



“การนำเสนอผลงานดาราศาสตร์ในประเทศไทย ครั้งที่ 2”
โครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูง ประจำปี 2563

ระหว่างวันที่ 12-13 กันยายน 2563

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

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาวเปิด NGC 2451	1
การหามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความลึกของหลุมดวงจันทร์ ได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน	5
การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F	9
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง	13
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงโลก (Earth shine)	17
การศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่อุปราคาของโปรแกรม PHOEBE	21
แผนที่ความหนาแน่นของดาวในพิกัดกาแลกซีของทางช้างเผือก	25
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นของดาวฤกษ์กับทำนองของเสียงดนตรี	29
การศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์ของดาวฤกษ์ชนิด Hypergiant ผ่านเส้นสเปกตรัม	33
การศึกษาความสัมพันธ์ของมุมเอียงในระบบดาวคู่อุปราคา	38
การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์	41
การศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว	45
การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง	49
การศึกษาประชากรของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ	53
การศึกษาวิธีการวัดการกระพริบของดาว	57
การหามวลดาวเสาร์โดยศึกษาคาบการโคจรของบริวารดาวเสาร์ด้วยวิธีถ่ายภาพ	61

เรื่อง	หน้า
Determination of the Hubble Constant using Supernova Ia	65
The study of the physical parameters of eclipsing binary of VV Uma	69
The study of determining and comparing open and globular clusters ages by HR-diagram	73
การศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่การบังของดวงจันทร์กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์	77

การหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาวเปิด NGC 2451

นางสาว นิชกมล ประกอบศิลป์

Email : Nitchakamon12345@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวอัจฉรา อีรวิทยานุกุล

โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน สพม.เขต 35

บทคัดย่อ

การหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาวเปิด NGC 2451 สามารถแบ่งได้เป็นบริเวณ NGC 2451 A และ B ทำการถ่ายภาพในวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ.2563 ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอสังเกตการณ์ Spring Brook ประเทศออสเตรเลีย ในฟิลเตอร์ B และ V ทำการเปิดหน้ากล้อง 25 วินาที เนื่องจากบริเวณของกระจุกดาวนี้มีขนาดกว้าง จึงต้องเก็บข้อมูลภาพถ่ายทั้งหมด 9 ตำแหน่ง นำภาพที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม APT และ DS9 สร้างแผนภาพ H-R Diagram ของกระจุกดาว NGC 2451 เทียบกับกระจุกดาวมาตรฐาน Pleiades ทำการหาจุดวกกลับของกระจุกดาว (Turnoff point) เพื่อนำไปใช้หาระยะทาง และ อายุขัยของกระจุกดาว ตามลำดับ พบว่ากระจุกดาว NGC 2451 A และ B มีระยะทาง 69 pc และ 711 pc มีอายุขัย 3322 และ 78 ล้านปีตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบค่าที่หาได้กับฐานข้อมูลพบว่าระยะทางมีความคลาดเคลื่อน 63.92% และ 27.00% อายุขัยมีความคลาดเคลื่อน 6543.86% และ 21.87% ตามลำดับ

คำสำคัญ : NGC 2451 กระจุกดาวเปิด

ที่มาและความสำคัญ

กระจุกดาวเปิด NGC 2451 อยู่ในกลุ่มดาวท้ายเรือ (Puppis) ทางซีกโลกใต้ เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดจากการแบ่งกลุ่มดาวเรืออาร์โก มีพิกัดอยู่ที่ RA. 07h 45m 24.0s Dec. -37°57' 00" ค้นพบโดย Giovanni Battista Hodierna ก่อนปี ค.ศ.1654 และ John Herschel ในปี ค.ศ.1835 หากสังเกตภาพถ่ายของกระจุกดาว NGC 2451 จะเห็นกระจุกดาวเปิดขนาดใหญ่ 1 กระจุก เมื่อลองศึกษารายละเอียดต่างๆ ของกระจุกดาว NGC 2451 พบว่ามีกระจุกดาว 2 กระจุกที่ซ้อนทับกันอยู่ คือกระจุกดาว NGC 2451 A และ NGC 2451 B ซึ่งมีอายุขัยต่างกัน 50 ล้านปี (Stellar Activity in the NGC2451 Clusters) จึงมีความยากในการที่จะแยกกระจุกดาว 2 กระจุกที่ทับกันอยู่ออกจากกันได้ ด้วยสิ่งที่น่าสนใจเหล่านี้ทำให้ผู้ศึกษาสนใจที่จะหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาว NGC 2451

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาวเปิด NGC 2451
2. เพื่อหาจำนวนสมาชิกของกระจุกดาว NGC 2451 A และ NGC 2451 B

วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพกระจุกดาวเปิด NGC 2451 ในวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2563 ฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอสังเกตการณ์ Spring Brook ประเทศออสเตรเลีย ทั้งหมด 9 ตำแหน่ง ใช้เวลาในการถ่ายภาพตำแหน่งละ 25 วินาที



- รูปที่ 1 พิกัดภาพ : รูปที่ 1 07:46:09.158 -37:46:45.98
 รูปที่ 2 07:43:55.308 -37:46:23.07
 รูปที่ 3 07:46:07.642 -38:13:13.24
 รูปที่ 4 07:43:52.974 -38:12:50.14
 รูปที่ 5 07:43:53.509 -37:19:56.40
 รูปที่ 6 07:41:41.475 -37:46:48.36
 รูปที่ 7 07:41:39.076 -38:12:17.37
 รูปที่ 8 07:41:35.906 -38:38:26.76
 รูปที่ 9 07:43:50.625 -38:38:59.81

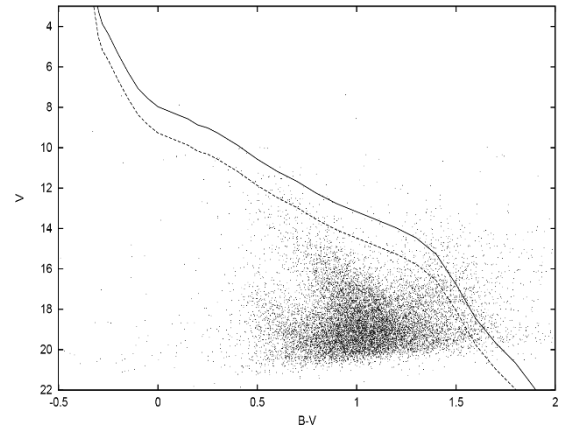
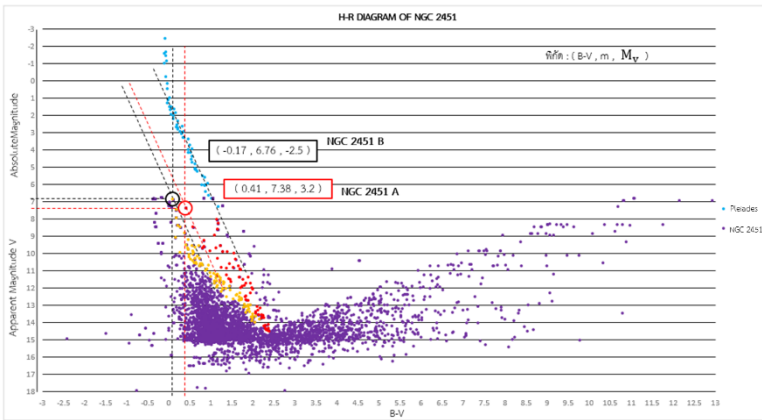
2. ทำการ Reduction ภาพด้วยโปรแกรม AustroImageJ
3. นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์หา Intensity และ Magnitude ด้วยโปรแกรม ATP
4. นำค่าที่ได้จากข้อ 3 มาหาดาวอ้างอิงจากโปรแกรม DS9 ดังตาราง มาแทนในสมการ $m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F_1}{F_2} \right)$ เพื่อหาแมกนิจูดที่แท้จริงของดาวในฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V ดังตาราง

RA	Dec	OTYPE	Flux_B	Flux_V
116.478071	-37.7282	Star	13.84	13.64

5. นำค่าแมกนิจูดปรากฏที่แท้จริงของฟิลเตอร์ B มาลบกับฟิลเตอร์ V เพื่อหาค่าหาค่าดัชนี B-V
6. สร้างแผนภาพ H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด NGC 2451 กับกระจุกดาวมาตรฐานโดยให้แกน X เป็น B-V ร่วมกัน ส่วนแกน Y เป็นแมกนิจูดปรากฏ v และแมกนิจูดสัมบูรณ์ V ตามลำดับ
7. สร้างเส้นขนานที่ลากผ่านข้อมูลของกระจุกดาวเปิด NGC 2451 กับกระจุกดาวมาตรฐาน หาค่า m-M คำนวณระยะห่างของกระจุกดาวจากสมการ $d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5} \right)}$ เพื่อแยกกระจุกดาว NGC 2451 A และ B
8. นับจำนวนสมาชิกของกระจุกดาว NGC2451 A และ B
9. เลือกจุดพ้นลำดับหลัก (Turn off point) และคำนวณอายุขัยของกระจุกดาวจาก $t = 10^{10} \text{ years} \left[\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right]^{-2.5}$
10. เปรียบเทียบระยะห่าง และ อายุขัยของกระจุกดาวเปิด NGC 2451 A และ B กับงานวิจัยของ M. H`unsch, C. Weidner, and J. H. M. M. Schmitt (2002) เพื่อหาความคลาดเคลื่อนของจากสูตร

$$\Delta \text{ค่าความคลาดเคลื่อน \%} = \frac{\text{ค่าที่คำนวณได้} - \text{ค่าจากงานวิจัย}}{\text{ค่าจากงานวิจัย}} \times 100$$

ผลการศึกษา



รูปที่ 1 เปรียบเทียบ H-R Diagram กับ Isochrone ของกระจุกดาว NGC 2451

การศึกษารูป H-R Diagram ของกระจุกดาว NGC 2451 เทียบกับกระจุกดาวมาตรฐานจะได้ข้อมูล ดังนี้

กระจุกดาว	B-V	m	M
NGC2451 A	0.41	7.38	3.2
NGC2451 B	-0.17	6.76	-2.5

นำข้อมูลที่ได้อ้อมาคำนวณหาระยะทางและอายุขัยโดยใช้สูตร $d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)}$ และ $t = 10^{10} \text{years} \left[\frac{M}{M_{\text{sun}}}\right]^{-2.5}$

ข้อมูล	NGC2451 A		NGC2451 B	
	ระยะทาง	อายุ (ล้านปี)	ระยะทาง	อายุ (ล้านปี)
วิจัยของ M. Hünsch & C.Weidner	190	50	360	100
งานวิจัยฉบับนี้	69	3322	711	78
ความคลาดเคลื่อน %	63.92	6543.86	27.00	21.87

คำนวณหาระยะทางได้จากสูตร $d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)}$ ดังนั้นสรุปผลลัพธ์จากการคำนวณได้ดังตาราง

สรุปและอภิปรายผล

เมื่อศึกษากระจุกดาว NGC 2451 และทำการสร้างแผนภาพ H-R Diagram เทียบกับกระจุกดาวมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณหาระยะทางจากสมการ $d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)}$ หาอายุขัยจากสมการ $t = 10^{10} \text{years} \left[\frac{M}{M_{\text{sun}}}\right]^{-2.5}$ พบว่า กระจุกดาวเปิด NGC 2451 A มีสมาชิกทั้งหมด 84 ดวงอยู่ห่างจากโลกประมาณ 68.55 พาร์เซก มีอายุประมาณ 3322 ล้านปี มีความคลาดเคลื่อน 63.92% และ 6543.86% ตามลำดับ ส่วน NGC 2451 B มีสมาชิกทั้งหมด 60 ดวงอยู่ห่างจากโลกประมาณ 771 พาร์เซก มีอายุประมาณ 78 ล้านปี มีความคลาดเคลื่อน 27.00% และ 21.87% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า อาจเกิดจากสาเหตุคือ

1. NGC 2451 เป็นกระจุกดาวที่มีค่าแมกนิจูดแตกต่างกันมาก จึงยากต่อการเก็บข้อมูล และอาจส่งผล

- ต่อความสว่างของดาวที่เก็บได้ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลของกระจุกดาว NGC 2451 ได้ครบ
2. เนื่องจากบริเวณของกระจุกดาว NGC 2451 มีขนาดใหญ่ เมื่อนำข้อมูลไปเทียบกับกระจุกดาว ลูกไก่ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับเส้นกราฟของกระจุกดาวลูกไก่ได้ครบทั้งหมด จึงใช้เส้น Isochrome มาช่วยในการคาดการณ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายโดยได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือแนะนำให้คำปรึกษา ตรวจสอบ และ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งจากผู้มีพระคุณหลายท่านอาทิ นางสาว อัจฉรา อธิวิทยานุกูล ครูผู้สอนในรายวิชาดาราศาสตร์ นายศิวรุต พลอยแดง เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ที่คอยสั่งสอน ชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำในการทำงาน คอยช่วยเหลือในระหว่างการทำงาน และ คอยเป็นกำลังใจให้จนกระทั่งงานนี้สำเร็จลุล่วงไปโดยดี รวมถึงบิดามารดา และ เพื่อนๆอันเป็นที่รัก ที่คอย ให้กำลังใจ และ ให้โอกาสได้ทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้จัดทำหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และ เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในเรื่อง การหาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาว NGC2451 ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ALEJANDRO FEINSTEIN. Received June 7, 1966 .THE OPEN CLUSTER NGC 2451.

Observatorio Astronómico Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

M. H^o unsch, C. Weidner, and J. H. M. M. Schmitt . 8 November 2002 ,Accepted 15 January 2003. **An X-ray study of the open clusters NGC 2451 A and B.** Institut fur Theoretische Physik und Astrophysik, Universit^o at Kiel, OlshausenstraÙe 40, 24118 Kiel, Germany Hamburger Sternwarte, Universit^o at Hamburg, Gojenbergsweg 112, 21029 Hamburg, Germany.

การหามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความลึกของหลุมดวงจันทร์ได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

นางสาวพัชราภรณ์ สุวีระ

Email : aimy50240@gmail.com

คุณครู อัจฉรา อีร์วิทยานุกุล

โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน

บทคัดย่อ

การหามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความลึกของหลุมดวงจันทร์ได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน โดยถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์ห่างกันทุกๆ 1 ชั่วโมง ในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2563 เวลา 22.18 น.- 05.14 น. และวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563 เวลา 01.42 น.-05.14 น. จากนั้นนำภาพที่ได้มาวัดความยาวของเงา เพื่อคำนวณหาความลึกของหลุมดวงจันทร์ โดยใช้หลักการทางตรีโกณมิติ

ผลการศึกษา พบว่า หลุม HERCULES ROMER AGRIPPA THEOPHILUS และ GODIN ได้มุมของแสงอาทิตย์ที่กระทำต่อหลุมดวงจันทร์ ทำให้ความลึกของหลุมดวงจันทร์มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ 1.47% 2.60% 3.45% 2.45% และ 4.64% ตามลำดับ ณ เวลาที่มุม α มีค่ามากที่สุดของวัน ซึ่งเป็นผลมาจากค่า Colongitude of Sun

บทนำ

ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลก ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง เมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์สังเกตผิวของดวงจันทร์ จะเห็นว่ามีหลุมมากมาย เนื่องจากดวงจันทร์ไม่มีชั้นบรรยากาศ หากมองดวงจันทร์จากพื้นโลก จะเห็นเงาของดวงจันทร์มีขนาดเปลี่ยนไปเป็นวงรอบ เรียกว่า ข้างขึ้น และข้างแรม

ผลของแสงจากดวงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากบนผิวดวงจันทร์ ทำให้สังเกตเห็นเงาในหลุมของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป ผู้จัดทำโครงการ จึงได้สนใจที่จะหามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความลึกของหลุมดวงจันทร์ได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อหามุมของแสงตกกระทบดวงอาทิตย์ ที่ส่งผลให้การวัดความลึกของหลุมดวงจันทร์ได้แม่นยำที่สุด

วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์ใน ในวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2563 เวลา 22.18 น.-05.14 น. และวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563 เวลา 01.42 น.-05.14 น. โดยทำการบันทึกภาพของดวงจันทร์ในคืนนั้นๆ ชั่วโมง

2. หาค่า L ในหน่วยกิโลเมตร

2.1) หาค่า arcsec/pixel โดยใช้สมการ

$$\frac{\text{arcsec}}{\text{Pixel}} = \frac{\text{Pixel pitch } (\mu\text{m})}{\text{Focal length (mm)}} = \frac{389 \times 206}{1200} = 0.67 \text{ arcsec/pixel}$$

เมื่อ Pixel pitch คือ ระยะพิทพิทเซลของกล้องดิจิทัล Nikon D5600 (μm) (www.digicamp.com)

Focal length คือ ระยะโฟกัสของกล้อง (mm) (สตร., 2558)

2.2) แปลงค่าที่ได้ในข้อ 2.1) ให้เป็นองศาโดยใช้สมการ

$$1 \text{ pixel} = \frac{\text{ค่าที่คำนวณได้จากข้อ 2.1) (arcsec/pixel)}}{3600 \text{ (arcsec/pixel)}} = \frac{0.67 \text{ arcsec/pixel}}{3600 \text{ arcsec/pixel}}$$

$$= 1.86 \times 10^{-4} \text{ degrees/pixel}$$

2.3) หาอัตราส่วนในหน่วย km/pixel โดยใช้สมการ ดังภาพที่ 1

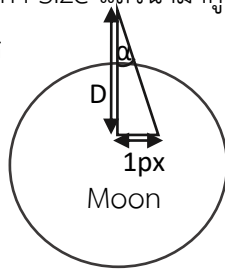
$$\text{Km/pixel} = D \text{ (km)} \times \tan (\text{ค่าที่คำนวณได้จากข้อ 2.2})$$

$$= 393822.38 \text{ (km)} \times \tan (1.86 \times 10^{-4} \text{ degrees/pixel}) = 1.17 \text{ km/pixel}$$

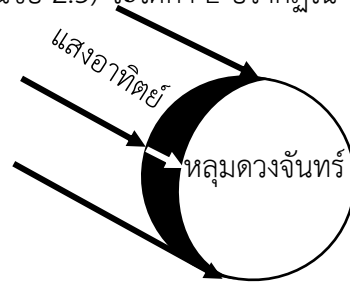
เมื่อ D คือ ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ ณ เวลาที่ถ่ายรูป (km)

2.4) ใช้โปรแกรม GIMP วัดค่าความยาวเงาตามแนวขนานกับแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 2

และอ่านค่า Size แล้วนำมาคูณกับค่าที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2.3) จะได้ค่า L ปรากฏใน หน่วย กิโลเมตร



ภาพที่ 1 แสดงการหาค่า tan



ภาพที่ 2 แสดงการอ่านค่าความยาวของเงาจากโปรแกรม GIMP

3. นำค่า L ในหน่วยกิโลเมตรที่ได้จากข้อ 2.4) มาคูณกับสมการด้านล่าง เพื่อชดเชยผลจากการมอง ละติจูดและลองจิจูดของ Sub-earth point ในแต่ละตำแหน่งการมอง

1

$$\text{Cos (latitude)} \times \text{Cos (longitude)}$$

4. อ่านค่า Sub-solar point ละติจูด (B_o) และ Colongitude of the sun (C_o) จาก www.lunar-occultations.com และอ่านค่า Moon ละติจูด (M Lat) และ ลองจิจูด (M Long) จาก โปรแกรม Visual Moon Atlas เพื่อนำมาหามุม α โดยแทนค่าในสมการ

$$\alpha = \sin^{-1} [\text{Sin}(M \text{ Lat}) \sin(B_o) + \text{Cos}(M \text{ Lat}) \text{Cos}(B_o) \sin(C_o + M \text{ long})]$$

5. นำค่า α ที่ได้จากข้อ 4 มาแทนลงในสมการ $H = (\tan \alpha) L$ เพื่อคำนวณหาค่าความลึกของหลุม

6. นำค่ามาตรฐานของความลึกหลุมจากโปรแกรม Visual Moon Atlas มาเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลโดยใช้สมการ

$$\% \text{ ความคลาดเคลื่อน} = \frac{\text{ค่าความลึกหลุมที่คำนวณได้} - \text{ค่ามาตรฐานความลึกหลุม}}{\text{ค่ามาตรฐานความลึกหลุม}}$$

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ผลการหาความลึกของหลุมของดวงจันทร์ที่ได้จากการถ่ายภาพ โดยทำการบันทึกภาพของดวงจันทร์ในคืนนั้นทุกๆ ชั่วโมง

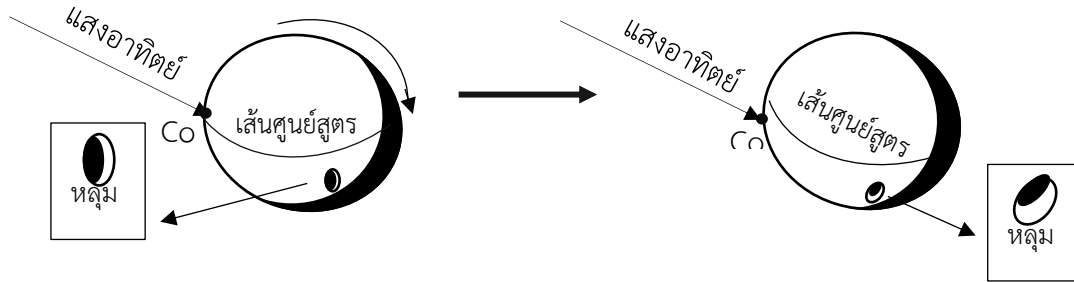
วันที่ถ่าย	เวลา (น.)	M Lat	M Long	Bo	Co	ค่า α	L (km)	H (km)	%คลาดเคลื่อน
HERCULES									
12/2/2020	22.19	48.02	39.21	1.20	137.19	3.30	52.10	52.10	1.47
12/2/2020	23.13	48.02	39.21	1.20	137.65	2.99	58.89	58.89	3.99
13/2/2020	00.15	48.02	39.21	1.20	138.17	2.64	67.95	67.95	6.03
13/2/2020	01.29	48.02	39.21	1.20	138.80	2.22	83.81	83.81	9.91
13/2/2020	02.13	48.02	39.21	1.20	139.17	1.98	97.40	97.40	13.50
13/2/2020	03.21	48.02	39.21	1.20	139.74	1.59	122.31	122.31	15.01
ROMER									
12/2/2020	22.19	26.63	36.41	1.20	137.19	6.26	29.37	3.22	2.60
12/2/2020	23.13	26.63	36.41	1.20	137.65	5.85	32.63	3.34	6.45
13/2/2020	00.15	26.63	36.41	1.20	138.17	5.38	35.90	3.38	7.74
13/2/2020	01.29	26.63	36.41	1.20	138.80	4.82	40.79	3.44	9.56
13/2/2020	02.13	26.63	36.41	1.20	139.17	4.49	44.06	3.46	10.17
13/2/2020	03.21	26.63	36.41	1.20	139.74	3.98	50.58	3.52	12.08
AGRIPPA									
15/2/2020	04.09	4.09	10.47	1.20	162.87	6.73	25.13	2.96	3.48
15/2/2020	05.14	4.09	10.47	1.20	163.39	6.21	27.53	2.99	4.53
15/2/2020	01.02	4.09	10.47	1.20	164.45	5.15	34.71	3.13	9.22
15/2/2020	02.03	4.09	10.47	1.20	165.00	4.60	39.50	3.18	10.99
THEOPHILUS									
15/2/2020	01.02	30.6	11.45	1.20	162.87	5.50	43.14	4.15	2.45
15/2/2020	02.03	30.6	11.45	1.20	163.39	5.05	47.31	4.18	3.17
15/2/2020	04.09	30.6	11.45	1.20	164.45	4.14	59.84	4.33	6.83
15/2/2020	05.14	30.6	11.45	1.20	165.00	3.67	68.18	4.37	7.78
Godin									
15/2/2020	01.02	3.02	10.15	1.20	162.87	7.03	25.08	3.09	4.64
15/2/2020	02.03	3.02	10.15	1.20	163.39	6.51	27.47	3.14	6.07
15/2/2020	04.09	3.02	10.15	1.20	164.45	5.45	33.44	3.19	8.00
15/2/2020	05.14	3.02	10.15	1.20	165.00	4.91	38.22	3.28	10.94

หมายเหตุ ค่ามาตรฐานของหลุมดวงจันทร์ (km) จากโปรแกรม Visual Moon Atlas

HERCULES 2.96 km ROMER 3.14 km AGRIPPA 3.14 km THEOPHILIUS 4.05 km GODIN 2.87 km

อภิปราย

จากการศึกษามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความแม่นยำในการวัดความลึกของหลุมดวงจันทร์ โดยบันทึกภาพในวันเดียวกัน ห่างกันทุก 1 ชั่วโมง พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับค่า Colongitude of the Sun น้อยที่สุด จะส่งผลให้มุม α มีค่ามากที่สุด ซึ่งการวัดมุมที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มีแนวโน้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อดวงจันทร์มีเฟสที่เปลี่ยนไปในแต่ละชั่วโมงดังภาพที่ 3 ทำให้หลุม ณ ตำแหน่งเดิมมีเงาที่ไม่เหมือนเดิม



ภาพที่ 3 แสดงการหมุนของดวงจันทร์ที่ทำให้เงามีลักษณะเปลี่ยนไป
สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า เมื่อทำการบันทึกภาพของดวงจันทร์เพิ่มเติมในคืนเดียวกันทุกๆ 1 ชั่วโมง และคำนวณหาความลึกของหลุมดวงจันทร์ พบว่า เมื่อหลุม HERCULES ROMER AGRIPPA THEOPHILUS และ GODIN มีมุม α ที่ส่งผลให้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ 1.47° 2.60° 3.48° 3.45° และ 4.64° ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากมุม Colongitude of the Sun มีค่าน้อยที่สุด จะส่งผลให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการหามุมของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความลึกของหลุมดวงจันทร์ได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจาก สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) นายสมาน จันทร์เอี่ยม และ อาจารย์อัจฉรา อธิวิทย์กุล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ ทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). เอกสารคู่มือประกอบกิจกรรม

โครงการกระจายโอกาสการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์.

Keith Burnett. (2000). **Department of Physics Second Year Laboratory**. Expt No:AP2.

Moon Ephemeris. สืบค้นจาก <http://www.lunar-occultations.com/>

Michael Richmond. (1999). **Height of Lunar Mountains**. (online). Available from URL:

<http://spiff.rit.edu/>

Nikon D5600 vs Nikon D750. สืบค้นจาก <https://www.digicamdb.com/>

การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F

นางสาวสุวิชาดา ณ ลำพูน

email: suwichadanalamphun@gmail.com

ครูที่ปรึกษา: นางสาวอัจฉรา อีรวิทยานุกุล

โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชั้นต่าง ๆ ของดาวฤกษ์ประเภท F จาก H-R Diagram และเพื่อเปรียบเทียบและหาธาตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F ในชั้นที่ต่างกัน ดำเนินการโดยใช้เครื่องบันทึก สเปกโทรกราฟ ร่วมกับกล้องโทรทรรศน์รุ่น Planewave CDK700 และกล้อง CCD รุ่น QSI632 หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา ทำการเก็บข้อมูลของดาวฤกษ์จำนวน 3 ดวง ได้แก่ 6 Andromedae, SV Vulpeculae ซึ่งเป็นดาวประเภท F ชั้น Main Sequence, Supergiant ตามลำดับ และดาว HD 26976 ที่เป็นดาวแคระขาว ซึ่งพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวของดาวฤกษ์จากกราฟสเปกตรัมของดาว 6 Andromedae และ SV Vulpeculae มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท F และดาว HD 26976 มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท B ซึ่งสามารถจำแนกชั้นได้ชัดเจนจากการพิจารณาค่ากำลังส่องสว่าง และเมื่อพิจารณาธาตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัมของดาว 6 Andromedae และ SV Vulpeculae มีธาตุองค์ประกอบที่พบได้แก่ H He C O Mg Si Ca Ti และ Fe และดาว HD 26976 เป็นดาวแคระขาวประเภท DA พบธาตุ H ผู้ศึกษาพบว่า ดาวฤกษ์ประเภทเดียวกันจะมีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกัน

คำสำคัญ : ดาวฤกษ์ สเปกตรัม ธาตุองค์ประกอบ

ความเป็นมา

ดาวฤกษ์เป็นวัตถุที่มีแสงสว่างและพลังงานในตัวเอง เกิดในกลุ่มเมฆของฝุ่นแก๊สร้อนที่ยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงโน้มถ่วงจนรวมกันกลายเป็นเมฆขนาดใหญ่ นักดาราศาสตร์จัดกลุ่มดาวฤกษ์เป็น 7 ประเภท โดยใช้มวลและอุณหภูมิเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ดาวฤกษ์ประเภท F มีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 6,000-7,500 K เป็นดาวฤกษ์สีขาวเหลือง สามารถแยกออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ Main Sequence, Supergiant และ White dwarf ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะจำแนกชั้น เปรียบเทียบ และหาธาตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F

วัตถุประสงค์

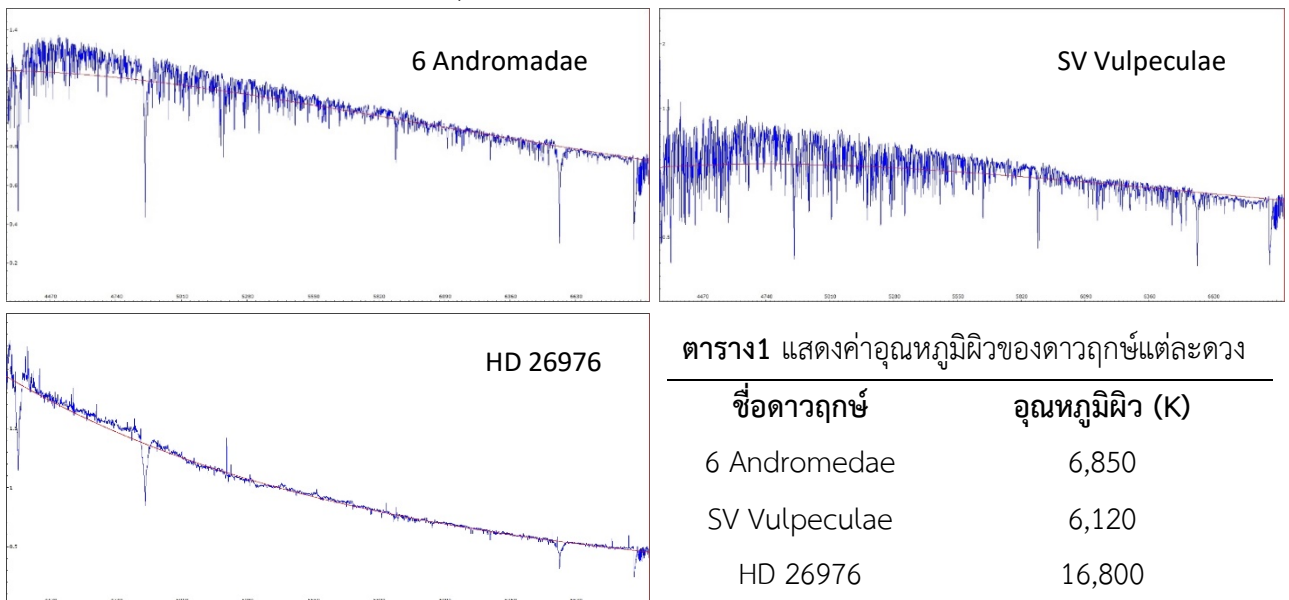
1. เพื่อจำแนกชั้นต่าง ๆ ของดาวฤกษ์ประเภท F จาก H-R Diagram
2. เพื่อเปรียบเทียบและหาธาตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F ในชั้นที่ต่างกัน

วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F จำนวน 3 ดวง ได้แก่ 6 Andromedae, SV Vulpeculae ซึ่งเป็นดาวประเภท F ชั้น Main Sequence, Supergiant ตามลำดับ และดาว HD 26976 ที่เป็นดาวแคระขาว โดยใช้กล้องโทรทรรศน์รุ่น Planewave CDK700 ร่วมกับ CCD รุ่น QSI632 และเครื่องสเปกโตรกราฟแบบ eShel ของหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา เปิดหน้ากล้อง 300 s 600 s และ 900 s ตามลำดับ
2. ทำการถ่าย Bias Flat Dark Tungsten และ Thallium ของดาวฤกษ์ เพื่อใช้กำจัดสัญญาณรบกวนและใช้เป็นตัว reference image
3. ทำการ process เพื่อเปลี่ยนภาพถ่ายในรูปแบบสองมิติให้เป็นเส้นกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์และลดสัญญาณรบกวนในกราฟสเปกตรัม โดยใช้ Gaussian filter โดยใช้โปรแกรม ISIS
4. ชดเชยความเร็วโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์และการหมุนรอบตัวเองของโลกในโปรแกรม Visual Spec โดยใช้พิกัด RA และ Dec จากซอฟต์แวร์ Stellarium และคำนวณวันที่ที่ถ่ายสเปกตรัมเป็นระบบทศนิยม จากสมการ (ชั่วโมง + นาที/60 + วินาที/3600) / 24
5. ทำการ Normalize กราฟสเปกตรัมในข้อ 4 ให้ค่า intensity ที่สูงสุดเป็น 1 ด้วยโปรแกรม Visual Spec สร้างกราฟแสดงข้อมูลตัวแทนของอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ นำค่าที่ได้ไปหาค่ากำลังส่องสว่างจากสมการ $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$
6. นำค่าอุณหภูมิและกำลังส่องสว่างที่ได้ มาหาดำแหน่งของดาวฤกษ์ที่ทำการศึกษาจากแผนภาพ H-R Diagram
7. นำกราฟสเปกตรัมจากข้อ 4 มาทำการ Normalize ให้ค่า intensity ของทุกความยาวคลื่นเป็น 1 โดยใช้โปรแกรม ISIS และนำเส้นกราฟที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟสเปกตรัม และหาธาตุองค์ประกอบของดาวฤกษ์โดยใช้โปรแกรม Visual Spec

ผลการศึกษา

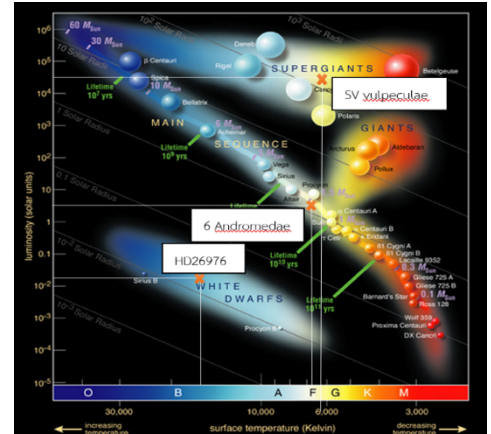
ตอนที่ 1 การจำแนกชั้นต่างๆ ของดาวฤกษ์ประเภท F จาก H-R Diagram



ภาพที่ 1 แสดงการหาอุณหภูมิผิวของดาว

ตาราง 2 แสดงกำลังส่องสว่างของดาวฤกษ์แต่ละดวง

ชื่อดาวฤกษ์	T (K)	R_{Sun}	L (W)	L/L_{Sun}
		จาก wiki		
6 Andromedae	6,850	1.50	1.71×10^{27}	4.50
SV Vulpeculae	6,120	238.4	2.75×10^{31}	72,417
HD 26976	16,800	0.014	5.39×10^{24}	0.014

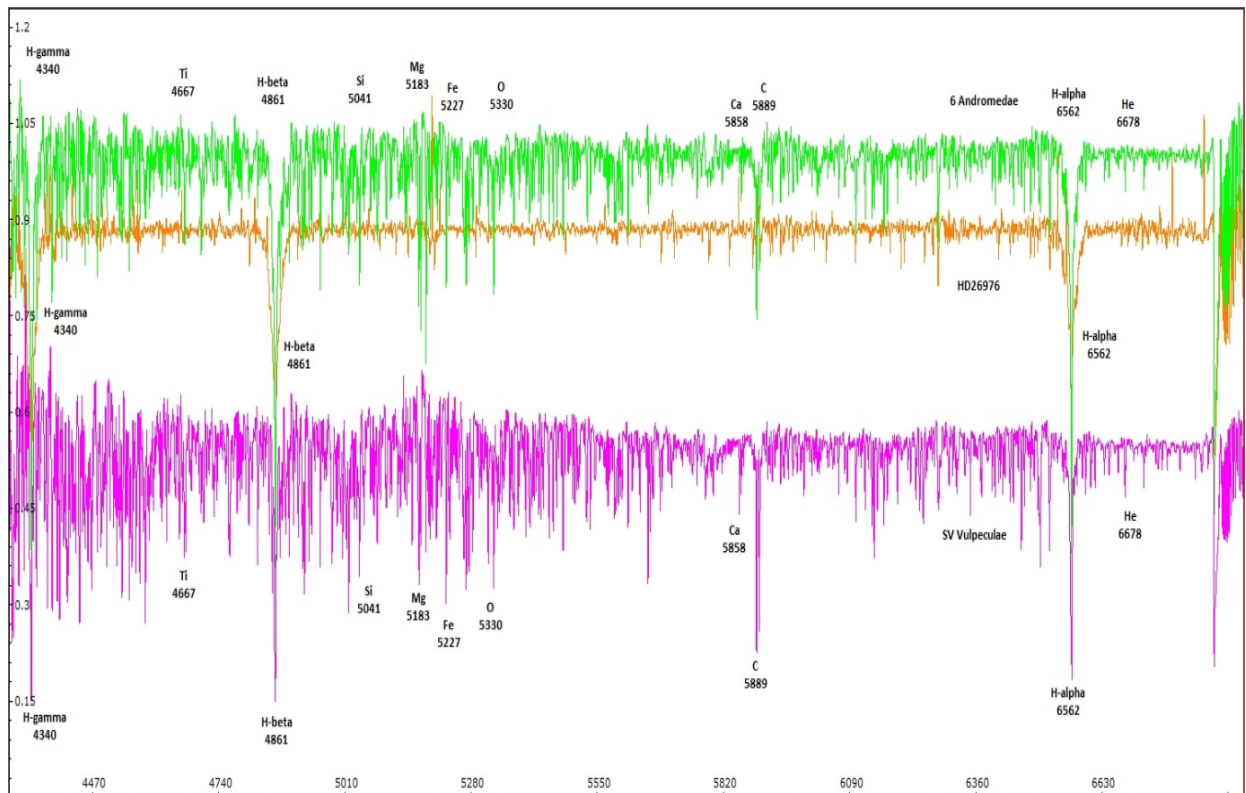


ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งของดาวฤกษ์แต่ละดวง

จากตารางที่ 1 เมื่อสร้างกราฟแสดงข้อมูลตัวแทนของอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ พบว่าดาว 6 Andromedae และดาว SV Vulpeculae มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท F และดาว HD 26976 มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท B

จากตารางที่ 2 เมื่อหาค่ากำลังส่องสว่าง พบว่า ดาว SV Vulpeculae มีกำลังส่องสว่างที่มากกว่า ดาว 6 Andromedae และดาว HD 26976 ซึ่งเมื่อทราบค่าอุณหภูมิและกำลังส่องสว่าง ทำให้สามารถทราบตำแหน่งของดาวฤกษ์ โดยหาจุดตัดจากแผนภาพ H-R Diagram ดังภาพที่ 2

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบและหาราตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F ในชั้นที่ต่างกัน



ภาพที่ 3 แสดงเส้นกราฟสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละดวง

ชื่อดาวฤกษ์	ธาตุและความยาวคลื่น (nm)								
	H	He	C	O	Mg	Si	Ca	Ti	Fe
	656.2	667.8	588.9	533.0	518.3	504.1	585.8	466.7	522.7
6 Andromedae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SV Vulpeculae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HD 26976	✓								

จากตารางที่ ๓ : ตารางที่ 3 แสดงธาตุองค์ประกอบของดาวฤกษ์แต่ละดวง องค์ประกอบที่พบ ได้แก่ H He C O Mg Si Ca Ti และ Fe และดาว HD 26976 เป็นดาวที่แคระขาวประเภท DA และมีธาตุ H ผู้ศึกษาพบว่า ดาวฤกษ์ประเภทเดียวกันจะมีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกัน

สรุปผล

จากการศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F โดยมีตัวแทนของดาวจำนวน 3 ดวง ได้แก่ 6 Andromedae และ SV Vulpeculae ซึ่งเป็นดาวประเภท F ชั้น Main Sequence, Supergiant ตามลำดับ และดาว HD 26976 ที่เป็นดาวแคระขาว ซึ่งพบว่า อุดมทฤษฎีพื้นผิวของดาวฤกษ์ที่ได้จากกราฟสเปกตรัมของดาว 6 Andromedae และ SV Vulpeculae มีอุดมทฤษฎีอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท F และ HD 26976 มีอุดมทฤษฎีอยู่ในช่วงของดาวฤกษ์ประเภท B ซึ่งสามารถจำแนกชั้นได้ชัดเจนจากการพิจารณาค่ากำลังส่องสว่าง และเมื่อพิจารณาธาตุองค์ประกอบจากกราฟสเปกตรัม ดาว 6 Andromedae และ SV Vulpeculae มีธาตุองค์ประกอบที่พบ ได้แก่ H He C O Mg Si Ca Ti และ Fe และ HD 26976 เป็นดาวที่แคระขาวประเภท DA พบธาตุ H ผู้ศึกษาพบว่า ดาวฤกษ์ประเภทเดียวกันจะมีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง การศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภท F สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาความช่วยเหลือจาก สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์กรมมหาชน) นายสมาน จันทร์เอี่ยม และนายวิทย์ญู แพทย์วงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา นางสาวอัจฉรา ธีรวิทยานุกุล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ ทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. สเปกตรัม. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก

<http://www.lesa.biz/astromy/light/speactrum>

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. การแบ่งประเภทของดาวฤกษ์. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก

<http://www.nso.narit.or.th/index.php/>

วิกิพีเดีย. Stellar classification. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก

https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง

นางสาวปติดา สุนุมิตร

E-mail : patidta.ss1370@gmail.com

ครูที่ปรึกษา : นายขจรคุณพิสิษฐ งามอัครเจตต์

E-mail : khriinn@gmail.com

โรงเรียนเทศบาล 6 นครเชียงราย

บทคัดย่อ

โครงการดาราศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) โดยถ่ายภาพดาวหางด้วยกล้องขนาด 0.7 เมตร ทำการถ่ายภาพดาวเคราะห์น้อยจำนวน 2 ชั่วโมง ด้วยฟิลเตอร์ R และ V เปิดหน้ากล้อง 3 นาทีต่อภาพ จำนวน 2-5 ภาพ ต่อครั้ง และนำภาพที่ได้มาหาค่า magnitude ที่ได้จากภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Aperture Photometry Tool และนำภาพที่ได้มาหาค่า magnitude ที่ได้มาเปรียบเทียบกับ magnitude ในช่วงเวลาต่างๆ

ผลการศึกษาพบว่า ดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างเพิ่มขึ้นโดยมีความสว่างมากที่สุดที่ magnitude 11.43 ในช่วงที่ศึกษา แต่ไม่ต่อเนื่อง อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของดาวหางเอง เช่น ผลจากระยะห่างจากผู้สังเกต และการทำโครงการครั้งนี้ไม่ได้ถ่ายภาพดาวหางทั้งสองได้อย่างต่อเนื่องด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง จึงอาจเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต่อเนื่อง ประกอบกับทักษะในการวิเคราะห์ magnitude ดาวหางที่มีขนาดและรูปร่างไม่คงที่ ผู้วิเคราะห์อาจทำให้ไม่สมบูรณ์ และปัญหาที่พบคือในบางช่วงเวลาดาวหางอยู่ใกล้กับดาวฤกษ์ที่ความสว่างมาก ทำให้การหาความสว่างของดาวหางอาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

คำสำคัญ: magnitude ดาวหาง

ความเป็นมา

นักดาราศาสตร์เชื่อว่า ดาวหางคือเศษวัตถุที่เหลือจากการก่อตัวของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ มีอายุมากกว่า 4,500 ล้านปี เดินทางมาจากห้วงอวกาศแสนไกลและเย็นจัด ดาวหางจึงน่าจะยังคงสภาพดั้งเดิมอยู่มาก อาจประกอบด้วยอินทรีย์สารที่จำเป็นต่อกำเนิดของสิ่งมีชีวิต และบางทีดาวหางอาจเป็นตัวนำน้ำมายังโลกในยุคแรกเริ่มที่โลกก่อกำเนิดขึ้นก็เป็นได้ ดาวหางเปลี่ยนแปลงความสว่างเมื่อเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากขึ้น ซึ่งเกิดจากการสะท้อนของแสงอาทิตย์จากฝุ่นละอองในช่วงถูกกระตุ้นด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์แล้วระเหิดเป็นแก๊ส และในปีหนึ่งๆ จะมีดาวหางโคจรเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์หลายดวง

ผู้ศึกษาโครงการจึงได้สนใจศึกษา เรื่องการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง ซึ่งการศึกษาเรื่องนี้ จะทำให้ทราบว่าดาวหางมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไรในช่วงที่ศึกษา โดยผู้จัดทำ ได้ขอความอนุเคราะห์สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติในการถ่ายภาพดาวหางด้วยฟิลเตอร์ R และ V และ นำภาพที่ได้มาหาค่า magnitude ที่ได้จากภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Aperture Photometry Tool นำมาเปรียบเทียบในช่วงเวลาต่างๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง

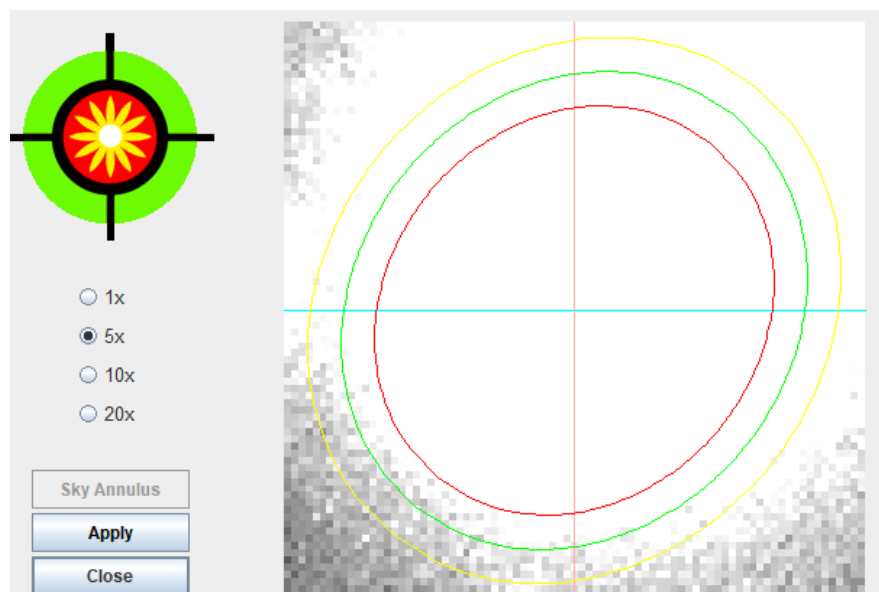
วิธีการศึกษา

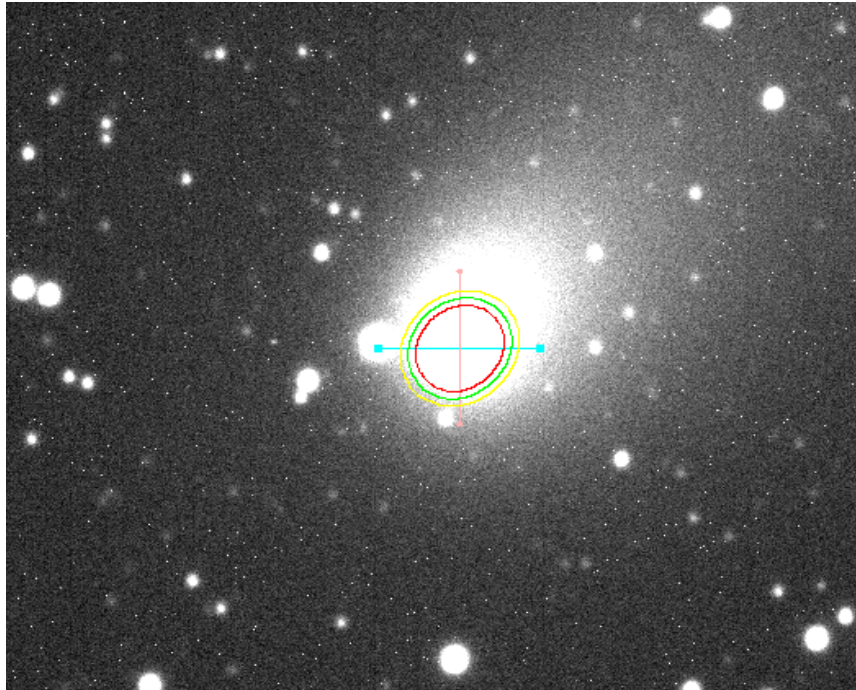
การศึกษการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง มีวิธีการศึกษาคือ

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับดาวหางที่มีความสว่างเพียงพอและศึกษาได้ในช่วงเวลา คือ เดือน พฤศจิกายน 2019 ถึง เดือนเมษายน 2020 จึงเลือกดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS)
2. ขอความอนุเคราะห์ภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์ถ่ายภาพดาวหางด้วยกล้องขนาด 0.7 เมตร ทำการถ่ายภาพดาวหางจำนวน 2 ชั่วโมง ด้วยฟิลเตอร์ V เปิดหน้ากล้อง 3 นาทีต่อภาพ จำนวน 2-5 ภาพ ต่อครั้ง
3. นำภาพที่ได้มาหาค่า magnitude ที่ได้จากภาพของดาวหางด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Aperture Photometry Tool และเปรียบเทียบกับ magnitude ในช่วงเวลาต่างๆ

ผลการศึกษา

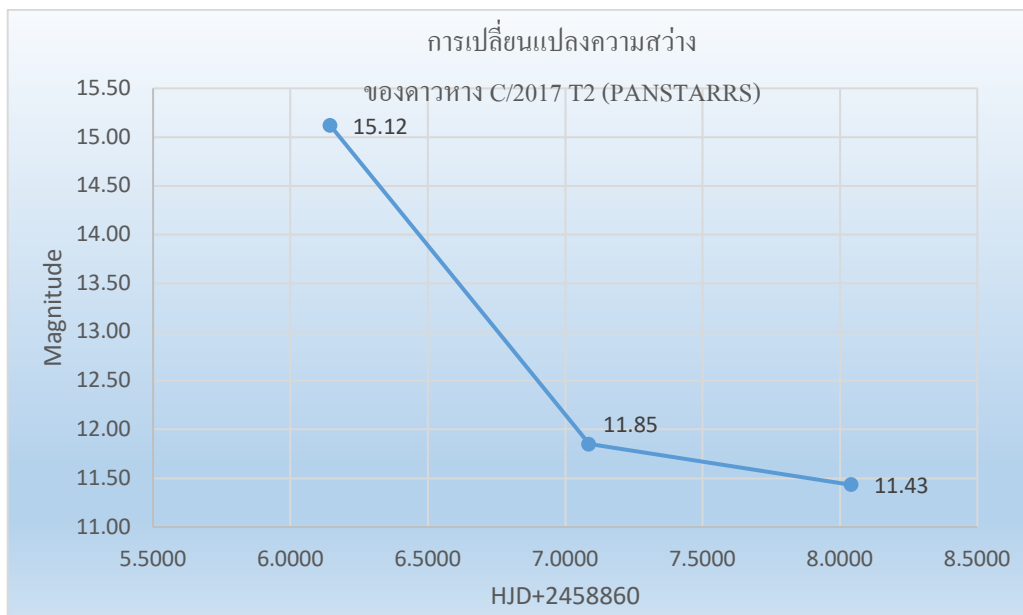
จากการถ่ายภาพดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) พบว่าภาพที่มีความเหมาะสมที่จะนำมา วิเคราะห์ความสว่างได้จำนวน 3 ภาพ





เนื่องจากดาวหางมีลักษณะเป็นวงรี ดังนั้นการทำ Aperture Photometry จึงปรับแก้ด้วย Major radius ให้เข้าสอดคล้องกับรูปร่างของดาวหางให้มากที่สุด

ผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงของดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) แสดงดังภาพต่อไปนี้



จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนมกราคม 2563 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่ต่อเนื่อง โดยในช่วงแรกดาวหางมีความสว่างน้อยโดยมี magnitude เท่ากับ 15.12 หลังจากนั้นมีความสว่างมากขึ้นและสว่างมากที่สุดมี magnitude เท่ากับ 11.43

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ดาวหาง C/2017 T2 (PANSTARRS) มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างเพิ่มขึ้น โดยมีความสว่างมากที่สุดที่ magnitude 11.43 ในช่วงที่ศึกษา แต่ไม่ต่อเนื่อง อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของดาวหางเอง เช่น ผลจากระยะห่างจากผู้สังเกต และการทำโครงการครั้งนี้ ไม่ได้ถ่ายภาพดาวหางทั้งสองได้อย่างต่อเนื่องด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง จึงอาจเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต่อเนื่อง ประกอบกับทักษะในการวิเคราะห์ magnitude ดาวหางที่มีขนาดและรูปร่างไม่คงที่ ผู้วิเคราะห์ อาจทำให้ไม่สมบูรณ์ และปัญหาที่พบคือในบางช่วงเวลาดาวหางอยู่ใกล้กับดาวฤกษ์ที่ความสว่างมาก ทำให้การหาความสว่างของดาวหางอาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้ความกรุณาของครูที่ปรึกษา นายชฎณพิสิษฐ์ เขมอัครเจตต์ ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะที่ดี อีกทั้งยังให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการทำโครงการ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่ให้โอกาสในการร่วมกิจกรรมอบรมครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนายสิทธิพร เตือนตะคุ ที่ได้ให้แนวทางในการจัดทำโครงการครั้งนี้ สนับสนุนข้อมูลดาวหางและให้คำแนะนำปรับปรุงโครงการให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2556). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติ**. สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ.

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงโลก (Earth shine)

นางสาวนิภาพร คุณดี

E-mail: noon0624583917@gmail.com

ครูที่ปรึกษา ว่าที่ ร.ต.จันทร์เพ็ญ อังฉกรรจ์

โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม

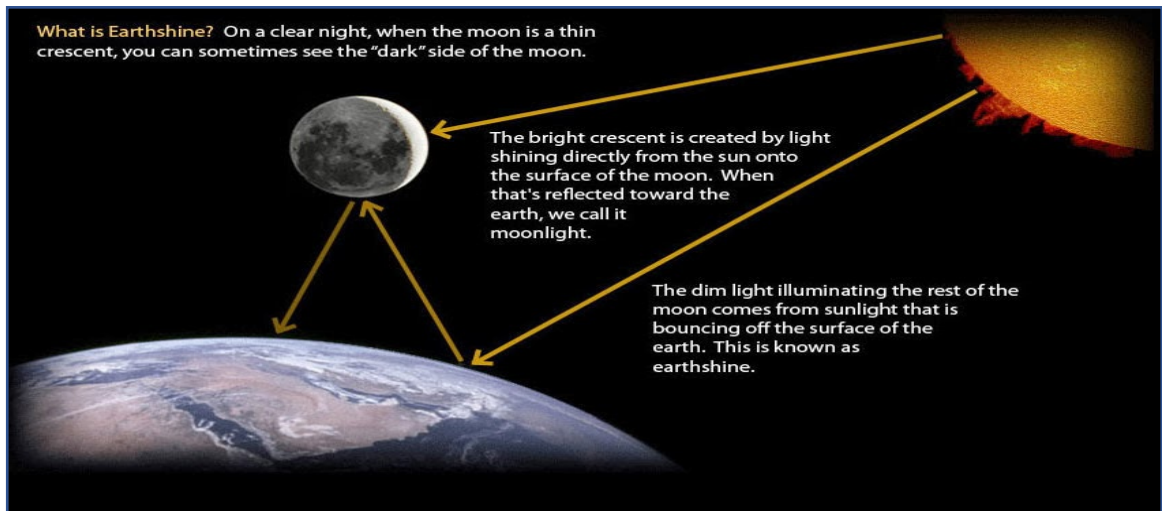
บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงโลกกับดิถี (Phase) ของดวงจันทร์ โดยใช้กล้อง DSLR ต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน (Dobsonian Telescope) ขนาด 10 นิ้ว ถ่ายภาพดวงจันทร์ ในช่วงวันข้างขึ้น 3-5 ค่ำ และข้างแรม 10-13 ค่ำ ของเดือนอ้าย เดือนยี่ และเดือน 3 (29 พ.ย.-1 ธ.ค. และ 21-24 ธ.ค. 2562, 28-30 ธ.ค. 2562 และ 19-22 ม.ค. 2563, 27-29 ม.ค. และ 18-21 ก.พ. 2563) จากนั้น วัดความเข้มของแสงโลกและพื้นหลังบริเวณใกล้ดวงจันทร์ในแต่ละวัน จำนวนอย่างละ 10 จุด โดยวัดที่จุด เดิมทุกวัน ด้วยโปรแกรม Iris นำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วหาผลต่าง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง ความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มของแสงโลกเพิ่มขึ้น เมื่อเสี้ยวสว่าง ของดวงจันทร์สว่างมาก

คำสำคัญ: ปรากฏการณ์แสงโลก (Earth shine), ความเข้มแสง (Intensity), เฟสของดวงจันทร์

ความเป็นมา

หากสังเกตดวงจันทร์ในวันเสี้ยวสว่างน้อยกว่าครึ่งดวง จะพบว่าด้านมืดของดวงจันทร์ไม่ได้มืดอย่าง แท้จริงและสามารถเห็นรายละเอียดของดวงจันทร์ได้ด้วยตาเปล่า เราจะเห็นดวงจันทร์เป็นทรงกลมมีแสงอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง เราจะมองเห็นดวงจันทร์ปรากฏเป็นเสี้ยวเล็ก ๆ แบบ ขึ้น 1-3 ค่ำหรือ แรม 12-14 ค่ำ (แสงจากดวงอาทิตย์) ส่วนที่ 2 ที่ด้านมืดของดวงจันทร์ ไม่ได้รับแสงของ ดวงอาทิตย์โดยตรงแต่จะได้รับแสงสะท้อนจากผิวโลกไปยังดวงจันทร์ และสะท้อนกลับมายังผู้สังเกตบนโลก อีกต่อหนึ่ง ทำให้ผู้สังเกตบนโลกมองเห็นส่วนมืดของดวงจันทร์ ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า “ปรากฏการณ์แสงโลก” หรือ “Earth Shine” ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของ แสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์ในแต่ละวัน



ภาพแสดงมุมมองของแสงที่เกิด “ปรากฏการณ์แสงโลก(Earth shine)”

วัตถุประสงค์

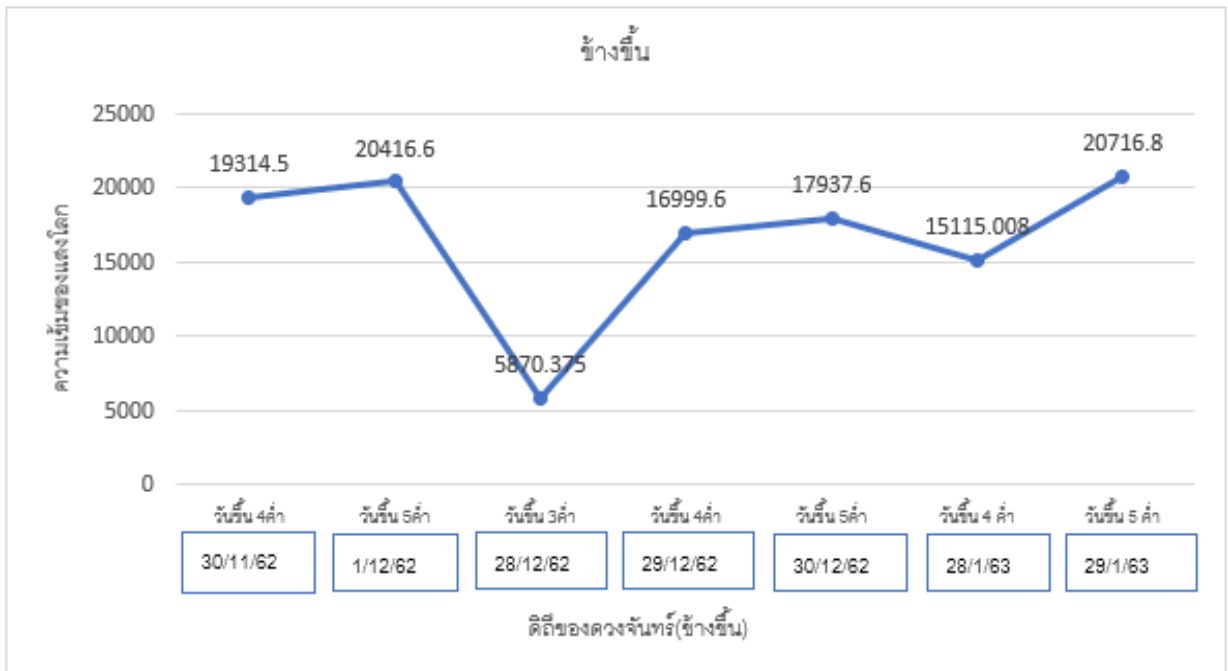
เพื่อศึกษาความเข้มของแสงโลกเมื่อดิถีดวงจันทร์ (Phase) เปลี่ยนไป

