



การเปลี่ยนคาบของดาวแปรแสง เอดี ซีเอ็มไอ

กนกกานต์ คุณหงษ์¹, ศันสนีย์ แสงพระโคส¹, อาทิตยา แฝ้วชมภู^{1*},
รณกฤต รัตนมาลา² และสมานชาญ จันทรเอี่ยม³

Period Change of Variable Star AD CMi

Kanokkan Kunhong¹, Sansanee Sangprakos¹, ArthitayaPeawchomphu^{1*},
Ronnakrit Rattanamala² and Smanchan Chandaiam³

¹โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

²โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

³สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

¹Physics Program, Faculty of Education, NakhonRatchasimaRajabhat University, MuangNakhonRatchasima, Thailand 30000

²Physics and General Science Program Faculty Science and Technology NakhonRatchasimaRajabhat University, MuangNakhonRatchasima, Thailand 30000

³National Astronomical Research Institute of Thailand(Public Organization) Ministry of Science and Technology

* Corresponding author. E-mail address: san-sa-nee@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนคาบของดาวแปรแสง AD CMi ที่ได้ทำการสังเกตการณ์ ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมาโดยถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) สีที่ตามองเห็น (V) และสีแดง (R) ซึ่งข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และสร้างกราฟแสง โดยคำนวณแอมพลิจูดของโชติมาตร เท่ากับ $\Delta m_b = 0.360$, $\Delta m_v = 0.285$ และ $\Delta m_r = 0.222$ และคำนวณอัตราส่วนของแสงมากที่สุดต่อแสงน้อยที่สุด ($F_{\max}/F_{\min}$) เท่ากับ 0.718, 0.769 และ 0.815 สำหรับช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็นและสีแดง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนคาบการแปรแสงจากกราฟ O-C พบว่าดาวแปรแสง AD CMi มีอัตราการแปรแสงเพิ่มขึ้น 8.6418×10^{-13} วันต่อรอบ (2.1×10^{-4} วินาทีต่อปี) ซึ่งอาจเกิดจากการขยายตัวของดาวแปรแสง AD CMi และเมื่อพิจารณากราฟ O-C Residual พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบซึ่งอาจเกิดจากการมีคู่ของดาวแปรแสง AD CMi

คำสำคัญ: ดาวแปรแสง เอดี ซีเอ็มไอ การเปลี่ยนคาบ

Abstract

This research was aimed to study the period change of variable star AD CMi. This research was observed at Regional Observatory for the Public NakhonRatchasima, National Astronomical Research Institute of Thailand. The observation was done via CCD photometer in blue (B) visible (V) and red (R) filters. The data were employed to analyze and plot light curves. The amplitude of light curves were determined; $\Delta m_b = 0.360$, $\Delta m_v = 0.285$ and $\Delta m_r = 0.222$. The flux intensity of max and min ratio ($F_{\max}/F_{\min}$) were 0.718, 0.769 and 0.815 for B, V and R bands respectively. The period change analysis by O-C diagram was shown the increasing rate at 8.6418×10^{-13} day cycle⁻¹ (2.1×10^{-4} sec year⁻¹). The result was shown that the AD CMi star may be enlarged. The O-C residual of oscillation period was shown that it is a binary star.

Keywords: Variable star, AD CMi, Period change



บทนำ

ดาวแปรแสงเป็นดาวฤกษ์ที่มีความสว่างเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ดาวแปรแสงที่เกิดการแปรแสงจากปัจจัยภายใน (Intrinsic variables) และดาวแปรแสงที่เกิดการแปรแสงจากปัจจัยภายนอก (Extrinsic variables) ซึ่งดาวแปรแสงเป็นขั้นหนึ่งของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ขั้นสุดท้าย ดังนั้น การศึกษาดาวแปรแสงจึงถือเป็นการการศึกษาวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550, น. 554)

