

สมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่แบบบังกัน V523 Cas

Physical Properties of an Eclipsing Binary System V523 Cas

วิระภรณ์ ไหมทอง^{1*}

Wiraporn Maithong^{1*}

¹ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹Department of Physics and General Science, Faculty of Science and Technology,

Chiang Mai Rajabhat University

* E-mail: wiraporn@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบดาวคู่ V523 Cas ที่ทำการศึกษานี้ ได้ทำการสังเกตการณ์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบริชชี-ครีเทียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร เชื่อมต่อกับกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร (V) และ 595 นาโนเมตร (R) ของระบบ UBV ในวันที่ 20 - 21 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา จากการวิเคราะห์พบว่า ระบบดาวคู่ V523 Cas เป็นระบบดาวคู่แบบแตะกัน ด้วยอัตราส่วนมวล ($q=m_2/m_1$) 1.77 โดยมีเปอร์เซ็นต์การแตะกัน 7.42% นอกจากนี้ยังพบว่า มีจุดร้อนอยู่บนดาวปฐมภูมิ อุณหภูมิประมาณ 1.11 % ของอุณหภูมิพื้นผิวของดาวปฐมภูมิ และจุดเย็นอยู่บนดาวทุติยภูมิ อุณหภูมิประมาณ 0.80 % ของอุณหภูมิพื้นผิวของดาวทุติยภูมิ

คำสำคัญ: V523 Cas สมบัติกายภาพ แบบจำลอง

Abstract

V523 Cas was observed by 0.7 meters Ritchey-Chretien reflecting telescope with CCD Photometer via 525 nm (V) and 595 nm (R) filter of UBV system in 20 - 21 December 2018 at the Regional Observatory for the Public, Chachoengsao. The analysis found that V523 Cas is a contact binary system which the mass ratio ($q=m_2/m_1$) 1.76861 and the degree of contact is 7.42%. Furthermore, the result showed that it has a hot spot on the primary star which the temperature is 1.11 % of the primary star's temperature and cool spot on the secondary star which the temperature is 0.80 % of the secondary star's temperature.

