนื่อง ภายใต้กิจกรรมของชมรมยุวชนดาราศาสตร์โรงเรียนแก่น้อยศึกษาเรื่อยมา โดยได้รับการดูแลและให้คำปรึกษาจาก ครูที่ปรึกษาชมรม คุณครู อภิรักษ์ อภิวงค์งาม ที่คอยสนับสนุน ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชมรมยุวชนดาราศาสตร์ทุกคน

เอกสารอ้างอิง

- อาฟู แซ่หลิว “การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์” THE 4th THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE (STUDENT SESSION) TACs2017 : p191-195
- Facebook สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ Fan Page

การวัดขนาดของโลกโดยวิธีของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน

นางสาวขวัญปิย อ่อนน้อม นางสาวชาลดา วายุเวช

และ นางสาวนันทิชา อันติมานนท์

E-mail : kwunpeeoonnorm@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายภัทรพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาการวัดขนาดของโลกโดยวิธีการของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดขนาดของโลก โดยใช้วิธีการของ Eratosthenes โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ในวันที่ 21 มิถุนายน 2564 เวลา 11.30 น. – 13.30 น. ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวัดตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ขณะอยู่ในตำแหน่งเมอริเดียน โดยการวัดระยะความยาวเงาของเสาที่สั้นที่สุด แล้วนำมาคำนวณขนาดของโลก จากความสัมพันธ์อัตราส่วนตรีโกณมิติ เทียบกับระยะทางจากจุดสังเกตถึงตำแหน่งละติจูด 23.5 องศาเหนือ จากผลการศึกษา พบว่า เส้นรอบวงของโลกในแนวตั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38,900.89 กิโลเมตร และมีร้อยละความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.53

คำสำคัญ : วันครีษมายัน, การวัดขนาดของโลก

บทนำ

ย้อนกลับไปในช่วงห้าร้อยปีก่อน มนุษย์ยังคงถกเถียงกันว่าโลกกลมหรือแบน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต่างให้คำอธิบายว่าโลกมีพื้นฐานเป็นทรงกลม โดยได้จากการสังเกตการโคจรของดาวดวงอื่น และปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ และมีดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลาง แต่ในสมัยนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มักจะได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งยังมีแนวคิดเรื่องโลกมีพื้นฐานแบน แม้จะได้รับการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตาม เมื่อประมาณ 2,000 ปีก่อน ชาวกรีกต่างรู้อยู่แล้วว่าโลกมีพื้นฐานเป็นทรงกลม และยังสามารถวัดเส้นรอบวงของโลกได้ โดย Eratosthenes ผ่านการเงาที่ปรากฏในบ่อน้ำซึ่งแตกต่างกับตำแหน่งอื่น ๆ แล้วนำผลต่างของมุมที่เกิดจากเงามาคำนวณเส้นรอบวงของโลกโดยเทียบกับระยะทางของเมือง Alexandria กับ Syene ดังนั้น คณะผู้จัดทำโครงการจึงมีความสนใจในเรื่องการวัดขนาดของโลกโดยวิธีของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการวัดขนาดของโลกโดยวิธีของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน

วิธีการศึกษา

1. การเก็บข้อมูล

1.1 กำหนดสถานที่และช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยทำการเก็บข้อมูลวันที่ 21 มิถุนายน 2564 ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 จุด ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยมีพิกัดภูมิศาสตร์ Latitude 7° 90' N Longitude 98° 38' E

1.2 วางเสาเหล็กบนกระดาษโดยให้เสาเหล็กตั้งฉากกับพื้น สังเกตการณ์ในช่วงเวลา 11.30 น. – 13.30 น. และทำการบันทึกเงาของปลายเสาทุก ๆ สองนาทีก

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

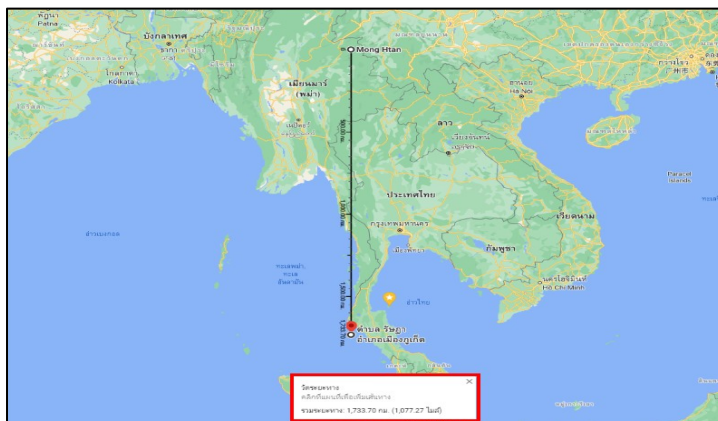
2.1 ทำการวัดความสูงของเสา และเงาที่สั้นที่สุด (ขณะที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเส้น Meridian) และคำนวณหามุมระหว่างความสูงของเสากับความยาวของเงา โดยใช้สมการที่ 1

$$\tan\theta = \frac{\text{ระยะเงาที่สั้นที่สุด}}{\text{ความสูงของเสา}} \dots\dots\dots(1)$$



ภาพที่ 1 การวัดระยะเพื่อหามุมที่เกิดจากจากเงา

2.2 กำหนดเมืองที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรม Google map โดยใช้เมือง Maw Han โดยมีพิกัดภูมิศาสตร์ Latitude 23.5° N Longitude 98° 38' E และทำการวัดระยะทางระหว่างเมือง



ภาพที่ 2 การวัดระยะทางใน Google Map

2.3 นำข้อมูลที่ได้อมาคำนวณเส้นรอบวงของโลก โดยใช้สมการที่ 2

$$\text{เส้นรอบวงของโลก} = \left(\frac{\text{ระยะทางระหว่างเมือง}}{\text{ผลต่างมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์}} \right) \times 360 \dots\dots\dots (2)$$

2.4 หาค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงจากข้อมูลทั้ง 3 จุด และหาค่าความคลาดเคลื่อนจากสูตร โดยใช้สมการที่ 3

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อน} = \frac{(\text{ค่าจริง} - \text{ค่าประมาณ})}{\text{ค่าจริง}} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูล 3 จุด ในวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยความสูงของเสา 51.25 กิโลเมตร และวัดระยะห่างระหว่างเมืองได้ 1733.70 กิโลเมตร ได้ผลการศึกษา ดังนี้

ชุดข้อมูล	ความสูงของเสา (cm)	ระยะเงา (cm)	<i>tan θ</i>	เส้นรอบวง (km)
1	51.25	13.60	0.27	42,000.80
2	51.25	15.00	0.30	38,266.83
3	51.25	15.80	0.31	36,435.03
ค่าเฉลี่ย				38,900.89
% Error				2.53

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการวัดขนาดของโลกโดยวิธีการของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน โดยเก็บข้อมูลวันที่ 21 มิถุนายน 2564 และนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อหาเส้นรอบวงของโลกในแนวตั้ง ผ่านการนำผลต่างของมุมที่เกิดจากเงามาคำนวณหาเส้นรอบวงของโลก โดยเทียบกับระยะทางจากจุดสังเกตถึงตำแหน่ง Latitude 23.5 ° N พบว่า เส้นรอบวงของโลกในแนวตั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38,900.89 กิโลเมตร และมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 2.53 ทั้งนี้ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดขึ้นจากความรีของโลกที่ไม่ได้มีสัญญาณเป็นทรงกลมโดยสมบูรณ์ ซึ่งสร้างความแม่นยำในการคำนวณได้โดยกัณวัดขนาดของโลกจากหลาย ๆ ตำแหน่ง

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดย นายนัทพงศ์ สงอำไพ ครูที่ปรึกษา และขอขอบพระคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) (2559). กิจกรรมดาราศาสตร์ ภาคปฏิบัติ. เชียงใหม่ :

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข. (2557). (ปฏิบัติการ ERATOSTHENES วัดโลกทั้งใบด้วยไม้แท่งเดียว วัดความยาว

เส้นรอบวงโลกที่ อพวช.). สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2564, เข้าถึงจากเว็บไซต์

<http://www.astroeducation.com>

การศึกษารูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์

นายณนทวิวัฒน์ ธโนสุวรรณค์

E-mail: non.thanaisawan@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายบุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

โครงการการศึกษารูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ได้แก่ มุมเงย, การเกิดแอนาเล็มมาแต่ละเดือน, รูปแบบแอนาเล็มมาของผู้สังเกตที่ละติจูดที่ต่างกัน โดยทำการเก็บข้อมูลตำแหน่งของดวงจันทร์ในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้าที่ละติจูด $13^{\circ} 43' 45''$ N ลองจิจูด $100^{\circ} 31' 26''$ E (กรุงเทพฯ) โดยทำการถ่ายภาพห่าจเพื่อรูปร่างของแอนาเล็มมาและคำนวณเปรียบเทียบขนาดเชิงมุมของแอนาเล็มมา เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแอนาเล็มมาในแต่ละชุดข้อมูล

ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบของแอนาเล็มมาในวันเดียวกัน ณ ตำแหน่งของผู้สังเกตเดียวกัน แต่เวลาเปลี่ยนไปนั้น รูปแบบและระยะเชิงมุมที่จุดปลายของแอนาเล็มมายังคงรูปแบบและขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะเปลี่ยนแปลงแค่ตำแหน่งที่ปรากฏบนท้องฟ้า ในวันเดียวกันนั้นเมื่อตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกัน รูปแบบแอนาเล็มมายังคงคล้ายเดิม แต่จะพบว่าความเอียงและระยะเชิงมุมของแอนาเล็มมาจะเปลี่ยนไป และเมื่อศึกษาแอนาเล็มมาในเดือนที่ต่างกันรูปแบบจะมีความคล้ายเดิมและมีระยะเชิงมุมที่ไม่แน่นอน จากข้างต้นจะสังเกตได้ว่าแอนาเล็มมานั้นจะวางตัวขนาดตามแนวเหนือ-ใต้กับพิกัดศูนย์สูตรฟ้า โดยจะหันด้านแคบเข้าหาทิศเหนือ และหันด้านกว้างเข้าหาทิศใต้เสมอ ซึ่งจากข้อมูลที่ทำการศึกษาไม่เพียงพอต่อการคำนวณตำแหน่งและรูปแบบที่เกี่ยวข้องทางดาราศาสตร์

คำสำคัญ: แอนาเล็มมา, STELLARIUM

ความเป็นมา

แอนาเล็มมาคือรูปแบบตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าในสถานที่และเวลาเดิมทุกวัน โดยปกติแล้วจะหมายถึงดวงอาทิตย์ โดยเกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี และมีแกนหมุนรอบตัวเองที่เอียง ดวงอาทิตย์จึงมีตำแหน่งปรากฏเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ และจะใช้ระยะเวลาในการถ่ายภาพทั้งหมด 1 ปี จึงจะครบรอบของแอนาเล็มมา และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในแอนาเล็มมานั้นสามารถเชื่อมโยงกับปริมาณที่เกี่ยวข้องทางดาราศาสตร์ได้

เนื่องจากวงโคจรที่เอียงและเป็นวงรีของดวงจันทร์ จึงทำให้ปรากฏเป็นแอนาเล็มมาได้เช่นกัน แต่เนื่องจากดวงจันทร์มีคาบการโคจรรอบโลกเพียง 29 วัน ทำให้การที่จะถ่ายภาพแอนาเล็มมาของดวงจันทร์แต่

ละวัน จะต้องชดเชยเวลาในการถ่ายภาพให้ช้าลงประมาณวันละ 50 นาที เพื่อให้สอดคล้องกับการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน

ดังนั้นผู้จัดทำจึงเกิดความสงสัยว่าแอนาเล็มมาของดวงจันทร์จะสามารถบอกค่าที่เกี่ยวข้องทางดาราศาสตร์ได้เหมือนกันหรือไม่ นอกจากนี้แอนาเล็มมาของดวงจันทร์สามารถศึกษาได้ง่ายกว่าดวงอาทิตย์ เพราะดวงจันทร์ใช้ระยะเวลาโคจรรอบโลกสั้นกว่าที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยผู้จัดทำจะศึกษาตำแหน่งของดวงจันทร์ผ่านโปรแกรม STELLARIUM ถ่ายภาพ และนำมาวิเคราะห์ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ในรอบ 1 เดือนในช่วงเวลาที่ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ของผู้สังเกตที่ละติจูดต่างกัน
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ในแต่ละรอบเดือน

วิธีการศึกษา

1. ทำการเก็บข้อมูลตำแหน่งของดวงจันทร์ในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้าด้วยโปรแกรม STELLARIUM ทุกวันเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยแต่ละวันเก็บข้อมูลให้ช้าลงวันละ 50 นาที
 1. เก็บข้อมูลวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2564 - 26 มิถุนายน พ.ศ.2564 ทั้งหมด 3 ช่วงเวลา โดยวันแรกเก็บข้อมูลเวลา 3.00 น., 5.00 น. และเวลา 7.00 น ณ ตำแหน่งของผู้สังเกตที่ ละติจูด N 13°45'14.33" ลองจิจูด E 100°30'5.19"
 2. เก็บข้อมูลวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2564 - 26 มิถุนายน พ.ศ.2564 ที่ละติจูดต่าง ๆ
 - ละติจูด N 50°00'00" ลองจิจูด E 100°30'5.19" เก็บข้อมูลวันแรกเวลา 3.00 น.
 - ละติจูด N 30°00'00" ลองจิจูด E 100°30'5.19" เก็บข้อมูลวันแรกเวลา 6.00 น.
 - ละติจูด S 30°00'00" ลองจิจูด E 100°30'5.19" เก็บข้อมูลวันแรกเวลา 22.00 น.
 - ละติจูด S 50°00'00" ลองจิจูด E 100°30'5.19" เก็บข้อมูลวันแรกเวลา 5.00 น.
 3. เก็บข้อมูลในแต่ละเดือน ณ ตำแหน่งของผู้สังเกตที่ ละติจูด N 13°45'14.33" ลองจิจูด E 100°30'5.19"
 - วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2564 - 26 มิถุนายน พ.ศ.2564 วันแรกเก็บข้อมูลเวลา 7.00 น.
 - วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ.2564 - 24 กรกฎาคม พ.ศ.2564 วันแรกเก็บข้อมูลเวลา 6.00 น.
 - วันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2564 - 21 สิงหาคม พ.ศ.2564 วันแรกเก็บข้อมูลเวลา 5.00 น.
2. ถ่ายภาพหน้าจอในวันที่เก็บข้อมูลทั้งหมด โดยใช้มุมถ่ายภาพเดิม และนำภาพที่ได้ทั้งหมดมาซ้อนกันเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบแอนาเล็มมาที่เกิดขึ้น
3. นำตำแหน่งของแอนาเล็มมาที่มีค่าเดคลิเนชันสูงสุดและต่ำสุดมาคำนวณหาระยะทางเชิงมุมของตำแหน่งทั้งสอง

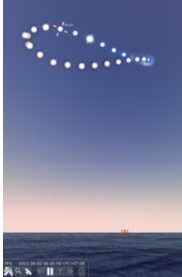
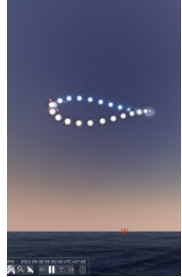

ผลการศึกษา

คำนวณระยะทางเชิงมุมจุดปลายทั้งสองของแอนาเล็มาจากสูตร

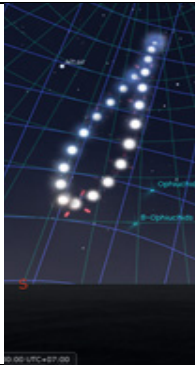
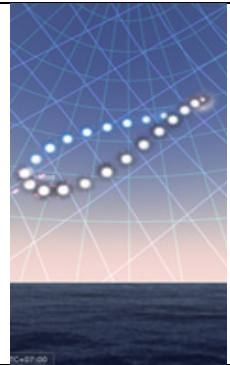


$$\text{ระยะทางเชิงมุม} = \arccos^*(\sin(\text{dec.1})*\sin(\text{dec.2})+(\cos(\text{dec.1})*\cos(\text{dec.2})*\cos(\text{ra.1}-\text{ra.2})))$$
 โดย

มุมที่ได้จะอยู่ในหน่วยเรเดียนและต้องนำมาแปลงให้อยู่ในหน่วยองศา คำนวณจากสูตร


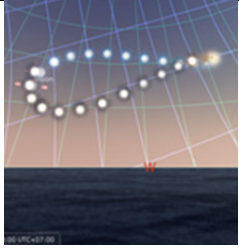

$$\text{มุม}(\text{°}) = (180/\pi)*\text{มุม}(\text{rad.})$$

เวลา	เวลา 3.00 น.	เวลา 5.00 น.	เวลา 7.00 น.
รูปแบบแอนาเล็มา			
ระยะเชิงมุมของจุดปลาย	149.23°	148.17°	148.31°

ตารางที่ 1 แสดงรูปแบบแอนาเล็มาของดวงจันทร์ใน 1 รอบ ณ ช่วงเวลาที่ต่างกัน

ละติจูด	N 50°00'00"	N 30°00'00"	S 30°00'00"	S 50°00'00"
รูปแบบแอนาเล็มา				
ระยะเชิงมุมของจุดปลาย	100.96°	124.11°	117.24°	107.41

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบแอนาเล็มาของดวงจันทร์ในละติจูดที่ต่างกัน

เดือน	พ.ย.-มิ.ย. 2564	มิ.ย.-ก.ค. 2564	ก.ค.-ส.ค 2564
รูปแบบแอนาเล็มา			
ระยะเชิงมุมของจุดปลาย	100.96°	101.86°	76.44°

ตารางที่ 3 แสดงรูปแบบแอนาเล็มาของดวงจันทร์ในช่วงเดือนต่าง ๆ

สรุปผล

จากผลการศึกษาพบว่ารูปแบบของแอนาเล็มมาในวันเดียวกัน ณ ตำแหน่งของผู้สังเกตเดียวกัน แต่เวลาเปลี่ยนไปนั้น รูปแบบและระยะเชิงมุมที่จุดปลายของแอนาเล็มมายังคงรูปแบบและขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะเปลี่ยนแปลงแค่ตำแหน่งที่ปรากฏบนท้องฟ้า ในวันเดียวกันนั้นเมื่อตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดต่างกัน รูปแบบแอนาเล็มมายังคงคล้ายเดิม แต่จะพบว่าความเอียงและระยะเชิงมุมของแอนาเล็มมาจะเปลี่ยนไป และเมื่อศึกษาแอนาเล็มมาในเดือนที่ต่างกันรูปแบบของแอนาเล็มมาคล้ายเดิมและมีระยะเชิงมุมที่ไม่แน่นอน จากข้างต้นจะสังเกตได้ว่าแอนาเล็มมานั้นจะวางตัวขนาดตามแนวเหนือ-ใต้กับพิกัดศูนย์สูตรฟ้า โดยจะหันด้านแคบเข้าหาทิศเหนือ และหันด้านกว้างเข้าหาทิศใต้เสมอ

ซึ่งความยาวหรือค่าเดคลิเนชันสูงสุดและต่ำสุดของแอนาเล็มมาดวงจันทร์นั้นมีผลมาจากความเอียงของแกนโลกที่เอียงประมาณ 23° และระนาบการโคจรของดวงจันทร์ที่ทำมุมประมาณ 5° กับระนาบสุริยวิถี จึงทำให้ผู้สังเกตสามารถสังเกตเห็นดวงจันทร์ได้ตั้งแต่ 28° ถึง -28° เท่านั้นในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้า และความกว้างของแอนาเล็มมามีผลมาจากความรีของวงโคจรของดวงจันทร์ต่อโลกรวมถึงการที่โลกไม่ได้เป็นจุดศูนย์กลางของวงโคจร ทำให้เมื่อดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกดวงจันทร์ในแต่ละวันจะมีระยะต่างกันมากกว่าเมื่อดวงจันทร์อยู่ไกลโลก ดังนั้นจึงทำให้รูปแบบแอนาเล็มมาด้านที่กว้างเป็นช่วงที่ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลก และด้านแคบของแอนาเล็มมาเป็นช่วงที่ดวงจันทร์อยู่ไกลโลก

จากข้อมูลที่ทำการศึกษาทั้งหมดยังไม่มีความเพียงพอ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงจันทร์ในแอนาเล็มมาที่ปรากฏสามารถบอกค่าที่เกี่ยวข้องทางดาราศาสตร์ได้หรือไม่ และต้องศึกษาแอนาเล็มมาในเดือนที่ต่างกันเพิ่มเติมเพื่อดูว่ารูปแบบจะมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาารูปแบบแอนาเล็มมาของดวงจันทร์ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์บุญส่ง เห็นงาม ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้ความรู้และคำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้องและเสียสละเวลาคอยช่วยเหลือทั้งโครงการ ตลอดจนข้อบกพร่องต่าง ๆ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และพี่ ๆ ในชมรมดาราศาสตร์ของโรงเรียนที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษา ตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ รวมถึงญาติ พี่น้อง และเพื่อน ๆ ที่คอยอยู่เคียงข้างเสมอมาจนทำให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

นายดนุพล มากจากด. 2563. แอนาเล็มมาของดวงจันทร์. [ออนไลน์].

สืบค้นจาก: <https://www.narit.or.th/index.php/astronomy-news/1140-analemma-moon> (วันที่สืบค้น 16 กรกฎาคม 2564).

Aparna Kher. Solar Analemma. [Online] Available: <https://www.timeanddate.com/astronomy/solar-analemma.html> (Access date 16 July 2021).

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์

นางสาวกุลภัสสร โขตแสง

E-mail: Kuntapat123meiji@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวสุกัญญา วราพุดม

โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มของแสงดวงอาทิตย์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศ (Air Mass) กับความเข้มของแสงดวงอาทิตย์ โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) Nikon D5000 ถ่ายภาพขณะดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ขึ้นจากเส้นขอบฟ้าในเวลาเช้า โดยถ่ายภาพทุกๆ 1 นาที พร้อมกับบันทึกองศามุมเงยของดวงอาทิตย์และทำการวัดความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ โดยใช้ Lux Meter ในการวัดความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ทุกๆ 15 นาที พร้อมกับบันทึกองศามุมเงยของดวงอาทิตย์นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Iris และ Microsoft Excel 2016

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ พบว่า ความเข้มแสงแปรผกผันมวลของอากาศ (Air mass) โดยค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่ได้จากซอฟต์แวร์ Iris และความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่ได้จาก Lux Meter มีค่าแปรผกผันกับมวลของอากาศ (Air mass)

คำสำคัญ : มวลอากาศ, ความเข้มแสง

ความเป็นมา

หากสังเกตดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ จะพบว่าขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นและตกนั้นจะสามารถมองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าได้ แต่หากเป็นช่วงเวลากลางวันเราจะไม่สามารถมองดวงอาทิตย์ตรง ๆ ได้การมองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าที่แตกต่างกันเกิดจากการกระเจิงของแสงดวงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศของโลกที่มีความแปรปรวน เนื่องด้วยการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ และสภาพอากาศขณะนั้น

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ โดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux Meter) ในการวัดความเข้มแสง ร่วมกับการถ่ายภาพดวงอาทิตย์โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้น จากนั้นใช้โปรแกรม Iris ในการหาค่าความเข้มแสงจากภาพถ่าย คำนวณหาค่ามวลอากาศ (Air Mass) และนำข้อมูลมาอภิปรายผล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มของแสงดวงอาทิตย์
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงดวงอาทิตย์กับมวลอากาศ (Air Mass)

วิธีการศึกษา

การรวบรวมข้อมูล

การถ่ายภาพโดยใช้กล้อง DSLR

1. ทำการติดตั้งกล้อง DSLR ต่อเข้ากับขาตั้งกล้องเพื่อบันทึกภาพดวงอาทิตย์ขณะที่โผล่ขึ้นจากขอบฟ้า และจะทำการถ่ายภาพทุก 1 นาที
2. ในการถ่ายภาพดวงอาทิตย์ทำการปรับตั้งค่ารับแสง ความเร็วชัตเตอร์และความไวแสง เพื่อให้ปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์เข้ามายังตัวเซ็นเซอร์รับภาพให้พอเหมาะ
3. การถ่ายภาพแต่ละภาพให้บันทึกเวลาเพื่อนำไปใช้คำนวณค่าตำแหน่งมุมเงยของดวงอาทิตย์ และนำข้อมูลไปประมวลผลในซอฟต์แวร์ IRIS

การใช้ Lux Meter

1. ใช้ Lux Meter ในการวัดความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ทุก ๆ 15 นาที
2. บันทึกเวลาเพื่อนำไปใช้คำนวณค่าตำแหน่งมุมเงยของดวงอาทิตย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การถ่ายภาพโดยใช้กล้อง DSLR

1. นำภาพดวงอาทิตย์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความเข้มแสง โดยใช้ซอฟต์แวร์ IRIS
2. นำเวลาที่บันทึกไว้ มาใช้ในการดูมุมเงยของดวงอาทิตย์ในโปรแกรม Stellarium
3. คำนวณค่ามวลของอากาศ จากสมการ $Air\ mass = \frac{1}{\cos(ZA^\circ)}$
4. ทำการพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

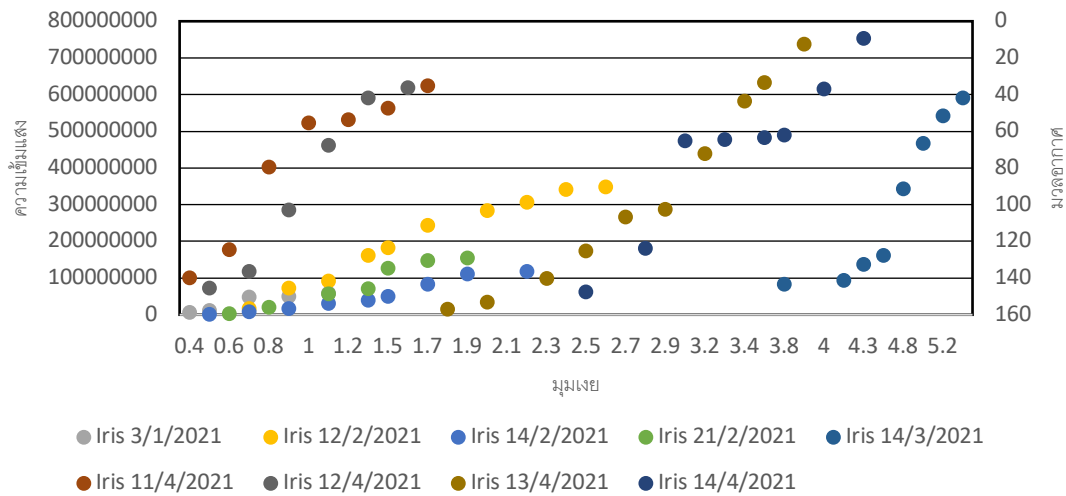
การใช้ Lux Meter

1. นำเวลาที่บันทึกไว้ มาใช้ในการดูมุมเงยของดวงอาทิตย์ในโปรแกรม Stellarium
2. คำนวณค่ามวลของอากาศ จากสมการ $Air\ mass = \frac{1}{\cos(ZA^\circ)}$
3. นำข้อมูลความเข้มแสงที่ได้จาก Lux Meter มาประมวลผลใน Microsoft Excel 2016
3. ทำการพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

ผลการศึกษา

จากการถ่ายภาพดวงอาทิตย์โดยกล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกับมวลอากาศ (Air Mass) กับความเข้มของแสงดวงอาทิตย์ จำนวน 9 วัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์กับมวลอากาศ แสดงออกมาเป็นกราฟโดยแกน X ของกราฟคือมุมเงย แกน Y ของกราฟคือความเข้มแสงและมวลอากาศ ผลการศึกษานี้เป็นดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความสว่างของแสงอาทิตย์ที่เก็บข้อมูลโดยกล้อง DSLR

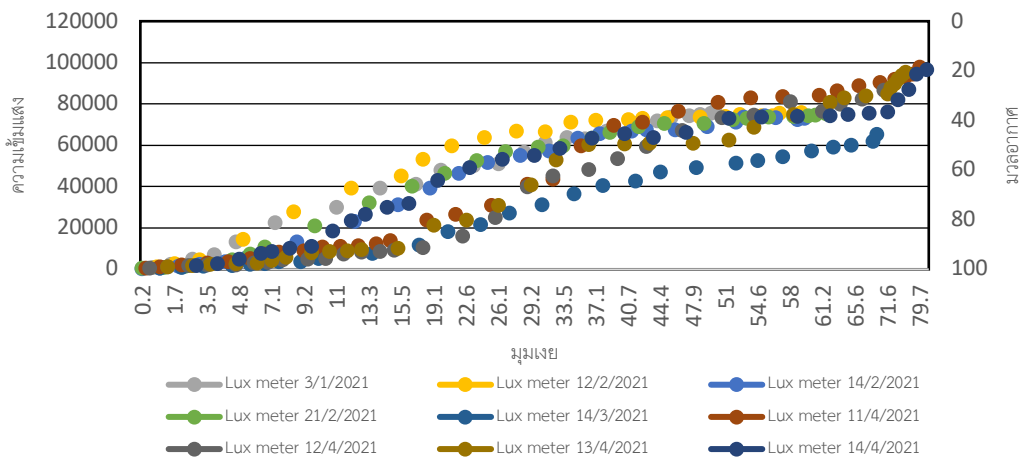


กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์จากการถ่ายภาพโดยกล้อง DSLR และมวลอากาศ (Air mass) เป็นเวลา 9 วัน ในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ค.ศ.2021

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์กับมวลอากาศด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้อง DSLR จำนวน 9 วัน แสดงผลดังแผนภูมิ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มของแสงดวงอาทิตย์แปรผกผันกับมวลอากาศ (Air mass)

จากการเก็บข้อมูลความเข้มแสงของดวงอาทิตย์โดย Lux meter เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์กับมวลอากาศ (Air Mass) จำนวน 9 วัน โดยวัดความเข้มแสงจาก Lux meter ตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลาเที่ยงวัน ซึ่งเก็บข้อมูลทุกๆ 15 นาที ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์กับมวลอากาศ แสดงออกมาเป็นกราฟโดยแกน X ของกราฟคือมุมเงย แกน Y ของกราฟคือความเข้มแสงและมวลอากาศ ผลการศึกษาเป็นดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับความสว่างของแสงอาทิตย์



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์จาก Lux meter และมวลอากาศ (Air mass) เป็นเวลา 9 วัน ในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ค.ศ.2021

