ลักษณะความเจริญทางวิทยาศาสตร์ในสมัยเกิดสุริยุปราคา ๒๔๑๑ และการสังเกตุสุริยุปราคาครั้งนั้น

ระวี ภาวิไล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เขียน: ระวี ภาวิไล

ชื่อบทความ: **ลักษณะความเจริญทางวิทยาศาสตร์ในสมัยเกิดสุริยุปราคา ๒๔๑๑ และการสังเกตุสุริยุปราคาครั้งนั้น**

ที่มา: วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ ๒๒ (สิงหาคม-กันยายน ๒๕๑๑) : ๖๙๐-๗๐๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะความเจริญทางวิทยาศาสตร์ ในสมัยเกิดสุริยุปราคา ๒๔๑๑ และการสังเกตุสุริยุปราคาครั้งนั้น

ระวี ภาวิไล*

บทความนี้จำกัดวงเฉพาะวิทยาศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ และโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับเรื่องดวงอาทิตย์ ซึ่งแม้เพียงในขอบเขตเช่นนี้ ก็ยังมีเรื่องราวที่จะต้องกล่าวถึงมากมายในวิชาฟิสิกส์และอื่นๆ เป็นต้นว่า เรื่องของกล้องโทรทัศน์ การถ่ายรูป ว

บรรยายมากเกินไป จึงต้องเสนอเพียงข้อสังเขป ขยายความเฉพาะส่วนที่เห็นว่าจำเป็นต้องเน้น และเหมาะสมกับงานที่ระลึก พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทอดพระเนตรสุริยุปราคา ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ครบ ๑๐๐ ปีนี้

๑. การวิเคราะห์สเปกตรัมของแสงสว่าง

คำว่า สเปกตรัม นั้น ไอแสค นิวตัน (Isaax Newton) ใช้เป็นครั้งแรกในการเรียกแถบแสงสีรุ้ง ซึ่งเขาได้เห็นบนจอ จากการให้แสงแดดผ่านรูกลม และผ่านแท่งแก้วสามเหลี่ยมไปตกลงบนจอนั้น เมื่อ พ.ศ. ๒๒๐๗ (ค.ศ. ๑๖๖๔) การทดลองนั้นเป็นการพิสูจน์ว่า แสงแดดซึ่งตาของมนุษย์เรามองเห็นเป็นสีขาวนั้น ประกอบขึ้นด้วยแสงสว่างซึ่งมีสีต่างๆ กันตามสีรุ้ง ซึ่งในปัจจุบันเราทราบแล้วว่า มีขนาดคลื่นและพลังงานในคลื่นมากน้อยต่างกันรวมกันอยู่ ว

(spectroscopy) ประวัติความก้าวหน้าในทางนี้สืบมาจากนิวตัน ที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับวงการดาราศาสตร์มีโดยย่อดังนี้

---

* ดร, ระวี ภาวิไล รับราชการอยู่แผนกวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. ๒๓๔๒ (ค.ศ. ๑๘๐๐) วิลเลี่ยม เฮอร์สเชลล์ (W. Herschel) ชาวเยอรมัน ซึ่งได้กลายเป็นนักดาราศาสตร์หลวงของอังกฤษ ได้ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (คือพลังงาน) ในแถบสีต่าง ๆ ของสเปกตรัมจากดวงอาทิตย์ ซึ่งปรากฏว่า ปรอทในเทอร์มอมิเตอร์ขึ้นสูงต่ำต่างกันในแถบสีต่างกัน แสดงว่า พลังงานที่ดวงอาทิตย์แผ่กระจายมาถึงผิวโลกในสีต่าง ๆ หรือขนาดคลื่นต่าง ๆ นั้นไม่เท่ากัน แต่สิ่งสำคัญซึ่งเขาได้ค้นพบก็คือ เมื่อเขาเลื่อนกะเปาะของเทอร์มอมิเตอร์เลยออกไปจากแถบแสงสีแดง ซึ่งมีขนาดคลื่นยาวที่สุด ไปสู่บริเวณที่มองไม่เห็นว่ามีรังสีใด ๆ นั้น เขาได้พบว่าเส้นปรอทในเทอร์มอมิเตอร์สูงขึ้น แสดงว่ามีพลังงานชนิดที่ตาของเรามองไม่เห็น แผ่กระจายจากดวงอาทิตย์ผ่านปริซึม และหักเหมาสู่ส่วนนั้นของสเปกตรัม ซึ่งให้ความร้อนสูงแต่มองไม่เห็น รังสีพลังงานนี้ต้องมีขนาดคลื่นยาวกว่าแสงสีแดง จึงได้ชื่อเรียกว่า รังสีอินฟราเรด (infra-red radiation)

พ.ศ. ๒๓๔๔ (ค.ศ. ๑๘๐๑) ริทเทอร์ (J.W. Ritter) นำเอาแสงสีต่าง ๆ ในสเปกตรัมไปทดสอบว่ามีปฏิกริยาอย่างใดกับพวกเกลือเงิน (เช่น เงินโบรไมด์ ซึ่งเป็นตัวยาสำคัญในการทำฟิล์มถ่ายรูป) เขาได้พบว่ามีรังสีชนิดที่ตามองไม่เห็น ซึ่งอยู่ในแถบสเปกตรัมอยู่เลยแสงสีม่วงออกไปอีก มีปฏิกริยาอย่างแรงกับพวกเกลือเงิน รังสีนี้มีขนาดคลื่นสั้นกว่าแสงสีม่วงและความถี่สูงกว่า ดังนั้นจึงมีพลังงานในคลื่นมากกว่า รังสีนี้ได้ชื่อเรียกว่ารังสีอุลตราไวโอเลต หรือ รังสีเหนือม่วง (ultraviolet radiation)

