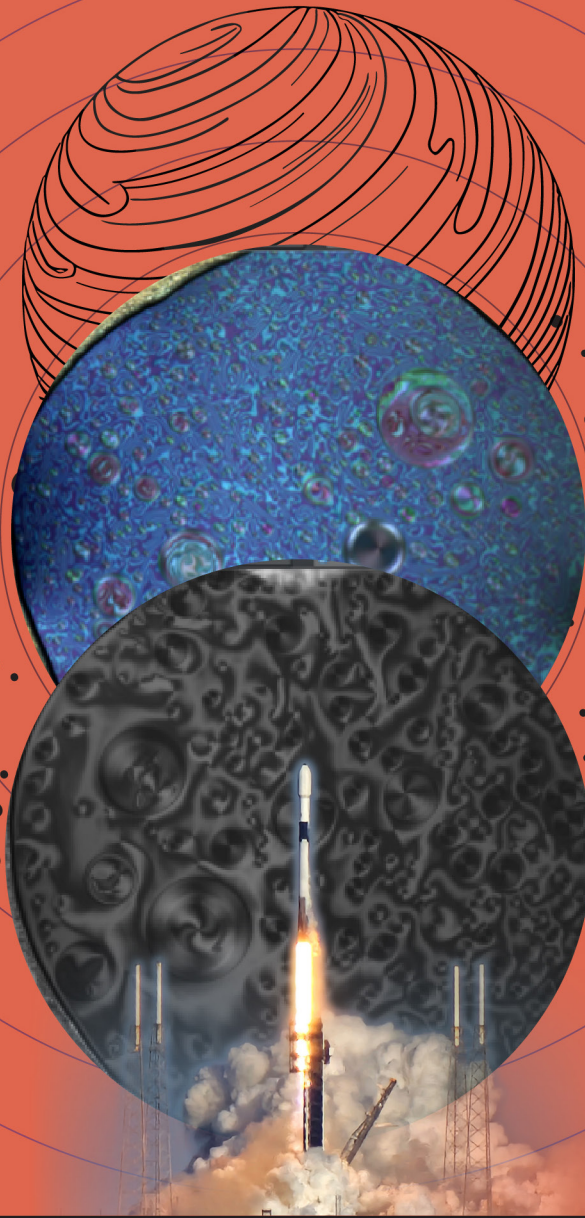
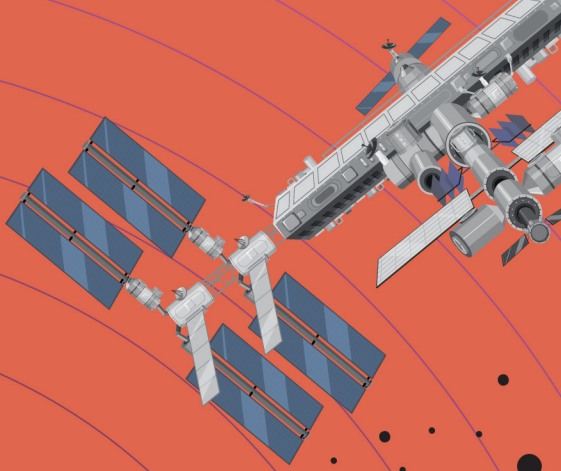


ย่อยโลกข้อมูลข่าวสารวิทยาศาสตร์ให้คุณ

# สาระวิทยา

NSRF



## ภารกิจวิจัยผลักแหลวไทย ในห้องทดลองลอยฟ้า

9

"นิรันดร์" ระบบดูแลผู้สูงวัย  
ยกระดับสังคมไทยในยุคดิจิทัล

31

กลิ่น "อวกาศ"  
เป็นอย่างไร ?

51

ประวัติศาสตร์ย้อนย่อ  
ของแม่เหล็กโลก



Free e-magazine

ISSN 2286-9298

ISSUE 151  
ตุลาคม 2568

## Editor's Note

### “อวกาศอาจไม่ไกลกว่าที่คิด”

#### ภารกิจพลิกเหลวไทยสู่การพัฒนาเทคโนโลยีแห่งอนาคต

ต้อนรับเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ด้วยความเคลื่อนไหวทางด้านอวกาศที่เต็มไปด้วยความตื่นเต้นทั้งในระดับโลกและของประเทศไทยเราครับ ซึ่งถือเป็นโอกาสอันดีที่เราจะพาทุกท่านไปติดตามภารกิจสำคัญของนักวิจัยไทยที่เพิ่งเดินทางสู่ห้วงอวกาศไปเมื่อไม่นานมานี้

สำหรับบทความ Cover Story ในฉบับนี้ ขอนำเสนอเรื่องราวของ **“ภารกิจวิจัยพลิกเหลวไทยในห้องทดลองลอยฟ้า” หรือโครงการ Thailand Liquid Crystals in Space (TLC)** ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับ GISTDA ภายใต้บันทึกข้อตกลงกับองค์การนาซา (NASA) โครงการนี้นำโดย รศ. ดร.ณัฐพร จัตระนาม มีเป้าหมายเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผลึกเหลวในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีจอภาพผลึกเหลว (LCD) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งการตอบสนองที่ไวขึ้น ภาพคมชัดขึ้น แต่ใช้พลังงานต่ำลง

อุปกรณ์การทดลอง หรือ “เพย์โหลด” ของโครงการนี้ได้ถูกส่งขึ้นสู่สถานีอวกาศนานาชาติ (ISS) ด้วยจรวดฟัลคอน 9 ของสเปซเอกซ์ จากแหลมคะแนเวอรัล รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2568 และสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ ISS ได้สำเร็จในวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2568 ผลจากการทดลองบนอวกาศจะสร้างเทคโนโลยีใหม่อะไรบ้างมาติดตามอ่านกันได้ในบทความ Cover Story ครับ

นอกจากนี้ยังมีบทความเทคโนโลยีที่น่าสนใจในคอลัมน์ Sci Variety ที่เราเปิดรับต้นฉบับจากบุคคลทั่วไปทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ครึ่งนี้มาในเรื่อง Ions: Propelling Us into the Future เป็นบทความภาษาอังกฤษผลงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ในสหรัฐอเมริกา เขียนถึงเรื่องระบบขับเคลื่อนไอออนเพื่อใช้ขับเคลื่อนจรวดสู่อวกาศด้วยแรงขับเคลื่อนต่ำแต่ประสิทธิภาพสูงกว่าจรวดเคมีอย่างมหาศาล ลดมวลเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการเดินทางระยะไกลในอวกาศ

คอลัมน์อื่น ๆ ในเล่มก็ยังอัดแน่นไปด้วยสาระความรู้ให้ผู้อ่านกันมากมายเช่นเคยครับ จะมีที่หายไปฉบับนี้คือคอลัมน์ “Innovation Grows@TSP: นวัตกรรมดี ๆ เกิดขึ้นได้ทุกวัน” ที่จะกลับมาใหม่ในปีหน้า แต่ฉบับนี้เรามีคอลัมน์น้องใหม่มาเพิ่มครับ นั่นคือ “ฉบับกระแสวิทย์ (Sci-Trend)” โดย ดร.อนันต์ จงแก้ววัฒนา นักวิจัยไบโอเทค สวทช. ที่จะมาเล่าเรื่องราวงานวิจัยที่น่าสนใจทั่วทุกมุมโลกที่อยู่ในกระแสความสนใจของผู้คนมาช่วยให้อ่านง่ายและรู้สึกตื่นเต้นไปกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยชิ้นสำคัญ

หวังว่าแฟนสาระวิทย์ทุกท่านจะสนุกและเพลิดเพลินไปกับสาระความรู้ของสาระวิทย์ฉบับนี้นะครับ

ปรีกัณห์ เทียนทอง

## The Minds Behind Crafting Science and Stories

### ที่ปรึกษา

ซูกิจ ลิ้มปิจันทร์

จุมพล เหมะศิริรินทร์

บรรณาธิการผู้พิมพ์/โฆษณา

วรวรงค์ รักเรืองเดช

บรรณาธิการอำนวยการ

นำชัย ชิววิวรรณ

บรรณาธิการบริหาร

ปรีกัณห์ เทียนทอง

บรรณาธิการจัดการ

รักฉัตร เวทีวุฒาจารย์

กองบรรณาธิการ

ศศิธร เทคนธรณภักย์

วัชรภรณ์ สันทนา

วิณา ยศวังใจ

ภัทรา สัมปັນนพันธ์

อาทิตย์ ภูมิพลปลั่ง

### นักเขียนประจำ

ชวลิต วิทยานนท์

ประทีป ต่วงแค

รวีศ ทัศคร

ปวิญ อุโนใจ

วริศา ใจดี

ทีม AGRITEC

AGB Research Unit Team

ปราโมทย์ ไตรบุญ

นุรักษ์ จิตต์สะอาด

คณะอาจารย์วิทยาศาสตร์-

พื้นที่พิภพ มก.

อนันต์ จงแก้ววัฒนา

บรรณาธิการศิลปกรรม

จุฬารัตน์ นิมมนวล

ศิลปกรรม

เกตุศิริ ชันติภักดีกุล

ฉันทา โกมารกุล ณ นคร

### ผู้ผลิต

ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์

วิจัยและนวัตกรรม

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง

อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0 2564 7000 ต่อ 1177

โทรสาร 0 2564 7016

เว็บไซต์ <http://www.nstda.or.th/sci2pub/>

facebook นิตยสารสาระวิทย์

ติดต่อกองบรรณาธิการ

โทรศัพท์ 0 2564 7000 ต่อ 1177

อีเมล [sarawit@nstda.or.th](mailto:sarawit@nstda.or.th)

## สารบัญ

3 | Cover Story

9 | เกาะกลางงานวิจัย

13 | Sci Variety

17 | ฉบับกระแสวิทย์ Sci-Trend

19 | Sci News

24 | Sci Infographic

26 | ร้อยพันวิทยา

31 | สภาเทพ

34 | ห้องภาพสัตว์ป่าไทย

35 | สารวิทย์ในศิลป์

40 | สารสัตว์

46 | สถานี AGRITEC

51 | เรื่องเล่าเราโลก

55 | พรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย  
Endemic to Thailand

56 |  **อ้อ**  
มันเป็นอย่างนี้เอง

58 |  **บ๊อง**  
มันน่าเป็นปลา

60 | Write It Right?  
ศัพท์วิทย์สะกิดใจ

61 | Sci Quiz

62 | Sci เข้าหู

63 | คำคมนักวิทย์

64 | Sci Gallery





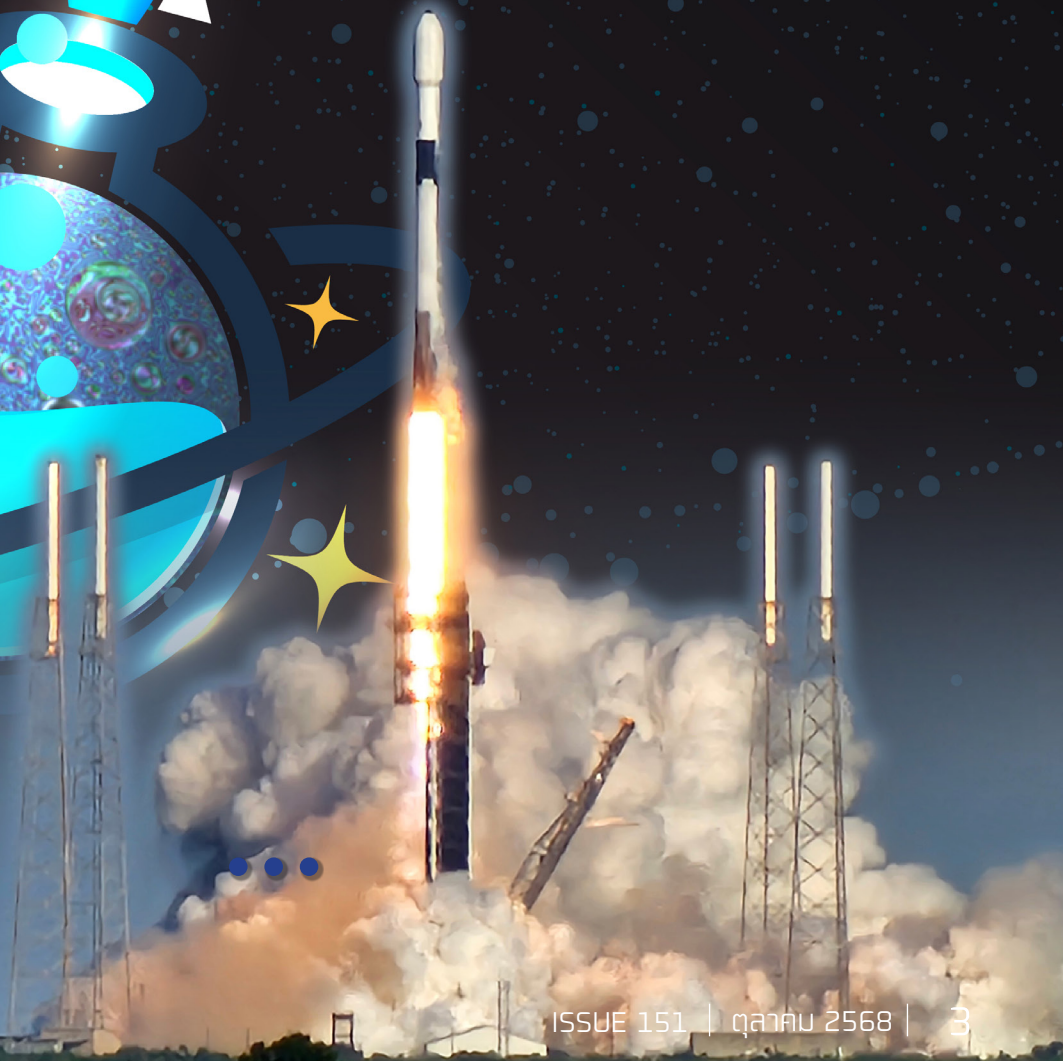
รศ. ดร.ณัฐพร จัตราตาม  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ภารกิจวิจัย ผลึกเหลวไทย ในห้องทดลองลอยฟ้า

ณ แหลมคะแนเวอร์ล รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา  
วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2568 เวลา 05.11 น. ตามเวลาประเทศไทย

จรวดฟัลคอน 9 ของบริษัทสเปซเอกซ์  
พุ่งทะยานขึ้นสู่ท้องฟ้าเพื่อพายานขนส่งสินค้า  
ภารกิจเอ็นจี-23 (Cygnus NG-23)  
มุ่งหน้าสู่สถานีอวกาศนานาชาติ โดยมีงานวิจัย  
ของคนไทยอยู่ในการเดินทางครั้งนี้ด้วย

...