สรุปผล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงของดวงอาทิตย์กับมวลอากาศ (Air mass) ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์จากการถ่ายภาพโดยใช้กล้อง DSLR โดยทำการวิเคราะห์ความเข้มแสง โดยใช้ซอฟต์แวร์ Iris ในช่วงเวลาที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3144449178.5 ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์โดยการใช้ Lux Meter ในช่วงเวลาที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53,410.5 Lux และพบว่าในการเก็บข้อมูลทั้งถ่ายรูปรูปโดยกล้อง DSLR โดยทำการวิเคราะห์ความเข้มแสงโดยซอฟต์แวร์ Iris และการเก็บข้อมูลโดยใช้ Lux Meter ทั้ง 9 วัน จะพบว่าเมื่อประมวลผลออกมาในรูปแบบกราฟ กราฟที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งสองวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเหมือนกัน ซึ่งจะพบได้ว่าระหว่างมวลอากาศ (Air Mass) กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์โดยความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มีค่ามากขึ้นตามมวลอากาศที่ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานของคุณครูสุภัฏญา วราพุด ครูที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบคุณคุณคณิตพล ตั้งมติธรรม คุณกฤษณะ ล่ามสมบัติและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้คำปรึกษา และขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ช่วยเหลือการเก็บรวบรวมข้อมูล และทุกท่านที่ยังไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนา อัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.
คณิตพล ตั้งมติธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, ตุลาคม 2563

<https://www.ftexploring.com/solar-energy/air-mass-and-insolation1.htm>

การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์

นางสาวชญญณ์ท์ สืออ่อน

E-mail: chanyanad200331@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนัทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ ทำการสังเกตการณ์ในช่วงเดือนมกราคม 2564 โดยการบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้อง CCD ต่อกับกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง วิเคราะห์ภาพถ่ายโดยการวัดแสงด้วยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) จากนั้นนำผลของการวัดแสงที่ได้ มาสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่ออธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวพบว่า ความสว่างปรากฏของดาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมุมเงยของดาวเพิ่มขึ้น และมีความสว่างลดลงเมื่อมีมุมเงยน้อยลง อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของชุดข้อมูลความสว่างของดาวในช่วงเวลาประมาณ 18.00 – 21.00 น. มีมากกว่าในช่วงเวลาอื่น อันเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศในช่วงเย็นถึงค่ำ ดังนั้น ควรการเลือกสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ หลังจากที่สภาพอากาศ มีความแปรปรวนน้อยลงไปแล้ว หรือในช่วงเวลาประมาณ 21.00 น. เป็นต้นไป

คำสำคัญ มวลอากาศ

ความเป็นมา

ท้องฟ้าที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศในแต่ละชั้นบรรยากาศ ซึ่งส่งผลต่อการมองเห็นความสว่างของดาว บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยที่มีภูมิประเทศเป็นปลายแหลมยื่นออกไปในทะเล โดยมีทะเลขนานบข้างทั้งฝั่งทิศตะวันออกและฝั่งทิศตะวันตก ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของอากาศที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนในแต่ละช่วงเวลาระหว่างพื้นน้ำและพื้นดิน โดยเฉพาะในช่วงรอยต่อระหว่างกลางวันและกลางคืนมักจะมี ความแปรปรวนของอากาศมากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ของวัน เช่น มักมีลมพัดแรง เกิดการก่อตัวของเมฆ ที่มีลักษณะคล้ายกับเมฆฝน ในทางกลับกันท้องฟ้าจะมีความแปรปรวนน้อยลงเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปแล้ว 2 – 3 ชั่วโมง ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสม สำหรับการใช้พื้นที่จังหวัดภูเก็ตในการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์

วิธีการศึกษา

1. การเก็บข้อมูล

1.1 เลือกสถานที่และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งทางผู้จัดทำเลือกเก็บข้อมูลในวันที่ 20 และ 23 มกราคม 2564 สถานที่เก็บข้อมูล คือ ร้าน Seaview cafe จังหวัดภูเก็ต เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ 12 ชั่วโมง มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ Latitude $7^{\circ} 53' 26.12''$ N Longitude $98^{\circ} 23' 53.17''$ E

1.2 เลือกวัตถุที่เป็นตัวแทนของการศึกษา คือ โพรซิออน (Procyon) เนื่องจากมีความสว่างค่อนข้างมาก ประกอบกับการเคลื่อนที่ของดาวที่ผ่านจุดกลางฟ้าใกล้จุดเหนือศีรษะ (Zenith) มากที่สุดในตำแหน่งที่สามารถสังเกตเห็นได้

1.3 เก็บข้อมูลโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Meade LX85 SERIES 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 120 มิลลิเมตร ความยาวโฟกัส 700 มิลลิเมตร และบันทึกภาพด้วยกล้อง CCD รุ่น ASI224MC ควบคุมการถ่ายผ่านโปรแกรม Maxlm DL 5 โดยเป็นทีภาพ 4 Frame Type ภาพ Light Frame ใช้ความเร็วชัตเตอร์ 0.006 วินาที และใช้ฝาปิดแสงในขณะที่ถ่าย โดยถ่ายอย่างต่อเนื่องจากตำแหน่งที่ดาวโพรซิออนเริ่มปรากฏทางทิศตะวันออกจนลับขอบฟ้า

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ภาพโดยทำการวัดแสงด้วยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) ในโปรแกรม Iris จากนั้นเลือกข้อมูลมาพิจารณา แล้วนำมาจัดรูปแบบบรรทัดฐาน (Normalize)

2.2 กำหนดมุมเงยของดาวเทียบกับเวลาที่ถ่ายดาวได้ในแต่ละภาพ โดยใช้โปรแกรม Stellarium

2.3 คำนวณค่ามวลอากาศ (Airmass) เทียบกับมุม zenith angles ของท้องฟ้า 0 – 90 องศา จากสูตร

$$Airmass = \frac{1}{\cos\theta}$$

โดยที่มุม θ คือ ค่ามุมบนระนาบตั้งที่วัดอ้างอิงกับเส้นตั้งโดยให้มุม 0 องศา อยู่เหนือศีรษะและมุม 90 องศา อยู่ในแนวราบ หรือ Zenith angles (ZA°)

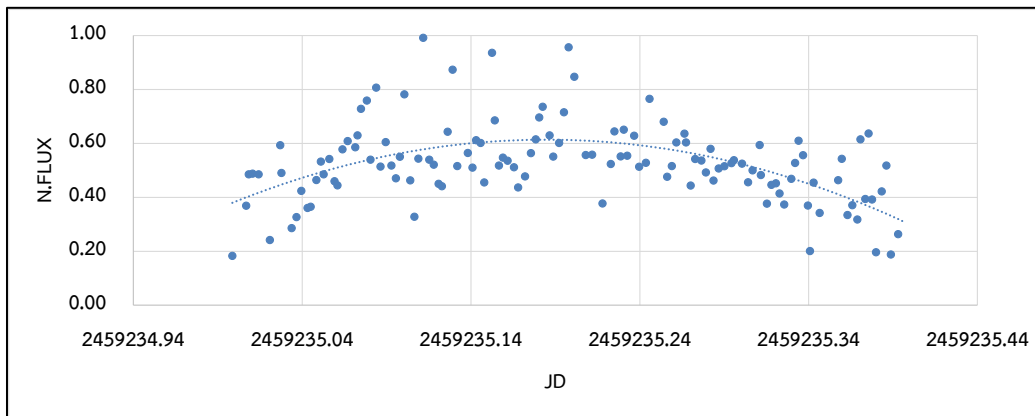
2.4 นำข้อมูลความสว่างของดาว มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์กับค่ามวลอากาศและเทียบมุมเงยในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อพิจารณาแนวโน้มของกราฟ

ผลการศึกษา

การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ ทำการสังเกตการณ์ในวันที่ 21 และ 23 มกราคม 2564 ตลอดทั้งคืน ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. แนวโน้มความสว่างของดาว

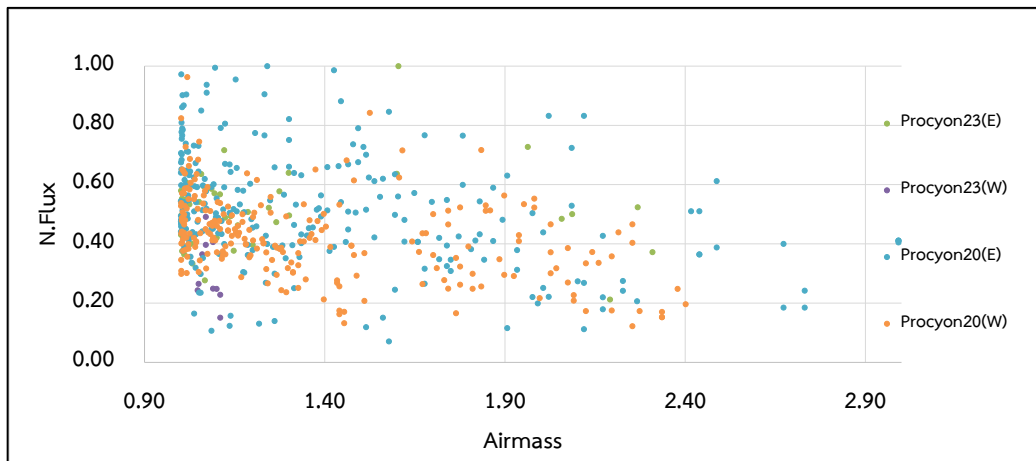
ความสว่างของดาวเพิ่มขึ้นเมื่อมุมเงยมากขึ้น ในช่วงเวลาประมาณ 18.00 – 00.00 น. มีแนวโน้มความสว่างดาวลดลงเมื่อมุมเงยน้อยลง ในช่วงเวลาประมาณ 00.00 – 06.00 น. ดังกราฟที่ 1 อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของกราฟทำให้เห็นความแตกต่างระหว่าง 2 ช่วงเวลาโดยข้อมูลในช่วงแรก มีการกระจายตัวมากกว่าช่วงหลัง



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลักซ์กับ Julian Day ของดาวโพรซิออน ในวันที่ 20 มกราคม 2564

2. แนวโน้มความสว่างของดาวกับมวลอากาศ

เมื่อพิจารณาความสว่างของดาวร่วมกับมวลอากาศ พบว่า เมื่อมวลอากาศมีค่ามากขึ้น ความสว่างของดาวมีแนวโน้มลดลง ดังกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลักซ์กับมวลอากาศของวันที่ 20 และ 23 มกราคม 2564

สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ ในวันที่ 20 และ 23 มกราคม 2564 พบว่า ความสว่างของดาวเพิ่มขึ้นเมื่อมุมเงยมากขึ้น สอดคล้องกับความสว่างของดาวเมื่อพิจารณาพร้อมกับมวลอากาศ โดยเมื่อมวลอากาศมีค่ามากขึ้น ความสว่างของดาวมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของชุดข้อมูลความสว่างของดาวในช่วงเวลาประมาณ 18.00 – 21.00 น. มีมากกว่าในช่วงเวลาอื่น อันเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศในช่วงเย็นถึงค่ำ ดังนั้น ควรการเลือกสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ หลังจากที่สภาพอากาศมีความแปรปรวนน้อยลงไปแล้ว หรือในช่วงเวลาประมาณ 21.00 น. เป็นต้นไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบ และการแก้ไขข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีจาก นายนัทพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษา นายศิวรุต พลอยแดง เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณร้าน seaview cafe จังหวัดภูเก็ตที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูลและขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนผู้ให้กำลังใจในการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

มฤติ วสะหลาย. ดาวสะเทือนบอกอายุ. คำนวณวันที่ 1 พฤษภาคม 2564. จาก สมาคมดาราศาสตร์ไทย เข้าถึงได้จาก : nectec.or.th)
 นันทิชา อันติมานนท์ (2563). การศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว.
 การนำเสนอผลงานแห่งประเทศไทย ประจำปี 2563.

การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของโคมไฟที่ช่วยลดมลภาวะทางแสง

นางสาวนราธิภรณ์ สุทรพะลิน

E-mail: ss47573@samsenwit.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายฉัตรชัย สัมฤทธิ์สุภผล

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของโคมไฟที่ช่วยลดมลภาวะทางแสง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบโคมไฟที่ช่วยลดการเกิดมลภาวะทางแสง ด้วยร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่าง ได้แก่ ระยะเวลาขอบด้านล่างโคมไฟ รูปร่างของหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ ลักษณะพื้นผิวภายในโคมไฟ เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ สีของแสงไฟ และชนิดของหลอดไฟ โดยวัดค่าความสว่างบริเวณด้านบนและด้านล่างโคมไฟ จากการบันทึกภาพจากนั้นนำไปวัดค่าความสว่างผ่านโปรแกรม Iris และการวัดความสว่างจาก Lux Meter นำไปแปลงเป็นร้อยละความสว่างจากนั้นนำมาเปรียบเทียบ

จากการศึกษาผ่านโปรแกรม Iris พบว่าโคมไฟที่มีระยะขอบด้านล่างของโคมไฟอยู่ต่ำกว่าหลอดไฟพื้นผิวภายในเป็นอะลูมิเนียม เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟเป็น 32 cm มีค่าร้อยละความสว่างน้อยกว่าโคมไฟอื่นๆ ในตัวแปรชนิดเดียวกันที่ศึกษา และการศึกษาโดยใช้ Lux meter พบว่าค่าของร้อยละความสว่างมีแนวโน้มคล้ายคลึงจากการศึกษาโดยใช้โปรแกรม Iris แต่โคมไฟที่เหมาะสมกับหลอดไฟ CFL ต่างจากหลอดไฟ LED คือ เป็นโคมไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟเป็น 24 cm

คำสำคัญ: โคมไฟ มลภาวะทางแสง ค่าความสว่าง ร้อยละความสว่าง

ความเป็นมา

ในปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการในการใช้แสงในเวลากลางคืน ไม่ว่าจะเป็น แสงไฟถนนตามข้างทาง ไฟรักษาความปลอดภัยหรือไฟตกแต่งต่างๆ ทำให้ในเวลากลางคืนที่ท้องฟ้าไม่มีดิสทริบิวท์ที่ควร เนื่องจากมีแสงส่องขึ้นไปบนท้องฟ้า แสงเหล่านี้จะกระเจิงกับตัวกลางขนาดเล็กในอากาศ เช่น เมฆ หมอก และควัน ปรากฏเป็นมลภาวะทางแสงในส่วนของแสงเรืองบนท้องฟ้าซึ่งเป็นผลมาจากการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงสว่างอย่างไม่ระมัดระวังหรือใช้โคมไฟที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดแสงเรืองทั่วท้องฟ้าที่สังเกตเห็นได้แม้จะอยู่ไกลออกไป ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและเป็นอุปสรรคต่อการสังเกตการณ์และศึกษาแสงสว่างจากดวงดาวบนท้องฟ้า

การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของโคมไฟที่ช่วยลดมลภาวะทางแสงจึงเป็นการศึกษาหนึ่งที่จะทำให้เราเข้าใจวิธีการเลือกโคมไฟที่เหมาะสมช่วยลดมลภาวะทางแสงจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง โดยดูจากร้อยละความสว่างของแสงที่ส่องขึ้นด้านบน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

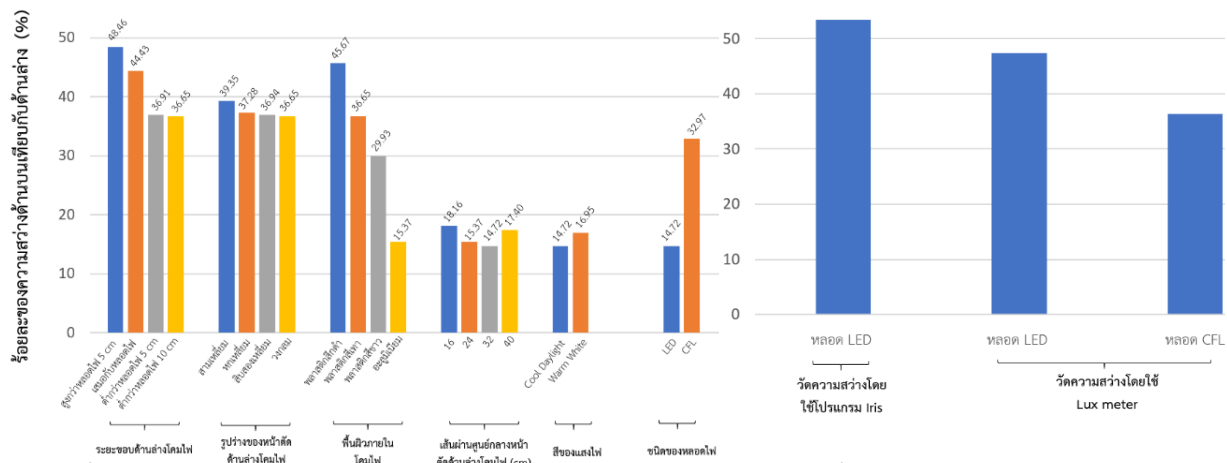
เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบโคมไฟที่ช่วยลดการเกิดมลภาวะทางแสง ด้วยร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่าง

วิธีการศึกษา

1. ประดิษฐ์โคมไฟรูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา
2. ตั้งค่ากล้อง Nikon 1 J5 โดยปรับความเร็วชัตเตอร์ 1/125 วินาที ค่าความไวแสง 1600 และรูรับแสง 4
3. ติดตั้งโคมไฟโดยให้หลอดไฟสูงจากพื้น 1 เมตร และเปลี่ยนโคมไฟตามตัวแปรที่ศึกษาคือ ระยะขอบด้านล่างโคมไฟ รูปร่างของหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ ลักษณะพื้นผิวภายในโคมไฟ เส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ สีของแสงไฟ ชนิดของหลอดไฟ และไม่มีโคมไฟครอบ บันทึกภาพจากนั้นนำ Lux meter รุ่น AS803 มาวัดความสว่างด้านล่างและด้านบนโคมไฟแต่ละรูปแบบ และบันทึกผล
4. นำภาพที่ได้เข้าโปรแกรม Iris และหา photometry โดยใช้เครื่องมือ Aperture Photometry เพื่อดูค่าความสว่าง บริเวณด้านบนและด้านล่างโคมไฟ
5. นำค่าความสว่างที่ได้ไปแปลงเป็นร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่าง โดยคำนวณจากการนำค่าความสว่างด้านล่างหารด้วยค่าความสว่างด้านบนโคมไฟคูณด้วย 100 และนำมาเปรียบเทียบ

ผลการศึกษา

จากการบันทึกภาพจากนั้นนำไปวัดค่าความสว่างผ่านโปรแกรม iris และการวัดความสว่างจาก Lux Meter นำไปแปลงเป็นร้อยละความสว่างได้ผลการศึกษาดังนี้

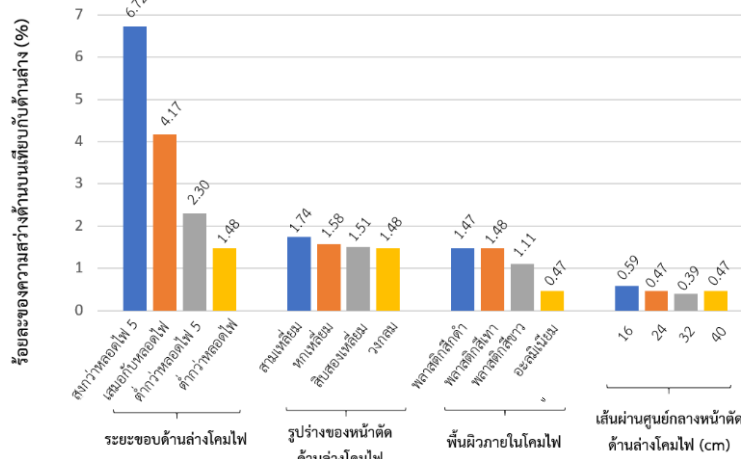


รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่างของโคมไฟหลอดไฟ LED จากการวัดความสว่างผ่านโปรแกรม Iris

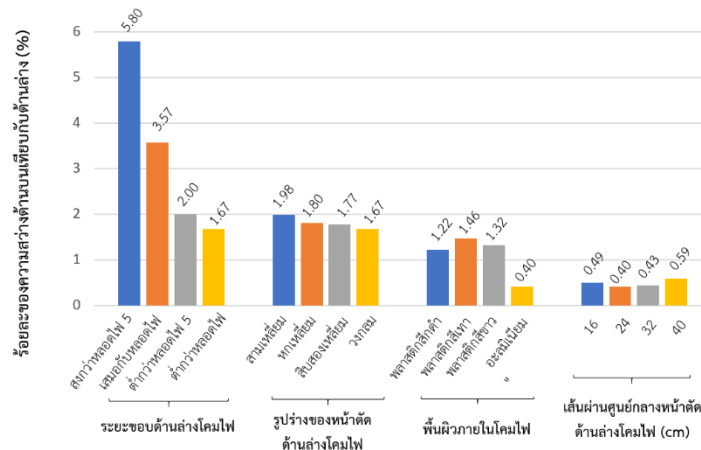
รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่างของหลอดไฟ

จากรูปที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความสว่างของโคมไฟแต่ละรูปแบบแล้ว พบว่าโคมไฟที่ระยะขอบด้านล่างโคมไฟต่ำจากหลอดไฟ 5 cm และ 10 cm มีร้อยละความสว่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและมีค่าร้อยละความสว่างน้อยกว่าโคมไฟอื่นๆ ในตัวแปรชนิดเดียวกันที่ศึกษา โคมไฟที่พื้นผิวภายในโคมไฟเป็นอะลูมิเนียม เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟเป็น 32 cm มีค่าร้อยละความสว่างน้อยกว่าโคมไฟอื่นๆ ในตัวแปรชนิดเดียวกันที่ศึกษา โคมไฟที่ใช้ชนิดของหลอดไฟเป็น LED มีค่าร้อยละความสว่างน้อยกว่าโคมไฟที่

ใช้หลอดไฟชนิด CFL โคมไฟที่มีรูปร่างของหน้าตัดด้านล่างโคมไฟและสีของแสงไฟต่างกัน ทั้งหมดมีร้อยละความสว่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่างของโคมไฟหลอด LED จากการวัดความสว่างด้วย Lux meter



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความสว่างด้านบนเทียบกับด้านล่างของโคมไฟหลอด CFL จากการวัดความสว่างด้วย Lux meter

จากรูปที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความสว่างของโคมไฟแต่ละรูปแบบแล้ว พบว่าค่าร้อยละความสว่างของทั้งสองกราฟมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับร้อยละความสว่างที่วัดความสว่างจากโปรแกรม Iris เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความสว่างแล้ว พบว่าโคมไฟที่เหมาะสมคือโคมไฟที่ ระยะขอบด้านล่างอยู่ต่ำจากหลอดไฟ พื้นผิวภายในเป็นอะลูมิเนียม สำหรับหลอดไฟ LED คือโคมไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ 32 cm มีร้อยละความสว่างด้านบน 0.39% ซึ่งมีค่าน้อยกว่า โคมไฟที่เหมาะสมกับหลอดไฟ CFL คือโคมไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านล่างโคมไฟ 24 cm ซึ่งมีร้อยละความสว่างด้านบน 0.40%

สรุปผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบโคมไฟที่ช่วยลดการเกิดมลภาวะทางแสง ได้ทำการถ่ายภาพจากนั้นนำไปวัดค่าความสว่างผ่านโปรแกรม Iris และวัดความสว่างจาก Lux Meter แล้วนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบร้อยละความสว่างของแสงที่ส่องขึ้นด้านบนเทียบกับด้านล่าง การศึกษาโดยวัดค่าความสว่างผ่านโปรแกรมพบว่า โคมไฟที่มีระยะขอบด้านล่างของโคมไฟอยู่ต่ำกว่าหลอดไฟ พื้นผิวภายในเป็นอะลูมิเนียมและการใช้หลอดไฟ LED ให้ร้อยละความสว่างของแสงที่ส่องขึ้นน้อยกว่าโคมไฟรูปแบบอื่นๆ ที่ศึกษาโดยใช้ Lux meter พบว่าค่าของร้อยละความสว่างมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับร้อยละความสว่างที่วัดความสว่างจากโปรแกรม Iris

ผลที่ได้จากการวัดความสว่างด้วยโปรแกรม Iris เมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าความสว่างกับหลอดไฟแบบไม่มีโคมไฟพบว่าหากใช้โคมไฟที่เหมาะสม ค่าความสว่างด้านบนหรือแสงที่ทำให้เกิดมลภาวะทางแสงลดลง 0.17 เท่า และให้ความสว่างด้านล่างเพิ่มขึ้น 2.01 เท่า และการวัดความสว่างด้วย Lux meter สำหรับหลอดไฟ LED และ CFL ความสว่างด้านบนลดลง 4.28 และ 10.22 เท่า และให้ความสว่างด้านล่างเพิ่มขึ้น 0.95 และ 0.88 เท่า ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากคุณครูฉัตรชัย สัมฤทธิ์สุภผล ครูที่ปรึกษา คุณเกษงา กิริติภรณ์และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตลอดจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณผู้ที่เคยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการทุกๆ ท่าน และสุดท้ายขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- มติพล ตั้งมติธรรม. (2563). คู่มือศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ (5). เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). *มลภาวะทางแสง Light Pollution*. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). จาก <https://www.narit.or.th/index.php>
- จินตมาศ ศิลปพรหมมาศ. (2563). *มลภาวะทางแสง Light Pollution : ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม*. สืบค้น 5 มีนาคม 2564, จาก <http://www.mnre.go.th/reo14/th/view/?file=Light%20Pollution&t=GTMgq2qxqS9cMUu>

การสร้างรูปแบบทำนองดนตรี ด้วยช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า

และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี

นายวรกันต์ คำเมืองสา และนางสาวจิรพันธ์ ลุงทุน

E-mail: kridsana_g@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นายภุชณะ วงศ์ริน

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างรูปแบบทำนองดนตรีจากกลุ่มดาวจักรราศี 2) เพื่อศึกษารูปแบบและแนวทำนองดนตรีที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี ซึ่งมีวิธีการศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium มาวิเคราะห์ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศีทั้ง 12 กลุ่ม จำนวน 141 ดวง ในช่วงเวลา 1 วัน โดยกำหนดให้ Spectral Type ของดาวแต่ละดวงได้แก่ M, K, G, F, A, B, O แทนเสียงตามโน้ตทางดนตรี จำนวน 7 โน้ต ได้แก่ C, D, E, F, G, A, B เกิดเป็นเสียงในระดับที่แตกต่างกันตาม Spectral Type ของดาวดวงนั้น ๆ เมื่อดาวดวงใดเคลื่อนที่ตกและที่เส้นขอบฟ้า ซึ่งมีระยะห่างของจังหวะการเกิดเสียง ที่เรียงตามลำดับการเคลื่อนที่ตกของดาว เริ่มจากกลุ่มดาวแกะไปสิ้นสุดที่กลุ่มดาวปลา ตามระยะเวลาจริง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสรุปในตาราง Excel เพื่อวิเคราะห์หาความถี่การเกิดของรูปแบบเสียง ที่มีการกำหนดค่าไว้กับ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี การเกิดเสียงประสาน(Harmony) ของดาวในกลุ่มจักรราศีที่มีช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าพร้อมกันและการเหลื่อมของทำนองดนตรี ที่เกิดจากช่วงเวลาการตกของกลุ่มดาวสองกลุ่มที่มีการเหลื่อมกัน จากนั้นนำข้อมูลได้มาบันทึกแนวทำนองดนตรี ด้วยโปรแกรม MuseScore 3 และนำมาสร้างเป็นสื่อวิดีโอด้วยโปรแกรม Sony Vegas นำเสนอผลในรูปแบบ Multimedia & Data Visualization

สรุปผลการศึกษา ได้สื่อวิดีโอ “Melody of Zodiac Constellations” รูปแบบทำนองดนตรีจากช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี พบว่า 1). มีสัดส่วนจำนวนดาวของกลุ่มดาวจักรราศีที่มี Spectral Type เรียงจากมากไปหาน้อย คือ Spectral Type: G เทียบเป็น Note: E ร้อยละ 21.28%, Spectral Type: A เทียบเป็น Note: G ร้อยละ 21.28%, Spectral Type: B เทียบเป็น Note: A ร้อยละ 19.15%, Spectral Type: K เทียบเป็น Note: D ร้อยละ 17.73%, Spectral Type: F เทียบเป็น Note: F ร้อยละ 12.06%, Spectral Type: M เทียบเป็น Note: C ร้อยละ 8.51%, Spectral Type: O เทียบเป็น Note: B ร้อยละ 0.00% 2). มีคู่ดาวจำนวน 8 คู่ ในกลุ่มจักรราศีจำนวน 7 กลุ่ม ที่มีช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าพร้อมกัน ทำให้เกิดเสียงประสาน (Harmony/Intervals) 4 รูปแบบ ในทำนองดนตรี ได้แก่ คู่ดาว Chamukuy กับ 68 Tau ในกลุ่มดาววัว คู่ดาว Rasalas กับ A1 Jabbah ในกลุ่มดาวสิงโต คู่ดาว Antares กับ Xamidimura ในกลุ่มดาวแมงป่อง คู่ดาว Nunki กับ Rukbat ในกลุ่มดาวคนถือธนู คู่ดาว Algedi กับ Dabih ในกลุ่มดาวมังกร คู่ดาว Deneb Algedi ในกลุ่มดาวมังกร กับ Sadalsuud ในกลุ่มดาวคนถือหม้อน้ำ คู่ดาว 106 Psc กับ 85 Psc และ คู่ดาว 110 Psc กับ 111 Psc ในกลุ่มดาวปลา 3). มีการเหลื่อมของทำนองดนตรี ที่เกิด

จากช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าของกลุ่มดาวสองกลุ่มที่มีการเหลื่อมกัน จำนวน 4 คู่ จาก 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มดาวสิงโต กลุ่มดาวหญิงพรหมจารีย์ กลุ่มดาวแมงป่อง กลุ่มดาวคันชั่ง กลุ่มดาวมังกร และกลุ่มดาวคนถือหม้อน้ำ

คำสำคัญ: กลุ่มดาวจักรราศี, ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า, Spectral Type, รูปแบบทำนองดนตรี

