บทความวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่แบบแตะกันวี 701 สโคปีไอ
Analysis of Physical Properties and Evolution of Contact Binary System V 701 Sco

ตอริก เฮ็งปิยา[1*] ประสงค์ เกษราธิคุณ[2] และศรัณย์ โปษยะจินดา[3]
Torik Hengpiya[1*], Prasong Kessaratikoon[2] and Saran Poshyachinda[3]

บทคัดย่อ

ได้ทำการสังเกตการณ์ทางแสงโดยใช้เทคนิคโฟโตเมตทรีแบบ ซีซีดี ของระบบดาวคู่แบบแตะกันวี 701 สโคปีไอ ทำการเก็บข้อมูลช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ตั้งอยู่ที่หอดูดาว CTIO ประเทศชิลี จากการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด เพื่อใช้ในการหาสมการ Ephemeris ใหม่ สำหรับใช้ในการคำนวณหาสมการและสร้างกราฟ O - C พบว่ารูปกราฟที่ได้เป็นรูปพาราโบลาคว่ำ เมื่อคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบของวงโคจรพบว่ามีคาบลดลงระหว่าง 0.0173 ถึง 0.0205 วินาทีต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรนี้มีแนวโน้มเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบเป็นคาบซ้อนอยู่ เป็นไปได้ว่าระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ มีสมาชิกดวงที่สามที่มีคาบการโคจร 27 ปี และมีมวล 1.9 เท่าของมวลของดวงอาทิตย์ จากนั้นวิเคราะห์เพื่อหาพารามิเตอร์ทางกายภาพ ด้วยโปรแกรม PHOEBE ทำให้ได้ชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด โดยมีค่าอัตราส่วนมวลเท่ากับ 0.98 อุณหภูมิของดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิมีค่าเกือบเท่ากัน คือ 23300 และ 23100 เคลวิน ตามลำดับ

คำสำคัญ : ระบบดาวคู่แบบแตะกัน เทคนิคโฟโตเมตทรี วี 701 สโคปีไอ กราฟ O – C

[1] นิสิตปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000
[2] ผศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000
[3] รองผู้อำนวยการ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ เชียงใหม่ 52000
[*] Corresponding author: e-mail: torik@narit.or.th Tel. 082-8249918

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

Abstract

CCD photometric observations of Contact Binary System V 701 Sco were operated, using robotic telescopes at the Cerro Tololo Inter-American Observatory in Chile. The data were collected during May - August 2013. Three epochs of the minimum light of the system were taken along with others compiled from the literatures were used to find the new ephemeris equation for compute O – C diagram. The downward parabolic variation of the O-C indicates a continuous period decrease. We found that the rate of the period decrease with the rate of 0.0173 - 0.0205 syr-1. Weak evidence shows that periodic oscillation is superimposed on this curve. This change can be explained by the presence of third body with period of 27 years and the mass $M_3 = 1.9\ M_{sun}$. The PHOEBE software was used to compute the best system's parameters. The solution shows that the system with q = 0.98. The temperature to be $T_1 = 23300$ and $T_2 = 23100$ K.

Keywords : Contact Binary System, Photometric Technique, V 701 Sco, O – C Diagram

บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ที่อยู่ในระบบดาวคู่ ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด คือ ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่เดี่ยว ๆ ทำให้เวลากล่าวถึงดาวฤกษ์ หรือเมื่อเงยมองฟ้าเวลากลางคืนจะเห็นดาวฤกษ์ประกายแสงระยิบระยับเป็นจุด ๆ ผู้คนส่วนใหญ่จะคิดว่า หนึ่งจุดสว่างคือดาวฤกษ์หนึ่งดวง แต่จริง ๆ แล้วในบรรดาดาวฤกษ์ทั้งหมดบนท้องฟ้าที่สามารถสังเกตเห็นด้วยตาเปล่าหรือสามารถมองเห็นผ่านกล้องโทรทรรศน์ ส่วนใหญ่แล้วไม่ได้เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่เดี่ยว ๆ เหมือนดวงอาทิตย์ หากแต่อยู่เป็นระบบที่มีสมาชิกดาวฤกษ์ตั้งแต่สองดวงหรือมากกว่าโคจรรอบซึ่งกันและกัน เรียกว่า ระบบดาวคู่ หรือระบบดาวพหุ (Multiple Systems) ซึ่งเป็นระบบดาวฤกษ์ที่ประกอบด้วยสมาชิกตั้งแต่สองดวงขึ้นไป โคจรภายใต้แรงโน้มถ่วงร่วมกัน (Common Gravitational Attraction) แรงโน้มถ่วงดังกล่าวเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบวงโคจรของระบบดาวคู่และคุณสมบัติทางกายภาพ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางพลศาสตร์ของระบบดาวคู่ ระบบดาวคู่สามารถจำแนกเป็น 2 ระบบ คือ ดาวคู่ที่มองเห็นได้ (Visual Binary Stars) กับอีกระบบหนึ่ง คือ ระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด (Close Binary Stars) ซึ่งเป็นระบบดาวที่ไม่สามารถมองเห็นสมาชิกทั้งสองดวงแยกกันได้ ดาวคู่แบบใกล้ชิดนี้มีมากถึง 0.1 เปอร์เซ็นต์ ของดาวทั้งหมดในกาแลกซี่ทางช้างเผือกหรือประมาณหนึ่งพันล้านระบบ สามารถจำแนกตามผิวห่อหุ้มของโรชได้ 3 ประเภท คือ ระบบดาวคู่แบบแยกกัน (Detached Binary) ระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน (Semi Detached Binary) ระบบดาวคู่แบบแตะกัน (Contact Binary) หากระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดนี้มีระนาบการโคจรเกือบอยู่ในแนวสายตาจะสามารถสังเกตการแปรแสงได้ เรียกว่าระบบดาวคู่อุปราคา (Eclipsing Binary) จัดเป็นดาวแปรแสงประเภทหนึ่งซึ่งมีกลไกการแปรแสงเกิดจากการที่สมาชิกดวงใดดวงหนึ่งในระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดเคลื่อนที่ปรากฏบังกันในแนวสังเกตการณ์จากโลก ระบบดาวคู่อุปราคาสามารถจำแนกประเภทตามลักษณะกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ได้ 3 ประเภท คือ ประเภท อัลกอล (Algol) บีตาไลรี (Beta Lyrae) และดับเบิลยู เออร์ซา เมเจอริส (W Ursa Majoris) ซึ่งเป็นระบบดาวคู่ที่สมาชิกทั้งสองดวงมีขนาดและความสว่างพอๆกัน และอยู่ใกล้กันมากจนสมาชิกของระบบดาวอยู่ติดกันเรียกว่าระบบดาวคู่แบบแตะกัน [1]

