



การเปลี่ยนแปลงคาบของดาวแปรแสง บีอี ลินซิส (Period Change of BE Lyncis Variable Star)

พรพิมล คำภีร์พงษ์^{1*}, ประไพภรณ์ สรวงชัยภูมิ¹, สุกานดา ฐานวิเศษ¹,
รณกฤต รัตนมาลา² และ สมานชานญ์ จันทร์เอี่ยม³

Pornpimol Khumpeepong^{1*}, Prapaiporn Sruangchaiyaphum¹, Sukanda Tanwiset¹,
Ronnakrit Rattnamala² and Smanchan Chandaiam³

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis โดยการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน, สีที่ตามองเห็นและสีแดง ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ของหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาสร้างกราฟแสงและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสง จากแผนภาพ O-C พบว่าคาบการแปรแสงมีอัตราเพิ่มขึ้น 7.11044×10^{-14} วันต่อรอบ ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของดาวแปรแสง

คำสำคัญ: บีอี ลินซิส, ดาวแปรแสง, การเปลี่ยนแปลงคาบ

Abstract

This study was aimed to the period change of BE Lyncis Variable Star. The data was done via CCD photometer in blue (B) visible (V) and red (R) filters that attached to 0.5 meter reflecting telescope at Regional Observatory for the Public, Nakhon Rattchasi, National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization). The data were employed to plot light curves. The period change analysis by O-C diagram was shown the increase rate at 7.11044×10^{-14} day/cycle. The result was shown that the BE Lyncis variable star was expanded.

Keywords: BE Lyncis, Variable Star, Period change

บทนำ

ดาวแปรแสง BE Lyncis (HD 79889) มีตำแหน่ง R.A. $9^{\text{h}} 18^{\text{m}} 17^{\text{s}}$, DEC.+ $46^{\circ} 09' 11''$ ถูกค้นพบโดย Oja ในปี ค.ศ. 1986 เป็นดาวแปรแสงจริง ประเภทเดลต้า สคูตี (Delta Scuti Stars) มีแมกนิจูด V เท่ากับ 8.6mag - 9.0mag และคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.0958697 วัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1990 Rodriguez และคณะได้ศึกษาดาวแปรแสง BE Lyncis โดยใช้เทคนิคโฟโตเมตรี Strömberg จำนวนการเปลี่ยนคาบการแปรแสงจากแผนภาพ O-C พบว่ามีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.095869448 วัน และคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของดาวซึ่งมวลของดาวเท่ากับ 1.8 ± 0.1 เท่าของดวงอาทิตย์ รัศมีของดาวเท่ากับ 2.4 ± 0.2 เท่าของดวงอาทิตย์ แมกนิจูดโบลโลเมตริกเท่ากับ 1.66 mag อุณหภูมิของดาวเท่ากับ 7690 เคลวิน ในปี ค.ศ. 1991 Liu และคณะได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.09586943 วัน ในปี ค.ศ. 1992 Tang และคณะได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.09586951 วัน และในปีเดียวกัน Wunder และคณะก็ได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.095869483 วัน ในปี ค.ศ. 1994 Lui และ Jiang ได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.09586954 วัน ในปี 1995 Kiss และ Szatmaary ได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.09586953 วัน และคำนวณหามวลของดาวเท่ากับ 1.7 ± 0.1 เท่าของดวงอาทิตย์ ในปี ค.ศ. 2008 Szakats และคณะได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ $0.09586952 \pm 0.00000003$ วัน และต่อมาในปี ค.ศ. 2012 Chulhee และคณะได้ศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเท่ากับ 0.09586951 วัน

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าส่วนใหญ่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับคาบการแปรแสง ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบของดาวแปรแสง BE Lyncis เพื่ออธิบายแนวโน้มลักษณะทางกายภาพของดาวแปรแสง BE Lyncis เบื้องต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของดาว BE Lyncis

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

1. ดาวแปรแสง

ดาวแปรแสง (Variable star) เป็นดาวที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Brightness) หรือกำลังส่องสว่าง (Luminosity) ได้โดยการเปลี่ยนค่าความสว่างต่างๆ ไม่ได้ขึ้นกับชั้นบรรยากาศของโลก และดาวแปรแสงยังมีการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมและการเปลี่ยนคุณสมบัติทางแม่เหล็ก ถึงแม้ค่าความสว่างไม่เปลี่ยนก็ตาม โดยทั่วไปแล้วดาวแปรแสงถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ดาวแปรแสงที่มีการแปรแสงจริง (Intrinsic variable) และดาวแปรแสงไม่ได้แปรแสงจริง (Extrinsic variable) (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2528)

