

สนามแม่เหล็กโลก คืออะไรกันนะ?



โดย Hyanon
แปลโดย ผศ.ดร.ศิรามาศ โกมลจินดา
ผศ.ดร.สุวิชา วรรณวิเชียร





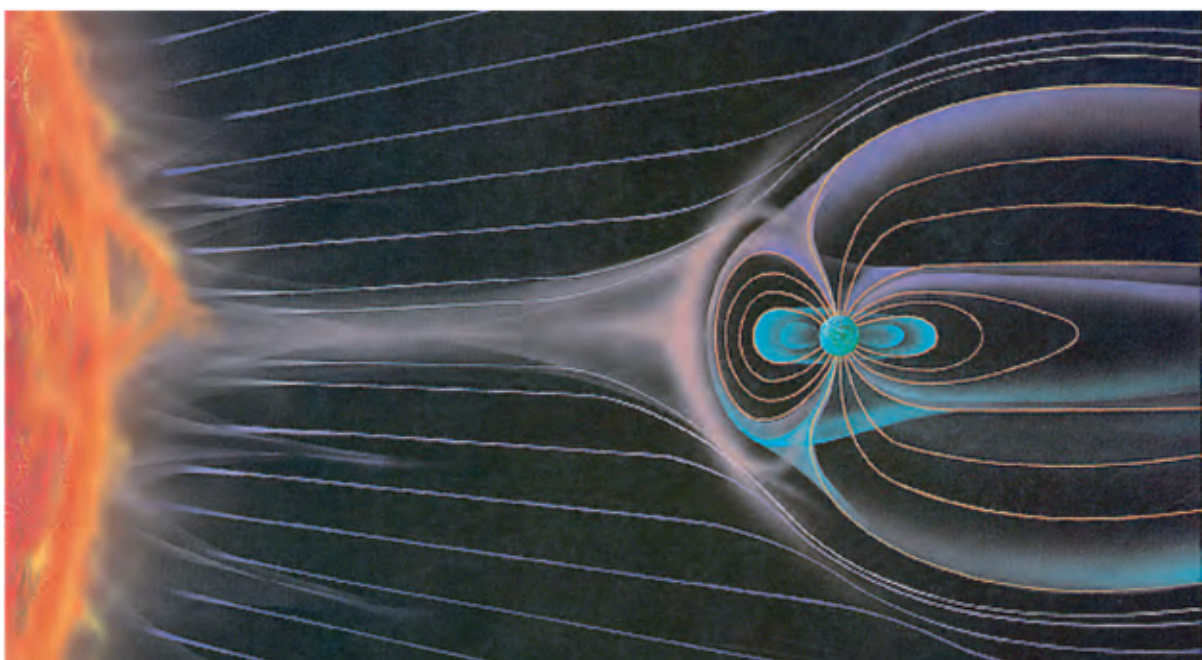
ข้อความจาก คาร์ล ฟรีดริช เกาส์ (1777 – 1855)

ฉันเกิดที่ประเทศเยอรมันนี่ในครอบครัวของชาวสวนที่ยากจน ตอนฉันเป็นเด็ก ฉันมักจะพบข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าแรงให้คนงานของพ่อ ทำให้ฉันรู้สึกสนุกกับการหาข้อผิดพลาดนี้มากกว่าการเล่นในสนามเด็กเล่น คุณครูถามฉันตอน ป.1 เรื่องผลรวมของจำนวนเต็ม 100 ตัวแรก และฉันก็ตอบได้ในไม่กี่วินาที ที่จริง มันก็ง่ายมากเลยนะ เริ่มจากจับคู่เลขทั้ง 100 ตัว แต่ละคู่รวมกันได้เท่ากับ 101 เช่น $1+100$, $2+99$, ... จากนั้นก็คูณเลข 101 ด้วย 100 ก็จะได้ 10100 แล้วก็หารด้วย 2 จะเหลือ 5050 ซึ่งเป็นคำตอบ

$$\begin{array}{r}
 1 + \quad 2 + \quad 3 + \quad \dots + \quad 98 + \quad 99 + 100 \\
 100 + \quad 99 + \quad 98 + \quad \dots + \quad 3 + \quad 2 + \quad 1 \\
 \hline
 101 + 101 + 101 + \dots + 101 + 101 + 101 \\
 = 101 \times 100 = 10100 \\
 10100 \div 2 = 5050
 \end{array}$$

