



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาการลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7
รอบพระชนมพรรษา(Extinction at TNO.)

โดย

ชนิษฐา แดงกระโทก

สาขาวิชาฟิสิกส์

รหัสนักศึกษา 5940209101

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาการลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระ
ชนมพรรษา (Extinction at TNO.)

ผู้วิจัย

นางสาวชนิษฐา แดงกระโทก รหัสนักศึกษา 5940209101
สาขาวิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นปีที่ 4

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามรายวิชาสหกิจศึกษา(401494)
สาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
พ.ศ.2562

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเข้ารับการศึกษา ณ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ฝ่ายศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาวและวิศวกรรม ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานทางด้านดาราศาสตร์ต่างๆจน สำเร็จจุล่งไปอย่างดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณ ดร. ศรัณย์ โปษยะจินดา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ได้มอบโอกาสในการฝึกงานครั้งนี้

ขอขอบพระคุณนายอภิชาติ เหล็กงาม ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาวแห่งชาติและวิศวกรรม ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการฝึกครั้งนี้

ขอขอบพระคุณนายสมสวัสดิ์ รัตนสุรย์ เจ้าหน้าที่เทคนิคดาราศาสตร์ชำนาญการ ซึ่งเป็นพี่เลี้ยงในการดูแลการฝึกงานให้คำปรึกษาและมอบหมายงานให้ทำตลอดช่วงเวลาที่ได้รับการฝึกงาน

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนวัฒน์ รังสูงเนิน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ที่คอยให้คำแนะนำปรึกษา ในการมาฝึกงานเพื่อฝึกประสบการณ์ให้สำเร็จจุล่งไปอย่างดีและยังสละเวลามานิเทศการฝึกงาน

ขอขอบพระคุณพี่พนักงาน ณ ศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาว ที่ไม่ได้กล่าวถึงข้างต้นทุกท่านที่ให้การตอบรับและคอยให้คำปรึกษารวมถึงการดูแลอย่างเป็นกันเองตลอดระยะเวลาที่ได้เข้ามาฝึกงาน จนสำเร็จจุล่งไปอย่างดี

ชนิษฐา แต่งกระโทก

หัวข้อวิจัย	การศึกษาการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา(Extinction at TNO.)
ผู้จัดทำ	นางสาวชนิษฐา แดงกระโทก
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
อาจารย์นิเทศ	ผศ. ธนวัฒน์ รุ่งสูงเนิน
สถานประกอบการ	สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
หน่วยงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาครั้งนี้เพื่อการศึกษาการหาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานจริง ณ สถานประกอบการอย่างมีระบบ เตรียมความพร้อมด้านการพัฒนาอาชีพ เสริมทักษะ เสริมประสบการณ์ และการจัดทำรายงานอย่างมีคุณภาพ ซึ่งระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติงานในครั้งนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ 2562 ถึง 6 มีนาคม 2563 ณ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการหอดูดาวแห่งชาติและวิศวกรรมงานที่ได้รับมอบหมายใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดต่างๆ เช่นกล้อง 2.4 เมตร กล้อง 1 เมตร และกล้องโทรทรรศน์ขนาด 8 นิ้ว ในการวัดคุณภาพอากาศ(DIMM seeing) งานวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์การลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ของโลกที่หอดูดาวแห่งชาติตอยอินทนนท์ โดยการถ่ายภาพดาว GD_71 standard star ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 0.5 เมตร และ 1 เมตรเชื่อมต่อกับซีซีดีโฟโตมิเตอร์ผ่านฟิลเตอร์ U , B , V , R , I ใช้ข้อมูลเก่า ของกล้อง 2.4 เมตร เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2018 และใช้ข้อมูลเก่าจากกล้อง 0.5 เมตร เมื่อวันที่ 23 -25 มีนาคม 2019 และทำการวัดแสงด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลโฟโตเมตรีด้วยโปรแกรม Maxlm DL 6 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวัดแสงมาคำนวณ เพื่อหาค่า Airmass จากนั้น นำค่าที่ได้มาพ็อตเป็นกราฟ เทียบกับ magnitude เพื่อเปรียบเทียบการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้น บรรยากาศของโลก (Extinction at TNO.) ซึ่งได้ค่าจากกล้อง 2.4 เมตรของแต่ละฟิลเตอร์ ได้เท่ากับ $U = 0.5491$ $B = 0.3341$ $V = 0.1298$ $R = 0.1282$ $I = 0.0873$ จากกล้อง 0.5 เมตร วันที่ 23 มีนาคม 2019 $B = 0.3012$ $V = 0.1876$ $R = 0.1234$ วันที่ 24 มีนาคม 2019 $B = 0.2347$ $V = 0.1728$ $R = 0.1429$ วันที่ 25 มีนาคม 2019 จากกล้อง 1 เมตร วันที่ 18 ธันวาคม 2019 $B = 0.3461$ $V = 0.1082$ $R = 0.1301$

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการฝึกงาน	1
1.2 ระยะเวลาในการฝึกงาน	1
1.3 สถานที่ปฏิบัติงาน	1
1.4 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา	1
1.5 งานที่ได้รับมอบหมาย	1
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับ	2
1.7 ประวัติและความเป็นมาของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	2
1.8 ลักษณะการให้บริการขององค์กร	2
1.9 หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา	4
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	14
2.1 กล้องโทรทรรศน์ (Telescope)	14
2.2 ซีซีดี (CCD)	15
2.3 ระบบแผ่นกรองแสง	15
2.4 การลดของแสงดาวเนื่องจากบรรยากาศของโลก	18
2.5 กระบวนการวิเคราะห์ภาพ (Image Processing)	20
2.6 มวลอากาศ (AIRMASS)	21
2.7 เวลาดาราคติ (Sidereal Time)	22
2.8 เวลาสุริยคติ (Solar Time)	23
2.9 เวลามาตรฐานสากล (Universal Time)	23
2.10 วันจูเลียน (Julian Date)	23
2.11 วิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	25
3.1 งานวิจัย	25
3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	26
3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 อภิปรายผลการวิจัย	35
3.5 สรุปผลการวิจัย	36
บทที่ 4 สรุปการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและข้อเสนอแนะ	37
4.1 สรุปการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	37
4.2 ข้อเสนอแนะ	37

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 แสดงแถบค่าการผ่านของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแผ่นกรองแสงแต่ละชนิด	17
ตาราง 3.1 กราฟแสดงการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวแห่งชาติ ดอยอินทนนท์(Extinction at TNO.)	34

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา	5
ภาพที่ 1.2 หอดูดาวและอาคารควบคุม	6
ภาพที่ 1.3 รูปทรงของหอดูดาวแห่งชาติ	6
ภาพที่ 1.5 แสดงฐานของกล้องโทรทรรศน์	7
ภาพที่ 1.6 มอเตอร์ขับเคลื่อน	7
ภาพที่ 1.7 กระจกปฐมภูมิ (Primary mirror) เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร กระจกหน้า 0.15 เมตร	8
ภาพที่ 1.9 ตัวอาคารควบคุม	8
ภาพที่ 1.10 ห้องควบคุมกล้องโทรทรรศน์	9
ภาพที่ 1.11 พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการ	9
ภาพที่ 1.12 กล้องโทรทรรศน์ขนาด 1.0 เมตร	10
ภาพที่ 1.13 กล้องโทรทรรศน์สำหรับวัดค่าคุณภาพของอากาศ(DIMM Seeing)	10
ภาพที่ 1.14 กล้องถ่ายภาพ ARC4K ติดตั้งเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร	11
ภาพที่ 2.1 ลักษณะแผนซีซีดี (ที่มา: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2011)	15
ภาพที่ 2.2 ระบบแผ่นกรองแสง (ที่มา Amazon.com)	16
ภาพที่ 2.2 ระบบแผ่นกรองแสง (ที่มา Amazon.com)	17
ภาพที่ 2.4 หมอกแดด ซึ่งเกิดจากละอองอากาศ (ใต้ฐานเมฆคิวมูลัส)	20
ภาพที่ 2.5 กราฟแสดงการแบ่งชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (ที่มา LESA 2017)	
ภาพที่ 2.6 หมอกแดด ซึ่งเกิดจากละอองอากาศ (ใต้ฐานเมฆคิวมูลัส)	21
ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับระยะเซนทิ มีความสัมพันธ์	
ภาพที่ 3.2 ผลที่ได้จากการ Photometry)	29
ภาพที่ 3.3 ภาพการ คำนวณหาค่า Airmass	30
ภาพที่ 3.4 กราฟการลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาว	30
ภาพที่ 3.5 กราฟการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกกล้อง 0.5 เมตร	31
ภาพที่ 3.6 กราฟการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลก 1 เมตร	31
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ B	32
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 1 เมตร ฟิลเตอร์ V	32
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ U	33
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 0.5 เมตร ฟิลเตอร์ R	33
ภาพที่ 3.11 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ I	34
ภาพที่ 3.12 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 0.5 เมตร ฟิลเตอร์ B	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของการฝึกงาน

- 1.1.1 เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการทำงานของหน่วยงานและสามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- 1.1.2 เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้ในภาคทฤษฎี
ซึ่งนับเป็นการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ภาคทฤษฎีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 1.1.3 เพื่อให้ให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ทำงานในสถานที่จริงเป็นแนวทางให้สามารถพัฒนาตนเองให้เหมาะสมเมื่อประกอบอาชีพในภาคทฤษฎี
- 1.1.4 เพื่อให้ฝึกให้มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ มีระเบียบวินัย และความอดทน ทั้งยังมีมนุษยสัมพันธ์ และไหวพริบการแก้ปัญหา

1.2 ระยะเวลาในการปฏิบัติการฝึกงาน

วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 6 มีนาคม 2563

1.3 สถานที่ปฏิบัติงาน

สำนักงานใหญ่ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์(องค์การมหาชน) 260 หมู่ 4 ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180 โทรศัพท์ 053-121268-9 โทรสาร 053-121250

ศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาวและวิศวกรรม ฝ่ายปฏิบัติการทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนพรรษา ตั้งอยู่ ณ บริเวณสถานีทวนสัญญาณ ทีโอที (กม. 44) อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ พิกัดละติจูด 18.56 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.46 องศาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2,457 เมตร

1.4 ชื่อและตำแหน่งของเจ้าหน้าที่ที่ปรึกษา

ชื่อ : นายสมสวัสดิ์ รัตนสุรย์

ตำแหน่ง : เจ้าหน้าที่เทคนิคดาราศาสตร์ชำนาญการ

1.5 งานที่ได้รับมอบหมาย

1.5.1 การศึกษาเว็บไซต์และโปรแกรมทางดาราศาสตร์ เช่น โปรแกรม MaxIm DL6, เว็บไซต์ simbad ,object visibility โปรแกรม Aladin โปรแกรมในการควบคุมกล้อง 1 เมตรและ 2.4 เมตร โปรแกรม The Sky และฐานข้อมูลทางดาราศาสตร์อื่นๆ

1.5.2 วิจัยเรื่อง การลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศที่หอดูดาวแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Extinction at TNO.)

1.5.3 การเปลี่ยน ccd และอุปกรณ์ต่างๆของตัวกล้อง

1.5.4 การใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 1เมตร และ 0.5 เมตร

1.5.5 การใช้กล้องโทรทรรศน์วัดค่าคุณภาพอากาศ(DIMM Seeing)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 เกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์จากการทำงานจริง
- 1.6.2 สามารถประยุกต์ความรู้ทางทฤษฎีให้เข้ากับการทำงานในทางปฏิบัติได้
- 1.6.3 สามารถแก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการทำงานได้ดียิ่งขึ้น
- 1.6.4 มีความรับผิดชอบรู้จักหน้าที่และสามารถปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นในสังคมได้

1.7 ประวัติและความเป็นมาของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ความก้าวหน้าทางดาราศาสตร์และความสนใจของประชาชนในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางดาราศาสตร์ในประเทศไทยในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานของประเทศและสร้างสังคมการเรียนรู้ให้แก่ประชาชนไทย นอกจากนี้เนื่องในวาระที่มีการสมโภช 200 ปี แห่งพระราชสมภพพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย พ.ศ. 2547 และเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช พระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทย ในวโรกาสทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษาปี พ.ศ. 2550 และพระองค์ยังทรงโปรดวิชาดาราศาสตร์เป็นอย่างมาก ในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติอนุมัติให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินโครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติในรูปแบบองค์การมหาชนขึ้น เพื่อเป็นการรองรับนโยบายของรัฐบาลในการสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในงานวิจัยทางดาราศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ตลอดจนการสนับสนุนการสร้าง ความเข้มแข็งทางด้านงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการสร้างสังคมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้แก่ประชาชนชาวไทยและเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2549 คณะรัฐมนตรีได้เห็นชอบให้สถาบันดาราศาสตร์แห่งชาติเข้าเป็นสมาชิกระดับประเทศ(National Membership) ของสหพันธ์ดาราศาสตร์นานาชาติ(International Union) ต่อมาเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2551 คณะรัฐมนตรีได้เห็นชอบให้ร่างพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2551 ขึ้นและประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เล่ม 25 ตอนที่ 138 ก. วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2551 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา ซึ่งถือว่าวันดังกล่าวนี้เป็นวันสถาปนาสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

1.8 ลักษณะการให้บริการขององค์กร

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติจะเป็นแกนหลักของประเทศไทยที่จะขับเคลื่อนกิจกรรมทางดาราศาสตร์ทั้งด้านงานวิจัย การสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ และการบริการวิชาการแก่ชุมชน สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่และสร้างเครือข่ายทางวิชาการทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ เพื่อยกระดับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลเพื่อสืบทอดภูมิปัญญาทางดาราศาสตร์ดั้งเดิมจากหอดูดาววัดสันเปาโลสู่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ ที่จะก้าวร่วมกับสังคมในการพัฒนาดาราศาสตร์ยุคใหม่ต่อไป

1.8.1 รูปแบบการจัดการองค์กรและบริหารงาน

1.8.1.1 **วิสัยทัศน์** เป็นองค์กรที่มีความเป็นเลิศทางด้านดาราศาสตร์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

1.8.1.2 พันธกิจ

1. ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาด้านดาราศาสตร์

2. สร้างเครือข่ายงานวิจัย และวิชาการด้านดาราศาสตร์ในระดับชาติและนานาชาติ กับสถาบันต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

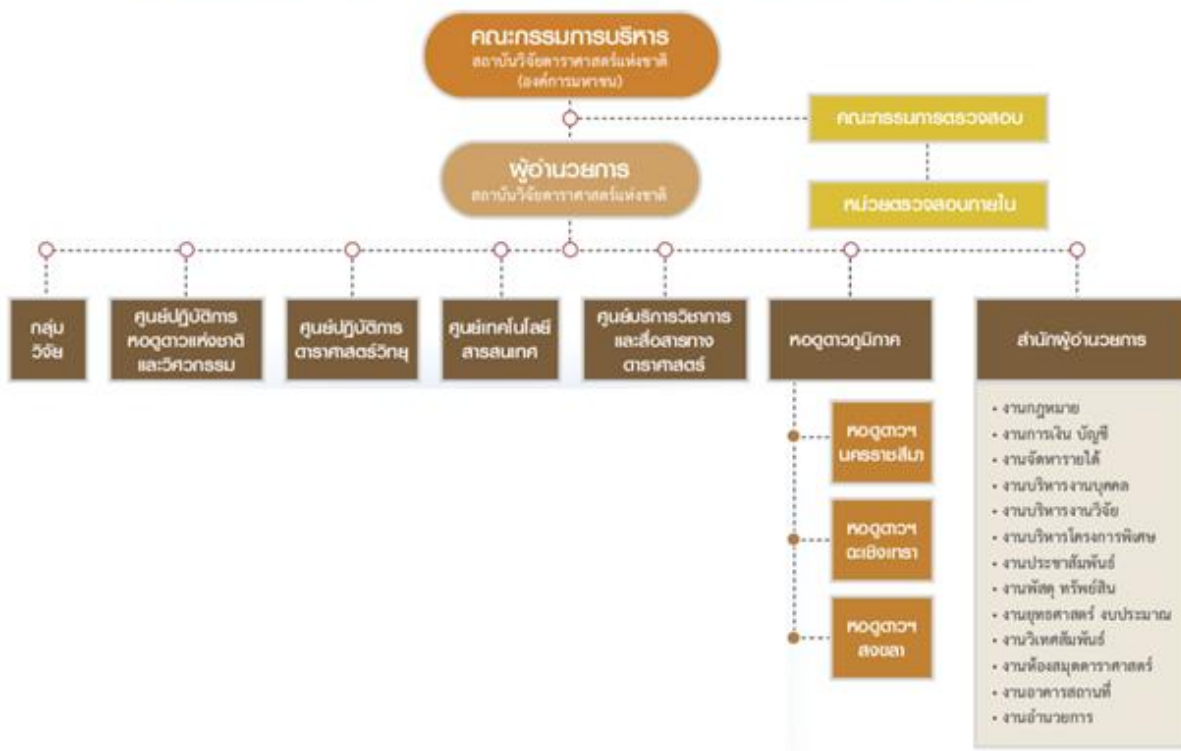
3. ส่งเสริม สนับสนุน และประสานงานความร่วมมือทางด้านดาราศาสตร์กับหน่วยงานอื่นของรัฐบาลและภาคเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศ

4. บริการถ่ายทอดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีด้านดาราศาสตร์

1.8.1.3 เป้าหมาย กำลังคนทางด้านงานวิจัยและวิชาการดาราศาสตร์ และสาขาที่เกี่ยวข้อง ให้ได้รับการเสริมสร้างขีดความสามารถโดยการศึกษาอบรมการสร้างเครือข่ายสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการผลิตผลงานวิจัย สนับสนุนการเรียนการสอน การถ่ายทอดเทคโนโลยี และการบริการความรู้ทางดาราศาสตร์แก่ชุมชน โดยมีระบบการบริหารจัดการที่คล่องตัวโปร่งใส มีธรรมาภิบาล เพื่อรองรับการพัฒนาทางดาราศาสตร์ของประเทศ