2. การเปลี่ยนคาบของดาวแปรแสง

การศึกษาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของดาวในช่วงเวลาต่างๆ โดยพิจารณาเวลาที่ดาวมีค่าความสว่างมากที่สุด (Time of maximum) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นคาบเท่ากับการแปรแสงของดาว และจะวิเคราะห์การเปลี่ยนคาบการแปรแสงจากแผนภาพ O-C (O-C diagram) เมื่อพิจารณาแนวโน้มการแปรแสงจากสมการโพลีโนเมียล แสดงดังสมการที่ 1 และอัตราการเปลี่ยนคาบการแปรแสงคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$O - C = aE^2 + bE + c \quad (1)$$

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

จากการพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงการแปรแสงและจากความสัมพันธ์ระหว่างคาบ-ความหนาแน่นเฉลี่ยของดาว $P \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$ ก็จะพบว่าถ้าดาวแปรแสงมีคาบการแปรแสงลดลงก็จะทำให้ความหนาแน่นของดาวเพิ่มขึ้นมากขึ้น และในทางตรงกันข้ามถ้าคาบการแปรแสงเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของดาวก็จะน้อยลง (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2528)

4. เทคนิคโฟโตเมตรี

เทคนิคโฟโตเมตรีเป็นการวัดค่าความสว่างของดาวประเภทหนึ่งซึ่งทำได้ง่ายโดยวิธีการจะเป็นการวัดค่าความสว่างของดาวที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ผลที่ได้จะเป็นค่าความสว่างจากเครื่องมือ (Instrumental magnitude) และวิธีการวัดจะต้องมีดาวฤกษ์ข้างเคียงอย่างน้อย 2 ดวง เพื่อที่จะนำมาเป็นดาวเปรียบเทียบ (Reference star) และดาวตรวจสอบ (Check star) อยู่ในภาพถ่าย

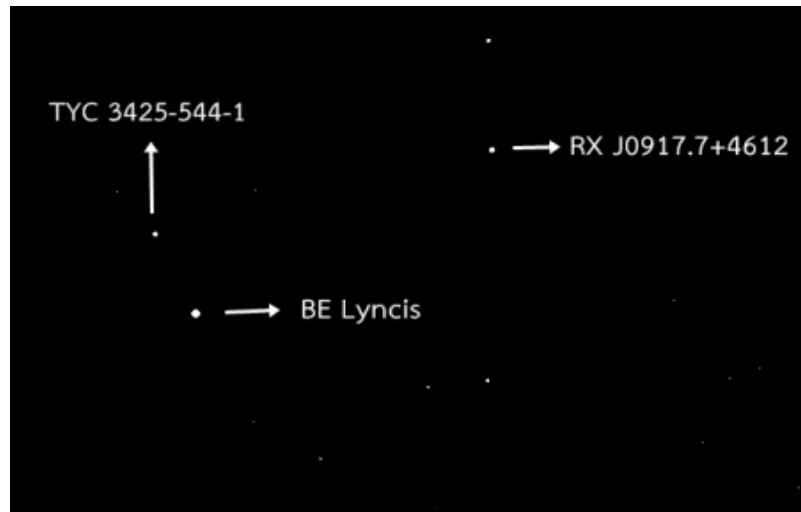
เทคนิคโฟโตเมตรีนิยมใช้ในการวิเคราะห์แสงดาวของดาวประเภทต่างๆ เช่น ดาวแปรแสง ระบบดาวคู่ ดาวฤกษ์ และกระจุกดาว เป็นต้น (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2528)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการสังเกตการณ์ในวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการถ่ายภาพดาวแปรแสง BE Lyncis ด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ผ่านแผ่นกรองแสง สีน้ำเงิน, สีที่ตามองเห็นและสีแดง ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร และมีระบบตามดาวอัตโนมัติ

ข้อมูลที่ได้จะมีนำมากำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction image) เพื่อให้ได้ภาพแสงของดาวแปรแสงอย่างแท้จริงและจะทำการวัดแสงด้วยเทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry) จากนั้นจะทำการสร้างกราฟแสง แล้วหาค่าเวลาที่แสงมากที่สุด (Time of maximum) และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการแปรแสงจากแผนภาพ O-C(O-C diagram)

