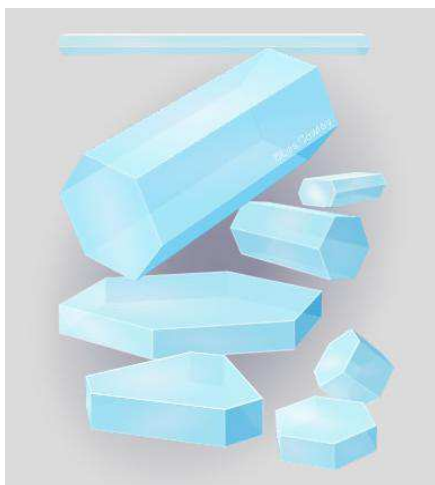


การใช้แบบจำลอง ‘อาทิตย์ทรงกลด’ ไขปริศนาธรรมชาติ

บัญชา ธนบุญสมบัติ¹

ใครก็ตามที่ได้เห็นปรากฏการณ์อาทิตย์ทรงกลด (solar halos) แบบแปลกๆ (ที่ไม่ใช่เพียงแค่วงกลมรอบดวงอาทิตย์) ก็น่าจะประทับใจไม่น้อย และอาจจะสงสัยว่าแถบสีและเส้นแสงแบบต่างๆ ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

การเกิดอาทิตย์ทรงกลดอธิบายโดยย่อได้ว่า ผลึกน้ำแข็งในเมฆหิมหรือสะเก็ดหิมแสงอาทิตย์ แต่เนื่องจากผลึกเหล่านี้มีหลายรูปทรง (รูปที่ 1) และรูปทรงเดียวกันนี้อาจเอียงตัวในอากาศแตกต่างกันได้หลายทิศทาง ทำให้เส้นทางที่แสงอาทิตย์พุ่งเข้ามาถึงผลึกและหักเห (หรือสะท้อน) ออกไปแตกต่างกัน ปรากฏเป็นรูปแบบการทรงกลดแตกต่างกันมากราว 50 รูปแบบได้นั่นเอง [1]



รูปที่ 1. รูปร่างของผลึกน้ำแข็งที่อาจทำให้เกิดอาทิตย์ทรงกลด (ที่มา <http://atoptics.co.uk/halo/platcol.htm>)

เพื่อให้เข้าใจเรื่องนี้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอใช้อาทิตย์ทรงกลดเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งเกิดขึ้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑลเป็นกรณีศึกษาแบบลงรายละเอียด ในช่วงท้ายของบทความจะนำเสนอผลการจำลองการทรงกลดรูปแบบอื่นๆ โดย

ย่อเพื่อให้เห็นความหลากหลายของปรากฏการณ์และขีดความสามารถของโปรแกรมคำนวณที่ใช้

อาทิตย์ทรงกลดเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2554 ที่กรุงเทพฯและปริมณฑล

เมื่อวันจันทร์ที่ 16 พฤษภาคม 2554 ได้เกิดอาทิตย์ทรงกลดในกรุงเทพฯและปริมณฑล โดยมีผู้เก็บภาพไว้ได้หลายคน แต่ในที่นี้จะขอเลือกใช้ภาพ 2 ภาพ ต่อไปนี้ ได้แก่ ภาพอาทิตย์ทรงกลดที่ ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ เมื่อเวลา 9:32 น. ถ่ายโดยคุณทวี ขนขจี (รูปที่ 2) และ ภาพอาทิตย์ทรงกลดที่ อ.คลองสาน กรุงเทพมหานคร เมื่อเวลา 10:52 น. ถ่ายโดยคุณรุจิรา สาธิตภัทร (รูปที่ 3)



รูปที่ 2. อาทิตย์ทรงกลดที่ราชาเทวะ ภาพโดย ทวี ขนขจี

ในรูปที่ 2 ปรากฏการทรงกลดอย่างน้อย 3 แบบ ได้แก่ (ก) วงกลม 22 องศา (22-degree halo) ซึ่งเป็นวงกลมเส้นจางๆ รอบดวงอาทิตย์ (ข) การทรงกลดแบบเซอร์คัมสไครบด์ (circumscribed halo) ซึ่งเป็นวงรีเส้นค่อนข้างเข้ม โดยมีขอบบนและขอบล่างแต่ละวงกลม 22 องศา และ (ค) เส้นวงกลมพาร์ซีลิก (parhelic circle) ซึ่งเป็นเส้นโค้งหลายลากผ่านดวงอาทิตย์