ความเป็นมา

กลุ่มดาวจักรราศี คือ กลุ่มดาวฤกษ์ 12 กลุ่ม ที่อยู่ห่างไกลจากดวงอาทิตย์ออกไป ซึ่งเมื่อมองจากโลก จะเห็นกลุ่มดาวเหล่านี้ ปรากฏแตกต่างกันไปตามช่วงระยะเวลาของเดือน ซึ่งมนุษย์ในสมัยโบราณก็จินตนาการ รูปร่างของกลุ่มดาวเป็นสิ่งต่าง ๆ โดยปรากฏอยู่ตามแนวเส้น Ecliptic กลางท้องฟ้า กลุ่มดาว 12 ราศี เริ่มนับ จากราศีเมษแก่ตัวผู้ไปตามลำดับ และ ราศีมีน กลุ่มดาวปลาเป็นราศีสุดท้าย ครบรอบ 1 ปี วนซ้ำกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งด้วยรูปแบบดังกล่าว ทำให้ผู้ศึกษา สนใจศึกษารูปแบบช่วงเวลาการเคลื่อนที่ตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศีที่มีความแตกต่างกันในแต่ละดวง เพื่อนำมาวิเคราะห์สร้างรูปแบบทำนองดนตรี เป็นสื่อวีดิโอ ที่นำเสนอผลในรูปแบบ Multimedia & Data Visualization โดยการนำข้อมูลมาแปลงเป็นสื่อ มัลติมีเดียภาพและเสียง ให้มีความน่าสนใจและเข้าใจง่าย อันเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมสุนทรียะดาราศาสตร์ที่ ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง ของชมรมยุวชนดาราศาสตร์โรงเรียนแก่น้อยศึกษาในการสร้างสื่อวีดิโอ ที่แปลจังหวะและ ความกลมกลืนของจักรวาลเป็นเพลงและเสียง ในการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดแสดงแก่สาธารณชน หรือ แม้แต่ช่วยให้ผู้พิการทางสายตาเข้าถึงดาราศาสตร์จากข้อมูลเสียง ได้มากขึ้น ที่ช่วยสร้างแรงบันดาลใจ ให้ความรู้ เกี่ยวกับดนตรีแห่งจักรวาล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างรูปแบบทำนองดนตรีจากกลุ่มดาวจักรราศี ในรูปแบบสื่อวีดิโอ Multimedia & Data Visualization
2. เพื่อศึกษารูปแบบและแนวทำนองดนตรีที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า (Horizon) และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี

วิธีการศึกษา

1. ใช้ข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium มาวิเคราะห์ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศีทั้ง 12 กลุ่ม จำนวน 141 ดวง ในช่วงเวลา 1 วัน โดยเก็บข้อมูลของ วันที่ 13 เมษายน - 14 เมษายน พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นวันขึ้นปีใหม่ไทย และเริ่มต้นการนับกลุ่มดาวจักรราศีกลุ่มที่ 1 (กลุ่มดาว แกะ) ที่เริ่มตกที่เส้นขอบฟ้า ตั้งแต่ช่วงเวลา 19:19 น เป็นต้นไป จนครบ 24 ชั่วโมง

a)

ดาวฤกษ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชื่อ	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν
ชื่อไทย	บีตา	แกมมา	เดลตา	อีตา	ซีตา	เอต้า	ไธตา	ไค	เค	แอลฟา	ไมเคิล	นู
ชื่อละติน	Beta	Gamma	Delta	Eta	Zeta	Eta	Theta	Kappa	Lambda	Mu	Nu	
ค่า RA	7.22	6.02	7.24	6.35	7.59	8.51	8.10	6.18	8.26	-8.10	8.33	
ค่า Dec		-0.58		-6.25		-6.09		-6.44		-6.70		
ค่า Parallax	0.42	0.12	0.29	0.28	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
ค่า Spectral Type	K	K	G	F	A	B	O					
ค่า New Star	C	D	E	F	G	A	B					

b)



ภาพที่ 1 แสดง a) ตารางวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลาการตกของกลุ่มดาวจักรราศี b) โปรแกรม Stellarium

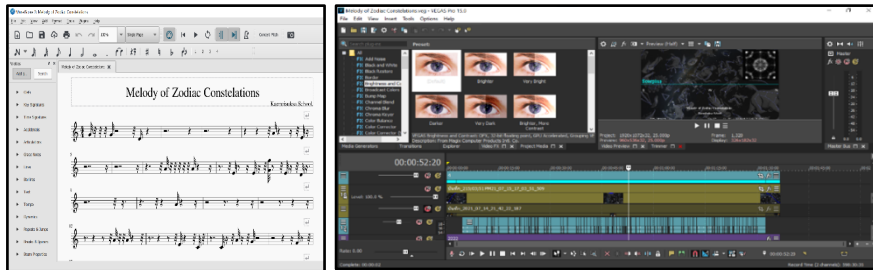
2. เทียบค่าแทนเสียงเพื่อสร้างรูปแบบแนวทำนอง โดยกำหนดให้ Spectral Type ของดาวแต่ละดวง ได้แก่ M, K, G, F, A, B, O แทนเสียงตามโน้ตทางดนตรี จำนวน 7 โน้ต ได้แก่ C, D, E, F, G, A, B เกิดเป็นเสียงในระดับที่ต่างกัันตาม Spectral Type ของดาวดวงนั้น ๆ เมื่อดาวดวงใดเคลื่อนที่ตกตะแที่เส้นขอบฟ้า ซึ่งมีระยะห่างของจังหวะการเกิดเสียง ที่เรียงตามลำดับการเคลื่อนที่ตกของดาว เริ่มจากกลุ่มดาวแกะไปสิ้นสุดที่กลุ่มดาวปลา ตามระยะเวลาจริง

ลำดับ	ชื่อกลุ่มดาว	อักษรย่อ	จำนวนดาวที่มองเห็น	การเกิดเสียงประสาน (Harmony/Interval)	เสียงคู่ 1 (Unison)	เสียงคู่ 2	เสียงคู่ 3	เสียงคู่ 4	เสียงคู่ 5	เสียงคู่ 6	เสียงคู่ 7	เสียงคู่ 8 (Octave)	Spectral Type	Note Name	จำนวน	ร้อยละ
1	กลุ่มดาวแกะ	Aries or Ram	4										M	C	12	8.51
2	กลุ่มดาววัว	Taurus	12										K	D	25	17.73
3	กลุ่มดาวคนคู่	Gemini	17										G	E	30	21.28
4	กลุ่มดาวปู	Cancer	6										F	F	17	12.06
5	กลุ่มดาวสิงโต	Leo	9										A	G	30	21.28
6	กลุ่มดาวหญิงสาว	Virgo	12										B	A	27	19.15
7	กลุ่มดาวคันชั่ง	Libra	5										O	B	0	0.00
8	กลุ่มดาวแมงป่อง	Scorpius	13													
9	กลุ่มดาวคนยิงธนู	Sagittarius	21													
10	กลุ่มดาวมีถ้ำ	Capricornus	9													
11	กลุ่มดาวคนถือหม้อน้ำ	Aquarius	15													
12	กลุ่มดาวปลา	Pisces	18													
รวม			141													

ตารางเทียบ							
Spectral Type	M	K	G	F	A	B	O
Note Name	C	D	E	F	G	A	B

ภาพที่ 2 แสดงตารางวิเคราะห์ข้อมูล Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี

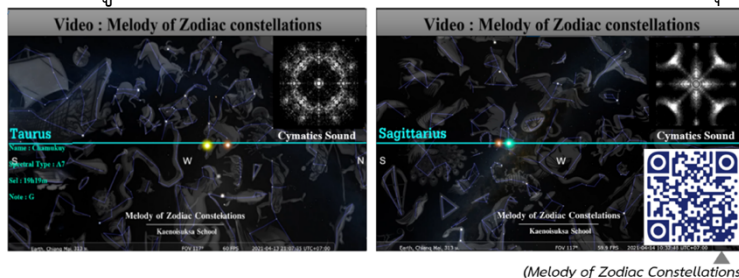
3. นำข้อมูลที่ได้มาสรุปในโปรแกรม Excel เพื่อวิเคราะห์ 1).หาค่าความถี่ของการเกิดของรูปแบบเสียงที่มีการกำหนดค่าไว้กับ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี 2).การเกิดเสียงประสาน (Harmony/ Intervals) ของดาวในกลุ่มจักรราศีที่มีช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าพร้อมกัน และ 3).การเหลื่อมของทำนองดนตรีที่เกิดจากช่วงเวลาการตกของกลุ่มดาวสองกลุ่มที่มีการเหลื่อมกัน จากนั้นนำข้อมูลได้มาบันทึกแนวทำนองดนตรี ด้วยโปรแกรม MuseScore 3 และนำมาสร้างเป็นสื่อวิดีโอด้วยโปรแกรม Sony Vegas นำเสนอผลในรูปแบบ Multimedia & Data Visualization



ภาพที่ 3 แสดงโปรแกรม MuseScore และ Sony Vegas ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลทิววิเคราะห์ได้มาเป็นสื่อวิดีโอ

ผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา ได้สื่อวิดีโอ “Melody of Zodiac Constellations” รูปแบบทำนองดนตรีจากช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี จำนวน 12 กลุ่ม รวม 141 ดวง ที่แสดงข้อมูล ภาพ และเสียงจากการเคลื่อนที่ตกเส้นขอบฟ้าของกลุ่มดาวจักรราศี



ภาพที่ 4 แสดงสื่อวิดีโอรูปแบบทำนองดนตรีจากกลุ่มดาวจักรราศี “Melody of Zodiac Constellations”

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษารูปแบบและแนวทำนองดนตรีที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้า และ Spectral Type ของกลุ่มดาวจักรราศี ออกมาในรูปแบบ Multimedia & Data Visualization ช่วยให้ผู้ศึกษา explore เกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ มาแสดงผล สร้างภาพนิทัศน์ข้อมูลเพื่อที่สามารถสื่อสารความรู้ที่ได้จากข้อมูล ให้เข้าใจได้ง่าย โดยใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ออกมาเป็นวิดีโอ “Melody of Zodiac Constellations” ซึ่งพบว่า

ที่	ผลการศึกษา	Data Visualization
1	มีสัดส่วนจำนวนดาวของกลุ่มดาวจักรราศี ที่มี Spectral Type เรียงจากมากไปหาน้อย คือ Spectral Type: G เทียบเป็น Note: E ร้อยละ 21.28% Spectral Type: A เทียบเป็น Note: G ร้อยละ 21.28%, Spectral Type: B เทียบเป็น Note: A ร้อยละ 19.15%, Spectral Type: K เทียบเป็น Note: D ร้อยละ 17.73%, Spectral Type: F เทียบเป็น Note: F ร้อยละ 12.06%, Spectral Type: M เทียบเป็น Note: C ร้อยละ 8.51%, Spectral Type: O เทียบเป็น Note: B ร้อยละ 0.00%	<p>Spectral Type</p> <ul style="list-style-type: none"> Type: G (21%) Type: A (21%) Type: B (19%) Type: K (18%) Type: F (12%) Type: M (8%) Type: O (0%)
2	มีคู่ดาวจำนวน 8 คู่ ในกลุ่มจักรราศีจำนวน 6 กลุ่มที่มีช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าพร้อมกัน ทำให้เกิดเสียงประสาน (Harmony/Intervals) 4 รูปแบบ ในทำนองดนตรี ได้แก่ คู่ดาว Chamukuy กับ 68 Tau ในกลุ่มดาววัว คู่ดาว Rasalas กับ A1 Jabhah ในกลุ่มดาวสิงโตคู่ดาว Antares กับ Xamidimura ในกลุ่มดาวแมงป่องคู่ดาว Nunki กับRukbat ในกลุ่มดาวคนถือธนูคู่ดาว Algedi กับ Dabih ในกลุ่มดาวมังกร, คู่ดาว Deneb Algedi ในกลุ่มดาวมังกร กับ Sadalsuud ในกลุ่มดาวคนถือหม้อน้ำ ดาว 106 Psc กับ 85 Psc และคู่ดาว 110 Psc กับ 111 Psc ในกลุ่มดาวปลา	<p>Harmony/Intervals</p> <ul style="list-style-type: none"> คู่ 8 (Blue) คู่ 6 (Orange) คู่ 4 (Grey) คู่ 3 (Yellow)
3	การเหลื่อมของทำนองดนตรี ที่เกิดจากช่วงเวลาการตกที่เส้นขอบฟ้าของกลุ่มดาวสองกลุ่มที่มีการเหลื่อมกันจำนวน 4 คู่ จาก 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มดาวสิงโต, กลุ่มดาวหญิง-พรหมจารีย์, กลุ่มดาวแมงป่อง, กลุ่มดาวคันชั่ง, กลุ่มดาวมังกร และกลุ่มดาวคนถือหม้อน้ำ	<p>Overlap</p> <ul style="list-style-type: none"> จำนวนดาวที่ Overlap Virgo / Leo: Overlap : 1 Libra / Virgo: Overlap : 2 Scorpio / Libra: Overlap : 2 Aquarius / Capricornus: Overlap : 1

เอกสารอ้างอิง

<https://stellarium.org>

www.astroeducation.com/zodiac-for-12-months

<https://skyandtelescope.org/observing/stellar-spectral-types-03302016>

ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา

นางสาวอารยา บุตรเป้า

E-mail: s35705@siya.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายชาญ เก้าวันนี

โรงเรียนศรียานุสรณ์ จันทบุรี

บทคัดย่อ

โครงการ เรื่อง ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์ สำหรับผู้พิการทางสายตา ผู้จัดทำได้มองเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ ทางดาราศาสตร์ ของกลุ่มผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น โดยการมีแนวคิดที่จะจัดทำ ชุดสื่อการสอนทางดาราศาสตร์ ซึ่งในชุดสื่อนี้จะประกอบไปด้วย ชุดแรกเป็นชุดระบบสุริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา ในชุดนี้จะ เป็น สื่อสัมผัส รูปร่าง โครงสร้าง พื้นผิว ของดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์ ที่เป็น ดาวบริวารของดวงอาทิตย์ ทุกดวง รวมทั้ง จัดทำเป็นสื่อ สัมผัสที่จะแสดงการวางตัว การเรียงตัว ของระบบสุริยะ ซึ่งผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนั้นจะได้ทราบถึง โครงสร้างของระบบสุริยะ ว่าดวงอาทิตย์ ตั้งอยู่อย่างไร ดาวเคราะห์ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์นั้น วางตัวอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์อย่างไรในแต่ละดวง ส่วนในชุดที่สองนั้น เป็น ชุดทรงกลมท้องฟ้าที่แสดงกลุ่มดาวหลัก ๆ บนท้องฟ้า ที่เราสังเกตได้ในเวลากลางคืน ซึ่งในทรงกลมท้องฟ้า นั้น จะจัดทำโดยย่อสัดส่วนให้เหมาะสมกับโครงสร้างของท้องฟ้าจริง บนทรงกลมท้องฟ้า จะมีเส้นทางการเคลื่อนที่ของดาว เส้นสุริยะวิถี รวมทั้งเส้นหลัก ๆ บนท้องฟ้าจริง และจะมี รูปร่างของกลุ่มดาวต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มดาวจักราศี กลุ่มดาวค้างคาว กลุ่มหมีเล็ก กลุ่มดาวหมีใหญ่ ซึ่งจะจัดทำเป็นปุ่มและมีเส้นเชื่อมโยงระหว่างปุ่มให้เป็นรูปร่างของกลุ่มดาว เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนั้น ได้เรียนรู้รู้ โดยการสัมผัสด้วยมือแล้วจินตนาการเป็นรูปร่างของกลุ่มดาวต่าง ๆ พร้อมทั้งผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนี้ จะได้เรียนรู้การขึ้นและการตกของดาวโดยการหมุนของทรงกลมท้องฟ้า เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นในหนึ่งคืน ผู้เรียนก็จะได้ว่ากลุ่มดาวดวงใดขึ้นและตกในเวลาเท่าใด ด้วยการสัมผัสและการหมุนของทรงกลมท้องฟ้า ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้แบบจินตนาการด้วยการสัมผัสทดแทนการมองเห็นด้วยตาเปล่า

คำสำคัญ: ผู้พิการทางสายตา,ระบบสุริยะ, ท้องฟ้าจำลอง

ความเป็นมา

ในการเรียนการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องนั้น ทุกคนได้ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยประสาทสัมผัสทุก ๆ ส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะได้มองเห็นภาพเกี่ยวกับดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ภาพของทรงกลมท้องฟ้า ภาพของกลุ่มดาวบนท้องฟ้าจากสื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการได้สังเกตด้วยตาเปล่าผ่านการใช้กล้องโทรทรรศน์ หรือการสังเกตดวงดาวและกลุ่มดาวที่มีการเคลื่อนที่บนท้องฟ้าจริงในเวลาค่าคืน แต่สำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นหรือคนตาบอดนั้น เป็นผู้พิการกลุ่มหนึ่งที่มีความบกพร่องตั้งแต่ในระดับบอดสนิทหรือตาบอดแบบเลือนราง ซึ่งการเรียนรู้ทำได้เพียงจากการฟังและการสัมผัสเท่านั้น ในการเรียนการสอน

ของผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนี้ส่วนใหญ่จะใช้อักษรเบรลล์ และต้องใช้ในการสัมผัสในการเรียนรู้เป็นหลัก ทำให้ในการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์นั้นเกิดการจินตนาการได้ยากมากขึ้นสำหรับผู้พิการทางด้านการมองเห็น

ดังนั้นเราจึงมองเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ของกลุ่มผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น โดยการมีแนวคิดที่จะจัดทำ ชุดสื่อการสอนทางดาราศาสตร์ ซึ่งในชุดสื่อนี้จะประกอบไปด้วย ชุดแรกเป็นชุดระบบสุริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา ในชุดนี้จะเป็น สื่อสัมผัส รูปร่าง โครงสร้าง พื้นผิว ของดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ทุกดวง รวมทั้งจัดทำเป็นสื่อสัมผัสที่จะแสดงการวางตัว การเรียงตัว ของระบบสุริยะ

ซึ่งผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนั้นจะได้ทราบถึงโครงสร้างของระบบสุริยะว่าดวงอาทิตย์ตั้งอยู่อย่างไร ดาวเคราะห์ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์นั้นวางตัวอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์อย่างไรในแต่ละดวง เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนั้นได้เรียนรู้โดยการสัมผัสด้วยมือแล้วจินตนาการเป็นรูปร่างของกลุ่มดาวต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้แบบจินตนาการด้วยการสัมผัสทดแทนการมองเห็นด้วยตาเปล่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและประดิษฐ์สื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทาง
2. เพื่อทำการศึกษาด้านความสอดคล้อง (IOC) ของ สื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นจากการเรียนรู้ด้วย สื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา
4. เพื่อทำการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสายตา ที่ได้เรียนรู้ ด้วยสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา

วิธีการศึกษา

การออกแบบและประดิษฐ์ ระบบสุริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา ดังต่อไปนี้

1. ทำการออกดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์ในโปรแกรมที่รองรับ Print3Dd 3D Printer ซึ่งในการออกแบบนั้น ต้องให้ ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ มีสัดส่วนที่สอดคล้องกับขนาดของดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ จริง ๆ

2. ทำการ print ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ ที่ทำการออกแบบจากข้อ 1 ด้วยเครื่อง Print3Dd 3D Printer

3. นำ ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ ที่ได้จากข้อ 2 มาจัดวางตำแหน่งให้เป็นระบบสุริยะ ตั้งแต่ ดวงอาทิตย์ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวเนปจูน โดยให้ระยะห่างระหว่างดาวนั้น สอดคล้องกับวงโคจรของดาวเคราะห์จริง ๆ

การออกแบบและประดิษฐ์ ทรงกลมท้องฟ้าแสดงการเคลื่อนที่ของกลุ่มดาวสำหรับผู้พิการทางสายตา ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

ทำการประดิษฐ์ทรงกลมท้องฟ้าขึ้นด้วยขนาดรัศมี 15 เซนติเมตร ออกแบบรูปร่างกลุ่มดาว โดยใช้ ลูกบอลและเชือกเชื่อมโยงให้เป็นรูปกลุ่มดาวต่าง ๆ จากนั้นจัดทำเส้นต่าง ๆ ของทรงกลมท้องฟ้า โดยใช้ลูกปิด

ร้อยกับเชือก นำกลุ่มดาวที่จัดทำขึ้น ติดบนทรงกลมท้องฟ้า จะได้ทรงกลมท้องฟ้าแสดงการเคลื่อนที่ของกลุ่มดาวต่าง ๆ

ขั้นตอนการนำชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

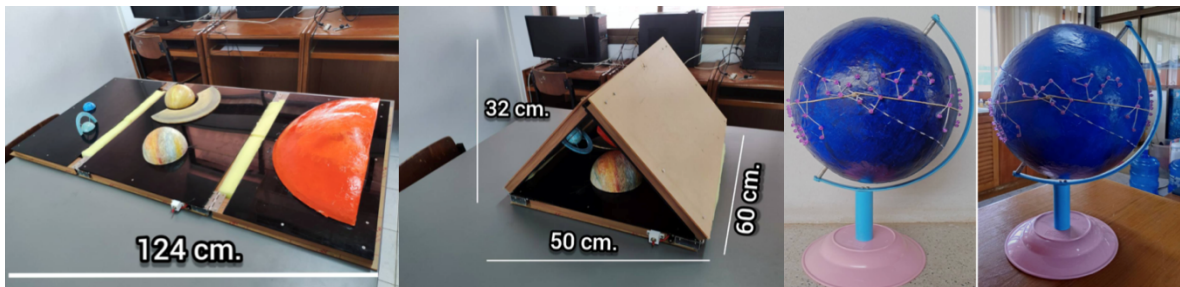
1. ขั้นตอนการใช้จริง ในขั้นตอนนี้เป็นการนำ ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา ไปทดลองใช้จัดการเรียนการสอนจริงกับผู้เรียน มีความบกพร่องทางการมองเห็นประมาณ 10 คน ที่โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ จังหวัดจันทบุรี พร้อมทั้งให้ผู้เรียนทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน ทดลองความพึงพอใจกับผู้เรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบถาม โดยการสัมภาษณ์ แล้วนำคะแนนมาประมวลผลทางสถิติสำหรับการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความพึงพอใจ ที่ได้จากการนำ ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา มาใช้กับผู้เรียน

2. ขั้นตอนการเผยแพร่ผลงาน ในขั้นตอนนี้เป็นการนำ ผลงานชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่โรงเรียนการศึกษาพิเศษอื่น ๆ ที่มีผู้บกพร่องทางการมองเห็น เพื่อเป็นการยืนยันว่า ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางการมองเห็น ที่ได้ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้ทุกที่และเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมือนกันทุกๆ แห่ง

ผลการศึกษา

ผลจากการออกแบบและประดิษฐ์สื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา

จากการออกแบบและประดิษฐ์ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตาซึ่งประกอบไปด้วยชุดสื่อ 2 เรื่อง คือ ระบบสุริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา และ ทรงกลมท้องฟ้าแสดงการเคลื่อนที่ของกลุ่มดาวสำหรับผู้พิการทางสายตา ผลปรากฏดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 ชุดสื่อ เรื่อง ระบบสุริยะ

ภาพที่ 2 ชุดสื่อ เรื่อง ทรงกลมท้องฟ้า

ตารางที่ 1 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่าน

เรื่อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ค่า IOC เฉลี่ย
ระบบสุริยะ	1	0.67	1	1.22
ทรงกลมท้องฟ้าแสดงการเคลื่อนที่ของกลุ่มดาว	0.67	1	0.67	0.78

ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ ทักษะคิด ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น

ตารางที่ 2 ผลการประเมินด้านต่างๆของผู้เรียนจากการทดลองเรียนด้วยชุดสื่อเรื่องระบบสุริยะ

ด้าน ที่ประเมิน	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		Wilcoxon Value	Wilcoxon Prob
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์	10	20	9.63	0.51	16.40	0.52	3.21	0.001*
ทัศนคติ	10	5	3.41	0.50	4.88	0.33	3.729	0.000*
ความพึงพอใจ	10	5			4.49	0.49		

ตารางที่ 3 ผลการประเมินด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนจากการทดลองเรียนด้วยชุดสื่อเรื่องทรงกลมท้องฟ้าแสดงการเคลื่อนที่ของกลุ่มดาว

ด้าน ที่ประเมิน	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		Wilcoxon Value	Wilcoxon Prob
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์	10	10	3.33	0.51	7.50	0.52	3.21	0.001*
ทัศนคติ	10	5	3.41	0.50	4.88	0.33	3.729	0.000*
ความพึงพอใจ	10	5			4.49	0.49		

สรุปผล

จากการนำชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา ไปทดลองใช้จัดการเรียนการสอนจริงกับผู้เรียน มีความบกพร่องทางการมองเห็น จำนวน 10 คน ที่โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ จังหวัดจันทบุรี พร้อมทั้งให้ผู้เรียนทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน ทดลองความพึงพอใจ ทัศนคติ กับผู้เรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบถาม โดยการสัมภาษณ์ แล้วนำคะแนนมาประมวลผลทางสถิติ สำหรับการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทัศนคติต่อการเรียน ความพึงพอใจ ที่ได้จากการนำ ชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตา มาใช้กับผู้เรียนปรากฏว่า ผลการเปรียบเทียบด้วยสถิติ Wilcoxon Matched-pairs Signed rank test แบบจับคู่ พบว่า ค่า Wilcoxon Prob เท่ากับ .001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าชุดสื่อการสอนดาราศาสตร์สำหรับผู้พิการทางสายตานี้ ทำให้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสายตาเกิดพัฒนาการทางความรู้ วิชาดาราศาสตร์เรื่องระบบสุริยะ และเรื่องทรงกลมท้องฟ้า หลังจากผ่านการเรียนรู้แล้ว

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ทรายเพชร (2558). การดูดาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพฯ.สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).การดูดาวเบื้องต้น และการใช้แผนที่ดาว.เอกสารประกอบการอบรม, Mariana Lanzara(2011). “THE SKY IN YOUR HANDS” Planetarium show user’s guide. ASTRONOMICAL ACTIVITIES FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS WORKING GROUP., Masashi YAJIMA, Toshimitsu YAMAGUCHI, and Tetsuya WATANABE. Tactile Star Wheel for Visually, Impaired Observers. University of Niigata, Niigata, Japan., NASA, Hubble Images Become Tactile 3-D Experience for the Blind. Space Exploration Experience (SEE) Project for the Blind and Visually Impaired, Space Exploration Experience (SEE) Project for the Blind and Visually Impaired. http://analyzer.depaul.edu/SEE_Project

แบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

นางสาวพิมพ์ชนก เกษร

E-mail: 39485@promma.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายทวีรักษ์ ทูลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาการสำรวจอวกาศในระดับมัธยม สามารถศึกษาได้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางฟิสิกส์ ที่เป็นแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ซึ่งในโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ (2) สร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ และ (3) นำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้ โดยสร้างแบบจำลองด้วย Euler's method และ Hohmann transfer orbit ผ่านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยภาษา Python ใช้ข้อมูลตำแหน่งและความเร็วในวงโคจรของดาวเคราะห์ จากฐานข้อมูลเป็นค่าเริ่มต้น ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เปรียบเสมือนความคลาดเคลื่อนของระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ที่มากที่สุด คือ ดาวศุกร์ และดาวพุธมีค่าเท่ากับ 1.65% ส่วนน้อยที่สุด คือ ดาวเสาร์มีค่าเท่ากับ 0.000288% และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของดาวทุกดวงมีค่าเท่ากับ 0.507% แบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ใช้ระยะเวลาเดินทางจากโลกไปดาวอังคาร 278 วัน ทั้งนี้ วงโคจรดาวเคราะห์เป็นแบบวงรี ยานอวกาศจะใช้เวลาในการเดินทางมากกว่าวงโคจรดาวเคราะห์ที่เป็นแบบวงกลม และการนำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้ สามารถเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงผลการเคลื่อนที่ของยานอวกาศได้

คำสำคัญ: Euler's method, Hohmann transfer orbit, Python, Orbital simulation

ความเป็นมา

ในปัจจุบันการสำรวจและศึกษาวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในอวกาศ สามารถศึกษาได้หลากหลายวิธี หนึ่งในวิธีการสำรวจหรือการศึกษาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ คือ การส่งยานอวกาศไปสำรวจดาวเคราะห์หรือวัตถุอื่น ๆ ในระบบสุริยะ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือและความเชี่ยวชาญ และหนึ่งในวิธีการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างวัตถุในระบบสุริยะ คือ การกำหนดวงโคจรส่งผ่านแบบ Hohmann Transfer Orbit ซึ่งเป็นการกำหนดวงโคจรภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงดวงอาทิตย์ ที่มีตำแหน่งส่งยานเป็นจุดใกล้ดวงอาทิตย์ และปลายทางเป็นจุดไกลดวงอาทิตย์ ได้เป็นวงโคจรแบบวงรี สำหรับการศึกษาศาสตร์การสำรวจอวกาศในระดับมัธยมนั้น สามารถศึกษาได้โดยการใช้การสร้างแบบจำลองทางฟิสิกส์ โดยการเขียนโปรแกรมคำนวณค่าตำแหน่ง ความเร็วและเวลา

ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาการสร้างแบบจำลองโดยใช้ Python 3 ร่วมกับ Euler's method เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และจำลองการส่งยานอวกาศไปสำรวจวัตถุต่าง ๆ ในระบบสุริยะ โดยใช้ Hohmann transfer orbit

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
2. เพื่อสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ ระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
3. เพื่อนำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

1. เขียนโปรแกรมสร้างแบบจำลอง ด้วยภาษา python 3 ในโปรแกรม Visual Code โดยใช้ Library ได้แก่ Numpy และ Matplotlib
2. กำหนดตัวแปรและสมการที่ใช้ในการคำนวณ โดยใช้ค่าตำแหน่งและความเร็ววัตถุในระบบสุริยะ ในวันที่ 1 มกราคม 2564 เวลา 0.00 UT จากฐานข้อมูล JPL'S HORIZON เป็นค่าเริ่มต้นในการสร้างแบบจำลอง
3. สร้างฟังก์ชันคำนวณหาค่าความเร่ง เพื่อใช้ในการอัปเดตค่าความเร่ง ความเร็ว และตำแหน่ง ที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา (Δt) โดยใช้ระยะเวลาอัปเดตการคำนวณแต่ละครั้ง 1 วัน และเป็นเวลา 100 ปี ดังสมการ

$$\vec{a}(t) = \frac{GM_1M_1}{r^3} \vec{r} \quad (1)$$

$$\vec{v}(t + \Delta t) = \vec{v}(t) + \vec{a}(t)\Delta t \quad (2)$$

$$\vec{r}(t + \Delta t) = \vec{r}(t) + \vec{v}(t + \Delta t)\Delta t \quad (3)$$

4. แสดงผลเป็นแบบจำลอง 3 มิติ และบันทึกค่าตำแหน่งกับความเร็วที่เวลาต่าง ๆ
5. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองกับฐานข้อมูล โดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ดังสมการ

$$\% Error = \frac{|r_{sim} - r_{ref}|}{r_{ref}} \times 100\%$$

ตอนที่ 2 การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ ระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