จากข้อมูลการสังเกตการณ์ดาวแปรแสง BE Lyncis ที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็น และสีแดง ดังภาพที่ 1 ตลอดจนข้อมูลเบื้องต้นของดาวตรวจสอบและดาวเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวแปรแสง BE Lyncis จากการสังเกตการณ์

ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของดาวตรวจสอบ (Check star) และดาวเปรียบเทียบ (Referent star)
 (Simbad Astronomical Data Base, 2559)

Stars	R.A.	DEC.	B	V	R
TYC 3425-544-1 (Check star, C)	9 ^h 18 ^m 21 ^s	+46°10'44"	12.02	11.28	-
RX J0917.7+4612 (Referent star, R)	9 ^h 18 ^m 44 ^s	+46°12'24"	13.13	11.58	11.16

จากการวิเคราะห์ภาพด้วยเทคนิคโฟโตเมตรีแล้วข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาสร้างเป็นกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีที่ตามองเห็น (V) และสีแดง (R) ดังภาพที่ 2 และจากการศึกษาของ L.L. Kiss และ K.Szatmary ในปี ค.ศ 1995 สามารถคำนวณสมการการแปรแสง ดังสมการที่ 3

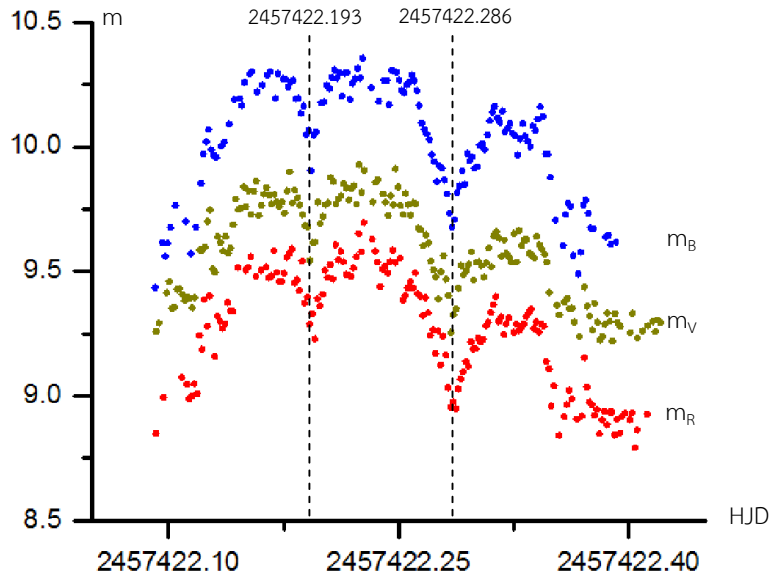
$$T_{\max} = 2449018.2684 + 0.09586953E \quad (3)$$

เมื่อ T_{\max} คือ เวลาที่มากที่สุด (HJD)

E คือ ยุค (Epoch)

จากสมการที่ 3 สามารถคำนวณหาค่ายุค แสดงดังตารางที่ 2 และสร้างสมการการแปรแสงใหม่ได้ดังสมการที่ 4

$$T_{\max} = 2457422.2871 + 0.0958695299E \quad (4)$$



ภาพที่ 2 กราฟแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis จากการสังเกตการณ์

ตารางที่ 2 ค่าเวลาที่แสงมากที่สุด T_{max} ค่ายุค (E) และค่า O-C

$T_{max}(HJD)$	E	O-C	แหล่งข้อมูล
2446498.338	-26284.999	0.000253986	1
2446507.35	-26190.99416	0.000718175	1
2446507.446	-26189.99488	0.000648645	1
2446508.405	-26179.9917	0.000953346	1
2446509.459	-26168.99968	0.000188517	1
2446510.418	-26158.99859	0.000293218	1
2446524.415	-26012.99078	0.001041853	1
2446950.46	-21568.98965	0.001150977	1
2446951.417	-21558.99794	0.000355678	1
2447115.642	-19845.99695	0.000450959	1
2447118.613	-19815.00587	-0.000404467	1
2447118.71	-19813.99304	0.000826003	1
2447121.681	-19783.00196	-2.9424×10^{-5}	1
2447219.564	-18762.00603	-0.000419452	1
2447551.465	-15300.00095	6.8034×10^{-5}	1



ตารางที่ 2 ค่าเวลาที่แสงมากที่สุด T_{max} ค่ายุค (E) และค่า O-C (ต่อ)