¹ นักวิชาการ (ดร.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)



รูปที่ 3 อาทิตย์ทรงกลดที่คลองสาน ภาพโดย รุจิรา สาธิตภัทร

ส่วนในรูปที่ 3 ปรากฏการทรงกลดอย่างน้อย 2 แบบ ได้แก่ (ก) การทรงกลดแบบเซอร์คัมสโครบด์ ซึ่งเป็นเส้นโค้งหยางด้านบนของภาพ และ (ข) เส้นอินฟราแลคเทอรัล (infralateral arc) ซึ่งเป็นแถบสีรุ้งด้านล่างของภาพ

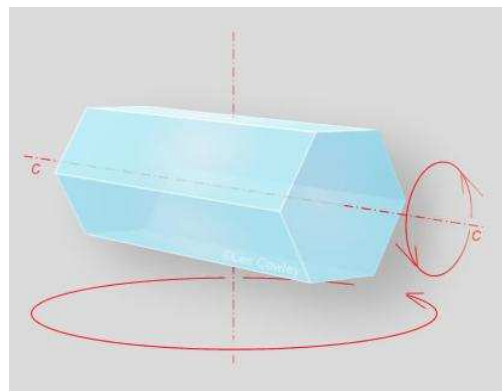
แม้ว่ารูปแบบของอาทิตย์ทรงกลดที่ราชาเทวะและที่คลองสานจะแตกต่างกันอย่างมาก อีกทั้งสถานที่ทั้งสองก็อยู่ห่างกัน และเวลาที่ถ่ายภาพได้ก็แตกต่างกัน แต่ผู้เขียนจะขอแสดงให้เห็นว่า อาทิตย์ทรงกลดทั้งสองภาพนี้สามารถอธิบายได้โดยใช้ผลึกน้ำแข็งชุดเดียวกัน ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1) มุมเงยของดวงอาทิตย์ของสถานที่ทั้งสองแห่ง ณ เวลาเดียวกันใกล้เคียงกันมาก ทำให้สามารถประมาณได้ว่าการทรงกลดเกิดที่ตำแหน่งเดียวกันในการคำนวณ (เลือกใช้พิกัดของราชาเทวะในบทความนี้) ตัวอย่างเช่น ที่เวลา 9:32น. มุมเงยของดวงอาทิตย์ (sun altitude) ที่ราชาเทวะ ประมาณ 51 องศา และที่คลองสาน ประมาณ 50.8 องศา ความแตกต่างของมุมเพียง 0.2 องศาแทบไม่มีผลกระทบต่อรูปร่างปรากฏของเส้นทรงกลดหากมีผลึกน้ำแข็งลักษณะเดียวกันกระจายปกคลุมท้องฟ้า

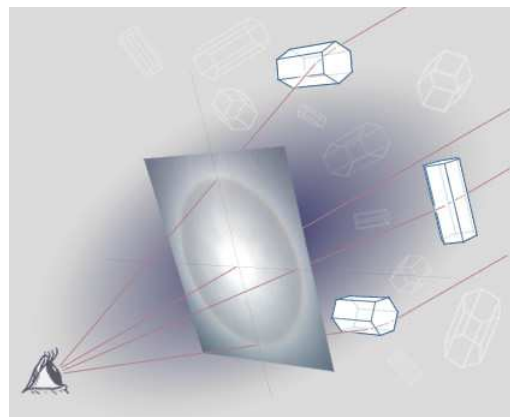
มุมเงยของดวงอาทิตย์คำนวณโดยโปรแกรม NOAA Solar Calculator ตามแหล่งข้อมูลอ้างอิง [3] ส่วนการระบุสถานที่ที่ใช้พิกัดของสถานีตำรวจภูธรราชาเทวะ (ละติจูด 13.71N และลองจิจูด 100.77E) และพิกัดของสำนักงานเขตคลองสาน (ละติจูด 13.73N และ 100.51E) เป็นตัวแทนในการคำนวณ

