การศึกษาคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori

A STUDY OF THE ORBITAL PERIOD OF V1848 ORI BINARY SYSTEM

มงคล สุขรัตน์[1] นงลักษณ์ จันทร์พิชัย[2*] ณัฐพงศ์ ดิษฐเจริญ[2]
วิจิตร ฤทธิธรรม[2] และ ไพโรจน์ เอกอุฬาร[2]
Mongkhon Sukrat[1], Nongluk Chanpichai[2*], Nutthapong Discharoen[2],
Wijitr Rittiham[2], and Phairot Ek-uran[2]
[1]สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
[2]โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
[1]National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization),
Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation
[2]Program of Physics, Faculty of Science and Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University
[*]corresponding author e-mail: nongluk_j@kpru.ac.th
(Received: 28 February 2023; Revised: 31 May 2023; Accepted: 2 June 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori ทำการสังเกตและเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอดูดาว TRT-GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน โดยระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori เป็นระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W UMa ชนิด A เมื่อวิเคราะห์กราฟแสงที่สร้างด้วยวิธีการโฟโตเมตรี ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด ได้เวลาที่แสงน้อยที่สุดเท่ากับ 2457715.3013 มีสมการ Linear Ephemeris ใหม่ คือ Min I=24574066.4304938797 +0.2663479709E สำหรับการวิเคราะห์ค่า O-C ทำให้ทราบว่า คาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori มีอัตราการเพิ่มของคาบการโคจรเป็น 0.045627 วินาทีต่อปี อันเป็นผลมาจากกลไกการถ่ายเทมวลในระบบดาวคู่ V1848 Ori

คำสำคัญ: ระบบดาวคู่อุปราคา คาบการโคจร โฟโตเมตรี V1848 Ori

Abstract

This research aims to study the orbital period of the eclipsing binary star V1848 Ori. There was observed using a 0.7-meter diameter automated telescope at TRT-GAO Gao Mei Gu Observatory, China. The eclipsing binary star system V1848 Ori is a-type W UMa eclipsing

binary star system. When analyzing the light curve generated by the photometry method, In the blue, yellow, red and infrared wavelengths, the minimum light time is 2457715.3013. The new linear Ephemeris equation is Min I=24574066.4304938797+0.2663479709E. For O–C analysis, the orbital period of the binary star V1848 Ori is known to have a longer period with an orbital period increase rate of 0.045627 seconds per year. This is the effect of a mass transfer between the member stars in the eclipsing binary system V1848 Ori.

Keywords: Eclipsing Binaries, Orbital Period Change, Photometry, V1848 Ori

บทนำ

ระบบดาวคู่ คือ ระบบของดาวที่ประกอบด้วยสมาชิกดาวสองดวง ที่โคจรรอบจุดศูนย์กลางมวลร่วมกัน อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วงซึ่งกันและกัน ในบางระบบอาจถือกำเนิดจากกลุ่มแก๊สเดียวกัน ดังนั้นสมาชิกของระบบแต่ละดวงจึงมีอายุและองค์ประกอบทางเคมีเริ่มต้นคล้ายกัน การศึกษาระบบดาวคู่จะทำให้ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ และสามารถอธิบายแนวโน้มของการวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ได้ ซึ่งในบรรดาดาวฤกษ์มากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นระบบดาวฤกษ์ที่มีจุดศูนย์กลางการหมุนซึ่งกันและกัน หรือที่เราเรียกกันว่า ระบบดาวคู่ สามารถจำแนกได้หลายประเภทตามสมบัติทางกายภาพทั้งโดยการสังเกต เช่น ระบบดาวคู่ที่มองเห็นแยกกัน (Visual binary systems) ซึ่งเป็นระบบดาวคู่ที่มองดูผ่านกล้องโทรทรรศน์หรือบางกรณีด้วยตาเปล่า จะเห็นเป็นดาวสองดวงอย่างชัดเจน กับอีกระบบหนึ่งคือระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดกัน (Close binary systems) ซึ่งเป็นเป็นระบบดาวคู่ที่เมื่อมองดูด้วยตาเปล่าหรือผ่านกล้องโทรทรรศน์ จะเห็นเป็นเพียงดาวดวงเดียวเท่านั้น เนื่องจากดาวทั้ง 2 ดวงอยู่ใกล้ชิดกันมากจนกล้องโทรทรรศน์ไม่สามารถแยกภาพได้ (บุญรักษา, 2550) และการตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคนิคโฟโตมิตรี คือ การบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างกราฟแสง (Light curve) พิจารณาลักษณะของกราฟแสงจากระบบดาวคู่ที่เวลาต่างๆ กัน ลักษณะของกราฟแสงที่ลดลง หมายถึง มีการโคจรบังกันภายในระบบดาวตามแนวสังเกตการณ์ ถ้าสมาชิกดวงสว่างกว่าโคจรไปอยู่ด้านหลังสมาชิกดวงที่สว่างน้อยกว่า ลักษณะของกราฟแสงในช่วงเวลานั้นจะลดลงมาก เรียกเป็นอุปราคาปฐมภูมิ (Primary eclipse) ช่วงเวลานั้นเป็นค่าต่ำสุดปฐมภูมิ (Primary minimum Min I) ในทำนองกลับกันถ้าสมาชิกดวงที่สว่างน้อยกว่าโคจรไปอยู่ด้านหลังสมาชิกดวงที่สว่างมากกว่า ลักษณะของกราฟแสงในช่วงเวลานั้นจะลดลงเล็กน้อย เรียกเป็น อุปราคาทุติยภูมิ (Secondary minimum; Min II) เป็นค่าต่ำสุดปฐมภูมิ (Secondary eclipse) การโคจรรอบกันของระบบดาวคู่หนึ่งรอบจะเกิดการบังกันที่ทำให้ปริมาณแสงลดลงสองครั้ง เวลาที่ระบบดาวคู่โคจรรอบกันโดยสมบูรณ์ เรียกว่า คาบ (Period) จากข้อมูลเหล่านี้ทำให้นักดาราศาสตร์สามารถวิเคราะห์