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ (V 701 Sco) ระบบดาวคู่นี้ เป็นระบบดาวคู่แบบแตะกันที่อยู่ในกระจุกดาวเปิด NGC 6383 ซึ่งเป็นกระจุกดาวเปิดที่มีอายุน้อย อยู่บริเวณกลุ่มดาวแมงป่อง และจัดเป็นดาวคู่อุปราคาประเภท ดับเบิล ยู เออซาร์ เมเจอริส มีคาบการโคจร 0.76187 วัน ค่าโชติมาตรของดาว (Magnitude) อยู่ในช่วง 8.63 – 9.05 v ระบบดาวคู่นี้ถูกสังเกตการณ์ทางแสงครั้งแรกในปี ค.ศ. 1948 ในปี 1961 [2] ได้ประมาณการว่าระบบดาวคู่นี้เป็นสมาชิก NGC 6383 ปี 1997 [3] ได้นำเทคนิค โฟโตอิเล็กทริกโฟโตเมตรี วิเคราะห์กราฟแสงช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน และสีเหลือง ข้อมูลที่ได้นี้ได้ยืนยัน ระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ เป็นดาวคู่อุปราคา ดับเบิล ยู เออซาร์ เมเจอริส และมีผิวห่อหุ้มร่วมกัน ปี 1979 [4] และคณะได้ใช้เทคนิคโฟโตเมตรี และสเปกโทรสโคปีศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่วี 701 สโคปีไอ พบว่า มีสเปคตรัม B1 มีมวล 9 เท่าของมวลของดวงอาทิตย์ และมีการถ่ายเทมวลจากสมาชิกดวงหนึ่งไปยังสมาชิกอีกดวงที่เป็นคู่ประมาณ 7.7×10^{-7} เท่าของมวลของดวงอาทิตย์ แอนเดอสันและคณะยังได้เสนอแนะให้มีการสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอด้วย ปี 2002 [5] ได้ประมาณว่าระบบดาวคู่นี้อาจมีวัตถุที่สามซึ่งมีคาบการโคจร 67 ปี และในปี 2006 [6] ได้ประมาณคาบการโคจรของวัตถุที่สามเท่ากับ 41.2 ปี และมีมวล 1.95 เท่าของมวลของดวงอาทิตย์ถ้ามุมเอียงของวงโคจรของระบบดาวเท่ากับ 70 องศา หลังจากปี ค.ศ. 2006 เป็นต้นมา ยังไม่ปรากฏมีรายงานการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอนี้อีกเลย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาดาวคู่ระบบนี้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการสังเกตการณ์ ซีซีดี โฟโตเมตรีช่วงความยาวคลื่น 4 ความยาวคลื่น คือ สีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) และอินฟราเรด (I) และใช้โปรแกรม MaxIm DL 5 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางแสงของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ และใช้โปรแกรม PHOEBE เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบวงโคจรและคุณสมบัติทางกายภาพและสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่วี 701 สโคปีไอ

วิธีการวิจัย

สามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงแบบริชชี-เครเทียน RCOS 16RC มีชื่อว่า PROMPT มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ซึ่งเป็น 1 ในหมู่กล้องโทรทรรศน์อัตโนมัติ จำนวน 6 กล้อง ที่อยู่ในโครงการ Panchromatic Robotic Optical Monitoring and Polarimetry Telescopes (PROMPT) ตั้งอยู่ที่หอดูดาว Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) ประเทศชิลี ซึ่งสามารถสั่งถ่ายภาพได้ทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต ภายใต้การดูแลของ University of North Carolina at Chapel Hill (UNC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 2553 เป็นต้นมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (สดร) ได้ร่วมมือกับโครงการ PROMPT ในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติขนาด 0.6 เมตรที่ CTIO ซึ่งจะแล้วเสร็จในปี 2556 อย่างไรก็ตามระหว่างที่กล้องของไทยกำลังอยู่ในระหว่างการจัดสร้าง นักดาราศาสตร์ไทยก็สามารถร่วมวิจัยกับสดร เพื่อใช้กล้อง PROMPT ทั้ง 6 กล้อง ที่ CTIO ได้แล้ว กล้อง PROMPT สามารถสั่งงานผ่านเว็บเบราเซอร์ได้ทุกชนิด โดยผู้ใช้ login เข้าไปในระบบคุมกล้อง เรียกว่า SKYNET เพื่อระบุวัตถุหรือตำแหน่งที่ต้องการถ่ายภาพและรายละเอียดต่าง ๆ ตามต้องการ เมื่อกล้องถ่ายภาพเสร็จแล้วก็จะสามารถดาวโหลดไฟล์ภาพได้ในรูปแบบ FITS โดยสามารถเลือกโหลดทีละภาพ หรือโหลดทั้งหมดได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ทำการวัดแสงด้วยโปรแกรม MAXIM DL5 จากนั้นสร้างกราฟแสงด้วยโปรแกรม OriginPro 8.5