1. สร้างฟังก์ชันและสมการสำหรับประมวลผลการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ โดยใช้ กฎของ Kepler ข้อที่ 2 เพื่อกำหนดเป็นเงื่อนไขความเร็วต้นของวงโคจรส่งผ่าน จากสมการ

$$v_p = \sqrt{\frac{GM_s}{a} \cdot \frac{r_a}{r_p}} \quad (4)$$

2. จำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศตั้งแต่อยู่บนโลกจนเคลื่อนที่มายู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการส่งยานไปดาวอังคาร และการเคลื่อนที่ของยานจากดาวอังคารกลับสู่โลก
3. แสดงผลเป็นแบบจำลองเป็น 3 มิติ บันทึกค่าตำแหน่งกับความเร็วของยานอวกาศที่เวลาต่าง ๆ
4. เปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทางระหว่างวงโคจรแบบวงรีและวงโคจรแบบวงกลม

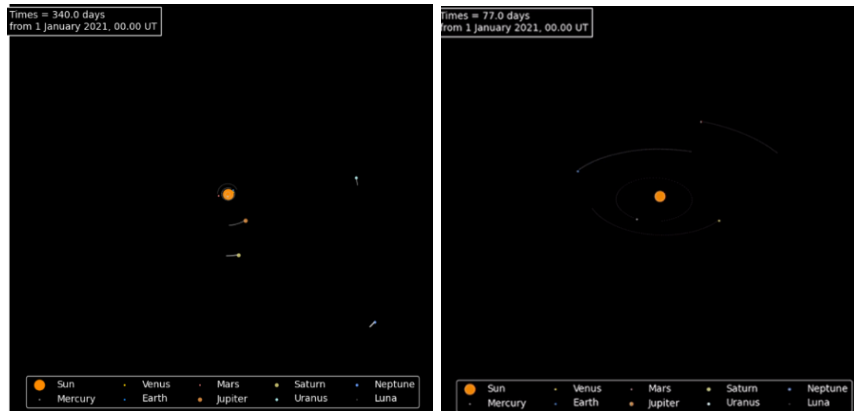
ตอนที่ 3 การนำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้

1. เขียนโปรแกรมสร้างเกมเพื่อการเรียนรู้โดยใช้โมดูล Tkinter
2. สร้างภาพประกอบเกมเพื่อการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม PaintTool SAI

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และวัตถุในระบบสุริยะ

ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และวัตถุในระบบสุริยะ ได้ผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 (ซ้าย) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ห้วงใน (ขวา) ดาวเคราะห์ห้วงนอก

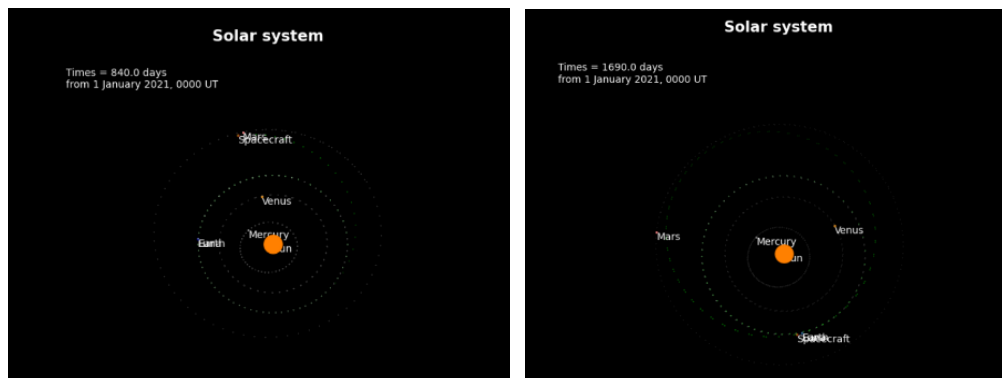
ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ได้จากแหล่งอ้างอิงและแบบจำลอง

	ดวงอาทิตย์	ดาวเสาร์	ดาวยูเรนัส	ดาวพฤหัสบดี	ดาวเนปจูน	ดาวอังคาร	โลก	ดาวศุกร์	ดาวพุธ	ค่าเฉลี่ย
เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน	2.88×10^{-4}	2.88×10^{-4}	1.47×10^{-3}	3.35×10^{-3}	3.35×10^{-3}	1.19×10^{-1}	$1.13 \times 10^{+0}$	$1.13 \times 10^{+0}$	$1.65 \times 10^{+0}$	5.07×10^{-1}

เรียงจากดาวที่มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อย (ซ้าย) ไปดาวที่มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมาก (ขวา)

ตอนที่ 2 สร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ ระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และวัตถุในระบบสุริยะ ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทางระหว่างวงโคจรแบบวงกลมและวงโคจรวงแบบวงรีเป็นดังตารางที่ 2



รูปที่ 2 (ซ้าย) วงโคจรส่งผ่านจากโลกไปดาวอังคาร (ขวา) วงโคจรส่งผ่านจากดาวอังคารไปโลก

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการกำหนดวงโคจรเป็นวงกลมและวงรี

	ระยะเวลา ในการเดินทางไปดาวอังคาร (วัน)	ระยะเวลา ในการเดินทางทั้งหมด (วัน)	ระยะเวลา ที่ใช้บนดาวอังคาร (วัน)
วงโคจรแบบวงกลม	258	987	460
วงโคจรแบบวงรี	275	895	410

ตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ ระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

ผลการศึกษานำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้ เกมเพื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงผลของยานได้

สรุปผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษา การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และวัตถุในระบบสุริยะ

ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้น ด้วยการใช้เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python ร่วมกับ Euler’s method สามารถใช้จำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะได้ โดยเมื่อนำค่าที่จำลองได้ไปเปรียบเทียบกับค่าจากแหล่งอ้างอิง เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ที่มากที่สุด คือ ดาวศุกร์และดาวพุธมีค่าเท่ากับ 1.65% และดาวเสาร์มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.000288% และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของดาวทุกดวงมีค่าเท่ากับ 0.507%

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานอวกาศระหว่างดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ใช้ระยะเวลาเดินทางจากโลกไปดาวอังคาร 275 วัน ทั้งนี้ วงโคจรดาวเคราะห์เป็นแบบวงรี ยานอวกาศจะใช้เวลาในการเดินทางมากกว่าวงโคจรดาวเคราะห์ที่เป็นแบบวงกลม

ตอนที่ 3 ผลการศึกษา การนำแบบจำลองที่ได้มาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้

ผลการศึกษาพบว่า การนำแบบจำลองมาประยุกต์เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้ สามารถเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงผลการเคลื่อนที่ของยานอวกาศได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ ครูทวิรัช ทูลพุทธา ครูที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดการทำโครงการ และนายมติพล ตั้มมติธรรม นักวิชาการจากสถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ สุกทัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Stinner and Begory. (2014). *Journey to Mars: The physics of travelling to the red planet*. University of Manitoba Winnipeg [2] Manitoba, Canada. [2 February 2022] , Wei and Zhang. (2019). *The Simulation and the Calculation of the Shortest Hohmann Transfer Orbit to Mars* . [2 February 2022] [3] NASA. *JPL ’S HORIZON* [Online]. Available: <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizonns.cgi#top> [18 January 2022]

แบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์น้อยโทรจัน

นายภุชกร ศตรัตน์พะยูง

E-mail: 39185@promma.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายทวีรัช ทุลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

ดาวเคราะห์น้อยโทรจัน (Trojan asteroids) เกิดขึ้นเมื่อมีดาวเคราะห์น้อยโคจรเข้าไปใกล้จุดสมดุลลากรางจ์ (Lagrange point) ที่อยู่ในวงโคจรร่วมกับดาวเคราะห์ การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์น้อยโทรจัน มีวัตถุประสงค์ เพื่อ (1) สร้างแบบจำลองที่สามารถจำลองการเคลื่อนที่ของวัตถุในระบบสุริยะได้ (2) จำลองระบบดาวเคราะห์น้อยโทรจันที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นแตกต่างกัน โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้น เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python 3 ร่วมกับวิธี Leapfrog method หรือ “kick-drift-kick” ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองระบบสุริยะและจำลองระบบดาวเคราะห์น้อยโทรจัน ที่สร้างขึ้นโดยใช้ Leapfrog method เป็นแบบจำลองที่มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.03330% โดย ดาวพุธ มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเท่ากับ 0.17400% และดาวอังคารมีความคลาดเคลื่อนน้อยสุด เท่ากับ 0.00108% เมื่อเทียบกับข้อมูลตำแหน่งจากแหล่งอ้างอิง ผลการศึกษาระบบดาวเคราะห์น้อยโทรจันที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นแตกต่างกัน พบว่ามวลมีผลต่อระบบก็ต่อเมื่อมีมวลมากพอ ทั้งนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นแบบกลศาสตร์ดั้งเดิม จึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

คำสำคัญ: Leapfrog method, kick-drift-kick, Lagrange point, Trojan asteroids

ความเป็นมา

ปัญหามานานวัตถุ (N-body problem) มีความซับซ้อนในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างแม่นยำ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงเป็นหนึ่งในวิธีการที่ช่วยให้การแก้ปัญหาดังกล่าวมีความสะดวกยิ่งขึ้น หนึ่งในรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ คือ Leapfrog method หรือเรียกอีกอย่างว่า “kick-drift-kick” ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณความเร็วคาบเกี่ยวระหว่างกลางของช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลง (timestep)

ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองวงโคจรของวัตถุในระบบสุริยะ ผ่านการเขียนโปรแกรมด้วย Python 3 ร่วมกับวิธีการ “kick-drift-kick” เพื่อกำหนดวงโคจร จากข้อมูลตำแหน่งและความเร็วเริ่มต้น ของวัตถุที่มีอันตรกิริยาซึ่งกันและกันหลาย ๆ วัตถุ สามารถนำไปประยุกต์กับวัตถุตำแหน่ง Lagrange point ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างโปรแกรมที่สามารถจำลองระบบสุริยะได้
2. จำลองระบบดาวเคราะห์น้อยโทรจันที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นแตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

1. ศึกษาการใช้ Visual Studio Code ร่วมกับภาษา Python 3 และ Library ต่าง ๆ ได้แก่ Matplotlib และ Numpy และสมการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง ได้แก่

- 1.1. สมการกฎแรงโน้มถ่วงสากลของนิวตัน

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^3} \vec{r} \quad (1)$$

เมื่อ F คือ แรงที่วัตถุกระทำต่อกัน G คือ ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล m คือ มวลของวัตถุทั้งสอง และ r คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสอง

- 1.2. สมการคำนวณตำแหน่งและความเร็ว “kick-drift-kick”

$$\vec{v}\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) = \vec{v}(t) + \vec{a}(t) \frac{\Delta t}{2} \quad (2)$$

$$\vec{r}(t + \Delta t) = \vec{r}(t) + \vec{v}\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) \Delta t \quad (3)$$

$$\vec{v}(t + \Delta t) = \vec{v}\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) + \vec{a}(t + \Delta t) \frac{\Delta t}{2} \quad (4)$$

- 1.3. สมการพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (พลังงานจลน์)} \quad E_p = -\frac{Gm_1m_2}{r} \text{ (พลังงานศักย์โน้มถ่วง)}$$

2. กำหนดค่าตำแหน่งและความเร็ววัตถุในระบบสุริยะ ในวันที่ 1 มกราคม 2564 เวลา 0.00 UT เมื่อเทียบกับจุดศูนย์กลางมวลของระบบสุริยะ (Solar system barycenter) จากฐานข้อมูลบนเว็บไซต์ JPL of the Jet Propulsion Laboratory NASA เป็นค่าเริ่มต้นในการสร้างแบบจำลอง
3. สร้างแบบจำลองโดยการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ตำแหน่ง และความเร่ง ตาม leapfrog method
4. แสดงผลเป็นแบบจำลอง 2 มิติ พร้อมกับพลังงานกลที่ช่วงเวลาต่างๆ และบันทึกค่าตำแหน่งกับความเร็ว
5. ตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยนำตำแหน่งและความเร็วของวัตถุในระบบสุริยะเมื่อเวลาผ่านไปเทียบกับฐานข้อมูล

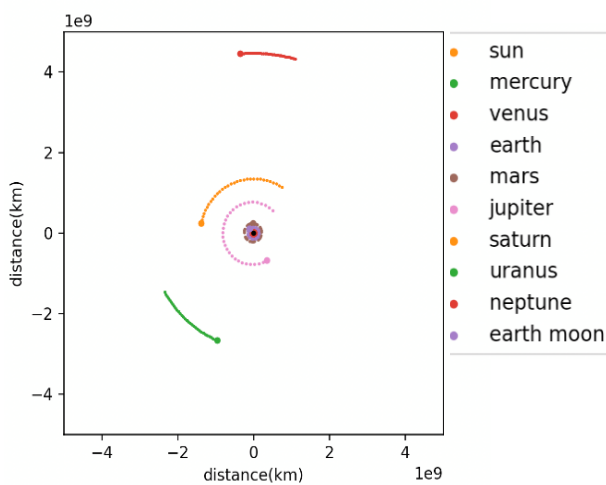
ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสมดุลของวัตถุบริเวณจุดสมดุลลากรางจ์ที่มีมวลที่ต่างกัน

1. กำหนดมวลของดาวเคราะห์น้อยโทรจันที่แตกต่างกันโดยกำหนดตำแหน่งไว้ที่จุดสมดุลลากรางจ์ L4, L5 และกำหนดความเร็วโดยคำนวณจากอัตราเร็วเชิงมุมของดาวมวลน้อยของระบบ
2. เก็บค่าตำแหน่งของวัตถุบริเวณจุดสมดุลลากรางจ์และดาวพฤหัสบดีเพื่อนำมาวิเคราะห์
3. รวบรวมระยะทางระหว่างดาวมวลน้อยกับบริเวณดาวเคราะห์น้อย
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงตำแหน่งในกราฟ

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

ผลการสร้างจากข้อมูลตำแหน่งเวลาจากเว็บไซต์ JPL HORIZON System เป็นค่าเริ่มต้น ได้ผลดังรูป

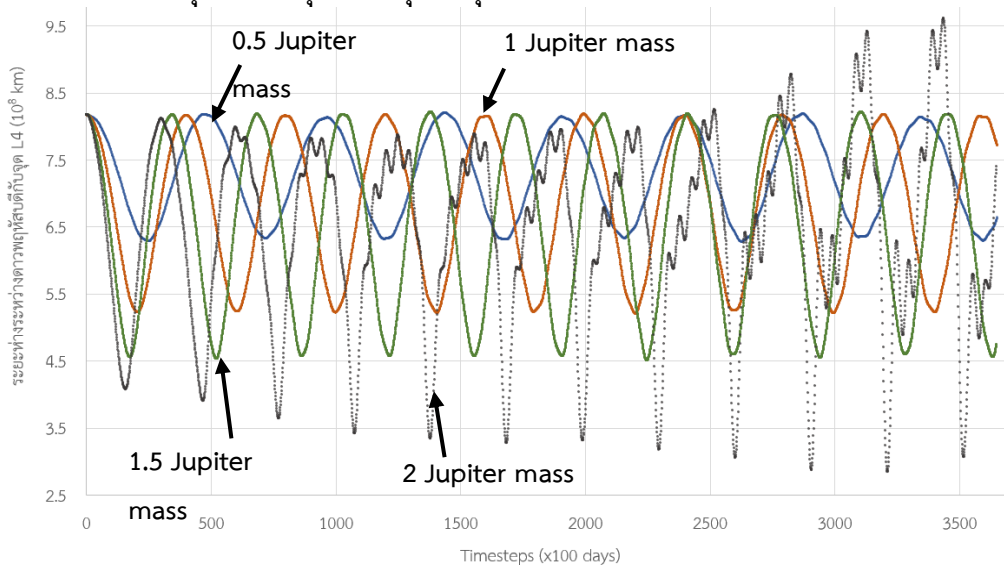


รูป 1 แบบจำลองระบบสุริยะ

เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของดาวเคราะห์จากแบบจำลองกับแหล่งข้อมูล พบว่าแบบจำลองมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.0333 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.119 หลังจากจำลองไปได้ 149 วัน

โดย ดาวพุธ มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเท่ากับ 0.17400% ในขณะที่ดาวอังคารมีความคลาดเคลื่อนน้อยสุด เท่ากับ 0.00108% เมื่อเทียบกับข้อมูลตำแหน่งจากแหล่งอ้างอิง

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสมดุลของวัตถุบริเวณจุดสมดุลลากรางจ์ที่มีมวลที่ต่างกัน



รูปที่ 2 กราฟระหว่างระยะห่างของดาวพฤหัสบดีกับวัตถุบริเวณจุดสมดุลลากรางจ์กับเวลา

จากรูปที่ 2 ผลการศึกษาเงื่อนไขเริ่มต้นแตกต่างกัน พบว่าระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์น้อยโทรจันจะเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นช่วง ๆ แสดงถึงการโคจรรอบจุดลากรางจ์ที่เสถียร แต่เมื่อมวลของดาวเคราะห์น้อยโทรจันเพิ่มขึ้น ระยะทางของวัตถุที่มีมวลเป็นสองเท่าของดาวพฤหัสบดีจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เสถียร และมีแนวโน้มที่จะออกห่างจากจุดลากรางจ์มากขึ้น

สรุปผล

ตอนที่ 1 การสร้างโปรแกรมที่สามารถจำลองระบบสุริยะ

โปรแกรมที่ระบบสุริยะและการแก้ปัญหาหอนานาวัตถุ (N-body problem) ได้อย่างแม่นยำ มีความคลาดเคลื่อนน้อย สามารถทำได้ด้วยวิธีการ Leapfrog method โดยใช้ภาษา Python และเนื่องจากแบบจำลองใช้กลศาสตร์ดั้งเดิมอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีสัมพัทธภาพได้

ตอนที่ 2 ศึกษาความสมดุลของวัตถุบริเวณจุดสมดุลลากรางจ์ที่มีมวลที่ต่างกัน

มวลที่มากขึ้นถึงจุด ๆ หนึ่งจะส่งผลต่อความสมดุลของดาวนั้น ๆ รวมถึงสมดุลทั้งระบบ จากการทดลองพบว่าเมื่อมีมวลมากกว่า 1.5 – 2 เท่าของดาวพฤหัสบดี วงโคจรจะเริ่มไม่เสถียรทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ผ่านไปด้วย ดังนั้นวัตถุจะมีความเสถียรลดลงเมื่อเวลาผ่านไปหรือมีมวลมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่าง ๆ จากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาของทุก ๆ ท่าน ขอขอบคุณ นายมติพล ตังมติธรรม ครูทวีรักษ์ ฑูลพุทธา ครูที่ปรึกษาโครงการ สุดท้ายขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

มติพล ตังมติธรรม. (2563). *คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ*. พิมพ์ครั้งที่ 5. เชียงใหม่: ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).
NASA.JPL'S HORIZON [Online]. Available: <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi#top>
[18 January 2022]

ดาราศาสตร์โบราณคดี

(ความแม่นยำของบันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น)

นางสาวสุชานาฏ มงคลเอี่ยม

E-mail: St27763@g.klaeng.ac.th

ครูที่ปรึกษา นางสาวปณิตสรณ์ ปวเรศฐิติบุรณ์

โรงเรียนแก่ง“วิทยสถานาร”

บทคัดย่อ

โครงการดาราศาสตร์โบราณคดี (ความแม่นยำของบันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น) เป็นโครงการที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการดูดาว เนื่องจากดวงดาวที่เห็นบนท้องฟ้านั้นเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน ผู้จัดทำจึงมีความสนใจว่าประเทศไทยในอดีตให้ความสำคัญกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์เช่นในปัจจุบันหรือไม่ จึงทำการศึกษาจดหมายเหตุโหร โดยพระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8 พบว่ามีการบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์ จึงทำการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น ผู้จัดทำได้แปลงวันที่จากจดหมายเหตุโหรให้เป็นวันที่สากล เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และสะดวกต่อการเปรียบเทียบข้อมูล จากนั้นจึงเปรียบเทียบข้อมูลกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ พบว่าการบันทึกเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์มีความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 78.26 ไม่แม่นยำร้อยละ 15.22 และไม่สามารถหาหลักฐานอ้างอิงได้ร้อยละ 6.52 ในกรณีที่ไม่มีแม่นยำเกิดมาจากบางเห็นการณ์ไม่ใช่ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์แต่อาจจะเป็นผลจากจากการทำสงคราม

คำสำคัญ: จดหมายเหตุโหร, ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8, บันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์, ดาราศาสตร์โบราณคดี

ความเป็นมา

ดาราศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ประเพณีวัฒนธรรมต่าง ๆ ล้วนเกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ไม่ว่าทางตรงก็ทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นการบอกเวลา ฤดูกาล การบอกทิศทางในการเดินทาง หรือการดูฤกษ์ยามในการจัดงานประเพณี ย่อมอาศัยการสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้า แต่การศึกษาดาราศาสตร์ของคนไทยในอดีตค่อนข้างแตกต่างจากปัจจุบัน เนื่องจากได้มีการผูกโยงเข้ากับโหราศาสตร์ ผู้ที่สังเกต จดบันทึก และทำนายเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์ในอดีตจึงเป็นโหรประจำราชสำนัก แต่เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในอดีตค่อนข้างจำกัด

ผู้จัดทำจึงมีความสนใจและต้องการศึกษาความแม่นยำในการจดบันทึกเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์ในอดีตตั้งแต่สมัยอยุธยาจนถึงรัตนโกสินทร์ขึ้น โดยในครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการเลือกจดหมายเหตุโหร โดยพระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8 ทำการศึกษาค้นคว้าและเปรียบเทียบข้อมูลกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ในหัวข้อออกกาบาท ดาวหาง สุริยุปราคา จันทรุปราคา และการเคลื่อนที่ของดาว เพื่อ

ทำการศึกษาความแม่นยำในการจดบันทึกเรื่องราวทางดาราศาสตร์ในอดีต และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดาราศาสตร์กับวิถีชีวิตของคนไทยในอดีต

วัตถุประสงค์

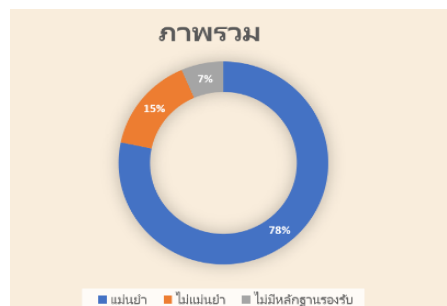
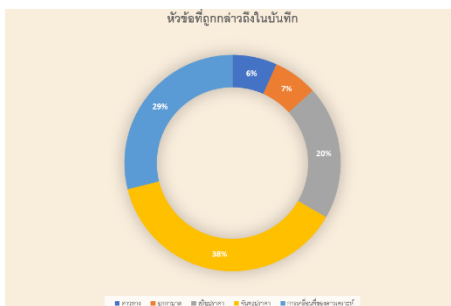
ศึกษาความแม่นยำของบันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้นที่มีบันทึกอยู่ในจดหมายเหตุโทร โดยพระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8

วิธีการศึกษา

1. เลือกจดหมายเหตุโทรที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์
2. ศึกษาการอ่านจดหมายเหตุโทร คำศัพท์เฉพาะ และการอ่านปฏิทินปักขคณนา
3. แปลวันที่ให้เป็นวันที่ในจดหมายเหตุโทรให้เป็นรูปแบบสากล และแปลความหมายของเหตุการณ์นั้นให้เป็นความหมายที่เข้าใจง่ายเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาค้นคว้า
4. จัดหมวดหมู่ของปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ออกเป็น 5 หัวข้อ คือ อุกกาบาต ดาวหาง สุริยุปราคา จันทรุปราคา และการเคลื่อนที่ของดาว
5. เปรียบเทียบวันที่เกิดเหตุการณ์กับฐานข้อมูลของ NASA โปรแกรม Stellarium และฐานข้อมูลอื่นที่น่าเชื่อถือในแต่ละหัวข้อและหาสาเหตุความไม่แม่นยำ
6. รวบรวมผลการศึกษาและจัดทำเป็นสถิติความแม่นยำของการจดบันทึกเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้นที่มีบันทึกอยู่ในจดหมายเหตุโทร โดยพระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8
7. จัดทำรายงานการศึกษา

8. ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า การจดบันทึกเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้นที่มีบันทึกอยู่ในจดหมายเหตุโทร โดยพระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8 กล่าวถึงปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ 5 ชนิด คือ ดาวหางคิดเป็นร้อยละ 6.52 สุริยุปราคาร้อยละ 19.57 จันทรุปการะร้อยละ 39.13 การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ร้อยละ 28.26 และอุกกาบาตร้อยละ 6.52 มีความแม่นยำในภาพรวมร้อยละ 78.26 ไม่แม่นยำร้อยละ 15.22 และไม่สามารถหาหลักฐานอ้างอิงได้ร้อยละ 6.52 ความแม่นยำในการจดบันทึกเรื่องดาวหางร้อยละ 33.33 ความแม่นยำในการจดบันทึกเรื่องสุริยุปการะร้อยละ 88.89 ความแม่นยำ



ในการจัดบันทึกเรื่องจันทร์ปรากฏการณ์ร้อยละ 94.44 และความแม่นยำในการจดปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของดาวร้อยละ 76.92 ดังแผนภูมิต่อไปนี้



สรุปผล

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการบันทึกเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ ตอนต้นของจดหมายเหตุโร โดย พระเทวโลก (แหยม วัชรโชติ) ประชุมพงศาวดารภาคที่ 8 มีความแม่นยำ คิดเป็นร้อยละ 78.26 จากเหตุการณ์ที่สามารถหาหลักฐานอ้างอิงได้ทั้งหมด ส่วนที่ไม่สามารถหาหลักฐานอ้างอิงได้ คิดเป็นร้อยละ 6.52 ได้แก่ปรากฏการณ์เกี่ยวกับจุกกาบาด เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเพียงชั่วขณะ ส่วนที่ไม่แม่นยำอาจเป็นเพราะความคลาดเคลื่อนของวันที่บันทึก เช่น เกิดปรากฏการณ์ในวันหนึ่ง แต่บันทึกเป็นอีกวันหนึ่ง หรืออาจเกิดจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เช่น ปรากฏการณ์ดาวศุกร์เคียงดวงจันทร์ในวันเกิด

สุริยุปราคา แต่จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าตำแหน่งของดาวศุกร์ไม่ได้อยู่ใกล้ดวงจันทร์ ผู้สังเกตอาจกำลังสังเกตเห็นดาวสว่างดวงอื่น และอาจจะไม่ใช่ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์แต่เป็นผลของการทำสงคราม

ปัญหาที่พบคือ ปีที่ระบุในจดหมายเหตุ ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนอาจมีความคาดเคลื่อนทำให้ยากต่อการค้นหาเปรียบเทียบเนื่องจากในสมัยก่อนมีการตัดปีโดยยึดถือวันสงกรานต์เป็นหลัก และ เดือนที่ระบุในจดหมายเหตุก็มีความผิดพลาดเนื่องจากมีระบุในบันทึกที่มีการบันทึกปีอธิกสุรทินผิดทำให้เกิดความคาดเคลื่อนของวัน เดือน ในเหตุการณ์นั้นและคำบางคำที่อาจจะใช้ความหมายไม่เหมือนในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ที่สนับสนุนและช่วยเหลือการทำโครงการดาราศาสตร์โบราณคดี (ความแม่นยำของบันทึกปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์สมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น) ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ดังรายชื่อผู้สนับสนุนต่อไปนี้นางสาวปณณสรณ์ ปวเรศฐิติบุรณครุที่ปรึกษาโครงการที่ได้ตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำโครงการฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดีในตลอดเวลาที่ทำโครงการ คุณค่าและประโยชน์ในโครงการฉบับนี้หวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและส่วนร่วมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

A WIKIMEDIA project ./Powered by MediaWiki./(2563)./ประชุมพงศาวดาร ภาคที่ 8 จดหมายเหตุโทร./สืบค้น 27 พ.ย. 2563.

https://th.wikisource.org/w/index.php?title=%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%87%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A3/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88_8/%E0%B8%88%E0%B8%94%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%95%E0%B8%B8%E0%B9%82%E0%B8%AB%E0%B8%A3&oldid=123321

NASA./(2559)./จันทรุปราคา./สืบค้น 1ธ.ค. 2563 <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html>

NASA./(2559)./สุริยุปราคา./สืบค้น 1 ธ.ค. 2563 <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>

The Art of Thai Astrology ./.(2551)./ปฏิทินจันทรคติ./สืบค้น 1 ธ.ค. 2563

<https://www.payakorn.com/moondate.php>

วิกิพีเดียสารานุกรม./(2563)./ปฏิทินจันทรคติ./สืบค้น1.ธ.ค.2563.

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9B%E0%B8%8F%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2>

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา./(ม.ป.ป.)./คำศัพท์./สืบค้น 1 ธ.ค.2563. <https://dictionary.orst.go.th/>

The Study of Lunar Parallax by Using Standard Time and Local Time

Jirawat Suktrakul, Phunapat Jutaphutti, Tanut Noumanong

E-mail : tanut03327@varee.ac.th

Advisor : Bannaruck Tanjaphatkul

Varee Chiangmai School

Abstract

Normally measuring the distance from the moon will be done by comparing the position of a nearby star or planet from different locations at the same standard time. However, the standard time doesn't always represent the real time of the location because each location will have its own local time depending on the longitude, which maybe affect the accuracy of the result.

On 17th April 2021, The Lunar Occultation of Mars phenomenon occurred, we were joined by other teams to observe and take photos for comparing the accuracy of lunar parallax using the same standard time and local time that is calculated from longitude position. The data analysis from 8 pair of the locations show that the measurements using the same standard time have an average error of 4.98%, while the measurements using local time that is calculated from longitude position have an average error 5.06%. With the only 1.58% different in accuracy we can conclude that using standard time or local time has less effect than error from shooting time of each pair location or wrong location pinning.

Keywords : Lunar Parallax, Lunar Occultation, Standard Time, Local Time

Introduction

The Moon is Earth's only satellite and the most obvious object in our night sky. Therefore, besides the sun and other stars, humans have been interested in and observed the moon since ancient times. Over the centuries, the moon has been interpreted as a god and a planet, as well as a timekeeper and calendar. Different cultures have their own historical, cultural and religious relationships to the moon. In addition, there are phenomena were influenced by the moon, such as the tide current.

