

การหาพารามิเตอร์ของดาวคู่อุปราคา YZ phe จากการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Phoebe

นางสาวกชกร สระโต

E-mail: 26206kochakorn@chiangkham.ac.th

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ศักดิ์ดาวดี เมืองก้อน

โรงเรียนเชิงคำวิทยาคม

บทคัดย่อ

โครงการการหาค่าพารามิเตอร์ของดาวคู่อุปราคา YZ phe จากการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Phoebe มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและหาชุดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดาวคู่ YZ phe โดยใช้โปรแกรม Phoebe ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลของดาวคู่ YZ phe จากเว็บไซต์ Astronomical Society of the Pacific เป็นดาวคู่ชนิด W Ursa Major โดยใช้ค่า phase และ normal flux ในฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V เพื่อสร้างเป็นกราฟแสงจากการสังเกตการณ์ (observe light curve) แล้วสุ่มค่าพารามิเตอร์ของกราฟแสงสังเคราะห์ (synthetic light curve) ให้เลื่อนเข้าใกล้กราฟแสงสังเกตการณ์จนกระทั่งซ้อนทับ และมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 เมื่อเทียบกับข้อมูลกราฟต้นแบบ จากการศึกษาพบว่าดาวคู่ YZ phe มีคาบการโคจรเท่ากับ 0.234727 วัน อัตราส่วนระหว่างมวลเท่ากับ 2.03 ความเอียงของระนาบวงโคจรเท่ากับ 84 องศา ดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิมีก่าอุณหภูมิใกล้เคียงกันคือ 4800 และ 5100 เคลวิน ตามลำดับ ค่า Primary star surface potential และ Secondary star surface potential มีค่าเท่ากับ 5 และ 6 ตามลำดับ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโปรแกรม มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากฐานข้อมูล

คำสำคัญ : ดาวคู่อุปราคา Yz phe การใช้โปรแกรม Phoebe

บทนำ

ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ในเอกภพไม่ได้อยู่เพียงดวงเดียวเหมือนดวงอาทิตย์ แต่มีสมาชิกอีกดวงโคจรไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลางมวลระบบเรียกว่า ระบบดาวคู่ (Binary Systems) ถ้าหากระนาบการโคจรของดาวคู่อยู่ในแนวระดับสายตาจะเห็นพฤติกรรมการอุปราคาของดาวทั้งสอง เมื่อสมาชิกดวงใดดวงหนึ่งโคจรไปอยู่ด้านหลังสมาชิกอีกดวงจะทำให้ค่าความสว่างลดลง และเมื่อพ้นระยะการบังก็จะกลับมามีค่าความสว่างเท่าเดิม เรียกดาวคู่ชนิดนี้ว่า ดาวคู่อุปราคา (Eclipse binary) เมื่อนำค่าความสว่างที่บันทึกในช่วงเวลาหนึ่ง มาพล็อตกราฟจะพบว่ามีกราฟเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าความสว่างที่สม่ำเสมอเป็นคาบ เรียกว่า กราฟแสง (light curve) ซึ่งข้อมูลกราฟแสงที่ได้จากการบันทึกสามารถนำมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของระบบดาวคู่ได้ด้วยวิธีการทางดาราศาสตร์ โปรแกรม Phoebe เหมือนเป็นทางลัดเพื่อได้มาซึ่งค่าต่าง ๆ ของระบบดาวคู่ที่ต้องการจะศึกษา การทำงานของโปรแกรมเป็นการนำข้อมูลของกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ (observe light curve) เพื่อนำไปเป็นกราฟแสงต้นแบบในโปรแกรม เมื่อทำการสุ่มค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โปรแกรมจะนำค่าที่สุ่มเข้าไปคำนวณสร้างข้อมูลกราฟแสงสังเคราะห์ (synthetic light curve) และนำไปเปรียบเทียบกับกราฟแสงต้นแบบ เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากกราฟแสงต้นแบบเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้วทำให้กราฟแสงสังเคราะห์ซ้อนทับกับกราฟต้นแบบ แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ทำการสุ่มเข้าไป สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลของ

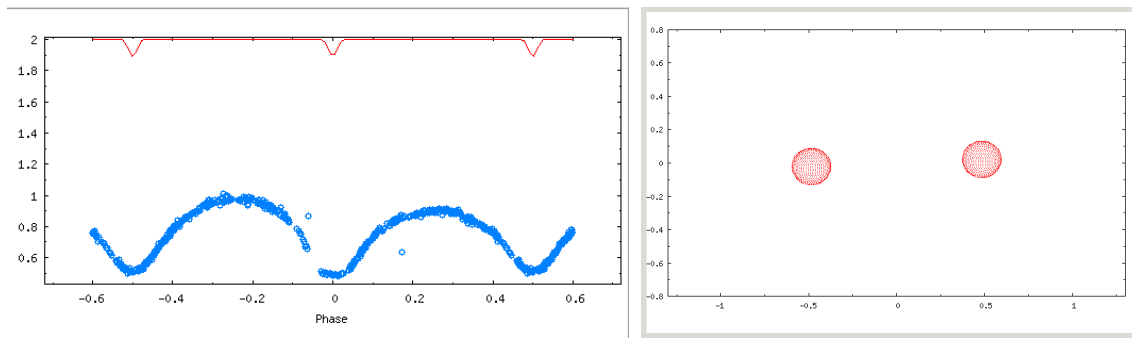
ระบบดาวคู่ที่ได้นั้นได้ โดยอาจประมาณค่าบางค่าได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของกราฟแสง หรือประมาณค่าอุณหภูมิของดาวทั้งสอง จากการสังเกตสี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของสเปกตรัมดาว (spectral type)

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาการใช้โปรแกรม Phoebe และปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อความสว่างของดาวฤกษ์และระบบดาวคู่ รวมไปถึงถึงลักษณะและวิวัฒนาการของดาวคู่ในประเภทต่าง ๆ

2. เลือกดาวคู่ที่จะใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์โดยเลือกใช้ดาวคู่ YZ Phoenicis บริเวณกลุ่มดาว Phoenix ที่ตำแหน่ง RA 01 h 42 m 23 s ,Dec -45 d 56 m 56 s จากเว็บไซต์ Astronomical Society of the Pacific ในช่วงความยาวคลื่นฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V

3. นำเข้าข้อมูลซึ่งได้แก่ค่า phase และ normal flux ลงในโปรแกรมเลือกฟิลเตอร์ของข้อมูล และประเภทของระบบดาวคู่ดาวคู่ YZ phe เป็นระบบดาวคู่แบบ overcontact ชนิด W Ursa major โดยโปรแกรมจะนำข้อมูลไปพล็อตกราฟซึ่งเป็นกราฟข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ และแบบจำลองรูปร่างของดาว (star shape) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟแสงและแบบจำลองของระบบดาวคู่ YZ phe ที่ยังไม่ได้สุ่มค่าพารามิเตอร์

4. วิเคราะห์ลักษณะของกราฟแสง จากกราฟแสงของดาวคู่ YZ phe มีความลึกของกราฟขณะเกิดการอุปราคาปฐมภูมิ (primary eclipse) และอุปราคาทุติยภูมิ (secondary eclipse) ใกล้เคียงกันและมีความกว้างของช่วงกราฟในแต่ละช่วงมีขนาดพอ ๆ กัน และจากการศึกษาข้อมูลลักษณะของระบบดาวคู่ชนิด Overcontact แบบ W Ursa Major พบว่าระบบดาวคู่ชนิดนี้มีคาบการโคจรสั้น และสมาชิกทั้งสองดวงมีผิวห่อหุ้มร่วมกัน จึงเกิดการถ่ายเทมวลสารระหว่างกัน ทำให้ ชนิดของสเปกตรัม มวล และอุณหภูมิของดาวทั้งสองใกล้เคียงกัน สามารถประมาณค่าอุณหภูมิของดาวทั้งสองได้จากสีของดาวตามตารางตารางแสดงชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ (stellar classification) ดังตารางที่ 1