ดาวแปรแสง AD CMi (BD+01 1932, GSC 00181-00428) มีตำแหน่ง R.A. $7^{\text{h}} 52^{\text{m}} 47.182^{\text{s}}$ DEC. $+1^{\circ} 35' 50.50''$ ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1934 โดย Hoffmeister ในกลุ่มดาวสุนัขเล็ก และในปี ค.ศ. 1950 Zessewitsch ได้ทำการศึกษาและเสนอว่าเป็นดาวแปรแสงอุปราคาชนิดอัลกอล (Algol Type-Eclipsing Binary Star) ที่มีคาบการแปรแสง 1.276 วัน อย่างไรก็ตามจากการสังเกตการณ์ของ Berkeley พบว่าดาวแปรแสง AD CMi ไม่ใช่ระบบดาวคู่อุปราคาแต่เป็นดาวแปรแสงที่มีคาบการแปรแสงเพียง 3 ชั่วโมง จากนั้น Abhyankar (1959, p. 834) ได้ทำการศึกษาดาวแปรแสง AD CMi อีกครั้งแล้วสรุปว่าเป็นดาวแปรแสงคาบสั้นที่มีคาบการแปรแสง 0.122972 วัน หรือ 2.951328 ชั่วโมง ต่อมา Yang, Tang, & Jiang (1992, p. 1) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบด้วยแผนภาพ O-C พบว่ามีคาบการแปรแสงเพิ่มขึ้น $1.3 \pm 0.07 \times 10^{-6}$ วันต่อปี โดยมีลักษณะของกราฟเป็นแบบพาราโบลาหงาย (Pongsak, et al., 2007, pp. 421-427)

จากการศึกษาที่ผ่านมาทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบของดาวแปรแสง AD CMi ที่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังอธิบายแนวโน้ม ลักษณะทางกายภาพของดาวแปรแสง AD CMi

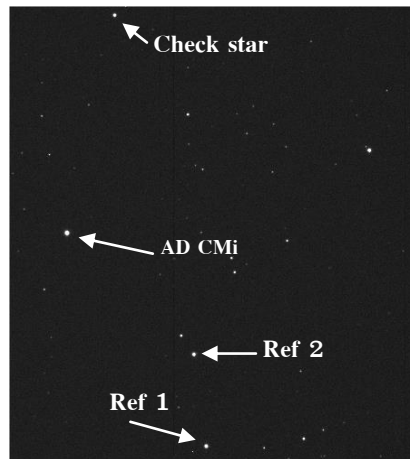
วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการสังเกตการณ์ในระหว่างวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ.2557 และวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2558 ที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการถ่ายภาพดาวแปรแสง AD CMi ด้วย กล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ผ่านแผ่นกรองแสง สีน้ำเงิน (B) สีที่ตามองเห็น (V) และสีแดง (R) ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร และมีระบบตามดาวอัตโนมัติ

ข้อมูลที่ได้จะนำมาทำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Image) เพื่อให้ได้ภาพแสงของดาวแปรแสงอย่างแท้จริง และจะทำการวัดแสงด้วยเทคนิคโฟโตเมทรี (Photometry) จากนั้นจะทำการสร้างกราฟแสง แล้วหาค่าเวลาที่แสงมากที่สุด (Time of maximum) และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงจากแผนภาพ O-C(O-C Diagram)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ภาพถ่ายที่ได้จากการสังเกตการณ์ดาวแปรแสง AD CMi ภาพที่ 1 ซึ่งจากการสังเกตการณ์ได้ภาพถ่ายดาวแปรแสง AD CMi ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินจำนวน 574 ภาพ ในช่วงความยาวคลื่นสีที่ตามองเห็นจำนวน 577 ภาพ และในช่วงความยาวคลื่นสีแดงจำนวน 577 ภาพ โดยในภาพจะมีดาวฤกษ์ข้างเคียงที่เป็นดาวตรวจสอบ และดาวเปรียบเทียบ ซึ่งในที่นี้จะใช้ดาว Nomad1 0915-0155964 เป็นดาวตรวจสอบ (Check star) ดาว Nomad1 0916-0156510 (Ref 1) และดาว Nomad10916-0156503 (Ref 2) เป็นดาวเปรียบเทียบ โดยข้อมูลเบื้องต้นของดาวตรวจสอบและดาวเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 1 ภาพถ่ายดาวแปรแสง AD CMi จากการสังเกตการณ์

