หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๑

บทนำ

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกที่สุด ที่เราพอจะศึกษาหาความรู้ได้ นับเป็นแนวทางไปสู่การเข้าใจดาวฤกษ์ดวงอื่น ๆ ที่อยู่ไกลออกไป นอกจากนี้ดวงอาทิตย์ยังเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก อันเป็นรากฐานที่สำคัญของการเกิด การดำรงอยู่ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะปัจจุบัน ยังอาจเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มนุษย์กำลังหันมาสนใจ เพราะเป็นพลังงานที่หาได้ง่าย สะดวก และปลอดภัย

นอกจากนี้ ดวงอาทิตย์ยังเป็นตัวการที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่สังเกตได้จากพื้นผิวโลก ซึ่งอาจมีทั้งผลโดยตรงและผลโดยอ้อม ต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก เช่น สุริยุปราคา ฤดูกาล แสงเหนือ แสงใต้ และการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศของโลก อันเป็นผลมาจากรังสีต่าง ๆ ที่มาจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ เป็นก้อนสารขนาดใหญ่ อยู่ในสถานะพลาสมา มีอุณหภูมิสูง แผ่รังสีต่าง ๆ ออกสู่อวกาศโดยรอบ โดยที่ใจกลางนั้นมีแหล่งพลังงานเทอร์โมนิวเคลียร์ ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นสารขนาดใหญ่นี้ ย่อมจะมีแรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งหมายถึงแรงโน้มถ่วง ที่พยายามดึงมวลของดวงอาทิตย์ให้ยุบตัวลงเรื่อย ๆ อันควรจะทำให้ดวงอาทิตย์มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ แต่ดวงอาทิตย์ก็มีขนาดคงเดิม ตลอดเวลาที่ผ่านมานับพันล้านปี แสดงว่าจะต้องมีแรงอีกชนิดหนึ่งมาต้านไว้ แรงนี้คือแรงดัน เนื่องจากการแผ่รังสี (radiation pressure) รังสีก็คือพลังงานรูปหนึ่งอันเกิดจากปฏิกริยา เทอร์โมนิวเคลียร์ที่ใจกลาง และเป็นตัวต่อต้านแรงโน้มถ่วงทำให้เกิดสมดุลย์ มีผลทำให้ดวงอาทิตย์มีขนาดดังที่ปรากฏอยู่ได้ในช่วงเวลาอันยาวนาน

๑. วัตถุประสงค์

๑.๑ เพื่อศึกษาหลักการ วิธีการออกแบบ และสร้างเลนส์ พร้อมทั้งการทดสอบคุณภาพของเลนส์

๑.๒ ศึกษาเทคนิคการออกแบบและสร้าง พร้อมทั้งการติดตั้ง อุปกรณ์ สำหรับการสำรวจดวงอาทิตย์จากเลนส์ที่สร้างขึ้น

๑.๓ เพื่อให้รู้จักการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพ จากอุปกรณ์ที่สร้างและทดสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำมาวิเคราะห์

๑.๔ เพื่อให้รู้จักการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

๑.๕ เพื่อเป็นการแสวงหาความรู้ เกี่ยวกับบรรยากาศโครโมสเฟียร์ดวงอาทิตย์

๒. วิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

๒.๑ ออกแบบสร้างเลนส์หน้ากล้องโทรทรรศน์จากแก้วที่กำหนดให้ความคลาดทรงกลมน้อยเท่าที่เป็นได้ เมื่อโคมาเป็นศูนย์

๒.๒ ฝนเลนส์ให้มีรูปร่างตามที่ออกแบบไว้

๒.๓ ขัดเลนส์ เพื่อให้ได้เลนส์ ที่สมบูรณ์แบบตามต้องการ

๒.๔ ทดสอบคุณภาพเลนส์เพื่อทราบคุณภาพของเลนส์ที่สร้างขึ้น

๒.๕ ออกแบบสร้างอุปกรณ์สำหรับงานวิจัยดวงอาทิตย์ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์

๒.๖ ถ่ายภาพดวงอาทิตย์ ทุกวันติดต่อกันเป็นเวลา ๑ เดือน

๒.๗ ล้างฟิล์ม พร้อมทั้งอัดขยายภาพที่ได้จากการถ่ายภาพดวงอาทิตย์

๒.๘ ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

๒.๙ สรุปและวิจารณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. ประวัติการศึกษาดวงอาทิตย์ที่สำคัญโดยย่อ