2) ผลึกน้ำแข็งที่ทำให้เกิดรูปแบบการทรงกลดน่าจะเป็นชุดเดียวกัน เนื่องจากการทรงกลดในรูปที่ 1 และ 2 อาจจำลองได้โดยการใช้ผลึกน้ำแข็ง 2 ชุดย่อย ดังนี้

ผลึกชุดย่อยที่ 1 ผลึกน้ำแข็งรูปแท่ง (columnar ice crystal) วางตัวในแนวนอน (รูปที่ 4) เนื่องจากผลึกลักษณะนี้จะให้เส้นการทรงกลดแบบเซอร์คัมสโครบด์ เส้นวงกลมพาร์ฮิลิกและเส้นอินฟราแลคเทอรัล อย่างไรก็ตาม เส้นวงกลมพาร์ฮิลิกอาจเกิดจากผลึกน้ำแข็งแบบแผ่นได้ด้วยเช่นกัน แต่ในที่นี้จะไม่พิจารณาผลึกลักษณะนี้เนื่องจากจะทำให้เกิดเส้นการทรงกลดรูปแบบอื่นๆ ที่ไม่ปรากฏในภาพ



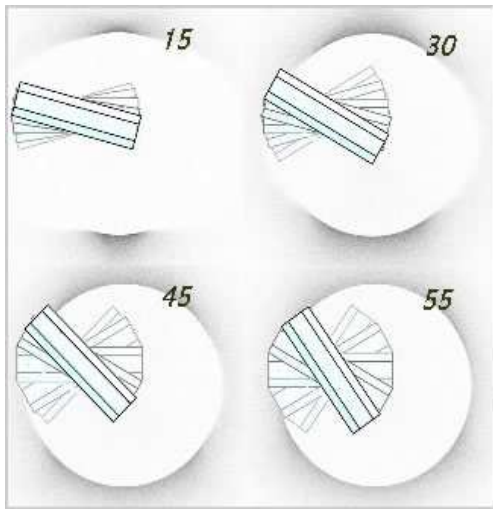
รูปที่ 4 ผลึกน้ำแข็งรูปแท่งวางตัวในแนวนอน



รูปที่ 5 กลไกการเกิดวงกลม 22 องศา (ที่มา <http://atoptics.co.uk/halo/circ2.htm>)

ผลึกชุดย่อยที่ 2 : ผลึกน้ำแข็งรูปแท่ง วางตัวอย่างไรทิศทางแน่นอน เนื่องจากผลึกลักษณะนี้จะทำให้เกิดการทรงกลดแบบวงกลม 22 องศา ในทางปฏิบัติ ผลึกน้ำแข็งรูปแท่งเฉพาะที่มี

แกนผลึกตั้งฉากกับทิศทางของรังสีจากดวงอาทิตย์โดยประมาณ เท่านั้นที่จะทำให้เราเห็นอาทิตย์ทรงกลมแบบนี้ (รูปที่ 5) อย่างไรก็ตาม การรู้ไว้ด้วยว่าผลึกไม่จำเป็นต้องเรียงตัวไว้ทิศทางอย่างสมบูรณ์ เพราะเพียงแค่เบี่ยงเบนไปจากแนวอนใน ช่วง 30-45 องศา ก็พอทำให้เราเห็นการทรงกลมแบบวงกลม 22 องศา โดยที่เส้นจะ เข้มค้ำบนและล่างแล้ว (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 การเอียงตัวของผลึกกับการเกิดวงกลม 22 องศา (ที่มา <http://atoptics.co.uk/halo/random.htm>)

การคำนวณรูปแบบอาทิตย์ทรงกลม

ผู้เขียนใช้โปรแกรม HaloPoint 2.0 ซึ่งพัฒนาโดย Jukka Ruuskanen ในการจำลองเหตุการณ์ โปรแกรมนี้และคู่มือการใช้งานสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บตามแหล่งข้อมูลอ้างอิง [4] โดยในที่นี้จะให้ข้อมูลไว้พอสังเขป เพื่อให้คุณผู้อ่านที่สนใจสามารถทดลองสร้างทรงกลมจำลองได้ด้วยตนเอง