พ.ศ. ๒๓๕๗ (ค.ศ. ๑๘๑๔) ฟรอนโฮเฟอร์ (Joseph von Fraunhofer) ได้ปรับปรุงอุปกรณ์สำรวจสเปกตรัมของแสงจากดวงอาทิตย์ ตามแบบของนิวตัน โดยนำเอาช่องแคบยาว (narrow) มาใช้แทนรูกลม และแทนที่จะให้สเปกตรัมไปตกลงบนจอ เขาใช้กล้องโทรทัศน์ส่องดูสเปกตรัมที่เกิดขึ้นนั้น โดยวิธีการอันละเอียดขึ้นนี้เอง ฟรอนโฮเฟอร์ก็ได้พบว่าสเปกตรัมของดวงอาทิตย์นั้นเป็นแถบแสงสีต่าง ๆ ตามสีรุ้ง จากแดงไปม่วง พบว่า สเปกตรัมของดวงอาทิตย์นั้นเป็นแถบแสงสีต่าง ๆ ตามสีรุ้ง จากแดงไปม่วงและมีเส้นมือหลายร้อยเส้นคั่นอยู่ทั่วไป ในปัจจุบันเราเรียกเส้นมืดในสเปกตรัมของดวงอาทิตย์นี้ว่า เส้นฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer lines) เส้นฟรอนโฮเฟอร์เหล่านี้นับเป็นตำแหน่งสำหรับกำหนดการวัดเป็นพวกแรกในสเปกตรัม และได้ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความยาวคลื่น เพื่อศึกษาถึงความสามารถของแก้วชนิดต่าง ๆ ในการกระจายแสงสี (dispersion) ด้วย

อนึ่ง ฟรอนโฮเฟอร์เป็นคนแรกซึ่งค้นพบวิธีกระจายแสงสว่างเป็นสเปกตรัมได้ โดยไม่ใช้แท่งแก้วตามวิธีการของนิวตัน ทั้งนี้ ทำได้โดยให้แสงตกและสะท้อนบนแผง ซึ่งทำขึ้นจากการพันเส้นลวดเงินละเอียด บนเส้นสกรูของตะปูควงละเอียดสองตัวที่วางขนานกัน หรือโดยให้สะท้อนบนแผ่นแก้ว ซึ่งถูกขีดเป็นเส้นขนานทั้งแผ่นโดยปลายเข็มเพชรละเอียด อุปกรณ์ชนิดหลังนี้ในปัจจุบันใช้กันแพร่หลายในการทำสเปกตรัมเรียกกันว่าดิฟแฟรคชันเกรติง (diffraction gratings) เขาได้ใช้อุปกรณ์นี้วัดแสงจากวัตถุต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด โดยเทียบเคียงกับเส้นฟรอนโฮเฟอร์ (ของดวงอาทิตย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. ๒๔๐๒ (ค.ศ. ๑๘๕๙) เคอร์ชอฟฟ์ (G.R. Kirchhoff) ได้ให้กฎเกณฑ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนและการแผ่กระจายรังสีของวัตถุ และได้แสดงให้เห็นว่าอะตอมชนิดต่าง ๆ มีสเปกตรัมเฉพาะตัวแตกต่างกัน

พ.ศ. ๒๔๐๔ (ค.ศ. ๑๘๖๑) เคอร์ชอฟฟ์ และ บุนเซน (R. Bunsen) ได้ทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ กับสเปกตรัมจากแสงซึ่งได้จากการเอาธาตุบริสุทธิ์มาเผาในเปลวไฟหรือทำให้เป็นไอ โดยนำมาเป็นขั้วทำประกายไฟฟ้า เขาได้พบว่าเส้นฟรอนโฮเฟอร์หลายเส้นในสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ (ซึ่งเป็นเส้นมืด) ตรงกัน คือมีขนาดคลื่นเดียวกันกับเส้นสเปกตรัมสว่างซึ่งได้จากไอ ธาตุ หรือ แกซ ที่มาทำให้แผ่รังสี โดยความร้อนหรือประกายไฟฟ้า การค้นพบนี้ประกอบกับกฎของเคอร์ชอฟฟ์ (พ.ศ. ๒๔๐๒) ได้ใช้เป็นรากฐานของการวิเคราะห์โดยสเปกตรัม และรากฐานของดาราฟิสิกส์ (Astrophysics)

เส้นสเปกตรัมสำคัญที่เคอร์ชอฟฟ์ (ค.ศ. ๑๙๕๙) ใช้ในการวางกฎเกณฑ์ของสเปกตรัมคือ เส้นสเปกตรัมของไอธาตุโซเดียม ซึ่งเป็นคู่ มีขนาดความยาวคลื่น ๕๘๙๐ และ ๕๘๙๖ อังสตรอมตามลำดับ

พ.ศ. ๒๔๑๑ (ค.ศ. ๑๘๖๘) ซึ่งตรงกับปีที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงคำนวณเวลาเกิดสุริยุปราคามืดมิด และเสด็จไปประทับทอดพระเนตรที่หว้ากอ ตำบลคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์นั้นเอง อังสตรอม (A.J. Angstrom) นักฟิสิกส์ ชาวสวีเดนก็ได้วางรากฐานของการวัดความยาวคลื่นของแสงสว่างอย่างแม่นยำ ทำการวัดความยาวคลื่นของเส้นฟรอนโฮเฟอร์ ประมาณ ๑,๐๐๐ เส้น โดยใช้มาตราวัด ขนาด ๑/๑๐ ๑๐ เมตร หรือ ๑/๑๐ ๘ ซม. ซึ่งในปัจจุบันเราก็ได้ใช้กันเป็นหน่วยอังสตรอม ของความยาวคลื่นนั่นเอง ทำให้ในปัจจุบัน เรารู้จักคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีขนาดความยาวคลื่นต่างกัน ตั้งแต่ต่ำกว่า ๑ อังสตรอม ถึงที่ยาวเป็นแสนกิโลเมตร