เธออาจจะสังเกตเห็นว่าทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ หน่วย และสูตร จำนวนมากตั้งชื่อตามฉัน ตอนที่ฉันอายุ 30 ปี ฉันได้เป็นศาสตราจารย์ที่มหาวิทยาลัยเกติทิงเงน ที่นั่นฉันสนุกกับทฤษฎีคณิตศาสตร์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และทฤษฎีศักย์ ฉันยินดีที่ได้พบคุณผู้อ่านที่ในหนังสือเล่มนี้ ที่เกี่ยวกับความสำเร็จของฉันในการประมาณความเข้มสนามแม่เหล็กโลกโดยใช้การวิเคราะห์ฮาร์มอนิกทรงกลม ข้อมูลจริงที่ฉันใช้เก็บรวบรวมมาจากหอดูดาวประมาณ 100 แห่งทั่วโลก ด้วยความช่วยเหลือจากราชสมาคมดาราศาสตร์

แล้วฉันก็ได้ยินมาว่าสนามแม่เหล็กโลกลดระดับความเข้มลงจากตอนที่ฉันวัด มันน่ากังวลจริง ๆ



โลกเป็นทรงกลมไฟฟ้าเล็ก ๆ ในภาพวาด อยู่ภายในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ โลกเป็นแม่เหล็กอันใหญ่ ที่มีแรงที่มองไม่เห็นป้องกันเราไว้จากการแผ่รังสีที่เป็นอันตรายจากดวงอาทิตย์ ขอขอบคุณสนามแม่เหล็กโลกและอากาศที่ทำให้เราสามารถอาศัยอยู่บนโลกนี้ได้อย่างปลอดภัยและสงบบนดาวเคราะห์โลก

วันนี้เราไปที่ท้องฟ้า
จำลองเพื่อดูออโรรา

สวัสดี ฉันชื่อโมล และนี่คือ
สุนัขหุ่นยนต์ของฉันชื่อ
มิรุโปะ วิชาที่ฉันชอบที่สุด
ที่โรงเรียนประถมก็คือ

วิทยาศาสตร์!

ออโรรา
พวกนั้น
สวยจังเลย ♥

ใช่ แล้วก็
เหมือนจริง
มากด้วยนะ 🎵

อยากเห็นออโรราของ
จริงที่ญี่ปุ่นจังเลย

หือ?

ฉันได้ยินมาว่า
ออโรราจะลงมา
ถึงญี่ปุ่นได้ใน
อนาคตเลยนะ

อะไรนะ!