วงโคจร และองค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ สามารถศึกษาวิวัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงในระบบดาวคู่ได้ (ศราวุฒิ, ยามีล๊ะ และสุณีรัตน์, 2558)

ระบบดาวคูอุปราคาประเภท W UMa สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิด A (A–Subtype) และชนิด W (W–Subtype) โดยชนิด A นั้นสมาชิกดวงที่สวางกว่าซึ่งถูกบังในช่วงเกิดอุปราคาปฐมภูมิจะมีมวลมากและขนาดใหญ่กวาสมาชิกอีกดวง ทำให้กราฟแสงชวงอุปราคาทุติยภูมิมีความแบนกวาในชวงอุปราคาปฐมภูมิส่วนชนิด W สมาชิกดวงที่สวางกวาจะมีมวลน้อยและขนาดเล็กกวาสมาชิกอีกดวง ทำให้กราฟแสงอุปราคาปฐมภูมิมีความแบนมากกวาในช่วงทุติยภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่า ระบบดาวคูแบบแตะกันบางระบบอาจเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาระหว่างชนิด A ชนิด W ได้อีกด้วย (บุญรักษา, 2550)

V1848 Ori (GSC 0107–0596) จัดเป็นระบบดาวคู่อุปราคา W Ursae Majoris ชนิด A–type ที่มีอัตราส่วนโดยมวลเท่ากับ q=0.7615 อุณหภูมิของดาวปฐมภูมิสูงกว่าดาวทุติยภูมิประมาณ 400 เคลวิน (Kriwattanawong & Poojon, 2014) สังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร โดยระบบดาวคู่ V1848 Ori มีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบซ้อนอยู่ขนาด 10.57 ปี และมีแอมพลิจูด 7.182 นาที มีระยะห่างของดาวทั้งสองที่ 128±18 pc (Davoudi et al., 2020) สังเกตการณ์ด้วยเทคนิคการหาตำแหน่งดาวจากภาพถ่ายด้วยกล้อง DSLR ผ่านกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก

งานวิจัยครั้งทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของดาวโดยสังเกตการณ์ผ่านกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีโฟโตเมตรีในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด เพื่อหาค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุด โดยค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุดตั้งแต่อดีตรวมกับค่าแสงในงานวิจัยครั้งนี้ นำไปสร้างแผนภาพ O–C ของระบบดาวคู่ V1848 Ori เพื่ออธิบายและรวบรวมเพิ่มในฐานข้อมูลการสังเกตการณ์และศึกษาวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ V1848 Ori ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ V1848 Ori ด้วยกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ

