

Received: October 3, 2022
Accepted: October 17, 2022

Revised: October 10, 2022
Published: November 21, 2022

แบบจำลองแรกของระบบดาวคู่ V415 Virginis The First Model of a Binary Star V415 Virginis

กฤษฏา บุญชม¹ ตอริก เฮ้งปียา² และ วิระภรณ์ ไหมทอง^{1*}
Kritsada Boonchom¹ Torik Hengpiya² and Wiraporn Maithong^{1*}

¹ ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

² หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

* wiraporn_mai@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Virginis (V415 Vir) โดยใช้ข้อมูลกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์เมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2563 ด้วยดาวเทียมสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบ (Transiting Exoplanet Survey Satellite, TESS) เมื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดง (R) พบว่าระบบดาวคู่นี้เป็นระบบดาวคู่แบบแตะกันประมาณ 1.9 % และดาวทั้ง 2 ดวงของระบบดาวคู่นี้มีอุณหภูมิพื้นผิว กับมวลที่ใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: V415 Vir, แบบจำลอง, TESS

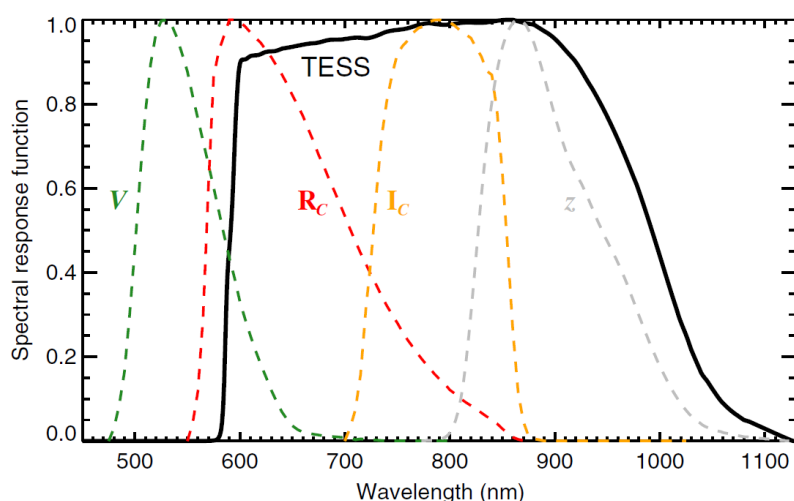
Abstract

The purpose of this research is to construct a model of a binary star system V415 Virginis (V415 Vir). The data of the light curve was observed on 22 March, 2020 by the satellite TESS, NASA. The physical parameters were analyzed in red (R) wavelength by Wilson-Devinney software. The results show that this system is a contact binary which a degree of contact is 1.9% and the effective temperature and the mass of both stars in this binary system are similar.

Keywords: V415 Vir, model, TESS

บทนำ

ดาวคู่ V415 Virginis (V415 Vir) เป็นระบบดาวคู่อุปราคาแบบใกล้ชิด ประเภทดับเบิลยู เออร์ซา เมเจอร์ิส (W Ursa Majoris, W Uma) อยู่ที่ตำแหน่ง RA. 12 h 45 m 01.58 s และ Dec. +07° 57' 05.06" ซึ่งมีชนิดของสเปกตรัม (Spectral Type) เป็น G0 สำหรับระบบดาวคู่นี้ยังไม่เคยมีการวิเคราะห์ถึงสมบัติทางกายภาพ และสร้างแบบจำลอง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาดาวเคราะห์ทางกายภาพ พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir ขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งได้ใช้ข้อมูลกราฟแสงจากดาวเทียม TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) ขององค์การอวกาศ NASA ที่สามารถเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ <http://tessebs.villanova.edu> โดย TESS ทำการสังเกตการณ์ดาวเคราะห์นอกระบบ ดาวแปรแสง รวมทั้งระบบดาวคู่ โดยเก็บข้อมูลในช่วงความยาวคลื่น 600 – 1,000 นาโนเมตร ซึ่งครอบคลุมบางช่วงความยาวคลื่นของระบบ UBV Johnson เช่นความยาวคลื่น R และ I ดังรูปที่ 1 ในงานนี้จึงได้ทำการดาวโน้ลด์กราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์เมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2563 แล้ววิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพ โดยใช้ช่วงความยาวคลื่น R เนื่องจากเป็นดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัม G ซึ่งมีอุณหภูมิผิวไม่สูง ด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney (1971) เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir



รูปที่ 1 ช่วงความยาวคลื่นที่ TESS สามารถตรวจวัดได้ (เส้นสีดำ)

ที่มา: Ricker, G. R. et al. (2015: 014003-3)

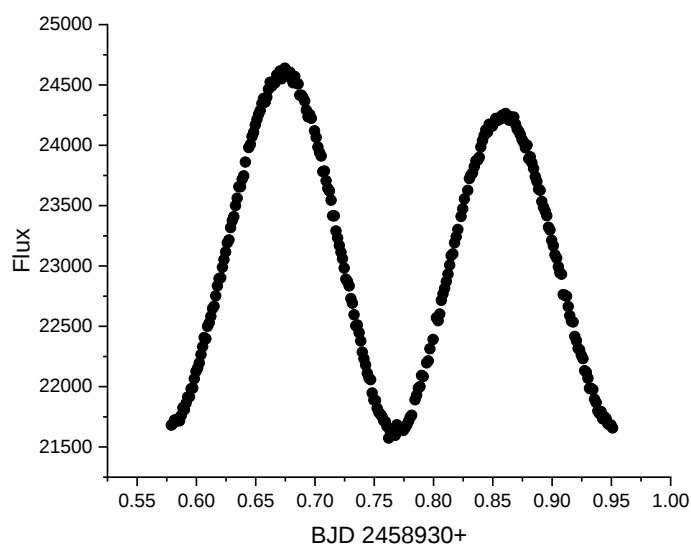
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาผลเฉลยที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ทางกายภาพ และสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาระบบดาวคู่ V415 ที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยดาวเทียม TESS ในโครงการ Explorers Program องค์การอวกาศ NASA สหรัฐอเมริกา ในงานนี้ได้ทำการวิเคราะห์กราฟแสงของระบบดาวคู่นี้ที่ได้จากการเก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2563 ดังรูปที่ 2 เพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ในช่วงความยาวคลื่น R ของระบบ UBV Johnson และทำการ

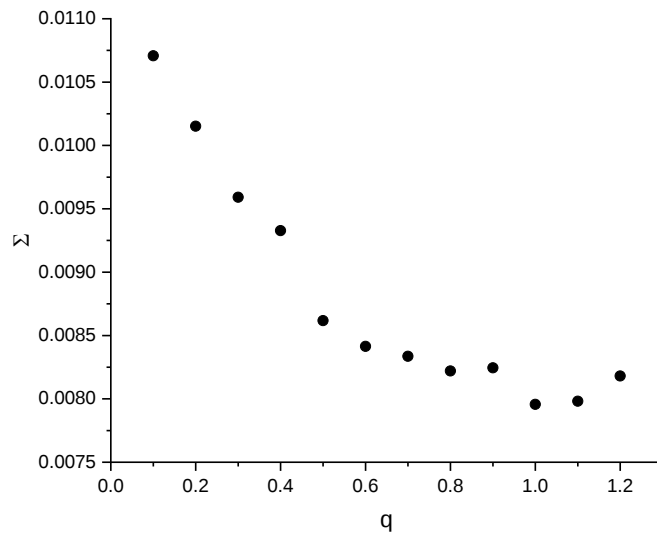
สร้างแบบจำลองของระบบคู่นี้ ซึ่งระบบดาวคู่นี้ ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงแบบจำลองมาก่อน ดังนั้นข้อมูลที่ใช้เป็นค่าตั้งต้นในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ในงานนี้จึงใช้พารามิเตอร์ตั้งต้นจากระบบดาวคู่ YY Eri (Warisa Pancharoen and Wiraporn Maithong, 2021) ซึ่งเป็นดาวชนิดสเปกตรัมใกล้เคียงกันคือ G3 จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยในขั้นแรก กำหนดให้ค่าอัตราส่วนมวล ($q = m_2/m_1$) คงที่เพื่อหาค่าอัตราส่วนมวลที่ดีที่สุด แล้วจึงวิเคราะห์โดยการแปรค่าอัตราส่วนมวลต่อไป เพื่อหาผลเฉลยที่ดีที่สุดแล้วสร้างแบบจำลอง



