

การศึกษาหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์

นายชานนท์ ชูรัตน์

e-mail:paivy101_chanon@hotmail.com

คุณครูพรรณพร บุญทศ

โรงเรียนยโสธรพิทยาคม

บทคัดย่อ

การศึกษาหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์เป็นการศึกษาหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมที่เกิดขึ้นจากการพุ่งชนของอุกกาบาตบนพื้นผิวของดวงจันทร์ในด้านที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1) เพื่อศึกษาหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์ 2) เพื่อจัดทำแผนที่ความสูงของภูเขาและหลุมบนดวงจันทร์โดยการถ่ายภาพของดวงจันทร์มาทำการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือกล้องโทรทรรศน์ Meade LX850 AFC 14" f/8 ความยาวโฟกัส 2,845 มิลลิเมตร กล้อง DSLR พร้อมอุปกรณ์เสริม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Virtual Moon Atlas และการคำนวณ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์มีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.333 ดังนั้น การหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์สามารถทำได้โดยใช้เงาที่ทอดไปบนพื้นผิวของดวงจันทร์ และค่าที่ได้ก็มีความใกล้เคียงกับค่าจริง

คำสำคัญ: - พื้นผิวของดวงจันทร์ หมายถึงพื้นผิวดวงจันทร์ในด้านที่หันเข้าหาโลกหรือด้านที่อยู่ไกลโลก

- ความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์หมายถึง หลุมที่เกิดขึ้นจากการพุ่งชนของอุกกาบาตบนพื้นผิวของดวงจันทร์ในด้านที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

บทนำ

เมื่อมองขึ้นไปยังท้องฟ้ายามค่ำคืน ที่เต็มไปด้วยดวงดาวระยิบระยับเต็มท้องฟ้า ในคืนเดือนเพ็ญจะมีดาวที่สว่างที่สุด ใหญ่ที่สุดในตอนกลางคืนอยู่ดวงหนึ่งหรือแม้แต่ตอนกลางวันในช่วงข้างแรมก็สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดาวดวงนั้นนั่นก็คือ “ดวงจันทร์” ดาวบริวารของโลกนั่นเอง

บริเวณพื้นผิวของดวงจันทร์ที่เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตและปัจจัยอื่นๆ จะพบว่ามีด้วยกันอยู่ 2 ลักษณะ คือ บริเวณที่มีสีเข้มกับบริเวณที่มีสีอ่อน โดยที่บริเวณที่มีสีเข้ม คือที่ราบบนดวงจันทร์หรือเรียกว่า "ทะเล" บนดวงจันทร์เราพบทะเลบนดวงจันทร์มากบนด้านใกล้ของดวงจันทร์ ส่วนทางด้านไกลมีอยู่ประปรายเพียงประมาณ 2% ของพื้นที่ผิวทั้งหมดเท่านั้น ขณะที่ทางด้านไกลมีทะเลถึงประมาณ 31% ของพื้นที่ผิว ส่วนบริเวณที่มีสีอ่อนกว่าบนพื้นผิวดวงจันทร์นั้นเรียกว่า "ภูเขา" (terrae) หรือบางครั้งก็เรียกง่าย ๆ เพียงว่า "ที่ราบสูง" เพราะมันเป็นบริเวณที่มีความสูงมากกว่าส่วนที่เป็นทะเล และเมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู จะพบว่า พื้นผิวของดวงจันทร์นั้น ประกอบไปด้วยภูเขา และหลุมอยู่มากมาย ซึ่งเมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงกระทบบนพื้นผิวดวงจันทร์ที่เป็นภูเขาและหลุมเหล่านี้ จะทำให้เกิดเงาลงบนพื้นผิวของดวงจันทร์ทำให้เราสามารถทราบขนาดของเงาได้และสามารถคำนวณหาความสูงของภูเขาและหลุมบนดวงจันทร์ได้ ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะหาความสูงของภูเขาและหลุมบนดวงจันทร์โดยใช้เงาที่ทอดลงบนพื้นผิวดวงจันทร์ ซึ่งจะทำให้

ให้สามารถทราบถึงความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนพื้นผิวดวงจันทร์ และสามารถสร้างเป็นแผนที่ความสูงบนพื้นผิวดวงจันทร์อย่างง่ายได้