1.8.1.4 โครงสร้างขององค์กร

📌 โครงสร้างองค์กรของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)



1.9 หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา

ประวัติความเป็นมา เมื่อคณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินการโครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2547 นั้น แผนดำเนินการที่สำคัญประการหนึ่งที่ได้รับการบรรจุไว้ในลำดับต้น ๆ ของแผนการจัดตั้งคือการวางโครงสร้างพื้นฐานทางดาราศาสตร์ระดับมาตรฐานสากลเพื่อสนับสนุนงานวิจัยด้านดาราศาสตร์ของประเทศซึ่งเป็นภารกิจหลักที่สำคัญที่สุดของสถาบัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อเอื้อให้นักวิจัยของประเทศสามารถดำเนินการวิจัยร่วมกับเครือข่ายดาราศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศได้ เป็นการสร้างรากฐานความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและยกระดับการแข่งขันและมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยสู่ระดับสากล โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว ได้แก่ หอดูดาวแห่งชาติที่มีกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ มีศักยภาพสูงสามารถใช้ในการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์เพื่อตอบสนองภารกิจด้านการวิจัยและวิชาการในวิทยาศาสตร์แขนงนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ใน พ.ศ. 2550 รัฐบาลเห็นชอบให้โครงการหอดูดาวแห่งชาติเป็นหนึ่งในโครงการเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ในโอกาสทรงเจริญพระชนมายุ 80 พรรษาสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ รับหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาเป็นโครงการในพระราชดำริฯ เมื่อวันที่ 15 กันยายน 2552 และได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนามหอดูดาวแห่งชาติว่า “หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา” เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2554

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ตั้งอยู่ ณ สถานีทวนสัญญาณทีโอที (กม. 44.4) อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด 18° 34' 25'' N และ 98° 28' 55'' E สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2,457 เมตร โดยพิจารณาจากความเหมาะสมดังต่อไปนี้

1. มีทัศนวิสัยทางดาราศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการสังเกตการณ์อยู่สูงจากระดับพายุ มีสภาพอากาศปลอดโปร่งตลอดช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคมของทุกปีรวมทั้งยังปราศจากแสงจากเมืองใหญ่รบกวน
2. สามารถเชื่อมต่อสัญญาณกับศูนย์บริการข้อมูลสารสนเทศและฝกอบรมทางดาราศาสตร์ ณ บริเวณที่ทำการอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์(กม. 31)
3. เป็นพื้นที่เช่างานอยู่แล้วมีอาคารและเสาสัญญาณของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) อยู่ในบริเวณดังกล่าว
4. เป็นบริเวณที่มีรั้วรอบขอบชิดไม่มีต้นไม้อื่นขึ้นในบริเวณนั้นและอยู่ห่างจากถนนใหญ่ไม่รบกวนทัศนียภาพ และไม่ตองตัดต้นไม้



ภาพที่ 1.1 หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา

อาณาเขตของหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯติดต่อกับพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับหน่วยพิทักษ์ยอดดอย (ระยะห่าง 4 กม.) และศูนย์ควบคุมและรายงานดอยอินทนนท์ของกองทัพอากาศ (ระยะห่าง 5 กม.)

ทิศใต้ ติดต่อกับพระมหาธาตุนภเมทนีดลและพระมหาธาตุนภพลภูมิสิริ(ระยะห่างประมาณ 1.5 กม.)

ทิศตะวันออก ติดต่อกับทางหลวงหมายเลข 1009 สายจอมทอง-ดอยอินทนนท์ (ระยะห่าง ประมาณ 250 เมตร)

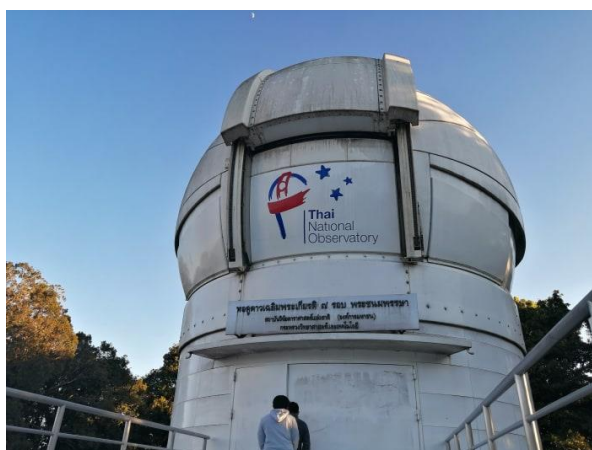
ทิศตะวันตก ติดต่อกับแนวพื้นที่ป่าดิบเขาสูง (ระดับความสูง 2,478.50 ม.เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางพิกัด UTM 47P 0445352E 2053813N) พื้นที่รวมทั้งสิ้น 199.50ตารางวา หรือ 798 ตารางเมตร

1.9.1 หอดูดาวและอาคารควบคุม หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา เป็นกลุ่มอาคารประกอบด้วยอาคารหลัก 2 หลัง คือ อาคารหอดูดาว และอาคารควบคุม มีพื้นที่ใช้สอยทั้งสิ้น 501.3 ตารางเมตรเป็นอาคารหอดูดาว 50.30 ตารางเมตร และอาคารควบคุม 451 ตารางเมตร สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติได้ทำสัญญาจ้างบริษัท แคปปิตัล มารีน ไฟเบอร์กลาส จำกัด เป็นผู้ก่อสร้างอาคารทั้งสองเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2553



ภาพที่ 1.2 หอดูดาวและอาคารควบคุม

1.9.1.1 อาคารหอดูดาว อาคารหอดูดาวเป็นอาคารที่ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร ซึ่งเป็นกล้องโทรทรรศน์หลักของหอดูดาวแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา มีลักษณะเป็นอาคารทรงกระบอกฝังฐานรากลึก 21 เมตร ผนังอาคารเป็นผนังวงแหวน (Ring Wall) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 เมตร ส่วนบนติดตั้งโดม (Dome) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เมตร สูง 5.5 เมตร ความสูงรวมทั้งหมดประมาณ 19 เมตร ภายในโดมติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร กล้องโทรทรรศน์ตั้งอยู่บนฐาน (Pier) ตัวโดมและภายในอาคารสามารถหมุนได้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่กวาดพิภคของกล้องโทรทรรศน์ (Co-rotating Dome) มีช่องปิด-เปิด (Shutter) กว้าง 3 เมตร ช่องปิด-เปิดนี้ช่วยกันลมที่อาจทำให้กล้องสั่นไหวได้ โดมหอดูดาว ฯ ดังกล่าวนี้ออกแบบโดยบริษัท EOS Space Systems PTY. Ltd. ประเทศออสเตรเลีย



ภาพที่ 1.3 รูปทรงของหอดูดาวแห่งชาติ

ภายในหอดูดาวประกอบด้วย 3 ชั้น ชั้นที่ 1. ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้องโทรทรรศน์และโดม รวมถึงอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานอื่น ๆ



ภาพที่ 1.4 ภาพแสดงคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้องโทรทรรศน์ (ตู้สีฟ้า)

ชั้นที่ 2. ติดตั้งมอเตอร์เพื่อควบคุมการขับเคลื่อนโดม ประกอบด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อนจำนวนสองตัว สำหรับหมุนตัวโดม โดยมอเตอร์จะขับเคลื่อนให้ตัวโดมหมุนไปทิศทางเดียวกันกับกล้องโทรทรรศน์

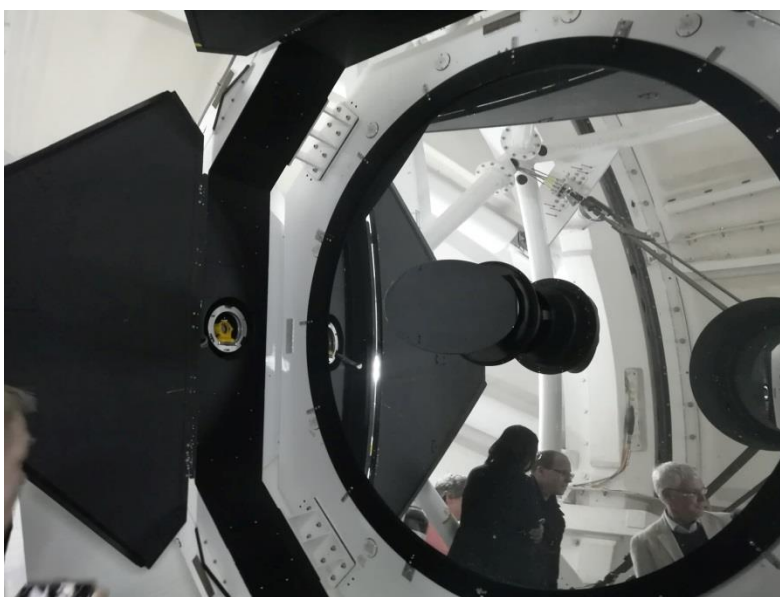


ภาพที่ 1.5 แสดงฐานของกล้องโทรทรรศน์

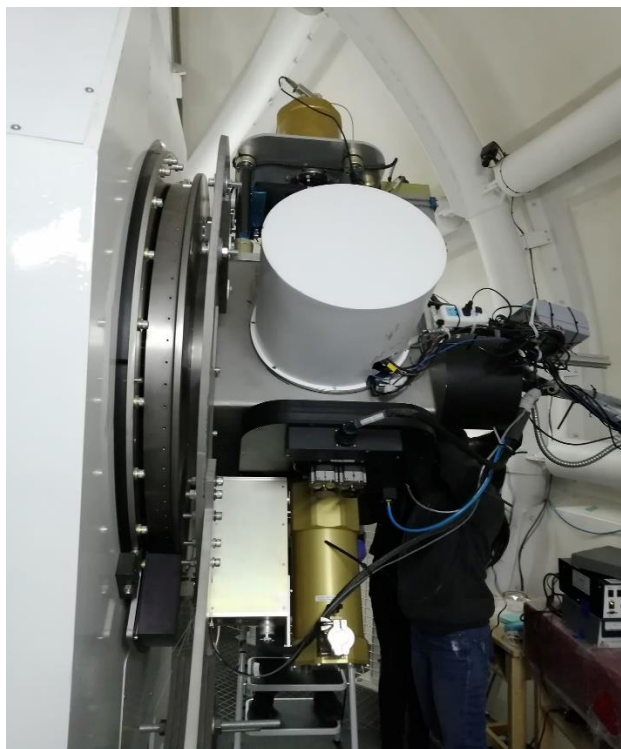


ภาพที่ 1.6 มอเตอร์ขับเคลื่อน

ชั้นที่ 3. ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร และด้านข้างของกล้องโทรทรรศน์จะติดตั้ง อุปกรณ์ เก็บ ข้อมูลทางดาราศาสตร์โดยสามารถติดตั้งได้พร้อมกันถึง 4 ตัว



ภาพที่ 1.7 กระจกปฐมภูมิ (Primary mirror) เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร กระจกหนา 0.15 เมตร



ภาพที่ 1.8 (Instrument cube) สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล

1.9.1.2 อาคารควบคุม



ภาพที่ 1.9 ตัวอาคารควบคุม

อาคารควบคุมเป็นอาคาร 2 ชั้น ใช้เป็นสถานที่ปฏิบัติงานของนักดาราศาสตร์และเจ้าหน้าที่ ควบคุมการทำงานของกล้องโทรทรรศน์ฯ

พื้นที่ชั้น 1. ประกอบด้วยห้องเก็บเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และห้องพักนักดาราศาสตร์

พื้นที่ชั้น 2. ประกอบด้วยห้องควบคุมการทำงานของโดม กล้องโทรทรรศน์หลัก และพื้นที่จัดแสดงนิทรรศการ



ภาพที่ 1.10 ห้องควบคุมกล้องโทรทรรศน์

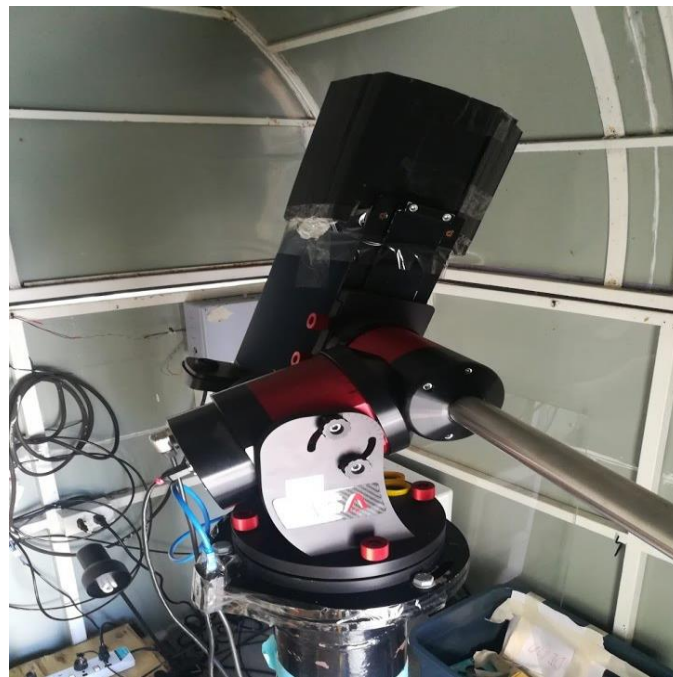


ภาพที่ 1.11 พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการ

ส่วนดาดฟ้าของอาคารควบคุมติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร และกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กสำหรับวัดค่าคุณภาพของอากาศ(DIMM Seeing) รวมถึงติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพอากาศและสภาพท้องฟ้า อาคารหอดูดาวและอาคารควบคุมเชื่อมต่อกันจากชั้นดาดฟ้าของอาคารควบคุมเข้าสู่อาคารหอดูดาว



ภาพที่ 1.12 กล้องโทรทรรศน์ขนาด 1.0 เมตร

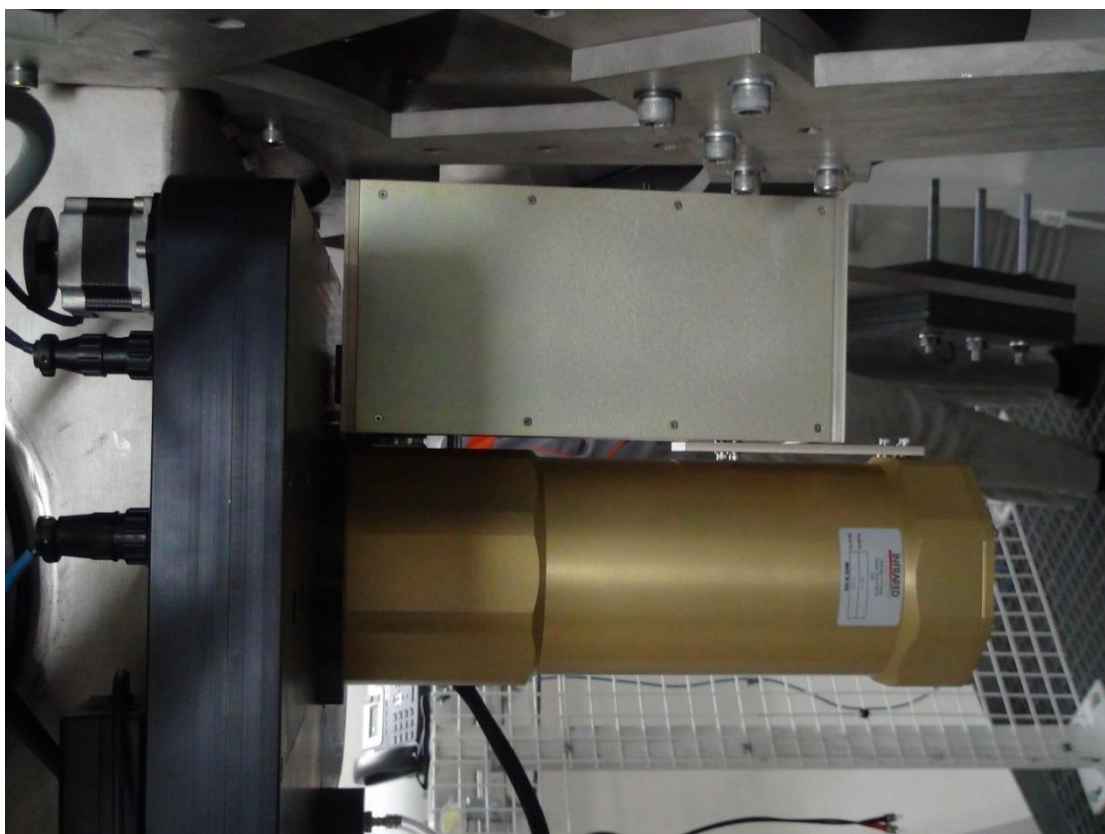


ภาพที่ 1.13 กล้องโทรทรรศน์สำหรับวัดค่าคุณภาพของอากาศ(DIMM Seeing)

1.9.1.3 อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Equipment and Instrument at TNO)

1. กล้องถ่ายภาพ ARC4K

กล้องถ่ายภาพเออาร์ซี 4 เค (Astronomical Research Cameras 4k by 4k, ARC4K) เป็นกล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร โดยทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ฯซื้อจากบริษัท Astronomical Consultants & Equipment, Inc ติดตั้งใช้งานเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2556 สำหรับถ่ายภาพความละเอียดสูงเพื่อวัดแสงดาว ครอบคลุมความยาวคลื่น 350-900 นาโนเมตร หล่อเย็นด้วยไนโตรเจนเหลว -110 องศาเซลเซียส มีฟิลเตอร์สำหรับใช้งานในการวิจัยทั้งย่านกว้างและย่านแคบทั้งสิ้น 11 ฟิลเตอร์ สามารถติดตั้งใช้งานในฟิลเตอร์วีลส์ได้พร้อมกันได้ 9 ฟิลเตอร์