งานวิจัยดังกล่าวคือ เพย์โหลด (payload) หรือ อุปกรณ์การทดลองของโครงการ Thailand Liquid Crystals in Space (TLC) ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กับสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ภายใต้บันทึกข้อตกลง (MOU) ที่ลงนามกับองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือนาซา (NASA) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 มีเป้าหมายเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผลึกเหลวในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำซึ่งช่วยให้เข้าใจคุณสมบัติพื้นฐานของผลึกเหลวได้อย่างลึกซึ้ง และนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีจอภาพผลึกเหลว (liquid crystal display: LCD) หรือจอแอลซีดีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของอุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ทั้งการตอบสนองที่ไวขึ้น ภาพคมชัดขึ้น แต่ใช้พลังงานต่ำลง

## รู้จักกับเพย์โหลดสำหรับการทดลองผลึกเหลวบนสถานีอวกาศนานาชาติ

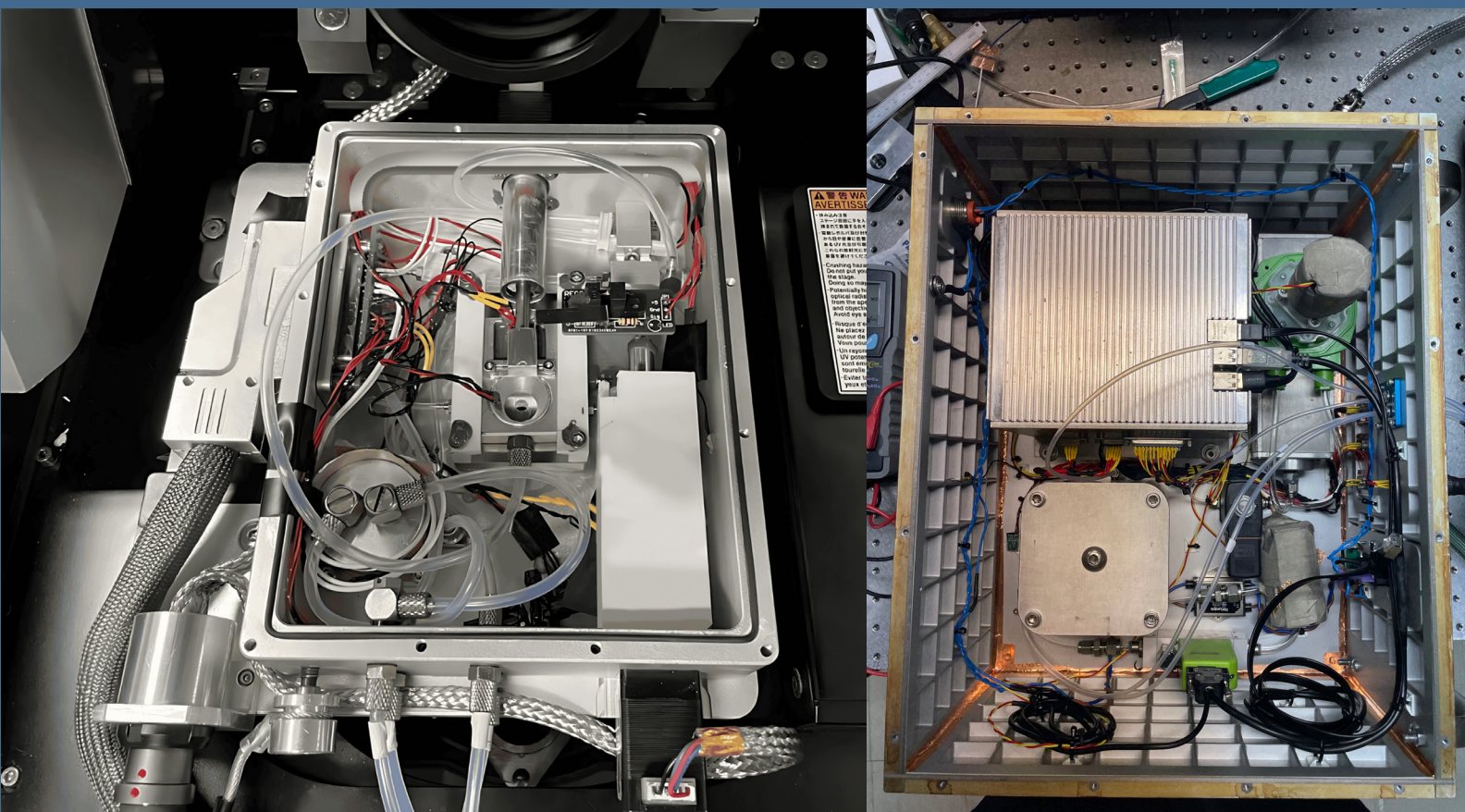
เพย์โหลดสำหรับการทดลองผลึกเหลวบนสถานีอวกาศนานาชาติ คือ ชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อทำการทดลองผลึกเหลวบนสถานีอวกาศนานาชาติ ใช้สำหรับศึกษาจุดพร่องที่เกิดขึ้นบนฟิล์มผลึกเหลวเนื่องด้วยการรบกวนจากสิ่งรบกวนภายนอก ได้แก่ ความต่างของความดันไอ (vapor pressure gradient), การเฉือนของอากาศ (air shearing) และความต่างของอุณหภูมิ (temperature gradient) ภายใต้สภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำและการพาความร้อน ผลลัพธ์จากการศึกษาจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของผลึกเหลวในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำ รวมถึงมีศักยภาพที่จะนำไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลึกเหลว เช่น จอแสดงผล เซนเซอร์

ทีมวิจัยออกแบบให้ควบคุมเพย์โหลดและดำเนินการทดลองได้จากกระยะไกล โดยใช้ Raspberry Pi 4 Model B ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว (single-board computer) ที่มีความยืดหยุ่นและขนาดเล็กกะทัดรัดเป็นตัวควบคุมหลักในการควบคุมอุปกรณ์



รศ. ดร.ณัฐพร ฉัตรเกษม หัวหน้าโครงการวิจัย (แถวยืนขวา) และ ผศ. ดร.อภิชาติ พัฒนโกครัตนา ผู้ร่วมวิจัยหลัก (แถวยืนซ้าย) พร้อมทีมวิจัยและนิสิตในโครงการ TLC เดินทางไปร่วมปล่อยจรวด SpaceX-Falcon 9 ที่แหลมคะแนเวอร์ล รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา





เพย์โหลดสำหรับการทดลองผลึกเหลวบนสถานีอวกาศนานาชาติแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนบันทึกภาพ (ซ้าย) และส่วนควบคุม (ขวา)

ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เช่น มอเตอร์ เซนเซอร์ รีเลย์ ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของมวลสาร ผ่านพอร์ตเอนกประสงค์ GPIO (general purpose input/output) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพย์โหลดแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนบันทึกภาพ (image module) ทำหน้าที่ศึกษาผลึกเหลว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ KERMIT (KEyence Research Microscope Testbed) ที่ติดตั้งอยู่บนสถานีอวกาศนานาชาติ บันทึกภาพและข้อมูลเกี่ยวกับการทดลอง การเก็บข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้ศึกษาได้ว่าการรบกวนจากภายนอก เช่น ความแตกต่างของความดันไอ อุณหภูมิ และการเคลื่อนไหวของอากาศ มีผลกระทบต่อฟิสิกส์ผลึกเหลว

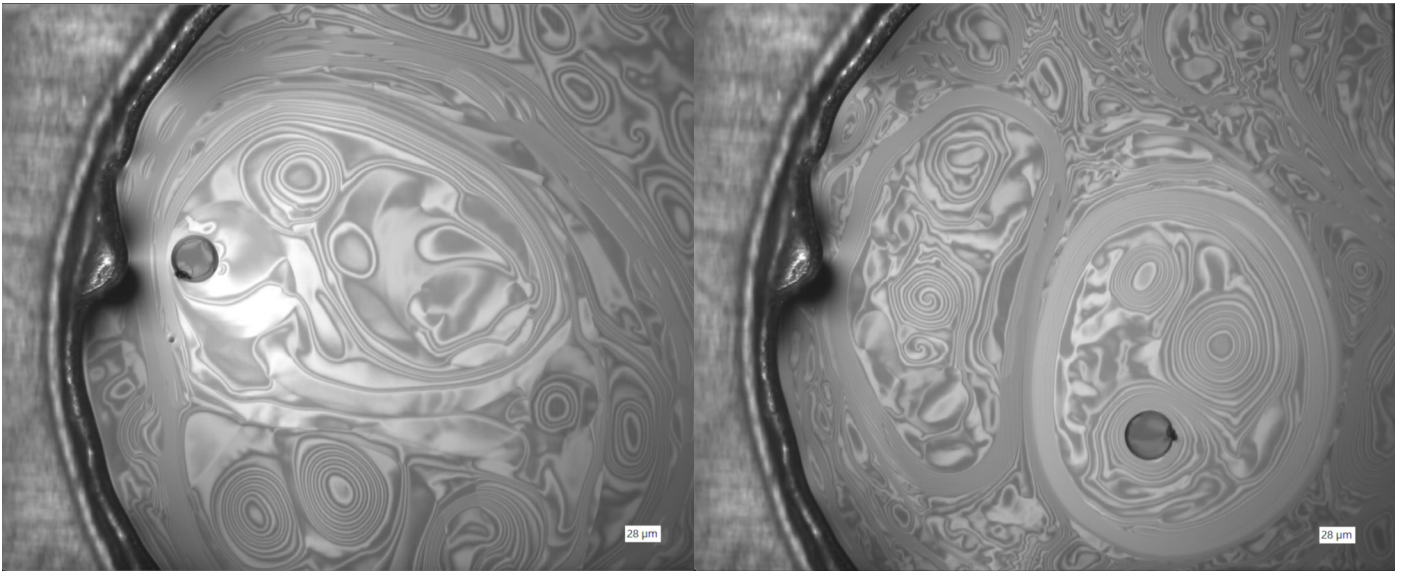
อีกส่วนคือ ส่วนควบคุม (control module) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระหว่างการทดลอง เช่น ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ที่ใช้ในการสร้างฟิล์มผลึกเหลว ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมการไหลของสารภายในระบบ การควบคุมเหล่านี้

จะดำเนินการผ่าน Raspberry Pi 4 Model B ซึ่งควบคุมระบบทั้งหมดให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทดลองได้อย่างต่อเนื่อง

ทีมวิจัยต้องทุ่มเทพัฒนาเพย์โหลดนี้ถึง 4 รอบ กว่าที่จะผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการของนาซาและได้รับอนุมัติให้ส่งขึ้นอวกาศได้ในที่สุด โดยหลังจากที่จรวดฟัลคอน 9 ทะยานขึ้นสู่ท้องฟ้าเมื่อเช้ามืดของวันที่ 15 กันยายน ที่ผ่านมามีทีมวิจัยก็ยังคงเฝ้าติดตามภารกิจนี้อย่างใจจดใจจ่อ จนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2568 ยานซิกนัสได้เชื่อมต่อเข้ากับสถานีอวกาศนานาชาติเพื่อขนส่งเพย์โหลดและเสบียงเข้าสู่สถานีอวกาศนานาชาติได้สำเร็จ นั่นหมายความว่าเพย์โหลดของทีมวิจัยไทยอยู่ในสถานีอวกาศนานาชาติเรียบร้อยแล้ว

