Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Vol. 4 No. 1 ISSN 2673-0480 (Online)

Received: 15 November 2021
Revised: 3 December 2021
Accepted: 18 December 2021

การวิเคราะห์เวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ CR Scl
Time of Minimum Light Analysis of a Binary System CR Scl

ซูรีนา สาแม[1] อาบรอร์ สะมะแอ[1] อาดีละฮ์ เทษา[1] นูรมา ดาลี[1] และ สมกรณ์ ชัยวรากรณ์[1]
Sureena Samea[1] Abror Samaae[1] Adilah Tesa[1] Nurma Dalee [1]
and Sommkorn Chaiwarakorn[1]
[1] คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
* Sund9873@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์เวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ CR Scl จากภาพด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร เชื่อมต่อกับ CCD ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน(B) และสีเหลือง(V) ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา ในวันที่ 25 สิงหาคม 2563 โดย CR Scl เป็นระบบดาวคู่อุปราคาที่มีคาบการโคจร 0.246537 และใช้โปรแกรม AstroImageJ ในการรีดักชั่นภาพด้วยเทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry) ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟแสงเพื่อหาค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด ซึ่งจากงานวิจัยในครั้งนี้พบค่าเฉลี่ยช่วงเวลาที่แสงอุปราคาทุติยภูมิน้อยที่สุดมีค่าเป็น 2459087.184 และจากลักษณะของกราฟแสงทำให้ทราบว่าระบบดาวคู่ CR Scl เป็นระบบดาวคู่ประเภท ดับเบิลยูเออร์ซาเมเจอริส (W Ursae Majoris)

คำสำคัญ: ระบบดาวคู่อุปราคา, เวลาแสงน้อยที่สุด, ระบบดาวคู่ CR Scl

Abstract

The purpose of this research was to analyse the light curves of a binary system CR Scl. CR Scl has an orbital period of 0.246537 days. Observations were done at Regional Observatory for the Public, Songkhla using a 0.7 - meter reflecting telescope mounted with CCD photometric system in B and V bands. AstroimageJ Program was used for image reduction. The data obtained were used to construct light curves and to compute times of light minima. The average values obtained for secondary eclipse is 2459087.184. The observational light curves obtained in this study show that CR Scl binary system is a W Ursae Majoris type.

Keyword: eclipsing binary system, times of light minima, CR Scl binary system.

บทนำ

ระบบดาวคู่ เป็นระบบดาวคู่ที่ประกอบด้วยสมาชิกสองดวง โคจรรอบจุดศูนย์กลางของมวลร่วมกัน และอยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงซึ่งกันและกันในบรรดาดาวฤกษ์ทั้งหมดพบว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งจัดเป็นระบบดาวคู่ มีการจัดจำแนกระบบดาวคู่ตามสมบัติทางกายภาพทั่วไป โดยการสังเกต และตรวจวัด ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาสร้างกราฟแสง (Light Curve) ทำให้นักดาราศาสตร์สามารถวิเคราะห์วงโคจร และองค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ที่นำมาเป็นหลักฐานในการศึกษาวิวัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงในระบบดาวคู่ได้ (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550:328)

ระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W Uma สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิด A (A-Subtype) และชนิด W (W-Subtype) โดยชนิด A นั้นสมาชิกดวงที่สว่างกวาซึ่งถูกบังในช่วง เกิดอุปราคาปฐมภูมิจะมีมวลมากและขนาดใหญ่กว่าสมาชิกอีกดวง ทำให้กราฟแสงช่วงอุปราคา ทุติยภูมิมีความแบนกว่าในช่วงอุปราคาปฐมภูมิส่วนชนิด W สมาชิกดวงที่สว่างกว่าจะมีมวลน้อย และขนาดเล็กกว่าสมาชิกอีกดวง ทำใหกราฟแสงช่วงอุปราคาปฐมภมิมีความแบนมากกว่าในช่วง ทุติยภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่า ระบบดาวคู่แบบแตะกันบางระบบอาจเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมา ระหว่างชนิด A ชนิด W