๒. ธรรมชาติของแสงสว่าง

ในยุคของไอแสค นิวตัน (พ.ศ. ๒๑๘๕-๒๒๗๐ หรือ ค.ศ. ๑๖๔๒-๑๗๒๗) มีทฤษฎีที่ขัดแย้งกันเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงสว่างอยู่สองทฤษฎี นิวตันมีความเห็นเอนเอียงไปในทางที่ว่า แสงสว่างมีธรรมชาติเป็นเม็ดเล็ก ๆ ส่วนฮอยเกนส์ (พ.ศ. ๒๑๗๒-๒๒๓๘ หรือ ค.ศ. ๑๖๒๙-๑๖๙๕) และฮุค (พ.ศ. ๒๑๗๘-๒๒๔๖ หรือ ค.ศ. ๑๖๓๕-๑๗๐๓) ให้ทฤษฎีที่ว่าแสงสว่างเป็นคลื่น ความมีชื่อเสียงเด่นของนิวตันได้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากคล้อยตามทฤษฎีแสงสว่างเป็นเม็ดสืบมาเป็นเวลานานทีเดียว จนกระทั่ง ธอมัส ยัง (พ.ศ. ๒๓๑๖-๒๓๗๒- หรือ ค.ศ. ๑๗๗๓-๑๘๒๙) นำทฤษฎีคลื่นกลับมาอธิบายปรากฏการณ์หลายชนิดที่ทฤษฎีแสงเป็นเม็ดอธิบายไม่ได้ และประสพความสำเร็จถึงขั้นคำนวณความยาวคลื่นของแสงสว่างได้ และต่อมา เฟรสเนล (พ.ศ. ๒๓๓๑-๒๓๗๐ หรือ ค.ศ. ๑๗๘๘-๑๘๒๗) ทำการทดลองเกี่ยวกับการรบกวนกันเองของแสง กับทั้งอธิบายลักษณะโพลาไรเซชันของแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยว่า เป็นเพราะความสั่นสะเทือนของมัชฌิมในคลื่นแสงนั้น เป็นไปในแนวทางขวางกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่น

ใน พ.ศ. ๒๓๙๒ (ค.ศ. ๑๘๕๐) ซึ่งเป็นเวลา ๑๘ ปี ก่อนปรากฏการณ์สุริยุปราคาที่หว้ากอนั้น ฟูโคลท์ก็ได้ทำการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้ทฤษฎีคลื่นของแสงสว่างได้ชัยชนะสำคัญและเป็นที่รับรองกันทั่วไป โดยฟูโคลท์ใช้วิธีหมุนแผ่นกระจก ทำการวัดความเร็วของแสงสว่างในมัชฌิมต่าง ๆ และพบว่าแสงสว่างเคลื่อนที่ในน้ำช้ากว่าในอากาศ สมตามคำทำนายจากทฤษฎีแสงสว่างเป็นคลื่น และตรงข้ามกับทฤษฎีแสงสว่างเป็นเม็ด ดังนั้น สุริยุปราคาที่หว้ากอจึงเกิดขึ้นในยุคที่นักวิทยาศาสตร์ทั่วไปเชื่อว่าแสงสว่างมีธรรมชาติเป็นคลื่น

๓. กล้องโทรทรรศน์

เป็นที่ทราบกันดีจากประวัติวิทยาศาสตร์ว่า กลาลิเลโอประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ขึ้นที่ปาดัว ประเทศอิตาลี เมื่อ พ.ศ. ๒๑๒๕ หลังจากได้ยินข่าวแว่วว่า ลิปเปอร์ซี ชาวฮอลันดาประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ขึ้น และกาลิเลโอก็ได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ของตนในการสำรวจท้องฟ้าโดยเร็ว นับแต่นั้นมาอุปกรณ์ดาราศาสตร์อันสำคัญนี้ก็ได้แพร่หลายและได้รับการปรับปรุงโดยเทคโนโลยีที่ใหม่ที่สุดที่แต่ละยุคสมัยจะทำได้ กล้องโทรทรรศน์ที่กาลิเลโอประดิษฐ์ขึ้นนั้นใช้เลนส์สามัญ และมีความคลาดชนิดต่าง ๆ มากมายที่ทำให้คุณภาพของภาพที่ส่องเห็นไม่ดีนัก แม้กระนั้น กาลิเลโอก็ยังได้ทำการค้นพบสิ่งที่สำคัญทางดาราศาสตร์หลายประการ

