



การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 3  
THE 3<sup>rd</sup> THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE  
(STUDENT SESSION)



ณ โรงแรมคุ้มภูคำ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่  
ระหว่างวันที่ 1 - 3 ธันวาคม 2559

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)  
National Astronomical Research Institute of Thailand  
(Public Organization)





### กำหนดการ

## การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 3

วันที่ 1-3 ธันวาคม 2559

ณ โรงแรมคุ้มภูคำ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

### วันพฤหัสบดี ที่ 1 ธันวาคม 2559

เวลา	ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน	ผู้เข้าร่วม (แบบไม่นำเสนอผลงาน)
14:00 - 17:00	ลงทะเบียนเข้าร่วมนำเสนอผลงาน ณ โรงแรมคุ้มภูคำ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	-
17:00 - 18:30	เข้าที่พัก/พักผ่อนตามอัธยาศัย	-
18:30 - 21:00	งานเลี้ยงต้อนรับและอาหารเย็น ณ ศรีสุนาลัย โรงแรมคุ้มภูคำ	-
21:00	เข้าที่พัก/พักผ่อนตามอัธยาศัย	-

### วันศุกร์ ที่ 2 ธันวาคม 2559

เวลา	ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน	ผู้เข้าร่วม (แบบไม่นำเสนอผลงาน)
08:30 - 09:00	ส่งไฟล์นำเสนอ/ติดตั้งโปสเตอร์ ณ ห้องประชุมสุวรรณคโลก โรงแรมคุ้มภูคำ	ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน ณ ห้องประชุมสุวรรณคโลก โรงแรมคุ้มภูคำ
09:00 - 09:30	เตรียมตัวนำเสนอผลงาน	เตรียมตัวรับฟังการนำเสนอผลงาน
09:30 - 09:40	การนำเสนอ O01 (ดวงอาทิตย์)	
09:40 - 09:50	การนำเสนอ O02 (ดวงอาทิตย์)	
09:50 - 10:00	การนำเสนอ O03 (ดวงอาทิตย์)	
10:00 - 10:10	การนำเสนอ O04 (ระบบสุริยะ)	
10:10 - 10:20	การนำเสนอ O05 (ระบบสุริยะ)	
10:20 - 10:30	การนำเสนอ O06 (ระบบสุริยะ)	
10:30 - 10:45	พักรับประทานอาหารว่าง	
10:45 - 10:55	การนำเสนอ O07 (ระบบสุริยะ)	
10:55 - 11:05	การนำเสนอ O08 (ระบบสุริยะ)	
11:05 - 11:15	การนำเสนอ O09 (ระบบสุริยะ)	

เวลา	ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน	ผู้เข้าร่วม (แบบไม่นำเสนอผลงาน)
11:15 - 11:25	การนำเสนอ O10 (ระบบสุริยะ)	
11:25 - 11:35	การนำเสนอ O11 (ระบบสุริยะ)	
11:35 - 11:45	การนำเสนอ O12 (ระบบสุริยะ)	
11:45 - 11:55	การนำเสนอ O13 (ระบบสุริยะ)	
12:00 - 13:00	รับประทานอาหารกลางวัน	
13:00 - 13:10	การนำเสนอ O14 (ระบบสุริยะ)	
13:10 - 13:20	การนำเสนอ O15 (ระบบสุริยะ)	
13:20 - 13:30	การนำเสนอ O16 (ระบบสุริยะ)	
13:30 - 13:40	การนำเสนอ O17 (ระบบสุริยะ)	
13:40 - 13:50	การนำเสนอ O18 (ระบบสุริยะ)	
13:50 - 14:00	การนำเสนอ O19 (ดาวฤกษ์)	
14:00 - 14:10	การนำเสนอ O20 (ดาวฤกษ์)	
14:10 - 14:20	การนำเสนอ O21 (ดาวฤกษ์)	
14:20 - 14:30	การนำเสนอ O22 (ดาราศาสตร์สังเกตการณ์)	
14:30 - 14:45	พักรับประทานอาหารว่าง	
14:45 - 16:30	นำเสนอผลงานโปสเตอร์ ณ ห้องประชุมสุวรรณโลก โรงแรมคุ้มภูคำ	
16:30 - 18:00	การบรรยายพิเศษ เรื่อง “ดาวอังคารบ้านหลังถัดไปของมนุษย์” โดย อาจารย์ จันทมาศ (ปองแปง) จทท.สารสนเทศดาราศาสตร์	
18:00 - 21:00	รับประทานอาหารเย็นและทัศนศึกษา ณ เชียงใหม่ไนท์ซาฟารี (สำหรับผู้นำเสนอผลงานบรรยายและโปสเตอร์)	เสร็จสิ้นกิจกรรม/แยกย้ายกลับที่พัก

### วันเสาร์ ที่ 3 ธันวาคม 2559

เวลา	ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน	ผู้เข้าร่วม (แบบไม่นำเสนอผลงาน)
07:00 - 08:30	Check-Out ที่พักร	-
08:30 - 09:00	เตรียมตัวนำเสนอผลงาน	เตรียมตัวรับฟังการนำเสนอผลงาน
09:00 - 09:10	การนำเสนอ O23 (ดาราศาสตร์สังเกตการณ์)	

เวลา	ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน	ผู้เข้าร่วม (แบบไม่นำเสนอผลงาน)
09:10 - 09:20	การนำเสนอ O24 (ดาราศาสตร์สังเกตการณ์)	
09:20 - 09:30	การนำเสนอ O25 (ดาราศาสตร์สังเกตการณ์)	
09:30 - 09:40	การนำเสนอ O26 (ดาราศาสตร์สังเกตการณ์)	
09:40 - 09:50	การนำเสนอ O27 (กาแล็กซีและเอกภพ)	
09:50 - 10:00	การนำเสนอ O28 (กาแล็กซีและเอกภพ)	
10:00 - 10:10	การนำเสนอ O29 (อุปกรณ์และโปรแกรมดาราศาสตร์)	
10:10 - 10:20	การนำเสนอ O30 (อุปกรณ์และโปรแกรมดาราศาสตร์)	
10:20 - 10:30	การนำเสนอ O31 (อุปกรณ์และโปรแกรมดาราศาสตร์)	
10:30 - 11:00	พักรับประทานอาหารว่าง	
11:00 - 12:00	การนำเสนอผลงาน “กลุ่มเครือข่ายชุมนุมดาราศาสตร์ในโรงเรียน”	
12:00 - 13:00	รับประทานอาหารกลางวัน	
13:00 - 14:30	นำเสนอผลงานโปสเตอร์ ณ ห้องประชุมสวรรคโลก โรงแรมคุ้มภูคำ	
14:30 - 15:00	พักรับประทานอาหารว่าง	
15:00	เสร็จสิ้นกิจกรรม/เก็บโปสเตอร์ แยกย้ายกลับภูมิลำเนา	เสร็จสิ้นกิจกรรม/แยกย้ายกลับภูมิลำเนา

หมายเหตุ : ผู้นำเสนอผลงานแบบบรรยาย ต้องส่งไฟล์นำเสนอ (Power Point) ก่อนการนำเสนอผลงาน (ภายในเช้าวันที่ 2 ธันวาคม 2559) และมีเวลานำเสนอผลงานบนเวที คนละ 5 นาที และถาม-ตอบ อีก 5 นาที



## สารบัญ

### การนำเสนอผลงานแบบบรรยาย (Oral Presentation)

#### หัวข้อ ดวงอาทิตย์ (The Sun)

O01	การศึกษาความสัมพันธ์ของจุดดับบนดวงอาทิตย์กับการลุกจ้า นายรชต เชื้อนธนะ โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร	1
O02	ศึกษาหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์และระยะห่างจากโลกไปถึงดวงอาทิตย์ นายสมเกียรติ ลอเลาะ โรงเรียนแก่น้อยศึกษา	5
O03	การศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน นางสาวไอศยา พรหมพิทักษ์ โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช	9

#### หัวข้อ ระบบสุริยะ และดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (Solar System & Exoplanet)

O04	การศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์ตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ นางสาวสิตารัตน์ คำภักดี โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย	13
O05	การหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ จากเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอริริเดียน 17 นายดุขฎี แสนดวงดี โรงเรียนแก่น้อยศึกษา	17
O06	การหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ จากขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ นางสาวลักคณา แซ่หลี โรงเรียนแก่น้อยศึกษา	21
O07	การศึกษาผลกระทบจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก นางสาวธัญสุดา ชูสิกร โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช	25
O08	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้าง นางสาวอาภัสสร จันทพราหมณ์ โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช	28
O09	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับการออกดอกของแก้วมังกร นายจิรยุทธ ทุมรัตน์ โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช	32
O10	การศึกษาความสัมพันธ์ของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก นางสาว ญัฐธิดา สีเสมอ โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์	36

O11	การศึกษามุมเอียงดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกต นางสาวสกาใจ อัดโน โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์	40
O12	การพัฒนาความแม่นยำของการศึกษาภูเขาบนดวงจันทร์โดยวิธีของกาลิเลโอ นางสาวปวีตรา นาเจริญ, นางสาวอริสรา กุดอ้ว โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์)	44
O13	การหามวลของโลกโดยใช้คาบของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง และระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์โดยอาศัยปรากฏการณ์สุริยุปราคา นายชนสรณ์ พึ่งเงิน โรงเรียนปัว	48
O14	เวลาที่ดวงจันทร์หมุนรอบโลก นางสาวพุดิตา บรรเทา โรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์	52
O15	การศึกษาพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ไลเบรชัน นางสาวณัฐธิดา เจียมฮวดหลี โรงเรียนสาธิต พิบูลบำเพ็ญมหาวิทยาลัยบูรพา	55
O16	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีผลมาจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ นางสาวจุฑามาส เจริญทอง โรงเรียนสาธิต พิบูลบำเพ็ญมหาวิทยาลัยบูรพา	59
O17	การหาคาบโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ นายวัฒน์โชติ ยั่งยืน โรงเรียนโยธินวิทยา	63
O18	การค้นหาดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบ GJ1214 ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแปลง เวลาการผ่านหน้า นางสาวสุพิชญา พัดเจริญ, นายจตุรวิทย์ เมธีวัฒนกุล โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	67

#### หัวข้อ ดาวฤกษ์ (Stellar Astronomy)

O19	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่อุปราดาประเภท อัลกอล* V1828 Aql นายกันตภณ ลาวทอง โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน	71
O20	การสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V1167 Her นางสาววรรณภา โชคคุณ โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา	75
O21	การหาดาวแปรแสงในกระจุกดาว NGC 7654 นางสาวอาทิตยา จิกหาร โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์	79

## หัวข้อ ดาราศาสตร์เชิงสังเกตการณ์ (Observational Astronomy)

- O22 การคำนวณหาวันที่ร้อนที่สุด ณ โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี 83  
นายระพีพัฒน์ หงษ์สุวรรณ โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
- O23 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระพริบของดาว 86  
นางสาวกุลนันท์ ลาภานันท์ โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร
- O24 การศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง 90  
นางสาวธัญญาเรศ เวชสวัสดิ์ โรงเรียนยโสธรพิทยาคม
- O25 กาลเทศะ 94  
นางสาวไอริณ ชมอินทร์, นางสาวณิชาภัทร ตุกชูแสง, นางสาวธรรพรณ อัฐระ  
โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี
- O26 การศึกษาโครงสร้างและการวางตัวของปราสาทหินพนมรุ้งเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ 98  
แสงทะลุประตู15ช่อง  
นางสาวจิรัชญา ดิลกธำรงค์กุล โรงเรียนสาธิต พิบูลบำเพ็ญมหาวิทยาลัยบูรพา

## หัวข้อ กาแล็กซีและเอกภพ (Galaxy & Universe)

- O27 การศึกษาสมมติในกาแล็กซีโดยใช้ galactic rotation curve 102  
นางสาวณัฐมน ตังแก โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน
- O28 การหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็ก 106  
โดยใช้ดาวเซฟีอิด  
นายเกียรติศักดิ์ ทองคำ โรงเรียนยโสธรพิทยาคม

## หัวข้อ อุปกรณ์และโปรแกรมทางดาราศาสตร์

### (Astronomical Instrument & Programming)

- O29 การสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR 110  
นางสาวกมลรัตน์ สิทธิชู โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา
- O30 การเขียนโปรแกรมจำลองวงโคจรของดาวเคราะห์ 114  
นายประชา พรหมท้าว โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร
- O31 โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า 118  
นายกิจจา ครุจิต, นางสาวสุพิชญา เมตุลา  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์)

## การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

P32	การศึกษาสเปกตรัมบนพื้นผิวดวงจันทร์ด้วยกล้อง DSLR เด็กหญิงกชพร มะลิตัน โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร	122
P33	การคาดการณ์ขนาดของค่าความกว้างและลึกของหลุมอุกกาบาตบนโลกโดยใช้ นางสาวณัฐนิชา โมรราราย, นางสาววิชญา จันทร์สิงห์, นางสาวชลธิชา พันธุ์ทอง โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก	126
P34	การหาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ นายเกียรติกุล อักษรดิษฐ์, นางสาวอนงค์นาถ ต้นต้าว โรงเรียนเทิงวิทยาคม	130
P35	การศึกษาปรากฏการณ์ลูกไฟที่เกิดขึ้นในประเทศไทย นางสาววชิรญาณ แก้วคำแหง, นางสาวมณีนมาลา มณีวรรณ โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย	134
P36	การศึกษาค่าเฉลี่ยความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไป ในหน่วยพิกเซล นางสาวชลิฎา รวยลาภ, นางสาวศิริวรรณ ศรีพลน้อย, นางสาวสุดารัตน์ พิมสุวรรณ โรงเรียนสิงห์บุรี	138
P37	การศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SOHO นางสาวภัคจิรา ปัตตะนา, นางสาวดวงหทัย บำเพ็ญ, นางสาวปนัดดา หงส์ศรี โรงเรียนมัธยมตระการพืชผล	142
P38	การศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์จากการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์ นางสาวสุภัคสร วงศ์เสรี โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา	146
P39	การศึกษามุมเอียงของเงาดวงจันทร์กับละติจูดผู้สังเกต เด็กหญิงปิยธิดา ส่งเสริม, เด็กหญิงกมลชนก ฤทธิ์ทรงเมือง โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร	150
P40	การระบุพิกัดภูมิศาสตร์โลกด้วยเสากำเนิดเงา นางสาวมณฑิรา โยธินธะ, นายภาคภูมิ ธาณีพูน โรงเรียนตาเบาวิทยา	154
P41	ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่แสงส่องสว่างบนโลก และฤดูกาล นางสาวอภิญา ประสมสุด, นายพรพิชัย พาขุนทด โรงเรียนตาเบาวิทยา	159

P42	<b>การวัดระยะห่างของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยเทคนิค การหาระยะเชิงมุม</b> นางสาวดลพรรณ วงศ์กันตา, เด็กชายกล้าตะวัน พิชญ์วิชชาธรรม โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน	163
P43	<b>การศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม-เมษายน</b> นางสาวศุภาวรรณ ชิงศิลป์กุลชัย โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”	167
P44	<b>การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา</b> นางสาวนพวรรณ คุ่มประยูร โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”	169
P45	<b>ศึกษาขนาดของเปลวสุริยะเพื่อเปรียบเทียบกับขนาดของโลก</b> นางสาวณัฐพร กาสุรงค์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์	172
P46	<b>การหองศาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์และค่าเฉลี่ยการขึ้นของดวงอาทิตย์</b> นางสาวปัทมา บุชารัตนกุล โรงเรียนหมอนทองวิทยา	175
P47	<b>เวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก</b> นายวิฑูรย์ แก้วดี โรงเรียนหมอนทองวิทยา	178
P48	<b>การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นลองจิจูดในวันศารทวิษุวัต</b> นางสาวรัตนพร ถิ่นสถิตย์ โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา	182

## การศึกษาความสัมพันธ์ของจุดดำบนดวงอาทิตย์กับการลุกจ้า

นายรชต เชื้อนธนะ

e-mail: ericmawhisper11@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา นายมนตรี นันตา

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

### บทคัดย่อ

การลุกจ้า (solar flares) มักจะเกิดที่บริเวณจุดดำบนดวงอาทิตย์ (sunspot) การศึกษาความสัมพันธ์ของจุดดำบนดวงอาทิตย์กับการลุกจ้า อาจช่วยให้ประมาณขนาดของความรุนแรงของการลุกจ้าได้เมื่อทราบขนาดของจุดดำบนดวงอาทิตย์ และจะสามารถใช้ในการทำนายการเกิดการลุกจ้าจากการเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ก็อาจจะเป็นไปได้ที่จะป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อสายส่งไฟฟ้าและดาวเทียมที่เกิดจากเปลวสุริยะ การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายในช่วงคลื่นแสง และข้อมูลภาพถ่ายการลุกจ้าในช่วงความยาวคลื่นย่านรังสีเอกซ์ โดยเลือกทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557 จากการศึกษาพบว่าการลุกจ้า เกิดที่บริเวณจุดดำบนดวงอาทิตย์ 89% และ 77% ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่การเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ กับระดับของการลุกจ้า พบว่ามีความสัมพันธ์กันแบบสุม ดังนั้นเราจึงไม่สามารถประมาณระดับของการลุกจ้าจากภาพถ่ายของจุดดำบนดวงอาทิตย์ได้ จากการศึกษากราฟแสดงความถี่ของระดับของการลุกจ้าในช่วงเวลา 5 ปี พบว่า ปี พ.ศ. 2557 เป็นปีที่เกิด solar maximum และระดับการลุกจ้าเฉลี่ยในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2558 พบว่ามีค่าเท่ากับ 1227 , 1342 , 1203 , 1841 และ 889 W/m<sup>2</sup> ซึ่งจัดอยู่ในประเภท M1.2, M1.3, M1.2, M1.8 และ C8.9 ตามลำดับ

คำสำคัญ : จุดดำบนดวงอาทิตย์ การลุกจ้า

### บทนำ

จุดดำบนดวงอาทิตย์หรือ sunspot คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณรอบๆและเป็นบริเวณที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กมาก โดยที่บริเวณที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิประมาณ 3700 เคลวิน ส่วนบริเวณรอบ ๆ มีอุณหภูมิประมาณ 5500 เคลวิน (กลุ่มวิจัยฟิสิกส์อวกาศและอนุภาคพลังงานสูง, 2559) ส่วนการลุกจ้า หรือ solar flare คือ การระเบิดรุนแรงบนชั้นบรรยากาศโครโมสเฟียร์มักเกิดขึ้นที่บริเวณจุดบนดวงอาทิตย์ (วิมุติ วสะหลาย, 2543) ความรุนแรงของการลุกจ้านักดาราศาสตร์ได้จัดแบ่งระดับความรุนแรงไว้จากมากไปหาน้อยคือ X, M, C และ B ตามลำดับ ความรุนแรงนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์โดยตรงเนื่องจากไม่สามารถผ่านชั้นบรรยากาศของโลกเราได้ แต่อาจส่งผลกระทบต่อระบบสัญญาณสื่อสารจีพีเอส(GPS) หรือดาวเทียมได้ (บุญญฤทธิ์ ชุนหกิจ, 2558) ในการศึกษาความสัมพันธ์ของจุดดำบนดวงอาทิตย์กับการลุกจ้า อาจช่วยให้ประมาณขนาดของความรุนแรงของการลุกจ้าได้เมื่อทราบขนาดของจุดดำบนดวงอาทิตย์ และจะสามารถใช้ในการทำนายการเกิดการลุกจ้าจากการเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ก็อาจจะเป็นไปได้ที่จะป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อสายส่งไฟฟ้าและดาวเทียมที่เกิดจากเปลวสุริยะ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายในช่วงคลื่นแสงจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศโซโฮ(SOHO) และข้อมูลภาพถ่ายการลุกจ้าในช่วงความยาวคลื่นย่านรังสีเอกซ์จากยานอวกาศฮินเดะ (Hinode) โดยเลือกทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2557 เนื่องจากเป็นปีที่มีการเกิดการลุกจ้ารังสีเอกซ์สำคัญหลายครั้ง

### วิธีการศึกษา

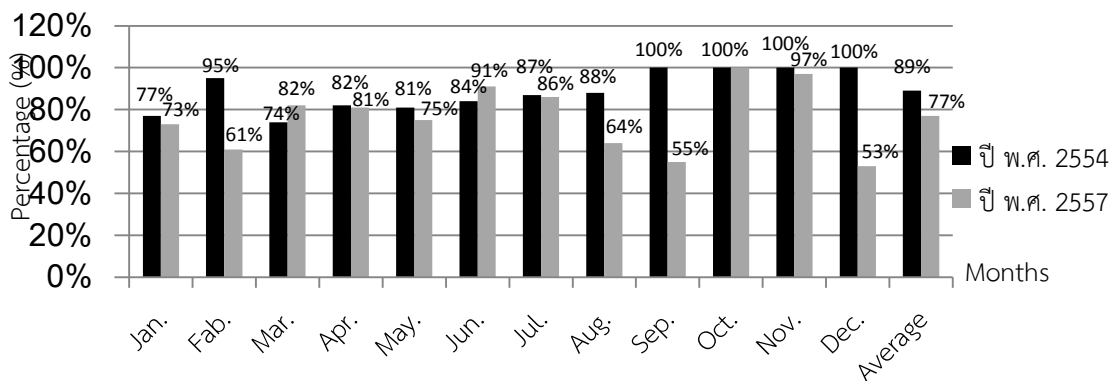
1. เปรียบเทียบภาพถ่ายจุดดำบนดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นแสง จากฐานข้อมูลของกล้องโทรทรรศน์อวกาศโซโฮ ขององค์การอวกาศยุโรปและองค์การนาซา กับภาพถ่ายการลุกจ้าในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ จากฐานข้อมูล

ของยานอวกาศฮิโนเดะของญี่ปุ่น โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop cc 2015 หาตำแหน่งของจุดดำบนดวงอาทิตย์กับจุดที่เกิดการลุกจ้าที่มีตำแหน่งตรงกันของทั้งสองแหล่งข้อมูล โดยจะเก็บข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557

- เก็บข้อมูลพื้นที่ของจุดดำบนดวงอาทิตย์และระดับของการลุกจ้า จากฐานข้อมูลในข้อ 1. ในปี พ.ศ. 2557 มาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่ที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ และระดับของการลุกจ้า โดยเลือกข้อมูลในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี
- สร้างเป็นกราฟแสดงการกระจายตัวของระดับการลุกจ้า กับขนาดพื้นที่ที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ ในเวลา 1 ปี
- เก็บข้อมูลระดับของการลุกจ้าจากฐานข้อมูล(<https://www.spaceweatherlive.com/en/archive>) เป็นเวลา 5 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2558 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟแสดงความถี่ของระดับของการลุกจ้า

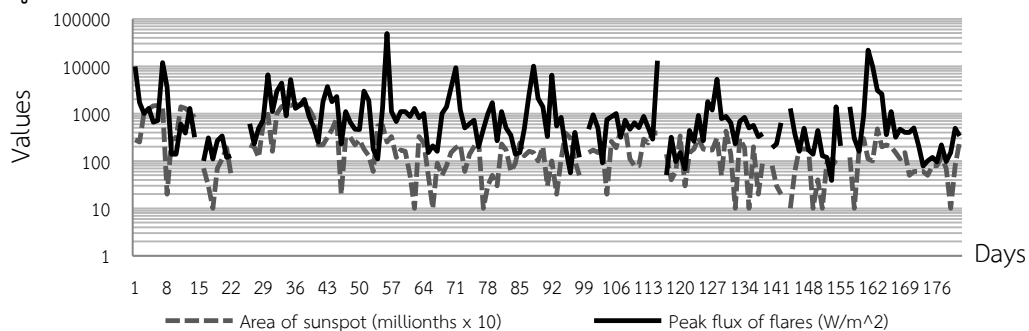
### ผลการศึกษา

- เมื่อเปรียบเทียบภาพถ่ายจุดดำบนดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นแสง กับภาพถ่ายการลุกจ้าในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ หาตำแหน่งของจุดดำบนดวงอาทิตย์กับจุดที่เกิดการลุกจ้าที่มีตำแหน่งตรงกันของทั้งสองแหล่งข้อมูล โดยจะเก็บข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557 ได้ผลดังรูปที่ 1



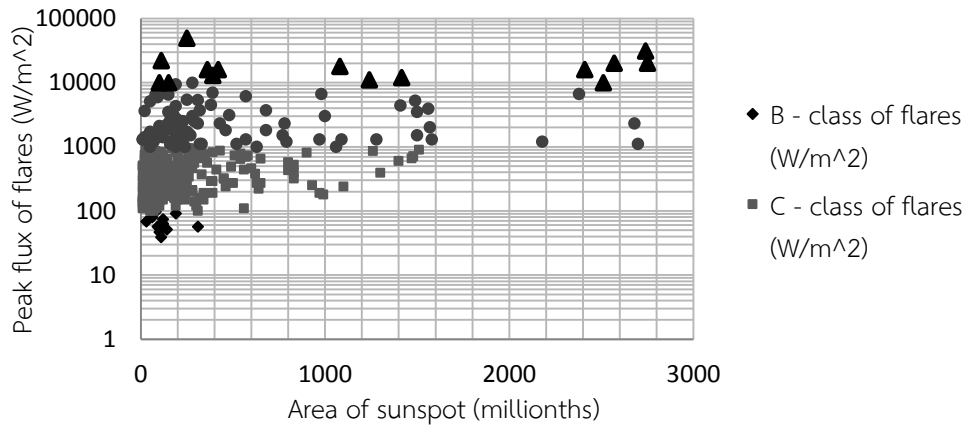
รูปที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดการลุกจ้ากับบริเวณการเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557

- ข้อมูลพื้นที่ของจุดดำบนดวงอาทิตย์และระดับของการลุกจ้าในช่วง 6 เดือนแรกของปี พ.ศ. 2557 ได้ผลดังรูปที่ 2

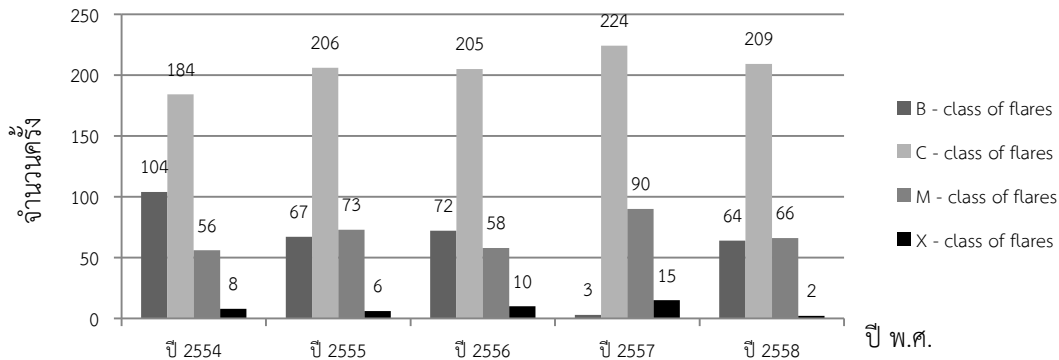


รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่ที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ และระดับของการลุกจ้า

- ข้อมูลพื้นที่ของจุดดำบนดวงอาทิตย์และระดับของการลุกจ้า มาสร้างกราฟแสดงการกระจายตัวของระดับการลุกจ้า กับขนาดพื้นที่ที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ ในเวลา 1 ปีได้ผลดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงการกระจายตัวของระดับการลุกจ้า กับขนาดพื้นที่การเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ ในเวลา 1 ปี  
 4. ข้อมูลระดับของการลุกจ้าระยะเวลา 5 ปี มาสร้างเป็นกราฟแสดงความถี่ของระดับของการลุกจ้าได้ผลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงความถี่ของระดับของการลุกจ้าในช่วงเวลา 5 ปี และพบว่าระดับการลุกจ้าเฉลี่ยในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-พ.ศ.2558 มีค่าเท่ากับ 1227, 1342, 1203, 1841 และ 889 W/m<sup>2</sup> ซึ่งจัดอยู่ในประเภท M1.2, M1.3, M1.2, M1.8 และ C8.9 ตามลำดับ

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ.2554 และ พ.ศ.2557 การลุกจ้าจะเกิดที่บริเวณจุดดำบนดวงอาทิตย์ เท่ากับ 89%และ 77% ตามลำดับ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่การเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ และระดับของการลุกจ้า และกราฟแสดงการกระจายตัวของระดับการลุกจ้า กับขนาดพื้นที่การเกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ ในเวลา 1 ปี ที่ได้ พบว่าขนาดของจุดดำบนดวงอาทิตย์ และระดับของการลุกจ้ามีความสัมพันธ์กันแบบสุ่ม ดังนั้นเราจึงไม่สามารถประมาณระดับของการลุกจ้าจากภาพถ่ายของจุดดำบนดวงอาทิตย์ได้ จากกราฟแสดงความถี่ของระดับของการลุกจ้าในช่วงเวลา 5 ปี พบว่า ปี พ.ศ. 2557 เป็นปีที่เกิด solar maximum ระดับการลุกจ้าเฉลี่ยในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2558 พบว่ามีค่าเท่ากับ 1227, 1342, 1203, 1841 และ 889 W/m<sup>2</sup> ซึ่งจัดอยู่ในประเภท M1.2, M1.3, M1.2, M1.8 และ C8.9 ตามลำดับ

### อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า การลุกจ้าจะเกิดที่บริเวณจุดดำบนดวงอาทิตย์ 89% และ 77% หมายความว่า ในทุกครั้งที่เกิดจุดดำบนดวงอาทิตย์ ไม่จำเป็นต้องเกิดการลุกจ้า แต่การศึกษาครั้งนี้มีปัจจัยที่อาจทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน คือ เวลาที่ถ่ายภาพการลุกจ้าในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ไม่ตรงกับเวลาที่ถ่ายภาพจุดดำบนดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นแสง จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่า จุดหนึ่งสามารถมีค่าเป็นเท่าไรก็ได้และจากกราฟที่ได้ พบว่า



ขนาดของจุดดำบนดวงอาทิตย์ และระดับของ การลุกจ้ามีความสัมพันธ์กันแบบสุ่ม โดยอาจเป็นผลเกี่ยวเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์(วิภู รุโรปรการ, 2547) และในปัจจุบันนักดาราศาสตร์ก็ยังไม่ทราบกลไกการเกิดเปลวสุริยะอย่างแน่ชัด (วิภูติวสะหลาย, 2543) สอดคล้องกับ Song Feng et al. (2013) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเปลวสุริยะกับจำนวนจุดดำบนดวงอาทิตย์ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นและมีความซับซ้อน และการศึกษาของ Sauder E.(2004) ที่ศึกษาผลกระทบของจำนวนจุดดำดวงอาทิตย์ต่อจำนวนและความรุนแรงของการลุกจ้า จากดาวเทียม NOAA ซึ่งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างจำนวนจุดดำบนดวงอาทิตย์และการลุกจ้า ดังนั้น เราจึงไม่สามารถประมาณระดับของการลุกจ้า จากภาพถ่ายของจุดดำบนดวงอาทิตย์ ระดับการลุกจ้าเฉลี่ยในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2558 มีปัจจัยที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน คือ ค่าของระดับการลุกจ้าที่บันทึกเป็นเป็นค่าสูงสุดในแต่ละวัน ซึ่งในแต่ละวันค่าของระดับการลุกจ้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด จึงทำให้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายมนตรี นันทา คุณครูที่ปรึกษาโครงการ นายพิสิฐฐ นิธินานันท์ พี่เลี้ยงโครงการและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนการทำโครงการดาราศาสตร์ชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยฟิสิกส์อวกาศและอนุภาคพลังงานสูง.(2016).จุดมืดบนดวงอาทิตย์. [ออนไลน์] สืบค้นจาก :[http://astro.phys.sc.chula.ac.th/IHY/Sun/Sun\\_sunspot.htm](http://astro.phys.sc.chula.ac.th/IHY/Sun/Sun_sunspot.htm) (12 ตุลาคม 2559)
- บุญญฤทธิ์ ชุนทกิจ.(2558). การลุกจ้า (Solar flare) บนดวงอาทิตย์ครั้งสำคัญ ที่รุนแรงถึงระดับ X 2.2.. [Online]
- สืบค้นจาก :<http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-news/1700-solar-flare> (12 ตุลาคม 2559)
- วิภู รุโรปรการ. (2547). เอกภพเพื่อความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล.กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- วิภูติ วสะหลาย. (2543). เรื่องจริงของพายุสุริยะ (ตอน 2). สมาคมดาราศาสตร์ไทย. [Online] สืบค้นจาก : <http://thaiastro.nectec.or.th/library/solarstormfacts/solarstormfacts2.html> (12 ตุลาคม 2559)
- ESA and NASA.(2016). **Search and Download SOHO Near Realtime Data.** [Online] สืบค้นจาก : [https://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data\\_query](https://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query) (10 สิงหาคม 2559)
- The Astro Event Group vzw. **The aurora and solar activity archive.** [Online] สืบค้นจาก : <https://www.spaceweatherlive.com/en/archive> (10 สิงหาคม 2559)
- Trinity College Dublin.(2016). **Data Search.** [Online] สืบค้นจาก: <https://www.solarmonitor.org> (10 สิงหาคม 2559)
- Sauder E. (2004). **The Relationship between Sunspots and Solar Flares.** Bul. Am. Astro. Soc., 36, p.1349
- Song Feng, Lan Yu and Yunfei Yang. (2013). **The relationship between grouped solar flares and sunspot activity.** Bull. Astr. Soc. India, 41, p. 237–246

## ศึกษาหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์และระยะห่างจากโลกไปถึงดวงอาทิตย์

นายสมเกียรติ ลอเลาะ

e-mail: sum.25411998@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

นาย อภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ และคำนวณหาค่าระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ โดยการบันทึกเวลาที่ภาพของดวงอาทิตย์จากกล้องโทรทรรศน์ ซึ่งตกลงบนฉากรับภาพ เคลื่อนผ่านตำแหน่งๆ หนึ่งซึ่งใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการจับเวลา แล้วนำเวลาที่ได้มาคำนวณหาความสัมพันธ์เทียบกับอัตราการหมุนของโลก ด้วยเหตุที่ว่า ภาพดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนที่นั้น แท้จริงเป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลกนั่นเอง การสังเกตการณ์ใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ขนาด 10 นิ้ว เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญในการเก็บข้อมูล ทำการศึกษา สังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม – 30 กันยายน 2559 รวมเวลาที่สังเกตการณ์ได้ 28 วัน สามารถคำนวณขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์เฉลี่ยเป็น 0.5382 องศา และคำนวณระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ โดยใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐานของดวงอาทิตย์(1,392,000 กม.) ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 148,295,926.9 กม. ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (149,597,870.7 กม.) อยู่ 0.87 %

**ความสำคัญ:** ดวงอาทิตย์,ขนาดเชิงมุม, ความเร็วเชิงมุม

### บทนำ

การสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์เกิดขึ้นมานานตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ซึ่งมนุษย์สมัยโบราณไม่มีอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ที่สามารถ วัด และ วิเคราะห์ได้ดีมากนัก แต่ด้วยความพยายามที่ต้องการจะศึกษาวัตถุท้องฟ้า มนุษย์จึงได้สร้างอุปกรณ์สังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นมากมาย เช่น กล้องโทรทรรศน์ ,กล้องถ่ายภาพ เป็นต้น เพื่อที่จะทำการศึกษาดาราศาสตร์ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติหรือโครงสร้างต่างๆ ของวัตถุท้องฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการศึกษาดวงอาทิตย์ที่เป็นดาวฤกษ์ศูนย์กลางของระบบสุริยะของเรา ดังนั้นการศึกษาข้อมูลต่างๆของดวงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้มนุษย์เข้าใจดวงอาทิตย์มากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำ จึงต้องการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ และระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ โดยใช้วิธีวัดเวลาการเคลื่อนที่ของภาพดวงอาทิตย์จากกล้องโทรทรรศน์ที่ตกลงบนฉาก ผ่านตำแหน่งๆหนึ่ง เทียบกับอัตราการหมุนของโลก โดยใช้กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาด 10 นิ้ว เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการเก็บข้อมูล อีกทั้งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

### วิธีการศึกษา

1. จัดอุปกรณ์การเก็บข้อมูล โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง ขนาด 10 นิ้ว รับแสงจากดวงอาทิตย์ เพื่อให้เกิดภาพดวงอาทิตย์ตกตั้งฉากบนฉากรับภาพ ที่มีกระดาษกราฟทาอยู่ และอยู่ห่างออกไปประมาณ 16 ซม. จากเลนส์ใกล้ตา ดังรูปที่ 1



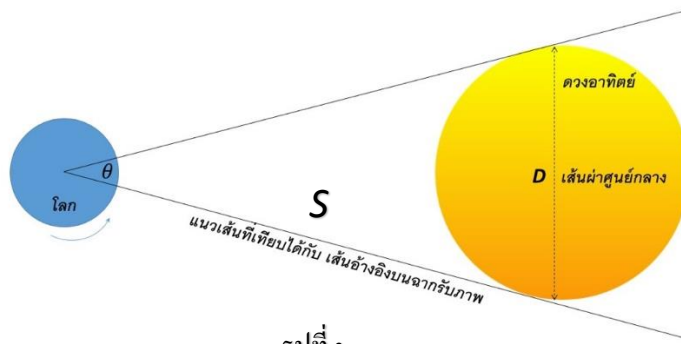
รูปที่ 1

- ปรับโฟกัสของกล้อง เพื่อให้ภาพดวงอาทิตย์บนฉากคมชัด จากนั้นปรับแนวเส้นของกระดาษกราฟ เพื่อให้ทิศทางการเคลื่อนของภาพดวงอาทิตย์บนฉาก ตั้งฉากกับเส้นอ้างอิง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2

- จับเวลาการเคลื่อนที่ของภาพดวงอาทิตย์บนฉาก ตั้งแต่เริ่มแตะเส้นอ้างอิง จนกระทั่งภาพเคลื่อนผ่านออกจากรูปอ้างอิงพอดี จึงหยุดเวลา ทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเวลา ( $t$ )
- ทำการเก็บข้อมูลซ้ำ ข้อที่ 1-3 ทุกๆวัน ที่สามารถสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ได้ ตั้งแต่วันที่ 1 ส.ค. - 30 ก.ย. 2559
- นำข้อมูลเวลาจากข้อ 4 มาวิเคราะห์และคำนวณขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ ( $\theta$ ) โดยสัมพันธ์กับอัตราการหมุนของโลก ( $\omega$ ) จากสมการ  $\theta = \omega \cdot t$  ----- (1) เมื่อ  $\omega = \frac{1}{240}$  องศา/วินาที ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

6. นำค่าขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์จากข้อ 5 มาคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ (S) จากสมการเทียบเคียง เมื่อขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์มีค่าน้อยๆ เมื่อเทียบกับระยะห่าง ได้สมการโดยประมาณดังนี้

$$\tan \theta = \frac{D}{S}$$

ดังนั้นจะได้  $S = \frac{D}{\tan \theta}$  -----(2) เมื่อ D คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดวงอาทิตย์มาตรฐาน

(1,392,000 กม.)

ผลการศึกษา

ครั้งที่	วันที่สังเกตการณ์	เวลา	เวลาที่วัดได้เฉลี่ย (นาท)	ขนาดเชิงมุมดวงอาทิตย์ (องศา)	ระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ (กม.)
1	1/8/2559	12:00 น.	2.237	0.5593	142586158.8
2	7/8/2559	10:15 น.	2.236	0.5590	142649921.7
3	8/8/2559	13:30 น.	2.197	0.5493	145181944.0
4	11/8/2559	15:10 น.	2.252	0.5630	141678446.6
5	18/8/2559	17:20 น.	2.289	0.5723	139347243.4
6	22/8/2559	08:50 น.	2.235	0.5588	142713741.7
7	24/8/2559	10:40 น.	2.244	0.5610	142183646.6
8	25/8/2559	09:10 น.	2.141	0.5353	148978961.8
9	26/8/2559	13:20 น.	2.159	0.5398	147759825.4
10	29/8/2559	14:30 น.	2.141	0.5353	149025361.0
11	31/8/2559	13:00 น.	2.131	0.5328	149677996.6
12	1/9/2559	14:50 น.	2.145	0.5363	148724282.1
13	2/9/2559	17:40 น.	2.140	0.5350	149071789.0
14	6/9/2559	15:20 น.	2.128	0.5320	149912468.1
15	7/9/2559	16:30 น.	2.125	0.5313	150124121.4
16	13/9/2559	09:20 น.	2.145	0.5363	148701172.6
17	15/9/2559	14:15 น.	2.148	0.5370	148493509.5
18	16/9/2559	17:30 น.	2.170	0.5425	146988187.9
19	17/9/2559	16:50 น.	2.147	0.5368	148585732.5
20	20/9/2559	14:30 น.	2.088	0.5220	152808914.1
21	22/9/2559	09:40 น.	2.089	0.5223	152711376.3
22	23/9/2559	10:20 น.	2.089	0.5223	152711376.3
23	24/9/2560	13:30 น.	2.106	0.5265	151478594.9
24	25/9/2560	14:40 น.	2.092	0.5230	152468075.6
25	26/9/2561	11:10 น.	2.098	0.5245	152032082.3
26	27/9/2561	14:40 น.	2.107	0.5268	151406697.8
27	28/9/2562	10:40 น.	2.091	0.5228	152589629.0
28	30/9/2559	12:15 น.	2.103	0.5258	151694696.3
<b>เฉลี่ย</b>				<b>0.5382</b>	<b>148295926.9</b>

## สรุปผล

จากการศึกษาหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์และระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ สังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม - กันยายน 2559 รวม 28 วัน สามารถคำนวณขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์เฉลี่ยเป็น 0.5382 องศา และคำนวณระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ โดยใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐานของดวงอาทิตย์(1,392,000 กม.) ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 148,295,926.9 กม. ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (149,597,870.7 กม.) อยู่ 0.87 %

## อภิปราย

จากการศึกษาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ นำไปสู่การหาค่าระยะห่างของโลกกับดวงอาทิตย์ โดยการวัดเวลาที่ภาพดวงอาทิตย์ผ่านตำแหน่งๆหนึ่ง ซึ่งก็คือ เส้นอ้างอิง ซึ่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์แท้จริงแล้ว เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลกนั่นเอง เราจึงสามารถนำความสัมพันธ์นี้มาคำนวณหาขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ได้ โดย มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย เนื่องจากทำการเก็บข้อมูลที่มากพอและนำมาเฉลี่ยกัน ความผิดพลาดอีกประการหนึ่งของการทดลองที่สังเกตพบ นั่นคือ เส้นทางการเคลื่อนที่ของภาพดวงอาทิตย์บนฉาก ไม่ได้เคลื่อนเป็นเส้นตรง แต่มีการเคลื่อนผ่านเส้นอ้างอิงเป็นวิถีโค้งเล็กน้อย ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับ เวลาที่สังเกตการณ์ดวงอาทิตย์ เข้า กลางวัน และเย็น หรืออาจเป็นผลจากแนวสุริยะวิถีของดวงอาทิตย์เอง และอีกหนึ่งสาเหตุ นั่นคือ ในระหว่างที่เราสังเกตการณ์ภาพดวงอาทิตย์เคลื่อนที่บนฉากรับภาพโลกของเราก็มีการโคจรไปด้วย ซึ่งปัจจัยเล็กน้อยเหล่านี้ อาจต้องนำมาพิจารณาเพิ่มเติม

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยดาราศาสตร์นี้ ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูง สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขอขอบคุณ พิฆิตพล ตั้งมติธรรม พิภกรมกล ศรีบุญเรือง ผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในด้านต่างๆ และสุดท้ายขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คุณครู อภิรักษ์ อภิวงค์งาม โรงเรียนแก่น้อยศึกษา ที่คอยช่วยเหลือเป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง

มดิพล ตั้งมติธรรม. (2559). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. พิมพ์ ครั้งที่ 3. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน), เชียงใหม่

“distance from the earth to the sun” [Online]. Available :  
<http://www.space.com/17081-how-far-is-earth-from-the-sun.html> (17 กันยายน 2559)

“diameter of the sun” [Online]. Available : <http://www.space.com/17001-how-big-is-the-sun-size-of-the-sun.html> (20 ตุลาคม 2559)

## การศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน

นางสาวไอศยา พรหมพิทักษ์

E-mail: ice\_isaya@hotmail.co.th

นางสาวยุพาพรรณ วรรณสาย<sup>1</sup> นายสุวนิตย์ วุฒิสงษ์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี <sup>2</sup>หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา  
ฉะเชิงเทรา

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน เพื่อหาจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์ พื้นที่ของจุด คาบการหมุนรอบตัวเองและอัตราเร็วการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ศึกษาโดยการถ่ายภาพดวงอาทิตย์ด้วยกล้อง canon eos650d ผ่านกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2559 แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ในเดือนกันยายนและตุลาคม 2559 จำนวน 13 ครั้ง พบจุดดำทั้งหมด 6 จุดได้ตั้งชื่อให้จุดทั้งหมด 6 จุดคือ จุด A จุด B จุด C จุด D จุด E จุด F โดยที่ จุด A อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-8^{\circ}$  จุด B อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-5^{\circ}$  จุด C อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-42^{\circ}$  จุด D อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-13^{\circ}$  จุด E อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-2^{\circ}$  จุด F อยู่ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $-30^{\circ}$

จากผลการศึกษาพื้นที่แต่ละจุดพบว่า จุด C มีพื้นที่มากที่สุดโดยประมาณ  $9.8 \times 10^8$  ตารางกิโลเมตร และจุด D มีพื้นที่น้อยที่สุดโดยประมาณ  $9.44 \times 10^7$  ตารางกิโลเมตร ส่วนอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ อัตราเร็วของจุด A มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2,163.88 เมตรต่อวินาที จุด D มีอัตราเร็วน้อยที่สุดเท่ากับ 1,761.68 เมตรต่อวินาที ส่วนการคำนวณคาบการหมุนรอบตัวเองของจุดบนดวงอาทิตย์ พบว่าจุด D มีคาบการหมุนแบบดาราคติมากที่สุดเท่ากับ 28.73 วัน จุด A มีคาบการหมุนแบบดาราคติน้อยที่สุดเท่ากับ 23.39 วัน ซึ่งจะมีค่าความคลาดเคลื่อน ประมาณ 5.2%

**คำสำคัญ :** จุดบนดวงอาทิตย์ คาบการหมุนรอบตัวเองและอัตราเร็วการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์  
กล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน

### ความเป็นมา

ดวงอาทิตย์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่ตรงศูนย์กลางของระบบสุริยะ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.4 ล้านกิโลเมตร ดวงอาทิตย์มีอายุประมาณ 4,600 ล้านปี ดวงอาทิตย์มีกำลังส่องสว่าง  $3.9 \times 10^{26}$  ล้านวัตต์ ทุกๆ 1 วินาที ดวงอาทิตย์เผาไหม้ไฮโดรเจนจำนวน 600,000 ล้านกิโลกรัมให้กลายเป็นฮีเลียม (ศูนย์การเรียนรัฐวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ, 2559) และดวงอาทิตย์ส่งผลกระทบต่อโลกอย่างมาก เช่น การเกิดรังสีต่างๆ และปรากฏการณ์ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ เรียกว่า จุดบนดวงอาทิตย์ (sunspot) (สมาคมดาราศาสตร์ไทย, 2559) ซึ่งมีขนาดและจำนวน

เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน จุดขนาดใหญ่ อาจปรากฏให้เห็นนานหลายวัน แต่จุดเล็กๆ อาจมีอายุเพียงวันเดียว (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ, 2559)

จะเห็นได้ว่าการเกิดจุดบนดวงอาทิตย์เป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างมาก ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจ ในการศึกษาการเกิดจุดบนดวงอาทิตย์โดยเก็บข้อมูลด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน

### วัตถุประสงค์

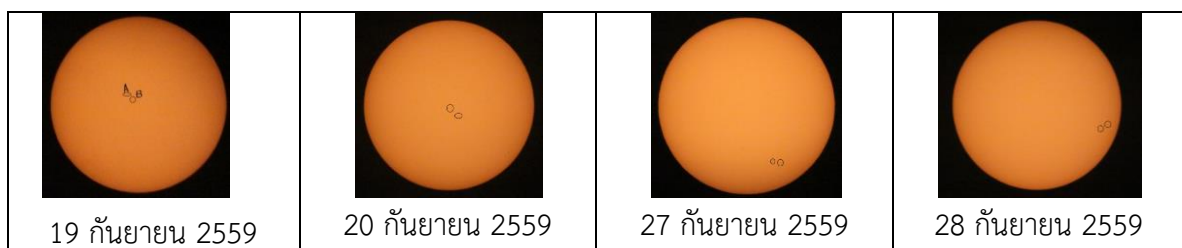
1. เพื่อศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน
2. เพื่อศึกษาพื้นที่ คาบหมุนรอบตัวเองและอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์

### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิธีการใช้กล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน วิธีถ่ายภาพดวงอาทิตย์
2. ถ่ายภาพดวงอาทิตย์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้วและใช้กล้อง Canon eos650D ในการบันทึกภาพ ระหว่างวันที่ 16 กันยายนถึงวันที่ 12 ตุลาคม 2559 ช่วงเวลา 10.00 – 16.00 น. ณ บริเวณหน้าตึกมหาราช โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี และข้อมูลภาพถ่ายไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์
3. นำภาพที่ได้มาทาบกับวงกลมที่สร้างขึ้นแล้วนับจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม Photoshop
4. คำนวณหาพื้นที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ คาบการหมุนรอบตัวเองและอัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์

### ผลการศึกษา

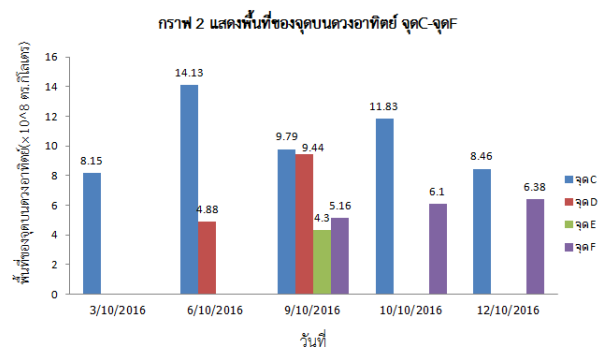
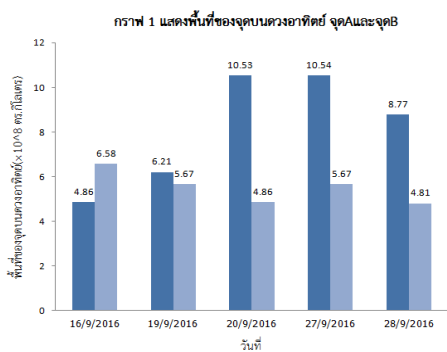
ผลการศึกษาเรื่อง การศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน ได้ผลการศึกษาดังนี้  
**ตอนที่ 1** สังเกตจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์ภาพการเกิดจุดบนดวงอาทิตย์



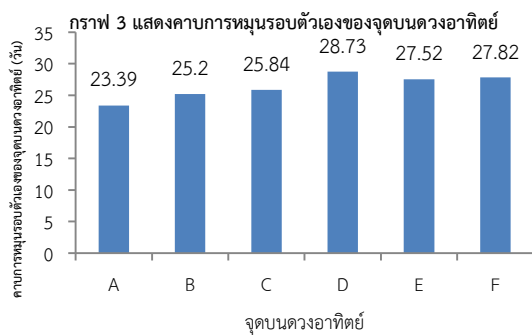
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ วันที่ 16 กันยายน 2559 ถึงวันที่ 18 ตุลาคม 2559

วันที่	เวลา	จำนวนจุด	จุด	ละติจูด	ลองจิจูด	วันที่	เวลา	จำนวนจุด	จุด	ละติจูด	ลองจิจูด
16/09/59	14:59 น.	0	-	-	-	02/10/59	12:11 น.	0	-	-	-
19/09/59	12:49 น.	2	A B	-8° -5°	7° 4°	03/10/59	14:16 น.	1	C	-20°	50°
20/09/59	12:55 น.	2	A B	10° 8°	-2° -8°	06/10/59	14:21 น.	3	C D E	-42° -13° -2°	20° 15° 12°
27/09/59	12:45 น.	2	A B	20° 30°	-18° -42°	09/10/59	13:13 น.	4	F C E D	-30° -16° 37° 25°	35° -14° -15° 18°
28/09/59	11:43 น.	2	A B	60° 70°	-15° -10°	10/10/59	13:20 น.	2	F C	-18° -2°	25° -25°
29/09/59	13:01 น.	0	-	-	-	12/10/59	13:21 น.	2	F C	0° 10°	5° -40°
01/10/59	12:09 น.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

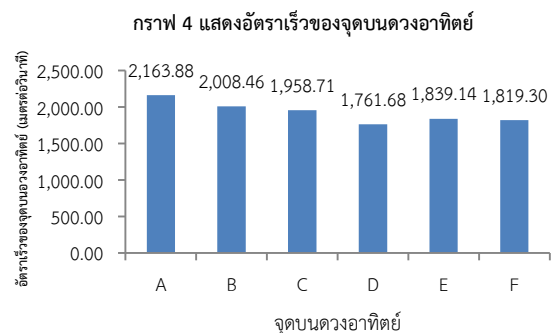
## ตอนที่ 2 พื้นที่ของจุดบนดวงอาทิตย์



## ตอนที่ 3 คาบการหมุนรอบตัวเองของจุดบนดวงอาทิตย์



## ตอนที่ 4 อัตราเร็วของจุดบนดวงอาทิตย์





## สรุป

จากการศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียน ทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 16 กันยายนถึงวันที่ 12 ตุลาคม 2559 จำนวน 13 ครั้ง จะได้ว่าจากข้อมูลทั้งหมดพบจุดทั้งหมด 6 จุด ได้ตั้งชื่อ 6 จุดคือ จุด A จุด B จุด C จุด D จุด E จุด F และจากการเคลื่อนที่ของแต่ละจุดพบว่า มีการเคลื่อนที่เข้าสู่เส้นศูนย์สูตร และเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก

จากการศึกษาพื้นที่พบว่าพื้นที่ของจุดบนดวงอาทิตย์แต่ละจุดมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งขนาดของพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของจุดของจุดบนดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนที่ไป ส่วนของคาบการหมุนของ แต่ละจุดมีค่าไม่เท่ากัน ที่ละจุดต่ำๆ จะมีคาบการหมุนน้อยกว่าตำแหน่งละจุดสูง สอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าดวงอาทิตย์เป็นของไหลทำให้มีการหมุนรอบตัวเองและคาบการหมุนของแต่ละส่วนไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 5.2% และในส่วนของอัตราเร็วของแต่ละจุดก็มีค่าไม่เท่ากัน ที่ละจุดต่ำๆ จะมีอัตราเร็วที่สูง ซึ่งยังสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าอัตราเร็วของการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ในแต่ละที่จะมีค่าไม่เท่ากัน จะขึ้นอยู่กับละจุดเช่นกัน ในการทำโครงการครั้งนี้ปัญหาที่พบคือ ในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นฤดูฝน ทำให้มีอุปสรรคในการถ่ายภาพดวงอาทิตย์ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องให้มากกว่านี้และควรจะเปรียบเทียบเป็นรายเดือน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณครูยุพาพรรณ วรรณสายและนายสุนิตย์ วุฒิสังข์ เจ้าหน้าที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา ที่ปรึกษาโครงการ คุณครูสมพร บุญสุข หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.กมล สาดสี ผู้อำนวยการโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช และเพื่อนๆม.5/3 ที่ได้ช่วยเหลือในการทำโครงการ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ได้สนับสนุนกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนียนเพื่อใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

โครงการเครือข่ายสารสนเทศดาราศาสตร์. (2559). **จุดบนดวงอาทิตย์**. สืบค้นจาก [http://astroschool.](http://astroschool.science.cmu.ac.th/)

[science.cmu.ac.th/](http://astroschool.science.cmu.ac.th/)

วิญญู รุโจปการ. (2547). **เอกภพ**.กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์ จำกัด.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2559). **ดวงอาทิตย์**. สืบค้นจาก [http://www.lesa.biz/astrometry/ solar-system/sun](http://www.lesa.biz/astrometry/solar-system/sun)

สมาคมดาราศาสตร์ไทย. (2559). **เรื่องจริงของพายุสุริยะ**. สืบค้นจาก <http://thaiastro.nectec.or.th/library/solarstormfacts/solarstormfacts.html>

## การศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์ตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

นางสาวสิดาธิศม์ คำภักดี

e-mail: sidarat.6944@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนิวัฒน์ วรรณสาร

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

### บทคัดย่อ

โครงการงานเรื่องการศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์ตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการโคจรของดวงจันทร์กับกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ โดยการศึกษาพื้นที่ที่ดวงจันทร์กวาดไปได้ในหน่วยเวลาเดียวกัน และศึกษาอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์ ณ ตำแหน่งใด ๆ ในวงโคจร ด้วยการถ่ายภาพดวงจันทร์เมื่ออยู่บนตำแหน่งเมริเดียนของผู้สังเกต ซึ่งนำไปหาระยะห่างของดวงจันทร์ จากการหาระยะห่างเชิงมุม คำนวณมุมที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ได้ในวงโคจรจากความสัมพันธ์ของการหมุนรอบตัวเองของโลก และคำนวณอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่สามเหลี่ยมที่ดวงจันทร์กวาดไปได้ในเวลาเท่ากันในแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยวันละ  $1.619 \times 10^{10}$  ตารางกิโลเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  $7.400 \times 10^8$  ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.55 ของค่าเฉลี่ย และอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวันเฉลี่ย  $2.525 \times 10^{-6}$  เรเดียน/วินาที โดยอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์แปรผกผันกับระยะห่างระหว่างดวงจันทร์กับโลก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นไปตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

**คำสำคัญ:** กฎข้อที่สองของเคปเลอร์, วงโคจรของดวงจันทร์, อัตราเร็วเชิงมุม

### ความเป็นมา

ดวงจันทร์เป็นบริวารเพียงดวงเดียวของโลก ดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาประมาณ 27.32 วัน วงโคจรของดวงจันทร์นั้นมีลักษณะเป็นวงรี ในแต่ละวันถ้าเราสังเกตดวงจันทร์จะเห็นได้ว่า ดวงจันทร์จะขึ้นและตกช้ากว่าเดิมประมาณวันละ 50 นาที จากกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ (กฎของพื้นที่เท่ากัน) ซึ่งเป็นกฎที่ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ กล่าวไว้ว่า “เมื่อดาวเคราะห์เคลื่อนที่ตามวงโคจรไปในแต่ละช่วงเวลา 1 หน่วย เส้นสมมติที่ลากโยงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ จะกวาดพื้นที่ในอวกาศได้เท่ากัน” โครงการงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการโคจรของดวงจันทร์และศึกษาอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์กับกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการโคจรของดวงจันทร์กับกฎข้อที่สองของเคปเลอร์
2. เพื่อศึกษาอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์กับกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

### วิธีการศึกษา

ในการหาพื้นที่ในวงโคจรของดวงจันทร์ที่กวาดไปได้ในเวลาเท่ากัน มีวิธีการดังนี้

#### 1. การหามุมของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไปในวงโคจรในช่วงเวลาที่เท่ากัน

- 1.1 สังเกตเวลาที่ดวงจันทร์อยู่บนเส้นเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
- 1.2 คำนวณมุมที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ได้ในวงโคจรจากความสัมพันธ์ของการหมุนรอบตัวเองของโลก

ดังสมการ

$$\text{มุมที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ได้ } \alpha \text{ (องศา)} = [T_2 - T_1 \text{ (min)}] \times \frac{360 \text{ (องศา)}}{23.934 \times 60 \text{ (min)}}$$

เมื่อ  $T_2 - T_1$  คือผลต่างของเวลาที่ดวงจันทร์อยู่ตำแหน่งเมอร์เดียนของผู้สังเกต

1.3 คำนวณมุมที่ดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งไปในวงโคจรตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ โดยการเปรียบเทียบมุมที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาที่เท่ากัน

## 2. การหาระยะห่างของดวงจันทร์โดยการหาระยะห่างเชิงมุม

2.1 ถ่ายภาพดวงจันทร์ด้วยกล้อง Cannon EOS 1100D ที่ต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบผสม MEADE LXD75 เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร และ Reducer Lens 0.63x ทำการถ่ายภาพดวงจันทร์ตอนอยู่บนเมอร์เดียนของผู้สังเกตในแต่ละวันติดต่อกันครั้งละ 5 ภาพ ถ่ายภาพดวงจันทร์เป็นเวลา 50 วัน คิดเป็น 44 ช่วง (1 ช่วงคือระยะเวลาที่ดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งได้ในเวลาที่เท่ากัน) และถ่ายภาพกระจุกดาวลูกไก่ (Open Cluster : M45) และทำการเทียบระยะเชิงมุมของดาวในกระจุกดาวจากฐานข้อมูลเพื่อนำมาหาขนาดเชิงมุมของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ

2.2 ใช้โปรแกรม Adobe Illustrator CS6 หาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ในภาพถ่าย โดยการสร้างวงกลมที่มีขนาดเท่ากับดวงจันทร์ในแต่ละวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อนำไปคำนวณหาขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์

2.3 คำนวณขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์จากภาพถ่าย ได้จากสมการ

$$\text{ขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ } \theta \text{ (เรเดียน)} = \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง (pt)} \times \frac{\text{ขนาดเชิงมุมของกล้อง (องศา)}}{\text{ขนาดของภาพ (pt)}} \times \frac{\pi \text{ (เรเดียน)}}{180 \text{ (องศา)}}$$

2.4 คำนวณระยะห่างของดวงจันทร์จากขนาดเชิงมุม

จากสมการ  $D = \frac{d}{2 \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}$  เมื่อ  $\theta$  แทนขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ (เรเดียน)  
 $D$  แทนระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ (กิโลเมตร)  
 $d$  แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจริงของดวงจันทร์ (กิโลเมตร)

## 3. คำนวณพื้นที่ในวงโคจรของดวงจันทร์ที่กวาดไปได้

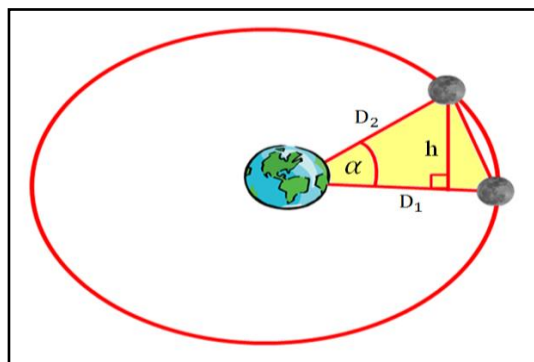
จากภาพจะได้ว่า พื้นที่ในวงโคจรรูปสามเหลี่ยม =  $\frac{1}{2} \times D_1 \times h$  โดยที่  $h = D_2 \sin \alpha$

เมื่อ  $D_1$  คือ ระยะห่างของดวงจันทร์วันแรก (กิโลเมตร)

$D_2$  คือ ระยะห่างของดวงจันทร์ในวันถัดมา (กิโลเมตร)

$h$  คือ ความสูงของสามเหลี่ยมในวงโคจร (กิโลเมตร)

$\alpha$  คือ มุมที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ได้ในวงโคจร (องศา)



ภาพการหาพื้นที่ในวงโคจรรูปสามเหลี่ยม

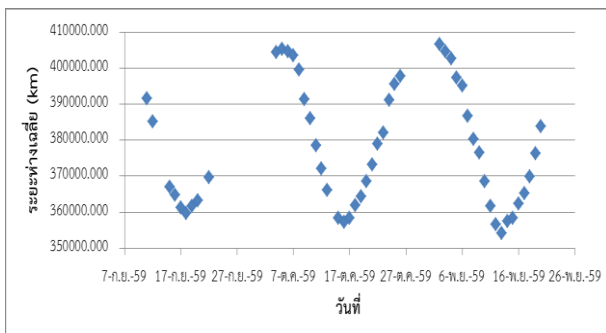
## 4. คำนวณอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลกับกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

## ผลการศึกษา

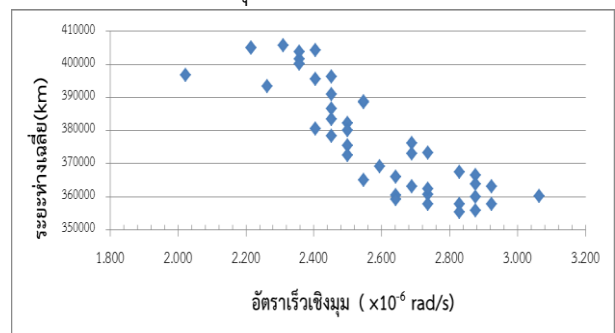
ตารางที่ 1 แสดงระยะห่างเฉลี่ย, อัตราเร็วเชิงมุม และพื้นที่สามเหลี่ยมในวงโคจรของดวงจันทร์ในแต่ละช่วง

ช่วงที่	ระยะห่างเฉลี่ย (km)	อัตราเร็วเชิงมุม ( $10^{-6}$ rad/s)	พื้นที่สามเหลี่ยมในวงโคจร ( $10^{10}$ km <sup>2</sup> )	ช่วงที่	ระยะห่างเฉลี่ย (km)	อัตราเร็วเชิงมุม ( $10^{-6}$ rad/s)	พื้นที่สามเหลี่ยมในวงโคจร ( $10^{10}$ km <sup>2</sup> )
1 (11-12 ก.ย. 59)	388410.09	2.547	1.699	23 (22-23 ต.ค. 59)	380532.25	2.500	1.541
2 (15-16 ก.ย. 59)	365946.93	2.641	1.563	24 (23-24 ต.ค. 59)	386631.99	2.594	1.622
3 (16-17 ก.ย. 59)	363051.13	2.689	1.565	25 (24-25 ต.ค. 59)	393349.88	2.736	1.551
4 (17-18 ก.ย. 59)	360525.39	2.641	1.517	26 (25-26 ต.ค. 59)	396644.90	2.829	1.412
5 (18-19 ก.ย. 59)	360683.37	2.736	1.572	27 (2-3 พ.ย. 59)	405762.91	2.876	1.684
6 (19-20 ก.ย. 59)	362388.17	2.736	1.587	28 (3-4 พ.ย. 59)	403778.79	2.923	1.702
7 (4-5 ต.ค. 59)	404888.17	2.215	1.609	29 (4-5 พ.ย. 59)	400114.97	2.876	1.671
8 (5-6 ต.ค. 59)	405097.34	2.215	1.610	30 (5-6 พ.ย. 59)	396322.85	2.736	1.704
9 (6-7 ต.ค. 59)	404178.38	2.405	1.739	31 (6-7 พ.ย. 59)	390936.13	2.689	1.658
10 (7-8 ต.ค. 59)	401575.21	2.357	1.683	32 (7-8 พ.ย. 59)	383442.46	2.405	1.595
11 (8-9 ต.ค. 59)	395432.32	2.405	1.664	33 (8-9 พ.ย. 59)	378341.22	2.452	1.553
12 (9-10 ต.ค. 59)	388666.44	2.547	1.701	34 (9-10 พ.ย. 59)	372473.00	2.262	1.534
13 (10-11 ต.ค. 59)	382333.14	2.500	1.616	35 (10-11 พ.ย. 59)	365111.33	2.023	1.501
14 (11-12 ต.ค. 59)	375359.05	2.500	1.558	36 (11-12 พ.ย. 59)	359162.51	0.000	1.506
15 (12-13 ต.ค. 59)	369084.46	2.594	1.562	37 (12-13 พ.ย. 59)	355327.08	2.310	1.577
16 (15-16 ต.ค. 59)	357820.60	2.215	1.547	38 (13-14 พ.ย. 59)	355715.88	2.357	1.606
17 (16-17 ต.ค. 59)	357764.90	2.215	1.598	39 (14-15 พ.ย. 59)	357855.53	2.357	1.651
18 (17-18 ต.ค. 59)	360034.11	2.405	1.645	40 (15-16 พ.ย. 59)	360292.84	2.452	1.752
19 (18-19 ต.ค. 59)	363087.95	2.357	1.699	41 (16-17 พ.ย. 59)	363712.69	2.452	1.679
20 (19-20 ต.ค. 59)	366492.93	2.405	1.704	42 (17-18 พ.ย. 59)	367540.40	2.452	1.687
21 (20-21 ต.ค. 59)	373232.75	2.547	1.683	43 (18-19 พ.ย. 59)	373095.35	2.452	1.653
22 (21-22 ต.ค. 59)	376095.55	2.500	1.680	44 (19-20 พ.ย. 59)	380069.60	2.500	1.597
				<b>เฉลี่ย</b>	<b>377462.79</b>	<b>2.525</b>	<b>1.619</b>
				<b>SD</b>	<b>16565.54</b>	<b>0.447</b>	<b>0.074</b>

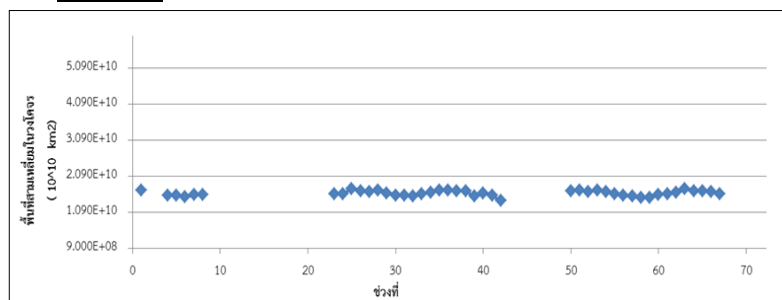
กราฟที่ 1 แสดงระยะห่างเฉลี่ยของดวงจันทร์ในแต่ละวัน



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างเฉลี่ยและอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์



กราฟที่ 3 แสดงพื้นที่สามเหลี่ยมในวงโคจรดวงจันทร์ในแต่ละช่วง



## สรุปผล

จากการศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์ตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ พบว่าพื้นที่สามเหลี่ยมที่ดวงจันทร์กวาดไปได้ในเวลาเท่ากันในแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกัน เฉลี่ยวันละ  $1.619 \times 10^{10}$  ตารางกิโลเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  $7.400 \times 10^8$  ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.55 ของค่าเฉลี่ย และอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวันเฉลี่ย  $2.525 \times 10^{-6}$  เรเดียน/วินาที โดยอัตราเร็วเชิงมุมของดวงจันทร์แปรผกผันกับระยะห่างระหว่างดวงจันทร์กับโลก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นไปตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการดาราศาสตร์เรื่อง การศึกษาวงโคจรของดวงจันทร์ตามกฎข้อที่สองของเคปเลอร์ ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยการแนะนำและความช่วยเหลือจาก คุณครูนิวัฒน์ วรสาร ครูที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการชาติ ประดุงชนม์ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อาจารย์เชิดชัย วุฒิยา อาจารย์ภาคิวิชาพิสิทธ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำปรึกษา และคณะครูทุกท่านที่ให้ความเมตตา สนับสนุน ส่งเสริม และเป็นกำลังใจให้โดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณมติพล ตั่งมติธรรม คุณลัดดา ดีสวน ที่ปรึกษาโครงการ และ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางจนทำให้โครงการสำเร็จด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนา อัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.

มติพล ตั่งมติธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

Instruction Manual LXDTM 75-Series Telescopes. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [www.meade.com](http://www.meade.com)  
สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2559.

## การหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ จากเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน

นายดุษฎี แสตนดวงดี

e-mail: dusadee005@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายอภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ โดยสังเกตและบันทึกเวลาที่ดวงจันทร์ใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งจากตำแหน่งหนึ่ง ๆ ผ่านเส้นเมริเดียนของผู้สังเกต แล้วกลับมายังตำแหน่งเดิมอีกครั้งในวันต่อมา ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ดวงจันทร์จะกลับมาผ่านเมอร์ริเดียนช้ากว่าวันก่อนถัดกัน ประมาณวันละ เกือบ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำข้อมูลเวลาที่ ได้มาวิเคราะห์ และคำนวณหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจร รวมถึงระยะห่างเฉลี่ยจากโลกของดวงจันทร์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก รวมถึงกฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ของเคปเลอร์ การวิจัยในครั้งนี้ได้สังเกตดวงจันทร์ตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม ถึง 6 ตุลาคม 2559 จากการศึกษา พบว่า คาบ(7) การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเฉลี่ย ได้เป็น 28.68 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (27.322 วัน) อยู่ 4.96% และได้ค่าระยะห่างเฉลี่ยจากโลกเป็น 395,600.19 กม. มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (384,403 กม.) อยู่ 2.91% และเมื่อเรานำระยะใกล้สุดและไกลสุดจากโลกที่คำนวณได้ มาวิเคราะห์หาค่าความเร็ววงโคจรโดยประมาณ จะได้ค่าเป็น 0.0619 โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (0.0549) อยู่ 12.67%

**คำสำคัญ:** เส้นเมริเดียน, คาบการโคจรดวงจันทร์, ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

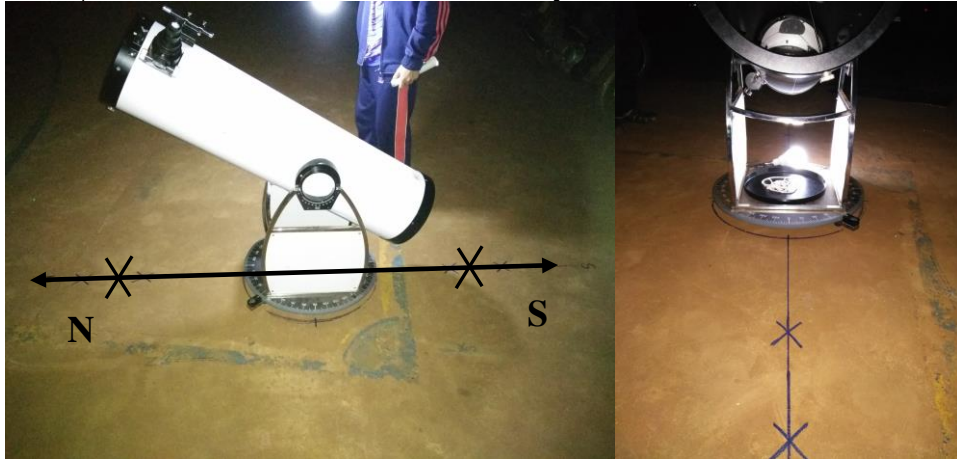
### บทนำ

ดวงจันทร์ มีอิทธิพลความสัมพันธ์กับมนุษย์และโลกอย่างมาก ทั้ง ประเพณี ความเชื่อต่างๆ รวมถึงการทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นน้ำขึ้น น้ำลง การเกิดสุริยุปราคา จันทรุปราคา เป็นต้น โดยดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกประมาณ 384,403 กม. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาประมาณ 27.322 วัน มีความเร็วของวงโคจร 0.0549 และเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน จะเปลี่ยนเวลาไปทุกๆ วัน เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาช้ากว่าเวลาในการหมุนรอบตัวเองของโลก

การศึกษาในครั้งนี้ได้บันทึกเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียน ในแต่ละวัน ซึ่งดวงจันทร์นั้นจะกลับมายังตำแหน่งเดิมอีกครั้งในวันถัดมา แต่จะช้ากว่าเวลาเดิมเกือบ 1 ชั่วโมง และแตกต่างกันไปในแต่ละวัน ทั้งนี้เนื่องจากวงโคจรของดวงจันทร์เป็นวงรี เราจึงได้นำข้อมูลเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอร์ริเดียนมาวิเคราะห์และคำนวณหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจร รวมถึงระยะห่างเฉลี่ยจากโลกได้

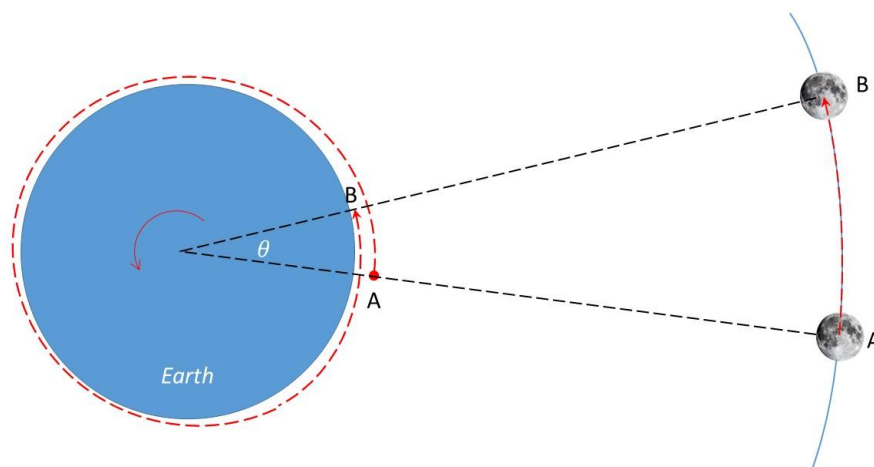
### วิธีการศึกษา

1. ทำการหาแนวเส้นเมริเดียนของผู้สังเกต โดยการตั้งกล้องโทรทรรศน์ขนาด 10 นิ้ว เพื่อหาดำแหน่งของดาวเหนือ เมื่อดาวเหนืออยู่ตรงกลางลำกล้องพอดีแล้ว จากนั้นทำการมาร์คตำแหน่งของฐานกล้อง และแนวเหนือ-ใต้ จากมุมทิศ(azimuth) ที่ 0 และ 180 องศา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การหาแนวเส้นเมริเดียนผู้สังเกต

2. ตั้งกล้องโทรทรรศน์ไว้ในตำแหน่งดังรูปที่ 1 ทุกวัน เพื่อสังเกต และบันทึกเวลาเมื่อดวงจันทร์ผ่านเมริเดียน โดยสังเกตผ่านกล้องโทรทรรศน์ ในขณะที่ดวงจันทร์อยู่กลางลำกล้องพอดี ซึ่งใช้ laser pointer สำหรับกลางคืน และกล้องส่องสำหรับกลางวัน เป็นตัวช่วยเล็งตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อดวงจันทร์ใกล้จะผ่านแนวเมริเดียน
3. สังเกตการณ์และบันทึกเวลา เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนที่กลับมาผ่านเมริเดียนอีกครั้ง ในทุกๆวันที่สามารถสังเกตการณ์ได้ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่ 24 ส.ค. – 10 ต.ค. 59
4. นำเวลาที่บันทึกได้ มาวิเคราะห์เพื่อหาคาบการโคจร และค่าความริ้วโคจรของดวงจันทร์ โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ทั้ง 3 ข้อ ของเคปเลอร์ในการอธิบาย ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ผ่านเมริเดียน

- 4.1 พิจารณาตามรูปที่ 3 เมื่อดวงจันทร์ผ่านเมริเดียนในวันที่ 1 (ตำแหน่ง A) และวันถัดไป (ตำแหน่ง B) จะมีความแตกต่างของช่วงเวลาที่บันทึก เท่ากับ  $\Delta t$  วินาที โดยที่ โลกหมุนไปเป็นมุม  $2\pi + \theta$  เรเดียน

ในขณะที่ดวงจันทร์โคจรไปเป็นมุม  $\theta$  เรเดียน โดยที่โลกและดวงจันทร์ ต่างก็ใช้เวลาเท่ากันคือ 24 ชั่วโมง กับ  $\Delta t$  วินาที และเราสามารถหาค่ามุม  $\theta$  ได้จากสมการ  $\theta = \omega \cdot (\Delta t)$  -----(1) เมื่อ  $\omega$  = อัตราการหมุนของโลก ( $7.27 \times 10^{-5}$  เรเดียน/วินาที)

4.2 จากนั้นนำข้อมูล  $\Delta t$  และ มุม  $\theta$  ที่ได้ มาวิเคราะห์เพื่อหาอัตราเร็วโคจรของดวงจันทร์  $\omega_m$  ในแต่ละตำแหน่งรอบโลก จากสมการ  $\omega_m = \frac{\theta}{24(h) + \Delta t(s)}$  -----(2) และหาคาบ  $T$  การโคจรเฉลี่ย

ของดวงจันทร์รอบโลกจากสมการ  $T = \frac{2\pi}{\omega_m}$  -----(3)

4.3 ใช้กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ เพื่อวิเคราะห์หาระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์  $R$  ในแต่ละตำแหน่ง ดังสมการ  $R = \left( \frac{GM_E}{\omega_m^2} \right)^{1/3}$  -----(4) เมื่อ  $G = 6.674 \times 10^{-11} m^3 / kg \cdot s^2$

$$M_E = 5.972 \times 10^{24} kg$$

4.4 นำข้อมูลระยะห่าง  $R$  จากข้อ 4.3 โดยใช้ระยะใกล้ ( $R_{min}$ ) และไกล ( $R_{max}$ ) จากโลกมากที่สุด เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความรี  $e$  วงโคจร จากสมการ  $e = \frac{R_{max} - R_{min}}{R_{max} + R_{min}}$  -----(5)

### ผลการศึกษา

วันที่สังเกตการณ์	เวลาที่ดวงจันทร์ผ่าน meridian	$\Delta t$ (นาที)	$\Delta t$ (วินาที)	$\theta$ (เรเดียน)	$\omega_m$ (เรเดียน/วินาที)	คาบ $T$ (วัน)	ระยะห่าง $R$ (กม.)
24/8/2559	5:16:15	x	x				
25/8/2559	6:10:44	54:29:00	3269	0.238	2.651E-06	27.43	384194.39
26/8/2559	7:03:52	53:08:00	3188	0.232	2.588E-06	28.10	390439.52
10/9/2559	19:02:22	x	x				
11/9/2559	19:53:43	51:21:00	3081	0.224	2.504E-06	29.04	399109.60
14/9/2559	22:30:18	x	x				
17/9/2559	0:17:14	x	x				
18/9/2559	1:12:14	55:00:00	3300	0.240	2.675E-06	27.18	381872.53
19/9/2559	2:06:36	54:22:00	3262	0.237	2.646E-06	27.49	384723.81
20/9/2559	3:02:36	56:00:00	3360	0.244	2.722E-06	26.72	377481.03
23/9/2559	5:52:24	x	x				
24/9/2559	6:45:31	53:07:00	3187	0.232	2.587E-06	28.11	390518.29
26/9/2559	8:35:33	x	x				
27/9/2559	9:26:38	51:05:00	3065	0.223	2.491E-06	29.19	400449.61
4/10/2559	14:38:03	x	x				
5/10/2559	15:24:15	46:12:00	2772	0.202	2.261E-06	32.17	427257.41
6/10/2559	16:11:42	47:27:00	2847	0.207	2.320E-06	31.35	419955.74
เฉลี่ย						<b>28.68</b>	<b>395600.19</b>

### สรุปผล

จากข้อมูลผลการศึกษา พบว่า คาบ( $T$ ) การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเฉลี่ย ได้เป็น 28.68 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (27.322 วัน) อยู่ 4.96% และได้ค่าระยะห่างเฉลี่ยจากโลกเป็น 395,600.19 กม. มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (384,403 กม.) อยู่ 2.91% และเมื่อเรานำระยะใกล้



สุดและไกลสุดจากโลกมาวิเคราะห์หาค่าความรีวงโคจรโดยประมาณ จะได้ค่าเป็น 0.0619 โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (0.0549) อยู่ 12.67%

### อภิปราย

จากการศึกษาคาบการโคจร ความรีวงโคจร และระยะห่างจากโลกของดวงจันทร์เฉลี่ย มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเกิดจากการที่ระนาบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับการหมุนของผู้สังเกตรอบโลกตามแบบจำลอง นั่นคือ ดวงจันทร์ไม่ได้ผ่านเมอร์ริเดียนที่จุดยอดฟ้า สังเกตจากค่ามุมเงยของดวงจันทร์ขณะผ่านเมอร์ริเดียนไม่เท่ากับ 90 องศา โดยมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน รวมถึงขั้นตอนในการตั้งกล้องโทรทรรศน์ เพื่อเล็งดวงจันทร์อาจมีการขยับเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย เนื่องจากเราไม่สามารถเช็คกับตำแหน่งดาวเหนือได้ทุกครั้งที่เกิดเหตุการณ์ ซึ่งทำให้การบันทึกเวลาคลาดเคลื่อนไปด้วย สำหรับการคำนวณค่าความรีวงโคจร จะเห็นว่ามีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เนื่องจากไม่ได้ใช้ข้อมูลที่มีการเฉลี่ย และข้อมูลที่เป็นระยะใกล้-ไกลจากโลกจริงๆ ใช้เพียงแค่ข้อมูลโตดๆ เพียง 2 ข้อมูลเท่านั้น จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง แต่อย่างไรก็ตาม อาจสามารถวิเคราะห์ค่าประมาณอย่างง่าย ๆ ได้ หากต้องการความแม่นยำมากกว่านี้ ควรมีการเก็บข้อมูลมากขึ้น และเพิ่มเส้นแนวโน้มเพื่อหาค่าเฉลี่ยที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนน้อยลงได้

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยดาราศาสตร์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ครูอภิรักษ์ อภิวงศ์งาม และบุคลากรจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือและสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ พิมพ์พล ตั้งมติธรรม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และเป็นแรงผลักดันให้รู้จักการแก้ปัญหา และอดทนต่อการทำงานวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2559). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน), เชียงใหม่

*ดวงจันทร์* [Online]. Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/ดวงจันทร์> (15 ตุลาคม 2559)

ปานชรี อนุจร “การศึกษาคาบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก” THE 1<sup>st</sup> THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE (STUDENT SESSION) : 71-76

## การหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ จากขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์

นางสาว ลักขณา แซ่หลี่

e-mail: lakhanalee@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายอภิรักษ์ อภิวงค์งาม

โรงเรียนแก่น้อยศึกษา อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาคาบการโคจร ความเร็ววงโคจรดวงจันทร์ โดยสังเกตการณ์และบันทึกภาพดวงจันทร์ในแต่ละวัน โดยใช้กล้องดิจิทัล DSLR ยี่ห้อ CANON รุ่น D600 ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ขนาดหน้ากล้อง 10 นิ้วจากนั้นวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดวงจันทร์ และหาขนาดเชิงมุม โดยเทียบกับขนาดเชิงมุมของดาวอังคาร 2 ดวงที่ทราบพิกัดตำแหน่ง นำขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์มาหารระยะห่างจากโลก ซึ่งจะพบว่าระยะห่างจากโลกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามกฎแห่งวงรีของเคปเลอร์ ได้กราฟเป็นฟังก์ชันแบบเป็นคาบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์กราฟเพื่อหาคาบการโคจร และความเร็ววงโคจรของดวงจันทร์ได้ การวิจัยในครั้งนี้ได้เก็บข้อมูลดวงจันทร์ตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม ถึง 6 ตุลาคม 2559 จากข้อมูลผลการศึกษา พบว่าขนาดเชิงมุมเฉลี่ยของดวงจันทร์ได้ 0.519 องศา ระยะห่างดวงจันทร์กับโลกเฉลี่ย ได้ 384,151.7 กม. มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (384,403 กม.) อยู่ 0.07 % คาบ(7) การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเฉลี่ย ได้เป็น 28.95 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (27.322 วัน) อยู่ 2.89 % และ เมื่อนำระยะใกล้สุดเฉลี่ย 366025.35 กม. และระยะไกลสุดเฉลี่ย 411268.4 กม. มาวิเคราะห์หาค่าความเร็ววงโคจร จะได้ค่าเป็น 0.0582 โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (0.0549) อยู่ 6.01 %

**คำสำคัญ:** ขนาดเชิงมุมดวงจันทร์, คาบการโคจรดวงจันทร์, ความเร็ววงโคจร

### บทนำ

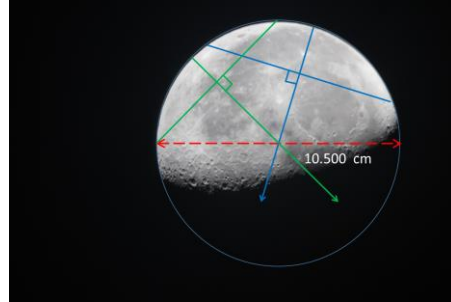
ดวงจันทร์ มีอิทธิพลกับมนุษย์และโลกอย่างมากมาย ทั้งด้าน ประเพณี ความเชื่อต่างๆ การสร้างปฏิทิน รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น น้ำขึ้น น้ำลง การเกิดสุริยุปราคา จันทรุปราคา เป็นต้น ดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเฉลี่ย 384,403 กม. โคจรรอบโลกใช้เวลา 27.322 วัน รัศมีวงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกทำมุมกับระนาบสุริยวิถี  $5.145^\circ$  และมีความเร็วของวงโคจร 0.0549 หากเราสังเกต ดวงจันทร์บนท้องฟ้าในแต่ละคืน เราจะสังเกตเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียว ซึ่งเป็นเพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง ใช้เวลาเท่ากับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกพอดี ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี ทำให้มีระยะห่างจากโลกไม่คงที่ เมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ใกล้โลก ดวงจันทร์จะมีขนาดใหญ่ และเมื่อโคจรออกห่างจากโลก ขนาดจะดูเล็กลง ดังนั้นถ้าเราทำการบันทึกภาพดวงจันทร์ในทุกๆวันตลอด 1 เดือน แล้วนำขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์ เราจะสามารถหาค่าต่างๆได้ เช่น คาบการโคจร ความเร็ววงโคจรของดวงจันทร์ได้ ซึ่งเป็นที่มาของโครงการนี้

## วิธีการศึกษา

1. ทำการถ่ายภาพดวงจันทร์โดยใช้กล้องดิจิตอล DSLR ยี่ห้อ CANON รุ่น D600 ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ขนาดหน้ากล้อง 10 นิ้ว ทำการปรับโฟกัสกล้องโทรทรรศน์ เพื่อให้ได้ภาพดวงจันทร์คมชัดที่สุด จากนั้นก็ทำการบันทึกภาพดวงจันทร์อย่างน้อย 3 ภาพ พร้อมบันทึกเวลาที่ทำการถ่ายภาพด้วย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ถ่ายภาพดวงจันทร์

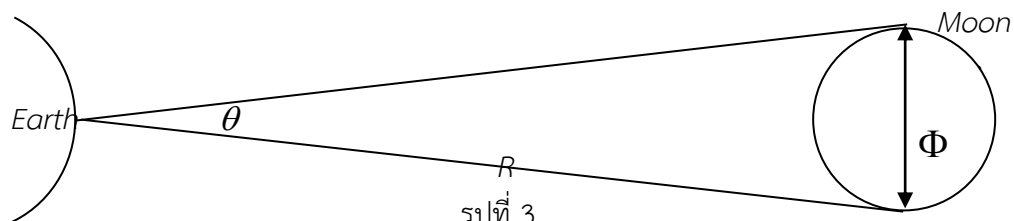


รูปที่ 2 แสดงการหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของภาพดวงจันทร์

จันทร์

2. ทำซ้ำ ดังรูปที่ 1 ทุกวัน ที่สามารถสังเกตการณ์ และถ่ายภาพดวงจันทร์ได้ โดยใช้โหมดการถ่ายภาพเหมือนเดิมทุกครั้ง เริ่มบันทึกภาพตั้งแต่วันที่ 18 ส.ค. - 6 ต.ค.
3. นำไฟล์ภาพถ่ายดวงจันทร์ ไปปริ้นท์ลงบนกระดาษ ด้วยเครื่อง Printer โดยปรับให้ขนาดภาพ(layer) เป็นขนาดเดียวกัน
4. จากข้อ 3 ทำการวัดทางเรขาคณิต เพื่อหาจุดศูนย์กลางดวงจันทร์ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยใช้วงเวียนและเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ พร้อมบันทึกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดวงจันทร์เฉลี่ย ( $D$ ) ในหน่วย ซม. ดังรูปที่ 2
5. ทำการถ่ายภาพอ้างอิง 2 ดวงที่ทราบพิกัดตำแหน่งแน่นอน โดยเลือกจากกลุ่มดาวแมงป่อง ตรงบริเวณปลายหางแมงป่อง นั่นคือ Shaula และ Lesath ซึ่งมีระยะห่างเชิงมุมของดาวทั้ง 2 กว้างไม่เกินขนาดหน้ากล้องของกล้องโทรทรรศน์ ทำการถ่ายภาพเหมือนขั้นตอนการถ่ายภาพดวงจันทร์ทุกประการ ปริ้นท์และทำการวัดระยะห่างเฉลี่ยของดาวทั้ง 2 ดวง ได้เป็น 11.410 ซม. และคำนวณระยะห่างเชิงมุมของดาวทั้ง 2 จากพิกัดตำแหน่ง ได้ค่าเป็น 0.588 องศา
6. นำข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดวงจันทร์ที่วัดได้ ( $D$ ) มาเทียบบัญญัติไตรยางศ์ กับขนาดเชิงมุมดาวอ้างอิง เพื่อเปลี่ยนเป็นค่าขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ ( $\theta$ ) ดังสมการ  $\theta = \frac{D \times 0.588}{11.41}$  -----(1)
7. นำค่าขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ ( $\theta$ ) จากข้อ 6 มาคำนวณหาระยะห่างจากโลก ( $R$ ) จากสมการเทียบเคียงเมื่อขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์มีค่าน้อยๆ เมื่อเทียบกับระยะห่าง ได้สมการโดยประมาณดังนี้  $\tan \theta = \frac{\Phi}{R}$  ดังนั้นจะได้  $R = \frac{\Phi}{\tan \theta}$  -----(2) เมื่อ  $\Phi$  คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดวงจันทร์มาตรฐาน (3,474.2 กม.)

ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

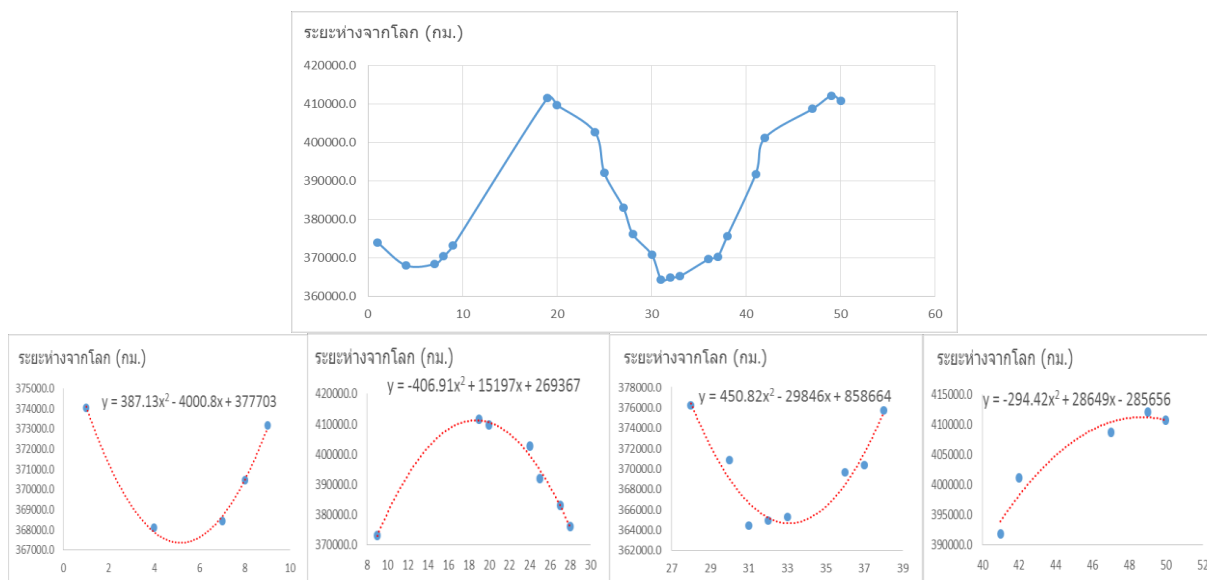
8. นำข้อมูล ระยะห่างจากโลก ( $R$ ) จากข้อ 7 มาพล็อตกราฟร่วมกับลำดับวันที่ทำการสังเกตถ่ายภาพดวงจันทร์ พร้อมทำการเฉลี่ยหาเส้นแนวโน้ม และสมการความสัมพันธ์กราฟ จากนั้นนำสมการมาคำนวณหาค่า คาบ

(7) การโคจรของดวงจันทร์ รวมถึงระยะทางใกล้ ไกลเฉลี่ย จากโลก เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความรี ( $e$ ) วงโคจรของดวงจันทร์

### ผลการศึกษา

ลำดับ	วันที่	เวลา	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางภาพ ดวงจันทร์เฉลี่ย $D$ (ชม.)	ขนาดเชิงมุม ของดวงจันทร์ $\theta$ (องศา)	ระยะห่างดวงจันทร์ กับโลก $R$ (กม.)
1	18/8/2559	22:00	10.327	0.532	374023.7
4	21/8/2559	23:00	10.493	0.541	368100.4
7	24/8/2559	5:00	10.484	0.540	368422.3
8	25/8/2559	5:00	10.427	0.537	370448.2
9	26/8/2559	5:00	10.350	0.533	373180.4
19	5/9/2559	19:00	9.383	0.484	411640.7
20	6/9/2559	20:00	9.428	0.486	409675.9
24	10/9/2559	19:00	9.592	0.494	402685.3
25	11/9/2559	20:00	9.852	0.508	392044.4
27	13/9/2559	19:00	10.083	0.520	383087.9
28	14/9/2559	23:00	10.266	0.529	376234.0
30	16/9/2559	19:00	10.414	0.537	370887.0
31	17/9/2559	0:00	10.598	0.546	364447.6
32	18/9/2559	23:00	10.584	0.545	364941.1
33	19/9/2559	22:00	10.573	0.545	365309.3
36	22/9/2559	8:00	10.449	0.538	369668.2
37	23/9/2559	6:00	10.429	0.537	370353.5
38	24/9/2559	7:00	10.281	0.530	375709.4
41	27/9/2559	8:30	9.858	0.508	391819.1
42	28/9/2559	6:00	9.627	0.496	401235.2
47	3/10/2559	19:00	9.451	0.487	408707.7
49	5/10/2559	20:00	9.372	0.483	412131.2
50	6/10/2559	20:30	9.404	0.485	410736.0
			เฉลี่ย	0.519	384151.7

กราฟ แสดงระยะห่างจากโลกของดวงจันทร์ ในแต่ละวัน ในช่วง 50 วัน



ตารางแสดงค่า  $y$  สูงสุด ที่ตำแหน่ง  $x$  ค่าต่างๆ

1.	$y = -406.91x^2 + 15197x + 269367$	$x = 18.67$	$y_m = 411258.8$
2.	$y = -294.42x^2 + 28649x - 285656$	$x = 48.65$	$y_m = 411278.0$

ตารางแสดงค่า  $y$  ต่ำสุดที่ตำแหน่ง  $x$  ค่าต่างๆ

3.	$y = 387.13x^2 - 4000.8x + 377703$	$x = 5.17$	$y_m = 367366.4$
4.	$y = 450.82x^2 - 29846x + 858664$	$x = 33.10$	$y_m = 364684.3$

ดังนั้น ระยะไกลโลกเฉลี่ย ได้เป็น  $R_{\max} = \frac{411258.8 + 411278.0}{2} = 411268.4$  กม.

ระยะใกล้โลกเฉลี่ย ได้เป็น  $R_{\min} = \frac{367366.4 + 364684.3}{2} = 366025.35$  กม.

หาคาบ (T) การโคจรจาก  $48.65 - 18.67 = 29.98$

และ  $33.1 - 5.17 = 27.93$

ดังนั้นหา คาบ (T) การโคจรเฉลี่ย ได้เป็น  $T = \frac{29.98 + 27.93}{2} = 28.95$  วัน

### สรุปผล

จากข้อมูลผลการศึกษา พบว่าขนาดเชิงมุมเฉลี่ยของดวงจันทร์ได้ 0.519 องศา ระยะห่างดวงจันทร์กับโลกเฉลี่ย ได้ 384,151.7 กม. มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (384,403 กม.) อยู่ 0.07 % คาบ(T) การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเฉลี่ย ได้เป็น 28.95 วัน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (27.322 วัน) อยู่ 2.89 % และ เมื่อนำระยะใกล้สุดเฉลี่ย 366025.35 กม. และระยะไกลสุดเฉลี่ย 411268.4 กม. มาวิเคราะห์หาค่าความเร็วโคจร จะได้ค่าเป็น 0.0582 โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (0.0549) อยู่ 6.01 %

### อภิปราย

ค่าคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย อาจเป็นผลเนื่องมาจากการหาเส้นแนวโน้ม ซึ่งยังไม่เหมาะสมและกระทบกับลักษณะของกราฟที่เป็นแบบคาบ แต่ก็พอใช้ได้พอสมควร อีกหนึ่งปัญหาที่สำคัญ คือ เราไม่สามารถที่จะเก็บภาพดวงจันทร์ได้ทุกๆวัน เนื่องจากเป็นฤดูฝน ทำให้ข้อมูลอาจมีการขาดช่วง หากต้องการความแม่นยำมากกว่านี้ ควรมีการเก็บข้อมูลมากขึ้น และหาเส้นแนวโน้มเพื่อกระทบกับข้อมูลได้แม่นยำและถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ความคลาดเคลื่อนน้อยลงได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ครูอภิรักษ์ อภิวงค์งาม ที่คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือและสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ พิมพ์พล ตั้งมติธรรม ที่ให้คำปรึกษา สุดท้ายขอขอบคุณ ครูจรัญ ครูอนุชรินทร์ ปัญญาดีวงศ์ ที่เอื้อเฟื้อกล้อง DSLR สำหรับถ่ายภาพเก็บข้อมูลตลอดช่วงการดำเนินงาน

### เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2559). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ.พิมพ์ครั้งที่ 3. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน), เชียงใหม่

**ดวงจันทร์** [Online]. Available: <https://th.wikipedia.org/wiki/ดวงจันทร์> (15 ตุลาคม 2559)

## การศึกษาผลกระทบจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก

นางสาวธัญสุดา ชูสิทธิ์

Email: meanbexo09@gmail.com

คุณครูขวัญตา วรรณรัตน์

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช

### บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก ซึ่งเป็นการทดลองเชิงทฤษฎี ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการคิด คือ Moment of inertia, Rotational motion และ Angular velocity โดยจะกำหนดให้น้ำแข็งขั้วโลกละลายหมด(อ้างอิงข้อมูลน้ำแข็งมาจาก The United States Geological Survey) และมวลของน้ำแข็งเคลื่อนที่กระจายจากแกนหมุนปกคลุมทั่วโลก ลักษณะใกล้เคียงทรงกลมกลวง ซึ่งส่งผลให้โมเมนต์ความเฉื่อยของโลกเพิ่มขึ้นร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$  เมื่อโมเมนต์ความเฉื่อยเปลี่ยน และไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ความเร็วเชิงมุมของโลกจะลดลงร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$  นั่นหมายความว่าโลกจะใช้เวลาในการหมุนนานขึ้นร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$  คิดเป็น 0.87 วินาทีต่อวัน

คำสำคัญ: Moment of inertia , Rotational motion , Angular velocity

### ความเป็นมา

การเคลื่อนไหวของโลก มี “การหมุน” และ “การโคจร” การหมุนของโลก เป็นการเคลื่อนไหวของโลก รอบแกนของตัวเอง ความเร็วในการหมุนของโลก มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยบริเวณเส้นศูนย์สูตร ความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของโลกเท่ากับ 1,700 กิโลเมตร / ชั่วโมง ส่วนบริเวณละติจูดที่ 60 องศา ความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของโลกจะมีค่าประมาณ 850 กิโลเมตร / ชั่วโมง หรือประมาณครึ่งหนึ่งของความเร็วที่ศูนย์สูตร แต่บริเวณขั้วโลกความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของโลกมีค่าเป็นศูนย์ เวลาใน 1 วัน จะอยู่ที่ 23 ชั่วโมง 56 นาที วันสุริยคติ ยึดหลักช่วงระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านแนวเส้นเมริเดียนครบ 1 รอบ (เที่ยงวันหนึ่งไปยังอีกเที่ยงวันหนึ่ง) ซึ่งจะกำหนดเวลาเท่ากับ 24 ชั่วโมง

ในปัจจุบัน ปรากฏการณ์หนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจอยู่ก็คือการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ค่อนข้างส่งผลกระทบต่อโลกในหลายๆด้าน ผู้จัดทำคาดว่า การละลายของน้ำแข็งจะส่งผลต่อการหมุนของโลก จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนของโลกกับการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ในกรณีที่น้ำแข็งละลายหมด โดยใช้โมเมนต์ความเฉื่อยในการคำนวณ เพื่อหาผลกระทบจากการละลายของน้ำแข็งที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก เมื่อน้ำแข็งละลาย
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ความเฉื่อยของโลก
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเวลาของโลกเมื่อน้ำแข็งละลาย

### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อย เนื่องจากโลกเป็นวัตถุที่กำลังหมุนรอบแกนด้วยความเร็วค่าหนึ่ง ซึ่งวัตถุที่มีการหมุนรอบแกน จะมีโมเมนต์ความเฉื่อยเกิดขึ้น โมเมนต์ความเฉื่อยจะขึ้นอยู่กับรูปร่างและระยะห่างจากแกนของวัตถุ ซึ่งหากน้ำแข็งละลาย จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งของมวล ทำให้ส่งผลต่อโมเมนต์ความเฉื่อย
2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ค่าต่างๆเกี่ยวกับโลก (มวลของโลก รัศมีของโลก) โดยอ้างอิงข้อมูลจาก คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ
3. รวบรวมข้อมูลปริมาตรของน้ำแข็งขั้วโลก เพื่อนำมาคำนวณหามวลของน้ำแข็ง โดยอ้างอิงข้อมูลจาก USGS (The United States Geological Survey)
4. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของน้ำแข็งที่ละลาย โดยใช้วิธีการคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกลมกลวง เนื่องจากกำหนดให้น้ำแข็งที่ละลายกระจายปกคลุมทั่วโลก
5. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของโลก ในกรณีที่น้ำแข็งยังไม่ละลาย
6. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของโลกเมื่อน้ำแข็งละลาย
7. หาความเร็วเชิงมุมในกรณีที่น้ำแข็งยังไม่ละลาย
8. หาความเร็วเชิงมุมในกรณีที่น้ำแข็งละลายโดยใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุมในการคำนวณ เนื่องจากเราต้องการหาว่าน้ำแข็งที่ละลายนั้นส่งผลต่อการหมุนของโลกหรือไม่ เราจึงไม่คำนึงถึงแรงกระทำภายนอก ดังนั้น โมเมนตัมเชิงมุมของโลกในกรณีที่น้ำแข็งไม่ละลายและน้ำแข็งละลาย จะต้องมีความเท่ากัน
9. นำค่าความเร็วเชิงมุมในกรณีที่น้ำแข็งละลายมาคำนวณหาระยะเวลาในการหมุนรอบตัวเองของโลก
10. นำผลการคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อย ความเร็วเชิงมุม และระยะเวลาที่ได้ในกรณีที่น้ำแข็งยังไม่ละลาย และกรณีที่น้ำแข็งละลายมาเปรียบเทียบกัน
11. วิเคราะห์และสรุปผล

### ผลการศึกษา

จากการศึกษาโดยใช้หลักการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุมและการเคลื่อนที่แบบหมุนในการคำนวณได้ผลดังนี้

#### 1. โมเมนต์ความเฉื่อย

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อยของโลก ในกรณีที่น้ำแข็งยังไม่ละลายและน้ำแข็งละลาย แสดงให้เห็นว่า เมื่อน้ำแข็งละลาย โมเมนต์ความเฉื่อยของโลกจะเพิ่มขึ้นจากตอนที่น้ำแข็งไม่ละลาย  $8.04 \times 10^{32} \text{ Kg}m^2$  คิดเป็นร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$

#### 2. ความเร็วเชิงมุมในการหมุนของโลก

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณความเร็วเชิงมุมในการหมุนของโลก ในกรณีที่น้ำแข็งยังไม่ละลายและน้ำแข็งละลาย แสดงให้เห็นว่า เมื่อน้ำแข็งละลาย โลกจะมีความเร็วเชิงมุมในการหมุนลดลงจากตอนที่น้ำแข็งไม่ละลาย  $7.30 \times 10^{-13} \text{ rad/s}$  คิดเป็นร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$  ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณหาระยะเวลาในการหมุนรอบตัวเองของโลกแล้ว พบว่าโลกจะใช้เวลาในการหมุนนานขึ้น **0.87** วินาที

## สรุปผล

จากการศึกษาผลกระทบจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลต่อการหมุนของโลก พบว่าเมื่อน้ำแข็งละลาย มวลของน้ำแข็งจะเปลี่ยนตำแหน่งซึ่งจะส่งผลต่อโมเมนต์ความเฉื่อย ก่อนน้ำแข็งละลาย น้ำแข็งจะอยู่ที่แกนหมุน ระยะห่างจากแกนหมุนมีค่าน้อย ส่งผลให้โมเมนต์ความเฉื่อยมีค่าน้อย แต่เมื่อละลายแล้วกระจายไปยังทั่วโลก ระยะห่างจากแกนหมุนก็จะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โมเมนต์ความเฉื่อยมีค่ามากขึ้น และเมื่อโมเมนต์ความเฉื่อยเปลี่ยนแปลง ความเร็วเชิงมุมก็จะเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่แปรผกผันกับโมเมนต์ความเฉื่อย ดังนั้น เมื่อโมเมนต์ความเฉื่อยของโลกมีค่ามากขึ้น ความเร็วเชิงมุมของโลกจะมีค่าน้อยลงหรือก็คือโลกจะใช้เวลาในการหมุนรอบตัวเองนานขึ้น ร้อยละ  $1.00 \times 10^{-3}$  คิดเป็น 0.87 วินาทีต่อวัน

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้ได้สำเร็จขึ้นเป็นรูปเล่มด้วยดีเพราะได้รับคำแนะนำจากคุณครูขวัญตา วรรณรัตน์ คุณครูที่ปรึกษาคุณสิทธิพร เตือนตะคุ และคุณมติพล ตั้งมติธรรม นักวิชาการจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ และเทคนิคการทำงานโครงการงานวิจัยดาราศาสตร์ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). และขอขอบคุณ ครอบครัว ผู้ให้กำลังใจในการดำเนินงานและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

## เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม.คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ.เชียงใหม่:

สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์

Sea level and climate.[Online]. Available: <http://pubs.usgs.gov/fs/fs2-00/>

เกี่ยวกับโลก (Earth) ของเรา. [Online]. Available:

[http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/1/index\\_ch\\_1-3.htm](http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/1/index_ch_1-3.htm).

โมเมนต์ความเฉื่อย [Online]. Available:

<http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/explorescience/inertia/inertia.htm>.

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม [Online]. Available: <https://www.gotoknow.org/posts/506783>เอกสาร

Subsurface Radar Sounding of the South Polar Layered Deposits of Mars [Online]. Available:

<http://science.sciencemag.org/content/316/5821/92>



## การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้าง

นางสาวอาภัสสร จันทพราหมณ์

e-mail: b.ny.chang@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา นางขวัญตา วรรณรัตน์

โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้างโดยทำการทดลอง 3 ชุดการทดลอง คือ กระจกที่เปิดแสงไฟเรื่อยๆ กระจกที่ปิดแสง และกระจกที่เปิดตามปกติ ซึ่งได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง ครั้งที่แรกทดลองในช่วงแรม 13 ค่ำเดือนสิงหาคม ถึง แรม 5 ค่ำ เดือนสิงหาคม และครั้งที่ 2 ทดลองในช่วงขึ้น 1 ค่ำเดือนตุลาคม ถึงแรม 2 ค่ำ เดือนตุลาคม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพอร์ตกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของทั้ง 3 กระจก ซึ่งกราฟที่ได้นั้นบางช่วงไม่คงที่และก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 กระจก ดังนั้นแสงจึงอาจจะไม่ได้มีผลกระทบต่อขนาดหลุมของตัวอ่อน

**คำสำคัญ:** ขนาดหลุม, เฟสดวงจันทร์, ตัวอ่อนแมลงช้าง

### ความเป็นมา

ดวงจันทร์ เป็นสิ่งที่อยู่คู่กับความเชื่อของมนุษย์มานานตั้งแต่การก่อเริ่มอารยธรรม ทั้งความเชื่อด้านศาสนาและความเชื่อทั่วไปเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษาโดยการสืบค้นข้อมูลพบว่าในปี 2010 Carlos Jimenez ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมของสัตว์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจพร้อมทั้งกล่าวว่า “ ปัจจัยอื่นๆ ที่อาจจะมียธิพลต่อพฤติกรรมการขุดหลุมของตัวอ่อนของแมลงช้างคือเฟสดวงจันทร์ ” และในปี 2013 Laura Poppick ก็ได้กล่าวในบทความหนึ่งของเธอเช่นกันว่า “ นักวิจัยได้พบว่าหลุมพวกนั้นจะใหญ่ขึ้นในระหว่างที่พระจันทร์เต็มดวง ” ดังนั้นทางผู้จัดทำต้องการจะพิสูจน์ว่าข้อความดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่จึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของแมลงช้าง ในรูปแบบการเปรียบเทียบการทดลอง 3 ชุดและการสร้างกราฟเพื่อให้ทราบขนาดหลุมในแต่ละวัน

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสดวงจันทร์กับขนาดหลุมของตัวอ่อนของแมลงช้าง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะทางแสง (light pollution) กับพฤติกรรมการขุดหลุมของตัวอ่อนของแมลงช้าง

## วิธีการศึกษา

### ขั้นตอนการจับแมลงช้าง

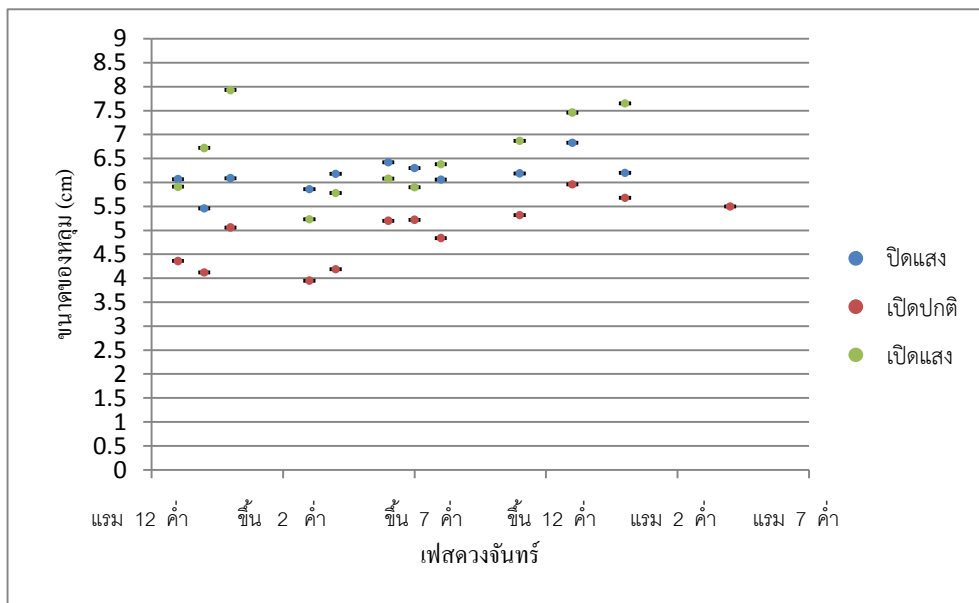
1. นำเหยื่อหย่อนลงไปในกลุ่มแมลงช้างโดยที่นิ้วยังจับเหยื่อไว้
2. รอเวลาเมื่อแมลงช้างจับเหยื่อให้ดึงเหยื่อขึ้นแมลงช้างจะติดขึ้นมาจับเหยื่อด้วย
3. นำแมลงช้างใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ (เลือกตัวที่มีขนาด 7-8 มิลลิเมตร)

### ขั้นตอนการทดลอง

1. วัดขนาดหลุมของตัวอ่อนของแมลงช้างด้วยกระดาษจากนั้นนำมาวัดกับเวอร์เนียโดยในการบันทึกค่าแต่ละครั้งจะทำการวัด 2 ครั้ง แล้วนำมาเฉลี่ยกัน
2. วัดปริมาณความเข้มแสงโดย lux meter
3. บันทึกผลและนำข้อมูลที่ได้มาพอร์ตกราฟ

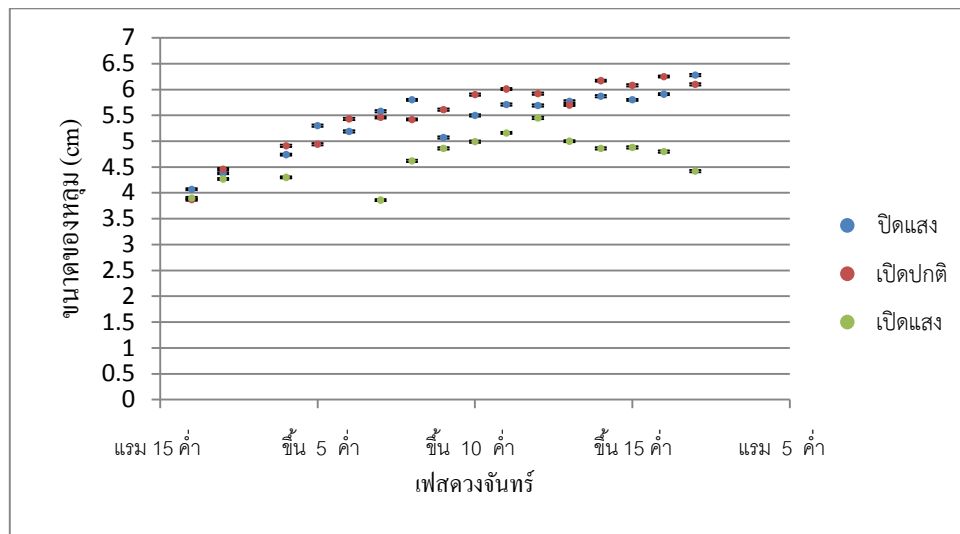
## ผลการศึกษา

### กราฟการทดลองครั้งที่ 1



กราฟแสดงถึงขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้าง ตั้งแต่แรม 13 ค่ำเดือนสิงหาคม ถึง แรม 5 ค่ำ เดือนสิงหาคม

## กราฟการทดลองครั้งที่ 2



กราฟแสดงถึงขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้าง ตั้งแต่ขึ้น 1 ค่ำเดือนตุลาคม ถึงแรม 2 ค่ำ เดือนตุลาคม

### สรุปผล

จากการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า กราฟในชุดการทดลองทั้ง 3 ชุด ส่วนใหญ่จะเป็นไปในทางเดียวกัน คือจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรม 14 ค่ำ-แรม 15 ค่ำ, ขึ้น 3 ค่ำ-ขึ้น 6 ค่ำ และขึ้น 11 ค่ำ-ขึ้น 13 ค่ำในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ส่วนในชุดการทดลองที่ 3 กราฟจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรม 3 ค่ำ-แรม 15 ค่ำ, ขึ้น 3 ค่ำ-ขึ้น 6 ค่ำ และขึ้น 7 ค่ำ-ขึ้น 15 ค่ำ

จากการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า กราฟในการทดลองทั้ง 3 ชุด จะไม่ไปในทิศทางเดียวกัน กราฟมีการขึ้นลงไม่คงที่โดยที่เด่นชัดก็คือชุดการทดลองที่ 3 ในช่วง ขึ้น 1 ค่ำ-ขึ้น 2 ค่ำ กราฟการทดลองทั้ง 3 ชุดจะไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในช่วงขึ้น 4 ค่ำ-แรม 2 ค่ำ ชุดการทดลองทั้ง 3 ชุด จะไม่ไปในทิศทางเดียวกันและการขึ้นลงที่ต่างกัน

### อภิปราย

จากการศึกษาพบว่า กราฟมีการขึ้นลงที่ไม่แน่นอน แสงจึงอาจจะไม่ได้มีผลต่อขนาดของหลุมตัวอ่อนแมลงช้าง ทั้งนี้มีลภาวะทางแสงจึงอาจจะไม่ได้ส่งผลกระทบต่อขนาดหลุมของตัวอ่อนแมลงช้างด้วย ในการศึกษาอาจจะเกิดการคลาดเคลื่อนของข้อมูลในช่วงการวัด เนื่องจากต้องวัดกับกระดาษก่อนจากนั้นจึงนำมาวัดค่ากับเวอร์เนีย และยังมีปัญหาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยจากสภาพอากาศและปัจจัยจากการให้อาหาร เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้อย่างแน่ชัด

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์ขวัญตา วรรณรัตน์ คุณครูที่ปรึกษา คุณเจษฎา กิรติพรัตน์ และคุณมติพล ตั้งมติธรรม นักวิชาการจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอและเทคนิคการทำงานโครงการงานวิจัยดาราศาสตร์ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). และท้ายสุดนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ อันเป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจ ในการดำเนินงาน ให้คำแนะนำและให้โอกาสในการศึกษาตลอดมา

## เอกสารอ้างอิง

Carlos Jimenez. (2559). It's a bug's life:a field study of the effects of human and natural disturbances on the pit-building behaviour of antlion larvae (Neuroptera:myrmeleontidae) in Cyprus. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://books.google.co.th/books?id=o-RLAgAAQBAJ&pg=PA9&lpg=PA9&dq=It%27s+a+bug%27s+life:a+field+study+of+the+effects+of+human+and+natural+disturbances+on+the+pit-building+behaviour+of+antlion+larvae+\(Neuroptera:myrmeleontidae\)in+cyprus&source=bl&ots=Ov6pEb0ijn&sig=zgerYgeXr7Xc6vwo3y\\_a5wXfQv0&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj8pPCH18LNAhVJP48KHV3wDkcQ6AEIGjAA#v=snippet&q=antlion%20moon&f=false](https://books.google.co.th/books?id=o-RLAgAAQBAJ&pg=PA9&lpg=PA9&dq=It%27s+a+bug%27s+life:a+field+study+of+the+effects+of+human+and+natural+disturbances+on+the+pit-building+behaviour+of+antlion+larvae+(Neuroptera:myrmeleontidae)in+cyprus&source=bl&ots=Ov6pEb0ijn&sig=zgerYgeXr7Xc6vwo3y_a5wXfQv0&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj8pPCH18LNAhVJP48KHV3wDkcQ6AEIGjAA#v=snippet&q=antlion%20moon&f=false)

Laura Poppick. (2559). 6 Wild Ways the Moon Affects Animals. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.livescience.com/37928-ways-the-moon-affects-animals.html>

แมลงข้าง. (2559). (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.dnp.go.th/forensic/entomology/Web/Eminent/Eminent/Neuroptera/Neuroptera.htm>

ดวงจันทร์ (Moon) และปรากฏการณ์บนโลกอันเนื่องมาจากดวงจันทร์. (2559). (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/1/index\\_ch\\_1-5.htm](http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/1/index_ch_1-5.htm)

มลภาวะทางแสง(light pollution). (2559). (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87>

## การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเฟสของดวงจันทร์กับการออกดอกของแก้วมังกร

นายจิรยุทธ ทุมรัตน์

e-mail:tuypox4@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษาขวัญตา วรรณรัตน์

โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาว่าเฟสของดวงจันทร์มีผลต่อการบานดอกของแก้วมังกรหรือไม่และมีผลอย่างไรในแต่ละช่วงเฟสของดวงจันทร์ การเก็บข้อมูลมีทั้งหมด 2 ชุดการทดลอง การทดลองที่ 1 เก็บข้อมูลดอกที่บ้านในช่วงข้างขึ้น การทดลองที่ 1 เก็บข้อมูลดอกที่บ้านในช่วงข้างแรม เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ดอกตูมจนกระทั่งดอกบาน ข้อมูลที่เก็บได้แก่ ความยาว เส้นรอบวงที่กว้างที่สุดของดอก อุณหภูมิ ความเข้มแสงตอนกลางคืน สภาพท้องฟ้าในแต่ละวัน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าเฟสของดวงจันทร์ อุณหภูมิ ความเข้มแสง สภาพท้องฟ้าในแต่ละวัน ไม่ส่งผลต่อการบานของดอกแก้วมังกร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเฟสของดวงจันทร์นั้นไม่มีผลต่อการบานของดอกแก้วมังกร ทั้งข้างขึ้นข้างแรม แต่จากการเก็บข้อมูลดอกแก้วมังกรที่บ้านในช่วงข้างแรมจะมีขนาดเล็กกว่าดอกที่บ้านในช่วงข้างขึ้นน่าจะมีผลมาจากปัจจัยภายนอกที่ไม่ได้ทำการควบคุม(ปริมาณน้ำฝน)และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละดอกของแก้วมังกรเนื่องจากแก้วมังกรเป็นพืช CAM

**คำสำคัญ:**เฟสของดวงจันทร์,แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง

### ความเป็นมา

สังเกตการออกดอกของพืชชนิดต่างๆพบว่ามี การออกดอกทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชเจริญเติบโตและออกดอกคือ แสง พืชที่ออกดอกเวลากลางวันแสงที่ได้รับทั้งหมดมาจากดวงอาทิตย์ ส่วนพืชที่ออกดอกเวลากลางคืน เช่น แก้วมังกร ต้นยาสูบ กระบองเพชร น่าจะมาจากอิทธิพลของแสงของดวงจันทร์ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

### วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อศึกษาแสงของดวงจันทร์มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกหรือไม่
- 2.เพื่อศึกษาคาบของดวงจันทร์ที่มีผลต่อดอกของแก้วมังกร
- 3.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแสงของดวงจันทร์กับการออกดอกของแก้วมังกร

## วิธีการศึกษา

### 1. การเก็บข้อมูล

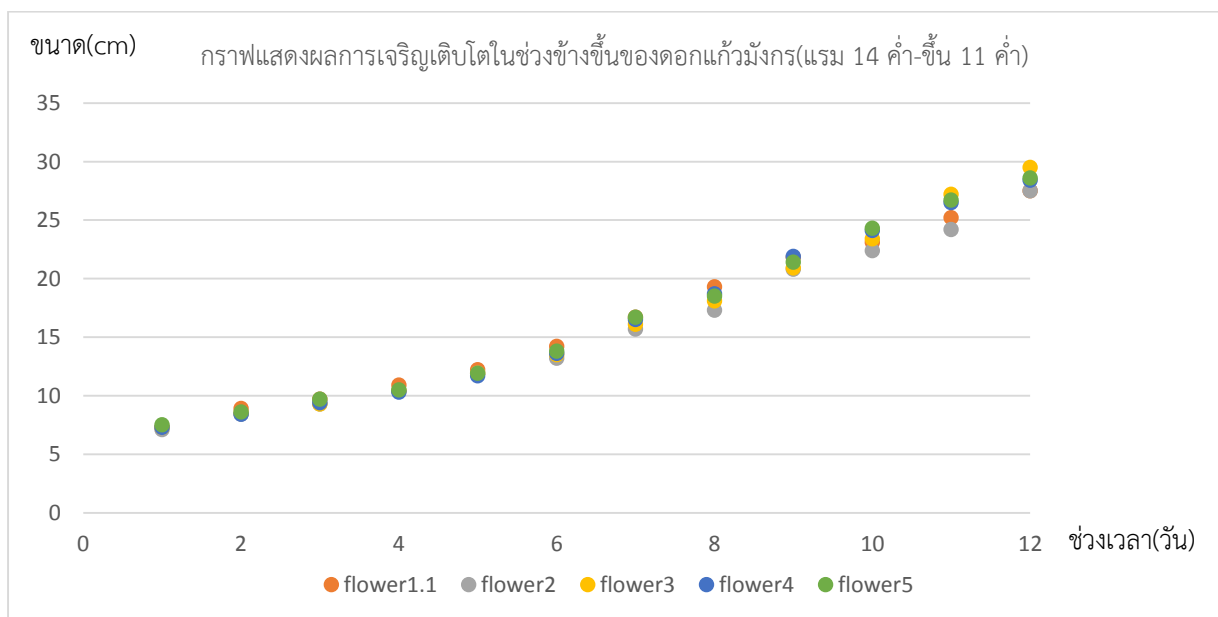
- 1.1 เลือกต้นแก้วมังกร เพื่อมาทำการเก็บข้อมูล
- 1.2 ทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ดอกยังตูมอยู่เก็บข้อมูล ตั้งแต่สภาพท้องฟ้า ขนาดของดอก (วัดด้านยาวและเส้นรอบวงที่ยาวที่สุด) คาบของดวงจันทร์ ลักษณะของดอก อุณหภูมิ และความสว่างของท้องฟ้า
- 1.3 ทำการเก็บข้อมูลทุกๆวันอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งดอกบาน
- 1.4 ดอกที่บ้านวัดหาเส้นผ่านศูนย์กลางโดยวัด 3 ครั้งและนำความยาวมาเฉลี่ยกัน

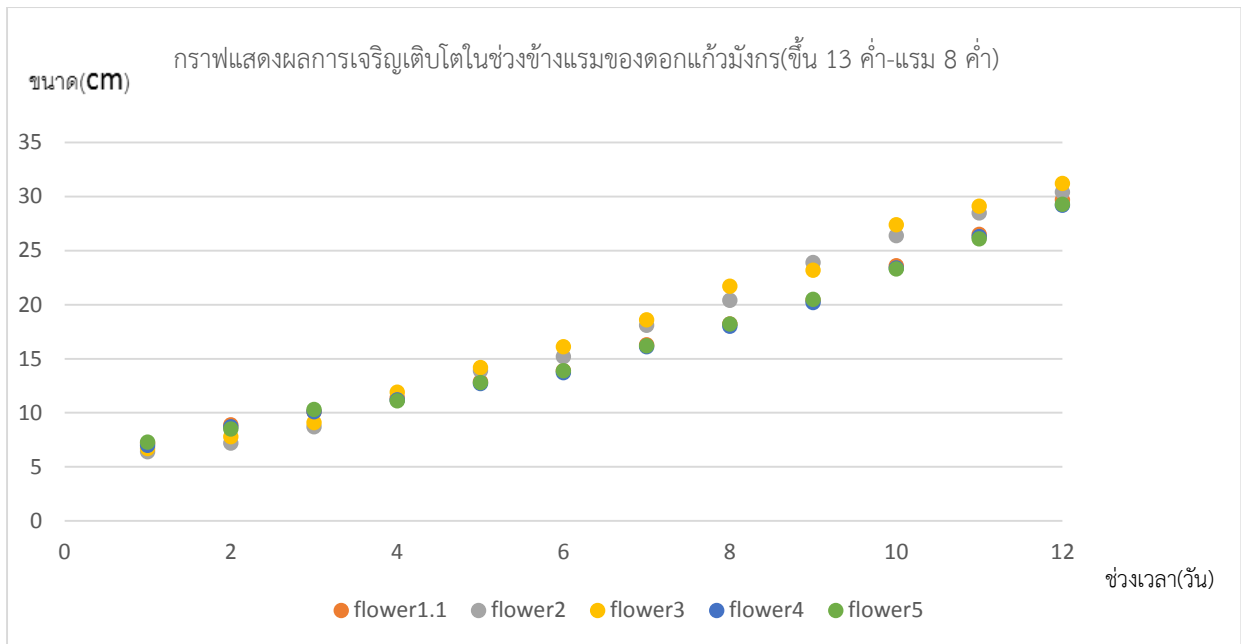
### 2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.1 นำข้อมูลที่ทำการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์
- 2.2 แล้วสร้างกราฟหาความสัมพันธ์
- 2.3 แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

## ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ดอกของแก้วมังกร นั้นบานคืนเดียวแล้วจะร่วงในตอนเช้าซึ่งจากการเก็บข้อมูลนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ชุดด้วยกันโดยชุดที่ 1 จะเป็นดอกที่บ้านในช่วงข้างขึ้น (แรม 14 ค่ำ-ขึ้น 11 ค่ำ) และชุดที่ 2 จะเป็นดอกที่บ้านในช่วงข้างแรม (ขึ้น 13 ค่ำ-แรม 8 ค่ำ) ดังกราฟต่อไปนี้





และความสว่างท้องฟ้าเมื่อนำมาเฉลี่ยและเปรียบเทียบกันจะพบว่า มีความใกล้เคียงกันมาก(ในช่วงข้างขึ้นอยู่ที่ 0.625และในช่วงข้างแรมอยู่ที่0.625) จนทำให้ไม่ส่งผลต่างกันมากจึงทำให้เฟสของดวงจันทร์ไม่ส่งผลต่อการบานของดอกแก้วมังกรซึ่งโดยเฉลี่ยดอกแก้วมังกรที่บานในช่วงขึ้นจะมีขนาด 9.0 เซนติเมตร เฉลี่ยดอกแก้วมังกรที่บานในช่วงแรมจะมีขนาด 8.2 เซนติเมตร

### สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า ดอกแก้วมังกรนั้น ความสว่างของท้องฟ้าเมื่อนำมาเฉลี่ยแล้วพบว่ามีความใกล้เคียงกันและดอกที่บานมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใกล้เคียงกัน จึงสามารถสรุปได้ว่า เฟสของดวงจันทร์นั้นไม่มีผลต่อการบานของดอกแก้วมังกรแต่จะเกิดข้อผิดพลาดคือ การเก็บข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ในช่วงต้นนั้นเป็นการเก็บข้อมูลในระยะหนึ่งและมีปัจจัยทางธรรมชาติที่ไม่ได้ควบคุม(ปริมาณน้ำฝน) ซึ่งอาจทำให้เกิดการผิดพลาดในการวิเคราะห์

### กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์ขวัญฤตา วรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำขอขอบคุณ เด็กชายณัฐนนท์ ทุมรัตน์ ที่เป็นผู้ที่ช่วยบันทึกข้อมูลต่างที่นำมาใช้วิเคราะห์ และขอขอบคุณพี่ธีรยุทธ ลอยลิบ ที่ให้คำปรึกษาในการทำงาน การทำงานโครงการวิจัยดาราศาสตร์ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).

## เอกสารอ้างอิง

**แก้วมังกร.**(2559).(ออนไลน์).

แหล่งที่มา:<http://puechkaset.com/%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%A3/>

**ดวงจันทร์.**(2559).(ออนไลน์).

แหล่งที่มา:<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/solar2/moon.htm>

**แรงดึงดูดของดวงจันทร์และโลก.**(2559).(ออนไลน์).

แหล่งที่มา:<http://www.nawachione.org/2012/10/29/science-or-not/>



## การศึกษาความสัมพันธ์ของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก (Earthshine)

นางสาวณัฐธิดา สีเสมอ

e-mail:goppy\_4544@hotmail.co.th

อาจารย์ที่ปรึกษา

คุณครู ประเดิม วรรณทอง

โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์

### บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก(Earthshine)ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนเฟสดวงจันทร์เทียบกับแสงโลก (Earthshine) โดยการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้อง DSLR ที่ต่อผ่านกล้องโทรทรรศน์แบบดอปโซเนี่ยล ขนาด 10 นิ้ว ในวันข้างขึ้น 1-3 ค่ำ ซึ่งเริ่มถ่ายภาพในแต่ละวันที่มุมต่างกันตั้งแต่เวลาที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าจนถึงเวลาที่ดวงจันทร์ลับขอบฟ้า เมื่อภาพถ่ายมาแล้วนำมาวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม Iris เพื่อหาค่าความสว่าง(Intensity)ของเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก (Earthshine) โดยการ กำหนดจุดวัดแสง บริเวณเฟสดวงจันทร์จำนวน 20 จุด และบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์แสงโลก(บริเวณเงามัว)จำนวน 20 จุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเทียบเป็นสัดส่วนความสัมพันธ์ของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก( Earth Shine) และนำมาสร้างกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์

จากผลการศึกษาพบว่าในช่วงวันเดียวกันที่มุมการถ่ายต่างกัน สัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก(Earthshine) มีค่าประมาณ 0.02 นั่นคือ ค่าความสว่างของปรากฏการณ์แสงโลกมีค่าเป็น 0.02 เท่าของค่าความสว่างของแสงจากเฟสดวงจันทร์ และถ้ามีการเก็บข้อมูลภาพเพิ่มเติมจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น อาจสามารถนำไปอธิบายการสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ของโลกในแต่ละช่วงเวลาได้

**คำสำคัญ:** ปรากฏการณ์แสงโลก (Earthshine), เฟสดวงจันทร์

### บทนำ

ปรากฏการณ์แสงโลก หรือ Earth Shine คือแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ตกกระทบโลกแล้วสะท้อนไปยังดวงจันทร์ ทำให้เห็นเป็นเงามัวในบริเวณที่เป็นส่วนมืดของดวงจันทร์ ปรากฏการณ์แสงโลกจะสังเกตเห็นในช่วงข้างขึ้น 1-3 ค่ำหรือข้างแรม 12-14 ค่ำ เราจะเห็นแสงเรื่อๆจากด้านมืดของดวงจันทร์แสงนี้ไม่ใช่แสงของดวงอาทิตย์โดยตรงแต่เป็นแสงของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนผิวโลกไปยังดวงจันทร์และสะท้อนกลับมายังผู้สังเกตบนโลกอีกต่อหนึ่ง

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยต้องการจะวัดค่าความสว่างของแสงโลกที่ตกกระทบบนดวงจันทร์ และเปรียบเทียบค่าความสว่างกับความสว่างของเฟสดวงจันทร์ ซึ่งจะทำให้ทราบค่าการสะท้อนแสงของโลกได้นอกจากนั้นยังสามารถนำค่าของปรากฏการณ์แสงโลกมาเปรียบเทียบกันในแต่ละช่วงเวลาได้

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก Earthshine

### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลวิธีการถ่ายภาพ และช่วงเวลาที่จะสามารถสังเกตเห็นปรากฏการณ์แสงโลกได้ตลอดจนพยากรณ์อากาศว่าท้องฟ้าจะเปิดหรือไม่
2. ถ่ายภาพดวงจันทร์ผ่านกล้อง dobsonian ต่อเข้ากับกล้อง DSLR เพื่อถ่ายภาพดวงจันทร์ในมุมเงยต่างกัน ซึ่งจะถ่ายมุมละ 5 ภาพ แล้วคัดเลือกภาพที่สมบูรณ์จำนวน 1 ภาพมาวิเคราะห์
3. ถ่ายภาพ dark, bias, flat เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. นำภาพที่ได้มาวัดค่าความสว่างโดยใช้โปรแกรม Iris โดยจะวัดค่าความสว่างของปรากฏการณ์แสงโลก (Earth Shine) กับเฟสของดวงจันทร์
5. เมื่อได้ค่าแล้วจะนำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบสัดส่วน
6. นำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์

### ผลการศึกษา



ภาพที่ 1.1

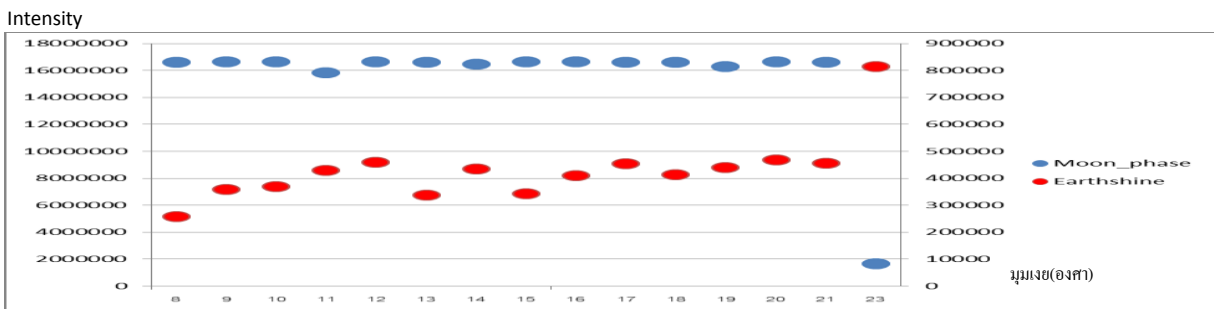
ภาพดวงจันทร์ที่เราจะนำมาหาค่าความสว่าง (ขึ้น 3 ค่ำ : ถ่ายเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2559 เวลา 19.20 น.)

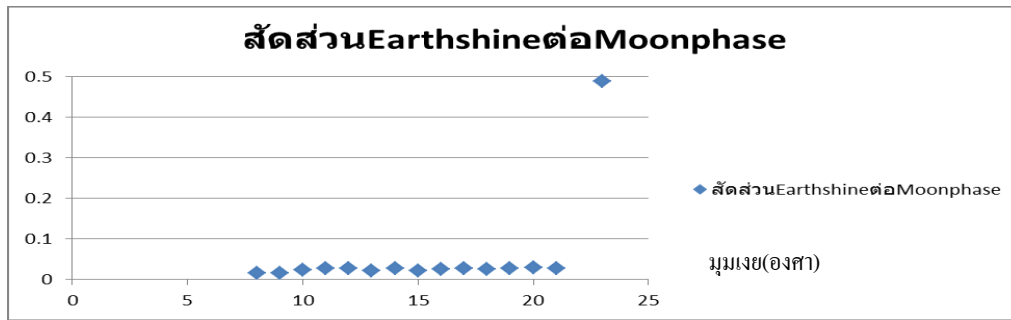
## ตารางการหาค่า Intensity

มุม	8 องศา		9 องศา		10 องศา		11 องศา	
point	phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine
1	16656677	281221	16654422	395708	16655325	395408	16650304	306918
2	16656919	301548	16653498	368859	16653122	427702	16656346	412732
3	16657990	314255	16652997	358679	16655020	485711	16657538	567098
4	16657814	365266	16654056	325504	16652164	425692	16657696	376090
5	16656442	315842	16652363	294837	16654777	434635	16658232	343989
6	16657166	307188	16654692	308999	16652007	359433	16656335	330307
7	16657632	270852	16653036	342790	16653494	329938	16657366	269584
8	16655149	233491	16653564	399219	16653113	314066	16656393	246104
9	16658575	213205	16656097	442158	16652315	304299	16657337	544606
10	16655564	174822	16652783	203346	16651799	304357	16657805	394577
11	16655452	207948	16654070	202759	16653559	282986	16483361	305760
12	16656461	224924	16653133	311420	16653971	258882	16655982	469454
13	16655821	323862	16654101	333291	16653101	323159	4146722	472447
14	16656244	137147	16655236	726258	16653643	421182	16656690	313419
15	16655460	154034	16653591	560872	16654076	521525	16655629	353391
16	16658271	189097	16654129	419690	16652821	430695	16655531	481114
17	16251653	188409	16652225	363463	16652965	388838	12787561	556591
18	16656870	249139	16654421	295998	16653273	355032	16655828	926796
19	16513679	290858	16655445	262590	16652255	324724	16654653	488759
20	16035562	400247	16654119	239395	16652585	311920	16654934	414727
ค่าเฉลี่ย	16598270.05	257167.75	16653898.9	357791.75	16653269.3	370009.2	15824112.2	428723.15
สัดส่วน		0.015		0.021		0.022		0.0271

12 องศา		13 องศา		14 องศา		15 องศา	
phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine	phase_moon	Earthshine
16653699	493320	16652984	401794	16416940	478684	1.7E+07	419384
16651780	498958	16611479	397284	16652060	471508	16657435	389655
16652531	535816	16652625	463095	16651772	511031	16657869	359856
16651146	586074	16653777	516625	16652722	610424	16658922	454712
16652453	539874	16653462	414562	16652007	494019	16656822	460398
16651678	507699	16653334	417518	16635511	463759	16658287	431337
16652431	400835	16653326	365264	16652566	380941	16615245	424590
16653069	424051	16652305	315578	16023361	626394	16656326	310565
16652336	389794	16652764	257268	16651648	371409	16656040	298248
16653327	335143	16652484	248254	16652115	315535	16657871	291366
16651707	317238	16652992	212083	16652288	363329	16657201	268869
16651465	347584	16653250	281564	16651852	477735	16653152	213749
16651816	370841	16651699	311515	16650244	271989	16655403	246079
16653192	423603	16652568	245793	13979037	286202	16657686	279602
16652014	514971	16652116	202878	16651396	324728	16657460	320411
16650425	315766	16653172	268231	16652785	378649	16656428	242442
16653454	322677	16649759	218420	16651712	393442	16657604	271291
16653238	386946	166585242	283924	16651206	580425	16657126	424607
16651251	679934	16645097	383977	16651188	465006	16656979	404376
16519512	791164	15886511	544225	16653116	442066	16656322	342300
16645626.2	459114.4	16608547.3	337492.6	16474275.3	435363.8	16651701	342691.9
	0.0276		0.02		0.026		0.021





ภาพที่1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างของสัดส่วนเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก

### สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนของเฟสดวงจันทร์กับปรากฏการณ์แสงโลก (Earthshine) เมื่อมูมเมยเปลี่ยนแปลงมีสัดส่วนประมาณ 0.02 แสดงให้เห็นว่าแสงโลกมีค่าเป็น 0.02 เท่าของแสงจากเฟสของดวงจันทร์

### อภิปราย

การศึกษาพบว่าเรามีปัญหาคือภาพที่นำมาหาค่าความสว่างและนำมาเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหาความสัมพันธ์นี้เป็นภาพที่ถ่ายเพียง 1วันคือวันที่ 7 กรกฎาคม 2559 ขึ้น3ค่ำเดือน 8 นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ ตั้งแต่ มูมเมย 23 องศา ถึงต่ำสุด 8 องศา มีสัดส่วนค่อนข้างคงที่คือประมาณ 0.02 แสดงให้เห็นว่าแสงโลกมีค่าประมาณ 0.02 เท่าของแสงของเฟสดวงจันทร์ซึ่งสามารถนำไปอธิบายเชื่อมโยงการสะท้อนแสงของโลกได้และถ้าเราถ่ายภาพวันต่อไปสัดส่วนของเฟสของดวงจันทร์กับ Earthshineอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไป แต่เนื่องจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายท้องฟ้าไม่เปิด เลยทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลภาพในช่วงเวลาอื่นมาเปรียบเทียบได้

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยดาราศาสตร์นี้ได้รับการสนับสนุนโดยโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ขั้นสูงของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอนตั้งแต่ศึกษาหาข้อมูล วิเคราะห์ผล การจัดทำรายงาน จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ณ โอกาสนี้จึงขอขอบพระคุณไปยังบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้ กราบขอบพระคุณ คุณมติพล ตั้งมติธรรม วิทยากรอบรมการทำโครงการนี้ ขอบพระคุณ พี่ลี ผู้ให้คำแนะนำทางด้านข้อมูลและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ กราบขอบพระคุณ คุณครูประเดิม วรรณทอง คุณครูที่ปรึกษาโครงการ โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์ ที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม , คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศ ทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

<http://geology.com/articles/what-is-earth-science.shtml>(สืบค้นวันที่20 ก.ย.2559)

<http://www.vcharkarn.com/vcafe/49921> (สืบค้นวันที่12 ต.ค. 2559)

<https://docs.google.com/document/d/1tdiYBtkQVE0u5rh1ksQHhbFLO5FoGToBcz8nqfV2mKM/edit?pref=2&pli=1> (สืบค้นวันที่ 20 ต.ค.)

## การศึกษามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกต

นางสาวสกวใจ อัดโน

e-mail: sakarwjai2625@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา นาย ประเดิม วรรณทอง

โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์

### บทคัดย่อ

การศึกษามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกตในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่ามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกตบนพื้นโลกโดยทำการศึกษาคข้อมูลจากภาพถ่ายของดาวพฤหัสบดี ขณะที่ดวงจันทร์ไอโอเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวพฤหัสบดี ซึ่งอยู่ในระนาบเส้นศูนย์สูตรของดาวพฤหัสบดี แล้วนำภาพมาวิเคราะห์หามุมของเงาของดวงจันทร์ไอโอที่เบนออกจากเส้นศูนย์สูตรมาหาค่าของมุมเอียงที่กระทำกับแนวเส้นจากผู้สังเกตจากโลก โดยกำหนดให้การโคจรรอบดาวพฤหัสบดีของดวงจันทร์บริวารอยู่ในระนาบเส้นศูนย์สูตรของดาวพฤหัสบดีพอดีจากนั้นลากเส้นตรงผ่านเส้นศูนย์สูตรของดาวพฤหัสบดี ซึ่งจะสมมติให้ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวพฤหัสบดีมีค่าเท่ากับ 1 หน่วย แล้วเทียบค่าความยาวของเส้นรัศมี และระยะห่างของดวงจันทร์ไอโอ ขณะที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวพฤหัสบดี จากนั้นนำมาวัดหาค่ามุมเอียง ด้วย สมการตรีโกณมิติ  $\sin \theta = \frac{c}{a}$  จากผลการศึกษาของเราพบว่าดาวพฤหัสบดีมีมุมเอียงสูงกว่าจากแนวเส้นของผู้สังเกตเท่ากับ 11 องศา

**คำสำคัญ:** ดาวพฤหัสบดี, มุมเอียง

### ความเป็นมา

งานวิจัยการศึกษาหามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกตบนโลกได้แนวคิดมาจากถ้าดาวพฤหัสบดีมีความเอียงจากจากระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์แล้วถ้าสังเกตจากบนพื้นโลกดาวพฤหัสบดีจะมีความเอียงจากพื้นโลกเท่าใด การศึกษามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกตโดยมีวิธีการศึกษาจากภาพถ่ายดาวพฤหัสบดีในขณะที่ยังเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวพฤหัสบดีแล้วหาค่ามุมเอียงจากสมการตรีโกณ ก็จะได้ทราบถึงมุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกต

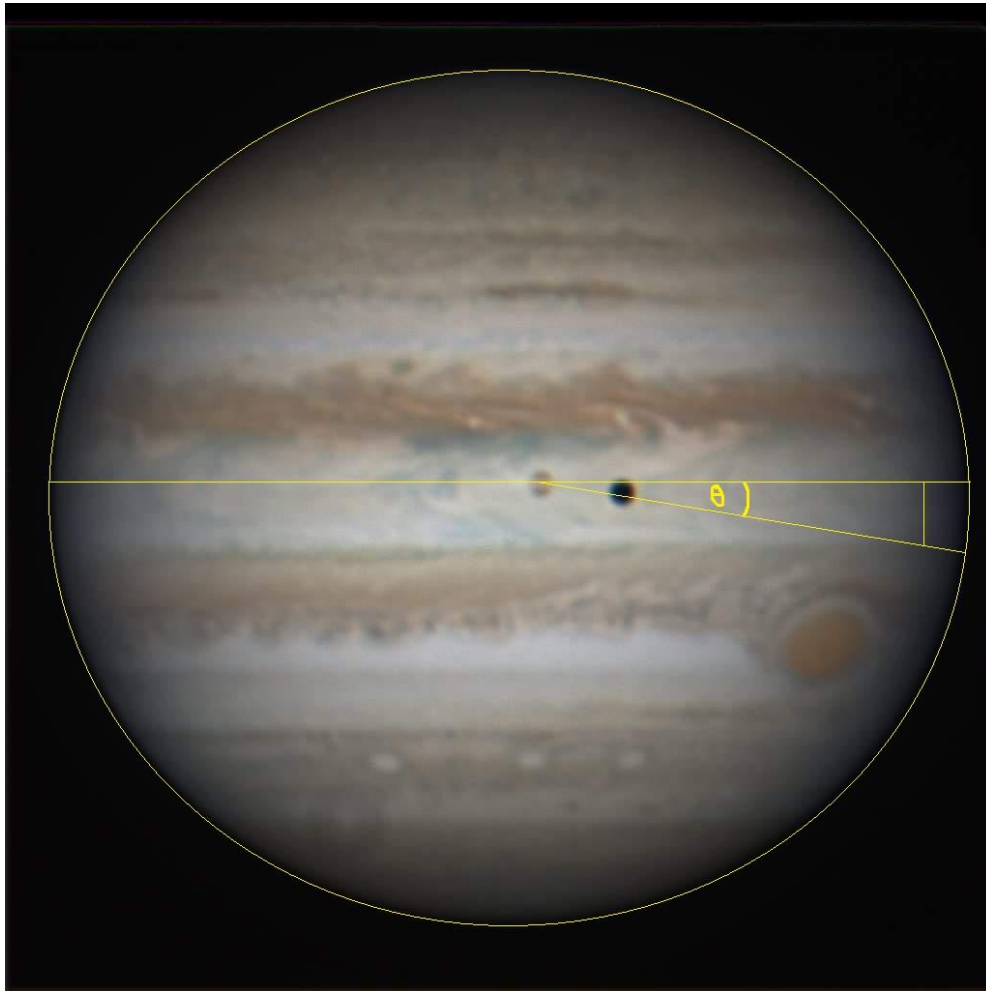
### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษามุมเอียงของดาวพฤหัสบดีเมื่อเทียบกับแนวเส้นของผู้สังเกต

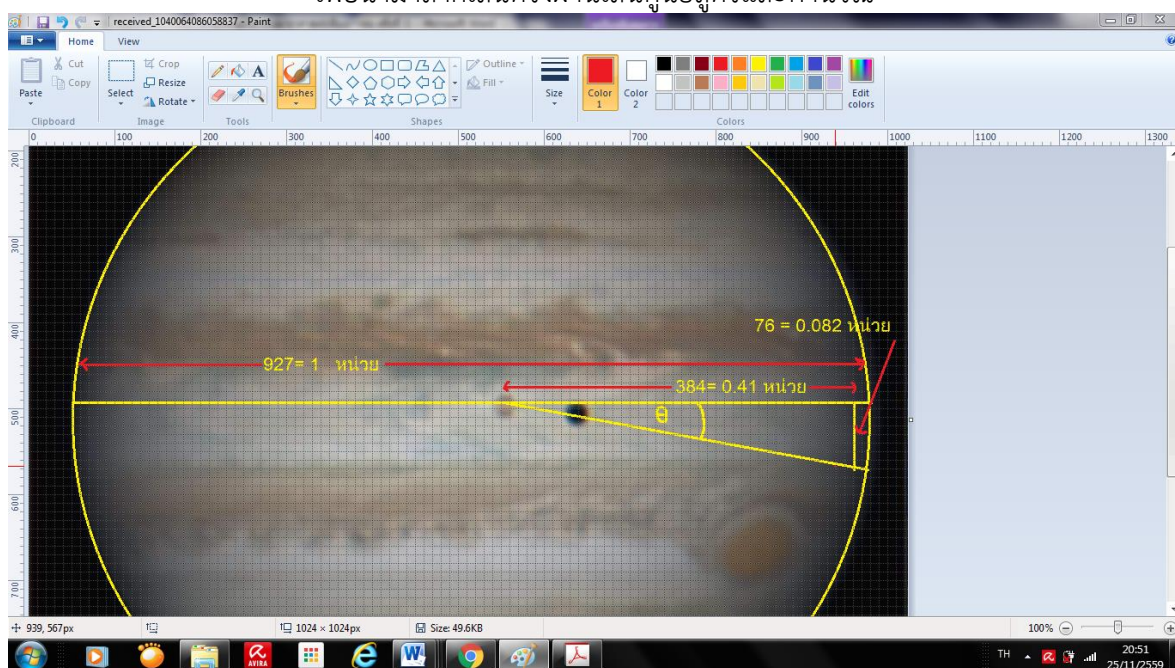
### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของดาวพฤหัสบดี
2. นำข้อมูลภาพถ่ายดาวพฤหัสบดีในขณะที่ยังเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวพฤหัสบดีมาวิเคราะห์ว่าเงาของดวงจันทร์ไอโอที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวพฤหัสบดีอยู่ห่างจากเส้นศูนย์เท่าไร
3. หลังจากทราบค่าแล้ว กำหนดให้ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวพฤหัสบดีที่วัดได้ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วย แล้วเทียบมาตรงกับด้านแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
4. เมื่อได้ค่าแล้วนำไปแทนในสมการตรีโกณมิติ  $\sin \theta = \frac{a}{b}$  ก็จะทราบถึงมุมเอียงของดาวพฤหัสบดีจากแนวเส้นของผู้สังเกต

## ผลการศึกษา

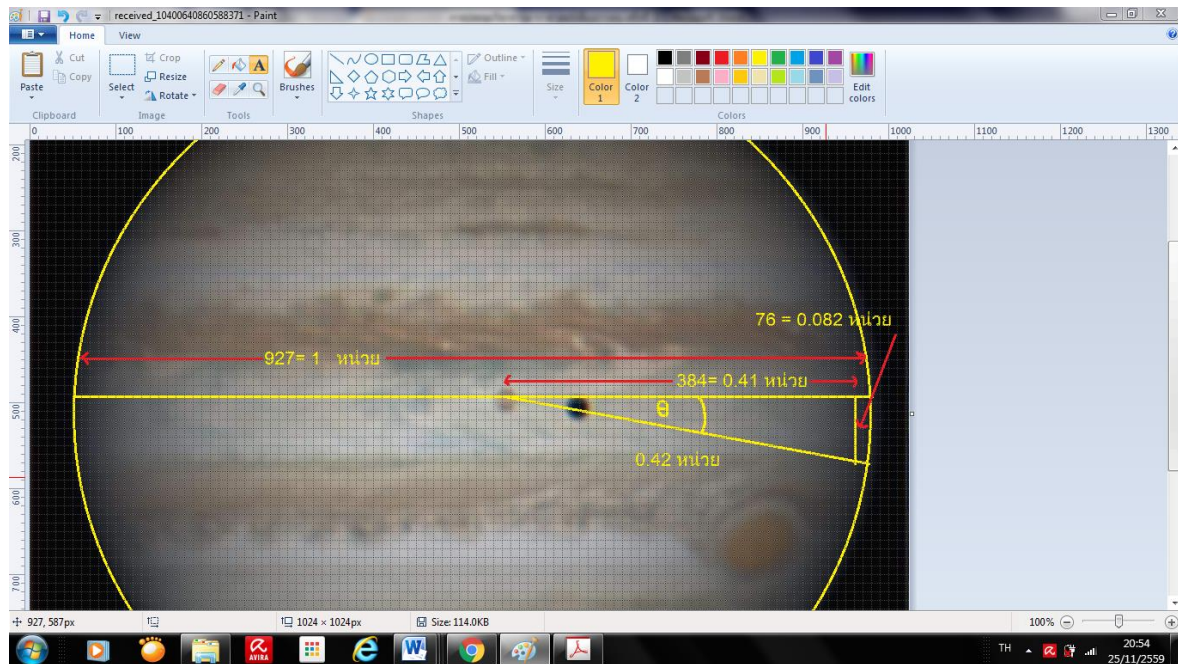


ภาพดาวพฤหัสบดี จากกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติฯ ถ่ายโดยคุณธนกริช สันติคุณากรณ์  
เพื่อนำมาลากเส้นตรงผ่านเส้นศูนย์สูตรและคำนวณ





จากภาพที่ได้นำมาลากเส้นตรงผ่านเส้นศูนย์โดยใช้โปรแกรม Paint คือ 927 โดยกำหนดให้ 927 มีค่าเท่ากับ 1 หน่วย ดังนั้นค่าของ c คือ 384 มีค่าเท่ากับ 0.41 หน่วย และค่าของ b คือ 76 มีค่า 0.082 หน่วย แล้วนำค่าทั้งสองด้านไปหา ด้าน a



จากภาพที่ 1.2 เราทราบแค่ค่า b และ c ดังนั้นเราจะหาค่า a ได้ดังต่อไปนี้

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$a^2 = 0.082^2 + 0.41^2$$

$$a^2 = 0.1681 + 0.0067$$

$$a = \sqrt{0.1741} \quad a = 0.42 \quad \text{ดังนั้นค่า } a \text{ จึงเท่ากับ } 0.42$$

เมื่อทราบค่าทั้ง a , b , c , แล้วนำไปแทนลงในสมการตรีโกณมิติ  $\sin \theta = \frac{a}{b}$  จะได้ดังนี้

$$\sin \theta = \frac{a}{b} \text{ แทนค่าจะได้ } \sin \theta = \frac{0.082}{0.42}$$

$$\sin \theta = 0.195 \quad \theta = \sin^{-1}(0.195) \text{ หรือ } \theta \approx 11 \text{ องศา}$$

**สรุปผล**

จากการศึกษาพบว่าดาวพฤหัสบดีมีมุมเอียงจากแนวเส้นของผู้สังเกตบนพื้นโลกประมาณ 11 องศา

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยดาราศาสตร์นี้ได้รับการสนับสนุนโดยโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ชั้นสูง สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่ศึกษาหาข้อมูล วิเคราะห์ผล การจัดทำรายงาน จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จจุลวงไปได้ด้วยดี ณ โอกาสนี้จึงขอขอบพระคุณไปยังบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้กราบขอบพระคุณ คุณมติพล ตั้งมติธรรม ผู้ให้การอบรมและเสียสละเวลามาช่วยฝึกฝนในการทำโครงการครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ คุณสาวิตรี เดชศรีมนตรี (พี่มุก)และคุณธนกริช สันติคุณาภรณ์ (พี่อู๋)ผู้ให้คำแนะนำทางด้านข้อมูลภาพถ่ายและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ คอยดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนทำให้

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กราบขอบพระคุณ คุณครูประเดิม วรรณทอง ครูที่ปรึกษาโครงการที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั่งมดีธรรม , คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศ ทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

<http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/solar2/Jupiter.htm>

(สืบค้นวันที่ 9 ก. ย.2559)

<http://thaimathgame.com/test/math13.php>(สืบค้นวันที่ 18 ก.ย. 2559)

[www.space.mict.go.th](http://www.space.mict.go.th)(สืบค้นวันที่ 24 ก.ย. 2559)

[www.lesa.biz/astronomy/solar-system/planets/jupiter](http://www.lesa.biz/astronomy/solar-system/planets/jupiter)(สืบค้นวันที่ 1 ต.ค. 2559)

[www.lesa.biz/astronomy/solar-system/planets/jupiter/galilean\\_moons](http://www.lesa.biz/astronomy/solar-system/planets/jupiter/galilean_moons)

(สืบค้นวันที่ 8 ต.ค. 2559)

[http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=planet\\_jupiter](http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=planet_jupiter) สืบค้นวันที่ 8 ต.ค.2559



## การพัฒนาความแม่นยำของการศึกษาภูเขาบนดวงจันทร์โดยวิธีของกาลิเลโอ

นางสาวปวีตรา นาเจริญ<sup>1</sup>,นางสาวอริสรา กุดอ้าว<sup>1</sup>

e-mail: kam19111999@gmail.com, pinmook555@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นายไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ<sup>2</sup>, นางสาวสุภลักษณ์ ชาญแสงบง<sup>1</sup> และนายบรรยงค์ สุวรรณ<sup>2</sup>

1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์)

2 คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### บทคัดย่อ

กาลิเลโอได้พัฒนากล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้ในการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ นอกจากการศึกษา รายละเอียดต่าง ๆ บนพื้นผิวดวงจันทร์แล้ว ยังได้ใช้เทคนิคทางเรขาคณิตเพื่อคำนวณหาค่าความสูงของภูเขาต่าง ๆ บนผิวของดวงจันทร์ โครงการนี้จึงสนใจพิจารณาทบทวนการใช้วิธีการของกาลิเลโอในการหาความสูงของภูเขาหรือเนินบนผิวของดวงจันทร์ด้วยการใช้ภาพถ่ายดิจิทัลผนวกกับการทราบตำแหน่งของดวงจันทร์ในวงโคจรมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแสงเงาที่วัดได้ด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพผนวกกับมุมห่างจากดวงอาทิตย์ที่จะทำให้ทราบทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง แล้วคำนวณความสูงของภูเขาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพีทาโกรัสและตรีโกณมิติ

**คำสำคัญ:** กาลิเลโอ กาลิเลอี, พื้นผิวดวงจันทร์, ภูเขาหรือเนินบนผิวของดวงจันทร์

### ความเป็นมา

ดวงจันทร์เป็นดาวบริวารเพียงดวงเดียวของโลก จัดเป็นดาวบริวารขนาดใหญ่ลำดับที่ 5 ในระบบสุริยะ มีระยะห่างจากโลกเฉลี่ยนับจากศูนย์กลางโลกถึงศูนย์กลางของดวงจันทร์ประมาณ 384,403 กิโลเมตร ดวงจันทร์มีขนาด 3,476 กิโลเมตร พื้นผิวของดวงจันทร์ประกอบไปด้วย ทะเล หรือ มหาสมุทร ภูเขา และหลุมบ่อ ซึ่งเกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาต

ในปี 1610 กาลิเลโอได้ตีพิมพ์ The Starry Messenger ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาวัตถุบนท้องฟ้าโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ ในงานวิจัยเหล่านั้น มีการสำรวจลักษณะผิวของดวงจันทร์ กาลิเลโอเก็บข้อมูลพื้นผิวดวงจันทร์โดยการวาดภาพ ซึ่งอาจทำให้ค่าที่ได้ไม่แม่นยำ ผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ที่จะพัฒนาความแม่นยำของการศึกษาภูเขาบนดวงจันทร์โดยวิธีของกาลิเลโอ ให้มีความแม่นยำมากขึ้น ด้วยการถ่ายภาพดิจิทัล อันจะเป็นประโยชน์ต่อบุคคลที่มีความสนใจด้านดาราศาสตร์

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาความแม่นยำของการศึกษาภูเขาบนดวงจันทร์โดยวิธีของกาลิเลโอ
2. เพื่อหาความสูงของภูเขาบนดวงจันทร์ที่ผู้ศึกษาสนใจศึกษา

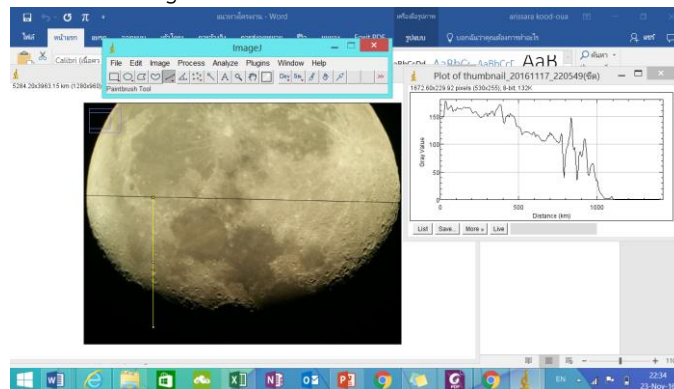
## วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์ โดยกล้องโทรทรรศน์ LS 8" ACF f/10 LightSwitch
2. วัดระยะระหว่าง Moon's terminator ถึง จุดสว่างซึ่งเป็นยอดของภูเขา, วัดระยะเงาของดวงจันทร์, วัดระยะระหว่าง Moon's terminator ถึงจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ และ วัดระยะ CD ดังรูป เมื่อ D คือ ตำแหน่งที่สนใจศึกษา



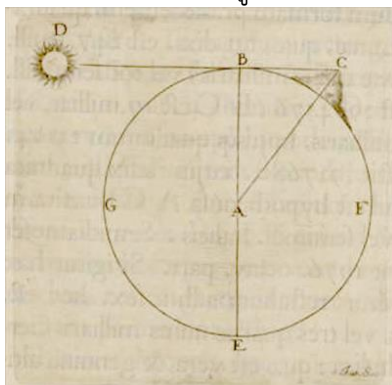
ภาพที่ 1 แสดงระยะที่ทำการวัด

โดยการนับพิกเซล ด้วยโปรแกรม ImageJ 1.50i



ภาพที่ 2 แสดงการวัดระยะด้วยโปรแกรม ImageJ 1.50i

3. นำข้อมูลวันเวลาที่ถ่ายภาพ มาหาค่ามุม elongation ของดวงจันทร์
4. คำนวณหาค่าความสูงของภูเขาบนดวงจันทร์ ประกอบไปด้วย 2 วิธี ได้แก่
  - 4.1 ใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัส



ภาพที่ 3 แสดงการคำนวณโดยใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัส

ความสูงของภูเขามีค่าเท่ากับ AC - ความยาวรัศมีของดวงจันทร์  
เมื่อ

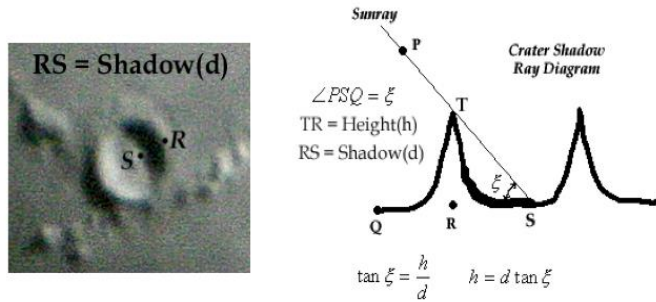
BC คือ ระยะระหว่าง Moon's terminator ถึงจุดสว่างซึ่งเป็นยอดของภูเขา

AB คือ รัศมีของดวงจันทร์

AC คือ ผลรวมของรัศมีของดวงจันทร์กับความสูงของภูเขา

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

- 4.2 ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ



ภาพที่ 4 แสดงการคำนวณโดยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ

เมื่อ

$h$  คือความสูงของภูเขา

$d = RS$  คือระยะเงาของภูเขา

สามารถหามุม ได้จากการทราบค่ามุม elongation ของดวงจันทร์และระยะ CD

7.6 นำค่าความสูงที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับการยอมรับ

#### ผลการศึกษา

ภาพถ่ายดวงจันทร์ที่เก็บข้อมูลได้ จะสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้



ภาพที่ 5 แสดงภาพพื้นผิวดวงจันทร์วันที่ 22 พฤศจิกายน 255๓ เวลา 01:15 น.

ตารางที่ 1 แสดงความสูงของภูเขาหรือขอบหลุมบนดวงจันทร์

ลำดับ	ชื่อภูเขา/หลุม	พิกัด	ค่าความสูงที่คำนวณได้ (km)	ค่าความสูงที่ได้รับการยอมรับ (km)
1	ขอบหลุม atlas	46.74 N 44.38 E	$5.1 \pm 0.1$	-
2	ขอบหลุม Hercules	46.82 N 39.21 E	$4.9 \pm 0.3$	-
3	ขอบหลุม macrobius	21.26 N 45.97 E	$3.4 \pm 0.1$	-
4	ขอบหลุม santbech	20.99 S 44.06 E	$4.5 \pm 0.2$	-

## สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สามารถใช้วิธีการของกาลิเลโอในการหาความสูงของภูเขาหรือเนินบนผิวของดวงจันทร์ประกอบกับการการใช้ภาพถ่ายดิจิทัลและการทราบตำแหน่งของดวงจันทร์ในวงโคจรมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแสงเงาที่วัดได้ด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ แล้วคำนวณความสูงของภูเขาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพีทาโกรัสและตรีโกณมิติได้ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากกระบวนการน้อยกว่า 5 %

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาความแม่นยำของการศึกษาภูเขาบนดวงจันทร์โดยวิธีของกาลิเลโอ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องในการจัดทำโครงการ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ท้ายที่สุด คณะผู้จัดทำโครงการหวังว่าโครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากนักน้อย

## เอกสารอ้างอิง

- Alan W. Hirshfeld. (2009). Astronomy activity and laboratory manual (1st ed.). USA: Jones and Bartlett Publishers.
- Thony C. (2013). How do you measure a mountain on the Moon?. Retrieved July 4, 2016. from <http://www.trueanomalies.com/how-do-you-measure-a-mountain-on-the-moon/>
- Mr. Bridger. Moon Crater/Mosaic Project. Retrieved July 4, 2016. From <https://sites.google.com/a/doversherborn.org/bridger/home/astronomy/moon-crater-mosaic-project>
- Moon. (2016). Retrieved July 25, 2016. from <https://en.wikipedia.org/wiki/Moon>
- USGS Astrogeology Science Center. Nomenclature Search Results (Target: MOON). Retrieved August 13, 2016. from <http://planetarynames.wr.usgs.gov/SearchResults?target=MOON&featureType=Mons,%20montes>
- List of mountains on the Moon by height. (2016). Retrieved August 13, 2016. from [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_mountains\\_on\\_the\\_Moon\\_by\\_height](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_mountains_on_the_Moon_by_height)

การหามวลของโลกโดยใช้คาบของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงและระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์

โดยอาศัยปรากฏการณ์สุริยุปราคา

นายชนสรณ์ พึ่งเงิน

E-mail: 19144@pu.ac.th

นางจิรภรณ์ กำแก้ว

โรงเรียนปัว

บทคัดย่อ

การหามวลของโลกโดยใช้คาบของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงและระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์โดยอาศัยปรากฏการณ์สุริยุปราคา มีจุดประสงค์เพื่อหาหามวลของโลกโดยหาคาบของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ใช้ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงจากเว็บไซต์ของกรมเจ้าท่าตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2559 นำข้อมูลมาวิเคราะห์สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลา หาจุดต่ำสุดและสูงสุดจากกราฟเพื่อวิเคราะห์หาคาบ (Synodic Period) และเทียบหาคาบดาราคติ (Sidereal Period) หาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยทำการวิเคราะห์และใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์ ณ บริเวณสนามกีฬาพญาผานอง อ.ปัว จ.น่านเทียบกับ ข้อมูลภาพถ่ายของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติจากหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาฉะเชิงเทราด้วยวิธีพารัลแลกซ์(parallax) และหามวลของโลกจากคาบและระยะห่างของดวงจันทร์ที่กล่าวมาข้างต้นด้วยกฎของเคปเลอร์ข้อที่3

จากการศึกษาพบว่าดวงจันทร์มีคาบดาราคติ (Sidereal Period) เฉลี่ย 27.26 วันเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน(27.322วัน)พบว่ามี ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.22 ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ 361852 กิโลเมตร เมื่อเทียบกับค่าจริงในโปรแกรม Stellarium มีค่าเท่ากับ 359,310 กิโลเมตร พบว่าค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าจริงอยู่ 2,542 กิโลเมตรหรือมากกว่าค่าจริงอยู่ร้อยละ 0.71 และมวลของโลกมีค่าเท่ากับ  $5.341 \times 10^{24}$  kg น้อยกว่าค่าจริง ( $5.972 \times 10^{24}$ kg) อยู่ร้อยละ 10.36

**คำสำคัญ:** มวลของโลก พารัลแลกซ์(parallax) คาบดาราคติ(Sidereal Period) กฎของเคปเลอร์ข้อที่3

ความเป็นมา

หลายพันปีก่อนมนุษย์เริ่มศึกษาวัตถุท้องฟ้าต่างๆ วัตถุที่ชวนให้สังเกตมากที่สุดคือดวงจันทร์ ดวงจันทร์ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่น่าสนใจมากมายเช่น ปรากฏการณ์สุริยุปราคาที่เกิดจากดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์และจันทรุปราคาที่เกิดจากดวงจันทร์อยู่ภายใต้เงาของโลก นอกจากนี้ดวงจันทร์ยังทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงบนโลกอีกด้วย ระดับน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละวันจะขึ้นลงไม่เท่ากันเกิดจากมุมของดวงจันทร์ที่ทำกับดวงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้จึงสังเกตเห็นว่าหากเราใช้คาบของการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงอาจหาคาบของดวงจันทร์ได้ นอกจากนี้การเกิดสุริยุปราคาแต่ละครั้งเมื่อผู้สังเกตอยู่ในแต่ละพื้นที่ก็จะเห็นการบังของดวงจันทร์ไม่เหมือนกันทำให้สามารถใช้

สุริยุปราคาในการพารัลแลกซ์หาระยะทางถึงดวงจันทร์ได้ และจากการค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตันทำให้เราสามารถหามวลของโลกได้โดยใช้กฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3  $P^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G(m_E + m_m)}$

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาคาบของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง
2. เพื่อศึกษาหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากสุริยุปราคาด้วยวิธีพารัลแลกซ์(parallax)
3. เพื่อศึกษาหามวลของโลกจากคาบและระยะทางของดวงจันทร์จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 ด้วยกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### 1. การหาคาบของดวงจันทร์โดยอาศัยปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง

1. รวบรวมข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงของกรมเจ้าท่าตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559 จากทั้ง 19 สถานีวัด
2. จัดทำแผนภูมิแสดงความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดเฉลี่ยทุกสถานี
3. วิเคราะห์แผนภูมิและหาจุดที่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดและน้ำเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด
4. นำข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อหาคาบของดวงจันทร์และหาคาบดาราคติ

ด้วยสมการ  $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{E}$  โดย S คือ คาบหรือเวลาที่กลับมาয়งอิลองเกซันเดิม (Synodic Period)

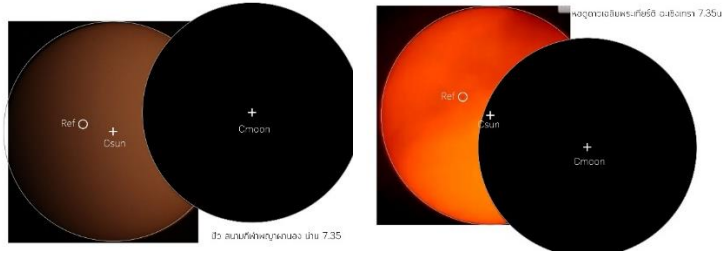
P คือ คาบดาราคติ (Sidereal Period)

E คือ คาบที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ (365.25 วัน)

#### 2. การหาระยะห่างของดวงจันทร์จากสุริยุปราคา

1. ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากตำแหน่งต่างกัน ในเวลาเดียวกัน โดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์บริเวณสนามกีฬาพญาผานอง อำเภอปัว จังหวัดน่าน เทียบกับหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษาฉะเชิงเทรา

2. หาจุดอ้างอิงจุดบนดวงอาทิตย์และหาจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์จากภาพ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop โดยสร้างวงกลมทับดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ให้พอดีตั่งภาพ



ภาพที่ 1 แสดงจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ดวงจันทร์และจุดอ้างอิง ภาพซ้ายบันทึกที่สนามกีฬาพญาผานอง อำเภอปัว จังหวัดน่าน ภาพขวาทักที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ7รอบพระชนมพรรษาฉะเชิงเทรา

3. นำจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์มาจากทั้ง 2 ภาพมาซ้อนกัน หมุนภาพใดภาพหนึ่งจนกระทั่งทั้งสองภาพอยู่ในทิศทางเดียวกัน โดยการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์ (สำหรับกรณีที่ในช่วงเวลานั้นเกิดจุดบนดวงอาทิตย์) สิ่งที่ต้องทำคือ หมุนภาพจนกระทั่งจุดบนดวงอาทิตย์มาซ้อนกันพอดี

4. วัดระยะเชิงมุมระหว่างจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ของทั้งสองภาพ นำไปหามุม Parallax ได้ โดยการเทียบกับขนาดเชิงมุมของภาพถ่ายโดยมีค่าเท่ากับ 1 องศา

5. คำนวณหาระยะจากโลกถึงดวงจันทร์ (ประมาณพื้นที่ที่บังมากกว่าเป็นตำแหน่งตั้งฉากกับศูนย์กลางดวงจันทร์) ด้วยสมการ  $\tan P = \frac{S}{d}$  โดย

- S คือ ระยะห่างของจุดถ่ายภาพ
- P คือ ระยะเชิงมุมที่แตกต่างกันของทั้งสองภาพ
- d คือ ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

### 3.การหามวลของโลก

หามวลของโลกโดยใช้กฎของเคปเลอร์ข้อที่3  $P^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G(m_E+m_m)}$

โดยP คือ คาบดาราคติ (Sidereal Period) วินาที

a คือ ระยะครึ่งแกนเอก (เมตร)

m คือ มวล (กิโลกรัม)

### ผลการศึกษา

#### 1.คาบของดวงจันทร์โดยอาศัยปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง

คาบเฉลี่ย 29.46 วัน จากสมการ  $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{E}$  จะได้คาบดาราคติ มีค่าเท่ากับ 27.26 วัน

#### 2.ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์

เทียบหา Parallax การเทียบกับขนาดเชิงมุมของภาพถ่ายโดยมีค่าเท่ากับ 1 องศา

	ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์จากภาพถ่ายที่น่านและฉะเชิงเทรา (7:35 GMT+7)
มุม (P)	0.098°
ระยะห่างของสถานี (s)	618921 เมตร
ระยะจากโลกถึงดวงจันทร์ (d)	361852 กิโลเมตร

### 3.มวลของโลก

จากกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3  $P^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G(m_E)}$  (ประมาณว่ามวลของดวงจันทร์น้อยมาเมื่อเทียบกับโลกและวงโคจรของดวงจันทร์เป็นวงกลม) จะได้มวลของโลกเท่ากับ  $5.353 \times 10^{24}$  Kg

#### สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าดวงจันทร์มีคาบดาราคติ (Sidereal Period) เฉลี่ย 27.26 วันเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน(27.322วัน) พบว่ามีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.22 ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ 361852 กิโลเมตร เมื่อเทียบกับค่าจริงในโปรแกรม Stellarium มีค่าเท่ากับ 359,310 กิโลเมตร พบว่าค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าจริงอยู่ 2,542 กิโลเมตรหรือมากกว่าค่าจริงอยู่ร้อยละ 0.71 และมวลของโลกมีค่าเท่ากับ  $5.341 \times 10^{24}$  kg น้อยกว่าค่าจริง ( $5.972 \times 10^{24}$ kg) อยู่ร้อยละ 10.36 โดยค่าความคลาดเคลื่อนนี้อาจเป็นเพราะในความเป็นจริงแล้วดวงจันทร์โคจรเป็นวงรีซึ่งในกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 นั้นจำเป็นต้องใช้ระยะกึ่งแกนเอกแต่จากการคำนวณนั้นประมาณว่าดวงจันทร์ห่างโลกเท่ากันทุกจุด

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะมีสถาบันและบุคคลต่างๆซึ่งคอยให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้ากระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ณ โอกาสนี้ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน รวมถึงกรมเจ้าท่าซึ่งเป็นเจ้าของข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลงอันเป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษา จนทำให้โครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนปัว คุณครูจิรภรณ์ ก้าวแก้ว ครูที่ปรึกษาโครงการ รวมถึง คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รักและคุณครู ตลอดจนเพื่อน ๆ ในโรงเรียนทุกคนที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้มีพลังในการทำโครงการในครั้งนี้ได้สำเร็จ

#### เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม.คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ พิมพ์ครั้งที่ 1 .สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ เชียงใหม่, 2556.

Wikipedia. (2016). Gravitational constant. สืบค้นจาก [www.en.wikipedia.org/wiki/Gravitational\\_constant](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_constant)

กรมเจ้าท่า. (2016).ข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลง. สืบค้นจาก [www.md.go.th/](http://www.md.go.th/)



เวลาที่ดวงจันทร์หมุนรอบโลก  
นางสาวพุดตา บรรเทา  
e-mail: puttita.numpu@xmail.com  
ชื่อครูที่ปรึกษา  
นางสาวศิริวรรณ ตันหยง  
โรงเรียน “บ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์”

#### บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการหาคาบเวลาที่ดวงจันทร์ใช้หมุนรอบโลกว่าใช้เวลา 29.5 วัน จริงหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์คือแอสโตรเลปในการวัดมุมเงยดวงจันทร์ในเวลาเดียวกันทุกวันจนครบ 1 รอบ จากการผลงานจะได้มุมมองคาบที่เปลี่ยนไปเฉลี่ย 12.1 องศา เมื่อเปลี่ยนไปจนครบรอบจะ ใช้เวลาเฉลี่ย 29.75 วัน ซึ่งคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐานประมาณ 0.85 % ซึ่งความคลาดเคลื่อน นี้ อาจเกิดจากการระนาบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกไม่อยู่ในระนาบเดียวกับผู้สังเกต ซึ่งข้อผิดพลาดนี้ผู้วิจัยจะนำไปหาทางแก้ไขต่อไป

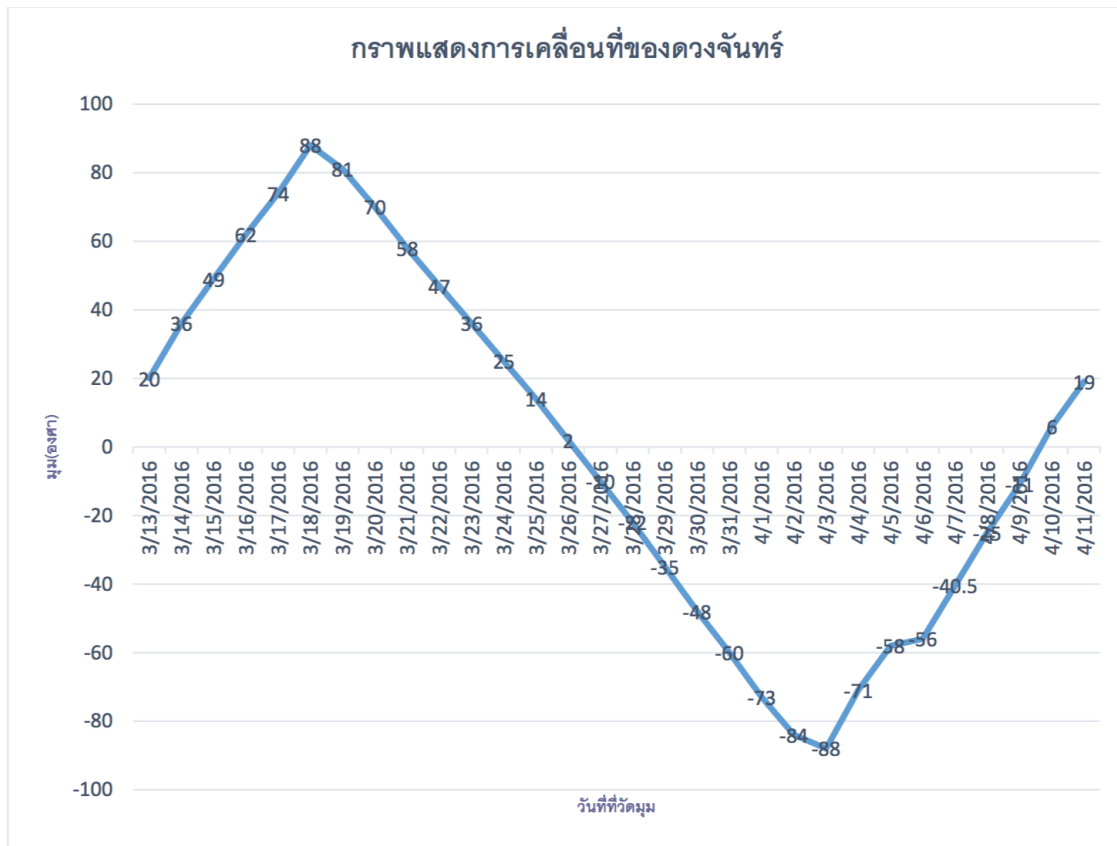
#### ความเป็นมา

ดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกครบหนึ่งรอบเป็นเวลา 29.5 หากเราสังเกตดวงจันทร์ ในแต่ละคืนจะพบว่าดวงจันทร์จะเคลื่อนที่ตำแหน่งเดิม ผู้วิจัยได้ศึกษาคาบเวลาที่ดวงจันทร์ใช้ หมุนรอบโลกว่าใช้เวลา 27.3 วันจริงหรือไม่ หากได้ค่าที่ตรงหรือใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานก็จะสามารถ ใช้สนับสนุนหรือสามารถนำไปต่อยอดวิจัยอื่นได้อีก

#### วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์คือแอสโตรเลปในการวัดมุมเงยดวงจันทร์ในเวลาเดียวกันทุกวันจนพบวันที่มุมเงยมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่ามุมเงยวันแรกเมื่อบันทึกข้อครบแล้วให้หาค่ามุมมองคาบที่เปลี่ยนไป โดยเฉลี่ยแล้วนำค่ามุมเฉลี่ยที่ได้ไปหาคาบที่ดวงจันทร์ใช้หมุนรอบโลกโดยใช้สูตร  $360/\text{มุมมองคาบที่เปลี่ยนไป}$

## ผลการศึกษา



จากกราฟสามารถอธิบายได้ว่า ดวงจันทร์เคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ดวงจันทร์สูง ขึ้นเรื่อยๆ จนมาอยู่ตำแหน่งเหนือศีรษะเรา หรือเท่ากับหรือใกล้เคียงมุม 90 องศา หลังจากนั้นก็จะลดลง เรื่อยจนไม่สามารถมองเห็นดวงจันทร์ ค่าลบที่ปรากฏอยู่ในกราฟคือตำแหน่งของดวงจันทร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (เราจึงได้วัดดวงจันทร์ในเวลาที่มีมองเห็นแล้วใช้สูตรเปลี่ยนเวลาและองศาของดวงจันทร์) หลังจากนั้นดวงจันทร์จะโคจรกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิมซึ่งก็คืออยู่ตำแหน่งที่วัดมุมมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียง มุมของดวงจันทร์ที่วัดวันแรก จึงจะถือว่าครบ 1 รอบ

### สรุปผล

จากผลการวิจัยจะได้มุมองศาที่เปลี่ยนไปเฉลี่ย 12.1 องศา เมื่อเปลี่ยนไปจนครบรอบจะ ใช้เวลาเฉลี่ย 29.75 ซึ่งคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน (29.5 วัน) ประมาณ 0.85% ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้ อาจเกิดจากกระบวนการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับผู้สังเกตรวมไปถึงเครื่องมืออุปกรณ์มีความคลาดเคลื่อนซึ่งข้อผิดพลาดนี้ผู้วิจัยจะนำไปหาทางแก้ไขต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จาก <https://sites.google.com/site/krunewkew/science6/s1> (สืบค้นข้อมูล : 23 ธันวาคม 2558)

เครื่องแอสโตรเลป.เข้าถึงได้จาก <http://www.astroeducation.com/astromedia/book/astrolabe/> (สืบค้นข้อมูล : 23 ธันวาคม 2558)

การเคลื่อนที่ในรอบวัน.เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.biz/astromedia/book/astrolabe/> (สืบค้นข้อมูล : 24 ธันวาคม 2558)

The solar system.เข้าถึงได้จาก <http://www.rungnapa-astro.com/rose-doc/Moonphase.html> (สืบค้นได้จาก 21 พฤศจิกายน 2559)

## การศึกษาพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ไลเบรชัน

นางสาวณัฐธิดา เจียมฮวดหลี

e-mail:Fang\_hh@hotmail.com

นายบุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

### บทคัดย่อ

โครงการเรื่องการศึกษาพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์ไลเบรชันนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์ทั้งหมดที่สามารถสังเกตเห็นได้จากตำแหน่ง ณ จุดหนึ่งบนโลก โดยทำการรวบรวมภาพถ่ายดวงจันทร์ที่ถ่าย ณ ประเทศไทย แล้วนำภาพที่ได้มาวิเคราะห์หาตำแหน่งไกลสุดทั้งทางลองจิจูดและละติจูดโดยเทียบตำแหน่งจากแผนที่ดวงจันทร์ และนำไปคำนวณหาพื้นที่ที่ปรากฏของดวงจันทร์

ผลจากการศึกษาระยะห่างระหว่างโลกและดวงจันทร์จะผันผวนกับขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ ซึ่งระยะทางดังกล่าวจะมีผลต่อพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์ กล่าวคือระยะห่างระหว่างโลกและดวงจันทร์จะส่งผลให้พื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์มีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละวัน และปรากฏการณ์ไลเบรชันที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจะทำให้ผู้สังเกตสามารถเห็นพื้นผิวของดวงจันทร์ได้กว้างกว่าการสังเกตเพียงครั้งเดียว โดยจากการศึกษาพบว่าไลเบรชันในแนวละติจูด ไลเบรชันในแนวละติจูดและไลเบรชันประจำวันจะทำให้เห็นพื้นที่ปรากฏเป็น 57.17 , 58.46 และ 50.85 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การหมุนสมวาร (synchronous rotation) , ปรากฏการณ์ไลเบรชัน (libration)

### บทนำ

“ดวงจันทร์” ดาวบริวารเพียงดวงเดียวของโลก ผลของ Tidal Lock ทำให้ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองแบบการหมุนสมวาร คือคาบการหมุนรอบตัวเองกับคาบการโคจรรอบโลกมีค่าเท่ากัน โดยดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองประมาณ 27.3 วัน ซึ่งส่งผลให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก แต่การที่ ระยะห่างระหว่างโลกและดวงจันทร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวงโคจรที่มีความรี ค่าความเอียงของแกนของดวงจันทร์และความเอียงของระนาบวงโคจรจะส่งผลให้ผู้สังเกตบนโลกสามารถเห็นพื้นผิวปรากฏของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นปรากฏการณ์ไลเบรชันในแนวละติจูดและลองจิจูด อีกทั้งการที่โลกหมุนไปก็ทำให้ผู้สังเกตบนโลกสามารถเห็นพื้นผิวปรากฏของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นปรากฏการณ์ไลเบรชันประจำวันอีกเช่นกัน ดวงจันทร์โคจรไปรอบโลกจะเกิดปรากฏการณ์ไลเบรชันหรือการแกว่งของดวงจันทร์ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้สามารถเห็นพื้นที่ผิวของดวงจันทร์ได้มากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด กล่าวคือเรามีโอกาสมองเห็นพื้นที่ผิวดวงจันทร์ได้กว้างกว่าการสังเกตเพียงครั้งเดียว

จากปรากฏการณ์ไลเบรชันของดวงจันทร์ทำให้พื้นที่ผิวของดวงจันทร์ที่จะสามารถมองเห็นจากผิวโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ผู้จัดทำโครงการสนใจที่จะศึกษาหาพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์ จากปรากฏการณ์ไลเบรชัน

### วิธีการศึกษา

#### อุปกรณ์

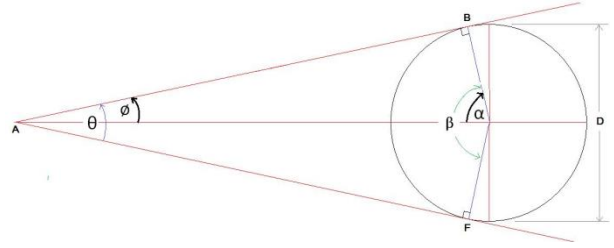
1. กล้องโทรทรรศน์แบบผสม ขนาด 8 นิ้ว
2. กล้องจากโทรศัพท์มือถือ
3. แผนที่ดวงจันทร์
4. โปรแกรม Photoshop

## วิธีการทดลอง

### ตอนที่ 1 การศึกษาปรากฏการณ์โลเบรชันในแนว

#### ละติจูดและลองจิจูด

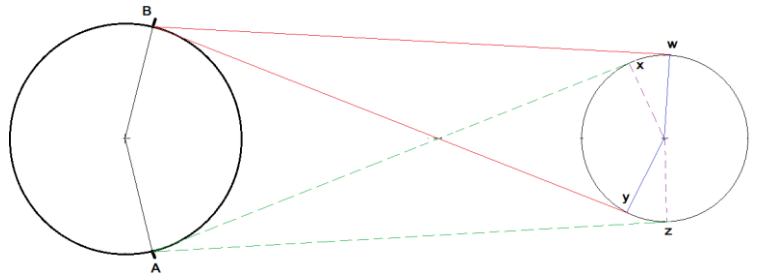
1. ถ่ายภาพดวงจันทร์ในช่วงที่ปรากฏเฟสมากกว่า 50 % โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบผสมขนาด 8 นิ้ว
2. ทหาระยะทางระหว่างผิวโลกถึงดวงจันทร์ของภาพที่ถ่ายได้ในแต่ละวัน เพื่อหาขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์ ( $\theta$ ) และมุมแอลฟา ( $\alpha$ ) ดังรูป
3. นำภาพที่ได้มาทำการหาจุดศูนย์กลางของภาพแล้วนำมาเทียบกับแผนที่ดวงจันทร์ เพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางจากจุดตัดระหว่างเส้นละติจูดกับเส้นลองจิจูดของภาพในแต่ละวัน
4. นำค่ามุมแอลฟา ( $\alpha$ ) ที่ได้ มาหาค่าละติจูด ลองจิจูด สูงสุดที่ปรากฏแต่ละวันแล้วคำนวณหาพื้นที่ปรากฏ



### ตอนที่ 2 การศึกษาปรากฏการณ์โลเบรชัน

#### ประจำวัน

1. ถ่ายภาพดวงจันทร์ในวันที่ขึ้นและตกต่อเนื่องกัน โดยให้อยู่ใกล้กับขอบฟ้ามากที่สุด แล้วนำไปวิเคราะห์เช่นเดียวกับตอนที่ 1



## ผลการศึกษา

### ตอนที่ 1 ตารางแสดงผลการโลเบรชันในละติจูด - ลองจิจูด

Date	time	Center of Pic (moon map)		S (km.)	$\theta$ (deg)	$\alpha$ (deg)	Latitude (deg)		Longitude (deg)		App Area (km <sup>2</sup> )	App Area (%)		
		Lat	Long				N	S	E	W				
24/01/59	04:44	8.5 N	5.4 E	384,390	0.52	89.75	81.75	f	89.35	n	95.14	84.35	18,865,136	50
22/02/59	19:43	2.5 N	5.4 E	394,829	0.50	89.75	87.75	f	84.35	n	95.14	84.35	18,865,136	50
23/03/59	23:18	2.8 S	1.9 E	399,008	0.50	89.51	86.71	n	87.69	f	91.41	87.61	18,785,832	49.7
22/04/59	21:26	4.5 S	1.3 W	402,224	0.49	89.75	85.22	n	85.75	f	88.45	91.05	18,865,136	50
18/08/59	20:34	0.5 S	6.0 W	370,568	0.54	89.74	89.24	n	89.76	f	83.74	95.74	18,861,863	49.9
21/08/59	05:55	7.5 N	1.3 W	363,879	0.55	89.73	82.77	f	82.23	n	88.43	91.03	18,858,482	49.9
23/08/59	02:18	3.0 N	2.3 W	361,148	0.55	89.72	87.28	f	86.72	n	87.42	92.02	18,855,209	49.9
09/09/59	20:24	2.5 S	2.6 E	395,902	0.50	89.75	87.25	n	87.75	f	92.35	87.15	18,865,136	50
10/09/59	20:51	7.5 S	2.7 W	391,712	0.51	89.75	82.25	n	82.78	f	87.05	92.45	18,865,136	50
14/09/59	21:37	2.5 S	2.4 W	368,553	0.54	89.73	87.23	n	87.77	f	87.33	92.13	18,858,482	49.9
16/09/59	20:38	1.9 N	2.5 W	361,685	0.55	89.73	88.37	f	87.83	n	87.23	92.23	18,858,482	49.9
11/10/59	21:52	3.0 S	6.9 W	374,928	0.53	89.74	86.74	n	87.26	f	82.84	96.64	18,861,863	49.9
13/10/59	19:54	4.2 N	6.0 W	363,114	0.55	89.73	86.07	f	85.53	n	83.73	95.73	18,858,482	49.9
14/10/59	20:01	0.1 S	5.9 W	358,675	0.55	89.72	89.62	n	89.82	n	83.82	95.62	18,855,209	49.9
18/10/59	21:41	7.2 N	2.8 E	357,936	0.56	89.72	83.08	f	82.52	n	92.52	86.92	18,855,209	49.9
19/10/59	21:51	7.5 N	8.1 E	362,713	0.55	89.73	82.77	f	82.23	n	97.83	81.63	18,858,482	49.9
21/10/59	00:41	7.4 N	10 E	372,107	0.54	89.73	82.87	f	82.33	n	99.73	69.73	18,858,482	49.9
10/11/59	23:23	0.9 N	7 W	364,677	0.54	89.73	89.37	f	88.83	n	82.73	96.73	18,858,482	49.9
13/11/59	18:02	4.5 N	0	355,756	0.56	89.72	85.78	f	85.22	n	89.72	89.72	18,855,225	49.8

จากตารางผลการศึกษาค่าพื้นที่ปรากฏสูงสุดในแนว Latitude และ Longitude

Libration	The angle on The Farside	Area <sub>Far side</sub> (km <sup>2</sup> )	Area <sub>Far side</sub> (%)	% Apparent Area (%)
Latitude	81.75	16,232,185.1	42.83	57.17
Longitude	80.26	15,742,276.5	41.54	58.46

### ตอนที่ 1 ตารางแสดงผลการไลเบรชันประจำวัน

Date	time	Center of Pic (moon map)		S (km.)	$\theta$ (deg)	$\alpha$ (deg)	Longitude (deg)		App Area (km <sup>2</sup> )	App Area (%)
		Lat	Long				E	W		
13/11/59	18:02	4.5 N	0	355,756	0.56	89.72	89.72	89.72	18,855,225	49.8
14/11/59	03:54	4.5 N	2.5 E	354,253	0.56	89.72	87.22	92.22	18,855,225	49.8

จากตารางผลการศึกษาค่าพื้นที่ปรากฏสูงสุดในแนว Latitude และ Longitude

Libration	The angle on The Farside	Area <sub>Far side</sub> (km <sup>2</sup> )	Area <sub>Far side</sub> (%)	% Apparent Area (%)
Longitude	89.03	18,627,055.8	49.15	50.85

### สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า ระยะทางระหว่างโลกและดวงจันทร์ที่มีการแปลงเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวงโคจรที่มีความรี ค่าความเอียงของแกนของดวงจันทร์และความเอียงของระนาบวงโคจรจะส่งผลให้ผู้สังเกตบนโลกสามารถเห็นพื้นผิวปรากฏของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นปรากฏการณ์ไลเบรชันในแนวละติจูดและลองจิจูด โดยมีค่าพื้นที่ปรากฏเป็น 57.17 % และ 58.46 % ตามลำดับ อีกทั้งการที่โลกหมุนไปก็ทำให้ผู้สังเกตบนโลกสามารถเห็นพื้นผิวปรากฏของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นปรากฏการณ์ไลเบรชันประจำวันอีกเช่นกัน โดยมีค่าพื้นที่ปรากฏเป็น 50.85 %

## อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่าระยะห่างระหว่างโลกและดวงจันทร์จะแปรผกผันกับขนาดเชิงมุมของดวงจันทร์แต่จะแปรผันตรงกับพื้นที่ปรากฏของดวงจันทร์ คือเมื่อดวงจันทร์มีระยะห่างระหว่างโลกมาก ขนาดเชิงมุมจะมีขนาดเล็กแต่พื้นที่ปรากฏจะมาก แต่ถ้าดวงจันทร์มีระยะห่างจากโลกไม่มาก ขนาดเชิงมุมจะมีขนาดใหญ่แต่พื้นที่ปรากฏจะน้อยลง ส่วนปรากฏการณ์ไลเบรชัน จะส่งผลต่อตำแหน่งศูนย์กลางที่ปรากฏของดวงจันทร์นั้นเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้พื้นที่ปรากฏต่อสายตามีค่าไม่เท่ากัน และปรากฏการณ์ไลเบรชันสามารถเกิดได้ 3 รูปแบบ คือ

1. ไลเบรชันในลองจิจูด เกิดจากการที่วงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกค่อนข้างรี ดังนั้นการหมุนของดวงจันทร์ในบางครั้งจึงล้ำหน้าหรือล้ำหลังตำแหน่งวงโคจร
2. ไลเบรชันในละติจูด เกิดจากการที่แกนของดวงจันทร์หมุนเอียงอย่างเล็กน้อยกับระนาบวงโคจร จนตั้งฉากกับระนาบของวงโคจรรอบโลก
3. ไลเบรชันประจำวัน เกิดจากการแกว่งไปมาอย่างเล็กน้อยของดวงจันทร์เนื่องจากการหมุนของโลก ซึ่งเกิดขึ้นทุกวัน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์บุญส่ง เห็นงาม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และอาจารย์พีรพัฒน์ สามัญ ที่ช่วยสละเวลามาสอนเรื่องการคำนวณทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคุณกรกมล ศรีบุญเรือง เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องรูปภาพ และคุณธนกฤต สันติคุณภรณ์ พี่เลี้ยงสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติสำหรับคำปรึกษาข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้โครงการสำเร็จไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

Bruce McClure: <http://earthsky.org/space/how-much-of-the-moon-can-we-see-from-earth-lunar-libration>. 5

David R. Williams: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>.

## การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีผลมาจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

นางสาวจุฑามาส เจริญทอง

e-mail:nance99999@gmail.com

อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อสภาพอากาศของโลก ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยศึกษาความสัมพันธ์เทียบกับเวกเตอร์ลัทธิของแรงไทดัล ระยะห่างจากดวงจันทร์ และเฟสของดวงจันทร์เพื่อศึกษาอิทธิพลจากดวงจันทร์ พบว่าในช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ และแรม 15 ค่ำ มีปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าช่วงวันขึ้น 8 ค่ำ และแรม 8 ค่ำ และศึกษาอิทธิพลจากดวงอาทิตย์โดยศึกษาความสัมพันธ์กับระยะห่างจากดวงอาทิตย์และเวลาสุริยะปรากฏพบว่า เวลาสุริยะปรากฏมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน

**คำสำคัญ:** สภาพอากาศ, ดวงจันทร์, ดวงอาทิตย์

### บทนำ

โลกของเรามีดวงจันทร์ที่เป็นบริวารเพียงดวงเดียว และมีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่างๆภายในโลก หากเราได้สังเกตท้องฟ้า จะพบว่าส่วนสว่างของดวงจันทร์มีความแตกต่างกันในแต่ละวันซึ่งเกิดจากการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกครบหนึ่งรอบ โดยจะใช้เวลาประมาณ 29 วัน รวมทั้งการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงนั้น มีผลมาจากดวงจันทร์ เช่นเดียวกับดวงอาทิตย์ที่เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ เป็นแหล่งพลังงานของโลกและมีผลต่อปรากฏการณ์ภายในโลกมากมาย เช่น การเกิดฤดูกาล การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดแสงออโรรา

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อสภาพอากาศของโลก และโดยศึกษาจากข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยพิจารณาข้อมูลทั่วประเทศตั้งแต่ เดือน มกราคม 2547 – ธันวาคม 2558



## วิธีการศึกษา

### 1. ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูล

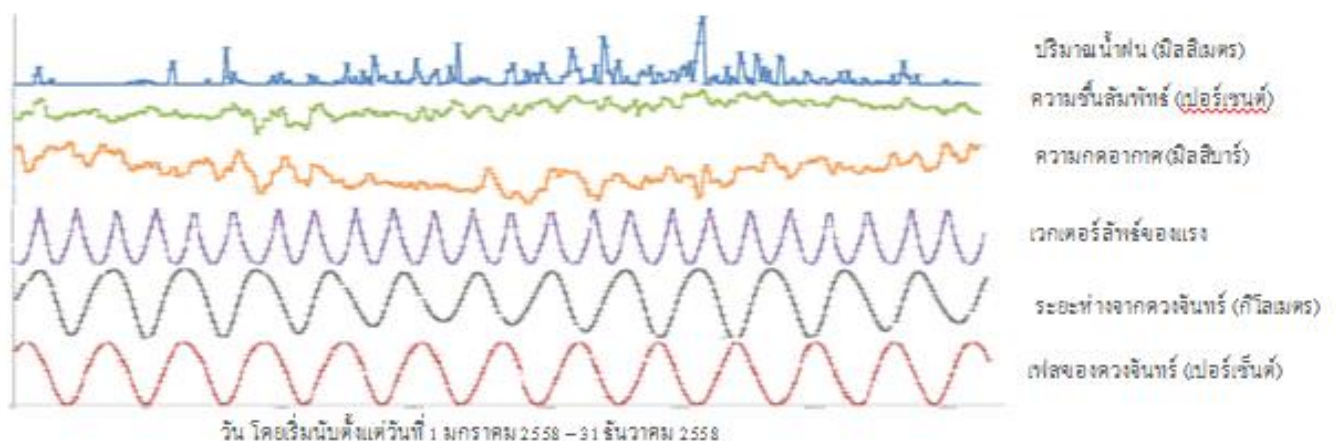
- 1) ดำเนินการขอข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นค่าเฉลี่ยรายวันทั่วประเทศ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2548 – 31 ธันวาคม 2558
- 2) ดำเนินการขอข้อมูลความชื้น และปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนทั่วประเทศ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 – ธันวาคม 2558
- 3) สืบค้นข้อมูลปริมาณน้ำฝน รายเดือนของประเทศออสเตรเลีย จาก [www.bom.gov.au](http://www.bom.gov.au) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 - ธันวาคม 2558 จากสถานี Point Pass, SA

### 2. ขั้นตอนการประมวลผล

- 1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศ เทียบกับเวกเตอร์ลิฟท์ของแรงไทด์l ระยะห่างจากดวงจันทร์ และเฟสของดวงจันทร์ ปี 2558
- 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทย ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และปริมาณน้ำฝนของประเทศออสเตรเลีย เทียบกับระยะห่างจากดวงอาทิตย์ถึงโลกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 – ธันวาคม 2558 ทั้งหมด 12 ปี
- 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย ออสเตรเลีย เทียบกับเวลาสุริยะปรากฏเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 – ธันวาคม 2558 ทั้งหมด 12 ปี

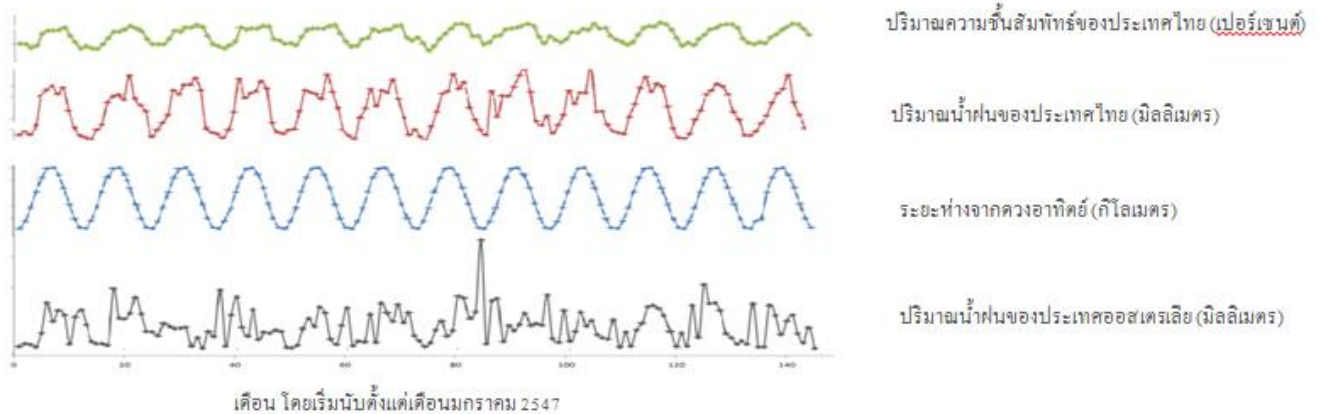
## ผลการศึกษา

### ตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลสภาพอากาศเทียบกับดวงจันทร์

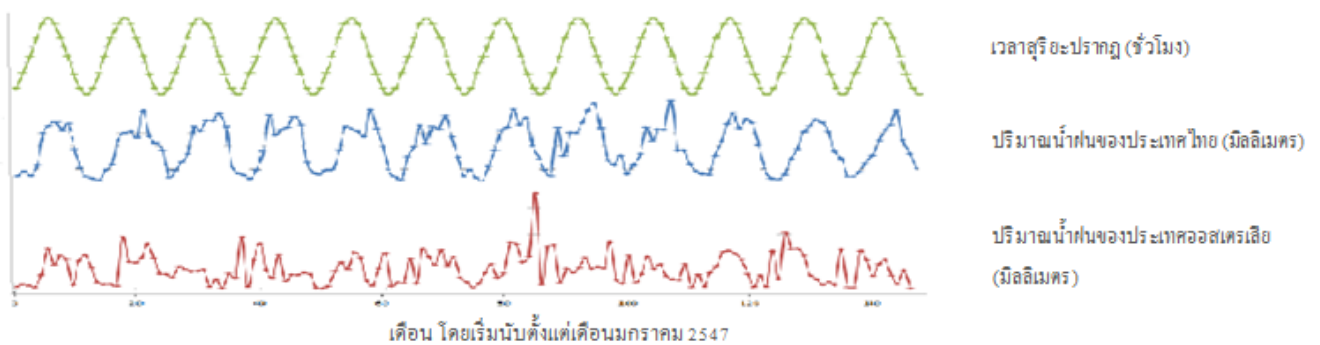


**กราฟ 1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศ เทียบกับเวกเตอร์ลิฟท์ของแรงไทด์l ระยะห่างจากดวงจันทร์ และเฟสของดวงจันทร์ ปี 2558

## ตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลสภาพอากาศเทียบกับดวงอาทิตย์



**กราฟ 2.1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทย ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และปริมาณน้ำฝนของออสเตรเลีย เทียบกับระยะห่างจากดวงอาทิตย์ถึงโลกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 – ธันวาคม 2558



**กราฟ 2.2** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และปริมาณน้ำฝนของออสเตรเลีย เทียบกับเวลาสุริยะปรากฏเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 – ธันวาคม 2558

### สรุปผล

จากการทดลองในตอนต้นที่ 1 พบว่าในช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ และแรม 15 ค่ำ มีปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าช่วงวันขึ้น 8 ค่ำ และแรม 8 ค่ำ ซึ่งให้ผลที่ตรงข้ามกับปริมาณความกดอากาศ

ในตอนต้นที่ 2.1 พบว่าระยะห่างจากดวงอาทิตย์มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนของออสเตรเลีย และในตอนต้นที่ 2.2 พบว่าเวลาสุริยะปรากฏมีผลต่อปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยและออสเตรเลีย ดังนั้นอิทธิพลจากดวงจันทร์คือ เฟสของดวงจันทร์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนอิทธิพลจากดวงอาทิตย์คือ เวลาสุริยะปรากฏมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน และยังพบอีกว่าปรากฏการณ์เอลนีโญมีความสัมพันธ์กับแค่ปริมาณน้ำฝนเท่านั้น

## อภิปราย

จากการศึกษาอิทธิพลจากดวงจันทร์ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศ เทียบกับเวกเตอร์ลัทธิของแรงไทดัล ระยะห่างจากดวงจันทร์ และเฟสของดวงจันทร์ ในตอนที่ 1 พบว่าเวกเตอร์ลัทธิของแรงไทดัล และเฟสของดวงจันทร์มีผลต่อปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ เพราะจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ให้เห็นว่า ในช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ และแรม 15 ค่ำ มีปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าช่วงวันขึ้น 8 ค่ำ และแรม 8 ค่ำ เนื่องจากการเปลี่ยนเฟสของดวงจันทร์เกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงจันทร์ในขณะที่โคจรรอบโลกเมื่อเทียบกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ซึ่งส่งผลทำให้เวกเตอร์ลัทธิของแรงไทดัลเปลี่ยนไป แต่ผลที่ได้ตรงข้ามกับความกดอากาศ เนื่องจากตอนที่มีความกดอากาศต่ำ มีปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มาก เพราะอากาศเหนือพื้นดินร้อน ทำให้อากาศยกตัวสูงขึ้นแล้วอุณหภูมิลดลงต่ำลง จึงเกิดการควบแน่น สาเหตุที่ระยะห่างจากดวงจันทร์ไม่มีผลหรือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายในโลกน้อยมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระยะห่างจากดวงจันทร์มีค่าน้อยมาก

จากการศึกษาอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทย ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และปริมาณน้ำฝนของประเทศออสเตรเลีย เทียบกับระยะห่างจากดวงอาทิตย์เป็นรายเดือน ในตอนที่ 2.1 พบว่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทย ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยและระยะห่างจากดวงอาทิตย์มีความสัมพันธ์กัน เพราะ ฝนตกในแต่ละครั้งมีปัจจัยมาจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์มากแสดงว่ามีไอน้ำในอากาศสูง ซึ่งเกิดจากการได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่พบว่าข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยกับประเทศออสเตรเลียไม่มีความสอดคล้องกัน ทำให้พบว่าระยะห่างจากดวงอาทิตย์ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนและปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ จึงเป็นเหตุทำให้มีการศึกษาต่อในตอนที่ 2.2 โดยพบว่าเวลาสุริยะปรากฏมีผลต่อปริมาณน้ำฝนของทั้งประเทศไทยและประเทศออสเตรเลีย เนื่องจาก ในวันที่มีเวลาสุริยะปรากฏมาก แสดงว่าแหล่งน้ำได้รับความร้อนที่มากและยาวนานกว่า ดังนั้นจึงเป็นเหตุที่ทำให้มีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่าวันที่มีเวลาสุริยะปรากฏน้อย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์บุญส่ง เห็นงาม และอาจารย์ปิยนตร ฉุยฉาย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำแนวคิดและวิธีการ และได้สละเวลาแก้ไขข้อบกพร่อง ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่ความสนับสนุนข้อมูลสภาพอากาศ

## เอกสารอ้างอิง

Kohyama and Wallace. (2016).

Rainfall variations induced by the lunar gravitational atmospheric tide and their implications for the relationship between tropical rainfall and humidity. *Geophysical Research Letters*, 43 (2), 918–923.

วิภู รุโจปการ. (2554). *เอกภพเพื่อความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล*. (พิมพ์ครั้งที่ 12).

กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิชั่น.

ชูศรี วงศ์รัตน. (2544). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพมหานคร : เทพเนรมิตการพิมพ์

## การหาคาบโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนโดยใช้กล้องโทรทรรศน์

นายวัฒนโชติ ยั่งยืน

Email:watthanachot61@gmail.com

นางพรรณพร บุญทศ

โรงเรียนโยธินวิทยา

### บทคัดย่อ

ดวงจันทร์กาลิเลียน เป็นดวงจันทร์บริวารของดาวพฤหัสบดีซึ่งประกอบด้วย ไอโอ ยูโรปา คัลลิสโต และ แกนีมีด โครงการดาราศาสตร์เรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคาบการโคจรของดวงจันทร์ไอโอ ยูโรปา และแกนีมีด วิธีการศึกษาคือถ่ายภาพดวงจันทร์กาลิเลียนแล้วนำมาหาคาบการโคจรด้วยสมการอัตราเร็วเชิงมุม ( $\omega = \frac{2\pi}{T}, \omega = \frac{\theta}{t}$ ) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ กล้องโทรทรรศน์ดอปโซเนียนและกล้อง DSLR ผลการศึกษาพบว่า คาบการโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนทั้ง 4 ดวง ได้แก่ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีด และคัลลิสโต มีค่าเท่ากับ 1.941 วัน, 3.340 วัน, 7.623 วัน และ 18.088 วัน ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** ดวงจันทร์กาลิเลียน คาบการโคจร กล้องโทรทรรศน์

### บทนำ

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ มีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น จุดแดงใหญ่ที่เป็นพายุหมุนขนาดใหญ่กว่าโลก วงแหวนรอบดาวพฤหัสบดี รวมทั้งดวงจันทร์ที่เป็นบริวาร คือ ดวงจันทร์กาลิเลียน ประกอบด้วยไอโอ ยูโรปา แกนีมีด และคัลลิสโต ซึ่งดวงจันทร์แต่ละดวงมีคาบการโคจรรอบดาวพฤหัสบดีที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจศึกษาการหาคาบโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนทั้ง 4 ดวงโดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์

### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาคาบการโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนโดยใช้โปรแกรม stellarium เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดเวลาสำหรับถ่ายภาพ

2. ถ่ายภาพดวงจันทร์กาลิเลียนโดยใช้กล้อง DSLR ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ถ่ายภาพดวงจันทร์กาลิเลียนอย่างต่อเนื่องทุกวัน



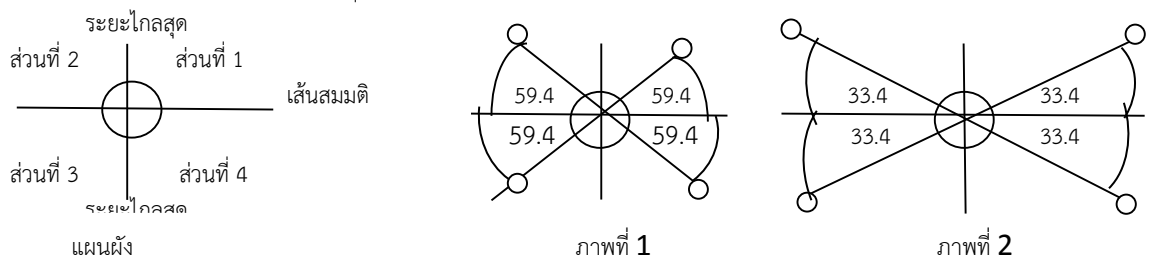
ภาพถ่ายเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2559

เวลา 05.34 น.

3. นำภาพถ่าย 2 ภาพ ที่ถ่ายในวันต่างกัน มาหาคาบการโคจรโดยวัดระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีถึงดวงจันทร์ (ชม.) จากนั้นหาระยะห่างของดวงจันทร์แต่ละดวงที่โคจรห่างจากดาวพฤหัสบดีมากที่สุด โดยใช้อัตราส่วน 1 ชม. : 84,400 กม. นำระยะห่างที่วัดได้ของทั้งสองภาพมาสร้างในแผนผังระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีถึงดวงจันทร์ที่ทำมุม  $\theta$  ใดๆ กับเส้นสมมติ เมื่อกำหนดให้ระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีถึงดวงจันทร์ที่

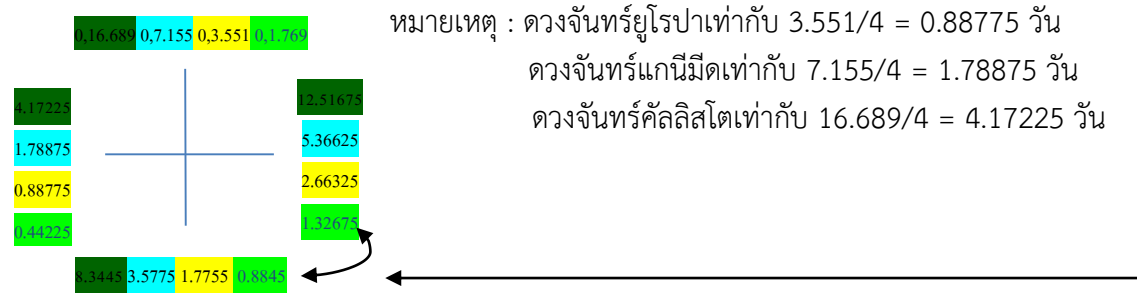
ไกลที่สุดทำมุมฉากกับเส้นสมมติจะได้ว่าระยะห่างดาวพฤหัสบดีกับดวงจันทร์ที่วัดได้ทำมุม  $\theta$  ใดๆ กับเส้นสมมติ หาได้จาก  $\theta = \frac{\text{ระยะห่างดาวพฤหัสบดีกับดวงจันทร์} \times 90}{\text{ระยะห่างไกลสุดที่มีหน่วยเซนติเมตร}}$  เมื่อให้  $\theta_1$  คือ ดวงจันทร์ในภาพที่ 1 ทำมุมกับเส้นสมมติ และ  $\theta_2$  คือ ดวงจันทร์ในภาพที่ 2 ทำมุมกับเส้นสมมติ เนื่องจากระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีถึงดวงจันทร์มากที่สุดมี 2 ตำแหน่ง จะได้ ตำแหน่งของดวงจันทร์ที่ทำมุมใดๆ กับเส้นสมมติ มี 4 ตำแหน่งในแผนผัง ดังตัวอย่าง ตัวอย่าง การหาคาบการโคจรของดวงจันทร์ไอโอ ภาพที่ 1 ระยะห่างจากดาวพฤหัสบดีเท่ากับ 3.3 ซม. วันที่ 1 พ.ย. เวลา 5.12 น. ภาพที่ 2 ระยะห่างจากดาวพฤหัสบดี 1.8 ซม. วันที่ 2 พ.ย. เวลา 5.22 น. ระยะห่างไกลสุดหน่วยเซนติเมตรเท่ากับ 5 ซม.

จาก  $\theta = \frac{\text{ระยะห่างดาวพฤหัสบดีกับดวงจันทร์} \times 90}{\text{ระยะห่างไกลสุดที่มีหน่วยเซนติเมตร}}$  จะได้  $\theta_1 = 59.4$  องศา และ  $\theta_2 = 33.4$  องศา

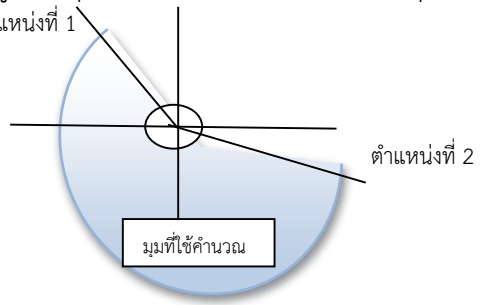


4. หาค่าตำแหน่งดวงจันทร์ในภาพที่ 2 ของแผนผัง ซึ่งหาได้ ดังนี้

ตัวอย่าง : ดวงจันทร์ไอโอ มีคาบการโคจร เท่ากับ 1.769 วัน จะได้ช่วงเวลาระหว่างส่วนได้ 1.769/4 เท่ากับ 0.44225  $\Delta t = 1$  วัน 10 นาทีจะได้ว่าตำแหน่งของภาพที่ 2 อยู่ในส่วนที่ 4 ของแผนผัง



จากนั้นกวาดมุมจากตำแหน่งดวงจันทร์ภาพที่ 1 ซึ่งอยู่ในส่วนที่ 2 ของแผนผังมาตำแหน่งดวงจันทร์ในภาพที่ 2 ดังรูป ซึ่งมุมที่ได้จากการกวาด จะใช้เป็นมุมที่นำไปคำนวณ



5. เปลี่ยนมุมที่ได้ในข้อ 4 เป็นเรเดียนจากสมการ เรเดียน =  $\frac{\text{องศา} \times 6.28}{360}$  จากนั้นนำมาเข้าสมการ

เพื่อหาคาบการโคจร ดังนี้  $T = \frac{2\pi t}{\theta}$  เมื่อ  $\omega$  คือ อัตราเร็วเชิงมุมหน่วยเป็นเรเดียน/วินาที,  $t$  คือ เวลาที่ใช้ในการโคจร,  $T$  คือ คาบการโคจร

$T$  ที่ได้จะมีหน่วยวินาที ซึ่งต้องเปลี่ยนเป็นวันโดยหารด้วย 86,400 จะได้สมการใหม่ คือ  $T = \frac{2\pi t}{\theta \times 86,400}$

และเวลา t มีหน่วยเป็นวันต้องเปลี่ยนเป็นวินาที จากสมการ

$$t = (\text{จำนวนวัน} \times 86,400) + (\text{จำนวนนาฬิกา} \times 600)$$

### 6. หาคาบดาราคติจาก

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$$

ซึ่ง E เป็น คาบดาราคติของโลก  
P เป็น คาบดาราคติของดาวเคราะห์  
S เป็น คาบซินอดิกของดาวเคราะห์

หมายเหตุ ระยะไกลสุดของยูโรปา = 7.9 ชม.  
ระยะไกลสุดของแกนีมีด = 12.7 ชม.  
ระยะไกลสุดของคัลลิสโต = 22.3 ชม.