เพื่อให้เห็นภาพรวมในการเกิดอาทิตย์ทรงกลมรูปแบบต่างๆ ผู้เขียนได้เพิ่มเงื่อนไขในการคำนวณว่า ผลึกน้ำแข็งทั้งสองชุดย่อยกระจายปกคลุมท้องฟ้าตลอดช่วงเวลา 6:00 น. ถึง 11:30 น. ซึ่งจะช่วยให้เราให้เห็นอาทิตย์ทรงกลมรูปแบบอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นนอกเหนือจากภาพที่ราชาเทวะ (เวลา 9:32 น.) และภาพที่คลองสาน (เวลา 10:52 น.) อีกด้วย

การจำลองเหตุการณ์เริ่มจากการคำนวณมุมเงยของดวงอาทิตย์ (ที่มองเห็นจากราชาเทวะ) ตั้งแต่เวลา 6:00 น. ไปจนถึง 11:30 น. โดยมีระยะห่างกัน 30 นาที จากนั้นจึงใช้โปรแกรม

คำนวณรูปแบบอาทิตย์ทรงกลมที่มุมเงยต่างๆ โดยระบุลักษณะของผลึกน้ำแข็งตามชุดผลึกย่อยทั้งสอง

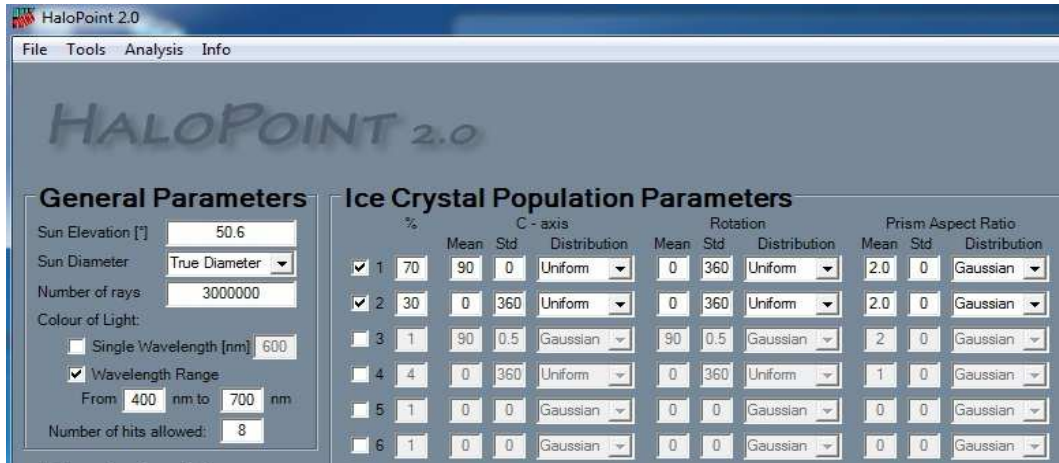
ในการคำนวณได้ใช้ข้อมูลดังตัวอย่างต่อไปนี้ (รูปที่ 7) ช่อง General Parameters : Sun Elevation = 50.6 องศา (มุมเงยของดวงอาทิตย์ที่เวลา 9:30 น.) ช่อง Ice Crystal Population Parameters ตั้งช่อง 1 และ 2 สำหรับผลึกชุดย่อยที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยที่ สำหรับผลึกทั้งสองชุด ลองใช้ค่า Prism Aspect Ratio โดยเลือก Mean = 2.0 และ Std = 0 (หมายถึง ผลึกรูปแท่งซึ่งมีความสูงเป็น 2 เท่าของความกว้าง) ผลึกชุดย่อยที่ 1 (ปริมาณ 70%) มีค่า C-axis คือ Mean = 90 และ Std = 0 และค่า Rotation คือ Mean = 0 และ Std = 360 (หมายถึง ผลึกรูปแท่งวางตัวในแนวอน โดยผลึกอาจหมุนรอบแกนได้อย่างอิสระ 360 องศา) ผลึกชุดย่อยที่ 2 (ปริมาณ 30%) มีค่า C-axis คือ Mean = 0 และ Std = 360 และค่า Rotation คือ Mean = 0 และ Std = 360 (หมายถึง ผลึกรูปแท่งวางตัวอย่างไรก็ตาม) ในส่วนการแสดงผลกราฟิก ให้เลือกหรือกรอกข้อมูลต่างๆ ในช่อง Simulation View ดังต่อไปนี้ : Lens Type = Rectilinear, Focal Length (mm) = 12, Sensor Size (mm) W = 34 และ H = 34 และ Center of Image = Sun