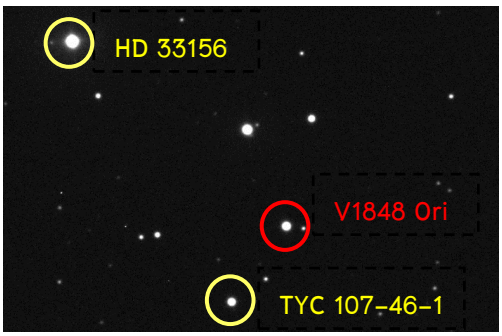
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ V1848 Ori ช่วงวันที่ 20–22 พฤศจิกายน 2559 ด้วยกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอดูดาว TRT–GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน ที่ต่อเข้ากับ CCD ใช้แผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) และอินฟาเรด (I) ซึ่งจากฐานข้อมูลระบบดาวคู่ V1848 Ori (SIMBAD Astronomical Database, 2016) มีคาบการโคจรรอบกันอยู่ที่ 0.2663513 วัน

มีดาว HD 33156 เป็นดาวตรวจสอบ (Check star) และดาว TYC 107–46–1 เป็นดาวเปรียบเทียบ (Referent star) ดังภาพที่ 1 และข้อมูลพื้นฐาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของระบบดาวคู่ V1848 Ori และดาวอ้างอิง

Star	R.A. (h m s)	Dec. (° ' ")	V magnitude
V1848 Ori	05 08 36.414	+05 12 22.059	11.301
HD 33156	05 08 32.019	+05 16 46.061	9.14
TYC 107–46–1	05 08 30.655	+05 11 54.549	11.37

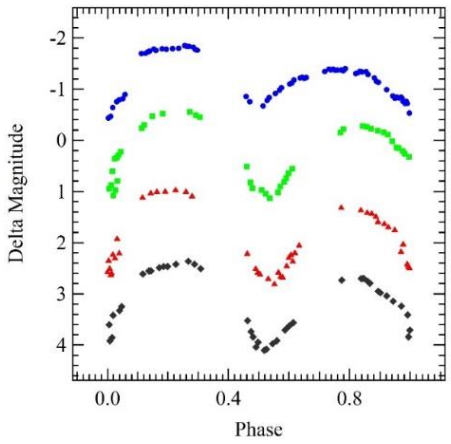
ที่มา: SIMBAD Astronomical Database (2023)



ภาพที่ 1 ระบบดาวคู่ V1848 Ori และดาวอ้างอิง

2. วิเคราะห์กราฟแสงที่สร้างด้วยวิธีการโฟโตเมตี

จากภาพถ่ายที่ได้จากการสังเกตการณ์ผ่านกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ สามารถนำมาวิเคราะห์ค่าอันดับความสว่าง (Magnitude; m) กำจัดสัญญาณรบกวนและโฟโตเมตรีด้วยโปรแกรม MaxIm DL 5 และสร้างเป็นกราฟด้วยโปรแกรม Igor pro 6.37 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าโชติมาตรกับเฟสของระบบดาวคู่ V1848 Ori ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) และอินฟาเรด (I)

จากภาพที่ 2 แสดงลักษณะของกราฟแสงของระบบดาวคู่ V1848 Ori ผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงแสงสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด จะสามารถเห็นได้ว่าลักษณะกราฟแสงมีความมนค่อนข้างใกล้เคียงกัน และมีเวลาของช่วงที่แสงน้อยที่สุดอยู่ที่ช่วงเฟสเท่ากับ 0 และ 0.5 ส่วนเวลาที่แสงมากที่สุดอยู่ที่ช่วงเฟสเท่ากับ 2.5 ซึ่งสามารถนำไปหาค่าของช่วงแสงที่น้อยที่สุดได้ และนำข้อมูลจากกราฟแสงที่ได้ไปคำนวณหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum Light) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงโดยใช้แผนภาพ O–C

การวิเคราะห์เฟสของระบบดาวคู่อุปราคา มีความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 1

$$HJD = JD + \Delta t \quad (1)$$

เมื่อ H.J.D เป็นวันจูเลียนศูนย์สุริยะ (Heliocentric Julian date; HJD) คือ เวลาทางดาราศาสตร์ที่นับเป็นจำนวนวัน มีค่าเวลาบงในรูปทศนิยมของวัน เริ่มนับวันใดวันหนึ่งในอดีตเป็นวันเริ่มต้น มีดวงอาทิตยเป็นศูนย์กลาง

J.D เป็นการคำนวณวันจูเลียน (Julian date; JD) คือ เวลาทางดาราศาสตร์ที่นับเป็นจำนวนวัน มีค่าเวลาบงในรูปทศนิยมของวัน เริ่มนับวันใดวันหนึ่งในอดีตเป็นวันเริ่มต้น มีโลกเป็นศูนย์กลาง สามารถคำนวณวันจูเลียนได้จากสมการที่ 2