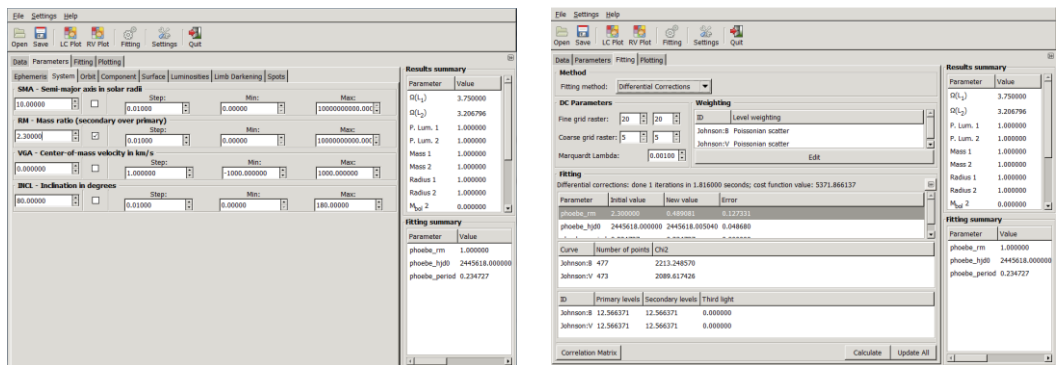
ชนิดของสเปกตรัม	สีของดาวฤกษ์	อุณหภูมิผิว (เคลวิน)
O	น้ำเงิน	35,000
B	ขาวน้ำเงิน	25,000 – 12,000
A	ขาว	10,000 – 8,000
F	เหลืองขาว	7,500 – 6,000

G	เหลือง	6,000 – 4,200
K	ส้ม	5,000 – 3,000
M	แดง	3,200 – 3,000

ตารางที่ 1 การวางแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์

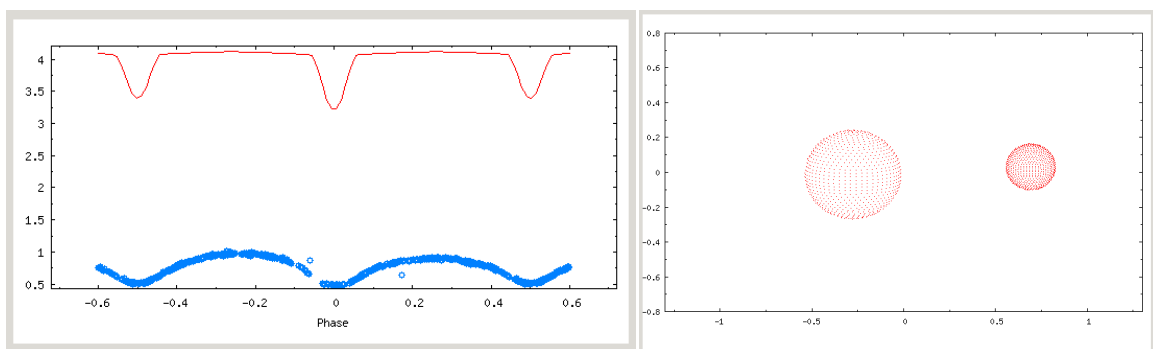
ดาวคู่ YZ phe มีค่าดัชนีสี B - V อยู่ในช่วงชนิดสเปกตรัม K (สีส้ม) จึงประมาณได้ว่าค่าอุณหภูมิของดาวทั้งสองน่าจะอยู่ในช่วงประมาณ 3000 - 5000 เคลวิน

5. ทำการสุ่มค่าพารามิเตอร์ต่างๆซึ่งโปรแกรมจะนำค่าพารามิเตอร์ที่สุ่มไปคำนวณเป็นเป็นค่าพารามิเตอร์ของระบบดาวคู่สังเคราะห์ และสร้างกราฟแสงสังเคราะห์ เพื่อนำไปเทียบกับกราฟแสงต้นแบบ (กราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์) เพื่อทำการหาความคลาดเคลื่อน (error) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 หน้าต่างปรับค่าพารามิเตอร์ และหน้าต่างแสดงค่าความคลาดเคลื่อน

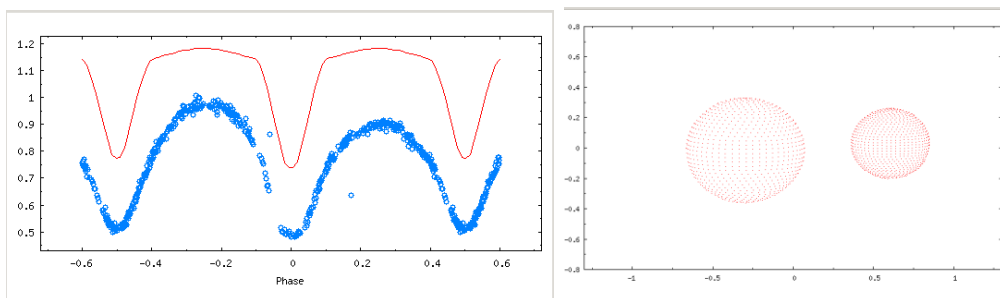
6. ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ จากตัวอย่างได้เปลี่ยนค่าอัตราส่วนมวล ทำให้กราฟแสงสังเคราะห์ที่เลื่อนเข้าใกล้กราฟแสงสังเกตการณ์ และแบบจำลองรูปร่างของดาว ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสงและแบบจำลองเมื่อเปลี่ยนค่าอัตราส่วนมวลเท่ากับ 2