ผลการจำลองเหตุการณ์

จากผลการจำลองพบว่า เมื่อเวลาผ่านไปดวงอาทิตย์จะอยู่สูงจากขอบฟ้ามากขึ้น (มุมเงยสูงขึ้น) โดยรูปแบบการทรงกลมจะเปลี่ยนแปลงไปตามมุมเงยดังนี้

วงกลม 22 องศา (22-degree halo) เส้นวงกลมนี้ปรากฏในทุกช่วงเวลา โดยมีข้อสังเกตว่าวงกลมนี้ถูกการทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์ทับซ้อนในช่วงเวลา 11:00 น. (มุมเงย 71.7 องศา) และเวลา 11:30 น. (มุมเงย 78.4 องศา) เนื่องจากการทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์จะมีรูปร่างเป็นวงกลมขนาด 22 องศาเมื่อมุมเงยมีค่าเกิน 70 องศาขึ้นไป

เส้นสัมผัสบน (upper tangent arc) เส้นนี้มีลักษณะคล้ายตัว V เมื่อเวลา 6:00 น. โดยปลายแหลมแต่ละส่วนบนของวงกลม 22 องศา เมื่อมุมเงยสูงขึ้น เส้นนี้จะมีมุมป้านขึ้นและจะเชื่อมต่อกับเส้นสัมผัสล่างเมื่อเวลาประมาณ 8:30 น. (มุมเงย 36.4 องศา) เมื่อเส้นสัมผัสบนเชื่อมต่อกับเส้นสัมผัสล่างจะเรียกว่า การทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์



รูปที่ 7 ข้อมูลที่กรอกในโปรแกรม HaloPoint 2.0 สำหรับการคำนวณอาทิตย์ทรงกลมใน

เส้นสัมผัสล่าง (lower tangent arc) เส้นนี้ปรากฏให้เห็นเหนือขอบฟ้าก่อนเวลา 8:00 น. โดยมีลักษณะคล้ายตัว V กลับหัว ส่วนแหลมและขอบล่างของวงกลม 22 องศา (หากเส้นสัมผัสล่างอยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าจะมองไม่เห็น ยกเว้นผู้มองอยู่ในที่สูงกว่าระดับพื้น) เมื่อมุมเงยมากขึ้น เส้นสัมผัสล่างจะเชื่อมต่อกับเส้นสัมผัสบนเรียกว่า การทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว

การทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์ (circumscribed halo) การทรงกลมแบบนี้เกิดขึ้นเมื่อเส้นสัมผัสบนและเส้นสัมผัสล่างมาเชื่อมต่อกัน (ในกรณีนี้คือเวลาประมาณ 8:30 น. หรือมุมเงย 36.4 องศา)

แง่มุมที่สำคัญก็คือ รูปร่างของการทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์เปลี่ยนแปลงไปตามมุมเงยของดวงอาทิตย์ กล่าวคือเริ่มจากรูปร่างคล้ายๆ แวนด้ากประดาน้ำ จากนั้นเส้นข้างจะหดเข้ากลายเป็นวงรี (เวลา 9:30 น. มุมเงย 50.6 องศา) และเมื่อหดไปเรื่อยๆ ก็จะกลายเป็นวงกลมทับซ้อนกับวงกลม 22 องศาในที่สุด (เวลา 11:00 น. มุมเงย 71.7 องศา) นำรู้ไว้ด้วยว่า วงกลมที่เกิดจากการทรงกลมแบบเซอร์คัมสไครบด์จะมีเส้นสว่างและสีส้มจัดจ้านกว่าวงกลม 22 องศาแบบปกติ