ระบบดาวคู่ CR Scl (ในกลุ่มดาวช่างแกะสลัก) เป็นระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W Uma ซึ่งจัดเป็นระบบดาวคู่แบบแตะกัน มีพิกัดอยู่ที่ R.A. 0^h 44^m 30.2^s และ Dec. -36^o 6’ 29” มีคาบการโคจร 0.246537 วัน งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาการแปรแสงของระบบดาวคู่ CR Scl โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา ซึ่งสังเกต และเก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวในวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ.2563 ผู้จัดทำวิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์กราฟแสงโดยใช้วิธีโฟโตเมตรี (photometry) ด้วยโปรแกรม AstroImageJ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟแสง เพื่อหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างกราฟแสงและหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของดาวคู่ CR Scl
2. เพื่อเป็นฐานข้อมูลให้นักวิจัย

Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Vol. 4 No. 1 ISSN 2673-0480 (Online)

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

ระบบดาวคู่

ระบบดาวคู่แบบแตะกัน (contact binary star system) ประกอบด้วยสมาชิก 2 ดวงที่อยู่ร่วมกันในผิววิกฤติตามแบบจำลองของโรชช์ (Roche Model) โดยมีเนื้อสารบางส่วน ขยายเกินผิววิกฤตินั้น บรรยากาศภายนอกจึงเชื่อมต่อกันเหมือนดัมเบลล์ แต่ละดวงมีรูปร่างรีอันเนื่องมาจากแรงไทดัล (tidal force) บริเวณชั้นบรรยากาศที่ติดกันนั้นจะมีการถ่ายเทมวลสารระหว่างกันทำให้ดาวทั้งสองมีอุณหภูมิผิวที่ใกล้เคียงกัน ระบบดาวคู่อุปราคาชนิดนี้ส่วนมากจะมีชนิดสเปกตรัมช่วงท้าย (Late Type Spectral) ในช่วง F ถึง K และอัตราส่วนมวลของดาวทุติยภูมิ (q) อยู่ระหว่าง 0.2-0.5 (วัชราวุฒิ หน่อแก้ว, 2548)

โชติมาตร

โชติมาตรโดยทั่วไป คือ โชติมาตรปรากฏ (Apparent magnitude) ซึ่งเป็นการแสดงอันดับความสว่างซึ่งสังเกตการณ์จากโลก หากต้องการศึกษาพลังงานที่แท้จริงของดาวแต่ละดวง จะพิจารณาค่า "โชติมาตรสัมบูรณ์" (Absolute Magnitude)” กรณีนี้ พิจารณาเปรียบเทียบโชติมาตรปรากฏของดาว ตามสมการ

$$m2 - m1 = 2.5 \log (b1/b2) \qquad (1)$$

โดยที่

m1, m2 = โชติมาตรปรากฏของดาวดวงที่ 1 และดวงที่ 2

b1, b2 = ความสว่างปรากฏของดาวดวงที่ 1 และดวงที่ 2

การวิเคราะห์กราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา

กราฟแสง (Light curve) คือ ข้อมูลทางเวลาที่บันทึกการลดลงของแสง ข้อมูลดังกล่าวสามารถบ่งบอกวิวัฒนาการของดาวแปรแสงว่า จะมีโครงสร้าง และแนวโน้มเมื่อเวลาต่าง ๆ ได้ ในการวิเคราะห์กราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคาสิ่งที่นักดาราศาสตร์สนใจคือ ช่วงระยะห่างของเวลาที่เกิดอุปราคา ถ้าต้องการหาช่วงระยะห่างของการเกิดอุปราคาของระบบดาวคู่ชนิดหนึ่งตั้งแต่เวลา 22.30 น. ของวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ.2556 กับเวลา 04.00 น. ของวันที่ 13 สิงหาคมพ.ศ. 2556 การหาระยะห่างดังกล่าวจึงเป็นเรื่องซับซ้อน นักดาราศาสตร์จึงนิยามเวลาขึ้นมาใหม่ เรียกว่า ระบบวันจูเลียน (Julian Date System)