ประมาณ ๓๐๐ ปี มาแล้ว หรือเมื่อ ๒๐๐ ปี ก่อนปรากฏการณ์สุริยปราคาที่หว้ากอคือใน พ.ศ. ๒๒๑๑ ไอแสค นิวตัน ได้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ ชนิดใช้หลักการสะท้อนแสงขึ้นที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ตัวกระจกสะท้อนแสงโค้งเว้าของกล้องนั้นเป็นแผ่นโลหะผสม กล้องนี้เป็นกล้องขนาดเล็ก ตัวกล้องยาว ๖๑/๔ นิ้ว ขยายได้ ๓๐-๔๐ เท่า ต่อมาไม่ช้ากล้องแบบนี้ก็ได้รับการปรับปรุง ทั้งขนาดและคุณภาพโดยเร็ว ในปี พ.ศ. ๒๒๖๕ (ค.ศ. ๑๗๒๒) ชาวอังกฤษชื่อ แฮดเลย์ รายงานการใช้กล้องสะท้อนแสง มีกระจกโลหะเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ นิ้ว ทางยาวโฟคัส ๖๒ นิ้ว ส่องดาวเคราะห์ ว่าได้เห็นเงาของดวงจันทร์ บริวารของดาวพฤหัสบนตัวดวง และได้เห็นเส้นดำในวงแหวนของดาวเสาร์

ในระยะ ๑๐๐ ปี ก่อนสุริยุปราคา พ.ศ. ๒๔๑๑ ได้มีความพยายามในยุโรปที่จะปรับปรุงแก้ไขความคลาดต่างๆ ของเลนส์ที่ใช้ทำกล้องโทรทรรศน์ชนิดแสงหักเห ปีเตอร์คอลลอนด์ และ แคลร์รอท ทำกล้องด้วยเลนส์ประกอบขึ้นจากแก้วต่างชนิดกันเพื่อพยายามแก้ความเป็นสีรุ้ง

ในปี พ.ศ. ๒๓๐๙ คอลลอนด์ทำกล้องโทรทรรศน์ ซึ่งใช้กระบอกทำด้วยทองเหลืองขายในประเทศอังกฤษ กล้องยาว ๑ ฟุต ราคา ๒ ปอนด์ และกล้องยาว ๕ ฟุต ราคา มากกว่า ๗๐ ปอนด์ นอกจากนี้ยังได้ทำอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เซ็คแตนท์ ออคเตนท์คาเมราออบสคูรา ซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอโดไลท์ ขายด้วย พัฒนาการของกล้องโทรทรรศน์ทางดาราศาสตร์ถัดจากสมัยนั้นมาก็คือ การประดิษฐ์ฐานตั้งกล้องอย่างถี่ถ้วนแม่นยำ ซึ่งได้ทำให้มีการวัดตำแหน่งอย่างละเอียดถี่ถ้วนของดาวฤกษ์บนท้องฟ้า ใช้กล้องทรานซิทเป็นต้น เป็นการวางรากฐานสำคัญอย่างยิ่งในทางดาราศาสตร์

ในปี พ.ศ. ๒๓๕๕ ฟรอนโฮเฟอร์ ในประเทศเยอรมัน ได้คำนวณและสร้างเลนส์อรงค์คุณภาพสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗ นิ้ว ขึ้นเป็นผลสำเร็จ ต่อมาก็ได้สร้างกล้องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเลนส์ ๙๑/๒ นิ้ว ขึ้นอีก สำหรับใช้ในหอดูดาวพูลโกวา นับเป็นกล้องที่ใหญ่ที่สุด และทำประณีตที่สุดในสมัยนั้น ทั้งในด้านกลไกและระบบเลนส์ นักดาราศาสตร์สำคัญคนหนึ่งของโลกในสมัยนั้น คือ วิลเฮล์ม สตรูเว ได้ใช้กล้องนี้ดำเนินการค้นคว้าทางดาราศาสตร์เป็นผลดียิ่ง เป็นต้นว่า ได้ทำการวัดดาวคู่ ๓.๐๐๐คู่ ซึ่งแต่เดิมมีผู้รู้จักเพียง ๗๐๐ คู่เท่านั้น กล้องนี้มีชื่อว่า กล้องคอร์แปท และมีฐานตั้งแบบอีเควตอเรียล

คุณภาพของทั้งเลนส์อรงค์และกล้องชนิดแสงหักเหเพื่อการดาราศาสตร์ ได้มีพัฒนาการเรื่อยมานับแต่นั้นมา ต่อมาในสมัยไม่กี่ปีก่อนสุริยุปราคา ๒๔๑๑ ก็มีการสร้างเลนส์เส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๑/๒ นิ้ว ทางยาวโฟคัส ๕๐ นิ้ว ในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. ๒๔..... เดอลารูนำกล้องนี้เดินทางไปถ่ายภาพสุริยุปราคา ซึ่งเกิดขึ้นในประเทศเสปญ นับเป็นครั้งแรกที่มีการนำกระจกน้ำยาคอลโลเดียนเปียกไปใช้ในการถ่ายรูปสุริยุปราคา ปรากฏว่าใช้ถ่ายติดพวยกาซ (prominence) ที่ขอบดวงอาทิตย์อย่างชัดเจนเป็นข้อพิสูจน์ว่า พวยกาซนี้เป็นของจริง เกิดอยู่ในบรรยากาศของดวงอาทิตย์ ขจัดความสงสัยของคนบางคนในสมัยนั้นที่คิดว่าอาจเป็นผลจากปรากฏการณ์ลวงตาทางแสงสว่างหรืออื่นๆ รูปของเดอลารูนั้นถ่ายติดแต่โครโมสเฟียร์และพวยกาซ แต่ไม่สามารถบันทึกแสงคอรอนา ซึ่งปรากฏต่อตาเปล่าอย่างชัดเจนในตอนคราธมืดมิดได้

เมื่อกลับถึงอังกฤษแล้ว เดอลารูได้นำกล้องนั้นไปติดตั้งไว้ที่แครนฟอร์ด ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๑๖ ก็ได้ย้ายกล้องนี้ไปใช้ที่หอดูกาวกรีนิช