2.2 ค่าที่ได้จากการวัดแสงดาวต้องเปลี่ยนเวลาจาก JD เป็น HJD เพื่อใช้ในการหาค่า MinI และ MaxII

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

2.3 นำ ค่า MinI และ Epoch ของดาวคู่วี 701 สโคปีไอจากการสังเกตการณ์ในอดีตและจากงานวิจัยนี้มาพล็อตกราฟ เพื่อ ฟิตสมการ Linear ephemeris

2.4 นำค่าแสงที่น้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์ (O) ลบกับค่าแสงที่น้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณ (C) จากสมการ Linear ephemeris แล้วพล็อต O - C กับ Epoch แล้ว ฟิตสมการ Polynomial อันดับ 2 จากนั้นนำข้อมูลไปหาอัตราการถ่ายเท่มวลของดาวคู่วี 701 สโคปีไอ

2.5 นำค่า Residuals จากข้อ 2.4 มาฟิตเพื่อหา Parabolic Ephemeris เพื่อหา คาบการโคจรของวัตถุที่สาม

2.6 นำข้อมูลทางโฟโตเมตรีที่ได้มาป้อนข้อมูลผ่านโปรแกรม PHOEBE ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์และคำนวณค่าพารามิเตอร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของวงโคจร

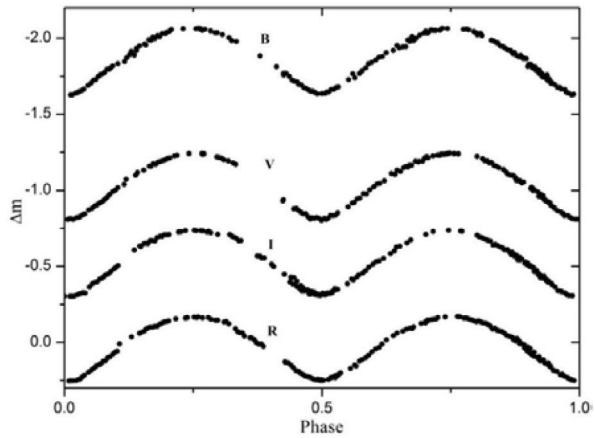
2.7 ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ทางโฟโตเมตรีในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) และอินฟาเรด (I) คำนวณหาองค์ประกอบของวงโคจรและสมบัติทางกายภาพ

2.8 คำนวณผลเฉลยที่ดีที่สุด ทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค least square เพื่อให้ได้กราฟแสงสังเคราะห์ปรับค่าได้ดีที่สุด (best fit) กับกราฟที่ได้จากการสังเกตการณ์

2.9 สร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่แบบแตะกัน วี 701 สโคปีไอ ในรูปกราฟฟิก (graphic image)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ของระบบดาวคู่แบบแตะกัน วี 701 สโคปีไอ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบริชชี-เครเทียน RCOS 16RC ตั้งอยู่ที่หอดูดาว Cerro Tololo Inter American Observatory (CTIO) ประเทศชิลี โดยสั่งถ่ายภาพทางระบบ SKYNET ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน(B) สีเหลือง(V) สีแดง(R) และอินฟราเรด(I) โดยเลือก HD 317843 เป็นดาวเปรียบเทียบ (Comparison Star) และดาว HD 327847 เป็นดาวตรวจสอบ (Check Star) จากนั้นวัดความสว่างด้วยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลโฟโตเมตรี (Differential Photometry) ด้วยโปรแกรม MaxIm DL 5 จากนั้นการหาผลต่างระหว่างค่าความสว่างปรากฏของระบบดาวคู่กับดาวเปรียบเทียบทั้งสี่ช่วงความยาวคลื่น ข้อมูลที่ได้นำมาพล็อตกราฟ ระหว่างเฟส (Phase) และผลต่างความสว่างปรากฏของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ ดังภาพที่ 1