ภาพที่ 1.14 กล้องถ่ายภาพ ARC4K ติดตั้งเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร

2. กล้องถ่ายภาพ ULTRASPEC

กล้องถ่ายภาพ ULTRASPEC เป็นกล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร โดยความร่วมมือของ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ฯกับ Warwick University และ University of Sheffield ทดสอบรับแสงแรกเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2556 สำหรับถ่ายภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดออกคัลเทชัน (Occultation) สามารถถ่ายภาพได้เร็วถึงหลายร้อยภาพต่อวินาที ครอบคลุมความยาวคลื่น 300-1000 นาโนเมตร ในโหมดอ่านข้อมูลปกติมีสัญญาณรบกวนประมาณ $2.5 e^-$ หล่อเย็นด้วยไนโตรเจนเหลว -113.15 องศาเซลเซียส มีฟิลเตอร์สำหรับใช้งานในการวิจัยทั้งย่านกว้างและย่านแคบทั้งสิ้น 14 ฟิลเตอร์ สามารถติดตั้งใช้งานในฟิลเตอร์วีลส์ได้พร้อมกันได้ 6 ฟิลเตอร์



ภาพที่1.15 กล้องถ่ายภาพ ULTRASPEC ติดตั้งเข้ากับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร

บทที่ 2

เอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลก ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยกล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 1 เมตร และ 0.5 เมตร ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กล้องโทรทรรศน์ (Telescope)

กล้องโทรทรรศน์อาจแบ่งได้ตามหลักการสร้างภาพได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

2.1.1 กล้องแบบหักเหแสง

กล้องแบบหักเหแสงใช้เลนส์นูนอย่างน้อยสองชิ้นประกบด้วยกัน ชิ้นหนึ่งเรียกว่า เลนส์วัตถุ อยู่ทางด้านหน้าของตัวกล้อง อีกชิ้นหนึ่งเรียกว่า เลนส์ตา อยู่ตำแหน่งใกล้ตา อัตราขยายของกล้องชนิดนี้สามารถหาได้จาก

2.1.2 กล้องแบบสะท้อนแสง

กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงประกอบด้วยกระจกเว้าโค้งแบบพาราโบลาเรียกว่า กระจกหลัก (primary mirror) กับเลนส์ตาอีกอันหนึ่ง กำลังขยายของกล้องแบบสะท้อนแสงหาได้จาก กำลังขยายเท่ากับ ความยาวโฟกัสของกระจกหลักหารด้วยความยาวโฟกัสของเลนส์ตา กำลังขยาย เท่ากับความยาวโฟกัสของเลนส์วัตถุหารด้วยความยาวโฟกัสของเลนส์ตาคือเปรียบเทียบกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงกับกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงแล้ว กล้องแบบสะท้อนแสงเหมาะกับกล้องขนาดใหญ่มากกว่ากล้องแบบหักเหแสง เนื่องจากกระจกสะท้อนแสงสามารถสร้างให้มีขนาดใหญ่ และมีโครงสร้างเสริมหนุนอยู่ด้านหลังกระจกเพื่อรักษาความโค้งเอาไว้ได้ ในขณะที่กล้องหักเหแสงสามารถยึดติดกับสิ่งอื่นได้เฉพาะที่ขอบเลนส์เท่านั้น จึงมีขีดจำกัดอยู่ที่เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตรเท่านั้น หากสร้างกระจกใหญ่กว่านี้ น้ำหนักของเลนส์จะถ่วงให้กระจกมีรูปร่างบิดเบี้ยวจนภาพที่ได้มีความเพี้ยนมากเกินไป ปัจจุบันกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงที่ใหญ่ที่สุดตั้งอยู่ที่หอดูดาวเคอเคอเคอ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ 1 เมตร กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงยังมีชนิดย่อย ๆ อีกหลายชนิด เช่น

กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบนิวตัน (Newtonian Reflector)

มีกระจกเว้าอยู่ท้ายกระบอก ที่ด้านหน้าใกล้กับปากกระบอกกล้องมีกระจกเฉียง 45 องศาเพื่อสะท้อนแสงออกไปทางด้านข้างลำตัวกล้องซึ่งมีเลนส์ตาติดอยู่ เวลาส่องดูจึงต้องส่องดูข้าง ๆ ลำตัวกล้อง

กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงแบบแคสสิเกรน (Cassigrain Reflector)

มีกระจกนูนชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่ากระจกรอง (secondary mirror) อยู่ที่ด้านหน้าของตัวกล้อง กระจกชิ้นนี้สะท้อนแสงจากกระจกหลักผ่านรูที่อยู่ตรงกลางของกระจกหลัก ซึ่งเลนส์ตาจะติดอยู่ที่ด้านหลังของกระจกหลัก เนื่องจากกระจกรองช่วยย่นความยาวของกระบอกกล้อง กล้องชนิดนี้จึงมักมีรูปร่างสั้นป้อม

กล้องโทรทรรศน์แบบชนิดที่แคสสิเกรน

คล้ายกับกล้องแบบแคสสิเกรน แต่มีกระจกปรับความโค้ง (corrector plate) ปิดอยู่ด้านหน้าของตัวกล้อง ส่วนกระจกหลักโค้งแบบทรงกลม กล้องชนิดนี้มักจะสั้นป้อมกว่าแบบแคสสิเกรนเล็กน้อย เป็นชนิดที่นักดูดาวใช้กันมาก

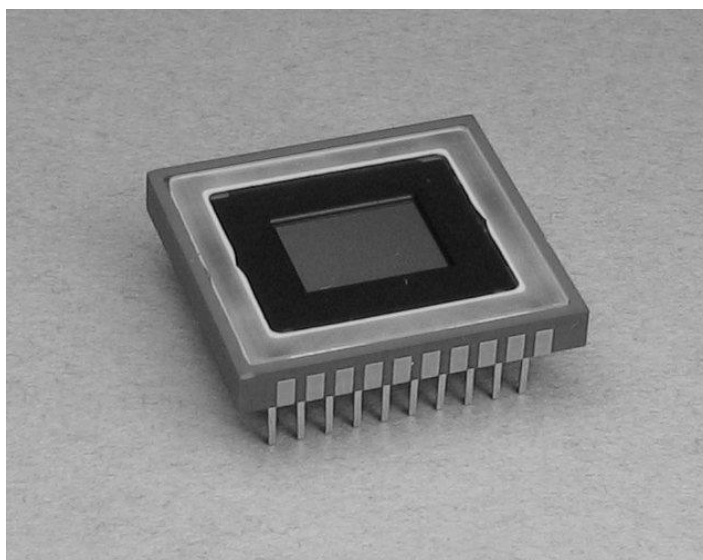
กล้องโทรทรรศน์แบบมักซูดอฟ

กล้องโทรทรรศน์แบบมักซูดอฟนี่ คล้ายกับแบบชนิดท์แคสสิเกรน แต่ความโค้งกระจกด้านหน้าต่างกัน กระจกปรับความโค้งของกล้องชนิดนี้ดูคล้ายกับเป็นเลนส์เว้า เลนส์ซูเปอร์เทโลโฟโต้ชนิดรีเฟล็กซ์สำหรับถ่ายภาพทั่วไปมักใช้โครงสร้างของเลนส์เป็นแบบมักซูดอฟนี่

เอฟเรโซ (f ratio) ดังได้กล่าวมาแล้วว่า กล้องโทรทรรศน์นอกจากมีหน้าที่ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นหรือให้เหมือนกับวัตถุอยู่ใกล้เข้ามา นอกจากนี้ยังมีอีกหน้าที่หนึ่งก็คือ ขยายแสงหรือการรวมแสงให้สว่างมากขึ้นนั่นเอง บางครั้งวัตถุท้องฟ้าที่เราต้องการส่องนั้นมีขนาดไม่เล็กเลย แต่ว่าจางมากจนมองไม่เห็น ดังนั้นการขยายทางแสงจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าการขยายขนาดภาพเลย ในขณะที่กำลังขยายภาพของกล้องโทรทรรศน์ถูกกำหนดด้วยความยาวโฟกัสของเลนส์หรือกระจก กำลังขยายทางแสงจะขึ้นกับขนาดความกว้างของกระจกและเลนส์เป็นสำคัญ ซึ่งบอกด้วยตัวเลขที่เรียกว่า เอฟเรโซเอฟเรโซ เป็นค่าที่บอกความสามารถในการรวมแสงของเลนส์วัตถุ มีความหมายเดียวกันกับเอฟเรโซของเลนส์กล้องถ่ายรูป (หรือกระจก ในกรณีของกล้องสะท้อนแสง) ค่าเอฟเรโซหาได้จาก ความยาวโฟกัสของเลนส์หารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ เช่นกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์วัตถุ 110 มม. ความยาวโฟกัส 1100 มม. ก็จะมีค่าเอฟเรโซเป็น $1100/110 = 10$ หรือเขียนว่า f/10 ค่าเอฟเรโซยิ่งต่ำจะยิ่งมีกำลังรวมแสงมาก

2.2 ซีซีดี (CCD)

ปัจจุบัน การถ่ายภาพทางดาราศาสตร์และการถ่ายภาพทั่วไป ได้เปลี่ยนจากการเก็บแสงด้วยฟิล์มมาเป็น CCD (charge-Coupled Device) CCD ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ 1969 หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาไปอย่างมากจนใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุปกรณ์การถ่ายรูป ตั้งแต่กล้องดิจิทัล กล้องวิดีโอ โทรศัพท์มือถือ การคิดค้น CCD มีประโยชน์กับวงการดาราศาสตร์เป็นอย่างมาก เพราะ CCD มีประสิทธิภาพทางควอนตัม (quantum efficiency) ที่สูงถึง 95% (สามารถเปลี่ยนโฟตรอนที่รับสัญญาณได้ถึง 95%) ประสิทธิภาพในการดักจับแสงเกือบเท่ากับตลอดทุกความยาวคลื่น ความเป็น linearity ของสัญญาณที่ได้รับให้สัญญาณสองเท่าเมื่อได้รับโฟตรอนเพิ่มขึ้นเป็น สองเท่า เทียบกับกล้องฟิล์มซึ่งได้รับแสงน้อยลงเมื่อได้รับแสงมาจุดหนึ่ง) ความสะดวกในการใช้งาน



ภาพที่ 2.1 ลักษณะแผ่นซีซีดี (ที่มา: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2011)

CCD มีลักษณะแบ่งเป็น pixel ประกอบด้วย ส่วนที่ไวแสง และส่วนที่เก็บประจุ เมื่อโฟตรอน ตกลงบน pixel จะถูกเอาเก็บไว้ในรูปของอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนนี้ จะถูกสะสมไว้ใน เมื่อถึงเวลาอ่านข้อมูล ประจุที่ถูกล

สะสมเอาไว้ในแต่ละ pixel จะถูกส่งต่อไปเป็นทอดๆ ไปยัง pixel ซึ่งจะอ่านประจุที่เก็บได้เป็นรูปของความต่างศักย์ ซึ่งจะทำให้การประมวลเป็นภาพต่อไป

2.3 ระบบแผ่นกรองแสง

การวิจัยเกี่ยวกับสีและโชติมาตรปรากฏของดาวนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับแผ่นกรองแสง (Filters) เนื่องจากแต่ละชนิดของแผ่นกรองแสงผ่านได้ในช่วงความยาวคลื่นแตกต่างกัน หมายถึง จำนวน ฟลักซ์ (Flux) หรือค่าพลังงานแสง จากการแผ่รังสีของดาวที่ส่งมายังโลกมีค่าแตกต่างกัน นั่นคือ ความสว่างของดาวต่างกันในแต่ละชนิดของแผ่นกรองแสง ซึ่งระดับความสว่างของดาวในแต่ละชนิดของแผ่นกรองแสง เรียกว่า โชติมาตรปรากฏ ในระบบแผ่นกรองแสงที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ระบบแผ่นกรองแสงชนิดแถบกว้าง (Wide Band) ของจอห์นสันและมอร์แกน (H.L. Johnson and W.W. Morgan) ในแต่ละช่วงความยาวคลื่นกว้างประมาณ 1000 อังสตรอม ได้แก่ ช่วงความยาว คลื่น สีน้ำเงิน (B) สีเหลือง (V) สีแดง (R) ซึ่งมีค่าการผ่านของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแผ่นกรองแสงแต่ละชนิด



ภาพที่ 2.2 ระบบแผ่นกรองแสง (ที่มา Amazon.com)

ตาราง 2.1 แสดงแถบค่าการผ่านของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแผ่นกรองแสงแต่ละชนิด

Filter	Effective Wavelength Midpoint λ_{eff} for Standard Filter	Full Width Half Maximum (Bandwidth $\Delta\lambda$)
U	365 nm	66 nm
B	445 nm	94 nm
V	551 nm	88 nm
R	658 nm	138 nm
I	806 nm	149 nm

2.4 ภาพถ่าย ซีซีดี (Image)

ภาพที่ถ่ายได้จากกล้องซีซีดี โดยปิดหน้ากล้องแบบ Ram (Ram Exposure) นั้นคุณภาพของภาพถ่ายยังไม่ดี เนื่องจากสัญญาณส่วนที่ไม่ต้องการ และสัญญาณรบกวน (Noise) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของภาพที่ถ่ายได้ และแหล่งที่มาของสัญญาณรบกวน เพื่อการกำจัดสัญญาณส่วนที่ไม่ต้องการ และสัญญาณรบกวนนี้ ออกจากภาพถ่าย

2.4.1 องค์ประกอบของภาพที่ถ่ายได้จากกล้องซีซีดี ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. Target Signal เป็นสัญญาณแสงจากแสงดาวที่มากกระทบ CCD Chip
2. Bias Signal เป็นสัญญาณเริ่มต้น เนื่องจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และ CCD Chip ก่อนที่จะมีแสงดาวมากกระทบ
3. Thermal Signal เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นเนื่องจาก CCD Chip ซึ่งเป็น Semiconductor เมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอน (Dark current electrons) แต่สามารถที่จะลด Thermal Signal ได้โดยใช้ระบบทำความเย็น ลดอุณหภูมิของซีซีดี ลงให้มากที่สุด

2.4.2 แหล่งที่มาของสัญญาณรบกวน

เนื่องจากซีซีดี มีความไวแสงสูง จึงไวต่อทุกๆสัญญาณ ภาพที่ได้จึงประกอบด้วยสัญญาณรบกวนเหล่านี้คือ

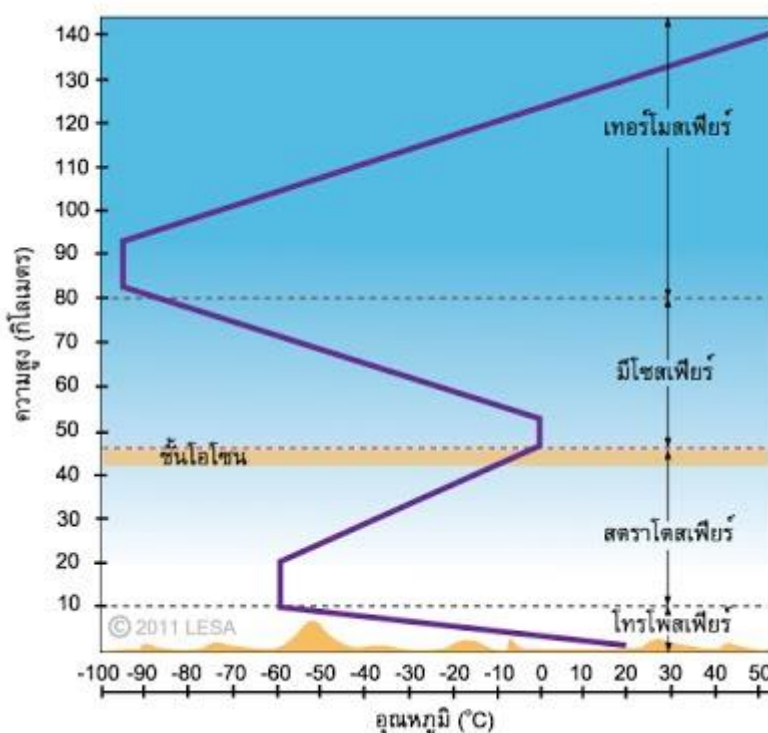
1. Thermal Noise เป็นสัญญาณรบกวน เนื่องจากการเกิด Thermal Signal ที่ส่งผลให้จำนวนอิเล็กตรอนที่ได้ มีค่าไม่คงที่ แต่ผลกระทบนี้สามารถทำให้หมดไปได้โดยการลดอุณหภูมิของซีซีดี ลงให้มากที่สุด

- 2. Readout Noise เป็นสัญญาณรบกวน เนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของ CCD Ship
- 3. Quantization Noise เป็นสัญญาณรบกวน เนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล
- 4. Sensitivity Variation Noise เป็นสัญญาณรบกวนเนื่องจากสมบัติการไวแสงของ Photo site ไม่คงที่ ในการถ่ายโอนข้อมูลจาก Photo site หนึ่งไปอีก Photo site หนึ่งบน Chip ซึ่งสามารถทำให้มีค่าลดลงได้ ด้วยการถ่ายภาพ Flat Field ที่เหมาะสมมาหารออก

2.4 การลดของแสงดาวเนื่องจากบรรยากาศของโลก

2.4.1 ชั้นบรรยากาศ

นักวิทยาศาสตร์แบ่งโครงสร้างแนวตั้งของบรรยากาศของเป็นชั้นๆ เรียกว่า "ชั้นบรรยากาศ" (Layers of Atmosphere) โดยใช้เกณฑ์แตกต่างกัน เช่น แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า แต่ในการศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา นักวิทยาศาสตร์แบ่งชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังนี้



ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงการแบ่งชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (ที่มา LESA 2017)

โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)

เป็นบรรยากาศชั้นล่างสุดที่เราอาศัย มีความหนาประมาณ 10 - 15 กิโลเมตร ร้อยละ 80 ของมวลอากาศทั้งหมดอยู่ในบรรยากาศชั้นนี้ แหล่งกำเนิดความร้อนของโทรโพสเฟียร์คือ พื้นผิวโลกซึ่งดูดกลืนแสงแดดจากดวงอาทิตย์ แล้วแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา ดังนั้นยิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิจะยิ่งลดต่ำลงในอัตรา 6.5°C ต่อ 1 กิโลเมตร จนกระทั่งถึงระยะสูงประมาณ 12 กิโลเมตร อุณหภูมิจะคงที่ประมาณ -60°C ที่รอยต่อชั้นบนซึ่ง

เรียกว่า "โทรโปพอส" (Tropopause) เครื่องบินไอพ่นนิยมบินที่ระดับนี้ เนื่องจากสภาพอากาศสงบนิ่ง และบรรยากาศมีความหนาแน่นมากพอสำหรับการสันดาปภายในเครื่องยนต์

บรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์มีไอน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำฟ้าต่างๆ เช่น เมฆ พายุ ฝน เป็นต้น บรรยากาศชั้นนี้มักปรากฏสภาพอากาศรุนแรง เนื่องจากมีมวลอากาศหนาแน่น การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ ทำให้เกิดการดูดและคายความร้อนแฝง นอกจากนี้อิทธิพลทางภูมิศาสตร์ของพื้นผิวโลก เช่น ภูเขา ทะเลทราย มหาสมุทร ยังส่งผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ ของอากาศด้วย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น กระแสลม และความกดอากาศ เป็นต้น

สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)

มวลอากาศในชั้นนี้มีร้อยละ 19.9 ของมวลอากาศทั้งหมด เหนือระดับโทรโปพอสขึ้นไป อุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นในอัตรา 2°C ต่อ 1 กิโลเมตร เนื่องจากโอโซนที่ระยะสูง 48 กิโลเมตร ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์เอาไว้จึงทำให้มีอุณหภูมิสูง บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์มีความสงบมากกว่าชั้นโทรโปสเฟียร์สโบลลุนตรวจอากาศสามารถลอยสูงได้เพียงบรรยากาศชั้นนี้ เมื่อบอลลุนลอยสูงขึ้นไปอีกก็จะแตกเนื่องจากความดันอากาศภายในและภายนอกแตกต่างกันมากจนเกินไป

มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)

เหนือบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ขึ้นไป อุณหภูมิลดต่ำลงอีกครั้ง จนถึง -90°C ที่ระยะสูง 80 กิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากห่างจากแหล่งความร้อนในชั้นโอโซนออกไป มวลอากาศในชั้นมีโซสเฟียร์นี้มีไม่ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลอากาศทั้งหมด แต่ก็มีมีความหนาแน่นมากพอที่จะสร้างความเสียหายทำให้อุกกาบาตที่ตกลงมาจากอวกาศ เกิดการลุกไหม้

เทอร์โมสเฟียร์ (Themosphere)

เหนือระดับ 80 กิโลเมตรขึ้นไป อุณหภูมิกลับสูงขึ้นอีก มวลอากาศในชั้นเทอร์โมสเฟียร์มีได้อยู่ในสถานะแก๊ส แต่อยู่ในสถานะพลาสมา (Plasma) เนื่องจากอะตอมของไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบน ได้รับรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์จึงแตกตัวเป็นประจุ (Ion) บรรยากาศชั้นนี้มีอุณหภูมิสูงมาก อย่างไรก็ตามที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้นไม่ได้หมายความว่าต้องมีความร้อนมากขึ้นด้วย เนื่องจากโมเลกุลของอากาศในชั้นนี้อยู่ห่างกันมาก และมีอยู่เบาบางมาก อุณหภูมิคือระดับพลังงานของอะตอมหรือโมเลกุลแต่ละตัว แต่ปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับมวลทั้งหมดของสสาร

ที่ระดับความสูงประมาณ 80 - 400 กิโลเมตร โมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบนสุด ดูดกลืนรังสีแกมมาและรังสีเอ็กซ์ จนทำให้อะตอมของแก๊สมีอุณหภูมิสูงมากจนแตกตัวและสูญเสียอิเล็กตรอน กลายเป็นประจุ (Ion) บางครั้งเราเรียกบรรยากาศชั้นนี้ว่า "ไอโอโนสเฟียร์" (Ionosphere) มีสมบัติในการสะท้อนคลื่นวิทยุ ทำให้เกิดประโยชน์ในการสื่อสารโทรคมนาคมระยะไกล

เหนือชั้นไอโอโนสเฟียร์ขึ้นไป ไม่มีขอบเขตที่ชัดเจนระหว่างบรรยากาศและอวกาศ เราเรียกเขตติดต่อระหว่างบรรยากาศและอวกาศ ที่ระดับความสูง 400 - 1000 กิโลเมตร ว่า "เอ็กโซสเฟียร์" (Exosphere) แม้ว่าโมเลกุลของอากาศจะมีอยู่เบาบางและอยู่ห่างกันมาก แต่ก็มีมีความหนาแน่นมากพอที่จะสร้างแรงเสียดทานให้กับดาวเทียมและยานอวกาศซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

ปริมาณไอน้ำในอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณไอน้ำในอากาศ ฤดูร้อนมีปริมาณไอน้ำในอากาศมาก อากาศจึงมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และมีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างสูงกว่าด้วย ฤดูหนาวมีปริมาณไอน้ำในอากาศน้อย อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และมีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างต่ำ อากาศจึงแห้ง

ปริมาณเมฆ และหยาดน้ำฟ้า

เมฆและหยาดน้ำฟ้าเกิดขึ้นจากการควบแน่นของอากาศยกตัว ดังนั้นการเคลื่อนตัวของ ITCZ และ แนวปะทะอากาศทั่วโลก ย่อมตามมาด้วยการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆและหยาดน้ำฟ้า ในแต่ละภูมิภาค

2.4.2 ปริมาณละอองอากาศ

ฤดูกาลและการเคลื่อนที่ของ ITCZ ทำให้เซลล์การพาความร้อนของบรรยากาศโลกเกิดการเคลื่อนตัว ดังนั้นแนวความกดอากาศต่ำและความกดอากาศสูงของโลก ย่อมเคลื่อนที่ขึ้นลงไปตามเหนือและทางใต้ ประมาณ 23.5° ด้วย ความกดอากาศต่ำ (L) ทำให้อากาศร้อนเหนือพื้นผิวโลกยกตัวสูงขึ้น พาให้ละอองอากาศ (Aerosols) เช่น ฝุ่น เหม่า แขนวลอยในบรรยากาศชั้นล่าง ทำให้เกิดหมอกแดด (Haze) ดังภาพที่ 4 ความกดอากาศสูง (H) ทำให้อากาศเย็นซึ่งอยู่ด้านบนจมตัวลงสู่พื้นผิว กดให้ฝุ่นละอองและเหม่าไม่สามารถลอยขึ้นสูง ทำให้ฟ้าโปร่งมองเห็นเป็นสีฟ้าเข้ม



ภาพที่ 2.4 หมอกแดด ซึ่งเกิดจากละอองอากาศ (ได้ฐานเมฆคิวมูลัส)
(ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้โลกดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์ 2559)

2.5 กระบวนการวิเคราะห์ภาพ (Image Processing)

เป็นกระบวนการกำจัดสัญญาณส่วนที่ไม่ต้องการออกจากภาพถ่ายแบบ Raw และลดสัญญาณรบกวนต่างๆของภาพถ่ายได้น้อยลง เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีเฉพาะสัญญาณแสงดาวและท้องฟ้าเท่านั้น สามารถทำได้โดยการถ่ายภาพต่างๆเพื่อวัดสัญญาณรบกวนแต่ละชนิด ได้แก่การถ่ายภาพ (Bias Exposure) การถ่ายภาพแบบ Dark (Dark Exposure) และการถ่ายภาพแบบ Flat field (Flat field Exposure) ภาพสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ภาพ (Final Processed Image)

2.5.1 Dark Image

การถ่ายภาพ Dark Image เป็นการวัดค่าสัญญาณ Bias และ Thermal โดยตรงและจะถูกลบออกจาก Raw Image วิธีการถ่ายภาพ (Exposure Light) เท่ากับการถ่ายภาพ Raw Image เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ต้องถ่ายหลังจาก Raw Image ทันทีเพื่อให้สภาวะต่างๆมีความใกล้เคียงกัน เราะสัญญาณ Thermal นั้นมีค่าที่ขึ้นกับเวลา และสภาวะในขณะการถ่ายภาพ

ในทางปฏิบัติควรถ่าย Dark Image มากกว่าหนึ่งภาพ แล้วนำมาทำเป็น Master Dark ก่อนที่จะนำมาลบออกจาก Raw Image แต่อย่างไรก็ตาม Dark Image อาจไม่จำเป็นถ้าลดอุณหภูมิกล้องซีซีดีลงมากๆ

2.5.2 Bias Image

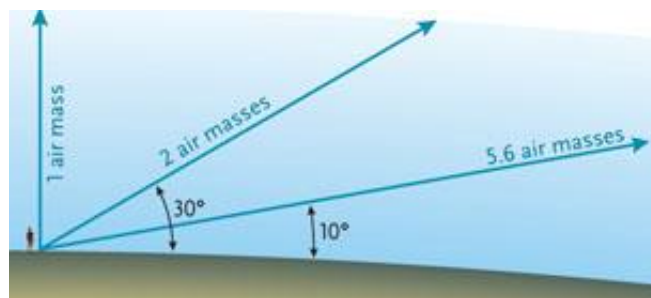
การถ่ายภาพ Bias Image เป็นการวัดเฉพาะค่าสัญญาณ Bias ที่เกิดขึ้นเองจากเครื่องแล้วจะถูกลบออกจากภาพ Raw Image, Dark Image และ Flat Image วิธีการถ่ายภาพ Bias Image จะถ่ายโดยปิดหน้ากล้อง และใช้เวลาการถ่าย ศูนย์ วินาที ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ CCD Chip สะสมประจุ ในทางปฏิบัติควรถ่าย Bias Image เรียบร้อยแล้ว

2.5.3 Flat field Image

นอกจาก Dark Frame เราพบว่าหากเราถ่ายภาพพื้นผิวที่ขาวสว่างเท่ากัน ภาพที่ได้ อาจจะไม่สว่างเท่ากันหมดอย่างแท้จริง ปรากฏการณ์นี้เกิดจากสัมประสิทธิ์ของการรับแสง หรือความไวแสงของ CCD ในแต่ละ pixel ที่ไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดจากฝุ่นละออง ที่จับบนเลนส์หรือ CCD เกิดจาก defect ในตัว CCD เอง เราคาดคิดของระบบเลนส์และทัศนูปกรณ์ การสะท้อน

2.6 มวลอากาศ (AIRMASS)

ค่ามวลอากาศจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาว โดยจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อดาวอยู่ที่ตำแหน่งเซนิท (Zenith) พอดี หรือระยะเซนิทเท่ากับศูนย์ โดยจะมีค่าเท่ากับ 1 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเซนิทที่เพิ่มขึ้น เมื่อดาวอยู่ที่ระนาบขอบฟ้า จะมีค่ามวลอากาศมากที่สุดถึง ∞ ดังภาพ



ภาพที่ 2.6 ค่ามวลอากาศมากที่สุดถึง ∞ (ที่มา : Flanders and Creed 2010)

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลอากาศกับระยะเซนิท มีความสัมพันธ์ตามทฤษฎีของ Bouguer (Bo 2011) ดังสมการ (โชติ, 2541) ดังนี้

$$M(Z) = \sec Z - 0.0018167(\sec Z - 1) - 0.002875(\sec Z - 1)^2 - 0.0008083(\sec Z - 1)^3 \quad (2.1)$$

Z คือ ระยะเซนทิท หรือระยะทางจากจุดเซนทิทถึงตำแหน่งของดาว (Zenith Distance) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 90 องศา ลบกับมุมเงยของดาว

โดยที่ MZ เป็นมวลอากาศ (Airmass) ในแบบจำลองขนาน แสดงเป็น MZ แสดงเป็น

$$MZ = \sec z \quad (2.2)$$

เมื่อ $\sec z$ มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของดาว ตำแหน่งของผู้สังเกต และมุมชั่วโมงของดาว (Hour Angle) ตามสมการ (โชติ, 2541) ดังต่อไปนี้

$$\sec z = (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H)^{-1} \quad (2.3)$$

ϕ คือ ละติจูดของผู้สังเกต ในหน่วยองศา

δ คือ เดคลิเนชันของดาว ในหน่วยองศา

H คือ (Hour Angle) มุมชั่วโมงของดาว ณ เวลาสังเกตการณ์ในหน่วยองศา

2.7 เวลาดาราคติ (Sidereal Time)

เป็นระบบหนึ่งของการนับเวลา อาศัยดาวเป็นหลัก โดยที่ 1 วันดาราคติ (Sidereal Day) จะเริ่มนับจากดาวมีการทรานสิทผ่าน จุด Vernal Equinox จนครบ หนึ่ง ครบรอบ โดยปกติแล้ว 1 sidereal day จะสั้นกว่า 1 วันสุริยคติประมาณ 4 นาที เวลาดาราคติที่มีความสัมพันธ์กับมุมชั่วโมงของดาวตามความสัมพันธ์ (โชติ, 2541) ต่อไปนี้

$$LST = HA + Ra \quad (2.4)$$

LST คือ เวลาดาราคติ ท้องถิ่น

Ra คือ ค่าไรท์แอสเซนชันของดาว (Right Ascension)

สำหรับค่า RA ของดาวที่แสดงในตารางมาตรฐาน เป็น ตำแหน่งของดาวในปีที่ระบุไว้ เท่านั้น ดังนั้น เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องของดาวในปีที่ทำการศึกษา จึงต้องมีการแก้ไขผลอันเกิดจากการแกว่งของดาว (Precession) การคำนวณหามวลดาราคติ อาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน ในงานวิจัยนี้คำนวณหาโดยอาศัยความสัมพันธ์ (โชติ, 2541) ดังต่อไปนี้

$$ST = 6.6460556 + 2400.0512617 (JD - 2415020)36525 + 1.0027379 (UT) - LI \quad (2.5)$$

เมื่อ

JD คือ วันจูเลียน

UT คือ เวลาสากล (Universal Time)

LI คือ ลองจิจูดของผู้สังเกต มีหน่วยเป็นชั่วโมง

2.8 เวลาสุริยคติ (Solar Time; ST)

เป็นการนับช่วงเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ เทียบกับดวงอาทิตย์ โดยจะเรียกว่า 1 วันสุริยคติ (1 Solar Day) และแบ่งออกเป็น 24 ชั่วโมง เวลาสุริยคติและเป็นเวลาปรากฏตามดวงอาทิตย์หรืออาจนิยามโดย 1 วันสุริยคติเป็นช่วง เวลาที่ดวงอาทิตย์เกิดการทรานสิทติดต่อกัน 2 ครั้งใน 1 ปี จะมี 365 (1/4) วัน เนื่องจากว่าดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ปรากฏบนเส้น อีคลิปติกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ประมาณวันละ 1 องศา หลังจากโลก หมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิมไป 1 องศา ดังนั้น โลกต้องหมุนต่อไปนี้ประมาณ 1 องศา หรือ อีก 4 นาทีที่จะครบรอบเทียบกับดวงอาทิตย์

2.9 เวลามาตรฐานสากล (Universal Time; UT)

ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ลองจิจูดที่ต่างกัน เมื่อทำการสังเกตดาวดวงเดียวกัน จะวัดค่ามุมชั่วโมงของดาวได้ต่างกันนั่นคือ เวลาของผู้สังเกตที่ลองจิจูดต่างกัน จะมีค่าต่างกันได้มีการกำหนด 1 เวลาของตำบลต่างๆของโลกโดยใช้เส้นลองจิจูดกำหนดเส้นลองจิจูดที่ 0 เป็นเส้นที่ลากจาก ขั้วโลกเหนือผ่านหอดูดาวที่เมืองกรีนวิช ประเทศอังกฤษไป ถึงขั้วโลกใต้แล้วนับไปทางทิศตะวันออก ตั้งแต่ลองจิจูดที่ 0 ไปถึงเส้นลองจิจูดที่ 180 แล้วนับไปทางทิศตะวันตกตั้งแต่ลองจิจูดที่ 0 ถึงเส้นลองจิจูดที่ 180 W โดยที่แต่ละเส้นจะห่างกัน 15 หรือเท่ากับ 1 ชั่วโมงและเวลาในแต่ละเขต เรียกว่า เวลาประจำเขต (Zone Time) ส่วนเวลาที่เส้นลองจิจูดที่ 0 องศา เรียกว่า เวลามาตรฐานสากล (Universal Time)

2.10 วันจูเลียน (Julian Date; JD)