รูปที่ 2 กราฟแสงของระบบดาวคู่ V415 Vir

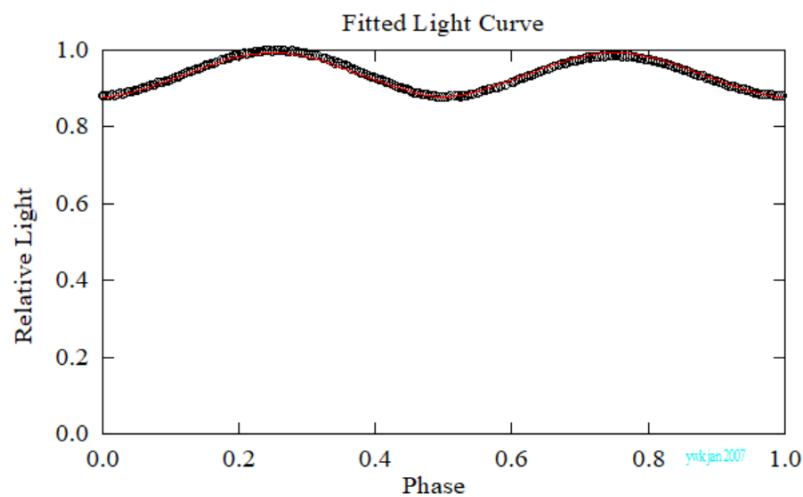
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพ เพื่อสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่ V415 Vir ในครั้งนี้ ได้ใช้พารามิเตอร์ตั้งต้น จากระบบดาวคู่ YY Eri (Warisa Pancharoen and Wiraporn Maithong, 2021) เมื่อวิเคราะห์หาอัตราส่วนมวล ($q = m_2/m_1$) ตั้งต้น สำหรับในการศึกษาครั้งนี้เริ่มจาก $q = 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00, 1.10$ และ 1.20 โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ (Σ) กับอัตราส่วนมวล จากโปรแกรม Wilson-Devinney ได้ดังรูปที่ 3 เพื่อเลือกใช้อัตราส่วนมวลที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด เป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณที่แปรค่าอัตราส่วนมวลต่อไป



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่อัตราส่วนมวลต่างๆ ของระบบดาวคู่ V415 Vir

จากรูปที่ 3 อัตราส่วนมวลที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ $q = 1.0$ ดังนั้นเมื่อแปรค่าอัตราส่วนมวล และวิเคราะห์หาผลเฉลยที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ทางกายภาพแล้ว ได้ผลดังตารางที่ 1 โดยมีกราฟแสงสังเคราะห์ (เส้นสีแดง) ที่สอดคล้องกับข้อมูล (จุดสีดำ) แสดงดังรูปที่ 4