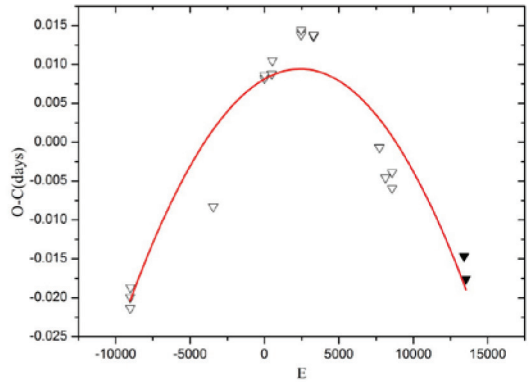
ภาพที่ 1 ผลต่างระหว่างค่าความสว่างปรากฏของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ ในช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) และอินฟราเรด (I)

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุด 3 ครั้ง เป็นอุปราคาปฐมภูมิ (Primary Eclipse) 2 ครั้ง และอุปราคาทุติยภูมิ (Secondary Eclipse) 1 ครั้ง หลังจากนั้นนำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดไปรวมกับข้อมูลของนักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆที่เคยทำการวิเคราะห์ไว้เพื่อทำการหาค่ายุค (Epoch ; E) สำหรับงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงสมการของ Kreiner, et al [7] จากนั้นผู้วิจัยได้หาค่า Linear Ephemeris ใหม่ โดยการรวบรวมค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุดที่นักดาราศาสตร์ได้สังเกตการณ์ในอดีตรวมกับค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุดในงานวิจัยนี้เพื่อ หาค่า Min I ใหม่ได้จากกราฟที่พล๊อตระหว่าง HJD กับ Epoch ได้ค่า Linear Ephemeris ใหม่

$$\text{MinI} = 2446199.49772 + 0.761873329179 \times E \qquad \ldots(1)$$

จากค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์ (O) ตั้งแต่อดีตรวมกับงานวิจัยนี้ นำมาคำนวณหาค่า E จากนั้นได้มาคำนวณหาค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุด (C) จากสมการที่ (2) แล้วหาผลต่างของค่าเวลาที่ความสว่างน้อยที่สุด (O - C) มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง O - C กับ Epoch ได้ดังภาพที่ 2



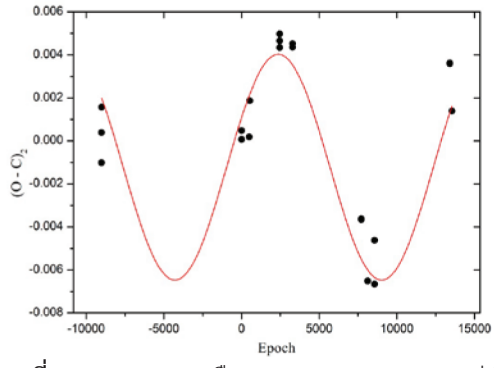
ภาพที่ 2 แผนภาพ O - C ของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ

จากภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง O - C กับ Epoch ของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ มีลักษณะเป็นพาราโบลาคว่ำ เมื่อวิเคราะห์ค่าในเชิงตัวเลขด้วยสมการโพลิโนเมียลลำดับที่ 2 (Second-Order Polynomial Fitting) ได้สมการดังนี้

$$O - C = \left(-2.28 \pm 0.19\right) \times 10^{-10} E^{2} + \left(1.10 \pm 0.17\right) \times 10^{-6} + \left(8.2 \pm 1.36\right) \times 10^{-4} \qquad \ldots(2)$$