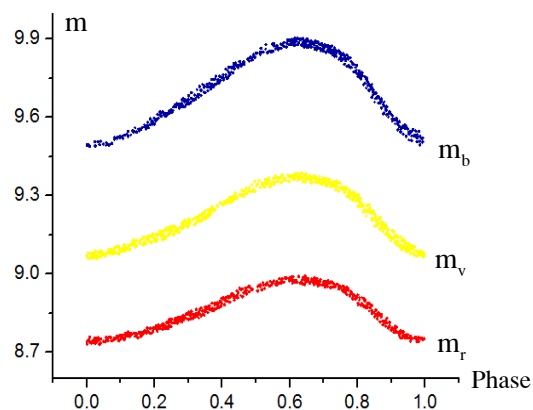
ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของดาวตรวจสอบและดาวเปรียบเทียบ

Stars	R.A.(2000)	DEC.(2000)	B	V	R
AD CMi	7 ^h 52 ^m 47.00 ^s	+01.35°	9.66	9.38	-
Nomad1 0915-0155964(Check star)	7 ^h 52 ^m 50.69 ^s	+01.50°	11.544	11.077	10.770
Nomad10916-0156510(Ref 1)	7 ^h 53 ^m 0.421 ^s	+01.69°	10.848	10.310	9.940
Nomad1 0916-0156503(Ref 2)	7 ^h 53 ^m 0.319 ^s	+01.65°	12.291	10.845	9.970

ที่มา: ฐานข้อมูล CDS

จากการวิเคราะห์รูปด้วยวิธีโฟโตเมตรีแล้วข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาสร้างเป็นกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีที่ตามองเห็น (V) และสีแดง (R) (รูปที่ 2) จากกราฟแสงสามารถวิเคราะห์ค่าโชติมาตรเฉลี่ยน้อยที่สุดและมากที่สุดจากการสังเกตการณ์ ได้ดังตารางที่ 2 และคำนวณอัตราส่วนของแสงมากที่สุดต่อแสงน้อยที่สุด

($F_{\max}/F_{\min}$) เท่ากับ 0.718, 0.769 และ 0.815 สำหรับช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็นและสีแดง ตามลำดับ และคำนวณค่าแอมพลิจูดของโชติมาตรได้ ดังนี้ $\Delta m_b = 0.360$, $\Delta m_v = 0.285$ และ $\Delta m_r = 0.222$



รูปที่ 2 กราฟแสงของดาวแปรแสง



ตารางที่ 2 แสดงค่าโชติมาตรเฉลี่ยน้อยที่สุดและมากที่สุดจากการสังเกตการณ์

ช่วงความยาวคลื่น	ค่าโชติมาตรน้อยที่สุด	ค่าโชติมาตรมากที่สุด
สีน้ำเงิน(B)	9.530	9.890
สีที่ตามองเห็น(V)	9.084	9.369
สีแดง(R)	8.756	8.978

การพิจารณาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง AD Ephemoris ของ Pongsak, et al. (2007, pp. 421-427) ที่คำนวณไว้ตั้งสมการที่ 1 และสามารถคำนวณงานวิจัยอื่นรวมกับงานวิจัยในครั้งนี้ (ตารางที่ 2) และสมการ Linear Ephemoris ได้ใหม่ตั้งสมการที่ 2

