



คู่มือโครงการงานการวัดระยะห่างของดวงจันทร์จากสุริยุปราคา

เรียบเรียงโดย

พิสิฐฐ นิธิยานันท์, ประณิตา เสพปันคำ และอาจารย์ จันทมาศ
ศูนย์บริการวิชาการและสารสนเทศดาราศาสตร์
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

โครงการการวัดระยะห่างของดวงจันทร์จากสุริยุปราคา

เนื่องจากในวันที่ 9 มีนาคม 2559 จะเกิดสุริยุปราคาบางส่วนที่สามารถสังเกตเห็นได้ในทุกภาคของประเทศไทย เพื่อเป็นการกระตุ้นการตื่นตัวทางดาราศาสตร์ให้กับประชาชนทั่วไป และเนื่องด้วยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (สดร.) เป็นหน่วยงานที่มีพันธกิจหลักในการทำวิจัย และให้บริการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางดาราศาสตร์ รวมถึงทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติได้มีโครงการกระจายการเรียนรู้ดาราศาสตร์ “77 จังหวัด เปิดฟ้าส่องโลกดาราศาสตร์ เปิดโอกาสเรียนรู้ทั่วหล้า” มอบกล้องโทรทรรศน์ให้แก่โรงเรียนต่าง ๆ กว่า 60 โรงเรียนไปแล้วนั้น

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติจึงเชิญชวนผู้สนใจและโรงเรียนที่ได้รับมอบกล้องโทรทรรศน์ร่วมเก็บข้อมูลสุริยุปราคาบางส่วนครั้งนี้ เพื่อรวบรวมข้อมูลไว้บนเว็บไซต์ของทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ และนำมาคำนวณระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ด้วยตัวเอง ดังเช่น การหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์จากสุริยุปราคาของฮิปปาร์คัส (Hipparchus) นักดาราศาสตร์ชาวกรีกโบราณ และยังสามารถนำหลักการมาปรับใช้เป็นโครงการดาราศาสตร์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้านดาราศาสตร์ได้

1. หลักการ

- ที่เวลาสากลเดียวกัน ผู้สังเกตสุริยุปราคาสองตำแหน่งบนโลก จะสังเกตเห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์มากน้อยไม่เท่ากันเพราะสังเกตด้วยมุมมองต่างกัน

อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ “เวลาสากล” (UT)

การระบุเวลามาตรฐานในปัจจุบันมักใช้ระบบเวลาสากล (Coordinated Universal Time; UTC) หรือเรียกย่ออีกว่า UT ซึ่งมีความแม่นยำ

หลักการของระบบเวลา UT ก็คือการระบุเวลาตามตำแหน่งต่าง ๆ บนโลกนั่นเอง ช่วยให้ผู้ใช้สังเกตรู้เวลาใดๆ บนโลกที่ตรงกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าหากเวลาในประเทศไทย ณ เวลา 06:00 แล้ว ถ้าหากเราอยากทราบเวลาเดียวกันนี้ในประเทศอื่น ๆ จะเป็นเวลาเท่าไร

ระบบเวลาสากลนี้กำหนดให้เส้นลองจิจูดที่ผ่าน Royal Greenwich Observatory ที่เมืองกรีนวิช กรุงลอนดอน สหราชอาณาจักร มีค่าเป็น UT+0 ชั่วโมง ส่วนประเทศที่อยู่ห่างออกมา ทางทิศตะวันออกจะมีค่า UT+ เช่น ประเทศไทยจะมีเป็น UTC+7:00 ชั่วโมง หมายถึง เวลาของประเทศไทยจะเร็วกว่าที่ลอนดอน 7 ชั่วโมง ในทางตรงข้าม ประเทศที่อยู่ทางตะวันตกของลอนดอน จะมีเวลา UTC- เช่น ประเทศบราซิลเป็น UTC-3:00 ชั่วโมง หมายถึงเวลาของประเทศบราซิลจะช้ากว่าที่ลอนดอน 3 ชั่วโมง

เมื่อผู้สังเกตบนโลกต้องการทำการสังเกตสุริยุปราคาในเวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น

- ประเทศไทย UT +7:00 (ทั้งประเทศ)
- เกาะสุลาเวสี (Sulawesi) ประเทศอินโดนีเซีย UT +8:00

ดังนั้น หากผู้สังเกตอยู่ในประเทศไทยทำการสังเกตการณ์ในเวลา 06:30 น.

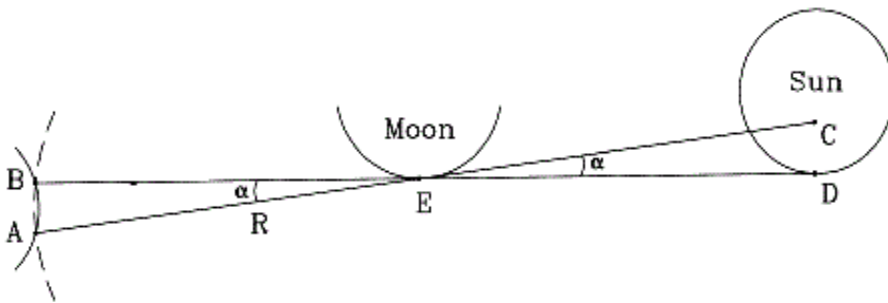
ผู้สังเกตที่อยู่บนเกาะสุลาเวสี ประเทศอินโดนีเซีย จะต้องทำการสังเกตที่เวลา 07:30 น.

เวลา UT สามารถหาได้จาก

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_UTC_time_offsets

<http://www.timeanddate.com/worldclock/timezone/utc>

- เราสามารถนำความแตกต่างที่ได้จากทั้ง 2 ตำแหน่งนี้ มาคำนวณหาระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ได้ ดังนั้นการสังเกตการณ์นี้จึงต้องการผู้สังเกตที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่แตกต่างกันบนโลกที่สามารถมองเห็นสุริยุปราคาในครั้งนี้
- ในขณะที่เกิดสุริยุปราคา ตำแหน่งของผู้สังเกต ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ “เกือบ” จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้สามารถแสดงเป็นภาพได้ดังนี้



รูปที่ 1 ทางด้านซ้ายมือสุดคือ โลก, ตรงกลางเป็นดวงจันทร์ และทางด้านขวามือสุดคือ ดวงอาทิตย์

ผู้สังเกตสองคนที่อยู่ ณ ตำแหน่งใดๆ บนโลกที่มีเงาของดวงจันทร์ผ่าน ซึ่งก็คือ พื้นที่บนโลก ณ ตำแหน่งจุด A และ B เมื่อทำการสังเกตสุริยุปราคาจะพบว่าจุด E ใดๆบนดวงจันทร์ จะเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งไป เมื่อเทียบกับดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นพื้นหลังที่เวลาเดียวกัน (เวลาสากลเดียวกัน)