Keywords: V523 Cas, Physical Properties, Model

บทนำ

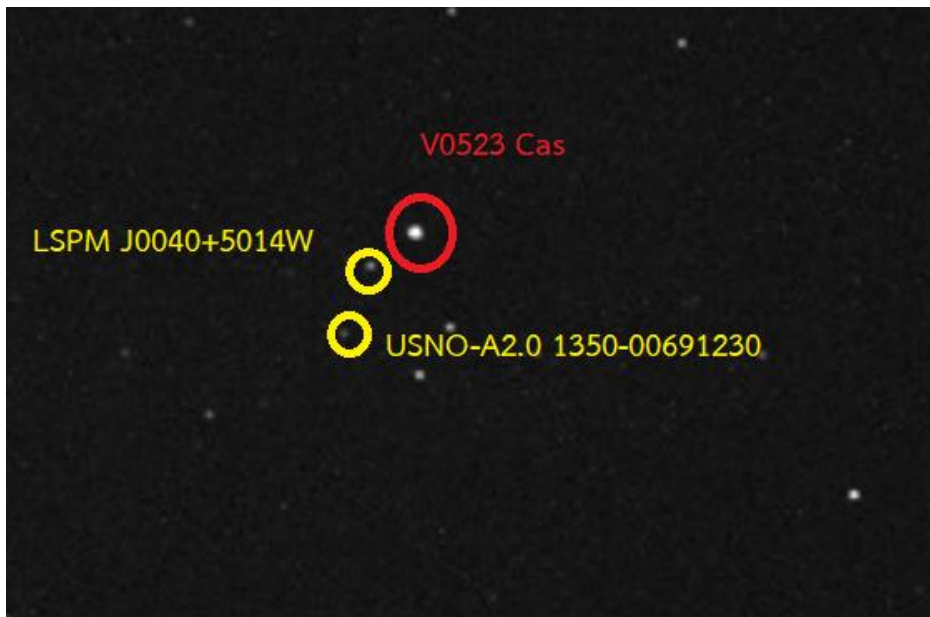
ในการศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพ อาจจะศึกษาโดยวิธีถ่ายภาพดาวด้วยซีซีดี โฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิลสัน-เดวินนี่ (Wilson-Devinney) สำหรับระบบดาวคู่ V523 Cas ก็เช่นเดียวกัน ได้มีการศึกษามากหลายครั้งโดยนักดาราศาสตร์หลายๆ คน และพบว่า มีค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละครั้งที่ทำการวิจัย ตัวอย่างเช่น Bradstreet (1981) พบว่ามีคาบการโคจร 0.23369068 วัน และเป็นดาวคู่แบบแตะกัน (contact binary) ที่มีอัตราส่วนมวล (mass ratio, q) ประมาณ 0.6 มีค่ามุมเอียง (inclination, i) 81° Milone, Hrivnak & Fisher (1985) พบว่าอัตราส่วนมวลมีค่า 0.42 และจัดอยู่ในประเภท K5V Maceroni (1986) พบว่า ค่าอัตราส่วนมวลที่มีค่าตั้งแต่ 1.5 ถึง 2.0 จะให้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับการทดลองของ Samec, Hamme & Bookmyer (1989) พบว่า มีผลของโอคอนเนลล์ (O'Connell effect) คือ กราฟแสงจะมีลักษณะไม่สมมาตร Zboril & Djurasevic (2006) พบว่า ระบบดาวคู่ V523 Cas มีจุดร้อน (hot spot) บนดาวหุติยภูมิ มีขนาดประมาณ 40 องศาที่บริเวณละติจูด 48 องศา Jeong, Kim & Lee (2010) พบว่า ระบบดาวคู่นี้มีจุดร้อนบนดาวปฐมภูมิ และจุดเย็น (cool spot) บนดาวหุติยภูมิ ในงานวิจัยนี้ได้สังเกตการณ์ระบบดาวคู่นี้ในปี 2019 (วันที่ 20 - 21 ธันวาคม พ.ศ. 2561) เพื่อการศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพ พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V523 Cas อีกทั้งยังเก็บเป็นฐานข้อมูลทางดาราศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษา วิเคราะห์ หรือทำนายถึงวิวัฒนาการของระบบดาวคู่นี้ในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V523 Cas

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาระบบดาวคู่ V523 Cas ในครั้งนี้ ได้ทำการสังเกตการณ์เมื่อวันที่ 20 – 21 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จะเชิงเทรา โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบริชชี-เกรเทียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ต่อเข้ากับซีซีดี โฟโตมิเตอร์ และใช้แผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร (V) และ 595 นาโนเมตร (R) ของระบบ UBV ได้ตัวอย่างภาพถ่ายของระบบดาวคู่นี้ดังภาพที่ 1 และข้อมูลเบื้องต้นของระบบดาวคู่ V523 Cas และดาวอ้างอิง แสดงดังตารางที่ 1 โดยในงานนี้ได้กำหนดให้ดาวปฐมภูมิ คือ สมาชิกดวงที่สว่าง และร้อนกว่า มีขนาดเล็ก และมีมวลน้อยกว่าสมาชิกอีกดวงซึ่งเรียกว่า ดาวหุติยภูมิ เมื่อสมาชิกดวงที่สว่างโคจรไปอยู่ด้านหลังสมาชิกที่มีความสว่างน้อยกว่า จะมีการลดลงของแสงมากเรียกว่า ค่าต่ำสุดปฐมภูมิ ดังแสดงในกราฟแสงที่เฟส (phase) มีค่าเป็น 0