วันจูเลียน (Julian Date: JD) คือวันที่เริ่มนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 4713 ปีก่อนคริสตกาล มีหน่วยเป็น วัน และสามารถเขียนอยู่ในรูปทศนิยมได้ เช่น 07.00 น. (เวลาสากล) ของวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2557 จะตรงกับ JD = 2456705.79167 อย่างไรดีการนิยามเวลาในการสังเกตการณ์นอกระบบสุริยะอาจเกิดความสับสนที่เกิดจากตำแหน่งของผู้สังเกต จึงได้มีการพัฒนาระบบเวลาที่เรียกว่า วันจูเลียนสุริยะ

(Heliocentric Julian Date : HJD) คือ เวลา JD ที่สมมติผู้สังเกตอยู่ที่ศูนย์กลางของระบบสุริยะ หรือดวงอาทิตย์ โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$HJD = JD+\Delta t \quad (2)$$

วิธีดำเนินการ

งานวิจัยดาวคู่ CR Scl เป็นการศึกษาระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W Uma มีพิกัดอยู่ที่ R.A. 0^h 44^m 30.2^s และ Dec. -36^o 6’ 29” มีคาบการโคจร 0.246537 วัน การศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวคู่ CR Scl ในวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ.2563 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟแสงเพื่อหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นตอนการ Reduction ภาพโดยใช้โปรแกรม AstroimageJ เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนที่ได้มาจากระบบอิเล็กทรอนิกส์โดยจะลดสัญญาณรบกวน สัญญาณภาพ ดังนี้

- bias frames สัญญาณรบกวนที่ได้จากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์
- dark frames สัญญาณรบกวนที่ได้จากอุณหภูมิ และเวลาในขณะถ่ายภาพ
- flat frames สัญญาณรบกวนที่ได้จากฝุ่นที่เกาะอยู่บนเลนส์หรือเกิดจากระบบทัศนูปกรณ์

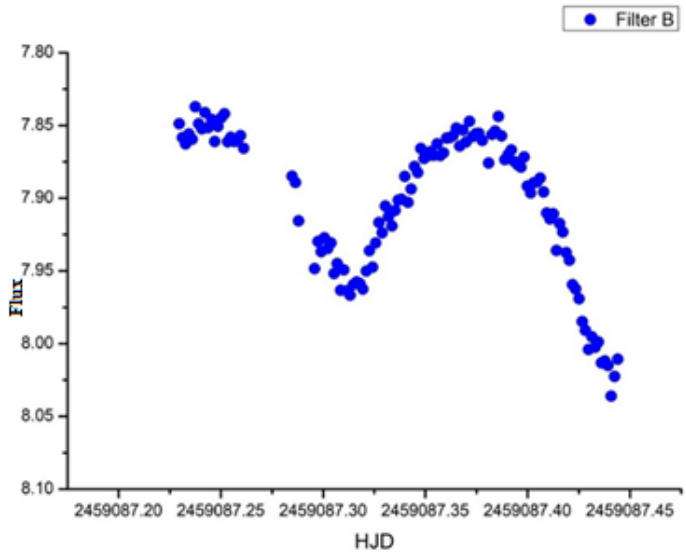
2. ขั้นตอนการทำโฟโตเมตรี เพื่อทำการวัดแสงของดาวโดยงานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม AstroimageJ ในการวัดแสง