เป็นไปได้

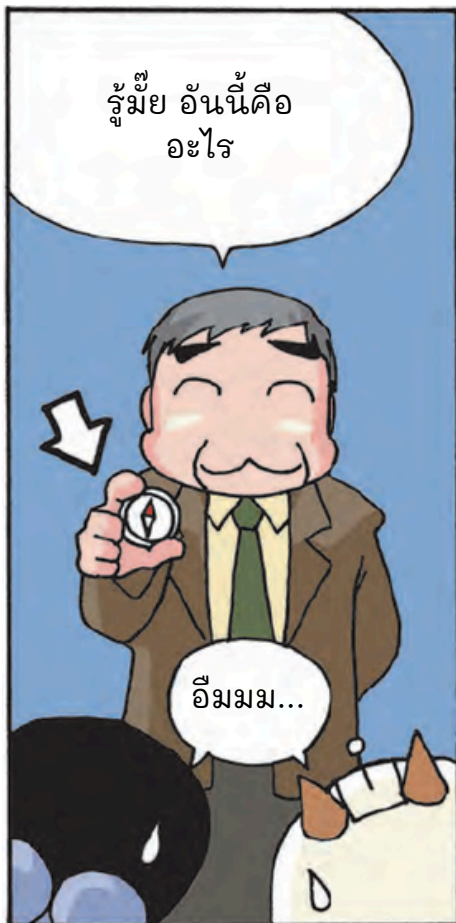
จริง ๆ

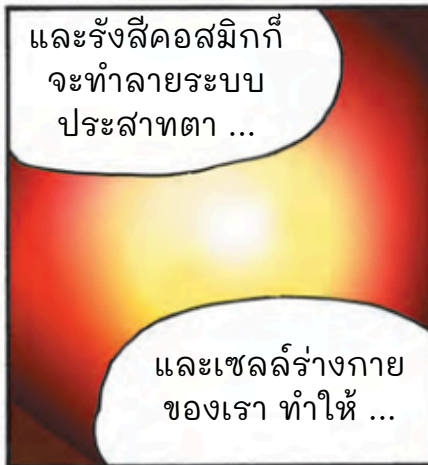
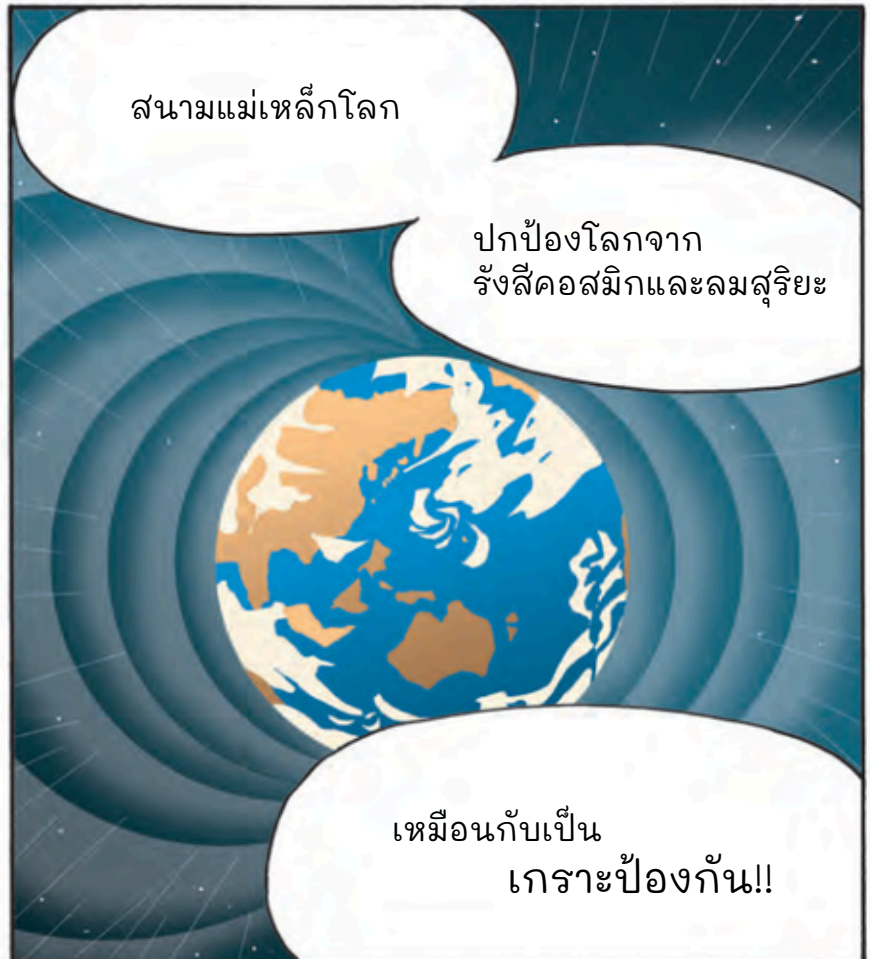
ใจเย็นก่อน
เด็ก ๆ

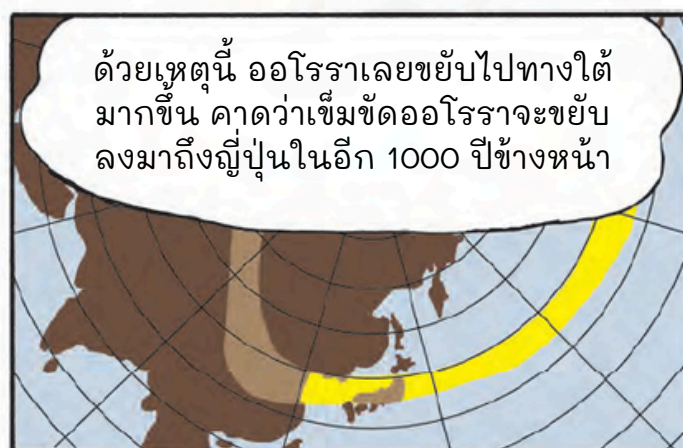
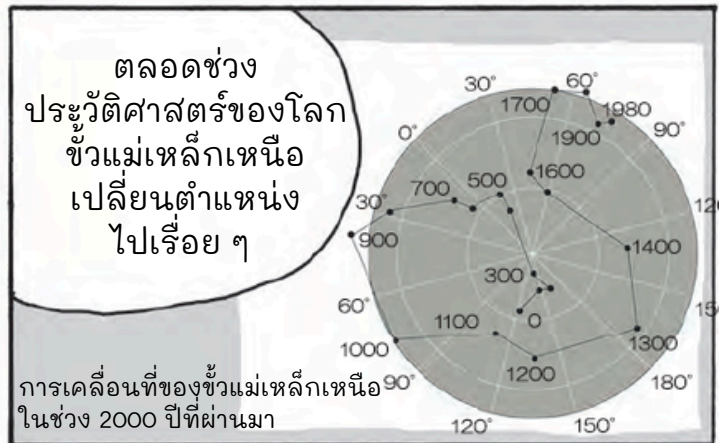
อ้ากก

อ้ากก





















สนามแม่เหล็กโลกคืออะไร?



สวัสดี โมล และมิรุโอะ มาคุยกัน
เรื่องพลังแม่เหล็กของโลกกันเถอะ



หนูเข้าใจว่า โลกเองก็เป็นแม่เหล็ก
อันยักษ์



ว้าว หนูอยากจะซื้อแม่เหล็กอันใหญ่
อย่างนี้จัง! มันจะราคาสักเท่าไรกัน



จริง ๆ แล้ว แม่บนโลกจากมีสนาม-
แม่เหล็ก แต่ไม่มีแม่เหล็กฝังอยู่
ข้างในของโลกนะ



หมายความว่าอย่างไรครับ? มีใคร
ขุดลึกลงไปใต้ดินไหม? แล้ว
แม่เหล็กโลกมาจากไหนครับ?



ยิ่งอุณหภูมิที่แม่เหล็กอยู่สูงขึ้นไป
มากเท่าไร ความเข้มก็จะลดหายไป
เท่านั้น ลึกลงไปข้างในโลกมี
อุณหภูมิสูงหลายพันองศาเซลเซียส
ซึ่งร้อนเกินกว่าแม่เหล็กจะคงอยู่ได้



ฟังดูน่าสนใจจัง! หนูจะทำการ
ทดลองด้วยแม่เหล็กของหนูค่ะ



เป็นความคิดที่ดีนะ หนึ่งในภาพมีค่า
เท่ากับคำพูดนับพัน หนูจะช่วยให้
นะ ภายในของโลกมีโลหะ
หลอมเหลวซึ่งนำกระแสไฟฟ้า



นั่นคือ แม่เหล็กไฟฟ้า!!