คำนวณยุคสมัย (*Epoch*) โดยใช้สมการ Linear

$$T_{\max}(HJD) = 2436601.8219 + 0.122974478E \quad (1)$$

$$T_{\max}(HJD) = 2457043.2564 + 0.122974496E \quad (2)$$

ตารางที่ 3 ค่าเวลาที่แสงมากที่สุด $T_{\max}$ ค่าลำดับการแปรแสง (E) และค่า $O-C$

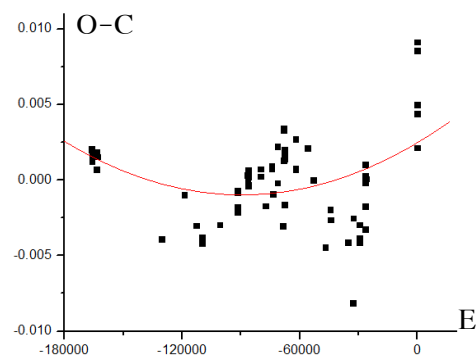
$T_{\max}$	E	O-C	แหล่งข้อมูล	$T_{\max}$	E	O-C	แหล่งข้อมูล
2436601.8228	0.0073	0.0020	1	2447506.5825	88674.9899	-0.0017	2
2436602.8066	8.0074	0.0021	1	2447912.2780	91974.0119	0.0009	2
2436602.9296	9.0076	0.0021	1	2447912.4008	91975.0105	0.0008	2
2436604.8971	25.0068	0.0020	1	2448001.1867	92696.9969	-0.0009	2
2436627.7700	211.0039	0.0016	1	2448275.3000	94926.0228	0.0022	2
2436628.7538	219.0040	0.0016	1	2448276.2814	94934.0033	-0.0002	2
2436629.7373	227.0016	0.0013	1	2448601.4231	97577.9804	-0.0031	1
2436629.8602	228.0010	0.0013	1	2448653.2017	97999.0320	0.0033	1
2436931.7620	2682.9965	0.0007	1	2448656.1511	98023.0158	0.0013	1
2436932.7470	2691.0063	0.0019	1	2448656.2762	98024.0331	0.0034	2
2436934.8364	2707.9969	0.0007	1	2448708.1664	98445.9922	-0.0016	1
2436969.7620	2992.0038	0.0016	1	2448713.0884	98486.0167	0.0014	1
2441010.6985	35851.9643	-0.0039	1	2448714.0724	98494.0184	0.0016	1
2442429.4582	47388.9899	-0.0010	1	2448717.0242	98518.0218	0.0020	1
2443182.4290	53511.9742	-0.0030	1	2449399.1625	104065.0126	0.0008	1
2443536.3488	56389.9682	-0.0038	1	2449400.1462	104073.0118	0.0007	1
2443536.4714	56390.9651	-0.0042	1	2449401.1320	104081.0281	0.0027	1
2444645.0877	65405.9764	-0.0030	1	2450153.3664	110198.0242	0.0021	1
2445766.3713	74523.9951	-0.0008	1	2450517.3688	113158.0075	0.0000	1
2445768.3377	74539.9854	-0.0020	1	2451268.3696	119264.9722	-0.0045	4
2445768.4606	74540.9848	-0.0021	1	2451577.5300	121778.9930	-0.0019	5
2445771.4134	74564.9963	-0.0007	1	2451598.3120	121947.9875	-0.0026	5
2445772.3961	74572.9874	-0.0018	1	2452695.3660	130868.9767	-0.0041	6
2445772.5187	74573.9844	-0.0021	1	2452984.5980	133220.9444	-0.0081	6
2446392.4356	79615.0052	0.0003	2	2453028.5055	133577.9901	-0.0025	7
2446417.3991	79818.0026	0.0000	1	2453409.2332	136673.9796	-0.0039	7

ตารางที่ 3 (ต่อ)