3. นำค่าที่ได้จากการวัดแสง มาหาค่าโชติมาตรปรากฏ และค่า HJD แล้วนำมาสร้างกราฟแสง

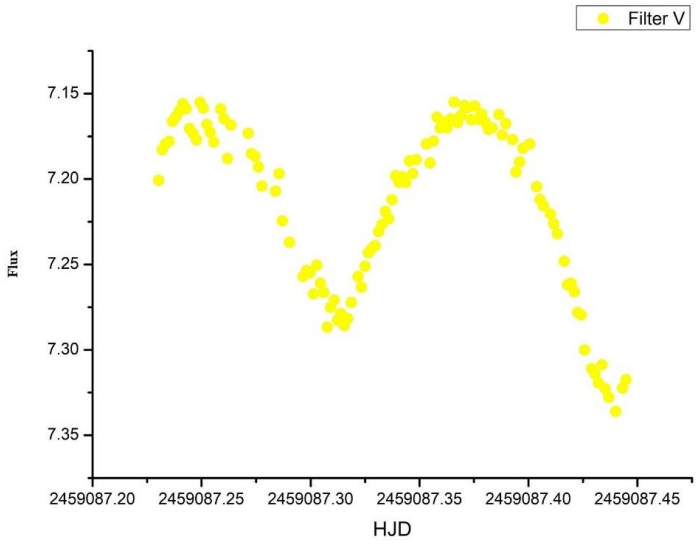
4. นำกราฟแสงมาคำนวณหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด โดยพิจารณาค่าต่ำสุดของกราฟแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น และคำนวณหาค่าต่ำสุดได้จาก สมการเส้นแนวโน้มโพลิโนเมียลลำดับ 2 ในโปรแกรม Origin 8.5 และนำมาสร้างกราฟค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ของระบบดาวคู่ CR Scl ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) สามารถนำมาสร้างกราฟแสง ในโปรแกรม Origin 8.5 ดังภาพที่ 1 และ2



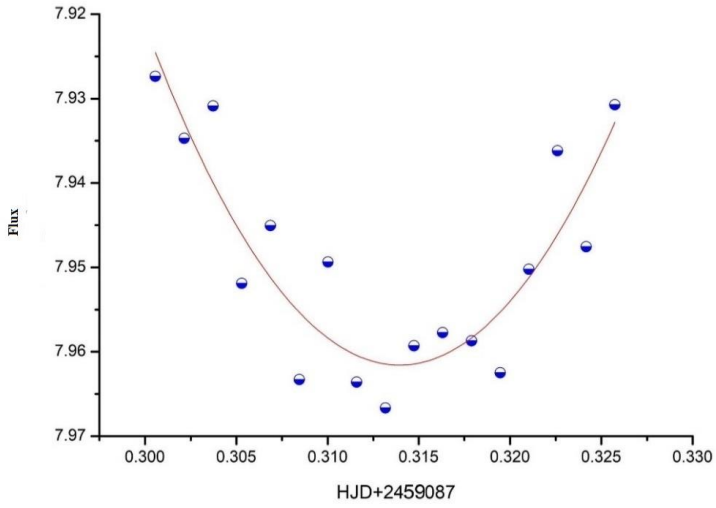
ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Magnitude กับ HJD ของดาวคู่ CR Scl ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน



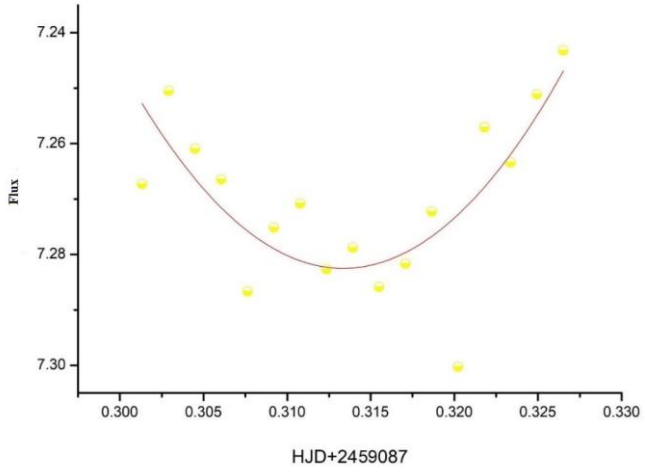
ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Flux กับ HJD ของระบบดาวคู่ CR Scl ในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลกราฟแสง ภาพที่ 1 และ2 เป็นกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน และสีเหลือง สามารถนำกราฟแสงมาคำนวณหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด ภาพที่ 3 และ4 โดยพิจารณาค่าช่วงเวลาต่ำสุดของกราฟแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น จากนั้นนำข้อมูลของช่วงความยาวคลื่นที่ต่ำสุดในแต่ละช่วงความยาว