ถูกต้อง โลกมีแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่
ด้านใน มันสร้างสนามแม่เหล็ก
เหมือนกับแม่เหล็กแท่ง เมื่อความ
เข้มและทิศทางของกระแสไฟฟ้า
เปลี่ยนไป ขั้วแม่เหล็กก็กลับทิศได้



โอ้ว เข้มทิศของหนูจะไม่สามารถ
ใช้ได้อีกเลยหลังจาก
ขั้วแม่เหล็กโลกกลับทิศ



ไม่ต้องกังวล อีกนานกว่าเรื่องนั้น
จะเกิดขึ้น มากกว่า 1000 ปี



อ้อาา อีกนานมากเลยนะ



แต่ในประวัติศาสตร์ของโลก 1000
ปีก็สั้นนะ
ยังอิงก็ตาม สนามแม่เหล็กโลกก็
เปลี่ยนแปลงตลอด ในอโรรามี
การไหลของกระแสไฟฟ้าจำนวน
มาก ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “พายุ
แม่เหล็ก” ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
ขนาดใหญ่ ที่เหนี่ยวนำสนามแม่-
เหล็กทั่วโลก



กระแสนี้มากแค่ไหนครับ?
มากพอที่จะทำร้ายพวกเรไหม?



มากที่สุดก็ประมาณ 1-10 ล้าน
แอมแปร์



จริงหรือคะ? บ้านหนูยังใช้ไป
แค่ 30 แอมแปร์!



รู้ไหมว่าสัตว์ชนิดไหนสามารถรับรู้
สนามแม่เหล็กโลกได้?



ไม่รู้ค่ะ อาจารย์หรือคะ



ไม่ใช่ หนูไม่มีความสามารถแบบ
นั้นหรอก นกพิราบ โลมา นก
อพยพ และสัตว์อีกหลาย ๆ ชนิด
นะ มีการทดลองหลายอย่างเพื่อ
ศึกษาการรับรู้สนามแม่เหล็กของ
สัตว์เหล่านี้



มิรุโอะ ฉันว่าเราต้องใส่เซนเซอร์
สนามแม่เหล็กเขาไปในหัวนายแล้ว
ละ นายไม่รู้เรื่องทิศทางเลยอะ



อย่ามาล้อเล่นนะโมล!!!



สายด่วน

สนามแม่เหล็กโลก



ออโรรา

แสงที่มองเห็นบนท้องฟ้าเขตขั้วโลกที่เกิดจาก **ลมสุริยะ** ซึ่งเป็นกระแสของอนุภาคที่มีประจุที่เรียกว่า **พลาสมา** ลมสุริยะเข้าสู่สนามแม่เหล็กโลกและเคลื่อนที่ไปด้านกลางคืนของโลก และถูกเร่งตามเส้นแรงแม่เหล็ก จากนั้นก็เกิดการชนกับชั้นบรรยากาศเหนือเขตขั้วโลก การชนนี้ทำให้เกิดแสงออโรราอยู่สูงจากพื้นโลก 100 – 500 กิโลเมตร

คาร์ล ฟรีดริช เกาส์ (1777 - 1855)

เกาส์เป็นนักคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ.1839 เขาได้พิสูจน์ว่า สนามแม่เหล็กโลกเกิดจากภายในของโลก ไม่ใช่ภายนอก หน่วยเกาส์ใช้ในการวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก

เข็มทิศ

เครื่องมือที่ใช้หาทิศทางด้วยเข็มแม่เหล็ก เมื่อแม่เหล็กสองอันมาอยู่ใกล้กัน ขั้วเหนือของแม่เหล็กอันหนึ่งจะดึงดูดขั้วใต้ของแม่เหล็กอีกอันหนึ่ง หรือขั้วเหนือของแม่เหล็กสองอันจะผลักกัน ขั้วเหนือของเข็มทิศจะชี้เข้าหาขั้วแม่เหล็กใต้ของโลกซึ่งอยู่ในเขตขั้วโลกเหนือ ดังนั้น แม่เหล็กจึงบอกเราว่าทางไหนคือทิศเหนือ