วิธีการศึกษา

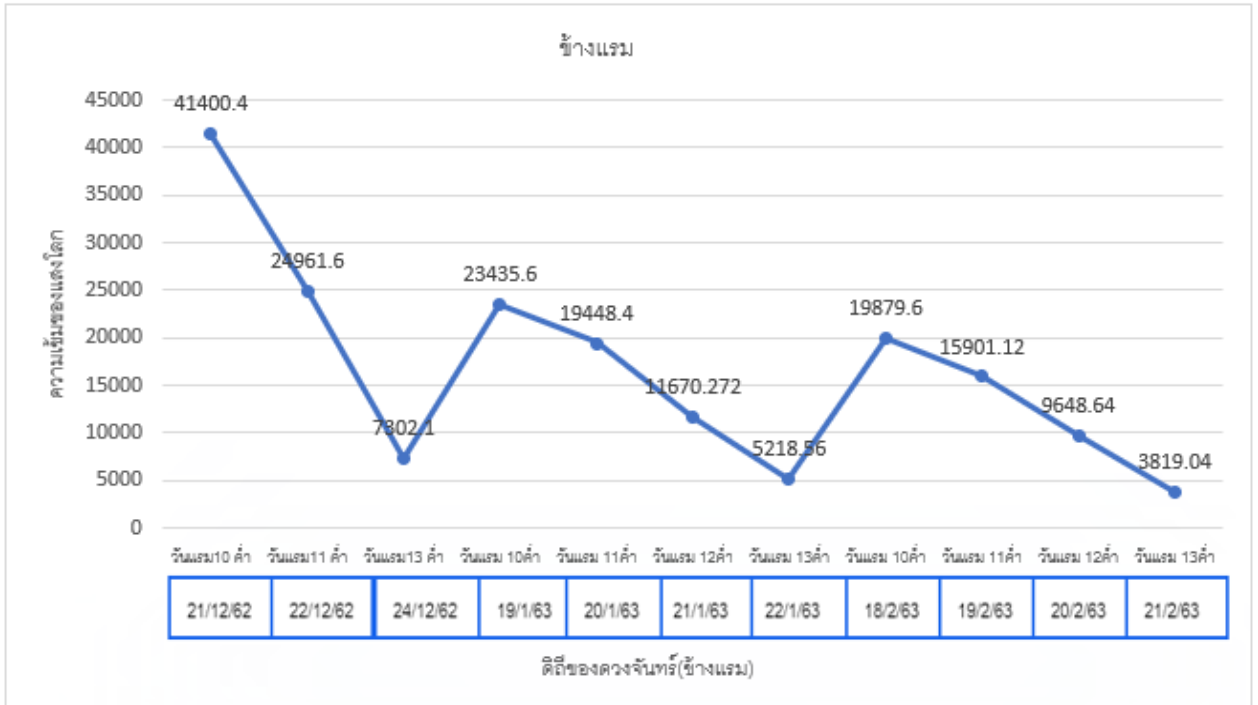
1. ติดตั้งกล้อง DSLR เข้ากับกล้องโทรทรรศน์ ทำการถ่ายภาพในช่วงวันข้างขึ้น 3-5 ค่ำ และข้างแรม 10-13 ค่ำ ของเดือนอ้าย เดือนยี่ และเดือน 3 (29 พ.ย.-1 ธ.ค. และ 21-24 ธ.ค. 2562, 28-30 ธ.ค. 2562 และ 19-22 ม.ค. 2563, 27-29 ม.ค. และ 18-21 ก.พ. 2563) โดยจะปรับด้วยความเร็วชัตเตอร์ (Speed Shutter) 1/4, 1/5 ปรับค่าความไวแสง ISO เป็น 800 1000 1250 1600 และ 3200 ตามดิถีของดวงจันทร์ เพื่อให้เห็นรายละเอียดของส่วนมืดของดวงจันทร์ไม่ให้สว่างมากเกินไป (เน้นถ่ายภาพให้ได้มาก ๆ เพื่อเลือกรูปภาพที่สามารถเข้าโปรแกรมแล้วสามารถมองเห็นรายละเอียดส่วนมืดได้)
2. เมื่อได้ภาพแล้ววัดความเข้มของแสงโลกและพื้นหลังบริเวณใกล้ดวงจันทร์ในแต่ละวัน จำนวนอย่างละ 10 จุด โดยวัดที่จุดเดิมทุกวัน ด้วยโปรแกรม Iris
3. เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยและคำนวณหาผลต่างระหว่างส่วนที่เกิดแสงโลกและพื้นหลัง
4. นำข้อมูลที่ได้มาพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์

ผลการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความเข้มของแสงโลกเมื่อดวงจันทร์ดิถี (Phase) เปลี่ยนไป



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์(ข้างขึ้น)



กราฟที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์(ข้างแรม)

จากกราฟที่ 1,2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์ โดยให้แกน x คือวันข้างขึ้น-ข้างแรม และให้แกน y คือค่าความเข้มแสงของแสงโลก จะเห็นได้ว่าในวันข้างขึ้นจะมีความเข้มของแสงโลกมากกว่าวันข้างแรม โดยกราฟมีข้อมูลบางตัวที่แตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ อาจจะมีคลาดเคลื่อนและไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบ เนื่องจากสภาพอากาศท้องฟ้าไม่แจ่มใส มีเมฆ

สรุปผล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงโลก ผู้จัดทำได้ถ่ายภาพดวงจันทร์ ในช่วงวันข้างขึ้น 3-5 ค่ำ และข้างแรม 10-13 ค่ำ ของเดือนอ้าย เดือนยี่ และเดือน 3 (29 พ.ย.-1 ธ.ค. และ 21-24 ธ.ค. 2562, 28-30 ธ.ค. 2562 และ 19-22 ม.ค. 2563, 27-29 ม.ค. และ 18-21 ก.พ. 2563) จากนั้นนำรูปที่ได้มาทำการวิเคราะห์ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างความเข้มของแสงโลกกับดิถีของดวงจันทร์ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเสี้ยวสว่างของดวงจันทร์มากความเข้มของแสงโลกจะเพิ่มขึ้นและในวันข้างแรมมีความเข้มของแสงโลกลดลงตามดิถีของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไป และเมื่อเฟสด้านสว่างใกล้เคียงกันพบว่าวันข้างขึ้นมีความสว่างมากกว่าวันข้างแรม

อภิปรายผล

จากการศึกษาความเข้มของแสงโลกเมื่อดิถีดวงจันทร์ (Phase) เปลี่ยนไป ได้ทำการถ่ายภาพและคำนวณหาผลต่างความเข้มของแสงโลกและพื้นหลังในวันนั้นๆแล้วพล็อตกราฟเปรียบเทียบ พบว่าความเข้มของแสงโลกในวันข้างขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้นและในวันข้างแรมมีความเข้มของแสงโลกลดลงตามดิถีของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไป ทั้งนี้มีข้อมูลบางตัวที่แตกต่างจากข้อมูลอื่นๆมาก เนื่องจากมีความผิดพลาดจากการวัดค่าความสว่างของดวงจันทร์ที่มีรูรับแสงเล็กเกินไปรวมไปถึงสภาพท้องฟ้าในวันที่เก็บข้อมูลไม่โปร่งใส มีเมฆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณครูจันทร์เพ็ญ อังฉกรรจ์ ครูที่ปรึกษาโครงการ ท่านผู้อำนวยการวิเชียร แสงศรี ตลอดจนคณะครูทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้คำแนะนำตลอดจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม.(2559).**คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ**.ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

เวลาดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ขึ้น-ตก (Sun & Moon Times).[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก

<https://www.myhora.com/astromy/sunmoon.aspx>

สมาคมดาราศาสตร์ไทย.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก

<http://thaiastro.nectec.or.th/library/article/229/>

การศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่อุปราคาของโปรแกรม PHOEBE

นางสาวบุษยามาศ โภษา

E-mail: busayamat71@gmail.com

ครูที่ปรึกษา ว่าที่ ร.ต.จันทร์เพ็ญ อังฉกรรจ์

โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี สพม.29

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่อุปราคาของโปรแกรม PHOEBE (Physics Of Eclipsing BinariEs) โดยนำข้อมูลความเข้มแสง หรือ Magnitude ของดาววี 701 สโคปีโอเข้าสู่โปรแกรม PHOEBE เพื่อจำลองระบบดาวคู่อุปราคาพร้อมทั้งทดลองปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงกราฟแสง (Light Curve) สังเคราะห์ (synthetic) เทียบกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ และสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง พบว่าโปรแกรมนำเอาทฤษฎีการคำนวณเกี่ยวกับระบบดาวคู่โดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆ โดยโปรแกรมจะนำเอาพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้งานสุ่มไปคำนวณเมื่อผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์จะส่งผลให้กราฟสังเคราะห์เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้กราฟสังเคราะห์ไปทับกราฟที่ได้จากการสังเกตพอดี โดยพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนแล้วที่การเปลี่ยนแปลงชัดเจนของกราฟคือ มุมเอียง (inclination) อุณหภูมิพื้นผิว (temperature) อัตราส่วนมวล (mass ratio) ค่ากึ่งแกนเอก (Semi major axis) หากกราฟทับกันพอดีจะได้พารามิเตอร์ที่แท้จริงของระบบดาวคู่ไปคำนวณหาจุดเพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง

คำสำคัญ: PHOEBE, ดาวคู่อุปราคา (Eclipsing binary stars), แบบจำลองดาวคู่ (model of binary stars)

ความเป็นมา

ดวงฤกษ์ที่มองเห็นบนท้องฟ้ามากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นระบบดาวคู่ (Binary stars) หรือระบบดาวหลายดวง (Multiple stars) ระบบดาวคู่ประกอบด้วยดาว 2 ดวง แต่ละดวงมีวงโคจรจุดศูนย์กลางมวลร่วมกัน อาจมีคาบโคจรไม่กี่ชั่วโมงจนถึงหลายปี แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ระบบดาวคู่แบบมองเห็นแยกกัน (Visual Binaries System) เป็นระบบดาวคู่ที่สามารถมองเห็นดาว 2 ดวง ได้อย่างชัดเจน และระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด (Close Binaries System) ซึ่งสามารถมองเห็นเป็นดาวดวงเดียว ดาวในระบบนี้หากโคจรบังกันจะเรียกว่าดาวคู่อุปราคา ระบบดาวคู่อุปราคาบนท้องฟ้าจัดเป็นดาวแปรแสงชนิดหนึ่งโดยมีกลไกการแปรแสงคือการเคลื่อนที่บดบังกันของดาว 2 ดวง ในการสร้างแบบจำลองดาวคู่สามารถทำนายองค์ประกอบวิวัฒนาการ คุณสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่อุปราคาได้จากการวัดปริมาณแสงที่แผ่ออกมา จึงเป็นที่น่าสนใจว่าโปรแกรมPHOEBEมีขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบจำลองดาวคู่ได้อย่างไร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษากระบวนการจำลองระบบดาวคู่อุปราคาแบบสัมพันธ์กันของโปรแกรม

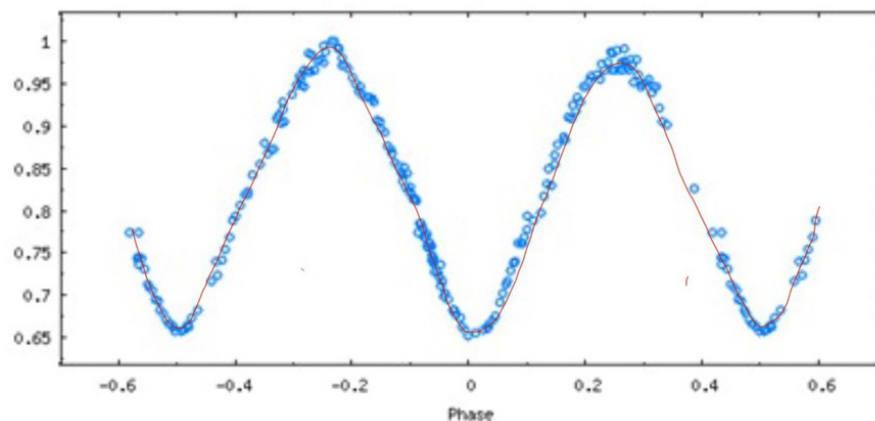
วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลวิวัฒนาการดาวฤกษ์ รายละเอียดเกี่ยวกับดาวคู่แบบอุปราคา และเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับโปรแกรมPHOEBE
2. นำข้อมูลมาสร้างกราฟแสงและสร้างแบบจำลอง
 1. โดยนำชุดข้อมูลที่ถ่ายด้วยฟิลเตอร์ B และเข้าโปรแกรมPHOEBE เพื่อสร้างกราฟแสง
 2. ทำการสุ่มพารามิเตอร์ต่างๆโดยอ้างอิง ซึ่งโปรแกรมจะนำค่าพารามิเตอร์ ที่สุ่มไปคำนวณเป็นค่าพารามิเตอร์ของระบบดาวคู่สังเคราะห์ของระบบดาวคู่สังเคราะห์และสร้างกราฟแสงสังเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกต
 3. นำพารามิเตอร์ไปสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่
3. วิเคราะห์การทำงานของโปรแกรม

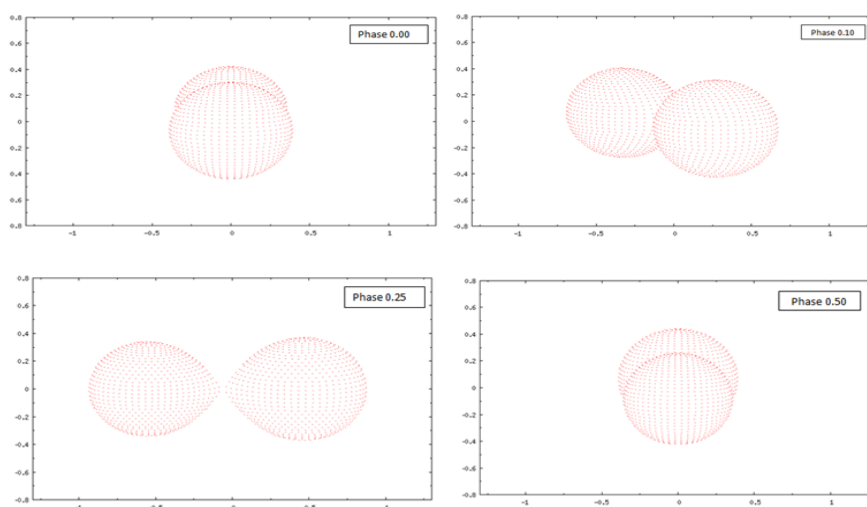
ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าโปรแกรม PHOEBE วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเอาทฤษฎีการคำนวณเกี่ยวกับระบบดาวคู่โดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบวงโคจรของระบบดาวคู่ โดยใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้ององค์ประกอบระบบดาวคู่ เช่น ระยะกึ่งแกนเอกวงโคจร อุนหภูมิ ค่าศัณยน์มถ่วง กำลังส่องสว่าง เป็นต้น มาคำนวณกราฟแสง โดยการปรับกราฟแสงสังเคราะห์ให้ทับกราฟที่ได้จากการสังเกตพอดี ที่จะได้พารามิเตอร์ที่แท้จริงของระบบดาวคู่ ค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาสามารถนำไปสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ได้

โดยในส่วนของพารามิเตอร์ที่เห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟนั้นคือ อุนหภูมิ อัตราส่วนมวล และ Luminosities โดยอัตราส่วนมวลจะให้ความกว้างของการเกิดอุปราคา ความลึกของอุปราคาของกราฟสังเคราะห์ขึ้นอยู่กับมุมเอียงของวงโคจร และการขยับกราฟสังเคราะห์ทั้งแถบขึ้นลงต้องขึ้นอยู่กับการปรับค่าluminosities



ภาพที่ 2 กราฟ แสงสังเคราะห์ (เส้นทึบ) กับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์



ภาพที่ 3 แบบจำลองดาวคู่ที่ได้จากโปรแกรม PHOEBE

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ระบบดาวคู่ที่เกี่ยวข้องของกับสมการทางคณิตศาสตร์ เมื่อได้คาบการโคจร แล้วโปรแกรมจะให้เราทำการสุ่มค่าพารามิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าและจะมีพารามิเตอร์มวล- mass สามารถหาได้จากกฎข้อที่สามของเคปเลอร์

$$\left(\frac{m_1 + m_2}{m_\odot} \right) \left(\frac{P}{yr} \right)^2 = \left(\frac{A}{Au} \right)^3$$

โดยที่ P คือคาบการโคจร

A คือ ค่ากึ่งแกนเอก

นั่นหมายความว่า มวลนั้นได้มาจากการที่สุ่มพารามิเตอร์ คือ ค่ากึ่งแกนเอกและคาบการโคจร ซึ่งมวลของดาวปฐมภูมิและทุติยภูมิ หาได้จากอัตราส่วนมวล $\frac{m_2}{m_1}$

อุณหภูมิ (K) ได้จากการวิเคราะห์กราฟแสง หาค่าความยาวคลื่นเข้มสุด (λ_{max}) ด้วยกฎการแผ่รังสีของวิน (Wien's displacement Law)

$$T = \frac{0.0029}{\lambda_{max}}$$

โดยที่ λ คือ ความยาวคลื่น

ในขณะเดียวกันอุณหภูมิก็มีความสัมพันธ์กับกำลังส่องสว่าง (Luminosities) โดยการนำอุณหภูมิไปคำนวณหาความเข้มของพลังงาน (Flux) ตามกฎของสเตฟาน-โบลทซ์มานน์ (Stefan- Boltzmann Law)

Flux = σT^4 และนำความเข้มของพลังงานไปแทนค่าในสมการ

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

ซึ่งความส่องสว่างสามารถคำนวณหาระยะของดาว และมีความสัมพันธ์มวลของดาวจากสมการ

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{m}{m_{\odot}} \right)^{\alpha}$$

โดยที่ $\alpha = 3$ สำหรับดาวที่มีความสว่างและมวลมาก

$\alpha = 4$ สำหรับดาวที่มีมวลและความใกล้เคียงดวงอาทิตย์

$\alpha = 2$ สำหรับดาวที่มีความสว่างและมวลน้อย

มุมเอียง หาได้จาก

$$(m_1 + m_2) = \frac{4\pi^2}{GP^2} (\tilde{\alpha}d)^3 \left(\frac{1}{\cos i} \right)^3$$

เมื่อปรับพารามิเตอร์แสงสังเคราะห์ให้มีความสอดคล้องกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตตั้งภาพที่ 2 จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงของระบบดาวคู่ ซึ่งพารามิเตอร์ได้สอดคล้องกับสมการทางคณิตศาสตร์ และนำมาคำนวณจุดเพื่อสร้างแบบจำลอง

สรุปผล

โดยโปรแกรม PHOEBEO จะนำข้อมูลไปพล็อตกราฟแสงที่ได้จากการสังเกต และโปรแกรมจะมีกราฟสังเคราะห์เพื่อให้ผู้ใช้ปรับกราฟแสงสังเคราะห์และกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตซ้อนทับกัน โดยการทดลองสุ่มพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้โปรแกรมนำพารามิเตอร์ไปคำนวณ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงของระบบดาวคู่นั้น ซึ่งสอดคล้องกับสมการทางคณิตศาสตร์ และนำพารามิเตอร์ไปสร้างแบบจำลองดาวคู่อุปราคา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ว่าที่ ร.ต.จันทร์เพ็ญ อังฉกรรจ์ ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่คอยให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายฤชดา รุจิจานุกูล เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม ขั้นตอนการทำโครงการ

เอกสารอ้างอิง

มตีพล ตั้งมติธรรม.(2559).คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ.ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสาร

ทางดาราศาสตร์

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน).ระบบดาวคู่.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก <http://old.narit.or.th/index.php/astronomy-article/2504-exotic-binary-systems>.

ตอริก เอ็งเปีย.(2557).การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่แบบ และกันวี 701 สโคปีโอ

แผนที่ความหนาแน่นของดาวในพิกัดกาแล็กซี่ของทางช้างเผือก

นางสาววรรณวลี ศรีโชค

E-mail: 1130wanwalee@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายดลนัย บรรจง

โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ

บทคัดย่อ

โครงการเรื่องนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและสร้างแผนที่ความหนาแน่นของจำนวนดาวในกาแล็กซี่ทางช้างเผือก และ ศึกษาความหนาแน่นของจำนวนดาวในแถบทางช้างเผือก โดยการสร้างเส้นสมมติจากการอ้างอิงโดยใช้ระบบพิกัดกาแล็กซี่ โดยใช้ขอบเขต Galactic Longitude 180 องศา(ตะวันออก) – 180 องศา(ตะวันตก) และ Galactic Latitude 25 องศา(เหนือ) – -25 องศา(ใต้) ซึ่งแต่ละช่องของข้อมูลจะมีความห่างของพิกัด Galactic Longitude ช่องละ 2 องศา ข้อมูลที่ใช้มาจากฐานข้อมูล 2MASS จาก IRSA ซึ่งทำการระบุพิกัดลงไป เพื่อหาจำนวนดาวทั้งหมดที่พบ และนำข้อมูลที่มากที่สุด และน้อยที่สุด ทำการกำหนดช่วงทั้งหมดสิบช่วงเพื่อแบ่งสีตามช่วงนั้นๆ สุดท้ายคือการ นำสีแต่ละช่วงมารวมกันเพื่อประกอบเป็นแผนที่ความหนาแน่นของดาวในพิกัดกาแล็กซี่ของทางช้างเผือก จากผลการศึกษา พบว่า การกระจายตัวของจำนวนดาวในพิกัด กาแล็กซี่ละติจูดและลองจิจูด พบว่า จะพบดาวจำนวนมากในบริเวณกึ่งกลางของทั้งพิกัดกาแล็กซี่ละติจูดและลองจิจูด เมื่อระยะห่างจากกึ่งกลางของพิกัดออกไป จะพบดาวจำนวนลดลง และจะค่อนข้างสมมาตรในแผนภาพแต่ละพิกัด

คำสำคัญ : พิกัดกาแล็กซี่, การกระจายตัวของจำนวนดาว

ความเป็นมา

ดาราจักรทางช้างเผือก เป็นดาราจักรที่ระบบสุริยะของเราอยู่ ซึ่งหากมองออกไปจากโลกจะสามารถเห็นแถบทางช้างเผือกที่มีดาวหลายล้านดวงอยู่รวมกันได้ โดยจะสามารถเห็นหมู่ดาวและวัตถุท้องฟ้าเรียงตัวในระนาบดาราจักร ในบริเวณใจกลางส่วนโป่ง หรือศูนย์กลางดาราจักรทางช้างเผือก จะมีความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ที่โคจรรอบหลุมดำยักษ์มาก ส่วนบริเวณแขนกึ่งตันจะลดน้อยลงไปในบริเวณฮาโลความหนาแน่นของประชากรดาวจะลดลงไปตามระยะทางของการเข้าใกล้ศูนย์กลางของดาราจักรทางช้างเผือก นักดาราศาสตร์จำลองพิกัดของดาราจักรทางช้างเผือก โดยใช้ ระบบพิกัดกาแล็กซี่ เป็นระบบพิกัดท้องฟ้าซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่ดวงอาทิตย์และวางแกนตามแนวศูนย์กลางปรากฏของกาแล็กซี่ทางช้างเผือก โดยที่ "เส้นศูนย์สูตร" อยู่ที่ระนาบของกาแล็กซี่ มีค่าละติจูดและลองจิจูดในลักษณะใกล้เคียงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ซึ่งระบบพิกัดกาแล็กซี่ หรือระบบกาแล็กซี่ (Galactic system) เป็นระบบที่ใช้ศึกษาถึงกาแล็กซี่ของเรา โดยมีปริมาณที่สำคัญ 2 ปริมาณคือ กาแล็กซี่ละติจูด และกาแล็กซี่คลองจิจูด โดยชี้เหนือของกาแล็กซี่จะอยู่ห่างจากศูนย์กลางท้องฟ้าประมาณ 27 องศาโดยอยู่ตรงกับดาว

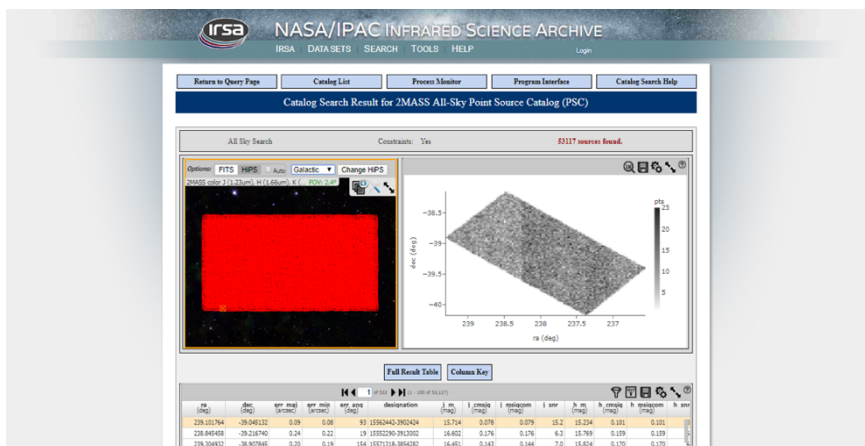
Coma Berencias (RA.=12h49m, Dec.=+27.4) ขั้วใต้ของกาแล็กติกจะอยู่ตรงกับดาว South of beta ceti (RA.=0h49m, Dec.=-27.4) โดยกาแล็กติก ละติจูดมีค่าตั้งแต่ 0 – 360 องศา และ กาแล็กติกลองจิจูดมีค่าตั้งแต่ -90 (ใต้) – 90 (เหนือ) เนื่องจากในแต่ละบริเวณของระบบกาแล็กติกมีจำนวนดาวฤกษ์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาจำนวนดาวในแต่ละบริเวณในระบบพิกัดกาแล็กซีพร้อมทั้งออกแบบและสร้างแผนที่ความหนาแน่นของดาวในพิกัดกาแล็กซี เพื่อประโยชน์ในการมองเห็นภาพความหนาแน่นของจำนวนดาวอย่างชัดเจน

วัตถุประสงค์

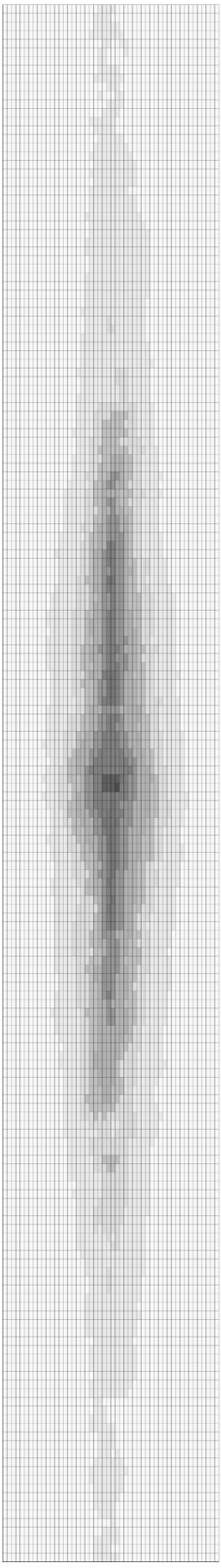
1. เพื่อหาจำนวนดาวในดาราจักรทางช้างเผือกในระบบพิกัดกาแล็กซี
2. เพื่อออกแบบและสร้างแผนที่ความหนาแน่นของดาวในพิกัดกาแล็กซี

วิธีการศึกษา

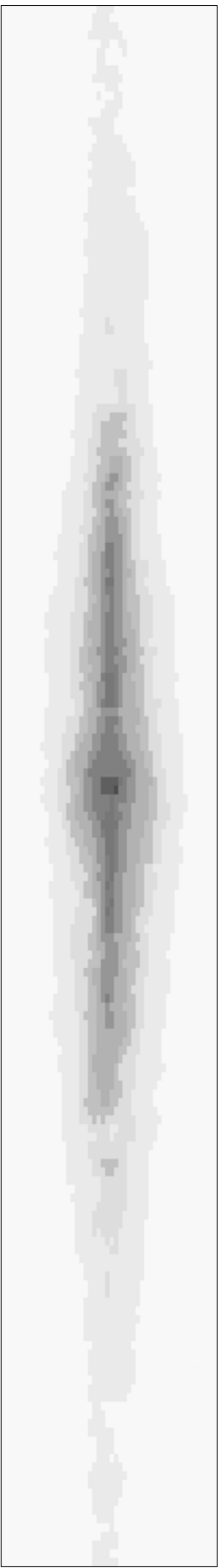
1. ศึกษาขอบเขตของแถบทางช้างเผือก และกำหนดขอบเขตที่ต้องการศึกษาโดยใช้ระบบพิกัดกาแล็กติก ซึ่งกำหนดขอบเขตอยู่ที่ Galactic Longitude 180 องศา(ตะวันออก) – 180 องศา(ตะวันตก) และ Galactic Latitude 25 องศา(เหนือ) – 25 องศา(ใต้)
2. ทำการกำหนดเส้นช่องสมมติโดยโปรแกรม Microsoft Excel แบ่งเป็น 9000 ช่อง ซึ่งแบ่ง Galactic longitude ห่างกันช่วงละ 2 องศา
3. หาฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทำแผนที่ คือ ฐานข้อมูลจาก 2MASS ในเว็บเพจของ IPAC ดังภาพที่ 1
4. ระบุพิกัดกาแล็กติก เพื่อทำการระบุจำนวนดาวที่มีอยู่ตามพื้นที่ หรือ ตามพิกัดของฐานข้อมูล และนำข้อมูลของจำนวนดาวตามพิกัดที่ระบุบันทึกลงในตารางบันทึกผล
5. นำช่วงค่าที่มากที่สุด และน้อยที่สุดของจำนวนดาว มาระบุช่วงในการจำแนก โดยใช้สีที่แตกต่างกันเป็นตัวแทนของช่วงการจำแนกแต่ละช่วงนั้น 10 ช่วง
6. สร้างแผนที่ความหนาแน่นของจำนวนดาว โดยใช้พิกัด Galactic longitude แทนแกน Y และ พิกัด Galactic latitude แทนแกน x ดังภาพที่ 2 และ 3



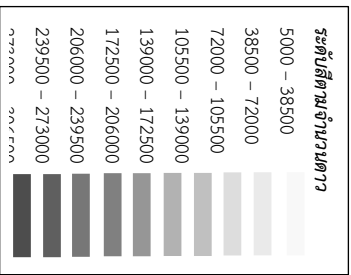
ภาพที่ 1 การระบุจำนวนดาวที่พบตามพิกัดที่ถูกระบุลงไป

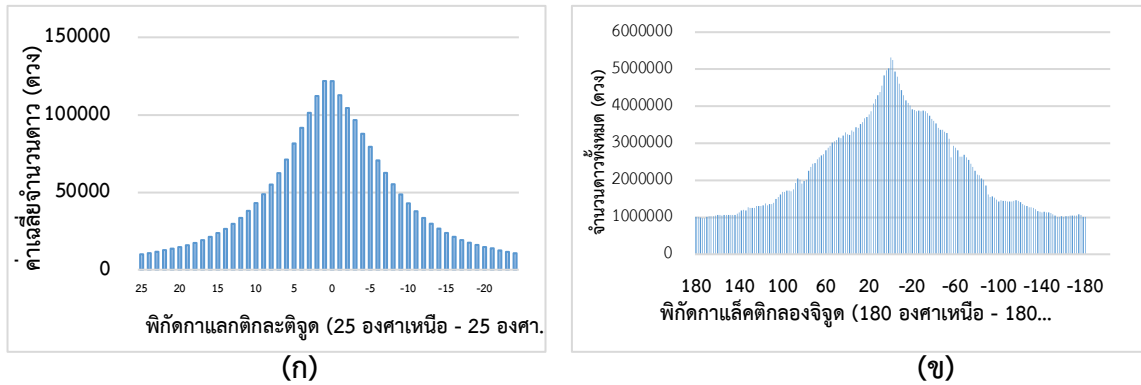


ภาพที่ 2 แผนที่ความหนาแน่นของจำนวนดาวในแถบทางช้างเผือก(สีตาราง)