วิธีการศึกษา

1. นำภาพถ่ายพื้นผิวดวงจันทร์ที่ทราบเวลาบันทึกภาพแน่นอนแล้วใช้ซอฟต์แวร์ขยายภาพไปยังภูเขาหรือหลุมที่ต้องการโดยเปิดโปรแกรม Virtual Moon Atlas ออิ่งตำแหน่งไปด้วยแล้วทำการวัด pixel ของเงาแล้วนำมาเทียบกับอัตราส่วนของ pixel เพื่อหาขนาดของเงาที่ปรากฏ โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{ขนาดของวัตถุ} = \frac{\text{ระยะห่างของวัตถุที่ต้องการศึกษา(กิโลเมตร)} \times \text{ขนาดของภาพที่ได้(pixel size ; \frac{\text{เมตร}}{\text{พิกเซล}})}{\text{ระยะที่เกิดภาพ, ระยะโฟกัส (เมตร)}}$$

สมการที่ 1 การหาขนาดของวัตถุจากการถ่ายภาพ

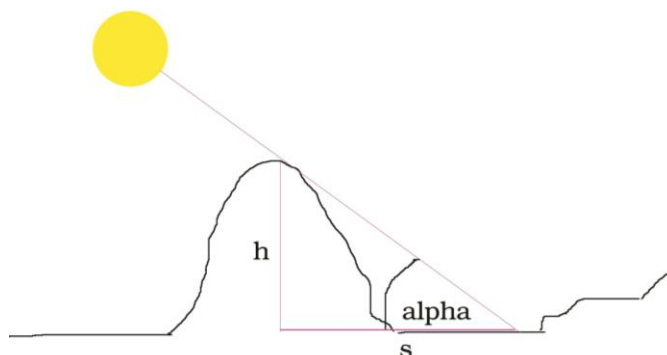
ซึ่งในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 เวลา 01:45 น. ดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลก 389,381 กิโลเมตร มีขนาดของภาพหรือ Pixel size เป็น 3.5 ไมโครเมตร และมีระยะโฟกัสของกล้องโทรทรรศน์เป็น 2,845 มิลลิเมตร เมื่อคำนวณแล้วได้ขนาดวัตถุเป็น 0.479028 กิโลเมตรต่อพิกเซล

2. จากนั้นจึงใช้อัตราส่วนดังกล่าวในการหาขนาดเงาที่ปรากฏจากความยาวเงาที่วัดได้จากซอฟต์แวร์และทำการแก้ความคลาดเคลื่อนของเงาเนื่องจากผิวโค้งของดวงจันทร์ตามสมการ

$$x = \frac{1}{\text{Cos(Latitude)Cos(Longitude)}}$$

สมการที่ 2 สำหรับปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของขนาดเงาเนื่องจากความโค้งของพื้นผิว (ค่า X)

3. เมื่อได้ขนาดเงาของภูเขาแล้วจึงนำมาหาความสูงตามหลักตรีโกณมิติดังนี้



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการหาความสูงของภูเขาบนดวงจันทร์ (h) โดยการสังเกตความยาวเงา (s) และมุม alpha

ในแผนภาพด้านบนสามารถหาความสูงของภูเขาตามหลักทางตรีโกณมิติคือ

$$\tan \alpha = \frac{h}{s}$$

เมื่อ h คือ ความสูงของภูเขาหรือความลึกของหลุม

s คือ ความยาวของเงา

α คือ มุมเงยของดวงอาทิตย์บนพื้นผิวดวงจันทร์ ณ ตำแหน่งที่ศึกษา

นั่นคือความสูงของภูเขาจะสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$h = \tan \alpha \times s$$

และขนาดของมุม α สามารถหาได้จากสมการที่ 3 ซึ่งคำนึงถึงตำแหน่งของหลุมบนดวงจันทร์และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ดังนี้ (อ้างอิงจาก Pogge 2002, <http://ftp.astronomy.ohio-state.edu/%7Epogge/Ast350/Labs/index.html>)

$$\sin(\alpha) = \sin(\text{Subsolar point latitude}) \times \sin(\text{Latitude}) + \cos(\text{Subsolar point latitude}) \times \cos(\text{Latitude}) \times \sin(\text{Co-longitude of the Sun} + \text{longitude})$$