เราสามารถพิสูจน์ได้ว่าระยะเชิงมุมที่จุด E เปลี่ยนตำแหน่งไปมีค่าใกล้เคียงกับมุม α ในรูปมาก ๆ

สิ่งสำคัญที่สุดในการสังเกตนี้คือการหาระยะเชิงมุมของมุม α ซึ่งสามารถทำได้โดยการถ่ายภาพสุริยุปราคาจากสองตำแหน่งบนโลก

จากนั้น นำค่ามุม

$$\alpha = AB/R$$

เมื่อ AB คือ ส่วนของเส้นโค้งที่เชื่อมระหว่างผู้สังเกตทั้งสอง โดยมีจุดศูนย์กลางที่ E

R คือ ระยะระหว่างผู้สังเกตบนผิวโลกถึงดวงจันทร์

แต่เนื่องจาก AB เป็นส่วนของเส้นโค้งที่เล็กมาก อาจประมาณว่ามีค่าเท่ากับ ส่วนของเส้นโค้งบนผิวโลกได้ ดังนั้น AB จึงเท่ากับระยะห่างระหว่างผู้สังเกตบนผิวโลกซึ่งหาได้จาก Google Map

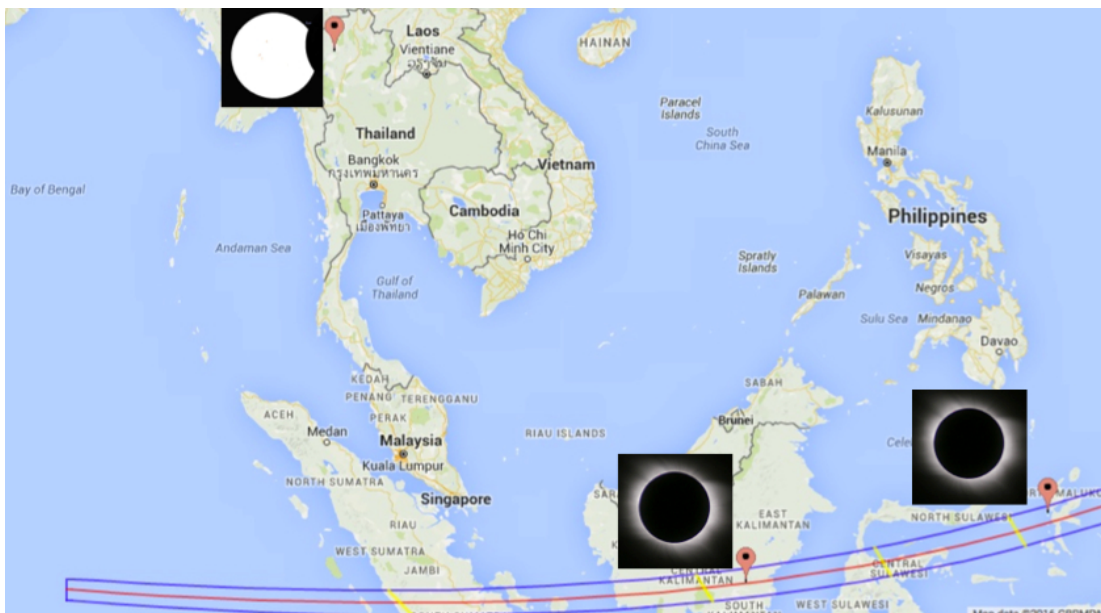
ระยะทางระหว่างโลกถึงดวงจันทร์โดยประมาณจึงมีค่าเป็น R+รัศมีของโลก

2. วิธีการหามุม Parallax ของดวงจันทร์จากสุริยุปราคา

วิธีที่ 1 การถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนเทียบกับสุริยุปราคาเต็มดวง

สำหรับวิธีนี้ ผู้สังเกตการณ์ที่ทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วน ณ ตำแหน่งใดๆ สามารถหามุม Parallax ของดวงจันทร์ได้จากการถ่ายภาพโดยเปรียบเทียบกับผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง ซึ่งผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคาทั้งสองตำแหน่งต้องถ่ายภาพในเวลาเดียวกัน (เวลา UT เดียวกัน)

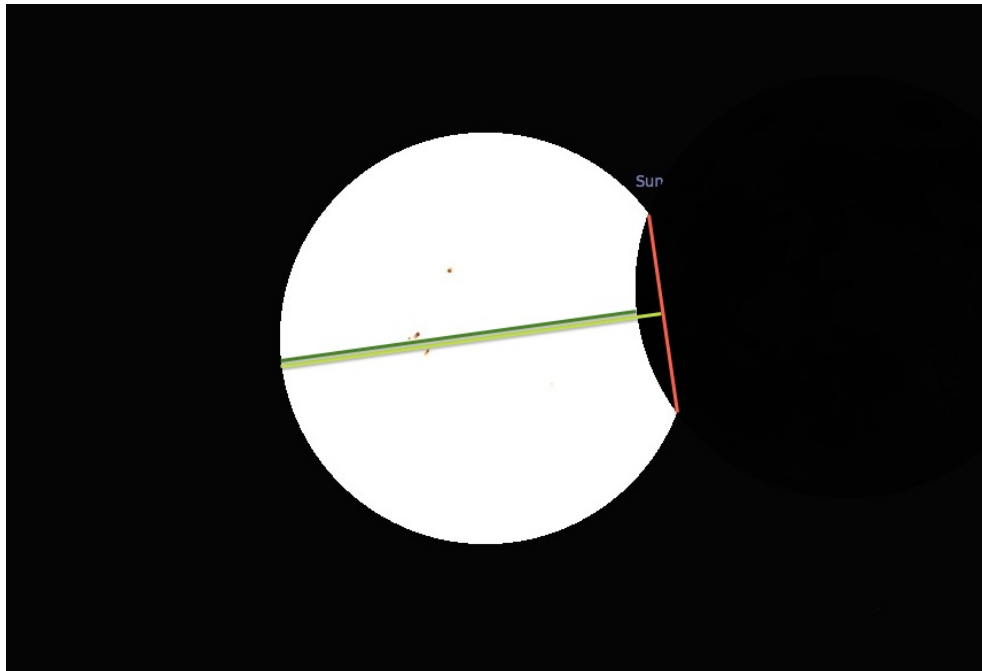
แต่ถ้าหากผู้สังเกตการณ์ที่อยู่ ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งไม่สามารถทำการถ่ายภาพได้ (อันเนื่องมาจากสภาพท้องฟ้าและเหตุการณ์อื่นๆ) ให้ผู้สังเกตการณ์ที่สามารถถ่ายภาพได้ ใช้แผนที่ Google Map แสดงข้อมูลสุริยุปราคาขององค์การ NASA ช่วยได้