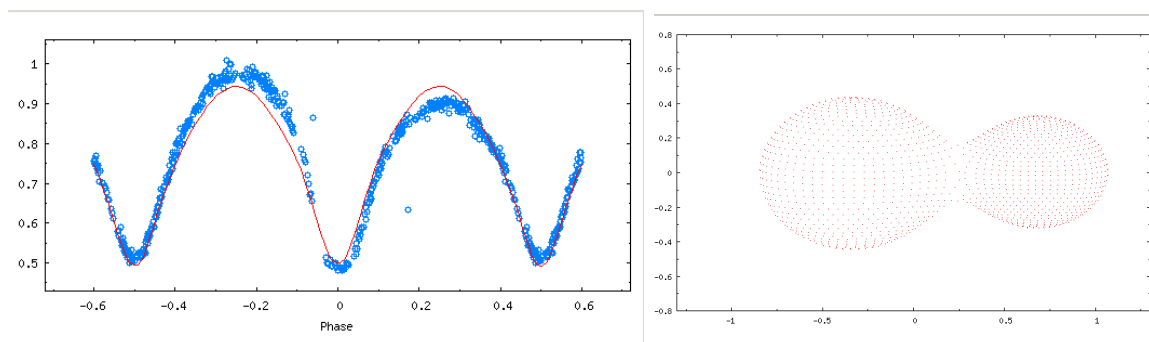
เมื่อพารามิเตอร์ที่สุ่มมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ แล้วจึงทำการปรับค่าพารามิเตอร์อื่น โดยอาศัยเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง จากงานวิจัยของ Cochran, W.C ซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการสุ่มค่าตัวแปรให้มีประสิทธิภาพ

ทำการสุ่มค่า star surface potential ของสมาชิกทั้งสอง ให้อยู่ในช่วง 6 - 7 ทำให้ได้กราฟแสงสังเคราะห์ และแบบจำลองที่สมาชิกทั้งสองมีพื้นผิวอยู่ใกล้กันมากขึ้น ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสงและแบบจำลองเมื่อเปลี่ยนค่า PHSV และ PCSV อยู่ในช่วง 6 - 7

เมื่อค่าพารามิเตอร์ทุกค่าที่ทำการสุ่มมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 จึงจะสามารถเป็นข้อมูลที่นำไปใช้เป็นค่าต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา YZ phe ได้ และจะได้กราฟแสงสังเคราะห์ที่ซ้อนทับกับกราฟแสงจากการสังเกตการณ์ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟแสงและแบบจำลองระบบดาวเมื่อเปลี่ยนค่า PHSV และ PCSV เท่ากับ 5 และ 6 ตามลำดับ และปรับค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ

7.เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Phoebe กับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากฐานข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต พบว่าค่าพารามิเตอร์ของระบบดาวคู่ YZ phe ที่ได้จากโปรแกรม Phoebe มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานจากฐานข้อมูล

ผลการศึกษา

จากการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดาวคู่อุปราคา YZ phe ในโปรแกรม Phoebe ได้ชุดพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 2

พารามิเตอร์ (parameters)	ผลลัพธ์
อัตราส่วนมวล (Mass ratio)	2.03
ความเอียงระนาบวงโคจร(Inclination)	84°
อุณหภูมิดาว 1 (Temperature1)	4,800 K
อุณหภูมิดาว 2 (Temperature2)	5,100 K
Primary star surface potential (PHSV)	5
Secondary star surface potential (PCSV)	6

ตารางที่ 2 ตารางแสดงชุดพารามิเตอร์ของดาวคู่ YZ phe

จากการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในโปรแกรม Phoebe ผลปรากฏว่า พารามิเตอร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากฐานข้อมูล