ปัจจุบันทีมวิจัยกำลังเตรียมปฏิบัติการร่วมกับเจ้าหน้าที่ภาคพื้นดินเพื่อซ่อมดำเนินการร่วมกับนักบินอวกาศ โดยการทดลองบนสถานีอวกาศนานาชาติจะเริ่มในวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2568 แบ่งออกเป็น 48 ช่วง ดำเนินการช่วงละ 3 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ชั่วโมงการทดลองทั้งสิ้น 144 ชั่วโมง มีรายละเอียดการทดลองดังต่อไปนี้





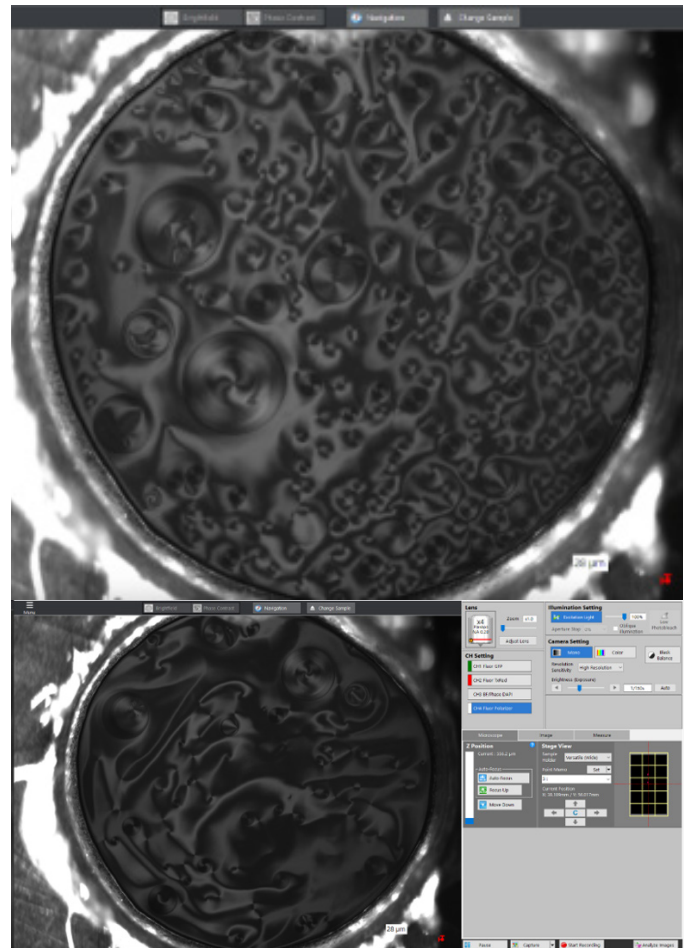
ผลการทดลองของฟิล์มผลึกเหลวภายใต้สภาวะที่มีความต่างความดันไอของน้ำ

### การทดลองที่ 1 การทดลองฟิล์มผลึกเหลวภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความต่างของความดันไอ

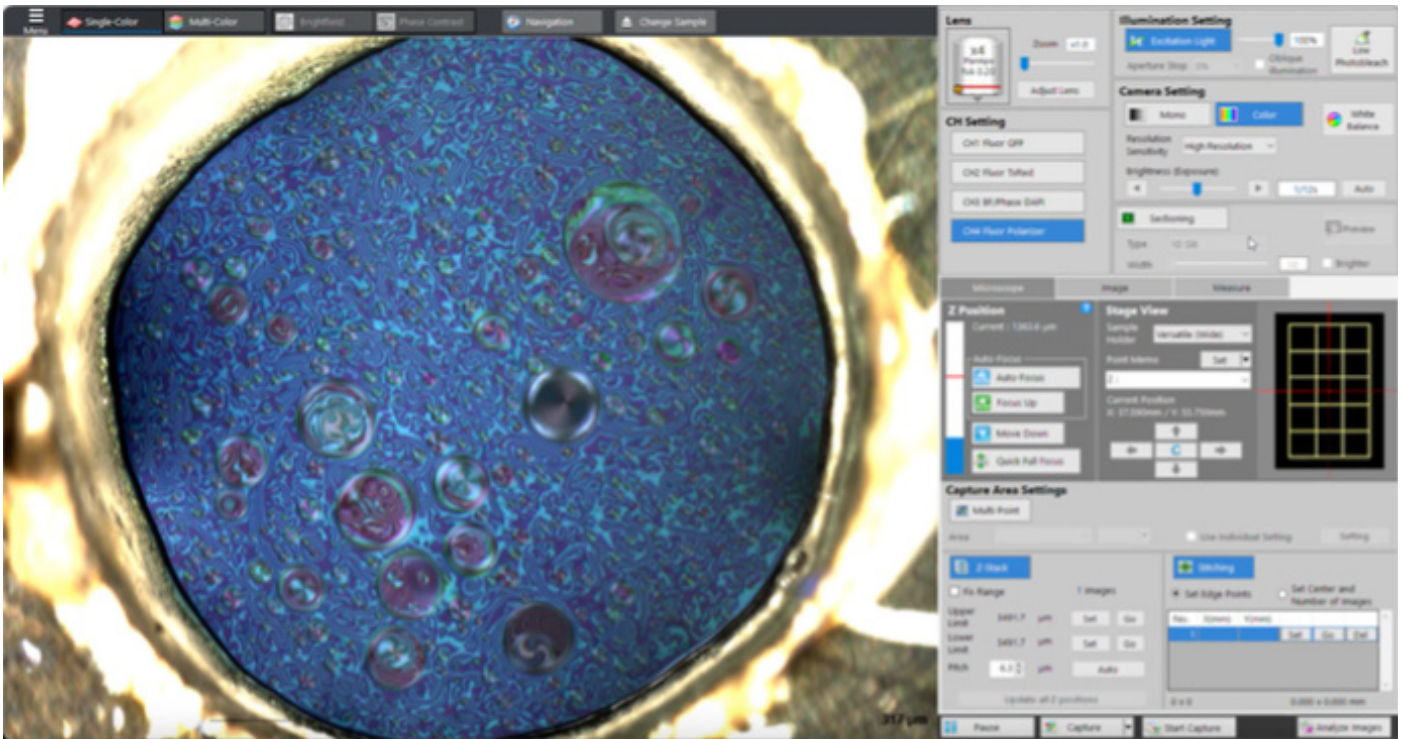
การทดลองฟิล์มผลึกเหลวภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความต่างของความดันไอ (water-vapor experiment) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของฟิล์มผลึกเหลวภายใต้สภาวะแวดล้อมของฟิล์ม ณ ตำแหน่งด้านบนและด้านล่างของฟิล์มที่มีความขึ้นของสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน โดยระบบเพย์โพลจะเพิ่มความขึ้นของสิ่งแวดล้อมในระบบปิดบริเวณด้านบนหรือด้านล่างของฟิล์มผลึกเหลวด้วยการบรรจุไอน้ำ ณ บริเวณที่ต้องการ เมื่อไอน้ำเข้าสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดความต่างของความขึ้นด้านบนและด้านล่างของฟิล์ม บริเวณที่มีความขึ้นสูงกว่าจะส่งไอน้ำผ่านฟิล์มของผลึกเหลวเข้าสู่บริเวณที่มีความขึ้นต่ำกว่าเพื่อปรับสมดุลความขึ้นของระบบปิดโดยรวม ไอน้ำที่เคลื่อนผ่านฟิล์มของผลึกเหลวทำให้ฟิล์มเกิดการหมุนแบบเลห์มันน์ (Lehmann rotation) ส่งผลให้เนื้อฟิล์มเกิดการหมุนเป็นเส้นของจุดพร่อง (defect) และขดตัวเป็นลักษณะของรูปก้นหอยดังภาพด้านบน

### การทดลองที่ 2 การทดลองฟิล์มผลึกเหลวใต้การเฉือนของอากาศ

การทดลองฟิล์มผลึกเหลวใต้การเฉือนของอากาศ (air shearing) จะสร้างฟิล์มผลึกเหลวขึ้นบนแผ่นสแตนเลสที่เจาะเป็นรูกลมขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) จากนั้นจึงเป่าลมจากระบบผ่านเข็มหัวตัดโดยใส่ลมในลักษณะขนานกับฟิล์มผลึกเหลวเพื่อให้ลมที่ออกมาเกิด



ภาพของฟิล์มผลึกเหลวโหมดขาว-ดำในการทดลองของระบบ Air Shearing (บน) และภาพถ่ายฟิล์มจากหน้าต่างสั่งการจากกล้องจุลทรรศน์ KERMIT พร้อมกับการแสดงค่าเวลาเปิดรับแสง (exposure time) ที่ใช้ในการสังเกตการทดลอง (ล่าง)

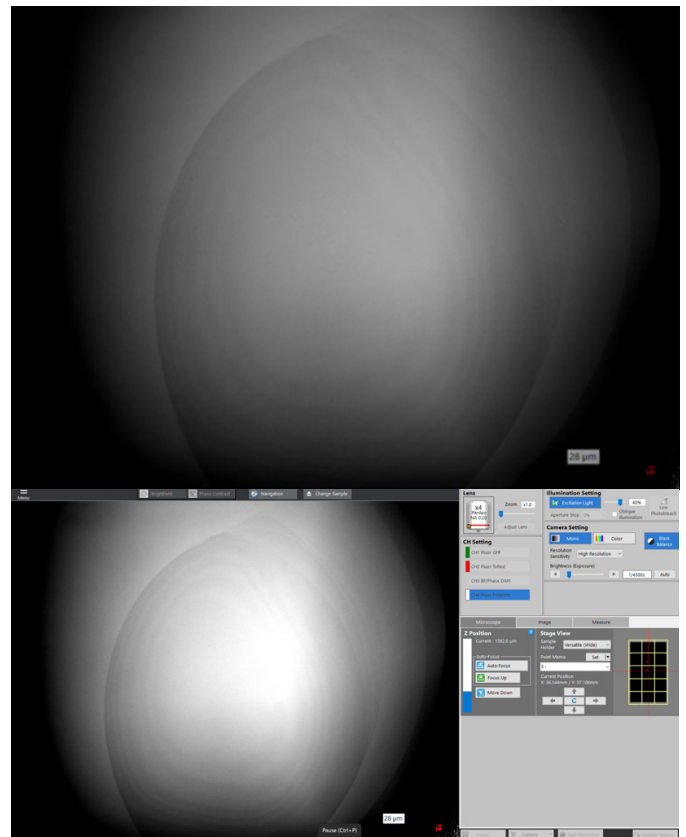


รูปถ่ายของฟิล์มผลึกเหลวภายใต้โพลาไรซ์ตัดฉาก (crossed-polarized) หลังจากให้ลมแบบเฉือนเป็นระยะเวลา 5 นาที ทำให้ฟิล์มหนาขึ้นและสามารถมองเห็นจุดพร่องได้ชัดเจน

ความเค้นเฉือน (shearing) เป็นระยะเวลาหนึ่งจนกระทั่งได้ความหนาฟิล์มที่ต้องการ สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสีฟิล์มและจุดพร่องที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการในการทดลองนี้ แล้วจึงบันทึกพฤติกรรมของจุดพร่องเหล่านี้ภายใต้กระบวนการรวมตัวกันของจุดพร่องที่มีประจักษ์ตรงกันข้ามเนื่องมาจากการแพร่ (diffusion) เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

### การทดลองที่ 3 การทดลองฟิล์มผลึกเหลวภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความต่างของความร้อน

การทดลองฟิล์มบางผลึกเหลวเนื่องจากผลของความร้อน (indium tin oxide (ITO) heater experiment) เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่าผลต่างของอุณหภูมิมีผลกับการเปลี่ยนทิศทางการจัดเรียงโมเลกุลของสารผลึกเหลวชนิดฟิล์มบางอย่างไร โดยจำลองให้เกิดผลต่างของอุณหภูมิจากแผ่นให้ความร้อนแบบใส (ITO heater) เพื่อให้มองผ่านจากกล้องจุลทรรศน์ KERMIT และสังเกตลักษณะลวดลายที่เปลี่ยนไปบนฟิล์มบางผลึกเหลวนั้นได้ กระบวนการนี้เรียกว่า การหมุนแบบเลห์มันน์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลต่างของอุณหภูมิส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของโมเลกุล เราจึงเห็นเป็นการเปลี่ยนแปลงลวดลายของฟิล์มบางผลึกเหลวนั่นเอง