หมายเหตุ : ในการหาคาบการโคจรจะใช้ข้อมูล 3 ค่า และหาค่าเฉลี่ยเพื่อลดความคลาดเคลื่อน

## ผลการศึกษา

คาบการโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียน ปรากฏดังนี้

### 1.1 ดวงจันทร์ไอโอ (Io)

ค่าที่	เวลาในภาพ		ตำแหน่งที่ 1 (ภาพที่ 1)		ตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 2)		ค่าที่ใช้หาคาบโคจร			คาบซินอดิก $T = \frac{2\pi t}{\theta \times 86,400}$	คาบดาราคติ $\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$
	ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_1$ )	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_2$ )	ตำแหน่งที่ 2 ในผัง	มุมที่ใช้คำนวณ	มุม rad		
1	1/11 5.12	2/11 5.22	3.3	59.4	1.8	32.4	ส่วนที่ 4	207	3.61	1.752	1.760
2	4/11 5.22	5/11 5.26	2.7	48.6	3.9	70.2	ส่วนที่ 4	168.4	2.94	2.142	2.155
3	5/11 5.26	6/11 5.26	3.9	70.2	3.9	70.2	ส่วนที่ 4	190	3.31	1.897	1.907
คาบการโคจรเฉลี่ย คือ											1.941

### 2.2 ดวงจันทร์ยูโรปา (Europa)

ค่าที่	เวลาในภาพ		ตำแหน่งที่ 1 (ภาพที่ 1)		ตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 2)		ค่าที่ใช้หาคาบโคจร			คาบซินอดิก $T = \frac{2\pi t}{\theta \times 86,400}$	คาบดาราคติ $\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$
	ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_1$ )	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_2$ )	ตำแหน่งที่ 2 ในผัง	มุมที่ใช้คำนวณ	มุม rad		
1	1/1 5.12	2/11 5.22	3.8	43.29	7.8	88.86	ส่วนที่ 3	132.15	2.30	2.749	2.770
2	2/11 5.22	5/11 5.26	7.8	88.86	2.7	30.76	ส่วนที่ 1	299.62	5.23	3.606	3.642
3	9/11 5.26	10/11 5.36	6.8	77.47	2.1	23.92	ส่วนที่ 3	101.39	1.77	3.573	3.608
คาบการโคจรเฉลี่ย คือ											3.340

### 2.3 ดวงจันทร์แกนีมีด (Ganymede)

ค่าที่	เวลาในภาพ		ตำแหน่งที่ 1 (ภาพที่ 1)		ตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 2)		ค่าที่ใช้หาคาบโคจร			คาบซินอดิก $T = \frac{2\pi t}{\theta \times 86,400}$	คาบดาราคติ $\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$
	ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_1$ )	ระยะถึงดาวพฤหัสบดี (cm)	มุมโคจร ( $\theta_2$ )	ตำแหน่งที่ 2 ในผัง	มุมที่ใช้คำนวณ	มุม rad		
1	1/11 5.12	2/11 5.22	3.9	27.64	6.2	43.94	ส่วนที่ 2	68.58	1.20	5.270	5.347
2	2/11 5.22	9/11 5.26	6.2	43.94	4.1	29.06	ส่วนที่ 1	253.00	4.41	9.972	10.252
3	3/11 5.15	9/11 5.26	9.1	64.49	4.5	31.89	ส่วนที่ 1	302.60	5.28	7.127	7.269
คาบการโคจรเฉลี่ย คือ											7.623

## 2.4 ดวงจันทร์คัลลิสโต(Callisto)

ค่า ที่	เวลาในภาพ		ตำแหน่งที่ 1 (ภาพที่ 1)		ตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 2)		ค่าที่ใช้หาคาบโคจร			คาบซินอดิก $T = \frac{2\pi t}{\theta \times 86,400}$	คาบดาราคติ $\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$
	ภาพที่ 1	ภาพ ที่ 2	ระยะถึงดาว พฤหัสบดี (cm)	มุม โคจร ( $\theta_1$ )	ระยะถึงดาว พฤหัสบดี(cm)	มุมโคจร ( $\theta_2$ )	ตำแหน่งที่ 2 ในฝั่ง	มุมที่ใช้ คำนวณ	มุม rad		
1	1/11 5.12	2/11 5.22	11.5	56.39	5.9	23.80	ส่วนที่ 2	32.59	0.57	11.094	11.442
2	1/11 5.12	10/11 5.12	13	52.44	13.6	54.86	ส่วนที่ 4	177.58	3.10	18.232	19.191
3	3/11 5.15	9/11 5.26	12.5	50.43	11.6	46.80	ส่วนที่ 3	97.23	1.70	22.193	23.630
คาบการโคจรเฉลี่ย คือ											18.088

### สรุปผล

จากการหาคาบการโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนทั้ง 4 ดวง ได้แก่ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีด และคัลลิสโต มีค่าเท่ากับ 1.941 วัน, 3.340 วัน, 7.623 วัน และ 18.088 วัน ตามลำดับ

### อภิปรายผล

จากการหาคาบการโคจรของดวงจันทร์กาลิเลียนพบว่า ดวงจันทร์ไอโอเท่ากับ 1.941 วัน คลาดเคลื่อน 9.72% (ค่าจากฐานข้อมูลเท่ากับ 1.769 วัน) ดวงจันทร์ยูโรปาเท่ากับ 3.340 วัน คลาดเคลื่อน 5.94% (ค่าจากฐานข้อมูลเท่ากับ 3.551 วัน) ดวงจันทร์แกนีมีด เท่ากับ 7.623 วัน คลาดเคลื่อน 6.54% (ค่าจากฐานข้อมูลเท่ากับ 7.155 วัน) และดวงจันทร์คัลลิสโต เท่ากับ 18.088 คลาดเคลื่อน 8.38% (ค่าจากฐานข้อมูล 16.689 วัน) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนอาจเนื่องจากการวัดค่ามุมการโคจรที่คลาดเคลื่อน

วิฒนโชติ ยั่งยืน

### เอกสารอ้างอิง

ดวงจันทร์กาลิเลียน, จากเว็บไซต์ [http://www.lesa.biz/astromy/solar-system/planets/jupiter/galilean\\_moons](http://www.lesa.biz/astromy/solar-system/planets/jupiter/galilean_moons) สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2559.  
มติพล ตั้งมดีธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, สิงหาคม 2558.

## การค้นหาดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบ GJ1214 ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแปลงเวลาการผ่านหน้า

นางสาวสุพิชญา พัดเจริญ ,นายจตุรวิทย์ เมธีวัฒนากุล

E-mail: veenus33@gmail.com, Jathurawit\_mark@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา อ.ธีรวัฒน์ บุญพอง

โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับดาวเคราะห์นอกระบบในปัจจุบันมีการศึกษาที่กว้างขวางและหลากหลาย มีการนำเทคนิคต่างๆมาใช้ในการวิเคราะห์มวล รัศมี และข้อมูลจำเพาะอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับดาวเคราะห์นอกระบบ ดาวเคราะห์นอกระบบที่สนใจในที่นี้คือ ดาวเคราะห์ GJ1214b ซึ่งเป็นดาวเคราะห์ที่ประกอบไปด้วยน้ำเป็นหลัก มีขนาด 2.7 เท่าของโลก ตรวจพบครั้งแรกในปี 2009 โดยโครงการ MEarth จากการสังเกตเห็นการลดลงของแสงดาวฤกษ์ GJ1214 เมื่อดาวเคราะห์ GJ1214b โคจรผ่านหน้า งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงเวลาการผ่านหน้า ซึ่งเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงเวลาในการผ่านหน้าของดาวในแต่ละครั้งว่ามีลักษณะเวลาเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพื่อวิเคราะห์หาดาวเคราะห์ที่ไม่สามารถวัดได้ด้วยการสังเกตการณ์ ในระบบเดียวกันกับดาวเคราะห์ GJ1214b จากนั้นนำข้อมูลมาแสดงผลในรูปของกราฟระหว่างรอบที่ดาวเคราะห์ GJ1214b ผ่านหน้ามาอยู่ตรงกลางดาวฤกษ์ GJ1214 กับความต่างระหว่างเวลาการผ่านหน้าที่แท้จริงกับเวลาการผ่านหน้าที่คำนวณได้ แล้วลากเส้นกราฟที่ใกล้เคียงที่สุดจากค่า  $x^2$  เพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงเวลาการผ่านหน้า และหาขอบเขตมวลที่มากที่สุดของดาวเคราะห์อีกดวง

**คำสำคัญ :** ดาวเคราะห์นอกระบบ , เทคนิคการเปลี่ยนแปลงเวลาการผ่านหน้า , ขอบเขตมวลที่มากที่สุดของดาวเคราะห์อีกดวง , ดาวฤกษ์ GJ1214 , ดาวเคราะห์ GJ1214b

### ความเป็นมา

ในสองทศวรรษที่ผ่านมา การค้นหาและเรียนรู้เกี่ยวกับดาวเคราะห์นอกระบบ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดาราศาสตร์ยุคใหม่ และในปัจจุบันก็มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบแล้วมากกว่า 3,200 ดวง โดยดาวเคราะห์นอกระบบมากกว่า 2,600 ดวงนั้นถูกค้นพบด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า (Transit) แต่เนื่องจากในระบบดาวเคราะห์นอกระบบหนึ่งนั้นเรามีโอกาสที่จะประกอบไปด้วยดาวเคราะห์มากกว่าหนึ่งดวง จึงมีการนำเทคนิคการเปลี่ยนแปลงเวลาการผ่านหน้า (Transit Timing Variation : TTV) ซึ่งศึกษาเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในการผ่านหน้าในแต่ละครั้งมาใช้ตรวจสอบดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบ

ดาวเคราะห์นอกระบบที่สนใจในที่นี้คือ ดาวเคราะห์ GJ1214b ซึ่งมีการตรวจพบครั้งแรกในปี 2009 ภายใต้โครงการ MEarth [3] ด้วยวิธีการ Transit จากการสังเกตแสงที่ลดลงของดาว GJ1214 (RA 17:15:19.0 DEC +04:57:50) ดาวเคราะห์ดวงนี้มีขนาด 2.7 เท่าของโลก คาบการโคจร 1.58 วัน ระยะห่างจากดาวฤกษ์ประมาณ 0.01411 AU เป็นดาวเคราะห์ที่ประกอบไปด้วยน้ำเป็นหลัก (Ocean Planet) ได้มีการตรวจพบชั้นบรรยากาศบนดาวเคราะห์ดวงนี้ในปี 2013 [9] ดาวเคราะห์ดวงนี้มีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 75% และเป็นหิน 25% ชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มดาวดวงนี้เป็นแก๊ส เช่น H และ He (ประมาณ 0.05%) การที่ GJ1214b มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักทำให้เกิดความดันเนื่องจากแรงกดทับของน้ำทำให้เกิดชั้นน้ำแข็งได้มหาสมุทร แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์กับดาวฤกษ์ที่น้อยจึงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวของดาวเคราะห์ค่อนข้างสูงไม่น่ามีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่บนดาว ระบบดาวเคราะห์นี้จึงน่าสนใจเป็นอย่างมากที่จะศึกษาถึงดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบ



## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเวลากลางการผ่านหน้าของดาวเคราะห์ GJ1214b
2. เพื่อปรับปรุงเวลากลางการผ่านหน้าและคาบการโคจรของดาวเคราะห์ GJ1214b
3. เพื่อหามวลที่เป็นไปได้ของดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบ GJ1214 ด้วยเทคนิค TTV

## วิธีทำการทดลอง

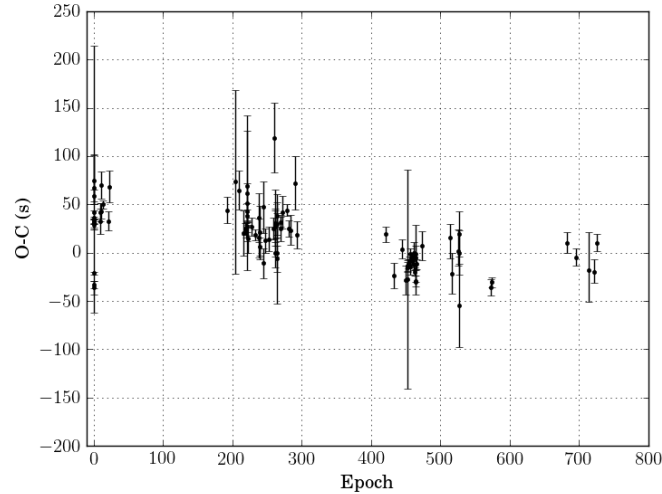
1. รวบรวมข้อมูลเวลากลางการผ่านหน้า (Mid transit time) ของดาวเคราะห์ GJ1214b จากงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ และเปลี่ยนหน่วย Mid transit time ให้เป็นในรูปของ Barycentric Julian Date (BJD)
2. นำเวลา Mid transit time ที่ได้จากข้อที่ 1 มาคำนวณหารอบที่ดาวเคราะห์ผ่านหน้า (Epoch) เพื่อนำมาคำนวณหาเวลาที่ดาวเคราะห์ GJ1214 b โคจรผ่านหน้า (C) และหาค่า O-C ซึ่งก็คือค่าความแตกต่างระหว่างเวลากลางการผ่านหน้าที่ได้จากการสังเกตการณ์ (O) ลบด้วยค่าที่ได้จากการคำนวณ (C) เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็นำมาสร้างกราฟ O-C diagram
3. นำกราฟ O-C diagram มาวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อปรับปรุงค่าเวลากลางการผ่านหน้าและคาบการโคจรของดาวเคราะห์
4. จำลองการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรด้วยโปรแกรม TTVFaster [7] โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรเนื่องจากดาวเคราะห์เพิ่มเติม ที่มีมวลระหว่าง 0.1 ถึง 1000 เท่าของมวลโลก โดยมีการเพิ่มขึ้นครั้งละ  $10^{0.01}$  เท่าของมวลโลก และ คาบการโคจรระหว่าง 0.3 ถึง 5.0 เท่าของคาบการโคจรของดาวเคราะห์ที่สังเกตการณ์ได้ โดยมีการเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.1 เท่า
5. วิเคราะห์แอมพลิจูดของกราฟการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรที่จำลองขึ้นในแต่ละคาบ เพื่อหามวลของดาวเคราะห์เพิ่มเติมที่น้อยที่สุดที่มีแอมพลิจูดดังกล่าว
6. เปรียบเทียบกราฟเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรที่ได้จากการสังเกตการณ์กับกราฟที่ได้จากการสังเกตการณ์ในข้อ 5 โดยใช้ค่าไคสแควร์หาความแตกต่างของค่าไคสแควร์ของกราฟเส้นตรงกับค่าไคสแควร์ของการจำลอง ( $\Delta x^2$ ) แล้วนำค่า  $\Delta x^2$  ไปวิเคราะห์ถึงมวลดาวเคราะห์ที่เป็นไปได้ ณ คาบต่างๆ
7. วิเคราะห์ขอบเขตคาบที่จะเป็นไปได้ ระหว่าง GJ1214b กับดาวเคราะห์อีกดวง โดยคำนวณในรูปแบบสำหรับระบบที่มีดาวเคราะห์ 2 ดวง ที่มีลักษณะวงโคจรเป็นวงกลม โดยผลต่างของระยะครึ่งแกนเอกของดาวเคราะห์ทั้งสองต้องมีค่าไม่น้อยกว่า  $2\sqrt{3}$  เท่าของค่า Mutual Hill's sphere [5]

## ผลการทดลอง

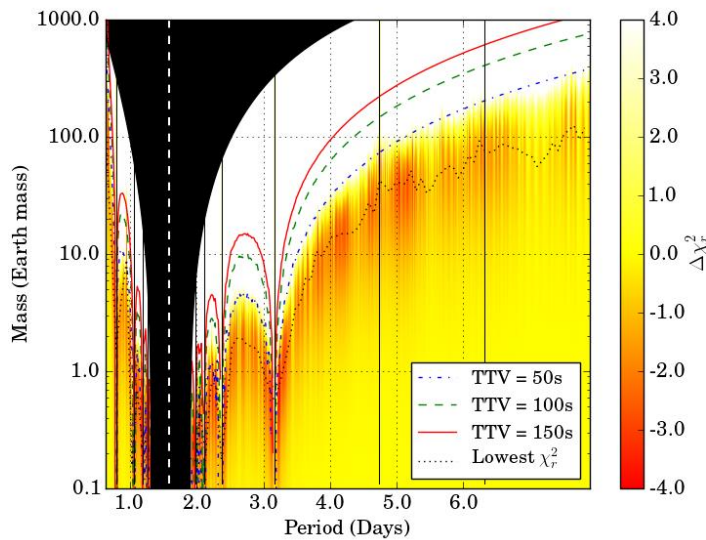
จากค่า Mid transit time ที่รวบรวมมาได้เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อปรับปรุงค่าเวลากลางการผ่านหน้าและคาบการโคจรของดาวเคราะห์ พบว่าเวลา Mid transit time จะเป็นไปตามความสัมพันธ์

$$T_0(E) = 2455391.65374 + 1.58041E \quad (\text{BJD})$$

โดยที่ E คือจำนวนตัวเลขของค่า Epoch ของการผ่านหน้าในวันที่ 15 พฤษภาคม 2552 ซึ่งเมื่อใช้สมการข้างต้นในการคำนวณหา O-C diagram จะได้กราฟดังภาพที่ 1 ซึ่งเมื่อนำ O-C diagram มาวิเคราะห์หาค่าไคสแควร์ของกราฟเส้นตรงจะได้ค่าเท่ากับ 17.66



กราฟที่ 1 O-C diagram ของดาวเคราะห์นอกระบบ GJ1214b



กราฟที่ 2 ขอบเขตมวลที่มากที่สุดของดาวเคราะห์เพิ่มเติม เส้นประสีฟ้า เส้นประสีเขียว และเส้นสีแดงแสดงให้เห็นขอบเขตมวลที่แอมพลิจูดของ TTV ที่ 50, 100 และ 150 วินาที เส้นรูปร่างด้านขวาแสดงค่า  $\Delta\chi^2$  จากด้านซ้ายไปขวาของกราฟเส้นตั้งตรงสีดำแสดงคาบการสั่นพ้อง(Resonance) 3:1, 2:1, 3:2, 4:3, 5:6, 4:5, 3:4, 2:3, 1:2, 1:3 และ 1:4 เส้นประสีขาวตั้งตรงแสดงคาบการโคจรของดาวเคราะห์ GJ1214bจากนั้นคำนวณหาดาวเคราะห์เพิ่มเติมในระบบด้วยการจำลองสัญญาณ TTV ด้วยโปรแกรม TTVFaster โดยจาก O-C diagram แอมพลิจูดสูงสุดที่วัดได้จากสัญญาณ TTV คือ 119 วินาที จึงคำนวณหามวลที่สร้างสัญญาณ TTV ที่มีแอมพลิจูด 50, 100 และ 150 วินาทีที่คาบต่างๆ เพื่อประมาณสัญญาณ TTV ที่เป็นไปได้ในกราฟ O-C diagram ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้ยังคำนวณหาโคสแควร์ของกราฟ TTV ที่ดีที่สุดในแต่ละมวลและคาบการโคจรและนำมาลบด้วยค่าโคสแควร์ของกราฟเส้นตรง ซึ่งจะได้ค่า  $\Delta\chi^2$  โดยในช่วงมวลและคาบการโคจรที่จำลองพบว่าค่า  $\Delta\chi^2$  ที่มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ -4.61 ที่คาบ 1.3 เท่าของคาบ GJ1214b

### สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองและวิเคราะห์ด้วยกราฟ O-C diagram เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถหาสมการของค่า Mid transit time ได้เป็น  $T_0(E) = 2455391.65374 + 1.58041E$  เมื่อนำ

กราฟ O-C ที่ได้มาวิเคราะห์ พบว่าที่ 1.3 เท่าของคาบ GJ1214b จะให้ค่าโคสแควร์ที่น้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ -4.61 นอกจากนี้จากผลการทดลองพบว่าในระบบ GJ1214 ไม่มีดาวเคราะห์เพิ่มเติมที่มีมวลมากกว่าดาวเนปจูน (17 เท่าของมวลโลก) ที่คาบระหว่าง 1-4 วัน และมวลมากกว่าดาวพฤหัสบดี (318 เท่าของมวลโลก) ที่มีคาบน้อยกว่า 8 วัน นอกจากนี้เราสามารถทราบขอบเขตและแนวโน้มของ มวลในแต่ละคาบว่ามีค่าประมาณเท่าไร โดยอนาคตสามารถที่จะต่อยอดในการวิเคราะห์ผลเพื่อปรับปรุงข้อมูลเพิ่มเติมในการเก็บข้อมูลเพื่อได้ผลการทดลองที่มีความเที่ยงตรงมากขึ้นต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายๆทั้ง ต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.ศิรามาศ โภมลจินดา , ดร.ศุภชัย อารีพันธ์ และ อ.ธีรวัฒน์ บุญพอง ที่ให้คำความรู้ คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### อ้างอิง

- [1] A. Léger, et al., A New Family of Planets Ocean Planets, (2003) Icarus 169:499-504, 2004.
- [2] C. Cáceres, et al., Ground-based transit observations of the super-Earth GJ 1214 b (2014), A&A, 565, 7.
- [3] D. Charbonneau, A super-Earth transiting a nearby low-mass star, Nature (2009), 891.
- [4] D. Knicker, et al., Narrow-K-band observations of the GJ 1214 system (2014), ApJ, 776.
- [5] D.C. Fabrycky et al., A Habitable Zone Census via Transit Timing and the Imperative for Continuing to Observe the Kepler Field (2012), ApJ, 750, 114.
- [6] E.J.W. de Mooij, et al., Optical to near-infrared transit observations of super-Earth GJ1214b: water-world or mini-Neptune? (2012), A&A 538, A46.
- [7] K. M. Deck and E. Agol., Transit to first order in eccentricity (2016), ApJ, 818, 1775.
- [8] K.B.W. Højsbø, et al., The transiting system GJ1214: High-precision defocused transit observations? and a search for evidence of Transit Timing Variation (2012), A&A, 549, 10.
- [9] L. Kreidberg, et al., Clouds in the atmosphere of the super-Earth exoplanet GJ 1214b, (2014) Nature. 505 (7481): 69.
- [10] N. Narita, et al., IRSF SIRIUS JHKs simultaneous transit photometry of GJ1214b (2012), Astronomical Society of Japan, 65, 27.
- [11] P.V. Sada, et al. Extrasolar planet transits observed at KITT Peak National Observatory (2011), PASP, 124, 212.
- [12] S. Awiphan, et al, Transit timing variation and transmission spectroscopy analyses of the hot Neptune GJ3470b (2016), MNRAS 463, 2574.
- [13] The Water, Retrieved. November 8, 2016, from [http://memory-alpha.wikia.com/wiki/The\\_Waters](http://memory-alpha.wikia.com/wiki/The_Waters).
- [14] Z.K. Berta, et al., The flat transmission spectrum of the super-earth GJ1214b from wide field camera 3 on the Hubble space telescope (2011), 747, 35.

## การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่อุปราคาประเภทอัลกอล V\* V1828 Aql

นายกันตภณ ลาวทอง

Email: boodogun@hotmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา นายมนตรี นันทา

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

### บทคัดย่อ

ระบบดาวคู่ V\* V1821 Aql เป็นระบบดาวคู่ประเภทอัลกอลในระบบมีดาวฤกษ์มวลน้อยและดาวเคราะห์โคจรรอบกันด้วยคาบ 0.110374 วัน และมีดาวเคราะห์ในระบบ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษถึงการเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่นี้จากภาพถ่ายดาวใน filter B และ V ที่ถ่ายด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร จากหอดูดาว Gao Mei Gu สาธารณรัฐประชาชนจีน ใช้แผนภาพ O-C ในการวิเคราะห์ พบว่า เส้นแนวโน้มของแผนภาพ O-C มีการหงายขึ้น ทำให้ทราบว่าระบบดาวคู่นี้มีแนวโน้มของคาบเพิ่มขึ้น โดยได้ทำการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบ ได้เป็น 76.524 วินาทีต่อปี  
คำสำคัญ : ระบบดาวคู่, V\* V1828Aql, NSVS14256825

### บทนำ

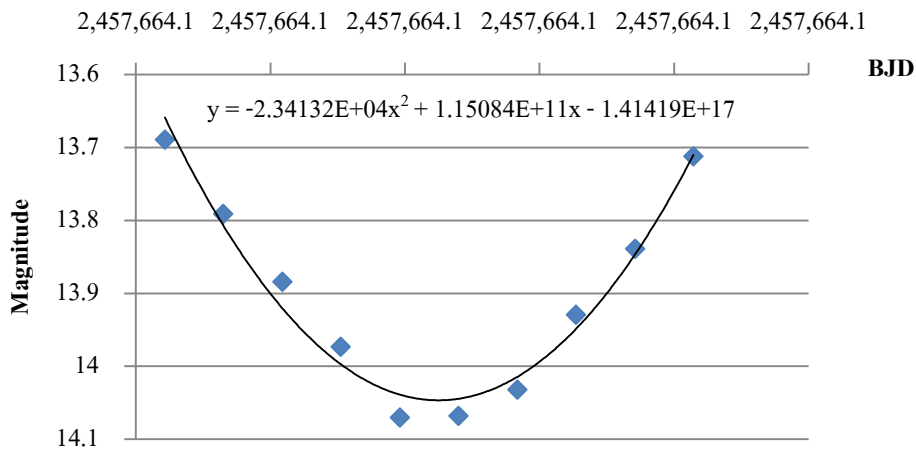
ระบบดาวคู่อุปราคาจัดเป็นดาวแปรแสงประเภทหนึ่งที่เกิดการแปรแสงจากการบังกันของดาวสองดวงในแนวสังเกตการณ์จากโลก (วิระภรณ์ ไหมทอง, 2548) การศึกษาระบบดาวคู่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ซึ่งจะทำให้เราเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างดาวและวัตถุท้องฟ้าต่างๆ รวมถึงวิวัฒนาการของเอกภพ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่อุปราคา V\* V1828 Aql ซึ่งมีความพิเศษคือเป็นระบบดาวคู่ประเภท Algol ที่มีคาบสั้นมากคือ 0.110374 วันรวมทั้งมีดาวเคราะห์โคจรรอบอยู่รอบระบบ โดยในระบบมีดาวเคราะห์และดาวฤกษ์มวลน้อยโคจรรอบกันในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่นี้มีประโยชน์ในการเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่และอาจช่วยในการทำนายเหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับระบบดาวคู่นี้หรือระบบที่มีลักษณะคล้ายเคียงกันได้อีกด้วย

### วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพดาวใน filter B และ V และนำภาพมาทำการ Calibrate เพื่อลดความคลาดเคลื่อนต่างๆ
2. ทำการหา photometry ด้วยวิธี aperture photometry เทียบกับดาวอ้างอิงโดยใช้โปรแกรม Iris
3. แปลงวันที่จาก JD ให้อยู่ในรูปของ BJD\_TDB เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลใช้รูปของวันที่เป็น BJD\_TDB และสร้าง light curve โดยใช้วันที่ที่ได้แปลงไว้กับค่า magnitude ที่ได้จากการทำ photometry
4. วิเคราะห์หาช่วงเวลาที่แสงลดลงต่ำที่สุด (Mini) ของทั้งสอง filter และเฉลี่ยค่าทั้งสองออกมาได้ค่า Mini ที่ได้จากการสังเกต (O)
5. สร้างสมการ Linear Ephemeris จากฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel รวมทั้งคำนวณ Epoch เพื่อคำนวณหา Mini ที่ได้จากการคำนวณ (C)
6. นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และนำไปสร้าง O-C diagrams โดยใช้ข้อมูลร่วมกับฐานข้อมูลด้วย
7. สร้างเส้นแนวโน้มและคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบ

## ผลการศึกษา

1.  $MinI(O)$  ที่ได้จากวิเคราะห์กราฟแสงช่วง primary eclipse ทั้งสองฟิลเตอร์ (กราฟแสงของดาวที่ได้ไม่ครบคาบแต่ช่วงที่เกิดการ eclipse เป็นช่วง primary พอดี โดยเทียบระดับ magnitude จากกราฟแสงในฐานข้อมูล)



รูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หาค่า  $MinI$  ของกราฟแสง

ได้สมการของกราฟใน filter B เป็น  $y = -23,413.2309x^2 + (1.15084E+11)x - 1.41419E+17$

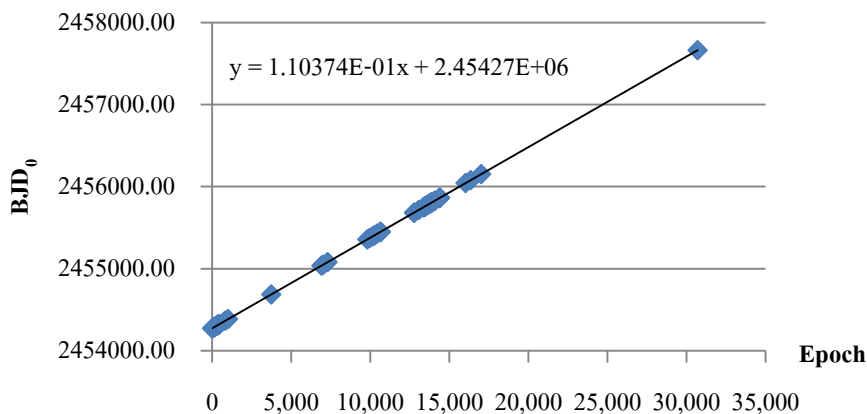
หาอนุพันธ์ของสมการเทียบกับตัวแปร  $x$  และให้เท่ากับ 0 จะได้ค่า  $MinI$  ของ filter B และทำเช่นเดียวกันกับ filter V

จะได้ค่า  $MinI$  ของ filter B เป็น  $MinI_{filterB}(BJD) = 2,457,664.1284981682$

และค่า  $MinI$  ของ filter V ที่ทำแบบเดียวกันเป็น  $MinI_{filterV}(BJD) = 2,457,664.1285631697$

เฉลี่ยได้  $MinI_O(BJD) = 2,457,664.128530668$

2. สมการ Linear Ephemeris ที่ได้จากข้อมูลในอดีตกับข้อมูลของผู้วิจัยและค่า Epoch ของดาวในวันที่ถ่ายภาพ



รูปที่ 2 แสดงการหาสมการ Linear Ephemeris

ได้สมการ Linear Ephemeris เป็น  $BJD = 0.110374557985670E + 2,454,274.20345598$   
 คำนวณ Epoch จากสมการ Linear Ephemerisของฐานข้อมูล โดยแทนวันที่ที่แสงลดลงต่ำสุดที่ได้ลงใน  
 สมการ  
 สมการ Linear Ephemerisจากฐานข้อมูล

$$BJD = 0.110374557985797E + 2,454,274.20345597$$

$$2,457,664.128530668 = 0.110374557985797E + 2,454,274.20345597$$

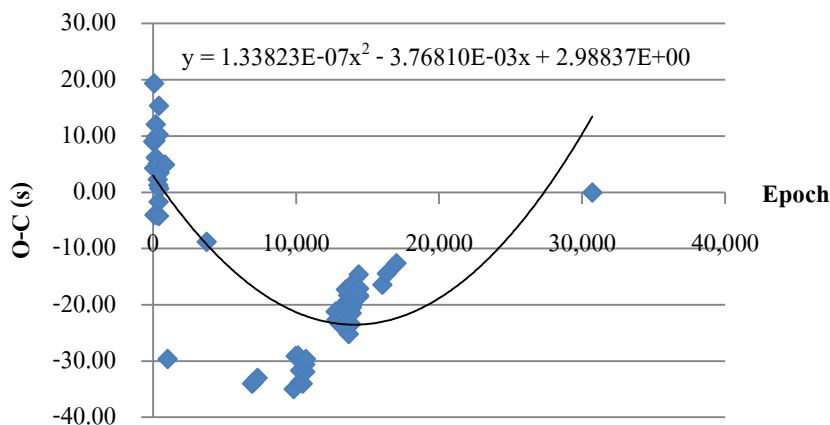
$$E = 30,712.9209535336$$

3. ค่า Mini ที่ได้จากการคำนวณ (C)

แทนค่า E ที่คำนวณได้ในสมการ Linear Ephemerisจะได้ค่า Mini ที่ได้จากการคำนวณ  
 จะได้  $Mini_C(BJD) = 2,457,664.1285306753$

4. แผนภาพ O-C และอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบ  
 จะได้ค่า O-C เป็น

$$Mini_O - Mini_C = 2,457,664.128530668 - 2,457,664.1285306753 = -0.0005482220 \text{ sec}$$



รูปที่ 3 แสดงแผนภาพ O-C

$$O - C = (1.33823E-7)E^2 - (3.76810E-2)E + 2.98837$$

$$\frac{dP}{dE} = 2(1.33823E-7) = 2.67647E-7 \text{ days/epoch} = 76.524 \text{ sec/years}$$

จะได้อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบเป็น 76.524วินาทีต่อปี

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าจากแผนภาพ O-Cเส้นแนวโน้มเป็นพาราโบลาหงาย แสดงว่าระบบดาวมีการเปลี่ยนแปลงของคาบที่เพิ่มขึ้น โดยคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงของคาบได้เป็น 76.524 วินาทีต่อปี

## อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า คาบการโคจรของระบบดาวคู่มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งมีทฤษฎีที่อธิบายถึงการเพิ่มขึ้นของคาบคือ ระบบดาวคู่เกิดการถ่ายเทมวล และมีอัตราส่วนมวลลดลง ส่งผลให้คาบเพิ่มขึ้น(Lucy L.B.,1976) แต่ในอีกมุมมองหนึ่ง ทฤษฎีวัตถุที่สามก็สามารถส่งผลให้คาบเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน เนื่องจากวัตถุที่สามจะทำให้การเปลี่ยนแปลงคาบของระบบดาวคู่มีลักษณะที่เป็นคาบ(วิระภรณ์ ไหมทอง, 2548) ดังนั้นทฤษฎีที่มีความเป็นไปได้มากกว่าคือทฤษฎีวัตถุที่สาม เนื่องจากระบบดาวคู่นี้เป็นระบบที่ยังไม่แตะกัน สังเกตได้จากกราฟแสงที่เป็นลักษณะเด่นของระบบดาวคู่ที่อยู่ห่างกันพอสมควร และในการศึกษาครั้งนี้อาจมีบางปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ด้วยความที่ว่าเป็นระบบดาวคู่ที่คาบสั้นมากทำให้ต้องใช้ข้อมูลที่ละเอียดและข้อมูลที่นำมาเป็นข้อมูลที่มีระยะเวลาสั้น อาจส่งผลต่อกราฟ Linear Ephemerisและแผนภาพ O-C ได้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยทางดาราศาสตร์ชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจาก คุณครูมนตรี นันตา ผู้ที่คอยให้ความรู้และคำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และนายภุชณะ ลำสมบัติ พี่เลี้ยงที่คอยให้คำแนะนำและสนับสนุนการทำโครงการ ขอขอบคุณหอดูดาว Gao Mei Gu สาธารณรัฐประชาชนจีน ที่ช่วยให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล และสุดท้ายขอขอบคุณพี่ๆทุกคนจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและช่วยแนะนำแนวทางต่างๆในการริเริ่มทำงานโครงการและสนับสนุนการทำโครงการชิ้นนี้ ขอขอบคุณทุกๆท่านที่ให้การสนับสนุนจนทำให้โครงการวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- มติพล ตั้งมติธรรม. (2016). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. เชียงใหม่: ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ
- SHON. (2007). **Period and Light Curve Analysis of the Eclipsing Binary IL Monocerotis.**  
From Sun Hill Observatory: <http://www.petrmolik.cz/ilmon.html>
- Ö.L. Degirmenci. (1999). **Period study.** From Astronomy and Astrophysics supplement series:  
<http://aas.aanda.org/articles/aas/full/1999/02/ds7633/node3.html>
- L. A. Almeida, F. Jablonski and C. V. Rodrigues.(1993). **Two possible circumbinary planets in the eclipsing post-common envelope system NSVS 14256825.** Divisao de Astrofisica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos - SP, Brazil
- Lucy L.B.(1976). **W Ursae Majoris Systems with Marginal Contact,** *ApJ* 205, 208–216
- ศราวุฒิ ชูโลก.(2553). **วิเคราะห์โครงสร้างและวิวัฒนาการของระบบดาวคู่ เอส วี ทอริ.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยทักษิณ
- วิระภรณ์ ไหมทอง.(2548). **สมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่แบบแตะกัน เอกซ์ควาย ลีโอนิส.** โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

## การสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V1167 Her

นางสาววรรณภา โชคคุณ

E-mail: poydsacz@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

ครู จักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์

โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V1167 Her ซึ่งเป็นระบบดาวคู่อุปราคา ประเภทดับเบิลยูเออร์ซา เมเจอร์ิส (W Ursa Majoris) โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยกล้องโทรทรรศน์พลอม 8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร ณ หอดูดาวซีกฟ้าใต้ ประเทศชิลี ซึ่งเชื่อมต่อกับซีซีดีโฟโตมิเตอร์ผ่านแผ่นกรองแสงน้ำเงิน ข้อมูลที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์หาค่าสมการ Ephemeris ใหม่ผลปรากฏว่าได้ค่าเท่ากับ  $HJD_{Min} = 245953.6272040244 + 0.2752685955E$  ทำให้คาบวงโคจรใหม่ของระบบดาวคู่ มีค่าเท่ากับ 0.2752685955 วัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของระบบดาวคู่ V1167her ด้วยโปรแกรม PHOEBE a3.1 ผลปรากฏว่าได้ชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.6992 โดยมีค่ามวลของดาวปฐมภูมิเท่ากับ 1.859816 มวลของดาวทุติยภูมิเท่า 0.423015 เส้นผ่านศูนย์กลางของดาวปฐมภูมิ 2.507186 เท่าของดวงอาทิตย์ เส้นผ่านศูนย์กลางของดาวทุติยภูมิเท่ากับ 1.339738 เท่าของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของดาวปฐมภูมิเท่ากับ 6200 K อุณหภูมิของดาวทุติยภูมิเท่ากับ 6261 K ระบบดาวคู่มีมุมเอียงเท่ากับ 84.02627 องศา เมื่อนำค่าผลเฉลยที่ดีที่สุดไปสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ V1167 Her ผลปรากฏว่า ระบบดาว v1167 Her เป็นระบบดาวคู่แบบใกล้เคียงกัน ในอนาคตระบบดาวคู่นี้สามารถมีการถ่ายเทมวลสารซึ่งกันและกัน

**คำสำคัญ :** ระบบดาวคู่

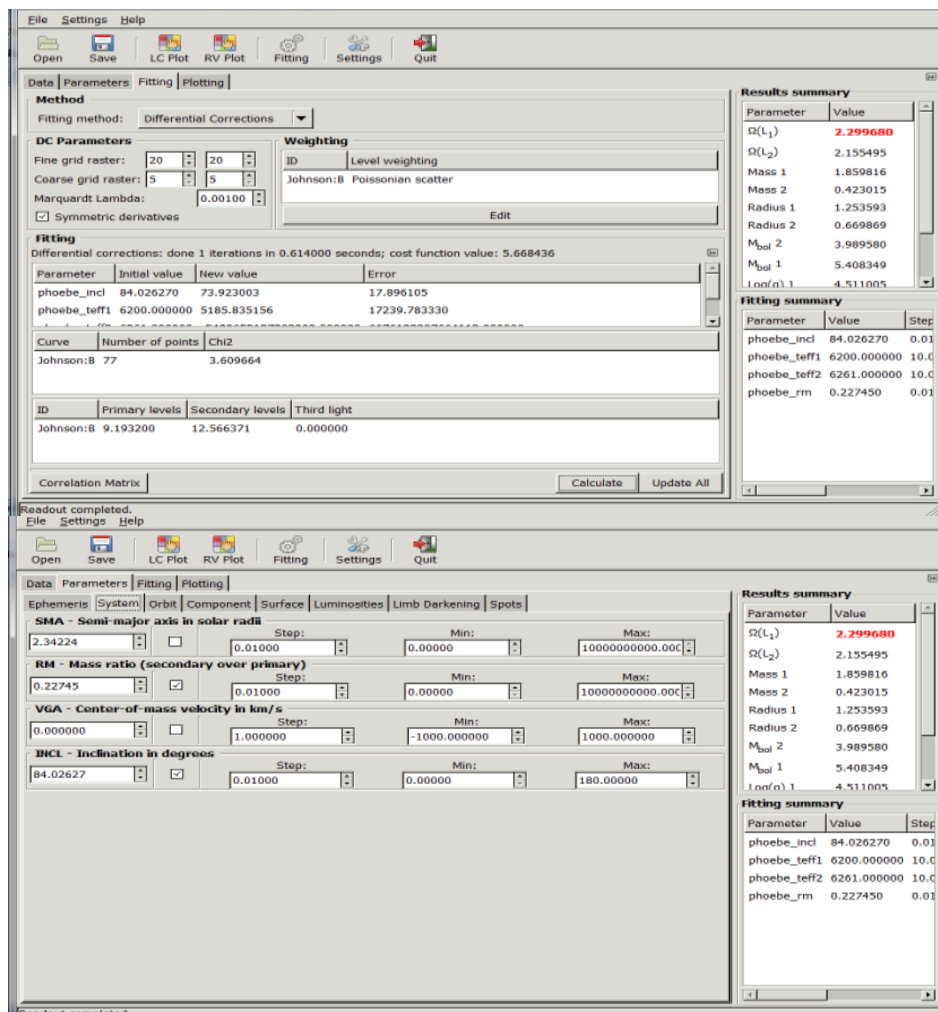
### บทนำ

ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ในเอกภพไม่ได้อยู่เพียงดวงเดียวเหมือนดวงอาทิตย์แต่มีสมาชิกอีกดวงโคจรไปรอบๆ จุดศูนย์กลางมวลระบบเรียกว่าระบบดาวคู่ (Binary Systems) ถ้าหากระนาบการโคจรของดาวคู่อยู่ในแนวระดับสายตาจะเห็นการบังของกันและกันของดาวทั้งสองของดาวทั้งสองเมื่อสมาชิกดวงใดดวงหนึ่งโคจรไปอยู่ด้านหลังสมาชิกอีกดวงจะทำให้ค่าความสว่างลดลงและเมื่อพ้นระยะการบังก็จะกลับมามีค่าความสว่างเท่าเดิมเรียกดาวคู่ชนิดนี้ว่าดาวคู่อุปราคา (Eclipse binary) เมื่อนำค่าความสว่างที่บันทึกในช่วงเวลาหนึ่งมาพล็อตกราฟจะพบว่ามีกราฟเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าความสว่างที่สม่ำเสมอเป็นคาบเรียกว่ากราฟแสง (light curve) ซึ่งข้อมูลกราฟแสงที่ได้จากการบันทึกสามารถนำมาคำนวณหาค่าต่างๆของระบบดาวคู่นั้นได้ด้วยวิธีการทางดาราศาสตร์โปรแกรม Phoebe เหมือนเป็นทางลัดเพื่อได้มาซึ่งค่าต่างๆของระบบดาวคู่ที่ต้องการจะศึกษาการทำงานโปรแกรมเป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลของกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์ (observe light curve) เพื่อนำไปเป็นกราฟแสงต้นแบบในโปรแกรมเมื่อทำการสุ่มค่าพารามิเตอร์ต่างๆโปรแกรมจะนำค่าที่สุ่มเข้าไปคำนวณสร้างข้อมูลกราฟแสงสังเคราะห์ (synthetic light curve) และนำไปเปรียบเทียบกับกราฟแสงต้นแบบเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากกราฟแสงต้นแบบเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆแล้วทำให้กราฟแสงสังเคราะห์ซ้อนทับกับกราฟต้นแบบแสดงว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการสุ่มเข้าไปสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลของระบบดาวคู่นั้นได้โดยอาจประมาณค่าบางค่าได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของกราฟแสงหรือประมาณค่าอุณหภูมิของดาวทั้งสองจากการสังเกตสีซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของสเปกตรัมดาว (spectral type)

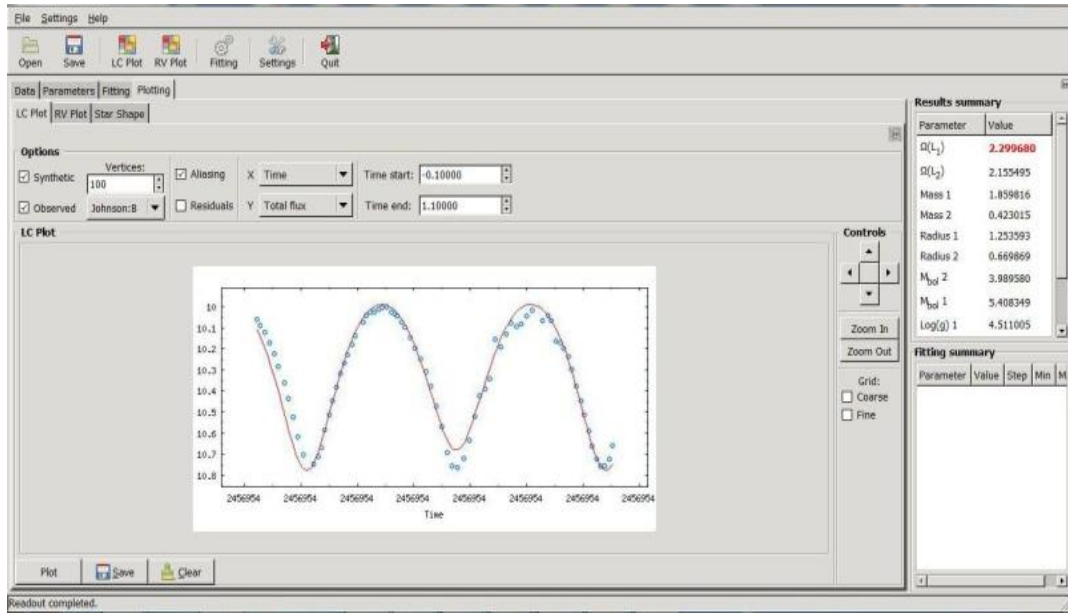


## วิธีการศึกษา

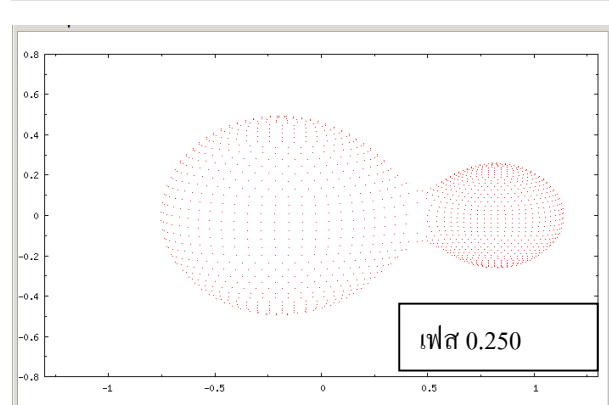
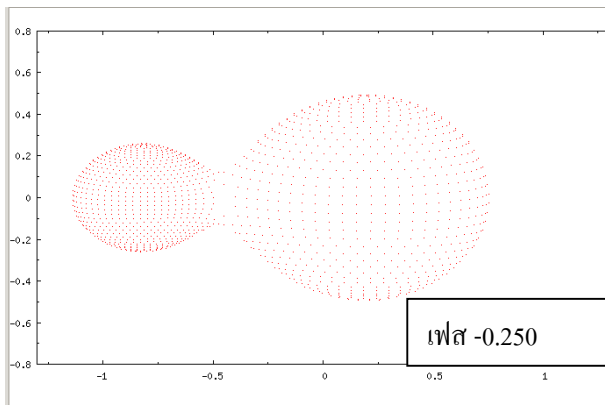
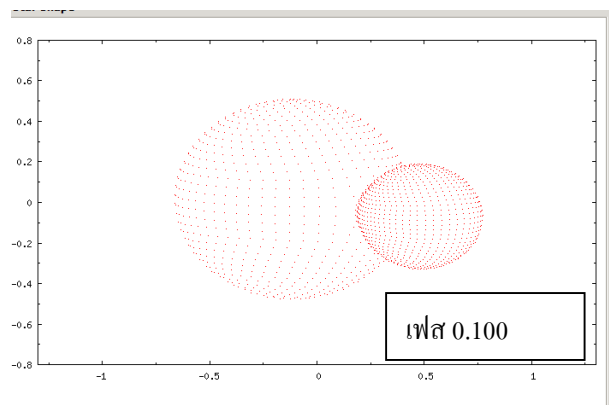
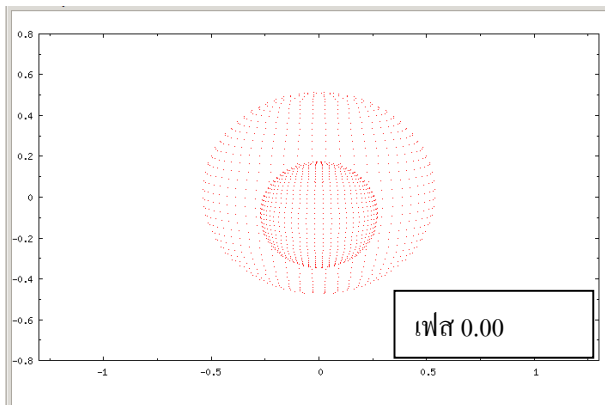
1. เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลใน Excel โดนนาค่า Normalized มาพล็อตเพื่อหาค่ากราฟโดยนำค่า HJD กับค่า Normalized มา พล็อตกราฟเมื่อได้กราฟมาแล้ว ทำการวิเคราะห์ ค่า HJD , Normalized, weight แล้วนำค่าที่ได้เข้าไฟล์ Text
2. เติมนข้อมูลเป็นไฟล์ Text เพื่อใส่ในโปรแกรม Phopbe โดยมีค่า HJD , Normalized, weight
3. ศึกษาการใช้โปรแกรม Phoebe และปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อความสว่างของดาวฤกษ์และระบบดาวคู่รวมไปถึงลักษณะและวิวัฒนาการของดาวคู่ในประเภทต่างๆ
4. เลือกดาวคู่ที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ โดยเลือกใช้คู่ดาว V1167 Hrecules บริเวณกลุ่มดาวเฮอรัลด์ซึ่งมีตำแหน่ง RA= 16h 20m 03.2s Dec +07d 07m 29s
5. นำเข้าข้อมูลซึ่งได้แก่ค่า HJD , Normalized , weight ลงในโปรแกรมเลือกฟิลเตอร์ของข้อมูล และประเภทของระบบดาวคู่แบบระบบดาวคู่ V1167 Her เป็นระบบดาวคู่แบบ Eclipsing binary ชนิด W UMa type (contact binary) โปรแกรมจะนำข้อมูลไปพล็อตกราฟซึ่งเป็นกราฟข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตการณ์และแบบจำลองรูปร่างของดาว (star shape)
6. ทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ของกราฟที่มีลักษณะคล้ายกับกราฟแสงของ V1167 Her ดังภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของกราฟ



ภาพที่ 2 การพล็อตกราฟจากค่าพารามิเตอร์



ภาพที่ 3 แบบจำลองของดาว V1167 Her

## ผลการศึกษา

จากการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของดาวคู่อุปราคา V1167 her ในโปรแกรม Phoebe ได้ชุดพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1

พารามิเตอร์ (parameters)	ผลลัพธ์
อัตราส่วนมวลดาวปฐมภูมิ (Mass ratio)	1.859816
อัตราส่วนมวลดาวทุติยภูมิ (Mass ratio)	0.423015
มุมเอียงระนาบวงโคจร (Inclination)	84.02627
เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของดาวปฐมภูมิ	2.507186 เท่าของดวงอาทิตย์
เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของดาวทุติยภูมิ	1.339738 เท่าของดวงอาทิตย์
อุณหภูมิดาว 1 (Temperature1)	6200 K
อุณหภูมิดาว 2 (Temperature2)	6261 K

## สรุปผลการศึกษา

จากการสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่ V 1167 Her โดยใช้โปรแกรม phoebe หาค่าพารามิเตอร์ มีคาบการโคจรเท่ากับ 0.2752685955 อัตราส่วนระหว่างมวลเท่ากับ 0.22745 ความเอียงของระนาบการโคจรเท่ากับ 84.02627 องศา ดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิมีค่าใกล้เคียงกัน 6200 ,6261 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของดาวคู่อุปราคาชนิด W UMa major เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดไปสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่ V 1167 Her ผลปรากฏว่าระบบดาวคู่ v1167 Her เป็นระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดกันและในอนาคตรบบดาวคู่นี้สามารถมีการถ่ายเทมวลสารซึ่งกันและกัน

## อภิปรายผล

จากโครงการการสร้างแบบจำลองระบบดาวคู่ V 1167 Her จากการหาค่าพารามิเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Phoebe พบปัญหาการล่มค่าพารามิเตอร์เนื่องจากตามที่เราทำการศึกษาไม่มีค่าพารามิเตอร์เดิมในการอ้างอิง จึงใช้ค่าพารามิเตอร์ของกราฟแสงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นค่าพารามิเตอร์พื้นฐานค่าพารามิเตอร์ของกราฟแสง v 1853 Ori ซึ่งเป็นระบบดาวคู่ประเภทเดียวกัน

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ให้การสนับสนุน รวมถึงคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์จากบุคลากรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ขอขอบพระคุณครูมณฑิยา กันตะวงศ์ ครูจักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์ ครูอัมพิกา อินบ้านผือ และนางสาว สาวิตรี เดชศรีมนตรี ที่ให้คำปรึกษาและดูแลตลอดมา และขอขอบพระคุณทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

The International Variable Star Index .(online) : URL;<http://www.google.co.th> 12/10/59.

## การหาดาวแปรแสงในกระจุกดาว NGC 7654

นางสาวอาทิตย์ญา จิกหาร

e-mail:pattharawut28@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

คุณครูประเดิม วรรณทอง

โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์

### บทคัดย่อ

การหาดาวแปรแสงในกระจุกดาว ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหา ดาวแปรแสงในกระจุกดาว ว่าดาวแปรแสง ซึ่งได้ทำการศึกษากระจุกดาวเปิด NGC7654 โดยถ่ายภาพกระจุก ด้วยกล้องในหอดูดาว TRT- GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน -ใน filter B และ V ตั้งแต่วันที่ 22-24 กันยายน 2559 และวันที่ 29-30 กันยายน 2559 ระยะเวลาการถ่ายภาพห่างกันภาพละ 1 นาทีแล้วนำภาพมาวิเคราะห์ว่าเป็น ภาพที่ใช้ได้หรือไม่ โดยโปรแกรม DS9 และนำไปหาค่า magnitude โดยใช้โปรแกรม Iris และนำไปเขียน กราฟความสัมพันธ์ของคาบการแปรแสงกับช่วงเวลา

จากการนำภาพมาวิเคราะห์โดยเลือกดาวในกระจุกดาวมาจำนวน 30 ดวงพบว่า มีดาวบางดวงใน กระจุกดาว NGC 7654 มีการเปลี่ยนแปลงค่า magnitude แต่ยังไม่ครบคาบจึงยังไม่สามารถระบุได้ว่าดาว ดวงไหนที่เป็นดาวแปรแสง แต่มีดาวบางดวงที่เลือกมาวิเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงค่า magnitude ซึ่งตั้ง ข้อสังเกตว่าน่าจะเป็นดาวแปรแสง ส่วนดาวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า magnitude ก็ยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นดาว แปรแสงหรือไม่ เนื่องจากช่วงเวลาในการถ่ายภาพเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งอาจยังไม่อยู่ในช่วงคาบของการแปร แสงของดาว และผู้วิจัยมีแนวทางในการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนของการถ่ายภาพที่มีช่วงเวลาห่างกันมากขึ้นใน โอกาสต่อไป

คำสำคัญ: ดาวแปรแสง

### ความเป็นมา

ดาวแปรแสง (Variable Stars) คือ ดาวฤกษ์ที่มีความสว่างเปลี่ยนแปลงไปเมื่อสังเกตที่เวลาต่างกันเทียบกับผู้ สังเกต การแปรแสงของดาวฤกษ์กลุ่มนี้มีทั้งแบบที่มีคาบการแปรแสงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และแบบที่มีคาบการ แปรแสงไม่สม่ำเสมอ นักดาราศาสตร์ได้จำแนกดาวแปรแสงตามปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปรแสงได้ 2 ประเภท คือ การแปรแสงจากปัจจัยภายใน (Intrinsic variables) การแปรแสงจากปัจจัยภายนอก (Extrinsic variables)การแปรแสงจากปัจจัยภายใน (Intrinsic Variables) การแปรแสงของดาวแปรแสงประเภทนี้เกิด จากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดาวเอง สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยได้ดังนี้คือดาวแปรแสง แบบยุบขยาย (Pulsating Variables) และดาวแปรแสงแบบปะทุหรือแบบเปลี่ยนแปลงที่รุนแรง (Eruptive or Cataclysmic Variables) การแปรแสงจากปัจจัยภายนอก (Extrinsic Variables) การแปรแสงของดาวแปร แสงประเภทนี้เกิดจากปัจจัยภายนอกดาว หรือ การหมุนรอบตัวเองของดาว สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้คือดาวคู่อุปราคา(eclipsing binary) และดาวแปรแสงแบบหมุน (Rotating Variables)

### วัตถุประสงค์

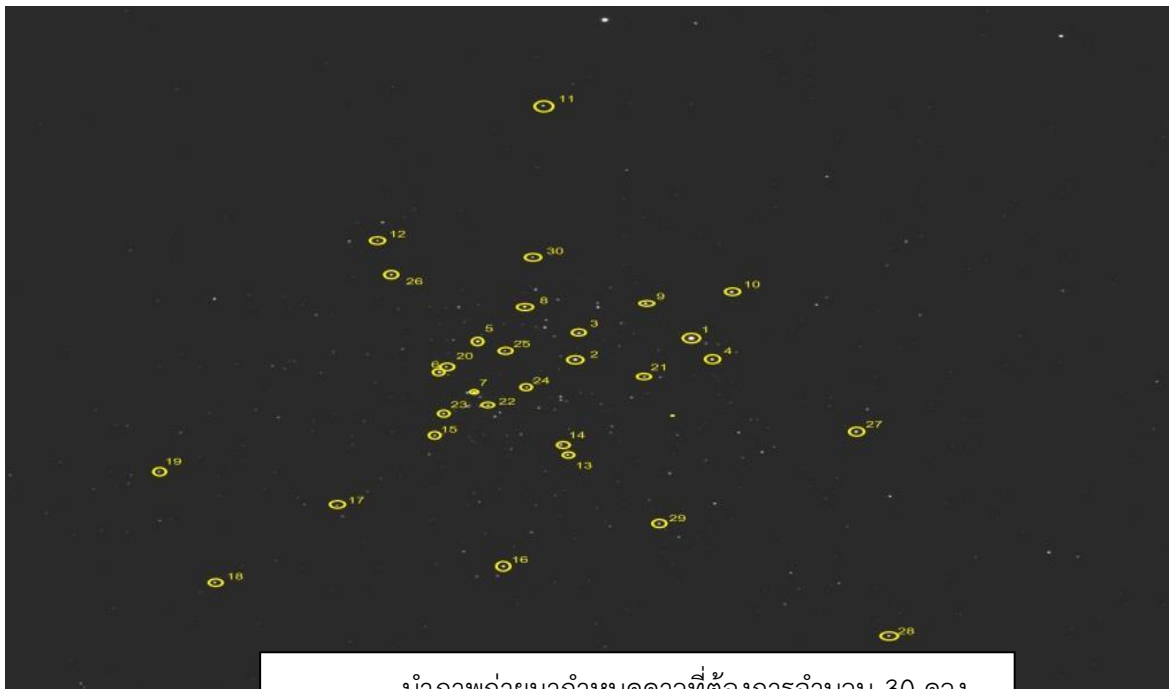
เพื่อหาและระบุประเภทของดาวแปรแสงในกระจุกดาว NGC 7654

### วิธีการศึกษา

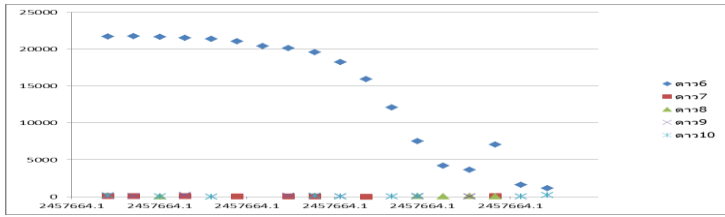
1. หาข้อมูลว่าเราจะถ่ายภาพกระจุกดาวไหน เวลาไหนที่สามารถถ่ายได้จากกล้องโทรทรรศน์ที่จีน โดยใช้โปรแกรม Stellarium ในการหาข้อมูล
2. สั่งถ่ายภาพกระจุกดาว NGC 7654 โดยใช้กล้อง หอดูดาว TRT- GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน -ใน filter B และ V ตั้งแต่วันที่ 22-24 กันยายน 2559 และวันที่ 29-30 กันยายน 2559 - วั่นระยะห่างภาพละ 1 นาที
3. นำภาพมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม DS9 ว่าเป็นภาพที่ใช้ได้หรือไม่
4. วิเคราะห์ภาพหาค่าความสว่างโดยใช้โปรแกรม Iris
5. นำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ ค่า magnitude กับเวลา
6. เปรียบเทียบดูการเปลี่ยนแปลงของดาวแต่ละดวง
7. ถ้ามีดาวแปรแสง (เก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบคาบ)
8. ระบุชนิดของดาวแปรแสง

### ผลการศึกษา

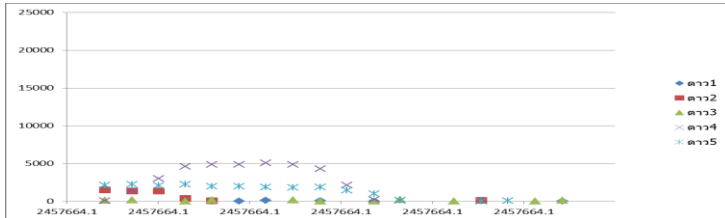
จากการหาดาวแปรแสงในกระจุกดาว NGC7654 ได้ค่าความสว่างที่เขียนกราฟได้ดังนี้



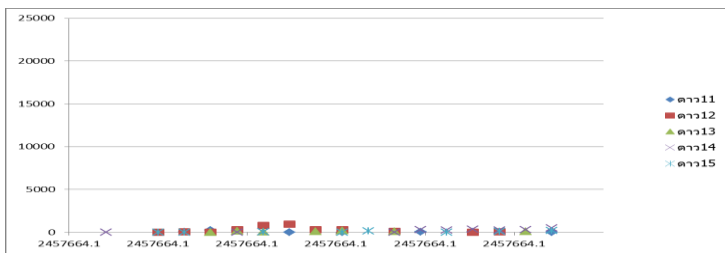
นำภาพถ่ายมากำหนดดาวที่ต้องการจำนวน 30 ดวง



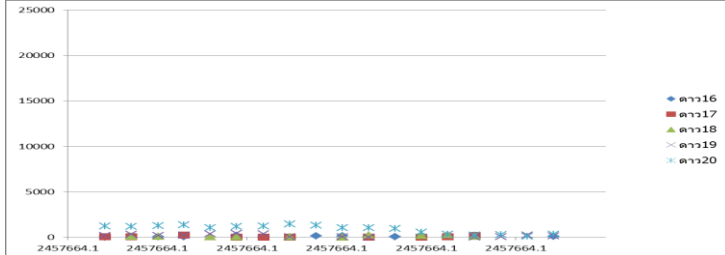
ภาพที่ 1 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่1-5)



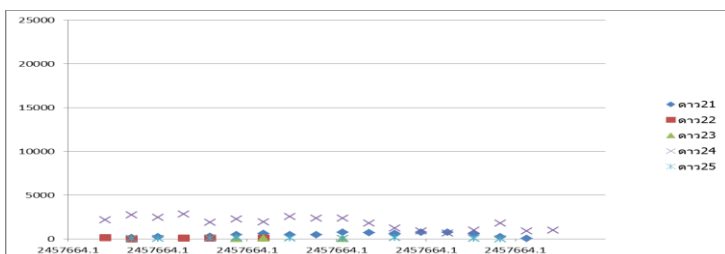
ภาพที่2 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่ 6-10)



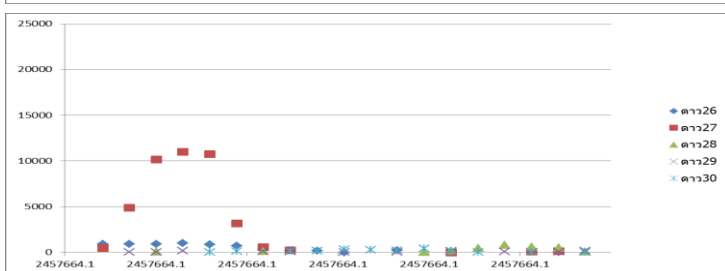
ภาพที่3 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่11-15)



ภาพที่4 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่16-20)



ภาพที่5 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่21-25)



ภาพที่6 กราฟแสงที่ได้จากการหาค่า  
ความสว่างใน filter B (ดวงที่26-30)

## สรุปผล

จากผลการวิจัย ( ภาพที่1-6 ) พบว่ามีดาวบางดวงที่ มีการเปลี่ยนแปลงค่า magnitudeและดาวบางดวงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง magnitude ซึ่งเรายังระบุไม่ได้ว่ามีดาวแปรแสงอยู่หรือไม่และระบุยังไม่ได้ว่าเป็นดาวแปรแสงประเภทไหน

## กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่ศึกษาหาข้อมูล วิเคราะห์ผล การจัดทำรายงาน จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดระยะเวลาดังกล่าว ผู้จัดทำได้รับการสนับสนุนจากโครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ชั้นสูง สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) วัไณ โอกาสนี้ขอขอบ คุณทุกๆท่านดังนี้

ขอขอบพระคุณ คุณมติพล ตั้งมติธรรม ผู้ให้คำแนะนำทางด้านข้อมูลช่วยเหลือในด้านต่างๆ และอบรมให้ความรู้ในการฝึกทำโครงการงาน ตลอดจนเทคนิควิธีการทำโครงการงานที่ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ คุณตอริก เอ็งปียา ผู้ให้คำแนะนำในการช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้เกิดงานวิจัยเรื่องนี้ขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณครูประติม วรรณทอง ครูที่ปรึกษาโครงการงานที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจนโครงการงานนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ ความร่วมมือจากหอดูดาว TRT- GAO Gao Mei Gu Observatory ประเทศจีน ในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายกระจุกดาว

## อ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม , คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศ ทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

<http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/1330-variable-star>

(สืบค้นวันที่ 9 ก.ย. 2559)

[http://portal.edu.chula.ac.th/lesa\\_cd/assets/document/LESA212/messier\\_object/html/link\\_index/oc.html](http://portal.edu.chula.ac.th/lesa_cd/assets/document/LESA212/messier_object/html/link_index/oc.html)(สืบค้นวันที่ 19 ต.ค 2559)

## การคำนวณหาวันที่ร้อนที่สุด ณ โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี

นายระพีพัฒน์ หงษ์สุวรรณ

e-mail: son\_rapeepat@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นางเมตตา ท่าหลวง

โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุด ณ โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) ซึ่งวันที่ที่คำนวณได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ มุมเงยของดวงอาทิตย์ มุมราบของดวงอาทิตย์ และละติจูดผู้สังเกต คือ วันที่ 25 เมษายน ปี พ.ศ. 2559

**คำสำคัญ :** จุดเหนือศีรษะ, ดวงอาทิตย์

### ความเป็นมา

ดวงอาทิตย์มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมาก ในการทำกิจกรรมต่างๆ จะประสบปัญหาด้านสภาพอากาศไม่อำนวยในการทำกิจกรรม โดยปกติคนทั่วไปจะย้ายไปทำกิจกรรมนั้นในที่ร่มหรือเลื่อนวันเวลาในการทำกิจกรรมออกไป จากการสืบค้นข้อมูลพบว่า วันที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดจะเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุด และการคำนวณหาวันที่ที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้จากจุดเหนือศีรษะมากที่สุด มีวิธีการที่ซับซ้อนอย่างยิ่ง ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำจึงเลือกที่จะศึกษาหาวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุด ณ โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) เพื่อหาวันที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดด้วยวิธีที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า

### วัตถุประสงค์

เพื่อหาวันที่ที่โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) มีอุณหภูมิสูงมากที่สุด

### วิธีการศึกษา

1. นำดินสอไปติดบนแผ่นไม้ให้แน่นและตั้งฉากกับผิวโลก
2. วาดวงกลมลงบนแผ่นกระดาษด้วยวงเวียน
3. นำกระดาษที่วาดวงกลมไปเสียบเข้ากับอุปกรณ์ที่ได้จากขั้นตอนแรกโดยให้บริเวณดินสอเป็นจุดศูนย์กลางวงกลม



4. นำอุปกรณ์ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วไปปรับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ตั้งแต่วันที่ 11.30 ถึง 12.30 น. เป็นเวลา 3 วัน
5. ทำการหาทิศจากเงาที่วัดได้ในแต่ละวัน
6. ทำการหามุมราบโดยการวัดระยะเชิงมุมจากทิศเหนือไปหาดวงอาทิตย์
7. ทำการหามุมเงยโดยใช้ตรีโกณมิติเทียบกับความสูงดินสอและความยาวเงา โดยใช้สมการ  $\sin(\theta + \emptyset) = \sin \emptyset \sin \text{Alt} + \cos \emptyset \cos \text{Alt} \cos \text{Az}$
8. คำนวณค่าเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์กับ ละติจูดของผู้สังเกตใช้สมการ  $\delta = \theta + \emptyset$
9. หาระยะทางเชิงมุมที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปบนเส้นสุริยวิถี  $\sin \psi = \frac{\sin \emptyset}{\sin \epsilon}$
10. ทำการเปลี่ยนระยะทางเชิงมุมที่หาได้เป็นในหน่วยวันและนำไปบวกเข้ากับวัน Vernal Equinox จะได้เป็นวันที่ดวงอาทิตย์ผ่านจุดเหนือศีรษะมากที่สุด

### ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงค่ามุมราบ (Azimuth) ที่วัดได้

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	เฉลี่ย
มุมราบ (องศา)	81	83	83	82.3

ตารางที่ 2 แสดงค่ามุมเงย (Altitude) ที่วัดได้

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	เฉลี่ย
มุมเงย (องศา)	108	110	109	109

ค่าละติจูดผู้สังเกตที่ได้จากสมการคือ 13 องศา 14 ลิปดา  
 ระยะเชิงมุมที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปบนเส้นสุริยวิถี 35.28 องศา  
 จำนวนวันที่เลื่อนไป 35.8 วัน  
 วันที่ดวงอาทิตย์ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุดคือ 25 เมษายน ปี พ.ศ. 2560

### สรุปผล

จากการศึกษาวิจัยพบว่า วันที่ดวงอาทิตย์ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุดในปี พ.ศ. 2560 ณ โรงเรียน จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) คือ วันที่ 25 เมษายน ซึ่งไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จึงสรุปได้ว่า เราสามารถใช้วิธีการคำนวณในการคำนวณหาวันที่ดวงอาทิตย์ใกล้จุดเหนือศีรษะมากที่สุดได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

Francis Reddy. Celestial Delight. 3<sup>rd</sup>ed. Springer New York Dordrecht Heidelberg London ; 2012.

Will Gater and Anton Vamplew. The Practical Astronomer. DK Publishing ; 2010.

บุญรักษา สุนทรธรรม. ดาราศาสตร์ฟิสิกส์. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2550.

วิภู ฐาปนการ. เอกภพ. ภาควิชาฟิสิกส์ .กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชั่นส์; 2547.

## การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระพริบของดาว

นางสาวกุลนันท์ ลาภานันท์

e-mail:Kel\_lawrence@icloud.com

ครูที่ปรึกษา นายนิวัฒน์ วรรณสาร

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร

### บทคัดย่อ

โครงการงานเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระพริบของดาว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระพริบของดาว และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ที่มีผลต่อการกระพริบของดาว ดำเนินการศึกษาโดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ต่อกับขาตั้งกล้อง เพื่อถ่ายภาพแสงดาวโดยการเปิดหน้ากล้องค้างไว้ 10 วินาที พร้อมกับหมุนกล้องด้วยอัตราเร็วคงที่เพื่อให้แสงดาวตกลงบน CCD (Charge Couples Device) ของกล้อง ภาพที่ได้จะเป็นเส้นแสงดาวซึ่งมีความสว่างแปรค่าตามความสว่างปรากฏของดาวในขณะนั้น จากนั้นนำภาพเส้นแสงดาวที่ถ่ายภาพได้มาวิเคราะห์ผลผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แสดงถึงอัตราการกระพริบของดาว

ผลการศึกษาพบว่า การกระพริบของดาวแปรผันตรงกับความเร็วลม แต่แปรผกผันกับตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ทั้งนี้ไม่อาจสรุปผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อการกระพริบของดาวได้ เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วงแคบ

**คำสำคัญ :** การกระพริบของดาว, ชั้นบรรยากาศโลก, สภาพอากาศ

### ความเป็นมา

เมื่อมองขึ้นไปบนท้องฟ้ายามค่ำคืน เราจะเห็นแสงดาวเป็นจุดเล็ก ๆ กำลังกระพริบระยิบระยับ ซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงดาวผ่านชั้นบรรยากาศของโลกที่มีความแปรปรวนเนื่องด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อาจกล่าวได้ว่าสภาพอากาศของโลกส่งผลต่อการกระพริบของดาว เมื่อใช้ความสัมพันธ์นี้พิจารณาในทางกลับกัน หากเราทราบอัตราการกระพริบของดาวก็อาจนำมาทำนายผลของสภาพอากาศได้เช่นกัน

โครงการงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการกระพริบของดาว และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศซึ่งประกอบด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ที่มีผลต่อการกระพริบของดาว โดยใช้กล้อง DSLR (Digital Single Lens Reflex) ในการถ่ายภาพเส้นแสงดาว แล้วนำมาคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งใช้เป็นค่าการกระพริบของดาว โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลที่โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการกระพริบของดาว
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ที่มีผลต่อการกระพริบของดาว

## วิธีการศึกษา

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดตั้งกล้อง DSLR เข้ากับขาตั้งกล้องเพื่อการบันทึกภาพแสงดาวในตำแหน่งต่าง ๆ บนท้องฟ้า พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เพื่อบันทึกค่าขณะถ่ายภาพ โดยกำหนดเวลาถ่ายภาพหลังดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปแล้วในทันทีที่เริ่มสังเกตเห็นดาวบนท้องฟ้า และหยุดถ่ายภาพเมื่อพระอาทิตย์เริ่มโผล่พ้นขอบฟ้าและไม่สามารถสังเกตเห็นแสงดาวแล้ว โดยการถ่ายภาพแต่ละครั้งใช้เวลาห่างกันประมาณ 1 ชั่วโมง เลือกถ่ายภาพดาวที่มีความสว่างปรากฏต่อผู้สังเกตในขณะนั้นมากที่สุดก่อน จำนวนดาวที่ถ่ายแต่ละครั้งอาจไม่เท่ากันขึ้นกับสภาพอากาศขณะนั้น

2. ถ่ายภาพโดยเปิดหน้ากล้อง (Speed Shutter) ค้างไว้ 10 วินาที พร้อมกับหมุนกล้องเพื่อให้แสงดาวตกลงบน CCD (Charge Couples Device) ของกล้อง ภาพที่ได้จะเป็นเส้นแสงดาวซึ่งมีความสว่างแปรค่าตามความสว่างปรากฏของดาวในขณะนั้น นำภาพเส้นแสงดาวที่ได้ไปคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แสดงถึงอัตราการกระพริบของดาว

3. ก่อนการถ่ายภาพแต่ละภาพให้บันทึกเวลา รวมทั้งตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ของดาว และสำหรับค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ให้บันทึกค่าก่อนและหลังถ่ายภาพแต่ละภาพ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย แต่สำหรับความเร็วลมให้บันทึกค่าสูงสุดและต่ำสุดในช่วง 10 วินาทีที่ถ่ายภาพแต่ละภาพ แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเช่นกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

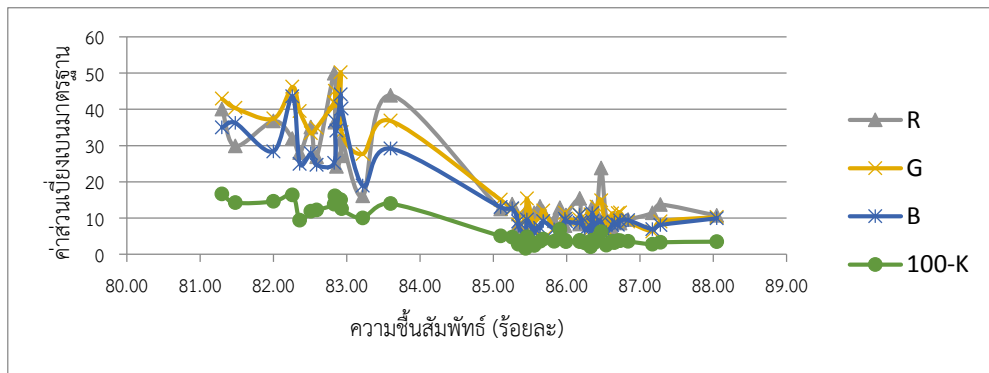
1. นำภาพเส้นแสงดาวที่ถ่ายได้ไปคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 โดยคำนวณค่าใน 2 โหมดสี คือ RGB Colour และ Grayscale ในเส้นแสงดาวโดยนำภาพมาหมุนให้เส้นแสงดาวขนานตามแกน X ตัดเส้นข้างซ้ายและขวาออกอย่างละ 15 หน่วยและนำความยาวตามแกน X มาหาร 20 จะได้เป็นระยะห่างของแต่ละจุด แล้วอ่านค่าโหมดสีที่ได้เพื่อนำมาบันทึกผลลงในโปรแกรม Microsoft Excel 2013 เพื่อหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นแสงดาว ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการกระพริบของดาว

2. นำค่าที่ได้จากการบันทึกผลมาทำเป็นคู่อันดับ (x,y) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ต่อการกระพริบของดาว แล้วพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

## ผลการศึกษา

จากการถ่ายภาพเส้นแสงดาวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 5 คืน โดยถ่ายภาพตั้งแต่เวลาประมาณ 19.00 น. – 04.00 น. ได้ภาพถ่ายทั้งหมดจำนวน 352 ภาพ จากนั้นทำการคัดเลือกภาพถ่ายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ต่อการกระพริบของดาว แสดงเป็นกราฟการกระจายของข้อมูล (Scatter) โดยแกน X ของกราฟ คือค่าของตัวแปรที่ส่งผลต่อการกระพริบของดาว และแกน Y คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แสดงค่าการกระพริบของดาว แยกวิเคราะห์ภาพถ่ายเส้นแสงดาวในโหมดสี RGB และ Grayscale (100-K) ผลการศึกษาเป็นดังนี้

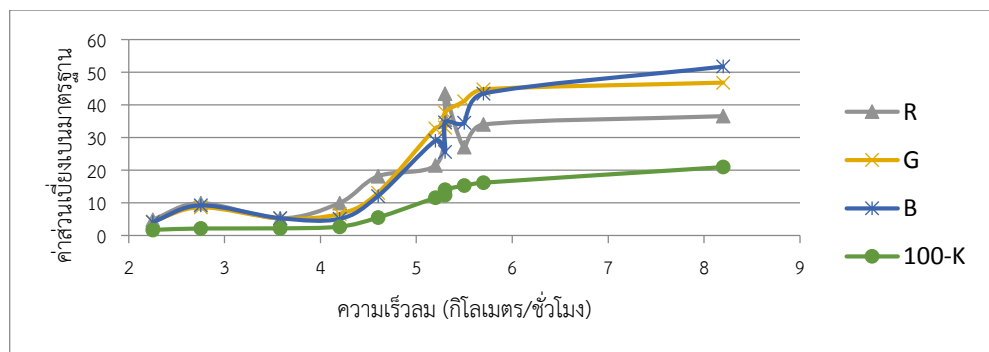
### ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับการกระพริบของดาว



แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับการกระพริบของดาว

จากแผนภูมิที่ 1 เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วงแคบ จึงไม่อาจสรุปผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อการกระพริบของดาวได้

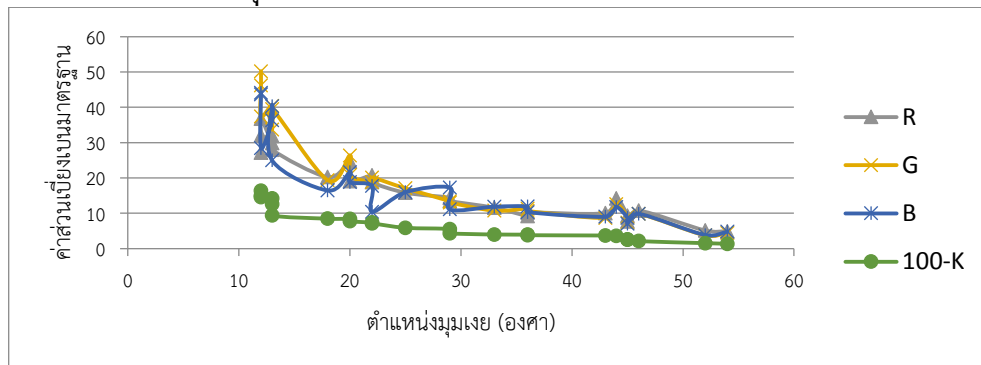
### ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับการกระพริบของดาว



แผนภูมิที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับการกระพริบของดาว

จากแผนภูมิที่ 2 แสดงว่าการกระพริบของดาวแปรผันตรงกับความเร็วลม

### ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งมุมเงย (Altitude) กับการกระพริบของดาว



แผนภูมิที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งมุมเงย (Altitude) กับการกระพริบของดาว

จากแผนภูมิที่ 3 แสดงว่าการกระพริบของดาวแปรผกผันกับตำแหน่งมุมเงย

### สรุปผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระพริบของดาว พบว่า การกระพริบของดาวแปรผันตรงกับความเร็วลม แต่แปรผกผันกับตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ทั้งนี้ไม่อาจสรุปผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อการกระพริบของดาวได้ เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วงแคบ

### กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานของ คุณครู นิวัฒน์ วรรณสาร ครูที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการชาติรี ประจักษ์ขันธ์ ผู้อำนวยการโรงเรียน จุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร และคณะครูทุกท่านที่ให้ความเมตตา สนับสนุน ส่งเสริม และเป็นกำลังใจให้ โดยตลอด ขอขอบคุณ คุณธนภฤต สันติคุณภรณ์ ที่ปรึกษาโครงการ คุณมติพล ตั้งมติธรรม และ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้คำปรึกษาทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนา อัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.  
มติพล ตั้งมติธรรม, คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

## การศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง

นางสาวธัญญาเรศ เวชสวัสดิ์

e-mail: mild1432@hotmail.com

นางพรรณพร บุญทศ

โรงเรียนโยธินวิทยา

### บทคัดย่อ

การกระเจิงของแสง (Scattering of light) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงเดินทางกระจัดกระจายไปชนกับอนุภาคโดยรอบทุกทิศทางเมื่อแสงเดินทางผ่านโมเลกุลต่างๆ โครงการดาราศาสตร์เรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง ทำการศึกษาโดยวิธีสร้างชุดการทดลองการกระเจิงของแสง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ชุดการทดลองการกระเจิงของแสง หลอดไฟแบบไส้และแบบตะเกียบ และกล้องถ่ายรูป วิเคราะห์ข้อมูลโดยวัดค่าความสว่างของแสงจากภาพถ่ายด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปผลการศึกษาพบว่า หลอดไฟแบบไส้ แสงสีที่มีความสว่างมากที่สุดคือ สีแสด รองลงมาคือ สีเขียว สีแดง และ สีน้ำเงิน ตามลำดับ (ค่าความสว่างเท่ากับ -2.58, -2.59, -3.48 และ -4.89) และหลอดไฟแบบตะเกียบ พบว่า แสงสีที่มีความสว่างมากที่สุด คือ สีเขียว รองลงมาคือ สีแสด สีน้ำเงิน และสีแดง (ค่าความสว่างเท่ากับ -2.84, -3.44, -4.20 และ -4.61) เมื่อส่องลำแสงจากหลอดไฟแบบไส้และแบบตะเกียบผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศและน้ำที่มีสมบัติเป็นคอลลอยด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ พบว่า แสงสีที่กระเจิงมากที่สุดคือ สีน้ำเงิน รองลงมาคือ สีเขียว สีแสด และสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการกระเจิงของแสงที่กล่าวว่าแสงสีน้ำเงินมีความยาวคลื่นสั้นกว่าแสงสีแดงซึ่งแสงคลื่นสั้นจะเกิดการกระเจิงได้ดีกว่าแสงคลื่นยาว นอกจากนี้ตัวกลางที่เป็นอากาศมีการกระเจิงของแสงมากกว่าตัวกลางที่เป็นน้ำ และหลอดไฟแบบไส้ส่งผลต่อการกระเจิงของแสงมากกว่าหลอดตะเกียบ

**คำสำคัญ :** การกระเจิงของแสง

### บทนำ

การที่มีลำแสงมากระทบกับสารชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วลำแสงนั้นสามารถทำให้สารนั้นเรืองแสงขึ้นมาในทุกๆ ส่วนของสารนั้นเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การกระเจิงของแสง (Scattering of light) ซึ่งแสงประดิษฐ์ที่เกิดจากการกระทำกิจวัตรของมนุษย์ในเวลากลางคืนรวมถึงมลภาวะของแสงที่สว่างจนเกินความจำเป็นหรือแสงประดิษฐ์ที่ใช้ผิดวัตถุประสงค์ จะก่อให้เกิดมลภาวะทางแสง (Light Pollution) ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต เช่น สุนัข แมว นก สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์อื่นๆ และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมดาราศาสตร์ของนักดาราศาสตร์ด้วย ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมลภาวะทางแสง

### วิธีการศึกษา

การศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการกระเจิงของแสง และการเกิดมลภาวะทางแสง

2. ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปรที่ศึกษา โดยตัวแปรต้น ได้แก่ ชนิดของหลอดไฟ แสงสีของหลอดไฟ และตัวกลางที่แสงผ่าน คือ อากาศและน้ำ และตัวแปรตาม ได้แก่ การกระเจิงของแสง

3. จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองการกระเจิงของแสง หลอดไฟแบบไส้และแบบตะเกียบ กระดาษแก้วสีต่างๆ กล้องถ่ายรูป และคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

4. ทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

4.1 เตรียมชุดทดลองการกระเจิงของแสง โดยใช้ตู้ปลา ขนาดกว้าง 40 cm. ยาว 60 cm. และสูง 40 cm. ใส่ควันทูบและน้ำผสมนมสด เพื่อให้ตัวกลางมีสมบัติเป็นสารคอลลอยด์

4.2 ทำการทดลองโดยส่องแสงไฟ ของหลอดไฟแบบไส้และแบบตะเกียบที่มีสีต่างๆ ได้แก่ สีแดง สีแสด สีน้ำเงิน และสีเขียว ผ่านเข้าไปในตู้ชุดการทดลองที่ไม่มีตัวกลาง แล้วถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล โดยกำหนดจุดเพื่อถ่ายภาพ 5 จุด ในแนวตั้งฉากกับลำแสง

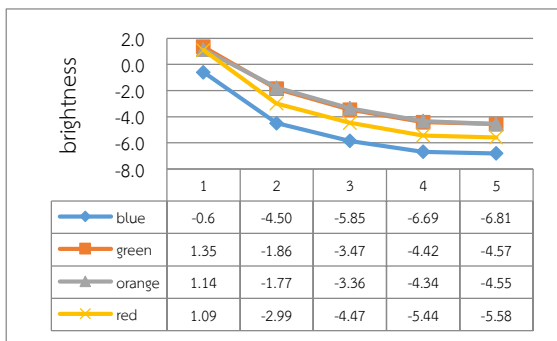
4.3 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.2 แต่ส่องแสงไฟผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศและน้ำที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.025, 0.050, 0.075 และ 0.100 โดยปริมาตร ตามลำดับ

4.4 นำภาพถ่ายในข้อ 4.2 และ 4.3 ไปหาค่าความสว่างโดยใช้โปรแกรม Window Photo Viewer เพื่อหาค่าการกระเจิงของแสงสีต่างๆ ของหลอดไฟทั้งสองแบบในตัวกลางแต่ละชนิด

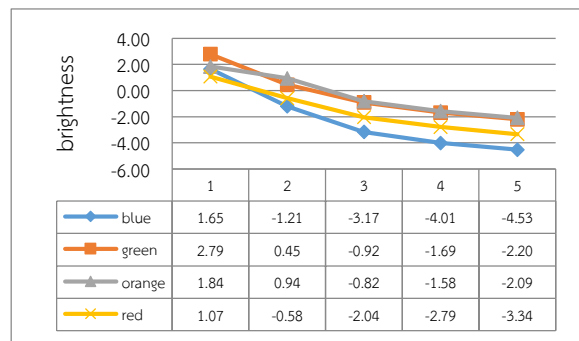
### ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการกระเจิงของแสงไฟสีต่างๆ ได้แก่ สีน้ำเงิน สีเขียว สีส้ม และ สีเหลือง ของหลอดไฟแบบไส้และแบบตะเกียบที่มีแสงสีต่างๆ ในตัวกลางที่เป็นอากาศและตัวกลางที่เป็นน้ำ ได้ผลการศึกษาดังนี้

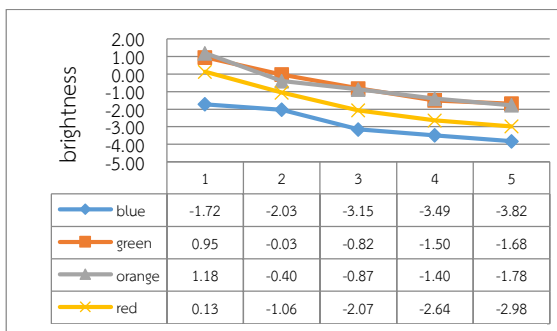
1. กราฟแสดงความสว่าง (การกระเจิง) ของหลอดไฟแบบไส้ที่มีแสงสีต่างๆ



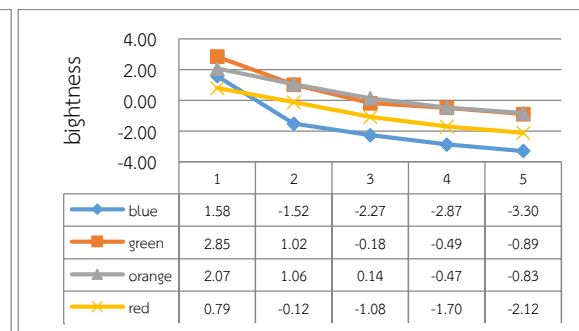
ความสว่างของแสงสีเมื่อไม่มีการกระเจิง



ความสว่างของแสงในอากาศ

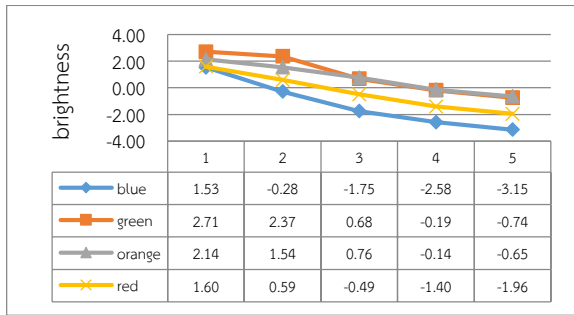


ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.025

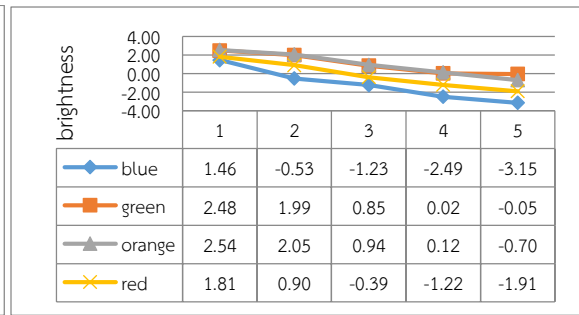


ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.050



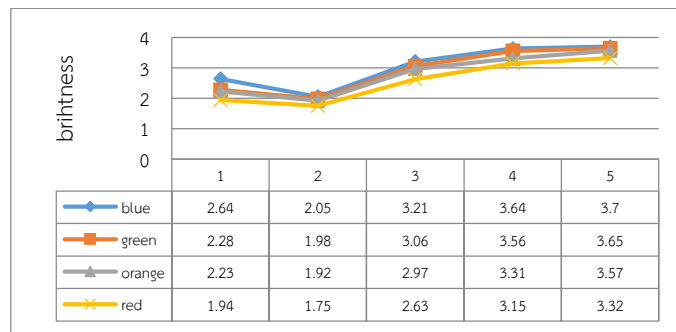


ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.075



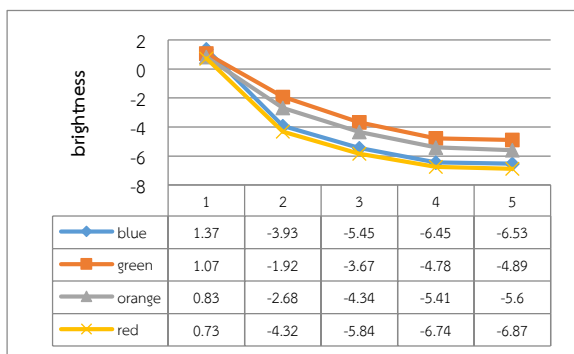
ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.100

กราฟเปรียบเทียบความสว่างของแสงสีในตัวกลางต่างๆ

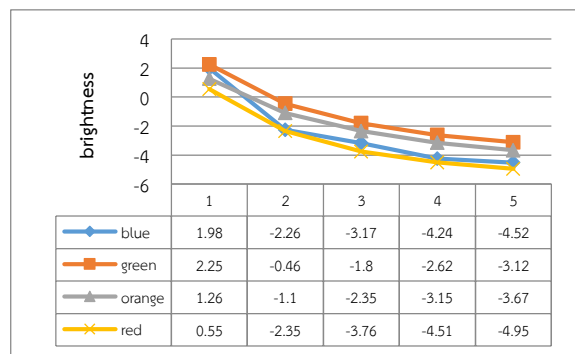


หมายเหตุ : 1 = อากาศ, 2 = น้ำที่ความเข้มข้น 0.025, 3 = น้ำที่ความเข้มข้น 0.050,  
4 = น้ำที่ความเข้มข้น 0.075, 4 = น้ำที่ความเข้มข้น 0.100

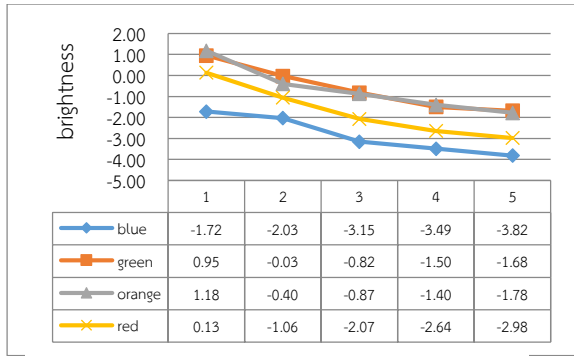
2. กราฟแสดงความสว่าง (การกระเจิง) ของหลอดไฟแบบตะเกียบที่มีแสงสีต่างๆ



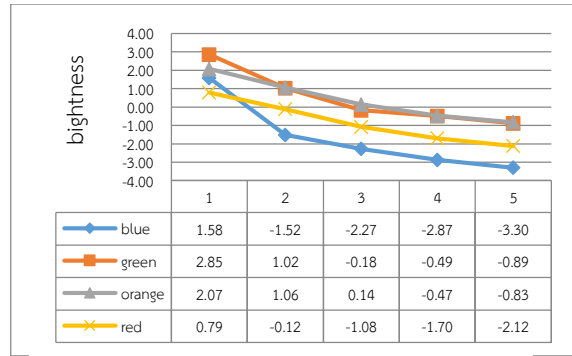
ความสว่างของแสงสีเมื่อไม่มีการกระเจิง



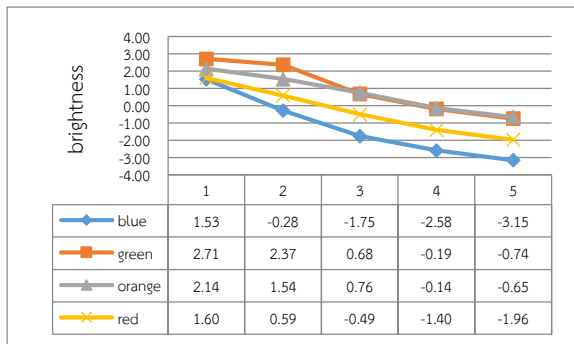
ความสว่างของแสงในอากาศ



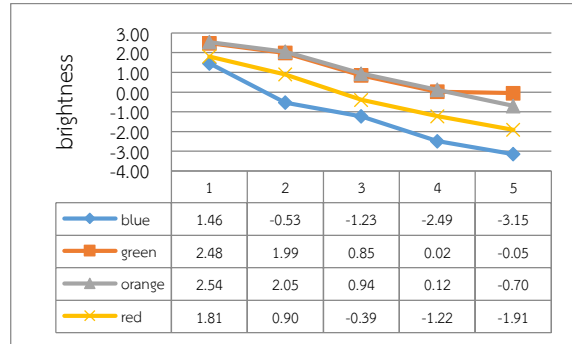
ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.025



ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.050



ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.075



ความสว่างของแสงในน้ำเข้มข้นร้อยละ 0.100

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสีของแสงไฟที่ส่งผลการกระเจิงของแสง โดยวัดจากค่าความสว่าง (brightness) ของภาพถ่ายลำแสงที่ผ่านตัวกลางอากาศและน้ำ พบว่า ในทุกตัวกลางแสงสีที่กระเจิงมากที่สุดคือ สีน้ำเงิน รองลงมาคือ สีเขียว สีแสด และสีแดง สอดคล้องกับทฤษฎีการกระเจิงของแสงที่กล่าวว่าแสงคลื่นสั้นจะเกิดการกระเจิงได้ดีกว่าแสงคลื่นยาว ซึ่งแสงสีน้ำเงินมีความยาวคลื่นสั้นกว่าแสงสีแดงจึงมีการกระเจิงของแสงมากกว่า นอกจากนี้ตัวกลางที่เป็นอากาศส่งผลการกระเจิงของแสงมากกว่าตัวกลางที่เป็นน้ำ และหลอดแบบไส้ส่งผลการกระเจิงของแสงมากกว่าหลอดตะเกียบ

### เอกสารอ้างอิง

มติพลตั้งมติธรรม. (2558). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักบริการ

วิชาการและสารสนเทศ ทางดาราศาสตร์.

การกระเจิงของแสง. สืบค้นจากเว็บไซต์ <http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/phenomenon/scattering>. เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2559.

## กาลเทศะ

1. นางสาวไอริน ชมอินทร์ e-mail: irinchomin@gmail.com, 2. นางสาวณิชามัทธ ทุกชูแสง e-mail: ao.mam2542@hotmail.com, 3. นางสาวธาราพรรณ อัฐระ e-mail: tharapun@hotmail.com

## ครูที่ปรึกษา

1. นางสาวศลิธดา จุติเวช, 2. นายธวัชชัย สุวรรณวงศ์
- โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

## บทคัดย่อ

การทำโครงการ เรื่อง กาลเทศะ เป็นโครงการที่ศึกษาความสัมพันธ์ของแสงและเงา การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่มีผลเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องแสง เงา และความรู้ทางตรีโกณมิติ ประกอบกับการอ่านค่ากราฟอนาเลมมา เพื่อหาค่าละติจูดของตำแหน่งที่ศึกษา และ 2) ประดิษฐ์นาฬิกาแดดแนวราบอย่างง่ายที่สามารถใช้คำนวณเวลาเมื่อทราบละติจูดของตำแหน่งที่ศึกษา โดยทำการศึกษาบริเวณโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี ตำบลคลองกระแชง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี วิธีดำเนินการทำโดยวัดระยะเงาที่สั้นที่สุดแล้วมาคำนวณมุมที่เกิดจากแสงอาทิตย์สัมผัสปลายเสา จากนั้นนำไปหาค่าละติจูดของตำแหน่งที่ศึกษา โดยใช้สูตร  $c = b - a$  โดยที่  $a$  แทน มุมที่เกิดจากแสงอาทิตย์สัมผัสปลายเสา  $b$  แทน ค่าของละติจูดที่อ่านได้จากกราฟอนาเลมมา ณ วันที่ทดลองว่าดวงอาทิตย์ตั้งฉากที่ละติจูดใด และ  $c$  แทน ละติจูดตำแหน่งที่เราศึกษา เมื่อทราบค่าละติจูดของตำแหน่งที่ทำการศึกษาแล้ว นำไปออกแบบประดิษฐ์เป็นนาฬิกาแดดแนวราบอย่างง่าย โดยจะใช้ค่า  $c$  ที่คำนวณได้ตอนต้นเป็นค่าความชันของเข็มชี้ (gnomon) และนำเข็มชี้ไปวางบนแผ่นวงกลมที่ระบุค่ามุม 0 - 360 องศา แล้ววัดมุมของเงาเข็มชี้ที่เบนไปจาก 0 องศา ได้เป็นค่า  $D$  และนำค่า  $D$  ที่ได้ไปแทนในสูตร  $\tan D = (\tan t)(\sin c)$  เพื่อคำนวณค่า  $t$  เป็นองศาที่เบนจาก 0 องศา จากนั้นนำมาเทียบกับมาตรฐาน โดย 1 องศา = 4 นาที และ 15 องศา เท่ากับ 1 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาเวลา โดยนำเวลาที่ได้ไปบวกกับ 12.00 น. ถ้าเงาฉายไปทางทิศตะวันออก และนำเวลาที่ได้ไปลบกับ 12.00 น. ถ้าเงาฉายไปทางทิศตะวันตก

ผลจากการศึกษา พบว่า สามารถใช้ความรู้ทางตรีโกณมิติมาอธิบายและนำมาประดิษฐ์นาฬิกาแดดแนวราบอย่างง่าย ที่สามารถคำนวณหาเวลาได้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 นาที

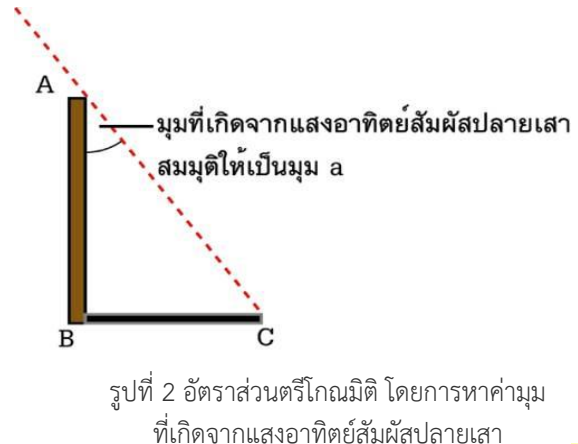
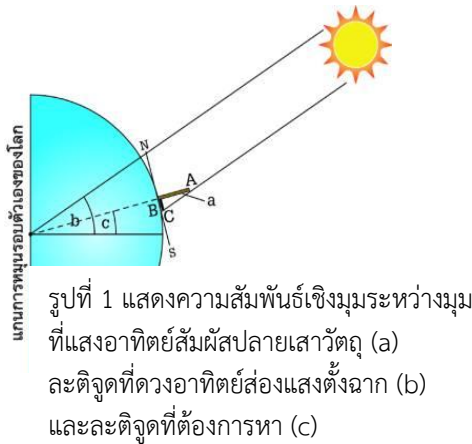
**คำสำคัญ:** นาฬิกาแดดแนวราบ (Horizontal sundial), อนาเลมมา (Analemma)

## ความเป็นมา

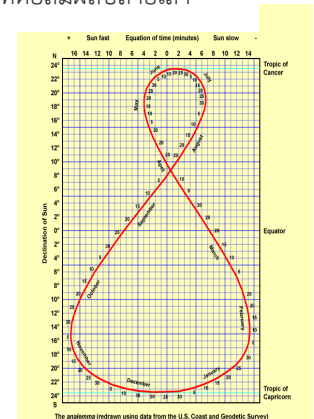
แสงและเงา เป็นสิ่งที่ทุกคนที่อยู่บนโลกสามารถสังเกตเห็นได้ทุกวัน สามารถสังเกตเห็นเงาของตนเองว่าในช่วงเวลาเช้า เงาของตัวเราจะยาว แต่ถ้าเป็นเวลากลางวันซึ่งดวงอาทิตย์อยู่กลางศีรษะนั้น เงาของเราจะสั้นลง ในช่วงเวลาที่ต่างกันความยาวของเงาก็จะสั้น-ยาว ต่างกัน รวมถึงในช่วงฤดูร้อน ดวงอาทิตย์ขึ้นจากท้องฟ้าเร็วและตกช้า แต่ในฤดูหนาวดวงอาทิตย์ขึ้นช้าและตกเร็ว เหตุการณ์เหล่านี้ล้วนเกิดจากการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะของวงรี แสงจากดวงอาทิตย์ทำให้วัตถุเกิดเงา ในช่วงหนึ่งวัน ความสูงปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าทำให้ความยาวของเงาเปลี่ยนแปลง มุมที่น้อยลงทำให้เกิดเงาที่ยาวขึ้นและดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก เงาของวัตถุจะทอดไปทิศตะวันตก แสดงว่าเงาจะเกิดขึ้นตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดแสงเสมอ ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เช่น จันทรุปราคา สุริยุปราคา ก็เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเงาอีกด้วย รวมถึงการบอกเวลาโดยใช้นาฬิกาแดด ซึ่งใช้เงาประกอบกับการ

อ่านกราฟอนาเลมมาเพื่อบอกเวลาได้ ซึ่งองค์ความรู้ทางดาราศาสตร์ ล้วนแล้วแต่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

การหาตำแหน่งด้วยเงา (ที่มา : [www.vcharkarn.com](http://www.vcharkarn.com))



**กราฟอนาเลมมา (Analemma)** เป็นกราฟแสดงละติจูดที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงตั้งฉากในวันต่างๆ ตลอดปีและสามารถหาสมการเวลาได้จากอนาเลมมา โดยจากอนาเลมมา จะได้ข้อมูลละติจูดที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงตั้งฉาก ละติจูดที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงตั้งฉากจะพล็อตลงบนเส้นกราฟแนวนอน โดยพล็อตอยู่เหนือและใต้เส้นระนาบตรงกลางซึ่งใช้แทนเส้นศูนย์สูตร ค่าละติจูดสูงสุดและต่ำสุดอยู่ระหว่าง 23 องศาเหนือถึง 23 องศาใต้ ดังนั้น ในทุกๆ วันปฏิทินจะสามารถหาสมการเวลาและละติจูดที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงตั้งฉากได้จากอนาเลมมา เมื่อมีการพล็อตค่าต่างๆ ของทุกวันปฏิทินลงในกราฟนี้แล้วลากเส้นโค้งเชื่อมจุดต่างๆ จะได้เส้นกราฟโค้งไปมาเหมือนเลขแปด



รูปที่ 3 กราฟ อนาเลมมา (ที่มา : [www.ipgp.jussieu.fr](http://www.ipgp.jussieu.fr))

คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจในเรื่องแสง เงา และการบอกเวลาโดยใช้เงา จึงได้ศึกษาหาข้อมูลและนำวิธีการทางคณิตศาสตร์เรื่อง ตรีโกณมิติ วงรี และวิธีการทางดาราศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อนำมาหาค่าละติจูด และคำนวณเวลาที่แท้จริง มีขอบเขตการศึกษาคือ พื้นที่โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรีซึ่งตั้งอยู่ละติจูดที่ 13.11 องศาใต้ ลองจิจูด 99.94 องศาตะวันออก ความสัมพันธ์ของแสงและเงาเพื่อคำนวณเวลา และประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของนาฬิกาแดดแบบแนวราบกับเงาของดวงอาทิตย์

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณค่าละติจูด จากความสัมพันธ์ของเงาและกราฟอานาเลมมา
2. เพื่อคำนวณค่าเวลา ณ ละติจูดนั้นๆ จากเงาของนาฬิกาแดดที่ประดิษฐ์ขึ้น
3. ประยุกต์ใช้ความรู้ทางตรีโกณมิติเพื่อสร้างสมการคำนวณเวลา

## วิธีการศึกษา

### ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองหาความยาวเงาของดวงอาทิตย์เพื่อหาค่าละติจูด

1. นำตะเกียบที่มีความสูง 10 เซนติเมตร ปักบนกระดาษกราฟของบอร์ดและนำไปตั้งให้หันไปทางทิศเหนือ ดังรูปที่ 4 แล้ววัดความยาวเงาทุกๆ 15 นาที ช่วงเวลา 11.00–13.00 น. และบันทึกผล (ดังรูปที่ 5)

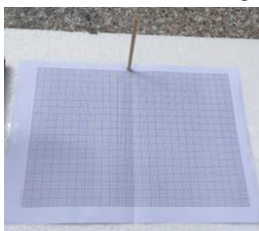
2. เมื่อได้ความยาวเงาที่สั้นที่สุด ณ เวลา 12.15 น. แล้วนำมาคำนวณหามุมที่เกิดจากแสงอาทิตย์สัมผัสปลายเสา สมมติให้เป็นมุม  $a$  โดยใช้สูตร  $\tan a = \text{ความยาวเงาวัตถุ} / \text{ความยาวเสาวัตถุ}$  แล้วนำไปคำนวณหาว่า มุม  $a$  มีค่าเท่าใด

3. หาละติจูด ณ ตำแหน่งที่เราศึกษา โดยนำค่าของมุม  $a$  ที่ได้มาแทนในสูตร  $c = b - a$  โดยให้  $a$  แทน มุมที่เกิดจากแสงอาทิตย์สัมผัสปลายเสา,  $b$  แทน ละติจูดที่อ่านได้จากอานาเลมมา ณ วันที่ทดลองดวงอาทิตย์ตั้งฉากที่ละติจูดใด และ  $c$  แทน ละติจูด ณ ตำแหน่งที่เราศึกษา

### ตอนที่ 2 การสร้างนาฬิกาแดดแนวราบอย่างง่าย

1. นำวงกลมที่มีรัศมีค่ามุม 0 - 360 องศา มาติดบนบอร์ด แล้วประดิษฐ์ gnomon ที่มีค่าความชันตามละติจูดที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 ไปวางบนวงกลมที่มีรัศมีค่ามุม 0 - 360 องศา ดังรูปที่ 6

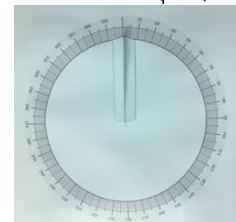
2. วัดเงาที่เกิดจาก gnomon จะได้ค่ามุม  $D$  ซึ่งเป็นค่าสมมติ และบันทึกผลการทดลองทุก ๆ 30 นาที



รูปที่ 4 แบบจำลองหาความยาวเงาของดวงอาทิตย์เพื่อหาค่าละติจูด



รูปที่ 5 วัดความยาวเงาทุกๆ 15 นาที ช่วงเวลา 11.00 - 13.00 น.



รูปที่ 6 นาฬิกาแดดแนวราบอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น gnomon มีความชัน 13 องศา

### ตารางที่ 4.1 แสดงความยาวเงาและมุมละติจูดที่คำนวณได้ในช่วงเวลา 10.00 - 14.00 น. (เสาสูง 10 cm)

เวลา	ความยาวเงา (cm)	$\tan a$	มุม $a$ (องศา)	มุม $b$ (องศา)	มุม $c$ (องศา)	เวลา	ความยาวเงา (cm)	$\tan a$	มุม $a$ (องศา)	มุม $b$ (องศา)	มุม $c$ (องศา)
11.00 น.	4.4	0.44	23.75	10.8	12.99	12.15 น.	3.2	0.32	17.74	4.7	13.00
11.15 น.	3.9	0.39	21.31	8.3	13.00	12.22 น.	3.3	0.33	18.26	5.3	13.00
11.30 น.	3.6	0.36	19.80	6.8	12.99	12.30 น.	3.4	0.34	18.78	5.8	12.99
11.45 น.	3.4	0.34	18.78	5.8	12.99	12.45 น.	3.8	0.38	20.81	7.8	13.00
12.00 น.	3.3	0.33	18.26	5.3	13.00	13.00 น.	4.3	0.43	23.27	10.3	13.00

### ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณเวลาจากเงาและละติจูดที่ $13^\circ$ (จ.เพชรบุรี)

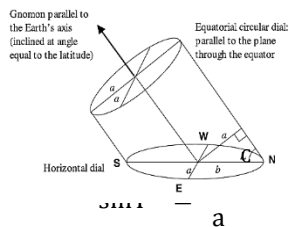
D (องศา)	$\tan D$	$\sin c (13^\circ)$	$\tan T = \tan D / \sin c$	T (องศา)	เวลาที่อ่านได้	เวลาจริง	คลาดเคลื่อน
4.8	0.084	0.225	0.373291632	20.5	10.38 น.	10.39 น.	1 นาที
3	0.052	0.225	0.232974144	13.2	11.07 น.	11.03 น.	4 นาที
1	0.018	0.225	0.077594946	4.4	11.42 น.	11.42 น.	1 นาที
0.3	0.005	0.225	0.023276333	1.4	12.05 น.	12.03 น.	2 นาที

2.2	0.038	0.225	0.170775483	9.7	12.38 น.	12.43 น.	5 นาที
4	0.069	0.225	0.310853453	17.3	13.09 น.	13.03 น.	6 นาที
6	0.105	0.225	0.467231574	25.0	13.40 น.	13.34 น.	6 นาที
8	0.141	0.225	0.624761841	32.0	14.08 น.	14.09 น.	1 นาที
11	0.194	0.225	0.864100458	40.8	14.43 น.	14.36 น.	7 นาที

### สรุปผล

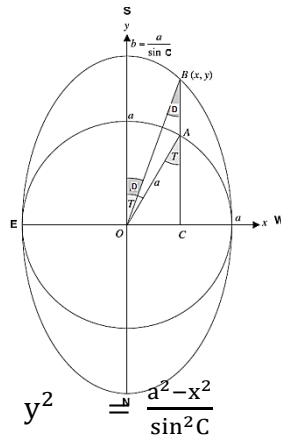
จากผลการทดลองหาละติจูดของตำแหน่งที่ศึกษา ของโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี จากสมการ  $c = b - a$  พบว่า ละติจูดของโรงเรียน คือ 13 องศา การคำนวณเวลาจากค่าของเงาและละติจูด โดยใช้ค่าละติจูดที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 นำมาทำเป็นความชันของ gnomon พบว่าสามารถคำนวณเป็น เวลาได้ จากสมการ ( $\tan T = \tan D / \sin c$ ) และนำมาหาค่าของ T จากตาราง 4.2 พบว่า เวลาที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 7 นาที ซึ่งสมการ ( $\tan T = \tan D / \sin c$ ) สามารถพิสูจน์ได้ดังนี้

$$\sin C = \frac{a}{b} \quad \text{จะได้} \quad b = \frac{a}{\sin C}$$



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2 \sin^2 C}{a^2} = 1$$



$$y^2 = \frac{a^2 - a^2 \sin^2 T}{\sin^2 C}$$

$$y = \frac{a \cos T}{\sin C}$$

ในสามเหลี่ยม OBC  $\tan D = \frac{x}{y}$

$$\tan D = a \sin T \div \frac{a \cos T}{\sin C}$$

$$\tan D = \frac{a \sin T \cdot \sin C}{a \cos T}$$

$$\tan D = \tan T \times \sin C$$

$$D = \tan^{-1} (\tan T \times \sin C)$$

### เอกสารอ้างอิง

Jill Vincent. (2008). **The mathematics of sundials**. Accessed October 2016 at

<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ819411.pdf>

ชิตนรงค์. (2549). **วัดเงาหาลองจีจุดและละติจูด** (ออนไลน์). สืบค้นจาก:

<http://www.vcharkarn.com/vcafe/47709>

วีรวัฒน์ หนองห้าง.(2556). **การประดิษฐ์นาฬิกาแดดแบบศูนย์สูตรที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินสามนาที**

(ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://readgur.com/doc/>

การศึกษาโครงสร้างและการวางตัวของปราสาทหินพนมรุ้งเพื่ออธิบายปรากฏการณ์แสงทะลุประตู15ช่อง

นางสาวจิรัชญา ดิลกธำรงค์กุล

e-mail:djkhim42@gmail.com

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ครูที่ปรึกษา อ.บุญส่ง เห็นงาม

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างและแนวการวางตัวของปราสาทหินพนมรุ้ง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่อง เมื่อสังเกตจากกึ่งกลางของปากประตูในแต่ละฝั่ง ทั้งช่วงการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์

จากผลการศึกษาพบว่า ปราสาทหินพนมรุ้งมีการวางตัวตามทิศตะวันออก-ตะวันตกโดยหน้าปราสาทจะเฉียงขึ้นไปทางทิศเหนือเล็กน้อย เป็นมุม 3.35 องศา มีความยาวขององค์ปราสาทเท่ากับ 75 เมตร และความกว้างปากประตูเท่ากับ 1.2 เมตร จากผลของทิศทางการวางตัวขององค์ปราสาท ทำให้เราสามารถมองเห็นปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่องได้ทั้งหมด 4 ครั้ง และเนื่องจากปราสาทด้านหน้าวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และปราสาทด้านหลังวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงทำให้ไม่สามารถเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกผ่านประตูทั้ง15ช่องได้ในวันเดียวกัน

โดยในวันที่ 3-5 เมษายน และ 8-10 กันยายน จะเห็นดวงอาทิตย์ซึ่งมีค่าของเดคลิเนชันอยู่ในช่วง  $4.85^{\circ}$  ถึง  $6.05^{\circ}$  ขึ้นทางด้านหน้าปราสาทผ่านประตูทั้ง 15 ช่อง โดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนในวันที่ 6-8 มีนาคม และ 6-8 ตุลาคม จะเห็นดวงอาทิตย์ซึ่งมีค่าของเดคลิเนชันอยู่ในช่วง  $-4.80^{\circ}$  ถึง  $-5.95^{\circ}$  ตกทางด้านหลังปราสาทผ่านประตูทั้ง 15 ช่องโดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

โดยในแต่ละรอบนั้นจะเห็นปรากฏการณ์นี้ต่อเนื่องกัน 3 วัน เป็นผลจากขนาดเชิงมุมของปากประตูเมื่อสังเกตจากประตูอีกฝั่งหนึ่ง

### บทนำ

ปราสาทขอมส่วนใหญ่สร้างขึ้นเพื่อบูชาดวงอาทิตย์ตามความเชื่อของชาวขอมโบราณ โดยส่วนมากปราสาทขอมมักจะสร้างให้ปราสาทวางตัวในแนวตะวันออกและตะวันตก ซึ่งตรงกับตำแหน่งขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ (วันequinox)หรือกลุ่มดาวราศีเมษ ซึ่งเป็นราศีสำคัญของศาสนาพราหมณ์ ปราสาทขอมในไทยส่วนใหญ่เลือกที่จะหันหน้าเข้าหากกลุ่มดาวราศีเมษ ในขณะที่ปราสาทในพระนครเลือกที่จะหันหน้าเข้าหาตำแหน่งequinox

ปราสาทหินพนมรุ้งเป็นปราสาทที่มีความพิเศษกว่าปราสาทขอมอื่นคือนอกจากจะมีสภาพที่ค่อนข้างสมบูรณ์ดีและมีการวางตัวปราสาทอยู่ในเส้นตรงเดียวกันแล้ว ยังมีปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่อง ซึ่งเกิดขึ้นปีละ 4 ครั้ง ซึ่งในวันที่ 3-5เมษายน และ 8-10 กันยายนของทุกๆปี จะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นผ่านประตูทั้ง 15 ช่อง และในวันที่ 6-8 มีนาคม และ 6-8 ตุลาคม ของทุกๆปี จะเห็นดวงอาทิตย์ตกผ่านประตูทั้ง 15 ช่องอีกเช่นกัน

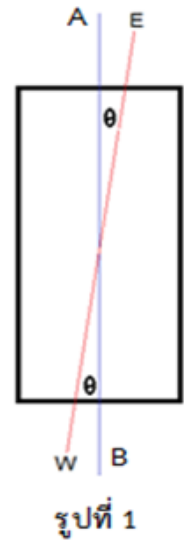
ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำโครงการจึงเลือกที่จะศึกษาปราสาทพนมรุ้งเพื่อที่จะศึกษา  
โครงสร้างและการวางตัวของปราสาทเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่อง  
วิธีการศึกษา

**อุปกรณ์เครื่องมือ**

1. ตลับเมตร      2. เชือก      3. แท่งไม้      4. กระดาษและปากกา

**ตอนที่ 1: การวัดการวางตัวขององค์ปราสาท**

- วางแท่งไม้ (ตัวกำเนิดเงา) ให้ใกล้กับแนวกึ่งกลางของตัวองค์ปราสาทมากที่สุด
- นำกระดาษไปรองบริเวณที่จะเกิดเงาจากแสงอาทิตย์
- ใช้ปากกาทำสัญลักษณ์บริเวณที่เงาเกิดบนกระดาษที่เวลา 11.05 (ดวงอาทิตย์จะผ่านเส้นเมอริเดียนของจังหวัดบุรีรัมย์เวลา 12.05 น.)
- ทำซ้ำในข้อที่ 3 เมื่อผ่านเวลาไปทุกๆครึ่งชั่วโมงจนถึงเวลา 13.05 น.
- สังเกตแนวการเปลี่ยนตำแหน่งของเงาไม้แล้วลากเส้นสัมผัสกับบริเวณแนวเงาที่สั้นที่สุดซึ่งเส้นนี้จะวางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกทางภูมิศาสตร์ (EW)
- ลากเส้นแนวกึ่งกลางขององค์ปราสาทโดยใช้เชือกขึงตึงระหว่างกึ่งกลางประตูขององค์ปราสาท (AB) เทียบมุมที่เกิดขึ้นระหว่างแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกทางภูมิศาสตร์ (EW) กับเส้นแนวกึ่งกลางขององค์ปราสาท (AB)
- คำนวณหาทิศทางการวางตัวขององค์ปราสาท ( $\theta$ ) ดังรูปที่ 1



**ตอนที่ 2 : วัดขนาดช่องประตูขององค์ปราสาท**

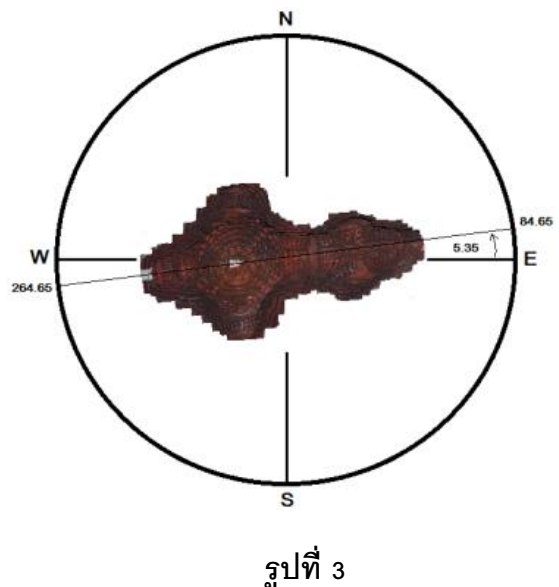
- วัดความกว้างของปากประตู (x) และวัดความยาวของตัวองค์ปราสาท (y) บันทึกผล จากนั้นนำค่า x, y มาคำนวณหาค่ามุม ( $\phi$ ) ที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2



**ผลการศึกษา**

**ตอนที่ 1 : วัดตำแหน่งการวางตัวขององค์ปราสาท**

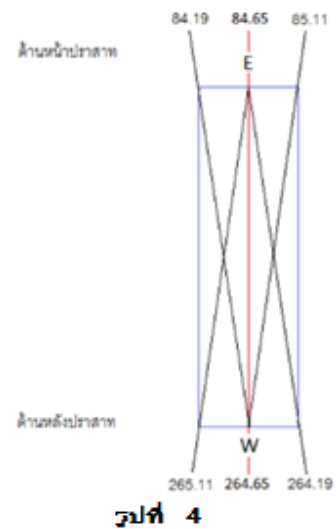
จากการศึกษาการวางตัวขององค์ปราสาทพบว่าแนวกึ่งกลางขององค์ปราสาทจะวางตัวในทิศตะวันออกโดยเฉียงขึ้นไปทางทิศเหนือเล็กน้อยโดยเอียงขึ้นทางทิศเหนือ 5.35 องศาแสดงว่าองค์ปราสาทนี้ได้หันปราสาทไปทางมุมทิศ 84.65 องศาและหลังปราสาทหันไปทางมุมทิศ 264.65 องศา ดังรูปที่ 3





## ตอนที่2 :วัดขนาดตัวองค์ปราสาท

จากผลการศึกษา ความกว้างของปากประตูปราสาทมีค่าเท่ากับ 1.2 เมตร ความยาวของตัวองค์ปราสาทมีค่าเท่ากับ 75 เมตรเมื่อนำมาคำนวณหาขนาดเชิงมุมของประตูปราสาทโดยการสังเกตจากอีกฝั่งหนึ่งของปราสาทจะได้มุมกว้าง 0.92 องศา และเมื่อนำไปคำนวณหามุมทิศของดวงอาทิตย์ซึ่งจะสามารถเกิดปรากฏการณ์แสงทะลุประตู15ช่องที่ประตูด้านหน้าขององค์ปราสาทได้ค่ามุมทิศ ตั้งแต่ 84.19 - 85.11 องศา และที่ประตูด้านหลังขององค์ปราสาทได้ค่า มุมทิศ ตั้งแต่ 264.19 - 265.11 องศา และเมื่อนำไปเทียบกับตารางแสดงมุมทิศในการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ก็จะสามารถบ่งบอกถึงวันที่จะเกิดแสงทะลุประตูทั้ง 15 ช่องได้



### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการวางตัวของปราสาทหินพนมรุ้ง พบว่าแนวกึ่งกลางขององค์ปราสาทจะวางตัวทำมุมกับแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก 5.35 องศา แสดงว่าองค์ปราสาทนี้ หน้าปราสาทได้หันไปทางมุมทิศ 84.65 องศาและหลังปราสาทหันไปทางมุมทิศ 264.65 องศา จากผลของทิศทางการวางตัวขององค์ปราสาทนี้ ทำให้ไม่สามารถเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกผ่านประตูทั้ง15ช่องได้ในวันเดียวกัน เนื่องจากปราสาทด้านหน้าวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และปราสาทด้านหลังวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงใต้ แต่กลับทำให้เราสามารถมองเห็นปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่องได้ทั้งหมด 4 ครั้ง โดยในวันที่ 3-5 เมษายน และ 8-10 กันยายน จะเห็นดวงอาทิตย์ (เดคลิเนชัน  $\approx 4.85^\circ$  ถึง  $6.05^\circ$ ) ขึ้นทางด้านหน้าปราสาทผ่านประตูทั้ง 15 ช่อง โดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนในวันที่ 6-8 มีนาคม และ 6-8 ตุลาคม จะเห็นดวงอาทิตย์ (เดคลิเนชัน  $\approx -4.80^\circ$  ถึง  $-5.95^\circ$ ) ตกทางด้านหลังปราสาทผ่านประตูทั้ง 15 ช่องโดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

และจากผลการวัดความยาวขององค์ปราสาทเทียบกับความกว้างของปากประตูโดยที่ค่าความยาว 75 เมตร ปากประตูกว้าง 1.2 เมตร ทำให้ค่าขนาดเชิงมุมของมุมมองของผู้สังเกตจากกึ่งกลางประตูฝั่งหนึ่งขององค์ปราสาทถึงขอบประตูซ้ายและขวาอีกฝั่งหนึ่งขององค์ปราสาทมีค่าเท่ากับ 0.92 องศาหรือ 55.2 ลิปดา ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณเทียบการเปลี่ยนตำแหน่งมุมทิศในการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในช่วงของการเกิดปรากฏการณ์ซึ่งพบว่าในแต่ละวันดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนมุมทิศไปประมาณ 23 - 24 พิลิปดา ฉะนั้นปรากฏการณ์แสงทะลุประตู15 ช่องของแต่ละครั้งนั้นจะเกิดต่อเนื่องกัน 3 วัน

### อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ปราสาทหินพนมรุ้งมีการวางตัวตามทิศตะวันออก-ตะวันตกโดยด้านหน้าขององค์ปราสาทจะเฉียงขึ้นไปทางทิศเหนือเป็นมุม 3.35 องศา แสดงว่าองค์ปราสาทนี้ได้หันปราสาทไปทางมุมทิศ 84.65 องศาและหลังปราสาทหันไปทางมุมทิศ 264.65 องศา โดยมีความยาวขององค์ปราสาทเท่ากับ 75 เมตร และมีความกว้างปากประตูเท่ากับ 1.2 เมตร ทำให้เกิดขนาดเชิงมุมของมุมมองของผู้สังเกตจากกึ่งกลาง

ประตูฝั่งหนึ่งขององค์ปราสาทถึงขอบประตูซ้ายและขวาอีกฝั่งหนึ่งขององค์ปราสาทได้เท่ากับ 0.92 องศาหรือ 55.2 ลิปดา

จากผลของทิศทางการวางตัวขององค์ปราสาท ทำให้สามารถมองเห็นปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่องได้ทั้งหมด 4 ครั้ง โดยที่ตัวองค์ปราสาทจะหันหน้าปราสาทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และด้านหลังของปราสาทจะหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ไม่สามารถเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกผ่านประตูทั้ง 15 ช่องได้ในวันเดียวกัน ซึ่งในวันที่ 3-5 เมษายน และ 8-10 กันยายน ดวงอาทิตย์จะขึ้นผ่านช่องประตู 15 ช่องจากด้านหน้าของปราสาท โดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และในวันที่ 6-8 มีนาคม และ 6-8 ตุลาคมดวงอาทิตย์จะตกผ่านช่องประตู 15 ช่องจากด้านหลังของปราสาท โดยจะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ในแต่ละครั้งของการเกิดปรากฏการณ์ เราจะเห็นปรากฏการณ์นี้ต่อเนื่องกัน 3 วัน เป็นผลจากความกว้างของขนาดเชิงมุมของปากประตูเมื่อสังเกตจากกึ่งกลางประตูอีกฝั่งหนึ่ง ซึ่งจากผลการศึกษามุมทิศในการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ในช่วงการเกิดปรากฏการณ์ฯ พบว่าดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนมุมทิศในการขึ้นและตกทุกวัน ดังตาราง

Date	April					September				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Azi (E)	85° 49'	84° 26'	84° 02'	83° 38'	83° 15'	83° 47'	83° 20'	84° 34'	84° 57'	85° 21'
Azi (W)	275° 22'	275° 45'	276° 09'	276° 33'	276° 56'	276° 00'	275° 36'	275° 13'	274° 50'	274° 26'
Dec <sub>sun</sub>	4° 59'	5° 17'	5° 40'	6° 03'	6° 31'	5° 59'	5° 37'	5° 14'	4° 51'	4° 28'
Date	March					October				
	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
Azi (E)	96° 11'	95° 47'	95° 23'	94° 59'	94° 34'	94° 46'	95° 10'	95° 33'	95° 58'	96° 21'
Azi (W)	264° 00'	264° 24'	264° 48'	265° 12'	265° 37'	264° 49'	264° 25'	264° 02'	263° 38'	263° 14'
Dec <sub>sun</sub>	5° 58'	5° 35'	5° 12'	4° 48'	4° 25'	4° 48'	5° 11'	5° 34'	5° 57'	6° 20'

เช่นในช่วง 7-11 กันยายน ดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งมุมทิศไป 1° 34' หรือ 94' และเมื่อนำมาคำนวณ หาช่วงเวลาของปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่องจะได้โดย  $(4/94)(55.2) = 2.34$  วัน นั้นหมายความว่า ในแต่ละครั้ง เราจะสามารถเห็นปรากฏการณ์แสงทะลุประตู 15 ช่องได้ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) และอาจารย์บุญส่งเห็นงามที่กรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการทำโครงการจึงทำให้โครงการสำเร็จไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

นายอารีย์ ภูสมบัติ.2558.ไขปริศนาปราสาทพนมรุ้ง.(ออนไลน์).แหล่งที่มา : 21 ตุลาคม 2559

## การศึกษาสสารมืดในกาแล็กซีโดยใช้ galactic rotation curve

นางสาวณัฐมน ตั้งแก

E-mail:khunnoot2543@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา นายมนตรี นันตา

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาเอกภพวิทยา(cosmology) มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสสารทั้งในเอกภพพร้อมพยายามอธิบายและทำนายความเป็นไปของเอกภพ จากการศึกษาสสารมืดโดยใช้ galactic rotation curve เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถอธิบายได้ว่าในกาแล็กซีนั้นรวมถึงเอกภพของเรามีสสารมืดประกอบอยู่ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของความเร็วในการหมุนและระยะห่างจากใจกลางของกาแล็กซี ในทางทฤษฎีกราฟจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึงระยะขอบของbulge และกราฟจะเริ่มมีความเร็วลดลงเมื่อห่างออกมาจากระยะขอบ bulge เป็นไปตามสมการ  $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$  จะได้ว่า  $v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$  แต่ในทางปฏิบัติกราฟที่ได้จากการสังเกตหรือนำมาวิเคราะห์ข้อมูลมีความเร็วคงตัวหรือมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้สันนิษฐานได้ว่าต้องมีแรงบางอย่างที่มากกระทำและทำให้ความเร็วของกาแล็กซีเพิ่มขึ้นโดยนิยามว่าสสารมืด (dark matter) จากการศึกษา galactic rotation curve ของแต่ละกาแล็กซีทำให้ทราบว่ามีการกระจายตัวของสสารมืดเป็นไปอย่างไม่คงที่และไม่สามารถหาแนวโน้มมาอธิบายได้

คำสำคัญ: galactic rotation curve, สสารมืด (dark matter)

### บทนำ

สสารมืด (Dark Matter) เป็นสสารองค์ประกอบในอวกาศชนิดหนึ่งซึ่งไม่สามารถส่องแสงหรือสะท้อนแสงได้ในช่วงที่ตรวจจับได้โดยตรงจากการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การศึกษาสสารมืดเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาองค์ประกอบของเอกภพและทฤษฎีบิกแบง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสสารมืดในกาแล็กซีโดยใช้ galactic rotation curve เป็นกราฟที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของมวลในกาแล็กซี โดยใช้ความเร็วในการหมุนของกาแล็กซีเทียบกับระยะห่างจากใจกลางของกาแล็กซีโดยประโยชน์จากการศึกษา galactic rotation curve คือ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของผลที่ได้จากการทดลองและผลทางทฤษฎีเพื่อพิสูจน์ว่าในกาแล็กซีมีสสารมืดอยู่จริงและสามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มความแตกต่างของกราฟในแต่ละกาแล็กซีได้

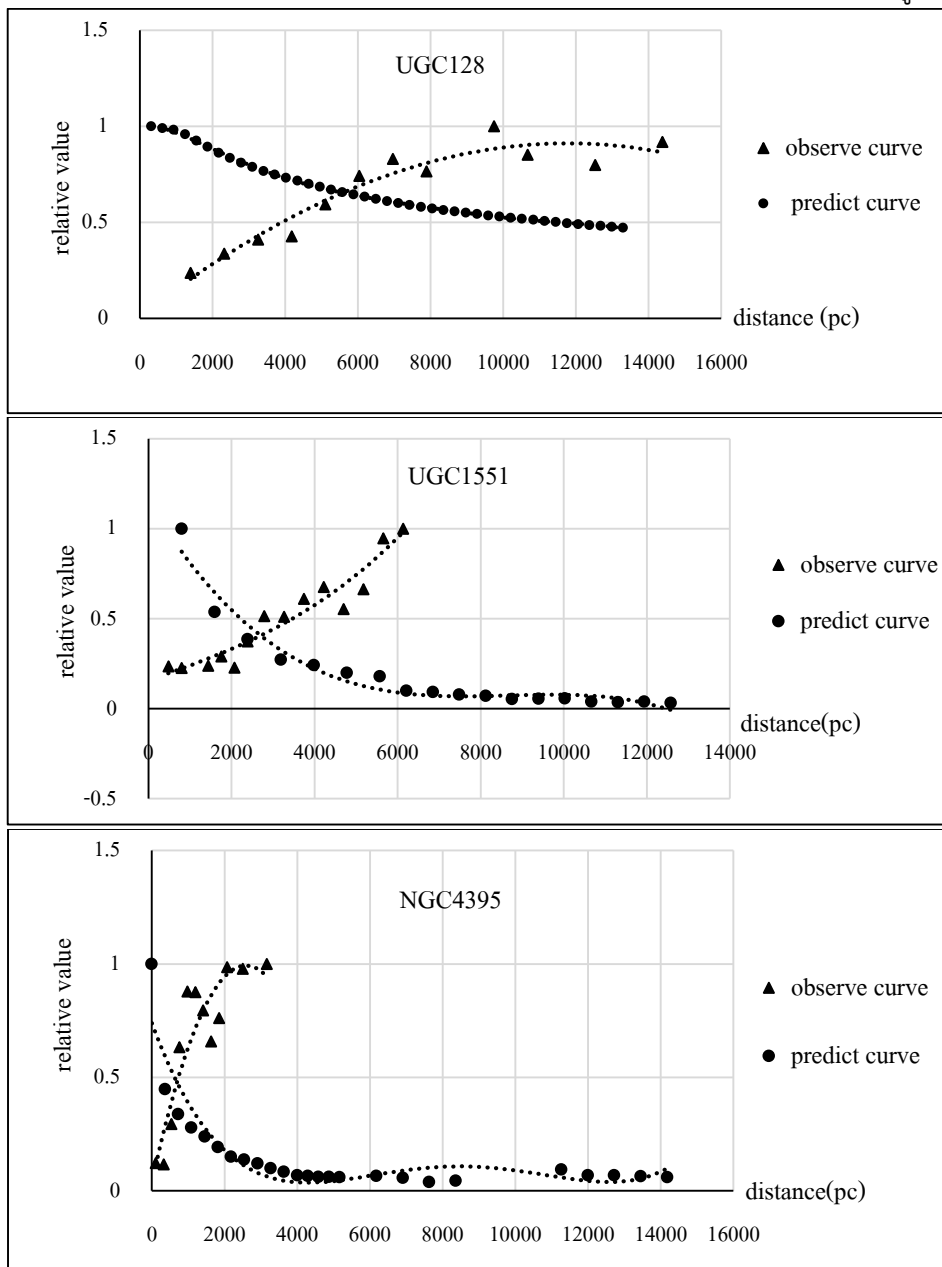
### วิธีการศึกษา

1. เลือกกาแล็กซี UGC128, UGC1551 และ NGC4395 จากฐานข้อมูลของ Stacy McGaugh (2007) มาเขียนกราฟระหว่างความเร็วในการหมุนของกาแล็กซีและระยะทางจากใจกลางกาแล็กซี (กราฟที่ได้จากการสังเกต)
2. นำภาพกาแล็กซี UGC128, UGC1551และ NGC4395 จากโปรแกรม Aladin มาวิเคราะห์ความสว่าง (pixel value) ในโปรแกรมAperture Photometry Tool

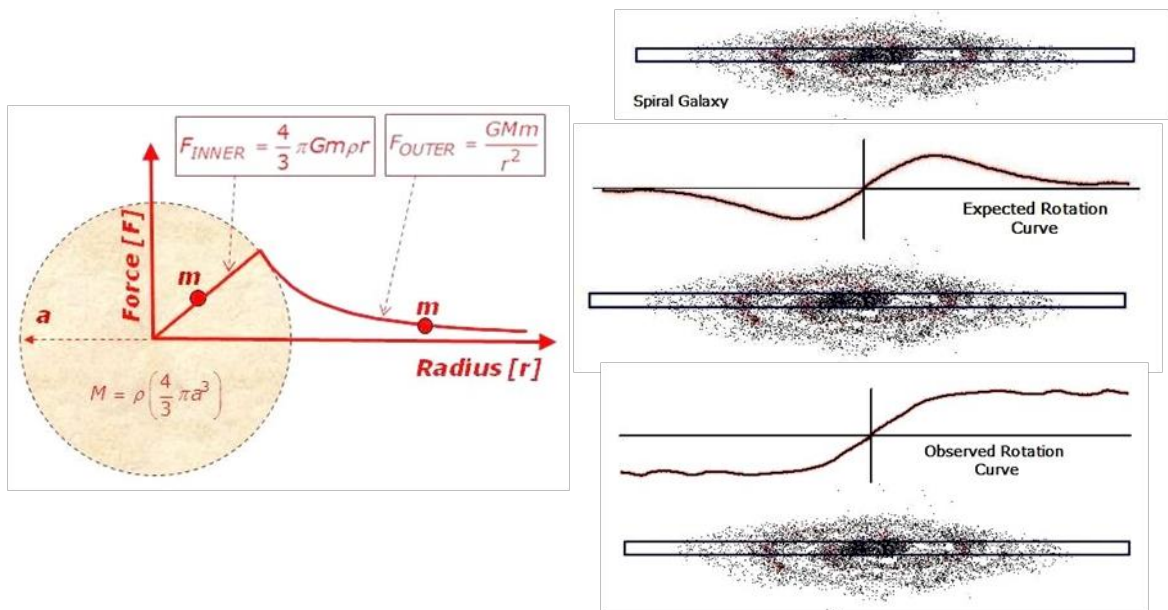
3. ข้อมูลที่ได้คือค่าความสว่างของแสง(D.N.)เมื่อเทียบกับระยะทางจากใจกลางของกาแล็กซี (pc) เพื่อจะสร้างกราฟตามทฤษฎี (predict curve)
4. นำค่าความสว่างของแสง(D.N.)ที่ได้แปลงค่าให้เป็นมวล เพื่อให้ได้ค่าของความเร็วในการหมุนของกาแล็กซี
5. นำกราฟที่ได้จากการสังเกตและกราฟตามทฤษฎีมาเทียบกัน โดยแกน X แทนค่าเป็นระยะทางหน่วยพาร์เซก และแกน Y แทน relative value คือนำค่าสูงสุดของแต่ละกราฟมาหาร ซึ่งจะได้ค่าที่อยู่ในช่วง 0-1 และวิเคราะห์กราฟที่ได้

### ผลการศึกษา

Galactic rotation curve ของกาแล็กซี UGC128, UGC1551 และ NGC4395 ที่ได้ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Galactic rotation curve ของกาแล็กซี UGC128, UGC1551 และ NGC4395



รูปที่ 3 Mass Distribution Model ของ Galactic rotation curve ของกาแล็กซี

จากรูปที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำภายใน Bulge

จากสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน  $F_{inner} = \frac{GMm}{r^2}$  ... (1)

โดยที่  $M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$  ... (2)

จะได้ว่า  $F_{inner} = \frac{4}{3} \pi G m \rho r$  ... (3)

เนื่องจาก  $F_{inner} = F_{orbit}$  ... (4)

$$\frac{4}{3} \pi G m \rho r = \frac{mv^2}{r}$$

จะได้  $v = r \sqrt{\frac{4\pi G \rho}{3}}$  ... (5)

นั่นคือ  $v \propto r$

พิจารณาแรงที่กระทำภายนอก Bulge

จากสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน  $F_{outer} = \frac{GMm}{r^2}$  ... (6)

เนื่องจาก  $F_{outer} = F_{orbit}$  ... (7)

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

จะได้  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  ... (8)

นั่นคือ  $v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$

## สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ galactic rotation curve ทำให้ทราบว่า มีสสารมืดอยู่จริงโดยอธิบายได้จากกราฟตามทฤษฎีและกราฟจากการสังเกตที่แตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบกราฟของแต่ละกาแล็กซีพบว่ามีการกระจายตัวของสสารมืดที่แตกต่างกันซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยและสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้

## อภิปรายผลการศึกษา

จากกราฟที่ศึกษาพบว่า กราฟมีความสัมพันธ์ในช่วงแรกเหมือนกัน แต่มีกราฟบางกราฟมีความสัมพันธ์ในช่วงท้ายแบบคงที่คือ ความเร็วคงตัว หรือความเร็วเพิ่มขึ้น จากข้อมูลนี้ทำให้ทราบว่า การกระจายตัวของสสารมืดเป็นไปอย่างไม่คงที่และไม่สามารถหาแนวโน้มอธิบายได้โครงการนี้สามารถนำไปศึกษาต่อได้ โดยนำไปสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของสสารมืดที่ทำให้กราฟเป็นไปตามการสังเกตได้ในภาวะที่มีมวลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วมีเพียงอย่างเดียว

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก คุณครูมนตรี นันทา และพี่เลี้ยงจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และข้อสอบถามต่าง ๆ ระหว่างการทำโครงการ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ และคุณมติพล ตั้งมติธรรม ที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จรุ่งเรืองไปด้วยดี ขอขอบคุณผู้ปกครอง ที่คอยให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจเสมอมา

## เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม. (2016). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. เชียงใหม่: ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

Geoffrey M. Williams. (2008). A Newtonian Model for Spiral Galaxy Rotation Curves .Retrieved October 8, 2016, from <http://www.mysearch.org.uk/website1/pdf/647.4.pdf>

Salzano Vincenzo. (2014). Unifying static analysis of gravitational structures with scale-dependent scalar field gravity as an alternative to dark matter. Retrieved October 8, 2016, from <https://inspirehep.net/record/1198255/plots>

Stacy McGaugh. (2007). High Resolution Optical Velocity Fields of Low Surface Brightness Galaxies and the Density Profiles of Dark Matter Halos. Retrieved October 8, 2016 from <https://www.astro.umd.edu/~ssm/data/>

The Mysearch Website. (2015). Mass Distribution Model. Retrieved October 8, 2016, from <http://www.mysearch.org.uk/website1/html/647.Mass.html>

Vera C. Rubin. (2011). HIGH-RESOLUTION ROTATION CURVES OF LSB GALAXIES: MASS MODELS. Retrieved October 8, 2016, from <file:///D:/dark%20matter/0107366v1.pdf>

## การหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโดยใช้ดาวเซฟีอิด

นายเกียรติศักดิ์ ทองคำ

e-mail: godsiergg@hotmail.com

นางพรรณพร บุญทศ

โรงเรียนโยธินวิทยา

### บทคัดย่อ

ดาวเซฟีอิดเป็นดาวแปรแสงประเภทหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นดาวยักษ์สีเหลืองหรือดาวยักษ์ใหญ่การแปรแสงของดาวเซฟีอิดเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของธาตุฮีเลียมบนพื้นผิวของดาวโดยจะให้ดาวเกิดการยุบขยายอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นคาบได้ ดาวแปรแสงเซฟีอิดมีความสว่างและมีมวลมากและมีลักษณะเด่น คือ ดาวจะเพิ่มความสว่างขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นความสว่างจะค่อยๆ ลดลงลักษณะคล้ายกับครีบบปลาฉลาม โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโลกโดยใช้ดาวเซฟีอิด วิธีการศึกษาทำได้โดยถ่ายภาพดาวในกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กและศึกษาคาบการแปรแสงของดาวเซฟีอิดสองดวง ได้แก่ hv00934 ซึ่งอยู่ในกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และ hv01954 ซึ่งอยู่ในกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ Iris และ DS9 และคำนวณหาระยะทางโดยใช้โมดูลัสของระยะทาง เครื่องมือที่ใช้ศึกษาคือกล้อง prompt จากประเทศชิลี โดยถ่ายใน filter V ผลการศึกษาพบว่า ระยะจากโลกถึงดาวเซฟีอิด hv00934 เท่ากับ 65,500 parsec เมื่อหาระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ได้เท่ากับ 213,530 ปีแสง และได้ระยะจากโลกถึงดาวเซฟีอิด hv01954 เท่ากับ 52,923 parsec หาระยะทางเฉลี่ย จากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กได้เท่ากับ 172,528 ปีแสง (ระยะทาง 1parsec = 3.26 ปีแสง)

**คำสำคัญ :** ดาวแปรแสงเซฟีอิด สมการโมดูลัสของระยะทาง

### บทนำ

ดาวแปรแสง (Variable Stars) เป็นดาวฤกษ์ที่มีการเปลี่ยนความสว่าง ซึ่งดาวแปรแสงเซฟีอิด(Cepheid Variables) เป็นดาวแปรแสงชนิดหนึ่งส่วนใหญ่เป็นดาวยักษ์สีเหลืองหรือดาวยักษ์ใหญ่ คาบการแปรแสงของดาวแปรแสงแบบเซฟีอิดมีความสัมพันธ์กับความสว่างสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน โดยดาวที่สว่างมากจะมีคาบที่ยาวนาน การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ทำให้ดาวแปรแสงแบบเซฟีอิดเป็นจุดเทียนมาตรฐานที่นักดาราศาสตร์ใช้ในการวัดระยะห่างกาแล็กซีหรือกระจุกดาวที่มันอาศัยอยู่ได้

### วิธีการศึกษา

การหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโดยใช้ดาวเซฟีอิดมีขั้นตอน ดังนี้

1. ถ่ายภาพวัตถุที่ต้องการศึกษาที่คาดว่าเป็นดาวเซฟีอิด ได้แก่ hv00934 (อยู่ในกาแล็กซี

แมกเจลแลนใหญ่) และ hv01954 (อยู่ในกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็ก) โดยใช้กล้อง prompt จากประเทศชิลีและถ่ายภาพใน filter V เวลาในการเปิดหน้ากล้องแต่ละครั้งในแต่ละฟิลเตอร์ 40 วินาทีโดยส่งถ่ายทุกวัน วันละ 1 ภาพและหาตำแหน่งของดาวโดยใช้ฐานข้อมูล simbad

2. หาตำแหน่งของดาวอ้างอิงที่เป็นประเภท star จากโปรแกรม DS9 โดยวิธีการเลือกดาวอ้างอิงที่อยู่ใกล้ๆ กับดาวแปรแสงที่จะศึกษา และเลือกดาวอ้างอิงมากกว่าหนึ่งดวงเพื่อให้สามารถหาค่าเฉลี่ยของแมกนิจูดปรากฏได้แม่นยำ

3. เมื่อทราบตำแหน่งของดาวแปรแสงและดาวอ้างอิงแล้ว ทำการวัดค่าความสว่างเทียบกับดาวอ้างอิงโดยใช้โปรแกรม Iris ซึ่งก่อนจะนำมาประมวลผลนั้นต้องทำให้ดาวทุกดวงที่อยู่ในทุกภาพอยู่ในจุดที่ตรงกันเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนซึ่งการประมวลผลจะทำให้ทราบ flux ของดาวแปรแสงที่จะศึกษาและดาวอ้างอิง และหาค่าแมกนิจูดปรากฏของแต่ละภาพ โดยนำข้อมูลที่ได้แทนลงในสมการดังนี้

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{f_1}{f_2}\right)$$

เมื่อ  $m_1$  = Apparent Magnitude ของดาวเซฟีอิด  $f_1$  = fluxของดาวเซฟีอิด  
 $m_2$  = Apparent Magnitude ของดาวอ้างอิง  $f_2$  = fluxของดาวอ้างอิง

3. เปิดไฟล์ภาพที่ประมวลผลด้วยโปรแกรม Iris โดยใช้โปรแกรม Excel ในการรวมไฟล์ซึ่งจะทำให้ทราบ flux ของดาวแปรแสงที่จะศึกษาและดาวอ้างอิงตั้งแต่ภาพแรกถึงภาพสุดท้าย จากนั้นนำค่าแมกนิจูดปรากฏของแต่ละภาพมาสร้างกราฟแสงเพื่อหาคาบการแปรแสงโดยใช้ JD(Julian date)คือ JD ของจุดครบการแปรแสงลบด้วย JD ของจุดเริ่มการแปรแสง

5. นำคาบการแปรแสงมาหาค่า Absolute Magnitude โดยแทนค่าในสมการ

$$M_v = (-2.88 * \log(P)) - 1.24$$

กฎเฉลี่ยของดาว

6. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดาวเซฟีอิดแต่ละดวงจากโมดูลัสของระยะทางโดยค่าที่ได้จะหาระยะทางในหน่วยparsecดังสมการ

$$m - M = -2.5 \log_{10}\left(\frac{F(d)}{F(10)}\right)$$

เมื่อ  $m$  = Apparent Magnitude ,  $M$  = Absolute Magnitude

### ผลการศึกษา

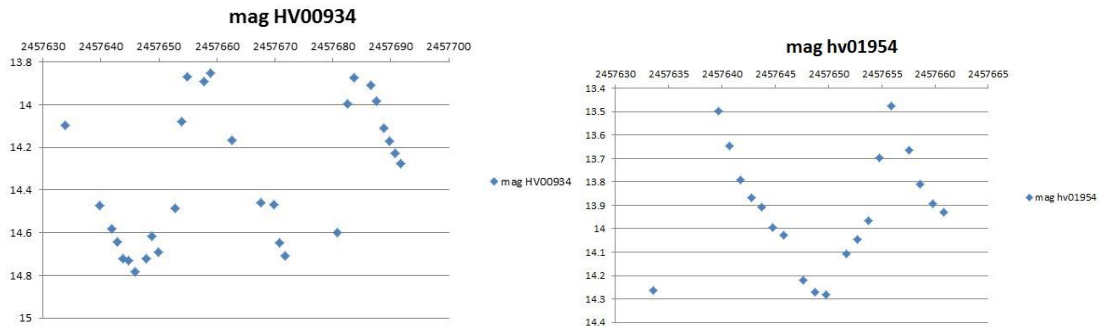
จากการหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโดยใช้ดาวเซฟีอิดปรากฏผลดังนี้

1. Apparent Magnitude ของดาวเซฟีอิด ที่ได้จากโปรแกรม Iris ของดาวเซฟีอิด hv00934 ในกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ และดาวเซฟีอิด hv01954 ในกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กได้ค่าดังตารางนี้

ดาวเซฟีอิด	Julian date	Magnitude hv00934	หมายเหตุ
hv00934	2457652.874 <sup>1</sup>	14.48	จุดเริ่มการแปรแสง
	2457669.782 <sup>2</sup>	14.46	จุดครบรอบการแปรแสง
hv01954	2457639.652 <sup>1</sup>	13.49	จุดเริ่มการแปรแสง
	2457655.868 <sup>2</sup>	13.47	จุดครบรอบการแปรแสง



2. นำค่า Apparent Magnitude ที่ได้จากร่างไปสร้างคาบการแปรแสงของดาวเซฟีอิดโดยแกน X คือ JD และแกน Y คือ magnitude จะได้คาบการแปรแสงของดาวเซฟีอิด hv00934 และดาวเซฟีอิด hv01954 ดังกราฟ