J.D. = 2415020 + 365 (ป ค.ศ.–1900) + จำนวนวันนับจากวันเริ่มต้นปีใหม่

+ จำนวนปค.ศ.ที่หารด้วย 4 ลงตัวนับตั้งแต่ปค.ศ. 1900–0.5 (2)

Δt เป็นค่าการแก้ศูนย์สุริยะ (Heliocentric Correction) คือ ผลต่างของเวลาที่แสงใช้เดินทางข้ามวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตยมีหน่วยเป็นวัน (บุญรักษา, 2550)

3. การวิเคราะห์ค่า O–C

หลังการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกราฟแสง การวิเคราะห์เฟสของระบบดาวคู่อุปราคาเพื่อนำไปสู่การหาค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุด ซึ่งจากฐานข้อมูลของ Nelson Database (Bob Nelson's Database of Eclipsing Binary O–C Files, 2016) นักดาราศาสตร์ได้ทำการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ V1848 Ori และบันทึกค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุดเอาไว้ มีสมการ Linear ephemeris ดังสมการที่ 3

$$\text{Min I} = 2452500.003 + 0.2663513E \quad (3)$$

สำหรับการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบเชิงมุมด้วยแผนภาพ O–C เมื่อ

$$O = HJD_0 + P(E)E \quad (4)$$

$$C = HJD_0 + P_{est}E \quad (5)$$

โดย O คือ Time of Minimum Light ที่สังเกตการณ์ได้ (Observe)

C คือ Time of Minimum Light ที่ได้จากการคำนวณ (Calculate) โดยสมการเชิงเส้นเอฟรีเมอริส

P_{est} คือ คาบการโคจรของระบบดาวคู่ที่คำนวณจากสมการเชิงเส้นเอฟรีเมอรีส

P(E) คือ คาบการโคจรจริงของระบบดาวคู่ที่ได้จากสังเกตการณ์

ดังนั้นสมการ $O–C = (P(E) – P_{est})E \quad (6)$

ถ้าแผนภาพ O–C ที่ได้มีลักษณะการกระจายแบบพาราโบลา จะได้ว่า

$$O–C = aE^2 + bE + c = (P(E) – P_{est})E \quad (7)$$

ดังนั้นเมื่อดิฟเฟอเรนชิเอท ดังสมการที่ 7 เทียบกับ E จะได้ว่า

$$\frac{dP}{dE}E + (P(E) – P_{est}) = 2aE + b \quad (8)$$

หากเทียบสัมประสิทธิ์ของสมการทั้งสองข้าง จะได้ว่า

$$\frac{dP}{dE} = 2a \quad (9)$$

และ $(P(E) – P_{est}) = b \quad (10)$

ในการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ จะใช้การพิจารณาแผนภาพ O–C โดยการหาค่า a จาก Quadratic Polynomial Fitting Method แล้วจึงแทนค่ากลับ ดังสมการที่ 9 เป็นลำดับต่อไป (บุญรักษา, 2550)

ผลการวิจัย

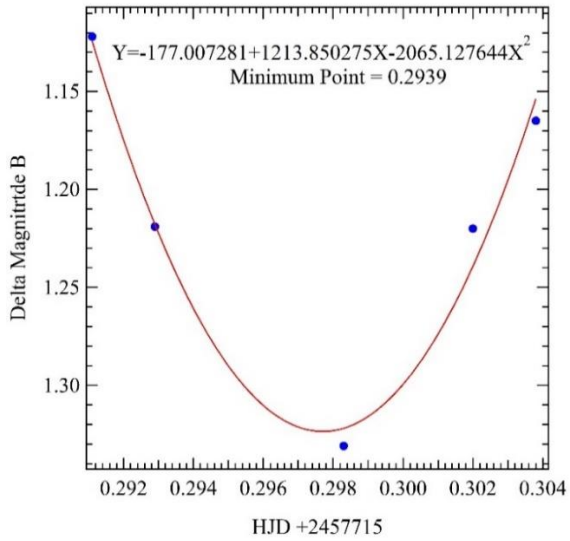
1. ผลการวิเคราะห์กราฟแสงที่สร้างด้วยวิธีการโฟโตเมตี