รูปถ่ายของฟิล์มผลึกเหลวภายใต้ผลต่างของอุณหภูมิในบริเวณด้านบนและด้านล่าง



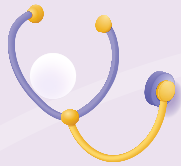
การทดลองทั้งสามแบบวิเคราะห์การเรียงตัวของโมเลกุลผ่านกล้องจุลทรรศน์ KERMIT ของนาซาที่ทีมวิจัยดัดแปลงโดยส่งอุปกรณ์กรองแสง (filter cube) จำนวน 6 ชั้น ขึ้นไปพร้อมกับเพย์โหลดของโครงการ เพื่อให้นักบินอวกาศเปลี่ยนฟิลเตอร์ของกล้องจุลทรรศน์จากแบบฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescence filter) เป็นแบบโพลาไรซ์ (polarization filter) กล้องจุลทรรศน์ KERMIT จึงทำงานเหมือนกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ (polarizing microscope) ที่วิเคราะห์การเรียงตัวของโมเลกุลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ผลทดลองจากฟากฟ้าสู่การพัฒนาเทคโนโลยี แห่งอนาคต

การทดลองผลึกเหลวในอวกาศช่วยให้เราเห็นและควบคุมจุดพร่องเล็ก ๆ ในวัสดุได้ชัดเจนกว่าบนโลก เมื่อนำความรู้นี้กลับมาใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานจะทำให้ตัวสินค้ามีความสม่ำเสมอ การรั่วของแสงน้อยลง คอนทราสต์ดีขึ้น การใช้ไฟน้อยลง และอายุการใช้งานยาวนาน ส่งผลให้ผู้ผลิตผลิตสินค้าได้มากขึ้น การคัดทิ้งในโรงงานน้อยลง ต้นทุนลดลง ขณะที่ผู้บริโภคได้จอภาพที่คมชัด สวยงามยิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้ผลึกเหลวยังมีให้เห็นในอุตสาหกรรมอื่นด้วย เช่น กระจกอัจฉริยะจากผลึกเหลวที่สั่งงานแสงได้ตามต้องการ โดยกระจกปรับทึบ-ใส ลดแสงจ้าและความร้อน ประหยัดพลังงาน และเพิ่มความเป็นส่วนตัว นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์กรองแสง (optical filter) แบบปรับจูนได้ด้วยไฟฟ้าเพื่อเลือกความยาวคลื่นหรือโพลาไรซ์ได้ทันที ทำให้กล้องอุตสาหกรรม โดรน ดาวเทียม และเครื่องมือแพทย์วิเคราะห์สารได้แม่นยำขึ้นโดยไม่ต้องเปลี่ยนเลนส์ พร้อมยกระดับเทคโนโลยีเออาร์ วีอาร์ และเลนส์กล้องให้ภาพคมชัด สีสัน อุปกรณ์บางเบาและใช้ไฟน้อยลง รวมถึงรองรับงานสื่อสาร เรดาร์ และไลดาร์ (Light Detection and Ranging: LiDAR) ที่ต้องปรับตัวไปตามสภาพแสงและสภาพอากาศได้อีกด้วย 🌌





# “นิรันดร์”

## ระบบดูแลผู้สูงอายุ ยกระดับสังคมไทยในยุคดิจิทัล

ประเทศไทยกำลังก้าวสู่ความท้าทายครั้งใหญ่  
เมื่อจำนวนประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว  
ในปี พ.ศ. 2567 มีจำนวนผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ราว 13 ล้านคน  
หรือร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศ และคาดว่าจะในอีก 10 ปีข้างหน้า  
ตัวเลขนี้จะทะยานขึ้นเกิน 20 ล้านคน  
หรือประมาณ 1 ใน 3 ของประชากรไทยทั้งหมด

...





เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือ กรมกิจการผู้สูงอายุ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ (พม.) ได้ริเริ่ม “โครงการผู้บริบาลและคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุในชุมชน พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ แก้วกฤติประชากร” โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้าง “ผู้บริบาลคุ้มครองสิทธิ” ซึ่งทำหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุในชุมชนเสมือนเป็นลูกหลาน คอยปกป้องสิทธิ ดูแลสุขภาพ และส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้ครอบคลุมทุกมิติ โดยได้ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) พัฒนา “ระบบนิรันดร์” หรือ “Nirun for Community” เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของ ผู้บริบาลคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุ

## วิกฤตประชากรสูงวัย ความท้าทายของประเทศ

ศาสตราจารย์ ดร.กนก วงษ์ตระหง่าน รองประธานคณะที่ปรึกษาติดตามและเร่งรัดการขับเคลื่อนนโยบายรัฐมนตรีกว่ากระทรวง พม. กล่าวถึงสถานการณ์ในปัจจุบันว่า ขณะนี้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบแล้ว คาดว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2570-2580 จะมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นปีละ 1 ล้านคน และจะเข้าสู่เข้าสู่จุดวิกฤตในอีก 10 ปีข้างหน้า ดังนั้นจึงต้องวางระบบบริหารจัดการและโครงสร้างพื้นฐานรองรับผู้สูงอายุที่มีจำนวนมากขึ้นอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้สูงอายุไม่เป็นภาระต่อสังคม แต่ยังมีส่วนร่วมและเป็นประโยชน์ต่อสังคมได้



ศาสตราจารย์ ดร.กนก วงษ์ตระหง่าน

“ผู้สูงอายุแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก กลุ่มแรก คือ **ติดสังคม** (อายุ 60-75 ปี) ยังใช้ชีวิตนอกบ้านได้ ค่าใช้จ่ายในการดูแลไม่สูง กลุ่มที่สอง คือ **ติดบ้าน** (อายุ 75 ปีขึ้นไป) เริ่มออกนอกบ้านยากขึ้น ไม่ค่อยได้พบเจอใคร ทำให้รู้สึกเหงา เกิดการเปลี่ยนแปลง



ทีมงานวิจัย สวทช. และกรมกิจการผู้สูงอายุ ลงพื้นที่เยี่ยมชมการใช้งานแพลตฟอร์มนิรันดร์ช่วยเหลือผู้สูงอายุในชุมชนตำบลนิคมกระเสียว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ด้านอารมณ์และจิตใจ ส่งผลต่อสุขภาพร่างกาย และนำไปสู่โรคต่าง ๆ เช่น โรคไต หัวใจ สมอ เบาหวาน ความดัน และอาจทำให้ไปสู่กลุ่มที่สามเร็วขึ้น คือ **ติดเตียง** ซึ่งกลุ่มนี้ต้องการการดูแลใกล้ชิดและค่าใช้จ่ายสูงมาก โจทย์สำคัญคือจะทำอย่างไรให้ผู้สูงอายุอยู่ในภาวะติดสังคมได้นานที่สุด เพื่อลดการเข้าสู่ภาวะติดบ้านและติดเตียง ยืดเวลาคุณภาพชีวิต และลดภาระค่าใช้จ่ายทั้งต่อครอบครัวและภาครัฐ”

## “ผู้บริบาล” ดูแลพิทักษ์สิทธิผู้สูงวัยในชุมชน

กรมกิจการผู้สูงอายุเริ่มโครงการผู้บริบาลและคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุในชุมชนขึ้นในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เพื่อดูแลผู้สูงอายุในชุมชนให้มีคุณภาพชีวิตและสภาพจิตใจดี มีสุขภาพกายแข็งแรง ลดภาระการรักษายาบาล และไม่เป็นภาระต่อสังคม โดยใช้ชุมชนเป็นฐานสร้าง “ผู้บริบาลคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุ” ให้ทำหน้าที่ดูแลลูกหลานของคนในชุมชน คอยปกป้อง คุ้มครองพิทักษ์สิทธิ ช่วยเหลือดูแล และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุครอบคลุมทั้ง 5 มิติ ได้แก่ มิติสังคม สุขภาพ เศรษฐกิจ สภาพแวดล้อม และเทคโนโลยี ปัจจุบันดำเนินงานต่อเนื่องมาแล้ว 2 ปี ครอบคลุม 156 พื้นที่ ใน 76 จังหวัดทั่วประเทศ มีผู้บริบาลในโครงการรวมทั้งสิ้น 342 คน และมีผู้สูงอายุได้รับการดูแลจำนวนมากว่า 342,000 คน หรือผู้บริบาล 1 คน ดูแลผู้สูงอายุ 100 คน

แต่การดูแลผู้สูงอายุระดับแสนคนด้วยผู้บริบาลเพียงไม่กี่ร้อยคนจำเป็นต้องมีเครื่องมือเข้ามาช่วย กรมกิจการผู้สูงอายุจึงได้ร่วมกับ สวทช. พัฒนาระบบนิรันดร์เพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานของ ผู้บริบาลอย่างเป็นระบบ ได้มาตรฐาน และมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญด้านข้อมูลนโยบาย ทำให้รัฐรู้

สถานการณ์จริง เช่น ผู้สูงอายุติดบ้าน-ติดเตียงมีสัดส่วนเท่าใด เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร ช่วยให้ง่ายต่อการติดตามการใช้งบประมาณ ได้อย่างแม่นยำ เตรียมพร้อมรับมือกับโครงสร้างประชากรที่เปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ และกำหนดนโยบายผู้สูงอายุ ในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

## “นิรันดร์” ผู้ช่วยดูแลผู้สูงอายุ สร้างฐานข้อมูลเชิงนโยบาย

**ดร.ณัฐนันท์ ทัดพิทักษ์กุล** ผู้อำนวยการขับเคลื่อนแผนงานระบบสนับสนุนการเข้าถึงสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับคนพิการและผู้สูงอายุ สวทช. กล่าวว่า สวทช.พัฒนาระบบ**นิรันดร์** ซึ่งเป็นระบบซอฟต์แวร์บริหารจัดการสถานดูแลผู้สูงอายุเพื่อสนับสนุนโครงการบริหารลัทธิผู้สูงอายุในชุมชน โดยเป็นเครื่องมือช่วยผู้บริหารในการทำงาน เช่น บันทึกข้อมูลผู้สูงอายุรายบุคคล ติดตามกิจกรรมและการดูแลในแต่ละวัน สรุปผลสุขภาพของผู้สูงอายุในโครงการ และสรุปผลการทำงานของผู้บริหาร

“ระบบนิรันดร์ประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ เช่น อายุ โรค-ประจำตัว คะแนนประเมินความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน (activities of daily living: ADL) และแสดงผลเป็นแผนการดูแล เบื้องต้น หรือข้อแนะนำในการดูแล เช่น ควรให้กายภาพบำบัด ควรเฝ้าระวังโภชนาการ เพื่อให้ผู้บริหารนำไปปรับใช้กับผู้สูงอายุแต่ละรายได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ข้อมูลจากระบบยังใช้ได้ในระดับนโยบาย โดยกระทรวง พม.นำไปกำหนดยุทธศาสตร์การดูแลผู้สูงอายุในภาพรวมของประเทศ สอดคล้องกับเป้าหมายของ สวทช. ในมิติลดความเหลื่อมล้ำทางสังคม จากการพัฒนาแพลตฟอร์มสนับสนุนการเข้าถึงสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับคนพิการและผู้สูงอายุ (AI-C) ตามกลยุทธ์การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อประเทศไทยที่ยั่งยืน (S&T Implementation for Sustainable Thailand)”

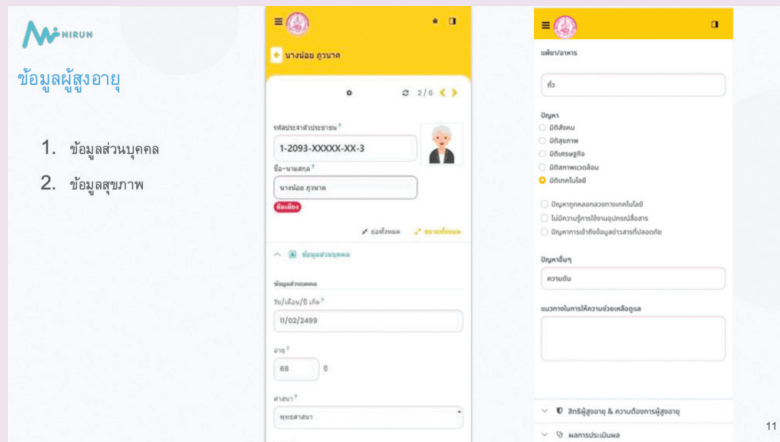
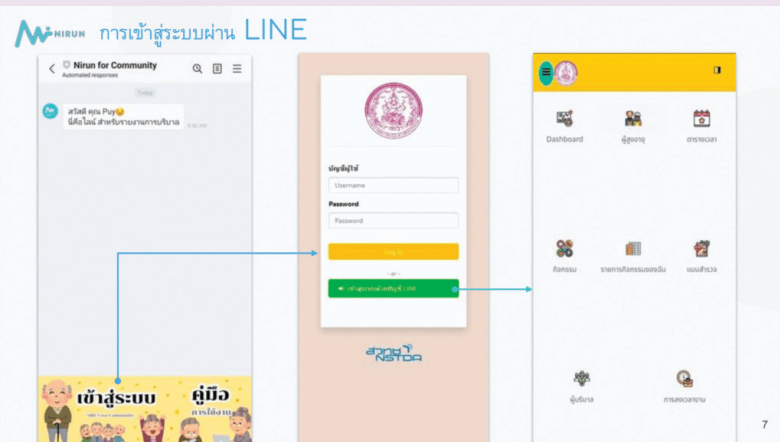