จากสมการ (2) สามารถหาอัตราการเปลี่ยนคาบวงโคจรได้เท่ากับอัตราการลดลงของคาบวงโคจรอยู่ในช่วง - 4.18 x 10^{-10} ถึง - 4.94 x 10^{-10} วันต่อรอบ หรือ - 0.0173 ถึง - 0.0205 วินาทีต่อปี และสามารถคำนวณหาอัตราการถ่ายเทมวลของระบบดาวคู่ พบว่าอัตราการถ่ายเทมวลระบบดาวคู่วี 701 สโคปีไอ อยู่ในช่วง – 2.54 x 10^{26} ถึง – 3.01 x 10^{26} กิโลกรัมต่อปีเมื่อพิจารณาค่า Residuals ของ O – C หรือ $(O-C)_2$ พบว่ามีค่าเปลี่ยนไม่แน่นอน แต่มีแนวโน้มในลักษณะเป็นคาบดังภาพที่ 3 จากการหา Periodic Ephemeris ที่ดีที่สุดสำหรับค่า Residuals ได้ดังสมการที่ (3)

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557



ภาพที่ 3 Residuals หรือ (O-C)2 ของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ

$$(O-C)_2 = -0.00122 + 0.00525\sin\left(\frac{x - (-964.88)}{6657.544}\right) \quad \ldots(3)$$

จากสมการที่ (3) Residuals มีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบที่มี Semi – Amplitude เท่ากับ 0.00525 วัน ซึ่งสามารถนำไปหาค่ารัศมีของวัตถุที่สามพบว่ารัศมีวงโคจรของวัตถุที่สามมีค่า 2.16 AU มีคาบการโคจร 27 ปี และจากการคำนวณมวลของวัตถุที่สาม มีค่าเป็น 1.9 เท่าของมวลของดวงอาทิตย์

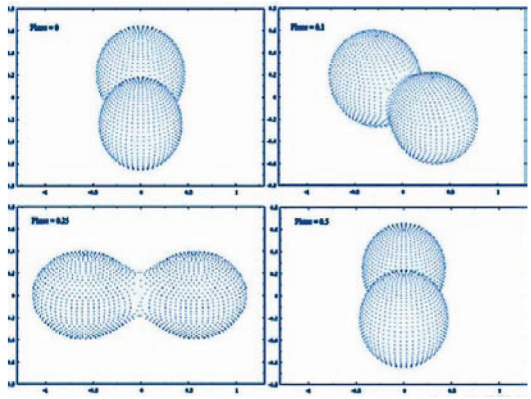
จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบวงโคจรของระบบดาวคู่ด้วยโปรแกรม PHOEBE โดยโปรแกรมจะสร้างข้อมูลกราฟแสงสังเคราะห์ เปรียบเทียบกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง และอินฟราเรด พบว่ากราฟแสงสังเคราะห์ที่ได้มีความสอดคล้องเป็นอย่างดีกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ ค่าพารามิเตอร์ที่ได้เป็นพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลเฉลยที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ในระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอจากโปรแกรม PHOEBE

พารามิเตอร์	ผลเฉลยที่ดีที่สุด	
	ปฐมภูมิ	ทุติยภูมิ
q (= m_2/m_1)	0.98 ± 0.0059	
i (Degree)	66.58 ± 0.012	
T(K)	23300	23100
$\Omega_1 = \Omega_2$	3.43 ± 0.005	
Ω (L_1)	3.717	
Ω (L_2)	3.183	
Mass (m)	10.20	9.99
Radius (R)	4.17	4.13
Chi^2	0.011149215	

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

เมื่อนำข้อมูลจากชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดมาสร้างแบบจำลองลักษณะของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ ได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบจำลองของระบบดาวคู่ วี 701 สโคปีไอ จากโปรแกรม PHOEBE