เส้นเซอร์คัมสไครบด์รูปวงรีนี้เองที่ปรากฏในภาพอาทิตย์ทรงกลมที่ราชาเทวะ (รูปที่ 2)

วงกลมพาร์ฮีลิก (parhelic circle) การทรงกลมแบบนี้มีลักษณะเป็นเส้นวงรอบตัดผ่านดวงอาทิตย์ โดยที่มุมเงยต่ำๆ เส้นนี้จะลากวนรอบท้องฟ้า แต่เมื่อมุมเงยสูงขึ้น เส้นวงรอบนี้จะมีขนาดหดเล็กลงเรื่อยๆ

เส้นซูปราแลตเทอร์ล (supralateral arc) เส้นนี้ปรากฏอยู่ด้านบนวงกลม 22 องศา โดยมีลักษณะเป็น 2 เส้นแยกจากกันที่เวลา 6:00 น. และเชื่อมต่อกันเป็นเส้นเดียวในช่วงเวลา 6:30-7:30 น.

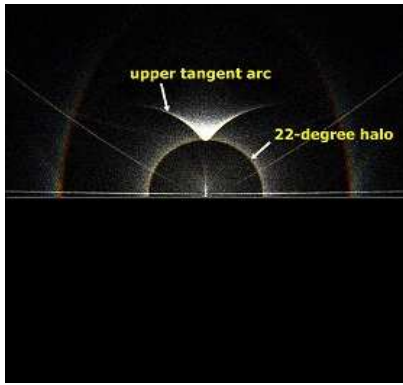
เส้นอินฟราแลตเทอร์ล (infralateral arc) เส้นนี้ปรากฏอยู่ด้านล่างวงกลม 22 องศา โดยมีลักษณะเป็น 2 เส้นแยกจากกันที่เวลา 6:30 น. แต่เมื่อมุมเงยสูงขึ้น ก็จะค่อยๆ เลื่อนลงไปทางด้านล่างของดวงอาทิตย์ และในที่สุดก็เชื่อมต่อกันเป็นเส้นเดียวที่เวลา 10:30 น.

เส้นอินฟราแลตเทอร์ลนี้เองที่ปรากฏอย่างชัดเจนในภาพอาทิตย์ทรงกลมที่คลองสาน (รูปที่ 3)

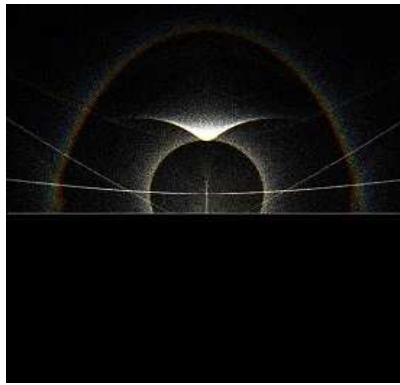
จากผลการคำนวณจะเห็นว่า ภาพอาทิตย์ทรงกลมที่ราชาเทวะ (รูปที่ 1) ใกล้เคียงกับรูปที่ 8(H) และภาพอาทิตย์ทรงกลมที่คลองสาน (รูปที่ 2) ใกล้เคียงกับรูปที่ 8(K) ซึ่งเป็นข้อสนับสนุนสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณตั้งแต่นั้น

ผู้อ่านที่สนใจกรณีศึกษาอาทิตย์ทรงกลมเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2554 ที่ราชาเทวะและคลองสาน สามารถชมคลิปวีดิโอภาพรวมปรากฏการณ์ได้ตามแหล่งข้อมูลอ้างอิง [5]