เมื่อ Subsolar point latitude คือ ละติจูดที่ดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นผิวของดวงจันทร์ ณ เวลาที่ถ่ายภาพ

Co-longitude of the Sun คือ ลองจิจูดรวมของดวงอาทิตย์ ณ เวลาที่ถ่ายภาพ

Latitude และ longitude คือ พิกัดทางภูมิศาสตร์ของตำแหน่งที่ต้องการศึกษา

สมการที่ 3 สำหรับหาค่า α

4. หลังจากได้ค่าความสูงของภูเขาแล้วจึงนำค่ามาป้อนลงในซอฟต์แวร์การคำนวณและเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากโปรแกรม Virtual Moon Atlas เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของข้อมูลที่ได้และนำค่าที่ได้มากำหนดลงบนภาพดวงจันทร์เพื่อทำเป็นแผนที่ความสูงบนดวงจันทร์ต่อไป

ผลการศึกษา

จากภาพถ่ายพื้นผิวดวงจันทร์ที่ได้เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้ซอฟต์แวร์ขยายภาพไปยังภูเขาหรือหลุมที่ต้องการและใช้โปรแกรม Virtual Moon Atlas เพื่ออ้างอิงพิกัดจะสามารถวิเคราะห์ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ภาพพื้นผิวดวงจันทร์วันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 เวลา 01:45 น. และภาพขยาย (หลุม Delambre)

ในภาพที่ 2 (หลุม Delambre มีพิกัด ลองจิจูด 17.5 องศาตะวันออก ละติจูด 1.9 องศาใต้) เมื่อทราบขนาดของเงา โดยการนำขนาดพิกเซลเงา (34.829 พิกเซล) คูณกับขนาดวัตถุที่ได้จากสมการที่ 1 เพื่อหาความยาวเงาที่ปรากฏแล้ว (16.684 กิโลเมตร) จึงนำค่าลองจิจูดและละติจูดมาหาค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความโค้งของพื้นผิวดวงจันทร์ โดยแทนค่าลงในสมการที่ 2 จะได้

$$X = 1/[\text{Cos}(1.9) \times \text{Cos}(17.5)] = 1.049$$

ซึ่งจะได้ค่าคลาดเคลื่อนจากความโค้งของพื้นผิวดวงจันทร์ แล้วจึงนำมารวมกับขนาดเงาปรากฏที่ได้จึงจะได้ขนาดเงาที่ถูกต้อง (17.733 กิโลเมตร) แล้วจึงหามุม alpha จากสมการที่ 3 โดยสามารถหาค่า Co-longitude of the Sun (151.1 องศา ณ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 เวลา 01:45 น.) และค่า Subsolar point Lat (0 องศา ณ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 เวลา 01:45 น.) ได้จากวันเวลาที่ถ่ายภาพ แล้วนำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการดังนี้

$$\text{Sin}(\alpha) = \text{Sin}(0) \times \text{Sin}(-1.9) + \text{Cos}(0) \times \text{Cos}(-1.9) \times \text{Sin}(151.1 + (17.5))$$

แล้วจึงถอดค่า Arcsine ซึ่งจะได้มุม alpha ณ ตำแหน่งที่ต้องการเพื่อนำมาคำนวณหาความสูงของภูเขาหรือ ความลึกของหลุมโดยใช้หลักตรีโกณมิติดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งจากการแทนค่าข้างต้นสามารถถอด Arcsine ได้มุม alpha เป็น 11.394 องศา

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือจะได้ความสูงของตำแหน่งนี้ คือ Delambre เป็น } & 17.733 \text{ กิโลเมตร} \times \tan 11.394 \\ & = 3.573 \text{ กิโลเมตร} \end{aligned}$$