ดร.ณัฐนันท์ ทัดพิทักษ์กุล

## เทคโนโลยีคู่ความห่วงใย หัวใจแห่งการดูแล

ปัจจุบันกรมกิจการผู้สูงอายุนำระบบนิรันดร์ไปให้ผู้บริหารใช้บันทึกข้อมูลการดูแลผู้สูงอายุในหลายพื้นที่ เช่น ที่ศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตและส่งเสริมอาชีพผู้สูงอายุ (ศพอส.) องค์การบริหารส่วนตำบลนิคมกระเสียว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

**นายธาวินทร์ ลีลาคุณารักษ์** ผู้บริหารคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุ องค์การบริหารส่วนตำบลนิคมกระเสียว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี กล่าวว่า “ระบบนิรันดร์ช่วยให้ผู้บริหารทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ทั้งในการบันทึกข้อมูลรายวัน ติดตามการดูแลผู้สูงอายุแบบเรียลไทม์ และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างครอบคลุมในทุกมิติ ระบบยังช่วยให้ค้นหาข้อมูลผู้สูงอายุได้สะดวกและรวดเร็วด้วยโทรศัพท์มือถือ แทนการค้นหาจากเอกสารกระดาษแบบเดิม และระบุพิกัดที่อยู่ของผู้สูงอายุได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดเวลาในการลงพื้นที่ และที่สำคัญ ข้อมูลที่บันทึกไว้สามารถนำไปวิเคราะห์วางแผนการดูแลรายบุคคลและรายพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการเข้าถึงสิทธิสวัสดิการ ช่วยให้ผู้บริหารประสานกับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้ผู้สูงอายุได้รับสิทธิประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว”







นายธาวินทร์ สิลาคูณารักษ์

การประสานระหว่างผู้ริบาลที่ดูแลด้วยใจกับนิรันดร์ที่เป็นเทคโนโลยี ช่วยดูแลผู้สูงวัยช่วยยกระดับทั้งการดูแลและคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในประเทศไทยให้ดีขึ้น พร้อมสร้างฐานข้อมูลเชิงนโยบายที่แม่นยำ สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้สูงอายุรู้สึกอุ่นใจเหมือนมีครอบครัวอยู่ใกล้ แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผนและพัฒนาสังคมไทยให้พร้อมรับประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นอย่างยั่งยืน

รายละเอียดเพิ่มเติมติดต่อที่ กลุ่มนวัตกรรมแพลตฟอร์ม ดิจิทัลสุขภาพการแพทย์ สวทช. โทรศัพท์ 0 2564 6900 ต่อ 2363 อีเมล [porntipa.cho@nstda.or.th](mailto:porntipa.cho@nstda.or.th) 📞



นายหลงมา ทีปะลา



อายุ 85 ปี

ชาวตำบลนิคมกระเสียว  
อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

“ปัจจุบันอาศัยอยู่เพียงลำพัง แม้อายุจะกลับมาหาบ้าง แต่ก็รู้สึกอุ่นใจที่มีผู้บริหารคุ้มครองสิทธิผู้สูงอายุ เข้ามาดูแลเสมือนญาติคนหนึ่ง เวลาแวะมาเยี่ยมก็มักเอาของมาฝาก กวาดบ้าน ถูบ้าน รดน้ำ และช่วยตรวจวัดความดันให้ตลอด เวลาไม่สบายก็คอยถามอาสาพาไปโรงพยาบาล และขึ้นชมภาครัฐที่มีโครงการดี ๆ แบบนี้ โดยส่งคนเข้ามาคอยช่วยเหลือ ดูแลผู้สูงอายุ ในวันที่สภาพร่างกายผู้สูงอายุไม่เอื้ออำนวย และยังช่วยเหลือดูแลเป็นธุระเรื่องอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี”





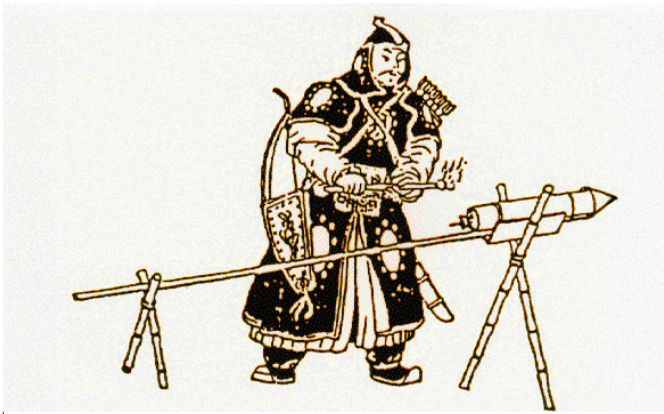
# ions: *propelling us into the future* (part 1)

น้องเจ็ทเป็นเด็กมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สนใจเรื่องการสื่อสารวิทยาศาสตร์  
ผ่านการเขียนบทความ (ดูประวัติเพิ่มเติมท้ายบทความ)  
และนี่คือบทความเกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนจรวดด้วยไอออนที่น่าสนใจ  
เนื่องจากเพื่อให้ความยาวเหมาะสมกับนิตยสารสาระวิทย์  
จึงขอแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอนย่อย โดยในตอนแรกจะกล่าวเน้นถึง  
“หลักการทำงานพื้นฐาน” ของระบบขับเคลื่อนจรวดแบบมาตรฐาน  
ที่ใช้การเผาไหม้เชื้อเพลิงเคมีสร้างแรงขับเคลื่อนและการใช้ไอออนสร้างแรงขับเคลื่อน  
และในตอนที่สองจะกล่าวเจาะลึกลงไปถึงรายละเอียดเชิงวิศวกรรม  
ของระบบขับเคลื่อนจรวดด้วยไอออน

...







*An early Chinese gunpowder rocket.*

*Source: NASA, Public Domain via Wikimedia Commons*

**F**rom the Chinese gunpowder rockets of the 10<sup>th</sup> century, to the Saturn V rocket, to SpaceX's current Raptor engine, rockets have typically been powered chemically, i.e. sticking a bunch of stuff in a tube and blowing it up. This has been the best method for most rockets throughout most of history, because we need to get a lot of stuff from the ground into the sky or space.

As stuff is heavy, and gravity is a thing, we need an equally strong force to fight against it, hence the relatively simple, and high thrust chemical rockets. However, once you get into space, more specifically orbit, our inertia can fight gravity for us, giving us the freedom to use propulsion systems with less thrust, but more efficiency, greatly reducing cost.

But how do we define efficiency?

When it comes to rocket propulsion, specific impulse is usually used. Specific impulse is defined as total impulse divided by the mass of fuel expended  $\left(\frac{\int F dt}{m}\right)^1$ , i.e. how much use you can get per kilogram of fuel, taking units of meters per second. Curiously, this has the same units as velocity, and as all the values are from the engine's exhaust, we can guess that specific impulse is actually the engine's exhaust velocity, and this guess would be right.

Therefore, we can increase our specific impulse by increasing our exhaust velocity.

<sup>1</sup> The top part can also be written as change in momentum, and the whole equation can be rewritten many different ways.

However, specific impulse is usually measured in seconds for simplicity, which we get by replacing mass on the bottom with weight, and then dividing by standard gravity at sea level. This leads to a very nice intuition that an engine with 1 second of specific impulse burning 1 kilogram of fuel will produce 1 kilogram of force (i.e. levitate) for 1 second (assuming this engine has no mass).

Now we know what specific impulse is, we can discover why it is so important. Rockets are all about bringing stuff into space. The more mass this stuff has, the more fuel you need. Unfortunately for us, fuel also has mass, which needs to be propelled by more fuel, which has more mass, etc. Also if we need to move our stuff while we're in space, we will need more fuel to move it, meaning even more fuel to get that into orbit.

This recursive cycle of fuel needing to be supported by more fuel leads to rockets having their mass taken up by fuel.



*The Saturn V rocket.*

For example, the Saturn V's first stage's mass was over 94% fuel<sup>2</sup>, not even accounting for all the tanks needed to store it, which also increase in mass as the mass of fuel increases.

To examine this more mathematically, we use the Tsiolkovsky rocket equation  $(\Delta V = I_{sp} g_0 \ln(\frac{m_0}{m_f}))$ <sup>3</sup> which governs the change in velocity that can be gained by a rocket with a certain specific impulse burning a certain amount of fuel under ideal conditions (no air resistance, no gravity, cows are spheres, etc.). From this equation, we can see that change in velocity scales linearly with specific impulse, but somewhat logarithmically with change in mass, and by plotting some values, the full extent of this can be known.

To reach low earth orbit from the ground (~9 km/s needed), it would take the Saturn V about double the fuel that it would take the SpaceX raptor engine, even with such a seemingly marginal difference in specific impulse (263 s vs 327 s), and this gap would only grow as the required change in velocity also grows.

Now we know why we need it, we can now turn to achieving a higher specific impulse. As we know, a faster exhaust velocity results in higher specific impulse. So now we need to know how we can accelerate the ions to a high speed. If we first ionize the propellant atoms by knocking electrons off of it, and then place something with negative voltage in a direction, there is a difference in potential between the highly positive potential of the ions and the negative potential of this object, the ions will move, as charged particles move when there is a difference in electric potential (a voltage).

<sup>2</sup> [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/afj/ap10fj/pdf/19700015780\\_as-505-a10-saturn-v-technical-info-summary.pdf](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/afj/ap10fj/pdf/19700015780_as-505-a10-saturn-v-technical-info-summary.pdf) p.35

<sup>3</sup> Change in velocity = specific impulse (in seconds) \* standard gravity at sea level \* the natural log of (mass before burn / mass after burn)



*The Raptor Engine:  
A testament to the power of chemical propulsion.  
Source: SpaceX, Public Domain via Wikimedia Commons*

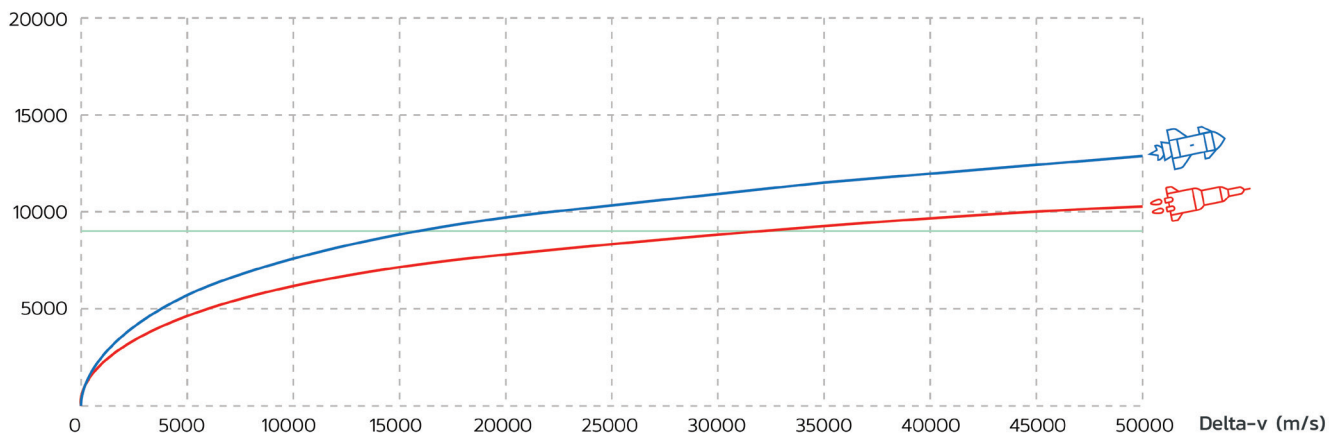
The more negative the potential of the attractor, the faster the ions will be accelerated. This is the principle which makes electric propulsion work, and it can be scaled up to be many times more efficient than a chemical rocket.

However, electric propulsion systems also have their own constraints. Firstly, they have an extremely low thrust when compared to their chemical counterparts, in the range of tens of millinewtons for even the largest thrusters, comparable to a sheet of A4 paper at rest in the palm of your hand. They also require large amounts of electrical power, and this requirement grows the more efficient the thruster is. As specific impulse is proportional to exhaust velocity, and kinetic energy is proportional to the square of velocity, the minimum amount of electrical energy required to run the engine scales quadratically with specific impulse. Therefore if we need to double the specific impulse of our engine, we would need to just about quadruple the amount of electrical power if we wanted the thrust to remain the same.