กล้องโทรทรรศน์ชนิดใช้เลนส์ขนาดที่ใหญ่ที่สุดในสมัยนั้น ได้แก่กล้องนิแวลล์ ซึ่งใช้เลนส์เส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๕ นิ้ว ธอมัส คุก ชาวอังกฤษ ผู้ออกแบบสร้างกล้องนี้ได้ถึงแก่กรรมในปี พ.ศ. ๒๔๑๑ ก่อนกล้องนี้จะสำเร็จเรียบร้อย ๑ ปี

ทางด้านกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงนั้นก็ได้มีการปรับปรุงสำคัญในปี พ.ศ. ๒๓๙๙ โดยฟรอน สไตนเฮล ชาวเยอรมัน และลีออน ฟูโคลท์ ชาวฝรั่งเศส ต่างก็ได้ใช้แก้วทำเป็นกระจกโค้งเว้า สำหรับกล้องดูดาว แทนแผ่นโลหะขัดมันดังที่เคยมา ในสมัยของเซอร์วิลเลียม เฮอร์เชลล์ ในปี พ.ศ. ๒๔๐๐ ฟูโคลท์ทำกระจกสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๓ ซม. (๑๓นิ้ว) ซึ่งไอเซนทำการติดตั้งบนฐานแบบซ่อม ปี พ.ศ. ๒๔๑๑ เป็นปีที่หอดูดาวมารเซลล์ในฝรั่งเศสได้ติดตั้งกล้องดูดาวใช้กระจกโค้งเว้า เส้นผ่าศูนย์กลาง ๘๐ ซม. ทางยาวโฟคัส ๔.๕ เมตร กระจกนี้นับเป็นแผ่นใหญ่ที่สุดที่ฟูโคลท์สร้างขึ้น โดยใช้แก้วที่หลอมหล่อจากโรงงานแก้วซานโกเบียงของฝรั่งเศส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศอังกฤษ บุคคลสองนายผู้ได้มีบทบาทสำคัญในการสร้างกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงที่ใช้กระจกทำด้วยแก้วมีชื่อว่า วิท และ คาลเวอร์ วิท ซึ่งเป็นนักฝนกระจกโค้งเว้าทำกล้อง ได้ร่วมมือกับเบรานิงก์ เจ้าของร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สร้างกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงขายแก่นักดาราศาสตร์สมัครเล่นในสมัยนั้นเป็นจำนวนมาก

กล่าวโดยสรุป ในสมัยเรื่อราว ๑๐๐ ปีมาแล้ว กล้องโทรทรรศน์ ซึ่งมีคุณสมบัติดีและใช้กันแพร่หลายในวงการดาราศาสตร์ทั่วไปเป็นกล้องชนิดใช้เลนส์ กล้องชนิดที่ใช้กระจกสะท้อนแสงเพิ่งจะได้เริ่มปรับปรุงจึ้น โดยใช้แผ่นแก้วฉาบเงินทำกระจก จึงยังไม่ค่อยแพร่หลายนัก จากการสำรวจกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้กันในหอดูดาวของอังกฤษในปี พ.ศ. ๒๓๙๓ (ค.ศ. ๑๘๕๐) ๔๘ แห่ง พบว่ามีกล้องชนิดใช้เลนส์ติดตั้งแบบอีเควตอเรียล ๓๒ กล้อง ติดตั้งแบบอัลตาซีมุท ๘ กล้อง สำหรับกล้องชนิดใช้กระจกสะท้อนแสงนั้นมีเพียง ๗ กล้อง

ในการสังเกตุการณ์สุริยุปราคาวันที่ ๑๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๔๑๑ นักดาราศาสตร์อังกฤษกลุ่มหนึ่งได้เดินทางจากประเทศอังกฤษ ไปตั้งค่ายพักแรมสำรวจที่ตำบลกันทูร (Guntoor) ในประเทศอินเดีย พันตรีเทนแนนท์ได้นำเอากล้องสท้อนแสงของวิท-เบรานิงก์ไปทำการถ่ายภาพสุริยุปราคาในครั้งนั้นด้วย กล้องนั้นมีกระจกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๙ นิ้ว มีกลไกนาฬิกาหันกล้องแบบเดียวกับกล้อง ๑๓ นิ้วของเดอลารู ปรากฏว่า ทั้งกลไกหันกล้องและกระจกน้ำยาถ่ายรูปอยู่ในสภาพที่ยังต้องปรับปรุงแก้ไขกันอีกมาก แต่ก็สามารถบันทึกโครโมสเฟียร์และพวยกาซบนดวงอาทิตย์ไว้ได้ในขณะเกิดสุริยุปราคามืดมิด แม้จะไม่สามารถบันทึกคอรอนาไว้ได้ เพราะกระจกน้ำยาไม่ไวพอและเปิดหน้ากล้องในเวลาสั้น ก็ตาม

4. ดวงอาทิตย์ และสุริยุปราคา พ.ศ. ๒๔๑๑

ใน พ.ศ. ๒๔๑๑ นักวิทยาศาสตร์ยังไม่มีความรู้มากเท่าใดนักเกี่ยวกับธรรมชาติทางฟิสิกส์ของดวงอาทิตย์ เรื่องแหล่งกำเนิดของพลังงานในดวงอาทิตย์ก็ยังเป็นที่ถกเถียงไม่ตกลงกัน เชื่อกันเป็นส่วนใหญ่ว่าได้มาจากพลังงานศักย์ของการยุบตัวลง เพราะในสมัยนั้นยังไม่รู้จักพลังงานอะตอม และ พลังงานเทอร์โมนิวเคลียร์ ปัญหาโครงสร้างของสสารก็ยังไม่กระจ่าง ยังไม่มีการค้นพบอีเล็กตรอน โปรตรอน และอนุภาคเล็กอื่น ๆ วิชาว่า ด้วยแถบแสงสีก็ยังอยู่ในระยะฟักตัว อังสตรอม เพิ่งจะเริ่มวางมาตรฐาน การวัดขนาดความยาวของคลื่นแสงสว่าง ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างภายในปรมาณูของธาตุต่าง ๆ กับสเปกตรัม จึงยังไม่มีใครเข้าใจ แต่ก็เป็นที่ทราบกันจากผลงาน ขั้นต้นว่าอะตอมของธาตุต่าง ๆ ให้แสงซึ่งมีขนาดคลื่นและสี แตกต่างกัน