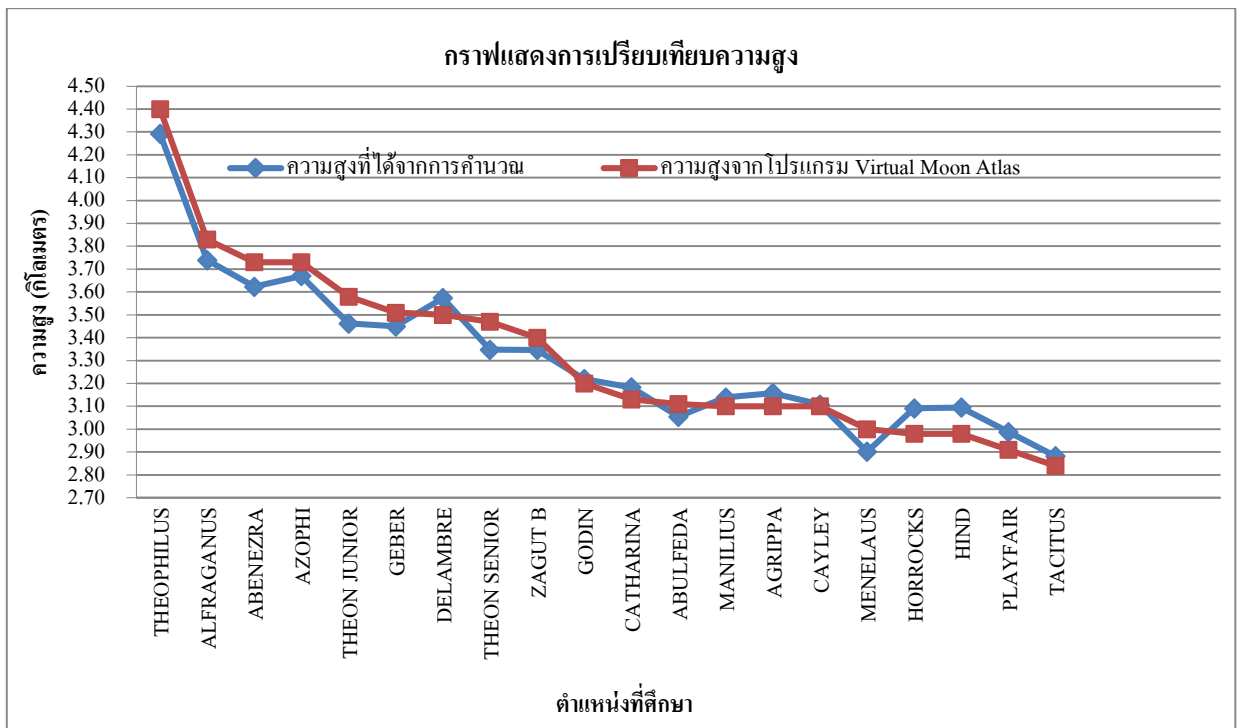
ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว สามารถทำการคำนวณหาความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบน ดวงจันทร์อื่นๆ ได้ดังตารางต่อไป (ในที่นี้จะแสดงไว้เพียง 20 ตำแหน่ง สามารถดูทุกตำแหน่งที่ได้คำนวณไว้ได้ที่ ภาคผนวก)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความสูงที่ได้จากการคำนวณและความสูงจากโปรแกรม Virtual Moon Atlas

ลำดับที่	ชื่อ	longitude (องศา)	latitude (องศา)	ความสูงจากการคำนวณ (เมตร)	ความสูงจากโปรแกรม (เมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	THEOPHILUS	26.4 E	11.4 S	4,292.534	4,400.000	2.442
2	ALFRAGANUS	19 E	5.4 S	3,739.304	3,830.000	2.368
3	ABENEZRA	11.9 E	21 S	3,623.459	3,730.000	2.856
4	AZOPHI	12.7 E	22.1 S	3,670.438	3,730.000	1.597
5	THEON JUNIOR	15.8 E	2.3 S	3,462.265	3,580.000	3.289
6	GEBER	13.9 E	19.4 S	3,449.496	3,510.000	1.724