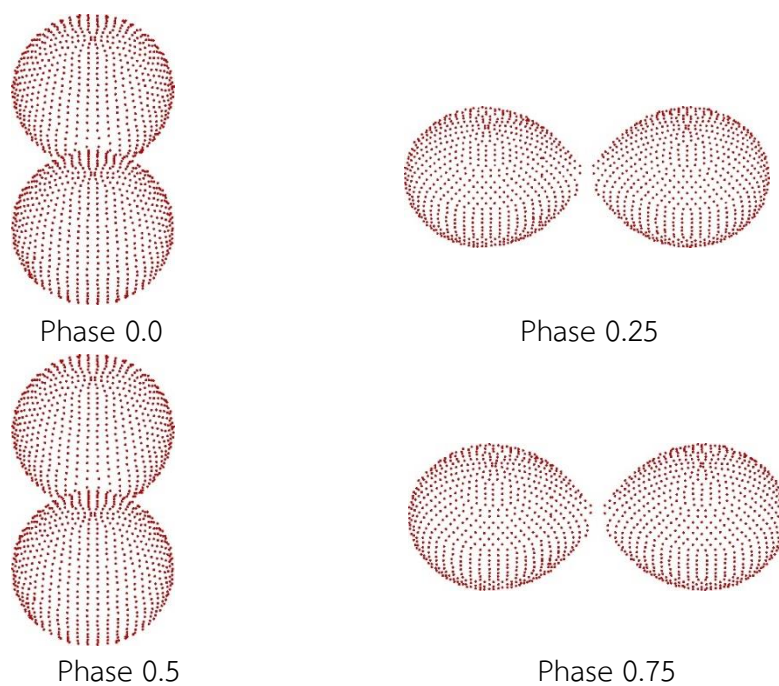


รูปที่ 4 กราฟแสงสังเคราะห์ของระบบดาวคู่ V415 Vir

ตารางที่ 1 ผลเฉลยที่ดีที่สุดของระบบดาวคู่ V415 Vir

พารามิเตอร์	ผลเฉลยที่ดีที่สุด
i	$47.75^0 \pm 0.68$
g_1	0.32
g_2	0.32
$\Omega_1 = \Omega_2$	3.749111 ± 0.014454
Ω_{in}	3.759728
Ω_{out}	3.200705
T_1 (K)	5709 ± 202
T_2 (K)	5688 ± 189
A_1	0.50
A_2	0.50
q	1.00611 ± 0.00522
$L_1/(L_1+L_2)_R$	0.50450 ± 0.09659
Degree of Contact (%)	1.9 %

พารามิเตอร์จากตารางที่ 1 สามารถสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir ได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir

สรุปผลการวิจัย

ระบบดาวคู่ V415 Vir ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ของดาวเทียม TESS เมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2563 ที่ดาวนโหลดเวลาที่ใช้สังเกตการณ์ BJD และ flux ของแสงดาวได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่ <http://tessebs.villanova.edu> เมื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney โดยใช้ช่วงความยาวคลื่น R ของระบบ UBV Johnson เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V415 Vir เป็นครั้งแรก โดยจากการศึกษาพบว่าดาวทั้ง 2 ดวงของระบบดาวคู่นี้มีมวลใกล้เคียงกัน โดยมีอัตราส่วนมวลประมาณ 1.00611 และมีลักษณะการแตะกันเพียงเล็กน้อยประมาณ 1.9 % จึงเป็นไปได้ว่าระบบดาวคู่ V415 Vir นี้อยู่ในช่วงของ Marginal Contact ที่ในอนาคตอาจแยกห่างออกจากกันมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงเพิ่มเติม เพื่อให้วิเคราะห์วิวัฒนาการของระบบดาวคู่นี้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Explorers Program, NASA ที่เอื้อเพื่อข้อมูลกราฟแสงจากดาวเทียม TESS

เอกสารอ้างอิง

- Ricker, G.R. et al. (2015). Transiting Exoplanet Survey Satellite. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, 1(1), 014003.
- Wilson, R. E. and Devinney, E. J. (1971). Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni. *Astrophysics Journal*, 166, 605-619
- SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg). Accessed on 2 Sep 2022. from <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- TESS Eclipsing Binary Catalog. Accessed on 18 Aug 2022. from <http://tessebs.villanova.edu/>
- Warisa Pancharoen and Wiraporn Maithong. (2021). Synthetic Light-Curve Analysis of a Short Period Binary System YY Eri. *Psychology and Education*, 58(1), 5454-5456.