ภาพที่ 3 แผนที่ความหนาแน่นของจำนวนดาวในแถบทางช้างเผือก





ภาพที่ 4 แผนภาพการกระจายตัวของจำนวนดาว (ก) พิกัดกาแล็กติกละติจูด (ข) พิกัดกาแล็กติกลองจิจูด

สรุปผล

จากภาพที่ 2 และ 3 แสดงแผนที่ความหนาแน่นของดาวในแถบทางช้างเผือก โดยบริเวณจุดศูนย์กลางจะมี ความหนาแน่นของจำนวนดาวอยู่อย่างหนาแน่นมาก และกระจายลดลงไปตามพิกัด Galactic longitude แทนแกน Y และ พิกัด Galactic latitude แทนแกน x และในช่วงของแผนที่ที่กำหนดมีจำนวนดาวที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 5,853 ดวง จำนวนดาวมากที่สุดของแผนที่อยู่ที่ 334,375 ดวง โดยจำนวนความหนาแน่นของดาวจะมีความหนาแน่นของดาวมากในบริเวณส่วนโป่งของแถบทางช้างเผือก

จากภาพที่ 4 แสดงแผนภาพการกระจายตัวของจำนวนดาวในพิกัดกาแล็กติกละติจูดและลองจิจูด พบว่า จะพบดาวจำนวนมากในบริเวณกึ่งกลางของทั้งพิกัดกาแล็กติกละติจูดและลองจิจูด เมื่อระยะห่างจากกึ่งกลางของพิกัดออกไป จะพบดาวจำนวนลดลง และจะค่อนข้างสมมาตรในแผนภาพแต่ละพิกัด

โดยในโครงการนี้ผู้จัดทำพบว่า จำนวนดาวอาจพบความไม่แน่นอนเนื่องมาจากระยะเวลาของฐานข้อมูลที่ใช้ และการนับจำนวนดาวของฐานข้อมูลอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำในส่วนของการระบุพิกัดในการนับจำนวนดาวเท่านั้น ไม่ได้ระบุลักษณะของรูปแบบดาว ซึ่งสามารถทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ และการกำหนดช่วงสีอาจจะไม่ละเอียดเพียงพอที่จะให้ข้อมูลที่มากขึ้น ซึ่งโดยรวมภาพของแผนที่ที่ได้สัมพันธ์กันกับข้อมูลและรูปร่างของแถบทางช้างเผือกที่เป็นอยู่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนโดยโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูง สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียนวัฒโนทัยพายัพและครูลดน้อย บรรจง ครูที่ปรึกษาที่ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณพี่ศิวрут พลอยแดง เจ้าหน้าที่สารสนเทศสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่ให้คำแนะนำและดูแลอย่างดีเสมอมา ซึ่งทำให้งานวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปได้

เอกสารอ้างอิง

Ann H. B., Mira Seo , and Ha D. K. (2015). A CATALOG OF VISUALLY CLASSIFIED GALAXIES IN THE LOCAL ($z \sim 0.01$) UNIVERSE. The Astrophysical Journal Supplement Series. 217:27

De Vaucouleurs, G. (1959). "Classification and Morphology of External Galaxies". *Handbuch der Physik*. 53: 275

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นของดาวฤกษ์กับทำนองของเสียงดนตรี

นางสาวสุชาดา พรหมมาโฮม

E-mail: suchada.kws@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทรงาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมการการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์สำหรับนำมาสร้างทำนองเพลงของเสียงดนตรีที่ผู้สังเกตอยู่ ณ ตำแหน่งละติจูดที่แตกต่างกันจำนวน 3 ตำแหน่ง คือ 0°N 30°N 45°N 60°N และ 89°N โดยใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องดาราศาสตร์ทรงกลม (Spherical Astronomy) ทำการคัดเลือกดาวฤกษ์ที่อยู่ในหมู่ดาวจักราศีมาทำการจำแนกเสียงตามลำดับประเภทและค่าโชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์ตามที่ผู้วิจัยกำหนด ดำเนินการสร้างทำนองของเสียงดนตรีด้วยโปรแกรม FL Studio 20 พร้อมปรับช่วงเวลาจากชั่วโมงเป็นวินาที พบว่าได้สมการที่ใช้ในการคำนวณเป็น $RA' = RA - [\tan(L) \cdot Dec]/15$ และเมื่อนำสมการมาสร้างทำนองของเสียงดนตรี พบว่าทำนองของเสียงเพลงที่ได้จากผู้สังเกต ณ ตำแหน่งละติจูดที่แตกต่างกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การขึ้นของดาว ดาวฤกษ์ เสียงดนตรี

ความเป็นมา

ดาวฤกษ์ จุดสว่างบนท้องฟ้าที่ซึ่งมีอาณาบริเวณอันเป็นนิรันดร์เหนือพื้นโลก คอยเปล่งประกายอวดโฉมแก่ผู้เฝ้ามองจากเบื้องล่างในยามรัตติกาลอันมืดมิด เคลื่อนที่จากฟากหนึ่งไปยังอีกฟากหนึ่งของขอบโลก ด้วยอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ถูกจำแนกออกเป็น 7 ประเภท โดยนักดาราศาสตร์ ได้แก่ O B A F G K และ M [1], [2]

เสียงดนตรี เสียงที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นโดยการนำเสียงที่มีความแตกต่างกันมาเรียงร้อยเพื่อให้ได้สัดส่วนที่กลมกลืนจนเกิดเป็นเสียงที่มีความไพเราะสำหรับผู้ฟัง ประกอบด้วยเสียงจำนวน 7 เสียง ได้แก่ โด เร มี ฟา ซอล ลา และ ที [3]

การขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์ในแต่ละครั้งก็เปรียบเสมือนการนำดาวฤกษ์มาเรียงลำดับการปรากฏตัว และความเร็วในการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์ก็จะมี ความแตกต่างกันไปตามละติจูดที่ผู้สังเกตอยู่ ดังนั้นหากเรานำค่าความสว่างและประเภทของดาวฤกษ์มาแทนด้วยเสียงดนตรีและให้ช่วงเวลาการขึ้นของดาวฤกษ์แทนช่วงเวลาของการเกิดเสียง เราก็จะได้ทำนองของเสียงดนตรีที่มีความแตกต่างกันไปตามละติจูดที่ผู้สังเกตอยู่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสมการการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์สำหรับละติจูดที่ต่างกัน
2. เพื่อสร้างทำนองของเสียงดนตรีจากการขึ้นของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งละติจูดที่ต่างกัน

วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นตกของดาวฤกษ์กับทำนองของเสียงดนตรี เพื่อนำมาสร้างทำนองของเสียงดนตรีจากการขึ้นของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งละติจูดที่ต่างกัน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

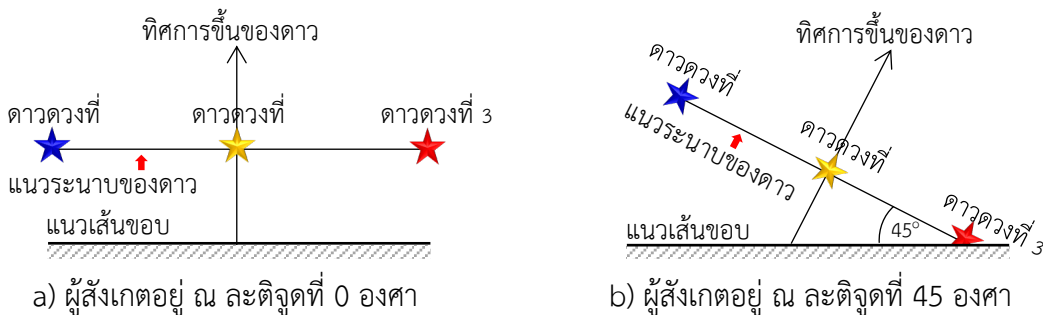
1. กำหนดขอบเขตของดาวฤกษ์ที่จะนำมาศึกษา โดยเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มดาวจักราศี
2. ทำการคัดเลือกดาวฤกษ์ตามขอบเขตที่กำหนดขึ้น โดยใช้โปรแกรม Stellarium เวอร์ชัน 0.19.0
3. ทำการหาสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณเวลาขึ้นของดาวฤกษ์ในละติจูดที่ต่างกัน
4. นำดาวฤกษ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาเข้าสมการเพื่อหาช่วงเวลาการขึ้นของดาวฤกษ์แต่ละดวงในละติจูดที่ต่างกัน จำนวน 3 ตำแหน่ง คือ 0°N 30°N 45°N 60°N และ 89°N
5. ปรับเทียบเวลาจากหน่วยชั่วโมงให้เป็นหน่วยวินาที โดยกำหนดให้ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 24 วินาที
6. นำดาวฤกษ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาทำการจำแนกตามเสียงดนตรี ดังนี้

ประเภท	B	A	F	G	K	M						
โซติมาตรปรากฏ	0-4	5-9	0-4	5-9	0-4	5-9	0-4	5-9	0-4	5-9		
เสียง	ซอล	ฟา	มี	เร	โด	ที	ลา	ซอล	ฟา	มี	เร	โด

7. นำช่วงเวลาการขึ้นของดาวฤกษ์มาสร้างทำนองของเสียงดนตรีโดยใช้โปรแกรม FL Studio 20
8. พิจารณาและคัดเลือกรูปแบบทำนองของเสียงดนตรีที่มีความไพเราะ

ผลการศึกษา

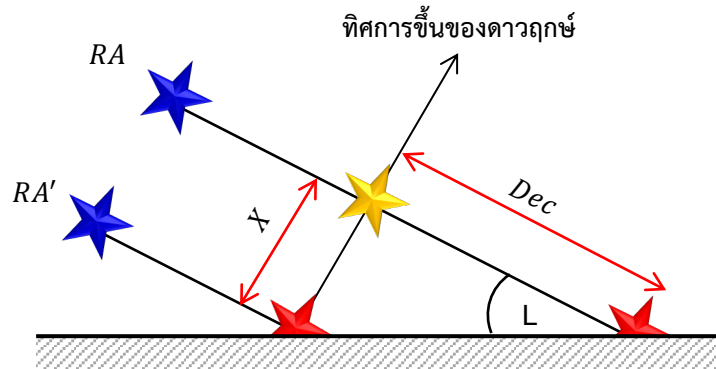
จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นของดาวฤกษ์กับทำนองของเสียงดนตรี เพื่อหาสมการการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์สำหรับละติจูดที่ต่างกัน จะได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงลักษณะการขึ้นของดาวฤกษ์ซึ่งสังเกตจากผู้สังเกต ณ ละติจูดที่ต่างกัน

จากรูปที่ 1 พบว่าแนวระนาบของดาวฤกษ์ที่ทำการสังเกตจากผู้สังเกต ณ ตำแหน่งละติจูดที่ 0 องศา จะทำมุม 0 องศา กับแนวเส้นขอบฟ้าซึ่งจะส่งผลให้ดาวฤกษ์ขึ้นจากขอบฟ้าในช่วงเวลาที่เท่า ในขณะ
 ที่แนวระนาบของดาวฤกษ์ที่ทำการสังเกตจากผู้สังเกต ณ ตำแหน่งละติจูดที่ 45 องศา จะทำมุม 45 องศา
 กับแนวเส้นขอบฟ้า ส่งผลทำให้ดาวฤกษ์แต่ละดวงขึ้นจากเส้นขอบฟ้าในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

และเมื่อทำการศึกษาหาช่วงเวลาการขึ้นจากเส้นขอบฟ้าของดาวฤกษ์ที่ต่างกันเมื่อผู้สังเกตอยู่ ณ
 ตำแหน่งละติจูดที่ L ใด ๆ โดยพิจารณาจากค่า RA ที่เปลี่ยนไป จะได้ผลดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการหาความสัมพันธ์การขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์เมื่อผู้สังเกตอยู่ ณ ละติจูดที่ L ใด ๆ

จากรูปที่ 2 พบว่าช่วงเวลาการขึ้นจากเส้นขอบฟ้าของดาวฤกษ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปตาม
 สมการที่ (1)

$$RA' = RA - X \quad \dots (1)$$

- เมื่อ RA' คือ ค่าตำแหน่ง *Right Ascension* ใหม่ของดาวฤกษ์ที่ทำการสังเกต
- RA คือ ค่าตำแหน่ง *Right Ascension* เดิมของดาวฤกษ์ที่ทำการสังเกต
- X คือ ช่วงเวลาการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

ทำการคำนวณหาค่า X โดยใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของตรีโกณมิติจะได้ผลเป็นไปตาม
 สมการที่ (2)

$$X = \tan(L) \cdot Dec \quad \dots (2)$$

- เมื่อ Dec คือ ค่าตำแหน่ง *Declination* ของดาวฤกษ์ที่ทำการสังเกต
- L คือ ค่าตำแหน่ง *Latitude* ของผู้สังเกต

ทำการแปลงค่า X จากเดิมที่มีค่ามุมในหน่วย “องศา” ให้เป็นหน่วยเดียวกันกับค่า RA คือ
 ชั่วโมง (360 องศา = 24 ชั่วโมง) จะได้ผลตามสมการที่ (3)

$$X = \tan(L) \cdot Dec \cdot \frac{24}{360} \quad \dots (3)$$

เมื่อนำค่า X ที่คำนวณได้ไปแทนในสมการที่ (1) จะได้ผลดังสมการที่ (4)

$$RA' = RA - \frac{\tan(L) \cdot Dec}{15} \quad \dots (4)$$

เมื่อนำช่วงเวลากำหนดขึ้นของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งละติจูดที่ 0°N 30°N 45°N 60°N และ 89°N จาก การคำนวณโดยใช้สมการที่ (4) มาสร้างทำนองของเสียงดนตรีโดยใช้โปรแกรม FL Studio 20 จะได้ผลดังนี้

ละติจูดที่ 0°N <https://soundcloud.com/supachai-channgam/0-degree-observer-latitude>
 ละติจูดที่ 30°N <https://soundcloud.com/supachai-channgam/30-degree-observer-latitude>
 ละติจูดที่ 45°N <https://soundcloud.com/supachai-channgam/45-degree-observer-latitude>
 ละติจูดที่ 60°N <https://soundcloud.com/supachai-channgam/60-degree-observer-latitude>
 ละติจูดที่ 89°N <https://soundcloud.com/supachai-channgam/89-degree-observer-latitude>

สรุปผล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นตกของดาวฤกษ์กับทำนองของเสียงดนตรี เพื่อหา สมการการขึ้นจากขอบฟ้าของดาวฤกษ์สำหรับละติจูดที่ต่างกันและนำมาสร้างทำนองของเสียงดนตรีที่ ต่างกัน พบว่าได้สมการที่ใช้ในการคำนวณเป็น $RA' = RA - [\tan(L) \cdot Dec]/15$ และเมื่อนำสมการมาสร้าง ทำนองของเสียงดนตรี พบว่าทำนองของเสียงเพลงที่ได้จากผู้สังเกต ณ ตำแหน่งละติจูดที่แตกต่างกันจะมี ลักษณะที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการดาราศาสตร์เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นตกของดาวฤกษ์กับ ทำนองของเสียงดนตรีในครั้งนี้ สำเร็จลงได้ด้วยการช่วยเหลือและให้คำปรึกษาจากคุณครูศุภชัย จันทร์งาม ครูที่ปรึกษาโครงการ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการไกร เฉลิมพงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสว่างค้อมวิทยานุสรณ์ ที่คอย ให้การสนับสนุนทรัพยากรในการทำโครงการในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบพระคุณพี่เลี้ยงและเจ้าหน้าที่ของ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่คอยให้คำแนะนำเป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจตลอดการทำโครงการครั้งนี้ และที่ขาดไม่ได้ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสในการทำโครงการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] มติพล ตั้งมติธรรม. (2556). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : สำนักบริการวิชาการ และสื่อสารทางดาราศาสตร์, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- [2] วิกีพีเดีย. (2561). **ดาวฤกษ์**. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จากวิกิพีเดีย <http://th.wikipedia.org/wiki/ดาวฤกษ์>
- [3] วิกีพีเดีย. (2562). **โน้ตดนตรี**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2562, จากวิกิพีเดีย <https://th.wikipedia.org/wiki/โน้ตดนตรี>

การศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์ของดาวฤกษ์ชนิด Hypergiant ผ่านเส้นสเปกตรัม

นางสาวธิราภรณ์ อุพันทา

E-mail: thirakorn.kws@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทร์งาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์ของดาวฤกษ์ชนิด Hypergiant ผ่านเส้นสเปกตรัม โดยใช้วิธีการถ่ายภาพสเปกตรัมด้วยกล้องโทรทรรศน์ โมเดล PlaneWave CDK700K ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา นำข้อมูลที่ได้มาทำการโปรเซสสภาพด้วยซอฟต์แวร์ ISIS เวอร์ชัน 5.9.7 และทำการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบและอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมของดาวฤกษ์แต่ละดวงด้วยซอฟต์แวร์ Visual Spec พบว่าดาวฤกษ์ประเภท O, B, F, G, K และ M มีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ H Na Fe และ He และธาตุองค์ประกอบ Mg สามารถพบได้เฉพาะบนผิวดาวฤกษ์ประเภท A, F, K และ M ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของออโรรา วาย และคณะที่ได้ทำการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละประเภท พบว่ามีธาตุ Mg เป็นองค์ประกอบเฉพาะดาวฤกษ์ประเภท A, F, G, K และ M เท่านั้น และอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท O, B, A และ F มีค่ามากกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท A จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.97 ในขณะที่อัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท K และ M จะมีค่าน้อยกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท K จะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.83

คำสำคัญ: สเปกตรัม ดาวฤกษ์ ไฮเปอร์ไจแอนท์

ความเป็นมา

ดาวฤกษ์หรือลูกบอลพลาสมาขนาดใหญ่ เกิดจากการรวมตัวกันของฝุ่นผงและก๊าซร้อนในอวกาศที่รู้จักในชื่อ เนบิวลา (Nebula) ภายใต้แรงดึงดูดระหว่างสสารที่เป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภาพ (The Law of Universal) พลังงานทั้งหมดของดาวฤกษ์มาจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชัน (Thermonuclear Fusion) ที่เกิดขึ้นบริเวณแกนกลาง (Core) ของดาวและปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบของพลังงานความร้อนและพลังงานแสงจนทำให้ดาวฤกษ์ส่องสว่างขึ้นมาได้ [1]

ดาวฤกษ์จะถูกจำแนกตามสเปกตรัมของแสงที่ถูกปล่อยออกมา ซึ่งแบ่งดาวฤกษ์ออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ O, B, A, F, G, K และ M [2] โดยที่ดาวฤกษ์ประเภท O จะเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลมากที่สุดและมีอุณหภูมิสูงที่สุด สูงเกินกว่า 30,000 องศาเซลเซียส ขณะที่ดาวฤกษ์ประเภท M จะเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อยที่สุดและมีอุณหภูมिन้อยที่สุด ต่ำกว่า 3,000 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ดาวฤกษ์แต่ละประเภทจะมีระดับความส่องสว่าง (Luminosity Class) ที่ถูกแบ่งย่อยลงไปอีก 8 ระดับ ได้แก่ Hypergiant, Supergiant, Bright giant, Giant, Subgiant, Main sequence, Subdwarf และ White dwarf [3]

การศึกษาปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ของดาวฤกษ์เป็นการศึกษาหนึ่งที่จะทำให้เราเข้าใจกระบวนการที่นิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจนหลอมรวมกันกลายเป็นธาตุฮีเลียม [4] อีกทั้งเข้าใจการมีอยู่ของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่บนดาวฤกษ์ ซึ่งดาวฤกษ์ที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับเดียวกันควรมีธาตุองค์ประกอบบนพื้นผิวดาวและอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่คล้ายกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐาน ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาดาวฤกษ์องค์ประกอบของดาวฤกษ์ทุกประเภทที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับ Hypergiant ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง และใช้วิธีการถ่ายภาพสเปกตรัมเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ทางดาราศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาดาวฤกษ์องค์ประกอบของดาวฤกษ์ที่อยู่ในระดับ Hypergiant ผ่านเส้นสเปกตรัม
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมบนดาวฤกษ์ที่อยู่ในระดับ Hypergiant
3. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบธาตุองค์ประกอบของดาวฤกษ์ที่อยู่ในระดับ Hypergiant

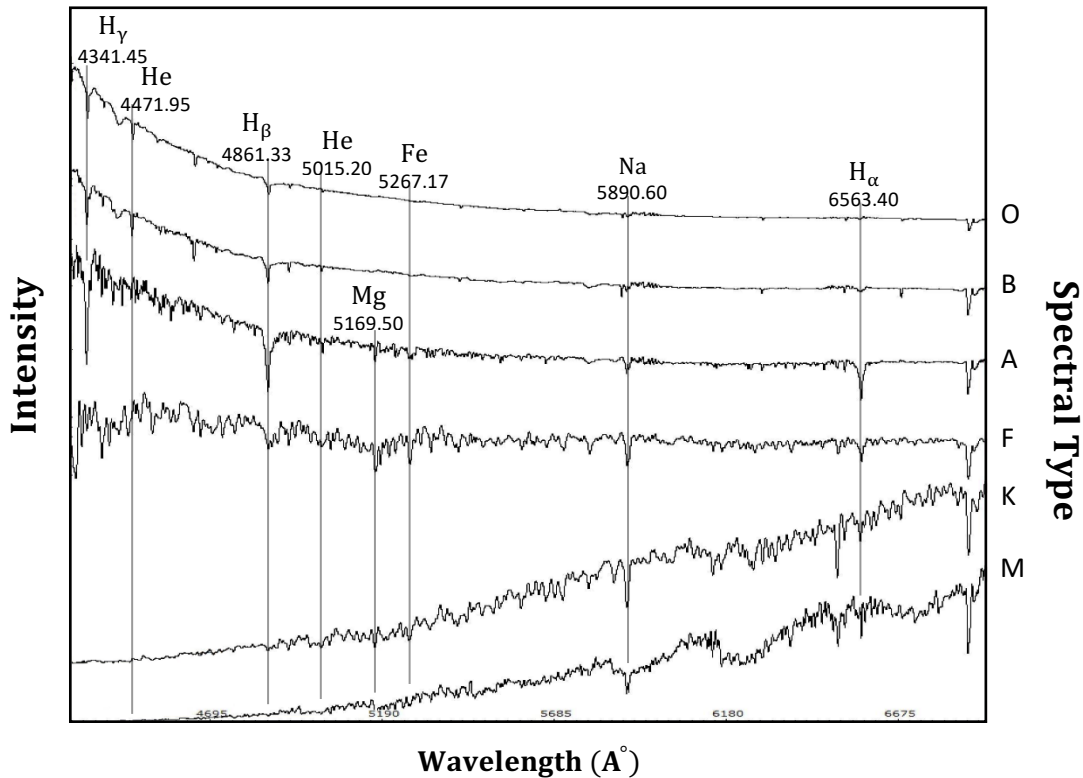
วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะทำการศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภทต่าง ๆ ที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับ Hypergiant เพื่อวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. เลือกดาวฤกษ์ที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับ Hypergiant จาก Type ต่าง ๆ
2. ถ่ายภาพสเปกตรัมของดาวฤกษ์ชนิด Hypergiant ที่ได้จากการเลือก ด้วยกล้องโทรทรรศน์โมเดล Plane Wave CDK700K ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา
3. ถ่ายภาพสเปกตรัมของ Tungsten เพื่อใช้สำหรับเป็น Reference Image
4. นำภาพถ่ายสเปกตรัมที่ได้มาทำการโพสเซสภาพและปรับลดสัญญาณรบกวนด้วยโปรแกรม ISIS
5. นำภาพถ่ายที่ผ่านการโพสเซสมาวิเคราะห์เพื่อหาธาตุองค์ประกอบและหาอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมของดาวฤกษ์แต่ละดวงด้วยโปรแกรม Visual Spec
6. เปรียบเทียบธาตุองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์สเปกตรัมของดาวฤกษ์ดวงด้วยซอฟต์แวร์ Visual Spec

ผลการศึกษา

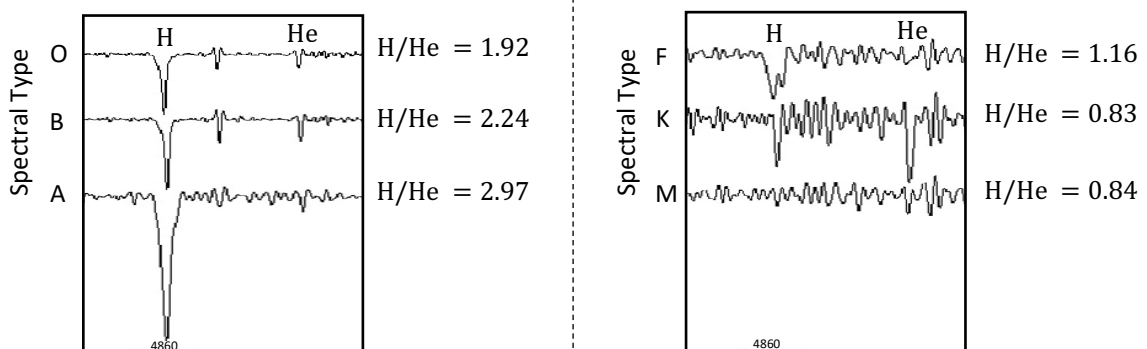
จากการศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละประเภทที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับ Hypergiant เมื่อนำเส้นสเปกตรัมที่ได้จากดาวฤกษ์มาวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบโดยใช้โปรแกรม Visual spec จะได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณกับค่าความยาวคลื่น

จากรูปที่ 1 พบว่าตำแหน่งของความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสัญญาณมีทั้งสิ้น จำนวน 8 ตำแหน่ง ได้แก่ H_{α} (6563.40 \AA) Na (5890.60 \AA) Fe (5267.17 \AA) Mg (5169.50 \AA) He (5015.20 \AA) H_{β} (4861.33 \AA) He (4471.95 \AA) และ H_{γ} (4341.45 \AA) โดยที่ตำแหน่งของความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสัญญาณ จำนวน 6 ตำแหน่ง คือ H_{α} (6563.40 \AA) Na (5890.60 \AA) Fe (5267.17 \AA) He (5015.20 \AA) H_{β} (4861.33 \AA) และ He (4471.95 \AA) สามารถพบได้ในเส้นสเปกตรัมที่มาจากดาวฤกษ์ทุกประเภท ในขณะที่ตำแหน่ง H_{γ} (4341.45 \AA) พบได้เฉพาะในเส้นสเปกตรัมที่มาจากดาวฤกษ์ประเภท O, B และ F และตำแหน่ง Mg (5169.50 \AA) พบได้เฉพาะในเส้นสเปกตรัมที่มาจากดาวฤกษ์ประเภท A, F, K และ M

และเมื่อนำเส้นสเปกตรัมที่ได้จากดาวฤกษ์มาวิเคราะห์หาอัตราส่วนระหว่างธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่พบบนดาวฤกษ์ จะได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการดูดกลืนและอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียม

จากรูปที่ 2 พบว่าอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท O, B, A และ F มีค่ามากกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท A จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.97 ในขณะที่อัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท K และ M จะมีค่าน้อยกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท K จะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.83

สรุปผล

จากการศึกษาสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละประเภทที่มีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับ Hypergiant เพื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบและอัตราส่วนระหว่างธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมบนดาวฤกษ์ พบว่าดาวฤกษ์ประเภท O, B, F, G, K และ M มีธาตุองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ H Na Fe และ He และธาตุองค์ประกอบ Mg สามารถพบได้เฉพาะบนผิวดาวฤกษ์ประเภท A, F, K และ M ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของออโรรา วาย และคณะที่ได้ทำการศึกษาเส้นสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละประเภท พบว่ามีธาตุ Mg เป็นองค์ประกอบเฉพาะดาวฤกษ์ประเภท A, F, G, K และ M เท่านั้น และอัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท O, B, A และ F มีค่ามากกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท A จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.97 ในขณะที่อัตราส่วนของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุฮีเลียมที่ได้จากดาวฤกษ์ประเภท K และ M จะมีค่าน้อยกว่า 1 โดยดาวฤกษ์ประเภท K จะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.83 นอกจากนี้ค่าความยาวคลื่นที่ได้จากการวิเคราะห์ยังมีความคลาดเคลื่อนจากค่าตามทฤษฎี ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ที่เป็นดาวคู่โคจรรอบกันส่งผลให้เส้นสเปกตรัมที่ได้มีการเลื่อนไปจากตำแหน่งเดิม

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากครูศุภชัย จันทร์งาม ครูที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการไกร เฉลิมพงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์ และคุณสมานชาญ จันทร์เอี่ยม พี่เลี้ยงโครงการที่ช่วยในการถ่ายภาพสเปกตรัมพร้อมจัดหาซอฟต์แวร์ทางดาราศาสตร์สำหรับใช้ทำโครงการ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสในการทำโครงการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] คัดคนัฐ. (2561). ดาวฤกษ์. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จาก <https://ngthai.com/science/23547/stars/>
- [2] วิกีพีเดีย. (2561). Stellar classification. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จากวิกิพีเดีย https://simple.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification
- [3] LESA. (2560). กำเนิดดาวฤกษ์. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จาก <http://www.lesa.biz/astronomy/star/starbirth>
- [4] LESA. (2561). นิวเคลียร์ฟิวชัน. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จาก <http://www.lesa.biz/astronomy/star/nuclear-fusion>

การศึกษาความสัมพันธ์ของมุมเอียงในระบบดาวคู่อุปราคา

นางสาวธนวรรณ วันริโก

E-mail: punch19524@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายศุภชัย จันทร์งาม

โรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดของมุมเอียงของดาวคู่อุปราคาส่วนใหญ่ และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ดาวคู่อุปราคาประเภทอัลกอล (Algol) ดาวคู่อุปราคาประเภทเบต้า ไลรี (Beta Lyrae) และดาวคู่อุปราคาประเภทดับเบิลยู ยูมา เมเจอร์ (W Uma) โดยทำการสุ่มเลือกดาวคู่อุปราคาจากฐานข้อมูล <http://astro.unl.edu> ทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างดาวคู่อุปราคาที่สุ่มเลือกมากับขนาดของมุมเอียง และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกัน โดยการจำลองปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา ได้แก่ อัตราส่วนของดาวฤกษ์และคาบการโคจร โดยใช้โปรแกรม Binaries Star Simulation ผลการศึกษาพบว่าขนาดของมุมเอียงของดาวคู่อุปราคาที่ทำการสุ่มเลือกมาจะมีค่าไม่เกิน 20 องศา โดยมีขนาดของมุมเอียงที่มากที่สุดที่ส่งผลต่อการบังกันของดาวคู่อุปราคา คือ 15.3 องศา และปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา ประกอบด้วย อัตราส่วนของดาวฤกษ์และคาบการโคจร โดยค่าของขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนของดาวคู่อุปราคา แต่จะแปรผกผันกับคาบการโคจร