อภิปรายผลการศึกษา

จากโครงการหาค่าพารามิเตอร์ของดาวคู่ YZ phe จากการวิเคราะห์ข้อมูลโปรแกรม Phoebe พบปัญหาการเรียงลำดับของข้อมูลที่จะนำไปพล็อตเป็นกราฟแสงสังเกตการณ์ไม่มีความต่อเนื่อง จึงได้ทำการตัดข้อมูลบางส่วนเพื่อให้กราฟแสงมีความต่อเนื่อง และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลของกราฟต้นแบบในโปรแกรมได้ ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากใช้โปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนกับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานเล็กน้อย อาจเป็นผลมาจากการหาค่าพารามิเตอร์ไม่ครบทุกตัวแปร เพราะทุกตัวแปรของค่าพารามิเตอร์มีผลต่อกราฟแสง เมื่อทำการหาค่าตัวแปรมาก ความคลาดเคลื่อนก็เลยน้อยลงมากเท่านั้น

สรุปผลการศึกษา

จากการหาค่าพารามิเตอร์ของดาวคู่ YZ phe ในโปรแกรม Phoebe มีคาบการโคจรเท่ากับ 0.234727 วัน อัตราส่วนระหว่างมวลเท่ากับ 2.03 ความเอียงของระนาบวงโคจรเท่ากับ 84 องศาดาวปฐุมภูมิและดาวทุติยภูมิมีค่า 1 อุณหภูมิใกล้เคียงกันคือ 4,800 และ 5,100 เคลวิน ตามลำดับ ค่า Primary star surface potential และ Secondary star surface potential มีค่าเท่ากับ 5 และ 6 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของดาวคู่อุปราคาชนิด W Ursa major ที่สมาชิกทั้งสองดวงในระบบจะมีการถ่ายเทมวลสารระหว่างกัน ทำให้มีชนิดของสเปกตรัมใกล้เคียงกัน ซึ่งหมายความว่าดาวปฐุมภูมิและดาวทุติยภูมิจะมีอุณหภูมิและมวลไม่ต่างกันมากนัก และค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม มีความใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากฐานข้อมูล

กิตติกรรมประกาศ

ในงานโครงการวิจัยนี้มีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่ศึกษาเริ่มหาข้อมูลวิเคราะห์ผลการจัดทำรายงาน จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดเวลาการทำงานผู้จัดทำได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งให้ความช่วยเหลือ เป็นที่ปรึกษาและแนะนำในหลายด้านตลอดจนให้กำลังใจโอกาสนี้ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จไปด้วยดี ดังนี้

กราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการทำงาน ให้การดูแลและที่พักอาศัยในช่วงระยะเวลาการอบรม อีกทั้งช่วยฝึกฝนและให้ความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และคำปรึกษาในงานวิจัยประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณคุณมณฑิลา ตั้งมดิธรรมที่ให้คำแนะนำและแนวคิดในการทำงานวิจัย ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ให้ประสบการณ์ที่ดี และให้ความรู้ด้านดาราศาสตร์ อีกทั้งยังเสียสละเวลาช่วยในฝึกฝนการทำโครงการวิจัยนี้

กราบขอบพระคุณคุณตอริก เอ็งปียา ผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ คอยดูแลเป็นอย่างดี จนทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณทีมงานสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ทุกท่าน ที่เสียสละเวลาช่วยฝึกฝน ให้ความรู้ ทักษะ และคำแนะนำที่ดีในการทำโครงการวิจัย

กราบขอบพระคุณคุณครูศักดิ์ดาวุฒิ เมืองก้อนคุณครูในหมวดวิทยาศาสตร์ ชำนาญการด้านดาราศาสตร์ โรงเรียนเชิงคำวิทยาคมที่เป็นครูที่ปรึกษาโครงการคอยดูแล เอาใจใส่รายละเอียด และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วง

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ คุณตา และคุณยาย ครอบครัวอันเป็นที่รักที่คอยเป็นห่วง ดูแล ให้กำลังใจและโอกาสในการศึกษาเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

มณฑิลาตั้งมดิธรรม. (2557). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.

Samec, RG. "YZ Phoenicis: Photometric Study of a W UMa Binary near ..." 1995.

<<http://adsabs.harvard.edu/full/1995PASP..107..427S>>

"PHOEBE | PHysicsOf Eclipsing BinariEs." 2013. 12 Dec. 2014 <<http://phoebe-project.org/>>

"References for YZ Phe." 2006. 12 Dec. 2014 <http://ebola.eastern.edu/star_references_page.php?star_id=263>

"สารานุกรมออนไลน์ : ระบบดาวคู่ - ฟิสิกส์ราชมงคล." 2009. 12 Dec. 2014

<<http://www.atom.rmutphysics.com/CHARUD/oldnews/0/278/cosmos/11.htm>>

Cochran, W.C. Sampling Techniques New York , John Wiley and Sons , 1963.