While the sun can provide a limitless supply of electrical energy to our satellite, the maximum solar power able to be extracted in low earth orbit per square meter (or solar flux) is only about 1.4 kilowatts. The best solar panels can only currently operate at around 30-40% efficiency, further limiting our power to around 560 watts per square meter of



Mass of fuel required



Specific impulse vs mass of fuel required to enter LEO, Plotted in Desmos. Blue is SpaceX Raptor first stage (327 s), Red is NASA Saturn V first stage (263 s). Both Isp values are for sea level. Graphs use a dry mass of 1000 kg, so they fit within a reasonable aspect ratio, although this doesn't impact the ratio between them. If you want to try this out for yourself, remember to multiply by gravity. Y axis: Mass of fuel required, X axis:

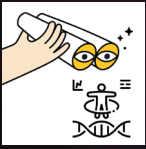
solar panel area. Due to this, the mass of the solar panels required to operate such a thruster may very well outweigh the fuel saved by the thruster itself. Furthermore, the added weight and added complexity of a high specific impulse thruster may also cancel out any fuel savings.

With this information, we can finally examine the two most popular electric thruster designs: the Gridded ion thruster, and the Hall effect thruster. [To be continued] 🚀



## เกี่ยวกับผู้เขียน

**Jetrin (Jet) Chusacultanachai** is a sophomore (มัธยมศึกษาปีที่ 4) at the Hotchkiss school in Lakeville, Connecticut. Jet has had a love for Engineering at a young age. In middle school, Jet competed and received awards at multiple international robotics competitions, and is now part of Hotchkiss's FTC team. Jet has also founded a rocketry team to compete in the American Rocketry Challenge, and other related competitions. Additionally, he is currently researching the feasibility of a CubeSat which can transfer from LEO to GEO using such thrusters. Jet takes joy from sharing his love for Engineering with others. He teaches kids basic Python, and helped run a rocketry workshop for children with the robotics team last year. He aims to expand his knowledge sharing on science/space to inspire a larger audience by writing this article and more. After High school, Jet plans to pursue Aerospace Engineering as a career.



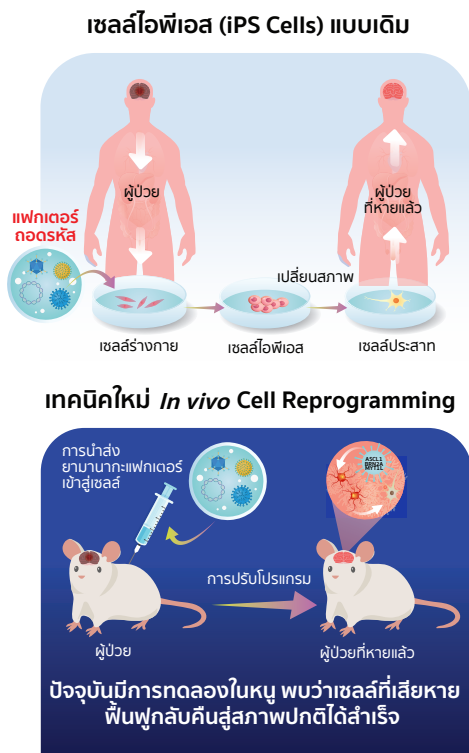
# การปรับโปรแกรมเซลล์ใหม่ ในสิ่งมีชีวิต (*in vivo* Cell Reprogramming)

จะเป็นอย่างไรหากเราสามารถเปลี่ยนเซลล์ชนิดหนึ่ง  
ให้เป็นเซลล์อีกชนิดหนึ่งได้โดยตรงในร่างกาย  
ไม่ต้องนำเซลล์ออกมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ  
และไม่ต้องปลูกถ่ายอวัยวะ  
และนี่คือเทคโนโลยี ***in vivo* Cell Reprogramming**  
หรือ การปรับโปรแกรมเซลล์ใหม่ในสิ่งมีชีวิต  
เทคโนโลยีที่อาจจะมาพลิกโฉมวงการสุขภาพ  
การรักษาโรคเรื้อรังรวมถึงการชะลอวัย



**ย**้อนไปปี พ.ศ. 2549 ดร.ชินยะ ยามานากะ (Shinya Yamanaka) ประสบความสำเร็จในการคิดค้นเทคโนโลยีพัฒนาเซลล์ต้นกำเนิด (stem cell) จากเซลล์ร่างกาย หรือที่เรียกว่า เซลล์ไอพีเอส (induced pluripotent stem cells: iPS Cells หรือ iPSCs) เป็นการนำเซลล์ร่างกายที่โตเต็มที่แล้วมาเลี้ยงในจานเพาะเลี้ยง จากนั้นใส่แฟกเตอร์ถอดรหัส (transcription factor) ที่เรียกว่า ยามานากะแฟกเตอร์ (Yamanaka factor) ซึ่งเป็นโปรตีน 4 ตัว เข้าไปในเซลล์เพื่อกระตุ้นให้เซลล์ย้อนกลับไปเป็นเซลล์ต้นกำเนิด ชนิดเหนียวหน้าที่เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ชนิดใดก็ได้ เช่น เซลล์เลือด ทางเดินอาหาร หัวใจ

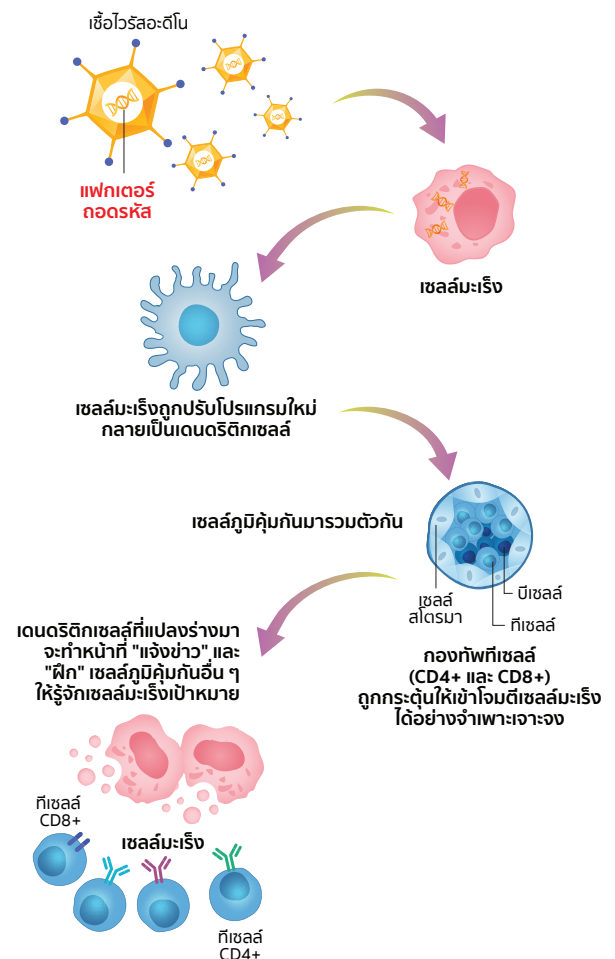
แต่ขณะนี้เกิดเทคนิคใหม่คือ *in vivo* cell reprogramming ที่เป็นการ “ตั้งโปรแกรม” หรือ “รีเซ็ต” การทำงานของเซลล์ที่โตเต็มที่แล้วให้เปลี่ยนหน้าที่ไปเลย หรือย้อนไปสู่สภาวะที่อ่อนเยาว์กว่า โดยใช้การควบคุมปัจจัยการทำงานของยีนซึ่งทำหน้าที่เสมือน สวิตช์เปิด-ปิดการทำงานของยีนในเซลล์ ปัจจุบันมีการทดลอง นำส่งยามานากะแฟกเตอร์เข้าไปในเซลล์อวัยวะที่มีรอยโรคของหนู พบว่าเซลล์ที่เสียหายฟื้นฟูกลับคืนสู่สภาพปกติได้สำเร็จ



จุดเด่นของเทคโนโลยี คือ ฟื้นฟูอวัยวะได้โดยตรง ลดความเสี่ยงการต่อต้านจากภูมิคุ้มกัน และก้าวข้ามขีดจำกัดด้านจริยธรรม เพราะไม่ต้องใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนมนุษย์ ที่สำคัญใช้รักษาโรคที่เกิดจากความเสื่อมของเซลล์ได้หลากหลาย ตัวอย่างเช่น

โรคพาร์กินสัน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวานชนิดที่ 1 โรคจอประสาทตาเสื่อม รวมถึงการบาดเจ็บของไขสันหลัง และการชะลอวัย

ปัจจุบันมีโครงการวิจัย เช่น การเปลี่ยนเซลล์มะเร็งเป็นเซลล์ภูมิคุ้มกัน โดยใช้อะดีโนไวรัสที่ถูกดัดแปลงพันธุกรรมและใช้เป็นพาหะ (vector) ในการนำส่งยีนเข้าไปในเซลล์มะเร็ง เพื่อเปลี่ยนให้เซลล์มะเร็งกลายเป็นเซลล์ภูมิคุ้มกันที่ชื่อว่า เดนดริติกเซลล์ (dendritic cell) ซึ่งเซลล์ชนิดนี้ทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้กลับมาสู้กับมะเร็งอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นแนวคิด “การเปลี่ยนศัตรูให้เป็นพันธมิตร” ที่สร้างความตื่นตัวให้กับวงการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นความหวังในการพัฒนาวิธีการรักษาโรคต่าง ๆ โดยมีโครงการวิจัยทางคลินิกที่มุ่งเป้าไปที่โรคจอประสาทตาเสื่อม, โรคเบาหวานชนิดที่ 1 และการฟื้นฟูหลอดเลือดสำหรับผู้ป่วยโรคหัวใจ



ภายใน 5 ปีข้างหน้าคาดว่าจะได้เห็นผลลัพธ์การทดลองในมนุษย์ระยะแรก และมีการลงทุนในบริษัทเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด 🌱



## ‘เห็ดแครงสายพันธุ์ใหม่’ จากเห็ดพื้นบ้านสู่แพลตฟอร์มเบสท์สัญชาติไทย



ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมกับศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรุณภูมิ พัฒนา “เห็ดแครงสายพันธุ์การค้า” ที่โดดเด่นทั้งเรื่องรสชาติ กลิ่น สี และขนาดของดอกเห็ด พร้อมต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์อาหารแพลตฟอร์มเบสท์ (plant-based food) โปรตีนทางเลือกจากวัตถุดิบไทย

ทีมวิจัยเริ่มพัฒนาสายพันธุ์เห็ดแครงจากการเก็บรวบรวมพันธุ์เห็ดจากป่าชุมชนและสวนเกษตรทั่วประเทศไทย จนได้เห็ดแครงที่มีความแตกต่างกันถึง 121 สายพันธุ์ จากนั้นจึงนำมาคัดสรรหาสายพันธุ์ที่มีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร คือ ดอกโต ขนาดดอกสม่ำเสมอ สีขาวนวล เนื้อสัมผัสดี ไม่เหนียว รสชาติกลมกล่อม ดอกสดไม่ติดรสขม กลิ่นไม่แรง โดยทีมวิจัยได้ร่วมกับสวนเห็ดบ้านอรุณภูมินำเห็ดแครงสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นไปเพาะในห้องเพาะเลี้ยงเพื่อทดสอบ ผลปรากฏว่าเห็ดแครงสายพันธุ์ที่พัฒนาให้ผลผลิตภายใน 21 วัน และเก็บเกี่ยวได้มากถึง 3 รอบ แตกต่างจากเห็ดแครงสายพันธุ์ทั่วไปที่ต้องใช้เวลา 35-45 วัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียง 2 รอบเท่านั้น นอกจากนี้จะได้คุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการของภาคธุรกิจทั้งหมดแล้ว ยังมีอีกจุดเด่นที่สำคัญคือทนทานต่อโรคสูง ทำให้การทดสอบเพาะแบบอินทรีย์ได้ผลผลิต 100 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันไบโอเทค สวทช. กำลังเตรียมขึ้นทะเบียนเห็ดแครงสายพันธุ์ที่พัฒนากับกรมวิชาการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรจากทั่วประเทศได้นำไปเพาะพันธุ์เพื่อสร้างรายได้ต่อไป โดยผู้ประกอบการที่สนใจเพาะเห็ดชนิดนี้ติดต่อสอบถามเพื่อเรียนรู้กระบวนการเพาะพันธุ์และลิ้มลองรสชาติอาหารจากเห็ดแครงได้ที่ศูนย์รวมเห็ดบ้านอรุณภูมิ จังหวัดนครปฐม เบอร์โทรศัพท์ 08 1318 3004 📞

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : สวทช.

[https://www.nstda.or.th/home/news\\_post/sci-update-hed\\_khraeng-plant-based-food/](https://www.nstda.or.th/home/news_post/sci-update-hed_khraeng-plant-based-food/)





## วว.พัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารลดระดับน้ำตาลในเลือดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่



ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ประสบความสำเร็จในการพัฒนา “ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดจากสารสกัดผลดิบมะม่วงหาวมะนาวโห่” ในรูปแบบเครื่องดื่มที่รับประทานง่าย และยังช่วยส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรภายในประเทศได้เป็นอย่างดี

ผลการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูทดลองสายพันธุ์เบาหวานชนิดที่ 2 โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ในการเพิ่มระดับซี-เพปไทด์ (C-peptide) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแสดงถึงความสามารถในการช่วยฟื้นฟูการทำงานของตับอ่อน และการประเมินความปลอดภัยพบว่าไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งในระดับเซลล์และสัตว์ทดลอง ทั้งนี้ ผู้สนใจรับถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตสู่เชิงพาณิชย์สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ call center โทร. 0 2577 9048 หรือที่ระบบบริการลูกค้า “วว. JUMP” 🌿

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : วว.