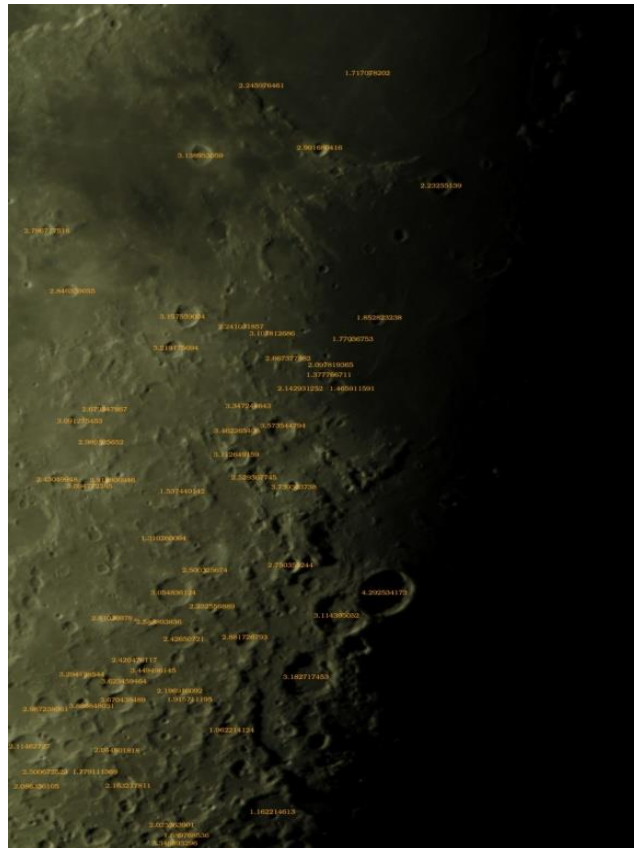
7	DELAMBRE	17.5 E	1.9 S	3,573.545	3,500.000	2.101
8	THEON SENIOR	15.4 E	0.8 S	3,347.245	3,470.000	3.538
9	ZAGUT B	18 E	32.1 S	3,346.893	3,400.000	1.562
10	GODIN	10.2 E	1.8 N	3,219.176	3,200.000	0.599
11	CATHARINA	23.6 E	18 S	3,182.717	3,130.000	1.684
12	ABULFEDA	13.9 E	13.8 S	3,054.836	3,110.000	1.774
13	MANILIUS	9.1 E	14.5 N	3,138.953	3,100.000	1.257
14	AGRIPPA	10.5 E	4.1 N	3,157.539	3,100.000	1.856
15	CAYLEY	15.1 E	4 N	3,107.813	3,100.000	0.252
16	MENELAUS	16 E	16.3 N	2,901.680	3,000.000	3.277
17	HORROCKS	5.9 E	4 S	3,091.275	2,980.000	3.734
18	HIND	7.4 E	7.9 S	3,094.772	2,980.000	3.851
19	PLAYFAIR	8.4 E	23.5 S	2,987.238	2,910.000	2.654
20	TACITUS	19 E	16.2 S	2,881.727	2,840.000	1.469

จากข้อมูลในตารางข้างต้นสามารถนำมาเขียนกราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงได้ดังนี้



กราฟที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงที่ได้จากการคำนวณและความสูงจากโปรแกรม Virtual Moon Atlas

เมื่อนำความสูงของภูเขาทั้งหมดที่สามารถคำนวณหาได้แล้วมาระบุตำแหน่งลงบนภาพถ่ายพื้นผิวดวงจันทร์ จะสามารถสร้างแผนที่ความสูงของภูเขาบนดวงจันทร์อย่างง่ายได้เพื่อใช้ในการศึกษาระดับความสูงของภูเขาสูงๆ บนดวงจันทร์ ดังภาพที่ 3 (แสดงความสูงที่คำนวณถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 9)



ภาพที่ 3 แผนที่ความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนดวงจันทร์ (ค่าจากการคำนวณ)

สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ทราบว่า สามารถที่จะวัดความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมบนพื้นผิวดวงจันทร์ได้ด้วยการวัดความยาวของภูเขาหรือเงาของหลุมที่ทอดลงบนพื้นผิว โดยใช้ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของตำแหน่งที่ต้องการศึกษา ประกอบกับตำแหน่งสัมพัทธ์ของดวงอาทิตย์ในวันนั้นๆ ซึ่งจากการศึกษา ค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีความใกล้เคียงกับค่าจริงในโปรแกรม Virtual Moon Atlas โดยมีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.333