T _{max}	E	O-C	แหล่งข้อมูล	T _{max}	E	O-C	แหล่งข้อมูล
2446418.2596	79824.9999	-0.0003	1	2453411.2005	136689.9772	-0.0042	7
2446418.3825	79825.9993	-0.0004	1	2453412.1855	136697.9870	-0.0029	7
2446419.2434	79833.0000	-0.0003	1	2453776.1928	139658.0102	-0.0002	7
2446419.3663	79833.9994	-0.0004	1	2453777.0537	139665.0108	-0.0001	7
2446443.1010	80027.0045	0.0002	1	2453777.1778	139666.0200	0.0010	7
2446443.2243	80028.0071	0.0006	1	2453781.1087	139697.9851	-0.0032	7
2446443.3470	80029.0049	0.0003	1	2453785.0454	139729.9975	-0.0017	7
2446444.0850	80035.0061	0.0004	1	2453785.1704	139731.0139	0.0003	8
2446444.2082	80036.0080	0.0007	1	2453810.6259	139938.0122	0.0001	9
2446444.3312	80037.0082	0.0007	1	2457015.2274	165997.0897	0.0091	9
2447219.4395	86340.0095	0.0007	1	2457015.3498	165998.0851	0.0086	9
2447220.4228	86348.0055	0.0002	1	2457043.1384	166224.0559	0.0050	9
2436601.8228	0.0073	0.0020	3	2457043.2608	166225.0511	0.0044	9

หมายเหตุ: แหล่งข้อมูล 1. Fu (2000, p. 475) 2. Kilambi, & Rahman (1993, pp. 573-576) 3. Burchi, De Santis, Di Paolantonio, & Piersimoni (1993, pp. 827-834) 4. Agerer, Dahm, Hubscher (2001, p. 130) 5. Agerer, & Hubscher (2003, p. 160) 6. Hubscher (2005, p. 172) 7. Pongsak, et al. (2007, pp. 421-427) 8. Klingenberg, Dvorak, & Robertson (2006, p. 1) 9. วิจัยนี้

จากตารางที่ 2 สามารถกราฟ O-C รูปที่ 3 และ AD CMi โดยการพล็อตกราฟด้วยสมการโพลิโนเมียลวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงการแปรแสงของดาวแปรแสง (Polynomial Equation) ได้ดังสมการที่ 3



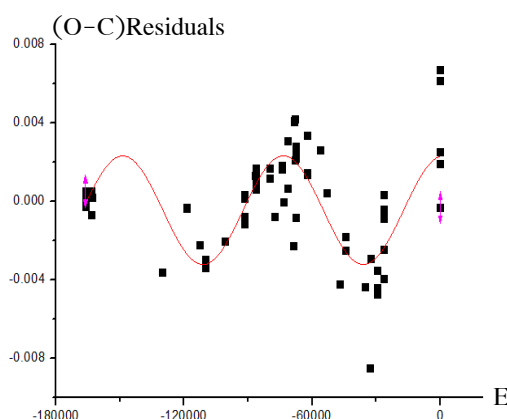
รูปที่ 3 กราฟ O-C

$$O-C = (4.3209080679 \times 10^{-13})E^2 + (7.7301066072 \times 10^{-8})E + 0.0024752119 \quad (3)$$

$$(\pm 1.1044 \times 10^{-13}) (\pm 2.0745 \times 10^{-8}) (\pm 0.00085)$$

จากสมการที่ 3 สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงการแปรแสงได้ 8.6418×10^{-13} วัน/รอบ ซึ่งจากค่าที่ได้พบว่าดาวแปรแสง AD CMi มีคาบการแปรแสงเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดจากการที่ดาวแปรแสงนี้มีค่าความหนาแน่น

ลดลง เนื่องจากรัศมีเพิ่มมากขึ้นตามความสัมพันธ์ระหว่างคาบและความหนาแน่น $P = \frac{1}{\sqrt{\rho}}$



รูปที่ 4 กราฟ $O - C$ Residual

$$(O - C) \text{Residual} = -4.61499 \times 10^{-4} + 0.00277 \sin\left(\frac{\pi(E - 58080.956)}{37612.461}\right) \quad (4)$$

และเมื่อพิจารณากราฟ $O - C$ Residual รูปที่ 4 แสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบ อธิบายได้ด้วยสมการที่ 4 ซึ่งอาจเกิดจากการมีคู่ของดาวแปรแสง AD CMi โดยมี Semi-Amplitude เท่ากับ 0.00277 วัน และมีคาบการส่าย 25.33 ปี