T _{max} (HJD)	E	O-C	แหล่งข้อมูล
2447551.56	-15299.00585	-0.000401495	1
2447551.656	-15298.00344	-0.000171026	1
2447553.573	-15278.00856	-0.000661624	1
2447553.669	-15277.00407	-0.000231154	1
2447265.103	-18286.99796	0.000353845	2
2447486.369	-15978.99979	0.000178836	2
2447488.285	-15959.0143	-0.001211762	2
2447488.381	-15958.01398	-0.001181292	2
2447489.245	-15949.00277	-0.000107061	2
2447489.341	-15947.99933	0.000223409	2
2447493.176	-15908.00435	-0.000257787	2
2447493.27	-15907.0155	-0.001327317	2
2447542.261	-15396.00643	-0.000457096	2
2447544.273	-15375.01436	-0.001217223	2
2447544.37	-15374.00778	-0.000586753	2
2447551.465	-15300.00095	6.8034×10 ⁻⁵	2
2447551.56	-15299.00585	-0.000401495	2
2447553.573	-15278.00856	-0.000661624	2
2447553.669	-15277.00407	-0.000231154	2
2447627.009	-14512.01023	-0.000821527	2
2447634.008	-14439.00267	-9.72101×10 ⁻⁵	2
2448707.076	-3245.995886	0.000554619	3
2448710.047	-3215.005852	-0.000400807	3
2448710.143	-3214.003448	-0.000170338	3
2448710.239	-3213.00626	-0.000439867	3
2448715.129	-3162.002567	-8.58917×10 ⁻⁵	3
2448715.225	-3160.994948	0.000644578	3
2449018.077	-1.998549487	0.000299624	4
2449018.173	-0.999274741	0.000230094	4
2449018.269	0.001043083	0.000260564	4
2449018.364	1.001360911	0.000291034	4

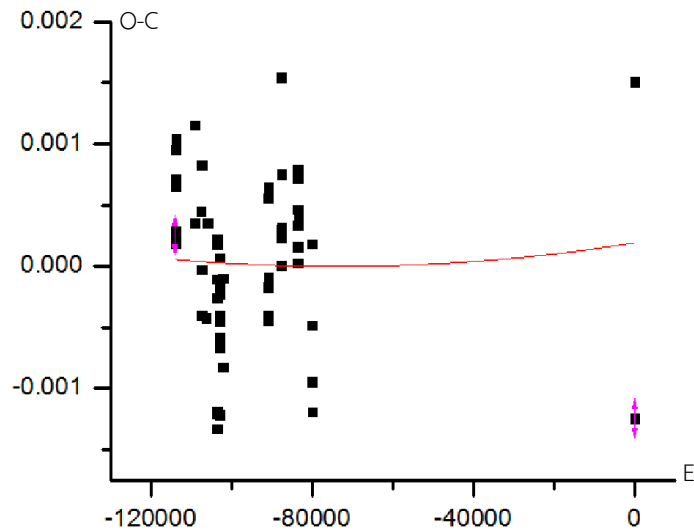


ตารางที่ 2 ค่าเวลาที่แสงมากที่สุด Tmax ค่ายุค (E) และค่า O-C (ต่อ)

$T_{max}(HJD)$	E	O-C	แหล่งข้อมูล
2449019.035	7.998370284	4.3246×10^{-5}	4
2449021.05	29.01443243	0.001544197	4
2449022.008	39.00613678	0.000748898	4
2449030.061	123.0015418	0.000308387	4
2449031.019	133.0015908	0.000313087	4
2449400.022	3982.006587	0.000792502	4
2449400.117	3983.005862	0.000722972	4
2449401.075	3992.99861	2.76733×10^{-5}	4
2449401.171	3993.999971	0.000158144	4
2449413.059	4118.00183	0.000336436	4
2449413.155	4119.003191	0.000466906	4
2449416.127	4150.002613	0.000411479	4
2449749.464	7626.988471	-0.000943983	5
2449749.561	7628.000262	0.000186487	5
2449749.656	7628.993279	-0.000483043	5
2449754.353	7677.985904	-0.001190008	5
2457422.193	87660.01397	0.001508842	6
2457422.286	87660.98524	-0.001245551	6