รูปที่ 2 แผนที่แสดงเส้นทางที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่าน พร้อมตำแหน่งของผู้สังเกตที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่เกิดสุริยุปราคาบางส่วน และสุริยุปราคาเต็มดวง

เมื่อผู้สังเกตการณ์ที่เกาะเตอร์นาเต ในประเทศอินโดนีเซีย (ลูกศรสีแดงทางล่างขวาสุดของภาพ) ถ่ายภาพสุริยุปราคาเต็มดวงในเวลา 00:53 UT ในเวลาเดียวกันนี้ (00:53 UT) ผู้สังเกตการณ์ที่เมืองเชียงใหม่ (ลูกศรสีแดงทางซ้ายบนสุดของภาพ)

กรณีที่ถ้าหากผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่สามารถถ่ายภาพได้ และผู้สังเกตการณ์ที่อยู่บริเวณที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวงไม่สามารถถ่ายภาพในเวลาเดียวกันได้ ให้ผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่หาดำแหน่งที่สามารถมองเห็นสุริยุปราคาเต็มดวงในเวลาเดียวกัน กับเวลาที่ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากแผนที่ Google Map เช่น หากผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วน ในเวลา 00:32 UT ก็ต้อง หาดำแหน่งใด ๆ ในแผนที่ Google Map ในแถบที่มีเส้นขอบสีน้ำเงิน (พื้นที่ที่สามารถเห็นสุริยุปราคา เต็มดวง) ดูในรูปที่ 2 โดยมี Maximum eclipse เวลา 00:32 UT ซึ่งอยู่บนเกาะบอร์เนียว (ลูกศรสีแดงด้านล่างของภาพ) ซึ่งเส้นสีแดงที่อยู่กลางแถบ เป็นบริเวณที่จุดศูนย์กลางดวงจันทร์ปรากฏซ้อนทับกับจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์พอดี



รูปที่ 3 ภาพจำลองสุริยุปราคาบางส่วน สำหรับการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ด้วยวิธีที่ 1

สำหรับการหามุม Parallax ของดวงจันทร์จากวิธีนี้ มีขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ลากเส้นคอร์ดเชื่อมจุดตัดระหว่างขอบดวงอาทิตย์กับขอบดวงจันทร์ (เส้นสีแดง)
- 2) ลากเส้นตั้งฉากเส้นคอร์ด โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางเส้นคอร์ด ไปจนถึงขอบดวงอาทิตย์อีกด้าน (เส้นสีเขียวอ่อน)
- 3) วัดมุม Parallax ของดวงจันทร์ตามแนวเส้นตั้งฉากเส้นคอร์ดนี้ จากขอบดวงจันทร์ ถึงขอบดวงอาทิตย์ (เส้นสีเขียวเข้ม) โดยเทียบกับขนาดปรากฏเชิงมุมของดวงอาทิตย์ที่ 0.5 องศา

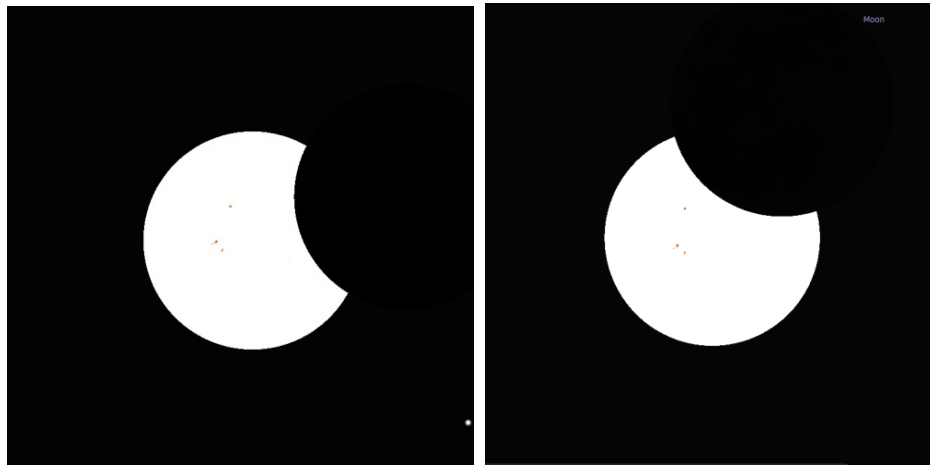
จากนั้น ก็หาระยะห่างระหว่างเมืองเชียงใหม่-เกาะเตอร์นาเต (ในกรณีที่มีผู้ถ่ายภาพสุริยุปราคา เต็มดวงที่เกาะเตอร์นาเต) หรือ เมืองเชียงใหม่-เกาะบอร์เนียว (ในกรณีที่ไม่มีผู้ถ่ายภาพสุริยุปราคา เต็มดวง) ก่อนที่จะนำไปคำนวณระยะห่างของดวงจันทร์ต่อ

วิธีการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ระหว่างผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วนกับสุริยุปราคา เต็มดวงนี้ ใช้การหาระยะห่างของดวงจันทร์ตามแบบที่อิปาร์คัสเคยทำ

วิธีที่ 2 ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากตำแหน่งต่างกัน ในเวลาเดียวกัน

การระบุจุดอ้างอิงใดๆบนดวงจันทร์ขณะเกิดสุริยุปราคาในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก เพราะดวงจันทร์ ในขณะเกิดสุริยุปราคานั้นมืดและไม่ปรากฏรายละเอียดบนพื้นผิวใดๆ ดังนั้นเราอาจเลือกจุดอ้างอิงให้เป็น จุดศูนย์กลางดวงจันทร์

ตัวอย่างเช่น หากเราถ่ายรูปสุริยุปราคามาได้สองรูปจากสองตำแหน่ง ที่เวลาสากลเดียวกัน ดังนี้



(ก)

(ข)

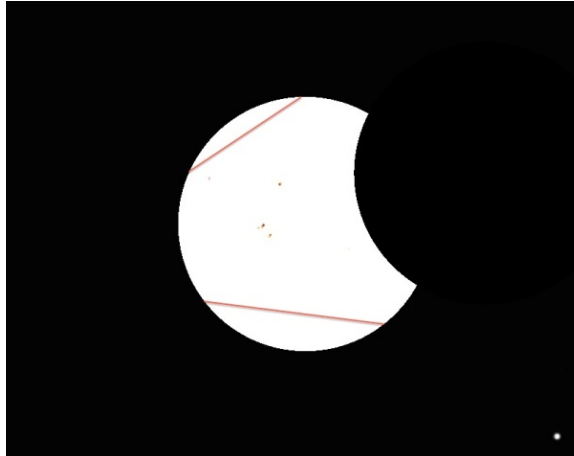
รูปที่ 4 (ก) แสดงภาพจำลองเหตุการณ์ เมื่อผู้สังเกตการณ์ที่ตำแหน่ง A ถ่ายภาพได้
(ข) แสดงภาพจำลองเหตุการณ์ เมื่อผู้สังเกตการณ์ที่ตำแหน่ง B ถ่ายภาพได้