จากกราฟแสงที่ได้ดังภาพที่ 2 สามารถนำไปหาค่าของช่วงแสงที่น้อยที่สุด โดยช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori จากช่วงที่มีค่าต่ำที่สุดของกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ โดยใช้ความสัมพันธ์ Quadratic Polynomial Fitting Method แสดงช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากกราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา V1848 Ori ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด ได้ค่าของช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดตามข้อมูล ดังตารางที่ 2

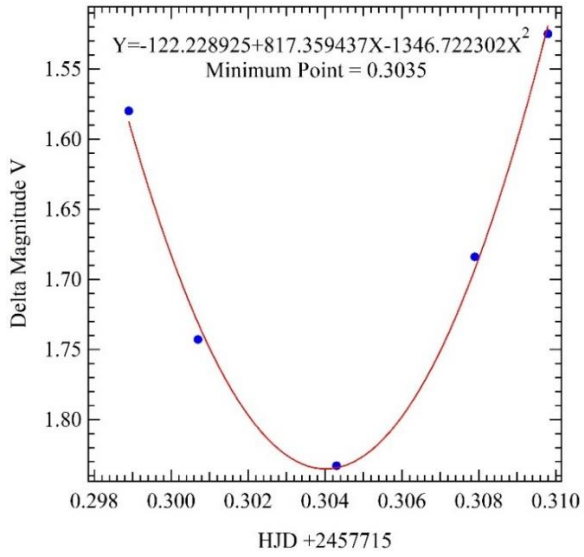
ตารางที่ 2 แสดงค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ V1848 Ori

Filter	Min I.	ชนิดอุปราคา
สีน้ำเงิน (B)	2457715.2939	ปฐมภูมิ
สีเหลือง (V)	2457715.3035	ปฐมภูมิ
สีแดง (R)	2457715.3033	ปฐมภูมิ
อินฟาเรด (I)	2457715.3045	ปฐมภูมิ
เฉลี่ย	2457715.3013	ปฐมภูมิ

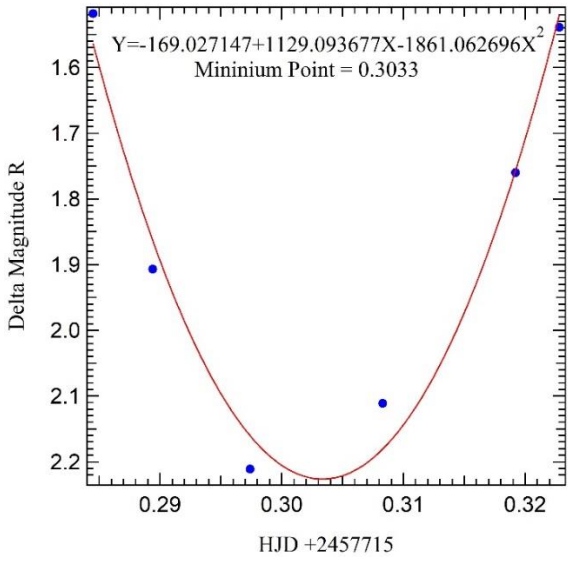
โดยข้อมูลในตารางที่ 2 ได้มาจากการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ V1848 Ori วิเคราะห์จากกราฟแสงในช่วงอุปราคาปฐมภูมิ ที่สร้างกราฟแสงด้วยโปรแกรม Igor Pro พบว่า ช่วงเวลาแสงที่ลดลงกับเวลาในวันจูเลียนศูนย์สุริยะมีค่าเวลาแสงต่ำสุดในช่วงอุปราคาปฐมภูมิในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด ดังภาพที่ 3–6



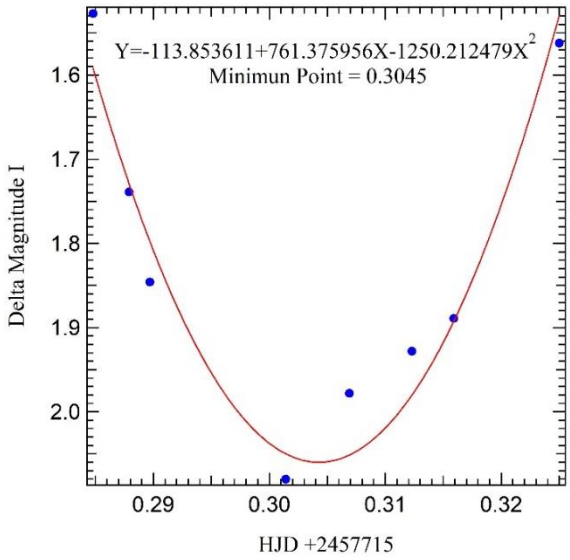
ภาพที่ 3 แสดงเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน



ภาพที่ 4 แสดงเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง

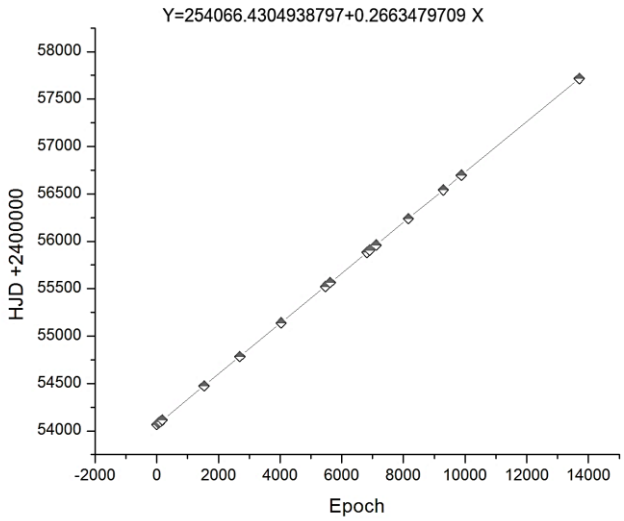


ภาพที่ 5 แสดงเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีแดง



ภาพที่ 6 แสดงเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นอินฟาเรด

จากสมการที่ 1 ผู้วิจัยจึงนำค่าที่แสงน้อยที่สุดนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 รวมเข้ากับค่าที่แสงน้อยที่สุดในงานวิจัยครั้งนี้ มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง HJD และ Epoch มาสร้างกราฟ ดังภาพที่ 7



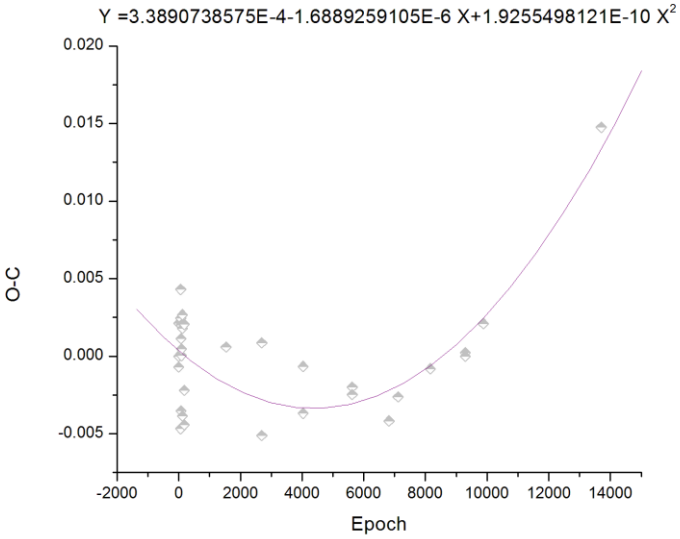
ภาพที่ 7 กราฟระหว่าง HJD_0กับ Epoch ที่แสงน้อยที่สุด

จากภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง HJD และ Epoch โดยการรวบรวมค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในอดีตรวมกับค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในงานวิจัยนี้เพื่อหาค่า Min I ใหม่ จะได้สมการ Linear ephemeris ในงานวิจัยในครั้งนี้เป็นไป ดังสมการที่ 11

$$\text{Min I} = 2454066.4304938797 + 0.2663479E \quad (11)$$

2. ผลการวิเคราะห์ค่า O–C

จากค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์ (O) ตั้งแต่อดีตรวมกับงานวิจัยนี้ นำมาคำนวณหาค่า E ที่ได้มาคำนวณหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (C) จากสมการที่ 11 แล้วหาผลต่างของค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (O–C) มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง O–C กับ Epoch ได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟ O–C ของระบบดาวคู่ V1848 Ori

จากภาพกราฟความสัมพันธ์ของค่า O–C กับ Epoch ของระบบดาวคู่ V1848 Ori เมื่อใช้ Quadratic Polynomial Fitting Method สามารถหาค่าคงที่ a b และ c ดังต่อไปนี้

จากกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง O–C กับ Epoch ของระบบดาวคู่ V1848 Ori เมื่อวิเคราะห์หาในเชิงตัวเลขด้วยสมการโพลิโนเมียลลำดับที่ 2 ดังสมการที่ 7 (Second Order Polynomial Fitting) จะได้

$$O\text{–}C = (1.9255 \times 10^{-10})E^2+(1.6889 \times 10^{-6})E + 3.3891 \times 10^{-4} \quad (12)$$