คำสำคัญ: ดาวคู่ ระบบดาวคู่ ดาวคู่อุปราคา

ความเป็นมา

ระบบดาวคู่ (Binary star) เป็นระบบดาวที่ประกอบด้วยสมาชิกตั้งแต่ 2 ดวงขึ้นไป โคจรรอบกันและอยู่ในสนามโน้มถ่วงซึ่งกันและกัน ในดาวฤกษ์ทั้งหมด พบว่ามีจำนวนของระบบดาวคู่มากกว่าครึ่ง โดยระบบดาวคู่จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ระบบดาวคู่แบบมองเห็นแยกกัน (Visual Binaries) และระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด (Close Binary Systems) [1]

ระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) ประเภท Algol หรือเรียกว่าชั้น EA เป็นระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดที่มีจำนวนมากที่สุด ประกอบด้วยสมาชิกสองดวงที่อยู่ห่างกันพอสมควร เป็นดาวคู่แบบแยกกัน (Detached Binaries) มีคาบการโคจรประมาณ 38 วัน 2) ประเภท Beta Lyrae หรือเรียกว่าชั้น EB ระบบดาวคู่ประเภทนี้มีสมาชิกเป็นดาวยักษ์ (Giants) และดาวยักษ์ใหญ่ (Supergiants) ที่มีความ

หนาแน่นต่ำ และมีขนาดไม่เท่ากัน สมาชิกจะอยู่ใกล้กันมากจึงทำให้มีแรงดึงดูดระหว่างกันมากจนทำให้ดาวมีรูปร่างรี (Oval Shape) มีคาบการโคจรประมาณ 12.9 วัน และ 3) ประเภท W Uma หรือเรียกว่าชั้น EW เป็นดาวคู่แบบใกล้ชิดที่มีสมาชิกทั้งสองดวงเป็นดาวแคระ (Dwarfs) มีขนาดและความสว่างใกล้เคียงกันมาก สมาชิกทั้งสองดวงอยู่ใกล้กันมากจนบางครั้งเป็นดาวคู่แบบติดกัน (Contact Binaries) รูปร่างของดาวทั้งสองจึงบิดเบี้ยวมาก มีคาบการโคจรประมาณ 1 วัน [2]

การบังกันของวัตถุสองชนิดที่อยู่ใกล้กันจะเกิดขึ้นได้หากมุมเอียงมีค่าน้อย ดังนั้นดาวคู่อุปราคาที่ประกอบด้วยดาวฤกษ์สองดวงที่โคจรรอบกันที่ส่วนใหญ่ที่สังเกตได้ในจักรวาล จึงควรมีมุมเอียงที่น้อยด้วยเช่นกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐาน ผู้จัดทำจึงได้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์ <http://astro.unl.edu> [3] มาทำการหาค่ามุมเอียงของดาวคู่อุปราคาส่วนมากที่สามารถบันทึกข้อมูลได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่ามุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันโดยใช้โปรแกรม Binaries Star Simulation

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่ามุมเอียงของดาวคู่อุปราคาส่วนใหญ่
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาโดยใช้โปรแกรม Binaries Star Simulation

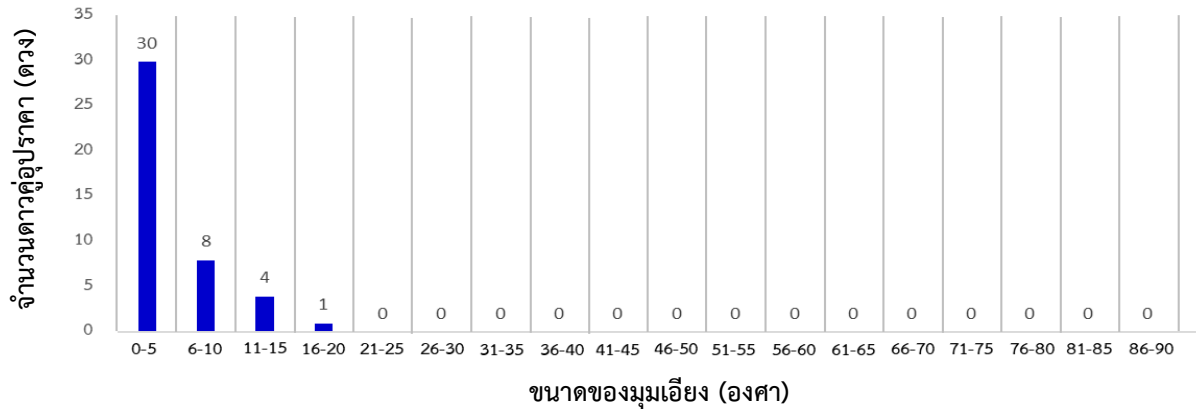
วิธีการศึกษา

โครงการนี้จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดของมุมเอียงในระบบดาวคู่อุปราคา โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1. ทำการสุ่มเลือกดาวคู่อุปราคาทั้ง 3 ประเภท จากฐานข้อมูล <http://astro.unl.edu> ได้แก่ ดาวคู่อุปราคาประเภทอัลกอล ดาวคู่อุปราคาประเภทเบต้า ไลรี และดาวคู่อุปราคาประเภทดับเบิลยู ยูซา เมเจอร์
2. ทำการบันทึกค่ามุมเอียงของดาวคู่อุปราคาที่สุ่มเลือกมา
3. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างดาวคู่อุปราคาที่สุ่มเลือกมากับขนาดของมุมเอียง
4. ทำการจำลองปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของมุมเอียงที่มากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา ได้แก่ อัตราส่วนของดาวฤกษ์และคาบการโคจร โดยใช้โปรแกรม Binaries Star Simulation
5. ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงที่มากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา
6. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงที่มากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา

ผลการศึกษา

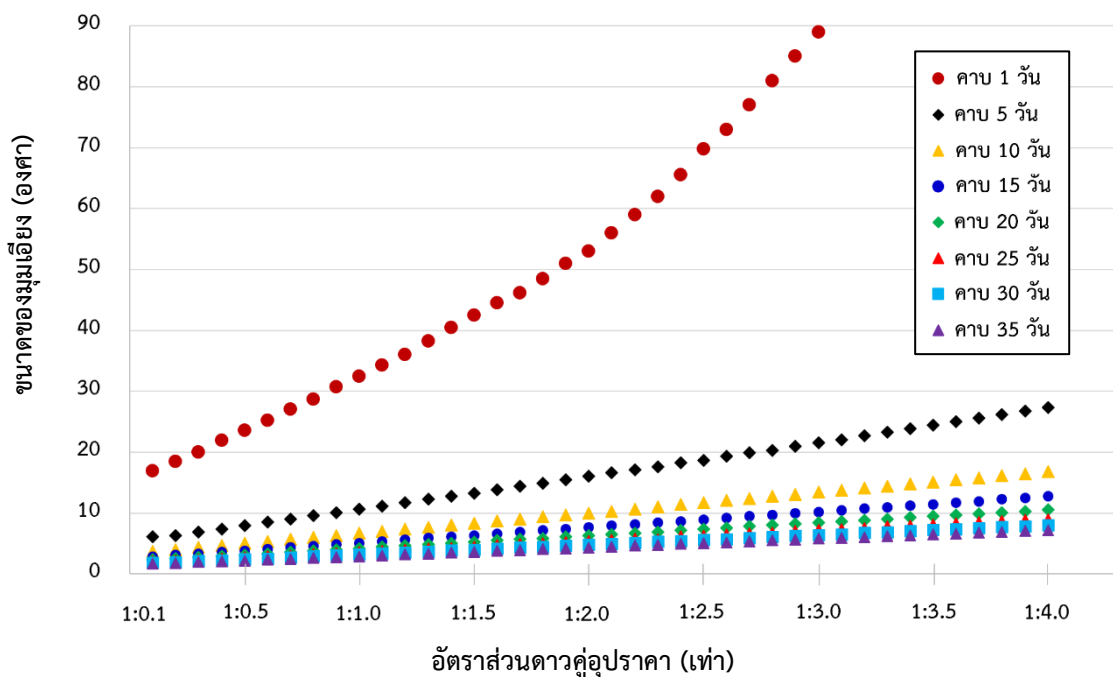
จากการบันทึกค่ามุมเอียงของดาวดาวคู่อุปราคาที่สุ่มเลือกมา สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนดาวคู่อุปราคากับขนาดของมุมเอียง จะได้ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลำดับดาวคู่อุปราคากับขนาดของมุมเอียง

จากรูปที่ 1 พบว่าขนาดของมุมเอียงของดาวคู่อุปราคาที่ทำการสุ่มเลือกมาจะมีค่าไม่เกิน 20 องศา โดยขนาดของมุมเอียงที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดที่ส่งผลต่อการบังกันของดาวคู่อุปราคา คือ 15.3 องศา และ 0 องศา ตามลำดับ

และเมื่อนำปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา ได้แก่ อัตราส่วนของดาวฤกษ์และคาบการโคจรของดาวฤกษ์ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมเอียงกับอัตราส่วนของดาวคู่อุปราคา จะได้ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมเอียงกับอัตราส่วนของดาวคู่อุปราคา

จากรูปที่ 2 พบว่าขนาดของมุมเอียงที่มากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของดาวคู่อุปราคามีค่าเพิ่มขึ้นและคาบการโคจรของดาวฤกษ์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยดาวคู่อุปราคาที่มีคาบการโคจรเท่ากับ 1 วัน จะมีขนาดของมุมเอียงที่ทำให้เกิดการบังกันมากที่สุด คือ 87.89 องศา ที่อัตราส่วน 1:3.0 ในขณะที่ดาวคู่อุปราคาที่มีคาบการโคจรเท่ากับ 35 วัน จะมีค่าขนาดของมุมเอียงที่ทำให้เกิดการบังกันที่น้อยที่สุด คือ 1.68 องศา ที่อัตราส่วน 1:0.1 ตามลำดับ

สรุปผล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของมุมเอียงในระบบดาวคู่อุปราคา เพื่อศึกษาค่ามุมเอียงของดาวคู่อุปราคาส่วนใหญ่ และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาทั้ง 3 ประเภท พบว่าดาวคู่อุปราคาส่วนใหญ่ที่ทำการสุ่มเลือกมาศึกษามีขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันไม่เกิน 20 องศา โดยขนาดของมุมเอียงที่มีค่ามากที่สุดที่ส่งผลต่อการบังกันของดาวคู่อุปราคา คือ 15.3 องศา และปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคา ประกอบด้วย อัตราส่วนของดาวฤกษ์และคาบการโคจร โดยค่าของขนาดของมุมเอียงมากที่สุดที่ทำให้เกิดการบังกันของดาวคู่อุปราคาจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนของดาวคู่อุปราคา แต่จะแปรผกผันกับคาบการโคจร

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการดาราศาสตร์เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของมุมเอียงในระบบดาวคู่อุปราคาในครั้งนี้ สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากครูศุภชัย จันทร์งาม ครูที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการไกร เฉลิมพงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสว่างคัมภีร์วิทยานุสรณ์ ตลอดจนพี่เลี้ยงที่คอยให้ความช่วยเหลือในการจัดหาซอฟต์แวร์ทางดาราศาสตร์สำหรับใช้ทำโครงการ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการครั้งนี้ และที่ขาดไม่ได้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสและสนับสนุนทรัพยากรในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). **ดาราศาสตร์พิลึกส์**. เชียงใหม่: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] วิกีพีเดีย. (2561). **ระบบดาวคู่**. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2562, จากวิกิพีเดีย <http://th.wikipedia.org/wiki/ระบบดาวคู่>
- [3] The University of Nebraska-Lincoln astronomy education group. (2019). **Astronomy Simulations and Animations. (Online)**. Retrieved from <https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์

นางสาวขวัญปีย์ อ่อนน้อม

E-mail : kwunpeeoonnorm@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนันทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2563 – วันที่ 6 พฤษภาคม 2563 จากกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง และใช้กล้อง CCD ในการบันทึกภาพถ่าย ทำการวัดแสงโดยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) จากนั้นนำผลการวัดแสงที่ได้ในแต่ละวันมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ ได้แก่ ระยะห่างจากโลก (Distance) ส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination) และขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ (Apparent diameter) โดยใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรม Stellarium ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวศุกร์ มีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างโลกกับดาวศุกร์ โดยดาวศุกร์จะมีความสว่างมากที่สุด เมื่อดาวศุกร์โคจรเข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้โลก ทำให้ดาวศุกร์มีขนาดเชิงมุมปรากฏมากขึ้น

คำสำคัญ ฟลักซ์ (Flux), ระยะห่างจากโลก (Distance), ส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination), มุมห่างจากดวงอาทิตย์ (Elongation), ขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ (Apparent diameter)

ความเป็นมา

ในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้ามีดาวมากมายปรากฏให้เห็น แต่ละดวงมีลักษณะและประเภทที่แตกต่างกัน โดยดาวศุกร์เป็นหนึ่งในวัตถุท้องฟ้าที่มนุษย์ให้ความสนใจในการศึกษา เนื่องจากเป็นวัตถุที่มีความสว่างมากที่สุด รองมาจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ โดยดาวศุกร์จัดเป็นดาวเคราะห์วงใน (Inferior Planet) ทำมุมห่างจากดวงอาทิตย์ (Elongation) ได้สูงสุดไม่เกิน 47 องศา เมื่อดาวศุกร์สว่างเต็มดวงจะเป็นช่วงที่ดาวศุกร์เคลื่อนที่ไปด้านหลังดวงอาทิตย์เสมอทำให้ดาวศุกร์อยู่ในตำแหน่งมุมรวมไกล (Superior Conjunction) และมุมปรากฏบนท้องฟ้าก็อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากเกินไปจนไม่สามารถมองเห็นดาวศุกร์ได้ เมื่อดาวศุกร์โคจรออกจากด้านหลังดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์จะเริ่มมีลักษณะแหวกไปที่เล็กน้อย จึงทำให้ผู้สังเกตมองเห็นดาวศุกร์ มีลักษณะเป็นเสี้ยวคล้ายดวงจันทร์ เมื่อสังเกตผ่านกล้องโทรทรรศน์ และหากเริ่มสังเกตดาวศุกร์ในแต่ละวันจะพบว่า ดาวศุกร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างในทุก ๆ วัน ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงมีความสนใจทำโครงการเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ ซึ่งได้แก่ ระยะห่างจากโลก (Distance) และส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ ได้แก่ ระยะห่างจากโลก (Distance) และส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination)

วิธีการศึกษา

1. การเก็บข้อมูล

1.1 กำหนดสถานที่และช่วงที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยเลือกเก็บข้อมูลหลังดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าหนึ่งชั่วโมง สถานที่เก็บข้อมูลคือ ศูนย์อุตุฯ นิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2563 – วันที่ 6 พฤษภาคม 2563

1.2 สังเกตการณ์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Meade LX85 SERIES 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 120 มิลลิเมตร ความยาวโฟกัส 700 มิลลิเมตร และบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้อง CCD รุ่น ASI224MC ควบคุมการถ่ายผ่านโปรแกรม MaxIm DL 5 โดยบันทึกภาพ 4 Frame type ได้แก่ Light Frame Dark Frame Bias Frame และ Flat Frame สำหรับภาพ Light และ Dark มีค่า Exposure time เท่ากับ 0.0004 วินาทีในแต่ละภาพ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ภาพถ่ายโดยทำการวัดแสงด้วยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) ในโปรแกรม Iris จากนั้นพิจารณาค่าพลักซ์ที่มีค่าใกล้เคียงกันของในแต่ละวันพร้อมกับพิจารณาแนวโน้มของค่าพลักซ์จากวันก่อนหน้าประกอบ และนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.2 รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ ได้แก่ ระยะห่างจากโลก (Distance) และส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination) โดยใช้ฐานข้อมูลในแต่ละวันจากโปรแกรม Stellarium

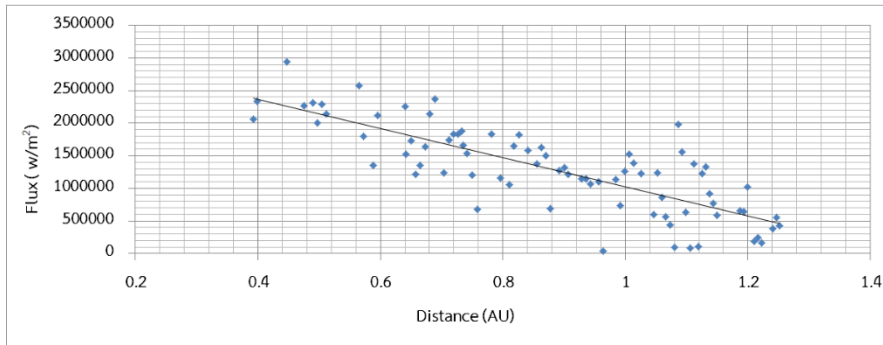
2.3 นำค่าพลักซ์เฉลี่ยของดาวศุกร์ในแต่ละวันมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับปัจจัยที่ศึกษาในโปรแกรม Microsoft Excel และพิจารณาแนวโน้มค่าความสว่างของดาวศุกร์ กับปัจจัยที่ศึกษา

ผลการศึกษา

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2563 ถึงวันที่ 6 พฤษภาคม 2563 ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ระยะห่างของดาวศุกร์และโลก (Distance)

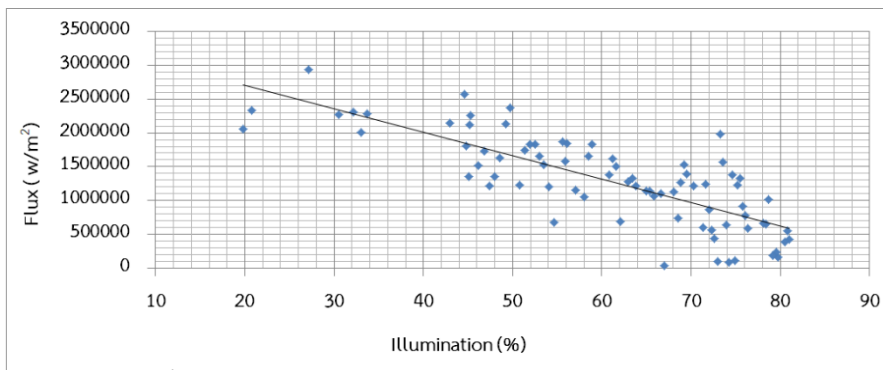
จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของดาวศุกร์และระยะห่างจากโลก พบว่าความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อดาวศุกร์มีระยะห่างจากโลกน้อยลง แสดงในกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 กราฟแสดงแนวโน้มระหว่างค่า Flux และ Distance

2. ส่วนสว่างของดาวศุกร์ (Illumination)

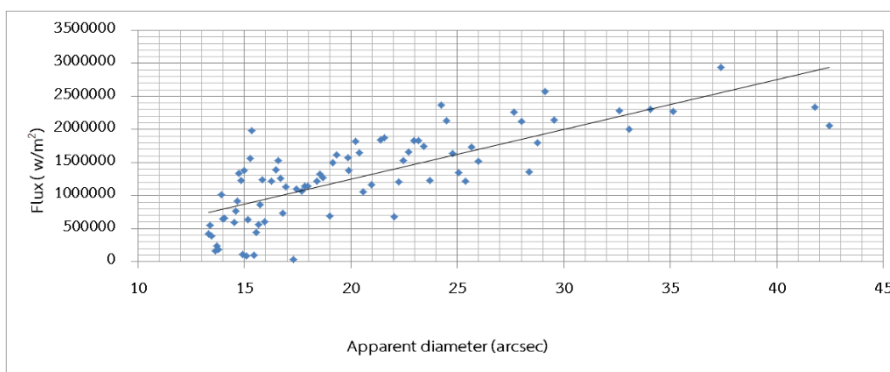
จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของดาวศุกร์และส่วนสว่างของดาวศุกร์ พบว่าความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อดาวศุกร์มีส่วนสว่างลดลง แสดงในกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 กราฟแสดงแนวโน้มระหว่างค่า Flux และ Illumination

3. ขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ (Apparent diameter)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของดาวศุกร์ และขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ พบว่าความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อดาวศุกร์มีขนาดเชิงมุมปรากฏเพิ่มมากขึ้น แสดงในกราฟที่ 3



กราฟที่ 3 กราฟแสดงแนวโน้มระหว่างค่า Flux และ Apparent diameter

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2563 – วันที่ 6 พฤษภาคม 2563 พบว่า การเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น (1) ระยะห่างของดาวศุกร์และโลก (2) ส่วนสว่างของดาวศุกร์ โดยที่ระยะห่างจากโลกส่งผลต่อความสว่างของดาวศุกร์ เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้โลกมากขึ้นดาวศุกร์จะมีความสว่างมากขึ้น และระยะห่างจากโลกส่งผลต่อขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ โดยความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อดาวศุกร์มีขนาดเชิงมุมปรากฏเพิ่มมากขึ้น และความสว่างของดาวศุกร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อดาวศุกร์มีส่วนสว่างลดลง รวมถึงส่วนสว่างของดาวศุกร์มีความสัมพันธ์กับมุมห่างจากดวงอาทิตย์ เมื่อพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ความสว่างของดาวศุกร์ในแต่ละวัน ได้รับอิทธิพลจาก 3 ปัจจัยข้างต้น ได้แก่ ระยะห่างจากโลก ส่วนสว่างของดาวศุกร์ และขนาดเชิงมุมปรากฏของดาวศุกร์ โดยดาวศุกร์จะมีความสว่างมากที่สุด เมื่อดาวศุกร์โคจรเข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้โลก ทำให้มีขนาดเชิงมุมปรากฏเพิ่มขึ้น ประกอบกับมีส่วนสว่างที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ นายนันทพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษานายสมานชาญ จันทร์เอี่ยม เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณครอบครัวผู้ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

ระบบสุริยะ SOLAR SYSTEM. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ภควัฒน์ อินทะแสง. (2555). **ดาวศุกร์.** สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2563, จากเว็บไซต์

<https://sites.google.com/site/skimbieneng/daw-sukr>

มติพล ตั้งมติธรรม. (2559). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ.** ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน).

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). **ดาวศุกร์สว่างที่สุดในรอบปี.** สืบค้นเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2563, จากเว็บไซต์ <http://www.narit.or.th/index.php/news/1024-venus-april-2563>

การศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว

นางสาวนันทิตา อันติมานนท์

E-mail : nan.antimanon@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนัทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่ส่งผลต่อการส่องสว่างของดาว โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ในช่วงเดือนมกราคม 2563 จากกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง และใช้กล้อง CCDv ในการบันทึกภาพถ่าย แล้วทำการวัดแสงโดยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) จากนั้นนำผลการวัดแสงที่ได้ในแต่ละช่วงเวลามาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับส่วนกลับของมวลอากาศ ($1/Airmass$) และมุมเงยของดาว ผลการศึกษา พบว่า ดาวลดความสว่างปรากฏลงเมื่อมุมเงยมีค่าน้อยลง แต่เมื่อเปรียบเทียบความสว่างปรากฏของดาวกับกราฟแนวโน้มมวลอากาศ พบว่า ในช่วงมุมเงยประมาณ 80 - 48 องศา ดาวมีความสว่างน้อยเมื่อเทียบกับมวลอากาศ แต่ในช่วงมุมเงยประมาณ 47 - 0 องศา ดาวมีความสว่างมากกว่าเมื่อเทียบกับมวลอากาศซึ่งอาจมีปัจจัยด้านองค์ประกอบของบรรยากาศที่ส่งผลต่อความสว่างของดาวในท้องฟ้าฝั่งทะเล

คำสำคัญ มวลอากาศ ความสว่างของดาว

ความเป็นมา

ความสว่างของดาวที่มนุษย์มองเห็น อาจไม่ใช่ความสว่างที่แท้จริงของดาว ซึ่งการมองเห็นในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันตามปัจจัยทางธรรมชาติ ยกตัวอย่างเช่น มลภาวะทางแสงในพื้นที่ตัวเมืองที่ทำให้ท้องฟ้ามีความสว่างเพิ่มขึ้นส่งผลต่อความสามารถในการมองเห็นดาวลดลง ซึ่งแตกต่างกับพื้นที่ชนบทที่มีแสงรบกวนน้อย ในชั้นบรรยากาศประกอบไปด้วยแก๊สไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) อาร์กอน (Ar) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และยังมีแก๊สและฝุ่นละอองอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ อีกทั้งยังมีความแปรปรวนไปตามสภาพอากาศ ฤดูกาล และภูมิประเทศ โดยฝุ่นละอองเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติที่ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย และ ฝุ่นเกลือจากทะเล ซึ่งจะสะสมตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศและเป็นผลทำให้แต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในแง่ขององค์ประกอบของฝุ่นละอองในอากาศโดยค่ามวลอากาศขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หากในพื้นที่ใดมีอิทธิพลบนท้องฟ้าแปรเปลี่ยนไป จะทำให้ค่ามวลอากาศเปลี่ยนไป ส่งผลต่อทัศนวิสัยที่เปลี่ยนไป ด้วยเหตุนี้ ค่ามวลอากาศที่คำนวณได้อาจจะไม่ตรงกับสภาพแวดล้อมจริง

เนื่องด้วยผู้ศึกษา มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย โดยมีภูมิประเทศเป็นเกาะ มีที่ราบสลับกับเทือกเขาโดยเทือกเขา 1 ใน 3 วางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ ด้านฝั่งทิศตะวันตกของเกาะหันออกสู่ทะเลอันดามันต่อเนื่องไปถึงมหาสมุทรอินเดีย จึงมีความเหมาะสมแก่การใช้เป็นสถานที่ในการสังเกตท้องฟ้า ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่อาจส่งผลต่อความสว่างของดาว ที่สังเกตได้จากจังหวัดภูเก็ต

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว

วิธีการดำเนินงาน

1. การเก็บข้อมูล

1.1 เลือกสถานที่และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งทางผู้จัดทำเลือกเก็บข้อมูลในวันที่ 25 มกราคม 2563 และสถานที่เก็บข้อมูล คือ ร้านอาหารสวนนาคราช จังหวัดภูเก็ต มีพิกัดอยู่ที่ละติจูด เท่ากับ $7^{\circ}49'52.38''N$ และลองจิจูด $98^{\circ}18'36.69''E$ โดยมีความสูงเหนือรับน้ำทะเล 321 เมตร

1.2 เลือกวัตถุที่เป็นตัวแทนของกาศศึกษา คือ ดาวบีเทลจัส (Betelgeuse) เนื่องจากดาวบีเทลจัสเป็นดวงดาวที่ค่อนข้างสว่าง สามารถสังเกตได้ง่าย ประกอบกับมีการเคลื่อนที่ผ่านบริเวณกลางท้องฟ้าใกล้จุดเหนือศีรษะ (Zenith) มากที่สุด ในตำแหน่งที่ทำการสังเกต โดยสามารถสังเกตได้อย่างน้อย 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าดาวจะลับขอบฟ้า ในช่วงเวลาที่ศึกษา

1.3 สังเกตการณ์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Meade LX85 SERIES 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 120 มิลลิเมตร ความยาวโฟกัส 700 มิลลิเมตร และบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้อง CCD รุ่น ASI224MC ควบคุมการถ่ายผ่านโปรแกรม MaxIm DL 5 โดยบันทึกภาพ 4 Frame type ภาพ Light Frame ใช้ความเร็วชัตเตอร์ 0.0006 วินาที และใช้ฝาปิดแสงในขณะถ่าย โดยถ่ายอย่างต่อเนื่องจากตำแหน่ง ที่ดาวบีเทลจัสเคลื่อนที่จากตำแหน่งเหนือศีรษะจนถึงขอบฟ้า จากนั้นถ่าย Dark Frame Bias Frame และ Flat Frame ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ภาพถ่ายโดยทำการวัดแสงด้วยวิธีโฟโตเมตรี (Photometry) ในโปรแกรม Iris จากนั้น โดยเลือกข้อมูลที่ใกล้เคียงกันมาพิจารณา แล้วนำมาจัดรูปแบบบรรทัดฐาน (Normalization) โดยนำ พลักซ์ที่ได้หารพลักซ์ที่มากที่สุดของชุดข้อมูล

2.2 กำหนดมุมเงยของดาวเทียบกับเวลาที่ถ่ายดาวได้ในแต่ละภาพ โดยใช้โปรแกรม Stellarium

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

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

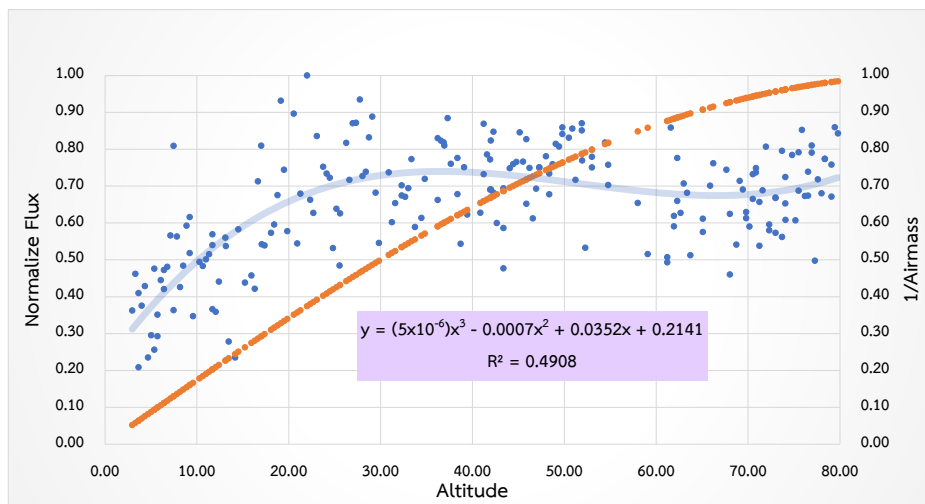
โดยที่ มุม θ คือ ค่ามุมบนระนาบตั้งที่วัดอ้างอิงกับเส้นตั้งโดยให้มุม 0 องศา อยู่เหนือศีรษะ และมุม 90 องศา อยู่ในแนวราบ หรือ Zenith angles (ZA°)

จากนั้นเมื่อได้ค่ามวลอากาศในแต่ละช่วง นำมาคำนวณส่วนกลับของมวลอากาศ แสดงในค่า $1/Airmass$

2.4 นำข้อมูลความสว่างของดาวที่จัดรูปแบบบรรทัดฐาน (Normalization) แล้วมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์กับส่วนกลับของมวลอากาศ ($1/Airmass$) และมุมเงยของดาว ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อพิจารณาแนวโน้มของกราฟ