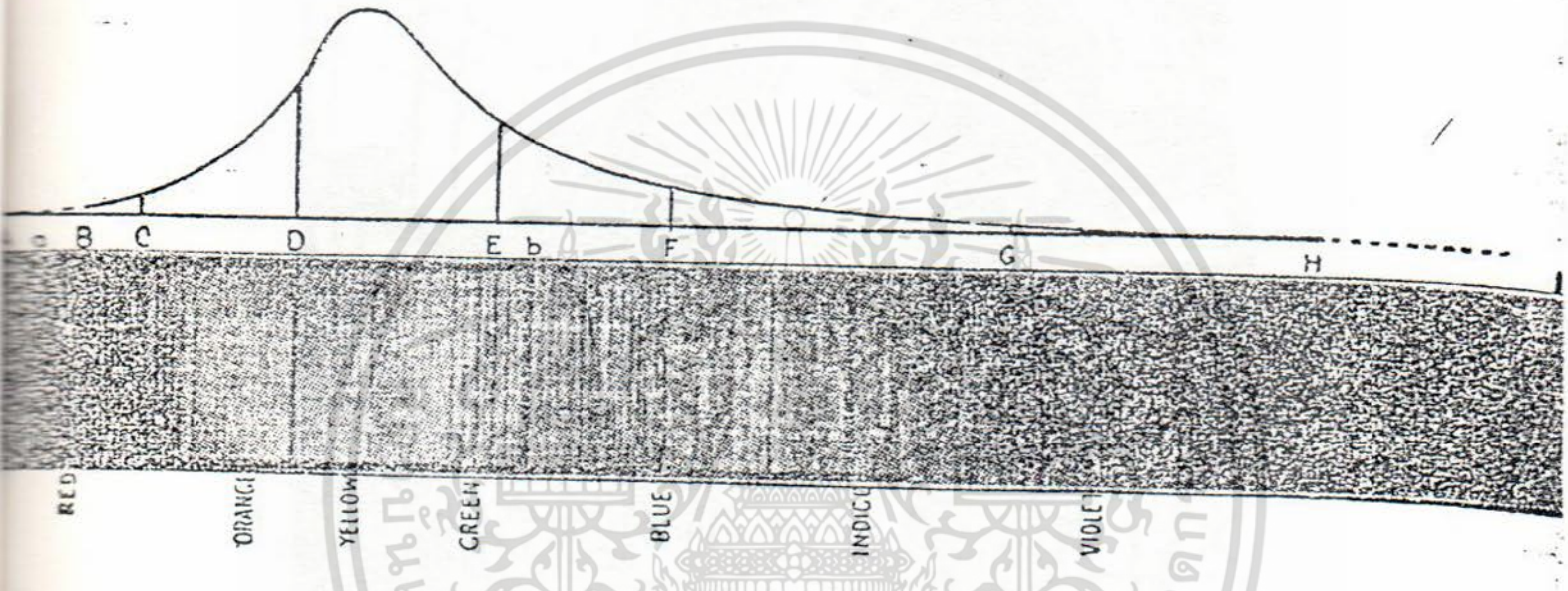
ไม่มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าคณะสำรวจสุริยุปราคาของไทยและของอังกฤษที่ไปตั้งสังเกตุการณ์สุริยุปราคา สิงหาคม ๒๔๑๑ ที่หว้ากอนั้น ทำการถ่ายภาพเอาไว้ สำหรับคณะสำรวจฝรั่งเศสนั้นผู้เขียนไม่สามารถติดตามรายงานได้ แม้จะทราบว่าเป็นคณะสำรวจที่นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือดาราศาสตร์ทันสมัยที่สุดในยุคนั้นเป็นจำนวนมากเข้ามาใช้ และเข้าใจว่าคงจะได้ทำการถ่ายรูปสุริยุปราคาครั้งนั้นไปด้วย รวมทั้งข้อมูลที่สำคัญอื่น

