Received: 25 September 2019
Revised: 2 December 2019
Accepted: 22 December 2019

การสังเกตการณ์ระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี บีแซด อีริดานี
Observation of Spectroscopic Binaries BZ Eridani

สุพัตรา วงศ์ศรียา[1*] สิทธิกร เณรเถา[2] อณุศาสตร์ มุขสาร[2] และสมานชาญ จันทร์เอี่ยม[3]
[1]กลุ่มวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[3]สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
[*]supattra5149@gmail.com

บทคัดย่อ

ระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี BZ Eridani จำแนกตามวิวัฒนาการจัดเป็นระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระ-ชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา เชื่อมต่อกับเครื่องซีซีดีสเปกโทรกราฟ ในช่วงความยาวคลื่น 4355.050 ถึง 7110.200 อังสตรอม ระหว่างวันที่ 23, 24 มกราคม 2561 และ 5 กุมภาพันธ์ 2561 รวมระยะเวลาทั้งหมด 3 วัน ข้อมูลสเปกตรัมที่ได้นำมาวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบหลักของระบบดาวคู่ และคำนวณหาค่าความเร็วในแนวเล็ง เพื่อสร้างกราฟความเร็วในแนวเล็ง และแบบจำลอง โดยใช้สเปกตรัมของดวงอาทิตย์เป็นสเปกตรัมเปรียบเทียบ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี BZ Eridani อยู่ในชนิดสเปกตรัม G มีเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัด ได้แก่ H - alpha, H - beta, Na I และ Mg I อุณหภูมิพื้นผิวของระบบเฉลี่ย 6,000 เคลวิน จากแผนภาพเฮิทซ์ปรุง - รัสเซลล์ และได้แบบจำลองระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี BZ Eridani เป็นระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน

คำสำคัญ: ระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี, ระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน, สเปกตรัม

Abstract {TH Sarabun 15 pt, ตัวหนา, จัดชิดซ้าย}

BZ Eridani (BD - 06 841) was found to be a spectroscopic binary system. It was also classified as a semi - detached binary type. The observations were done at the Regional Observatory for the Public, Nakhon Ratchasima, during 23, 24 January 2018 and 5 February 2018, using a 0.7 meter reflecting telescope mounted with a CCD spectrograph. The spectra were analyzed

to determine the elementary components of this binary system, the radial velocity. A radial velocity curve and a spectroscopic model of BZ Eridani were obtained. Using solar spectra as a comparison, the results show that the BZ Eridani spectral class is G with the most prominent spectral lines of H - alpha, H - beta, Na I and Mg I. The effective temperature was found, from the H-R diagram,to be around 6,000 K. The spectroscopic model shows that BL Eridani is a semi - detached binary system.

Keywords: spectroscopic binary system, semi - detached binary system, solar spectra

บทนำ

ระบบดาวคู่ บีแซด อีริดานี (BZ Eridani; BZ Eri; TYC4732.1278.1) สำรวจพบในปี ค.ศ.1928 ในช่วงแรกมีการถกเถียงกันเกี่ยวกับการจัดประเภทของระบบดาวดังกล่าว เนื่องจากลักษณะกราฟแสงของระบบดาวคู่ BZ Eridani คล้ายกับระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดประเภท W UMa หลังจากนั้น Hoffmeister (1934) ได้จัด BZ Eridani เป็นระบบดาวคู่ แบบใกล้ชิด ประเภทอัลกอล (Algol) ต่อมา R.K.Srivastava และ WAHAB UDDIN (1986) ได้สังเกตการณ์ฟิลเตอร์ U, B และ V ของระบบดาวคู่อุปราคา BZ Eridani ซึ่งได้ค่าคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา BZ Eridani เป็น 0.6641703 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉรา ธีรวิทยานุกูล (2550) แต่แผนภาพ (*O - C*) ของระบบดาวคู่ BZ Eridani ไม่สามารถบอกแนวโน้มของการเกิดวัฏจักรต่าง ๆ ได้ เนื่องจากข้อมูลยังมีไม่มากพอ จึงจำเป็นต้องสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ BZ Eridani อย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้น ซึ่งในการสังเกตการณ์ในครั้งนี้ได้ให้ความสนใจไปที่การสังเกตการณ์โดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปี เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ BZ Eridani