ผลการศึกษา

การศึกษาดูอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว ในวันที่ 25 มกราคม 2563 พบว่า ความสว่างของดาวมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีมุมเงยน้อยลง แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสว่าง ของดาวกับมวลอากาศ พบว่า ในช่วงมุมเงยประมาณ 80 - 48 องศา ดาวมีความสว่างน้อยเมื่อเทียบกับมวลอากาศ แต่ในช่วงมุมเงยประมาณ 47 - 0 องศา ดาวมีความสว่างมากกว่าเมื่อเทียบกับมวลอากาศ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ดาวมีแนวโน้มที่จะลดความสว่างที่สังเกตได้ลง เมื่อมุมเงยมีค่าน้อยลง ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟลักซ์และค่ามวลอากาศเทียบกับมุมเงย ซึ่งสามารถนำมาสร้างสมการเพื่อทำนายแนวโน้มความสว่างของดาว ได้ดังสมการ

$$Y = (5 \times 10^{-6})x^3 - 0.0007x^2 + 0.0352x + 0.2141$$

โดยที่ Y คือ ความสว่างของดาว (Normalize Flux)

X คือ มุมเงยของดาว (Altitude)

โดยค่าความคลาดเคลื่อน (Error)เท่ากับ ร้อยละ 21.32

สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาอิทธิพลของท้องฟ้าฝั่งทะเลที่มีผลต่อการส่องสว่างของดาว ในวันที่ 25 มกราคม 2563 โดยเปรียบเทียบความสว่างของดาวกับมวลอากาศ พบว่า ความสว่างของดาวมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีมุมเงยน้อยลง ซึ่งเป็นไปตามสมการ $Y = (5 \times 10^{-6})x^3 - 0.0007x^2 + 0.0352x + 0.2141$ และมีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ ร้อยละ 21.32 และเมื่อพิจารณาในช่วงมุมเงย ประมาณ 80 - 48 องศา พบว่า ดาวมีความสว่างปรากฏมาก แต่มีความสว่างค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับมวลอากาศ ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่าสาเหตุมาจากความสามารถในการลอยตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กในแนวตั้งจะลดความสามารถในการมองเห็นผ่านชั้นบรรยากาศ โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวมีคุณสมบัติในการดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการผลการศึกษาก่อนหน้าของ กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค (2558) พบว่า ค่าของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และ PM 2.5 มักมีการแพร่กระจายมากกว่าปกติในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม โดยมีค่าสูงในช่วงเดือนมกราคม และอาจจะส่งผลกระทบต่ออาการมองเห็นแสงดาวลดลง และเมื่อพิจารณาความสว่างของดาวในช่วงมุมเงย ประมาณ 47 องศา พบว่า ดาวมีความสว่างลดลง แต่มีความสว่างมากกว่าเมื่อเทียบกับมวลอากาศ ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าถึงแม้ค่ามวลอากาศจะเพิ่มขึ้นเมื่อมุมเงยลดลง แต่ความสว่างปรากฏของดาวที่สังเกตได้จากท้องฟ้าฝั่งทะเลมีค่ามากกว่าอาจเป็นผลกระทบของฝุ่นละออง ขนาดเล็ก PM 10 และ PM 2.5 ลดลงเนื่องจากฝุ่นละอองจากพื้นดินที่ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง เช่น ฝุ่นดินบนถนน ฝุ่นควันรถและสิ่งเผาไหม้ ซึ่งต่างจากฝั่งทะเลที่มีฝุ่นเกลือจากทะเลเป็นองค์ประกอบหลัก จึงทำให้ท้องฟ้าฝั่งทะเลมีความปลอดภัยโปร่งมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก นายนันทพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษา นายสมานชาญ จันทรเอี่ยม เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณร้านอาหารสวนนาคราช จังหวัดภูเก็ต ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูลและขอขอบพระคุณครอบครัวผู้ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย และ กรมควบคุมโรค. (2558). **แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศ**
กรณี ฝุ่นละอองขนาดเล็ก. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด (กระทรวงสาธารณสุข)

ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม.(2563) **ฝุ่นละออง** [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก :

http://local.environnet.in.th/formal_data2.php?id=119 (30 มีนาคม 2563)

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง

นางสาวชาลดา วายุเวช

E-mail : aann43752@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนันทพงศ์ ส่งอำไพ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ฝ่ายมัธยมศึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง ในสถานีวิเคราะห์ระดับน้ำเกาะตะเกายน้อย จังหวัดภูเก็ต โดยใช้ข้อมูลตารางน้ำขึ้น - น้ำลง ในปี พ.ศ. 2562 ณ สถานีวิเคราะห์ระดับน้ำเกาะตะเกายน้อยจังหวัดภูเก็ต ซึ่งคำนวณโดยกรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำ - น้ำลง เกิดจากแรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ที่กระทำต่อมวลน้ำบนโลกในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับดิถีของดวงจันทร์และมุมห่างจากดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ โดยที่ระดับน้ำมีแนวโน้มเปลี่ยนระดับระหว่างผลต่างของระดับขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดในแต่ละวัน

คำสำคัญ แรงไทดัล มุมห่างจากดวงอาทิตย์ ดิถีดวงจันทร์

ความเป็นมา

ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ เป็นวัตถุท้องฟ้าที่มนุษย์ พยายามทำความเข้าใจเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ในเชิงวิทยาศาสตร์ มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเนื่องจากส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์โดยตรง ปรากฏการณ์ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างการโคจรของโลกและดวงจันทร์รอบ ๆ ดวงอาทิตย์ ที่มนุษย์ให้ความสนใจมาเป็นเวลานาน คือ น้ำขึ้น - น้ำลง โดยมนุษย์มีการเรียนรู้เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์นี้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น การดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การออกเรือประมง การจราจรทางน้ำ การวางแผนการท่องเที่ยวทางน้ำ เป็นต้น จังหวัดภูเก็ต เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีภูมิประเทศเป็นเกาะมีทะเลล้อมรอบ สามารถสังเกตปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง ได้เป็นประจำทุกวัน โดยเกิดขึ้นและลง 2 ครั้งต่อวัน ผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง ในสถานีวิเคราะห์ระดับน้ำเกาะตะเกายน้อย จังหวัดภูเก็ต

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น – น้ำลง ใช้ข้อมูลตารางน้ำแสดงระดับน้ำขึ้น-น้ำลง รายวัน ในปี พ.ศ.2562 จากเว็บไซต์กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในรอบวัน จากนั้นนำไปศึกษาความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ดัชนีของดวงจันทร์กับปรากฏการณ์น้ำเกิด-น้ำตาย (Illumination)

กำหนดวันที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเกิด-น้ำตาย จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในรอบวัน ในแต่ละรอบของดิถีดวงจันทร์ แล้วบันทึกค่าดัชนีของดวงจันทร์ของวันที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเกิด - น้ำตาย จากฐานข้อมูลโปรแกรม Stellarium จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในวันที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเกิด - น้ำตายกับดัชนีของดวงจันทร์ ในโปรแกรม Microsoft Excel

ตอนที่ 2 แรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กับปรากฏการณ์น้ำขึ้น – น้ำลง (Tidal forces)

กำหนดวันที่ดวงจันทร์มีดิถีใกล้เคียง 0% 50% และ 100% เพื่อนำมาประมาณวันที่ดวงจันทร์ตรงกับวันแรม 15 ค่ำ วันขึ้น 7- 8 ค่ำ วันแรม 7-8 ค่ำ และวันขึ้น 15 ค่ำ ตามลำดับ และบันทึกระยะห่างระหว่างดวงจันทร์กับโลก (Distance from moon) และระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์กับโลก (Distance from sun) ของวันดังกล่าวจากฐานข้อมูลโปรแกรม Stellarium แล้วนำมาคำนวณขนาดของแรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ โดยใช้สมการ

$$F_t = \left(\frac{2GMm}{r^2} \right) \left(\frac{R}{r} \right)$$

จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในวันที่ศึกษา กับขนาดของแรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ในโปรแกรม Microsoft Excel

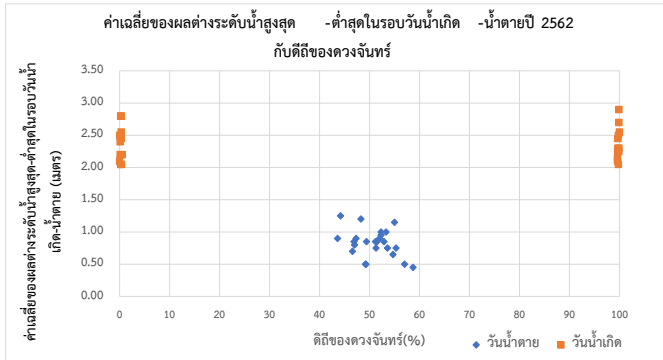
ตอนที่ 3 ค่าเฉลี่ยของผลต่างของเวลาที่ดวงจันทร์เคลื่อนผ่านเส้นเมริเดียนและน้ำขึ้นสูงสุดของแต่ละวัน ในรอบ 1 เดือน

บันทึกข้อมูลเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเส้นเมริเดียน จากฐานข้อมูลโปรแกรม Stellarium และนำมาหาผลต่างระหว่างเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเส้นเมริเดียนและเวลาที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในแต่ละวัน จากนั้นนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเส้นเมริเดียนและเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดในแต่ละวัน

ผลการศึกษา

1. ดัชนีของดวงจันทร์ของดวงจันทร์กับปรากฏการณ์น้ำเกิด-น้ำตาย

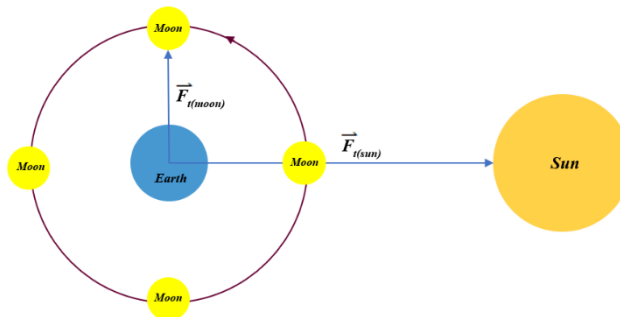
ดัชนีของดวงจันทร์ มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์น้ำเกิด-น้ำตาย โดยในวันที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเกิด ครั้งที่ 1 (~ แรม 15 ค่ำ) และ ครั้งที่ 2 (~ ขึ้น 15 ค่ำ) ในแต่ละเดือน มีค่าเฉลี่ยดัชนีของดวงจันทร์เท่ากับ 0.22% และ 99.8% ตามลำดับ และในที่เกิดปรากฏการณ์น้ำตาย ในแต่ละเดือน จำนวน 2 ครั้ง (~ ขึ้น 7-8 ค่ำ และแรม 7-8 ค่ำ) มีค่าเฉลี่ยดัชนีของดวงจันทร์เท่ากับ 50.95% แสดงดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในรอบปี

2. แรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กับปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง

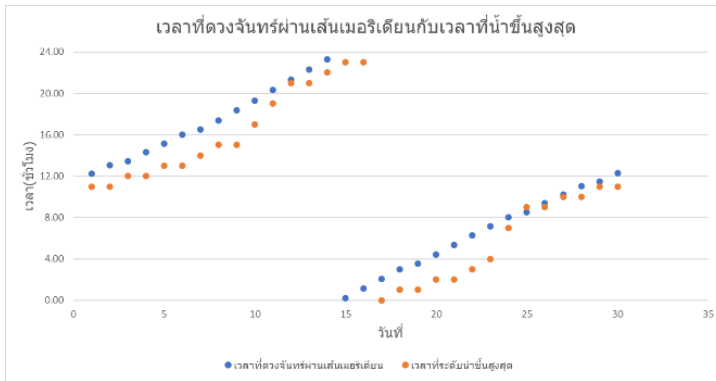
ขนาดแรงไทดัลที่เกิดจากดวงจันทร์ 1 รอบดิถีจันทร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.50×10^{24} นิวตัน และขนาดของแรงไทดัลที่เกิดจากดวงอาทิตย์ 1 ปี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.11×10^{17} นิวตัน โดยที่ปรากฏการณ์ น้ำขึ้น - น้ำลง ได้รับอิทธิพลจากแรงไทดัลทั้งจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ โดยในช่วงประมาณวันขึ้น 8 ค่ำและแรม 8 ค่ำ ดวงจันทร์จะมีมุมห่างจากดวงอาทิตย์เฉลี่ย 90.54 องศา ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ วางตัวในตำแหน่งที่ตั้งฉาก ซึ่งส่งผลให้แรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์มีทิศทางที่ตั้งฉากกันตามแนวแรงทำให้แรงของไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หักล้างกันทำให้ผลต่างของระดับน้ำขึ้น-น้ำลงมีค่าน้อย และในช่วงประมาณวันขึ้น 15 ค่ำ และแรม 15 ค่ำ ดวงจันทร์จะมีมุมห่างจากดวงอาทิตย์เฉลี่ย 174.25 และ 4.15 องศา ตามลำดับ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ วางตัวในตำแหน่งตรง ซึ่งส่งผลทำให้แรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ มีทิศทางเดียวกันหรือแรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ เสริมกันในวันแรม 15 ค่ำ และมีทิศทางตรงข้ามในวันขึ้น 15 ค่ำ ทำให้เกิดการหักล้างกันของแรง แต่ระดับน้ำของทั้งสองด้านของโลกยังคงเป็นระดับน้ำที่สูงที่สุดในรอบเดือน เนื่องจากแรงเหวี่ยงของโลกในการหมุนเข้าหาจุดศูนย์กลางทำให้ระดับน้ำทั้งสองด้านของโลกเป็นระดับน้ำสูงสุดในรอบเดือน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ทิศทางของแรงไทดัล

3. ค่าเฉลี่ยของผลต่างของเวลาที่ผ่านเส้นเมริเดียนและน้ำขึ้นสูงสุดของแต่ละวัน ในรอบ 1 เดือน

ผลต่างของเวลาที่ผ่านเส้นเมริเดียน และ น้ำขึ้นสูงสุดของแต่ละวัน ในรอบ 1 เดือน พบว่า เวลาที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดของแต่ละวัน จะไปเร็วกว่าเวลาที่ดวงจันทร์จะผ่านเส้นเมริเดียนเสมอ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 ชั่วโมง ดังกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ดวงจันทร์เคลื่อนผ่านเส้นเมริเดียนกับระดับน้ำขึ้นสูงสุดของวัน

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำ - น้ำลง เกิดจากแรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อมวลน้ำบนโลกในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคติของดวงจันทร์และมุมห่างจากดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ โดยที่ระดับน้ำ มีแนวโน้มเปลี่ยนระดับระหว่างผลต่างของระดับขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดในแต่ละวัน โดยผลต่างของระดับน้ำขึ้น - น้ำลง จะมีค่ามากที่สุดในช่วงที่ดวงอาทิตย์ โลกและดวงจันทร์มีตำแหน่งการเรียงตัวในแนวตรง ในช่วงประมาณวันแรม 15 ค่ำ และ ขึ้น 15 ค่ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคติของดวงจันทร์ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22% และ 99.8% ตามลำดับ และมุมห่างจากดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 องศา และ 174.25 องศา ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ มีการจัดเรียงตัวในแนวตั้งฉาก ในช่วงประมาณวันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ จะส่งผลต่อผลต่างของระดับน้ำขึ้น - น้ำลงจะมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับคติของดวงจันทร์ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.95% และยังคงความสัมพันธ์กับมุมห่างจากดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 90.54 องศา

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก นายนิทรพงศ์ ส่งอำไพ ครูที่ปรึกษา นายสมานชาญ จันทร์เอี่ยม เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณครอบครัวผู้ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

กษิกกา วรณศิริ และบุญส่ง เห็นงาม. (2558). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ จากระดับน้ำขึ้น - น้ำลง. การประชุมวิชาการดาราศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2 (สำหรับเยาวชน). นิพนธ์ ทรายเพชร. (2557). ความสวยงามของสมการทางคณิตศาสตร์ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ได้อย่างลงตัว. นิตยสาร สสวท. 42(187) หน้า 31-33.

กรมอุทกศาสตร์. (2563). **มาตราน้ำ 2563** . [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.hydro.navy.mi.th/index1.php> (11 มกราคม 2563)

การศึกษาประชากรของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ

นางสาวอัยรินทร์ วุฒิสายานนท์

E-mail: aiaiyarin.2547@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายทวีรักษ์ หูลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาประชากรของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสัดส่วนชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก และ (2) เพื่อการศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้น (Initial Mass Function) ของกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ โดยกำหนดทิศทางเป็นมุมมองหันเข้าและมุมมองหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือกโดยใช้โลกเป็นตำแหน่งอ้างอิง ในการวิเคราะห์ข้อมูล เลือกใช้ข้อมูล Filter v และ Filter b สร้างแผนภูมิสี-โชติมาตร (color magnitude diagram) เพื่อหาดาวในแถบลำดับหลักของกระจุกดาว และหาชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์จากดัชนีสี (color index, b-v) จากนั้นเปรียบเทียบชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดฝั่งมุมมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซี ผลการศึกษาพบว่า กระจุกดาวเปิดทั้งสองฝั่ง มีสัดส่วนของดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัม O B A F G K และ M คิดเป็นร้อยละ 0.05 0.33 24.66 34.54 19.62 19.01 และ 1.79 ตามลำดับ สำหรับฝั่งหันเข้า และคิดเป็นร้อยละ 0.27 1.63 17.68 17.88 21.27 27.99 และ 13.28 ตามลำดับ สำหรับฝั่งหันออก และจากการวิเคราะห์ฟังก์ชันมวลเริ่มต้น สามารถอธิบายได้ว่า กระจุกดาวเปิดฝั่งมุมมองหันเข้าหาใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก มีจำนวนดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่า แสดงว่ากาแล็กซีทางช้างเผือกมีความหนาแน่นในฝั่งมุมมองหันเข้ามากกว่าฝั่งมุมมองหันออก

คำสำคัญ: Initial Mass Function, กระจุกดาวเปิด, Color-Magnitude Diagram, Power Law

ความเป็นมา

จำนวนดาวฤกษ์ที่มีมวลขนาดต่าง ๆ ในกระจุกดาวเปิดมีความสัมพันธ์กับขนาดของมวล ตามความสัมพันธ์ฟังก์ชันมวลเริ่มต้น กล่าวคือ จำนวนของดาวฤกษ์ที่มีมวล m จะแปรผันตรงกับขนาดของมวล ยกกำลังค่าคงที่ (สมาคมดาราศาสตร์ไทย, 2548) นั่นคือ กระจุกดาวที่บริเวณต่าง ๆ จะมีสัดส่วนของดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน โดยชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์เป็นการแบ่งดาวฤกษ์ตามลักษณะของสเปกตรัม ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถบ่งบอกถึงอุณหภูมิของดาวได้ ผลต่างของโชติมาตรปรากฏของดาวที่บันทึกด้วยแผ่นกรองแสงและช่วงคลื่นที่ 445 nm กับช่วงคลื่น 551 nm เรียกว่า ดัชนีสี เมื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรช่วงคลื่น v กับดัชนีสี จะได้แผนภูมิสี-โชติมาตร โดยดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ กันจะมีดัชนีสีต่างกัน และมวลของดาวฤกษ์สามารถหาได้จากความสัมพันธ์มวล-กำลังส่องสว่าง (mass-luminosity relation)

ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาประชากรของดาวฤกษ์ที่มีชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ และศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยการใช้ฐานข้อมูลโชติมาตรปรากฏในช่วงคลื่น v และ b มาสร้างแผนภูมิสี-โชติมาตร เพื่อเลือกศึกษาเฉพาะดาวที่อยู่ในแถบลำดับหลัก และใช้ดัชนีสีเป็นเกณฑ์ในการระบุชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์แต่ละดวง และศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวทั้งสองฝั่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสัดส่วนของชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก
2. เพื่อศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่มุมมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การศึกษาสัดส่วนชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก

- 1.1 กำหนดทิศทางของกระจุกดาวเปิดจากมุมมองของโลก โดยแบ่งออกเป็นมุมมองหันเข้าและมุมมองหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก และเลือกกระจุกดาวเปิด ที่ใช้ในการศึกษา
- 1.2 ค้นหาข้อมูลของกระจุกดาวเปิดจากฐานข้อมูล SIMBAD จากเว็บไซต์ SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)
- 1.3 เลือกข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล ได้แก่ V_mag คือ โชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์ในช่วงคลื่น 551 nm และ B_mag คือ โชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์ในช่วงคลื่น 445 nm
- 1.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ V_mag และ B_mag สร้างกราฟ โดยให้แกน x แทนด้วยดัชนีสี $(b-v)$ และแกน y แทนค่า V_mag เพื่อสร้างแผนภูมิสี-โชติมาตรของแต่ละกระจุกดาว และเลือกเฉพาะดาวฤกษ์ที่อยู่ในแถบลำดับหลัก
- 1.5 กำหนดเกณฑ์ดัชนีสีที่ใช้ในการจัดชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ตาม Zombeck (2007)

ตอนที่ 2 การศึกษาศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่มุมมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก

- 2.1 คำนวณมวลของดาวฤกษ์แต่ละดวงจากโชติมาตรปรากฏช่วง v โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้
 - 2.1.1 คำนวณโชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวแต่ละดวง ดังสมการ $m_v - M_v = 5 \log d - 5$ เมื่อ m_v คือ โชติมาตรปรากฏช่วง v M_v คือ โชติมาตรสัมบูรณ์ช่วง v และ d คือ ระยะห่างระหว่างกระจุกดาวถึงผู้สังเกต ในหน่วย พาร์เซก (parsec) โดยใช้ข้อมูลจาก SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)

2.1.2 คำนวณกำลังส่องสว่างของดาวฤกษ์ โดยการเทียบกับข้อมูลของดวงอาทิตย์ ดังสมการ $M_{v,s} - M_v = 2.5 \log \frac{L}{L_s}$ เมื่อ $M_{v,s}$ คือ โชติมาตรสัมบูรณ์ช่วง v ของดวงอาทิตย์ และ $\frac{L}{L_s}$ คือ กำลังส่องสว่างของดาวแต่ละดวง ในหน่วยเท่าของดวงอาทิตย์

2.1.3 คำนวณมวลของดาวแต่ละดวง โดยใช้ความสัมพันธ์มวล-กำลังส่องสว่าง ดังสมการ $\frac{L}{L_s} = \left(\frac{M}{M_s}\right)^{3.5}$ เมื่อ $\frac{M}{M_s}$ คือ มวลของดาวแต่ละดวงในหน่วยเท่าของดวงอาทิตย์

2.2 แบ่งช่วงมวลออกเป็น 7 ช่วง โดยกำหนดความกว้างของแต่ละช่วงเท่า ๆ กัน

2.3 นับจำนวนของดาวและหาค่าเฉลี่ยของมวลดาวในแต่ละช่วง ที่มูมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซี จากนั้นนำมวลของดาวที่มีอยู่ในแต่ละช่วงหารด้วยจำนวนดาวในช่วงนั้น ๆ

2.4 คำนวณค่า log ของมวลดาวเฉลี่ย และ ดาวทั้งหมดในแต่ละช่วง เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ โดยแกน x แทนด้วย log ของมวลดาวเฉลี่ย และ แกน y แทน ด้วย log ของจำนวนดาวที่มีมวลอยู่ในช่วงนั้น ๆ จากนั้นหาสมการกำกับกราฟ

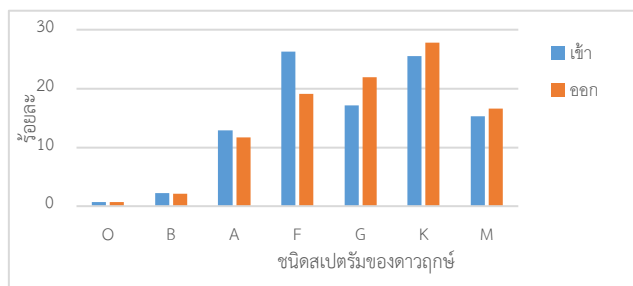
ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสัดส่วนชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่อยู่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก

ผลการศึกษาสัดส่วนชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่อยู่ฝั่งมูมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาสัดส่วนของชนิดของดาวฤกษ์โดยร้อยละ

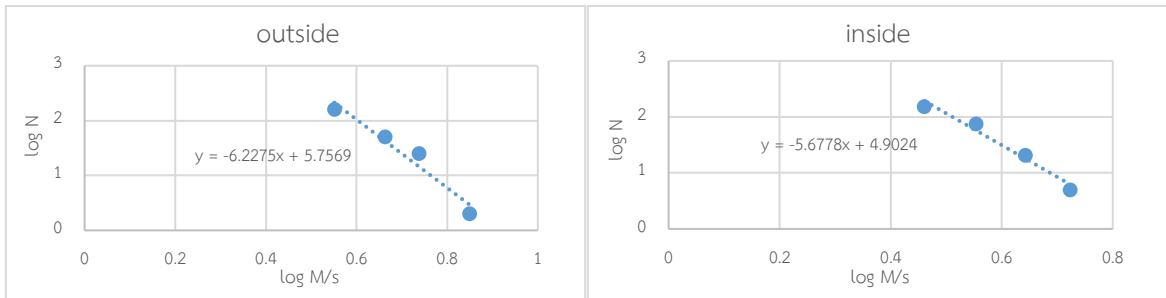
Type	O	B	A	F	G	K	M
มูมองหันเข้าหาใจกลางกาแล็กซี	0.05	0.33	24.66	34.54	19.62	19.01	1.79
มูมองหันออกจากใจกลางกาแล็กซี	0.27	1.63	17.68	17.88	21.27	27.99	13.28



รูปที่ 2 ผลการศึกษาสัดส่วนของชนิดของดาวฤกษ์ โดยร้อยละ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่มูมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก

ผลการศึกษาฟังก์ชันมวลเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่มูมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก มีผลดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นของกระจุกดาวเปิด (ซ้าย) มุมมองหันเข้าหาใจกลางกาแล็กซี และ (ขวา) มุมมองหันออกจากใจกลางกาแล็กซี

สรุปผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสัดส่วนชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิดที่บริเวณต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก

กระจุกดาวเปิดที่อยู่บริเวณมุมมองหันเข้า มีดาวชนิดสเปกตรัม A และ F คิดเป็นร้อยละ 24.66 และ 34.54 ตามลำดับ มากกว่า ในขณะที่กระจุกดาวเปิดที่อยู่บริเวณมุมมองหันออกจากใจกลางกาแล็กซี มีสัดส่วนของดาวชนิดสเปกตรัม O B G K และ M ร้อยละ 0.27 1.63 21.27 27.99 13.28

ตอนที่ 2 การศึกษาศึกษาฟังก์ชันเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่มุมมองหันเข้าและหันออกจากใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก

การศึกษาศึกษาฟังก์ชันเริ่มต้นของกระจุกดาวเปิดที่อยู่ในมุมมองฝั่งหันเข้าหาและหันออกจากใจกลางกาแล็กซี ได้สมการคือ $y = -2.1882x + 2.8887$ และ $y = -2.6448x + 3.3039$ ตามลำดับ

จากสมการข้างต้นจะได้ความสัมพันธ์ของดาวฤกษ์ที่มีมวล M ($N(M)$) กับขนาดของมวล M ดังนี้

$$N(M) = 2.888 \times M^{-2.1882} \quad \text{สำหรับกระจุกดาวเปิดที่อยู่ในมุมมองฝั่งหันเข้า และ}$$

$$N(M) = 3.3039 \times M^{-2.6448} \quad \text{สำหรับกระจุกดาวเปิดที่อยู่ในมุมมองฝั่งหันออก}$$

จากความสัมพันธ์ของสมการ กระจุกดาวเปิดที่มีมุมมองด้านที่หันเข้าหาใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก มีดาวฤกษ์ที่มีมวลมากอยู่มากกว่า แสดงว่าความหนาแน่นของดาวที่มีมวลมากในกระจุกดาวบริเวณหันเข้าหาใจกลางมีมากกว่าบริเวณฝั่งหันออกจากใจกลางกาแล็กซี

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูง สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่าง ๆ ตลอดจนได้รับกำลังใจจากบุคคลหลายท่าน

เอกสารอ้างอิง

Université de Strasbourg/CNRS. (มปป). SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg). Retrieved 15 January 2020.

From <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

Zombeck, M. V. (2007). *Handbook of space astronomy and astrophysics*. Cambridge University Press.

มตีพล ตั้งมิตรธรรม. (2559). *คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ

(องค์การมหาชน).