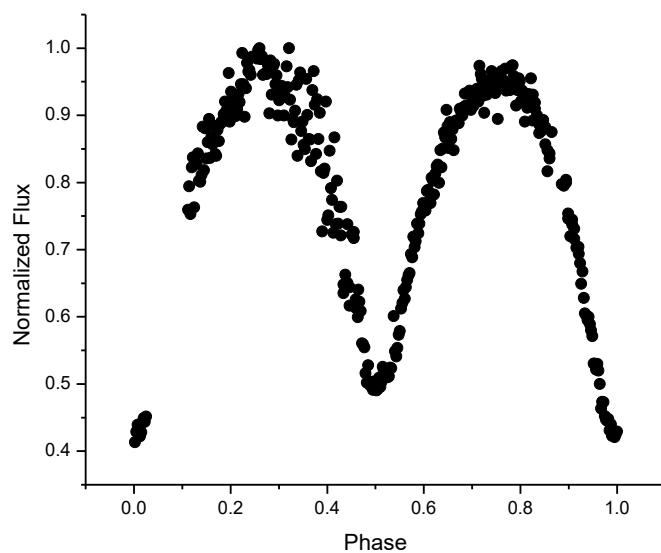
ภาพที่ 1 ระบบดาวคู่ V523 Cas และดาวอ้างอิง

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของระบบดาวคู่ V523 Cas และดาวอ้างอิง

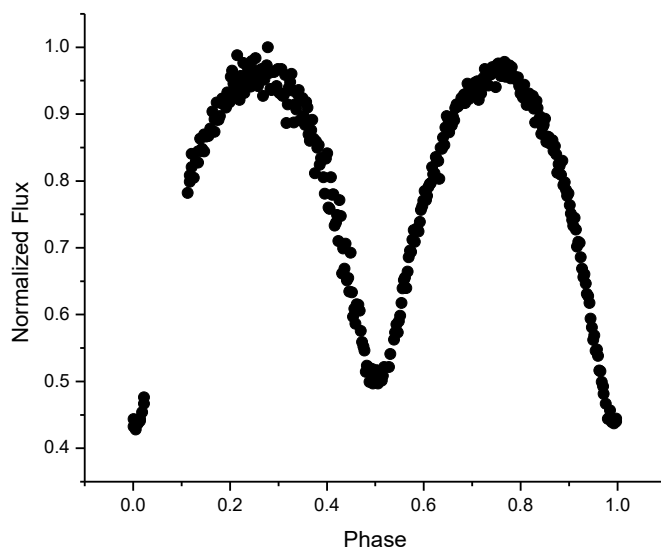
Star	R.A. (h m s)	Dec. (° ' ")	R magnitude
V523 Cas	00 40 06.267	+50 14 15.516	10.405
LSPM J0040+5014W	00 40 04.315	+50 14 31.882	12.1
USNO-A2.0 1350-00691230	00 40 03.564	+50 15 01.711	13.8

ข้อมูลจาก : SIMBAD Astronomical Database

จากภาพถ่ายระบบดาวคู่ที่ได้จากการสังเกตการณ์ สามารถวัดค่าอันดับความสว่าง (magnitude) โดยใช้โปรแกรม Maxlm DL6 แล้วสร้างกราฟแสง (light curve) ในฟิลเตอร์ V และ R ได้ตั้งภาพ 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ที่ปรับปรุงโดย Kang (2010) และสร้างแบบจำลอง