- 1) ให้หาจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ จากทั้ง 2 ภาพ
- 2) นำจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์มาจากทั้ง 2 ภาพมาซ้อนกัน
- 3) หมุนภาพใดภาพหนึ่งจนกระทั่งทั้งสองภาพอยู่ในทิศทางเดียวกัน โดยการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์ (สำหรับกรณีที่ในช่วงเวลานั้นเกิดจุดบนดวงอาทิตย์) สิ่งที่ต้องทำคือ หมุนภาพจนกระทั่งจุดบนดวงอาทิตย์มาซ้อนกันพอดี

การหาจุดศูนย์กลางวงกลมจากส่วนของเส้นโค้งใดๆ และวิธีทำอย่างละเอียด

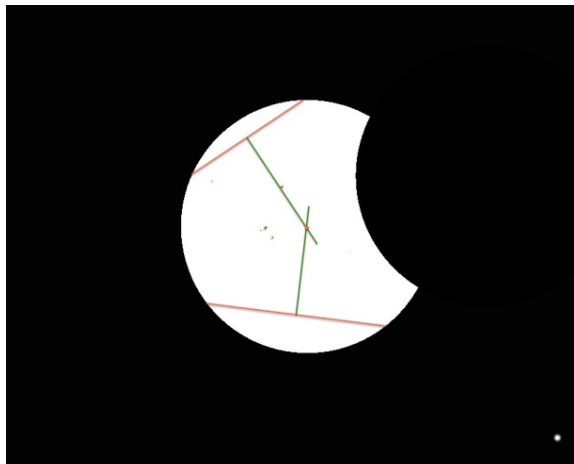
ยกตัวอย่าง การหาจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ของภาพที่ตำแหน่ง A

1) ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดสองจุดบนวงกลมเรียกว่า คอร์ด สร้างคอร์ดขึ้นมาสองคอร์ดจากจุดใดก็ได้ (เส้นสีแดงในรูปที่ 5)



รูปที่ 5 ภาพสุริยุปราคาบางส่วน หลังจากที่เราลากเส้นคอร์ด 2 เส้นแล้ว

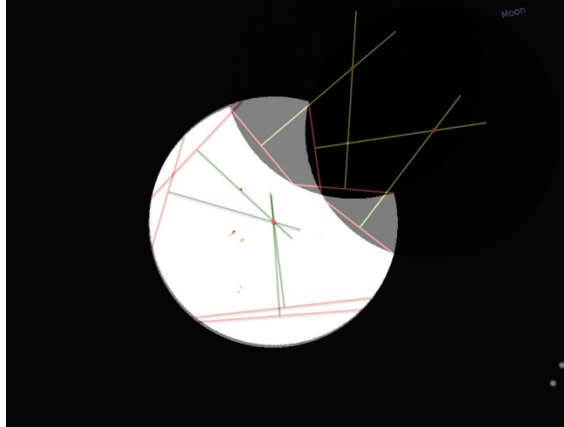
2) สร้างเส้นตรงตั้งฉากกึ่งกลางคอร์ดทั้งสอง (เส้นสีเขียวในรูปที่ 6) จุดตัดของเส้นตั้งฉากคอร์ดจะเป็นจุดศูนย์กลางวงกลม



รูปที่ 6 ภาพสุริยุปราคาบางส่วน หลังจากที่เราลากเส้นตรงตั้งฉากกึ่งกลางคอร์ด 2 เส้นไปตัดกันที่จุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์แล้ว

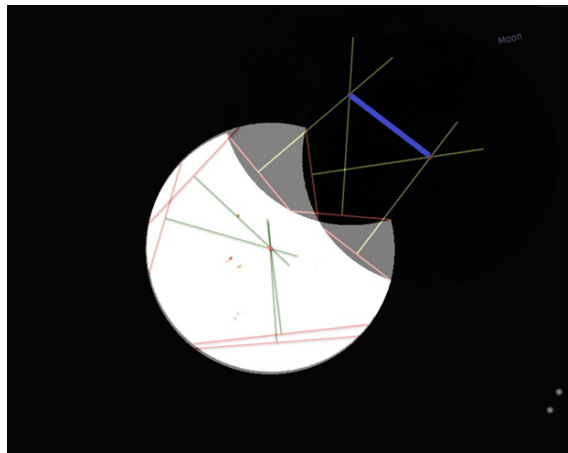
3) หาจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ทั้งสองภาพ

4) นำจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ของทั้งสองภาพมาซ้อนกัน แล้วหมุนจนกระทั่งจุดบนดวงอาทิตย์ซ้อนกันอย่างพอดีที่สุด



รูปที่ 7 ภาพสุริยุปราคาบางส่วน ที่ผ่านการซ้อนภาพโดยให้จุดบนดวงอาทิตย์ ของทั้งสองภาพทับกันสนิทแล้ว

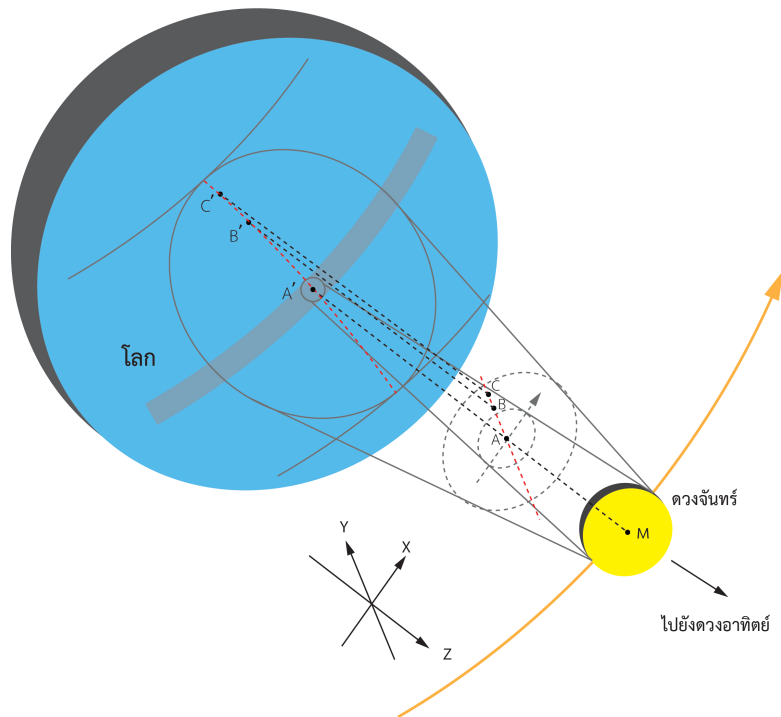
5) วัดระยะเชิงมุมระหว่างจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ของทั้งสองภาพ (เส้นสีน้ำเงินในรูปที่ 8) นำไปหามุม Parallax ได้ โดยการเทียบกับขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 องศา