การศึกษาวิธีการวัดการกระพริบของดาว

นางสาวอิสริย์ โชติเรืองนภา

E-mail: Nonggij2546@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายทวีรัช ทูลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการวัดการกระพริบของดาว มีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาหาวิธีวัดการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด (2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย โดยเปรียบเทียบวิธีการหาการกระพริบของดาว 3 วิธีได้แก่ การถ่ายภาพผ่านเทคนิคการลากกล้อง การถ่ายวิดีโอ และการถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค Differential image motion monitor (DIMM) ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่ดีที่สุดคือ การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM ด้วยการวัดค่าความสว่าง มีสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน เท่ากับ 0.2035 และผลการศึกษาความสัมพันธ์การกระพริบของดาวกับมุมเงยด้วยวิธีการที่ดีที่สุดคือ การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM ด้วยการวัดค่าความสว่าง โดยศึกษาจากดาว 3 ดวง ได้แก่ Vega Fomalhaut และ Mirach พบว่า อัตราการกระพริบของดาวแปรผกผันกับมุมเงย และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการกระพริบกับมุมเงยด้วยวิธีที่ 2 โดยศึกษาจากดาว 8 ดวงที่มีมุมเงยแตกต่างกัน ในเวลาใกล้เคียงกัน พบว่าการกระพริบของดาวแปรผกผันกับมุมเงยเช่นเดียวกัน

คำสำคัญ: อัตราการกระพริบของดาว, Differential image motion monitor (DIMM)

ความเป็นมา

การกระพริบของดาวฤกษ์เกิดจากมวลอากาศมีการเปลี่ยนแปลง ความแปรปรวนในชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้เส้นแสงเกิดการหักเห และทำให้ผู้สังเกตมองเห็นดาวฤกษ์กระพริบ ซึ่งจากการสังเกตพบว่าดาวฤกษ์ดวงเดียวกันที่บริเวณขอบฟ้ามีการกระพริบของดาวแตกต่างจากดาวฤกษ์ที่บริเวณจุดเหนือศีรษะ การศึกษาการกระพริบของดาวฤกษ์ สามารถทำได้โดยวัดการเปลี่ยนแปลงความสว่างมากหรือน้อยเท่าใด โดยวิธีการวัดการกระพริบของดาว สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการถ่ายภาพ (ปิยวัฒน์, 2558) ถ้าดาวมีการกระพริบเส้นที่ได้จะมีความสว่างไม่สม่ำเสมอ ต่อมาคือ การถ่ายวิดีโอของดาวแล้วนำมาแปลงเป็นรูปภาพโดยการสุ่มแบบเจาะจง จากนั้นวัดค่าความสว่าง อีกวิธีคือ การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค Differential image motion monitor (DIMM) เป็นการบันทึกวิดีโอ โดยมีวัสดุปิดหน้ากล้องแต่มีช่องเปิด 2 ช่อง เมื่อภาพไม่อยู่ที่ตำแหน่งโฟกัส จะเห็นเสมือนเป็นดาว 2 ดวง จากนั้นนำมาแปลงเป็นรูปภาพโดยการสุ่มแบบเจาะจง แล้ววัดค่าความสว่าง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาวิธีวัดอัตราการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การศึกษาวิธีการวัดอัตราการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด

1. เลือกดาวที่ศึกษา คือ Vega ในกลุ่มดาวพิณ
2. บันทึกข้อมูลด้วยกล้องโทรทรรศน์ต่อด้วยกล้อง DSLR ด้วยวิธีการ 3 วิธีได้แก่ (1) การถ่ายภาพผ่านเทคนิคลากกล้อง (2) การถ่ายวิดีโอ และ (3) การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM โดยที่วิธีการถ่ายภาพใช้ความไวชัตเตอร์เป็นเวลา 2 วินาที โดยเลื่อนกล้องด้วยมอเตอร์ฐานยึดกล้องโทรทรรศน์ วิธีการถ่ายวิดีโอถ่ายวิดีโอเป็นเวลา 2 วินาที และวิธีการถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM ถ่ายวิดีโอเป็นเวลา 2 วินาที
3. วิเคราะห์ภาพถ่ายจากวิธีที่ 1 การวัดค่าความสว่างของดาวในโปรแกรม DS9 โดยกำหนดจุดที่จะวัดความสว่างบนเส้นดาวที่ได้ 10 จุด แต่ละจุดห่างกัน 20 millisecond
4. นำวิดีโอทั้งหมดจากวิธีที่ 2 และ 3 มาแปลงเป็นรูปภาพโดยใช้ช่วงเวลาทุก ๆ 20 millisecond จากนั้นหาค่าความสว่างของดาวด้วยโปรแกรม DS9 แล้ววิเคราะห์ภาพจากวิธีที่ 3 ด้วยการวัดระยะห่างระหว่างดาวเสมือน 2 ดวงที่เกิดขึ้นด้วยโปรแกรม Photoshop โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของแต่ละดวงแล้วค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมาหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
5. เปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดาวที่ได้จากแต่ละวิธี

ตอนที่ 2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกระพริบกับมุมเงย

1. เลือกดาวสว่างที่จะศึกษาในเวลาต่างกัน และเลือกดาวสว่างหลายดวงที่มีมุมเงยต่างกันเพื่อศึกษาในเวลาใกล้เคียงกัน
2. บันทึกข้อมูลด้วยกล้องโทรทรรศน์ต่อด้วยกล้อง DSLR ด้วยวิธีการที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 ในเวลาที่แตกต่างกัน จำนวน 10 ครั้ง โดยบันทึกมุมเงยของดาวจากโปรแกรม Stellarium
3. วิเคราะห์ภาพถ่ายหรือวิดีโอ การวัดค่าความสว่างของดาวในโปรแกรม DS9
4. หาค่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสว่างของดาวจากแต่ละครั้ง
5. สร้างกราฟระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสว่างกับมุมเงยของแต่ละครั้ง หาสมการกำกับเส้นกราฟ

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาวิธีการวัดอัตราการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด

ผลการศึกษาวิธีการหาการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด คือ การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM ด้วยการวัดค่าความสว่าง มีสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน 0.2035 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาวิธีการหาค่าการกระพริบ

วิธีการศึกษาการกระพริบของดาว	สัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน
การถ่ายภาพผ่านเทคนิคการลากกล้อง	0.1335
การถ่ายวิดีโอ	0.1462
การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM (ระยะห่าง)	0.0225
การถ่ายวิดีโอผ่านเทคนิค DIMM (ความสว่าง)	0.2035

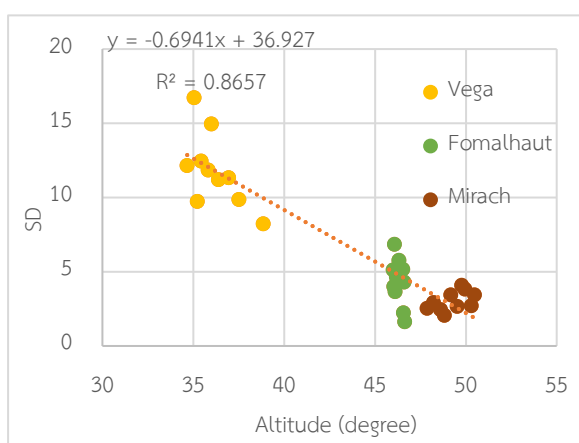
ตอนที่ 2 ผลการหาความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย

2.1 ผลการหาความสัมพันธ์ของการกระพริบกับการมุมเงยโดยใช้ดาวต่างกันและมีมุมเงยแตกต่างกัน ด้วยวิธีที่ 1

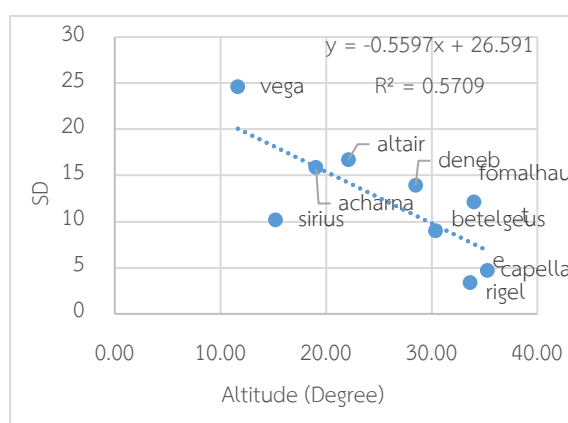
ผลการศึกษา Vega Fomalhaut และ Mirach กับมุมเงย พบว่าเมื่อมุมเงยเพิ่มขึ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการกระพริบของดาวมีแนวโน้มน้อยลง ตามสมการ $y = -0.6941x + 36.927$ เมื่อ y คือ การกระพริบของดาว และ x คือ มุมเงย ในหน่วยองศา โดยมีค่า $R^2 = 0.8657$ ดังแสดงในรูปที่ 1

2.2 ผลการหาความสัมพันธ์ของการกระพริบกับการมุมเงย โดยใช้ดาวต่างกันและมีมุมเงยแตกต่างกัน ในเวลาใกล้เคียงกัน ด้วยวิธีที่ 2

การศึกษาค่าความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย โดยใช้ดาวต่างกัน 8 ดวง ที่มีมุมเงยต่างกัน ได้แก่ Vega Acharna Altair Betelgeuse Capella Deneb Fomalhaut Rigel และ Sirius ผลการศึกษาพบว่า เมื่อมุมเงยมีค่าเพิ่มขึ้น การกระพริบของดาวหรือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีแนวโน้มลดลง ดังสมการ $y = -0.5597x + 26.591$ โดยมี $R^2 = 0.5709$ เมื่อ y คือ การกระพริบของดาว และ x คือ มุมเงยในหน่วยองศา ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกระพริบของดาวกับมุมเงยด้วยวิธีที่ 1



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกระพริบของดาวหลายดวงกับมุมเงยด้วยวิธีที่ 2

สรุปผล

การศึกษาปัจจัยการกระพริบของดาว ที่วัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาหาวิธีวัดการกระพริบของดาวที่ดีที่สุด และ (2) เพื่อหาความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาวิธีการหาการกระพริบของดาว 3 วิธี ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่แสดงค่าการกระพริบของดาวได้ดีที่สุดคือ วิธีการวัดค่าความสว่าง เนื่องจากภาพที่มองเห็นจากเทคนิค DIMM เป็นระยะห่างระหว่างดาวเสมือนทั้ง 2 ดวงที่แตกต่างกัน ในความเป็นจริงเกิดจากความสว่างของดาวสว่าง 2 ดวงไม่เท่ากันจึงทำให้มองเห็นคล้ายว่าดาวเสมือน 2 ดวงขยับ

2. การศึกษาความสัมพันธ์ของการกระพริบของดาวกับมุมเงย ผลการศึกษา Vega Fomalhaut และ Mirach กับมุมเงย ซึ่งมีแนวโน้มเมื่อมีค่ามุมเงยมากส่งผลให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสว่างหรือการกระพริบของดาวน้อยลง ตามสมการ $y = -0.6941x + 36.927$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8657$ และผลการศึกษาการกระพริบของดาว 8 ดวงที่มีมุมเงยต่างกัน ในเวลาใกล้เคียงกัน ด้วยวิธีที่ 2 พบว่า มีแนวโน้มเมื่อมีค่ามุมเงยมากส่งผลให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสว่างหรือการกระพริบของดาวน้อยลง ตามสมการ $y = -0.5597x + 26.591$ โดยมี $R^2 = 0.5709$ ทั้งนี้มวลอากาศมีผลต่อมุมเงย กล่าวคือบริเวณขอบฟ้าที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากการกระพริบมาก เกิดจากมวลอากาศมีค่ามากที่บริเวณขอบฟ้า ส่งผลให้มีการหักเหของแสงเนื่องจากความแปรปรวนของอากาศมากขึ้น ต่างจากบริเวณจุดเหนือศีรษะที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยซึ่งเกิดจากมวลอากาศน้อย ทำให้มีการหักเหของแสงน้อยลงจึงมีการแปรปรวนของอากาศน้อยลงด้วยทำให้เห็นว่าบริเวณจุดเหนือศีรษะนั้นมีการกระพริบน้อย (ปิยวัฒน์, 2558)

ปัญหาที่พบและข้อเสนอในงานวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. ด้านสภาพอากาศ บริเวณที่เก็บข้อมูลอยู่ในตัวเมือง สภาพอากาศมีมลภาวะฝุ่นเยอะ มีเมฆมาก มีลมแรง จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ทุกวัน
2. ด้านอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์จำพวกกล้องโทรทรรศน์ที่มีน้ำหนักมาก และขนาดใหญ่จึงและตัวผู้วิจัยไม่มีประสบการณ์การใช้กล้องโทรทรรศน์ในการใช้รวมถึงดูแลอุปกรณ์จึงจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2559). *คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ*. พิมพ์ ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ปิยวัฒน์ บุตรสมบัติ. (2559). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแนวโน้มของอัตราการกระพริบของดวงดาว*.

The 1st Thai astronomical conference (student session). สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

Ioannis Nestoras. (2009). *The Theory Behind Seeing-GR and DIMM*. สืบค้น 29 ตุลาคม 2562, จาก https://www.astro.auth.gr/~seeing-gr/seeing_gr_files/theory/node14.html

กล้องที่ใช้ กล้องโทรทรรศน์ รุ่น LXD 75 บนฐานยึดกล้องแบบศูนย์สูตรฟ้า และกล้อง CANON EOS 750d

การหามวลดาวเสาร์โดยศึกษาคาบการโคจรของบริวารดาวเสาร์ด้วยวิธีถ่ายรูป

นางสาวชานัญชิตา พุพันธ์

E-mail: chananchidapupan@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายทวีรัช ทุลพุทธา

โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาคาบการหามวลดาวเสาร์จากคาบการโคจรของดาวบริวารด้วยวิธีถ่ายรูป มีจุดประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาวิธีการหามวลของดาวเสาร์จากดวงจันทร์บริวาร และกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ และ (2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของมวลที่หาได้จากดวงจันทร์บริวารต่างดวงกัน ในการศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูล ด้วยวิธีการถ่ายภาพดาวเสาร์และดวงจันทร์บริวาร 4 ดวง ได้แก่ ไททัน (Titan) เรีย (Rhea) ไดโอนี (Dione) และเททิส (Tethys) นำข้อมูลที่ได้หาคาบของดวงจันทร์แต่ละดวง และหามวลของดาวเสาร์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของมวลดาวเสาร์ที่หาได้ ผลการศึกษาพบว่า มวลดาวเสาร์ที่หาได้จากคาบการโคจรของดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง ได้แก่ ไททัน เรีย ไดโอนี และ เททิส มีค่า 8.84×10^{26} 1.02×10^{27} 9.99×10^{26} และ 9.26×10^{26} กิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าทฤษฎี 47.00% 58.48% 61.23% และ 40.29% และมีค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่ากลางของข้อมูล 9.55% 18.11% 20.15% และ 4.55% ตามลำดับ โดยที่ ดวงจันทร์ที่อยู่ใกล้ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าน้อยกว่าดวงจันทร์ที่อยู่ไกล แต่ไททันซึ่งเป็นดวงจันทร์ที่อยู่ไกลดาวเสาร์ที่สุดมีค่าความคลาดเคลื่อนของมวลที่คำนวณได้น้อยที่สุด

คำสำคัญ: มวลดาวเสาร์ ดวงจันทร์บริวาร คาบการโคจร กฎของเคปเลอร์

ความเป็นมา

ผู้ศึกษาสนใจที่จะศึกษาว่าการหามวลของดาวเสาร์จากดวงจันทร์บริวารมีวิธีการอย่างไร และมวลดาวเสาร์ที่หาได้จากดวงจันทร์แต่ละดวงมีค่าเท่ากันหรือไม่ ในโครงงานนี้เป็นการหามวลของดาวเสาร์จากการศึกษาคาบการโคจรของดวงจันทร์บริวาร โดยหาจากความสัมพันธ์ของกราฟการกระจัดของดวงจันทร์บริวารที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา จากนั้นนำค่าที่หาได้แทนลงในกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ เพื่อหามวลของดาวเสาร์ และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของมวลที่คำนวณได้จากดวงจันทร์แต่ละดวง ซึ่งประโยชน์ของการศึกษานี้ทำให้เราสามารถทราบมวลของดาวเสาร์ คาบการโคจร และปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างของการหามวลดาวเสาร์จากดวงจันทร์บริวารที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการหามวลของดาวเสาร์จากดวงจันทร์บริวารและกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของมวลที่หาได้จากดวงจันทร์บริวารต่างดวงกัน

วิธีการศึกษา

1. การหามวลดาวเสาร์

1.1 เก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพของดาวเสาร์และดาวบริวารที่สามารถสังเกตเห็นได้จำนวน 4 ดวงได้แก่ ไททัน เรีย ไดโอนี และเทธิส ทุก ๆ 10 นาที

1.2 นำภาพแต่ละภาพมาวัดการกระจัดของดวงจันทร์ด้วยโปรแกรม Photoshop โดยวัดเป็นจำนวนเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางดาวเสาร์ในหน่วยพิกเซล และวิเคราะห์รูปจากโปรแกรม Stellarium ในส่วนที่ขาดหายไปของข้อมูล

1.3 นำผลการกระจัดที่วัดได้มาทำ curve fitting จากโปรแกรม MATLAB เพื่อสร้างสมการการเคลื่อนที่แบบมีคาบ (Periodic motion) ดังสมการ $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi\right)$

1.4 นำคาบและระยะกึ่งแกนเอกที่หาได้แทนลงในกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ เพื่อหามวลของดาวเสาร์ ดังสมการ $M = \frac{4\pi^2 a^3}{GT^2}$

1.5 เปรียบเทียบมวลที่คำนวณได้กับมวลดาวเสาร์ (ค่าทฤษฎี) เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน

1.6 สร้างกราฟระหว่าง T^2 กับ a^3 ได้กราฟเส้นตรง ดังสมการ $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3$ จากนั้นวิเคราะห์ความชัน เพื่อหาค่ากลางของชุดข้อมูลมวลของดาวเสาร์ ดังสมการ $M = \frac{4\pi^2}{G \times \text{slope}}$

2. การเปรียบเทียบมวลที่หาได้จากดวงจันทร์บริวารที่แตกต่างกัน

2.1 เปรียบเทียบมวลที่คำนวณได้กับค่าทฤษฎีของมวลดาวเสาร์ เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน

2.2 เปรียบเทียบมวลที่คำนวณได้กับค่ากลางของชุดข้อมูลที่ได้จากสมการที่ 4 เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน สร้างกราฟระหว่างระยะครึ่งแกนเอกและคาบการโคจรกับค่าคลาดเคลื่อน

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 การหามวลดาวเสาร์

เมื่อได้ทดลองหามวลดาวเสาร์จากคาบการโคจรดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง ได้แก่ ไททัน เรีย ไดโอนี และเทธิส มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมการแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ ระยะครึ่งแกนเอก และคาบ ของดวงจันทร์แต่ละดวง

ดวงจันทร์	สมการแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ (จากการสังเกต)	ระยะครึ่งแกนเอก (เมตร)	คาบ (วัน)
ไททัน	$y = 11.97 \sin(0.3828x - 2.593)$	1.44×10^9	16.4
เรีย	$y = 5.32 \sin(1.385x - 2.594)$	6.41×10^8	4.54
ไดโอนี	$y = 3.783 \sin(2.29x - 2.618)$	4.56×10^8	2.74
เทธิส	$y = 2.876 \sin(3.322x - 2.774)$	3.47×10^8	1.89

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะครึ่งแกนเอกยกกำลังสาม และคาบการโคจรยกกำลังสองจะได้สมการเส้นตรง $T^2 = (7 \times 10^{-16})a^3$ เมื่อคำนวณมวลจากความชันของกราฟ ได้มวลดาวเสาร์มีค่า 8.46×10^{26} กิโลกรัม

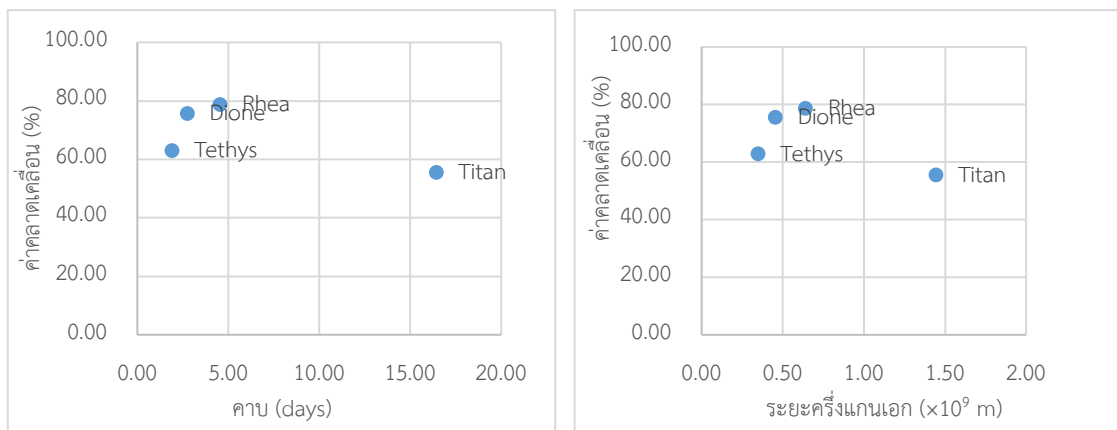
ตอนที่ 2 การคำนวณค่าคลาดเคลื่อนของมวลดาวเสาร์

ค่าคลาดเคลื่อนของมวลเมื่อเทียบกับทฤษฎี และเมื่อเทียบกับค่ากลางของชุดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ของผู้สังเกตมี ดังแสดงในตารางที่ 2

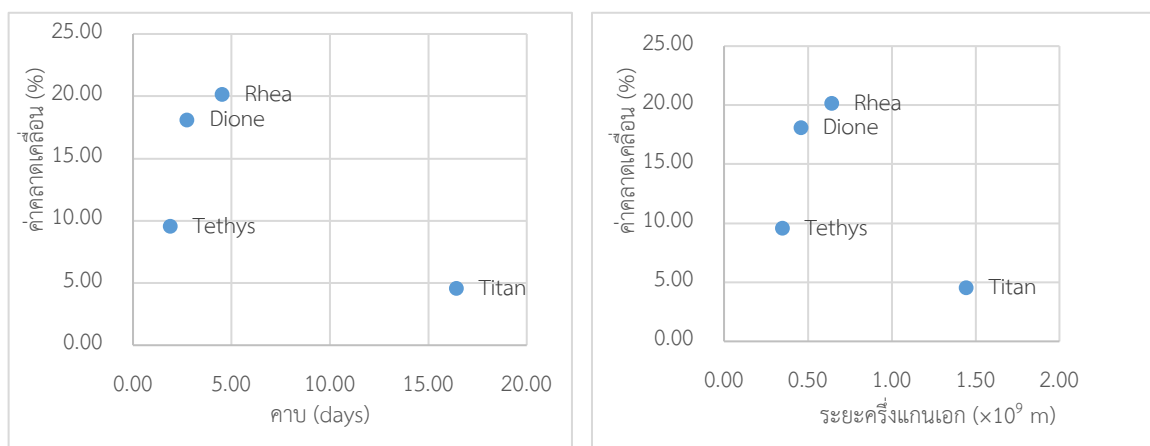
ตารางที่ 2 ตารางความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าทฤษฎีและค่ากลางของชุดข้อมูล

ดวงจันทร์	ความคลาดเคลื่อน (%)	
	เทียบกับค่าทฤษฎี	เทียบกับค่ากลาง
เทธิส	47.00	9.55
ไดโอนี	58.48	18.11
เรีย	61.23	20.15
ไททัน	40.29	4.55

เมื่อนำค่าคลาดเคลื่อนของดวงจันทร์ทุกดวงมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับระยะห่าง ได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบการโคจร (ซ้าย) และความสัมพันธ์ระหว่างระยะครึ่งแกนเอก (ขวา) ของดวงจันทร์ถึงดาวเสาร์และค่าคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าทฤษฎี



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบการโคจร (ซ้าย) และ ความสัมพันธ์ระหว่างระยะครึ่งแกนเอก (ขวา) ของดวงจันทร์ถึงดาวเสาร์และค่าคลาดเคลื่อนเทียบกับค่ากลางของชุดข้อมูล

สรุปผล

การหามวลของดาวเสาร์ โดยการสร้างกราฟการกระจัดและเวลาเพื่อหาคาบและระยะครึ่งแกนเอกพบว่า มวลดาวเสาร์ที่หาได้จากคาบการโคจรของดวงจันทร์บริวารทั้ง 4 ดวง ได้แก่ ไททัน เรีย ไดโอนี และ เทธิส มีค่า 8.84×10^{26} 1.02×10^{27} 9.99×10^{26} และ 9.26×10^{26} กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าคลาดเคลื่อนที่หาได้จากไททัน เรีย ไดโอนี และเทธิสเทียบกับค่าทฤษฎีมีค่า 47.00% 58.48% 61.23% และ 40.29% เมื่อเทียบกับค่ากลางของข้อมูลมีค่า 9.55% 18.11% 20.15% และ 4.55% ตามลำดับ

ความคลาดเคลื่อนของระยะครึ่งแกนเอกที่ได้จากการทำการทดลองแบบเดียวกันกับดวงจันทร์ทุกดวงค่าคลาดเคลื่อนควรไปในทิศทางเดียวกัน และจากการนำค่าคลาดเคลื่อนที่หาได้จากดวงจันทร์แต่ละดวงมาวิเคราะห์ร่วมกับระยะห่างของดวงจันทร์กับดาวเสาร์ พบว่าดวงจันทร์ที่อยู่ใกล้ดาวเสาร์มากที่สุดสามารถหามวลได้ใกล้เคียงที่สุด จึงสรุปได้ว่าระยะห่างของดวงจันทร์กับดาวเสาร์มีผลต่อค่าคลาดเคลื่อนยิ่งอยู่ใกล้ดาวเสาร์ค่าคลาดเคลื่อนจะยิ่งน้อย แต่เมื่อดวงจันทร์อยู่ไกลค่าคลาดเคลื่อนจะกลับมาน้อยลงเนื่องจากมีคาบการโคจรมากจึงสามารถวัดระยะห่างและวิเคราะห์ข้อมูลได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำ ในด้านต่าง ๆ จากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาของทุก ๆ ท่าน

ขอขอบคุณ นายมติพล ตั้งมติธรรม นักวิชาการจากสถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ นางสาวฟ้าประกาย เจียรคุปต์ เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ ครูทวีรักษ์ หูลพุทธา ครูที่ปรึกษาโครงการ สุดท้ายขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Anshuman Swain. (2014). *Determination of the Mass of Jupiter from the orbital data of its moons using Computer Simulators*. Department of Biology University of Maryland, College Park .

สมาคมดาราศาสตร์ไทย. (2548). *พจนานุกรมศัพท์ดาราศาสตร์ อังกฤษ-ไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด

กล้องที่ใช้ กล้องโทรทรรศน์ผสมระบบอัตโนมัติ MEADE LX90 และกล้องถ่ายภาพ OLYMPUS OM-D E-M10 MARK II

Determination of the Hubble Constant using Supernova Ia

Mr. Prin Duangsuwan

E-mail: prindua@varee.ac.th

Advisor Mr. Sarawut Pudmale

Varee Chiangmai School

Abstract

Supernova type Ia is considered as a standard candle because the absolute magnitude can be approximated. Supernova type Ia that are involved are SN2012fr and SN2020hvf. Once the photos had been taken, it was analyzed by AstrolmageJ to find the apparent magnitude of each Supernova. The apparent magnitude of SN2012fr and SN2020hvf is 12.0407681 and 14.08951043. The apparent magnitude of them are used to calculate the maximum absolute magnitude of it, the absolute magnitude of SN2012fr and SN2020hvf are -19.46525 and -19.0827797. From the absolute magnitude, the distance can be calculated. The distance was combined with the recessional velocity of the database to show the relationship as graph. As result, the Hubble constant that was calculated was equal to 59.935 Km/s/Mpc with 19.04% of error according to Adam G. Riess.

Keyword: Hubble Constant, Supernova Ia

Introduction

The Big Bang is a reliable theory about how the universe started. It states that the universe is expanding at a rate. The expansion rate is called the Hubble Constant which can be calculated from many things such as supernova type Ia.

Research Object

To study Hubble constant from Supernova Type Ia by observation and database

Methods

First, supernova type Ia were taken by NARIT Thai Robotic Telescope (Taken at Sierra remote telescope in California, USA and Gao Mei Gu in Kunming, China). The photos were taken every day continuously. Second, the photos were analyzed by AstrolmageJ to find the apparent magnitude of the supernova type Ia from the flux as shown as:

$$m - m_{ref} = -2.5 \log \left(\frac{F}{F_{ref}} \right)$$

m = apparent magnitude of target

m_{ref} = apparent magnitude of reference star

F = Flux of target

F_{ref} = Flux of reference star

The apparent magnitude of supernova Ia that were taken each day will be created as a graph of the relationship of apparent magnitude and Julian date. Third, the maximum absolute magnitude was calculated by the peak of the relationship of apparent magnitude and Julian date with:

$$M_{max} = a + b[\Delta m_{15} - 1.1]$$

M_{max} = maximum absolute magnitude

a, b = the error constant of filter [1]

Δm_{15} = average magnitude of 15 days after the peak of the graph

Next, the distance of supernova Ia can be calculated from the information above by:

$$m - M_{max} = 5 \log(d) - 5$$

m = apparent magnitude

M_{max} = Absolute magnitude

d = distance of SN Ia (Mpc)

After that, The Open Supernova Catalog database was used to find the recessional velocity [2]. Finally, the Hubble Constant was calculated by the relationship of recessional velocity and distance.

Results and Discussion

Supernovas that are involved in this project are SN2012fr and SN2020hvf which were taken by Thai Robotic Telescope. The photos were taken with filter R and V as shown in Table 1.

The photos of each supernova are shown in figure 1 and figure 2.

Table 1 showing the information of each Supernova Ia

Name	Exposure time	RA	DEC	Filter
SN2012fr	180s	03:33:36.0	36:07:59.610	V
SN2020hvf	300s	11:21:26.441	+03:00:52.92	R

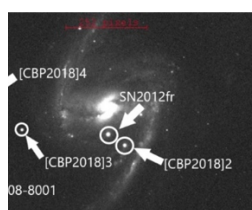


Figure-1: showing SN2012fr and its reference star

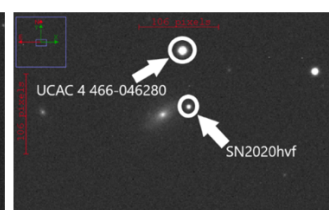


Figure-2: showing SN2020hvf and its reference star

The photos were analyzed by AstromageJ to find the apparent magnitude of the supernova type Ia and show the relationship of the apparent magnitude and Julian date from the flux as shown by Figure 3 and Figure 4. From table 2, the absolute magnitude and apparent magnitude of SN2012fr is -19.465271 and 12.0407681 and the absolute magnitude and apparent magnitude of SN2020hvf is -19.0827797 and 14.08951043 The apparent magnitude was taken from the peak of the graph shown in figure 3 and 4. Use the absolute magnitude and apparent magnitude to calculate the distance of supernova Ia and find the recessional velocity from the database as shown by table 3 Take the distance and recessional velocity from table 2 and combine with the information from database as shown by Figure 5.

Table 2 showing Δm_{15} and M_{max} of each Supernova

Name of SN	a	b	Δm_{15}	M_{max}
SN2012fr	-19.07	0.38	0.81955971	-19.17656731
SN2020hvf	-18.92	0.26	0.473924	-19.0827797

Table 3 showing the distance and velocity of each Supernova

Name	M_{max}	m	Distance (Mpc)	Velocity (Km/s)
SN2012fr	-19.17656731	12.0407681	17.51724579	1662
SN2020hvf	-19.0827797	14.08951043	43.0980901	1750.18837

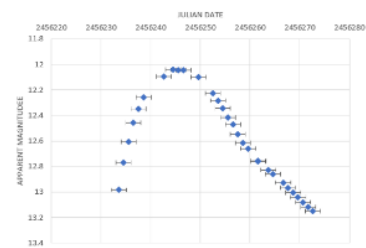


Figure 3 showing the relationship of the apparent magnitude and Julian date of SN2012fr

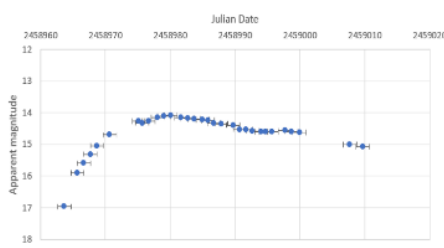


Figure 4 showing the relationship of the apparent magnitude and Julian date of SN2020hvf

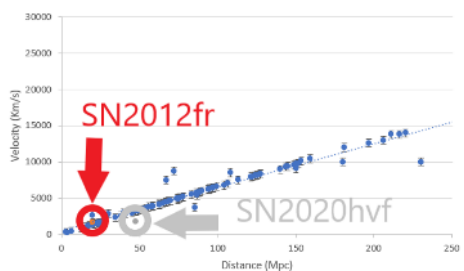


Figure 5 showing the relationship of recessional velocity and Distance

From the graph, the Hubble constant is the slope of it which is equal to 59.935 Km/s/Mpc. According to Adam G. Riess, the present Hubble Constant is 74.03 Km/s/Mpc [3]. If compared to Figure 5, the error is 19.04%

Conclusion

From observing and analyzing by AstrolmageJ, the apparent and absolute magnitude were found and were used to calculate the distance. The apparent magnitude of SN2012fr and SN2020hvf is 12.0407681 and 14.08951043 The apparent magnitude after 15 days of SN2012fr and SN2020hvf is 0.81955971 and 0.473924 The absolute magnitude of SN2012fr and SN2020hvf is -19.465271 and -19.0827797 Then, the magnitudes were used to calculate the distance of SN2012fr and SN2020hvf which is equal to 17.51724579 Mpc and 43.0980901 Mpc respectively. Then, show as a relationship with the recessional velocity from database. Finally, the Hubble constant is calculated which is equal to 59.935 Km/s/Mpc with 19.04% error according to Adam G. Riess.