ภาพที่ 2 กราฟแสงของระบบดาวคู่ V523 Cas ในฟิลเตอร์ V



ภาพที่ 3 กราฟแสงของระบบดาวคู่ V523 Cas ในฟิลเตอร์ R

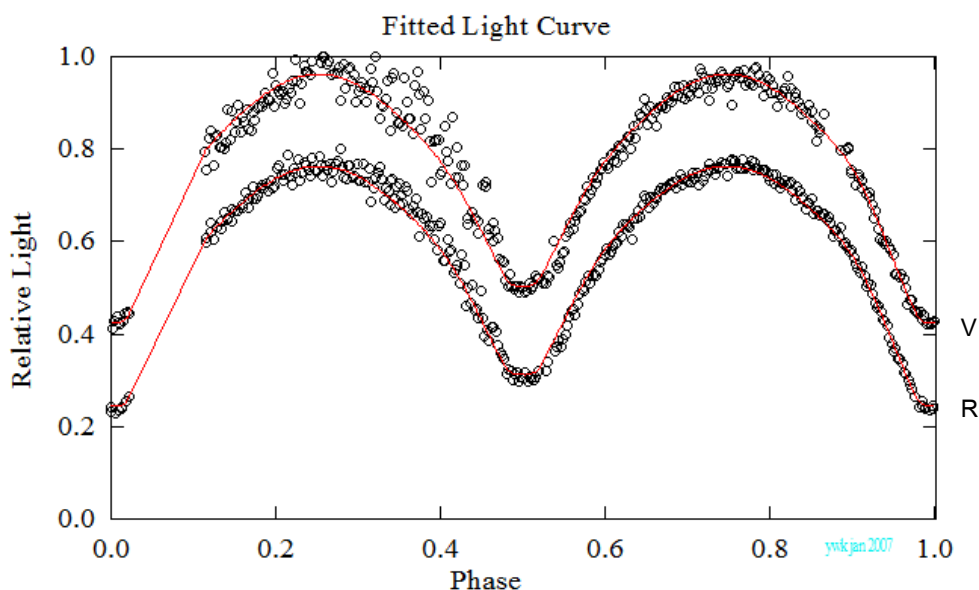
ผลการวิจัย

จากกราฟแสงที่ได้ นำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ที่ปรับปรุงโดย Kang (2010) ได้พารามิเตอร์ที่ดีที่สุด ดังตารางที่ 2

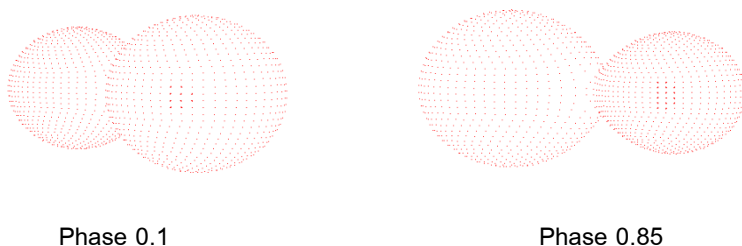
ตารางที่ 2 ผลที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์เบื้องต้นของระบบดาวคู่ V523 Cas

พารามิเตอร์	ผลที่ดีที่สุด
ขนาดมุมเอียง, i (degree)	87.8 ± 0.9
ความโน้มถ่วงของดวงดาวที่ 1 (g_1)	0.32
ความโน้มถ่วงของดวงดาวที่ 2 (g_2)	0.32
ศักร์ที่ผิวดาวดวงที่ 1 และ 2 ($\Omega_1 = \Omega_2$)	4.7527 ± 0.0349
ศักร์ที่ผิวด้านใน (Ω_{in})	4.9203
ศักร์ที่ผิวด้านนอก (Ω_{out})	2.6629
อุณหภูมิของดาวปฐมภูมิ T_1 (K)	5466 ± 450
อุณหภูมิของดาวทุติยภูมิ T_2 (K)	5203 ± 377
อัตราส่วนมวล ($q=m_2/m_1$)	1.77 ± 0.02
กำลังส่องสว่างในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง $L_{1V}/(L_1+L_2)_V$	0.450 ± 0.036
กำลังส่องสว่างในช่วงความยาวคลื่นสีแดง $L_{1R}/(L_1+L_2)_R$	0.436 ± 0.040
เปอร์เซ็นต์ของการแตะกัน (percent)	7.42
Lat (spot) ₁ (degree)	90.0
Long (spot) ₁ (degree)	120.9
R (spot) ₁ (degree)	13.1
T.E. (spot) ₁ (percent)	1.11 ± 0.01
Lat (spot) ₂ (degree)	90.0
Long (spot) ₂ (degree)	134.1
R (spot) ₂ (degree)	10.0
T.E. (spot) ₂ (percent)	0.80