ในการศึกษาเรื่องดวงอาทิตย์สมัยก่อน มนุษย์ถูกจำกัดอยู่ในเพียงวงแคบ ๆ เมื่อเทียบกับสมัยนี้ เริ่มแรกนั้นศึกษาด้วยการสังเกตจากตาที่มองดูท้องฟ้า ถ้าหากวันใดท้องฟ้าแจ่มใส เราก็สามารถมองเห็นดาวฤกษ์เป็นเพียงจุดเล็ก ๆ อย่างมากมาย ต่อมาได้ประดิษฐอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งพัฒนาให้ดีขึ้นตามลำดับ ทำให้มนุษย์เราสามารถศึกษาเรื่องราวของดวงดาว รวมทั้งดวงอาทิตย์ที่เป็นดาวฤกษ์อยู่ใกล้โลกเราที่สุดด้วย

ค.ศ. ๑๕๔๖-๑๖๐๑ ไทโครบราห์(Tychro Brahe) นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ค สามารถบันทึกตำแหน่งของดาวโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ๑ ลิปดา ซึ่งนับเป็นสิ่งอัศจรรย์มากในสมัยดาราศาสตร์ไม่ใช้กล้องโทรทรรศน์

ค.ศ. ๑๖๐๘ เจน ลิบเปอร์ชี (Jan Lippershy) ได้ประดิษฐ์กล้องดูดาวชนิดหักเหแสง (refraction) ซึ่งประกอบด้วยเลนส์นูนและเลนส์เว้า มีกำลังขยายประมาณ ๒ หรือ ๓ เท่า

ค.ศ. ๑๖๑๐ กาลิเลโอ (Galileo) นักฟิสิกส์และนักดาราศาสตร์ชาวอิตาลี หลังจากได้ทราบข่าวประดิษฐกรรมของลิบเปอร์ชี ได้คิดค้น ปรับปรุง กล้องโทรทรรศน์ ตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งมีกำลังขยายประมาณ ๓๐ เท่า โดยใช้เลนส์ ๒ ตัวแบบ นูนแกมระนาบ (plano-convex) และเว้าแกมระนาบ (plano-concave) กล้องโทรทรรศน์แบบนี้เรียกว่ากล้องโทรทรรศน์แบบกาลิเลโอ (Galileo telescope)

ค.ศ. ๑๖๑๑ กาลิเลโอ ทำการสังเกตการณ์ดวงอาทิตย์โดยอาศัยกล้องที่ประดิษฐ์ขึ้น และพบจุดดวงอาทิตย์ (sunspot) พร้อมทั้งกล่าวว่าจุดเหล่านี้มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก เป็นไปอย่างมีกฎเกณฑ์ พร้อมทั้งพยายามบันทึกรอบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์

ค.ศ. ๑๖๖๖ นิวตัน (Newton) ใช้ปริซึม แยกแสงขาวของดวงอาทิตย์เป็นแถบแสงของสีต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่าสเปกตรัม (spectrum)

ค.ศ. ๑๘๑๔ ฟรอนฮอฟเฟอร์ (Fraunhofer) ได้สังเกตเห็นเส้นมืดของสเปกตรัมของดวงอาทิตย์จากสเปกโตรสโคป (spectroscope) บันทึกไว้ว่ามี ๕๗๔ เส้น พร้อมทั้งตีพิมพ์ผลงาน นับได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาทางฟิสิกส์ของดวงอาทิตย์

ค.ศ. ๑๘๓๖ ฟอร์เบส (Forbes) สังเกตดวงอาทิตย์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เห็นโคโรนา (corona) และพวยกาซ (prominences) เป็นครั้งแรก และคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลเนื่องจากบรรยากาศของโลก

ค.ศ. ๑๘๔๓ ชวาเบ (Schwabe) พบว่าจุดบนดวงอาทิตย์ เกิดเป็นคาบประมาณ ๑๑ ปี ต่อมาวูลฟ (Wolf) ได้ศึกษาจากสถิติของจุด พบว่าคาบเฉลี่ย มีค่า ๑๑.๑ ปี ต่อมาคาร์ริงตัน (Carrington) เสนอว่า ความเร็วเชิงมุมในการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ แปรค่าตามละติจูด (latitude) ดังสมการ

$$W = 14.42 - 2.75 \ \sin^{7/4} \phi \quad \text{(Goldberg, 1953)} \quad \text{----1.1}$$