ในการสังเกตการณ์นั้น การบันทึกที่แน่นอนมีความสำคัญมากการคำนวณวันและเวลาโดยการอาศัยปฏิทินรายปี โดยทั่วไปนั้น ก่อให้เกิดความยุ่งยากและไม่สะดวกเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการคำนวณวันและเวลาทางดาราศาสตร์ จึงนิยมนับเป็นจำนวนวันที่ กำหนดวันใดวันหนึ่งในอดีตเป็นวันเริ่มต้น แล้วนับสะสมถึงวันและเวลาที่ทำการสังเกตการณ์โดยค่าเวลาจะบ่งอยู่ในรูปจุดทศนิยมของวันการนับวันในลักษณะนี้เรียกว่า “วันจูเลียน (Julian Date , J.D)” ซึ่งเสนอในปี ค.ศ.1592 โดย เจ เจ สกาลิกอร์ (J.J Scaliger) จุดเริ่มต้นของวันจูเลียนนั้นเริ่มนับตั้งแต่เวลาที่เที่ยงวันสากล (12 U.T.) ของวันที่ 1 มกราคม 4713 ปีก่อนคริสตศักราช เนื่องจากวันดังกล่าวเป็นวันที่กำหนดขึ้นอย่างตรงในปฏิทินหลายระบบวันจูเลียนของวันใดๆ ในระหว่างที่กำหนดอยู่ในคู่มือปุมดาราศาสตร์ ซึ่งสามารถอ่านค่าวันจูเลียน ออกมาได้โดยตรง หรืออาจคำนวณได้จากสูตร (โชติ, 2541)

$$JD (0 UT) = 2415020 + 365(YEAR - 1900) + (DAY) + LY - 0.5 \quad (2.6)$$

โดยที่

YEAR หมายถึง ปี ค.ศ. ที่ทำการสังเกต

DAYS หมายถึง จำนวนวันเริ่มจากต้นปี จนถึงวันที่ทำการสังเกต

LY หมายถึง จำนวนปี อธิกสุรทินที่มีนับจากปี ค.ศ. 1900

2.10.1 โชติมาตรจากการวัด (Instrumental Magnitude)

ค่าโชติมาตรของดาวที่ทำการวัดได้มี ความสัมพันธ์กับฟลักซ์ของแสงดาวตามสมการ (โชติ, 2541) ต่อไปนี้

$$m_{\lambda} = -2.5 \log F_{\lambda} \quad (2.7)$$

m_{λ} คือ โชติมาตรของดาวที่วัดได้

F_{λ} คือฟลักซ์ของแสงดาว

ฟลักซ์ของแสงดาวที่วัดได้ บางส่วนจะถูกดูดกลืน โดยฝุ่นละอองในอวกาศและบาง ส่วนจะถูกดูดกลืนโดยชั้นบรรยากาศของโลก นอกจากนี้ ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ก็มีผลต่อฟลักซ์ที่วัดได้ ด้วย เช่น กล้องโทรทรรศน์ที่มีการฉาบกระจกรับแสงด้วยสารต่างชนิดกัน ที่จะวัดได้ปัจจุบันนักดาราศาสตร์หาค่าความสว่างของดาว โดยใช้อุปกรณ์บันทึกภาพ CCD ซึ่งต่อเชื่อมกล้องโทรทรรศน์ นับพลังงานของโฟตอน แล้วใช้เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณค่าโชติมาตร เรียกวิธีเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความสว่างของดาวว่า "กระบวนการโฟโตเมทรี" (Photometry) ส่วนเรียกวิธีที่นักดาราศาสตร์ศึกษาดาวฤกษ์โดยการสังเกตจากสเปกตรัมของดาวว่า "สเปกโตรสโคปี" (Spectroscopy) โดยใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ต่อกับกล้องโทรทรรศน์เพื่อรวมแสงดาวเข้ามาผ่านเกรตติงเพื่อแยกแสงดาวออกเป็นสเปกตรัมช่วงคลื่นต่างๆ แล้วบันทึกภาพด้วยอุปกรณ์บันทึกภาพ CCD สเปกตรัมจะบอกสมบัติของดาว 3 ประการคือ อุณหภูมิพื้นผิว องค์ประกอบทางเคมีของบรรยากาศ และทิศทางการเคลื่อนที่ของดาวซึ่งสัมพันธ์กับโลก

2.11 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาอุณหภูมิสัมฤทธิ์ในกระจุกดาวเปิดโดยวิธีโฟโตเมทรี (A Study of Effective Temperatures of Members in Some open Clusters by Photometry) คณะผู้วิจัย ได้วิเคราะห์อุณหภูมิสัมฤทธิ์ของสมาชิกในกระจุกดาว H & X persei และ Pleiades โดยใช้เทคนิคทางโฟโตเมทรี และสหสัมพันธ์มาตรฐานระหว่างค่าดัชนี และอุณหภูมิสัมฤทธิ์ของดาวฤกษ์ ในการวิเคราะห์ในเชิงเปรียบเทียบของค่าอุณหภูมิสัมฤทธิ์และพารามิเตอร์ต่างๆ ระหว่างกระจุกดาว 2 กลุ่มนี้ ซึ่งให้เห็นถึงสภาวะทางกายภาพที่แตกต่างกันของกลไก การก่อตัวของสมาชิกในกระจุกดาวแต่ละกลุ่ม อันเป็นแนวทางสำคัญในความเข้าใจเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของวัตถุท้องฟ้าชนิดนี้ผลจากกาทดลอง จากการสังเกตการณ์โดยใช้ดาวมาตรฐาน 11 -per และ 68- Tau เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม "EXTINC 1" ก็สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ การลดลงของแสงดาวเนื่องจากผลของบรรยากาศโลกได้ วิ่งค่าความชันของกราฟจะให้ค่า k_v และ k_b โดยค่า B,V และค่าดัชนีสีของดาวแต่ละดวงในกระจุกดาวแต่ละกลุ่มลดลงเนื่องจากบรรยากาศของโลก ค่าอุณหภูมิสัมฤทธิ์ของสมาชิกในกระจุกดาว Pleiades และ H & X Persei ที่วิเคราะห์ที่ได้แสดง สมาชิกแต่ละดวงมีอุณหภูมิสัมฤทธิ์แตกต่างกัน แม้ว่าสมาชิกของกระจุกดาวเดียวกันก็ตาม ผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับกับสมมติฐานที่มากลุ่มก๊าซที่เป็นแหล่งกำเนิดของสมาชิกในกระจุกดาวผสมผสานจนเป็นเนื้อเดียวกัน(homogeneous) จึงอาจประมาณได้ประมาณได้ว่าดาวทุกดวงในกระจุกดาวแต่ละกลุ่มมีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกัน เมื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ระหว่างกระจุกดาวเปิดทั้งสองกลุ่มนี้แล้วกระจุกดาว H&K Persei ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิต่ำและมีสีค่อนข้างมืดเป็นส่วนมาก ในขณะที่กระจุกดาว Pleiades ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็น

ดาวฤกษ์มีอุณหภูมิสูง และมีสีค่อนข้างน้ำเงินหรือสีขาว อันเป็นข้อสรุปที่อาจชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของสถานะทางกายภาพเกี่ยวกับกลไกการกระตุ้นให้เกิดดาวฤกษ์จากกลุ่มก๊าซซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของสมาชิกในกระจุกดาวทั้งสองนี้

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 งานวิจัย

การศึกษาการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Extinction at TNO.)

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อการศึกษาวิเคราะห์การลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ของโลกที่หอดูดาวแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยการถ่ายภาพดาว GD_71 standard star ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 0.5 เมตร และ 1 เมตรเชื่อมต่อกับซีซีดีโพโตมิเตอร์ผ่านฟิลเตอร์ U , B , V , R , I ใช้ข้อมูลเก่า ของกล้อง 2.4 เมตร เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2018 และใช้ ข้อมูลเก่าจากกล้อง 0.5 เมตร เมื่อวันที่ 23 -25 มีนาคม 2019 และทำการวัดแสงด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลโพโตเมตรีด้วยโปรแกรม Maxlm DL 6 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวัดแสงมาคำนวณ เพื่อหาค่า Airmass จากนั้น นำค่าที่ได้มาพ็อตเป็นกราฟ เทียบกับ magnitude เพื่อเปรียบเทียบการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้น บรรยากาศของโลก (Extinction at TNO.) ซึ่งได้ค่าจากกล้อง 2.4 เมตรของแต่ละฟิลเตอร์ ได้เท่ากับ $U = 0.5491$ $B = 0.3341$ $V = 0.1298$ $R = 0.1282$ $I = 0.0873$ จากกล้อง 0.5 เมตร วันที่ 23 มีนาคม 2019 $B = 0.3012$ $V = 0.1876$ $R = 0.1234$ วันที่ 24 มีนาคม 2019 $B = 0.2347$ $V = 0.1728$ $R = 0.1429$ วันที่ 25 มีนาคม 2019 จากกล้อง 1 เมตร วันที่ 18 ธันวาคม 2019 $B = 0.3461$ $V = 0.1082$ $R = 0.1301$ จะสังเกตได้ว่าฟิลเตอร์ U เป็นฟิลเตอร์ที่มีความยาวคลื่นสูง ฟิลเตอร์ B แผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ฟ้า ถูกใช้เพื่อศึกษาวัตถุที่มาจากอวกาศสูง จึงทำให้ค่าการลดลงจากแสงดาวของฟิลเตอร์ B มีค่าสูงกว่าฟิลเตอร์อื่นๆ ฟิลเตอร์ V แผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นได้จะยอมให้แสงในปริมาณที่เหมือนกับที่ตามองเห็นจึงทำให้ค่า ของฟิลเตอร์ V มีระยะกลางๆ ฟิลเตอร์ R แผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดงถูกใช้บ่อยเพื่อใช้ศึกษาดาวที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ R มีค่าการลดลงจากแสงดาวต่ำ ฟิลเตอร์ I เป็นฟิลเตอร์ที่มีช่วงความยาวคลื่นสั้นที่สุดจึงทำให้ค่าที่ได้จากฟิลเตอร์ I ได้น้อยกว่าทุกๆ ฟิลเตอร์

3.1.1 วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อศึกษาการลดลงของแสงดาวเนื่องจากมวลของอากาศ และ ชั้นบรรยากาศ
- 2.เพื่อศึกษาค่า Extinction ของกล้อง 2.4 เทียบกับกล้อง 1เมตร 0.5 เมตร
- 3.เพื่อศึกษาค่าที่ได้จากแสงดาวจริง โดยไม่ได้รับการรบกวนจากชั้นบรรยากาศ

3.1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มผลงานวิจัยด้านดาราศาสตร์และใช้เป็นฐานข้อมูลทางดาราศาสตร์ไทย
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทั้งในด้านการจัดการศึกษาและประยุกต์ใช้ทางวิจัย ทั้งในระดับมหาวิทยาลัย และ โรงเรียน
3. ได้พัฒนาวิธีการทำวิจัย และการเรียนการสอนทางดาราศาสตร์ โดยใช้กล้องขนาด 2.4 เมตรและกล้องขนาดกลาง

3.1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. วิเคราะห์สัมประสิทธิ์การลดลงของแสงดาวและความเข้มของแสง ชนิดของสีที่ปรากฏกับมวลอากาศที่ตำแหน่งมุมเงยต่างๆของดาว

2. ศึกษาวิจัยโดยข้อมูลภาพจากกล้องโทรทรรศน์บนพื้นดินขนาด 2.4 เมตร 1 เมตร 0.5 เมตร หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ดอยอินทนนท์ ที่ติดตั้งร่วมกับกล้องถ่ายภาพซีซีดีผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่น U, B, V, R, I

3.1.4 วิธีการดำเนินวิจัย

1 วัสดุอุปกรณ์

- กล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 1 เมตร และ 0.5 เมตร
- ฟิลเตอร์ U, V, B, R, I

2 ขั้นตอนการเลือกดาวที่จะศึกษา

- เลือกดาวที่จะศึกษาโดยใช้เว็บไซต์ Simbad
- Aladin
- เลือกดาว GD_71 เพราะว่า เป็นดาว standard star
- ดูการขึ้นตกของดาวที่จะทำการเก็บข้อมูล <http://catserver.ing.iac.es/staralt/>
- เลือกหอดูดาว
- ใส่ค่า RA กับ Dec
- Retrieve

3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

- ใช้ข้อมูล กล้อง 2.4 เมตร จากวันที่ 18 ธันวาคม 2018 โดยประกอบด้วยภาพถ่ายจากฟิลเตอร์ U,B,V,R,I
- ทำการถ่ายภาพ GD_71 standard star ด้วยกล้อง 1 เมตรโดยใช้ ฟิลเตอร์ V,B,R ในการถ่าย
- ใช้ข้อมูล กล้อง 0.5 จากวันที่ 23 – 25 มีนาคม 2019 ซึ่งประกอบไปด้วย ฟิลเตอร์ V,B,R,
 - เปิดโปรแกรม MaxIm DL6 คลิกที่ camera control ไปที่ Setup camera เลือกซีซีดีที่จะใช้ Setup Filter เลือก Filter ที่จะใช้ แล้วคลิก connect จากนั้นคลิกไปที่ on เพื่อเปิด CCD
 - Cool CCD โดยคลิกที่ Cooler แล้วกำหนดค่าเป็น -30
 - ถ่าย Bias ให้เลือก Frame Type เป็น Bias เวลาที่ใช้ถ่าย Bias เท่ากับ 0 วินาที
 - ถ่าย Flat ให้เลือก Frame Type เป็น Flat เวลาที่ใช้ถ่าย Flat เท่ากับ 5 วินาที ความเข้มแสงอยู่ที่ประมาณ 20000 40000 ให้ถ่ายทุก Filter ที่ถ่ายดาว (ในงานวิจัยนี้ใช้ B V R)
 - ถ่าย Dark ให้เลือก Frame Type เป็น Dark เวลาที่ใช้ถ่าย Dark จะเท่ากับเวลาที่ใช้ถ่าย Flat และเวลาที่ใช้ถ่ายดาว
 - การถ่าย Bias, Dark, Flat จะถ่ายพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าหรือตอนรุ่งเช้า
 - การถ่ายดาว เปิดหลังคาโดม(ก่อนเปิดหลังคาโดมให้ดูค่าความชื้น ถ้าเกิน 90%ไม่ควรเปิดโดม)
 - ไปที่หน้าต่างของโปรแกรม PlaneWave Interface

- Goto
- ใส่ค่า RA กับ Dec ของดาวที่จะทำการเก็บข้อมูล
- Goto RA/Dec
- เปิดฝาปิดกระจก
- ไปที่โปรแกรม MaxIm DL 6 หน้าต่างของ camera control เลือก Expose
 - เริ่มต้นตั้งค่าการถ่ายภาพดาว ให้ไปที่ Auto save
 - Type เป็น Light
 - เลือก slot เป็น 1 2 3
 - Filter เป็น B, V, R
 - Suffix เป็นอักษรตามแต่ละ Filter เช่น B, V, R
 - Exposure เวลาการถ่ายภาพ
 - Repeat จำนวนภาพที่ต้องการแต่ละ Filter
 - การ Save ข้อมูล Options >> Set Image Save path
 - สร้าง Folder ใหม่ โดยใช้ชื่อตาม ปี/เดือน/วัน ของวันที่ถ่ายภาพ
 - สร้าง Folder ใหม่ใน Folder ที่สร้างไปแล้ว จำนวน 4 Folder โดยใช้ชื่อแต่ละ

Folder ว่า Flat, Dark, Bias และ Raw

- เลือก Apply เลือก OK
- เลือก Start เพื่อเริ่มการถ่ายภาพ
- ก่อนการถ่ายภาพดาว ให้ทำการถ่ายภาพเพื่อเช็คค่า SNR, FWHM, Maximum, Minimum, ค่าความส่องสว่างของดาวห้ามเกิน 65000

3.2 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม MaxIm DL 6
- เปิดโปรแกรม MaxIm DL 6 >> Process (ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีในภาพ Reduction)
 - Set calibration
 - ทำการ Add Group (Bias, Dark, Flat)
 - Add เลือกไฟล์ภาพ Bias, Dark, Flat เข้าที่ละ Group
 - Advanced เลือก
 - Calibrate Bias
 - Calibrate Dark
 - Calibrate Flat
 - Dark Subtract Flats (ถ้ามี Dark ที่ถ่ายเวลาเท่ากับ Flat)
 - Bias Subtract Flats
 - OK
 - เปิดภาพถ่ายดาวทั้งหมด (ทำไปที่ละ Filter ในงานวิจัยนี้ใช้ (U , B , V , R , I)
 - Process >> Calibrate All

- ก่อนจะนำภาพไปทำการวัดโฟโตเมตรี (Photometry) นำภาพทั้งหมดมา Align โดยไปที่ Process >> Align

- Add All
- Ok
- เลือก Align Mode เป็น Auto-Star Matching
- Ok

- การวัดโฟโตเมตรี (Photometry) เป็นวิธีการวัดค่าความสว่างของดาว โดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลโฟโตเมตรี จะต้องเลือกดาวที่ไม่ใช่แปรแสงที่ต้องการวัดค่าความสว่าง ดาวเปรียบเทียบและดาวตรวจสอบ ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

- เปิดภาพดาวทั้งหมดที่ทำ Reduction แล้ว ในฟิลเตอร์เดียวกัน
- คลิกที่ Analyze >> Photometry
- ใน Photometry Box
 - เลือก New Object Star เป็นดาว GD_71
 - เลือก New Reference Star (เลือกดาวที่ไม่แปรแสง)
 - เลือก New Check Star (เลือกดาวที่ไม่แปรแสง)
 - คลิก Plot
 - เลือกเสร็จก็ทำการ Save

- เปิดไฟล์ข้อมูลด้วย Microsoft office Excel แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

- นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อ โดยการนำวัน เดือน ปีบวกกับ longitude เพื่อหาค่า LST (local sidereal time) หลังจากนั้นเราจะนำค่า Ra (right ascension) มาบวกกับค่า LST เพื่อหาค่าเวลามาตรฐาน HA กรอกค่า latitude ของหอดูดาว และค่า Declination และนำค่าเหล่านี้มาแทนตามสมการการหา Airmass