<https://www.tistr.or.th/PressCenter/research/19407/>



**ผลิตภัณฑ์**  
**KS.Drink**

**เสริมอาหารเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดจากสารสกัดผลดิบมะม่วงหาวมะนาวโห่**

**จุดเด่น**

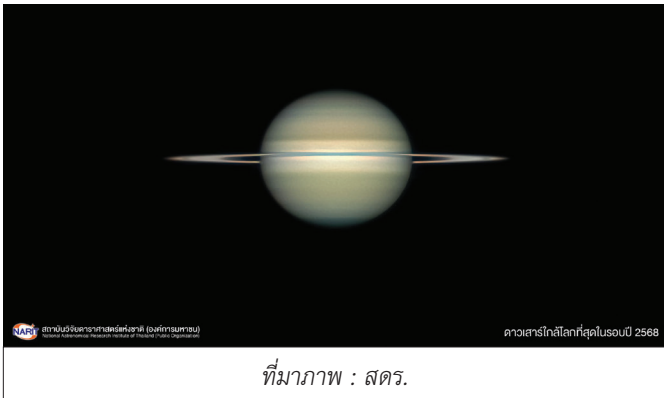
- ✓ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคเบาหวานชนิดที่ 2
- ✓ มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับทั้งองค์ประกอบทางเคมี ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย
- ✓ ผ่านการประเมินความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งในระดับเซลล์และสัตว์ทดลอง
- ✓ ผลิตภัณฑ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบเครื่องดื่ม short drink รับประทานง่าย ช่วยส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรภายในประเทศได้เป็นอย่างดี

สนใจติดต่อ  
 ☎ Call center : 0 2577 9000    ✉ E-mail : tistr@tistr.or.th    📞 Line ID : tistr2217    📠 โทร 084 388 4227

ที่มาภาพ : วว.



## สวยงาม ! สดร.เผยภาพ “ดาวเสาร์ใกล้โลกที่สุดในรอบปี” พร้อมวงแหวนบางเฉียบ



ที่มาภาพ : สดร.

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สดร. หรือ NARIT) เผยภาพ “ดาวเสาร์ใกล้โลกที่สุดในรอบปี” เมื่อคืนวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2568 บันทึกโดยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา เผยให้เห็นวงแหวนดาวเสาร์บางเฉียบ โดยในคืนดังกล่าวดาวเสาร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามดวงอาทิตย์ (Saturn opposition) คือ ดวงอาทิตย์ โลก และดาวเสาร์ เรียงตัวอยู่ในแนวเส้นตรง ส่งผลให้ดาวเสาร์อยู่ใกล้โลกที่สุดในรอบปี ห่างประมาณ 1,279 ล้านกิโลเมตร (ปกติดาวเสาร์มีระยะห่างจากโลกเฉลี่ยประมาณ 1,434 ล้านกิโลเมตร) ในช่วงเดือนนี้ ดาวเสาร์จะปรากฏสว่างเด่นทางทิศตะวันออกหลังดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้ามองเห็นด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน สังเกตการณ์ได้ตลอดคืนจนถึงรุ่งเช้า นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นดวงจันทร์ไททัน ดวงจันทร์บริวารที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของดาวเสาร์อีกด้วย และหลังจากนี้ดาวเสาร์จะยังคงปรากฏบนท้องฟ้าไปจนถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569 สำหรับปรากฏการณ์ดาวเสาร์ใกล้โลกที่สุดในรอบปีครั้งถัดไปตรงกับวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2569 🌌

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : สดร.

<https://www.narit.or.th/th/AstronomyNews-20250921-SaturnOpposition>

## นักวิจัยไขข้อสงสัย เหตุใดแมวบางตัวจึงร้องเหมียวเสียงดัง แต่บางตัวเจี๊ยบขมิ้น

แมวบางตัวไม่ค่อยส่งเสียง ขณะที่บางตัวก็ส่งเสียงร้องเหมียวเสียงดังเพื่อเรียกความสนใจ สิ่งที่ทำให้พวกมันต่างกันในเรื่องนี้อาจฝังลึกอยู่ในยีนของพวกมัน

ยูเมะ โอคาโมโตะ นักวิจัยสัตว์ป่าและคณะ จากมหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการส่งเสียงร้องของแมว โดยจัดทำแบบสอบถามเจ้าของแมวทั่วญี่ปุ่นซึ่งประกอบด้วยคำถามที่ครอบคลุมเกี่ยวกับพฤติกรรมแมว ทั้งการส่งเสียงครางเบา ๆ และส่งเสียงร้องเรียกไปยังมนุษย์ พร้อมทั้งขอเก็บตัวอย่างเซลล์จากกระพุ้งแก้มของแมวเพื่อใช้สำหรับการตรวจดีเอ็นเอ โดยมุ่งเป้าศึกษาที่ยีนตัวรับแอนโดรเจน (androgen receptor: AR) ในแมวซึ่งอยู่บนโครโมโซมเอกซ์ ยีนดังกล่าวช่วยควบคุมการตอบสนองของร่างกายต่อฮอร์โมน เช่น เทสโทสเตอโรน และประกอบด้วยส่วนที่มีลำดับของดีเอ็นเอซ้ำกัน โดยยีน AR ถือเป็นส่วนสำคัญทางชีววิทยาของสัตว์มีกระดูกสันหลัง พบว่าในบรรดาแมวที่ถูกทำหมัน 280 ตัว แมวที่มีลำดับซ้ำกันในยีน AR ล้วน ๆ มักจะส่งเสียงครางบ่อยกว่า โดยแมวตัวผู้ในกลุ่มนี้จะส่งเสียงร้องเรียกโดยตรง เช่น การร้องเหมียวเพื่อขออาหาร หรือขอให้ปล่อยมันลง ขณะที่แมวตัวเมียในกลุ่มเดียวกันจะก้าวร้าวกับคนแปลกหน้ามากกว่า แต่ในทางกลับกัน แมวที่มียีนชนิดนี้ในลักษณะที่ยาวกว่าและไวต่อแอนโดรเจนน้อยกว่ามักจะมีอุปนิสัยเจี๊ยบกว่า ลักษณะแบบนี้มักจะพบได้ในแมวสายพันธุ์แท้ที่มีทะเบียนสายพันธุ์รับรอง ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะเพาะพันธุ์ให้มีความเชื่อใจ 🐾



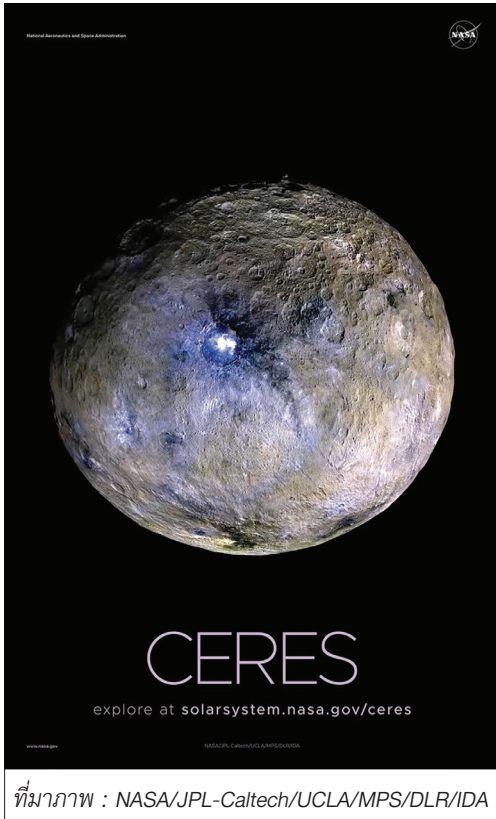
ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : บีบีซีนิวส์

<https://www.bbc.com/thai/articles/c23g0jmxvzv0>





## การศึกษาใหม่ชี้ “ดาวเคราะห์แคระซีรีส” อาจเคยมีสภาพเอื้อต่อสิ่งมีชีวิต



ที่มาภาพ : NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

ดาวเคราะห์แคระ “ซีรีส” (Ceres) เป็นวัตถุขนาดใหญ่ที่สุดในแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี เคยถูกมองว่าเป็นเพียงซากน้ำแข็งที่หลงเหลือจากยุคกำเนิดระบบสุริยะ ทั้งเจียบสงบ ไม่มีอากาศ และปราศจากสิ่งมีชีวิต แต่การวิจัยล่าสุดชี้ว่า เมื่อหลายพันล้านปีก่อนซีรีสมองมีองค์ประกอบที่เหมาะสมในการหล่อเลี้ยงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอย่างจุลินทรีย์

ทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยแอริโซนาสเตต (Arizona State University) ศึกษาข้อมูลดาวเคราะห์แคระซีรีสที่รวบรวมได้จากยานอวกาศดอว์น (Dawn) ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือ นาซา (NASA) ซึ่งเผยให้เห็นร่องรอยในอดีตของซีรีสที่ซับซ้อนและมีพลวัตมากกว่าที่คิด รอยสว่างสะท้อนแสงบนพื้นผิวของดาวซีรีสที่พบคือคราบเกลือที่เกิดจากน้ำเค็มที่เคยซึมขึ้นมา ส่วนโมเลกุลอินทรีย์ที่พบในดินของดาวซีรีสบ่งชี้ว่าองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตก็ปรากฏอยู่เช่นกัน อย่างไรก็ตามตลอดเวลาที่ผ่านมายังคงมีองค์ประกอบหนึ่งที่ขาดหายไป นั่นคือแหล่งพลังงานเพื่อดำรงชีวิต แต่การศึกษาครั้งใหม่นี้ช่วยเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยนักวิจัยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์จำลองสภาพภายในของซีรีสตลอดช่วงเวลาหลายพันล้านปี และพบว่าราว 2.5 ถึง 4 พันล้านปีก่อน การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีในแกนหินของดาวเคราะห์แคระอาจก่อให้เกิดความร้อนมากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดการไหลเวียนของน้ำร้อนใต้พิภพซึ่งอาจทำปฏิกิริยากับหินร้อน ทำให้เกิดการปล่อยแก๊สและแร่ธาตุเข้าสู่ในมหาสมุทร

จนเกิดเป็นอาหารทางเคมีสำหรับจุลินทรีย์ ลักษณะคล้ายกับปล่องน้ำพุร้อนใต้ทะเลลึกของโลกที่ไม่มีแสงแดดแต่เต็มไปด้วยสิ่งมีชีวิต

นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่า บนโลกของเรา เมื่อน้ำร้อนจากใต้พื้นดินสัมผัสกับน้ำในมหาสมุทร ผลลัพธ์ที่ได้คือ ‘บัพเพต์พลังงานเคมี’ สำหรับจุลชีพ ดังนั้นจึงมีนัยสำคัญอย่างยิ่งหากเราพิสูจน์ได้ว่าในอดีตมหาสมุทรบนดาวซีรีสเคยมีน้ำร้อนใต้พิภพไหลบ่าเข้ามาหรือไม่

ผลการศึกษานี้ได้เปิดมุมมองใหม่ให้นักวิทยาศาสตร์ในการประเมินความเป็นไปได้ในการอยู่อาศัยของวัตถุน้ำแข็งขนาดเล็กที่มีลักษณะคล้ายกันในระบบสุริยะอีกครั้ง อย่างไรก็ตามหากซีรีสเคยมีสภาพเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตจริง ช่วงเวลานั้นก็อาจจบลงไปแล้วตั้งแต่หลายพันล้านปีก่อน โดยในปัจจุบันพื้นผิวของดาวซีรีสนั้นเย็นจัด และน้ำใต้ดินส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำแข็งหนา เหลือเพียงน้ำเกลือเล็กน้อยที่ถูกกักเก็บอยู่ด้านล่างเท่านั้น 🌍

### ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม :

[https://www.space.com/astronomy/dwarf-planets/dwarf-planet-ceres-may-have-once-been-suitable-for-life-new-study-suggests?fbclid=IwY2xjawNMkXdleHRuA2FibQlxMABicm-lkETE3Yn11UzldzkJoVm5EZWPpNAR6BkSG0-A0O-IAUo14C\\_uaTckPp8vG1EJVzOLHjAhBY31N8-Ql6d9sDploZg\\_aem\\_S0lOa\\_VIXMUN-IRb0bXSpq](https://www.space.com/astronomy/dwarf-planets/dwarf-planet-ceres-may-have-once-been-suitable-for-life-new-study-suggests?fbclid=IwY2xjawNMkXdleHRuA2FibQlxMABicm-lkETE3Yn11UzldzkJoVm5EZWPpNAR6BkSG0-A0O-IAUo14C_uaTckPp8vG1EJVzOLHjAhBY31N8-Ql6d9sDploZg_aem_S0lOa_VIXMUN-IRb0bXSpq)

# ทะลุ "Earth 2.0" พญกัยวิทยาศาสตร์สุดมันส์ สร้างโลกใหม่ไปกับ NASA !

เคยจินตนาการไหม... ถ้าโลกเราไม่พอสำหรับมนุษย์แล้วเราจะไปอยู่ที่ไหน ?  
แล้วเราจะสร้างบ้านหลังใหม่บนดาวดวงอื่นได้หรือไม่?