For the reasons mentioned above, estimating the moon's distance is one thing everyone is interested in. Normally measuring the distance from the moon will be done by "Lunar Parallax" method which comparing the position of a nearby star or planet from different locations at the same time. However, the standard time doesn't always represent

Poster Presentation (P1)

the real time of the location because each location will have its own local time depending on the longitude, which maybe affect the accuracy of the result. On 17th April 2021, the Lunar Occultation of Mars phenomenon occurred, we were joined by other teams to observe and take photos for comparing the accuracy of lunar parallax using the same standard time and local time that is calculated from longitude position.

Research Objective

To compare the accuracy of lunar parallax using the same standard time and local time.

Method

1. Take a photo of moon with Mars nearby from different locations with a DSLR camera through Dobsonian telescope.
2. Choose a pair of moon picture taken from two locations at the same standard time and based on different local time that calculate from longitude position.
3. Overlay each pair with “Snapseed” application then measure distance between Mars position and Moon’s diameter with measuring tool in Photoshop CS6.

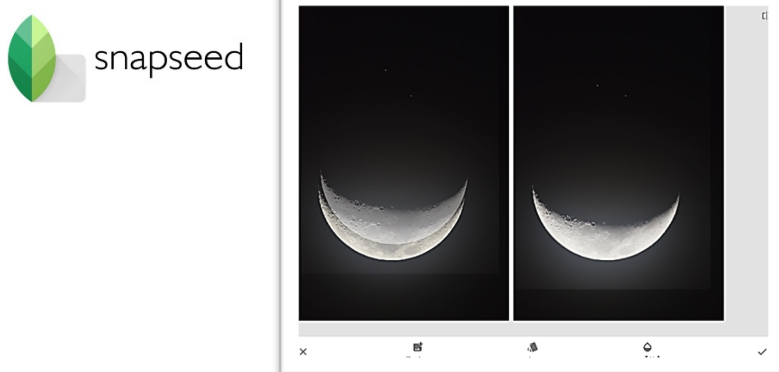


Figure 1. Overlay the Moon picture with “Snapseed” application

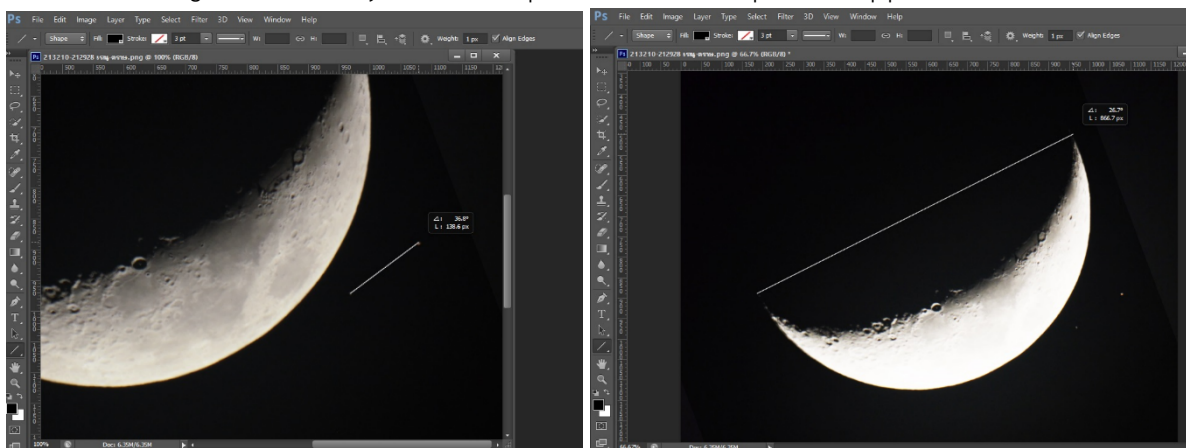


Figure 2. Measure the distance between Mars position and Moon’s diameter

4. Calculate the “Parallax angle” then find the tan of parallax angle.
5. Measure the distance of each pair locations with measuring tool in Google map (pin a location before taking a photo).
6. Calculate the Moon's distance with parallax formula below;

$$\text{Moon's distance} = \frac{\text{distance between locations}/2}{\tan(\text{Parallax angle}/2)}$$

Results

From calculating the distance of Earth to the moon using standard time and local time are shown in tables below;

Table1 : Distance of Earth to the moon using standard time

Location	Distance from Stellarium (km)	Distance from calculating (km)	Error (%)	Time error (sec)
Chiang Mai - Phuket	451,416.90	439,591.55	2.62	2
Phuket - Kang Hang Meaw	407,702.99	429,255.24	5.29	-
Kang Hang Meaw – Renu Nakhon	406,500.56	369,854.43	9.02	6
Kok Sawang – Trium Suksa	417,626.34	376,758.81	9.78	2
Kok Sawang – Renu Nakhon	454,966.49	444,831.21	3.45	4
Trat Trakarnkun – Trium Suksa	374,280.98	361,327.80	2.97	-
Trat Trakarnkun – Renu Nakhon	398,431.35	380,053.59	4.61	-
Trium Suksa – Renu Nakhon	389,456.70	381,345.11	2.08	-
Average error			4.98	

Table2 : Distance of Earth to the moon using local time

Location	Distance from Stellarium (km)	Distance from calculating (km)	Error (%)	Time error (sec)
Chiang Mai - Phuket	397,701.49	384,167.14	3.40	-
Phuket - Kang Hang Meaw	398,431.80	370,082.15	7.11	1
Kang Hang Meaw – Renu Nakhon	398,972.20	365,454.74	8.41	2
Kok Sawang – Trium Suksa	399,325.60	367,204.64	8.04	6
Kok Sawang – Renu Nakhon	400,960.50	408,585.58	1.90	-
Trat Trakarnkun – Trium Suksa	399,040.49	372,403.75	6.67	-

Trat Trakarnkun – Renu Nakhon	400,810.59	417,387.21	4.13	1
Trium Suksa – Renu Nakhon	400,545.75	397,257.89	0.82	2
Average error			5.06	

Conclusion

From the results, calculating the distance of Earth to the moon using standard time has more accuracy than local time. However, the difference was only 1.58% we can conclude that using standard time or local time has less effect the accuracy than error from shooting time of each pair location or wrong location pinning. As be shown in table 1 which using standard time of the Moon picture between Kang Hang Meaw and Renu Nakhon, that has error of time at 6 seconds, then calculating error is 9.02%. While the result in table 2 which using local time, the calculating error between Kok Sawang and Trium Suksa that has error of shooting time at 6 seconds is 8.04%. In addition, the results in both table 1 and 2 are shown that calculating error of Kang Hang Meaw – Renu Nakhon, using standard time, and Kok Sawang – Trium Suksa, using local time, are the highest error value which maybe from location pinning error. From the analysis of all mention above, using the same standard time in different locations for measuring the distance from the Moon has no effect to Lunar parallax method accuracy.

Acknowledgment

The research has been completed thanks to a great deal of support and assistance. I would first like to thank you everyone who joined and observed The Lunar Occultation of Mars phenomenon together on 17th April 2021. My advisor, Mrs.Bannaruck Tanjaphatkul and our school for all their support. Finally, we could not have completed this research without the support from our parents.

References

- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). กิจกรรมการวัดระยะทางถึงดวงจันทร์. กรกฎาคม 2021, จาก [http://www.narit.or.th/images/07_บริหารวิชาการ/pdf/e-book/2020-1-9/Lunar Distance_ parallax.pdf](http://www.narit.or.th/images/07_บริหารวิชาการ/pdf/e-book/2020-1-9/Lunar%20Distance_%20parallax.pdf).
- Jerram,L. Museum of the Moon. July 2021, Available at <https://my-moon.org/research/?fbclid=IwAR2yyrq-hcdkIBwX3g25PF4OE-TwxHaqTSKStpJC6y6WLK4K6hlbuXwNthM>.
- Lucas,J. *What is parallax?* July 2021, Available at <https://www.space.com/30417-parallax.html>.

การศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์พายุสุริยะและอัตราการเกิดแผ่นดินไหว

นางสาวปญญาพร สมบูรณ์¹ นางสาววิยาพร ดรณพันธ์² และนางสาววันไอยอาที่ วรรณาม³

E-mail: ¹punyapornp42@gmail.com, ²Punch23635@gmail.com, ³wanaiyaare.khim@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายบุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” ม.บูรพา

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์พายุสุริยะและอัตราการเกิดแผ่นดินไหว มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการเกิดพายุสุริยะกับการเกิดแผ่นดินไหว โดยการนำฐานข้อมูลจาก National Oceanic and Atmospheric Administration ในการเกิดแผ่นดินไหวทั่วโลกที่มีขนาดของพลังงานมากกว่า 3 แมกนิจูดเทียบกับการเกิด Sunspot ของดวงอาทิตย์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลของ Sunspots-NUMBER โดยนำข้อมูลมาทำการเฉลี่ยแบบรายเดือน ราย 3 เดือน ราย 6 เดือน และ 1 ปี จำนวน 5 รอบวัฏจักรสุริยะ แล้วนำไปวิเคราะห์เทียบความสัมพันธ์กับการเกิดแผ่นดินไหว จากนั้นทำการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม SPSS

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลเฉลี่ยของ SUNSPOT NUMBER แบบรายเดือนเทียบกับอัตราการเกิดแผ่นดินไหว มีค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation = 1 , $r = -.116^{**}$, sig.(2-tailed) = 0.002
ข้อมูลเฉลี่ยของ SUNSPOT NUMBER แบบราย 3 เดือนเทียบกับอัตราการเกิดแผ่นดินไหว มีค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation = 1 , $r = -.162^*$, sig.(2-tailed) = 0.014
ข้อมูลเฉลี่ยของ SUNSPOT NUMBER แบบราย 6 เดือนเทียบกับอัตราการเกิดแผ่นดินไหว มีค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation = 1 , $r = -.193^*$, sig.(2-tailed) = 0.040
ข้อมูลเฉลี่ยของ SUNSPOT NUMBER แบบราย 12 เดือนเทียบกับอัตราการเกิดแผ่นดินไหว มีค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation = 1 , $r = -.203$, sig.(2-tailed) = 0.002

คำสำคัญ : พายุสุริยะ , แผ่นดินไหว , โปรแกรม SPSS

ความเป็นมา

พายุสุริยะ หรือ Solar Storm คือ กระแสของอนุภาคสุริยะพลังงานสูงที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมา อนุภาคก็คือของเล็กๆ ที่เป็นองค์ประกอบของสสาร เช่น อิเล็กตรอน และโปรตอน แต่มีพลังงานสูงกว่ามาก คืออยู่ในช่วง 10,000-100,000 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ โดยจะเกิดขึ้นพร้อมกับการลุกจ้า หรือการพ่นมวลโคโรนา ซึ่งทั้งหมดนี้อาจส่งผลกระทบต่อโลกแตกต่างกัน เช่น ทำให้สนามแม่เหล็กโลกปั่นป่วน สัญญาณวิทยุความถี่สูงถูกรบกวน หรืออาจทำให้เกิดไฟดับได้ นอกจากนี้ส่วนอนุภาคสุริยะพลังงานสูงก็อาจทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนดาวเทียมหรือยานอวกาศเสียหาย ถ้าพลังงานสูงกว่า 40 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ เป็นอันตรายต่อนักบินอวกาศได้

จากการศึกษาของวาเลนติโน เมื่อปี ค.ศ. 2015 พบว่าข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวระดับ M6 + มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของไอออนของสสารที่เกิดจากเปลวสุริยะซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมบนดวงอาทิตย์แต่ยังไม่มีที่ยืนยันที่แน่ชัด (Valentino, 2015)

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจในการที่จะนำข้อมูลของ Sunspot number ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดพายุสุริยะและสถิติการเกิดแผ่นดินไหวมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันทางสถิติระหว่าง Sunspot number กับแผ่นดินไหวโดยการใช้โปรแกรม SPSS

วัตถุประสงค์

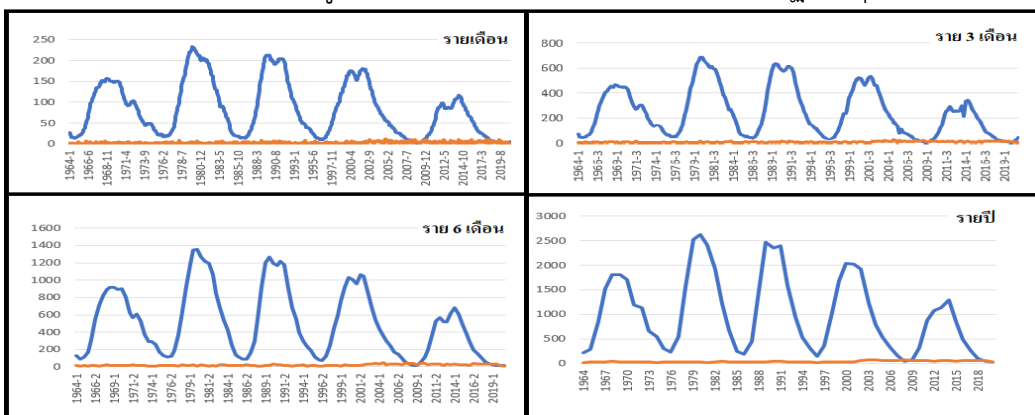
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างพายุสุริยะและอัตราการเกิดแผ่นดินไหว

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาอัตราการเกิดของ Sunspots number และอัตราการเกิดแผ่นดินไหวจาก องค์การบริหารมหาสมุทร และชั้นบรรยากาศแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration / NOAA)
2. รวบรวมข้อมูล Sunspots number เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือน ราย 3 เดือน ราย 6 เดือน และรายปี กับข้อมูล ของการเกิดแผ่นดินไหวขนาดตั้งแต่ 3 แมกนิจูดขึ้นไป ตั้งแต่ พ.ศ.2507–2563 (5 รอบวัฏจักรสุริยะ) แล้ว นำมาพล็อตกราฟระหว่าง Sunspots number และอัตราการเกิดแผ่นดินไหว วิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟ
3. นำข้อมูลในข้อที่ 2 มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติผ่านโปรแกรม SPSS วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และสรุปผลข้อมูล

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์กราฟกราฟระหว่างค่าเฉลี่ยรายเดือนของ Sunspots number กับข้อมูลของการเกิดแผ่นดินไหวขนาดตั้งแต่ 3 แมกนิจูดขึ้นไป ตั้งแต่ พ.ศ.2507–2563 (5 รอบวัฏจักรสุริยะ)



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ Sunspots number กับข้อมูลของการเกิดแผ่นดินไหว รายเดือน ราย 3 เดือน ราย 6 เดือน และรายปี

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติผ่านโปรแกรม SPSS ระหว่างค่าเฉลี่ยของ Sunspots number และข้อมูลของการเกิดแผ่นดินไหวขนาดตั้งแต่ 3 แมกนิจูดขึ้นไป ตั้งแต่ พ.ศ.2507–2563 (5 รอบวัฏจักรสุริยะ)

รายเดือน				ราย 3 เดือน			
Correlations				Correlations			
		VAR00001	VAR00002			VAR00003	VAR00004
VAR00001	Pearson Correlation	1	-.116**	VAR00003	Pearson Correlation	1	-.162*
	Sig. (2-tailed)		.002		Sig. (2-tailed)		.014
	N	684	684		N	228	228
VAR00002	Pearson Correlation	-.116**	1	VAR00004	Pearson Correlation	-.162*	1
	Sig. (2-tailed)	.002			Sig. (2-tailed)	.014	
	N	684	684		N	228	228
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			

ราย 6 เดือน				ราย 12 เดือน			
Correlations				Correlations			
		VAR00005	VAR00006			VAR00007	VAR00008
VAR00005	Pearson Correlation	1	-.193*	VAR00007	Pearson Correlation	1	-.203
	Sig. (2-tailed)		.040		Sig. (2-tailed)		.129
	N	114	114		N	57	57
VAR00006	Pearson Correlation	-.193*	1	VAR00008	Pearson Correlation	-.203	1
	Sig. (2-tailed)	.040			Sig. (2-tailed)	.129	
	N	114	114		N	57	57
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).							

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ทางสถิติผ่านโปรแกรม SPSS ระหว่างค่าเฉลี่ยของ Sunspots number และข้อมูลของการเกิดแผ่นดินไหวรายเดือน ราย 3 เดือน ราย 6 เดือน และรายปี

สรุปผลการศึกษา

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าข้อมูลแบบรายเดือนของ Sunspot Number มีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดแผ่นดินไหวมากที่สุด โดยมีค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation เท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงชุดข้อมูลที่นำมาศึกษามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยแปรผกผันกัน มีค่า r เท่ากับ $-.116^{**}$ ชุดข้อมูลนี้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง และสัมพันธ์กันมาก โดยมีค่า sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.002 และค่าคลาดเคลื่อน 0.01% ชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด คือชุดข้อมูลแบบรายปี อย่างไรก็ตามคณะผู้จัดทำพบว่าข้อมูลอัตราการเกิดแผ่นดินไหวและSunspots number มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่ไม่ยืนยันข้อสันนิษฐานที่ว่าพายุสุริยะมีผลต่อการเกิดแผ่นดินไหวนั้นเป็นจริง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้บรรลุผลสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์บุญส่ง เห็นงาม ที่สละเวลาอันมีค่าแนะนำและให้คำปรึกษาในทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มทำโครงการวิจัยฉบับนี้ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง จนโครงการวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ จากใจจริง

ขอขอบคุณนางสาวณัฐพร ประเสริฐสรณ์ ที่ได้กรุณาแนะนำ การใช้โปรแกรม SPSS เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ และคอยให้การช่วยเหลือตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขออุทิศความดีที่มีในการจัดทำโครงการครั้งนี้แด่บิดา มารดา และครอบครัวของคณะผู้จัดทำ ซึ่งคอยให้การสนับสนุนในทุกด้าน และขอขอบคุณกำลังใจจากมิตรแท้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

Valentino STRASER. (2015). SOLAR WIND IONIC VARIATION ASSOCIATED WITH EARTHQUAKES GREATER THAN MAGNITUDE 6.0. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2564, New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 3, No. 2, June 2015.

NOAA. (2021). NCEI/WDS Global Significant Earthquake Database. สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน 2564, จาก <https://www.ngdc.noaa.gov/hazel/view/hazards/earthquake/even-data?maxYear=2020&minYear=1800&minEqMagnitude=3>

NOAA. (2021). SOLAR CYCLE PROGRESSION. สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน 2564, จาก <https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

แบบจำลองปรากฏการณ์ The great conjunction

นายจิรัฏฐ์ อักษรศิริโอภาส

E-mail: sinzaza85@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวปณิตสรณ์ ปวเรศฐิติบุรณ

โรงเรียน แกลง “วิทยสถาวร”

บทคัดย่อ

ปรากฏการณ์ The great conjunction หรือการกุมกันของดาวเคราะห์แก๊สยักษ์ เป็นปรากฏการณ์ที่ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์โคจรมาอยู่ในแนวร่วมทิศกัน ปรากฏการณ์นี้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง โดยแต่ละครั้งจะเกิดห่างกันประมาณ 20 ปี แต่ปรากฏการณ์ The great conjunction ที่เกิดขึ้นในช่วงวันที่ 21 ธันวาคม 2563 ที่ผ่านมานั้น ดาวเคราะห์แก๊สยักษ์ทั้งสองโคจรมาอยู่ใกล้กันในระยะเชิงมุมประมาณ 0.1 องศา ซึ่งเกิดขึ้นครั้งล่าสุดเมื่อ 397 ปีก่อน ดังนั้นผู้จัดทำจึงสนใจศึกษาหลักการเกิดปรากฏการณ์ The great conjunction เพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายวันที่จะเกิดปรากฏการณ์ The great conjunction ในครั้งถัดไป ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำลองตำแหน่งของดาวเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดงผลออกมาในรูปแบบวันที่ในคริสต์ศักราช พบว่าเมื่อกำหนดให้วงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงมีลักษณะเป็นวงกลมที่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบว่าแบบจำลองให้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนไปจากวันที่เกิดปรากฏการณ์อยู่ในช่วง 0 – 9 เดือน โดยค่าคลาดเคลื่อนนี้มีการขึ้นลง แต่เมื่อปรับระนาบวงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงในแบบจำลองให้เอียงทำมุมกับระนาบเส้นศูนย์สูตรตามความเอียงของวงโคจรของดาวเคราะห์ พบว่าไม่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อน

คำสำคัญ: แบบจำลอง, ปรากฏการณ์ The Great Conjunction

ความเป็นมา

ปรากฏการณ์ The great conjunction ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง ดาวเคราะห์ก๊าซขนาดใหญ่ 2 ดวง คือ ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ โคจรเข้ามาอยู่ในแนวร่วมทิศกัน ซึ่งปรากฏการณ์ The Great Conjunction ครั้งนี้ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ปรากฏอยู่ใกล้กันมากที่สุดในรอบ 397 ปี มีระยะห่างเพียง 0.1 องศา หากสังเกตด้วยตาเปล่าอาจเห็นดาว 2 ดวงอยู่ใกล้กันมากจนเห็นรวมกันเป็นดาวดวงเดียว จากความเป็นมาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงเกิดความสนใจ และสงสัยเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ The Great Conjunction ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เหตุใดจึงไม่เกิดขึ้นบ่อย และปรากฏการณ์ The great conjunction จะเกิดขึ้นอีกครั้งเมื่อใด ผู้จัดทำจึงได้ทำโครงการแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์ The Great Conjunction ขึ้นโดยใช้การจำลองบนโปรแกรม Microsoft excel

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ The great conjunction
2. เพื่อทำนายการเกิดปรากฏการณ์ The great conjunction

วิธีการศึกษา

ผู้จัดทำได้นำ โปรแกรม Microsoft Excel มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยการสร้างฟังก์ชัน(x,y) และให้แบบจำลองวงโคจรเป็นวงกลม ทั้งหมด โดยใช้ สมการดังนี้เพื่อหาฟังก์ชัน(x,y)

$$x = a \left(\cos\left(\left(\frac{t}{T} \times 360^\circ\right) + \theta^\circ\right) \right) \quad a = \text{ค่ากึ่งแกนหลักของดาวที่ต้องการหาฟังก์ชัน (Au)}$$

$$y = a \left(\sin\left(\left(\frac{t}{T} \times 360^\circ\right) + \theta^\circ\right) \right) \quad t = \text{เวลาที่นับจากวันเริ่มต้น (ปี)}$$

$$\quad \quad \quad T = \text{คาบวงโคจรของดาวที่ต้องการหาฟังก์ชัน (ปี)}$$

$$\quad \quad \quad \theta = \text{มุมเริ่มต้นของดาวนั้น ๆ ณ วันเริ่มต้น (องศา)}$$

โดยวันเริ่มต้นที่ใช้นั้น คือ วันที่ 14 กรกฎาคม 2563 เนื่องจากเป็นวันที่เกิดปรากฏการณ์ดาวพฤหัสบดีตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ โลก และดาวพฤหัสบดี เรียงกันเป็นเส้นตรง กำหนดจุดเริ่มต้นให้โลก และดาวพฤหัสบดีทำมุม 0 องศา กับแกน X ส่วนมุมเริ่มต้นของดาวเสาร์ สามารถหาได้จากปรากฏการณ์ดาวเสาร์ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ซึ่งเกิดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2563 จากสมการที่ใช้หามุมกวาดของดาวเสาร์ เมื่อคาบการโคจรของดาวเสาร์เท่ากับ 29.4571 ปี ดังนี้

$$\text{มุมที่ดาวเสาร์กวาดไปได้} = \frac{360}{29.4571} \times \frac{\text{จำนวนวันที่กวาดมุมได้}}{365}$$

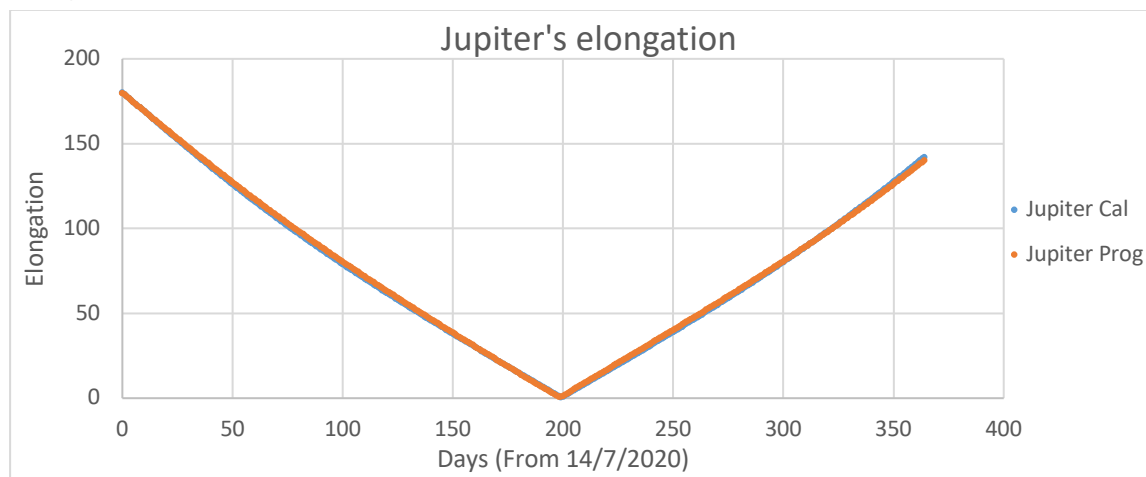
จะได้ว่าจากวันที่ 14 กรกฎาคม 2563 ถึงวันที่ 21 กรกฎาคม 2563 ดาวเสาร์เคลื่อนที่ไปได้ 0.2344 องศา ซึ่งเมื่อหักลบกับมุมที่โลกกวาดไปได้จากวันที่ 14 กรกฎาคม 2563 ถึงวันที่ 21 กรกฎาคม 2563 จะได้มุมเริ่มต้นของดาวเสาร์เท่ากับ 6.6697 องศา

ผลการศึกษา

ส่วนที่ 1 เมื่อปรับให้อยู่ในระนาบ 2 มิติและสมมุติให้เป็นวงโคจรแบบวงกลม

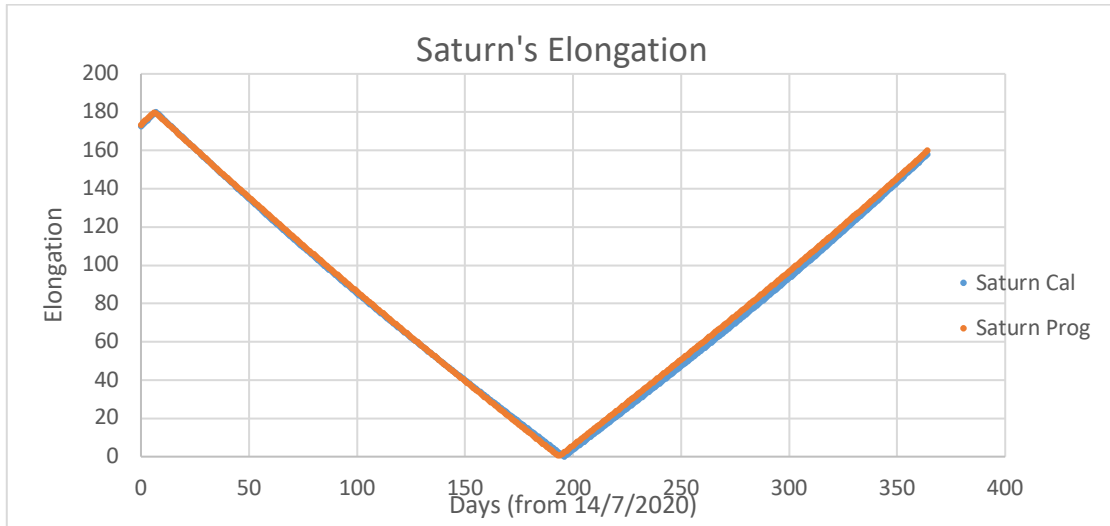
ตอนที่ 1 การหามุม Elongation ของดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์

จากการศึกษาพบว่าค่ามุม Elongation ของดาวพฤหัสบดีพบว่ามีค่าแตกต่างไปจากค่าอ้างอิงที่ได้จากโปรแกรม Stellarium อยู่ในช่วง 0.0 – 1.5 องศา สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันจากวันเริ่มต้น และมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดีได้ดังกราฟ



กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันจากวันเริ่มต้น และมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดี

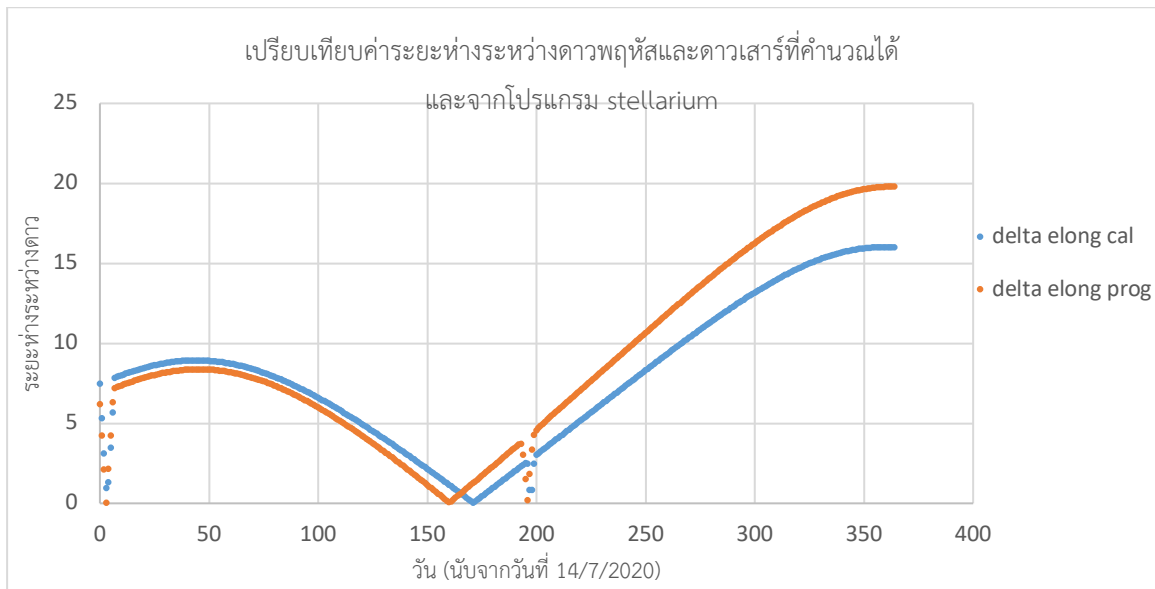
ค่ามุม Elongation ของดาวเสาร์พบว่ามีความแตกต่างไปจากค่าอ้างอิงที่ได้จากโปรแกรม Stellarium อยู่ในช่วง 0.0 – 3.7 องศา สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันจากวันเริ่มต้น และมุม Elongation ของดาวเสาร์ได้ดังกราฟ



กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันจากวันเริ่มต้น และมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดีได้ดังกราฟ

ตอนที่ 2 การหาระยะห่างเชิงมุมระหว่างดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์

จากการศึกษาพบว่าผลต่างของมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์มีค่าเพิ่มขึ้น และลดลง เป็นช่วง และเมื่อเทียบกับผลต่างของมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ที่ได้จากโปรแกรม Stellarium สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังกราฟ



กราฟที่ 3 ผลต่างของมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับผลต่างของมุม Elongation ของดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ที่ได้จากโปรแกรม Stellarium

ตอนที่ 3 ผลการใช้แบบจำลองในการหาวันที่จะเกิดปรากฏการณ์ The Great Conjunction

จากการศึกษาวันที่เกิดปรากฏการณ์ The Great Conjunction จากแบบจำลองเมื่อเทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิงได้ดังตารางที่ 1

ครั้งที่	วันที่เกิดปรากฏการณ์จากฐานข้อมูล (วัน/เดือน/ปี)	ผลที่ได้จากแบบจำลอง (วัน/เดือน/ปี)	ค่าคลาดเคลื่อน (วัน)
1	21/12/2020	1/1/2021	11
2	4/11/2040	25/9/2040	40
3	8/4/2060	19/6/2060	72
4	15/3/2080	17/3/2080	2
5	18/9/2100	8/1/2100	253

ตารางที่ 1 วันที่เกิดปรากฏการณ์ The Great Conjunction จากแบบจำลองเมื่อเทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง

ส่วนที่ 2 ปรับให้อยู่ในระนาบ 3 มิติ แต่ยังคงสมมติให้วงโคจรมีลักษณะเป็นวงกลม

ผลการศึกษาที่ได้พบว่าค่ามุมเอ็ลลองเกชันที่เกิดขึ้นมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย และแทบจะไม่ส่งผลต่อค่ามุมห่างที่เกิดขึ้น ทำให้มุมห่างที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงของเมื่อทำในระนาบ 2 มิติและมีวงโคจรเป็นวงกลม

สรุปผล

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ แบบจำลองนั้นให้ค่ามุม Elongation ได้ใกล้เคียงกับมุม Elongation ที่เกิดขึ้นจริงเมื่อเทียบกับฐานข้อมูล (โปรแกรม Stellarium) สังเกตได้จากกราฟ แต่ระยะเชิงมุมของดาวทั้งสองนั้นค่อนข้างแตกต่างจากระยะเชิงมุมที่เทียบกับฐานข้อมูล (โปรแกรม Stellarium) ซึ่งมีผลทำให้วันที่เกิดปรากฏการณ์นั้นผิดไปจากวันที่ควรจะเป็น โดยผู้จัดคาดว่าวันที่วันที่ควรเกิดปรากฏการณ์เพี้ยนออกไปอาจเป็นเพราะแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่สมมติให้วงโคจรของดาวเคราะห์เป็นในวงกลมที่มีอัตราเร็วเชิงมุมคงที่ ซึ่งในความเป็นจริงดาวเคราะห์ทุกดาวในระบบสุริยะโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็น และปรับค่าต่าง ๆ ดังกล่าวอาจทำให้แบบจำลองสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Yuk Tung Liu. [ออนไลน์] 10 กรกฎาคม 2018. [สืบค้นเมื่อ 25 12 2020.]

https://ytliu0.github.io/starCharts/docs/star_charts.pdf

Daniel A. O’Neil. [ออนไลน์] 14 เมษายน 2017. [สืบค้นเมื่อ 10 1 2021.]

http://daoneil.github.io/spacemission/RMarkdown/Elliptical_Orbit_Design.html.

การศึกษาการโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่ายโดยใช้กล้อง DSLR

นางสาวพรนภัส ตี๋ย่วน

E-mail: pornapattayuan@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวสุกัญญา วราพุดม

โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

บทคัดย่อ

การศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่ายโดยใช้กล้อง DSLR มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ และศึกษาการโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่าย โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ยี่ห้อ Canon รุ่น EOS60D ต่อเข้ากับกล้องดอปโซเนียบแบบสะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ถ่ายภาพดวงจันทร์ในแต่ละวัน เป็นเวลา 43 วัน และถ่ายภาพกระจุกดาวลูกไก่ซึ่งใช้เป็นดาวอ้างอิง เพื่อหาขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ นำภาพถ่ายดวงจันทร์จำนวน 43 ภาพ คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ จากนั้นทำการพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวันที่และระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

ผลการศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่ายโดยใช้กล้อง DSLR พบว่าระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 222.3609 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ และระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ในแต่ละวันที่ศึกษามีค่าไม่เท่ากัน โดยมีค่าตั้งแต่ 211.2862 – 234.6093 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ นั้นหมายถึง การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกมีระยะทางไม่เท่ากัน เมื่อวิเคราะห์ค่าความรีของวงโคจรมีค่า เท่ากับ 0.0523 แสดงให้เห็นถึงดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี ผลจากการคำนวณระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 386,263 กิโลเมตร

คำสำคัญ : การโคจรของดวงจันทร์, กล้อง Digital Single Lens Reflex, DSLR

ความเป็นมา

ดวงจันทร์เป็นวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด เป็นบริวารของโลก โคจรรอบโลกทุกๆ 27 วัน 8 ชั่วโมง และขณะเดียวกันก็หมุนรอบแกนตัวเองได้ครบหนึ่งรอบพอดี ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ด้านเดียว ไม่ว่าจะมองจากส่วนไหนของโลก ดวงจันทร์สว่างที่สุดในท้องฟ้ายามกลางคืน ดวงจันทร์ส่องแสง แต่แสงที่ส่องนั้นไม่ได้เปล่งออกมาจากดวงจันทร์เอง แต่เกิดจากแสงของดวงอาทิตย์สะท้อนพื้นผิวของดวงจันทร์มายังโลก โดยมีระยะห่างจากโลกเฉลี่ยนับจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางประมาณ 384,400 กิโลเมตร เทียบเท่ากับ 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก มีระยะห่างในแต่ละวันไม่เท่ากัน หากเราทราบระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ในแต่ละวันจะทำให้ทราบรูปแบบการโคจรของดวงจันทร์ได้

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์โดยใช้กล้อง DSLR ที่ต่อเข้ากับกล้องดอปโซเนียบแบบสะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์การโคจรของดวงจันทร์รอบโลก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์
2. เพื่อศึกษาการโคจรของดวงจันทร์จากภาพถ่าย

วิธีการศึกษา

การรวบรวมข้อมูล

1. ถ่ายภาพดวงจันทร์โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ต่อเข้ากับกล้องดอปโซเนียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ถ่ายภาพดวงจันทร์ในแต่ละวัน เป็นเวลา 43 วัน
2. ถ่ายภาพกระจุกดาวลูกไก่ ใช้เป็นดาวอ้างอิง เพื่อหาระยะเชิงมุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาระยะเชิงมุมของดาว 2 ดวง จำนวน 3 คู่ โดยเลือกดาวมาจากกระจุกดาวลูกไก่
2. วัดระยะห่างของดาว 2 ดวง จำนวน 3 คู่ ด้วยโปรแกรม Photoshop CS6 แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย
3. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์จากภาพที่ถ่ายได้ด้วยโปรแกรม Photoshop CS6
4. คำนวณขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ จากสูตร

ขนาดเชิงมุมดวงจันทร์ = $\frac{\text{ระยะเชิงมุมของดาว 2 ดวง}}{\text{ระยะทางระหว่างดาว 2 ดวง}}$ (pixel)

5. นำขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์มาคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ จากสูตร

$$\tan \theta = \frac{\text{รัศมีของดวงจันทร์}}{\text{ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์}}$$

6. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์กับวันที่ศึกษา
7. คำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ (หน่วยกิโลเมตร) จากสูตร

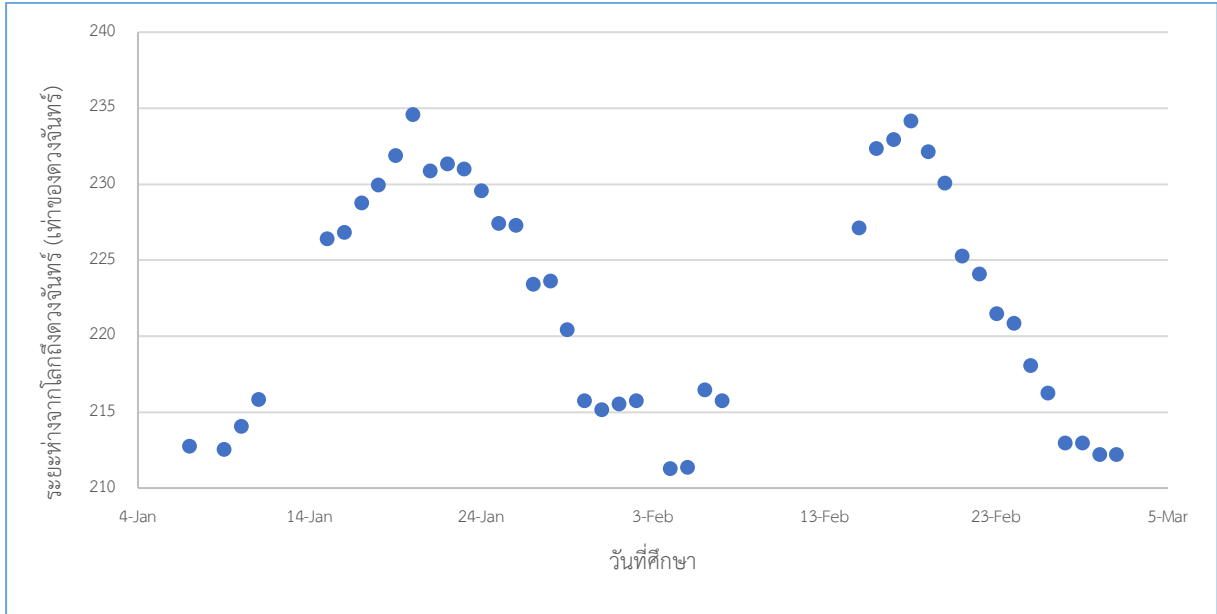
$$\text{ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์} =$$

ค่าเฉลี่ยของระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์หน่วยเท่าของรัศมีดวงจันทร์ \times รัศมีของดวงจันทร์ (หน่วยกิโลเมตร)

ผลการศึกษา

เมื่อนำภาพถ่ายดวงจันทร์จำนวน 43 ภาพและภาพดาวอ้างอิงมาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ มีขนาด 0.4884 ถึง 0.5423 องศา มีค่าเฉลี่ย 0.5159 องศา

เมื่อคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ พบว่ามีระยะทาง 211.2862 ถึง 234.6093 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ มีค่าเฉลี่ย 222.3609 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ นำผลที่ได้มาทำเป็นกราฟโดยให้แกน x แทนวันที่ศึกษา และแกน y คือระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์มีหน่วยเป็นเท่าของรัศมีดวงจันทร์ จะได้ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ (เท่าของรัศมีดวงจันทร์) กับวันที่ศึกษา

เมื่อนำระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ที่ระยะใกล้ที่สุด คือ 211.2862 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ และระยะไกลที่สุด คือ 234.6093 เท่าของรัศมีดวงจันทร์ มาวิเคราะห์ค่าความรีของวงโคจร จะได้เท่ากับ 0.0523 ทำให้ทราบว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี เมื่อคำนวณระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ พบว่ามีค่าระหว่าง 367,025 ถึง 407,539 กิโลเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 386,263 กิโลเมตร

สรุปผล

ข้อมูลจากการถ่ายภาพดวงจันทร์โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ต่อเข้ากับกล้องดอปโซเนียน ถ่ายภาพดวงจันทร์ในแต่ละวันเป็นเวลา 43 วัน สรุปได้ว่าขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ในแต่ละวันไม่เท่ากัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5159 องศา ทำให้ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 222.3609 เท่าของดวงจันทร์คิดเป็นระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 386,263 กิโลเมตร ค่าความรีของวงโคจรมีค่าเท่ากับ 0.0523 ทำให้ทราบว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี

อภิปรายผล

ผลจากวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ พบว่าระยะห่างในแต่ละวันมีขนาดที่ไม่เท่ากัน โดยคำนวณระยะทางเฉลี่ยได้เท่ากับ 386,263 กิโลเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1,863 กิโลเมตร และจากการคำนวณหาค่าความรีพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.0523 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.0017 และจากการสังเกตกราฟจะเห็นว่ากราฟมีการเปลี่ยนแปลงจึงสันนิษฐานได้ว่ากราฟในเดือนถัดๆไปจะเป็นรูปแบบเดิม ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอาจเกิดจากค่าความละเอียดและความคมชัดของภาพถ่าย

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยคำแนะนำของคุณครูสุกัญญา วราพุดม ครูที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการยงยุทธ์ เชื้ออนันต์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล และคณะครูทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ขอขอบคุณคุณคุณพัชรिता ยั่งยืนเจริญสุข ที่ปรึกษาโครงการ คุณมติพล ตั้งมติธรรม และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้คำปรึกษา และขอขอบใจเพื่อน ๆ ขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ รวมถึงผู้ช่วยเหลือการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกท่าน ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการ

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554.

มติพล ตั้งมติธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, 2563

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2564) ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โลก และดาราศาสตร์ (ดาราศาสตร์), สืบค้น มกราคม 2564, <http://www.lesa.biz/astromy>

การเปรียบเทียบเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรมและพื้นที่สว่างของดวงจันทร์โดยการถ่ายภาพ

นางสาวศุภิสรา คงสถาน

E-mail : supisara.kongsatan@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายธวัชชัย สุวรรณวงศ์

โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณหาเฟสดวงจันทร์จากวิธีการทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรม stellarium โดยทำการถ่ายภาพดวงจันทร์จากกล้องโทรทรรศน์แบบ Dobsonian เป็นระยะเวลาสองเดือน นำภาพที่ถ่ายได้มาคำนวณหาพื้นที่ของดวงจันทร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โดยจะสมมติว่าดวงจันทร์มีลักษณะเป็นวงกลม และสร้างวงกลมให้ทับขอบของดวงจันทร์เพื่อหาคาร์ซีมของดวงจันทร์และหาค่าพื้นที่ทั้งหมดของดวงจันทร์ และสร้างวงกลมอีกหนึ่งวงทับกับขอบของพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ เพื่อหาพื้นที่สว่างของดวงจันทร์โดยการหาพื้นที่เซกเมนต์จากทฤษฎีวงกลม และนำพื้นที่สว่างที่ได้มาหาเฟสดวงจันทร์จาก $\frac{\text{พื้นที่สว่าง}}{\text{พื้นที่ทั้งหมด}} \times 100$ และ นำค่าเฟสดวงจันทร์ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเฟสดวงจันทร์ในโปรแกรม stellarium พบว่าเฟสดวงจันทร์ที่คำนวณได้มีค่าคลาดเคลื่อน 2.66 % แต่จะมีช่วงแรม 11 ค่ำ ถึง แรม 14 ค่ำและขึ้น 1 ค่ำถึงขึ้น 2 ค่ำ ค่าเฟสดวงจันทร์ที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก เนื่องจากดวงจันทร์ไม่ได้มีลักษณะเป็นวงกลมที่สมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงปรับปรุงวิธีการเพื่อที่จะคำนวณหาเฟสดวงจันทร์ที่ได้ค่าใกล้เคียงมากขึ้น โดยการแบ่งพื้นที่ส่วนสว่างเป็น 2 ส่วน และหาพื้นที่เซกเมนต์ของพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ทั้ง 2 ส่วนแล้วนำมาบวกกัน และคำนวณหาเฟสดวงจันทร์ พบว่าค่าเฟสดวงจันทร์ที่หาได้มีค่าคลาดเคลื่อน 2.54 %

คำสำคัญ : เฟสดวงจันทร์ , พื้นที่สว่างของดวงจันทร์

ความเป็นมา

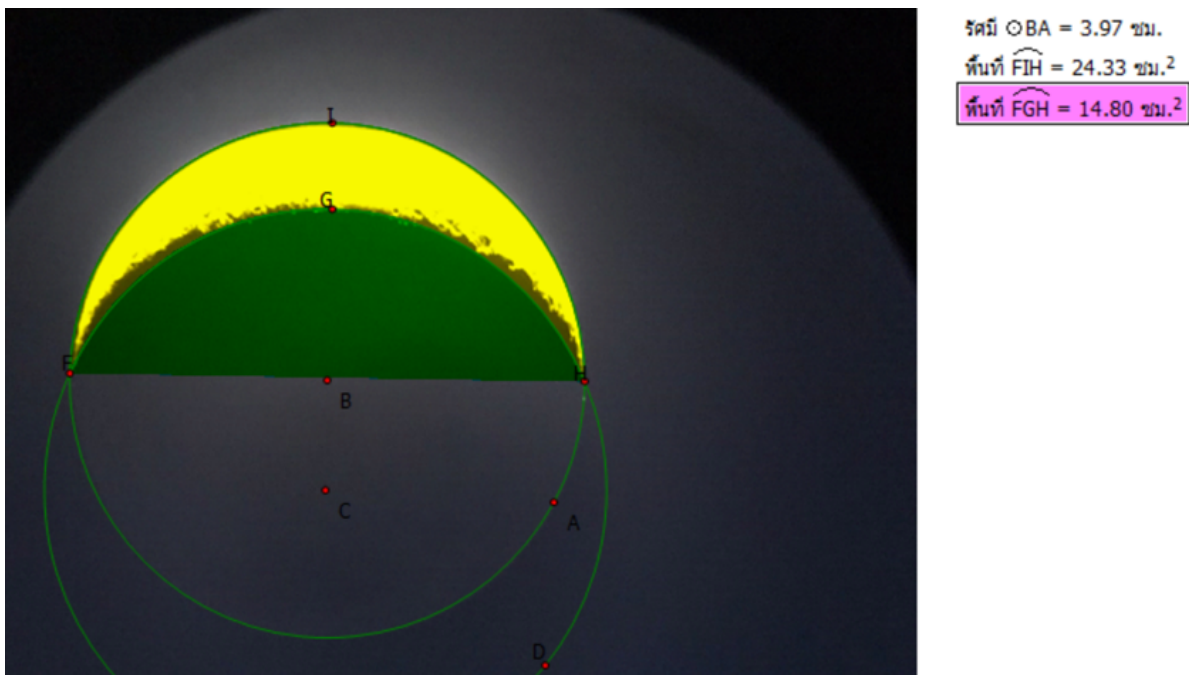
ภาพของดวงจันทร์ที่เรามองเห็นได้ในวันหนึ่งเรียกว่า ดิถีหรือ phase ซึ่งเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกครบรอบใช้เวลาประมาณ 27 วัน และส่วนสว่างของดวงจันทร์ที่เราได้เห็นจากโลก คือแสงจากดวงอาทิตย์ที่สะท้อนผิวของดวงจันทร์ในระยะทางหนึ่งตลอด หนึ่งในเดือนที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ทำให้เกิดลักษณะปรากฏของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงส่วนสว่างของดวงจันทร์จากภาพถ่ายในระยะเวลสองเดือน ทำให้ผู้จัดทำอยากหาพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ที่ตาของเราสังเกตเห็น จากกล้องโทรทรรศน์ดอปโซเนียนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว และการนำหลักการทางคณิตศาสตร์ คือการใช้ทฤษฎีวงกลมในการคำนวณหาพื้นที่ส่วนสว่างของดวงจันทร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และนำมาเปรียบเทียบกับเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรม Stellarium

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณหาพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ จากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)
2. เพื่อเปรียบเทียบเฟสของดวงจันทร์จากโปรแกรม Stellarium กับพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ที่คำนวณได้จากการถ่ายภาพ

วิธีการศึกษา

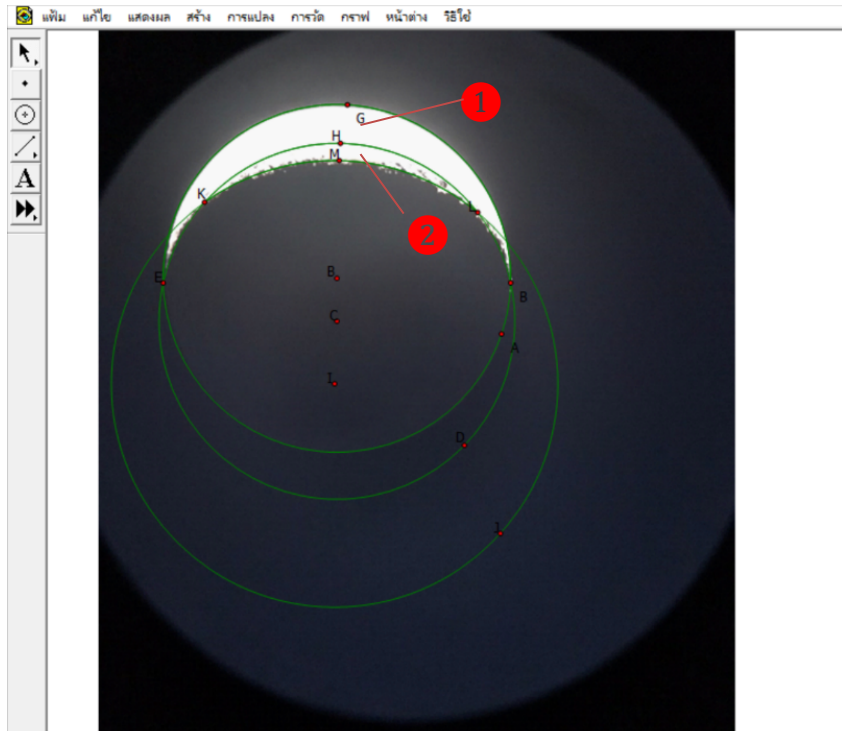
การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ทำการถ่ายภาพดวงจันทร์เป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบ Dobsonian และนำภาพที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ส่วนสว่างของดวงจันทร์ จากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โดยการหาพื้นที่เซกเมนต์จากทฤษฎีวงกลม



รูปที่ 1 แสดงวิธีการคำนวณพื้นที่ส่วนสว่างจากการคำนวณพื้นที่เซกเมนต์

$$\text{พื้นที่เซกเมนต์ FIH} - \text{พื้นที่เซกเมนต์ FGH} = 24.33 \text{ cm}^2 - 14.80 \text{ cm}^2 = 9.53 \text{ cm}^2$$

จากวิธีแรกจะเห็นได้ว่ายังมีส่วนที่คลาดเคลื่อน ผู้จัดทำจึงปรับปรุงวิธีโดยการแบ่งพื้นที่ส่วนสว่างเป็น 2 ส่วน และคำนวณพื้นที่เซกเมนต์ของพื้นที่สว่างของดวงจันทร์ทั้ง 2 ส่วนแล้วนำมาบวกกัน



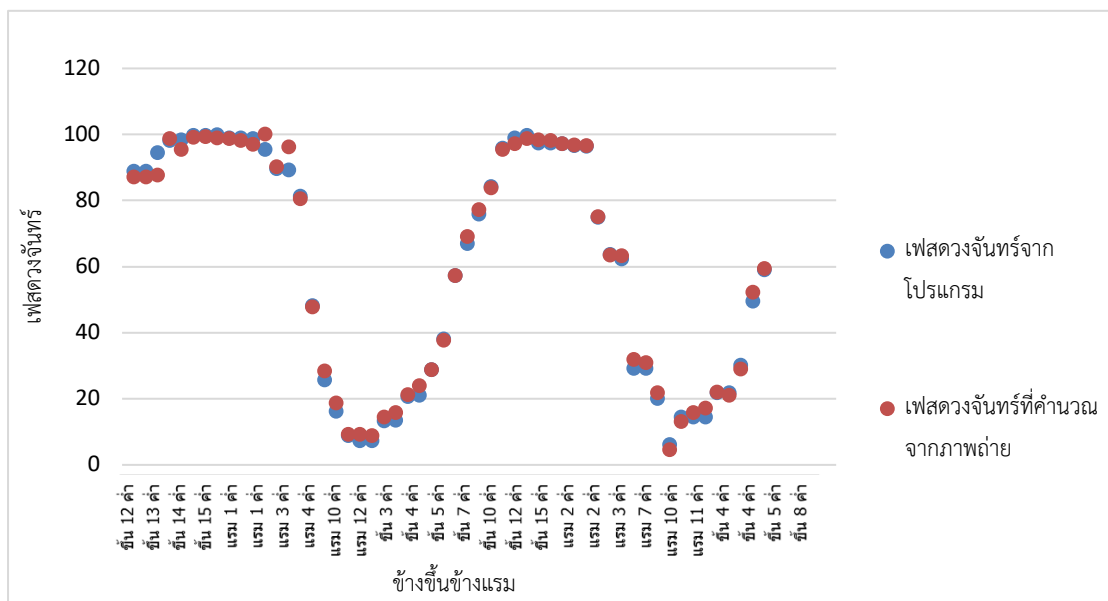
รูปที่ 2 แสดงวิธีการคำนวณพื้นที่ส่วนสว่างจากการคำนวณพื้นที่เซกเมนต์โดยการแบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน

$$\text{พื้นที่ส่วนสว่าง 1} + \text{พื้นที่ส่วนสว่าง 2} = 6.76 \text{ cm}^2 + 1.80 \text{ cm}^2 = 8.56 \text{ cm}^2$$

นำพื้นที่สว่างที่ได้มาหาเฟสดวงจันทร์จาก $\frac{\text{พื้นที่สว่าง}}{\text{พื้นที่ทั้งหมด}} \times 100$ และนำค่าเฟสดวงจันทร์ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเฟสดวงจันทร์ในโปรแกรม stellarium

ผลการศึกษา

ตารางการเปรียบเทียบเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรมและพื้นที่สว่างของดวงจันทร์โดยการถ่ายภาพกราฟที่ 1 กราฟเปรียบเทียบระหว่างเฟสดวงจันทร์จากโปรแกรมกับเฟสดวงจันทร์ที่คำนวณได้จากภาพถ่าย



สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า จากวิธีแรกเฟสของดวงจันทร์ที่คำนวณได้มีค่าคลาดเคลื่อน 2.66 % แต่จะมีช่วงแรม 11 ค่ำถึงแรม 14 ค่ำและขึ้น 1 ค่ำถึงขึ้น 2 ค่ำ ที่ค่าเฟสของดวงจันทร์ที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก เนื่องจากดวงจันทร์ไม่ได้มีลักษณะเป็นวงกลมที่สมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงปรับวิธีการคำนวณหาพื้นที่ส่วนสว่างและพบว่า เฟสของดวงจันทร์ที่หาได้มีค่าคลาดเคลื่อน 2.54 %

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการดาราศาสตร์ในครั้งนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก สถาบันวิจัยดาราศาสตร์(องค์การมหาชน) และการสนับสนุนจาก ครูวัชชัย สุวรรณวงศ์ และครูศุภิตดา จุติเวช ครูที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ข้อเสนอที่เป็นประโยชน์เสมอมา สุดท้ายผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำโครงการ

เอกสารอ้างอิง

นายภัทรดนัย ธัญญะกิจไพศาล,/นายบวรวิษญ์ จิรพรสุวรรณ. (2562). การเปรียบเทียบดิถีจันทร์ที่ได้จากการคำนวณจากการถ่ายภาพกับที่ใช้จริงในปัจจุบันที่มีผลต่อการสร้างปฏิทินจันทรคติของไทย. (ออนไลน์).การประชุมวิชาการดาราศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6 .