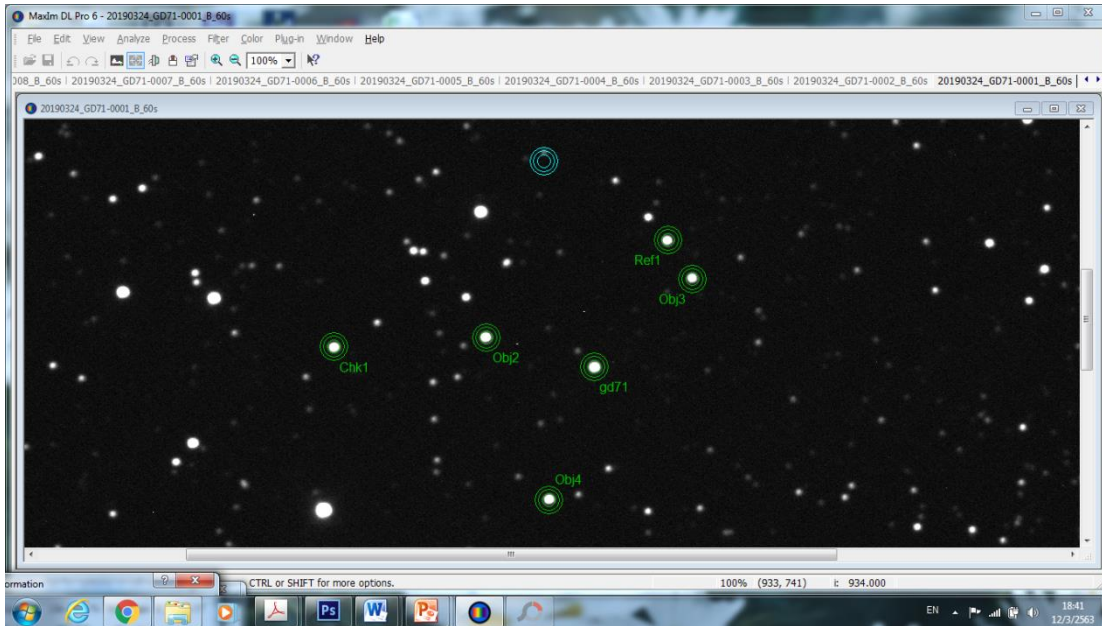
- นำข้อมูลที่ได้จากการหาค่า Airmass มาพ็อตเป็นกราฟ กับ magnitude เพื่อสังเกตและเปรียบเทียบการลดลงของแสงดาว (Extinction)

- เปรียบเทียบค่าการลดลงของแสงดาว (Extinction) ในแต่ละฟิลเตอร์

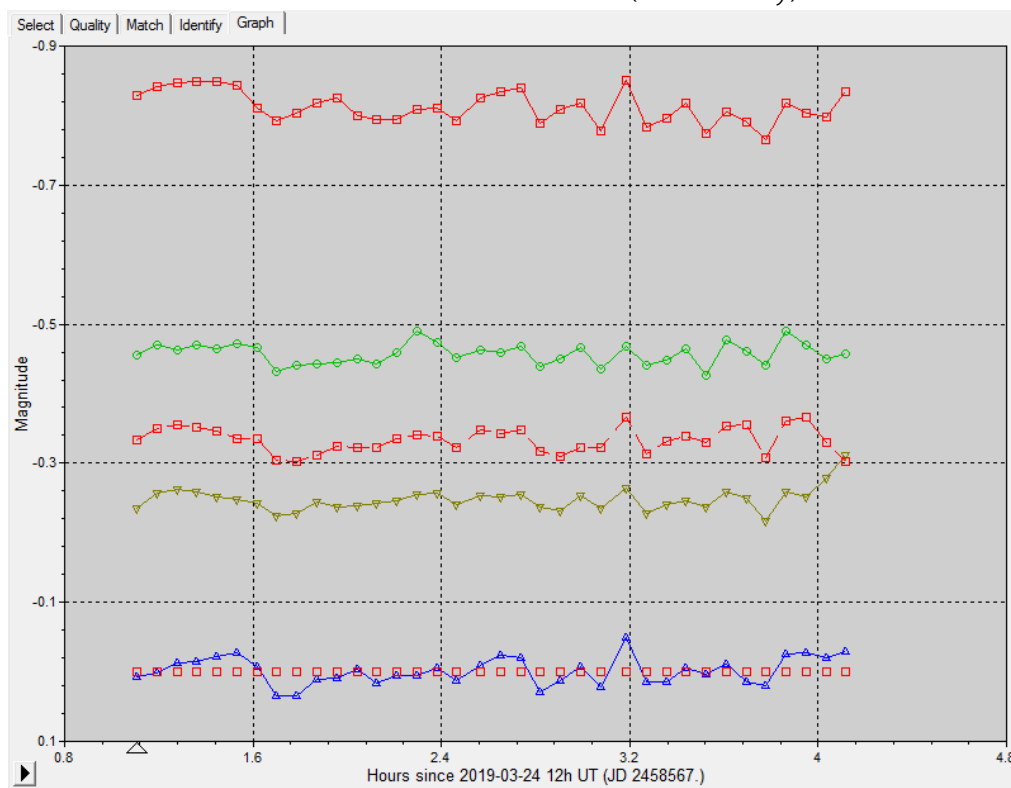
3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวัดแสงด้วยวิธีโฟโตเมตรี(Photometry) ด้วยโปรแกรม MaxIm DL6 โดยมีดาว GD_71 standard star ดังภาพที่ 3.1

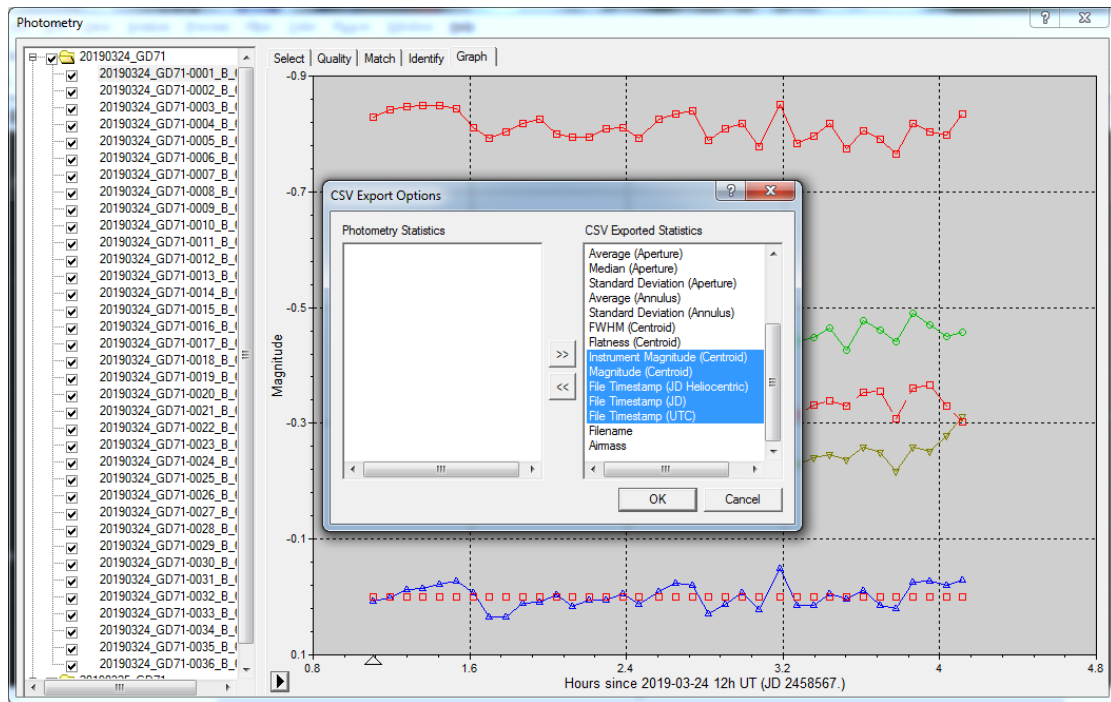
ภาพที่ 3.1 การ(Photometry)



ภาพที่ 3.2 พล็อตกราฟที่ได้จากการ(Photometry)



ภาพที่ 3.3 ทำการเลือกเวลาที่ใช้ในการถ่าย magnitude ที่ทำการถ่ายก่อนsave



ภาพที่ 3.4 ผลที่ได้จากการ(Photometry)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Timestamp	Filename	File Times	File Times	JD Heloc	Airmass	Filter	gd71 : X	gd71 : Y	gd71 : Int	gd71 : Err	gd71 : Sig	gd71 : Me	gd71 : Ms	gd71 : Av	gd71 : Me	gd71 : Stz	gd71 : Av
2	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.051 R	991	1011	51050.11	0.003	317.284	3363.763	204.232	225.696	355.367	15.12	225.668
3	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.058 R	990.76	1010.26	53814.84	0.002	437.058	3019.129	181.125	187.917	328.588	11.564	188.096
4	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.066 R	994.28	1008.96	52529.1	0.003	421.529	2809.542	169.539	175.384	324.729	11.703	175.036
5	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.075 R	997.81	1007.51	51936.57	0.003	415.573	2557.468	163.732	172.878	374.574	11.726	172.803
6	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.084 R	1002.17	1007.42	50622.17	0.003	411.835	3313.909	167.485	171.967	307.684	11.534	172.089
7	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.094 R	1006.92	1005.59	49245.82	0.003	389.057	2906.457	156.423	172.194	327.087	11.877	172.092
8	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.104 R	1013.6	1005.5	50511.24	0.002	401.415	3080.596	169.643	171.269	293.011	11.836	171.634
9	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.115 R	1020.45	1004.41	54946.13	0.002	435.245	3279.231	150.788	171.496	324.984	11.876	170.755
10	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.127 R	1025.01	1004.03	55657.94	0.002	440.837	2881.728	171.524	169.809	363.031	11.864	169.777
11	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.14 R	1032.39	1002.3	55924.71	0.002	443.614	3102.408	183.016	170.171	340.19	11.843	170.551
12	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.154 R	1041.79	1001.29	55039.54	0.002	457.726	3372.97	160.567	171.032	300.631	11.292	170.984
13	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.168 R	1049.66	1000.21	52314.46	0.002	450.863	3222.698	160.665	171.234	307.793	10.895	171.533
14	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.184 R	1058.59	999.02	51375.96	0.003	427.378	2921.839	165.551	171.771	309.984	11.28	172.125
15	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.2 R	1068.11	997.85	50849.74	0.003	386.778	2891.335	160.3	171.111	301.94	12.355	171.027
16	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.217 R	1078.56	997.13	49271.46	0.003	420.243	2984.885	160.188	171.834	286.38	10.999	171.569
17	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.236 R	1090.16	996.23	45714.09	0.003	366.205	2834.516	171.478	170.978	276.501	11.729	171.33
18	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.258 R	991.5	1000.32	39430.14	0.003	321.514	2234.46	174.487	175.394	284.551	11.528	175.467
19	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.279 R	1006.98	999.62	38633.41	0.004	299.516	2413.437	178.051	186.902	277.322	12.103	186.375
20	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.301 R	1022.4	999.05	38858.13	0.004	295.661	2216.431	193.22	198.774	298.603	12.333	199.389
21	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.325 R	1038.45	998.03	36494.38	0.004	254.607	2074.327	207.613	213.455	314.579	13.452	213.449
22	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.35 R	1054.91	997.54	33812.02	0.005	220.063	2436.345	203.306	229.497	316.347	14.413	229.761
23	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.377 R	1069.94	996.37	33047.28	0.005	220.836	2194.713	234.718	249.969	334.14	14.045	249.944
24	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.405 R	1086.56	996.2	34452.23	0.006	196.648	2269.189	246.219	273.425	364.33	16.441	273.622
25	2458566	20190323	2019-03-2	2458566	2458566	1.435 R	1107.98	995.74	32162.6	0.006	188.438	2165.567	274.887	307.081	380.600	16.03	301.047

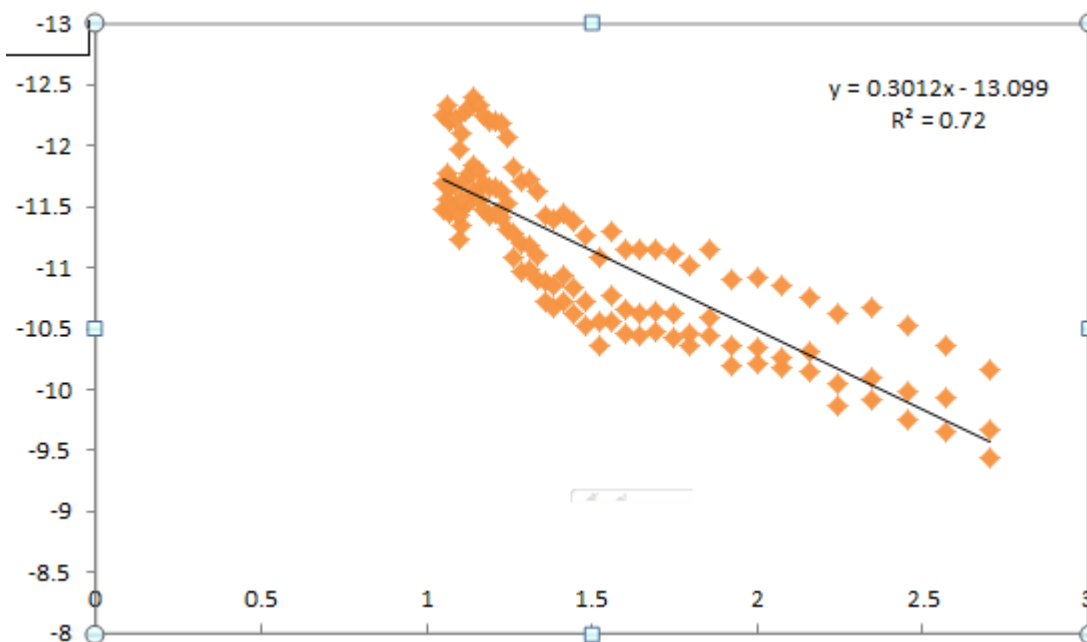
ภาพที่ 3.5 นำค่าที่ได้มาแทนลงในสมการ เพื่อหาค่า Airmass

Row	Column	Value / Formula
1	Right Ascension (RA)	82.35
2	local mean sidereal time (Lst)	100
3	Hour (H)	42.92899369
4	Declination	15.87843198
5	Latitude	18.56
6	Longitude	98.466
8	sin(Latitude)	0.318297564
9	sin(Declination)	-0.16964429
10	Cos(Latitude)	0.947990855
11	Cos(hour)	0.49470284
12	sin(La)*sin(Dec)	0.048437967
13	Cos(La)*cos(Dec)*cos(H)	-0.4672367
14	sin(La)*sin(Dec)+Cos(La)*cos(Dec)*cos(H)	-0.41879874
17	Sec Z	1.324984489
18	Sec Z - 1	0.324984489
19	(Sec Z - 1)^2	0.105614918
20	(Sec Z - 1)^3	0.03432321
22	(Sec Z - 1)*0.0018167	0.000590399
23	(Sec Z - 1)^2*0.002875	0.000303643
24	(Sec Z - 1)^3*0.0008083	2.77435E-05

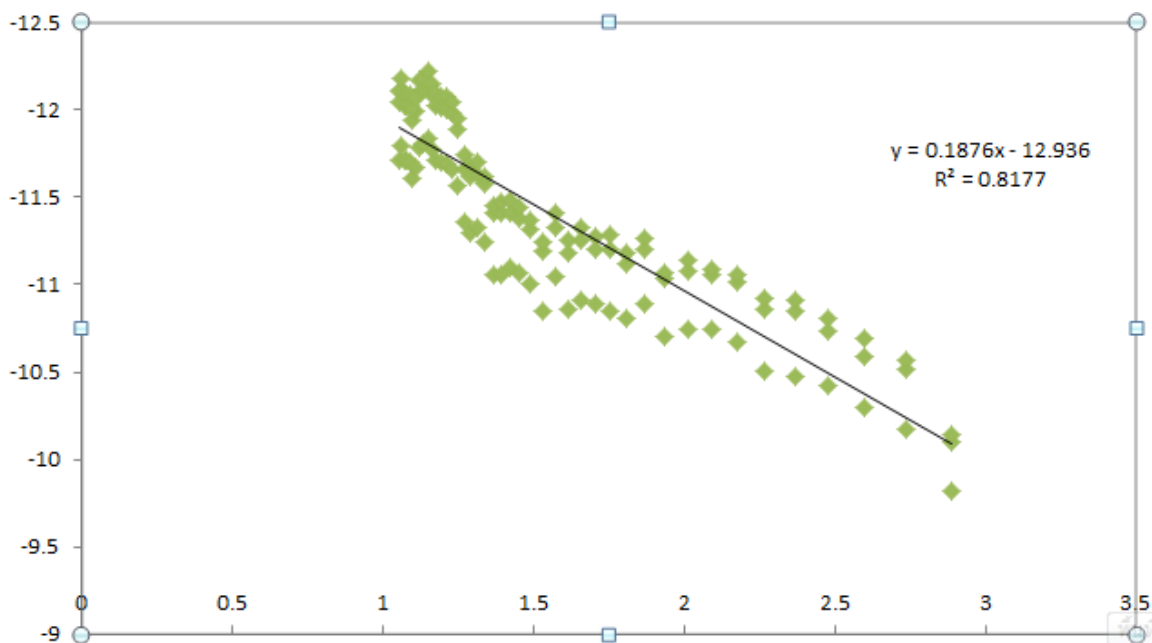
ภาพที่ 3.6 เลือกพล็อตระหว่าง magnitude กับ Airmass