Acknowledgement

I would like to express my deepest appreciation to NARIT. I would like to thank my School for supporting especially my advisor, Mr. Sarawut Pudmale who had helped and fix mistakes in this project and it would be impossible to do it without him. Special thanks to Mr. Jessada Keeratibharat and Ms. Pranita Sappankum, an astronomer from NARIT who helped and advised me. Finally, I would like to thank my family and friends who had been supporting.

Reference

- [1] Christopher R. Burns. (2011). **The Carnegie of Supernova project: Light curve fitting.** (Astronomy). America. Observatories of the Carnegie Institute for science
- [2] Green, Dave. (2019). **The open supernova catalog.** Retrieved November 1, 2019 from <https://sne.space/> Tucson, Arizona 85721
- [3] Adam G. Riess. (2019). **Large Magellanic Cloud Cepheid Standards Provide a 1% Foundation for the Determination of the Hubble Constant and Stronger Evidence for Physics Beyond CDM.** (Astronomy). USA. Department of physics and astronomy, Johns Hopkins University

The study of the physical parameters of eclipsing binary of VV UMa

Patrick Apo Siedlowski

E-mail: patrickaposie@varee.ac.th

Advisor Sarawut Pudmale

Varee Chiangmai school

Abstract

This research aimed to study VV Ursa Major's eclipsing period and calculate the parameter to create a model of the binary star. VV Ursa Major is an eclipsing pulsating star located in the Ursae Majoris constellation with an orbital period of 16 hours and 30 minutes for a full orbit and 28 minutes for a full pulsation. The data of VV Ursa Major were taken from 0.7-meter NARIT Astro-park, in V filter at Chiangmai, Thailand. The photometry was carried out using AstrolmageJ. The VV UMa light curve used by PHOEBE to fit the light curve in order to obtain physical parameter.

Keywords: VV Ursa Major (VV UMa), binary star

Introduction

The binary star system contains two stars that orbits each other since they have a common center of mass [1]. This project is about VV Ursa Major (VV UMa) (RA: 9h 38m 6.68s, DEC: +56°01'07.4"). VV UMa is an Algol-type with a short orbital period and a pulsating star [2].

Research Objective

To calculate a physical parameter and to create models of VV UMa in different phases

Methods

Firstly, taking continuous pictures of VV UMa taken by 0.7-meter telescope at NARIT's Astropark in Chiangmai, by using filter V. Which these were taken on the eleventh and the twelfth of January with an exposure time of 25 seconds. The photometry was carried out using AstrolmageJ from the light curve using the relationship between the flux and phase. We converted time (HJD) to the phase followed by this equation [3].

$$\text{HJD} = \text{HJD}_0 + (P \times E)$$

$$\text{phase} = \text{friction} (\text{HJD} - \text{HJD}_0) / P$$

$$\text{HJD} = 2445006.2873 + 0.68735545 \times E$$

HJD = Heliocentric Julian Day HJD₀ = HJD beginning P = Period E = Epoch

Then, we have to find the maximum flux of the two days. Next, we have divided the flux of each data and maximum flux resulting in normalized flux. Finally, the data were fitted using PHOEBE by adjusting the parameter proceeding to physical parameters which were used to create a model of VV UMa.

Results and discussion

From the analysis of VV UMa. Photographs of the Agol-type binary star. Have been taken with NARIT's 0.7-meter telescope with the exposure time for 25 seconds at NARIT's Astropark, Chiangmai, Thailand. Shown as Figure 1.

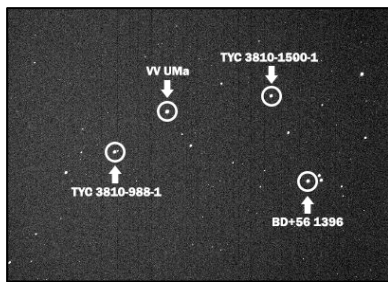


Figure 1. VV UMa taken with 25 seconds of exposure time.

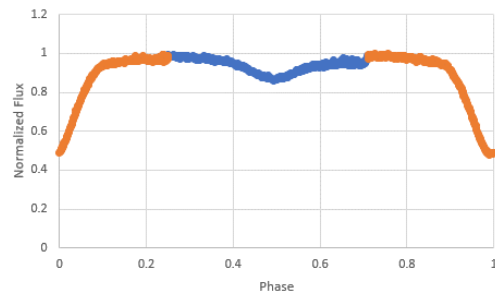


Figure 2. Showing the relationship between normalized flux and the phase.

From Figure 2, presenting the full eclipsing sequence of VV UMa. Use for fitting the graph to find the parameter and create a model of VV UMa by using PHOEBE.

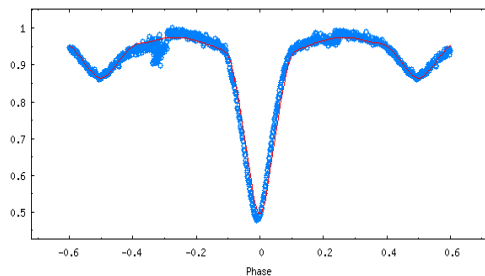


Figure 3. The light-curve graph has been fitted by using to make a parameter.

Parameter	Unit	Object	
		Primary	Secondary
*Mass	M _O	2.404327	0.646964
*Inclination in degrees	deg	82.39807	
Effective temperature	K	9141	5477
Surface potential	-	3.09675	2.40209
Surface albedo	-	1.00000	0.50000
Gravity brightening	-	1.00000	0.32000

Table 1. Parameters of light-curve solution of VV UMa in PHOEBE.

Data shown on the table were used from reference paper whilst the asterisk data are the info we have gotten from plotting the graph in PHOEBE.

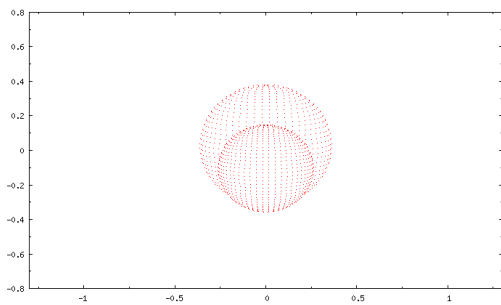


Figure 4. Model of VV UMa while the primary phase. Having the phase of 0.00

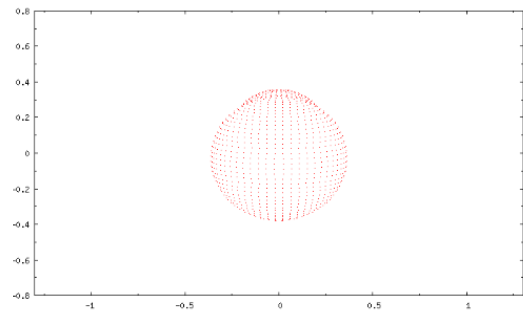


Figure 5. Model of VV UMa while the secondary phase. Having the phase of 0.50

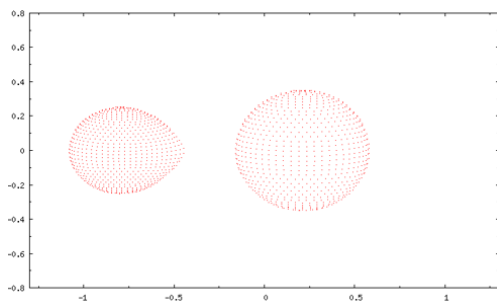


Figure 6 VV UMa having the phase of -0.25

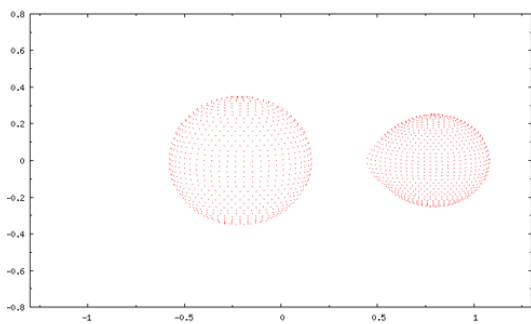


Figure 7. VV UMa having the phase of 0.25

From Figure 3 and Table 1, showing The light-curve graph and the parameter from fitting graph by using PHOEBE and created a model of VV UMa in Figure 4-7. Figure 4 showing model of primary phase and Figure 5 showing secondary phase.

Conclusion

From analyzing VV UMa by using AstrolmageJ and PHOEBE to create a physical parameter. The parameter outcome was brought to create a model showing the full phase sequence of VV UMa. The primary phase of VV UMa will occur once stars have orbited until the hotter star appears to be blocked by the cooler star making there less light to reach, resulting in largest drop in the graph. The secondary phase of VV UMa will occur when the cooler star is being blocked by the hotter star.

Acknowledgement

Firstly, I would like to thank NARIT and their staffs for assisting this research project to reach where we are and accomplishing this project. Secondly, I would like to thank my advisor Mr. Sarawut Pudmale who had improved and help develop this project since the beginning. I would like to thank Mrs. Pranita Sappankum, an astronomer from NARIT who had advised and improved this project.

Reference

- [1] Space. (2018, January 17). Binary Star Systems: Classification and Evolution. Retrieved January 14, 2020, from <https://www.space.com/22509-binary-stars.html>
- [2] CSIRO. (2015). Pulsating Variable Stars. Retrieved November 25, 2019, from <https://bit.ly/2Lw39WG>
- [3] Ulaş B. et al.(2014). The Agol-type binary VV UMa: New VRI Photometry and Search for Pulsations. Greece: National & Kapodistrian University of Athens
- [4] Pickard R. (2011). Eclipsing Binary Observing Guide. (pp. 4-6). Shobdon: BAA VSS.
- [5] Šimon V. (1996). The cyclic period changes of the close binary VV Ursae Majoris. Czech Republic: Astronomical Institute of Czech Academy of Sciences.

The study of determining and comparing open and globular clusters ages by HR-diagram

Miss Chalisa Srikum

E-mail: Chalisasri@varee.ac.th

Adviser: Mr. Sarawut Pudmale

Varee Chiangmai School Chiangmai

Abstract

This research aimed to calculate the age of open and globular clusters and compare them with each other. In this research, B and v filters observation was conducted using 0.7-meter Thai robotic telescopes in Springbrook, Australia and Sierra, America. From the observed data, analyzed HR-diagrams of open and globular clusters were compared with standard HR-diagrams. The result has shown globular clusters are older than open clusters.

Background and Rational

Star cluster is a group of stars formed at the same time. There are two types of clusters – globular and open cluster. Globular clusters have more stars than open clusters [1]. Open clusters are forming when the universe is cooler than before so they do not need high energy to compose. Hertzsprung – Russell diagram (HR diagram) is a diagram that can determine the age of the cluster. Stars spend most of their lives in the main sequence. Stars that become red giant will move out of the main sequence to the upper right called the turnoff point. The turnoff point can help estimate the age of clusters [2].

Objectives

- To determine the age of open, globular clusters, and compare them with each other

Methods

First, take photographs of globular and open clusters using NARIT's 0.7 m. robotic telescopes by B and V filters. Secondly, the data were taken into AstrolmageJ program for photometry processes to minimize noises. Thirdly, input customized data into Aperture Photometry Tool program to find dimensionless of each star in both filters. After that, find the reference star's magnitude from the catalog using SAOImage DS9 program. Then the magnitude conference has to be found using the equation

Magnitude conference = magnitude (from reference star) – dimensionless
 (magnitude from Aperture-photometry Tool of the same star)

Next, magnitude conference is added with all dimensionless of each star in each filter. Then the calculated information was used to create a diagram with X-axis as b – v filter value and Y-axis of v filter magnitude. The process to find the age is to use B-V magnitude at turnoff point to compare with the stellar classification table. Finally, the age is calculated by equation:

$$T=10^{10} (M/M_{\text{sun}})^{-2.5}$$

T = the cluster’s age M = star at turnoff point mass M_{sun} = the Sun’s mass

There is another way to estimate the cluster’s age which is plotting an isochrone. To plot an isochrone needs to use the information from CMD 3.3 input form database.

Result

After taking clusters’ photographs, those images will be analyzed using AstrolImageJ, Aperture Photometry Tool, and SAOImage DS9 programs to make HR-diagrams for each cluster.

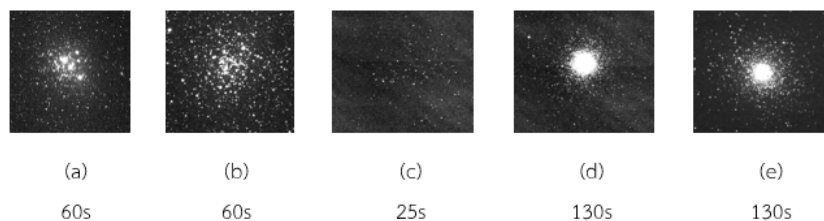


Figure 1. Photos in filter B and exposure time of (a) NGC 4755 (b) NGC 3766 (c) M67(d) M3 (e) M5

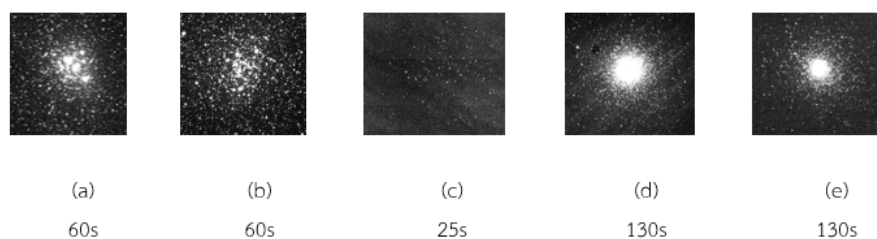


Figure 2. Photos in filter V and exposure time of (a) NGC 4755 (b) NGC 3766 (c) M67 (d) M3 (e) M5

The diagrams of open clusters show perfect curves of the clusters. For NGC 3766 and NGC4755 are similar. However, M67 shows clearest turnoff point.

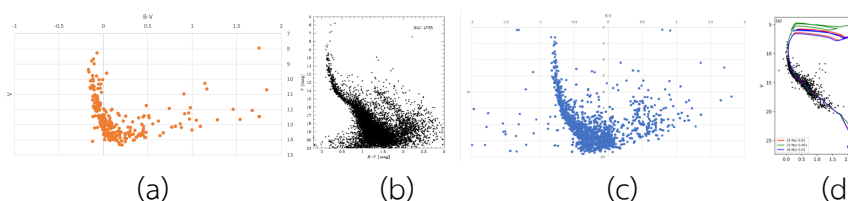


Figure 3. HR-diagrams of open clusters NGC 4755 (a) compared with another researcher's (b) [3] and NGC 3766 (c) compared with another researcher's (d) [4]

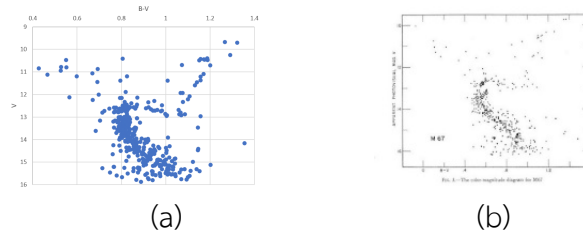


Figure 4. HR-diagrams of M67 (a) compared with another researcher's (b)

To find the turnoff point and its mass needs information from the stellar classification table. Then calculate the age using the equation. Another way is to plot an isochrone.

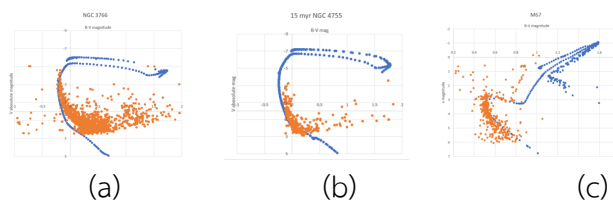


Figure 5. HR-diagrams fitted with isochrones of (a) NGC 3766, (b) NGC 4755, and (c) M67

Estimating ages (years old)				
Clusters	Reference	Calculated age	Calculation error	Isochrone age
NGC 3766	30 million	5 -10 million	66.7%	30 million
NGC 4755	7 - 15 million	16 million	45.5%	15 million
M67	3 - 7 billion	1.3 - 1.7 billion	53.0%	4 - 5 billion

Table 1. results of calculated and isochrone fitting ages compared with reference ages

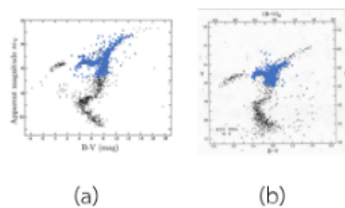


Figure 6. HR-diagrams of (a) M3 and (b) M5 compared with other researchers.

Globular cluster diagrams seem to show some parts of the whole diagrams. According to this result, all diagrams need to be compared with other researchers' information. Globular clusters' turnoff points are below the diagram. This is the reason why they cannot be found the age. The cause of this problems is because of the size of the telescopes. Also, in the middle of globular clusters, there are large number of stars – too

dense until their light is too bright and mixed to each other- so the programs cannot separate them as a single star. Moreover, the telescopes cannot take a photograph of a star with lower apparent magnitude.

Conclusion

Globular clusters are older than open clusters. On the other hand, there are some open clusters which is really old such as M67. The calculation way gives error on the result so isochrone is a better way to determine the age of a cluster. However, for beginner calculation way can be easier to use.

Acknowledgement

I would like to take this opportunity to express my grateful gratitude to my advisor, Mr. Sarawut Pudmale, to provide to help and suggestion throughout the course of research time. Futhermore, I would like to thank Miss Phatcharida Yangyuenjaroensuk and Miss Pranita Sappankun, NARIT's researchers, Varee Chiangmai school, and NARIT. Finally, I also thank my family for their encouragement and support.

Reference

- [1] Matipon Tangmatitham. (2016). **Studying astronomy guide**. (p. 53 – 108). 3rd edition. Chiangmai,Thailand:National Astronomical Research Institute of Thailand (Public organization)
- [2] Glenn Snyder, & Laurence Marschall. (2002). **HR-diagram Of Star Clusters student manual**.Searched on 20th January 2020, from https://catalog.gtcc.edu/preview_course
- [3] J"org Sanner et al. (2001). **Photometric and kinematic studies of open star clusters III. NGC 4103, NGC 5281, and NGC 4755**. Germany: Sternwarte der Universit"at Bonn
- [4] M.I. Arifyanto, and Y.A. Hidayat. (2019). **The Implementation of Star Cluster Membership in Open Cluster NGC 3766**. Indonesia: Kemala Publisher

การศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่การบังของดวงจันทร์กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์

ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน

นางสาวลลิตพรรณ ดวงสม

E-mail : std12403@tesaban6.ac.th

ครูที่ปรึกษา นายชฎณพิสิฐฐ์ เขมอัครเจตต์

E-mail : kh rinn@gmail.com

โรงเรียนเทศบาล 6 นครเชียงราย

บทคัดย่อ

โครงการดาราศาสตร์เรื่องศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน โดยถ่ายภาพปรากฏการณ์สุริยุปราคา ณ พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งพบว่าเกิดปรากฏการณ์ในวันที่ 26 ธันวาคม 2562 ช่วงเวลา 10.23น.-13.45น. ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาด 8 นิ้ว พร้อมฟิลเตอร์กรองแสงอาทิตย์ บนขาตั้งแบบตามดาวอัตโนมัติ กล้องถ่ายรูปแบบ DSLR สำหรับบันทึกภาพโดยต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ ลักซ์มิเตอร์วัดแสงแบบดิจิตอล วัดแสงบันทึกพร้อมถ่ายภาพทุก 5 นาที นำภาพที่ได้มาหาพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ ด้วยวิธี Solar eclipse is magnitude and obscurity calculation ไปเปรียบเทียบกับความสว่างของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่ถ่ายภาพ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์เพิ่มมากขึ้น ความเข้มของแสงของดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกจะมีค่าลดลงอย่างสัมพันธ์กัน

คำสำคัญ: Solar eclipse , ความเข้มแสง

ความเป็นมา

สุริยุปราคา คือปรากฏการณ์ที่ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก มาอยู่ในแนวเดียวกันหรือใกล้เคียงกับแนวเดียวกัน ทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์เมื่อสังเกตจากบนโลก เกิดเงาบนโลกลักษณะแตกต่างกันไป และสุริยุปราคาบางส่วนเป็นหนึ่งในรูปแบบการเกิดปรากฏการณ์นี้ โดยดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์บางส่วนเท่านั้น ถ้าพื้นที่การบังมากก็จะทำให้บริเวณที่ผู้สังเกตอยู่มืดมากด้วย ทั้งนี้ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่และปลดปล่อยแสงปริมาณมากมาสู่โลก ซึ่งปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนอาจทำให้ปริมาณแสงที่โลกได้รับในช่วงเกิดปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ผู้ศึกษาโครงการจึงได้สนใจศึกษา ความสัมพันธ์ของพื้นที่การบังของดวงจันทร์กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนในประเทศไทย ในวันที่ 26 ธันวาคม 2562 ซึ่งการศึกษาเรื่องนี้จะทำให้ทราบว่าพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงอย่างไร โดยผู้จัดทำได้ถ่ายภาพดวงอาทิตย์ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง เพื่อนำภาพมาวิเคราะห์หาพื้นที่การบัง พร้อมกับวัดความเข้มของแสงด้วยลักซ์มิเตอร์

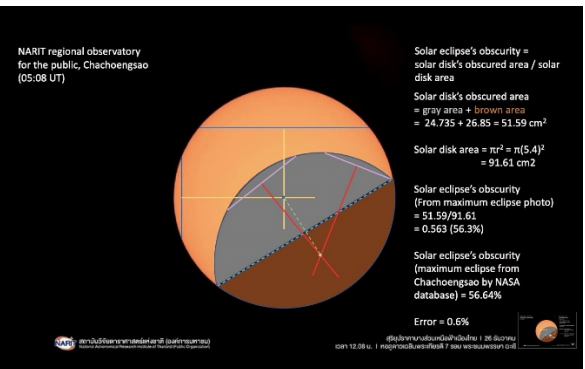
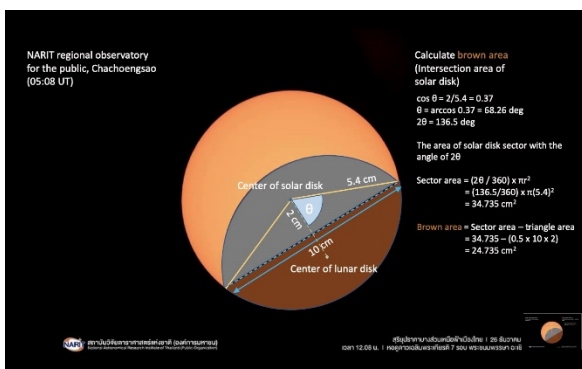
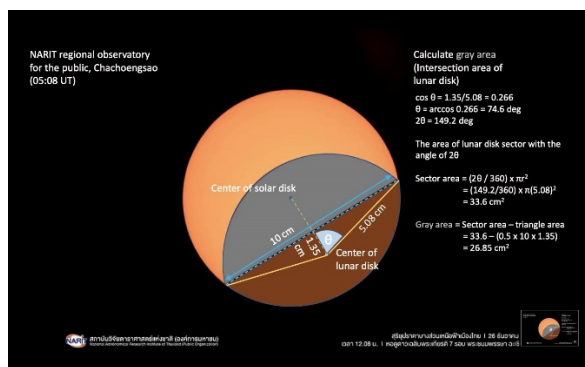
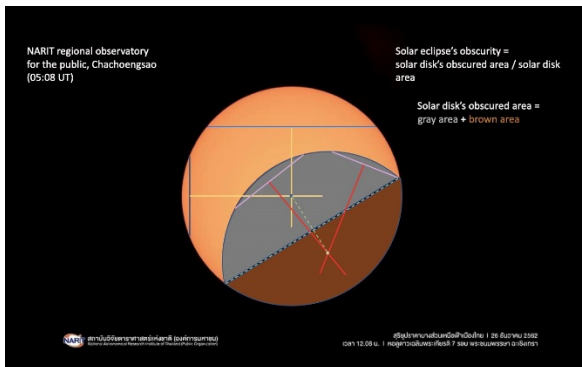
วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน

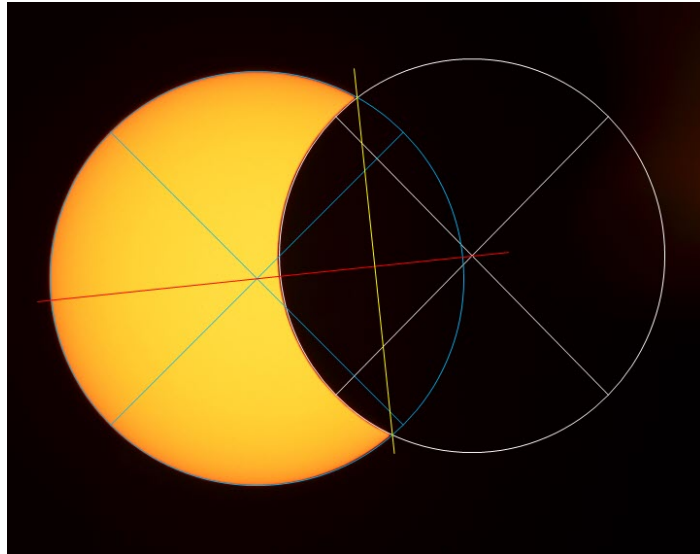
วิธีการศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน มีวิธีการศึกษาคือ

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา ณ พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งพบว่าเกิดปรากฏการณ์ในวันที่ 26 ธันวาคม 2562 ช่วงเวลา 10.23น.-13.45น.
2. จัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบด้วย (1) กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาด 8 นิ้ว พร้อมฟิลเตอร์กรองแสงอาทิตย์ บนขาตั้งแบบตามดาวอัตโนมัติ (2) กล้องถ่ายรูปแบบ DSLR สำหรับบันทึกภาพโดยต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ (3) ลิคซ์มิเตอร์วัดแสงแบบดิจิตอล วัดแสงบันทึกพร้อมถ่ายภาพทุก 5 นาที
3. นำภาพที่ได้มาหาพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ ด้วยวิธี Solar eclipse is magnitude and obscuration calculation (อ้างอิงมาจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ) ดังนี้



4. นำภาพถ่ายมากำหนดเส้นสมมติต่างๆ แล้วนำภาพไปวัดระยะด้านต่างๆโดยโปรแกรม Photoshop เพื่อนำไปคำนวณหาพื้นที่การบังของดวงจันทร์ต่อไป

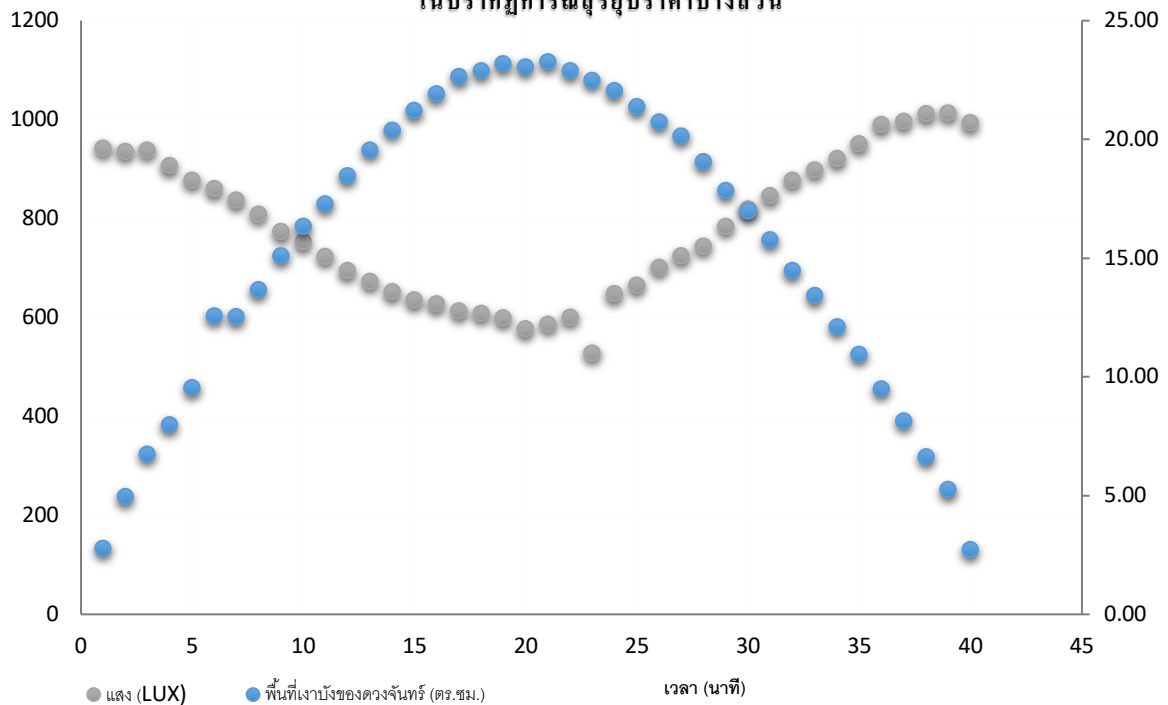


ภาพตัวอย่างการกำหนดเส้นต่างๆ บนภาพถ่ายสุริยุปราคา

5. นำข้อมูลพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ไปเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับความเข้มแสง

ผลการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การบังของดวงจันทร์กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์
ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน



จากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์กับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ในปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน พบว่าเมื่อพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์เพิ่มมากขึ้น ความเข้มของแสงของดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกจะมีค่าลดลงอย่างสัมพันธ์กัน

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า เมื่อพื้นที่การบังดวงอาทิตย์ของดวงจันทร์เพิ่มมากขึ้น ความเข้มของแสงของดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกจะมีค่าลดลงอย่างสัมพันธ์กัน แต่มีบางช่วงที่พบว่ามีความเข้มแสงลดลงต่ำมากกว่า (น้อยกว่า 400 Lux) อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าเครื่องมือของผู้จัดทำโครงการเอง เนื่องจากขณะการบันทึกข้อมูลสภาพอากาศปลอดโปร่ง ไม่มีลมแรงมาก ทั้งนี้ในการทำโครงการครั้งนี้ทำเพียงครั้งเดียวจึงไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง โดยถ้าการศึกษาปรากฏการณ์ครั้งต่อไปหากศึกษาเปรียบเทียบกับการศึกษาในบริเวณอื่นๆ มากกว่า 1 บริเวณขึ้นไปก็อาจเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงได้แม่นยำยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณครูที่ปรึกษา นายฉณพิสิฐ งามอัครเจตต์ ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะที่ดี และเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาการทำโครงการ และขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่ที่เป็นผู้สนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่ให้โอกาสในการร่วมกิจกรรมอบรมครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนายพิสิฐ นิธิยานันท์ ที่ได้ให้แนวทางในการจัดทำโครงการครั้งนี้ และให้คำแนะนำปรับปรุงโครงการให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2556). **คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติ**. สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ.