

บรรยากาศชั้นบน คืออะไร?

โดย Hayanon

แปลโดย รศ.ดร.อนันต์ เครือทรัพย์ถาวร
ดร.จิรภูมิ บุตรโท



ทำไม

ยิ่งสูงขึ้น อากาศยิ่งเบาบางลง ?

อย่างที่เรารู้กันว่า ยิ่งเราขึ้นที่สูง อากาศก็ยิ่งเบาบางลง นี่จึงเป็นเหตุผลที่เราหายใจลำบากเมื่ออยู่บนภูเขาสูง ยกตัวอย่างเช่น บนยอดภูเขาไฟฟูจิ (สูง 3,776 เมตร) อากาศมีความหนาแน่นเพียงสองในสามของที่ระดับน้ำทะเลเท่านั้น เคยสงสัยกันไหมว่าทำไมถึงเป็นแบบนี้?

คำตอบก็คือ...แรงโน้มถ่วงของโลก เดี่ยวเราจะอธิบายให้ฟัง ถึงอากาศจะมีน้ำหนักเบา แต่ก็ถูกแรงโน้มถ่วงดึงดูดลงสู่พื้นเช่นกัน แล้วอากาศทั้งหมดจะตกลงมากองที่พื้นเลยไหม? ไม่ต้องกังวลไป เรื่องแบบนี้ไม่เคยเกิดขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วไปในทิศทางต่าง ๆ และชนกันไปมาตลอดเวลา แรงที่โมเลกุลเหล่านี้กระทำต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย เราเรียกว่า ความดันอากาศ

ที่ระดับพื้นดิน ความดันอากาศมีค่าประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พูดอีกอย่างคือ อากาศที่สะสมอยู่บนนิ้วหัวแม่มือของเรา มีน้ำหนักราว ๆ 1 กิโลกรัม แต่อย่างไรก็ตามเราก็ไม่ถูกกดจนแบนติดพื้น เพราะมีความดันจากภายในร่างกายดันออกมาด้วยแรงที่เท่ากันพอดี

โลกของเราอยู่ที่แกนของอากาศที่ “กองทับ” กันขึ้นไป อากาศที่พื้นดินจึงถูกกดอัดจนหนาแน่น ส่วนอากาศที่ระดับสูงถูกกดน้อยกว่าและเบากว่า ดังนั้น อากาศจึงยิ่งเบาบางลงเมื่อเราขึ้นไปสูงขึ้น เราจะพบว่าอากาศเบาบางที่ระดับสูงนั้นมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากอากาศรอบตัวเราบนพื้นดิน อากาศตรงนั้นมีประจุไฟฟ้าทำให้มีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงไป และยังเปล่งแสงออกมาได้อีกด้วย! บรรยากาศชั้นบนจึงเป็นสถานที่ที่เต็มไปด้วยความลึกลับ และในขณะเดียวกันก็เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอวกาศกับชั้นบรรยากาศของโลก

คราวนี้โมลกับมิรุโตะกำลังจะออกไปสำรวจบรรยากาศชั้นบนกัน เราไปผจญภัยพร้อมกับพวกเขากันเลย!



โอ้ย ทำไมมันหนักอย่างนี้เนี่ย

วันนี้เป็นวันหยุด 🎵

โมล ได้ทบทวนผู้รักวิทยาศาสตร์
กับมิรุโอะ สุนัขหุ่นยนต์ของเธอ
กำลังแหงนมองท้องฟ้าอย่าง
สบายอารมณ์

ท้องฟ้าสวย
จังเลยเนอะ

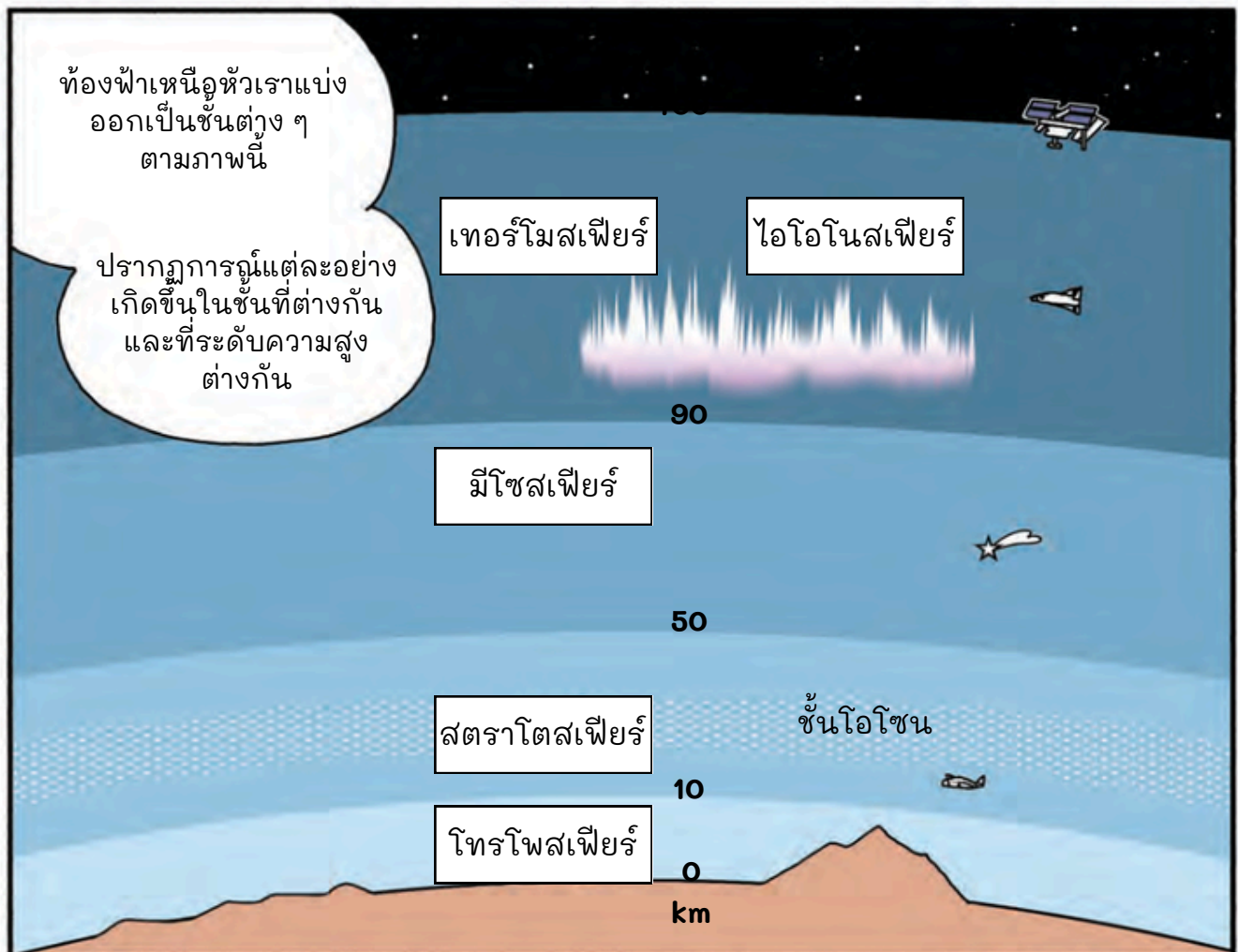
ท้องฟ้าใสดุๆ
แบบนี้
ดีที่สุดเลย

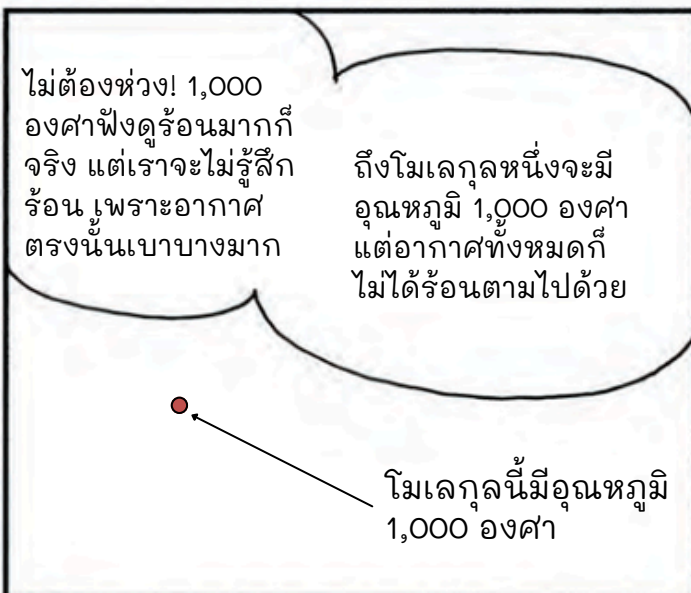
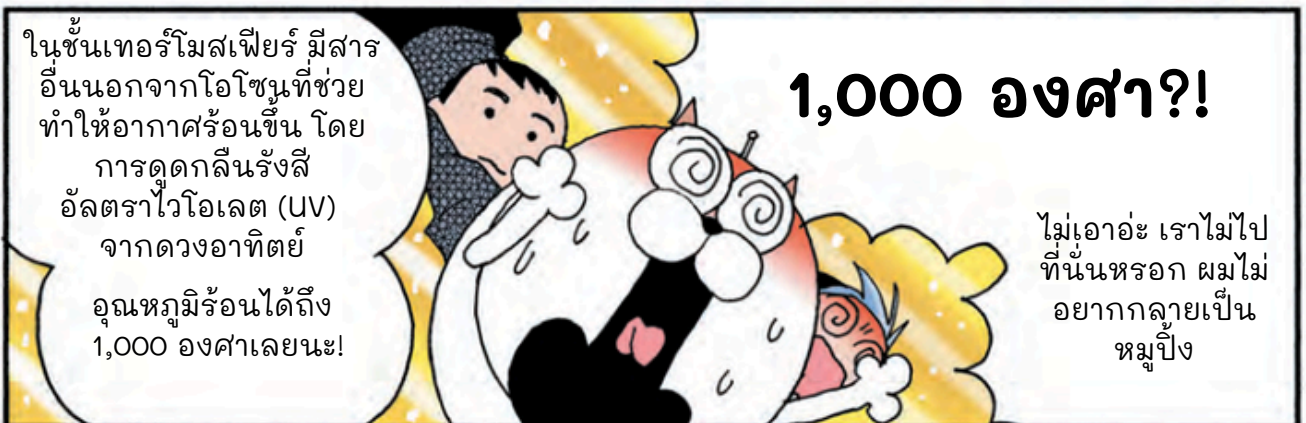
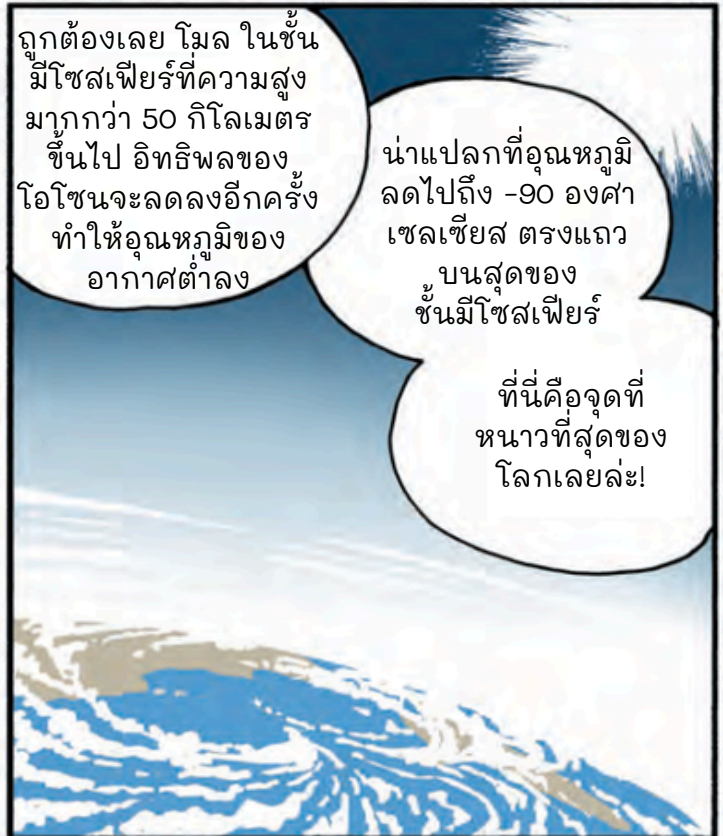
มิรุโอะ ส่วนบน
สุดของท้องฟ้า
หน้าตาเป็นยังไง
เหรอ?

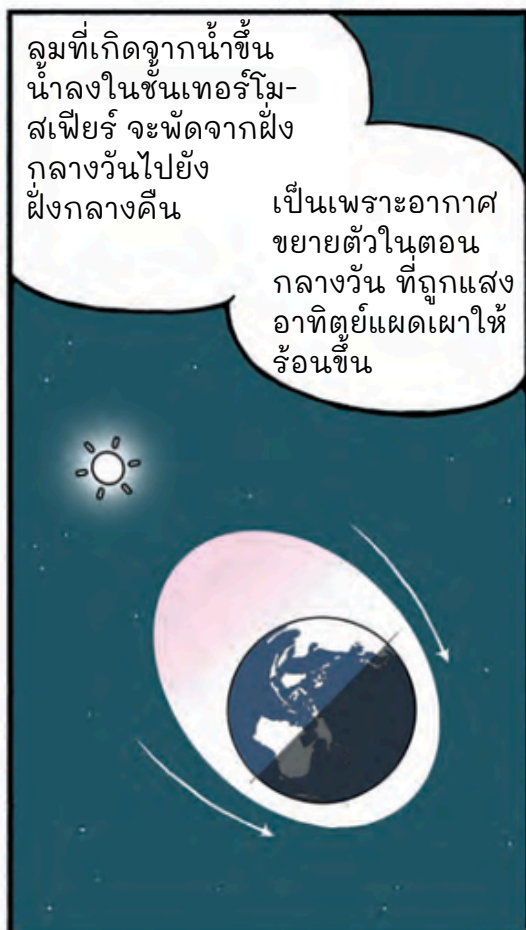
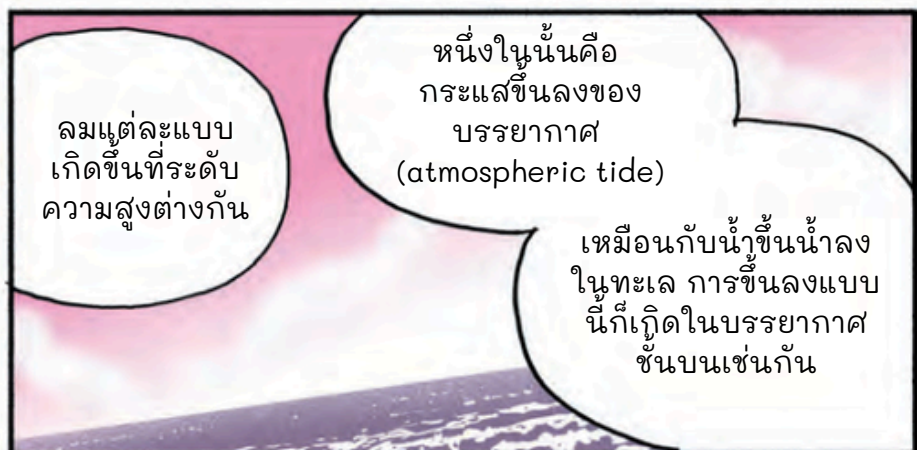
ส่วนบนสุดของ
ท้องฟ้าเหรอ?

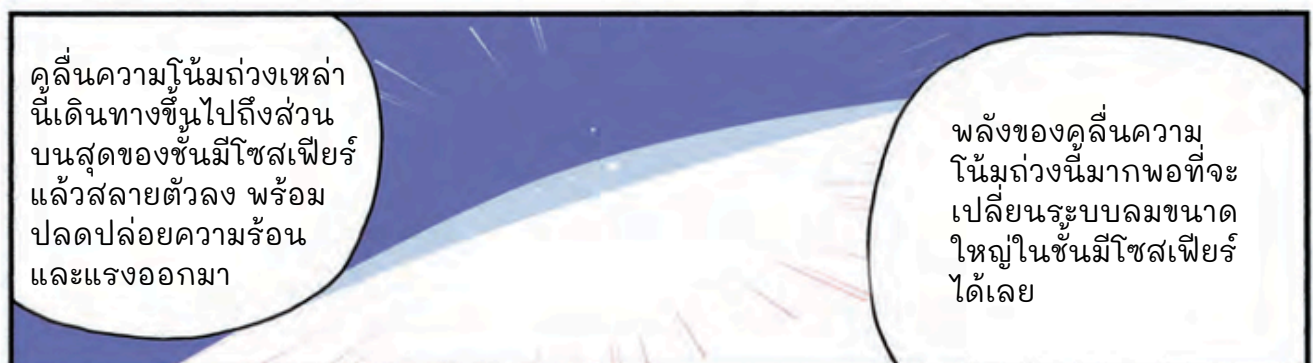
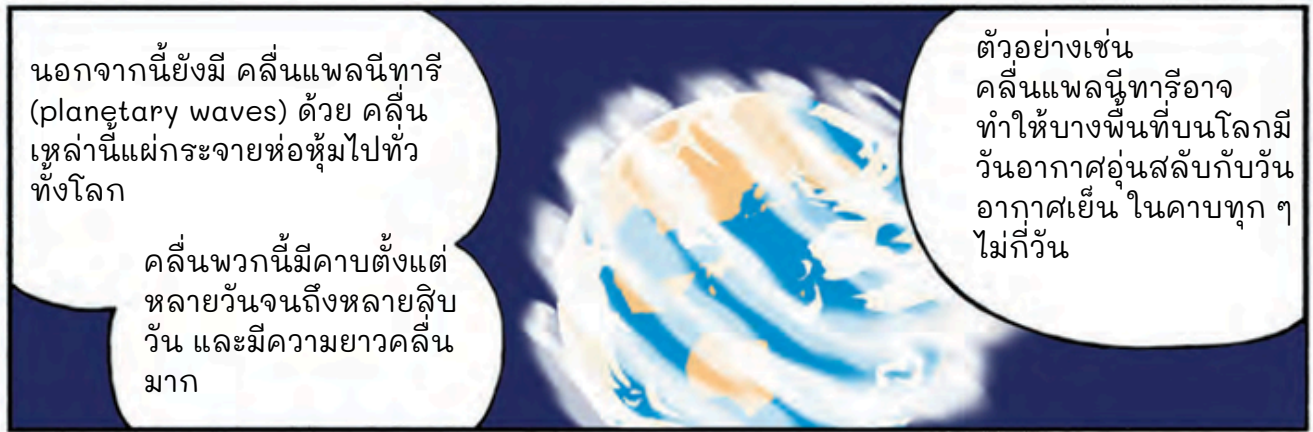
ก็เหนือเมฆพวกนี้
ขึ้นไป ก่อนที่จะถึง
อวกาศ

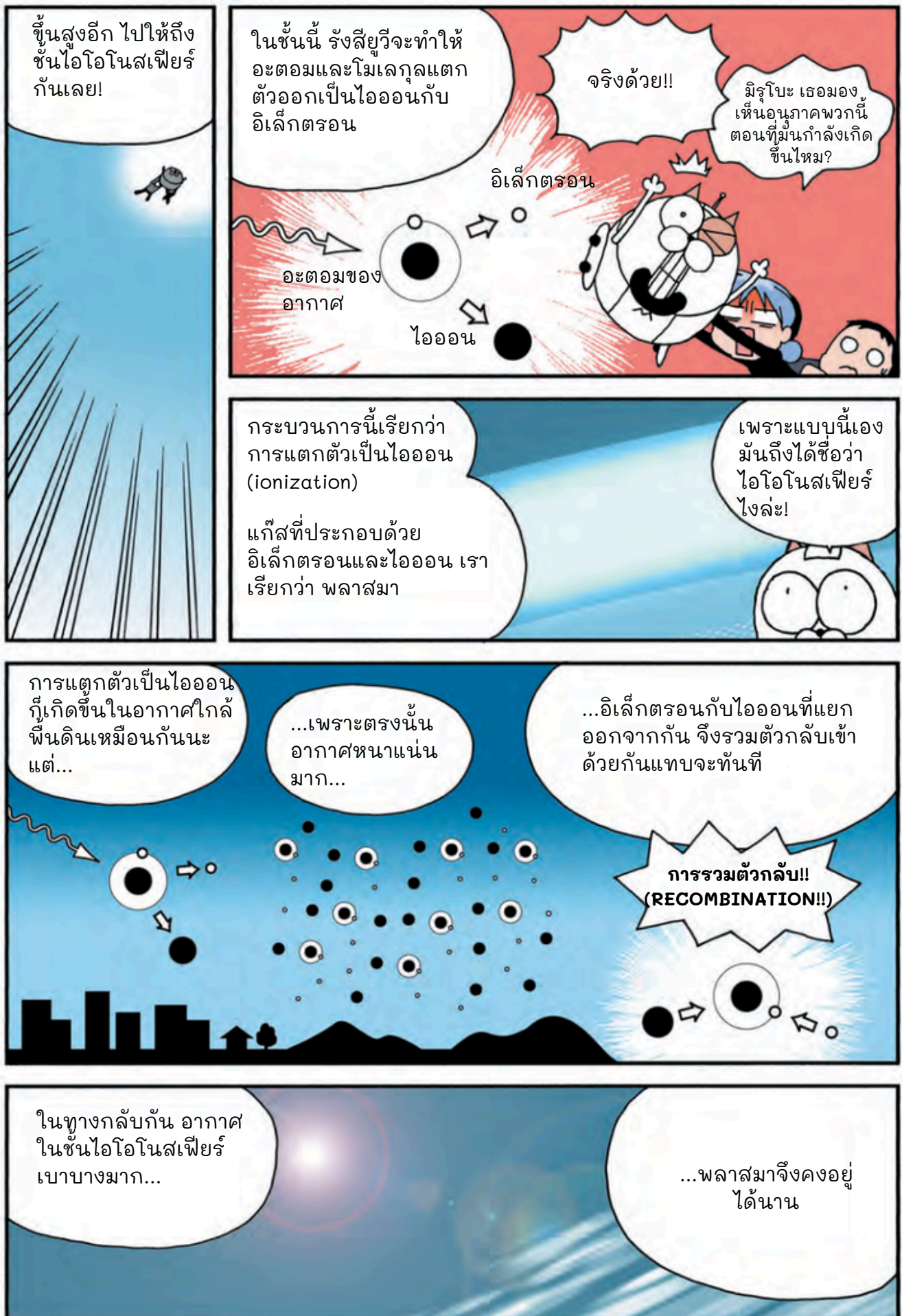
อืม...
ตรงขอบ ๆ ของมัน
สินะ?







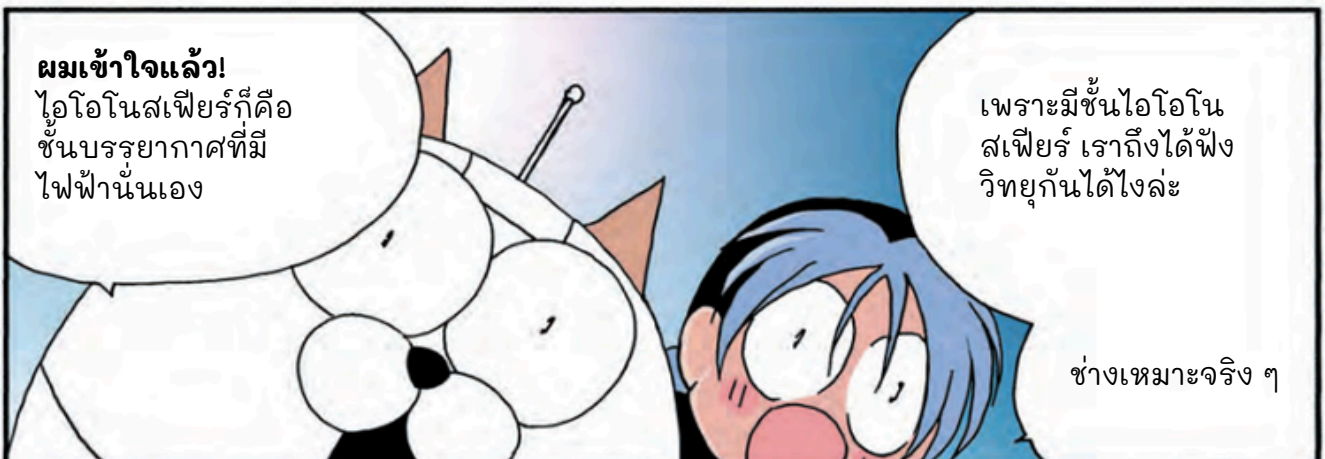
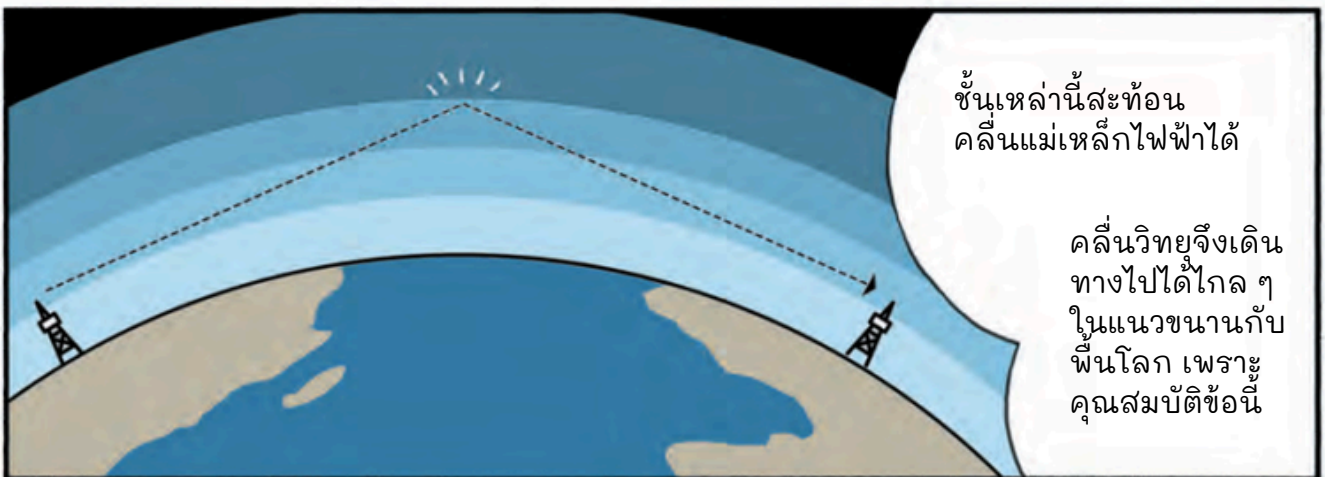
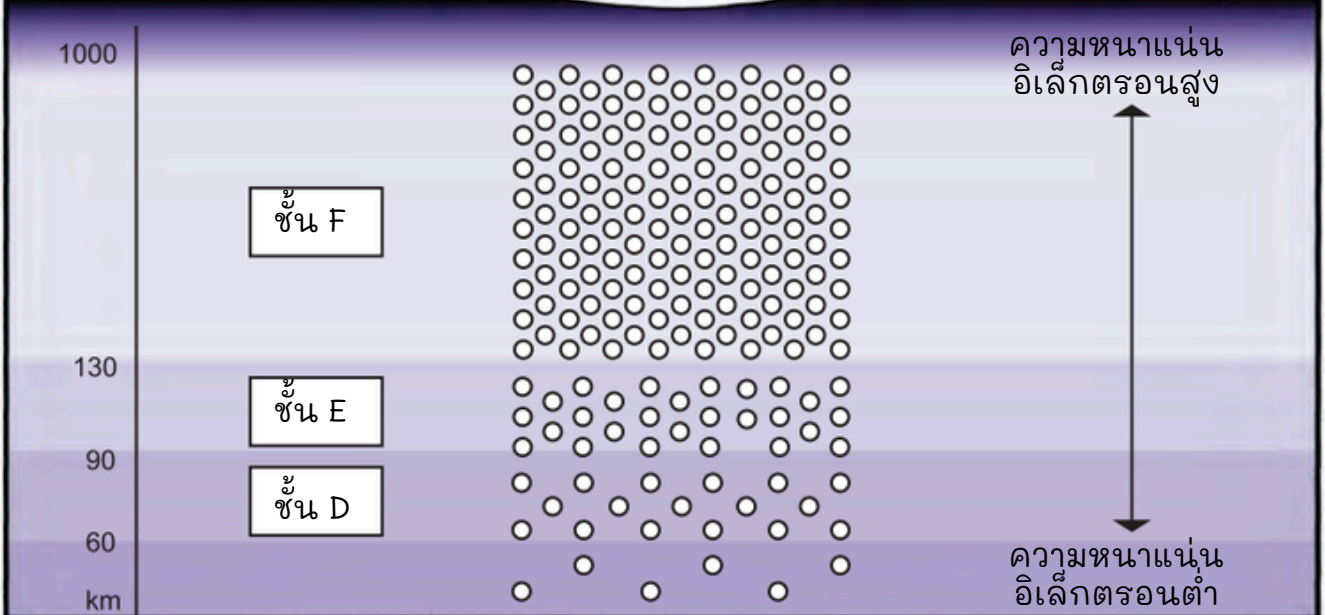


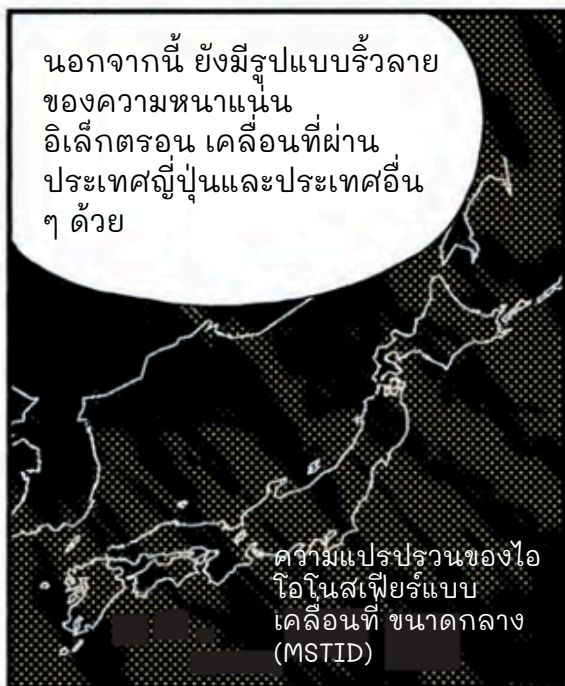


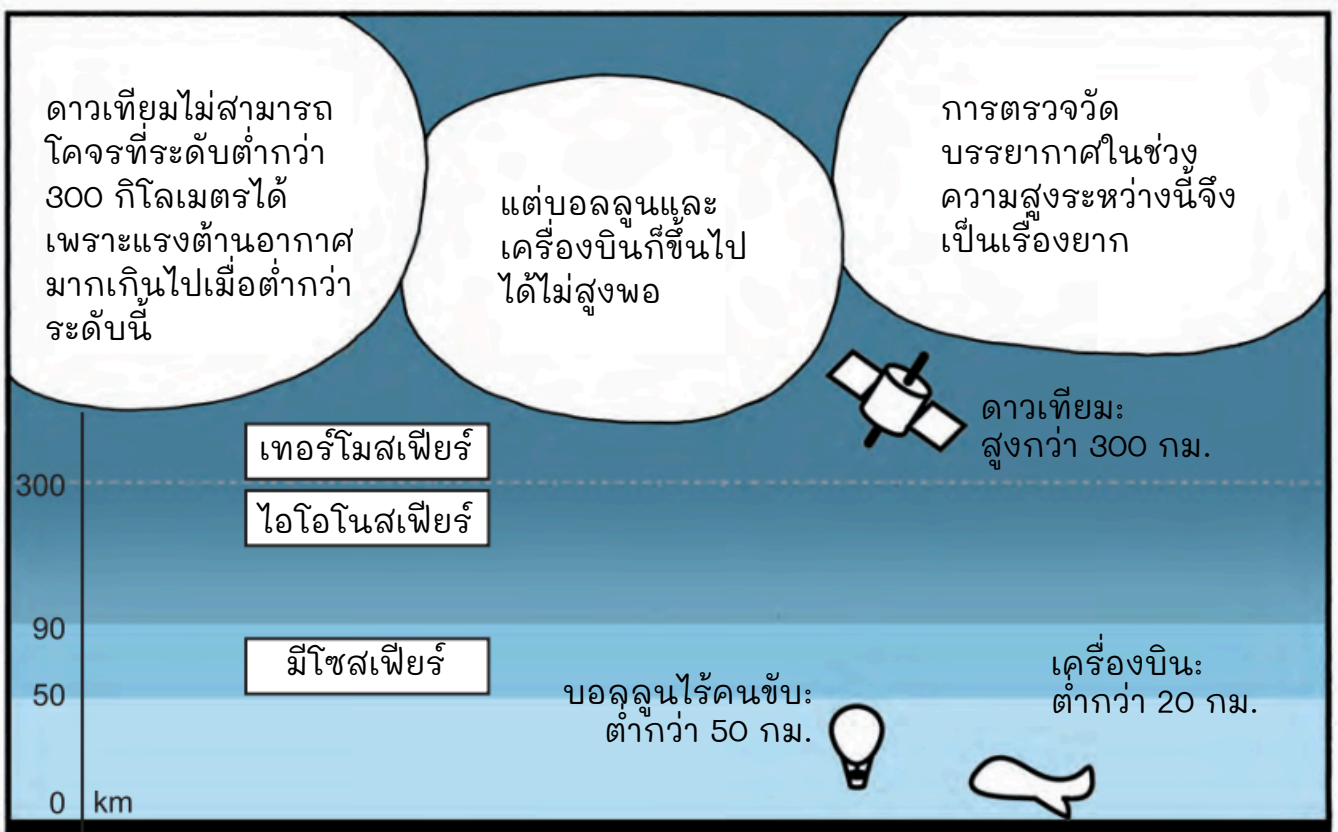
ชั้นไอโอโนสเฟียร์
ประกอบด้วยชั้นย่อย
หลายชั้น..

...แบ่งตามความหนาแน่น
ของอิเล็กตรอนที่ต่างกัน
เช่น ชั้น E และชั้น F

ยิ่งสูงขึ้น ความหนาแน่น
ของอิเล็กตรอนก็ยิ่งมาก
และมีกระแสไฟฟ้าไหล
อยู่ในชั้นเหล่านี้ด้วย







ในตอนนี้ บรรยากาศชั้น
บนถูกเฝ้าติดตามทั้งจาก
ภาคพื้นดินและจากอวกาศ

ดาวเทียมครอบคลุม
พื้นที่ได้กว้าง แต่มัน
เคลื่อนที่เร็วเกินกว่าจะ
เห็นการเปลี่ยนแปลง
ตามเวลาได้

เราสามารถระบุตำแหน่งของ
ออโรราได้ เพราะ
ออโรราดูดกลืน
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จรวดตรวจอากาศวัดคุณสมบัติ
ต่าง ๆ ในบรรยากาศชั้นบนได้
โดยตรง

เราประเมินลมและอุณหภูมิ
ได้ จากการสังเกตเสียง
สะท้อนคลื่นวิทยุจาก
อวกาศ

กล้อง CCD ความไวแสงสูง ๆ
สามารถวัดแสงจาง ๆ ที่ส่อง
มาจากบรรยากาศได้

เรดาร์ตรวจจับโครงสร้าง
ของบรรยากาศและ
ไอโอโนสเฟียร์ได้

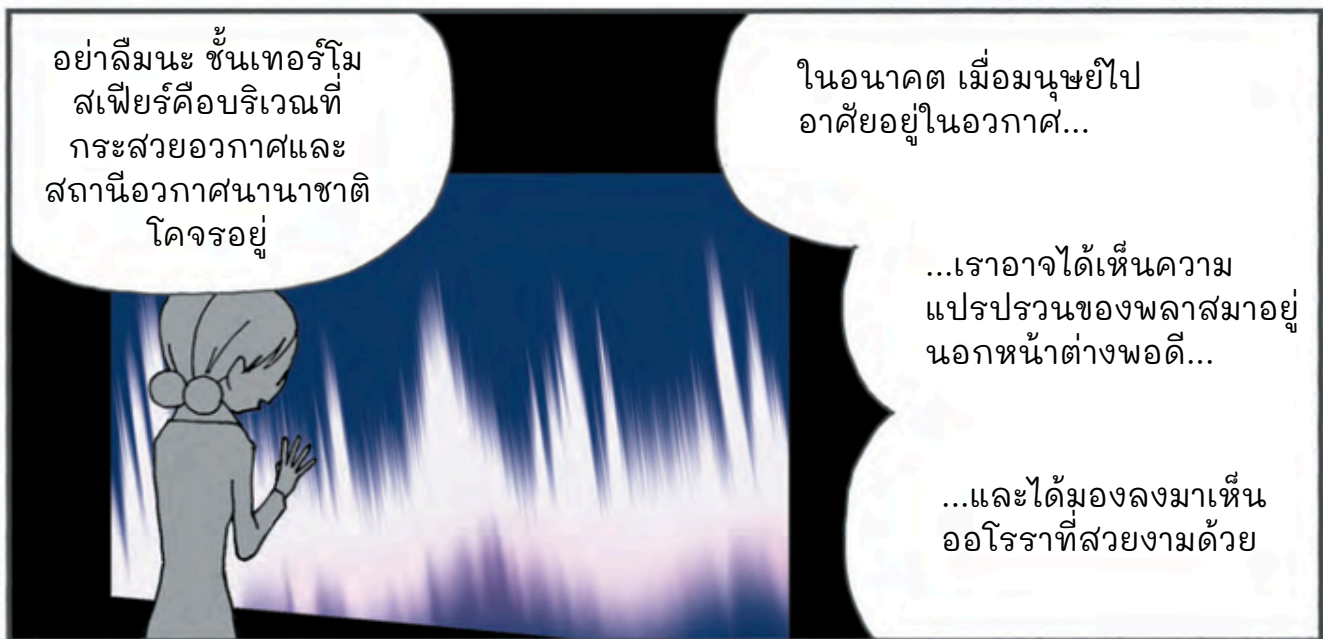
เราวัดความหนาแน่นของ
อากาศ อุณหภูมิ และลมได้
ด้วยลำแสงเลเซอร์

ทำไมนักวิจัยถึง
พยายามศึกษา
บรรยากาศส่วน
บนกันอยู่เรื่อย ๆ

ทั้งที่การตรวจวัด
บรรยากาศชั้นบน
โดยตรงยากขนาดนี้?

จำที่อาจารย์เล่าเรื่อง
ไอโอโนสเฟียร์ได้
ไหม?

อย่างที่บอก
บรรยากาศชั้นบนนั้น
ขาดไม่ได้เลยในชีวิต
ของเรา



บรรยากาศชั้นบนคืออะไร?



สวัสดีค่ะอาจารย์ หนูอยากรู้ว่าบนสุดของชั้นบรรยากาศโลกหน้าตาเป็นยังไงคะ



ผมก็อยากรู้เหมือนกันครับ ชั้นบรรยากาศมีพาดานปิดชัดเจนไหมครับ



ไม่มีหรอก มันเป็นบริเวณกว้างใหญ่ที่แผ่ออกไปเหนือบรรยากาศชั้นบน เพราะในอวกาศไม่มีอากาศ เราจึงเรียกบรรยากาศชั้นบนว่าเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างโลกกับอวกาศ หรือส่วนบนสุดของชั้นบรรยากาศ



แล้วเราแบ่งชั้นบรรยากาศออกเป็นชั้นต่าง ๆ อย่างที่เรียกว่าบรรยากาศ “ชั้นบน” ได้ยังไงคะ?



คำถามดีมากโมล ชั้นบรรยากาศของโลกหนาเพียงไม่กี่ร้อยกิโลเมตร ซึ่งบางมากเมื่อเทียบกับรัศมีของโลก มันเหมือนเนื้อเยื่อบาง ๆ ที่ห่อหุ้มดาวเคราะห์ของเราไว้ ถึงจะบางมาก แต่ถ้าดูให้ละเอียดก็พบว่าแต่ละระดับความสูงมีลักษณะที่แตกต่างกัน



หนูเข้าใจแล้วค่ะ แล้วบรรยากาศชั้นบนมีลักษณะพิเศษอะไรบ้างคะ



เหนือสิ่งอื่นใด บรรยากาศชั้นบนมีชั้นที่เรียกว่าไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งอากาศมีประจุไฟฟ้าอยู่บางส่วน ไอโอโนสเฟียร์สะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งขึ้นไปจากพื้นดิน เราจึงใช้คุณสมบัติข้อนี้เพื่อส่งเกตบรรยากาศชั้นบนด้วยเสียงสะท้อนของเรดาร์



แล้วทำไมถึงมีไฟฟ้าอยู่ในชั้นบรรยากาศล่ะครับ



รังสียูวีจากดวงอาทิตย์และพลาสมาจากอวกาศ จะแตกอิเล็กตรอนที่โคจรรอบอะตอมและโมเลกุลของอากาศให้หลุดออกมา ทำให้อากาศมีประจุไฟฟ้า และเพราะอากาศในไอโอโนสเฟียร์เบาบางมาก อิเล็กตรอนอิสระจึงใช้เวลามากกว่าจะรวมตัวกลับ นั่นหมายความว่าอากาศเก็บประจุไฟฟ้าไว้ได้นานขึ้น



เอ๊ะ อาจารย์ครับ เอาไฟฟ้านั้นมา...

...ปิ้งบาร์บีคิวไฟฟ้าได้ไหมครับ?



ถ้าเธอเก็บไฟฟ้าทั้งหมดในบรรยากาศชั้นบนของโลกมาได้ เธอก็คงปิ้งเนื้อได้นานกว่าที่อยากปิ้งเสียอีก



อาจารย์ศึกษาไอโอโนสเฟียร์ไปทำไมหรือคะ มันส่งผลอะไรกับเราไหม?



ความแปรปรวนของไอโอโนสเฟียร์อาจทำให้การสื่อสารผ่านดาวเทียม การนำทางด้วย GPS และการออกอากาศทีวี/วิทยุขัดข้องได้ ถ้าอยากใช้ประโยชน์จากไอโอโนสเฟียร์อย่างเต็มที่ เราก็ต้องเข้าใจมันให้ดีขึ้น



มีรูโหว่ต้องกังวลเรื่องนี้นะแล้วละ เธอไม่มีความสามารถในการหาทิศเลย แถมทำอะไรไม่ได้เลยถ้าไม่มี GPS



ไม่จริงสักหน่อย! อันที่จริงคอมพิวเตอร์ความแม่นยำสูงของผมมันบอบบางมากนะ แต่บางทีก็บอบบางเกินไปสำหรับเรื่องการหาทิศทางนะ



เฮอะละเด็ก ๆ บรรยากาศชั้นบนเหมือนกับชั้นโอโซน คือช่วยดูดกลืนรังสียูวีที่เป็นอันตรายจากดวงอาทิตย์ และพวกเธอควรรู้ด้วยว่าออโรราที่เกิดขึ้นที่ระดับความสูงของบรรยากาศชั้นบนนี้แหละ



ออโรราเห็นได้แค่ในบริเวณขั้วโลกใช่ไหมคะ?



โดยพื้นฐานแล้วใช่ แต่เมื่อเกิดพายุแม่เหล็กโลก ออโรราก็เกิดขึ้นที่ละติจูดต่ำลงมาได้เหมือนกัน



มีโอกาสไหมครับที่ผมจะได้เห็นออโรราในญี่ปุ่น?



ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการตรวจพบออโรราในญี่ปุ่นด้วยเครื่องมือความไวสูงมากกว่า 20 ครั้ง แต่มีเพียงไม่กี่ครั้งเท่านั้นที่ออโรราสว่างพอจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า



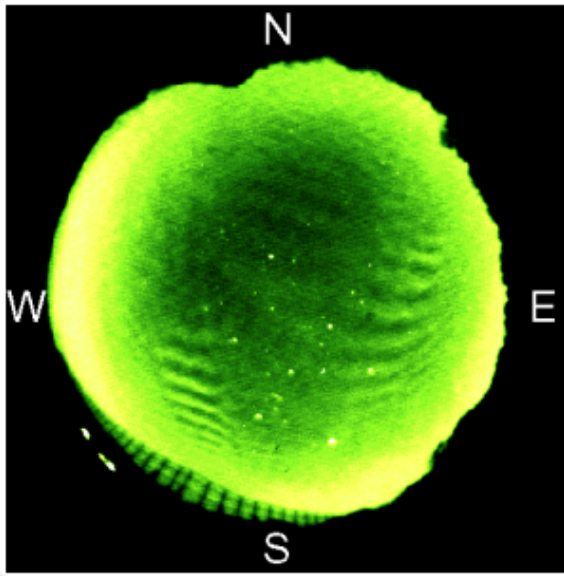
ผมอยากเห็นมันในญี่ปุ่นให้ได้เลย และจะเฝ้ารอจนกว่าจะได้เห็น ส่วนโมเลกุลด้วยไม่ได้นะ เธอต้องเข้านอนตามเวลา



ไม่ยุติธรรมเลยนะ!

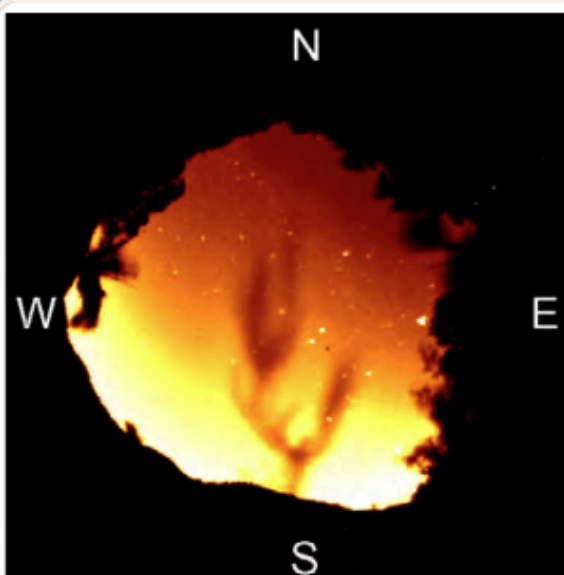
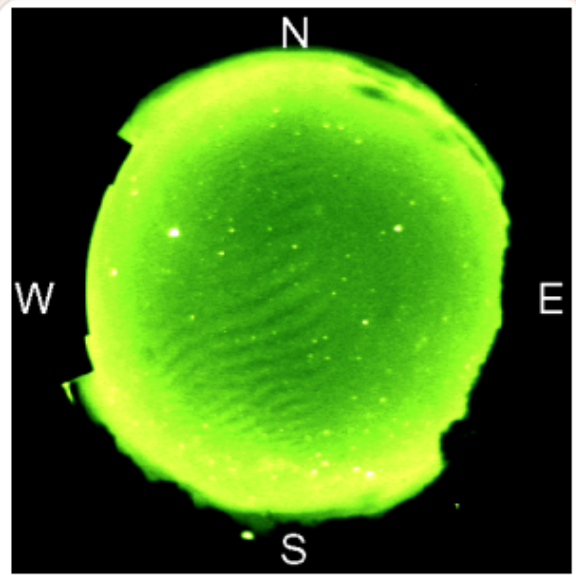
ลายทางในบรรยากาศชั้นบน

บรรยากาศชั้นบนเปล่งแสงที่จางมากจนแทบมองไม่เห็นออกมา เรียกว่า แสงเรือง-บรรยากาศ (airglow) เราสามารถถ่ายภาพสองมิติของแสงความเข้มต่ำนี้ได้ด้วยกล้อง CCD ความไวสูงแบบทำความเย็น ในระยะหลังนี้ วิธีดังกล่าวทำให้เราบันทึกภาพรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดจากคลื่นความโน้มถ่วงและฟองพลาสมาในบรรยากาศชั้นบนได้ ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ด้านนี้ก้าวหน้าเร็วกว่าที่เคยเป็นมา

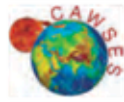
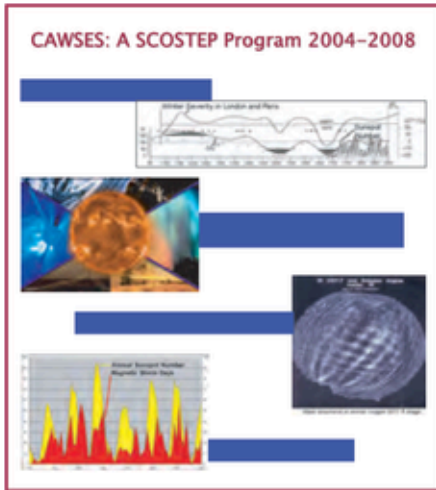


ตัวอย่างลายทางขนาดความยาวคลื่น 20–30 กิโลเมตร ที่แสดงถึงการมีอยู่ของคลื่นความโน้มถ่วงในบรรยากาศชั้นบน ภาพท้องฟ้าเต็มโดม (all-sky) ที่ความยาวคลื่น 557.7 นาโนเมตร (สีเขียว) นี้ ถ่ายที่หอสังเกตการณ์ MU มหาวิทยาลัยเกียวโต เมืองซิการากิ ประเทศญี่ปุ่น ด้วยเวลาเปิดหน้ากล้อง 105 วินาที เกิดจากอะตอมออกซิเจนที่ระดับความสูง 90–100 กิโลเมตร ซึ่งก็คือชั้นมีโซสเฟียร์ตอนบน

ตัวอย่างริ้วลายขนาดความยาวคลื่น 20–30 กิโลเมตร ที่แสดงถึงการมีอยู่ของคลื่นความโน้มถ่วงในบรรยากาศชั้นบน ภาพท้องฟ้าเต็มโดมที่ความยาวคลื่น 557.7 นาโนเมตร (สีเขียว) นี้ ถ่ายที่เมืองโกโตตาบิง เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ด้วยเวลาเปิดหน้ากล้อง 105 วินาที เกิดจากอะตอมออกซิเจนที่ระดับความสูง 90 - 100 กิโลเมตร ซึ่งก็คือชั้นมีโซสเฟียร์ตอนบน



ตัวอย่างฟองพลาสมา (มีลักษณะคล้ายกิ่งก้านของต้นไม้) ในบรรยากาศชั้นบน ภาพท้องฟ้าเต็มโดมที่ความยาวคลื่น 630.0 นาโนเมตร (สีแดง) นี้ ถ่ายที่สถานีซาดะ ของห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมโลก-อาทิตย์ จังหวัดคาโงชิมะ ประเทศญี่ปุ่น ด้วยเวลาเปิดหน้ากล้อง 165 วินาที เกิดจากอะตอมออกซิเจนที่ระดับความสูง 200–300 กิโลเมตร ซึ่งก็คือชั้นไอโอโนสเฟียร์



ภูมิอากาศและสภาพอวกาศของ ระบบสุริยะ-โลก (Climate and Weather of the Sun-Earth System; CAWSES)

CAWSES คือ โปรแกรมระหว่างประเทศที่ได้รับการสนับสนุนโดย SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) คณะกรรมการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับฟิสิกส์โลก-ดวงอาทิตย์ และก่อตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในอวกาศและผลกระทบต่อชีวิตและสังคม หน้าที่หลักของ CAWSES จะช่วยประสานงานกิจกรรมระหว่างประเทศในการสังเกต การสร้างแบบจำลอง และทฤษฎีที่สำคัญต่อการทำความเข้าใจ เพื่อนักวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา และเพื่อมอบโอกาสทางการศึกษาสำหรับนักเรียนในทุกระดับ สำนักงาน CASES ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยบอสตัน รัฐแมสซาชูเซตส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา วิทยาศาสตร์ด้านของ CAWSES แสดงดังรูป

เว็บไซต์ : <http://www.bu.edu/cawses/>
<http://www.scostep.ucar.edu/>



ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมสุริยะ-โลก (STEL) มหาวิทยาลัยนาโกยา (Solar-Terrestrial Environment Laboratory; STEL), Nagoya U.

STEL ดำเนินการภายใต้ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยในญี่ปุ่น วัตถุประสงค์คือ การส่งเสริม “การวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างและการขับเคลื่อน งานวิจัยทางด้านระบบโลก-สุริยะ” โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและสถาบันหลายแห่งทั้งในญี่ปุ่นและต่างประเทศ ห้องปฏิบัติการประกอบด้วยแผนกวิจัย 4 แผนก : สภาพแวดล้อมในชั้นบรรยากาศ สภาพแวดล้อมไอโอโนสเฟียร์และแมกนีโตสเฟียร์ สภาพแวดล้อมเฮลิโอสเฟียร์ และการศึกษาแบบบูรณาการ ศูนย์วิจัย Geospace ยังเป็นพันธมิตรกับห้องปฏิบัติการ เพื่อประสานงานและส่งเสริมโครงการวิจัยร่วมกัน ที่หอดูดาว/สถานีทั้ง 7 แห่ง การสังเกตภาคพื้นดินทั้งทางกายภาพและทางเคมีต่างๆ มีการดำเนินการทั่วประเทศ

เว็บไซต์ : <http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

はやのん ฮายานง (Hayanon)

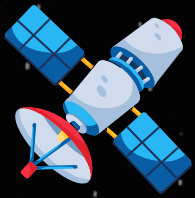
ฮายานงจบการศึกษาจากภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยริวกิว เป็นนักเขียนและนักวาดการ์ตูนที่มีผลงานตีพิมพ์เป็นตอนๆ ในนิตยสารยอดนิยมหลายเล่ม บนพื้นฐานความรู้ที่แข็งแกร่งด้านวิทยาศาสตร์และเกมคอมพิวเตอร์ สไตล์การเขียนที่แสดงถึงความรักในวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอของเธอได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี

子供の科学 โคโดโมะ โนะ คางากุ (วิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก)

โคโดโมะ โนะ คางากุ จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์เซบุโนโด ชินโดะ เป็นนิตยสารรายเดือนสำหรับเด็กเยาวชน นับตั้งแต่ตีพิมพ์ฉบับปฐมฤกษ์ในปี ค.ศ. 1924 นิตยสารเล่มนี้ได้ส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยนำเสนอแง่มุมต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันไปจนถึงหัวข้อวิจัยล้ำสมัย

“บรรยากาศชั้นบนคืออะไร?” จัดพิมพ์โดยความร่วมมือของ “โคโดโมะ โนะ คางากุ” ไมเคิล มิรุโอะ และอาจารย์ ขอขอบคุณอลัน เบิร์นส์ สำหรับความช่วยเหลือในการจัดทำฉบับภาษาอังกฤษของเรื่องนี้

จัดทำโดยห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมโลก-อาทิตย์ มหาวิทยาลัยนาโกยา และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ว่าด้วยฟิสิกส์ดวงอาทิตย์-พื้นโลก ร่วมกับโครงการ CAWSES



Research Centers, Laboratories, and Space-Related Projects from 7 Institutions in Thailand



Geo-Informatics and Space Technology Development Agency



Space Technology Research Center (S-TREC)

Space Technology Research Center (S-TREC) is GISTDA's advanced R&D and operational center for space technology. Its key missions include space safety (SSA, STM and SW), and support, Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM), and advanced space technology R&D, supported by capabilities in orbital mechanics, embedded system, GNC, AI, SAR and High-Performance Computing (HPC). S-TREC also promotes national and international collaboration to support joint research, technology development, space experiments, and operational activities.



Chiang Mai University (CMU)



Earth-Space Ecology Research Group, Chiang Mai University (ESE)

Earth-Space Ecology Research Group (ESE), Chiang Mai University, established in 2023, conducts research on space and its impacts on human life. Its activities include space weather monitoring and warning, extreme-environment biology, and human readiness for future space exploration. The group collaborates with national and international organizations to advance research, develop students, and create innovations supporting Thailand's space economy. It also promotes public space education to inspire youth, strengthen scientific awareness, and prepare society for the future space era.



Khon Kaen University (KKU)



Khon Kaen Artificial Intelligence for Next-generation Astro-Environment (KAINAE)

Khon Kaen Artificial Intelligence for Next-generation Astro-Environment, Khon Kaen University, advances space science through artificial intelligence. Its core work encompasses space weather forecasting, ionospheric monitoring, and advanced space-environment data analytics. Driving the future of space tech and AI integration, the group collaborates nationally and internationally to advance cutting-edge research, train future scientific leaders, and support Thailand space sector.



King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)



Center of Excellence in GNSS and Space Weather (CEGS)

The Center of Excellence in GNSS and Space Weather (CEGS), KMITL, established in 2020, conducts research on GNSS, the ionosphere, and space weather. The center operates observation networks across Thailand and neighboring countries using GNSS receivers, ionosondes, and VHF radar. Its research focuses on ionospheric disturbances, GNSS positioning errors, and aviation navigation technologies such as GBAS/SBAS. CEGS also collaborates with international research organizations and promotes public understanding of GNSS, space weather, and space science.



ขอขอบคุณทุกสถาบันที่ร่วม
สร้างสรรค์ ความรู้ด้าน
อวกาศเพื่ออนาคตของไทย



Research Centers, Laboratories, and Space-Related Projects from 7 Institutions in Thailand



Amnatcharoen
Campus



Kanchanaburi
Campus

RESEARCH CENTER
LABORATORY BUILDING

Mahidol University (MU)



Water and Food Quality Analysis Service Amnatcharoen Campus & Postgraduate Studies Division, School of Interdisciplinary Studies at Kanchanaburi Campus

Mahidol University promotes interdisciplinary education, research, and academic services through its Amnatcharoen and Kanchanaburi Campuses. **The Water and Food Quality Analysis Service Unit** provides standardized analytical services for water and food quality while supporting education, research, and innovation in food safety and environmental health. **The Postgraduate Studies Division, School of Interdisciplinary Studies**, serves as a multidisciplinary hub for graduate education and research covering food resources, ecosystem sustainability, Earth and space sciences, environmental and climate change, natural hazards, geophysics, and cosmology. These units contribute to interdisciplinary research, innovation, and sustainable development.



COCC
Coastal Oceanography
Climate Change
Research Center

Prince of Songkla University (PSU)



Coastal Oceanography and Climate Change Research Center (COCC)

This research center focuses on advancing knowledge of coastal and marine ecosystems, climate change, and sustainable ocean management. Its research covers coral reefs, seagrass ecosystems, blue carbon, marine biodiversity, marine debris, and environmental monitoring. The center aims to support evidence-based conservation and management strategies while promoting sustainable development and climate resilience in coastal communities.



GGUS
GREENHOUSE GAS UNIT
FOR SUSTAINABILITY

Silpakorn University (SU)

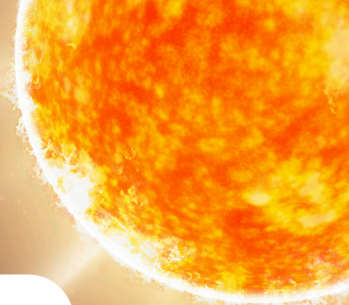


Department of Environmental Science & Department of Physics

The Greenhouse Gas Unit for Sustainability (GGUS), under the **Department of Environmental Science**, provides academic services, professional consultancy, and capacity-building in carbon footprint assessment, greenhouse gas management, and sustainability, supporting the transition toward a low-carbon society in line with national priorities and international sustainability agendas. Meanwhile, **the Department of Physics** conducts research and academic services in solar energy, atmospheric physics, materials science, engineering physics, and theoretical physics, with expertise in solar radiation and atmospheric monitoring, solar energy technologies, functional materials, sensors, and wind energy. Supported by specialized facilities, including an ISO/IEC 17025-accredited solar-radiation calibration laboratory. The Department also organizes STEM outreach activities for youth, aiming to inspire interest in physics and science among the next generation.



ขอขอบคุณทุกสถาบันที่ร่วม
สร้างสรรค์ ความรู้ด้าน
อวกาศเพื่ออนาคตของไทย



Thai translation by



Chiang Mai
University
(CMU)



Khon Kaen
University (KKU)



King Mongkut's
Institute of
Technology
Ladkrabang (KMITL)



Mahidol
University
(MU)



Prince of Songkla
University
(PSU)



Silpakorn
University
(SU)



อ่านเพิ่มเติมได้ที่
<http://scostep.org/space-science-comic-books/>