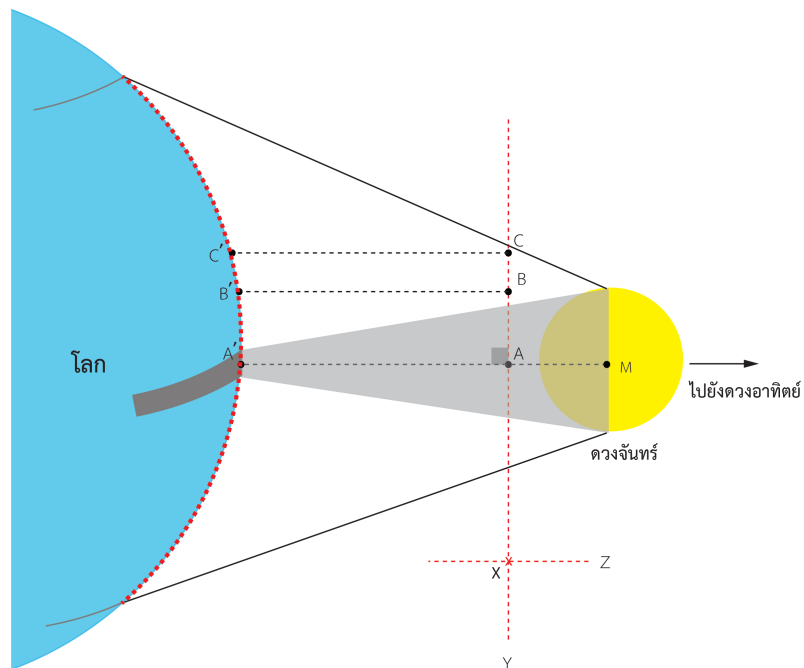
รูปที่ 8 ภาพสุริยุปราคาบางส่วนที่ผ่านการซ้อนภาพ และหามุม Parallax ของจุดศูนย์กลางดวงจันทร์แล้ว

อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อเราสามารถถ่ายภาพจุดบนดวงอาทิตย์ได้ แต่ถ้าตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายภาพจุดบนดวงอาทิตย์ได้ วิธีการนี้จะใช้ไม่ได้

วิธีที่ 3 ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากตำแหน่งที่เห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์เล็กน้อยที่สุดพร้อมกัน และถ่ายภาพพร้อมกันในเวลานั้น



รูปที่ 9 แผนภาพแสดงการวางตัวของโลกและดวงจันทร์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง (มุมเฉียง)



รูปที่ 10 แผนภาพแสดงการวางตัวของโลกและดวงจันทร์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง (มองจากด้านข้าง)

จากแผนภาพทั้งสอง ให้แกน x ชวนความเร็วของดวงจันทร์ และระยะของเส้นทางที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่านไบนพื้นโลก แกน y ตั้งฉากกับแกน x ส่วนแกน z ชี้ไปทางดวงอาทิตย์

หากผู้สังเกตอยู่ตรงจุดต่างๆนอกโลก ภายในเงาของดวงจันทร์ ดังนี้

จุด A: เห็นสุริยุปราคาเต็มดวง จุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ซ้อนกับจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์พอดี

จุด B: เห็นสุริยุปราคาบางส่วน

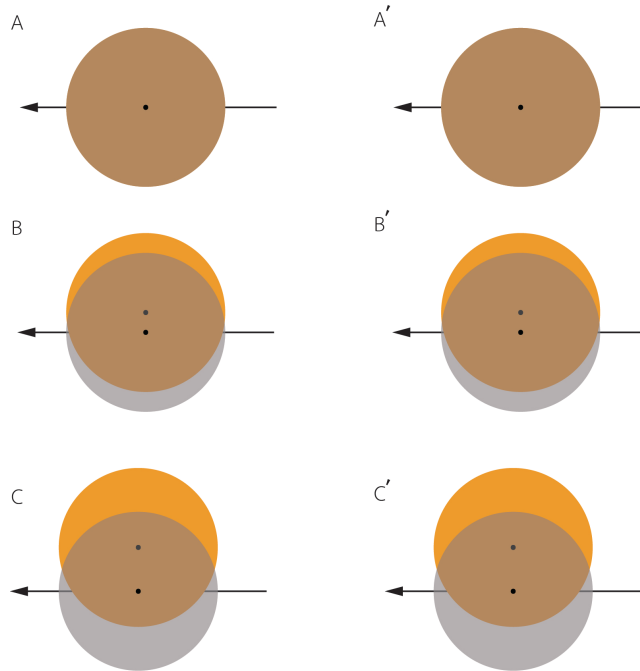
จุด C: เห็นสุริยุปราคาบางส่วน แต่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์น้อยกว่าจุด B

เส้นตรงเชื่อมจุด A-B-C ในอวกาศอยู่ในแนวแกน y ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางความเร็วของดวงจันทร์ในแนวแกน x ทำให้ผู้สังเกตจากจุด B และ C เห็นดวงจันทร์มีมุม Parallax (เปลี่ยนตำแหน่งปรากฏ) ในระยะเดียวกับแกน y ขณะที่ไม่เกิดมุม Parallax ในระยะเดียวกับแกน x ซึ่งหากดวงจันทร์มีมุม Parallax ในแนวแกน x เวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดของผู้สังเกตแต่ละที่จะไม่เท่ากัน

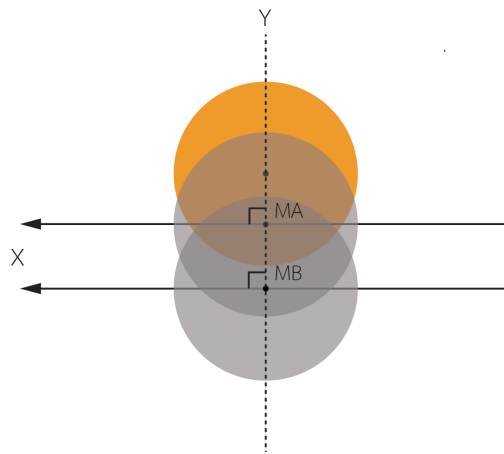
ดังนั้น ที่จุด A, B และ C จะมีเวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดพร้อมกัน เส้นตรง ABC จะเรียกว่า “เส้นที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดพร้อมกัน” (Line of simultaneous maximum eclipse จากนั้นจะเรียกย่อๆว่า “เส้น SME”)