จากค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในตารางที่ 2 สามารถสร้างกราฟแสงสังเคราะห์ได้ดังภาพที่ 4 โดยเส้นสีแดง หมายถึง กราฟแสงที่ได้จากแบบจำลองด้วยโปรแกรม Wilson-Devinney ส่วนข้อมูลที่เป็นจุด หมายถึง กราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ และสามารถสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ได้ ดังภาพ 5



ภาพที่ 4 กราฟแสงสังเคราะห์ ในฟิลเตอร์ V และ R



ภาพที่ 5 แสดงแบบจำลองของระบบดาวคู่ V523 Cas

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ โดยค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นของระบบดาวคู่ V523 Cas มีค่าเปลี่ยนแปลงไป เช่น อัตราส่วนมวล (q) 1.77 ± 0.02 เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต เช่นในปี 1985 ที่ Milone, Hrivnak & Fisher (1985) พบว่า อัตราส่วนมวลมีค่า 0.42 ± 0.02 หรือในปี 2010 Jeong, Kim & Lee (2010) ได้วิเคราะห์อัตราส่วนมวลได้ 1.761 ± 0.019 โดยค่าอัตราส่วนมวลที่เปลี่ยนแปลงไป อาจเกิดจากการถ่ายเทมวลระหว่างดวงดาวทั้งสองดวงในระบบดาวคู่นี้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจุดบนดาวในการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีจุดร้อน (hot spot) บนดาวปฐมภูมิ มีขนาดประมาณ 13.1 องศา และจุดเย็น (cool spot) บนดาวทุติยภูมิ มีขนาดประมาณ 10 องศา เมื่อเปรียบเทียบกับ Zboril & Djurasevi (2006) ที่พบว่า ระบบดาวคู่ V523 Cas มีจุดร้อน (hot spot) บนดาวทุติยภูมิ มีขนาดประมาณ 40 องศา โดยผลที่

แตกต่างกันนี้ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบางบริเวณที่ผิวดาว เช่นเดียวกันกับการเกิดจุดบนดวงอาทิตย์ที่จะสังเกตเห็นจุดแตกต่างกันไป เมื่อสังเกตการณ์ในเวลาต่าง ๆ ซึ่งผลการวิเคราะห์การศึกษาระบบดาวคู่ จะเป็นฐานข้อมูลทางดาราศาสตร์เพื่อศึกษาถึงกระบวนการ หรือกลไกการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ หรือทำนายถึงวิวัฒนาการของดาวในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- Jeong, J. H., Kim, C. & Lee, Y. (2010). Photometric observations of the contact binary system V523 Cassiopeiae. *Journal of Astronomy and Space Science*. 27(2), 81-88.
- Kang, Y.W. (2010). New light curve analysis for large numbers of eclipsing binaries I. Detached and semi-detached binaries. *Journal of Astronomy and Space Science*. 27(2), 75-80.
- Maceroni, C. (1986). Light-curve solution of contact binaries and the uniqueness of derived mass ratio: V523 Cas. *Astronomy and Astrophysics*, 170(1), 43-47.
- Milone, E.F., Hrivnak, B.J. & Fisher, W.A. (1985). A radial-velocity study of V523 Cassiopeiae. *The Astronomical Journal*, 90(2), 354-357.
- Samec, R.G., Hamme, W.V. & Bookmyer, B.B. (1989). Synthetic light-curve analysis of the very short period binaries TY bootis, AD Cancrri, and V523 Cassiopeiae. *The Astronomical Journal*, 98(6), 2287-2299.
- Zboril, M. & Djurasevi, G. (2006). Progress report on the monitoring active late-type stars in 2005/2006 and the analysis of V523 Cas. *Serbian Astronomical Journal*, 173(173), 89-94.

วันที่รับบทความ 10 ก.ย. 62, วันที่แก้ไขบทความ 23 ธ.ค. 62, วันที่ตอบรับบทความ 5 พ.ค. 63