หมายเหตุ : แหล่งข้อมูล 1. E. Rodriguez และคณะ (1989) 2. LIU YANING และคณะ (1991) 3. TANG QUINQUAN และคณะ (1992) 4. LIU ZONGLI และ JIANG SHIYANG (1994) 5. L.L. Kiss and K.Szatmary (1995) 6.วิจัยนี้

จากตารางที่ 2 ข้อมูลค่าเวลาที่แสงมากที่สุดจากการสังเกตการณ์ (O) และค่าเวลาที่แสงมากที่สุดจากการคำนวณ (C) ด้วยสมการที่ 2 กับค่ายุค มาสร้างแผนภาพ O-C ดังภาพที่ 3 และวิเคราะห์หาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง BE Lyncis โดยการพล็อตกราฟด้วยสมการโพลิโนเมียล (Polynomial equation) ได้ตั้งสมการที่ 5



ภาพที่ 3 แผนภาพ O-C

$$O-C = (3.55522 \times 10^{-14}) E^2 - (5.24318 \times 10^{-9}) E + 1.90751 \times 10^{-4} \quad (5)$$

$$dP/dE = 2(3.55522 \times 10^{-14})$$

$$dP/dE = 7.11044 \times 10^{-14} \text{ วันต่อรอบ}$$

จากการคำนวณค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าดาวแปรแสง BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเพิ่มขึ้นในอัตรา 7.11044×10^{-14} วันต่อรอบ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ดาวแปรแสงนี้มีค่าความหนาแน่นลดลงตามความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความหนาแน่น ($P \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$) แสดงถึงการขยายตัวของดาวแปรแสง BE Lyncis เมื่อพิจารณามวลคงที่

สรุปผลการวิจัย

จากการสังเกตการณ์ดาวแปรแสง BE Lyncis พบว่าดาวแปรแสง BE Lyncis มีลักษณะของแผนภาพ O-C เป็นพาราโบลาแบบหงาย แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนคาบการแปรแสงของดาว BE Lyncis มีคาบการแปรแสงเพิ่มขึ้นในอัตรา 7.11044×10^{-14} วันต่อรอบ และจากความสัมพันธ์ $P \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$ ทำให้ทราบว่าดาวแปรแสง BE Lyncis มีค่าความหนาแน่นลดลง เนื่องจากการขยายตัวของดาวแปรแสง BE Lyncis

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการเปลี่ยนคาบการแปรแสง BE Lyncis พบว่าดาวแปรแสง BE Lyncis มีแนวโน้มการเปลี่ยนคาบเพิ่มมากขึ้นในอัตรา 7.11044×10^{-14} วันต่อรอบ ประกอบกับความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความหนาแน่นแสดงว่าดาวแปรแสง BE Lyncis มีค่าความหนาแน่นลดลงตาม ทำให้มีขนาดขยายเพิ่มมากขึ้น



ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1.การเก็บข้อมูลควรหลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนเช่น แสงสว่าง เมฆ เป็นต้น เพราะอาจส่งผลต่อข้อมูล
- 2.ควรวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์ค่าดัชนีสี รัศมี และมวล เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณทวดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สังเกตการณ์

เอกสารอ้างอิง

- บุญรักษา สุนทรธรรม. (2528). **ดาราศาสตร์ทั่วไป เล่ม 2**. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Chulhee Kim et al. (2012). **Chemical Composition and Photometry BE Lyncis**. Publications of the Astronomical society of the pacific. 124:401-410.
- E.Rodriguez et al.. (1989). **Strömrgren Photometry of the high amplitude delta scuti star HD 79889**. Mezcana. Astron. Astrof. 20,37-46.
- L.L. Kiss and K.Szatmary. (1995). **Has the Delta Scuti star BE Lyn a companion ?**. Commission 27 and 42 of the IAU information bulletin on variable stars. Number 4166.
- Lui Yanying et al.. (1991). **Period Changes in HD79889**. Commission 27 of the IAU information bulletin on variable stars. Number 3607.
- Lui Zongli and Jiang Shiyang. (1994). **Period Changes in HD79889**. Commission 27 and 42 of the IAU information bulletin on variable stars. Number 4077.
- Tang Qinquan et al.. (1992). **Period Changes in HD79889**. Commission 27 and 42 of the IAU information bulletin on variable stars. Number 3771.
- T.Oja. (1987). **The variable star HD 79889**. Astron. Astrophys. 184, 215-218.
- Szakats,R et al..(2008). **Does the period of BE LYNCIS really vary ?**. Commission 27 and 42 of the IAU information bulletin on variable stars. Number 5816.