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของดาวของระบบดาวคู่อุปราคาสเปกโทรสโกปี BZ Eridani
2. เพื่อสังเกตการณ์โดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปีของระบบดาวคู่สเปกโทร-สโกปี BZ Eridani
3. เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่สเปกโทรสโกปี BZ Eridani

วิธีดำเนินการวิจัย

การสังเกตการณ์ทางสเปกโทรสโกปีของระบบดาวคู่ BZ Eridani ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา พิกัดที่ตั้ง 14° 52′ 17.16″ และ 102° 1′ 41.24″ E ในระหว่างวันที่ 23 ถึง 24 มกราคม 2561 และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561 รวมทั้งหมด 3 คืน สังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ต่อเข้ากับเครื่อง CCD สเปกโทร-มิเตอร์ ซึ่งแสดงข้อมูลตำแหน่งของระบบดาวคู่ BZ Eridani ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งของระบบดาวคู่ BZ Eridani (*Epoch* : J2000)

ดาวเป้าหมาย	RA	DEC	m_B	m_V
BZ Eridani (BD - 06 841)	04^h12^m 12.6532^s	-06°01’ 17.650”	10.27	9.77

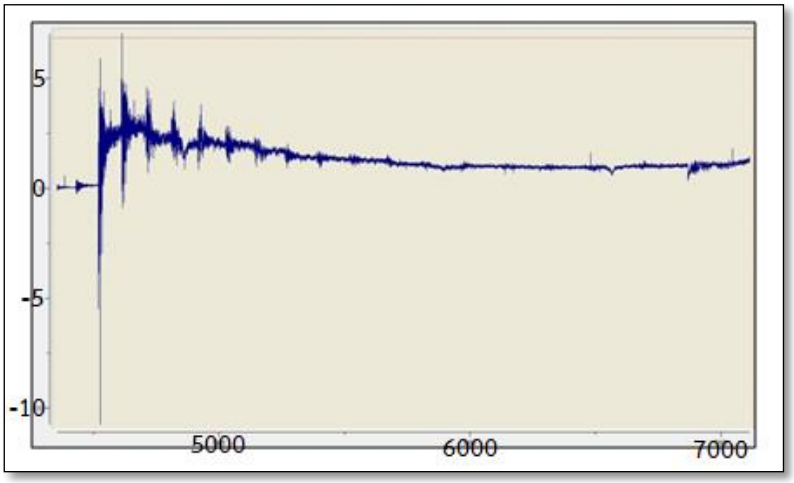
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ BZ Eridani โดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปี วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์สเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani โดยใช้สเปกตรัมของดวงอาทิตย์เป็นสเปกตรัมเปรียบเทียบ นำไปสู่การหาธาตุองค์ประกอบหลักของระบบดาวคู่ อุณหภูมิพื้นผิวของระบบดาวคู่ เพื่อนำไปบรรจุในแผนภาพเฮิทซ์ปรุง - รัสเซลล์ และแบบจำลองของระบบดาวคู่ BZ Eridani ซึ่งใช้ในจำแนกประเภทและการอธิบายวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ BZ Eridani ได้

การวิเคราะห์ชนิดของธาตุบนชั้นบรรยากาศของสมาชิกดาวฤกษ์ในระบบ

การวิเคราะห์ชนิดของธาตุจากภาพสเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani ที่สังเกตในช่วงความยาวคลื่น 4355.050 ถึง 7110.200 อังสตรอม จากการพิจารณาภาพสเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani ในแต่ละเฟสของการสังเกตการณ์ พบว่า เส้นดูดกลืนที่เกิดขึ้นมีความเข้มและความยาวคลื่นผันแปรกับเวลาที่สังเกตการณ์ แต่รูปแบบของสเปกตรัมยังคงมีลักษณะเดิม จึงสรุปได้ว่าบรรยากาศของระบบดาวคู่ BZ Eridani ประกอบด้วยธาตุบางชนิดที่แน่นอนจากการพิจารณาเส้นดูดกลืนเทียบกับสเปกตรัมต่อเนื่อง เมื่อเราทราบความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดและสเปกตรัมจากกฎ 3 ข้อ ของเคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff’s Laws) ได้แก่ 1) ก๊าซความหนาแน่นสูงและร้อนหรือวัตถุแข็งร้อนจะให้สเปกตรัมต่อเนื่องโดยปราศจากสเปกตรัมมืด 2) ก๊าซความหนาแน่นต่ำและร้อนจะได้สเปกตรัมสว่าง 3) ก๊าซความหนาแน่นต่ำและเย็นที่อยู่ด้านหน้าของแหล่งกำเนิดสเปกตรัมต่อเนื่องจะให้เส้นมืด