รังสีคอสมิก

อนุภาคพลังงานสูงชนิดต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่อยู่ในอวกาศ รวมถึงรังสีคอสมิกกาแล็กติกที่มาจากนอกระบบสุริยะ และอนุภาคสุริยะพลังงานสูงที่มีที่มาจากเปลวสุริยะ รังสีคอสมิกส่วนมากถูกดูดกลืนหรือทำให้อ่อนกำลังลงในชั้นบรรยากาศโลกที่ความสูง 100 – 500 กิโลเมตรจากพื้นโลก

ยุคครีเตเชียส

ช่วงเวลาประมาณ 140 – 65 ล้านปีที่แล้ว และเป็นช่วงสุดท้ายของมหายุคมีโซโซอิก ภูมิอากาศในขณะนั้นอบอุ่น พืชพันธุ์แพร่กระจายอย่างมาก และได้โนเสาร์เติบโตได้ดี ในตอนปลายยุคครีเตเชียส ไดโนเสาร์และแอมโมไนต์สูญพันธุ์ด้วยหลายสาเหตุ อาทิ การตกของอุกกาบาต การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างรุนแรง การกลับขั้วแม่เหล็กโลก ฯลฯ ต่อจากมหายุคมีโซโซอิก คือมหายุคซีโนโซอิก ยุคแห่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ฟอรามินิเฟอรัส

ฟอรามินิเฟอรัสคือสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวขนาดเล็กที่พบใน

ทะเลเท่านั้น สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีเปลือกแคลเซียมที่สร้างจากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

สนามแม่เหล็กโลก

โลกมีสมบัติทางแม่เหล็กเสมือนเป็นแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่ ทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือในเขตขั้วโลกใต้ และขั้วแม่เหล็กใต้ทางเขตขั้วโลกเหนือ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กล้อมโลกไว้

คาร์บอนอินทรีย์

สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้นจากสารอินทรีย์จากคาร์บอนอินทรีย์ เมื่อพืชหรือสัตว์ตาย คาร์บอนอินทรีย์ที่สะสมไว้จะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

รูโอโซน

ชั้นโอโซนอยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 30 กิโลเมตร ที่ล้อมรอบโลกอยู่ ในปี ค.ศ.1980 ได้มีการตรวจพบว่า ชั้นโอโซนถูกทำลายไปอย่างมาก ในชั้นสตราโตสเฟียร์เหนือแอนตาร์กติก เหมือนหลุมที่ล้อมรอบขั้วโลกใต้ รูโอโซนที่ใหญ่ที่สุดจะเกิดในเดือนกันยายน

พลาสมา

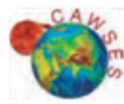
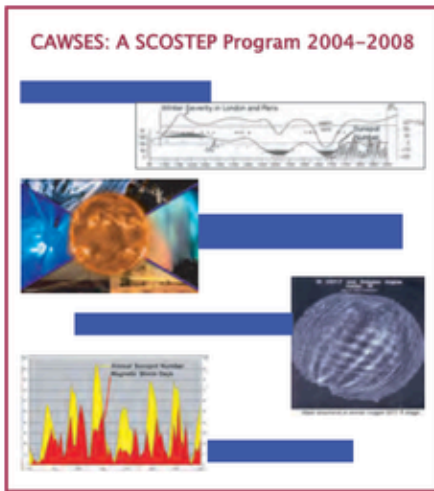
สสารทั้งหลายสร้างขึ้นจากอะตอม เมื่ออะตอมสูญเสียอิเล็กตรอนที่มีประจุลบ มันจะกลายเป็นไอออนที่มีประจุบวก ก๊าซที่ประกอบไปด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกและลบ เรียกว่า พลาสมา กว่า 99% ของจักรวาลประกอบไปด้วยพลาสมา ซึ่งต่างจากของแข็ง ของเหลว และก๊าซ นี่จึงเป็นเหตุผลว่า ทำไมพลาสมาจึงถูกเรียกว่าเป็นสถานะที่สี่ของสสาร