คลื่นไปสร้างเป็นกราฟจากโปรแกรม Origin โดยสามารถคำนวณหาค่าต่ำสุดได้จากสมการเส้นแนวโน้มโพลิโนเมียลลำดับ 2



ภาพที่ 3 กราฟแสงในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B)



ภาพที่ 4 กราฟแสงในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง (V)

ตารางที่ 1 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากกราฟแสงของระบบดาวคู่ CR Scl ที่สังเกตการณ์ได้ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน และสีเหลือง

ช่วงความยาวคลื่น	ค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด	ชนิดอุปราคา
สีน้ำเงิน (B)	2459087.314	ทุติยภูมิ
สีเหลือง (V)	2459087.055	ทุติยภูมิ
เฉลี่ย	2459087.184	ทุติยภูมิ

อภิปรายผล

จากงานวิจัยระบบดาวคู่ CR Scl มีคาบการโคจร 0.245637 ได้ทำการศึกษากราฟแสงของระบบดาวคู่นี้ และผลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่า ระบบดาวคู่นี้มีค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด Secondary Eclipse คือ 2459087.184 และจากงานวิจัยนี้ยังขาดข้อมูลในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดของ Primary Eclipse ทำให้ไม่สามารถหาสมการ linear ephemeris ได้ อีกทั้งงานวิจัยของระบบดาวคู่นี้ยังไม่มีนักวิจัยได้ศึกษามาก่อน ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับดาวคู่นี้น้อยมาก งานวิจัยนี้จึงเป็นฐานข้อมูลให้กับผู้ที่สนใจศึกษาสมบัติทางกายภาพเกี่ยวกับระบบดาวคู่ CR Scl

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลของระบบดาวคู่ CR Scl ที่เก็บข้อมูล ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) เพื่อสร้างกราฟแสงและหาช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (อุปราคาทุติยภูมิ) ซึ่งจากการทำวิจัยนี้ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินตรงกับ HJD ที่ 2459087.314 และในความยาวคลื่นสีเหลืองตรงกับ HJD ที่ 2459087.055 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2459087.184

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก นายตอริก เฮ็งปิยา เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์เฉลิมชนม์ วรรณทอง ผู้อำนวยการหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา ที่ให้คำปรึกษาที่ดีรวมถึงอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และสถานที่เก็บข้อมูล และนายกฤษดา รุจิรานุกูล นายธราดล ชูแก้ว เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความก้าวหน้าในการทำวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา ที่คอยให้คำปรึกษาให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพงศ์ วิรุณพันธ์ และวรวัฒน์ พรหมเด่น. (2561). **การศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ ε CrA ด้วยกล้อง โทรทรรศน์ หักเหแสงขนาดเล็กร่วมกับกล้องดีเอสแอลอาร์.** วารสารวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ. ปีที่ 1 (ฉบับที่ 1), 37-46.

ตอริก เฮ็งปิยา. (2557). **การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่แบบแตะกัน วี 701 สโคปีไอ.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

บุญชู สุขอ่วม, วิจิตร ฤทธิธรรม และนงลักษณ์ จันทร์พิชัย. (2557). **การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่แบบแตะกัน พียู เวอรโก้.** การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2 สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัย มหาวิทยาราชภัฏกำแพงเพชร, 500-507.

พีรพัฒน์ ช่างการ, วีรวัฒน์ ต้อไธสง, ศักดิ์ศรี ทองม่วง, รณกฤต รัตนมาลา และสมานชาญ จันทร์เอี่ยม. (2559). **การเปลี่ยนคาบวงโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา ซีอี ลีโอนิส. การประชุมวิชาการระดับชาติ** “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ 12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ, 189-196.

ศราวุฒิ ชูโลก. (2553). **การวิเคราะห์โครงสร้างและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ เอส วี ทอรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

อรดี พิลาโฮม, เชิดตระกูล หอมจำปา, ธีรธาร ศรีมหา และสมานชาญ จันทร์เอี่ยม. (2561). **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ DF Hydrae.** วารสารวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ. ปีที่ 1 (ฉบับที่ 1), 47-5.