อภิปราย

จากผลการวิเคราะห์จะสังเกตเห็นว่าความสูงที่ได้จากการคำนวณจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ความไม่แน่นอนในการวัดของผู้วัด ตำแหน่งที่วัดพิกเซลของเงา ความละเอียดของเครื่องมือ ความแม่นยำของนาฬิกาที่ใช้อ่านเวลาในการถ่ายภาพ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะส่งผลให้การคำนวณเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นมานั่นเอง

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการดาราศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความสูงของภูเขาและความลึกหลุมบนดวงจันทร์ครั้งนี้ สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก คุณครูพรรณพร บุญทศ คุณครูที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาส่งเสริมสนับสนุน ให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ มานิต เขียวศรี ผู้อำนวยการโรงเรียนยโสธรพิทยาคม และผู้อำนวยการสุภาพร สุนทรหา อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนยโสธรพิทยาคม และคณะผู้บริหาร โรงเรียนยโสธรพิทยาคมทุกท่าน ที่ให้ส่งเสริมสนับสนุนด้วยความเมตตา

ขอขอบพระคุณ คุณครูวาสนา แก่นลา หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคุณครูโรงเรียนยโสธรพิทยาคมทุกท่าน ที่กรุณาถ่ายทอดวิชาการความรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้ศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณมณฑิลา ตั้งมดิธรรม และคุณอนันต์พล สุดทรัพย์ ที่ปรึกษาโครงการและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง และสนับสนุนการทำโครงการดาราศาสตร์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ชานนท์ ชูรัตน์

เอกสารอ้างอิง

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องโทรทรรศน์ Meade LX850 AFC 14" f/8ความยาวโฟกัส 2,845 มิลลิเมตร
2. กล้องถ่ายภาพ Canon 60 Da : Pixel size 4 ไมโครเมตร x 3 ไมโครเมตร
3. อุปกรณ์เสริม Takahashi TOA 130EX 1.6x 2" Extender
Takahashi CA-35 Camera Adapter with Canon mount

เอกสารอ้างอิง

มณฑิลา ตั้งมดิธรรม ,คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ,สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์,กันยายน 2556.

การวัดความสูงของภูเขาบนดวงจันทร์,<http://www.lesa.biz/research/astromony>,สืบค้นวันที่ 13 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ดวงจันทร์,<http://en.wikipedia.org/wiki/Moon>, สืบค้นวันที่ 13 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

The Heights of Lunar Craters. <http://ftp.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast350/Labs/craters02.html>,
สืบค้นวันที่ 18เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ภาคผนวก

ตารางที่ 2 ตารางแสดงความสูงที่ได้จากการคำนวณและความสูงจากโปรแกรม Virtual Moon Atlas

ลำดับ ที่	ชื่อ	longitude (องศา)	latitude (องศา)	ความสูงจาก การคำนวณ (เมตร)	ความสูง จากโปรแกรม (เมตร)	ค่าความ คลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	THEOPHILUS	26.4 E	11.4 S	4,292.534	4,400.000	2.442
2	ALFRAGANUS	19 E	5.4 S	3,739.304	3,830.000	2.368
3	ABENEZRA	11.9 E	21 S	3,623.459	3,730.000	2.856
4	AZOPHI	12.7 E	22.1 S	3,670.438	3,730.000	1.597
5	THEON JUNIOR	15.8 E	2.3 S	3,462.265	3,580.000	3.289
6	GEBER	13.9 E	19.4 S	3,449.496	3,510.000	1.724
7	DELAMBRE	17.5 E	1.9 S	3,573.545	3,500.000	2.101
8	THEON SENIOR	15.4 E	0.8 S	3,347.245	3,470.000	3.538
9	ZAGUT B	18 E	32.1 S	3,346.893	3,400.000	1.562
10	GODIN	10.2 E	1.8 N	3,219.176	3,200.000	0.599
11	CATHARINA	23.6 E	18 S	3,182.717	3,130.000	1.684
12	ABULFEDA	13.9 E	13.8 S	3,054.836	3,110.000	1.774
13	MANILIUS	9.1 E	14.5 N	3,138.953	3,100.000	1.257
14	AGRIPPA	10.5 E	4.1 N	3,157.539	3,100.000	1.856
15	CAYLEY	15.1 E	4 N	3,107.813	3,100.000	0.252
16	MENELAUS	16 E	16.3 N	2,901.680	3,000.000	3.277
17	HORROCKS	5.9 E	4 S	3,091.275	2,980.000	3.734
18	HIND	7.4 E	7.9 S	3,094.772	2,980.000	3.851
19	PLAYFAIR	8.4 E	23.5 S	2,987.238	2,910.000	2.654
20	TACITUS	19 E	16.2 S	2,881.727	2,840.000	1.469
21	UKERT	1.4 E	7.8 N	2,786.718	2,800.000	0.474
22	TRIESNECKER	3.6 E	4.2 N	2,846.339	2,800.000	1.655
23	PICKERING	7 E	2.9 S	2,679.348	2,740.000	2.214