3. นำคาบการแปรแสงมาหา Absolute Magnitude จากสมการ

$$M_v = (-2.88 * \log(P)) - 1.24$$

โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

- 1) จาคร่างในข้อ 1 นำไปหาคาบการแปรแสงได้ดังนี้
  - ดาวเซฟีอิด hv00934 ได้เท่ากับ  $2457669.782 - 2457652.874 = 16.900$
  - ดาวเซฟีอิด hv01954 ได้เท่ากับ  $2457655.868 - 2457639.652 = 16.216$
- 2) หาแมกนิจูดสัมบูรณ์โดยนำไปแทนในสมการข้อ 3 จะได้ค่าดังนี้
  - ดาวเซฟีอิด hv00934 ได้เท่ากับ  $-4.767$
  - ดาวเซฟีอิด hv01954 ได้เท่ากับ  $-4.739$
- 3) หาแมกนิจูดปรากฏเฉลี่ยจาก

$$(\text{แมกนิจูดปรากฏที่มากที่สุดของดาวนั้น} + \text{แมกนิจูดปรากฏที่น้อยที่สุดของดาวนั้น}) / 2$$

4. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดาวเซฟีอิดได้จากสมการ

$$m - M = -2.5 \log_{10} \left( \frac{F(d)}{F(10)} \right)$$

4.1 ดาวเซฟีอิด hv00934 จะได้  $14.317 - (-4.767) = 5 \log_{10}(d) - 5 = 65,500$  parsec  
 ซึ่งได้ระยะจากโลกถึงดาวเซฟีอิด hv00934 เท่ากับ 65,500 parsec เมื่อหาระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ได้เท่ากับ 213,530 ปีแสง

4.2 ดาวเซฟีอิด hv01954 จะได้  $17.055 - (-2.003) = 5 \log_{10}(d) - 5 = 52,923$  parsec  
 ซึ่งได้ระยะมาจกโลกถึงดาวเซฟีอิด hv01954 เท่ากับ 52,923 parsec เมื่อหาระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็ก ได้เท่ากับ 172,528 ปีแสง

## สรุปผลการศึกษา

การหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโดยใช้ดาวเซฟีอิดพบว่า ได้ระยะจากโลกถึงดาวเซฟีอิด hv00934 เท่ากับ 65,500 parsec เมื่อหาระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ได้เท่ากับ 213,530 ปีแสง ซึ่งระยะทางจากฐานข้อมูลเท่ากับ 179,000 ปีแสงความคลาดเคลื่อน 19.29% และได้ระยะทางจากโลกถึงดาวเซฟีอิด hv01954 เท่ากับ 52,923 parsec เมื่อหาระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กได้เท่ากับ 172,528 ปีแสง ซึ่งระยะทางจากฐานข้อมูลเท่ากับ 199,000 ปีแสงความคลาดเคลื่อน 13.30 % (ระยะทาง 1parsec =3.26 ปีแสง) ซึ่งความคลาดเคลื่อนในการศึกษาครั้งนี้อาจเนื่องจากการเลือกดาวอ้างอิงไม่ถูกต้องเนื่องจากภาพถ่ายที่ได้จากกล้อง prompt ไม่ชัดเจน ส่งผลให้การเลือกตำแหน่งดาวอ้างอิงคลาดเคลื่อน

## กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการดาราศาสตร์เรื่องการหาระยะทางจากโลกถึงกาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่และกาแล็กซีแมกเจลแลนเล็กโลกโดยใช้ดาวเซฟีอิด ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากคุณครูพรพรรณ บุญทศครูที่ปรึกษาโครงการ

ขอขอบพระคุณท่านดร.มานิต เขียวศรีผู้อำนวยการโรงเรียนโยธินวิทยา และคณะครูโรงเรียนโยธินวิทยาทุกท่าน ที่กรุณาให้การอบรมสั่งสอนและสนับสนุนศิษย์ด้วยความเมตตา

ขอขอบคุณ คุณมติพล ตั้งมติธรรม และคุณประณิตา เสพปันคำ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำโครงการดาราศาสตร์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เกียรติศักดิ์ ทองคำ

## เอกสารอ้างอิง

มติพล ตั้งมติธรรม,คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ,สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศ

ทางดาราศาสตร์, สิงหาคม 2558

สืบค้นเรื่องดาวแปรแสงจากเว็บไซต์ [http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/1330-](http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/1330-variable-star)

variable-starเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2559

สืบค้นการหาสมการ absolute magnitude จากเว็บไซต์

<http://www.astro.uvic.ca/astrocourses/a200/a200/node137.html>

## การสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR

นางสาว กมลรัตน์ สิทธิณี

e-mail: kamonrat17583@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

ครู จักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์

โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา

### บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่อง spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR โดยทำการจัดตั้งระบบเครื่องมือวิเคราะห์สเปกตรัมของแสงด้วยกล้อง DSLR เพื่อวิเคราะห์การกระจายความเข้มของสเปกตรัมและหาค่าความยาวคลื่นแสงที่ได้จากต้นกำเนิดแสงต่างๆ โดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติงและใช้ระบบเลนส์กล้อง DSLR ในการปรับระยะให้สเปกตรัมโฟกัสบนระบบเซ็นเซอร์แบบ CMOS ของกล้อง DSLR เพื่อบันทึกภาพ สอบเทียบโดยใช้แสงจากหลอดมาตรฐานที่ทราบความยาวคลื่นที่แน่นอนคือ หลอดปรอท และหลอดไฮโดรเจน จากผลการทดลองพบว่าสามารถใช้กล้อง DSLR บันทึกภาพถ่ายสเปกตรัมได้อย่างชัดเจน และจากภาพที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์หาความยาวคลื่นและการกระจายความเข้มแสงของสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ด้วยโปรแกรม IRIS

**คำสำคัญ :** สเปกตรัม / เกรตติง / กล้อง DSLR

### บทนำ

แสงประกอบขึ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีหลายความยาวคลื่นรวมกันอยู่ ซึ่งวิธีการที่สามารถวัดความยาวคลื่นแสงนั้น วิเคราะห์ได้จากการแยกของแถบสเปกตรัมโดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของแสงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ผ่านเกรตติงเพื่อสร้างเครื่อง spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ว่าสามารถถ่ายวัตถุบนท้องฟ้าได้หรือไม่ และเพื่อความสะดวกในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเทคนิคการถ่ายภาพการติดตั้งอุปกรณ์กล้อง DSLR และหา เทคนิคในการวิเคราะห์จากความยาวคลื่นของแถบสเปกตรัมที่ได้จากการใช้ต้นกำเนิดแสงมาตรฐานเป็นแหล่งกำเนิด ซึ่งเกรตติงที่เลือกใช้เป็นเกรตติงเลี้ยวเบน ขนาด 1200 เส้น/มิลลิเมตร ทำให้แสงความยาวคลื่นเดียวที่ตกกระทบเกรตติง จะมีแสงบางส่วนจะเบนออกจากแนวไปปรากฏบนฉากเกิดเป็นแถบสว่างเล็กๆ แถบสว่างนี้เกิดจากการแทรกสอดของแสงจากช่องอื่นๆ ทุกช่องเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ ทำให้เห็นแถบสเปกตรัมได้ชัดเจนแล้วถ่ายภาพ จากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์แถบสเปกตรัม กำหนดค่าเทียบขึ้นมาเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบค่าความยาวคลื่นของสเปกตรัม ทำการศึกษาความยาวคลื่นและลักษณะของแถบสเปกตรัมจากการเลี้ยวเบนของแสงที่เกิดขึ้นจริง โดยอาศัยอุปกรณ์อย่างง่ายและราคาไม่สูงมากในการจัดตั้งการทดลอง

### วิธีการศึกษา

#### 1. ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ และหาประสิทธิภาพ

1.1 ใช้แผ่นอะคริลิคตัดเป็นวงกลมและเจาะรูเป็นรูสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.5 X 3.5 เซนติเมตร ตรงกลางแผ่นวงกลม ประกอบเข้ากับเลนส์สุด หลังจากนั้นนำเกรตติง หลังจากนั้นทำช่องสลิต บังคับให้แสงผ่านเกรตติงที่ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อที่จะให้ระยะของแหล่งกำเนิดแสงที่เริ่มต้นใกล้เคียงกันมากที่สุด

1.2 ติดกับชุดอุปกรณ์ ด้านหนึ่งต่อเข้ากับกล้อง DSLR

1.3 นำกล้อง DSLR ที่ประกอบเข้ากับเกรตติงแล้ว ถ่ายภาพแหล่งกำเนิดแสงจากหลอดมาตรฐานที่ทราบความยาวคลื่นที่แน่นอนคือ หลอดปรอท และไฮโดรเจน นำภาพไปวิเคราะห์ต่อไป

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล นำภาพสเปกตรัมของแสงจากการถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ ใช้ภาพสเปกตรัมของหลอด H Hg และหาระยะของภาพโดยใช้ โปรแกรม Iris แล้วใช้ Microsoft office Excel ในการคำนวณหาความยาวคลื่นของแต่ละแถบสีออกมา เพื่อเป็นตัวกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์

### ผลการศึกษา

จากผลการทดลองสามารถบันทึกภาพของแถบสเปกตรัม ด้วยกล้อง DSLR จากแหล่งกำเนิดแสงความยาวคลื่นมาตรฐานของหลอดไฮโดรเจนที่เลี้ยวเบนผ่านเกรตติง ดังภาพที่ 1 และจากการบันทึกภาพจากแหล่งกำเนิดความยาวคลื่นมาตรฐานของหลอดปรอท ดังภาพที่ 2 นำภาพทั้งสองที่บันทึกได้วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Iris และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น และระยะ Pixel ของภาพที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2

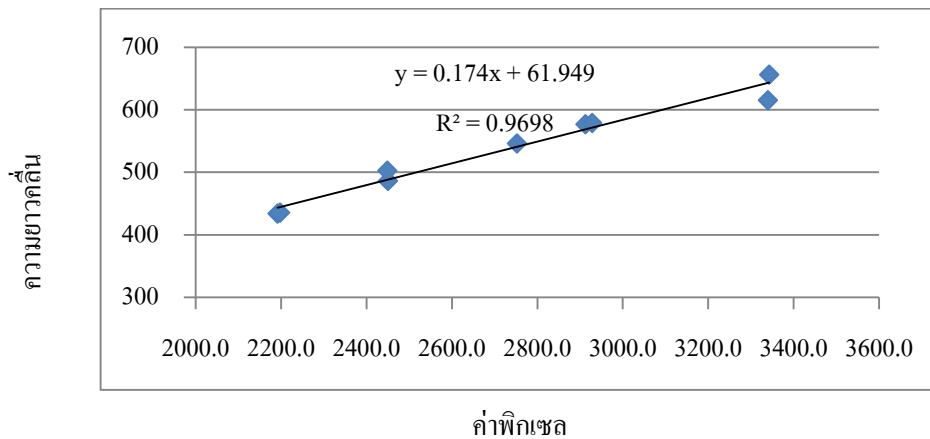


ภาพที่ 1 เส้นสเปกตรัมไฮโดรเจน



ภาพที่ 2 เส้นสเปกตรัมปรอท

นำภาพทั้งสอง มาวิเคราะห์โดยใช้ Microsoft office Excel และสอบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่า ระยะพิกเซล ของเส้นสเปกตรัมสีต่างๆ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่า พิกเซลของภาพถ่ายจากหลอดไฮโดรเจนและปรอท

จากการเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่าพิกเซล ของภาพถ่ายจากหลอดไฮโดรเจน และหลอดปรอทได้สมการความสัมพันธ์ของการทดลองเป็น

$$y = 0.174x + 61.949$$

เมื่อ y คือ ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น นาโนเมตร (nm)  
 x คือ ค่าพิกเซล

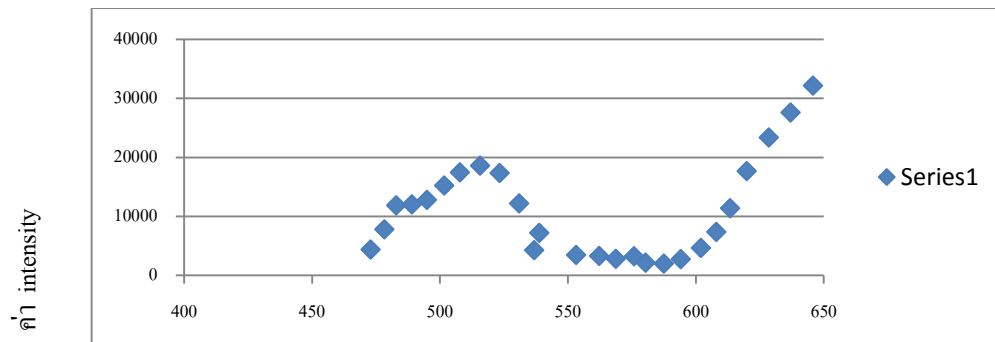
$R^2=0.9698$  ซึ่งสมการความสัมพันธ์นี้มีค่าเส้นแนวโน้มเชิงเส้น 0.9698

จากการใช้เครื่องมือ Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ได้  
สเปกตรัมต่อเนื่อง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สเปกตรัมของดวงอาทิตย์ (05/11/2016 1:58 PM)

เมื่อนำภาพที่ถ่ายไว้มาทำการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ได้ลักษณะของสเปกตรัมที่  
สามารถอ่านค่าความยาวคลื่นได้ดังภาพที่ 5



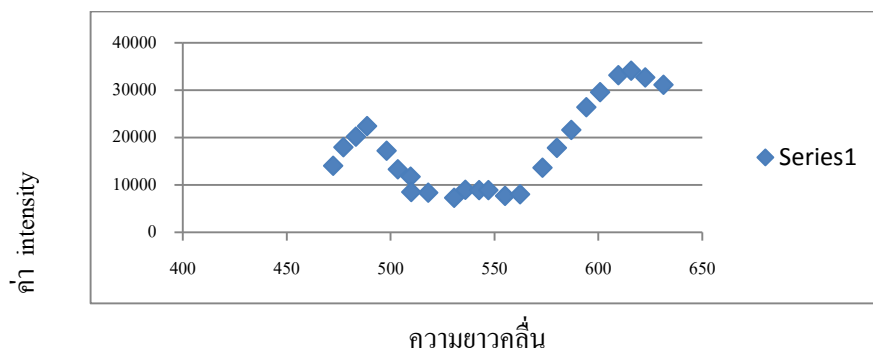
ภาพที่ 5 กราฟสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ (ความยาวคลื่น) (05/11/2016 1:58 PM)

จากการใช้เครื่องมือ Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงจันทร์ได้สเปกตรัม  
ต่อเนื่อง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 สเปกตรัมของดวงจันทร์ (06/11/2016 : 07:06 PM)

เมื่อนำภาพที่ถ่ายไว้มาทำการวิเคราะห์ผลด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป ได้ลักษณะของสเปกตรัมที่  
สามารถอ่านค่าความยาวคลื่นได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงสเปกตรัมของดวงจันทร์(06/11/2016 : 07:06 PM)

## สรุปผล

จากการสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ซึ่งได้ผลจากการทดลองบันทึกภาพสเปกตรัมของแสงจาก หลอดไฮโดรเจนและปรอท เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความยาวคลื่นของแต่ละสีผ่านโปรแกรม Iris เพื่อหาระยะ pixel และ ค่า Intensity และโปรแกรม Microsoft office Excel ทำให้ได้สมการเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น กับระยะ pixel ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การคลาดเคลื่อนจากความยาวคลื่นมาตรฐานอยู่ที่ 1.95% และสามารถวัดความยาวคลื่น ได้ในช่วง 443 nm ถึง 643 nm เมื่อนำไปถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์นำภาพมาวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นกับค่า intensity มีความใกล้เคียงกันมาก

## อภิปรายผล

การสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ครั้งนี้เพื่อศึกษาความยาวคลื่นและลักษณะของแถบสเปกตรัมจากการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง และจากการศึกษาครั้งนี้สามารถศึกษาลักษณะของแถบสเปกตรัมจากการเลี้ยวเบนของแสงที่เกิดขึ้นจริงและสามารถวัดความยาวคลื่นได้ในช่วง 443 nm ถึง 643 nm ทั้งนี้เนื่องมาจากข้อจำกัดของเลนส์ 18-200 มิลลิเมตร ของกล้อง DSLR ที่ใช้เก็บข้อมูล แต่ก็เพียงพอสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ และการสร้างเครื่อง Spectroscopy ด้วยกล้อง DSLR ครั้งนี้ อาศัยอุปกรณ์อย่างง่ายและราคาไม่สูงมากในการทดลอง ทำให้สามารถวัดความยาวคลื่นของต้นกำเนิดแสงต่างๆ ได้ งานวิจัยนี้สามารถนำไปจัดตั้งเป็นปฏิบัติการขั้นสูงเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติงแบบสองผ่าน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการจัดตั้งปฏิบัติการและสื่อการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ และวิชาเคมี ได้ต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ให้การสนับสนุน รวมถึงคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์จากบุคลากรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ขอขอบคุณมหาวิทาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ให้ความอนุเคราะห์บุคลากรและสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณครูมณฑิเรกกันตะวงศ์ ครูจักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์ ครูอัมพิกา อินบ้านผือ และคุณคมสันต์ สุรี ที่ให้คำปรึกษาและดูแลตลอดมา และขอขอบพระคุณทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการวิจัยครั้งนี้

## บรรณานุกรม

รัฐนรินทร์ วัฒนศิริโกสและคเชนทร์ แดงอุดม. (2558). การวิเคราะห์สเปกตรัมของแสงด้วยระบบเซ็นเซอร์แบบ

CMOS. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร.

สมพงษ์ ใจดี. (2544). **ทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์**. ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย 4. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ; สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เกรตติง.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

[http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/1195-เกรตติง+\(Grating\)?groupid=241](http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/1195-เกรตติง+(Grating)?groupid=241).

(วันที่ค้นข้อมูล: 06 พฤศจิกายน 2559).

## การเขียนโปรแกรมจำลองวงโคจรของดาวเคราะห์

นายประชา พรหมท้าว

e-mail:pracha.promtaow@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนิวัฒน์ วรรณสาร

โรงเรียนจุฬาราชมนตรีวิทยาลัย มุกดาหาร

### บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเขียนโปรแกรมจำลองการโคจรของดาวเคราะห์ตามกฎของเคปเลอร์ โดยใช้การจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมด้วยการแปลงทางคณิตศาสตร์ เช่น ตรีโกณมิติ หรืออัลกอริทึมอื่นๆ โดยใช้ภาษาจาวา (Java) ในการเขียนโปรแกรม

ผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์เป็นรูปวงรีตามกฎของเคปเลอร์ และกฎของแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน โดยได้แสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงในระบบสุริยะ ที่มีดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดโฟกัสจุดหนึ่งของวงโคจรนั้น รวมทั้งระยะห่างและขนาดของดาวแต่ละดวงเป็นไปตามสัดส่วนจริงที่แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน อีกทั้งผู้ใช้โปรแกรมยังสามารถศึกษา การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ตามวงโคจรในระบบสุริยะได้ โดยสามารถเลือกการแสดงผลของดาวเคราะห์ได้ตั้งแต่ 1 – 8 ดวง จากกล่องโต้ตอบที่สร้างขึ้น

**คำสำคัญ:** การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์, การจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์, วงโคจรของดาวเคราะห์

### ความเป็นมา

การเขียนโปรแกรมนั้นเป็นสิ่งที่พัฒนาความคิดของมนุษย์ให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น ด้วยการนำความสัมพันธ์ของธรรมชาติมาเข้ารหัสให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล โดยผู้จัดทำโครงงานมีความสนใจภาษาจาวา (Java) สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมจำลองวงโคจรของดาวเคราะห์ เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและพิจารณา ลักษณะการโคจรของดาวเคราะห์ โดยได้ทำการศึกษาภาษาจาวาและนำมาประยุกต์ใช้กับการโคจรของดาวเคราะห์โดยใช้อัลกอริทึมการแปลงพิกัดต่างๆ ทางคอมพิวเตอร์ ควบคู่กับทฤษฎีและกฎทางฟิสิกส์

### วัตถุประสงค์

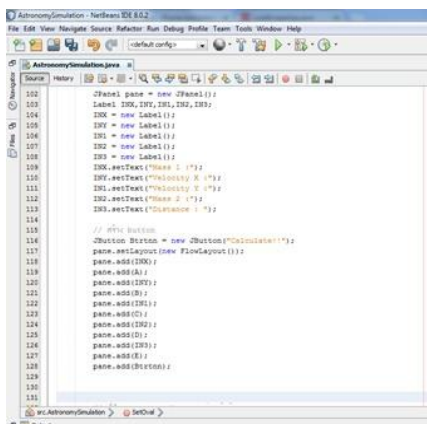
1. เพื่อเขียนโปรแกรมสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ตามวงโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
2. เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมจำลองวงโคจรของดาวเคราะห์ที่สร้างขึ้น สามารถศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ตามวงโคจรในระบบสุริยะ

## วิธีการศึกษา

1. ศึกษากฎแรงดึงดูดระหว่างมวลและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎของเคปเลอร์ รวมทั้งการแปลงทางคณิตศาสตร์และตรีโกณมิติ เพื่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งพิกัดของดาวเคราะห์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์
2. เขียนโปรแกรมโดยเริ่มจากสร้างหน้าต่างและวัตถุที่เราต้องการสังเกต ซึ่งใช้แทนดาวเคราะห์ และหากพบข้อผิดพลาดจากโปรแกรม ผิดพลาดจากตัวฟังก์ชัน หรือจากตัวผู้เขียนโปรแกรมเอง ก็นำผลการเขียนโปรแกรมไปปรึกษาบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อแก้ไขและปรับปรุงให้โปรแกรมแสดงผลออกมาได้ดี
3. กำหนดวัตถุซึ่งแสดงผลเป็นดาวเคราะห์ให้มีความเร็วของตามแนวแกน X ( $V_x$ ) และความเร็วตามแนวแกน Y ( $V_y$ ) ค่าหนึ่งของดาวแต่ละดวง จากนั้นพิจารณาแรงที่กระทำกับดาวเคราะห์แต่ละดวง รวมทั้งผลของแรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์ที่เรากำลังพิจารณาอยู่ เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราเร่ง และความเร็ว โดยใช้สมการตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันคือ  $F = ma$  และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลคือ  $F = (Gm_1m_2)/r^2$  ทั้งนี้ดาวเคราะห์จะหมุนรอบตัวเองขณะโคจรด้วย แต่เนื่องจากการแสดงผลเป็น 2 มิติ จึงไม่สามารถสังเกตเห็นได้
4. การเพิ่มจำนวนดาวเคราะห์ลงในโปรแกรม โดยใช้ระยะห่างตามอัตราส่วนจริง รวมทั้งปรับปรุงการแสดงผลและรูปร่างของดาวเคราะห์ให้ตรงกับดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ทั้งนี้ในการเพิ่มดาวเคราะห์แต่ละดวงลงในโปรแกรมจะต้องสร้างจุดกำหนดตำแหน่ง (mark) ไว้เพื่อให้ทราบว่าดาวเคราะห์ดวงนี้จะถูกนำมาคำนวณในระบบ โดยจะพิจารณาแรงดึงดูดระหว่างมวลที่เกิดขึ้นจากดาวเคราะห์ที่ถูกกำหนดตำแหน่งไว้ทุกดวง เพื่อนำมาคำนวณอัตราเร่งของดาวเคราะห์ที่กำลังพิจารณาอยู่
5. นำสมการการเคลื่อนที่ใส่เข้าไปในโปรแกรม และทดสอบการแสดงผลที่ได้

## ผลการศึกษา

ผลจากการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาจาวา (Java) ปรากฏว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์ได้ดังนี้

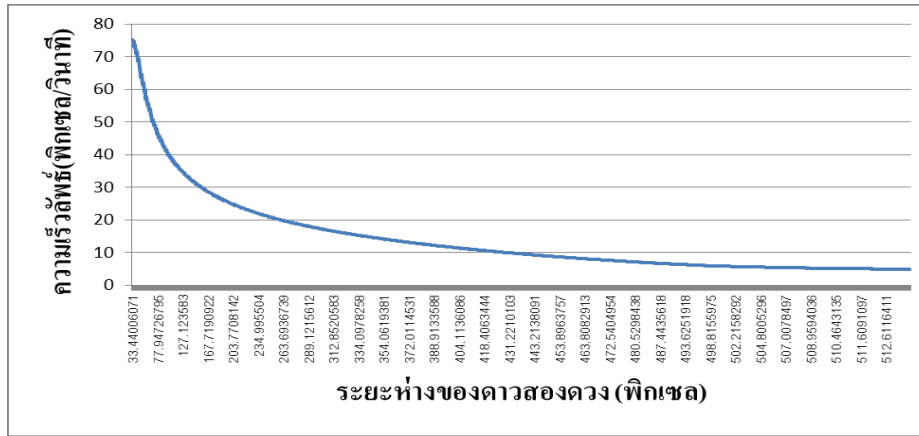


ภาพที่ 1 โค้ดของโปรแกรม



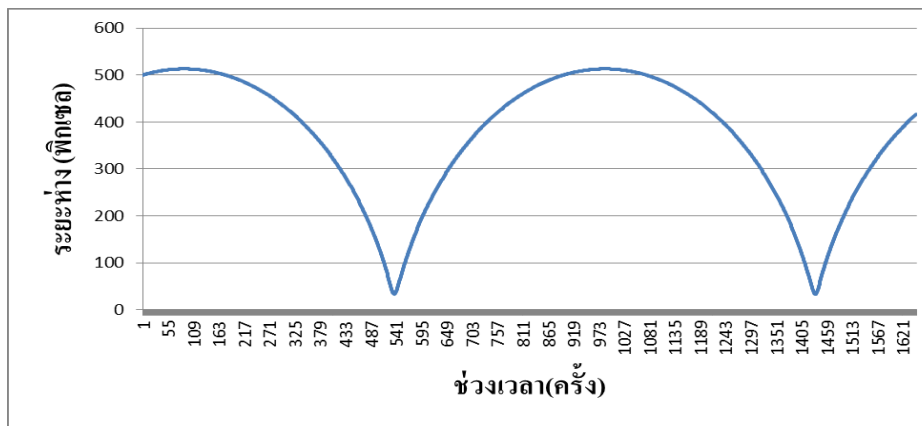
ภาพที่ 2 การแสดงผลของโปรแกรม มีกล่องโต้ตอบให้เลือกแสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงในระบบสุริยะ



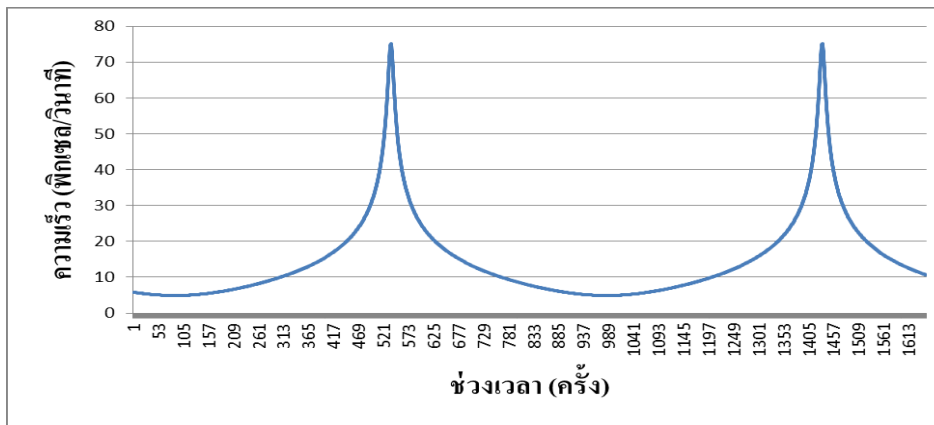


แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเร็วตามผลของโปรแกรม

จากแผนภูมิที่ 1 ผลจากโปรแกรมแสดงว่าความเร็วลัพท์ของดาวเคราะห์จะมีค่าลดลงเมื่อมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากขึ้น กล่าวคือความเร็วลัพท์ของดาวเคราะห์แปรผกผันกับระยะห่างจากดวงอาทิตย์



แผนภูมิที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและช่วงเวลาตามผลของโปรแกรม



แผนภูมิที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและช่วงเวลาตามผลของโปรแกรม

จากแผนภูมิที่ 2 และแผนภูมิที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบแผนภูมิทั้งสองที่ช่วงเวลาเดียวกัน ผลจากโปรแกรม แสดงว่าถ้าระยะห่างของดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นความเร็วของดาวเคราะห์จะลดลง และถ้าระยะห่างของดาวเคราะห์ ลดลงความเร็วของดาวเคราะห์จะเพิ่มขึ้น

### สรุปผล

ผลการศึกษพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์เป็นรูปวงรีตามกฎของเคปเลอร์ และกฎของแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน โดยได้แสดงผลการโคจรของดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงในระบบสุริยะที่มี ดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดโฟกัสจุดหนึ่งของวงโคจรนั้น รวมทั้งระยะห่างและขนาดของดาวแต่ละดวงเป็นไปตามสัดส่วน จริงที่แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน อีกทั้งผู้ใช้โปรแกรมยังสามารถศึกษาการเคลื่อนที่ของ ดาวเคราะห์ตามวงโคจรในระบบสุริยะได้ โดยสามารถเลือกการแสดงผลของดาวเคราะห์ได้ตั้งแต่ 1 – 8 ดวง จาก กล้องโต้ตอบที่สร้างขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีของ คุณครูนิวัฒน์ วรสาร ครูที่ปรึกษาโครงการ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการชาติ ประดุงชนม์ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร และคณะครูทุกท่านที่ให้ความเมตตา สนับสนุน ส่งเสริม และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณธฤตพงศ์ ศิริบุรณ์ ที่ปรึกษาโครงการ คุณมติพล ตั้งมติธรรม และ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัย ดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางจนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา JAVA. กรุงเทพฯ : ชัคเซส มีเดีย. 2552.  
อรพิน ประวัตติบริสุทธิ์. คู่มือเขียนโปรแกรมด้วยภาษา JAVA ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2556.  
How to repaint a JPanel after have drawn on it? ออนไลน์. <http://stackoverflow.com> สืบค้น  
เมื่อ 16 พฤศจิกายน 2559.  
Java threading-programming examples. ออนไลน์. [www.tutorialspoint.com/java/java](http://www.tutorialspoint.com/java/java) สืบค้น  
เมื่อ 16 พฤศจิกายน 2559.  
RGB color codes chart. ออนไลน์. [www.rapidtables.com/web/color/RGB\\_Color.htm](http://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.htm) สืบค้น  
เมื่อ 16 พฤศจิกายน 2559.

## โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า

นายกิจจา ครุจิต , นางสาวสุพิชญา เมตุลา

e-mail: minoshi007@gmail.com , panght7@gmail.com

อาจารย์ลิลดา อินทรโสธรฉันท<sup>1</sup> , อาจารย์ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ<sup>2</sup> , อาจารย์สุภลักษณ์ ซาแสงบง<sup>3</sup>

1 ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์)

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาโปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์ โดยใช้ภาษาจาวา เขียนขึ้นในโปรแกรม Eclipse IDE ด้วยวิธีการแสดงผลในรูปแบบสามมิติลงบนระนาบสองมิติ สามารถใช้ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางภาพ (Graphic User Interface) และได้ใช้ไลบรารี Java3D ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งมีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในส่วนต่างๆ คือ แผงควบคุม หน้าจอแสดงผล และ ส่วนของกราฟฟิกที่เป็นแบบจำลอง โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถจำลองตำแหน่งของวัตถุที่มีโคจรในชั้น และ ไรต์แอสเซนชันต่าง ๆ ในเวลาดาราคติที่กำหนด ของผู้สังเกตที่ละติจูดหนึ่ง ๆ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่นในเรื่องของการจัดกลุ่มข้อมูลในแผงควบคุม และ ส่วนแสดงผล ที่มีความเกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกัน สามารถซ่อนหรือแสดงส่วนต่าง ๆ ของแบบจำลองที่ไม่จำเป็นในการอธิบายบางเรื่อง สามารถปรับข้อมูลในแผงควบคุมเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้ สามารถกำหนดค่าข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง หรือ เรียกใช้ตัวอย่างวัตถุฟ้าที่โปรแกรมกำหนดไว้เพื่อทดสอบความเข้าใจของตนเองได้ และยังสามารถเปรียบเทียบข้อมูลของวัตถุฟ้าชุดต่าง ๆ ได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** การเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า , โปรแกรมแบบจำลอง , ระบบฟิสิกส์ท้องฟ้า

### ความเป็นมา

วิชาดาราศาสตร์นับเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งมีผู้ให้ความสนใจมากขึ้นในปัจจุบัน ดังจะสังเกตได้จากมหาวิทยาลัยและหน่วยงานทางดาราศาสตร์หลายแห่งได้จัดการบรรยายและกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่เกิดขึ้น เช่น การบรรยายเกี่ยวกับพบบเห็นอุกกาบาตในพื้นที่ต่างๆ กิจกรรมสังเกตการณ์ปรากฏการณ์สุริยุปราคา และการบรรยายเกี่ยวกับการตรวจพบคลื่นความโน้มถ่วง เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทต่อการศึกษามาก ซึ่งจะเห็นได้จากในผลิตสื่อการเรียนรู้ออกมาในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งสื่อการเรียนรู้ทางด้านดาราศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้ที่สนใจศึกษาทางด้านดาราศาสตร์เบื้องต้นไม่ว่าจะเป็นผู้ศึกษาหรือผู้สอนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง จึงมีโปรแกรม หรือสื่อออนไลน์ต่างๆ ที่ให้ความรู้โดยเน้นรูปแบบที่ช่วยให้ผู้สนใจสามารถเห็นภาพได้มากขึ้น แต่สื่อการสอนดาราศาสตร์ที่มีในปัจจุบันยังไม่ตอบโจทย์ของผู้ศึกษาในบางประเด็น ปัญหาด้านการใช้แบบจำลองที่เข้าใจได้ยาก ไม่สะดวกต่อการกำหนดค่าเข้าไปในโปรแกรม หรือ การตั้งค่าต่างๆ และการนำเสนอข้อมูลยังมีองค์ประกอบที่เยอะ และ ซับซ้อน ไม่เหมาะสำหรับที่จะใช้ เป็นสื่อประกอบการสอน

ทางผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงสนใจในการออกแบบ และ พัฒนาโปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับผู้สอนวิชาดาราศาสตร์ และ ผู้ที่สนใจในวิชานี้

### วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า สำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้สนใจศึกษา และ ผู้สอนวิชาดาราศาสตร์เบื้องต้น

### วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการทำโครงงาน

1. ศึกษาส่วนประกอบของทรงกลมท้องฟ้า และ ออกแบบโปรแกรมที่จะพัฒนา
2. เริ่มพัฒนาโปรแกรม

พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ ภาษา JAVA ในโปรแกรม Eclipse IDE โดยส่วนของโปรแกรมจะได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 หน้าจอร์รับค่า : สร้างในส่วนของตัวรับค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าละติจูดของผู้สังเกต ,ค่าเวลาดาราคติของผู้สังเกต ณ ขณะนั้น , ค่าเดคลิเนชัน และ ไรท์แอสเซนชันของวัตถุท้องฟ้า

2.2 กราฟฟิก : สร้างทรงกลมท้องฟ้า โดยสร้างทรงกลมลงบนระนาบสองมิติของหน้าจอ และ ลงพิกัดจุด เส้น และ ระนาบต่างๆที่สำคัญ ได้แก่ จุดทิศ (N , S , E ,W), เส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า (Celestial Equator) แกนขั้วเหนือ-ขั้วใต้ท้องฟ้า (NCP-SCP axis), ขั้วเหนือและขั้วใต้ท้องฟ้า (North celestial pole and South celestial pole), เส้นทางการเดินดาวรายวัน (diurnal motion path) , จุด Zenith ลงบนทรงกลม จากนั้นจึงให้รับค่าวัตถุท้องฟ้าจากส่วนรับค่า แล้วนำมาแสดงตำแหน่งลงบนทรงกลมท้องฟ้าที่เขียนขึ้น โดยใช้ความรู้ในเรื่องการหมุนแกน เวกเตอร์สามมิติ และ สมการการแปลงระบบพิกัดท้องฟ้า ซึ่งได้แก่

$$h = ST - \alpha \dots\dots\dots (สมการที่ 1)$$

$$\cos z = \cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \sin \delta \cos h \dots\dots\dots (สมการที่ 2)$$

$$\tan Az = \frac{-\sin h \cos \delta}{\sin \delta \cos \varphi + \sin \varphi \cos \delta \cos h} \dots\dots\dots (สมการที่ 3)$$

$$Al = 90 - z \dots\dots\dots (สมการที่ 4)$$

เมื่อ h คือ มุมชั่วโมงของวัตถุท้องฟ้า

ST คือ เวลาดาราคติ ณ ขณะนั้น

z คือ ระยะเซนนิท

Al คือ มุมเงยของวัตถุฟ้า

Az คือ มุมทิศของวัตถุท้องฟ้า

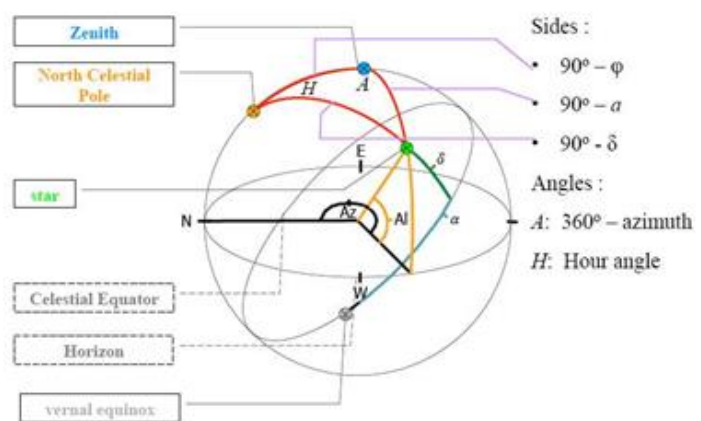
$\alpha$  คือ ไรท์แอสเซนชันของวัตถุท้องฟ้า

$\varphi$  คือ ละติจูดของผู้สังเกต

$\delta$  คือ เดคลิเนชันของวัตถุท้องฟ้า

3. ทดสอบโปรแกรม และ ปรับแก้

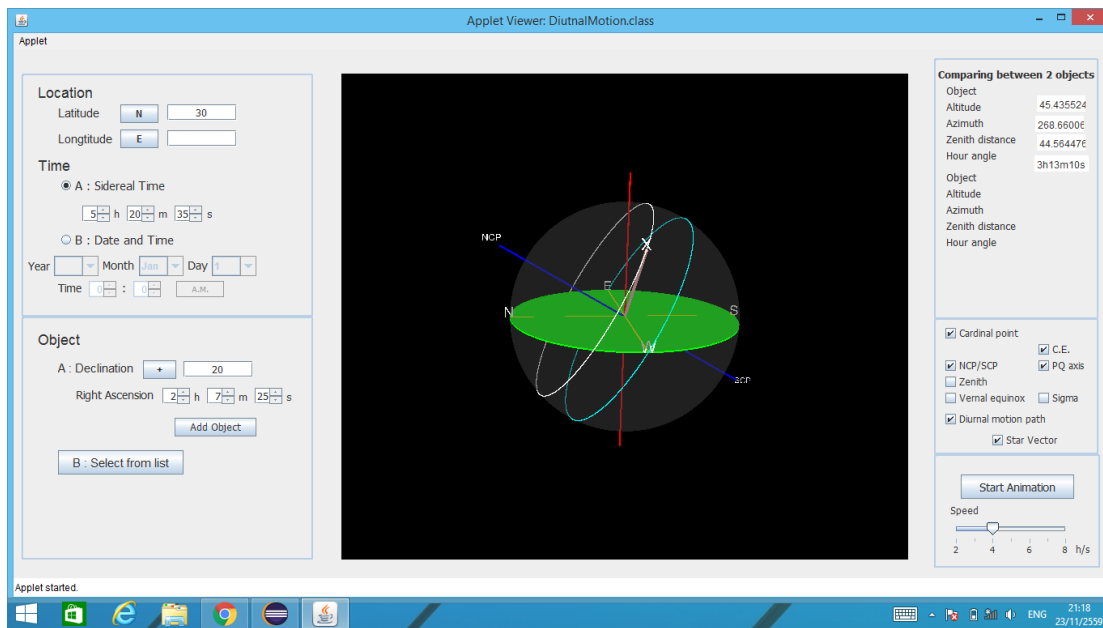
โปรแกรม



#### 4. สรุปผลการดำเนินงาน

##### ผลการศึกษา

จากการศึกษาส่วนประกอบทรงกลมฟ้า พบว่า ส่วนสำคัญของทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าคือ เส้นขอบฟ้าและจุดเหนือศีรษะ ส่วนในระบบศูนย์สูตรฟ้า คือ ขั้วเหนือฟ้าและเส้นศูนย์สูตรฟ้า ซึ่งระบบทั้ง 2 นั้นมีความสัมพันธ์กัน คือการวางขั้วเหนือฟ้าไว้ที่เมอริเดียนผู้สังเกตให้ถูกต้องกับละติจูด ดังนั้น โปรแกรมที่ ออกแบบจึงได้มีส่วนที่สามารถปรับเปลี่ยนละติจูดผู้สังเกตเพื่อแสดงความสัมพันธ์นี้ นอกจากนี้ยังได้แสดง การเคลื่อนที่รายวันของวัตถุฟ้าและ การเปลี่ยนมุมมองของทรงกลมฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงจินตนาการ ของทรงกลมฟ้าที่เป็นสามมิติมาสู่ระนาบสองมิติของหน้าจอได้



##### สรุปผล

โปรแกรมที่พัฒนาได้นี้ สามารถนำเสนอตำแหน่งสำคัญต่าง ๆ ของทรงกลมฟ้าพื้นฐาน สามารถ กำหนดตำแหน่งของวัตถุบนทรงกลมฟ้า และ แสดงการเคลื่อนที่รายวันของวัตถุท้องฟ้า พร้อมทั้งผู้ใช้สามารถ ปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ได้แก่ ตำแหน่ง และ เวลาดาราคติ ของผู้สังเกตได้ และ ปรับมุมมองของทรงกลมท้องฟ้า ได้ โปรแกรมที่พัฒนานี้สามารถนำไปใช้ประกอบแผนกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทรงกลมฟ้าได้ ซึ่งจะให้ผลสัมฤทธิ์เท่าใดนั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาต่อไป

##### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์สิลดา อินทรโสธรฉันท ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องการวางแผนขั้นตอนในการทำโครงการ และการพัฒนา โปรแกรมนี้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ และ ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ และ ขอขอบพระคุณอาจารย์สุภลักษณ์ ซาแสงบง ที่คอยปรับแก้ไขการเขียนรายงาน และ เอาใจใส่ติดตามผลการดำเนินงานในทุกขั้นตอน

### เอกสารอ้างอิง

The Celestial Sphere. แหล่งที่มา :

[http://www2.astro.psu.edu/users/rbc/a501/c1\\_spherical\\_astronomy.pdf](http://www2.astro.psu.edu/users/rbc/a501/c1_spherical_astronomy.pdf). 9 สิงหาคม 2559

Todd Timberlake. Celestial Globe Model. 2557. แหล่งที่มา :

<http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=9379> . 11 สิงหาคม 2559

University of Nebraska-Lincoln astronomy education. Rotating sky explorer. 2552. แหล่งที่มา

: <http://www.golabz.eu/lab/rotating-sky-explorer>. 11 สิงหาคม 2559

Keith Burnett. Calculating mean and apparent sidereal. 2545. แหล่งที่มา :

<http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/sidereal.htm> . 10 พฤศจิกายน 2559

## การศึกษาสเปกตรัมบนพื้นผิวดวงจันทร์ด้วยกล้อง DSLR

เด็กหญิงกชพร มะลิต้น

e-mail:poonsai2167@gmail.com

เด็กหญิงศิรดา ธนากรจักร์

sirada245@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวทัศนมา เนตรคุณ

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสเปกตรัมของของแสงสะท้อนจากดวงจันทร์กับสเปกตรัมของแสงจากดวงอาทิตย์ โดยใช้กล้อง DSLR ถ่ายภาพแสงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ผ่านกรตตั้ง แล้วนำแล้วภาพที่ได้ไปวิเคราะห์สเปกตรัมของแสงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

จากการศึกษาพบว่า การทดลองข้างต้นผลที่ได้ไม่สามารถระบุค่าที่ละเอียดจากสเปกตรัมของแสงดวงจันทร์และ สเปกตรัมของแสงดวงอาทิตย์ได้ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นการตรวจสอบขั้นพื้นฐานที่อิงตามหลักการของการดูคลื่นแสง แต่สามารถดูค่าแสงสเปกตรัมจาก RGB ได้โดยที่เราสามารถนำสเปกตรัมของทั้งสองมาเทียบกันได้ตามสัดส่วนร้อยละ

### ความเป็นมา

สเปกตรัมคือเส้นหรือแถบที่แสดงออกมาเป็นสี โดยแผ่รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านแผ่นเกรตตั้ง มีการเว้นช่วงความถี่และความยาวคลื่นแตกต่างกันจนเกิดเป็นแถบๆเรียงกันไป

ในดาวเคราะห์แต่ละดวงจะมีพื้นผิวแตกต่างกัน แต่พื้นผิวจะดูคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแตกต่างกัน เราจึงต้องการศึกษาเส้นสเปกตรัมของแสงจากดวงจันทร์ด้านที่หันเข้าหาโลกมาเปรียบเทียบกับเส้นสเปกตรัมของแสงจากดวงอาทิตย์ โดยใช้เกรตตั้งในการเก็บข้อมูลสเปกตรัม

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสเปกตรัมของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์
2. เพื่อเปรียบเทียบสเปกตรัมของดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์

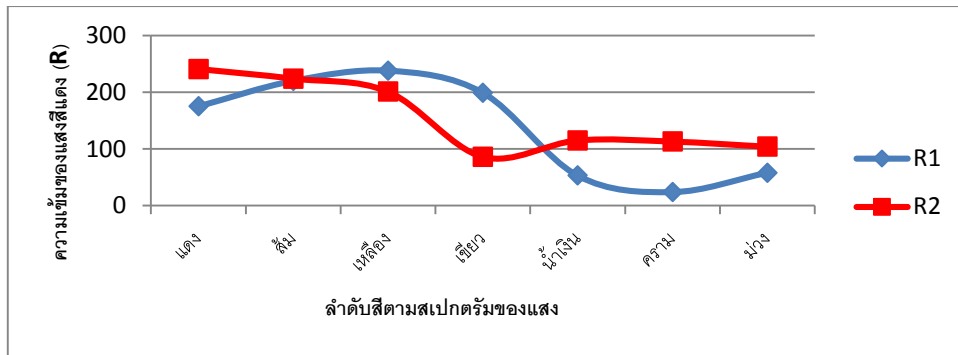
### วิธีการศึกษา

1. ตั้งกล้องโทรทรรศน์จากนั้นนำเกรตตั้งมาวางรับแสงต่อจากเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์ แล้วให้สเปกตรัมของแสงจากดวงจันทร์ที่ได้ตกกระทบกับฉากรับภาพสีขาว จากนั้นทำการถ่ายภาพสเปกตรัมที่ปรากฏบนฉากด้วยกล้อง DSLR แล้วนำภาพสเปกตรัมที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2. ทำการถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงอาทิตย์โดยการเจาะรูกระดาษแข็งให้แสงเดินทางผ่านไปยังเกรตตั้งและตกกระทบฉากรับภาพสีขาว แล้วทำการถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏบนฉากด้วยกล้อง DSLR แล้วนำภาพสเปกตรัมที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

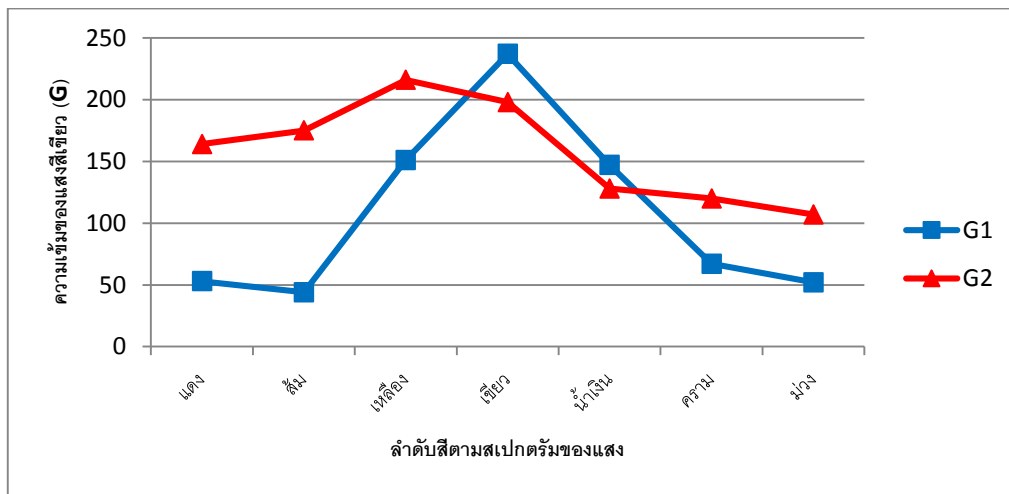
3. วิเคราะห์ภาพสเปกตรัมที่ได้จากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

ผลการศึกษา



แผนภูมิที่ 1 แสดงความเข้มของสเปกตรัมของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์แยกเฉพาะสีแดง (R)

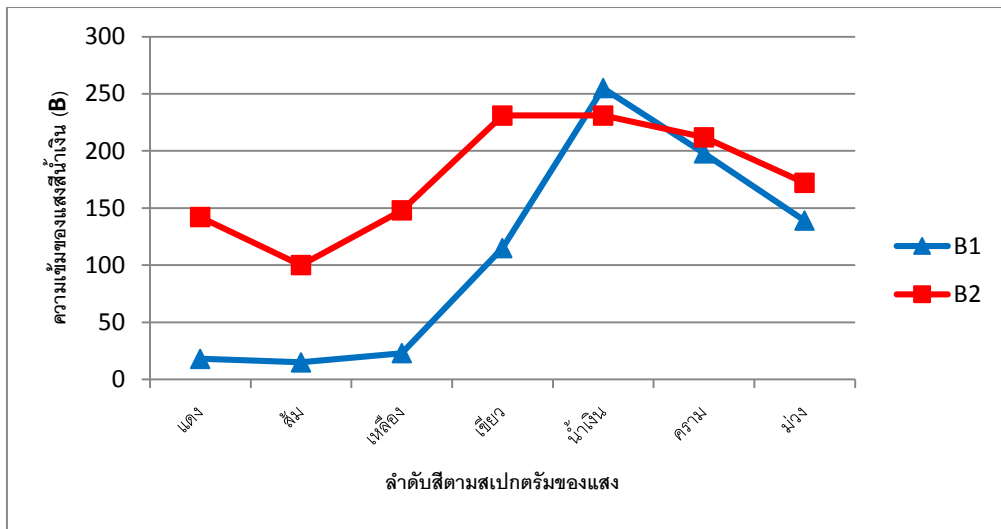
จากแผนภูมิที่ 1 แสดงว่าสเปกตรัมของดวงจันทร์ในช่วงความถี่ของแสงสีเหลืองและสีเขียวมีค่ามากกว่าความเข้มสเปกตรัมของดวงอาทิตย์



แผนภูมิที่ 2 แสดงความเข้มของสเปกตรัมของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์แยกเฉพาะสีเขียว (G)

จากแผนภูมิที่ 2 แสดงว่าสเปกตรัมของดวงจันทร์ในช่วงความถี่ของแสงสีเขียวและสีน้ำเงินมีค่ามากกว่าความเข้มสเปกตรัมของดวงอาทิตย์





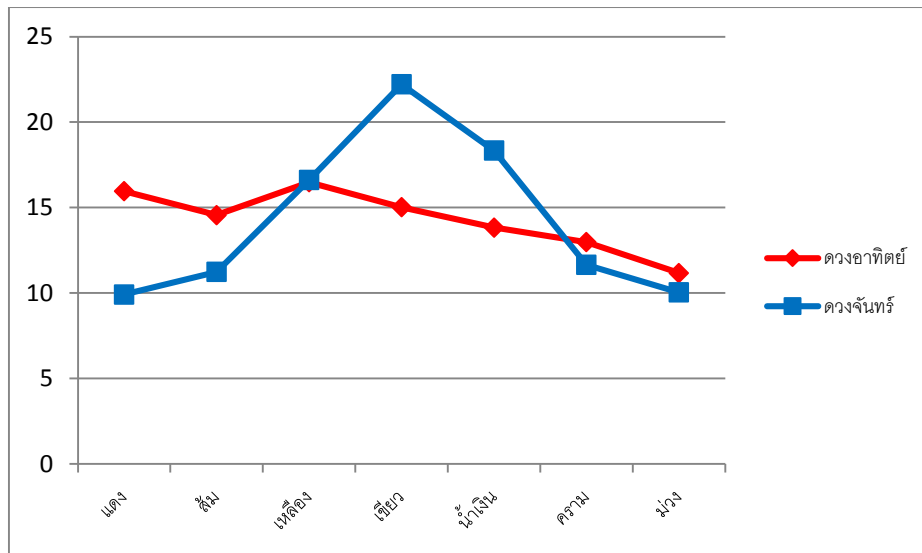
แผนภูมิที่ 3 แสดงความเข้มของสเปกตรัมของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์แยกเฉพาะสีน้ำเงิน (B)

จากแผนภูมิที่ 3 แสดงว่าสเปกตรัมของดวงจันทร์ในช่วงความถี่ของแสงสีน้ำเงินมีค่ามากกว่าความเข้มสเปกตรัมของดวงอาทิตย์

สีของสเปกตรัม	สัดส่วนของความสว่าง	
	ดวงอาทิตย์	ดวงจันทร์
Violet	11.17	10.04
Indigo	12.98	11.65
Blue	13.83	18.34
Green	15.02	22.21
Yellow	16.48	16.61
Orange	14.56	11.24
Red	15.96	9.92

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนของความสว่างของแสงจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จำแนกตามสีของสเปกตรัม

จากข้อมูลความสัมพันธ์ตามตารางที่ 1 สามารถสร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 4 แสดงร้อยละของความเข้มแสงที่ได้จากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จำแนกตามสีของสเปกตรัม

จากแผนภูมิที่ 4 แสดงว่าความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวคลื่นของแสงมากขึ้น

### สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า การทดลองข้างต้นผลที่ได้ไม่สามารถระบุค่าที่ละเอียดจากสเปกตรัมของแสงดวงจันทร์กับ สเปกตรัมของแสงดวงอาทิตย์ได้ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นการตรวจสอบขั้นพื้นฐานที่อิงตามหลักการของการดูคลื่นแสง แต่สามารถดูค่าความเข้มแสงสเปกตรัมจาก RGB ได้โดยที่เราสามารถนำสเปกตรัมของทั้งสองมาเทียบกันได้ตามสัดส่วนร้อยละข้างต้นได้

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องการศึกษาสเปกตรัมของธาตุนับดวงจันทร์ด้วยกล้อง DSLR นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของคุณครูทัศนิตมา เนตรคุณ ครูที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการชาติรี ประจวบพันธุ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร และคณะครูทุกท่านที่ให้ความเมตตา สนับสนุน ส่งเสริม และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจในการจัดทำโครงการ และสมาชิกในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำโครงการนี้จนกระทั่งประสบความสำเร็จ

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. 2554.

มติพล ตั้งมติธรรม. คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์. กันยายน 2556.

## การคาดการณ์ขนาดของค่าความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตบนโลกโดยใช้

### โปรแกรม Microsoft Visual Studio

นางสาวณัฐนิชา โมรราย, นางสาววิद्या จันทรสิงห์, นางสาวชลธิชา พันธุ์ทอง

e-mail: 34673@chs.ac.th

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นายอานนท์ มากมี

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ นาย ยุทธการ ศรีมาชัย

โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

### บทคัดย่อ

โครงการคาดการณ์ความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตบนโลกโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตที่เกิดขึ้นบนโลก ประกอบกับการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ข้อสมมติฐานและสมการบนตัวโปรแกรมพื้นฐานของนักดาราศาสตร์ซึ่งตัวโปรแกรมจะมีการป้อนค่าจำนวนทั้งหมด 5 ตัว คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอุกกาบาต (Diameter,  $L$ ) ความหนาแน่นของอุกกาบาต (Density,  $\rho$ ) ความเร็วก่อนเข้าชั้นบรรยากาศ (impact velocity,  $v_i$ ) มุม (impact angle,  $\theta$ ) และระบุประเภทความหนาแน่นของตัวเป้าหมายของหินบนโลกซึ่งจะแบ่งเป็นหินตะกอน (sedimentary rock) หรือหินผลึกใส (crystalline rock) จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณความกว้างของหลุมขณะเกิดชั่วคราว (transient crater) และสามารถคาดการณ์ต่อไปได้ว่าเกิดหลุมอุกกาบาตแบบไม่ซับซ้อน (simple crater) หรือซับซ้อน (complex crater) แล้วคำนวณความเสียหายออกมาเป็นขนาดความกว้างและความลึก

**คำสำคัญ:** โปรแกรม Microsoft Visual Studio ,ความหนาแน่นของตัวเป้าหมายของหินบนโลก, หลุมขณะเกิดชั่วคราว, หลุมอุกกาบาตแบบไม่ซับซ้อน, หลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน

### ความเป็นมา

อุกกาบาตนั้นคือชิ้นวัตถุแข็งที่มีส่วนประกอบของ หิน และ เหล็ก ซึ่งอยู่ในระบบสุริยะซึ่งเกิดขึ้นจากส่วนหนึ่งของดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ในระบบสุริยะนี้ และมีอีกบางส่วนที่เกิดขึ้นจากเศษที่แตกหักออกมาจากดาวหาง โดยวัตถุเหล่านั้นคือสะเก็ดดาว เมื่อโคจรเข้ามาอยู่ในรัศมีแรงโน้มถ่วงของโลก จะถูกดึงดูดลงพื้นโลกด้วยความเร็วหลายร้อย km/hr. จนเกิดการเสียดสีกับบรรยากาศจนร้อนจัดและหลอมตัวเป็นลูกไฟสว่าง หากว่าสะเก็ดดาวนั้นมีขนาดเล็ก ก็จะถูกเผาไหม้และสลายไป เรียกว่า ดาวตก แต่หากสะเก็ดดาวมีชิ้นส่วนซึ่งสลายตัวไม่หมดและเหลือซากตกลงมาถึงพื้นโลกจะถูกเรียกว่าอุกกาบาตซึ่งเมื่ออุกกาบาตพุ่งชนโลก แม้จะมีขนาดเล็กลงมากแต่ยังคงทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากทั้งบุคคลในพื้นที่และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทำให้ทางคณะผู้จัดทำได้กระทำการต่อยอดจากโครงการเรื่องการสร้างชุดจำลองการเกิดหลุมอุกกาบาตบนพื้นโลกเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio เพื่อทำให้ทราบความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งสามารถนำไปประมาณค่าความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างที่ผู้คนอาศัยหรือภูมิภาคที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์พุ่งชนของอุกกาบาตได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น

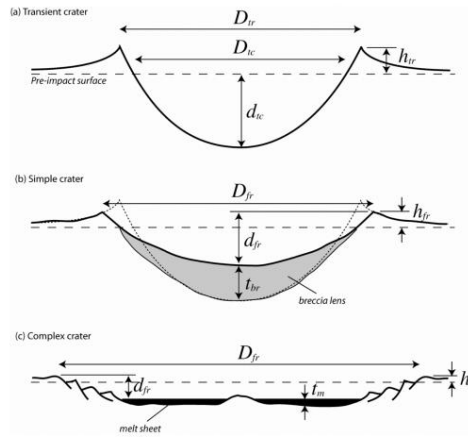
### วัตถุประสงค์

1. เพื่อคาดการณ์ความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตที่เกิดขึ้นบนโลก
2. เพื่อสร้างโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย

## วิธีการศึกษา

### ตอนที่ 1 ศึกษาชนิดของหลุมอุกกาบาตบนโลก

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชนิดหลุมอุกกาบาตบนโลกจากฐานข้อมูลและจากเว็บไซต์



ภาพที่ 1 แสดงชนิดของหลุมอุกกาบาต

### ตอนที่ 2 ศึกษาสมการที่สามารถคาดการณ์ความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาต

1. ทำการหาความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว (Holsapple and Schmidt 1982, Schmidt and Housen 1987, and Gault 1974) จากสมการ

$$D_{tc} = 1.161 \left( \frac{\rho_i}{\rho_t} \right)^{1/3} L^{0.78} v_i^{0.44} g_E^{-0.22} \sin^2 \theta$$

- โดย  $D_{tc}$  คือเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว มีหน่วยเป็น m  
 $\rho_t$  คือความหนาแน่นของตัวเป้าหมายบนโลกมีหน่วยเป็น  $\text{kg m}^{-3}$  แบ่งเป็น  
 หินตะกอน (sedimentary rock)  $\rho_t = 2500 \text{ kg m}^{-3}$  หรือ  
 หินผลึกใส (crystalline rock)  $\rho_t = 2750 \text{ kg m}^{-3}$   
 $\rho_i$  คือความหนาแน่นของตัวอุกกาบาต มีหน่วยเป็น  $\text{kg m}^{-3}$   
 $L$  คือเส้นผ่านศูนย์กลางของอุกกาบาตหลังจากเข้าสู่ชั้นบรรยากาศมีหน่วยเป็น m  
 $v_i$  คือความเร็วของอุกกาบาตขณะกระทบ มีหน่วยเป็น  $\text{m s}^{-1}$  \*บังคับตั้งแต่ความเร็ว  
 11000- 72000  $\text{m/s}$ -  
 $\theta$  คือมุมของตัวอุกกาบาต (วัดตามแนวนอน) มีหน่วยเป็นองศา  
 $g_E$  คือแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น  $\text{m s}^{-2}$

$$d_{tc} = D_{tc} / (2\sqrt{2})$$

โดย  $d_{tc}$  คือความลึกของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว มีหน่วยเป็น km

2. เมื่อคำนวณความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว ( $D_{tc}$ ) ออกมาแล้วมีค่าน้อยกว่า  $\sim 3.2$  km บนโลก (แบ่งประเภทโดย Dence 1965) เราเรียกว่าหลุมอุกกาบาตแบบ "simple" หรือหลุมอุกกาบาตแบบไม่ซับซ้อน ทำการหาความกว้าง (Grieve and Garvin 1984) จากสมการ

$$D_{fr} \approx 1.25 D_{tc}$$

โดย Dfr คือความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบไม่ซับซ้อน มีหน่วยเป็น km

\*\*ในส่วนของหลุมอุกกาบาตแบบไม่ซับซ้อนหรือ simple crater จะไม่มีการคำนวณความลึกออกมาด้วย เนื่องจากจะมีค่า breccia lens volume  $V_{br}$ , the thickness of the breccia lens  $t_{br}$ ,  $h_{fr}$  is the rim height (above the original) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยซึ่งผู้จัดทำเองยังไม่มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงยังไม่มี การคำนวณค่าความลึกออกมาแต่จะมีค่าความลึกในขณะที่ยังเป็นแบบชั่วคราวแสดงออกมาแทน

3. แต่ถ้าเมื่อคำนวณค่าความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว(Dtc)ออกมาแล้วมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ ~3.2 km บนโลกเราเรียกหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน(Dence1965)ทำการคำนวณหาความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน(Croft1985,McKinnonandSchenk1985,Holsapple 1993) จากสมการ

$$D_{fr} = 1.17 \frac{D_{tc}^{1.13}}{D_c^{0.13}}$$

โดย Dfr คือความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน มีหน่วยเป็น km

Dtc คือความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบชั่วคราว มีหน่วยเป็น km

Dc คือความกว้างที่เปลี่ยนจาก simple เป็น complex มีค่าคงที่เท่ากับ 3.2 km บนโลก สำหรับการคาดการณ์ความลึก  $d_{fr}$  เราใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับความกว้าง (Herrick 1997)

$$d_{fr} = 0.4D_{fr}^{0.3}$$

โดย dfr คือความลึกของหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน มีหน่วยเป็น km

Dfr คือความกว้างของหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน มีหน่วยเป็น km

ตอนที่ 3 สร้างแบบฟอร์มสำหรับป้อนค่า input ในโปรแกรม และเขียนโค้ด C#

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณความกว้างและลึกของหลุมอุกกาบาตบนโลก

ครั้งที่	Diameter,	Density,	impact velocity, $v_i$	impact angle $\theta$	target density, $\rho_t$		Transient crater		Simple crater	Complex crater	
	$L$	$\rho_i$			(Km/m-3)		(Km)		(Km)	(Km)	
	(m)	(kg/m-3)	(m/s-)**	Sedimentary ( $\rho_t=2500$ )	crystalline ( $\rho_t=2750$ )	Width (Km)	Depth (Km)	Width (Km)	Width (Km)	Depth (Km)	
1	2000	3000	22000	29	✓		17.86	6.314	-	26.13	1.06
2	999	999	30000	45		✓	9.07	3.20	-	12.15	0.84
3	800	2000	34000	90	✓		11.77	4.16	-	16.3	0.924
4	500	500	11000	45		✓	2.69	0.95	3.37	-	-
5	400	100	20000	60	✓		1.90	0.67	2.38	-	-
6	100	1000	11125	45		✓	0.974	0.344	1.21	-	-

\*หมายเหตุ ตาราง  คือ ค่าที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรม \*\* บังคับค่า  $V_i$  มีค่า=11000-72000 m/s  
 ตาราง  คือ ค่าที่คำนวณออกมาในรูปความกว้างและความลึก

### สรุปผล

ผลการศึกษาพบว่า การคำนวณความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตที่ได้ข้อมูลมาจากข้อมูลทั้ง 5 จำนวน ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอุกกาบาต (Diameter,  $L$ ) ความหนาแน่นของอุกกาบาต (Density,  $\rho_i$ ) ความเร็วก่อนเข้าชั้นบรรยากาศ (impact velocity,  $v_i$ ) มุม (impact angle,  $\theta$ ) และประเภทความหนาแน่นของตัวเป้าหมายของหินบนโลกซึ่งจะแบ่งเป็นหินตะกอน (sedimentary rock) หรือหินผลึกใส (crystalline rock) จะสามารถคาดการณ์ชนิดของหลุมอุกกาบาตที่จะเกิดขึ้นและคำนวณความกว้างและความลึกของหลุมอุกกาบาตที่เกิดขึ้นบนโลกได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ที่สนับสนุนและช่วยเหลือการทำโครงการครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ดังรายชื่อผู้สนับสนุนต่อไปนี้

1. อาจารย์อานนท์ มากมี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. นายยุทธการ ศรีมาชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ
3. University of Arizona, East University Boulevard, Tucson, Arizona ในประเทศสหรัฐอเมริกา
4. Imperial College London, South Kensington Campus, London ในประเทศอังกฤษ

### เอกสารอ้างอิง

Gareth S. COLLINS, H. Jay MELOSH, and Robert A. MARCUS. 2548. "A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth ." [online]. Available: <http://www.purdue.edu/impactearth/Content/pdf/Documentation.pdf>. (3 October 2016)

## การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 3 (ชื่อการหาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์)

นายเกียรติกุล อักษรดิษฐ์, นางสาวอนงค์นาถ ต้นตัว

e-mail: wiwafern@hotmail.com

ชื่อครูที่ปรึกษา นางณัชชา เรือนมูล, นางกัญจนา อักษรดิษฐ์

โรงเรียนเทิงวิทยาคม ต.เวียง อ.เทิง จ.เชียงราย

### บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO นำมาเทียบตารางพิกัดตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด เปรียบเทียบและบันทึกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือน ตุลาคม เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยมีการสังเกตเดือนละ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน ทำการคำนวณเพื่อหาอัตราการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ในหนึ่งองศา /วัน ในแต่ละละติจูด และหาอัตราการเคลื่อนที่เป็นคาบ

ผลการศึกษาพบว่า ที่ละติจูดต่างกัน อัตราการหมุน และคาบการหมุนของดวงอาทิตย์จะแตกต่างกัน และที่ละติจูดเดียวกันจะมีค่าอัตราการหมุนและคาบการหมุนของดวงอาทิตย์ใกล้เคียงกัน โดยพบว่า เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 จุดที่ 1 : จุด 2574 ละติจูด 0 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 2 : จุด 2576 ละติจูด -18 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 3 : จุด 2577 ละติจูด 5 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.82 วัน เดือนกันยายน จุดที่ 1 : จุด 2585 ละติจูด 0 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 : จุด 2589 ละติจูด 8 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน เดือนตุลาคม จุดที่ 1 : จุด 2599 ละติจูด -20 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 : จุด 2600 ละติจูด 8 มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน

**คำสำคัญ:** ดวงอาทิตย์ , จุดบนดวงอาทิตย์, อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์, อัตราการเคลื่อนที่เป็นคาบ

### ความเป็นมา

จุดบนดวงอาทิตย์มีคาบเฉลี่ย 11 ปี (Sunspot Cycle หรือ Solar Cycle) ช่วงเวลาที่มีจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์มากที่สุด เรียกว่า Solar Maximum และช่วงที่มีจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์น้อยที่สุด เรียกว่า Solar Minimum ซึ่งในปี ค.ศ. 1904 มันเดอร์ (Maunder) ได้เขียนความสัมพันธ์ระหว่างละติจูดที่เกิดจุดกับเวลา พบว่าไดอะแกรมที่เกิดขึ้นมีลักษณะคล้ายผีเสื้อ เขาเรียกว่า “ไดอะแกรมผีเสื้อของมันเดอร์ (Maunder’s Butterfly Diagram)” จุดบนดวงอาทิตย์จะเริ่มเกิด ณ ละติจูด ประมาณ 30 องศา แล้วจะจางหายไปตามปรากฏการณ์ “วัฏจักรของจุด” ทำให้พบว่าดวงอาทิตย์มีการหมุนรอบตัวเองด้วยอัตราประมาณ 1 เดือนต่อ 1 รอบ และบริเวณละติจูดต่างกันบนดวงอาทิตย์ จะมีการหมุนรอบตัวเองต่างกัน โดยบริเวณศูนย์สูตรจะมีความเร็วมากกว่าละติจูดสูงขึ้นไป การหมุนแบบนี้เรียกว่า “การหมุนรอบตัวเองแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Rotation)” ส่งผลให้สนามแม่เหล็กที่ถูกมัดอยู่ใต้ชั้นโฟโตสเฟียร์อย่างหนาแน่นรอบดวงอาทิตย์ มีการเปลี่ยนแปลง โดยเส้นแรงแม่เหล็ก ณ ละติจูดกลางจะมีความหนาแน่นกว่าละติจูดต่ำ สนามแม่เหล็กก็จะถูกทำให้ขาดลงแล้วจะเกิดขั้วแม่เหล็กภายใต้สภาวะที่เหมาะสม แรงลอยตัวจะทำให้ปลายของมัดแม่เหล็กโผล่มาที่ผิวเกิดเป็นจุดดับบนดวงอาทิตย์ (วิมุติ วสะหลาย, 2559 : 1-5)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า ดวงอาทิตย์และปรากฏการณ์การเกิดจุดดับบนดวงอาทิตย์ (Sunspots) เป็นสิ่งที่น่าสนใจในด้านดาราศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง และการศึกษาการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์จะทำให้

เราทราบถึงอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ที่ละติจูดต่าง ๆ ได้ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการที่จะศึกษาเกี่ยวกับอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์โดยใช้แผนภาพดวงอาทิตย์จาก SOHO

### วัตถุประสงค์

1. สามารถบันทึกข้อมูลจุดบนดวงอาทิตย์จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO ได้
2. สามารถหาอัตราการหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1. ได้ข้อมูลจุดบนดวงอาทิตย์จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO ได้
2. ได้อัตราการหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้

### ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตด้านเนื้อหา อัตราการหมุนของจุดบนดวงอาทิตย์

ขอบเขตด้านระยะเวลา ระยะเวลาดำเนินการศึกษา สิงหาคม – ตุลาคม 2559

### วิธีการศึกษา

การศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO นำมาเทียบตารางพิกัดตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด เปรียบเทียบและบันทึกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือน ตุลาคม เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยมีการสังเกตเดือนละ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน ทำการคำนวณเพื่อหาอัตราการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ในหน่วยองศา /วัน ในแต่ละละติจูด และหาอัตราการเคลื่อนที่เป็นคาบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นใส
2. แผนภาพจากดวงอาทิตย์จาก SOHO หากไม่สามารถทำการศึกษาก่อนหน้าได้ (ดาวโหลดจาก <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>)

### วิธีการบันทึกค่าและการหาค่าอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์

1. ทำการบันทึกลักษณะจุดบนดวงอาทิตย์ จากแผนภาพดวงอาทิตย์จาก SOHO (ดาวโหลดจาก <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>) ปรับภาพที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. (ตามพิกัดทรงกลมบนแผ่นใส)
2. ระบุชื่อหรือรหัสจุดบนดวงอาทิตย์ โดยใช้รหัสเดียวกันสำหรับจุดเดียวกัน เมื่อเทียบกับวันก่อนหน้า (ใช้รหัสจุดตามแผนภาพดวงอาทิตย์จาก SOHO)
3. นำแผ่นใสที่เตรียมไว้ให้มาทาบกับจุดบนดวงอาทิตย์ที่บันทึกบนรูปทรงกลม โดยหันทิศเหนือให้ตรงกัน
4. เปรียบเทียบและบันทึกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของจุดบนดวงอาทิตย์
5. ทำการคำนวณเพื่อหาอัตราการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ในหน่วยองศา /วัน ในและละติจูด
6. ทำการคำนวณเพื่อเปลี่ยนหน่วยอัตราการเคลื่อนที่เป็นคาบ

### สูตรที่ใช้ในการคำนวณ อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์

1. อัตราการหมุนของจุดต่าง ๆ ทำได้โดย  
(ตำแหน่งลองจิจูดวันที่สังเกตการณ์ครั้งหลัง – ตำแหน่งลองจิจูดวันที่สังเกตการณ์ครั้งก่อน)



หมายเหตุ : ต้องเป็นวันที่สังเกตการณ์ที่ต่อเนื่องกัน 2 วัน

2. อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ สามารถคิดเป็นคาบโดยการเทียบบรรทัดไตรยางค์

จุดบนดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ 15 ใช้เวลา 1 วัน

จุดบนดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ได้ X ใช้เวลา  $X/15 = \dots\dots$  วัน

(สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) , 2558 : 17 – 20)

### ผลการศึกษา

การบันทึกค่าและการหาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

**ตารางที่ 1** แสดงอัตราการหมุน คาบการหมุนเฉลี่ยของจุดบนดวงอาทิตย์ ประจำเดือนสิงหาคม

จุดที่ 1 : จุด 2574 ละติจูด 0° จุดที่ 2 : จุด 2576 ละติจูด -18° จุดที่ 3 : จุด 2577 ละติจูด 5°

สังเกตการณ์ จุดบนดวงอาทิตย์	อัตราการหมุนของ แต่ละจุด (องศา/วัน)			อัตราการหมุน เฉลี่ยของแต่ละ จุด (องศา/วัน)	คาบการหมุนเฉลี่ยของแต่ละ จุด(วัน)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
จุดที่ 1 (2574)	14	15	15	14.67	24.54
จุดที่ 2 (2576)	14	15	15	14.67	24.54
จุดที่ 3 (2577)	-	14	15	14.5	24.82

จากตารางที่ 1 พบว่า จุดที่ 1 (2574) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 2 (2576) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 3 (2577) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.82 วัน

**ตารางที่ 2** แสดงอัตราการหมุน คาบการหมุนเฉลี่ยของจุดบนดวงอาทิตย์ ประจำเดือนกันยายน

จุดที่ 1 : จุด 2585 ละติจูด 0° จุดที่ 2 : จุด 2589 ละติจูด 8°

สังเกตการณ์ จุดบนดวงอาทิตย์	อัตราการหมุนของ แต่ละจุด (องศา/วัน)			อัตราการหมุน เฉลี่ยของแต่ละ จุด (องศา/วัน)	คาบการหมุนเฉลี่ยของแต่ละ จุด(วัน)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
จุดที่ 1 (2585)	14	13	-	13.5	26.67
จุดที่ 2 (2589)	-	15	14	14.5	24.48
				14	25.71

จากตารางที่ 2 พบว่า จุดที่ 1 (2585) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 (2589) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน

**ตารางที่ 3** แสดงอัตราการหมุน คาบการหมุนเฉลี่ยของจุดบนดวงอาทิตย์ ประจำเดือนตุลาคม

จุดที่ 1 : จุด 2599 ละติจูด -20° จุดที่ 2 : จุด 2600 ละติจูด 8°

สังเกตการณ์ จุดบนดวงอาทิตย์	อัตราการหมุนของ แต่ละจุด (องศา/วัน)			อัตราการหมุน เฉลี่ยของแต่ละ จุด (องศา/วัน)	คาบการหมุนเฉลี่ยของแต่ละ จุด(วัน)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
จุดที่ 1 (2599)	15	15	14	14.67	24.54
จุดที่ 2 (2600)	15	15	15	15	24

จากตารางที่ 3 พบว่า จุดที่ 1 (2585) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 (2589) มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน

### สรุปผล

การศึกษาการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ จากแผนภาพดวงอาทิตย์ จาก SOHO เพื่อหาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ ผลการศึกษาพบว่า ที่ละติจูดต่างกัน อัตราการหมุน และคาบการหมุนของดวงอาทิตย์ จะแตกต่างกัน และที่ละติจูดเดียวกันจะมีค่าอัตราการหมุนและคาบการหมุนของดวงอาทิตย์ใกล้เคียงกัน โดยพบว่า

1. เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 จุดที่ 1 : จุด 2574 ละติจูด 0° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 2 : จุด 2576 ละติจูด -18° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.67 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.54 วัน จุดที่ 3 : จุด 2577 ละติจูด 5° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.82 วัน

2. เดือนกันยายน จุดที่ 1 : จุด 2585 ละติจูด 0° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 : จุด 2589 ละติจูด 8° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน

3. เดือนตุลาคม จุดที่ 1 : จุด 2599 ละติจูด -20° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 13.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 26.67 วัน จุดที่ 2 : จุด 2600 ละติจูด 8° มีอัตราการหมุนเฉลี่ย เท่ากับ 14.5 องศา/วัน คาบการหมุนเฉลี่ย 24.48 วัน

### ปัญหาที่พบ

1. ความคลาดเคลื่อนของการนำแผ่นใสที่เตรียมไว้ให้มาทาบกับจุดบนดวงอาทิตย์ที่บันทึกบนรูปทรงกลม ทำให้การอ่านค่าละติจูด และลองจิจูด ของจุดบนดวงอาทิตย์มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงต้องใช้ความระมัดระวัง และให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงจะได้ค่าละติจูดและลองจิจูดที่ตรง และเมื่อนำมาคำนวณหาอัตราการหมุนจะได้ค่าที่ตรงและมีความแม่นยำสูง

2. จุดบนดวงอาทิตย์ที่อยู่ใกล้ขอบมาก จะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดลองจิจูดได้ง่าย

### แนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรจะศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์จากการสังเกตการณ์จากกล้องโทรทรรศน์เปรียบเทียบกับแผนภาพดวงอาทิตย์จาก SOHO
2. ควรจะศึกษาจุดบนดวงอาทิตย์ให้มีช่วงระยะเวลา 1 ปี เพื่อแสดงให้เห็นถึงความหลากหลาย

### เอกสารอ้างอิง

วิมุติ วสะหลาย. เรื่องจริงของพายุสุริยะตอนที่ 1. (ออนไลน์). แหล่งที่มา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). *กิจกรรม โครงการดาราศาสตร์อย่างง่าย โครงการอบรมครูปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ชั้นกลาง*. (เอกสารอัดสำเนา).