ลมสุริยะ

กระแสของอนุภาคมีประจุ หรือ **พลาสมา** ที่ไหลออกจากดวงอาทิตย์ สนามแม่เหล็กโลกถูกพัดให้เป็นรูปร่างเหมือนหางไปทางด้านที่ชี้ออกจากดวงอาทิตย์ หางของดาวหางก็เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกัน

รังสีอัลตราไวโอเล็ต

ดวงอาทิตย์ปล่อยแสงออกมาหลายความยาวคลื่น แสงอัลตราไวโอเล็ตพลังงานสูงที่มีความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรก็เป็นหนึ่งในนั้น แสงอัลตราไวโอเล็ตเป็นอันตรายต่อชีวิตเรา โดยก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งและความเสียหายของยีน อย่างไรก็ตาม แสงนี้จะถูกดูดกลืนไว้ใกล้กับชั้นโอโซนที่ความสูง 30 กิโลเมตรจากพื้นโลก



ภูมิอากาศและสภาพอวกาศของระบบ สุริยะ-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 จะช่วยประสานงานกิจกรรมระหว่างประเทศในการสังเกตการสร้างแบบจำลอง และทฤษฎีที่สำคัญต่อการทำความเข้าใจ เพื่อนักวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา เพื่อมอบโอกาสทางการศึกษาสำหรับนักเรียนในทุกกระดับ สำนักงาน CASES ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยบอสตัน บอสตัน รัฐแมสซาชูเซตส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา อิมพิเรียลคอลเลจส์ของการ 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)

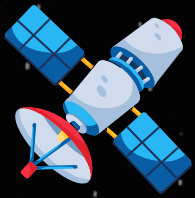
ฮายานงจบการศึกษาจากภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยริวกิว เป็นนักเขียนและนักวาดการ์ตูนที่มีผลงานตีพิมพ์เป็นตอนๆ ในนิตยสารยอดนิยมหลายเล่ม บนพื้นฐานความรู้ที่แข็งแกร่งด้านวิทยาศาสตร์และเกมคอมพิวเตอร์ สไตล์การเขียนที่แสดงถึงความรักในวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอของเธอได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี

子供の科学 โคโดโมะ โนะ คางากุ (วิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก)

โคโดโมะ โนะ คางากุ จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์เซบุโนโด ชินโคเนะ เป็นนิตยสารรายเดือนสำหรับเด็กเยาวชน นับตั้งแต่ตีพิมพ์ฉบับปฐมฤกษ์ในปี ค.ศ. 1924 นิตยสารเล่มนี้ได้ส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยนำเสนอแง่มุมต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันไปจนถึงหัวข้อวิจัยที่ล้ำสมัย

“สนามแม่เหล็กคืออะไร?” จัดพิมพ์โดยความร่วมมือของ “โคโดโมะ โนะ คางากุ” และศาสตราจารย์ Takasi Oguti และ Nobuki Niitsuma. โมล มิรุโอะ และอาจารย์ ขอบขอบคุณ Lorraine Kroehl, Lisa Kihn, Terry Onsager และ Barbara Poppe 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

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.



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.



Silpakorn University (SU)

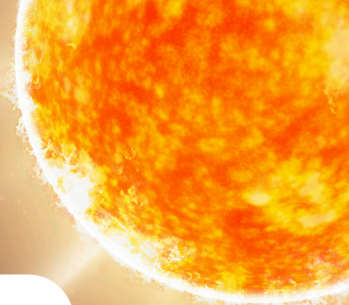


Department of Environmental Science & Department of Physics

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/>