ด้วยเหตุผลข้างต้นดังนั้นการวิเคราะห์หาชนิดของธาตุในบรรยากาศของระบบดาวคู่ BZ Eridani จึงสามารถพิจารณาจากสเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani เพียง 1 ภาพก็สามารถอธิบายข้อมูลได้ครอบคลุม ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพสเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani ของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561 (HJD : 2458155.13539833)

จากรูปที่ 1 พบว่าเส้นดูดกลืนที่เกิดขึ้น 4 เส้น (หรือแต่ละเส้นอาจมีการแยกเป็นคู่ที่บางเฟสของการโคจรถ้ามีการเลื่อนดอปเปลอร์) ทำให้การวัดความยาวคลื่นของเส้นดูดกลืนเหล่านี้ได้ว่า

เส้นที่ I	มีค่าความยาวคลื่น	482.6650	นาโนเมตร
เส้นที่ II	มีค่าความยาวคลื่น	517.0150	นาโนเมตร
เส้นที่ III	มีค่าความยาวคลื่น	589.7900	นาโนเมตร
เส้นที่ IV	มีค่าความยาวคลื่น	656.5850	นาโนเมตร

การเปรียบเทียบค่าความยาวคลื่นของเส้นดูดกลืนเหล่านี้กับค่าของเส้นสเปกตรัมมาตรฐานของธาตุต่าง ๆ ซึ่งผู้เขียนใช้ค่ามาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบจากสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ พบว่าเส้นที่ I ความยาวคลื่น 482.6650 นาโนเมตร ตรงกับธาตุ H-beta เส้นที่ II ความยาวคลื่น 517.2698 นาโนเมตร ตรงกับธาตุ Mg I
เส้นที่ III ความยาวคลื่น 589.7900 นาโนเมตร ตรงกับธาตุ Na I และเส้นที่ IV ความยาวคลื่น 656.5850 นาโนเมตร ตรงกับธาตุ H-alpha ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ธาตุหลักของระบบดาวคู่ BZ Eridani

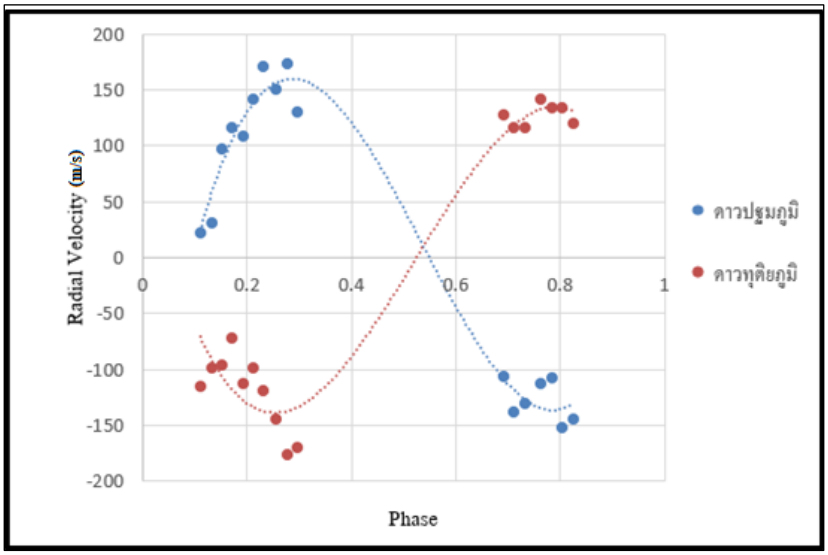
ดาวฤกษ์	ธาตุที่พบ
ดาวปฐมภูมิ	H - alpha, H-beta, Na I และ Mg I
ดาวทุติยภูมิ	H - alpha, H-beta, Na I และ Mg I