มติพล ตั้งมติธรรม.(2563).คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ . พิมพ์ครั้งที่ 5 .ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน)

เวลาดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ขึ้น-ตก พ.ศ. 2564 – จังหวัดเพชรบุรี. (ออนไลน์).สืบค้นจาก:
<http://thaiastro.nectec.or.th/skyevnt/sunmoon/2021/phetchaburi.html>

การหาค่าการบังของดวงอาทิตย์ที่ถูกดวงจันทร์บังจากปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน
เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2563 โดยใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์

นายรัตนกร ชุ่มภักดี

E-mail: nitiya76231@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายพัลลภจักร พร้าวโรสง

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาค่าการบังของดวงอาทิตย์ที่ถูกดวงจันทร์บังจากปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2563 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) 2) เพื่อเปรียบเทียบค่าการบัง (Obscuration) ที่ได้จากการสังเกตกับค่าการบังจากแผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาของ NASA โดยบันทึกภาพปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนวันที่ 21 มิถุนายน 2563 ช่วงเวลา 13.00 น. – 16.20 น. ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ใช้กล้อง DSLR Canon EOS 6D กับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงแบบคอปเปอร์เนียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 10 นิ้ว (300 มม.) นำภาพถ่ายที่ได้จำนวน 1 ภาพ โดยเลือกภาพที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ได้ลึกที่สุด (Maximum eclipse) ซึ่งเป็นเวลา 14.46 น. จากนั้นหาค่าการบังโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ผลการศึกษาพบว่า ค่าการบังที่ได้จากการสังเกตเท่ากับ 37.52% และมีความคลาดเคลื่อน $\pm 1.68\%$ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนที่สุริยุปราคาของ NASA

คำสำคัญ: การบัง (Obscuration), ปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน, โปรแกรม GSP

ความเป็นมา

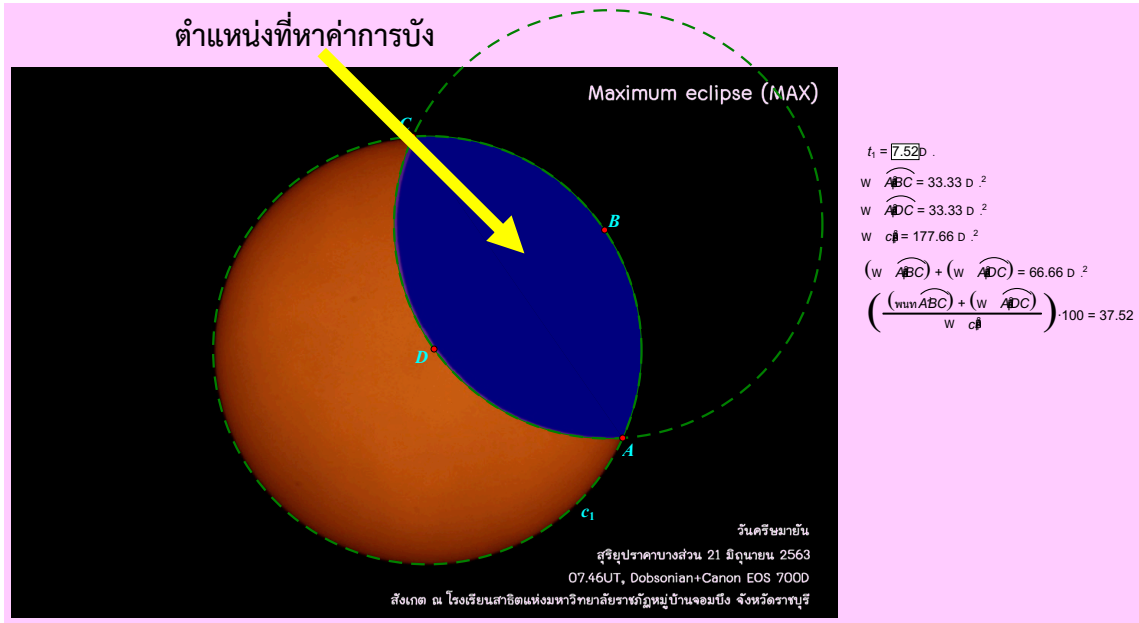
สุริยุปราคา” เป็นปรากฏการณ์ที่ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน มีดวงจันทร์อยู่ตรงกลาง เมื่อสังเกตจากโลกจะเห็นดวงจันทร์เคลื่อนที่เข้ามาบดบังดวงอาทิตย์ ในวันที่ 21 มิถุนายน 2563 เกิดปรากฏการณ์ “สุริยุปราคาวงแหวน” แนวคราสวงแหวนพาดผ่านสาธารณรัฐอัฟริกากลาง คองโก เอธิโอเปีย ตอนใต้ของปากีสถาน ตอนเหนือของอินเดีย และสาธารณรัฐประชาชนจีน ส่วนประเทศไทย จะเห็นเป็น “สุริยุปราคาบางส่วน” ดวงจันทร์บดบังดวงอาทิตย์เพียงบางส่วน ทำให้มองเห็นดวงอาทิตย์ เว้าแหว่ง สามารถสังเกตได้ทุกภูมิภาคของไทย แต่ละภูมิภาคจะมองเห็นดวงอาทิตย์เว้าแหว่งมากน้อยแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาค่าการบังที่ได้จากการสังเกต เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจากแผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาของ NASA โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) หาค่าการบังด้วยรูปเรขาคณิตอย่างง่าย

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อหาค่าการบังของดวงอาทิตย์ที่ดูดวงจันทร์บังจากปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2563 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)
- 2) เพื่อเปรียบเทียบค่าการบัง (Obscuration) ที่ได้จากการสังเกตกับค่าการบังจากแผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาของ NASA

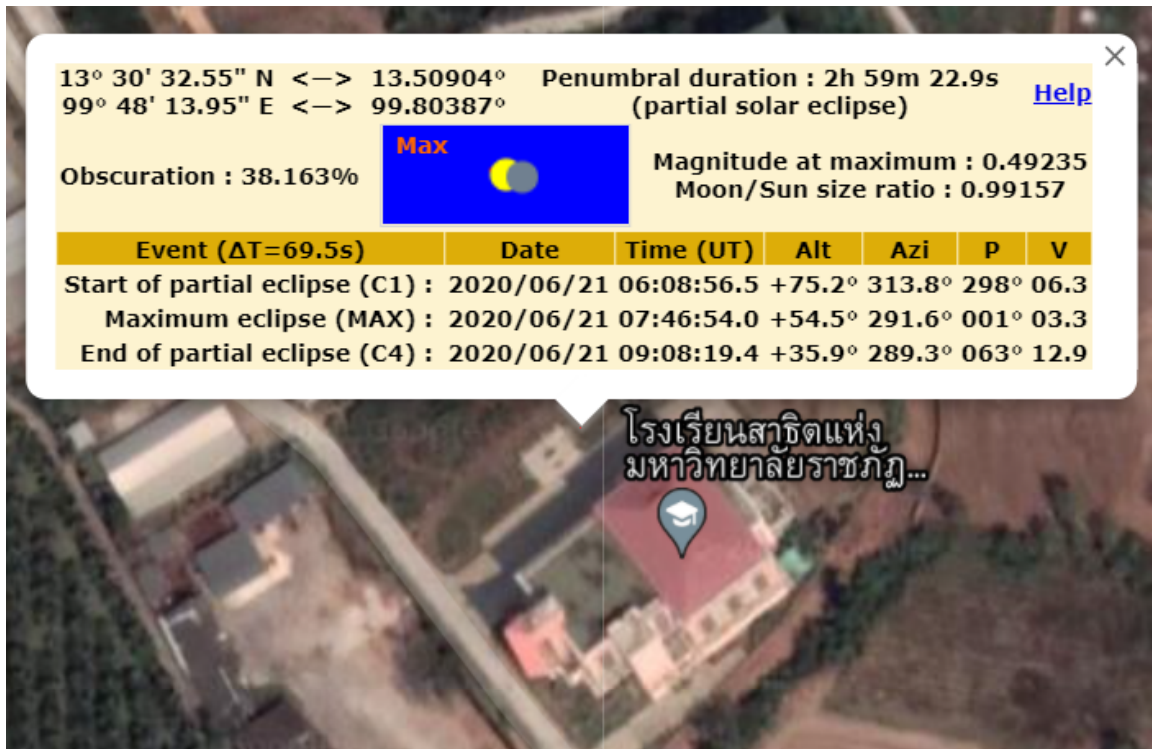
วิธีการศึกษา

- 1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาการเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2563
- 2) บันทึกภาพปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนวันที่ 21 มิถุนายน 2563 ช่วงเวลา 13.00–16.20 น. ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี
- 3) ใช้กล้อง DSLR Canon EOS 700D กับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงแบบดอปโซเนียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 10 นิ้ว (300 มม.)
- 4) เลือกภาพที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ได้ลึกที่สุด (Maximum eclipse) ซึ่งเป็นเวลา 14.46 น.
- 5) หาค่าการบังโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การหาค่าการบังโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

6) เปรียบเทียบกับข้อมูลค่าการบัง (Obscuration) จากแผนที่สุริยุปราคาของ NASA ซึ่งมีค่าการบังเท่ากับ 38.163 % ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนที่สุริยุปราคาของ NASA

จาก http://xjubier.free.fr/en/site_pages/Solar_Eclipses.html

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาได้เลือกรูปภาพที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ได้ลึกที่สุดและได้นำไปหาค่าการบังโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนที่สุริยุปราคาของ NASA ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าการบังจากการสังเกตกับแผนที่สุริยุปราคาของ NASA

สถานที่สังเกต	ค่าการบัง (Obscuration) (%)		ความคลาดเคลื่อน (%)
	จากการสังเกต	จากแผนที่สุริยุปราคาของ NASA	
สาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี (N 13° 30' 32.55", E 99° 48' 13.95")	37.520%	38.163%	±1.680%

สรุปผล

จากการศึกษาค่าการบังที่ได้จากการสังเกตเท่ากับ 37.520% ค่าที่ได้จากแผนที่สุริยุปราคาของ NASA เท่ากับ 38.163% เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนที่สุริยุปราคาของ NASA มีความคลาดเคลื่อน ±1.68%

กิจกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องด้วย นายพัชร์จักร พรวัวโรสง รองผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ครูที่ปรึกษาโครงการนี้ ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ การวางแผนการศึกษาทดลอง และการรายงานผลการศึกษา ที่ได้เอื้อเพื่อในการเก็บข้อมูลการทดลองในครั้งนี้ ให้ความช่วยเหลือข้อมูลด้านต่าง ๆ และคำปรึกษาจนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ. (2563). *สุริยุปราคาบางส่วนเหนือฟ้าเมืองไทย 21 มิถุนายน 2563*.

สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2564. จาก <http://www.narit.or.th/index.php/news/1113-narit-partial-solar-eclipse-2020-june>

Meteo Antony. (2019). *แผนที่สุริยุปราคาของ NASA*. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2564. จาก http://xjubier.free.fr/en/site_pages/Solar_Eclipses.html

โครงการการศึกษาความสัมพันธ์ของฤดูกาลกับความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิที่พื้นผิวโลก

นางสาวจิรัชยา แสงสุด¹ นางสาวเพชรรัตน์ งามศรีขำ² และนางสาวสุชานาถ โพธิ์ทอง³

E-mail : ¹chiratchayanan.2004@gmail.com, ²ploy01022548@gmail.com,

³suchanatkat@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวศลิดา จุติเวช

โรงเรียนเบญจมเทพูทิศจังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

โครงการเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของฤดูกาลกับความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิที่พื้นผิวโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความเข้มแสงดวงอาทิตย์ อุณหภูมิที่พื้นผิวโลก ในช่วงเวลา เช้า กลางวันและเย็น ณโรงเรียนเบญจมเทพูทิศ จังหวัดเพชรบุรี โดยในการวัดความเข้มแสงดวงอาทิตย์ ใช้อุปกรณ์ VERNIER LABQUEST ต่อกับเซนเซอร์วัดแสง ส่วนการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกใช้จะใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ความสูงจากพื้นดินเป็นระยะ 10 เซนติเมตร ผู้ศึกษาได้เก็บข้อมูลของความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกในช่วงของวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ.2563 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ.2564 เมื่อทำการทดลองครบตามเวลาที่กำหนดจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาแสดงผลในรูปแบบของกราฟเพื่อสังเกตหาความสัมพันธ์ของความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกว่ามีความสัมพันธ์กับฤดูกาลหรือไม่ โดยผู้ศึกษากำหนดให้เดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ เป็นช่วงฤดูหนาว และเดือนมีนาคม – พฤษภาคม เป็นช่วงฤดูร้อน

ผลการศึกษาพบว่าช่วงฤดูหนาว ในเดือนธันวาคมมีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 47,333 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าเดือนมกราคม ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 46,081 ลักซ์ และกุมภาพันธ์ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 34,438 ลักซ์ ในช่วงฤดูร้อน เดือนที่มีความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนพฤษภาคม โดยในเดือนมีนาคม มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 36,216 ลักซ์ เดือนเมษายนมีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 38,490 ลักซ์ และเดือนพฤษภาคม มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 46,581 ลักซ์ เมื่อเปรียบเทียบความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน พบว่า ความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว สูงกว่า ฤดูร้อน อยู่ 2,188 ลักซ์ คิดเป็นร้อยละ 5.4 ในขณะที่อุณหภูมิที่พื้นผิวโลกในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน

ความเป็นมา

โลกของเราไม่ได้หยุดอยู่กับที่แต่โลกของเราหมุนรอบดวงอาทิตย์ ใช้เวลา 1 ปี หรือ 365 วัน โดยทำแกนเอียงถึง 23.5 องศา เป็นผลทำให้เกิดฤดูกาลเพราะโลกหมุนรอบตัวเองและดวงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ในแต่ละฤดูกาลได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน และจากการสังเกตพบว่า ความเข้มแสงดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาลไม่เท่ากัน เพราะในแต่ละช่วงเดือนซีกโลกเหนือที่เราอาศัยอยู่นั้นมีการหันเข้าหาดวงอาทิตย์ไม่เหมือนกัน จึงเป็นผลทำให้เกิดโครงการนี้ โดยการศึกษาและเก็บผลข้อมูลเพื่อพิสูจน์และตรวจสอบว่าช่วงฤดูกาลนั้นๆมีค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์และอุณหภูมิแตกต่างกับฤดูกาลอื่นๆจริงหรือไม่

วัตถุประสงค์

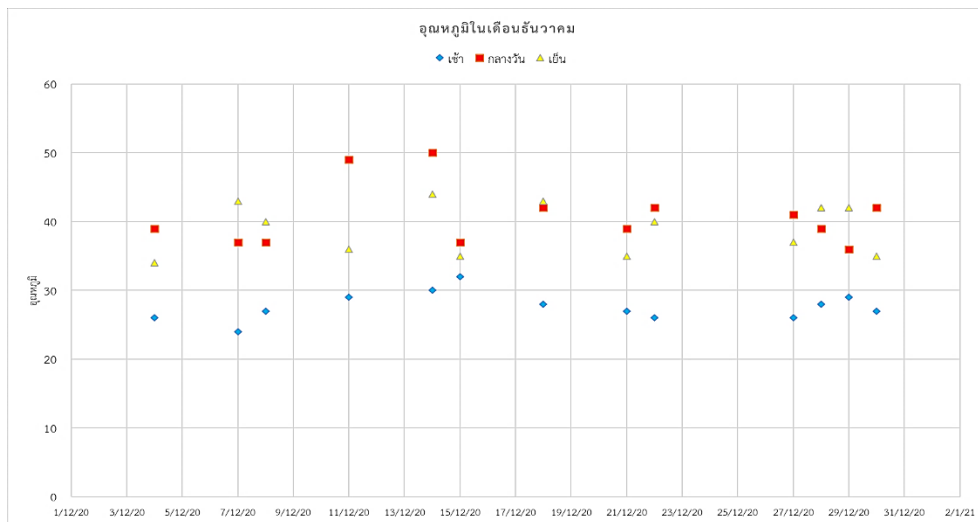
1. เพื่อศึกษาความเข้มแสงดวงอาทิตย์ที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิที่พื้นผิวโลก
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สัมพันธ์กับฤดูกาล
3. เพื่อศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกที่สัมพันธ์กับฤดูกาล

วิธีการศึกษา

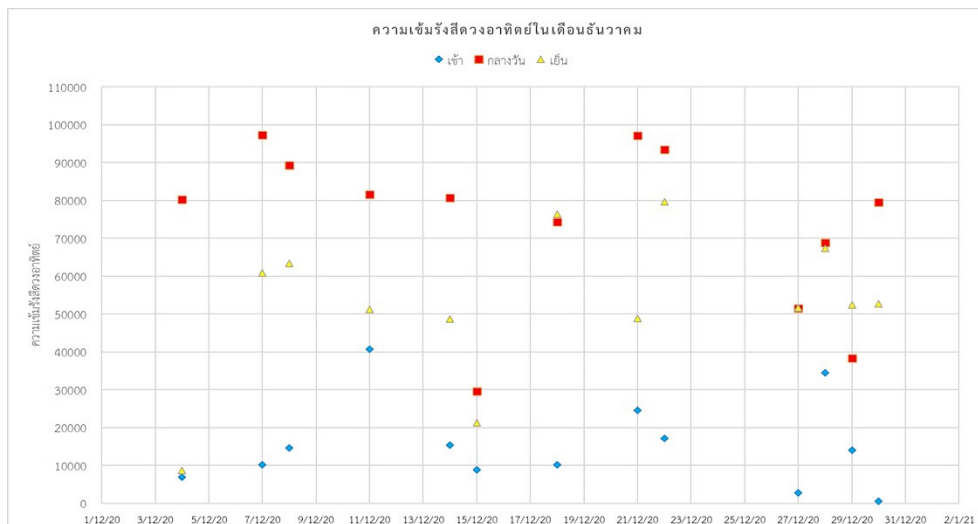
1. วัดความเข้มแสงดวงอาทิตย์ ใช้อุปกรณ์ VERNIER LABQUEST ต่อกับเซนเซอร์วัดแสง ในช่วงเวลาเช้า กลางวัน เย็น
2. วัดอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกใช้จะใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ความสูงจากพื้นดินเป็นระยะ 10 เซนติเมตร ในช่วงเวลาเช้า กลางวัน เย็น

ผลการศึกษา

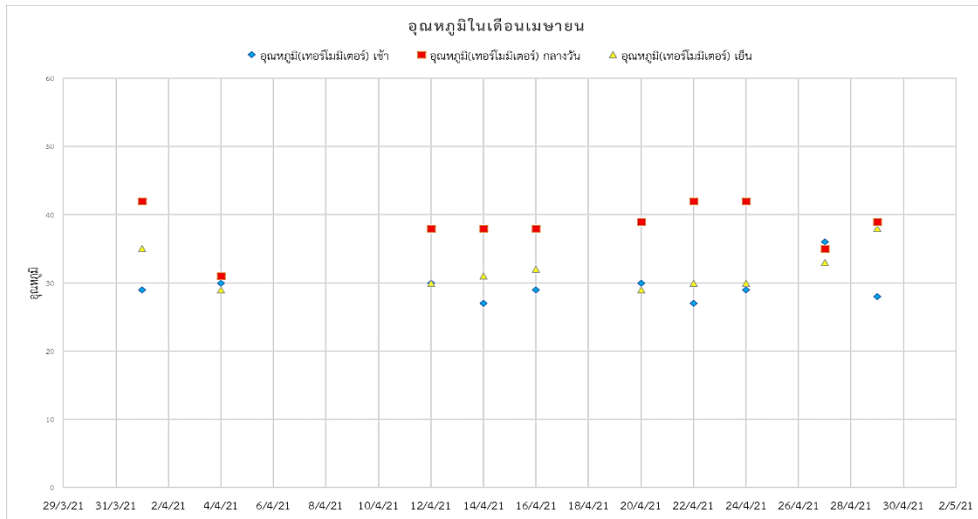
กราฟที่ 1 แสดงผลอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาว



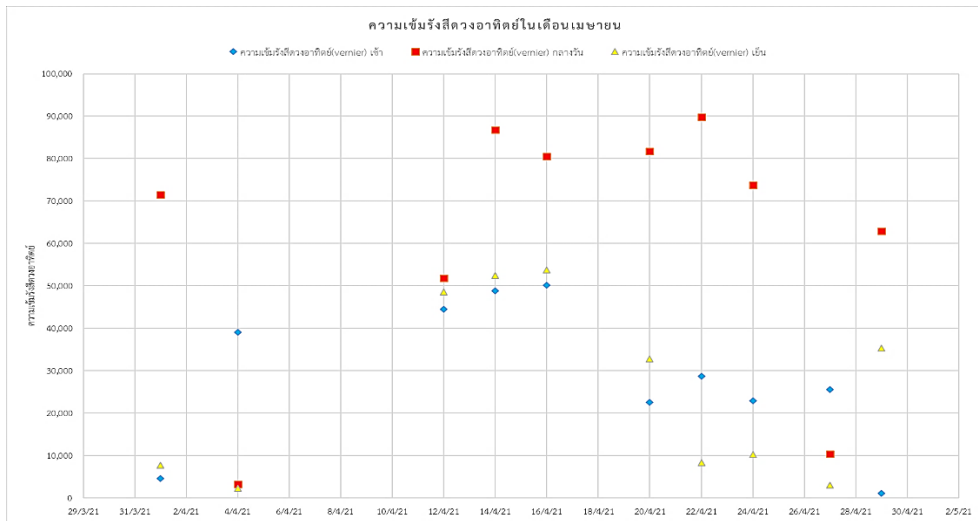
กราฟที่ 2 แสดงผลความเข้มแสงดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูหนาว



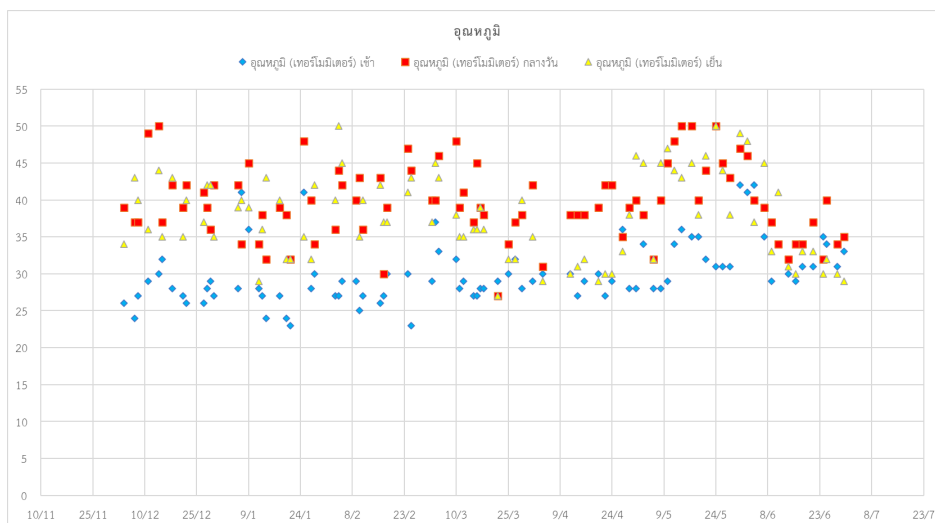
กราฟที่ 3 แสดงผลอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน



กราฟที่ 4 แสดงผลความเข้มแสงดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูร้อน

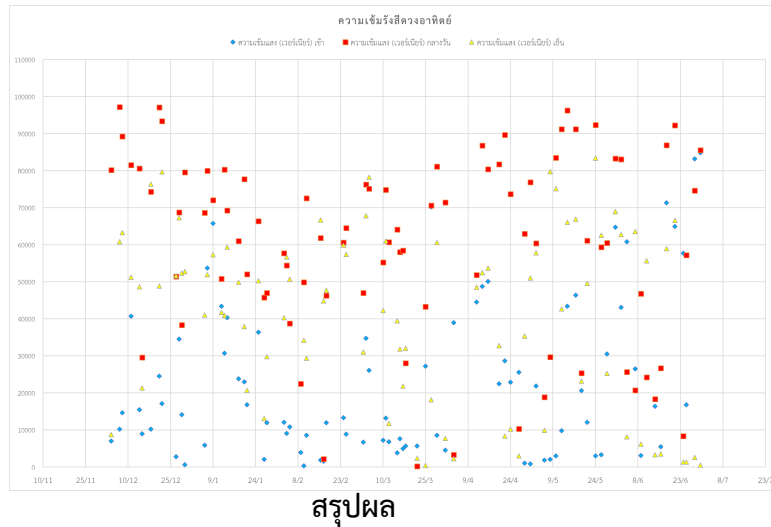


กราฟที่ 5 แสดงผลอุณหภูมิวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ.2563 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ.2564



กราฟที่ 6 แสดงผลความเข้มแสงดวงอาทิตย์วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ.2563 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ.

2564



สรุปผล

ผู้ศึกษากำหนดให้เดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ เป็นช่วงฤดูหนาว และเดือนมีนาคม – พฤษภาคม เป็นช่วงฤดูร้อน โดยยึดตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ผลการศึกษาพบว่าช่วงฤดูหนาว ในเดือนธันวาคม มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 47,333 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าเดือนมกราคม ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 46,081 ลักซ์ และกุมภาพันธ์ ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 34,438 ลักซ์ ส่วนช่วงฤดูร้อน เดือนที่มีความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดคือ เดือนพฤษภาคม ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 46,581 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าเดือนมีนาคม ที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 36,216 ลักซ์ และเดือนเมษายนที่มีความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ย 38,490 ลักซ์ เมื่อเปรียบเทียบ ความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน พบว่า ความเข้มแสงดวงอาทิตย์เฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว สูงกว่า ฤดูร้อนอยู่ 2,188 ลักซ์ คิดเป็นร้อยละ 5.4 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวมีลักษณะท้องฟ้าที่ไม่มีเมฆมาบดบังแสงอาทิตย์ ส่วนในฤดูร้อนมีจำนวนเมฆมาปกคลุมท้องฟ้ามากกว่า ในขณะที่อุณหภูมิที่พื้นผิวโลกในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา นางสาวศลิธดา จุติเวช ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ได้ให้โอกาสในการนำเสนอโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2563).โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร : สกสศ.ลาดพร้าว

ไอรัดดา ทองมวน. ฤดูกาล. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/iraddatm/bth-reiyn/vdukal>

ienergyguru. รังสีจากดวงอาทิตย์. เข้าถึงได้จาก <https://ienergyguru.com/2016/03-solar-radiation/>

ดาราศาสตร์เรื่องใกล้ตัว

นางสาววิชุดา รอดนา¹ และนางสาวพัทธ์ธีรา กันทะเรื่อน²

E mail: ¹Vichudarodna.0569@gmail.com, ²35593@web1.dara.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายเสถียร บุญศรี

โรงเรียนดาราวิทยาลัย

บทคัดย่อ

เนื่องจากในประเทศไทยของเรานั้นยังมีผู้ที่สนใจในเรื่องดาราศาสตร์จำนวนน้อยเมื่อไปเทียบกับประเทศอื่นโดยเหตุผลหลักเกิดจาก ผู้คนคิดว่าเป็นเรื่องไกลตัว หรือจะคิดว่าเป็นการยากในการหาอุปกรณ์มาประกอบการเรียนรู้โดยไม่รู้ว่ามีอุปกรณ์ราคาแพงอย่างกล้องโทรทรรศน์เราก็สามารถเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ได้เช่นกัน โดยทางคณะผู้จัดทำได้ทำการสังเกตและค้นคว้าข้อมูลในการหาวิธีที่เราจะสามารถสังเกตปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ได้โดยเบื้องต้น ซึ่งทำง่ายและหลายคนอาจมองข้ามไป โดยในที่นี้เราได้กล่าวถึงการสังเกต และจัดบันทึกโดยการเก็บข้อมูลด้วยสายตาของเราในการดูการตกกระทบของเงาที่ได้รับแสงมาจากดวงอาทิตย์

คำสำคัญ: ดาราศาสตร์อย่างง่าย, สังเกตสิ่งรอบตัว

ความเป็นมา

โครงการนี้เกิดจากการที่ผู้จัดทำ ตระหนักถึงการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ที่ผู้คนในปัจจุบันยังคงคิดว่าเข้าถึงยาก ไม่มีอุปกรณ์ หรือกระทั่งเป็นเรื่องไกลตัว ในโครงการครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องให้ผู้คนที่ทราบถึงแม้เราจะไม่มีอุปกรณ์พร้อม เช่น กล้องดูดาว ฯลฯ ก็สามารถที่จะสังเกตและเรียนรู้เรื่องทางดาราศาสตร์ในบางเรื่องด้วยตัวเองได้เช่นกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้ศึกษาโครงการนี้ได้ทราบวิธีการเรียนรู้ในเรื่องของดาราศาสตร์อย่างง่ายสามารถทดลองพิสูจน์ได้ด้วยตนเองและทำให้ผู้คนที่สนใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องดาราศาสตร์มากขึ้น

วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะสามารถทำให้เราเรียนรู้และพิสูจน์ได้ว่า ใน 1 วัน 1 เดือน หรือ 1 ปี แสงที่เราได้รับจากดวงอาทิตย์นั้น ไม่ได้อยู่ในมุมเดียวกันในทุกๆวัน เพียงแต่เราไม่เคยสังเกตและมองข้ามมันไปเท่านั้น โดยการสังเกตนี้จะใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายและวิธีทดลองก็ง่ายเช่นกัน ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลและคิดวิธีการที่จะสังเกตเรื่องดาราศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดยในที่นี้ทางเราได้ทำการทดลองเรื่องตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่มีหลายคนคิดว่าดวงอาทิตย์นั้นโคจรเป็นเส้นเดิมองศาเดิมเสมอ โดยเราได้ทำการหาอุปกรณ์ที่มีความสูงให้สังเกตได้ โดยทางเราได้เลือกท่อ PVC สั้นๆมาง่าไปปักไว้บนพื้นและจัดบันทึกสังเกตความยาวของเงาที่ตกกระทบลงมา

ในทุกวันเวลาเดียวกันโดยทางเราได้เก็บผลทุกๆเวลา 10.00น.เป็นระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นนำผลไปวิเคราะห์ ซึ่งหากทำติดต่อกันประมาณ 30 วันก็จะสามารถมองเห็นความแตกต่างของแสงอาทิตย์ที่ตกลงมาบนพื้นผิวโลกได้

อุปกรณ์

-ท่อ PVC ยาว 30 ซม.

-ไม้บรรทัดยาว/ตลับเมตร

-กล้องดิจิทัล (บันทึกภาพเพื่อความชัดเจน)

ขั้นตอน

1. นำท่อ PVC ไปปักไว้ทำมุม 90 องศากับพื้นดิน และพื้นที่นั้นต้องเป็นที่โล่งไม่มีเงาต้นไม้บัง (ในช่วงเวลาที่ต้องการบันทึกผล)
2. มาร์กจุดยืนไว้เพื่อให้ได้รูปในมุมเดียวกันทุกวัน
3. สังเกต จดบันทึก วัดผลในเวลาเดียวกันของทุกวัน (ณ ที่นี้ใช้เวลา 10.00น.)
4. วิเคราะห์ผล



(รูปภาพที่ 1 แสดงการบันทึกภาพความยาวเงาของเสาในวันที่ 1 เมษายน 2564)



(รูปภาพที่ 2 แสดงการบันทึกภาพความยาวเงาของเสาในวันที่ 21 เมษายน 2564)

ผลการศึกษา

จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่องทำให้ทราบว่าความยาวของเงาที่ทอดลงมายังพื้นไม่ได้มีขนาดเท่ากันตลอดโดยจะมีขนาดสั้นลงเรื่อยๆหรือยาวขึ้นตามช่วงเวลาที่เราทำการทดลองแต่อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างยาวนานจึงจะเห็นชัดเจน เนื่องจากตำแหน่งของตัวอาทิตย์ในแต่ละวันนั้นไม่ได้แตกต่างกันจนเห็นได้ชัดเจนจนสามารถสรุปผลได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ

สรุปผล

ทำให้เราพิสูจน์ได้ว่าแม้ไม่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัยเราก็สามารถจะเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ได้ง่ายๆซึ่งเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเราโดยตลอดซึ่งเราอาจมองข้ามไปและยังมีความเชื่อผิดๆอยู่ แต่เมื่อเราได้มาลองสังเกตด้วยตัวเองก็จะรู้ว่ามันไม่ใช่เรื่องไกลตัวเลย

เอกสารอ้างอิง

- หนังสือ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ม.4-5-6 สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา
- หนังสือ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เล่ม 3 สสวท.

โครงการแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial โดยโปรแกรม GeoGebra

นายศรัณยู หวานไข่มุก นางสาวกุลปรียา รัตนสังข์

E-mail: newpych@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวพัชรียา ชนไฮ

โรงเรียนศรีทาสุมทร

บทคัดย่อ

โครงการแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial โดยโปรแกรม GeoGebra มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองนาฬิกาแดด ณ โรงเรียนศรีทาสุมทร โดยมีสเกลบอกเวลาตามเวลามาตรฐานของประเทศไทย และศึกษาความสัมพันธ์ความยาวของเงากับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ตามช่วงเวลาที่ยาว การสร้างแบบจำลองนาฬิกาแดดผู้จัดทำเลือกประเภท Analemmatic Sundial ลักษณะสำคัญคือเป็นนาฬิกาแดดแบบพื้นราบวางขนานกับพื้นโลก บอกเวลาโดยสันกำเนิดเงาทอดบนหน้าปัดสเกลเวลาขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้งผู้สังเกต โดยสันกำเนิดเงาจะย้ายตำแหน่งตามเดือนที่ถูกต้องจึงจะสามารถบอกเวลาที่ถูกต้องได้ ผู้จัดทำเลือกสร้างที่ตำแหน่งโรงเรียนศรีทาสุมทร พิกัดละติจูด 13.422°N ลองจิจูด 100.015°E ใช้โปรแกรม GeoGebra Classic 6 ประมวลผลเพื่อสร้างนาฬิกาแดด และบันทึกผลเวลามบนหน้าปัดสเกลเวลา โดยเปรียบเทียบกับเวลามาตรฐานในเวลา 12:00 น. ตั้งแต่วันที่ 15 มีนาคม 2564 ถึงวันที่ 15 เมษายน 2564 เป็นเวลา 32 วัน พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของเวลามากที่สุด 2 นาที และ ความคลาดเคลื่อนน้อยสุด 0 นาที การศึกษาความสัมพันธ์ความยาวของเงากับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ตามช่วงเวลาที่ยาวที่วัดได้พบว่า ลักษณะของเงาตามช่วงเวลาวัดทอดไปทางทิศใต้ ความยาวเงามากสุด 18.1 เซนติเมตร วันที่ 21 มีนาคม และสั้นสุด 3.4 เซนติเมตร วันที่ 14 เมษายน ซึ่งแนวโน้มของความยาวลดลง แสดงว่าตำแหน่งปรากฏดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนไปในแต่ละวัน โดยที่เงาสั้นลงเนื่องจากตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์กำลังเคลื่อนไปทางทิศเหนือ จากผลการศึกษาดังกล่าวได้ว่าแบบจำลองนาฬิกาแดดสามารถใช้บอกเวลาได้สอดคล้องกับเวลามาตรฐานและสามารถใช้ศึกษาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์จากเงาตามช่วงเวลาที่ยาวที่วัดได้

คำสำคัญ: นาฬิกาแดด, อนาเล็มมาติก, GeoGebra

ความเป็นมา

การศึกษาทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์สามารถศึกษาได้หลายรูปแบบหนึ่งในนั้นคือนาฬิกาแดดแบบอนาเล็มมาติก มีลักษณะเป็นนาฬิกาแดดแนวราบวางขนานกับพื้นโลก บอกเวลาโดยสันกำเนิดเงาทอดบนหน้าปัดสเกลเวลาขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้งผู้สังเกต โดยสันกำเนิดเงาจะย้ายตำแหน่งไปตามเดือนต่างๆ

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่านาฬิกาแดดถูกออกแบบมาเพื่อใช้บอกเวลาสุริยะปรากฏ ซึ่งทำให้เวลาที่อ่านได้จากนาฬิกาแดดไม่ตรงกับเวลามาตรฐาน ผู้ศึกษาจึงสนใจออกแบบนาฬิกาแดดที่สามารถบอกเวลาได้

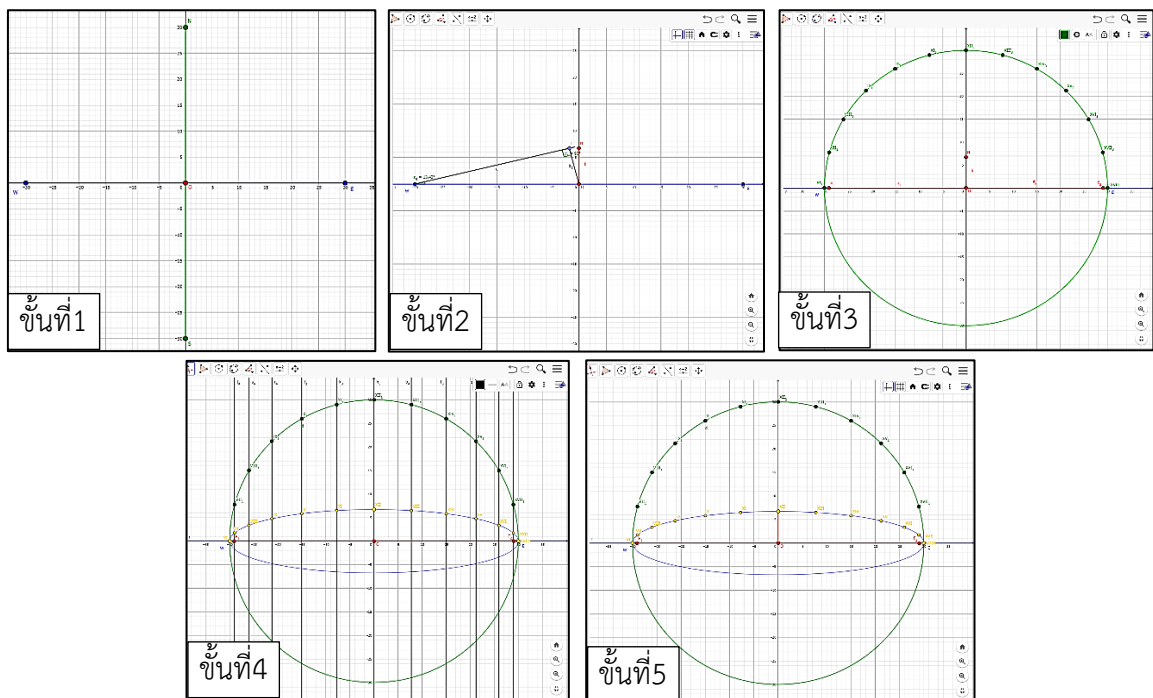
สอดคล้องกับเวลามาตรฐานโดยใช้สมการเวลาร่วมกับการใช้นาฬิกาแดดประเภทอนาเล็มมาติก ซึ่งออกแบบโดยโปรแกรม GeoGebra Classic 6 เพื่อให้ได้นาฬิกาแดดที่สามารถบอกเวลาได้สอดคล้องกับเวลามาตรฐาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial ณ โรงเรียนศรีรัตนานุการ โดยมีสเกลบอกเวลาตามเวลามาตรฐานของประเทศไทยด้วยโปรแกรม GeoGebra
2. เพื่อทดสอบการใช้งานของแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ความยาวของเงากับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์จากแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial ตามช่วงเวลาทั่ว

วิธีการศึกษา

1. การสร้างนาฬิกาแดดแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ หน้าปัดสเกลเวลาและตำแหน่งการวางเส้นกำเนิดเงา ส่วนแรกหน้าปัดสร้างจากโปรแกรม GeoGebra มีลักษณะเป็นวงรี สร้างวงรีตามละติจูดของที่ตั้งคือ 13.422 °N และสร้างเป็นขั้นตอนดังรูป



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างนาฬิกาแดด

ส่วนที่สองสร้างตำแหน่งการวางเส้นกำเนิดเงารูป analemma โดยใช้สมการ

$$x = r \tan EoT^\circ \text{ และ } y = r \tan(DEC)$$

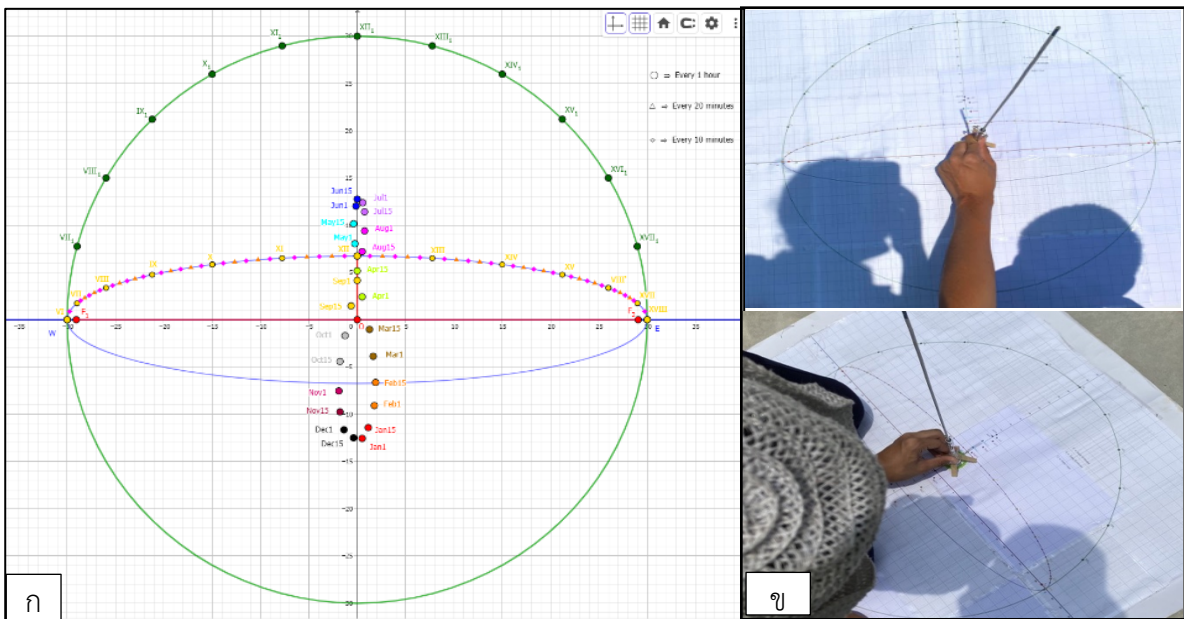
โดย r คือ ความยาวโฟกัสของวงรี หาได้จาก $r = w \cos \phi$ ซึ่ง w คือรัศมีของวงรี ϕ คือค่าละติจูดตำแหน่งที่ใช้ในการทำนาฬิกาแดด DEC คือ declination ของดวงอาทิตย์ ส่วนค่า EoT°

คือค่าสมการเวลา แทนค่าลงใน Microsoft Excel จากนั้นนำค่า x และ y ที่ได้พล็อตลงในโปรแกรม GeoGebra

- ทดสอบการใช้งานของนาฬิกาแดดโดยวัดค่าเวลาที่ได้จากนาฬิกาแดดเทียบกับเวลามาตรฐานช่วงเวลา 12:00 น. ของวันที่ 15 มีนาคม 2564 ถึงวันที่ 15 เมษายน 2564
- วัดความยาวเงาที่เวลา 12:00 น. ตามเวลามาตรฐาน แล้วหาความสัมพันธ์ความยาวของเงากับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์

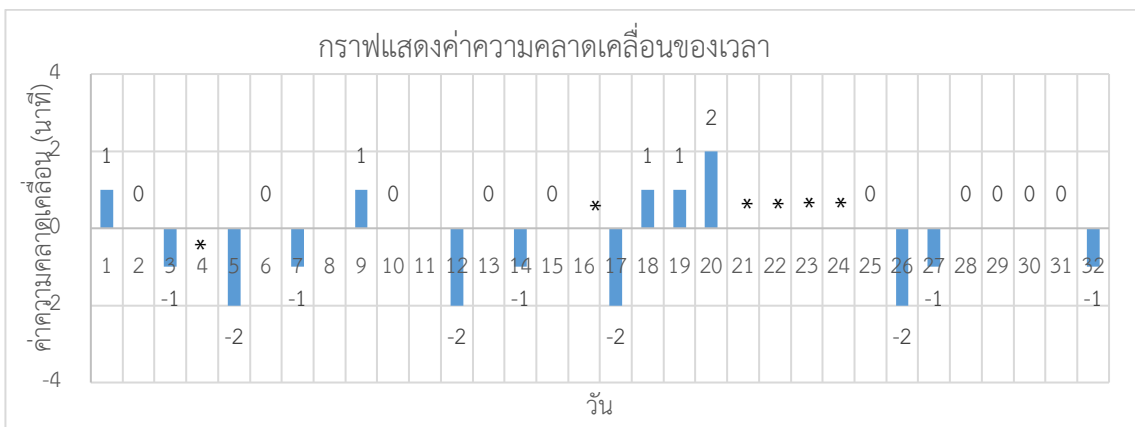
ผลการศึกษา

1. ผลการสร้างแบบจำลองนาฬิกาแดดประเภท Analemmatic Sundial ณ โรงเรียนศรีธราชสมุท โดย มีสเกลบอกเวลาตามเวลามาตรฐานของประเทศไทยด้วยโปรแกรม GeoGebra



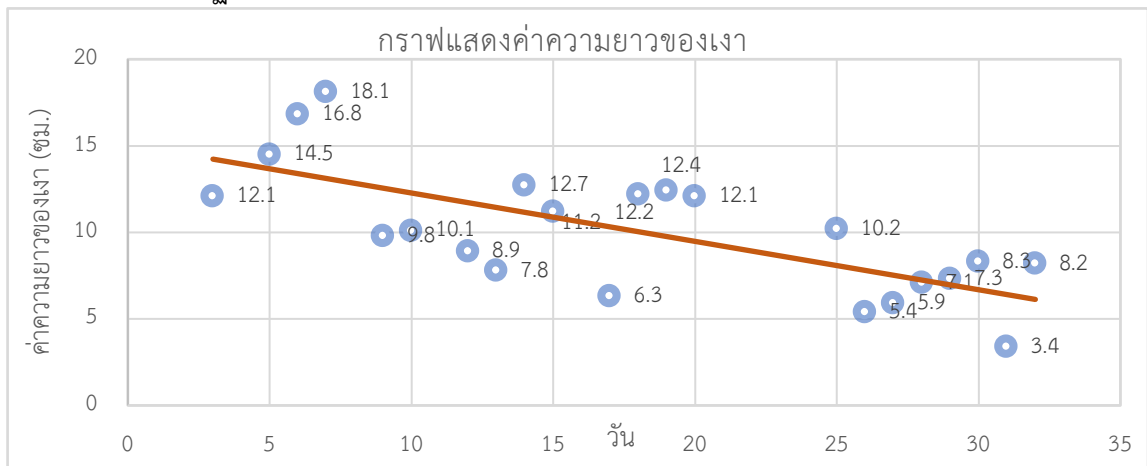
ภาพที่ 2 ก. คือแบบจำลองนาฬิกาแดดจากโปรแกรม GeoGebra และ ข. คือการนำแบบจำลองไปใช้งาน

- ผลการวัดค่าเวลาที่ได้จากนาฬิกาแดดเทียบกับเวลามาตรฐาน ณ เวลา 12:00 น.



* ไม่สามารถวัดข้อมูลได้เนื่องจากฝนตก

- ผลวัดความยาวเงาที่เวลา 12:00 น. ตามเวลามาตรฐาน แล้วหาความสัมพันธ์ความยาวของเงากับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์



สรุปผลและอภิปรายผล

- การสร้างนาฬิกาแดดประเภทanalemmaticมีหลักการสร้างตามตำแหน่งของผู้สังเกต
- นาฬิกาแดดที่สร้างมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 1 นาที พบว่า วันที่ 19 มี.ค, 26 มี.ค. , 31 มี.ค. , 3 เม.ษ. และ 9 เม.ษ. 2564 มีความคลาดเคลื่อนของเวลาสูงสุดอยู่ที่ 2 นาที เนื่องจากตำแหน่งการวางสันก้านเอนเงามีสเกลอยู่ในวันที่ 1 และ 15 ของแต่ละเดือน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวางตำแหน่ง
- จากการทดลองพบว่าความยาวของเงามีแนวโน้มลดลง แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวดวงอาทิตย์มีปรากฏเปลี่ยนแปลงโดยมีค่า declination ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีรัตนาสุมทร นายสมเกียรติ รั้วมัน รวมถึงคณะผู้บริหารที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุน ส่งเสริมการทำโครงการ และคุณครูพัชรียา ขนไฮ ผู้ให้คำแนะนำ ตลอดจนเอื้อเฟื้อสถานที่ และ อุปกรณ์เครื่องมือในการทำโครงการนี้จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กันต์ธนกร น้อยเสนา. บทที่ 4 เวลาทางดาราศาสตร์ [ออนไลน์]. สืบค้นจาก :

https://oer.learn.in.th/search_detail/ZipDownload/86636 (14 กรกฎาคม 2563)

วีรวัฒน์ หนองห้าง. การประดิษฐ์นาฬิกาแดดแบบศูนย์สูตรที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินสามนาทีสำหรับ

โรงเรียนจิตรลดา กรุงเทพมหานคร [ออนไลน์]. ระดับปริญญาโท. คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556. สืบค้นจาก :

<http://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/4263> (19 พฤษภาคม 2563)

อารีย์ ภูสมบุญ. นาฬิกาแดดต้นแบบมิติเวลาของมนุษยชาติ [ออนไลน์]. สืบค้นจาก :

<http://www.yclsakhon.com/index>. (17 กรกฎาคม 2563)

การพัฒนาและสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ solarscope

นางสาววิชา คงเมือง

E-mail: chawisakhongmueang@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายบุญส่ง เห็นงาม และนายสิทธิรัตน์ ราษฎร์อน

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” ม.บูรพา

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาและสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ solarscope มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ที่สามารถเกิดภาพที่มีขนาดใหญ่และเหมาะสมต่อการใช้งานกับผู้ชมที่มีจำนวนมากอีกทั้งยังมีราคาที่ถูกกว่าท้องตลาด โดยทำการออกแบบจากเลนส์หักเหแสงที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 75 มิลลิเมตร และมีความยาวโฟกัสขนาด 560 มิลลิเมตร และถึงกระดาดทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร และสูง 400 มิลลิเมตร ทำการหาความยาวโฟกัสของเลนส์จากการนำเลนส์ไปส่องกับแสงแดดแล้วทำการวัดระยะระหว่างเลนส์และฉากรับแสงที่เกิดการรวมแสงที่เป็นจุดที่เล็กที่สุด จากนั้นนำค่าที่ได้ไปออกแบบโครงสร้างของระบบกระจกและเลนส์ภายในโครงสร้างของถัง ทำการออกแบบชุดปรับระยะโฟกัส และตัวปรับความตำแหน่งของกระจกทุกติงมุม ด้วยโปรแกรม solidwork แล้วนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นำไปประกอบกับกระจก เลนส์วัตถุและเลนส์ใกล้ตา (ขนาด 20 มิลลิเมตร) และใช้กระดาดแก้วชนิดขุ่นมาเป็นฉากรับภาพ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยการนำไปใช้สังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ ปรับตำแหน่งและทิศทางให้ตรงกับดวงอาทิตย์ ทำการสังเกตภาพดวงอาทิตย์ที่เกิดขึ้น ปรับความยาวโฟกัสให้ภาพคมชัด สังเกตและวัดขนาดของภาพดวงอาทิตย์ที่ได้

ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อนำกล้องไปสังเกตการณ์ สังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ โดยใช้เลนส์ใกล้ตาขนาด 20 มิลลิเมตร พบว่าทำให้เกิดภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏบนฉาก โดยให้ภาพของดวงอาทิตย์ที่มีขนาดเท่ากับ x มิลลิเมตร และเมื่อเปลี่ยนขนาดเลนส์ใกล้ตาเป็นขนาด 10 มิลลิเมตร พบว่าได้ภาพของดวงอาทิตย์ที่มีขนาด Y มิลลิเมตร สรุปได้ว่ากล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการรับภาพของดวงอาทิตย์ได้อย่างคมชัด สามารถปรับขนาดของภาพได้จากการเปลี่ยนเลนส์ใกล้ตา โดยทำการปรับระยะโฟกัสได้สูงสุด 50 มิลลิเมตร ให้ภาพปรากฏบนฉากรับได้อย่างคมชัด สามารถทำการสังเกตได้จากระยะไกล ไม่เป็นอันตรายและเหมาะกับการใช้งานกับผู้เข้าชมจำนวนมาก

คำสำคัญ : solarscope

บทนำ

ปัจจุบันการสังเกตการณ์ทางด้านดาราศาสตร์นิยมศึกษาในตอนกลางคืนแต่การเรียนในชั้นเรียนโดยปกติจะเรียนในตอนกลางวันซึ่งวัตถุที่เราจะสามารถศึกษาได้อย่างชัดเจนมากที่สุดก็คือดวงอาทิตย์ และในการสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์เรามีการใช้อุปกรณ์คือ solarscope แต่ด้วยข้อจำกัดของ solarscope แบบเก่าที่มีราคาที่สูงและตัวอุปกรณ์และขนาดภาพที่เกิดไม่เหมาะกับการใช้งานกับคนจำนวนมากเนื่องจากมุมมองที่ยากต่อการสังเกตและการใช้งานสามารถใช้ได้เพียงครั้งละ 1 คนเท่านั้น

จากปัญหาข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้มีความสนใจที่จะพัฒนาและสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยสร้างกล้องที่สามารถปรับความยาวโฟกัส มีฉากรับแสงที่ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดใหญ่พอต่อการสังเกตการณ์ของคนจำนวนมากในหนึ่งรอบการใช้งาน และสามารถสร้างกล้องโดยใช้วัสดุที่มีราคาต้นทุนต่ำ ย่อมเยาว์สามารถเข้าถึงการใช้งานได้

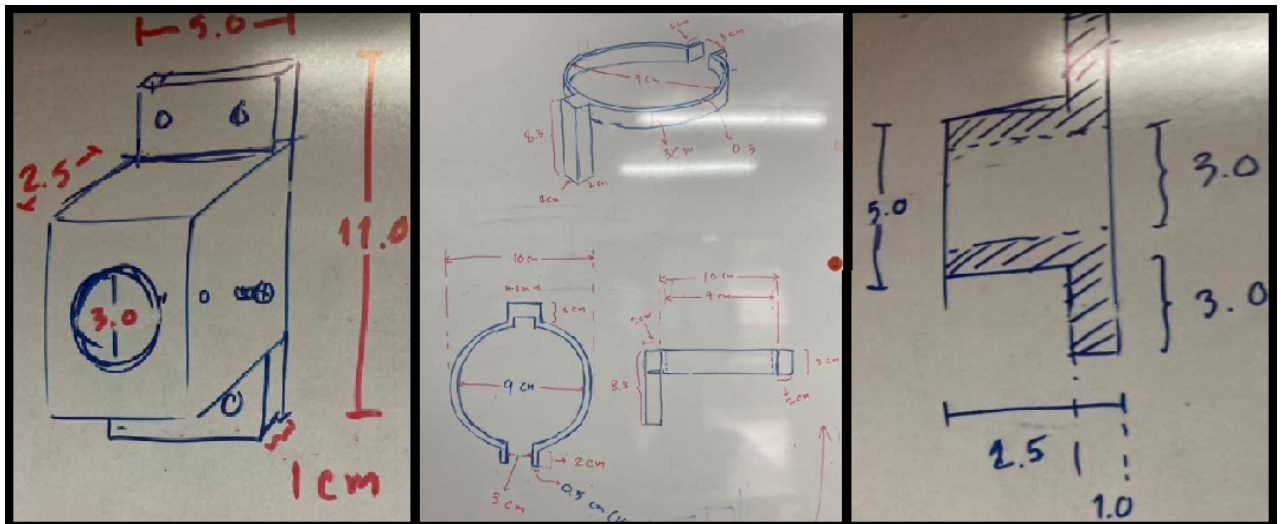
วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ที่มีความปลอดภัยและเหมาะสมต่อการใช้งานกับผู้ชมที่มีจำนวนมาก

วิธีการทดลอง

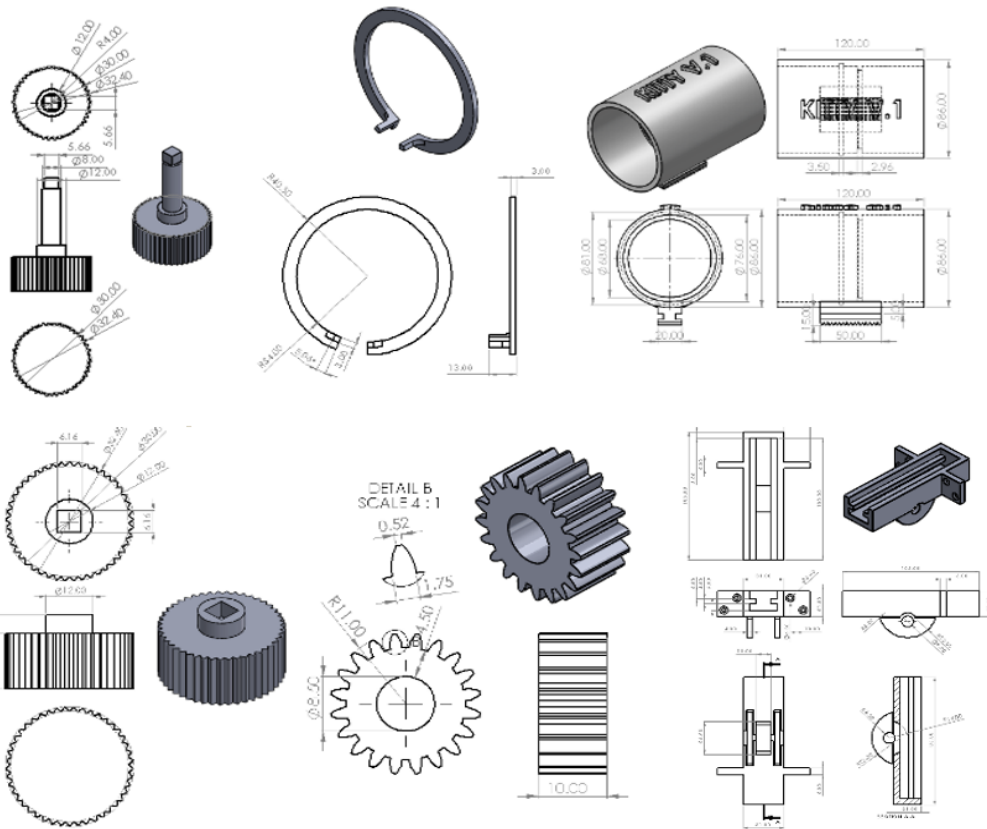
1. สร้างชิ้นงาน

- 1.1 หาความยาวโฟกัสของเลนส์โดยการนำมาส่องกับแสงแดดแล้ววัดแล้วทำการวัดระยะระหว่างเลนส์และฉากรับแสงที่เกิดการรวมแสงที่เป็นจุดที่เล็กที่สุด ซึ่งได้ค่าความยาวโฟกัสเท่ากับ 56 cm.
- 1.2 ออกแบบและร่างชิ้นงานลงในกระดาษ พร้อมคำนวณระยะการเกิดภาพที่เกิดขึ้น

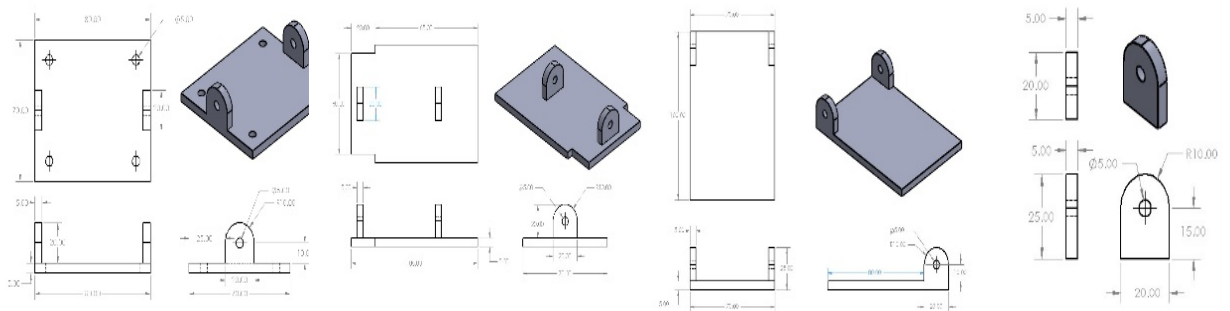


ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบโครงสร้างของโครงสร้างท่อใส่เลนส์และตัวปรับโฟกัสด้วยมือ

1.3 ออกแบบท่อใส่เลนส์ ตัวปรับโฟกัส และตัวปรับระยะจกด้วยโปรแกรม SOLIDWORK แล้วสั่งพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบโครงสร้างของท่อใส่เลนส์และตัวปรับโฟกัสด้วยโปรแกรม SOLIDWORK



ภาพที่ 3 แสดงการออกแบบโครงสร้างของตัวปรับระยะจกด้วยโปรแกรม SOLIDWORK

1.4 ประกอบโครงสร้างส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2. ทดสอบประสิทธิภาพการเกิดภาพ โดยนำกล้องไปสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ โดยใช้เลนส์ใกล้ตาขนาด 20 มิลลิเมตร วัดขนาดของภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏบนฉาก เปลี่ยนขนาดเลนส์ใกล้ตาเป็นขนาด 10 มิลลิเมตร วัดขนาดของภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏบนฉาก

ผลการทดลอง

จากผลการดำเนินงาน กล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น เป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร และยาว 400 มิลลิเมตร เลนส์หักเหแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 75 มิลลิเมตร และเมื่อนำเลนส์ไปส่องกับแสงแดดแล้ววัดระยะโฟกัส พบว่ามีความยาวโฟกัสขนาด 560 มิลลิเมตร สามารถทำการปรับระยะโฟกัสได้สูงสุด 50 มิลลิเมตร โดยใช้กระดาษแก้วชนิดขุ่นมาเป็นฉากรับภาพ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อนำกล้องไปสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ โดยใช้เลนส์ใกล้ตาขนาด 20 มิลลิเมตร พบว่าทำให้เกิดภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏบนฉาก ที่มีขนาดเท่ากับ 50 มิลลิเมตร และเมื่อเปลี่ยนขนาดเลนส์ใกล้ตาเป็นขนาด 10 มิลลิเมตร พบว่าได้ภาพของดวงอาทิตย์มีขนาด 100 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4 ลักษณะของกล้อง solarscope

สรุปผล

จากผลการดำเนินการกล้องสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการรับภาพของดวงอาทิตย์ได้อย่างคมชัด สามารถปรับขนาดของภาพได้จากการเปลี่ยนเลนส์ใกล้ตา โดยทำการปรับระยะโฟกัสได้สูงสุด 50 มิลลิเมตร ให้ภาพปรากฏบนฉากรับได้อย่างคมชัด สามารถทำการสังเกตได้จากระยะไกล ไม่เป็นอันตรายและเหมาะกับการใช้งานกับผู้เข้าชมจำนวนมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์บุญส่ง เห็นงาม และนายสิทธิรัตน์ ราษฎร์อน ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาทางวิชาการ แนะนำแนวทางที่ถูกต้องและสละเวลาคอยช่วยตลอดโครงการ ตลอดจนข้อบกพร่องต่าง ๆ จึงขอ กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณ นายกฤตเมฆ ใจเยือกเย็น ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องการออกแบบและเขียนแบบ กราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่เป็นกำลังใจและคอยให้คำปรึกษา ตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ รวมถึงญาติ พี่น้อง และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือเสมอมาจนทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์