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ของระบบดาวคู่แบบแตะกัน วี 701 สโคปีไอ พบว่ามีคาบลดลงระหว่าง 0.0173 ถึง 0.0205 วินาทีต่อปี ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา วี 701 สโคปีไอ มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายถึงการลดลงของระยะห่างของดาวทั้งสองดวง แสดงว่าสมาชิกทั้งสองเข้าใกล้กันมากขึ้นทุกขณะ ซึ่งอาจจะทำให้ดาวทั้งสองดวงค่อยๆ หลอมรวมเป็นดาวเดี่ยวที่มีอัตราหมุนรอบตัวเองสูงในที่สุด และยังได้คำนวณอัตราการถ่ายเทมวลของระบบดาวมีค่า - 2.54 x 10^{26} ถึง -3.01 x 10^{26} กิโลกรัมต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของคาบการโคจรนี้มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแบบเป็นคาบซ้อนอยู่ ซึ่งแสดงการมีอยู่ของดาวดวงที่สามเป็นสมาชิกของระบบด้วย จากการวิเคราะห์พบว่าสมาชิกดวงที่สามนี้มีคาบการโคจรเป็น 27 ปี และมีมวล 1.9 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางแสงด้วยโปรแกรม PHOEBE พบว่าสมาชิกแต่ละดวงมีการขยายล้นผิวห่อหุ้มโรชชั้นใน ทำให้ดาวทั้งสองดวงแตะกันจนมีการใช้บรรยากาศร่วมกัน อุณหภูมิผิวของดาวทั้งสองดวงเกือบเท่ากันคือดาวปฐมภูมิมีอุณหภูมิประมาณ 23300 K ส่วนดาวทุติยภูมิมีอุณหภูมิประมาณ 23100 K ตามลำดับ มวลของดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิ คือ 10.20 และ 9.99 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ ตามลำดับ และรัศมีของดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิ คือ 4.17 และ 4.13 เท่าของรัศมีดวงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ที่ช่วงอุปราคาปฐมภูมิและอุปราคาทุติยภูมิที่มีความลึกเกือบเท่ากัน และเมื่อสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่พบว่าดาวทั้งสองดวงมีลักษณะติดกันโดยได้มีการแชร์บรรยากาศร่วมกัน เมื่อนำข้อมูลอุณหภูมิ มวลและรัศมีของระบบดาวคู่แบบแตะกันวี 701 สโคปีไอ เทียบกับ HR diagram พบว่าดาวทั้งสองดวงอยู่ในแถบลำดับหลัก และจากข้อมูลวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าระบบดาวคู่นี้เป็นสมาชิกของกระจุกดาวซึ่งเป็นไปได้ว่าระบบดาวคู่นี้เกิดจากถูกจับด้วยกระบวนการจับด้วยด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravitation Capture Processes)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ประเภทเต็มจำนวน (พ.ศ. 2555) ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่กรุณาเอื้อเฟื้อด้านสถานที่อุปกรณ์ และบุคลากรจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณนางสาวฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ และนิสิตปริญญาตรีหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์) ที่ได้ช่วยประสานงานและเตรียมเอกสารสำคัญให้อย่างกัลยาณมิตร

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). **ดาราศาสตร์ฟิสิกส์.** เชียงใหม่ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ

[2] Eggen, O. J.(1997). Contact binaries. III. Early-type systems, **Astronomical Journal.** 83, 288-302.

[3] Wilson, R.E. and Leung, K.C.(1997). V701Scopii and Its Place among Early Contact Binaries, **Astronomy and Astrophysics.** 61, 137-140.

[4] Andersen, J., Nordstrom, B. and Wilson, E. (1979). Dimensions and evolutionary State of the Eaely-type Contact Binary, **Astronomy and Astrophysics.** 82, 225-229.

[5] Mayer and Wolf.(2002). A possible periodic term in the period of the eclipsing binary V701 Sco, **HU ISSN.** 5293, 1587-2440.

[6] Qian, S.B., Liu, L. and Kreiner, J.M.(2006). Orbital period investigations of two short-period early-type overcontact binaries BH Cen and V701 Sco in two extremely young galactic clusters IC 2944 and NGC 6383, **New Astronomy.** 12, 117-123.

[7] Kreiner, J.M., Kim, C.H. and Nha, I. S. (2001). **An Atlas of O-C Diagrams of Eclipsing Binaries.** Retrieved on 21 August 2012, From http://www.as.up.krakow.pl/o-c/data/getdata.php3?V701%20SCO.