24	DIONYSIUS	17.3 E	2.8 N	2,667.378	2,700.000	1.208
25	KANT	20.1 E	10.6 S	2,750.355	2,700.000	1.865
26	HALLEY	5.7 E	8 S	2,430.499	2,510.000	3.167
27	TAYLOR	16.7 E	5.3 S	2,529.368	2,480.000	1.991
28	ALMANON	15.2 E	16.8 S	2,426.507	2,480.000	2.157
29	CONON	2 E	31.6 N	2,245.976	2,320.000	3.191
30	PLINIUS	23.7 E	15.4 N	2,232.551	2,300.000	2.933
31	WHEWELL	13.7 E	4.2 N	2,241.032	2,300.000	2.564
32	SCHMIDT	18.8 E	1 N	2,142.931	2,300.000	6.829
33	PONTANUS	14.4 E	28.4 S	2,163.218	2,120.000	2.039
34	APIANUS	7.9 E	26.9 S	2,114.627	2,080.000	1.665
35	FERMAT	19.8 E	22.6 S	1,962.214	2,000.000	1.889
36	ARAGO	21.4 E	6.2 N	1,852.823	1,800.000	2.935
37	BESSEL	17.9 E	21.8 N	1,717.078	1,740.000	1.317
38	MANNERS	20 E	4.6 N	1,770.368	1,700.000	4.139
39	LINDSAY	13 E	7 S	1,537.449	1,550.000	0.810
40	SABINE	20.1 E	1.4 N	1,465.912	1,500.000	2.273
41	ANDEL	12.4 E	10.4 S	1,310.260	1,300.000	0.789
42	RITTER	19.2 E	2 N	1,377.767	1,300.000	5.982
43	HIPPARCHUS G	7.4 E	5 S	2,989.526	-	-
44	HIPPARCHUS C	8.2 E	7.3 S	3,916.807	-	-
45	TAYLOR A	15.4 E	4.2 S	3,112.649	-	-
46	DESCARTES A	15.2 E	12.1 S	2,500.326	-	-
47	ABULFEDA A	10.8 E	16.4 S	2,810.370	-	-
48	ABULFEDA F	13 E	16.2 S	2,583.894	-	-
49	ABULFEDA B	16.4 E	14.5 S	2,232.557	-	-
50	CYRILLUS	24 E	13.2 S	3,114.395	-	-
51	GEBER B	13 E	19 S	2,420.476	-	-
52	ABENEZRA B	10.1 E	20.8 S	3,294.499	-	-
53	ABENEZRA A	10.5 E	22.8 S	3,886.848	-	-
54	SACROBOSCO G	16.2 E	20.7 S	2,196.916	-	-
55	SACROBOSCO F	16.7 E	21.1 S	1,915.711	-	-
56	PONTANUS D	13.2 E	25.9 S	2,044.802	-	-
57	APIANUS C	10.5 E	28.1 S	2,500.673	-	-
58	POISSON A	9.1 E	29.6 S	2,086.336	-	-
59	PONTANUS F	11.6 E	27.8 S	1,779.111	-	-

60	ZAGUT D	19.3 E	31.4 S	1,689.769	-	-
61	ZAGUT C	18.5 E	30.8 S	2,025.364	-	-
62	ROTHMANN C	25.1 E	28.6 S	1,162.215	-	-
63	RITTER B	18.9 E	3.3 N	2,097.819		
เฉลี่ย						2.333