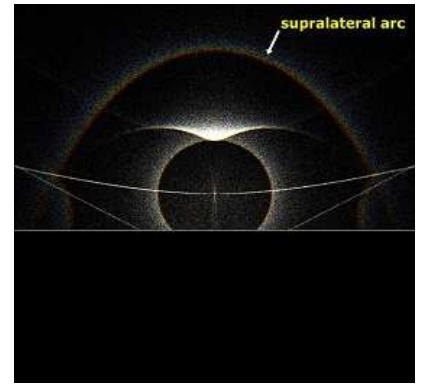
มีข้อสังเกตที่ควรทราบว่า ปรากฏการณ์ทรงกลมตามรูปแบบในรูปที่ 8 นี้เกิดขึ้นเป็นระยะ เช่น เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2554 ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย (อยู่ติดกับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต) ก็เกิดเส้นทรงกลมวงกลมและวงรีคล้ายรูปที่ 8(H) เมื่อเวลาประมาณ 9:30 น. ทำให้ผู้เขียนสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าลักษณะเส้นทรงกลมจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรได้อย่างแม่นยำ ซึ่งหมายความว่า การทรง



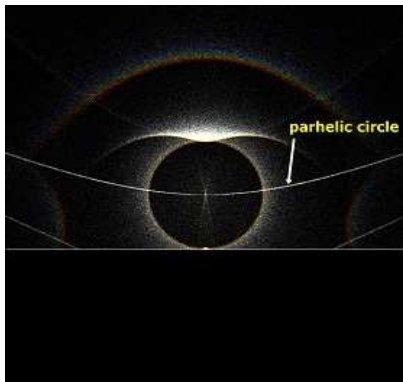
(a) 6:00 น. มุมเงย 1.4 องศา



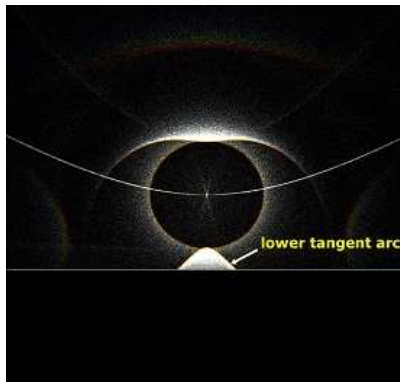
(b) 6:30 น. มุมเงย 8.3 องศา



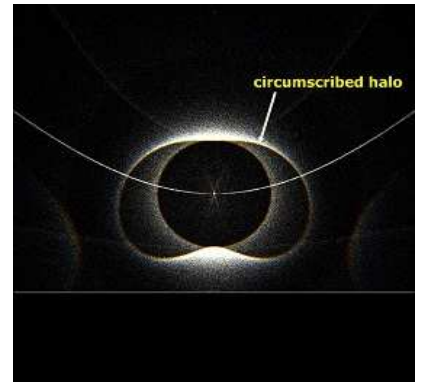
(c) 7:00 น. มุมเงย 15.3 องศา



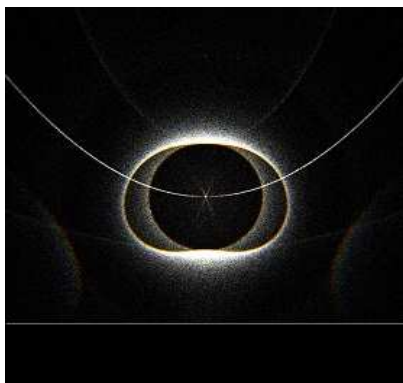
(d) 7:30 น. มุมเงย 22.3 องศา



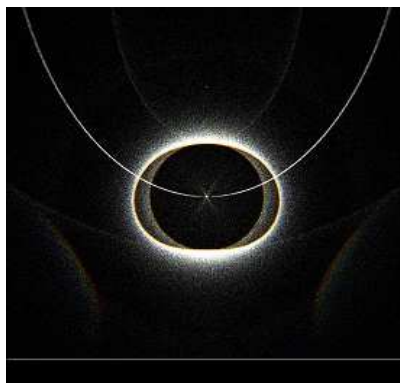
(e) 8:00 น. มุมเงย 29.3 องศา



(f) 8:30 น. มุมเงย 36.4 องศา



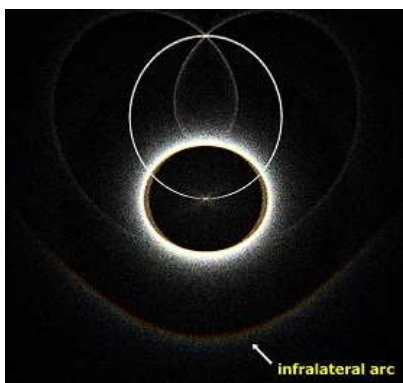
(g) 9:00 น. มุมเงย 43.5 องศา



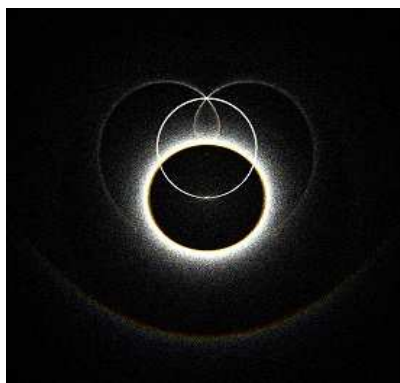
(h) 9:30 น. มุมเงย 50.6 องศา



(i) 10:00 น. มุมเงย 57.6 องศา



(j) 10:30 น. มุมเงย 64.7 องศา



(k) 11:00 น. มุมเงย 71.7 องศา



(l) 11:30 น. มุมเงย 78.4 องศา

รูปที่ 8 ผลการจำลองอาทิตย์ทรงกลมเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2554 ที่กรุงเทพฯและปริมณฑล

กลดในครั้งนี้สามารถใช้แบบจำลองผลึกน้ำแข็งเดียวกับ (หรือใกล้เคียงกับ) แบบจำลองที่ใช้สำหรับวันที่ 16 พฤษภาคม 2554 นั้นเอง (อย่างไรก็ดี หากต้องการความแม่นยำ ก็จำเป็นต้องวัดความเข้มของเส้นทรงกลดที่เวลาต่างๆ เพื่อปรับแบบจำลองผลึกน้ำแข็งให้ได้ความเข้มใกล้เคียงกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น)