จากสมการที่ 12 สามารถคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ด้วยสมการที่ 9

$$\frac{dP}{dE} = 2(1.9255 \times 10^{-10})$$

$$\frac{dP}{dE} = 3.8511 \times 10^{-10} \text{ วันต่อรอบ}$$

จากสมการ Linear ephemeris ในสมการที่ 11 ทำให้ทราบว่าคาบการโคจรของระบบดาวคู่ V1848 Ori มีค่าเท่ากับ 0.2663479 วัน

$$\frac{dP}{dE} = (2) \times (1.9255 \times 10^{-10} \text{วันต่อรอบ}) \times (1/0.2663479 \text{ รอบต่อวัน}) \times$$

(86,400 วินาทีต่อวัน) x (365.25 วันต่อปี)

$$\frac{dP}{dE} = 0.045627 \text{ วินาทีต่อปี}$$

ดังนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยแผนภาพ O–C มีค่าเป็นบวก หมายถึง คาบวงโคจรของระบบดาวคู่ V1848 Ori มีค่าเพิ่มขึ้นในอัตรา 0.045627 วินาทีต่อปี

อภิปรายผล

จากกราฟแสงของระบบดาวคู่ V1848 Ori พบว่า เฟสของวงโคจรของระบบดาวคู่อุปราคาในขณะที่ดาวดวงที่สว่างกว่าในระบบดาวคู่ถูกบังโดยสมาชิกอีกดวงหนึ่งที่สว่างน้อยกว่า ซึ่งเป็นช่วงเกิดอุปราคาปฐมภูมิเฟสจะมีค่าเท่ากับ 0 และค่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนค่าความสว่างมากที่สุดที่เฟสมีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งเป็นช่วงที่ดาวทั้งสองไม่บังกัน หลังจากนั้นค่าความสว่างจะลดลงจนความสว่างน้อยที่สุดอีกครั้ง ในช่วงเกิดอุปราคาทุติยภูมิตำแหน่งเฟสจะมีค่าเท่ากับ 0.5 หลังจากเฟสนี้สว่างจะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดอีกครั้งที่เฟสมีค่าเท่ากับ 0.75 แล้วกลับไปสู่อุปราคาปฐมภูมิเป็นการโคจรครบ 1 รอบพอดี และเริ่มนับเฟส 0 ใหม่ในการโคจรบังกันในรอบต่อไป ดังนั้นช่วงเฟสของวงโคจรจึงมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

จากการศึกษาของ Kriwattanawong & Poojon (2014) ซึ่งเป็นการศึกษาที่ทำให้ทราบว่าระบบดาวคู่ V1848 Ori เป็นระบบดาวคู่อุปราคา W Ursae Majoris ชนิด A–type ที่มีอัตราส่วนโดยมวลเท่ากับ q=0.7615 อุณหภูมิของดาวปฐมภูมิสูงกว่าดาวทุติยภูมิประมาณ 400 เคลวิน และจากการศึกษาของ Davoudi et al. (2020) ทำให้ทราบข้อมูลเพิ่มเติมว่าระบบดาวคู่ V1848 Ori มีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบซ้อนอยู่ขนาด 10.57 ปี และมีแอมพลิจูด 7.182 นาที มีระยะห่างของดาวทั้งสองที่ 128±18 pc และอาจมีวัตถุที่สามอยู่ในระบบดาวคู่ V1848 Ori ที่มีฟังก์ชันมวล $f(m_3)$ =0.0058 $M_{\odot}$; โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ของวัตถุที่สาม คือ $a_{12}\sin i_3$=0.868 a.u., e_3=0.55 ω_3=281° และ $t_{03}(BJD_{TDB})$ = 2456174

งานวิจัยในครั้งนี้ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของคาบการโคจรของระบบดาวคู่ V1848 Ori ซึ่งทางผู้วิจัยได้คำนวณอัตราการเพิ่มขึ้นของคาบการโคจรของระบดาวคู่ V1848 Ori ได้จากการวิเคราะห์ค่า O–C ทำให้ได้อัตราการเพิ่มขึ้นของคาบการโคจรของระบบดาวคู่ V1848 Ori เท่ากับ 0.045627 วินาทีต่อปี โดยโคจรรอบกันครบหนึ่งรอบใช้เวลา 0.2663479 วัน เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลคาบการโคจรจากฐานข้อมูล Bob Nelson (Bob Nelson's Database of Eclipsing Binary O–C Files, 2023) พบว่า นักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆ มีการศึกษาและเพิ่มเติมข้อมูลนับตั้งแต่ ค.ศ.2006 ถึง ค.ศ. 2016 ปัจจุบันคาบการโคจรของระบบดาวคู่ V1848 Ori อยู่ที่ 0.2663496 รอบต่อวัน