แต่เนื่องจากในโครงการนี้ ผู้สังเกตสุริยุปราคาบางส่วนจะอยู่บนพื้นผิวโลก อย่างจุด B' และ C' ดังนั้น เส้น SME ที่เป็นเส้นตรงเมื่ออยู่ในอวกาศ (เส้นตรงเชื่อมจุด A-B-C ในแผนภาพ) เมื่อทาบทกลงไปกับพื้นผิวโค้งของโลกจะกลายเป็นเส้นโค้ง (เส้นโค้งเชื่อมจุด A'-B'-C' ในแผนภาพ)

หากผู้สังเกตบนเส้น SME เดียวกัน ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนช่วงที่ดวงจันทร์บังลึกที่สุด (Maximum eclipse) พร้อมกัน เมื่อนำภาพถ่ายมาซ้อนทับตำแหน่งจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ จะพบว่าจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ และจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์จากภาพทั้ง 2 จะเรียงเป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน ส่งผลให้หาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งปรากฏที่เปลี่ยนไป (มุม Parallax) ของดวงจันทร์ได้ง่ายกว่าวิธีที่ 2

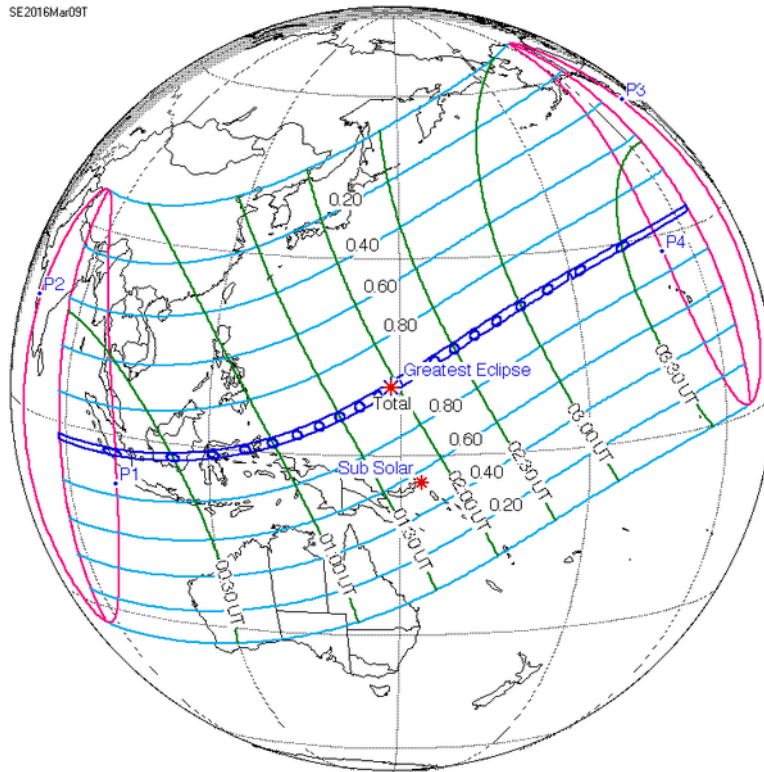


รูปที่ 11 แผนภาพแสดงสุริยุปราคา เมื่อมองจากตำแหน่ง A, B, C (3 ตำแหน่งนี้อยู่บนเส้น SME เดียวกันในอวกาศ) และ A', B', C' (3 ตำแหน่งนี้อยู่บนเส้น SME เดียวกันบนพื้นโลก) โดยในแผนภาพนี้ ดวงอาทิตย์ปรากฏเป็นวงกลมสีเหลือง ดวงจันทร์ปรากฏเป็นวงกลมสีเทา ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ เมื่อมองจากผู้สังเกตที่ตำแหน่งนั้น ซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์จะขนานกับแกน x



รูปที่ 12 เมื่อนำภาพสุริยุปราคาบางส่วนที่ถ่ายในช่วงดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุด (Maximum eclipse) พร้อมกัน จากผู้สังเกตที่อยู่บนเส้น SME เดียวกัน จะพบว่าดวงจันทร์มีมุม parallax ในแนว แกน y (จาก MA ถึง MB) และจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ จุดศูนย์กลางของดวงจันทร์จากผู้สังเกตทั้ง 2 ตำแหน่ง เรียงตัวในแนวเดียวกัน (แกน y) ซึ่งตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ (ตามแนวแกน x)

SE2016Mar09T



รูปที่ 14 แผนที่โลกแสดงพื้นที่ที่เงามืดและเงามัวของดวงจันทร์พาดผ่าน ขณะเกิดสุริยุปราคา ในวันที่ 9 มีนาคม 2559 โดยเส้น SME จะแสดงเป็นเส้นทึบสีเขียวในแผนที่นี้ เส้น SME แต่ละเส้นจะมีเวลาห่างกันครึ่งชั่วโมง [Credit แผนที่: Fred Espenak; NASA]

3. การเตรียมกล้องเพื่อเก็บข้อมูลภาพ

- 1) ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์พร้อมแผ่นกรองแสงสำหรับดูดวงอาทิตย์ โดยไม่ใส่กล้องเล็ง



รูปที่ 15 การติดตั้งแผ่นกรองแสงสำหรับดูดวงอาทิตย์กับกล้องโทรทรรศน์

2) เล็งกล้องโทรทรรศน์ไปยังดวงอาทิตย์ โดยโยกกล้องโทรทรรศน์เพื่อหาเงากล้องปรากฏสั้นที่สุด (ห้ามใช้ตาในการเล็งกล้องไปยังดวงอาทิตย์โดยตรง เพื่อระวังไม่ให้ตาบอด) ให้ปรับโฟกัสจนมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ชัดเจน



รูปที่ 16 แสดงเงาของกล้องโทรทรรศน์ในจังหวะที่เงากล้องสั้น (ภาพซ้าย) และเงากล้องยาว (ภาพขวา)

3. ตั้งค่าเวลากล้อง DSLR ให้เป็นเวลาสากล หรือ Universal Time: UT เทียบกับเว็บไซต์ : www.timeanddate.com/worldclock/timezone/utc เพื่อให้ง่ายต่อการเทียบเวลาจากแผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาจากองค์การ NASA ซึ่งเวลามาตรฐานประเทศไทยจะเร็วกว่าเวลาสากลอยู่ 7 ชั่วโมง (เรียกว่า UT+7)

4. ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ DSLR กับกล้องโทรทรรศน์ โดยใช้ Adaptor (Adaptor ของกล้องยี่ห้อ Canon และ Nikon จะไม่เหมือนกัน สังเกตให้ดีก่อนต่อกล้อง DSLR กับกล้องโทรทรรศน์) เมื่อต่อกล้องเข้ากับกล้องโทรทรรศน์เรียบร้อยแล้วให้ปรับตมถ่วงน้ำหนักกล้องอีกครั้ง



รูปที่ 17 การต่อกล้องถ่ายรูปเข้ากับกล้องโทรทรรศน์

5. เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ปรับโฟกัสในกล้องถ่ายรูปจนขอบดวงอาทิตย์ชัดเจน จึงค่อยปรับค่ากล้องเพื่อถ่ายภาพดวงอาทิตย์

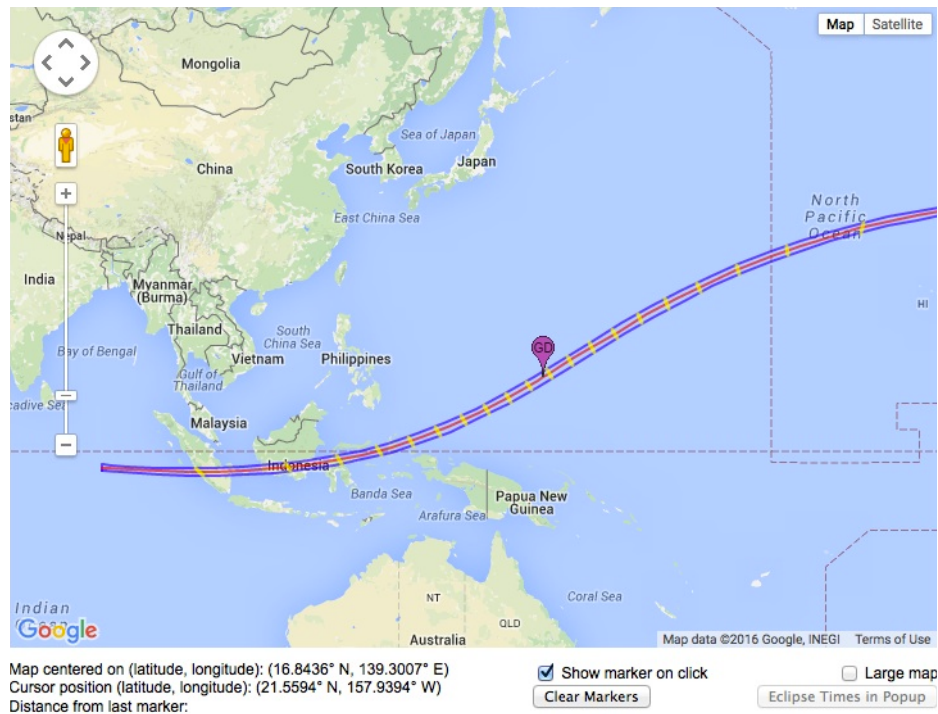


รูปที่ 18 เมื่อปรับโฟกัสในกล้องถ่ายรูปจนเห็นขอบของดวงอาทิตย์ชัดเจนแล้ว

4. การวางแผนการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล

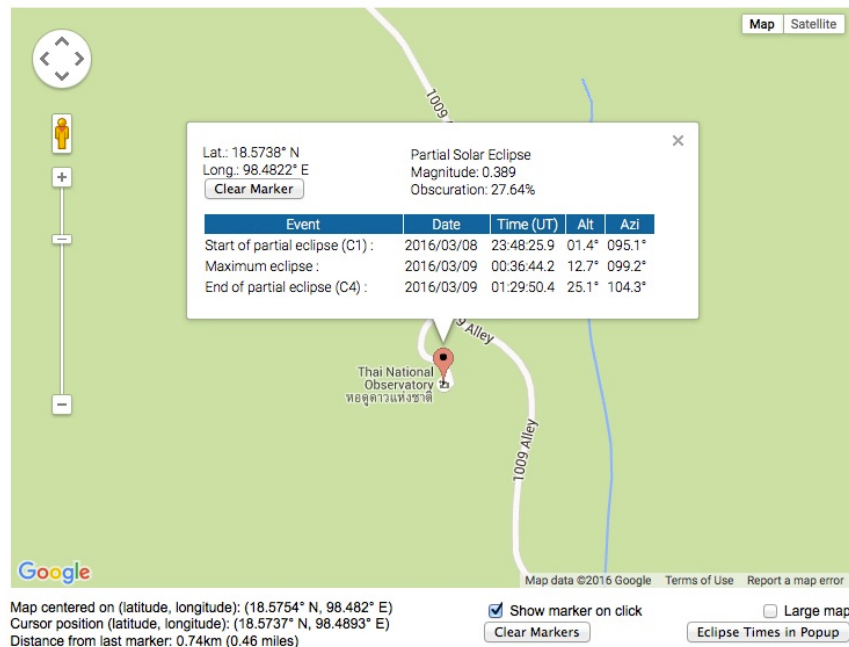
หากต้องการตรวจสอบว่าในพื้นที่ที่ทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วนนั้น จะเกิดสุริยุปราคาบางส่วน ในเวลาใด (เวลาเริ่มต้น, เวลาดวงจันทร์บังลึกที่สุด, เวลาสิ้นสุด) สามารถตรวจสอบได้จากเว็บไซต์แผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาของ NASA โดยค้นใน Google ว่า “google map solar eclipse 9 march 2016” หรือเข้าไปโดยตรงที่

eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2016Mar09Tgoogle.html



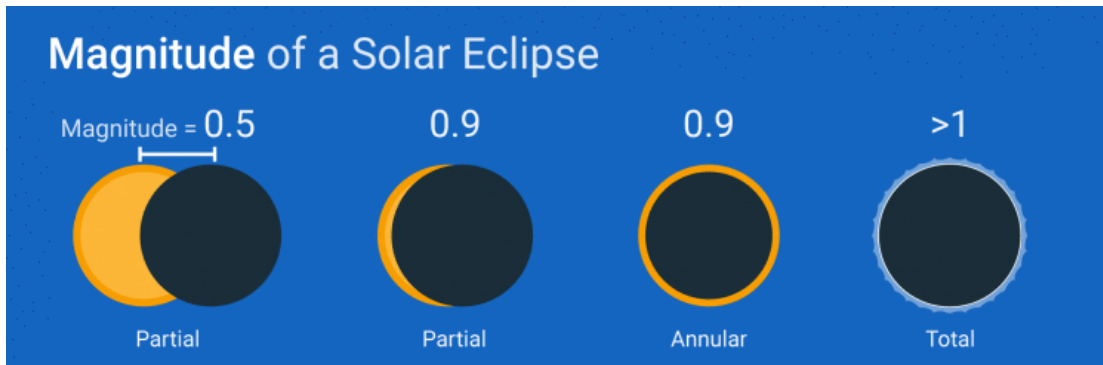
รูปที่ 19 หน้าแรกของแผนที่แสดงสุริยุปราคาในวันที่ 9 มีนาคม 2559

เมื่อเข้าไปในเว็บไซต์แผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาแล้ว ถ้าต้องการขยายแผนที่เข้า-ออก ให้คลิก เครื่องหมาย + หรือ - บนแผนที่ หากคลิกตรงสถานที่ที่ต้องการใช้สังเกตการณ์สุริยุปราคาในแผนที่ Google Map จะแสดงข้อมูลของสุริยุปราคา ดังนี้



รูปที่ 20 แผนที่แสดงข้อมูลของสุริยุปราคา เมื่อคลิกไปที่ตำแหน่งที่จะทำการสังเกตการณ์

- Lat: ละติจูดของบริเวณที่ทำการสังเกตการณ์
- Long: ลองจิจูดของบริเวณที่ทำการสังเกตการณ์
- Magnitude: Magnitude ของสุริยุปราคา คัดจากอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ ส่วนที่โดนดวงจันทร์บัง ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ (ในกรณีของสุริยุปราคาบางส่วน) หรือ อัตราส่วนระหว่างรัศมีปรากฏของดวงจันทร์ต่อรัศมีปรากฏของดวงอาทิตย์ (ในกรณีของสุริยุปราคา วงแหวนหรือเต็มดวง)
- Obscuration: “ค่าการบัง” ได้จากการประเมินโดยหาสัดส่วนว่าดวงอาทิตย์ปรากฏเป็น “แผ่นกลม” (Disk) ในภาพถ่ายแล้ว พื้นที่บนแผ่นกลมของดวงอาทิตย์ส่วนที่โดนดวงจันทร์บังเป็นกี่ % ของพื้นที่ แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ทั้งหมด



รูปที่ 22 แผนภาพแสดงค่า Magnitude ของสุริยุปราคา

- หากสุริยุปราคาบางส่วน มีค่า Magnitude เป็น 0.5 ค่าการบัง (Obscuration) ยังไม่ถึง 50%

(เห็นได้ว่าพื้นที่แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ส่วนที่โดนดวงจันทร์บัง

ยังไม่ถึงครึ่งของพื้นที่แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ทั้งหมด)

- ในกรณีของสุริยุปราคาเต็มดวง ค่า Magnitude สามารถมากกว่า 1

(รัศมีปรากฏของดวงจันทร์ใหญ่กว่าของดวงอาทิตย์) แต่ค่าการบัง จะอยู่ที่ 100%

[Credit ภาพ: timeanddate.com]

➤ Event: ช่วงเวลาของสุริยุปราคา

ในกรณีสุริยุปราคาบางส่วน: เวลาเริ่มเกิดสุริยุปราคาบางส่วน (Start of partial eclipse), เวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ได้ลึกที่สุด (Maximum eclipse) และเวลาสิ้นสุดสุริยุปราคาบางส่วน (End of partial eclipse)

ในกรณีสุริยุปราคาเต็มดวง: จะมีข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม คือ เวลาที่เริ่มเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง (Start of total eclipse), เวลาสิ้นสุดสุริยุปราคาเต็มดวง (End of total eclipse) และระยะเวลาที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง (Duration of Totality)

➤ Date และ Time (UT): วันที่และเวลา โดยอ้างอิงตามเวลาสากล (Universal Time; UT) ซึ่งเป็นเวลาสากล โดยเวลามาตรฐานประเทศไทย จะต้องบวกไป 7 ชั่วโมง (UT+7)

➤ Alt: มุมเงยของดวงอาทิตย์

➤ Azi: มุมอาซิมุทของดวงอาทิตย์

เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับสุริยุปราคาบางส่วนที่ปรากฏเหนือพื้นที่สังเกตการณ์แล้ว เพื่อความมั่นใจว่าจะได้ภาพถ่ายสุริยุปราคา มาคำนวณระยะห่างของดวงจันทร์ ให้ผู้สังเกตการณ์ถ่ายภาพสุริยุปราคาตามเวลาต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เวลาถ่ายภาพสุริยุปราคาของผู้สังเกตการณ์ในส่วนแผ่นดินใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia Mainland) เช่น ไทย เวียดนาม พม่า มาเลเซียตะวันตก สิงคโปร์

ลำดับภาพถ่าย	เวลาที่ถ่ายภาพ (UT)
1	00:22
2	00:24
3	00:26
4	00:28
5	00:30
6	00:32
7	00:34
8	00:36
9	00:38
10	00:40
11	00:42
12	00:44
13	00:46
14	00:48
15	00:50

ตารางที่ 2 เวลาที่ถ่ายภาพสุริยุปราคาเพิ่มเติม หากผู้สังเกตการณ์ในส่วนแผ่นดินใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้องการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ โดยเทียบข้อมูลภาพกับผู้สังเกตการณ์จากญี่ปุ่นหรือเกาหลีได้ด้วย

ลำดับภาพถ่าย	เวลาที่ถ่ายภาพ (UT)
1	00:55
2	00:57
3	00:59
4	01:01
5	01:03
6	01:05
7	01:07
8	01:09
9	01:11
10	01:13
11	01:15
12	01:17
13	01:19
14	01:21
15	01:23
16	01:25

ทั้งนี้ เวลาการเก็บข้อมูลภาพถ่ายขึ้นอยู่กับวิธีการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ แต่เวลาในตารางนั้นสามารถใช้นำมาคำนวณได้ทั้ง 3 วิธี ซึ่งกล่าวถึงไปแล้วในหัวข้อที่ 2 “วิธีการหามุม Parallax ของดวงจันทร์จากสุริยุปราคา”

เมื่อถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนได้แล้ว บันทึกรายละเอียดประกอบภาพถ่ายด้วย (เช่น เวลา UT ที่ถ่ายภาพ, สถานที่ที่ทำการถ่ายภาพ พร้อมพิกัดละติจูด-ลองจิจูด เป็นต้น) แล้วอัปโหลดภาพถ่ายสุริยุปราคาบางส่วนได้ที่เว็บไซต์ของ สดร. (www.narit.or.th/index.php/ldse2016)

หากมีข้อสงสัย หรือต้องการคำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงการนี้ สามารถติดต่อศูนย์บริการวิชาการฯ สดร. เบอร์โทรศัพท์ 053-225-569 ต่อ 305 (ในเวลาราชการ)

- คุณพิสิฏฐ์: pisit@narit.or.th
- คุณประณิตา: pranita@narit.or.th
- คุณอาจารย์: ardwarong@narit.or.th