กรณีศึกษาอื่นๆ ที่น่าสนใจ

ตัวอย่างอาทิตย์ทรงกลดและการจำลองเหตุการณ์ต่อไปนี้เป็นผู้อ่านที่สนใจสามารถศึกษาได้จากแหล่งข้อมูลอ้างอิง [6]



รูปที่ 9 การทรงกลดแบบ upper tangent arc บนเส้นทางเพชรบูรณ์-หล่มสัก ภาพถ่ายโดย Wanna Tantanawat ภาพจำลองโดยผู้เขียน



รูปที่ 10 การทรงกลดแบบ 22-degree halo, upper tangent arc, parhelic circle และ suncave Parry arc ที่ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ภาพถ่ายโดย เกศราภรณ์ แสงแก้ว ภาพจำลองโดยผู้เขียน



รูปที่ 11 การทรงกลดแบบ circumzenithal arc, upper tangent arc และ sundogs ที่ อ.ขลุง จ.จันทบุรี ภาพถ่ายโดย รุจิณี สันติกุล ภาพจำลองโดยผู้เขียน

สรุป

เราสามารถสร้างแบบจำลองผลึกน้ำแข็งในเมฆเพื่อให้เข้าใจการเกิดอาทิตย์ทรงกลดรูปแบบต่างๆ ได้ คุณผู้อ่านที่เริ่มสนใจลองหาโอกาสสังเกตท้องฟ้าให้บ่อยยิ่งขึ้น และอาจลองใช้โปรแกรม HaloPoint 2.0 ที่แนะนำไว้ได้ ไม่นานว่าคุณอาจจะสนุกสนานกับการตามล่าอาทิตย์ทรงกลดเหมือนกับอีกหลายๆ คนก็เป็นได้!

E-mail : buncha2509@gmail.com

Facebook: www.facebook.com/buncha2509

ผู้ก่อตั้งชมรมคนรักมวลดเมฆ

www.facebook.com/CloudLoverClub

เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://atoptics.co.uk/halosim.htm>
- [2] <http://cloudloverclub.com/pages/sarakadee-halo/>
- [3] <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc>
- [4] <http://www.jukri.net/halopoint2.html>
- [5] <http://photopeach.com/album/12aiy1y>
- [6] <http://cloudloverclub.com/pages/simulation-examples/>