และมีลักษณะคาบการโคจรที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากกลไกการถ่ายเทมวล กล่าวคือ ระยะทางระหว่างดาวทั้งสองจะมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้คาบการโคจรของดาวทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ระยะทางระหว่างดาวทั้งสองจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนดาวทั้งสองแยกออกจากกัน จึงเกิดการเปลี่ยนประเภทของระบบดาวคู่จากระบบดาวคู่แบบแตะกันไปเป็นระบบดาวคู่แบบกึ่งแตะกัน และกลับมาเป็นแบบระบบดาวคู่แบบแตะกันอีกสลับกันไปเรื่อยๆ (ปกิจ, 2552) ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลวิจัยในครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ของระบบดาวคู่ V1848 Ori ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โฟโตมิตรีด้วยภาพถ่ายโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอดูดาว TRT–GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน ต่อเข้ากับ CCD พร้อมด้วยแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟาเรด ช่วงวันที่ 20–22 พฤศจิกายน 2559 ซึ่งเป็นครั้งแรกของการเก็บภาพระบบดาวคู่ V1848 Ori ด้วยกล้องชนิดนี้ เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของระบบดาวคู่ V1848 Ori โดยใช้แผนภาพ O–C พบว่า คาบการโคจรเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.045627 วินาทีต่อปี ระยะห่างระหว่างดาวทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เป็นผลอันเนื่องมาจากกลไกการถ่ายเทมวลสารระหว่างสมาชิกทั้งสองของระบบดาวคู่อุปราคา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาวัตถุที่สามและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ V1848 Ori ในลำดับถัดไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สำหรับความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลดาวด้วยกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ TRT–GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร สำหรับการสนับสนุนเครื่องมือและสถานที่การทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). **ดาราศาสตร์พิสิกส์**. เชียงใหม่: ภาควิชาพิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปกิจ สังสิริ. (2552). การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของระบบดาวคู่แบบแตะกัน 5 ระบบ คือ CE Leonis, DF Hydrae, FZ Orion, YY Eridani และ FG Hydrae. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2**(2), 31–40.

ศราวุฒิ ชูโลก, ยามีละ มะโร๊ะ, และสุณีรัตน์ ลารีนู. (2558). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ V1799 Ori. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ฉบับพิเศษจากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 25 ประจำปี 2558, 8**(3), 265–272.

Davoudi, F., Poro, A., Alicavus, F., Halavati, A., Doostmohammadi, S., Shahdadi, A., Vahedi, S., Pishahang, A., Zare, M., Jamali, M., Salajeghe, A.M., Jahediparizi, F., Ashta, H., & Shojaatalhosseini, S.M. (2020). New Data on the Eclipsing Binary V1848 Ori and Improved Orbital and Light Curve Solutions. **Open Astronomy, 29**(1), 72–80.

Kriwattanawong, W., & Poojon, P. (2014). First BVR light curves and pre–liminary results of a recently discovered W UMa–type binary: V1848 Ori. **New Astron, 28**, 23–26.

The American Association of Variable Star Observers. (2016). **Bob Nelson's Database of Eclipsing Binary O–C Files (V1848 Ori)**. Retrieved 18 February 2023, from https://www.aavso.org/bob–nelsons–o–c–files.

The American Association of Variable Star Observers. (2023). **Bob Nelson's Database of Eclipsing Binary O–C Files (V1848 Ori)**. Retrieved 20 February 2023, from https://www.aavso.org/bob–nelsons–o–c–files.

Universite de Strasbourg. (2016). **SIMBAD Astronomical Database (V1848 Ori).** Retrieved 18 November 2016, from http://simbad.cds.unistra.fr/simbad/ sim– basic?Ident=V1848+Ori&submit=SIMBAD+search.

Universite de Strasbourg. (2023). **SIMBAD Astronomical Database (V1848 Ori).** Retrieved 18 November 2023. from https://simbad.cds.unistra.fr/mobile/object.html?object_name=V1848%20Ori.