ความเร็วในแนวเล็ง

ความเร็วในแนวเล็ง (radial velocity) เป็นค่าความเร็วที่แสดงการเคลื่อนที่สมาชิกดาวฤกษ์ในระบบระบบดาวคู่ BZ Eridani ซึ่งปรากฏในแนวสายตาผู้สังเกต เมื่อสมาชิกดาวดวงที่ 1 เคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกตจะเห็นเส้นสเปกตรัมความยาวคลื่นสั้นลง เรียกว่า การเลื่อนทางน้ำเงิน (Blue shift) ในขณะที่สมาชิกดาวอีกดวงเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกตจะเห็นเส้นสเปกตรัมยาวขึ้น เรียกว่า การเลื่อนทางแดง (Red shift) จากข้อมูลสังเกตการณ์สามารถนำไปสร้างเป็นกราฟความเร็วในแนวเล็ง (radial velocity curve) จากสมการ (1)

$$\Delta\lambda/\lambda_0 = \mathbf{V/C} \qquad (1)$$

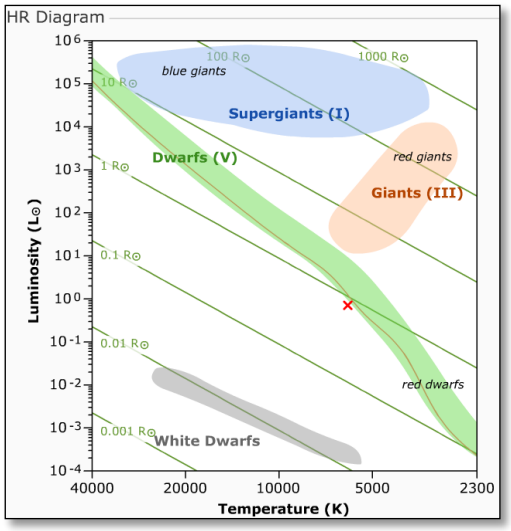
โดยใช้ความยาวคลื่นของไฮโดรเจนเป็นความยาวคลื่นเป็นมาตรฐานในการสังเกตการเลื่อนทางแดงทางน้ำเงิน (Blue shift Red shift) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเร็วในแนวเล็งนอกช่วงการเกิดอุปราคาของระบบดาวคู่ BZ Eridani ประกอบด้วยดาวปฐมภูมิ (primary star) และดาวทุติยภูมิ (secondary star) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟความเร็วในแนวเล็งของระบบดาวคู่ BZ Eridani

แผนภาพเฮิทซ์ปรุง -รัสเซลล์

แผนภาพเฮิทซ์ปรุง-รัสเซลล์ เป็นแผนภาพแสดงคู่ลำดับระหว่างความสว่างของดาวฤกษ์กับชนิดสเปตรัมดาวฤกษ์ ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าความส่องสว่างสัมบูรณ์ ประเภท และอุณหภูมิของดาวฤกษ์ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความส่องสว่างสัมบูรณ์ จากตารางที่ 3 พบว่าระบบดาวคู่ BZ Eridani อยู่บนแถบลำดับหลักในแผนภาพเฮิทซ์ปรุง-รัสเซลล์ จัดอยู่ในสเปกตรัมประเภท G ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบดาวคู่ BZ Eridani ในแผนภาพเฮิทซ์ปรุง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน

แบบจำลองของระบบดาวคู่ BZ Eridani

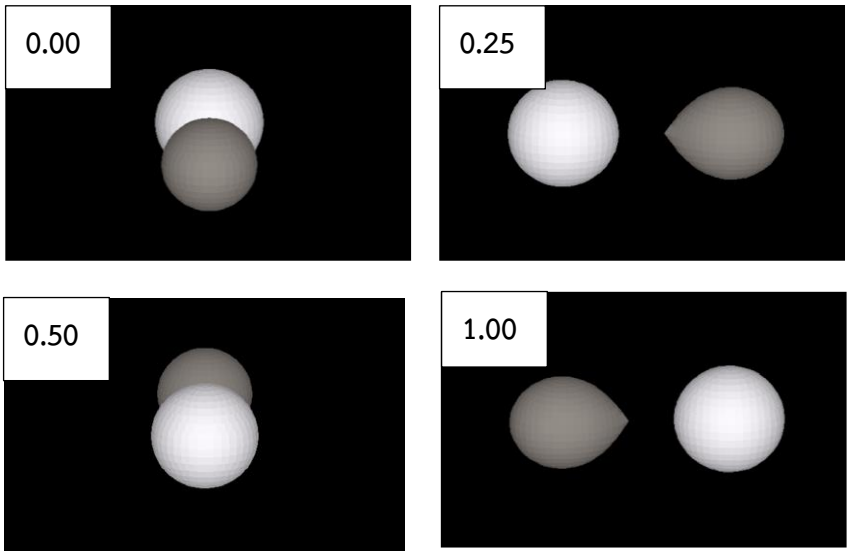
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีทำให้ทราบว่าระบบดาวคู่ BZ Eridani จัดอยู่ในสเปกตรัมประเภท G ซึ่งหากนำไปเปรียบเทียบกับตาราง Stellar Spectral Classes จะทราบค่าอุณหภูมิพื้นผิวและสีของดาวฤกษ์ ซึ่งในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม Star Light Pro พร้อมทั้งอ้างอิงค่าพารามิเตอร์บางค่าจากการสังเกตการณ์โฟโตเมตรี จากตารางที่ 3 เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบ BZ Eridani

ตารางที่ 3 ชุดของค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของระบบดาวคู่ BZ Eridani

พารามิเตอร์	คำตอบที่ดีที่สุด	
	ดาวปฐมภูมิ	ดาวทุติยภูมิ
Latitude Lines	10	
Limb Darkening	0.5	
Inclination	75.53 ± 0.04460893	
Mass Ratio	0.354254 ± 0.0009095	
Luminosity (L_B)	0.7121827 ± 0.029570	
Pole Radius	0.316190 ± 0.09901	0.2734 ± 0.200599

ที่มา : อัจฉรา ธีรวิทยานุกูล (2008)

จากข้อมูลข้างต้น และตารางที่ 3 นำไปสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ BZ Eridani โดยใช้โปรแกรม Star Light Pro จากแบบจำลองทำให้ทราบวิวัฒนาการของระบบ ดังรูปที่ 4 ที่เฟส 0.00, 0.25, 0.50 และ 1.00 ตามลำดับ



รูปที่ 4 ภาพแบบจำลองของระบบดาวคู่ BZ Eridani ที่ Phase 0.00, 0.25, 0.50 และ 1.00 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สเปกตรัมของระบบดาวคู่ BZ Eridani พบธาตุองค์ประกอบหลักของระบบ ได้แก่ H - alpha, H - beta, Na I และ Mg I มีอุณหภูมิพื้นผิวของระบบดาวคู่เฉลี่ยอยู่ที่ 6,000 K เมื่อพิจารณาแผนภาพเฮิทซ์ปรุง - รัสเซลล์ ของระบบดาวคู่ BZ Eridani พบว่าระบบดาวคู่ BZ Eridani อยู่ในแถบลำดับหลัก และเมื่อพิจารณาแบบจำลองของระบบดาวคู่ BZ Eridani พบว่าดาวทุติยภูมิเกิดผิวหอห่อหุ้มของโรช ซึ่งอาจมีการถ่ายเทมวลจากดาวทุติยภูมิไปยังดาวปฐมภูมิ และสามารถจำแนกระบบดาวคู่ BZ Eridani เป็นระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉรา ธีรวิทยานุกูล (2008)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวนภาพร อะทะโน ผู้ช่วยนักวิจัยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ โดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปี ขอบคุณนายสมานชาญ จันทร์เอี่ยม เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ชำนาญการ หอดูดาวส่วนภูมิภาคนครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความรู้ รวมทั้งเทคนิคในการสังเกตการณ์วิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เฉลา วงศ์แสง. 2545. การวิเคราะห์เส้นสเปกตรัมสว่างของระบบดาวคู่อุปราคา ปีตาไลรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เชิดตระกูล หอมจำปา. 2553.โครงสร้างกายภาพของ ระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ธนวัฒน์ รังสูงเนิน. 2558. การเปลี่ยนคาบวงโคจรและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่อัลกอล จีพี เพก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครราชสีมา.