& Jiang, 1996, p. 1 ซึ่งทำการคำนวณคาบวงโคจรได้เท่ากับ 30 ปี และจากการคำนวณของเราโดยใช้สมการที่ 4.4 คำนวณได้ 25.33 ปี ต่อมาในปี ค.ศ. 2007 Pongsak, et al. (2007, pp. 421-427) คำนวณได้ 27 ปี

กิตติกรรมประกาศ

สรุปผลการวิจัย

จากการสังเกตการณ์ดาวแปรแสง AD CMi พบว่ากราฟแสงของดาวแปรแสงมีค่าแอมพลิจูดของโชติมาตรเท่ากับ $\Delta m_b = 0.360$, $\Delta m_v = 0.285$ และ $\Delta m_r = 0.222$ และคำนวณอัตราส่วนของแสงมากที่สุดต่อแสงน้อยที่สุด ($F_{\max}/F_{\min}$) เท่ากับ 0.718, 0.769 และ 0.815 สำหรับช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินสีที่ตามองเห็น และสีแดง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการแปรแสงจากกราฟ $O - C$ พบว่าดาวแปรแสง AD CMi มีอัตราการแปรแสงเพิ่มขึ้น 8.6418×10^{-13} วันต่อรอบ (2.1×10^{-4} วินาทีต่อปี) ซึ่งอาจเกิดจากการลดลงของความหนาแน่นซึ่งเกิดจากการขยายตัวของดาวแปรแสง AD CMi และเมื่อพิจารณากราฟ $O - C$ Residual พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบ ซึ่งอาจเกิดจากการมีคู่ของดาวแปรแสง AD CMi และพบว่ามีการพัฒนาการเป็นระบบดาวคู่ โดยการศึกษานี้ของ Fu,

การวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้และขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สังเกตการณ์

เอกสารอ้างอิง

บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.



- รณกฤต รัตนมาลา และวันธนา ศิลปวิลาวัณย์. (2556). การเปลี่ยนคาบของดาวแปรแสง V1162 Orion. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Abhyankar, K. D., (1959). AD CMi a new ultrashort-period variable. *Astrophysical Journal*, 130, 834.
- Agerer, F., Dahm, M., Hubscher, J. (2001). Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *IBVS*, 5017, 130.
- Agerer, F., & Hubscher, J., (2003). Photoelectric Maxima of Selected Pulsating Stars. *IBVS*, 5485, 160.
- Burchi, R., De Santis, R., Di Paolantonio, A., & Piersimoni, A. M. (1993). Photoelectric photometry of field variables. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 97, 827-834.
- Fu, J. N. (2000). Period Variations and Binary Hypotheses of Three Delta Scuti stars: CY Aqr, BS Aqr, AD CMi. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, 203, 475.
- Fu, J. N., & Jiang, S-Y. (1996). Has the Delta Scuti Star AD CMi a Companion? *Information Bulletin on Variable Stars*, 4325, 1.
- Hubscher, J., (2005). Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *IBVS*, 5643, 172.
- Kilambi, G. C., & Rahman, A. (1993). Dwarf cepheid DY Pegasus – revisited. *Bulletin of the Astronomical Society of India*, 8(21), 573-576.
- Klingenberg, G., Dvorak, S. W., & Robertson, C. W. (2006). Times of Maxima for Selected Delta Scuti Stars. *IBVS*, 5701, 1.
- Pongsak, K T., Fu, J.-N., Chayan, B. Y., Kanokwan, M. R., Chen, L., & Jiang, S-Y. (2007). Pulsation and long-term variability of the high-amplitude Scuti star AD CanisMinoris. *Chin. J. Astron. Astrophys.*, 7(3), 421-427.
- Yang, D. W., Tang, Q. Q., & Jiang, S. Y. (1992). New photoelectric photometry and new time of light maximum of AD CMi. *Information bulletin on variable stars*, 3770, 1.