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>

การศึกษาปรากฏการณ์ลูกไฟที่เกิดขึ้นในประเทศไทย  
Education about the fireball that took place in Thailand

นางสาวชिरฎาณ์ แก้วคำแหง<sup>1</sup> , นางสาวมณีมาลา มณีวรรณ<sup>2</sup>

Email: suponmart@hotmail.com , supranee@wpk.ac.th

ครูที่ปรึกษา นางสาวปราณี ขจรวงศ์ศรี

โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

### บทคัดย่อ

เนื่องจากประเทศไทยมีปรากฏการณ์ลูกไฟตกอยู่บ่อยครั้งและการตกในแต่ละครั้งมีแสงหรือสีของลูกไฟไม่เหมือนกันและได้รับความสนใจจากประชาชนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องการศึกษาเกี่ยวกับการตกของลูกไฟในประเทศไทย จากการสืบค้นข้อมูลและศึกษาเกี่ยวกับการตกของลูกไฟตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันในประเทศไทย พบว่าลูกไฟที่ตกในประเทศไทยมีจำนวน 7 ครั้ง คือในพุทธศักราช 2466, 2524, 2536, 2550 และ 2558 ในจังหวัดนครปฐม, เลย, เพชรบูรณ์, ตาก, พิษณุโลก, กาญจนบุรี และกรุงเทพฯ ตามลำดับ โดยแบ่งเป็นลูกไฟอุกกาบาตหิน 6 ครั้ง และลูกไฟอุกกาบาตเหล็ก 1 ครั้ง ในประเทศไทยไม่ค่อยจะมีลูกไฟตกลงมาบ่อยครั้งนัก เพราะอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ผู้จัดทำได้นำผลการศึกษาที่ได้ มาเผยแพร่ ให้กับนักเรียนและประชาชนผู้สนใจและได้นำไปใช้ในกิจกรรมค่ายดาราศาสตร์ และเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนดาราศาสตร์

**คำสำคัญ :** ลูกไฟ , การตกของลูกไฟในประเทศไทย

### ความเป็นมา

จากการได้ติดตามข่าวสารเกี่ยวกับลูกไฟที่พุ่งเข้ามาในชั้นบรรยากาศของประเทศไทย มีลักษณะคล้ายอุกกาบาตและองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (นาซา) ได้แถลงออกมาว่า ลูกไฟที่วานั้นเป็นอุกกาบาตไม่ใช่ฝนดาวตก และเกือบทุกจังหวัดได้เห็นแสงของลูกไฟหรืออุกกาบาตลูกนี้ และอุกกาบาตลูกนี้ไปตกลงที่จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 7 กันยายน 2558 เวลา 08.40 น. ผู้วิจัยและเพื่อนๆ ได้เห็นข่าวสารนี้จากทางโทรทัศน์ จึงเกิดความสงสัยเกี่ยวกับการตกของลูกไฟ และเกิดความสนใจ ที่จะศึกษาการตกของลูกไฟในประเทศไทย

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับลูกไฟที่ตกในประเทศไทย
2. เพื่อจำแนกชนิด และแสดงรายละเอียดต่างๆ ของลูกไฟในประเทศไทย

## วิธีการศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เกี่ยวกับลูกไฟ และลักษณะของลูกไฟที่ตกในประเทศไทย
2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงและหาหลักฐานประกอบ
3. จำแนกชนิดของลูกไฟที่พบในประเทศไทยพร้อมภาพถ่าย
4. รวบรวมข้อมูลที่ผ่านมาวิเคราะห์ข้อเท็จจริงและจำแนกแล้วนำไปเผยแพร่ให้แก่คนในชุมชนและผู้ที่สนใจในรูปแบบของป้ายนิเทศ เสียงตามสาย และวิทยุชุมชน

## ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าในประเทศไทยมีการตกของลูกไฟดังต่อไปนี้  
ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดต่างๆ ของลูกไฟในประเทศไทย

ครั้งที่	เดือน/ปี	สถานที่	ชนิด	น้ำหนัก	ลักษณะของแสงขณะที่ตกลงมาในชั้นบรรยากาศ
1	ธันวาคม 2466	ต.สวนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	อุกกาบาตหิน	32.2 กิโลกรัม	ส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง
2	กุมภาพันธ์ 2518	บ้านช่อแล จ.เชียงใหม่	อุกกาบาตหิน	3.35 กิโลกรัม	ส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง
3	พฤศจิกายน 2524	อ.เชียงคาน จ.เลย	อุกกาบาตหิน	367 กรัม	ส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง
4	มิถุนายน 2536	บ้านร่องตู่ ต.ลานข่า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	อุกกาบาตเหล็ก	16.7 กิโลกรัม	ส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง
5	กรกฎาคม 2550	จ.ตาก	อุกกาบาตหิน	4.5 กิโลกรัม	สีเขียวอมน้ำเงิน
6	พฤษภาคม 2552	จ.พิษณุโลก	อุกกาบาตหิน	162.68 กรัม	ส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง
7	กันยายน 2558	อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี	อุกกาบาตหิน	ยังไม่ทราบค่า	เขียว

## ภาพลูกไฟที่เกิดขึ้นในประเทศไทย



ที่มา <http://thaiastro.nectec.or.th/skyevnt/20150907fireball.html>

### สรุปผล

จากการสืบค้นข้อมูลและศึกษาเกี่ยวกับการตกของลูกไฟตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันในประเทศไทย พบว่าลูกไฟที่ตกในประเทศไทยมีจำนวน 7 ครั้ง คือในพุทธศักราช 2466, 2524, 2536, 2550, 2552 และ 2558 ในจังหวัด นครปฐม, เลย, เพชรบูรณ์, ตาก , พิษณุโลก, กาญจนบุรี และกรุงเทพฯ ตามลำดับ โดยจำแนกเป็นลูกไฟ อุกกาบาตหิน 6 ครั้ง และลูกไฟอุกกาบาตเหล็ก 1 ครั้ง ในประเทศไทยไม่ค่อยจะมีลูกไฟตกลงมาบ่อยครั้งนัก เพราะอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ผู้จัดทำได้นำผลการศึกษาที่ได้ มาเผยแพร่ ให้กับนักเรียนและประชาชน ผู้สนใจและได้นำไปใช้ในกิจกรรมค่ายดาราศาสตร์ และเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนดาราศาสตร์

## อภิปราย

จากการศึกษาลูกไฟที่ตกในประเทศไทย

ลูกไฟที่ตกในประเทศไทย มีจำนวน 7 ครั้ง ส่วนใหญ่ของการตกจะเป็นลูกไฟอุกกาบาตหิน อุกกาบาตจำนวน 6 ครั้ง และเป็นลูกไฟอุกกาบาตเหล็ก 1 ครั้ง ซึ่งมีน้ำหนักแตกต่างกันไป และสีของลูกไฟแต่ละครั้งที่ตกมามีทั้งหมด 2 สี คือ สีส้มเหลืองเขียวแกมน้ำเงินม่วงแดง และสีเขียว สีแต่ละสีนี้อาจจะบ่งบอกถึงองค์ประกอบของธาตุที่อยู่ในลูกไฟหรืออุกกาบาต ได้แก่สีส้มคือธาตุแก๊สนีออน สีเหลืองคือธาตุเกลือ Na สีเขียวคือธาตุเกลือ Ba สีม่วงคือก๊าซไฮโดรเจน สีแดงคือเกลือ Ca และสีเขียวที่อุกกาบาตตกครั้งล่าสุดคือธาตุไอปรอท

### กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการดาราศาสตร์ เรื่อง การศึกษาปรากฏการณ์ลูกไฟที่เกิดขึ้นในประเทศไทย และ การจัดทำรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณ คุณครูสุปราณี ขจรวงศ์ศรี โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม ซึ่งเป็นครูที่ปรึกษา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำโครงการ ให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดแสดงโครงการ ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในการจัดแสดง ขอขอบคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติที่ให้การสนับสนุนในการจัดแสดงนิทรรศการ และได้นำความรู้ที่ได้จากการทำโครงการนี้ไปเผยแพร่เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขอขอบคุณบิดา มารดาและเพื่อนร่วมงานที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการดาราศาสตร์เรื่องนี้ จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่ศึกษาไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใดก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และยินดี ที่จะรับคำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงต่อไป

คณะผู้วิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- อุกกาบาตที่ตกในประเทศไทย:worachateb@hotmail.com เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559
- สเปกตรัมของธาตุต่างๆ : WWW.Thaigoodview.com เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559
- ลูกไฟ <http://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/20150907fireball.html> เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559
- ลูกไฟในอากาศ <http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index> เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559

## การศึกษาค่าเฉลี่ยความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไปในหน่วยพิกเซล

นางสาวชลธิภา รวยลาภ, นางสาวศิริวรรณ ศรีพลน้อย, นางสาวสุดารัตน์ พิมสุวรรณ

e-mail: Parksarah999@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวนุสรา หัวไผ่

โรงเรียนสิงห์บุรี

### บทคัดย่อ

เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยคงที่ กลุ่มผู้จัดทำโครงการตั้งข้อสงสัยว่า ขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวันมีลักษณะอย่างไร จึงศึกษาโดยการถ่ายภาพดวงจันทร์ด้วยกล้องถ่ายรูป DSLR canon 60d ผ่านกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง MEADE ขนาด 8 นิ้ว แล้วนำภาพมาวัดความกว้างขนาดพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ในหน่วยพิกเซลด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop cs6 เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากโปรแกรม Stellarium มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด 2.37 %

จากการศึกษาพบว่า ขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ใน 1 วันช่วงวันข้างขึ้นและข้างแรม แต่ละช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จนถึงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อศึกษาค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงข้างขึ้น มีอัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงขึ้น 8-11 ค่า และในช่วงขึ้น 11-14 ค่าเท่ากับ 183 พิกเซลต่อวัน และ 103 พิกเซลต่อวันตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยขนาด ความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่ลดลงในช่วงข้างแรมมีอัตราเร็วเฉลี่ยเป็น 162.42 พิกเซลต่อวัน แสดงให้เห็นว่า ขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์เปลี่ยนไปด้วยอัตราเร็วที่ไม่คงที่

เมื่อวิเคราะห์ร้อยละขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงข้างขึ้นและข้างแรม พบว่า ข้างขึ้นมีแนวโน้มลดลง ส่วนข้างแรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งอาจสอดคล้องกับมุมระหว่าง ดวงจันทร์ โลก ดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันหรือระยะห่างระหว่างดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ในแต่ละตำแหน่งที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก

**คำสำคัญ:** ค่าเฉลี่ยความกว้างพื้นที่สะท้อนแสง

### ความเป็นมา

ดวงจันทร์โคจรรอบโลกพร้อมกับหมุนรอบตัวเองด้วยอัตราเร็วค่อนข้างคงที่ ใช้เวลาประมาณ 30 วันต่อรอบ ทำให้มุมระหว่างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก เปลี่ยนไปประมาณวันละ 12 องศา คนบนโลกจึงมองเห็นพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์เปลี่ยนไปเป็นวงรอบ ใช้เวลาประมาณ 30 วัน จากมืดทั้งดวงค่อยๆ สว่างขึ้นจนสว่างเต็มดวงแล้วมืดลงเรื่อย ๆ จนมืดทั้งดวงอีกครั้ง

การเปลี่ยนขนาดของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เป็นวงรอบมีทั้งลดลงและเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน ทำให้กลุ่มผู้ทำโครงการเกิดความสนใจศึกษาความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไปนั้นมีค่าคงที่หรือไม่ อย่างไร โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในหน่วยพิกเซล เพื่อเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนแสงของดวงจันทร์ไว้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาดาราศาสตร์ต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความกว้างและการเปลี่ยนความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ ใน 1 วัน ในหน่วยของพิกเซล
2. เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปแต่ละวัน ในหน่วยของพิกเซล

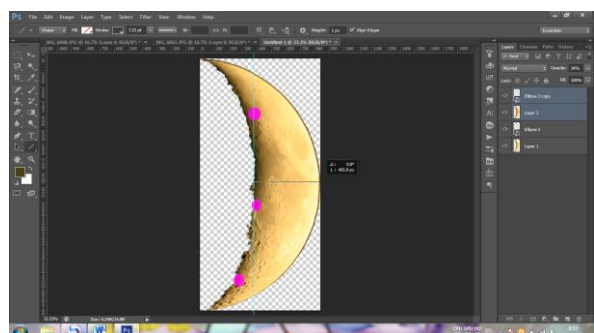
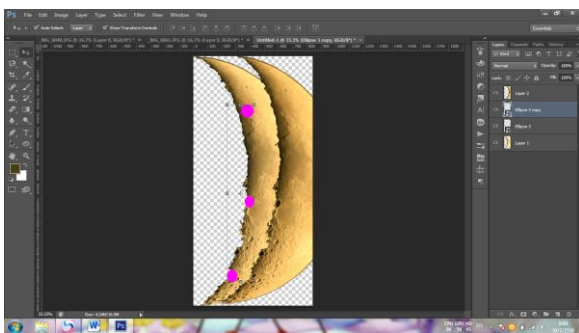
## ขอบเขตของการศึกษา

1. ขนาดความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ ตั้งแต่เดือนธันวาคม-มีนาคม
2. สถานที่ ณ โรงเรียนสิงห์บุรี

## วิธีการศึกษา

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การเก็บข้อมูลขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ใน 1 คืนที่ช่วงเวลาต่างกัน
  - 1.1 เก็บข้อมูลขนาดความกว้างของดวงจันทร์ในช่วงข้างขึ้น
  - 1.2 เก็บข้อมูลขนาดความกว้างของดวงจันทร์ในช่วงข้างแรม
2. การเก็บข้อมูลขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ในแต่ละวัน
  - 2.1 เก็บข้อมูลขนาดความกว้างของดวงจันทร์ในช่วงข้างขึ้น
  - 2.2 เก็บข้อมูลขนาดความกว้างของดวงจันทร์ในช่วงข้างแรม
3. เมื่อได้ข้อมูลสรุปแนวทางการทำงานทางทฤษฎี จึงเริ่มเข้าสู่เรียนรู้ในภาคปฏิบัติ เป็นการฝึกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในการดำเนินงาน โดยมีคุณครูผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ควบคุม ดูแล ตลอดคำแนะนำในการใช้เครื่องมือเหล่านั้นให้ถูกวิธี
4. ปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้จนสามารถได้ผลตามเป้าหมาย
5. การคำนวณค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนไป  
การคำนวณร้อยละการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงในช่วงข้างขึ้นข้างแรมเมื่อเทียบกับวันก่อน  
ตัวอย่างการคำนวณขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์โดยใช้ Adobe Photoshop โดยมีการดำเนินงานดังนี้



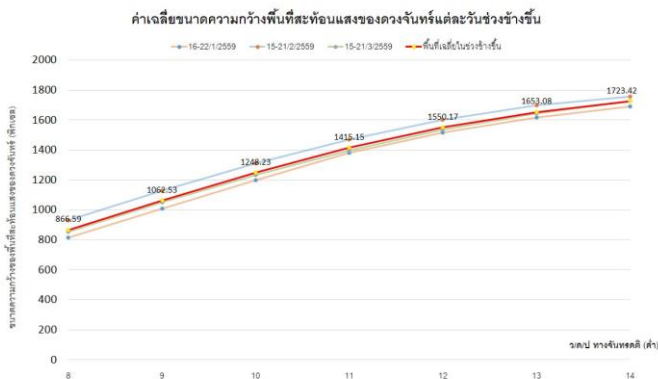
นำรูปดวงจันทร์ที่ต้องการเปรียบเทียบ ดังรูป แล้วใช้เครื่องมือ **Rectangle** ลากเส้นจากส่วนสว่างถึงขอบ เลือกค่าที่ยาวที่สุด วัดความยาวในหน่วยพิกเซล



## ผลการศึกษา

ในการทำโครงการครั้งนี้ กลุ่มผู้จัดทำได้ผลจากการสำรวจเก็บข้อมูลขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ดังนี้

### 1. ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์แต่ละวัน



### 2. ร้อยละค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงที่เปลี่ยนไป



## สรุปผล

จากการสำรวจเก็บข้อมูล ผู้จัดทำได้ผลสรุปดังนี้

1 ขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ใน 1 วันช่วงวันข้างขึ้นและข้างแรม แต่ละช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จนถึงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้กลุ่มผู้ทำโครงการถ่ายภาพดวงจันทร์ในแต่ละวันได้ทุกช่วงเวลา เมื่อเทียบขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์กับภาพที่ได้ในโปรแกรม Stellarium มีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด 2.37 %

2. ค่าเฉลี่ยความกว้างของพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปมีขนาดไม่เท่ากันในหน่วยพิคเซล เมื่อศึกษาอัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงขึ้น 8-11 ค่าและขึ้น 11-14 ค่า มีค่าเท่ากับ 183 พิกเซลต่อวัน และ

103 พิกเซลต่อวันตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่ลดลงในช่วงข้างแรมมีอัตราเร็วเฉลี่ยเป็น 162.42 พิกเซลต่อวัน

3. ค่าเฉลี่ยความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงข้างขึ้นมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าเฉลี่ยความกว้างพื้นที่สะท้อนแสงของดวงจันทร์ที่ลดลงในช่วงข้างแรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ครูณัฐรา หัวไผ่ และครูฤกษ์พงษ์ พงษ์สัตยา ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงเมตตาสถานที่พักในช่วงการเก็บข้อมูลภาคสนาม จนโครงการนี้ประสบผลสำเร็จ

### เอกสารอ้างอิง

ข้อมูลทั่วไปของดวงจันทร์. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2558, จาก

<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/solar2/datamoon.htm>.

กล้องสะท้อนแสง MEADE ขนาด 8 นิ้ว

โปรแกรมดาราศาสตร์ stellarium

## การศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SOHO

นางสาวภักจิรา ปัตตะนา\*, นางสาวดวงหทัย พิสุทธิ\*\*, นางสาวปนัดดา หงษ์ศรี\*\*\*

e-mail: Biw23349@gmail.com\*, May7158@hotmail.com\*\*, basdiedybbbyyy@gmail.com\*\*\*

นายสุริยัน ต่วนคำ ครูที่ปรึกษา

โรงเรียนมัธยมตระการพืชผล

### บทคัดย่อ

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยอาศัยภาพถ่ายจากดาวเทียม SOHO มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ ณ บริเวณตำแหน่งละติจูดต่างๆ ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานคือ นำภาพถ่ายดวงอาทิตย์ของแต่ละวัน ในช่วงเวลาเดียวกัน ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน 2558 มาหาค่าละติจูดและลองจิจูดและของตำแหน่งจุดบนดวงอาทิตย์ จากนั้นนำค่าลองจิจูดที่เปลี่ยนไปของจุดบนดวงอาทิตย์ในแต่ละวันมาคำนวณหาค่าอัตราการหมุน โดยการนำข้อมูลค่าลองจิจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน มาเขียนกราฟระหว่างค่าลองจิจูด (แกน x) เทียบกับเวลาเป็นวัน (แกน y) และหาค่าความชันของเส้นกราฟ ซึ่งความชันของเส้นกราฟเทียบได้กับอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์มีหน่วยเป็นองศาต่อวัน นำอัตราการหมุนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับละติจูดของดวงอาทิตย์ ผลจากการศึกษาพบว่า ดวงอาทิตย์มีการหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก โดยในช่วงละติจูด  $\pm 0-5$  องศา อัตราการหมุนเท่ากับ 14.080 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด  $\pm 5.01-10$  องศา อัตราการหมุนเท่ากับ 13.575 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด  $\pm 10.01-15$  องศา อัตราการหมุนเท่ากับ 13.457 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด  $\pm 15.01-20$  องศา อัตราการหมุนเท่ากับ 13.199 องศาต่อวัน และช่วงละติจูด  $\pm 20.01-25$  องศา อัตราการหมุนเท่ากับ 13.082 องศาต่อวัน

**คำสำคัญ :** อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์

### ความเป็นมา

ปัจจุบัน เทคโนโลยีทางด้านอวกาศมีความทันสมัย มีการสร้างยานสำรวจหลายลำเพื่อสำรวจสึกร้อน เพื่อเข้าไปสำรวจดวงอาทิตย์อย่างใกล้ชิดและส่งข้อมูลกลับมาให้นักวิทยาศาสตร์บนโลกได้ศึกษา เพียงช่วงเวลาไม่ถึง 30 ปี ที่ผ่านมา ความเข้าใจในธรรมชาติของดวงอาทิตย์ของเราได้เพิ่มมากขึ้นหลายเท่าตัวขององค์ความรู้ในอดีตรวมกัน อย่างไรก็ตาม ยังมีธรรมชาติของดวงอาทิตย์อีกมากมายที่เรายังไม่ค้นพบ และยังไม่เข้าใจ การศึกษาพฤติกรรมดวงอาทิตย์มีความสำคัญมาก เพราะกลไกภายในและปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ก็เกิดขึ้นบนดาวฤกษ์ดวงอื่นๆในลักษณะเดียวกันด้วย นักศึกษาจึงศึกษาดวงอาทิตย์เพื่อที่จะเข้าใจธรรมชาติของดาวฤกษ์มากขึ้น กาลิเลโอเป็นคนแรก ที่พิสูจน์ให้เห็นว่า ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองโดยการสังเกตการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์

จากความสงสัย รวมกับความสนใจในด้านดาราศาสตร์ทำให้คณะผู้จัดทำคิดที่จะศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์จากจุดดับบนดวงอาทิตย์ โดยอาศัยข้อมูลทางเทคโนโลยีอวกาศในปัจจุบันซึ่งมีความก้าวหน้า

อย่างมาก เช่น ภาพถ่ายดวงอาทิตย์ จากดาวเทียม SOHO เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการหาอัตราการการหมุนของดวงอาทิตย์ และคาบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์

### วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SOHO

### วิธีการศึกษา

ในการศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ จะใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SOHO ในช่วงเวลา 12.00 น. ของทุกวัน เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 เดือน คือเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน 2558 โดยทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดวงอาทิตย์จาก เว็บไซต์ <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/> นำภาพที่ได้มาทำการศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ โดยมีขั้นตอนและวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ทำการกำหนดหมายเลขจุดที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน โดยกำหนดเป็นหมายเลขเดียวกัน ถ้าเป็นจุดเดียวกัน เมื่อเทียบกับวันก่อนหน้า
2. ใช้แผ่นกริด(แผ่นใส) พิกัดละติจูด ลองจิจูดที่มีขนาดเท่ากับภาพถ่ายดวงอาทิตย์ ทาบลงกับภาพถ่ายดวงอาทิตย์ ทำการคำนวณหาค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ แต่ละจุด
3. ทำตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 จนครบกำหนด 3 เดือน
4. หาค่าเฉลี่ยละติจูด ของจุดบนดวงอาทิตย์แต่ละจุด
5. นำข้อมูลพิกัดลองจิจูดของแต่ละจุดมาทำการ Plot กราฟ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยกำหนดให้ แกน X แทนวัน แกน Y แทนลองจิจูด
6. หาค่าความชันของเส้นกราฟ โดยใช้สมการเส้นตรง  $y = mx + c$  โดยที่  $m$  คือ ความชันของเส้นกราฟ ซึ่งค่าความชันของกราฟ หมายถึง อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น องศาต่อวัน ดังรูปที่ 1
7. บันทึกข้อมูลละติจูดเฉลี่ยและอัตราการหมุนลงในตารางบันทึกผล
8. นำข้อมูลจากตารางในข้อ 7 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างละติจูดเฉลี่ยกับอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์

### ผลการศึกษา

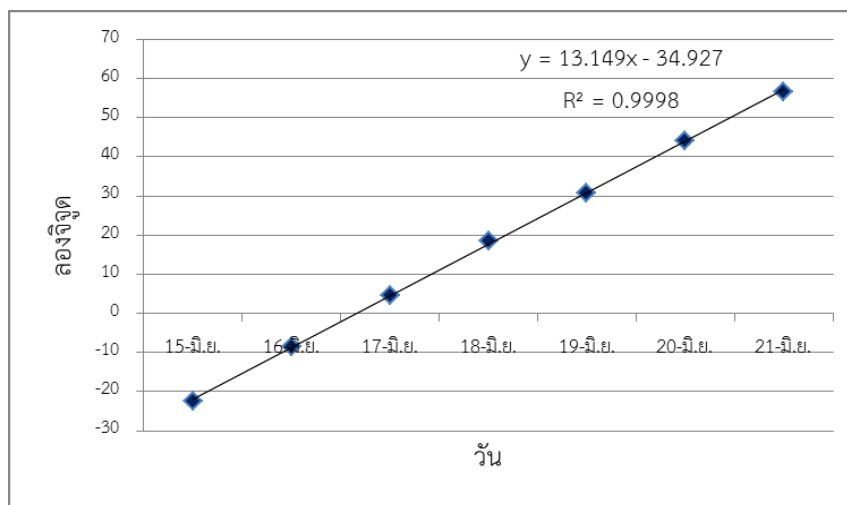
จากผลการศึกษาได้ค่าละติจูดเฉลี่ยและอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ ได้ผลดังตารางที่ 1

Sunspot ID	ละติจูด (เฉลี่ย)	อัตราการหมุน	Sunspot ID	ละติจูด (เฉลี่ย)	อัตราการหมุน
1	15.23	11.715	21	12.48	16.45
2	7.94	13.91	22	6.94	16.487
3	13.43	13.298	23	5.07	12.574

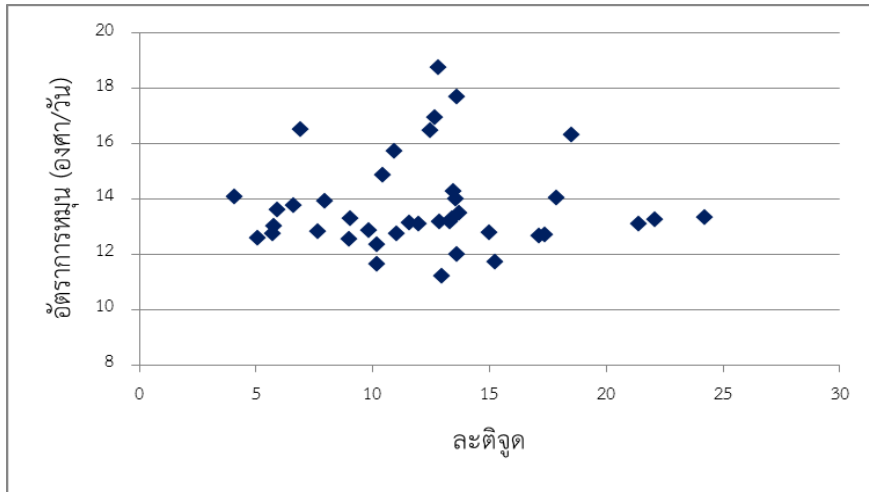
4	11.99	13.083	24	18.51	16.318
5	13.32	13.156	25	15	12.761
6	17.86	14.017	26	13.6	11.986
7	7.64	12.806	27	17.38	12.684
8	24.23	13.312	28	4.08	14.08
9	22.08	13.244	29	5.79	12.999
10	-5.74	12.719	30	12.89	13.168
11	-6.62	13.759	31	17.15	12.64
12	12.82	18.75	32	21.39	13.082
13	11.56	13.13	33	9.06	13.277
14	10.94	15.735	34	11.02	12.74
15	13.48	14.26	35	10.42	14.872
16	12.96	11.206	36	8.99	12.539
17	13.59	13.985	37	10.17	12.33
18	13.71	13.482	38	9.86	12.858
19	5.93	13.604	39	13.61	17.7
20	12.69	16.915	40	10.19	11.64

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 1 มากำหนดเป็นช่วงละติจูด และนำอัตราการหมุนมาหาค่าเฉลี่ยได้ผลดังตารางที่ 2

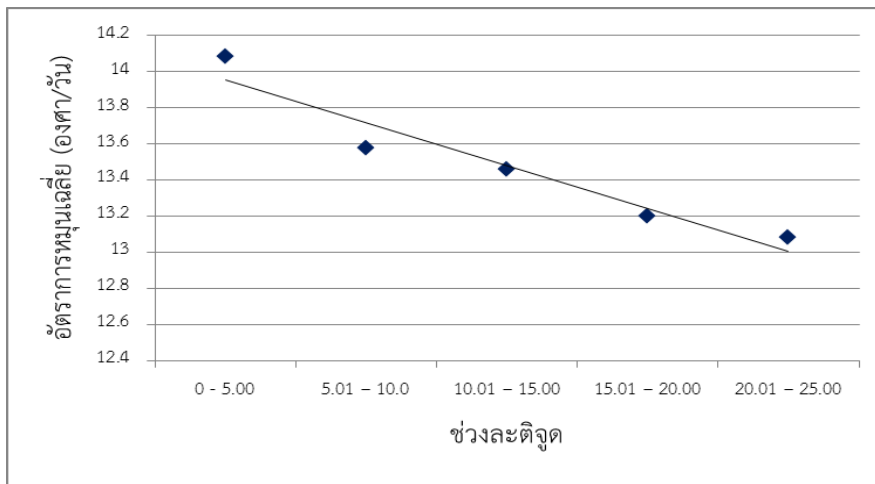
ช่วงละติจูด	0 - 5.00	5.01 – 10.0	10.01 – 15.00	15.01 – 20.00	20.01 – 25.00
อัตราการหมุนเฉลี่ย	14.080	13.575	13.457	13.199	13.082



รูปที่ 1 ตำแหน่งองศาจุดที่เปลี่ยนไปของจุดบนดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน



รูปที่ 2 อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ที่ตำแหน่งละติจูดต่างๆ



รูปที่ 3 อัตราการหมุนเฉลี่ยของดวงอาทิตย์ในช่วงละติจูดต่างๆ

### สรุปผล

จากการศึกษาอัตราการหมุนของดวงอาทิตย์ ปรากฏว่า ในช่วงละติจูด 0-5 อัตราการหมุนเท่ากับ 14.080 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด 5.01-10 อัตราการหมุนเท่ากับ 13.575 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด 10.01-15 อัตราการหมุนเท่ากับ 13.457 องศาต่อวัน ช่วงละติจูด 15.01-20 อัตราการหมุนเท่ากับ 13.199 องศาต่อวัน และช่วงละติจูด 20.01-25 อัตราการหมุนเท่ากับ 13.082 องศาต่อวัน จึงสรุปได้ว่า ที่ละติจูดต่างกัน อัตราการหมุนของดวงอาทิตย์จะมีค่าต่างกัน และอัตราการหมุนมีแนวโน้มลดลงเมื่อละติจูดมีค่าสูงขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

ภาพถ่ายดวงอาทิตย์จาก สืบค้นจาก <https://sohowww.nascom.nasa.gov/data/data.html>  
 ระวี ภาวิไล. “ดวงอาทิตย์” สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนออนไลน์ เข้าถึงได้จาก  
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/index.php> (สืบค้นเมื่อ เมษายน 2558)  
 Project CLEA. THE PERIOD OF ROTATION OF THE SUN. สืบค้นจาก <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/cleahome.html>

## การศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์จากการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์

ณ ละติจูดต่างๆ

นางสาวสุภัคสร วงศ์เสรี

e-mail:s.subeam123@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา

ครู จักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์

โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา

### บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดอัตราการหมุนรอบตัวเองของ ดวงอาทิตย์จากการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์ เครื่องมือที่ใช้วัดคือ Solar Grid โดยการนำภาพถ่ายจากองค์การนาซาการศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006-2015 วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาตำแหน่งการเคลื่อนที่ของจุดบนดวงอาทิตย์ในละติจูดต่างๆ จากนั้นคำนวณหาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ผลการศึกษาพบว่า บริเวณเส้นศูนย์สูตรดวงอาทิตย์มีอัตราการหมุนเท่ากับ 24 วันต่อรอบ คลาดเคลื่อนจากทฤษฎีร้อยละ 4 และอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูดที่ 30 องศา ถึง ละติจูดที่ -30 องศา เฉลี่ย 26.41 วันต่อรอบ ซึ่งบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอัตราการหมุนเร็วกว่าบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรและใต้เส้นศูนย์สูตรซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี

**คำสำคัญ :** จุดบนดวงอาทิตย์ / อัตราการหมุนรอบตัวเอง

### บทนำ

ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ที่เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย และดาวหาง ล้วนแล้วแต่โคจรรอบดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่สำคัญยิ่งต่อโลก เช่น ให้พลังงานแก่พืชในรูปของแสง และพืชก็เปลี่ยนแสงให้เป็นพลังงานในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาล ตลอดจนทำให้โลกมีสภาวะอากาศหลากหลาย เอื้อต่อการดำรงชีวิต ดวงอาทิตย์ไม่ใช่วัตถุแข็งแต่ดวงอาทิตย์เป็นก้อนแก๊สขนาดใหญ่ ประกอบด้วยไฮโดรเจนอยู่ร้อยละ 74 โดยมวล ฮีเลียมร้อยละ 25 โดยมวล และธาตุอื่น ๆ ในปริมาณเล็กน้อย ดังนั้นไม่แปลกที่ดวงอาทิตย์จะมีการหมุนในแต่ละละติจูดไม่เท่ากัน โดยบริเวณขั้วจะมีอัตราการหมุนประมาณ 35 วันต่อรอบโดยทฤษฎี แต่ในขณะที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีอัตราเร็วการหมุนประมาณ 25 วันต่อรอบโดยทฤษฎี

จุดบนดวงอาทิตย์เป็นลักษณะที่น่าสังเกตที่สุดบนดวงอาทิตย์ บริเวณนี้จะปรากฏมืดเมื่อมองในแสงสีขาว เหตุที่มีมืดก็เนื่องจากรังสีที่แผ่ออกจากบริเวณนี้น้อยกว่าบริเวณโฟโตสเฟียร์ที่อยู่รอบๆ ซึ่งหมายความว่าบริเวณนี้เย็นกว่าบริเวณอื่นบนตัวดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามถ้าสามารถเอาจุดบนดวงอาทิตย์ออกมาได้จากผิวดวงอาทิตย์ แล้วเอามาวางไว้ในอวกาศ จุดเหล่านี้จะปรากฏสว่างพอๆ กับดวงจันทร์ในขณะสว่างเต็มดวงทีเดียว จุดบนดวงอาทิตย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ 1) เขตเงามืด (Umbra) เป็นบริเวณใจกลางจุดซึ่งมืดสนิท 2) เขตเงามัว (Penumbra) เป็นบริเวณที่ไม่มีมืดมากอยู่รอบๆ การหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์อยู่ลักษณะคล้ายกับการหมุนรอบตัวเองของโลก คือ ทุกๆ จุดบนผิวโลกจะมีคาบของการหมุนรอบตัวเอง

เท่ากันหมด แต่บนดวงอาทิตย์พบว่าคาบของการหมุนรอบตัวเองแตกต่างกันตามละติจูด ที่เส้นศูนย์สูตรการหมุนรอบตัวเองจะเร็วที่สุด และจะช้าลงตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์จากจุดบนดวงอาทิตย์ และบูรณาการองค์ความรู้สู่การเรียนการสอน เพื่อเป็นการฝึกกระบวนการและทักษะการสังเกตการณ์ดาราศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

### วิธีการศึกษา

1. ดาวน์โหลดภาพถ่ายดวงอาทิตย์จากเว็บไซต์ <https://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/> ขององค์การนาซา
2. เลือกภาพถ่ายดวงอาทิตย์โดยมีเกณฑ์ ดังนี้
  - 2.1 เป็นภาพถ่ายที่มีจุดดับที่อยู่บริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร ใต้เส้นศูนย์สูตรและบริเวณเส้นศูนย์สูตร
  - 2.2 แต่ละจุดที่เลือกต้องเป็นภาพถ่ายที่ต่อเนื่องกัน เช่น จุดเหนือเส้นศูนย์สูตร พิจารณาววันที่ 7/10/2006 และวันที่ 8/10/2006
3. นำภาพถ่ายที่เลือกแล้วมาวางซ้อนทับลงบน Solar Grid ปรับภาพดวงอาทิตย์กับ Solar Grid ให้ตรงกันมากที่สุด เพื่อจะได้ทราบลองติจูด และละติจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ บันทึกค่า ลองติจูดและเวลาของภาพไว้
4. นำละติจูดที่ได้มาคำนวณหาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ โดยใช้สูตร

$$\frac{360}{A} = \frac{\Delta long}{\Delta t}$$

เมื่อ

A	คือ	คาบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์	มีหน่วยเป็น วันต่อรอบ
$\Delta t$	คือ	ผลต่างของเวลาของสองภาพ	มีหน่วยเป็น วัน
$\Delta long$	คือ	ผลต่างของลองติจูด	มีหน่วยเป็น องศา
360	คือ	มุม 360 องศา รอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ	มีหน่วยเป็น องศา

5. สร้างกราฟเปรียบเทียบอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ โดยให้แกน Y เป็นละติจูดต่างๆ แกน X เป็นแกนของ คาบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์
6. วิเคราะห์และสรุปผล

### ผลการศึกษา

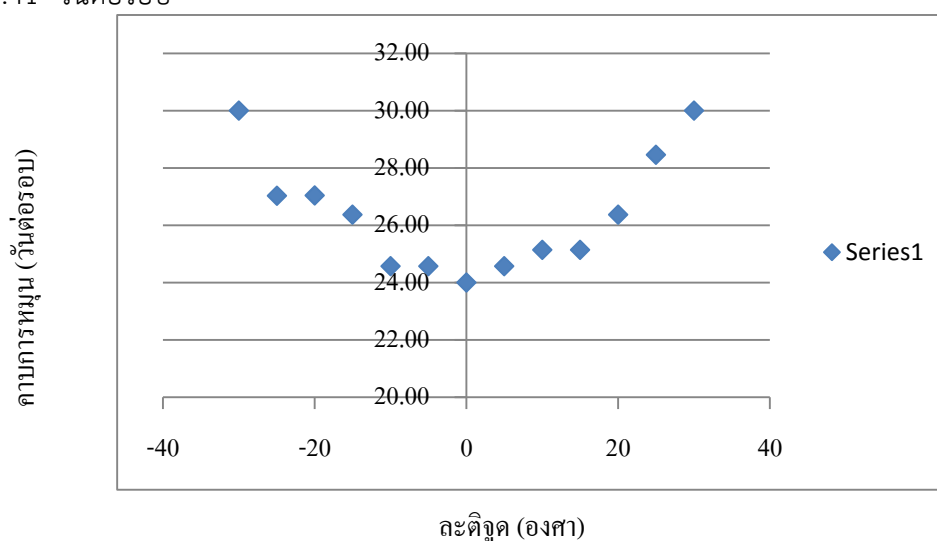
จากการศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์จากการสังเกตจุดดับ ณ ละติจูดต่างๆ อัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์มีการหมุนที่แตกต่างกันตามละติจูด ดังตาราง 1



ตาราง 1 ผลการศึกษาอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูดต่างๆ

ละติจูดตามตำแหน่งต่างๆ	คาบการหมุน (วันต่อรอบ) (ทฤษฎี)	คาบการหมุน (วันต่อรอบ) (การทดลอง)	ความคลาดเคลื่อน %
เส้นศูนย์สูตร	25.00	24.00	4.00
เหนือเส้นศูนย์สูตร			-
ละติจูดที่ 5 องศา	-	24.57	-
ละติจูดที่ 10 องศา	-	25.14	-
ละติจูดที่ 15 องศา	-	25.14	-
ละติจูดที่ 20 องศา	-	26.37	-
ละติจูดที่ 25 องศา	-	28.46	-
ละติจูดที่ 30 องศา	-	30.00	-
ใต้เส้นศูนย์สูตร			
ละติจูดที่ -5 องศา	-	24.57	-
ละติจูดที่ -10 องศา	-	24.57	-
ละติจูดที่ -15 องศา	-	26.57	-
ละติจูดที่ -20 องศา	-	27.04	-
ละติจูดที่ -25 องศา	-	27.03	-
ละติจูดที่ -30 องศา	-	30.0	-
เฉลี่ย ณ ละติจูดต่างๆ		26.41	-

จากตาราง 1 พบว่า อัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะเร็วที่สุด ที่ 24 วันต่อรอบ เมื่อเฉลี่ยอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูด 30 องศา ถึง ละติจูด -30 องศา เท่ากับ 26.41 วันต่อรอบ



ภาพ กราฟแสดงอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูดต่างๆ

## สรุปผล

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ผลการทดลองมีแนวโน้มเป็นไปได้ในทางเดียวกับทฤษฎีคืออัตราเร็วเฉลี่ยบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะเร็วที่สุด สำหรับเหนือเส้นศูนย์สูตร และใต้เส้นศูนย์สูตร อัตราการหมุนจะช้ากว่าบริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะเร็วที่สุด ที่ 24 วันต่อรอบ มีความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีร้อยละ 4 และอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูดต่างๆ เฉลี่ยเท่ากับ 26.41 วันต่อรอบ

## อภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้อัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ มีแนวโน้มเป็นไปได้ในทางเดียวกับทฤษฎีคือ ดวงอาทิตย์จะมีการหมุนในแต่ละละติจูดไม่เท่ากัน โดยบริเวณขั้วจะมีอัตราการหมุนประมาณ 35 วันต่อรอบ แต่ในขณะที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีอัตราเร็วการหมุนประมาณ 25 วันต่อรอบ และอัตราการหมุนรอบตัวเองของ ดวงอาทิตย์เฉลี่ย เท่ากับ 28 วันต่อรอบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ คือ ผลการศึกษาพบว่า บริเวณเส้นศูนย์สูตรดวงอาทิตย์มีอัตราการหมุนเท่ากับ 24 วันต่อรอบ คลาดเคลื่อนจากทฤษฎีร้อยละ 4 และอัตราการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ณ ละติจูดที่ 30 องศา ถึง ละติจูดที่ -30 องศา เฉลี่ย 26.41 วันต่อรอบ ทั้งนี้เนื่องจากจุดบนดวงอาทิตย์ที่ผู้วิจัยศึกษาครั้งนี้อยู่ระหว่างละติจูดที่ 30 องศา ถึง ละติจูดที่ -30 องศา ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการหมุน เร็วกว่าบริเวณขั้วของดวงอาทิตย์

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ให้การสนับสนุน รวมถึงคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์จากบุคลากรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ขอขอบพระคุณครูมณฑิยา กันตะวงศ์ ครูจักรกฤษณ์ วงษ์วิทยานันท์ ครูอัมพิกา อินบ้านผือ และคุณคมสันต์ ฐรี ที่ให้คำปรึกษาและดูแลตลอดมา และขอขอบพระคุณทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) ที่ให้โอกาสในการวิจัยครั้งนี้

## บรรณานุกรม

กรมพล ศรีบุญเรือง และประณิตา เสพปันคา. (ม.ป.ป.). ระบบสุริยะ. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). เชียงใหม่.

บุญรักษา สุนทรธรรม. (2532). **ดาราศาสตร์ทั่วไป เล่ม 1**. ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. วิศรุต ภิรมย์ชมและคณะ. (ม.ป.ป.). **การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์จากภาพถ่าย**.

โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา.

Sun. (2014). **Wikipedia**. (online). Available : <http://en.wikipedia.org/wiki/Sun> [14 Dec. 2014].

Sunspots. (2016). **Sunspots**. :<https://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/> [20 July. 2016].

## การศึกษามุมเอียงของเงาดวงจันทร์กับละติจูดผู้สังเกต

เด็กหญิงปิยธิดา ส่งเสริม

e-mail: tangza\_45222@hotmail.com

เด็กหญิงกมลชนก ฤทธิ์ทรงเมือง

e-mail: kamolchanok297@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายนิวัฒน์ วรรณสาร

โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร

### บทคัดย่อ

โครงการเรื่องการศึกษามุมเอียงของเงาดวงจันทร์กับละติจูดผู้สังเกต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกันที่มีตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ต่างกัน และในแต่ละคืนที่ตำแหน่งเมอริเดียน โดยทำการศึกษา ณ ละติจูดของโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร ซึ่งตรงกับละติจูด 16 องศา 21 ลิปดา 41 พิลิปดา ด้วยการถ่ายภาพดวงจันทร์ด้วยกล้อง DSLR ต่อเข้ากับกล้องโทรทัศน์ ตามตามวัน เวลา และตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ที่กำหนด แล้วนำมาภาพที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกัน และในแต่ละคืน

ผลการศึกษาพบว่า มุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งอาจกล่าวได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่มุมเอียงของเงาดวงจันทร์จะลดลงเมื่อเฟสของดวงจันทร์ในแต่ละคืนเพิ่มขึ้น

**คำสำคัญ :** มุมเอียงของเงาดวงจันทร์, การส่ายของดวงจันทร์, ละติจูดผู้สังเกต

### ความเป็นมา

แสงจากดวงจันทร์ที่เรามองเห็นนั้นเป็นแสงของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนผิวของดวงจันทร์ เราจึงมองเห็นดวงจันทร์เป็นเสี้ยวต่าง ๆ ในแต่ละคืน โดยขนาดของเงาดวงจันทร์เมื่อสังเกตบนโลกนั้นขึ้นกับตำแหน่งใน วงโคจรของดวงจันทร์เทียบกับดวงอาทิตย์และโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์จึงสามารถพิจารณาได้จากเงาของดวงจันทร์ที่ผู้สังเกตบนโลกมองเห็น

โครงการนี้จึงทำการศึกษามุมเอียงของเงาดวงจันทร์ ณ ตำแหน่งละติจูด 16 องศา 21 ลิปดา 41 พิลิปดา ซึ่งเป็นตำแหน่งละติจูดของโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร

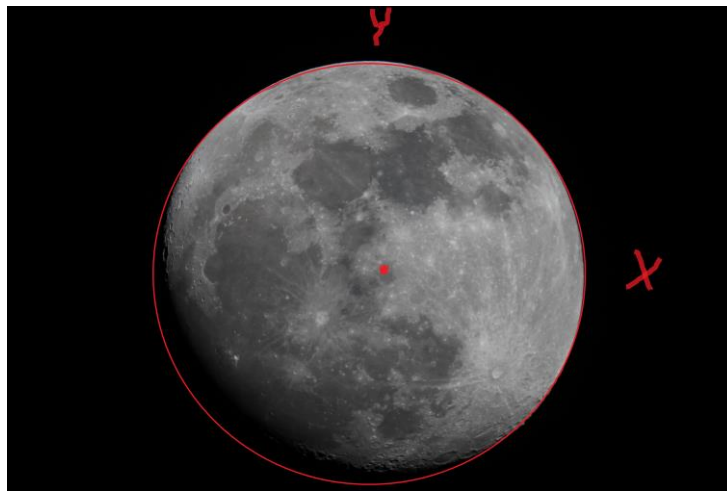
### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกันที่มีตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในแต่ละคืนที่ตำแหน่งเมอริเดียน

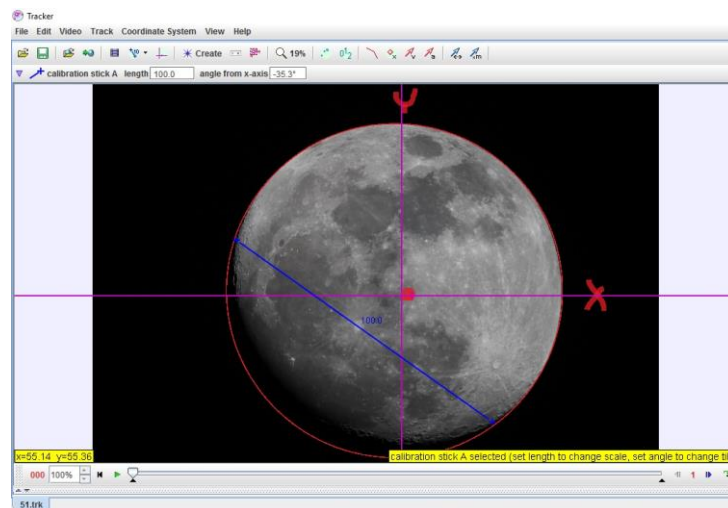
## วิธีการศึกษา

1. ถ่ายภาพดวงจันทร์ด้วยกล้อง Cannon EOS 1100D ที่ต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบผสม MEADE LXD75 เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร และ Reducer Lens 0.63x โดยทำการถ่ายภาพดวงจันทร์ ณ ตำแหน่งเมอริเดียนของคืนวันที่ 9 - 13 ตุลาคม 2559 รวม 5 คืน ซึ่งตรงกับวันขึ้น 8 ค่ำ - ขึ้น 12 ค่ำ และคืนวันที่ 12 พฤศจิกายน 2559 ซึ่งตรงกับวันขึ้น 13 ค่ำ ณ ตำแหน่งมุมเงย (Altitude) 15 องศา, 20 องศา, 25 องศา, 30 องศา, 35 องศา, 40 องศา, 45 องศา และ 50 องศา ตามลำดับ

2. นำภาพถ่ายดวงจันทร์ที่ได้ไปวิเคราะห์ห่มุมเอียงของเงา โดยใช้โปรแกรม paint ในการสร้างวงกลมขนาดเท่าดวงจันทร์เต็มดวงครอบภาพดวงจันทร์ไว้ แล้วกำหนดจุดที่แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางดวงจันทร์ และตำแหน่งเงาที่เส้นรอบวงของวงกลมที่สร้างขึ้น แล้วบันทึกไฟล์ภาพไว้เป็นนามสกุล .jpeg



3. นำไฟล์ภาพที่บันทึกจากโปรแกรม paint ไปวิเคราะห์ตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก (X,Y) ในโปรแกรม tracker เพื่อหาพิกัดของตำแหน่งปลายของเงาทั้ง 2 จุดในเส้นรอบวงของวงกลมที่สร้างขึ้นครอบดวงจันทร์



4. นำค่าพิกัดที่ได้จากโปรแกรม tracker ไปวิเคราะห์หาค่ามุมเอียงจากแกน Y ของเส้นตรงที่ลากจากจุดปลายเงาดวงจันทร์ทั้ง 2 ตำแหน่ง ตามทฤษฎีตรีโกณมิติ โดยการหาค่ามุมได้จากสมการ

$$\tan \theta = (\text{ความยาวด้านตรงกันข้ามมุม } \theta) / (\text{ความยาวด้านประชิดมุม } \theta)$$

5. นำค่ามุม  $\theta$  ที่ได้ไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์

### ผลการศึกษา

1. ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกันที่มีตำแหน่งมุมเงย (Altitude) ต่างกัน ปรากฏดังนี้

Altitude (องศา)	มุมเอียงของเงาดวงจันทร์ (องศา)			
	1	2	3	เฉลี่ย
15	46	46	45	45.66
20	50	47	47	48
25	47	46	48	47
30	48	47	49	48
35	46	46	46	46
40	48	47	46	47
45	46	48	45	46.33
50	45	46	49	46.66

2. ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของเงาดวงจันทร์ในแต่ละคืนที่ตำแหน่งเมอริเดียน ปรากฏดังนี้

เฟสดวงจันทร์	มุมเอียงของเงาดวงจันทร์ (องศา)			
	1	2	3	เฉลี่ย
ขึ้น 8 ค่ำ	75	72	74	73.66
ขึ้น 9 ค่ำ	73	72	74	73
ขึ้น 10 ค่ำ	73	73	71	72.33
ขึ้น 11 ค่ำ	71	70	70	70.33
ขึ้น 12 ค่ำ	66	65	66	65.66

## สรุปผล

มุมมองของเงาดวงจันทร์ในคืนเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งอาจกล่าวได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่มุมมองของเงาดวงจันทร์จะลดลงเมื่อเฟสของดวงจันทร์ในแต่ละคืนเพิ่มขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีของ คุณครูนิวัฒน์ วรสาร ครูที่ปรึกษาโครงการ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการชาติรี ประดุจชนม์ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร และคณะครูทุกท่านที่ให้ความเมตตา สนับสนุน ส่งเสริม และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์  
ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิก  
วิชาการและพัฒนา อัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.  
มติพล ตั้งมติธรรม. คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทาง  
ดาราศาสตร์. กันยายน 2556.

## การระบุพิกัดภูมิศาสตร์โลกด้วยเสากำเนิดเงา

นางสาวมณฑิรา โยธินธะ<sup>1</sup>, นายภาคภูมิ ธานีพูน<sup>2</sup>

<sup>1</sup> โรงเรียนตาเบาวิทยา, ต.ตาเบา อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ และ อีเมลล์ montira1922@gmail.com

<sup>2</sup> โรงเรียนตาเบาวิทยา, ต.ตาเบา อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ และ อีเมลล์ meecastgameing@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวอัจฉราภรณ์ อ่อนทรง, นายอัครพล ราช, นายศักดิ์อนันต์ อนันตสุข

### บทคัดย่อ

การระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ในแผนที่หรือตำแหน่งใดๆ บนโลก มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่การสร้างแผนที่โลกของ Erathostenes (276-194 ปีก่อนค.ศ.) และ Ptolemy (ค.ศ.90-168) ที่ได้สร้างเส้นแสดงพิกัดที่มีช่วงระยะห่างเท่าๆ ขึ้นเป็นครั้งแรก เรียกว่า “เส้นลองจิจูด” (Longitude) และ “เส้นละติจูด” (Latitude) แม้ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จะทำให้การระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ สามารถทำได้ง่ายตาย แต่เสากำเนิดเงาก็สามารถทำให้เราหาพิกัดของโลกได้เช่นกัน

โครงงานนี้ จะใช้เสากำเนิดเงา วัดพิกัดภูมิศาสตร์ของโลก ระหว่างวันที่ 21-30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 ณ โรงเรียนตาเบาวิทยา จังหวัดสุรินทร์ และเปรียบเทียบค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่ได้กับพิกัดจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งพบว่าเมื่อใช้เสากำเนิดเงา วัดค่าลองจิจูด (Longitude) และค่าละติจูด (Latitude) ในแต่ละวัน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์ของโรงเรียนตาเบาวิทยาจากเสากำเนิดเงาได้ คือ ลองจิจูดที่ 104.43 องศาตะวันออก และละติจูดที่ 15.11 องศาเหนือ เมื่อเปรียบเทียบค่าพิกัดภูมิศาสตร์จากเสากำเนิดเงากับค่าพิกัดภูมิศาสตร์ จากแหล่งข้อมูลอ้างอิง คือ พิกัดจากภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บไซต์ <http://earth.google.com> แล้วพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แม้จะมีค่าที่แตกต่างกัน แต่ถือว่าเป็นความแตกต่างที่สามารถยอมรับได้ เพราะการวัดพิกัดภูมิศาสตร์จากเสากำเนิดเงาใช้แสงจากดวงอาทิตย์ซึ่งอยู่ไกลมาก

**คำสำคัญ:** เสากำเนิดเงา, พิกัดภูมิศาสตร์, Gnomon

### บทนำ

จากหลักการที่ว่า “โลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ (360 องศา) ใช้เวลา 24 ชั่วโมง” ดังนั้น เราสามารถบอกได้ว่า

- เมื่อเวลาเปลี่ยนไป 24 ชั่วโมง โลกหมุนไป 360 องศา
- เมื่อเวลาเปลี่ยนไป 1 ชั่วโมง โลกหมุนไป  $360/24 = 15$  องศา
- เมื่อเวลาเปลี่ยนไป 4 นาที โลกหมุนไป 1 องศา

ดังนั้น หากมีผู้สังเกตบนพื้นโลกที่อยู่บนพิกัดลองจิจูดต่างกัน 15 องศา พวกเขาจะมีเวลาต่างกัน 1 ชั่วโมง โดยเวลาที่ต่างกันนี้จะเทียบจากเวลาเที่ยงวันท้องถิ่น (Local noon time) หรือเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงที่สุดบนท้องฟ้า (Solar noon) ซึ่งจะทำให้เงาที่เกิดจากเสากำเนิดเงา (Gnomon) มีความยาวสั้นที่สุด และวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ดังนั้น การวัดเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นที่ต่างกันของทั้งสองตำแหน่งนี้ ทำให้เราสามารถคำนวณหาพิกัดลองจิจูดที่ต่างกันได้ สำหรับการระบุพิกัดละติจูด เราจำเป็นต้องหาค่ามุมที่วัดจากตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับผิวโลกถึงตำแหน่งของผู้สังเกตที่ตั้งเสากำเนิดเงา ณ จุดที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงที่สุดบนท้องฟ้า

โครงงานนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเสากำเนิดเงา (Gnomon) ขึ้นตามหลักการดังกล่าว และนำเสากำเนิดเงา ซึ่งเป็นแท่งไม้ขนาดเล็ก มีความสูงเท่ากับ 100 หน่วย (100 มิลลิเมตร) ปักบนฐานที่ขนานกับพื้นโลก ไป

ทดลองวัดพิกัด “ลองจิจูด” และ “ละติจูด” ของโรงเรียนตาเบาวิทยา แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้กับพิกัดจากภาพถ่ายดาวเทียมต่อไป

### วิธีการศึกษา

#### 1. การสร้างเสากำเนิดเงา

1.1 ปักเสากำเนิดเงา ซึ่งมีความยาว 100 มิลลิเมตร ลงบนไม้กระดานอัด ในจุดที่ขีดเส้นตัดกันเป็นแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก (อาจค่อนข้างยาวด้านใดด้านหนึ่งก็ได้ หรืออาจปักที่จุดกึ่งกลางฐานก็ได้ เพื่อที่จะสามารถใช้อุปกรณ์นี้ศึกษาการเบี่ยงเบนของแสงตั้งดวงอาทิตย์ และสมการแห่งเวลาตลอดทั้งปีได้)

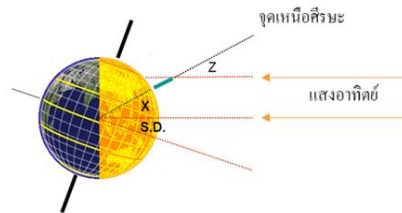
1.2 ตรวจสอบให้แน่ใจว่า เสากำเนิดเงาตั้งฉากกับฐาน ในทุกๆ ด้าน โดยใช้ไม้ฉาก หากพบว่าเสากำเนิดเงาไม่ตั้งฉากกับฐานให้ใช้มีดตัดเบาๆ แล้วทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้ง

1.3 ตัดเข็มทิศลงบนไม้กระดานอัดโดยให้เข็มทิศวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งจะขนานกับเส้นที่ขีดในแนวเหนือ-ใต้

1.4 ตีลูกน้ำปรับระดับบนฐานของเสากำเนิดเงา ในทิศเหนือ-ใต้ หรือตะวันออก-ตะวันตกก็ได้ แต่ควรอยู่คนละด้านกับเข็มทิศ (อาจตีคดุมด้านล่างไม้กระดานอัดที่มุมเพื่อสะดวกในการใช้งานและการปรับฐานให้ระดับลูกน้ำสมดุลตอนใช้งาน)



ภาพที่ 1 การทดสอบใช้งานอุปกรณ์วัดพิกัดภูมิศาสตร์ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 2 การพิจารณาค่ามุมเพื่อหาพิกัดละติจูด (Latitude)

#### 2. การวัดเวลาเที่ยงวันท้องถิ่น

2.1 วางเสากำเนิดเงาบนพื้นเรียบ ณ จุดที่ต้องการวัดพิกัดภูมิศาสตร์ โดยให้อยู่ห่างจากวัสดุที่เป็นโลหะ (ไม่ควรเลือกบริเวณที่เป็นพื้นซีเมนต์ เนื่องจากอาจมีเหล็กโครงสร้างซึ่งมีผลต่อเข็มทิศ)

2.2 หมุนฐานของเสากำเนิดเงา จนกระทั่งเห็นเงาปรากฏอยู่ด้านหน้าของฐาน (ด้านแผ่นไม้) และปรับให้ฐานวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ โดยสังเกตจากเข็มทิศ

2.3 ปรับฐานของเสากำเนิดเงาให้สมดุล โดยสังเกตจากลูกน้ำปรับระดับ ให้ฟองอากาศอยู่บริเวณกึ่งกลาง

2.4 วัดเวลาเที่ยงวันท้องถิ่น (Solar Noon หรือ Local Noon) และวัดความยาวของเงา ณ จุดที่เงาของเสากำเนิดเงาวางตัวในแนวเหนือ-ใต้พอดี

- วัดเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นโดยอ่านค่าเวลาจากนาฬิกาที่ผ่านการเทียบเวลามาตรฐานของประเทศไทยแล้ว และมีหน่วยเป็นเวลาสากล (UT)

- วัดความยาวของเงา โดยใช้ดินสอทำเครื่องหมายลงบนฐานของเสากำเนิดเงา และใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวในหน่วย มิลลิเมตร และให้สังเกตด้วยว่าเงาทอดตัวไปทางทิศเหนือหรือว่าทิศใต้

#### 3. การหามุม Z



การหามุม Z หรือมุมสูงของดวงอาทิตย์ ในเวลาเที่ยงวันท้องถิ่น ให้เราวาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากลงในกระดาษกราฟ โดยให้มีความสูง (ของเสากำเนิดเงา) เท่ากับ 100 หน่วย และมีฐานยาวเท่ากับความยาวเงาที่วัดได้ในหน่วยมิลลิเมตร จากนั้นให้ใช้เครื่องวงกลมวัดมุมยอดของเสากำเนิดเงา

#### 4. การหาค่าลองจิจูดและละติจูด

4.1 นำค่าเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นในหน่วยเวลาสากล (UT) ที่ได้ไปหาค่าลองจิจูด จากสูตร

$$\text{ลองจิจูด} = 15 \text{ องศา/ชั่วโมง} \times (\text{เวลาเที่ยงวันท้องถิ่นที่กรีนิช} - \text{เวลาเที่ยงวันท้องถิ่นที่เรารู้})$$

(ค่าบวก (+) สำหรับองศาตะวันออก และค่าลบ (-) สำหรับองศาตะวันตก)

โดย เวลาเที่ยงวันท้องถิ่นที่กรีนิช ดูจาก the GMT Solar Noon Chart

เวลาเที่ยงวันท้องถิ่นที่วัดได้ หมายถึง เวลาที่วัดได้ขณะที่เงาของเสากำเนิดเงาวางตัวในแนวเหนือใต้พอดี จากนาฬิกาที่ผ่านการเทียบมาตรฐานเวลาสากลของประเทศไทยแล้วและวัดในหน่วยเวลาสากล เช่น ค่าที่วัดได้เป็น 12:31:25 นาฬิกา จะได้ว่า เวลาเที่ยงวันท้องถิ่นในหน่วยเวลาสากลคือ 5:31:25 UT (เพราะเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นประเทศไทย หมายถึง เวลาสากล (UT) + 7 ชั่วโมง) เป็นต้น

4.2 นำค่ามุมสูงของดวงอาทิตย์ ในเวลาเที่ยงวันท้องถิ่น (Z) ที่ได้ไปหาค่าละติจูด

ค่าละติจูด หรือ ค่ามุมที่วัดจากตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับผิวโลก (S.D.) ถึงตำแหน่งของผู้สังเกต จึงหาได้จากสูตร หรือมุม X (ในภาพที่ 2) นั่นเอง ดังนั้น จะได้ว่า

$$\text{ละติจูด} = \text{Solar Declination (S.D.)} + Z$$

เครื่องหมายของค่า Z กำหนดว่า

- ถ้าเงาทอดตัวไปทางทิศเหนือ เครื่องหมายของค่า Z จะเป็นเครื่องหมายบวก (+)
- ถ้าเงาทอดตัวไปทางทิศใต้ เครื่องหมายของค่า Z จะเป็นเครื่องหมายลบ (-)

#### ผลการศึกษา

จากการทดลองใช้เสากำเนิดเงา วัดพิกัดภูมิศาสตร์ ณ บริเวณสนามหญ้า ข้างอาคารเรียนโรงเรียนตาเบาวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ระหว่างวันที่ 21-30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 สามารถนำมาคำนวณหาค่าลองจิจูดและละติจูด ได้ดังนี้

#### 4.1 การคำนวณหาลองจิจูด

ตารางที่ 1 แสดงค่าการวัดเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นและการหาค่าลองจิจูด ณ พิกัด โรงเรียนตาเบาวิทยา

วันที่ทำการวัด	เที่ยงวันท้องถิ่นที่กรีนิช (UT)	เที่ยงวันท้องถิ่นที่ ตบว. (UT)	UT ที่กรีนิช - UT ที่ ตบว. (ชั่วโมง)	ลองจิจูด (°E)
21 ก.ค. 2559	12h 6 m 22s	5h 8 m 38s	12.106 - 5.144 = 6.962	104.43
22 ก.ค. 2559	12h 6 m 25s	5h 8 m 44s	12.107 - 5.145 = 6.962	104.43
23 ก.ค. 2559	12h 6 m 27s	5h 8 m 46s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
24 ก.ค. 2559	12h 6 m 28s	5h 8 m 45s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
25 ก.ค. 2559	12h 6 m 28s	5h 8 m 45s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
26 ก.ค. 2559	12h 6 m 29s	5h 8 m 45s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
27 ก.ค. 2559	12h 6 m 28s	5h 8 m 46s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
28 ก.ค. 2559	12h 6 m 27s	5h 8 m 46s	12.108 - 5.146 = 6.962	104.43
29 ก.ค. 2559	12h 6 m 25s	5h 8 m 42s	12.107 - 5.145 = 6.962	104.43
30 ก.ค. 2559	12h 6 m 23s	5h 8 m 32s	12.106 - 5.142 = 6.964	104.46
			เฉลี่ย	104.43

หมายเหตุ :: ตบว. ย่อมาจาก ตาเบาวิทยา , °E อ่านว่า องศาตะวันออก

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ค่าลองจิจูดที่ทำการวัดได้ในแต่ละวัน มีค่าใกล้เคียงกันและในระยะเวลา 10 วันที่ทำการทดลองวัดค่าลองจิจูด ได้ค่าลองจิจูดอยู่ระหว่าง 104.43 °E - 104.46 °E มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.43 °E นั่นคือ โรงเรียนตาเบาวิทยาอยู่ในพิกัดลองจิจูดที่ 104.43 องศาตะวันออก

#### 4.2 การคำนวณหาละติจูด

ตารางที่ 2 แสดงค่า S.D., การวัดค่ามุม Z และการหาค่าละติจูด ณ พิกัด โรงเรียนตาเบาวิทยา

วันที่ทำการวัด	ค่า Solar Declination (S.D.)	ความยาวของเงา (มิลลิเมตร)	ค่ามุม Z (องศา)	ละติจูด (S.D. + Z) (°N)
21 ก.ค. 2559	20.35	10.0	-5.5	14.85
22 ก.ค. 2559	20.15	9.0	-5.0	15.15
23 ก.ค. 2559	19.95	8.0	-4.5	15.45
24 ก.ค. 2559	19.74	8.0	-4.5	15.24
25 ก.ค. 2559	19.52	8.0	-4.5	15.02
26 ก.ค. 2559	19.30	7.5	-4.0	15.30
27 ก.ค. 2559	19.07	7.0	-4.0	15.07
28 ก.ค. 2559	18.84	7.0	-4.0	14.84
29 ก.ค. 2559	18.60	7.0	-4.0	14.60
30 ก.ค. 2559	18.36	6.0	-3.5	14.86
			เฉลี่ย	15.04

หมายเหตุ :: ค่ามุม Z ติดลบ (-) เพราะเงาทอดตัวไปทางทิศใต้ , °N อ่านค่า องศาเหนือ

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ค่าละติจูดที่ทำการวัดได้ในแต่ละวัน มีค่าใกล้เคียงกันและในเวลา 10 วันที่ทำการทดลองวัดค่าละติจูดอยู่ระหว่าง 14.68 °N-15.51 °N มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.11 °N นั่นคือ โรงเรียนตาเบาวิทยาอยู่ในพิกัดละติจูดที่ 15.11 องศาเหนือ ดังนั้น เราสามารถใช้เสากำเนิดเงาวัดพิกัดของโรงเรียนตาเบาวิทยา ได้เท่ากับ ลองจิจูดที่ 104.43 องศาตะวันออก และละติจูดที่ 15.11 องศาเหนือ ทั้งนี้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บไซต์ <http://earth.google.com> ซึ่งแสดงพิกัดโรงเรียนตาเบาวิทยาที่ ลองจิจูดที่ 103.28 องศาตะวันออก และละติจูดที่ 14.38 องศาเหนือ พบว่ามีค่าความแตกต่างของค่าลองจิจูดเท่ากับ 1.15 องศาตะวันออก และค่าละติจูดเท่ากับ 0.73 องศาเหนือ

#### สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาทฤษฎี หลักการพื้นฐานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แสงและเงาจากดวงอาทิตย์ โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ เราสามารถสร้างอุปกรณ์อย่างง่ายเพื่อวัดพิกัดภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่เราอยู่ ได้จากการทดลองใช้เสากำเนิดเงา วัดพิกัดภูมิศาสตร์ ณ โรงเรียนตาเบาวิทยา ระหว่างวันที่ 21-30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 พบว่า ค่าลองจิจูดและค่าละติจูด ที่วัดได้ในแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์ของโรงเรียนตาเบาวิทยาจากเสากำเนิดเงา คือ ลองจิจูดที่ 104.43 องศาตะวันออก และละติจูดที่ 15.11 องศาเหนือ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพิกัดภูมิศาสตร์ จากภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บไซต์ <http://earth.google.com> แล้วพบว่ามีค่าแตกต่างที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้น เสากำเนิดเงาที่เราสร้างขึ้น จึงเป็นอุปกรณ์ราคาประหยัดสำหรับการวัดพิกัดภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่เราอยู่ ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะ

การทดลองใช้เสากำเนิดเงาที่สร้างขึ้นวัดพิภพภูมิศาสตร์ ในเดือนกรกฎาคม จะสังเกตเงาที่วางตัวในแนวเหนือใต้ขณะเป็นเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นได้สั้นกว่าในเดือนมิถุนายน (ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏขึ้นไปทางทิศเหนือมากที่สุด) และเดือนธันวาคม (ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏขึ้นไปทางทิศใต้มากที่สุด) หากเป็นช่วงเดือนดังกล่าวในเวลาเที่ยงวันท้องถิ่นเราจะสังเกตเห็นเงาวางตัวในแนวเหนือหรือใต้ได้ยาวชัดเจนกว่านี้

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก ครูอัจฉราภรณ์ อ่อนทรวง, ครูอัครพล ราโช ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี รวมถึงผู้อำนวยการศักดิ์อนันต์ อนันตสุข ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนการทำโครงการทางดาราศาสตร์ ชั้นนี้จนสำเร็จ

### เอกสารอ้างอิง

ค่า Solar Declination เข้าถึงได้จาก URL : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/azel.html>  
วิภู รุโจปการ. เอกสารประกอบการอบรมดาราศาสตร์วิจัย 2006. กรุงเทพฯ : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2549.

Anantasook, S. & Yuenyong, C. (2015). Applying Social Media for Measure Earth's Circumference from Different Locations on the Vernal Equinox. **Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Computers in Education**. China: Asia-Pacific Society for Computers in Education. 341-348.

## ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก และฤดูกาล

นางสาวอภิญญา ประสมสุด<sup>1</sup>, นายพรพิชัย พาขุนทด<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ตาเบาวิทยา, ต.ตาเบา อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ และ อีเมล prasomsud2543@gmail.com

<sup>2</sup> ตาเบาวิทยา, ต.ตาเบา อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ และ อีเมล phonphichai6@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นายอัครพล ราช, นางสาวชฎานิชฐ์ สุรสอน, นายศักดิ์อนันต์ อนันตสุข

### บทคัดย่อ

ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ไม่ซ้ำรอยเดิมทุกวัน โดยในรอบ 1 ปี จะมีบางวันที่ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บางวันขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีเพียง 2 วันเท่านั้น ที่ขึ้นทางทิศตะวันออกพอดี และตกทางทิศตะวันตกพอดีคือ วันที่ 21 มีนาคมและวันที่ 23 กันยายน โดย 2 วันนี้ กลางวันมีระยะเวลาเท่ากับกลางคืน วันที่ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุดคือ วันที่ 21 มิถุนายน ในวันที่เวลากลางวันจะมากกว่ากลางคืนที่สุด ส่วนในวันที่ 22 ธันวาคม ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้มากที่สุด และตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้มากที่สุด ช่วงเวลากลางคืนจะมากกว่ากลางวันที่สุด ปรากฏการณ์เหล่านี้ ทำให้เกิดฤดูกาล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ และระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลกในแต่ละวัน

โครงการนี้ จะแสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก และฤดูกาลของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์จากแผนที่ดาว ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ร่วมกับการศึกษาด้วยโปรแกรม Stellarium ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจความแตกต่างของระยะเวลากลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาลกับเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปีได้

**คำสำคัญ:** เวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์, กลางวันกลางคืน, ฤดูกาล

### บทนำ

เนื่องจากแกนโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา และแกนของโลกชี้ไปยังจุดใดจุดหนึ่งบนท้องฟ้าเพียงจุดเดียว ทำให้แกนของโลกด้านหนึ่งเบนเข้าหาดวงอาทิตย์ ส่วนแกนอีกด้านหนึ่งจะเบนออกห่างจากดวงอาทิตย์เสมอ ผลจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์จะทำให้เกิดความผันแปรของระยะเวลากลางวันและกลางคืน เช่น เมื่อซีกโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์ (สิ่งที่สังเกตได้จากโลก คือ ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้) จะทำให้ซีกโลกเหนือ ไม่ได้รับแสงตั้งจากดวงอาทิตย์ และคนบนโลกจะสังเกตเห็นว่า ดวงอาทิตย์ขึ้นช้าและตกเร็ว ส่งผลให้ระยะเวลากลางวันมากขึ้น อากาศหนาวเย็นขึ้น และซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาว ในทางตรงกันข้าม ถ้าแกนโลกชี้เข้าหาดวงอาทิตย์ (สิ่งที่สังเกตได้จากโลก คือ ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ) จะทำให้พื้นที่ซีกโลกเหนือ ได้รับแสงตั้งจากดวงอาทิตย์มากขึ้น และคนบนโลกจะสังเกตเห็นว่า ดวงอาทิตย์ขึ้นเร็วและตกช้า ส่งผลให้ระยะเวลากลางวันมากขึ้น อากาศอุ่นและร้อนขึ้น และซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน สำหรับกรณีในซีกโลกใต้ ก็สามารถอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้เช่นเดียวกับซีกโลกเหนือในลักษณะตรงกันข้าม

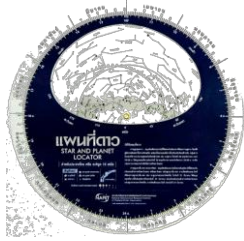
ทั้งนี้ การเกิดฤดูกาลบนพื้นโลก (Season) แปรผันโดยตรงกับปริมาณของความร้อนที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ จำนวนฤดูกาลที่เกิดบนพื้นโลกส่วนต่างๆ จะมีระยะเวลาและจำนวนฤดูกาลแตกต่างกันไป ได้แก่ (1) ช่วงเดือน ธันวาคม-กุมภาพันธ์ โลกหันซีกเหนือออกจากดวงอาทิตย์ทำให้ได้รับแสงน้อยลง ทำให้อุณหภูมิต่ำลง ส่วนซีกโลกใต้จะได้รับแสงดังจากดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นมากจึงเป็นช่วงฤดูร้อน หลังจากนั้นโลกจะค่อยๆ หันด้านข้างเข้าหาดวงอาทิตย์ทำให้บริเวณเส้นศูนย์สูตรได้รับแสงดังจากดวงอาทิตย์มากขึ้น ทำให้ในช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม พื้นที่แถบเส้นศูนย์สูตรจึงเป็นฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ซีกโลกเหนือจะเริ่มเข้าฤดูใบไม้ผลิ (2) ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน-สิงหาคม โลกหันซีกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ จึงทำให้ซีกโลกเหนือได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในอัตราสูง ส่งผลให้ซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซีกโลกเหนือจึงเป็นฤดูร้อน ในทางกลับกันซีกโลกใต้จะมีอุณหภูมิต่ำลงเนื่องจากได้รับแสงจากดวงอาทิตย์น้อย หลังจากนั้นโลกเริ่มโคจร โดยเบนด้านข้างเข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้แสงดังของดวงอาทิตย์ค่อย ๆ เคลื่อนลงทางใต้ ทำให้อุณหภูมิของซีกโลกเหนือค่อย ๆ ลดลง ทำให้ช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม จึงเป็นฤดูใบไม้ร่วงในซีกโลกเหนือ และ (3) แสงดังของดวงอาทิตย์จะตกกระทบตามแนวเส้นศูนย์สูตรใน 1 ปี มี 2 วัน เราเรียกว่า วันวิษุวัต (Equinox) คือ ในวันที่ 21 มีนาคม (วันวสันตวิษุวัต, Vernal Equinox) และวันที่ 23 กันยายน (วันศารทวิษุวัต, Autumn Equinox) โดยจะเป็นวันที่มีช่วงเวลากลางวันเท่ากับกลางคืน

สำหรับฤดูกาลในประเทศไทยมี 3 ฤดู คือ ฤดูร้อนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งการเกิดฤดูกาลนี้เป็นผลมาจากการที่โลกเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์ครบ 1 รอบ หรือในฐานะผู้สังเกตบนโลก เราจะเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ เปลี่ยนตำแหน่งไปทุกวันในรอบ 1 ปี ซึ่งการเคลื่อนที่ดังกล่าว ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่แสงส่องสว่างบนโลกและฤดูกาล ซึ่งเราจะได้ทำการศึกษาต่อไป

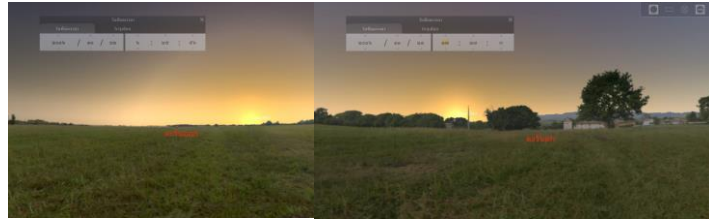
โครงงานนี้ จะแสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก และฤดูกาลของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์จากแผนที่ดาวของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สตร.) ร่วมกับการศึกษาด้วยโปรแกรม Stellarium ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าใจความแตกต่างของระยะเวลากลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาลที่สัมพันธ์กับเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปีได้

### วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี จากแผนที่ดาว ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (ภาพที่ 1)
2. ศึกษาข้อมูลเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี (1 มกราคม - 31 ธันวาคม 2559) จากโปรแกรม Stellarium (ภาพที่ 2)
3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้วยแผนที่ดาว และโปรแกรม Stellarium มาจัดทำเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี
4. ศึกษาเปรียบเทียบกราฟที่ได้ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก และฤดูกาล



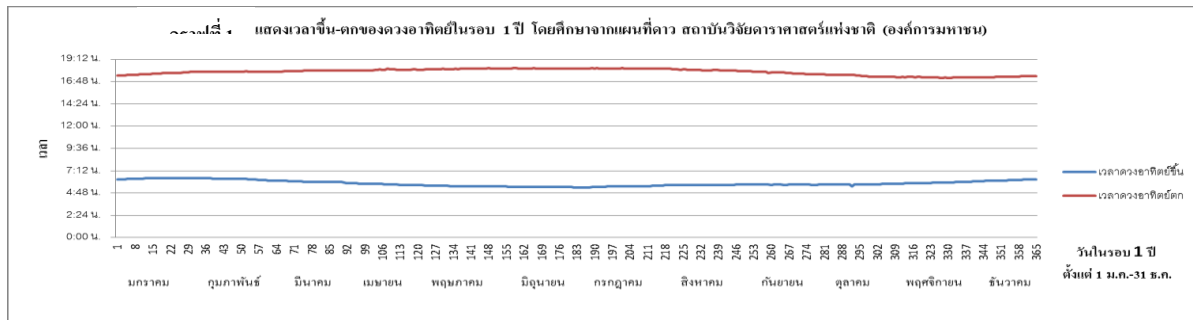
ภาพที่ 1 แผนที่ดาว ของ สดร.



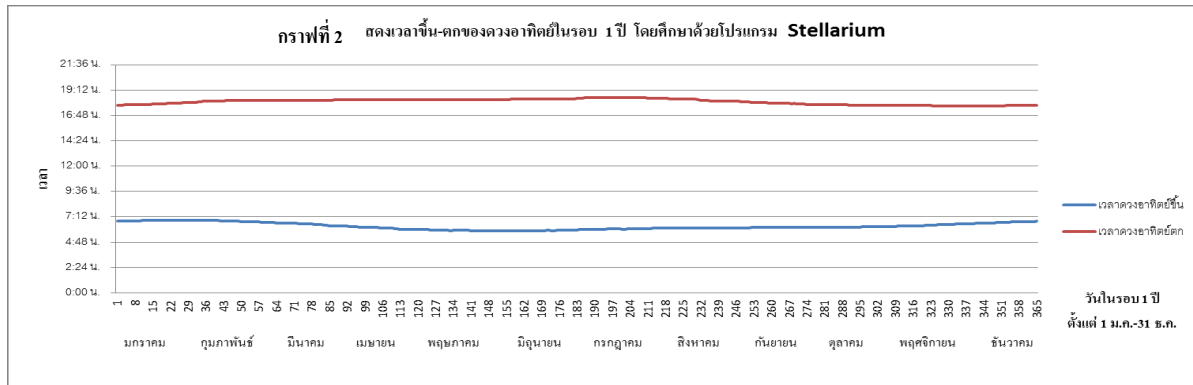
ภาพที่ 2 แสดงเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ จากโปรแกรม Stellarium

### ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาข้อมูลเวลาการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี จากแผนที่ดาว ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สามารถแสดงดังกราฟที่ 1



2. ผลการศึกษาข้อมูลเวลาการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี จากโปรแกรม Stellarium สามารถแสดงดังกราฟที่ 2



จากกราฟที่ 1 และกราฟที่ 2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลเวลาการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในรอบปีของประเทศไทย จากที่ปรากฏในแผนที่ดาวและข้อมูลสำเร็จรูปในโปรแกรม Stellarium มีความสอดคล้องกันและมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเหมือนกัน กล่าวคือ ในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ดวงอาทิตย์จะขึ้นช้าและตกเร็ว ทำให้เวลาที่โลกได้รับปริมาณแสงอาทิตย์และมีแสงสว่างสั้นลง ส่งผลให้เวลากลางวันสั้น (กลางวันยาว) ซึ่งตรงกับฤดูหนาว จากนั้นช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน เวลาที่โลกมีแสงสว่างจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และมากที่สุดราวเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ช่วงนี้ดวงอาทิตย์จะขึ้นเร็วและตกช้า ส่งผลให้เวลากลางวันยาว (กลางวันสั้น) โลกมีเวลาได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ทำให้อากาศโดยรวมในพื้นที่นี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น และตรงกับฤดูร้อน จากนั้นเวลาที่โลกมีแสงสว่างจะค่อยๆ ลดลงจนถึงเดือนตุลาคม ช่วงเวลานี้โลกยังคงได้รับปริมาณแสงอาทิตย์มาก และเวลา

กลางวันยังยาวกว่าเวลากลางคืน แต่เนื่องจากเป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลของลมมรสุมทำให้มีฝนตกชุก ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในฤดูฝนไม่สูงเท่ากับในฤดูร้อน และในช่วงปลายปีคือ เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ดวงอาทิตย์จะกลับมาขึ้นช้าและตกเร็วอีกครั้ง ทำให้เวลาที่โลกมีแสงสว่างสั้นลง ส่งผลทำให้เวลากลางวันสั้น (กลางวันยาว) โลกได้รับปริมาณแสงอาทิตย์น้อยลง ทำให้อากาศโดยรวมในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำลงจนถึงหนาวเย็น และตรงกับฤดูหนาวของประเทศไทย

### สรุปผลและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์จากแผนที่ดาว และโปรแกรม Stellarium ในรอบ 1 ปี พบว่า เวลาขึ้น-ตก ของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันไม่เท่ากัน ทำให้โลกได้รับแสงสว่างในแต่ละวันไม่เท่ากันด้วย เมื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก และการเกิดฤดูกาล จะพบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ดวงอาทิตย์จะขึ้นช้าและตกเร็ว ทำให้ระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลกน้อย อากาศทั่วไปเย็น จึงเป็นฤดูหนาว ส่วนในช่วงเดือนมีนาคม-ตุลาคม ดวงอาทิตย์จะขึ้นเร็วและตกช้า ทำให้ระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลกมาก อากาศทั่วไปร้อนอบอ้าว โดยช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน จะเป็นฤดูร้อน แต่ช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลกยังเท่ากับฤดูร้อน แต่เนื่องจากมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทย ทำให้มีฝนชุกทั่วไป ทำให้ช่วงดังกล่าวเป็นฤดูฝน อุณหภูมิโดยรวมจึงไม่สูงเท่ากับฤดูร้อน

### ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเวลาการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ และระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก หรือระยะเวลากลางวัน-กลางคืน ในแต่ละฤดูกาล สามารถศึกษาได้จากข้อมูลบนแผนที่ดาว ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และโปรแกรมสำเร็จรูป Stellarium โดยต้องศึกษาวิธีใช้งานให้เข้าใจก่อน จึงจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแผนที่ดาว และโปรแกรม Stellarium พบว่า ให้ผลการศึกษาสอดคล้องกันและมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเหมือนกัน ดังนั้น จึงสามารถใช้แผนที่ดาว ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือโปรแกรม Stellarium เป็นเครื่องมือในการศึกษาและทำความเข้าใจเรื่อง เวลาการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ หรือระยะเวลากลางวัน-กลางคืนในแต่ละฤดูกาลได้

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก คุณครูอัศวพล ราชโ และคุณครูชญานิษฐ์ สุรสอน ที่ปรึกษาโครงการ ที่ส่งเสริม สนับสนุน ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี รวมถึงผู้อำนวยการศักดิ์อนันต์ อนันตสุข ที่ให้ความเมตตา เป็นกำลังใจและสนับสนุนการทำโครงการทางดาราศาสตร์ขึ้นนี้จนสำเร็จ และช่วยให้เข้าใจคำอธิบายเรื่อง ความสัมพันธ์ของเวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ กับระยะเวลาที่มีแสงสว่างบนโลก ที่ทำให้เกิดฤดูกาลต่างๆ

### เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสค..

## การวัดระยะห่างของดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุม

นางสาวดลพรรณ วงศ์กันตา

เด็กชายกล้าตะวัน พิษณุวิชชาธรรม

e-mail:fahdonlapun@hotmail.com

ครูที่ปรึกษา นายเสกสรรค์ ทิพย์ปัญญา

นายมนตรี นันตา

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

### บทคัดย่อ

Hipparchus สามารถระยะทางของดวงจันทร์ได้ โดยการสังเกต Lunar Parallax ทำให้ Hipparchus สามารถหาระยะทางถึงดวงจันทร์ในหน่วยของรัศมีของโลกได้ ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะหาระยะทางจากดวงจันทร์ถึงโลกโดยใช้มุมพารัลแลกซ์ ขณะเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา ในวันที่ 9 มีนาคม 2559 เริ่มตั้งแต่เวลา 06.38 - 08.30 น. โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพถ่าย และหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพในโปรแกรม Stellarium 0.14.2. ทำการทดลองหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคา ที่ใช้จุดดำบนดวงอาทิตย์และขนาดของดวงอาทิตย์วัดความเท่ากันของดวงอาทิตย์จากตำแหน่งที่ต่างกัน 2 ตำแหน่ง โดยการหาระยะห่างของจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ที่เข้าไปบังดวงอาทิตย์จากตำแหน่งที่ต่างกัน 2 ตำแหน่ง จากการทดลองพบว่าระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์จากการคำนวณโดยใช้มุมพารัลแลกซ์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคา ที่ตำแหน่งที่ต่างกัน 2 ตำแหน่ง คำนวณด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพถ่าย พบว่า จุดที่ใช้เปรียบเทียบที่ 1 น่าน – นครราชสีมา ได้ระยะห่าง  $339,796.47 \pm 11.52\%$  กิโลเมตร จุดที่ใช้เปรียบเทียบที่ 2 น่าน – ชัยภูมิ ได้ระยะห่าง  $283,807.78 \pm 26.09\%$  กิโลเมตร และ คำนวณด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพถ่ายในโปรแกรม Stellarium 0.14.2. พบว่า จุดที่ใช้เปรียบเทียบที่ 1 น่าน – นครราชสีมา ได้ระยะห่าง  $439,888.16 \pm 14.55\%$  กิโลเมตร จุดที่ใช้เปรียบเทียบที่ 2 น่าน – ชัยภูมิ ได้ระยะห่าง  $396,922.97 \pm 3.36\%$  กิโลเมตร

คำสำคัญ : ระยะเชิงมุม



## บทนำ

การเกิดสุริยุปราคาจะเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่น่าตื่นเต้นและมีคุณค่าทางดาราศาสตร์ ก่อให้เกิดแรงบันดาลใจให้มนุษย์สนใจใคร่รู้ในเรื่องของธรรมชาติมากยิ่งขึ้น (ขุสิพร สุสุวรรณ, 2543) ผลกระทบที่มีต่อตัวเรานั้น นอกจากจะก่อให้เกิดความตื่นเต้นแล้ว ปรากฏการณ์นี้จะทำให้ตัวเรามีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินี้ได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้นรู้จักวิเคราะห์วิจารณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทั้งในเรื่องของอิทธิพลและความเป็นไปของโลก (ทัมรา แอนดรูวส์, 2553) ชาวกรีกโบราณยังสามารถใช้ตรรกะเรขาคณิตอย่างง่าย และการสังเกตในการคำนวณระยะทางถึงดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ได้ เช่น Hipparchus สามารถระยะทางของดวงจันทร์ได้โดยการสังเกต Lunar Parallax (มุมพารัลแลกซ์ของดวงจันทร์เทียบกับดวงอาทิตย์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง จากผู้สังเกตอยู่บนคนละตำแหน่งบนโลก) ทำให้ Hipparchus สามารถหาระยะทางถึงดวงจันทร์ในหน่วยของรัศมีของโลกได้ (สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559) จากเหตุผลดังกล่าวกลุ่มข้าพเจ้าจึงสนใจที่จะหาระยะทางจากดวงจันทร์ถึงโลกโดยใช้มุมพารัลแลกซ์ ขณะเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา ซึ่งผู้สังเกตได้สังเกตปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงในวันที่ 9 มีนาคม 2559 เริ่มตั้งแต่เวลา 06.38 - 08.30 น.

## วิธีการศึกษา

1. ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ในที่กลางแจ้ง เล็งกล้องโทรทรรศน์ไปยังดวงอาทิตย์โดยใช้วิธีการสังเกตเงา (Eyepiece Projection)
2. นำฉากติดกับขาตั้งไว้หลังเลนส์ใกล้ตาโดยเว้นระยะห่างพอประมาณจนได้ขนาดดวงอาทิตย์ที่พอเหมาะ
3. ตั้งกล้องกับขาตั้งกล้องให้ตรงข้ามกับฉากที่สามารถถ่ายภาพที่เกิดบนฉากรับได้ จากนั้นถ่ายภาพปรากฏการณ์สุริยุปราคาที่เกิดขึ้นทุก ๆ 1 นาที
4. นำรูปที่ถ่ายได้ในจังหวัดน่านกับรูปที่ถ่ายได้ในตำแหน่งของจังหวัดอื่น (ภาพถ่ายจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) <http://1.179.136.235:81/ldse2016/gallery.php>) มาทำให้จุดดำของดวงอาทิตย์ตรงกัน ขนาดของดวงอาทิตย์เท่ากันและอยู่ในแนวเดียวกันคือในแนวตั้ง
5. สร้างวงกลมให้มีขนาดเท่ากับดวงจันทร์ที่บดลงไปในดวงจันทร์บนรูปถ่าย เพื่อจะสามารถเห็นขอบดวงจันทร์ได้ชัดเจน ซึ่งใช้ในการคำนวณหาระยะห่าง
6. คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ทั้ง 2 ตำแหน่งที่ต้องการเปรียบเทียบจากสเกลบนโปรแกรม Adobe Photoshop CC2014 แล้วจะได้ความต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 รูป
7. นำค่าความต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางมาเปลี่ยนจากหน่วยเซนติเมตรให้เป็นองศา 5. เปลี่ยน หน่วยองศาให้เป็นเรเดียนโดยเทียบกับ 180 องศา เท่ากับ  $\pi$  เรเดียน (ซึ่งเป็นค่าของ  $\tan$  (มุมparallax))
8. นำค่า  $\tan$  (มุมparallax) มาคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์โดยใช้สูตร

$$\text{ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์} = \text{รัศมีโลก} + \frac{\text{ระยะห่างระหว่างจุดสังเกต}}{\tan(\text{มุมparallax})}$$

เมื่อ ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์หน่วยเป็น กิโลเมตร  
ระยะห่างระหว่างจุดสังเกต หน่วยเป็น กิโลเมตร (หาโดย GPS)

9. คำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากภาพถ่ายในโปรแกรม Stellarium (โปรแกรมดูดาว กล้องดูดาว ท้องฟ้าจำลอง) 0.14.2. โดยนำภาพการเกิดสุริยุปราคา ในวันที่ 9 มีนาคม 2559 เวลา 07.00 น. ( Julian day = 2457456.50000) ในแต่ละตำแหน่งของประเทศไทยมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 4.-8.

### ผลการศึกษา

การคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ จากระยะห่างของจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ที่ต่างกัน แสดงดังตาราง

ตาราง แสดงค่า  $\tan(\mu\text{parallax})$  ระยะห่างระหว่างจังหวัด และระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ที่คำนวณได้ด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพถ่ายจริง และภาพถ่ายในโปรแกรม Stellarium 0.14.2.

แหล่งที่มาของภาพ	จังหวัด	ค่า $\tan(\mu\text{parallax})$ (rad)	ระยะห่างระหว่างจังหวัด (km)	ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ (km)	ความคลาดเคลื่อน (%)
ภาพถ่ายจริง	น่าน - นครราชสีมา	$2.98 \times 10^{-3}$	453.46	339,796.47	11.52
	น่าน- ชัยภูมิ	$3.68 \times 10^{-3}$	327.01	283,807.78	26.09
ภาพถ่ายในโปรแกรม Stellarium 0.14.2.	น่าน - นครราชสีมา	$1.06 \times 10^{-3}$	453.46	439,888.16	14.55
	น่าน - ชัยภูมิ	$8.38 \times 10^{-4}$	327.01	396,922.97	3.36

### สรุปผล

จากการศึกษาหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุม ที่ใช้จุดดับบนดวงอาทิตย์และขนาดของดวงอาทิตย์วัดความเท่ากันของดวงอาทิตย์จากตำแหน่งที่ต่างกัน 2 ตำแหน่ง คำนวณด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมจากภาพถ่าย ได้ผลการศึกษา คือ ภาพถ่ายที่ได้จากน่าน และนครราชสีมา สามารถหาระยะห่างของโลกกับดวงจันทร์ได้ประมาณ 339,796.47 กิโลเมตร เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 11.52% ภาพถ่ายที่ได้จากน่าน และชัยภูมิ สามารถหาระยะห่างของโลกกับดวงจันทร์ได้ประมาณ 283,807.78 กิโลเมตร เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 26.09 %

การคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากภาพถ่ายในโปรแกรม Stellarium 0.14.2. ได้ผลการศึกษา คือ ภาพถ่ายที่ได้จากน่าน และนครราชสีมา สามารถหาระยะห่างของโลกกับดวงจันทร์ได้ประมาณ 439,888.16 กิโลเมตร เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 14.55% ภาพถ่ายที่ได้จาก น่านและชัยภูมิ สามารถหาระยะห่างของโลกกับดวงจันทร์ได้ประมาณ 396,922.97 กิโลเมตรเปอร์เซ็นต์ความคลาด 3.36 %

## อภิปรายผล

จากผลการศึกษาค่าของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 3.36 % - 26.09 % โดยความคลาดเคลื่อนครั้งนี้ใช้ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ที่คำนวณได้ไปเทียบกับระยะทางเฉลี่ยระหว่างโลกกับดวงจันทร์ที่มีระยะทางเท่ากับ 384,000 กิโลเมตร (Raymond A. Serway and John W. Jewett, 2014) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจเป็นเพราะการนำใช้ภาพซึ่งถ่ายผ่านกล้องต่างชนิดกัน ขนาดภาพที่นำมาคำนวณต่างกัน และในการนำภาพมาทำให้มีขนาดเท่ากันโดยผ่านโปรแกรม Adobe Photoshop CC2014 นั้นอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ แต่ผลการคำนวณโดยใช้มุมพารัลแลกซ์หรือเทคนิคการหาระยะเชิงมุมนั้น มีความสอดคล้องกับจินห์นิภา เปลี่ยนสมัย (2557) ที่ศึกษาระยะทางของเนบิวลาจากระยะเชิงมุม ได้ผลการทดลองคือ ระยะห่างจากโลกถึง Nebula V838 Mon มีค่าเท่ากับ  $3.06 \pm 0.87$  kpc มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 28.43 % และระยะห่างจากโลกถึง Rosette Nebula มีค่าเท่ากับ  $1,669 \pm 67.38$  pc มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 4.04 % จึงกล่าวได้ว่าผลการคำนวณวัดระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ที่ได้จากปรากฏการณ์สุริยุปราคาโดยคำนวณจากมุมพารัลแลกซ์สามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาได้ เช่นเดียวกับ กิตติธัช สาริกะวณิช (2558) ที่ศึกษาการหาระยะห่างดาวเนปจูนด้วยวิธีระยะห่างเชิงมุมหรือวิธี Parallax และกรชวัล มีความรัก (2557) ที่ศึกษาการหาคาบการโคจรของดวงจันทร์ไอโอรอบดาวพฤหัสบดีด้วยเทคนิคการหาระยะเชิงมุมโดยใช้กล้องโทรทรรศน์รีซี-เคเทียนขนาด 8 นิ้ว

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่เอื้อเฟื้อภาพถ่ายในการทำวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- กรชวัล มีความรัก. (2557). *การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 1*. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน): เชียงใหม่
- กิตติธัช สาริกะวณิช. (2558). *การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 2*. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน): เชียงใหม่
- จินห์นิภา เปลี่ยนสมัยวณิช. (2557). *การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 1*. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน): เชียงใหม่
- ชุลีพร สุสุวรรณ. (2543). *ปรากฏการณ์ธรรมชาติ สุริยุปราคา และจันทรุปราคา*. อักษราพิพัฒน์: กรุงเทพฯ
- ทัมรา แอนดรูวส์. (2553). *มหัศจรรย์เหนือท้องฟ้า รู้ลึกตำนานโบราณด้วยหลักการวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการ
- สรรพ สารสัน สำนักพิมพ์มูลนิธิเด็ก: กรุงเทพฯ
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2559). *โครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์ชั้นกลาง*. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน): เชียงใหม่
- Raymond A. Serway and John W. Jewett. (2014). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Cengage Learning, Inc.: United Stated.

## การศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559

นางสาวศุภาวรรณ ซึ่งศิลป์กุลชัย

e-mail: supawanby2000@gmail.com (อีเมลติดต่อ)

ครูที่ปรึกษา นางอรพิน อินทรโฆสิต

โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”

### บทคัดย่อ

วิจัยทางดาราศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือน มีนาคม - เมษายน 2559 มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559 โดยมีผลการดำเนินงานดังนี้ ค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  ณ เวลาเที่ยงวันในแต่ละวันนั้นมีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน และวันที่มีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  มากที่สุดนั้นคือ วันที่ 6 มีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์  $36900 \text{ Lux}$  ซึ่งเป็นช่วงประมาณวันที่ 20 มีนาคม 2559

**คำสำคัญ :** ค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ , มุมในการวัดค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ , สุริยวิถี , ในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559 , เวลาเที่ยงวัน

### ความเป็นมา

เนื่องจากผู้วิจัยเกิดข้อสงสัยว่าในช่วงเวลาเที่ยงวันนั้นความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันนั้นมีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์เท่ากันหรือไม่ และวันที่เท่าไรมีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มากที่สุดในเวลาเที่ยงวัน

ทางผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนมีนาคม - เมษายน 2559

### วัตถุประสงค์

ศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559

### วิธีการศึกษา

#### เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์

1. ลักซ์มิเตอร์
2. เครื่องวงกลม (เครื่องมือวัดมุม)
3. เข็มทิศ
4. กระบอกครอบลักซ์มิเตอร์

#### ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. นำกระบอกครอบมาครอบลงบนส่วนรับแสงของลักซ์มิเตอร์เพื่อกำหนดทิศทางของแสงให้เป็นทางตรง
2. หาทิศเหนือ และนำเครื่องวัดมุมมาตั้งกลางแจ้ง
3. นำลักซ์มิเตอร์มาวางที่อุปกรณ์วัดมุม  $90^\circ$  องศา แล้วบันทึกผลค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์
4. ทำซ้ำข้อ 3 เป็นเวลา 30 วัน
5. รวบรวม แปลผล วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูล

### ผลการศึกษา

ค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  ณ เวลาเที่ยงวันในแต่ละวันนั้นมีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน และวันที่มีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  มากที่สุดนั้นคือ วันที่ 6 มีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ 36900 Lux ซึ่งเป็นช่วงประมาณวันที่ 20 มีนาคม 2559

### สรุปผล

ค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  ณ เวลาเที่ยงวันในแต่ละวันนั้นมีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน และวันที่มีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  มากที่สุดนั้นคือ วันที่ 6 มีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ 36900 Lux ซึ่งเป็นช่วงประมาณวันที่ 20 มีนาคม 2559

แสดงให้เห็นว่า ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559 สามารถสังเกตได้จากค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่มุม  $90^\circ$  ณ เวลาเที่ยงวันมีค่าที่ไม่ตรงกันในแต่ละวันนั้น เป็นไปตามทฤษฎีการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ไม่ได้เคลื่อนมาที่เดิมทุกวัน ก็คือ สุริยวิถี นั่นเอง ซึ่งเป็นทฤษฎีที่อธิบายข้อมูลนี้ได้

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยดาราศาสตร์ เรื่อง “การศึกษาความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ณ เวลาเที่ยงวันในเดือนมีนาคม - เมษายน 2559” ฉบับนี้ ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการ ดร.รุ่งทิพย์ พรหมศิริ ท่านรองผู้อำนวยการ อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนให้กำลังใจ ส่งเสริม และพัฒนาแหล่งเรียนรู้ ที่เอื้อต่อการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่จากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์กรมมหาชน) ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย และให้ความอนุเคราะห์ในของารเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

“หน่วยและศัพท์การวัดแสง”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://montri.rmutl.ac.th/assets/022.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล 9 กันยายน 2559)

“พิกัดสุริยวิถี (Ecliptic System)”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/2851-พิกัดสุริยวิถี> (วันที่ค้นข้อมูล 9 กันยายน 2559)

## การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา

นางสาวนพวรรณ คุ่มประยูร

e-mail: st32332@skb.ac.th

ชื่อครูที่ปรึกษา อาจารย์อรพิน อินทรโฆสิต

โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”

### บทคัดย่อ

วิจัยดาราศาสตร์ เรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นในการศึกษาค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา โดยมีการเก็บข้อมูลในฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม และฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน ด้วยเครื่อง Lux meter ณ โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” โดยมีผลการดำเนินงาน ดังนี้ ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน จะมีค่าความเข้มแสงมากที่สุด เฉลี่ย 1152 Lux

**คำสำคัญ:** Lux meter ค่าความเข้มแสง

### ความเป็นมา

จากการเข้าค่ายยุววิจัยดาราศาสตร์ครั้งที่ 1 ทำให้ผู้จัดทำเกิดความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบสุริยะโดยเน้นไปทางความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังโลกของเรา จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเกิดข้อสงสัยว่าในแต่ละช่วงเวลาแสงจากดวงอาทิตย์มีค่าความเข้มแสงต่างกันหรือไม่ อย่างไรก็ตามผู้จัดทำจึงได้ทำงานวิจัยนี้ขึ้นมา

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา

### วิธีการศึกษา

1. วัดค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ด้วยเครื่อง Lux meter โดยทาการศึกษา 2 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม และฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน
2. ใช้เครื่อง Lux meter วัดค่าความเข้มแสงในฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม ทุกๆ 2 ชั่วโมง คือเวลา 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00 และ 18.00 น. เป็นเวลา 4 วัน บันทึกผล
3. ทำการเก็บข้อมูลซ้ำข้อ 2 โดยเปลี่ยนเป็นเก็บข้อมูลในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน
4. สังเกตแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละฤดู
5. บันทึกผลลงตาราง

## ผลการศึกษา

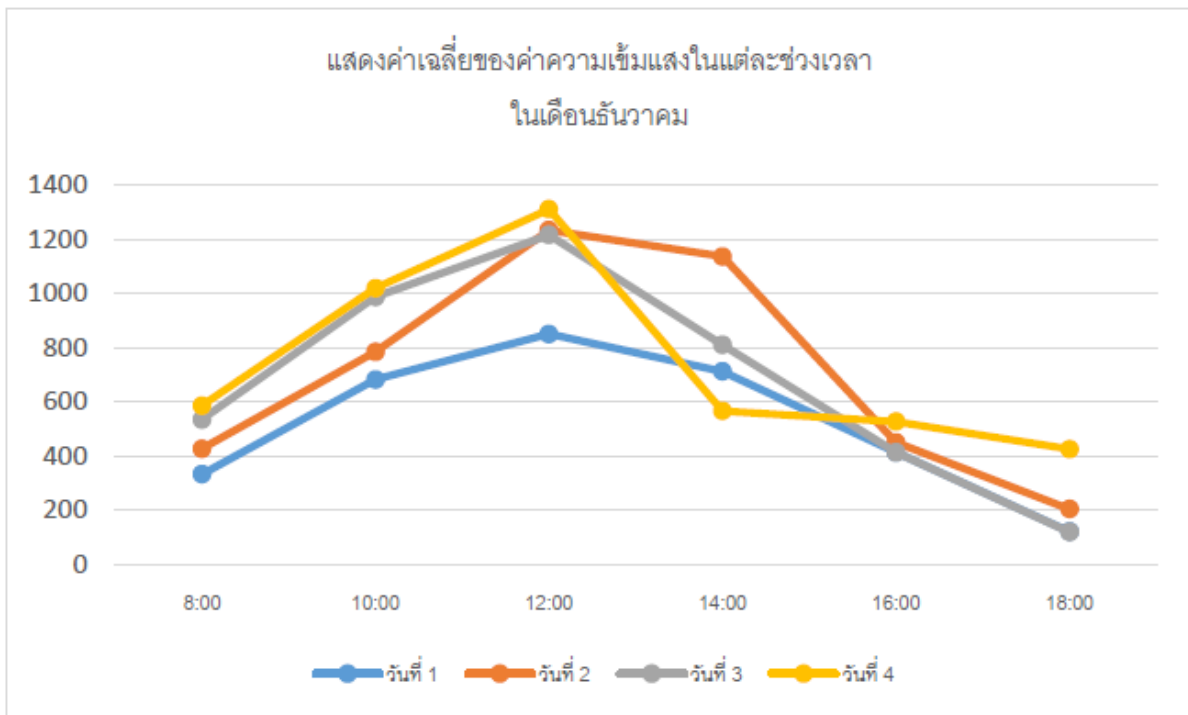
ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา

ตาราง 1.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา ในฤดูหนาวช่วงเดือน ธันวาคม

เวลา	ค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา ( Lux )				เฉลี่ย
	1	2	3	4	
08.00	128	262	330	284	251
10.00	624	535	564	512	558.75
12.00	621	631	684	787	680.75
14.00	357	310	544	578	447.25
16.00	204	310	354	348	304
18.00	028	058	011	006	25.75

จากตารางการศึกษาพบว่า ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ในเดือนเมษายน จะมีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 1152 Lux รองลงมา คือ 10.00 , 14.00 , 08.00 , 16.00 และ 18.00 นาฬิกา โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 868 , 806 , 470.25 , 451.25 และ 217.5 Lux ตามลำดับ

กราฟ 1.4 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา ในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน



### สรุปผล

#### ตอนที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา

จากตารางการศึกษาพบว่า ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ในฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม จะมีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 680.75 Lux รองลงมา คือ 10.00 , 14.00 , 16.00 , 08.00 และ 18.00 นาฬิกา โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 558.75 , 447.25 , 251 , 304 และ 25.75 Lux ตามลำดับ

จากตารางการศึกษาพบว่า ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน จะมีค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 1152 Lux รองลงมา คือ 10.00 , 14.00 , 08.00 , 16.00 และ 18.00 นาฬิกา โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 868 , 806 , 470.25 , 451.25 และ 217.5 Lux ตามลำดับ

แสดงว่าช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา แสงจากดวงอาทิตย์จะแผ่มาถึงโลกมากที่สุด โดยในฤดูร้อนแสงจากดวงอาทิตย์จะมีค่าความเข้มแสงมากกว่าในฤดูหนาว และเนื่องจากปัจจัยภายนอกต่างๆที่มีผลต่อค่าความเข้มแสง จึงทำให้ค่าความเข้มแสงที่ศึกษาได้มีความคลาดเคลื่อน

### เอกสารอ้างอิง

สุริยวิถี Ecliptic เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.biz/astrometry/celestial-sphere/ecliptic>.

สุริยวิถี. ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (ค้นคว้าข้อมูลเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2559)

Lux meter เข้าถึงได้จาก : <http://www.euafp.org/เครื่องวัดแสง-lux-meter/รู้จักกับความสว่างของแสงในหน่วยลักซ์.html> ( ค้นคว้าข้อมูลเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2559 )



## การศึกษาและเปรียบเทียบขนาดของเปลวสุริยะ

นางสาวณัฐพร กาสุรงค์

e-mail:Nathaporn7389@gmail.com

อาจารย์ชูชาติ แพน้อย

อาจารย์เบญจมาศ แพน้อย

โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา

### บทคัดย่อ

การจัดทำวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบขนาดของเปลวสุริยะ โดยมีการเก็บข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์ Coronado ชนิดฟิลเตอร์ Hydrogen Alpha ในช่วงเวลา 11.30 – 12.30 น. นำภาพถ่ายที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดขนาดของเปลวสุริยะและดวงอาทิตย์ในหน่วยเซนติเมตร และสืบข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางจริงของดวงอาทิตย์เพื่อเปรียบเทียบขนาดจริงของเปลวสุริยะ นำข้อมูลขนาดจริงของเปลวสุริยะมาเปรียบเทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก

ผลการศึกษาพบว่าเปลวสุริยะที่ได้จากการถ่ายภาพมีขนาดใกล้เคียงกัน และเปลวสุริยะมีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 0.9 – 2.7 เท่าของขนาดโลก ขนาดของเปลวสุริยะนั้นมีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่กว่าขนาดของโลกไม่แน่นอนและสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

### ที่มาและความสำคัญ

ในระบบสุริยะของเรามีดาวฤกษ์หนึ่งดวง ก็คือ ดวงอาทิตย์ ซึ่งดาวฤกษ์จะมีพลังงานและแสงสว่างในตัวเอง บนดวงอาทิตย์จะมีชั้นบรรยากาศ 3 ชั้น ได้แก่ โฟโตสเฟียร์, โครโมสเฟียร์ และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศโคโรนาซึ่งเป็นชั้นนอกสุดและถัดมาคือชั้นโครโมสเฟียร์จะมีเปลวสุริยะเกิดขึ้นในชั้นนี้ จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลพบว่าขนาดของเปลวสุริยะมีขนาดที่แตกต่างกัน และมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดดวงอาทิตย์ ดังนั้นผู้ศึกษาต้องการทราบขนาดของเปลวสุริยะที่ปล่อยออกมาในแต่ละครั้ง จะมีขนาดของเปลวสุริยะใหญ่กว่าโลกหรือไม่

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเกี่ยวกับขนาดของเปลวสุริยะ เมื่อเปรียบเทียบกับโลก

## วิธีการจัดทำโครงการ

1. เก็บข้อมูลจากการถ่ายภาพดวงอาทิตย์จากกล้อง Coronado ในช่วงเวลา 11.30 – 12.30 น.
2. นำภาพถ่ายที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดขนาดของเปลวสุริยะ และดวงอาทิตย์ในหน่วยเซนติเมตร และหาข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางจริงของดวงอาทิตย์เพื่อเปรียบเทียบขนาดจริงของเปลวสุริยะ
3. นำข้อมูลขนาดจริงของเปลวสุริยะมาเปรียบเทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก และบันทึกผลการวิเคราะห์

## ผลการศึกษา

รูปถ่าย	วัดจากภาพถ่าย (เซนติเมตร)		เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์	วัดจากระยะจริง (กิโลเมตร)		ขนาดเปลวสุริยะเทียบกับขนาดของโลก (เท่า) โดยเทียบจากความสูงของเปลวสุริยะ	
	เปลวสุริยะ			เปลวสุริยะ			
	กว้าง	สูง	กว้าง	สูง			
รูปที่ 1	0.7	0.3	12.8	$7.61 \times 10^4$	$3.26 \times 10^4$	$1.39 \times 10^6$	2.56
รูปที่ 2	0.4	0.1	11.8	$4.72 \times 10^4$	$1.18 \times 10^4$	$1.39 \times 10^6$	0.93
รูปที่ 3	0.3	0.3	12.3	$3.39 \times 10^4$	$3.39 \times 10^4$	$1.39 \times 10^6$	2.66
รูปที่ 4	0.4	0.2	13.5	$4.12 \times 10^4$	$2.06 \times 10^4$	$1.39 \times 10^6$	1.62

## สรุปผล

ผลการศึกษาพบว่าเปลวสุริยะที่ได้จากการถ่ายภาพมีขนาดใกล้เคียงกัน และเปลวสุริยะมีขนาดที่ใหญ่กว่าโลกประมาณ 0.9 – 2.7 เท่าของขนาดโลก ขนาดของเปลวสุริยะนั้นมีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่กว่าขนาดของโลก ในแต่ละครั้งจะมีขนาดไม่แน่นอนและสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการศึกษาและเปรียบเทียบขนาดของเปลวสุริยะ นี้จะสำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนจากทางโครงการยุววิจัยดาราศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ผู้ปกครอง และขอขอบพระคุณอาจารย์ชูชาติ แพน้อย และอาจารย์เบญจมาศ แพน้อย ที่ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทราที่สนับสนุนอุปกรณ์ สถานที่ในการเก็บข้อมูล และคำปรึกษาในการทำวิจัย

นี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยในครั้งนี้จะประโยชน์ต่อการศึกษาเปลวสุริยะของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

### อ้างอิง

กล้องโทรทรรศน์ Coronado ชนิดฟิลเตอร์ Hydrogen Alpha

[http://astro.phys.sc.chula.ac.th/IHY/Solar\\_storm/Flare.htm](http://astro.phys.sc.chula.ac.th/IHY/Solar_storm/Flare.htm)

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%A2%E0%B8%B0>

## การหาองศาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในแต่ละชั่วโมงและค่าเฉลี่ยความห่างการขึ้นในแต่ละวัน

นางสาวปัทมา บุชรัตน์กุล

e-mail: pattama3558@gmail.com

ครูที่ปรึกษา นางสาวสุรีย์ เซ็นเจริญ

โรงเรียนหมอนทองวิทยา

### บทคัดย่อ

การวิจัยดาราศาสตร์ครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องการหาองศาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์และค่าเฉลี่ย การขึ้นของดวงอาทิตย์มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่าการขึ้นของดวงอาทิตย์นั้นขึ้นตรงตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ เก็บข้อมูลในการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ และฝึกทักษะการเก็บข้อมูล ศึกษาการเคลื่อนที่และการขึ้นของดวงอาทิตย์ โดยใช้ อุปกรณ์การทดลอง คือ กระจาดน กระจาดข ตะปูหรือดินสอด เข็มทิศ และ ครึ่งวงกลม กำหนดวันที่ศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ เสร็จแล้วนำไปตั้งกลางแจ้ง หาทิศทางที่ต้องการคอยสังเกตและบันทึกผลทุกๆ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำการทดลองมาเปรียบเทียบ และหาค่าเฉลี่ยว่าดวงอาทิตย์เคลื่อนที่กี่องศาต่อ 1 ชั่วโมง และขึ้นตรงตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ ผลการทดลองปรากฏว่า ดวงอาทิตย์ เคลื่อนที่ 15 องศา ทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 06.00 น. ถึง 18.00 น. และเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นวันละ 1 องศา สรุปได้ว่า ทุก 1 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์ เคลื่อนที่ 15 องศา ต่อ 1 ชั่วโมง และการขึ้นห่างกันวันละ 1 องศา

**คำสำคัญ** องศา (degree) หรือในชื่อเต็มคือ **ดีกรีของส่วนโค้ง** (degree of arc, arcdegree) คือหน่วยวัดมุมชนิดหนึ่งบนระนาบสองมิติ หนึ่งองศา แทนการกวาดมุมรอบจุดศูนย์กลางของวงกลมไปได้ 1 ส่วนใน 360 ส่วน และเมื่อมุมนั้นอ้างอิงกับเส้นเมริเดียน องศาจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งต่างๆ บนวงกลมใหญ่ของทรงกลม อย่างที่มีการใช้อ้างอิงตำแหน่งบนโลก ดาวอังคาร หรือทรงกลมท้องฟ้า เป็นต้น สัญลักษณ์วงกลมเล็ก ° ใช้แทนหน่วยองศาในการเขียน และเป็นหน่วยเดียวที่ไม่ต้องเว้นวรรคระหว่างตัวเลขกับสัญลักษณ์ เช่น 15° แทนมุมขนาด 15 องศา

### ความเป็นมา

หลายคนอาจจะมองว่าดวงอาทิตย์ขึ้นตรงตำแหน่งเดียวกันทุกวัน แต่ที่จริงไม่ใช่เลย โลกหมุนรอบตัวเองใช้เวลา 24 ชั่วโมง ขึ้นทางทิศตะวันออกในเวลา 06:00 ไปยังทิศตะวันตก เวลา 18:00 ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมงคิดเป็นมุมได้ 180 องศา ดังนั้น 1 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ =  $180 / 12 = 15$  องศา เพราะฉะนั้นเวลา 09.00 น. ดวงอาทิตย์จะอยู่สูงจากขอบฟ้า =  $(9 - 6) \times 15 = 45$  องศา

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาองศาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในแต่ละชั่วโมง
2. เพื่อศึกษาหาค่าเฉลี่ยความห่างการขึ้นของดวงอาทิตย์

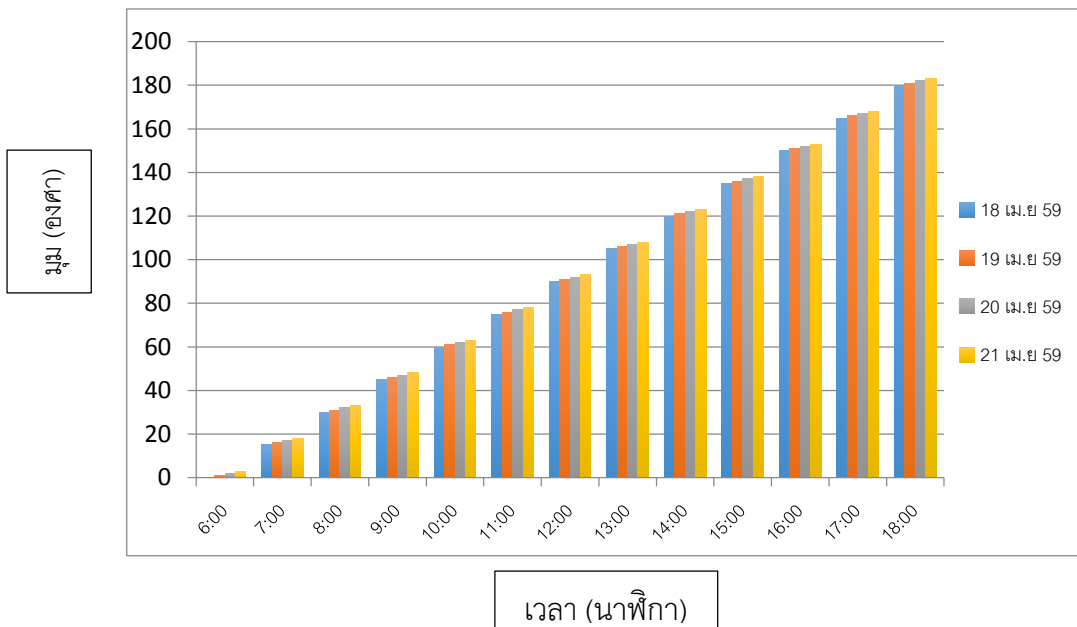
### วิธีการศึกษา

1. นำกระดาษ A4 จำนวน 1 แผ่น มาติดบนฟิวเจอร์บอร์ด
2. ตอกตะปูที่จุดกึ่งกลาง
3. นำฟิวเจอร์บอร์ดไปตั้งกลางแจ้ง
4. ใช้เข็มทึบหาทิศทาง เช่น ทิศเหนือหรือทิศตะวันออก
5. สังเกตทุกๆ 1 ชั่วโมง และจุดเงาปลายตะปู
6. ลากเส้นจากจุดกึ่งกลางไปยังจุดเงาปลายตะปู
7. ทำแบบนี้จนครบ 4 วัน
8. นำเครื่องวงกลมมาหาองศาและบันทึกผล

### ผลการศึกษา

จากการดำเนินงานในระยะเวลาที่ผ่านมาเราได้ศึกษาและได้ผลการทดลองว่าใน 1 ชั่วโมง เคลื่อนที่ 15 องศา ดังตารางและกราฟ

ตารางแสดงความสัมพันธ์ตำแหน่งเงาของดวงอาทิตย์ (องศา) ณ เวลาทุกๆ 1 ชั่วโมงในแต่ละวัน (นาฬิกา)													
วัน/เดือน/ปี	ตำแหน่งเงาของดวงอาทิตย์ (องศา) ณ เวลาทุกชั่วโมง (นาฬิกา)												
	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
18 เม.ย.59	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
19 เม.ย.59	1	16	31	46	61	76	91	106	121	136	151	166	181
20 เม.ย.59	2	17	32	47	62	77	92	107	122	137	152	167	182
21 เม.ย.59	3	18	33	48	63	78	93	108	123	138	153	168	183



## สรุปผล

จากการศึกษาของดาวฤกษ์ที่ของดวงอาทิตย์และค่าความห่างนั้น เราจะแสดงผลได้ว่า ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ 15 องศา ใน 1 ชั่วโมง และ ขึ้นห่างกันวันละ 1 องศา

## กิตติกรรมประกาศ

วิจัยเล่มนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่การศึกษาหาข้อมูลการ ทดลองการวิเคราะห์ผลการทดลอง การจัดทำเป็นรูปเล่ม จนกระทั่งวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนระยะเวลาการทำงานได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่างๆตลอดจนได้รับกำลังใจในการปฏิบัติ ขอขอบคุณ หอจดหมายเหตุพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา และ บุคคลากร ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเอื้อเฟื้อสถานที่ ขอขอบคุณ นาย มন্ত্রী เดวิเลาะ ผู้อำนวยการโรงเรียนหมอนทองวิทยา ที่ให้การสนับสนุน ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ พ่อแม่ที่รัก ที่คอยให้การสนับสนุน การช่วยเหลือ

## อ้างอิง

<http://www.lesa.biz/astromy/celestial-sphere/horizon-coordinates7>

[https://th.wikipedia.org/wiki/องศา\\_\(มุม\)](https://th.wikipedia.org/wiki/องศา_(มุม))

<https://sites.google.com/site/sciencestars52/m2/2-4praktkarn-khxng-dwng-xathity/2-4-1dwng-xathity-khun-laea-tk>

**เวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก**  
นายวิวัฒน์ แก้วดี  
ครูที่ปรึกษา นางสาวสุรีย์ เซ็นเจริญ  
โรงเรียนหมอนทองวิทยา

**บทคัดย่อ**

การวิจัยดาราศาสตร์ครั้งนี้ เป็นการวิจัยเรื่อง เวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่า ในแต่ละวัน ดวงอาทิตย์ใช้เวลาขึ้นและตกเท่ากันหรือแตกต่างกัน เพื่อเก็บข้อมูลในการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง คือ สมุดจดบันทึก และปากกา และดำเนินการทดลองดังนี้ จดบันทึกในตอนเช้าเมื่อมีแสงของดวงอาทิตย์แตะขอบฟ้าในแต่ละวัน บันทึกผล จดบันทึกในตอนเย็นเมื่อแสงของดวงอาทิตย์แตะขอบฟ้าในแต่ละวัน บันทึกผล ทำการทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2559 - 30 สิงหาคม 2559 นำผลการทดลองมาเปรียบเทียบ และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนว่าเวลาขึ้นและเวลาตกของดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกัน ผลการทดลองปรากฏว่า เดือนมิถุนายนเวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 05.48 น. และเวลาตกของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 18.43 น. เดือนกรกฎาคมเวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 06.00 น. และเวลาตกของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 18.46 น. เดือนสิงหาคม เวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 06.03 น. และเวลาตกของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 18.37 น. สรุปผลการทดลองพบว่าเวลาขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันอาจขึ้นตรงกัน แต่ไม่เกิน 10 วัน โดยเมื่อเปลี่ยนเวลา จะขึ้นหรือตกห่างกัน 0.01 นาที และการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน

**คำสำคัญ** ขอบฟ้า หมายถึงเส้นที่แบ่งระหว่างพื้นดิน (พื้นโลกหรือดาวอื่น) กับท้องฟ้า หรือเป็นเส้นที่เป็นจุดตัดระหว่างส่วนที่มองเห็นบนพื้นดินกับอีกด้านหนึ่งซึ่งมองไม่เห็น

**ความเป็นมา**

ข้าพเจ้าเรียนอยู่ในโรงเรียนหมอนทองวิทยา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา โรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนนับถือศาสนาอิสลามจำนวน 99.50 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเปิดภาคเรียนสักกระยะหนึ่ง นักเรียนทั้งโรงเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามจะถือศีลอด ทั้งวัน โดยไม่กินและไม่ดื่มตั้งแต่เวลา ดวงอาทิตย์ขึ้นและดวงอาทิตย์ตก บ้านข้าพเจ้าอยู่ใกล้ทุ่งนา มองเห็นขอบฟ้า และในภาคเรียนที่ 1 ได้เรียนวิชาโลกดาราศาสตร์ ได้เรียนเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ ดวงดาวต่างๆ และได้เข้าค่ายในโครงการยุววิจัยดาราศาสตร์ ข้าพเจ้าจึงเกิดสงสัยว่าดวงอาทิตย์ในแต่ละวันหรือในแต่ละเดือนมีการขึ้นและตกเวลาแตกต่างกันหรือไม่ และน่าจะนำมาเปรียบเทียบกัน สามารถคำนวณ เปรียบเทียบกันได้

**วัตถุประสงค์**

- 1) ศึกษาว่าในแต่ละวัน ดวงอาทิตย์ใช้เวลาขึ้นและตกเท่ากันหรือแตกต่างกัน
- 2) เพื่อเก็บข้อมูลในการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน
- 3) ฝึกทักษะในการคำนวณทางวิทยาศาสตร์
- 4) ฝึกทักษะการเก็บข้อมูล

### วิธีการศึกษา

- 1) จดบันทึกในตอนเช้าเมื่อมีแสงของดวงอาทิตย์และขอบฟ้าในแต่ละวัน บันทึกผล
- 2) จดบันทึกในตอนเย็นเมื่อแสงของดวงอาทิตย์และขอบฟ้าในแต่ละวัน บันทึกผล
- 3) ทำการทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2559 - 30 สิงหาคม 2559
- 4) นำผลการทดลองมาเปรียบเทียบ และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนว่าเวลาขึ้นและเวลาตกของดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกัน

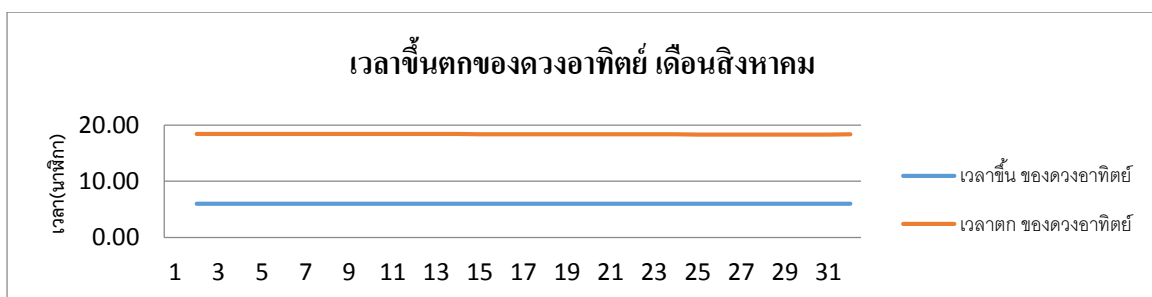
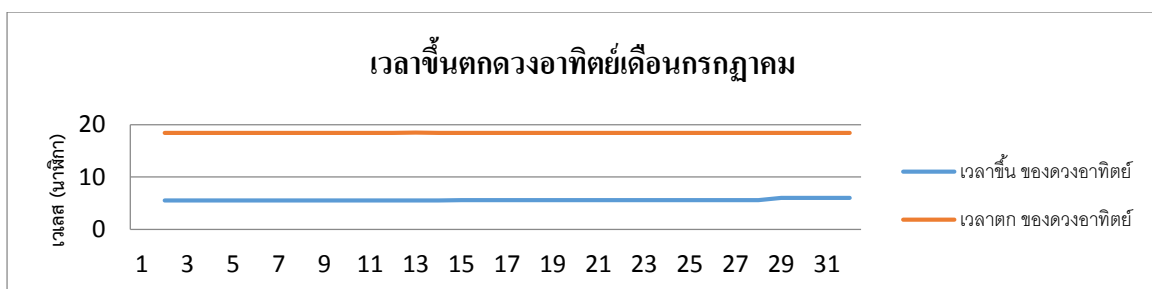
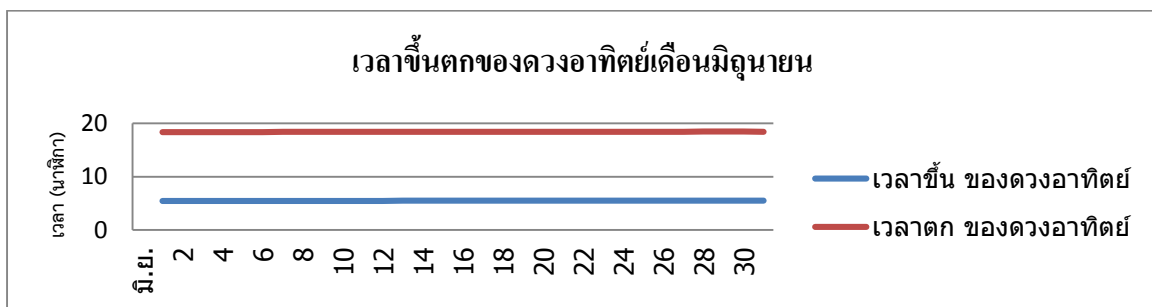
### ผลการศึกษา

#### ตารางบันทึกผลเวลาขึ้นตกของดวงอาทิตย์ เดือน มิถุนายน – สิงหาคม 2559 (นาฬิกา)

วันที่	เวลาขึ้น ของดวง อาทิตย์	เวลาตก ของดวง อาทิตย์	วันที่	เวลาขึ้น ของดวง อาทิตย์	เวลาตก ของดวง อาทิตย์	วันที่	เวลา ขึ้น ของ ดวง อาทิตย์	เวลาตก ของดวงอาทิตย์
มิ.ย.			ก.ค.			ส.ค.		
1	5.47	18.40	1	5.52	18.47	1	6.00	18.44
2	5.47	18.40	2	5.52	18.47	2	6.01	18.44
3	5.47	18.40	3	5.52	18.47	3	6.01	18.43
4	5.47	18.40	4	5.52	18.47	4	6.01	18.42
5	5.47	18.40	5	5.52	18.47	5	6.01	18.42
6	5.47	18.40	6	5.52	18.46	6	6.01	18.42
7	5.47	18.41	7	5.52	18.46	7	6.01	18.41
8	5.47	18.41	8	5.52	18.46	8	6.02	18.41
9	5.47	18.41	9	5.52	18.46	9	6.02	18.40
10	5.47	18.41	10	5.52	18.45	10	6.02	18.40
11	5.47	18.42	11	5.54	18.45	11	6.02	18.39
12	5.47	18.42	12	5.54	18.48	12	6.02	18.39
13	5.48	18.42	13	5.54	18.47	13	6.02	18.39
14	5.48	18.44	14	5.55	18.47	14	6.03	18.38
15	5.48	18.44	15	5.55	18.47	15	6.03	18.38
16	5.48	18.44	16	5.56	18.46	16	6.03	18.37
17	5.48	18.44	17	5.56	18.46	17	6.03	18.36
18	5.48	18.45	18	5.57	18.46	18	6.03	18.36
19	5.49	18.45	19	5.58	18.46	19	6.03	18.35



20	5.49	18.45	20	5.58	18.46	20	6.03	18.35
21	5.49	18.45	21	5.59	18.46	21	6.03	18.34
22	5.49	18.45	22	5.59	18.46	22	6.03	18.34
23	5.49	18.46	23	5.59	18.45	23	6.03	18.33
24	5.49	18.46	24	5.59	18.45	24	6.04	18.32
25	5.49	18.46	25	5.59	18.45	25	6.04	18.31
26	5.50	18.46	26	5.59	18.44	26	6.04	18.31
27	5.50	18.46	27	5.59	18.45	27	6.04	18.30
28	5.50	18.47	28	6.00	18.44	28	6.04	18.30
29	5.51	18.47	29	6.00	18.44	29	6.04	18.29
30	5.52	18.47	30	6.00	18.44	30	6.04	18.28
เฉลี่ย	5.48	18.43		6.00	18.46		6.03	18.37



ผลการทดลองปรากฏว่า เดือนมิถุนายนเวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 05.48 น. และเวลาตกของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 18.43 น. เดือนกรกฎาคมเวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 06.00 น. และเวลาตกของดวง

อาทิตย์เฉลี่ย 18.46 น. เดือนสิงหาคม เวลาขึ้นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 06.03 น. และเวลาตกของดวงอาทิตย์เฉลี่ย 18.37 น. แสดงว่าเวลาขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันอาจขึ้นตรงกันแต่ไม่เกิน 10 วัน โดยเมื่อเปลี่ยนเวลา จะขึ้นหรือตกห่างกัน 0.01 นาที และการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน

### สรุป

สรุปผลการทดลองพบว่าเวลาขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันอาจขึ้นตรงกันแต่ไม่เกิน 10 วัน โดยเมื่อเปลี่ยนเวลา จะขึ้นหรือตกห่างกัน 0.01 นาที และการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน

### กิตติกรรมประกาศ

วิจัยเล่มนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่การศึกษาหาข้อมูลการทดลองการวิเคราะห์ผลการทดลอง การจัดทำเป็นรูปเล่ม จนกระทั่งวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนระยะเวลาการทำงานได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่างๆตลอดจนได้รับกำลังใจในการปฏิบัติ

ขอขอบคุณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา และ บุคลากร ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเอื้อเฟื้อสถานที่

ขอขอบคุณ นาย มন্ত্রী เดวิเลาะ ผู้อำนวยการโรงเรียนหมอนทองวิทยา ที่ให้การสนับสนุน

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ พ่อแม่ที่รัก ที่คอยให้การสนับสนุน การช่วยเหลือ

### อ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2557.  
\_\_\_\_\_ . คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2556.

<https://th.wikipedia.org/wiki/>

## การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวงในวันศารทวิษุวัต

นางสาวรัตนพร ถิ่นสถิตย์

E-mails: shertem\_kup@hotmail.com

ชื่อครูที่ปรึกษา นางสาวสุพัตรา สืบสีสุก

โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา

### บทคัดย่อ

การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในแนวเส้นแวงของ Eratosthenes (276-194 ปีก่อน ค.ศ.) ใช้การจับคู่สองตำแหน่งใดๆ ในแนวเส้นแวงเดียวกันคำนวณจากการวัดระยะห่างของสองตำแหน่งและผลต่างของมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบเสาทำเนียดเงาในเวลาเที่ยงวันด้วยหลักการดังกล่าวในวันศารทวิษุวัต (23 กันยายน) ซึ่งดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏตามแนวเส้น ศูนย์สูตรโลกการวัดความยาวเส้นรอบวงโลกสามารถทำได้โดยการวัดระยะจากตำแหน่งใดๆ เทียบกับเส้น ศูนย์สูตรโลกและ วัดมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบเสาทำเนียดเงาในเวลาเที่ยงวันได้ โครงการนี้ได้ทำการศึกษาที่โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา ระหว่างวันที่ 22-24 กันยายน 2559 โดยใช้ เสาทำเนียดเงาที่มีความสูงแตกต่างกัน 5 ระดับวัดมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบเสาทำเนียดเงาในเวลาเที่ยงวันของวันที่ 24 กันยายน 2559 และวัดระยะทางจากพิกัดภูมิศาสตร์โรงเรียนถึงเส้นศูนย์สูตรโลกด้วยโปรแกรม Google Earth แล้วคำนวณหา ความยาวเส้นรอบวงโลก ผลการศึกษาพบว่าค่าความยาวเส้นรอบวงโลกในวันศารทวิษุวัต มีค่าคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.14-7.82 % ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนของ Eratosthenes ที่ 15.60% ซึ่งเป็นการยืนยันว่าการ วัดความยาวเส้นรอบวงโลกในแนวเส้นแวงของ Eratosthenes สามารถหา ได้อีกวิธีหนึ่งโดยเทียบพิกัดกับ เส้นศูนย์สูตรโลก ในวันศารทวิษุวัต

คำสำคัญ: ความยาวเส้นรอบวงโลก, Eratosthenes, เสาทำเนียดเงา

### ความเป็นมา

ดาราศาสตร์ คือวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาวัตถุท้องฟ้า (อาทิ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง และดาราจักร) รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากนอกชั้นบรรยากาศของโลก โดยศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี ทางอุทุนิยมวิทยา และการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้า ตลอดจนจนถึงการกำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ

ดาราศาสตร์เป็นหนึ่งในสาขาของวิทยาศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดนักดาราศาสตร์ในวัฒนธรรมโบราณสังเกตการณ์ดวงดาวบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนและวัตถุทางดาราศาสตร์หลายอย่างก็ได้ถูกค้นพบเรื่อยมาตามยุคสมัยอย่างไรก็ตาม กล้องโทรทรรศน์เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่จำเป็นก่อนที่จะมีการพัฒนามาเป็นวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ตั้งแต่อดีตกาลดาราศาสตร์ประกอบไปด้วยสาขาที่หลากหลายเช่น การวัดตำแหน่งดาว การเดินเรือดาราศาสตร์ ดาราศาสตร์เชิงสังเกตการณ์ การสร้างปฏิทิน และรวมทั้งโหราศาสตร์ แต่ดาราศาสตร์ทุกวันนี้ถูกจัดว่ามีความหมายเหมือนกับฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา ดาราศาสตร์ได้

แบ่งออกเป็นสองสาขาได้แก่ ดาราศาสตร์เชิงสังเกตการณ์ และดาราศาสตร์เชิงทฤษฎี ดาราศาสตร์เชิงสังเกตการณ์จะให้ความสำคัญไปที่การเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้ความรู้ทางกายภาพเบื้องต้นเป็นหลัก ส่วนดาราศาสตร์เชิงทฤษฎีให้ความสำคัญไปที่การพัฒนาคอมพิวเตอร์หรือแบบจำลองเชิงวิเคราะห์เพื่ออธิบายวัตถุท้องฟ้าและปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งสองสาขานี้เป็นองค์ประกอบซึ่งกันและกัน กล่าวคือ ดาราศาสตร์เชิงทฤษฎีใช้อธิบายผลจากการสังเกตการณ์ และดาราศาสตร์เชิงสังเกตการณ์ใช้ในการรับรองผลจากทางทฤษฎี

การวิจัยนี้มีจุดสนใจในการศึกษาหาเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวง เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนในการหาความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวงของจังหวัดฉะเชิงเทราและจังหวัดปัตตานี ซึ่งทั้งสองจังหวัดมีลองติจูดใกล้เคียงกัน

### วัตถุประสงค์

เป้าหมายของการศึกษางานวิจัยนี้เพื่อหาความยาวเส้นรอบวงของโลกตามแนวเส้นแวงของจังหวัดฉะเชิงเทราและปัตตานี

### วิธีการศึกษา

1. การหาค่ามุมตกกระทบของดวงอาทิตย์ในเวลาเที่ยงสุริยะ มีขั้นตอนดังนี้

วันที่ 1: ก่อนวันสารทวิษุวัต (วันที่ 22 กันยายน) 1. ติดตั้งนอมอน (Gnomon) ได้แก่แท่งไม้แท่งสกรูแท่งตะปูเสาะง ที่มี ความสูงต่างกัน 5 ระดับ วางติดแน่น ให้ได้ฉากกับพื้นที่ราบเรียบตำแหน่งกลางรูปวงกลมที่วาดซ้อนกันหลายวง ณ สนามหน้าเสาธงโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา (101.4๐ E, 15.13๐ N)

2. พล็อตเงาแสงอาทิตย์ (Shadow plot) เพื่อหาทิศเหนือแท้โดยใช้ปากกาจุดตำแหน่งที่ยอดแหลมของเงาจากแท่ง วัตถุที่ทอดไปบนรูปวงกลมทุกๆ 5 นาทีระหว่างเวลาในนาฬิกาข้อมือราว 11.00-13.00 น. จะได้จุดที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ ของดวงอาทิตย์ตัดผ่านรูปวงกลมเหล่านั้นจากนั้นลากเส้นตรงผ่านจุดที่ตัดวงกลมเดียวกันซึ่งจะได้แนวทิศตะวันออก- ตะวันตกแท้จากนั้นกำหนดทิศเหนือแท้หรือเส้นของเวลาเที่ยงตรงท้องถิ่น (solar noon) โดยลากเส้นจากจุดที่ติดตั้งนอมอน (Gnomon) ไปตั้งฉากกับแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกแท้

3. วันที่ 2 : วันสารทวิษุวัต (ตรวจวัดในวันที่ 24 กันยายน เนื่องจากวันที่ 23 กันยายน 2558 ท้องฟ้าปิดและมีเมฆฝน)

1. นำอุปกรณ์ที่ใช้พล็อตเงาแสงอาทิตย์ของวันที่ 1 ไปวัดมุมที่ดวงอาทิตย์ตกกระทบในเวลาเที่ยงวัน โดยนำอุปกรณ์ ไปติดตั้งให้ตั้งฉากกับพื้นราบที่ตำแหน่งเดิม ช่วงเวลา 11.50-12.10 น. แล้วระบุตำแหน่งที่ปลายเงาทาบกับ เส้นเวลาเที่ยงตรง (Solar noon) พอดีจากนั้นวัดความยาวของเงาจากจุดที่ติดตั้งนอมอน (Gnomon) ไปถึงตำแหน่งปลายของเงา แล้วนำมา คำนวณหามุมที่ดวงอาทิตย์ตกกระทบในเวลาเที่ยงตรงได้จากสูตร “[ $\tan a = \text{ความยาวของเงา} / \text{ความสูงของเสาโนมอน}$ ]”

เมื่อ  $a$  คือ มุมที่ดวงอาทิตย์ตกกระทบในเวลาเที่ยงตรง

2. ระยะทางจากสถานที่ทำ กิจกรรม สนามหน้าเสาธงโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทราถึงเส้นศูนย์สูตรโลกโดยใช้ โปรแกรม Google Earth พบว่าได้ระยะทาง 1681.88 กิโลเมตร

3. คำนวณความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จากสมการ “[ความยาวเส้นรอบวงโลก=ระยะทางระหว่างสถานที่ปฏิบัติการถึงเส้นศูนย์สูตร× (360/a)]” เมื่อ a คือมุมที่ดวงอาทิตย์ตกกระทบในเวลาเที่ยงตรง

4. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวงจากสมการ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = [ค่าที่ได้จากการทดลอง-ค่าจริง] × [100/ค่าจริง] เมื่อค่าจริงของความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวง เท่ากับ 40,008 กิโลเมตร

### ผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในช่วงวันศารทวิษุวัต (22-24 กันยายน 2559) โดยใช้ความสูงของเสา กำเนิดเงาแตกต่างกัน 5 ระดับ ณ พิกัดภูมิศาสตร์โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา (101.4๐ E, 15.13๐ N) สามารถ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในช่วงวันศารทวิษุวัต (22-24 กันยายน 2559) ณ พิกัดโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา (101.4๐ E, 15.13๐ N)

เสาที่	ความสูงเสา (cm)	ความยาวเงา (cm)	tan A	มุม A (องศา)	ระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตร (กม.)	ความยาวเส้นรอบวงโลก (กม.)	ERROR (%)
1	411	111	0.270	15.11	1681.88	40,062.06	0.14
2	229	64	0.279	15.61	1681.88	38,776.82	3.08
3	8	2.0	0.250	14.04	1681.88	43,136.67	7.82
4	6	1.7	0.283	15.82	1681.88	38,274.82	4.33
5	4	1.1	0.275	15.38	1681.88	39,377.40	1.58
เฉลี่ย						39,925.55	3.39

## ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์ใช้โปรแกรม Google Earth ในการวัดระยะทางบนโลกการเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์การวิจัยหรือ การเรียนรู้ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ เป็นสิ่งที่สามารถทำได้จริงอย่างประสบความสำเร็จ

2. กิจกรรมนี้สามารถใช้เพื่อศึกษาค่าอื่นๆ ได้เช่น ค่ารัศมีของโลก หรือความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโลก เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

วิจัยเล่มนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่การศึกษาหาข้อมูลการทดลองการวิเคราะห์ผลการทดลอง การจัดทำเป็นรูปเล่ม จนกระทั่งวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดระยะเวลาดังกล่าว ผู้จัดทำวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่างๆตลอดจนได้รับกำลังใจจากบุคคลหลายๆท่าน ผู้จัดทำตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาจากทุกๆท่านเป็นอย่างยิ่ง ณ โอกาสนี้ขอขอบคุณทุกๆท่าน ดังนี้ กราบขอบพระคุณ หอจดหมายเหตุพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา และบุคลากร ที่ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อสถานที่เพื่อเก็บข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ นายประเสริฐ กุลพิพัฒนรัตน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา ที่สนับสนุนในด้านวิชาการเสมอมา

กราบขอบพระคุณ คุณครูสุพรรณ สืบสีสุก คุณครูที่ปรึกษาจากภาควิชาฟิสิกส์ ผู้ให้คำแนะนำและได้เมตตาให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ในการทำวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

กราบขอบพระคุณ คุณครูจุฑาทิพย์ แผลูกอินทร์ คุณครูผู้ควบคุมดูแลงานวิจัย ให้คำปรึกษาและประสานงานวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสทางการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

สรุคสนธิ บุญโยทยาน. (2556). การอบรมเชิงปฏิบัติการ อีราโตสทีเนส วัดโลกทั้งใบด้วยไม้แท่งเดียว. ปทุมธานี: องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. (เอกสารอัดส าเนา).

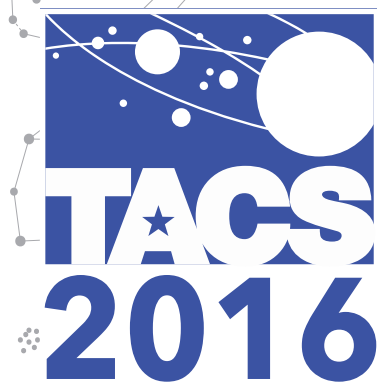
Anantasook, S. & Yuenyong, C. (2015). Applying Social Media for Measure Earth's Circumference from Different Locations on the Vernal Equinox. Proceedings of the 23 rd International Conference on Computers in Education.

China: Asia-Pacific Society for Computers in Education. 341-348. Bekeris,V., Bonomo, F., BonZi, E., Garcia, B., Mattei, G., Mazzitelli, D., Dawson, S. P., Fernandez de la Vega C. S., & Tamarit, F. (2011). Eratosthenes 2009/2010: An Old Experiment in Modern Times. Astronomy Education Review. USA: The American Astronomical Society. Retrieved September 14, 2014 from <http://portico.org/stable?au=pgg3ztf87cz>



### ภาพปก “การประชุมวิชาการดาราศาสตร์เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 3 ”

ภาพดวงจันทร์เต็มดวงใกล้โลกในมุมมองภาพลวงตา ในคืนวันที่ 14 พฤศจิกายน 2559 ดวงจันทร์เต็มดวงปรากฏในตำแหน่งใกล้โลกมากที่สุดในรอบปีนี้ ที่ระยะห่างประมาณ 356,511 กิโลเมตร และยังเป็นโคจรเข้าใกล้โลกที่สุดในรอบ 68 ปี ดวงจันทร์ เมื่อมีวัตถุเปรียบเทียบจะทำให้คนมองเห็นดวงจันทร์เต็มดวงมีขนาดใหญ่กว่าดวงที่อยู่บริเวณกลางฟ้าที่ไม่มีวัตถุใด ๆ อยู่ใกล้เคียง ภาพบุคคลชุดเลข 9 สื่อแทนความจงรักภักดีของพสกนิกรชาวไทยที่มีต่อพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช



THE 3<sup>rd</sup> THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE



สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)  
191 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ 66 53 225569 โทรสาร 66 53 225524  
E-mail : [tacs@narit.or.th](mailto:tacs@narit.or.th)