ธนา ยีรัมย์. 2548. โครงสร้างทางกายภาพของระบบดาวคู่อุปราคา วี1061 ทอไร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นภาพร อะทะโน. 2557. การสังเกตการณ์และการวิเคราะห์ระบบดาวคู่ อาร์ คานิส เมเจอร์ริส โดยเทคนิคโฟโตเมตรีและสเปกโทรสโกปี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

บุญรักษา สุนทรธรรม, 2551. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและการวิวัฒนาการของระบบดาวคู่แบบเกือบแตะกันบางระบบ. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

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

บุญรักษา สุนทรธรรม. 2549. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดาวคู่อุปราคา ดับเบิลยู เออซ่าร์ เมเจอร์ โดยเทคนิคโฟโตเมตรีแบบซีซีดี. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2549

ปิยฉัตร กาบทุม และคณะ. 2556. สมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ AT Aquarii. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ศิรามาศ โกมลจินดา. 2546. โครงสร้างกายภาพของระบบดาวคู่แบบแตะกัน อาร์แซด ทอรี.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, (2551). ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์, 23 ตุลาคม 2560. http://www.lesa.biz/astronomy/light/doppler-effect

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, (2551). แผนภาพแฮรท์สซปรุง - รัสเซลล์ (H - R Diagram), 23 ตุลาคม 2560. http://www.lesa.biz/astronomy/star- properties/hr-diagram

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, (2551). สเปกตรัมของดาว, 23 ตุลาคม 2560. http://www.lesa.biz/astronomy/star-properties/stellar-spectrum

สุพัตรา วงศ์ศรียา. 2556. สมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่แบบกึ่งแยกกัน จีดับเบิลยู คาริน่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

เสาวลักษณ์ ปัญญามี จุฑามาศ วังรัก และ วิระภรณ์ ไหมทอง. 2558. การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของระบบดาวคู่ XY Leonis จากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล DSLR. ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์. 2541. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ อาร์ ที ลาเซอที โดยเทคนิควิลสันและเดวินนี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัจฉรา ธีรวิทยานุกูล. 2551. การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ บีแซด อีริดานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Kämper, B. – C. (1986). Period variations in BZ Eridani. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASAAstrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1987Ap%26SS.129..407K

National Schools' Observatory. (2016). เทคนิค สเปกโทรสโกปี, 23 ตุลาคม 2560.https://www.narit.or.th/files/NAS/stellar/TH_Stellar_Classification.ppt

R.K.Srivastava. (1985). Period variations in BZ Eridani.. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1986Ap%26SS.121..317S

Saitou, M. S.; Okazaki, A. (2002). *CCD Photometry of the Eclipsing Binary BZ Eridani*. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System:http://adsabs.harvard.edu/abs/2002aprm.conf..457S

Simbad Astronomical Database. (2016). *V* BZ Eri Eclipsing binary of Algol type*. Retrieved October 22, 2017 from Simbad Astronomical

Database: http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-basic ? Ident= BZ+Eridani &submit=SIMBAD+search

Srivastava, R. K. and Sinha, B. K. (1981) A Note on BZ Eridani. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1981IBVS.1919....1S

Srivastava, R. K. and Uddin, Wahab. (1986). *Photometric study of BZ Eridani*. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System: http://adsabs.harvard.edu/abs/1986Ap%26SS.126..105S

Srivastava, R. K. and Sinha, B. K. (1981). *Three colour photometry of BZ Eridani*. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1981BASI....9...84S

Srivastava, R. K. and Uddin, W. (1985). *Photoelectric Minima of BZ Eridani*. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1985IBVS.2806....1S

Srivastava, R. K.. (1986*). Period Variation of Bz-Eridani*. Retrieved October 22, 2017, from The SAO/NASA Astrophysics Data System :http://adsabs.harvard.edu/abs/1987Ap%26SS.129..409S