โดย W คือความเร็วเชิงมุมของการหมุนรอบตัวเองเป็นองศาต่อวัน

ϕ คือตำแหน่งละติจูด

ต่อมาเอลเลน (Allen, 1973) ได้ปรับปรุงและเป็นที่ยอมรับใช้กันในปัจจุบันคือ

$$W = 14.44 - 3.0 \ \sin^2 \phi \quad \text{----------1.2}$$

สปอเรอร์ (Sporer) ได้ตั้งกฎซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ทางละติจูด (latitude drift) จากนั้น มอนเดอร์ (Maunder) ได้แสดงให้เห็นชัดเจนขึ้นด้วยการทำเป็นแผนภาพรูปผีเสื้อในปี ค.ศ. ๑๙๐๔

ค.ศ. ๑๘๕๑ ลามอนท์ (Lamont) พบว่าสนามแม่เหล็กโลกมีการแปรเปลี่ยนที่คาดการณ์ได้ ซาบีน (Sabine) พบความสัมพันธ์นี้กับรอบของจุดดวงอาทิตย์ (sunspot cycle) ต่อมา มอนเดอร์ พบว่ามีพายุแม่เหล็กที่แรงจัดมีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มจุดขนาดใหญ่

ค.ศ. ๑๘๕๔ คาร์ริงตันกับฮอดก์สัน (Hodgson) ได้สังเกตด้วยตา (visual observation) พบการลุกจ้า (flares) ของดวงอาทิตย์ในแสงสีขาว

ค.ศ. ๑๘๖๐ เดอลา รู (Dela Rue) และเซคกี(Secchi) ได้แสดงให้เห็นว่า พวยกาซ เกิดขึ้นในบรรยากาศของดวงอาทิตย์ มิใช่ภาพลวงตา เนื่องจากขอบดวงจันทร์ตามที่เข้าใจกันก่อนนี้ โดยสามารถถ่ายภาพได้อย่างชัดเจน

ค.ศ. ๑๙๐๓ ลอคเยอร์ (Lockyer) พบว่าพวยกาซมีความสัมพันธ์กับโคโรนา

ค.ศ. ๑๙๒๕ เปตติต (Pettit) พบว่า การพุ่งขึ้นของพวยกาซมีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ

ค.ศ. ๑๙๔๓ เปตติต ได้จัดแบ่งพวยกาซเป็นชนิดต่าง ๆ

ค.ศ. ๑๙๕๓ เมนเซล (Menzel) และอีวานส์ (Evans) จัดแบ่งชนิดพวยกาซตามแหล่งกำเนิดจากข้างบนหรือข้างล่าง

ค.ศ. ๑๙๖๑ เอลเลน (Allen) ได้แสดงหลักฐานว่าพวยกาซสงัดมีกัมมันตภาพและแสดงการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ในบรรดาพวยกาซทุกชนิด ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างเส้นใยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๔๕๐ กิโลเมตร

ค.ศ. ๑๙๖๕ เจฟเฟอร์ (Jefferies) และเอลเลน ศึกษาการพุ่งของพวยกาซจากโครโมสเฟียร์ชั้นล่าง สัมพันธ์กับสนามแม่เหล็ก

ค.ศ. ๑๙๖๙ ฮาร์วี (Harvey) พบว่าสนามแม่เหล็กในพวยกาซกัมมันต์มีค่าสูงกว่าสนามแม่เหล็กในพวยกาซสงัด

ค.ศ. ๑๙๗๑ ฮิริยามา (Hiriyama) พบว่าบริเวณกลางพวยกาซมีอุณหภูมิประมาณ ๖,๐๐๐ องศาเคลวิน และบริเวณปลายพวยกาซมีอุณหภูมิประมาณ ๑๒,๐๐๐ องศาเคลวิน

ค.ศ. ๑๙๗๓ ชัง-เชีย เชง (Chung-Chieh Cheng) ได้ศึกษาพวยกาซลูป (loop prominence) ที่ขนาดความยาวคลื่นต่างกัน พบว่าส่วนบนของลูปจะมีอุณหภูมิสูงกว่าส่วนล่างของลูป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษาโครโมสเฟียร์ภายในดวงที่สำคัญ