Row	Airmass	magnitude
1	1.181019	-12.976
2	1.18614	-12.9767
3	1.191042	-12.9958
4	1.195926	-12.9894
5	1.201118	-12.9905
6	1.206519	-12.9858
7	1.211795	-12.9956
8	1.217108	-12.9763
9	1.222636	-12.9789
10	1.227904	-12.9755
11	1.233693	-12.9632
12	1.239465	-12.939
13	1.245087	-12.8468
14	1.251001	-12.9749
15	1.256891	-12.951
16	1.263221	-12.9734
17	1.269609	-12.9672
18	1.275959	-12.9238
19	1.28229	-12.9722
20	1.288518	-12.9646
21	1.29544	-12.9706
22	1.302567	-12.9608
23	1.309602	-12.9472
24	1.31668	-17.0617

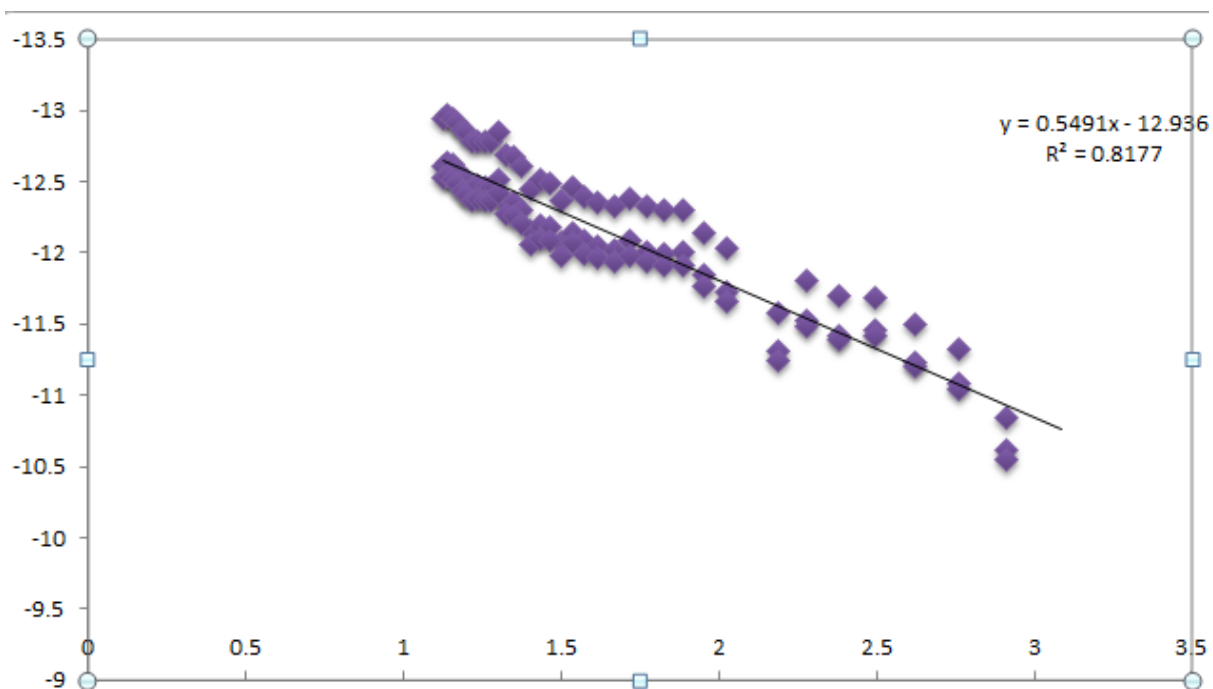
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ B



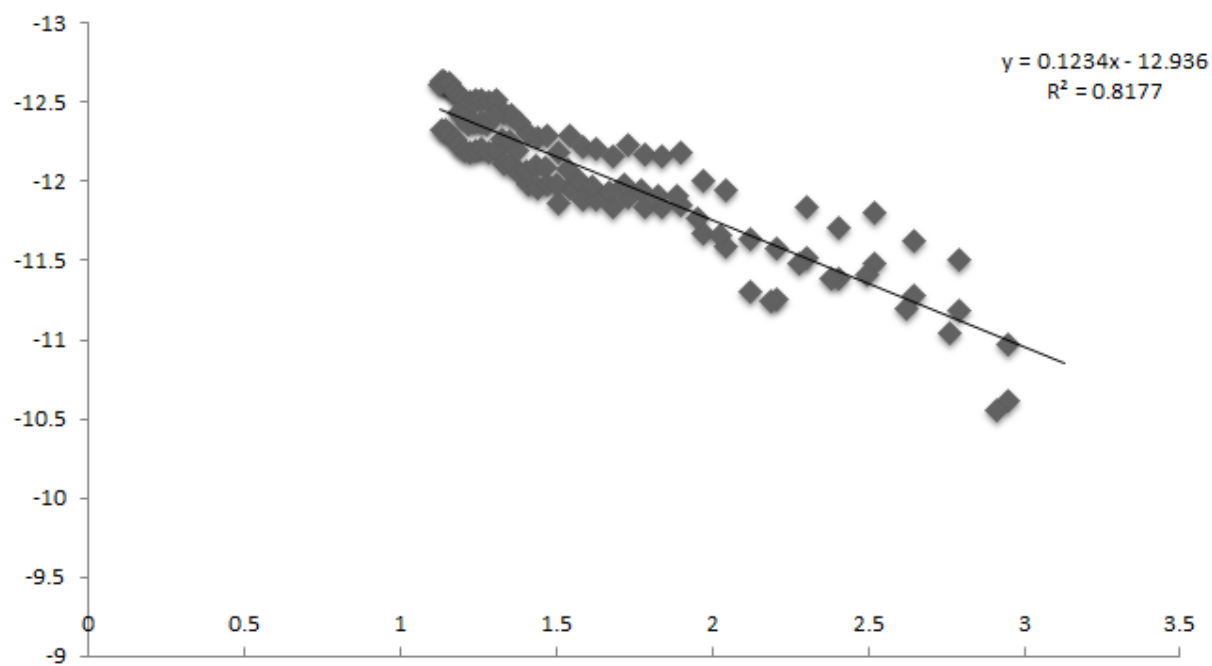
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 1 เมตร ฟิลเตอร์ V



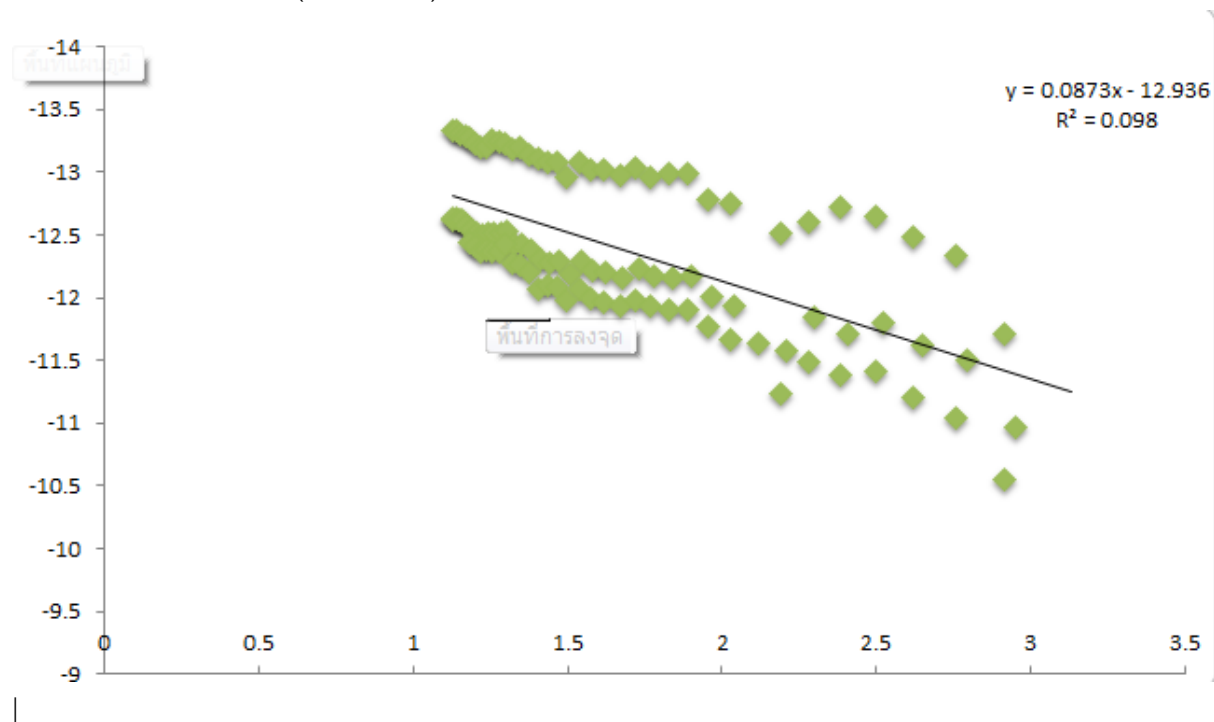
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ U



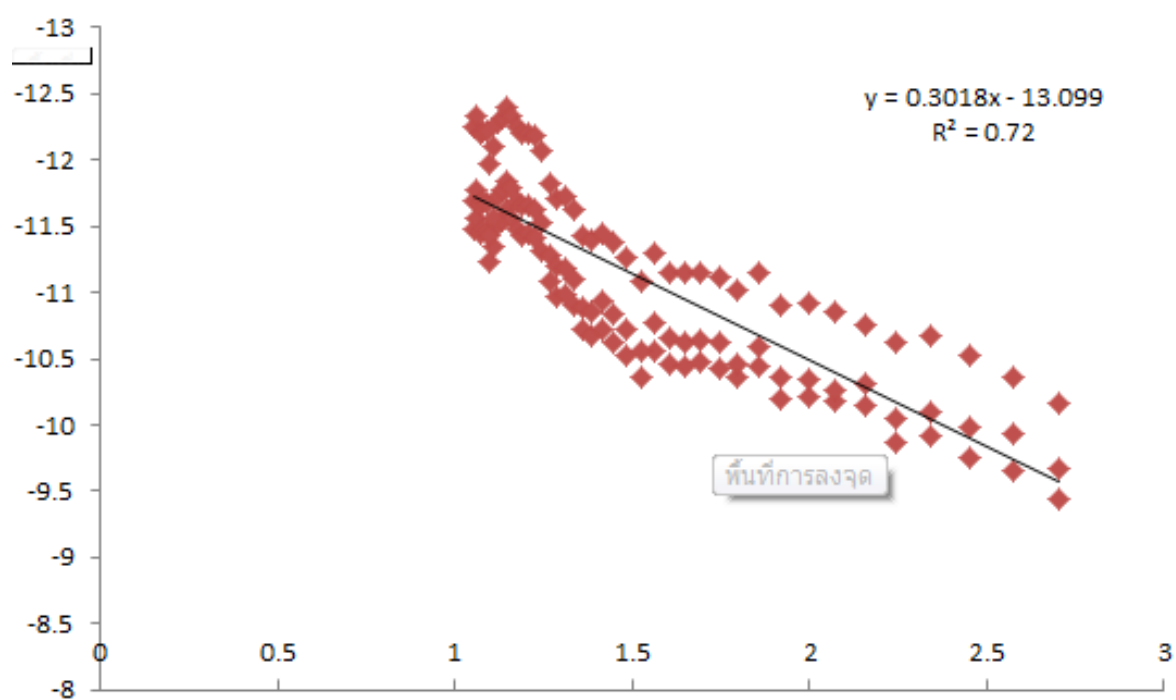
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 0.5 เมตร ฟิลเตอร์ R



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 2.4 เมตร ฟิลเตอร์ I



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่าง ค่า(Extinction) ที่ได้ของกล้อง 0.5 เมตร ฟิลเตอร์ B



ตาราง 3.1 กราฟแสดงการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่หอดูดาวแห่งชาติ ดอยอินทนนท์(Extinction at TNO.)

วัน/เดือน/ปี	ชนิด กล้อง	U	B	V	R	I
18/12/2018	2.4	0.5491	0.3341	0.1298	0.1282	0.0873
23/3/2019	0.5	-	0.3012	0.1876	0.1234	-
24/3/2019	0.5	-	0.2347	0.1728	0.1249	-
25/3/2019	0.5	-	0.2986	0.1928	0.1452	-
18/12/2019	1	-	0.3461	0.1082	0.1301	-

3.4 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของแสงเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์คือกล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร 1 เมตร และ 0.5 เมตร เพื่อใช้ในการถ่ายภาพดาวที่ศึกษาแล้วนำมาวิเคราะห์การลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลก ด้วยโปรแกรม MaxIm DL6 ซึ่งจะได้ค่าโชติมาตรของดาว และวัน/เดือน/ปี ที่ทำการถ่าย มาคำนวณหาค่ามวลอากาศ จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรกับค่ามวลอากาศ และสัมประสิทธิ์การลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาดาว GD 71 ในการทำการวิจัย อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการสนับสนุนจากหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ในการทำวิจัยนั้นได้ใช้ข้อมูลเก่า ของกล้อง 2.4 เมตร จากวันที่ 18 ธันวาคม ปี 2018 และข้อมูลเก่าของกล้อง 0.5 เมตร จาก วันที่ 23-25 เดือน มีนาคม ปี 2019 โดยก่อนทำการวิจัยผู้วิจัยต้องมีการศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์ให้เข้าใจ รวมไปถึงการสำรวจการขึ้น - ตกของดาวที่ศึกษาเพื่อที่ในขั้นตอน

การปฏิบัติเกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด และศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของแสงดาวระหว่าง กล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร กับกล้องโทรทรรศน์ขนาด 1 เมตรด้วย และ 0.5 เมตร ซึ่งผลการศึกษาการวิเคราะห์การลดลงของแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกได้ดังนี้

3.5 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกที่ดอยอินทนนท์ (Extinction at TNO.) พบว่า ในชั้นบรรยากาศของเรานั้น จะประกอบไปด้วย ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ อ็อกซิเจน และ โอโซน ที่มีอนุภาคขนาดเล็กมีผลทำให้ความเข้มแสงของดาวลดลง เมื่อแสงของดาวส่องมากระทบพื้นโลก จึงเกิดการกระเจิงแสง ทำให้แสงของดาวลดลง จากค่าจริง ในการทดลองนี้ ได้ทำการถ่ายดาว GD_71 Standard star ซึ่งเป็นดาวมาตรฐานโดยทำการถ่ายด้วย กล้อง 2.4 เมตร 0.5 เมตร และ 1 เมตร โดยกล้อง 2.4 และ 0.5 ได้ใช้ ข้อมูลเก่าจากวันที่ 18 ธันวาคม 2018 และ 23-25 มีนาคม 2019 ในการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อหาค่า การลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลก โดยนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการถ่าย และถ่ายเก็บไว้มาทำการการวัดโฟโตเมตรี (Photometry) เป็นวิธีการวัดค่าความสว่างของดาว โดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลโฟโตเมตรี จะต้องเลือกดาวที่ไม่ใช่แปรแสงที่ต้องการวัดค่าความสว่าง ดาว เมื่อได้ค่าแล้วเราจะนำมาคำนวณเพื่อหาค่า Airmass เพื่อที่จะนำมาพ็อตเป็นกราฟ ร่วมกับค่า magnitude จากการทดลองนี้พบว่า

บทที่ 4

สรุปการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

จากการที่ได้รับเข้ามาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ณ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการหอดูดาวแห่งชาติและวิศวกรรมตั้งแต่วันที่18 พฤศจิกายน พ.ศ.2562 ถึง 6 มีนาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งได้เรียนรู้หลาย ๆ สิ่ง ทั้งการใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด 2.4 เมตร, 1 เมตร และกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้วัดคุณภาพอากาศ อุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายภาพดาวเพื่อทำการวิจัยและได้พบกับนักดาราศาสตร์ระดับประเทศและระดับโลกซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ไม่รู้ว่าจะหาได้อีกเมื่อไหร่ในชีวิต ทั้งนี้ยังได้เรียนรู้กระบวนการทำงานในองค์กรการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำงาน วิจัยที่ได้ทำคือการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้น บรรยากาศของโลก ที่หอดูดาวแห่งชาติดอยอินทนนท์(Extinction at TNO.) เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าการลดลงจากแสงดาวเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลก ถึงแม้ว่าการทำงานหลายครั้ง จะมีปัญหาหรือไม่เข้าใจส่วนไหน พี่ๆก็จะคอยสอนและอธิบายให้ และ สิ่งสำคัญที่สุดของกามาฝึกงานที่นี่ คือการได้ฝึกภาษา ฝึกการช่างสังเกต กล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออก และกล้าที่จะคิดต่าง

4.2 ข้อเสนอแนะ

- เตรียมความพร้อมทางร่างกายในการขึ้นหอดูดาวเพื่อปฏิบัติงานอยู่เสมอ เนื่องจากอากาศเย็นอาจทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้ง่าย
 - ควรศึกษาการใช้งานโปรแกรมทางดาราศาสตร์มาก่อน เช่นโปรแกรม Maxlm DL 5 หรือ 6
 - ควรมีความรู้พื้นฐานทางด้านดาราศาสตร์มาก่อนซึ่งจะทำให้ปฏิบัติงานได้ง่ายยิ่งขึ้น
 - ควรศึกษาเกี่ยวกับการใช้ Software จำพวก Linux, Mac, Python
- ในการปฏิบัติงานควรระมัดระวังตนเองให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ