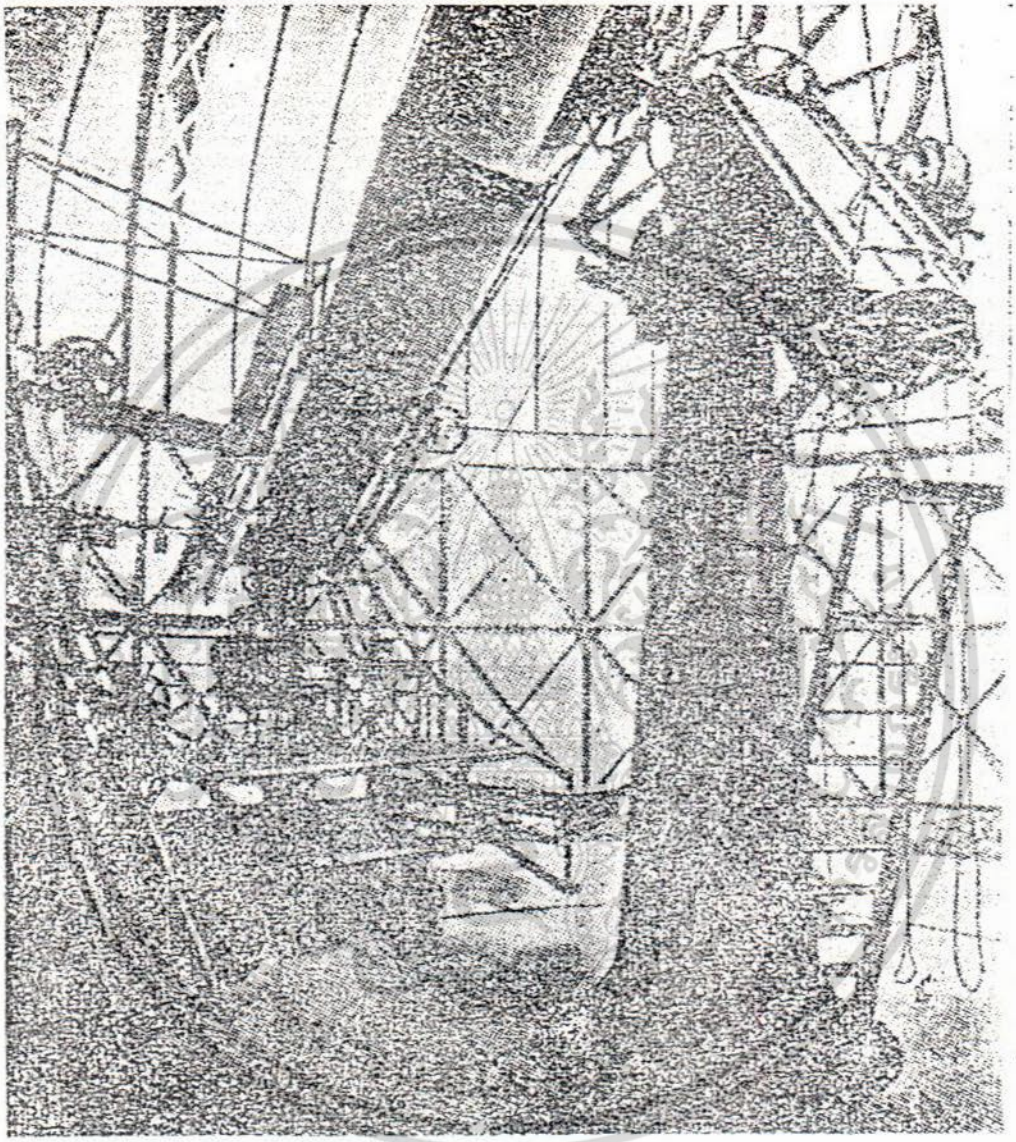
อย่างไรก็ดี ผู้เขียนได้พบรายงานของคณะสำรวจซึ่งตั้งกองอยู่ในประเทศอินเดีย มี พันตรี เทนแนนท์ เป็นหัวหน้า ดังได้กล่าวแล้วในตอนที่ว่าด้วยเรื่องกล้อง คราธมืดมิดที่ปรากฏให้เห็นที่ Guntoor ในประเทศอินเดีย [แลตติจูดเหนือ ๑๖ องศา ๑๗ ลิบดา ๓๔.๓ ฟิลิบดา ลองจิจูดตะวันออก ๕ ชั่วโมง ๒๑ นาที ๔๖.๖๕ วินาที] นั้น ก่อนที่จะปรากฏในประเทศไทยไม่นานนัก ปรากฏการณ์ของดวงอาทิตย์ขณะเกิดสุริยุปราคา ณ ตำบลทั้งสอง จึงนับได้ว่าไม่แตกต่างกัน ภาพสุริยุปราคาขณะเกิดคราธมืดมิดที่นำลงไว้ในที่นี้ จึงนับได้ว่าเป็นเช่นเดียวกับที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว และข้าราชบริพารรวมทั้งชาวต่างประเทศทั้งหลายได้เห็น ณ ตำบลหว้ากอเมื่อเวลา ๑๑.๓๖ นาฬิกา ของวันที่ ๑๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๔๑๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



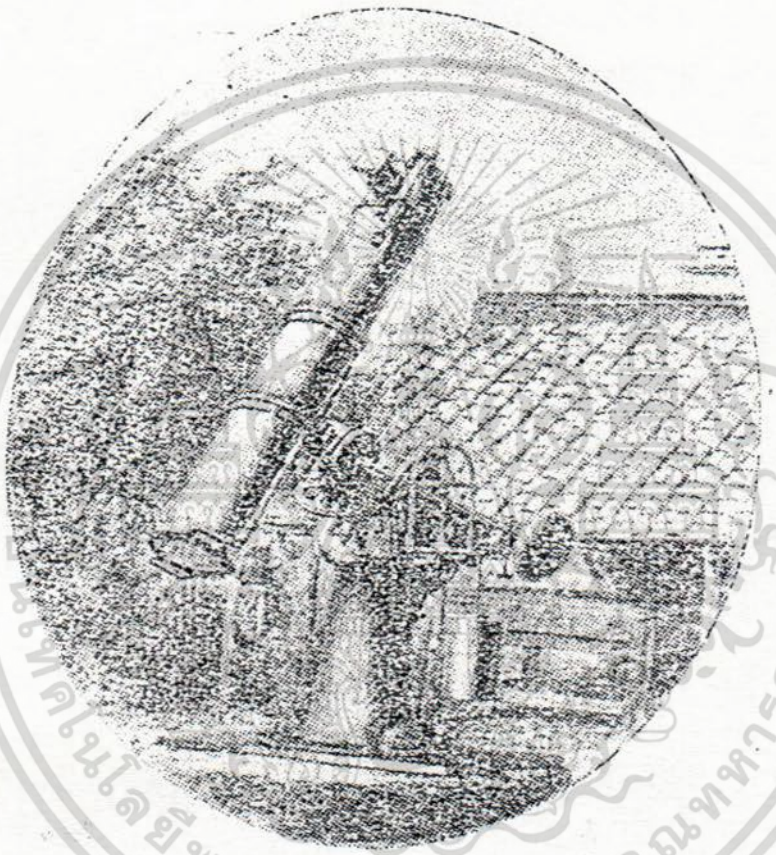
แผนผังสเปกตรัมแสงอาทิตย์ของฟรอนโฮเฟอร์ แสดงให้เห็นเส้นมืดในสเปกตรัม กราฟซึ่งเขียนไว้ข้างบนแสดงความสว่างของแสงสี ตามขนาดคลื่นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