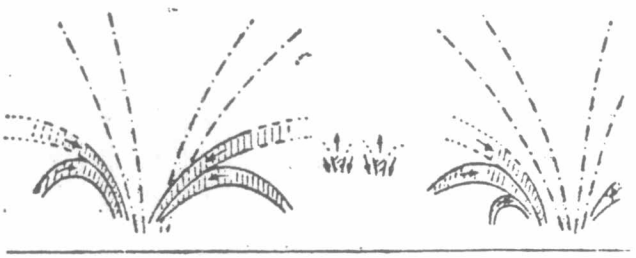
ค.ศ. ๑๙๑๖ เฮล (Hale) และเอลเลอแมน (Ellerman) ได้ใช้สเปคโตรเฮลิโอกราฟรับแสง ภาพของโครโมสเฟียร์ที่ขนาดความยาวคลื่นของไฮโดรเยนอัลฟา (H_α) พบว่า ภาพโครโมสเฟียร์ ประกอบด้วยโครงร่างมืดเล็ก ๆ ซึ่งมักจะรวมกันเป็นกระจุก แต่ละกระจุกจะเรียงกันเป็นแนวเส้นยาวประสานกันคล้ายตาข่าย โครงร่างมืดเล็ก ๆ เรียกว่า มอตเติลมืด (dark mottle) ซึ่งเป็นส่วนบนของลำกาซร้อนที่ปรากฏให้เห็นที่ขอบดวงเป็นสปิกุล (spicules) แต่ถ้าสังเกตในเส้นเคของแคลเซียม (K-line) จะปรากฏเป็นฟลอคคูลีสว่าง (bright-calcium flocculi)

ค.ศ. ๑๙๕๗ เดอ จาเกอร์ (De Jager) ศึกษาภาพ สเปคโตรเฮลิโอแกรม ที่ความยาวคลื่นไฮโดรเจนอัลฟา ได้พิสูจน์ว่า สปิกุลคือมอตเติลมืด เมื่อปรากฏกลางดวง รูปร่างค่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย ๑-๒.๒ พิลิปดา แต่ต่อมามาคริส (Macris) หาขนาดเฉลี่ยของมอตเติลมืดได้ ๕.๕ พิลิปดาและมีอายุเฉลี่ย ๕.๕ นาที

ค.ศ. ๑๙๖๓ เบคเกอร์ (Beckers) ใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังแยกสูง ประกอบกับเครื่องกรองแสงคุณภาพสูง ขนาดช่วงคลื่น ๑/๘ อังสตรอม แสดงให้เห็นกระจุกของมอตเติลบนกลางดวงซึ่งเป็นโครงร่าง แนวดิ่งในแสงขนาด $H_\alpha \pm 0.5$ อังสตรอม วัดขนาดความยาวเฉลี่ยของมอตเติลมืด ๔.๑ พิลิปดา และขนาดกว้างเฉลี่ย ๑.๒ พิลิปดา อายุเฉลี่ย ๑๕ นาที มีการเคลื่อนไหวขึ้นลงและหาจำนวนมอตเติลมืดทั้งหมดบนกลางดวงได้ ๔×๑๐^๕ อัน และบริเวณใกล้ขอบดวงได้ ๓.๒×๑๐^๕ อัน พร้อมทั้งยืนยันว่า สปิกุลที่ขอบดวงนั้นคือมอตเติลมืดเมื่อปรากฏที่กลางดวง

ค.ศ. ๑๙๖๕, ๑๙๖๖ ระวี ภาวิไล ได้ศึกษาโครงสร้างละเอียดของโครโมสเฟียร์ ใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด ๑๓๐ มิลลิเมตร ควบกับตัวกรองแสง ๒ เครื่องที่ขนาดช่วงคลื่น ๐.๗๕ อังสตรอมและ ๐.๑๒๕ อังสตรอม เมื่อกำลังแยกดีพอและทัศนวิสัย (seeing) ดี สามารถเห็นมอตเติลสว่างได้ชัดเจนที่ H_α และจะค่อยจางหายไปเมื่อห่างออกไปจาก H_α พิสูจน์ได้ว่าสปิกุลที่ปรากฏขอบดวง คือ มอตเติลสว่าง เมื่อปรากฏบนตัวดวง ได้ศึกษาพฤติกรรมของมอตเติลสว่าง ซึ่งจำแนกออกเป็นพวกที่มีอายุสั้นประมาณ ๘๐ วินาที และพวกที่มีอายุยาวเป็นชั่วโมง

สำหรับมอดเดิลมีดจะเห็นได้ชัดเจนที่ $H_{\alpha} \pm 0.5$ อังสตรอม พร้อมทั้งกล่าวว่า สสาร ในมอดเดิลมีดมีรูปร่างโค้ง ไหลออกจากขอบของกระจุกมอดเดิลเข้าสู่ศูนย์กลางของกระจุกมอดเดิล พร้อมทั้งเขียนแบบจำลองของโครงสร้างละเอียด ของโครโมสเฟียร์ไว้ดังนี้



ฐานโครโมสเฟียร์

สปิกุล, มอดเดิลสว่าง

มอดเดิลมีด

รูปที่ ๑ แบบจำลองโครงสร้างของโครโมสเฟียร์ อ้างโดยระวี ภาวิไล (ระวี ภาวิไล, ๒๕๑๖)