บรรณานุกรม

- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์ (LESA). สมบัติของดาวฤกษ์. สืบค้นจาก:
<http://www.lesa.biz/astrometry/star-properties>. วันที่สืบค้น 23 กันยายน 2562
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์ (LESA). โชติมาตร. สืบค้นจาก:
<http://www.lesa.biz/astrometry/star-properties/magnitude> วันที่สืบค้น 23 กันยายน 2562
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์ (LESA). หลักการของกล้องโทรทรรศน์. สืบค้นจาก:
<http://www.lesa.biz/astrometry/telescope/telescope-principle> วันที่สืบค้น 23 กันยายน 2562
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIS). กล้องโทรทรรศน์ 0.5 เมตร. สืบค้นจาก:
<http://www.narit.or.th/index.php/telescope/2-4-m-telescope> วันที่สืบค้น 9 ตุลาคม 2562
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIS). กล้องถ่ายภาพ ARC4K. สืบค้นจาก:
<http://www.narit.or.th/index.php/scientific-instruments/arc4k> วันที่สืบค้น 9 ตุลาคม 2562
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIS). รู้จัก CCD สำหรับการถ่ายภาพดาราศาสตร์. สืบค้นจาก:
<http://www.narit.or.th/index.php/astro-photo/fits-file-processing/147-astronomy-picture/astro-photo-category-8/1529-ccd-imaging> วันที่สืบค้น 9 ตุลาคม 2562
- ฟิลิกส์ราชมงคล. มวลอากาศ. สืบค้นจาก:
http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/3/index_ch_3-1.htm%E0%B8%9F วันที่สืบค้น 18 ตุลาคม 2562
- โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. เวลาทางดาราศาสตร์. สืบค้นจาก:
http://www.mwit.ac.th/~astronomy/astro_m4/lesson4.pdf วันที่สืบค้น 18 ตุลาคม 2562
- Tony Flanders and Phillip J. Transparency and Atmospheric Extinction. สืบค้นจาก:
https://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/transparency-and-atmospheric-extinction/?fbclid=IwAR12RVDWQDkjix5yySkG6WzttC8x1olrD7S49xQ_p5DbeOcmpiziA2NKiiA
วันที่สืบค้น 27 ตุลาคม 2562
- Chunhai Bai., Jianning Fu and Fan Z. 2017. Upgraded photometric system of the 85-cm telescope at xinglong station. Research in astron. (XX):000-000

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การปรับปรุงภาพถ่ายสู่ค่ามาตรฐาน การโฟโตเมตรี

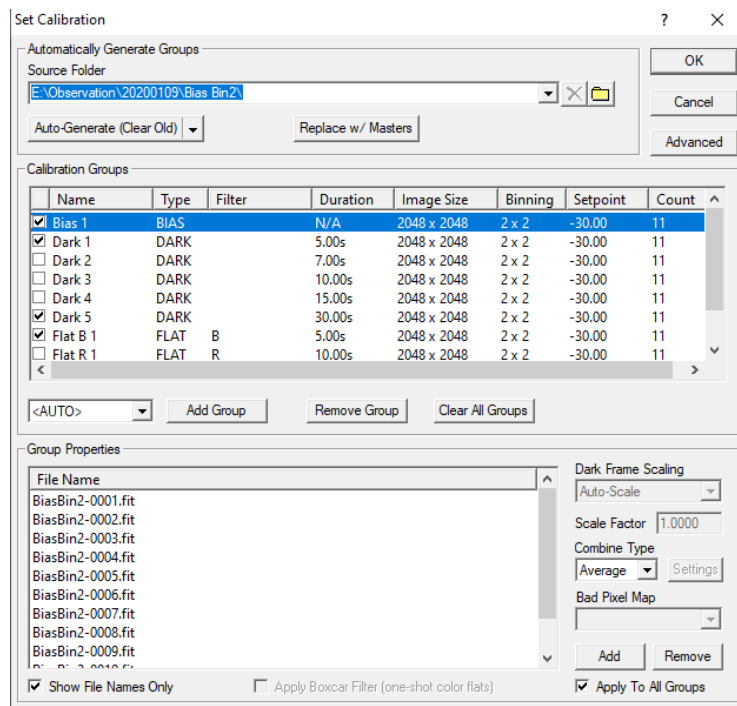
การปรับปรุงภาพถ่ายสู่ค่ามาตรฐาน การโฟโตเมตรี

1 การ Reduction ด้วย MaxIm DL6

File -> Open เลือกภาพดาวในฟิลเตอร์B ทั้งหมด

Process -> Set Calibration...

- Source Folder ให้เลือกที่อยู่ไฟล์ภาพเริ่มที่ Bias.fit
- เมื่อเลือกที่อยู่ไฟล์ภาพได้แล้ว เลือก Add Group
- จากนั้น เลือก Add เพื่อเลือกภาพที่มีภาพ Bias.fit อยู่ และคลิก Open
- ทำตามเหมือนแต่เปลี่ยนจากภาพ Bias.fit เป็น ภาพ Dark.fit กับ ภาพ Flat.fit
- เมื่อทำการ Add Group ไฟล์เสร็จ ให้คลิก OK
- เลือก Process >> Calibrate All



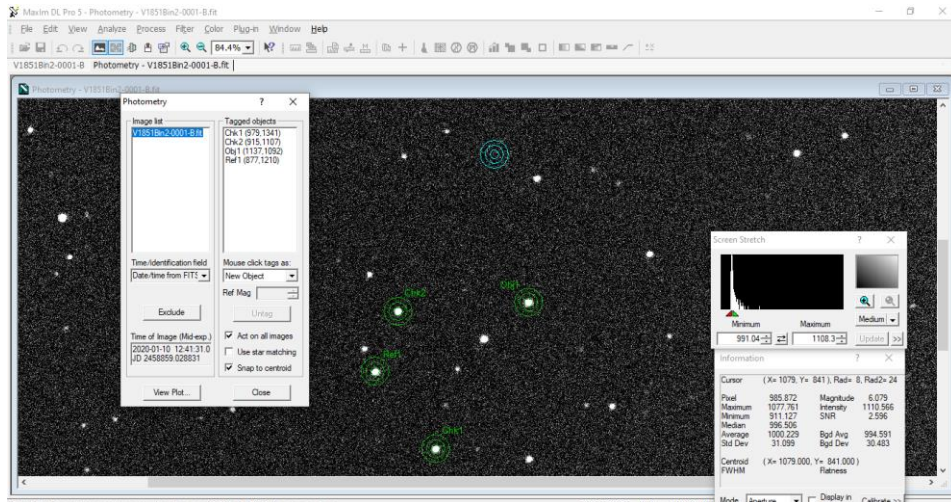
ภาพที่ ก.1 การการ Set calibration

2 Photometry ด้วยโปรแกรม MaxIm DL

Analyze -> Photometry

- ในกล่อง Analyze Photometry
- Mouse click tag as: เลือก New Object ที่เมาส์จะเป็นวงกลม 3 วงซ้อนกันให้ไปวางครอบดาวแปรแสงที่ต้องการจะวัดค่า แล้วคลิกที่ดาวจะขึ้นคำว่า Obj1
- Mouse click tag as : เลือก New Reference Star วางครอบดาวที่มีขนาดใกล้เคียงกับดาวแปรแสง แล้วคลิกที่ดาวจะขึ้นคำว่า Ref1

- Mouse click tag as : เลือก New Check Star วางรอบดาวที่มีขนาดใกล้เคียงกับดาวแปรแสง แล้วคลิกที่ดาวจะขึ้นคำว่า Chk1



ภาพที่ ก.2 การPhotometry

- View Plot
- ในกล่องPhotometry มีกราฟขึ้น 4 กราฟเส้นตรงสุดคือกราฟของดาว Ref1 เส้นที่ค่อนข้างตรงอีกสองเส้นจะเป็นของ Chk1, Chk2 ส่วนเส้นที่ดูเป็นคาบเป็นของดาวแปรแสง Obj1 พิจารณาฆูกราฟดาวแปรแสงที่ได้เป็นกราฟที่มีความโค้งสม่ำเสมอหรือยังถ้ายังสามารถเลือกRef1 และ Chk1 ใหม่โดยคลิก Back -> Untag แล้วเลือก Ref และChk ใหม่
- Save Data
- เปิดไฟล์ที่ save ข้อมูลจะถูกเปิดใน Microsoft Excel
- File -> Save As... -> save file ให้เป็นนามสกุล.xlsx
- ในตารางจะมีข้อมูลทั้งหมด 5 คอลัมน์คือ T(JD), Obj1, Ref1, Chk1, Chk2
- แทรก2 คอลัมน์ต่อจาก T(JD) ในชื่อ HJD และPhase คำนวณค่าทั้งสองตามภาคผนวก
- Plot graph โดยแกนนอนเป็น Phase และแกนตั้งเป็น Obj1 ซึ่งจะได้กราฟแสงออกมาสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้

V1851OriBin2 B 20200110 - Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	T (JD)	Obj1:V185 Ref1	Chk1	Chk2	Correction (min)	Heliocentric Julian Day	Phase	Obj1:V1851Ori	HJD 2458859+	Flux	
2	2458859.029	-0.2221	0	0.3833	0.2419	6.812945027	2458859.033562220	0.503111	-0.2221	59.033562222	0.667052
3	2458859.03	-0.1855	0	0.4424	0.2487	6.812883656	2458859.034395520	0.50612	-0.1855	59.034395520	0.61314
4	2458859.03	-0.1921	0	0.4276	0.2496	6.812823138	2458859.035217240	0.509087	-0.1921	59.035217237	0.62253
5	2458859.031	-0.199	0	0.3947	0.2395	6.812761765	2458859.036050520	0.512096	-0.199	59.036050525	0.632499
6	2458859.032	-0.1893	0	0.4092	0.259	6.812700391	2458859.036883810	0.515105	-0.1893	59.036883812	0.618529
7	2458859.033	-0.2101	0	0.4178	0.2486	6.812639868	2458859.037705530	0.518072	-0.2101	59.037705530	0.648873
8	2458859.034	-0.2114	0	0.4149	0.2656	6.812578491	2458859.038538830	0.521081	-0.2114	59.038538827	0.650819
9	2458859.035	-0.2269	0	0.4356	0.27	6.812517112	2458859.039372110	0.52409	-0.2269	59.039372115	0.674466
10	2458859.035	-0.2236	0	0.4167	0.263	6.812456585	2458859.040193830	0.527057	-0.2236	59.040193833	0.66936
11	2458859.036	-0.2612	0	0.4089	0.246	6.812395204	2458859.041027120	0.530066	-0.2612	59.041027120	0.729894
12	2458859.037	-0.2646	0	0.4144	0.2501	6.812333821	2458859.041860410	0.533075	-0.2646	59.041860408	0.735631
13	2458859.038	-0.2545	0	0.414	0.2752	6.812272436	2458859.042693700	0.536084	-0.2545	59.042693705	0.71872
14	2458859.039	-0.3122	0	0.4199	0.2322	6.812211903	2458859.043515420	0.539051	-0.3122	59.043515423	0.820843
15	2458859.04	-0.3039	0	0.4272	0.2566	6.812150516	2458859.044348710	0.542059	-0.3039	59.044348710	0.805304
16	2458859.04	-0.3486	0	0.4156	0.2327	6.812089127	2458859.045182000	0.545068	-0.3486	59.045181998	0.892606
17	2458859.041	-0.3511	0	0.4224	0.2452	6.812027737	2458859.046015290	0.548077	-0.3511	59.046015295	0.897759
18	2458859.042	-0.3782	0	0.4307	0.2428	6.811966345	2458859.046848580	0.551086	-0.3782	59.046848583	0.955564
19	2458859.043	-0.3603	0	0.4438	0.2538	6.811905805	2458859.047670300	0.554053	-0.3603	59.047670300	0.91698
20	2458859.044	-0.4105	0	0.3984	0.238	6.81184441	2458859.048503590	0.557062	-0.4105	59.048503587	1.029343
21	2458859.045	-0.4166	0	0.4168	0.2548	6.811783014	2458859.049336880	0.560071	-0.4166	59.049336885	1.043903
22	2458859.045	-0.4287	0	0.4308	0.2527	6.811721616	2458859.050170170	0.56308	-0.4287	59.050170172	1.073396
23	2458859.046	-0.4488	0	0.4008	0.2599	6.81166107	2458859.050991890	0.566047	-0.4488	59.050991890	1.124242

ภาพที่ ก.3 ตารางบันทึกผลหลังจากการ Photometry

ภาคผนวก ข.
การแปลงค่าวันจูเลียน

การแปลงค่าวันจูเลียน

การแปลงค่าวันจูเลียน (Julian Date : J.D.) เป็นวันจูเลียนศูนย์กลางสุริยะ(Heliocentric Julian Date : H.J.D.) สามารถแปลงค่าได้จากโปรแกรม Excel สำเร็จรูปซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก

<http://www.physics.sfasu.edu/astro/javascript/hjd.html> แล้วทำตามขั้นตอนดังนี้

- เปิดไฟล์โปรแกรม Excel สำเร็จรูป(เลือกไฟล์ที่ชื่อว่า HeliocentricJulianDay2011.xlsx) แล้วคลิกเปิดใช้งานเนื้อหานี้

- กรอกข้อมูล RA & Dec ของดาวที่สังเกตลงในช่อง Star Observed

- ลบข้อมูล Julian Date ในคอลัมน์ Input ออกแล้วคัดข้อมูล Julian Date ของดาวที่ต้องการทำโฟโตเมตริมาใส่แทน

- กด Compute HJD เพื่อทำการแปลงค่า JD เป็น HJD โดยผลการคำนวณค่า HJD จะปรากฏตรงช่อง Output HJD

ภาพ

UT	Input Julian Day	Output Correction (min)	Output Heliocentric Julian Day
6/13/2018 03:00		4.063275711	
7/13/2018 09:00		4.237836651	
8/12/2018 15:00		3.342241665	
9/11/2018 21:00		1.595686413	
10/12/2018 03:00		-0.563358009	
11/11/2018 09:00		-2.56993625	
12/11/2018 15:00		-3.874896435	
1/10/2019 21:00		-4.10721185	
2/10/2019 03:00		-3.198877095	
3/12/2019 09:00		-1.409559063	
4/11/2019 15:00		0.762121188	
5/11/2019 21:00		2.73563828	
6/11/2019 03:00		4.00680677	
7/11/2019 09:00		4.262828193	
8/10/2019 15:00		3.442586006	
9/9/2019 21:00		1.746662017	
10/10/2019 03:00		-0.400285797	

Star Observed

RA	DEC
h m s .	° ' "
18 27 12	36 14 37

Instructions:

Step 1: Enter the Dates in Column A.

Step 2: Enter the coordinates of the star (F5 thru K5).

Step 3: Click on the button labeled "Compute HJD".

Step 4: The Heliocentric Julian Days will appear in Column E.

Note: The HJD macro can be viewed using the Tools->Macro->Edit menu option.

Why do we need this correction?

Answer: There are differences in light arrival times due to the relative locations of the Earth and the star.

Although the speed of light is very fast, it is not infinite, and the incredible astronomical distances we are dealing with can lead to easily measurable timing effects due to light's finite speed. One such light time effect occurs because of the Earth's orbit around

ภาพที่ ข.1 แสดงการเปลี่ยนค่า JD เป็น HJD

ตารางเปรียบเทียบค่า(Extinction at TNO.) ของแต่ละฟิลเตอร์

Air mass B	B - B0	Air mass V	V - V0	Air mass R	R - R0	Air mass I	I - I0
1.12160	-1.645	1.12427	1.157	1.12569	-0.962	1.12715	-0.807
1.13403	-1.683	1.13685	-1.164	1.13839	-0.918	1.13998	-0.782
1.14725	-1.665	1.15025	-1.134	1.15188	-0.927	1.15357	-0.782
1.16130	-1.647	1.16449	-1.099	1.16627	-0.891	1.16802	-0.74
1.17628	-1.58	1.17962	-1.069	1.18152	-0.871	1.18337	-0.749
1.19215	-1.574	1.19575	-1.033	1.19770	-0.84	1.19967	-0.726
1.20899	-1.5	1.21281	-1.014	1.21488	-0.826	1.21697	-0.706
1.22686	-1.484	1.23092	-1.021	1.23312	-0.805	1.23540	-0.645
1.24583	-1.478	1.25014	-1.043	1.25248	-0.879	1.25490	-0.729
1.26597	-1.459	1.27054	-1.015	1.27309	-0.854	1.27559	-0.72
1.28742	-1.553	1.29220	-1.021	1.29490	-0.828	1.2975	-0.705
1.31011	-1.395	1.31527	-0.954	1.31807	-0.788	1.32089	-0.634
1.33422	-1.369	1.33970	-0.951	1.34267	-0.795	1.34567	-0.663
1.35984	-1.305	1.36566	-0.91	1.36882	-0.739	1.37201	-0.666

ภาคผนวก ค.
ภาพการปฏิบัติงาน

ภาพการปฏิบัติงาน

1. การปฏิบัติงานบนหอดูดาวแห่งชาติ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์



ภาพที่ ค.1 การเติมไนโตรเจนเหลว เพื่อหล่อเย็นซีดีดีซีบและเปลี่ยนถึงไนโตรเจนเหลว



ภาพที่ ค.2 การติดตั้งอุปกรณ์ให้กับกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร SLODAR, Eyepiece



ภาพที่ ค.3 ใช้งานกล้องโทรทรรศน์ 2.4 เมตร



ภาพที่ ค.4 สอนวิธีการใช้กล้องโทรทรรศน์และการทำงานของกล้องโทรทรรศน์

2. การปฏิบัติงาน ณ ศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาวและวิศวกรรม



ภาพที่ ค.6 ทำการล้างกระจกที่แช่กระจกในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)



ภาพที่ ค.7 กิจกรรมบ้านเปิดอุทยานดาราศาสตร์สิรินธร



ภาพที่ ค.8 พิธีเปิดอุทยานดาราศาสตร์สิรินธร โดยสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี



ภาพที่ ค.9 งาน Galaxy Forum Southeast Asia 2020

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวชนิษฐา แต่งกระโทก
ตำแหน่ง	นักศึกษา
วันเดือนปีเกิด	3 พฤศจิกายน 2540
วุฒิการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
ประวัติการศึกษา	จบมัธยมศึกษาตอนต้น ที่โรงเรียนจักราชวิทยา ปี 2555 จบมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่โรงเรียนจักราชวิทยา ปี 2558 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ชั้นปีที่ 4