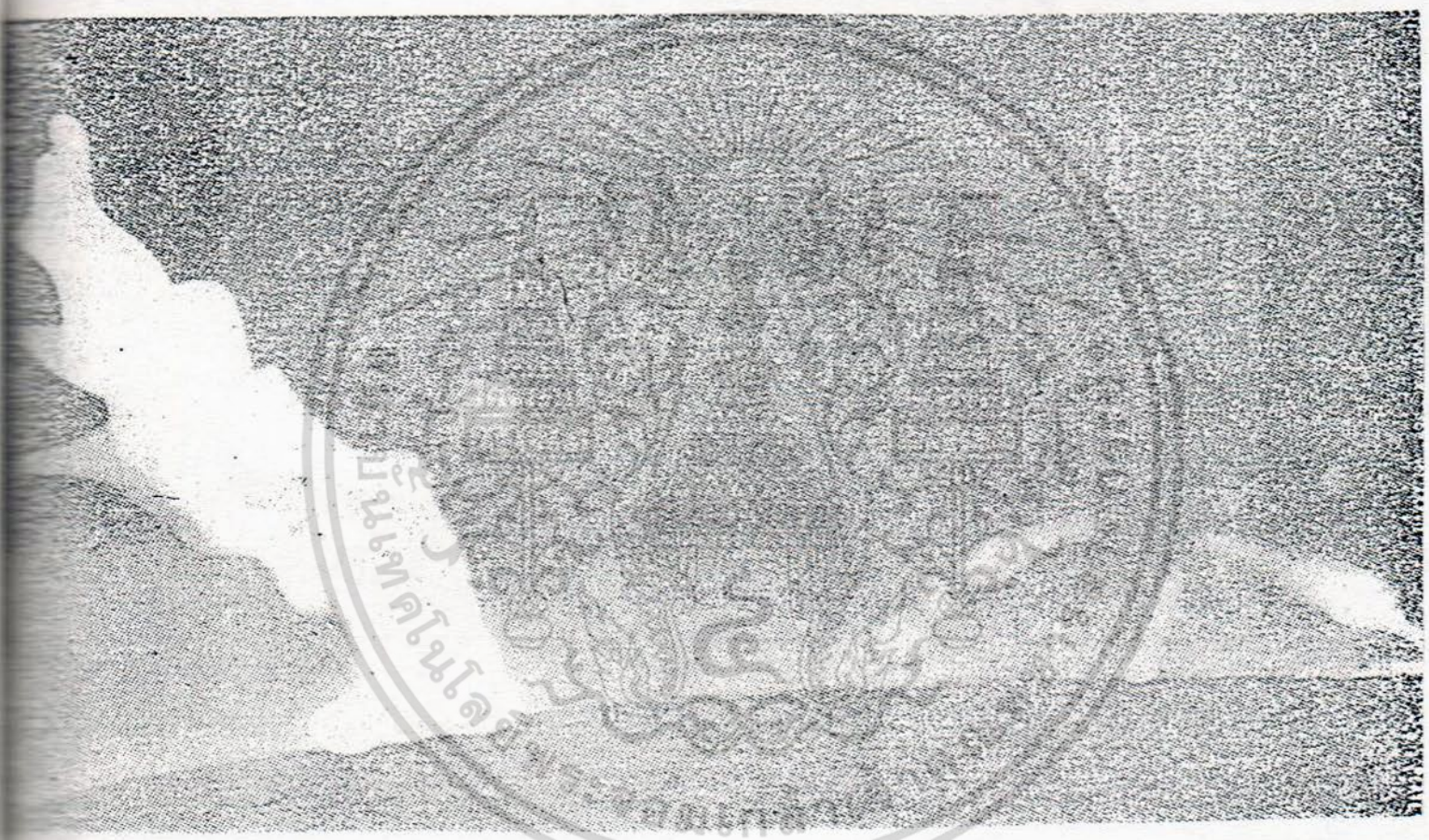
กล้องโทรทรรศน์ใช้เลนส์ชื่อ Newell Refracter
เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กล้องโทรทรรศน์ชนิดใช้กระจกสะท้อนแสง ซึ่งนายพันตรี
เทนแนน์ นำไปตั้งถ่ายภาพสุริยุปราคา 18 สิงหาคม 2411
ณ ตำบล Guntoor ประเทศอินเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพเขียนขยายจากพวยกาซที่ขอบดวงอาทิตย์ แสดงถึงโครงสร้างละเอียดของพวยกาซนั้น รวมทั้งรายละเอียดของโครโมสเฟียส์ ในบริเวณพวยกาซใหญ่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้