คำตอบทั้งหมดนี้รอให้น้อง ๆ มาค้นหาได้ใน  
**กิจกรรม Earth 2.0**  
**25-26 ตุลาคม 2568**

**ค่ายวิทยาศาสตร์ 2 วันเต็ม ณ บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร**

ที่จะพาเด็ก ๆ ก้าวข้ามห้องเรียนธรรมดาไปสู่การพญกัยครั้งยิ่งใหญ่กับโจทย์ท้าทายระดับจักรวาล !

**กิจกรรมนี้เต็มไปด้วยการเรียนรู้และความสนุกได้ใช้ทั้งความรู้ จินตนาการ  
และการทำงานเป็นทีม เพื่อสร้างโลกใหม่ขึ้นมาด้วยตัวเอง**

- ได้เป็นนักล่าดาวเคราะห์นอกระบบ รู้จักกับ "เอ็กโซแพลเนต" ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะของเรา
- ลองค้นหาดาว Earth 2.0 ของตัวเองผ่านการทดลอง Transit Method แบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จริง
- ได้สวมบทเป็นวิศวกรอวกาศตัวน้อย ออกแบบและสร้างยานอวกาศจิ๋ว ทดลองปล่อยและทดสอบเสมือนจริง
- ได้ลงมือเขียนโค้ดควบคุมหุ่นยนต์จำลองภารกิจบนดาวเคราะห์ต่างดาว
- ฝึกคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาเหมือนวิศวกร NASA ตัวจริง
- ทดลองเกมฟาร์มยั่งยืนในโลกอนาคตปี 2050 วางแผนจัดการทรัพยากร อาหาร และพลังงาน เพื่อให้มนุษย์

อยู่รอดได้อย่างยั่งยืน

**ไฮไลต์**



พบกับคุณ **Andrew Sapuppo**

วิศวกรระบบขับเคลื่อนของ NASA

ผู้มีประสบการณ์ทำงานกับจรวด Space Launch System (SLS)

และโครงการ Falcon 9 ของ SpaceX

เขาเป็นคนรุ่นใหม่ที่เชื่อว่า **"วิทยาศาสตร์และอวกาศควรเข้าถึงได้สำหรับทุกคน"**  
และพร้อมจะมาแบ่งปันเรื่องราวการทำงานจริงในโครงการอวกาศระดับโลกให้แก่น้อง ๆ

ไม่ใช่แค่ค่ายวิทยาศาสตร์ แต่คือการพญกัยเพื่ออนาคต  
น้อง ๆ จะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ลงมือทำจริง ฝึก teamwork  
และที่สำคัญคือได้เห็นว่าคุณวิทยาศาสตร์พาเราไปได้ไกลแค่ไหน  
เตรียมตัวออกเดินทางสู่โลกใบใหม่ไปด้วยกัน แล้วเจอกันที่ **"Earth 2.0"**







# ต้อหิน (Glaucoma)



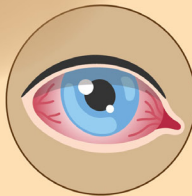
เป็นโรคของดวงตา ที่เกิดจากเส้นประสาทตาที่กระแสปะจากจากลูกตาไปยังสมองเสื่อมลงหรือถูกทำลาย ทำให้ตาบอดถาวรได้

ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้

แต่สามารถป้องกันและควบคุมการสูญเสียของการมองเห็นได้

โดยทั่วไปมักไม่มีอาการ และอาการแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของต้อหิน

## ปัจจัยเสี่ยง



ความดันตาสูง



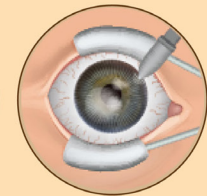
ประวัติคนในครอบครัว



อายุ 40 ปีขึ้นไป



การใช้ยาที่ทำให้เกิด  
ความดันตาสูงบ่อย



ได้รับอุบัติเหตุ  
หรือผ่าตัดตามาก่อน

## ยาหยอดตารักษาโรคต้อหิน

| กลุ่มยา                       | กลไกการออกฤทธิ์                                                         | ตัวอย่างยา                                                                |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Sympathomimetic               | ลดการสร้างของของเหลวในลูกตา<br>เพิ่มการไหลออกของของเหลว                 | Brimonidine                                                               |
| Beta blocking agents          | ลดการสร้างของของเหลวในลูกตา ลดอัตรา<br>การไหลของของเหลวที่เข้าไปในลูกตา | Timolol                                                                   |
| Carbonic anhydrase inhibitors | ออกฤทธิ์ลดการสร้าง<br>ของเหลวในลูกตา                                    | Dorzolamide, Brinzolamide                                                 |
| Parasympathomimetics          | เพิ่มการไหลออก<br>ของของเหลวในลูกตา                                     | Pilocarpine, Carbachol                                                    |
| Prostaglandin analogues       | เพิ่มการไหลออก<br>ของของเหลวในลูกตา                                     | Latanoprost, Bimatoprost, Travoprost,<br>Tafluprost, Latanoprostene bunod |
| อื่น ๆ                        |                                                                         | Netarsudil, Omidenepag,<br>Ripasudil และยาสูตรผสม                         |

**การใช้ยาหยอดตาเป็นการรักษาเบื้องต้นที่ดีที่สุด  
ที่สำคัญ!! จำเป็นต้องใช้ยาหยอดตาอย่างสม่ำเสมอทุกวัน**

**หากมีความผิดปกติเกี่ยวกับดวงตาอย่านิ่งนอนใจ แนะนำให้รีบพบจักษุแพทย์โดยด่วน**



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
Food and Drug Administration

ผลิตข้อมูล ณ วันที่ 08/10/67  
ผลิตโดย กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค



/FDATHAI



# ปัญหานอนไม่หลับ ในผู้สูงอายุ



## การปฏิบัติตัวเพื่อบรรเทาอาการนอนไม่หลับ



- จัดห้องนอนให้เหมาะสมกับการนอน
- กำหนดเวลาเข้านอนและเวลาตื่นนอนที่แน่นอน
- **ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน** หรือแอลกอฮอล์ ในช่วงเย็น
- **ไม่ดื่มน้ำจำนวนมาก** ก่อนนอน
- ไม่จับหลับเวลากลางวัน
- ไม่ออกกำลังกายหักโหมในช่วงเย็น
- ทำกิจกรรมที่ทำให้ง่วงหลับได้ เช่น ฟังเพลงเบาๆ นวดเพื่อผ่อนคลาย

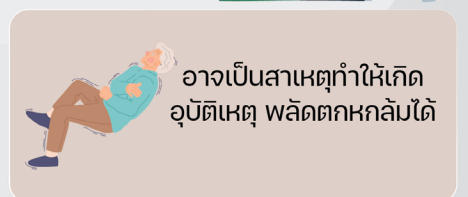
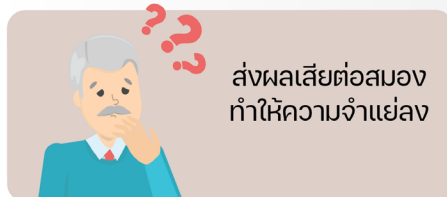


## การใช้ยานอนหลับ

- ควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์เท่านั้น
- ไม่ควรหาซื้อยามารับประทานเอง
- ใช้เพียงชั่วคราวในระยะเวลานั้นๆ เท่านั้น
- งดยาที่มียาแอลกอฮอล์ทุกชนิดขณะใช้ยานอนหลับ
- ไม่ควรปรับเพิ่มหรือลดขนาดยาเอง
- ไม่ควรหยุดยาเองทันที เนื่องจากอาจมีอาการนอนไม่หลับ กระสับกระส่าย และกังวลได้



## ผลเสียที่อาจเกิดขึ้นได้



การใช้ยานอนหลับควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์เท่านั้น  
แนะนำให้ใช้วิธีการปรับพฤติกรรมเพื่อบรรเทาอาการนอนไม่หลับจะดีกว่า



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
Food and Drug Administration

ข้อมูล ณ วันที่ 19/05/68  
ผลิตโดย กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค







รวิศ กัศกร

เคยเป็นกรรมการบริหารและสมาชิกทีมบรรณาธิการวารสารทางช้างเผือก สมาคมดาราศาสตร์ไทย

เคยทำงานเป็นนักเขียนประจำนิตยสาร UpDATE นิตยสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น (มหาชน) จำกัด

ปัจจุบันรับราชการเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# จากเงาของหลุมดำ สู่ปริศนาภาวะเอกฐาน และการสื่อสารข้ามจักรวาล

*Kono-goe kikoetemasu ka. Motto oshiete hoshi*

เธอได้ยินเสียงนี้ไหม ? อยากให้เธอบอกฉันมากกว่านี้

*Iron'na hoshi no koto Iron'na kimi no koto*

เรื่องราวของดวงดาวต่าง ๆ และเรื่องราวของเธอ

*021-5 and F09 Kono-goe todoitemasu ka*

021-5 และ F09 เสียงนี้ไปถึงเธอหรือเปล่า ?

ก่อนหนึ่งจากบทเพลง

“Toki no Meikyuu” (時の迷宮) เขาวงกตแห่งกาลเวลา

ในช่วงปี ค.ศ. 2017-2019

โลกทั้งโลกได้เห็นภาพ “เงา”

ของหลุมดำมวลยวดยิ่งในกาแล็กซี M87\*

จากโครงการกล้องโทรทรรศน์ขอบฟ้าเหตุการณ์

(Event Horizon Telescope: EHT)

ภาพดังกล่าวไม่ได้แสดงถึงตัวหลุมดำโดยตรง

แต่เป็นภาพเงามืดลึกตรงกลางวงแหวน

สุกสว่างของมวลสารร้อนจัดจนอยู่ในสถานะพลาสมา

ที่โคจรรอบหลุมดำด้วยความเร็วสูง

● ● ●



ใจมิตินี้ไม่ใช่ขอบเขตของขอบฟ้าเหตุการณ์ แต่เกิดจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์หลายประการ ทั้งแสงที่ถูกดึงให้เบนทิศจากเลนส์แรงโน้มถ่วงและแสงที่หลุมดำจับไว้รอบขอบฟ้าเหตุการณ์ ทำให้เห็นพื้นที่มืดในภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าขอบฟ้าเหตุการณ์จริงของหลุมดำราวสองเท่า ส่วนวงแหวนสว่างนั้นก็มีความสว่างไม่สม่ำเสมอเนื่องด้วยผลกระทบทางสัมพัทธภาพจากปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ดอปเพลอร์บีมมิง (Doppler beaming) ซึ่งเกิดจากวัสดุรอบหลุมดำที่เคลื่อนตัวด้วยความเร็วสูงใกล้แสง ทำให้พลังงานการแผ่รังสีดูสว่างและพุ่งไปยังทิศที่แหล่งกำเนิดกำลังเคลื่อนที่ สะท้อนให้เห็นอิทธิพลอันรุนแรงของแรงโน้มถ่วงสุดขีด การค้นพบนี้ไม่เพียงยืนยันทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์แต่ยังเปิดประตูสู่คำถามที่ยิ่งใหญ่นั่นว่า “ภายในใจกลางของหลุมดำจริง ๆ แล้วมีอะไรอยู่จริงหรือ ?”

ตามกรอบของสัมพัทธภาพทั่วไป (general relativity: GR) การยุบตัวของมวลขนาดใหญ่จะนำไปสู่ภาวะเอกฐาน (singularity) จุดที่ความโค้งของกาลอวกาศกลายเป็นอนันต์ กฎทางฟิสิกส์ที่เรา รู้จักทั้งหมดหยุดทำงาน การมีอยู่ของภาวะเอกฐานจึงไม่เพียงเป็น ปัญหาคณิตศาสตร์ หากแต่ยังเป็นคำถามพื้นฐานของจักรวาลวิทยาอีกด้วย

## หลุมดำและขอบฟ้าเหตุการณ์คืออะไร ?

หลุมดำเกิดขึ้นเมื่อวัตถุมวลมากอย่างดาวฤกษ์ยุบตัวลงจนกระทั่งความเร็วหลบหนี (escape velocity) ที่พื้นผิวของมันมีค่ามากกว่าความเร็วแสง  $C$  ไม่มีอะไรหลุดออกมาได้

ในเชิงคณิตศาสตร์ นิยามที่ง่ายที่สุดของหลุมดำคือ คำตอบชวาร์ตซ์ชิลด์ (Schwarzschild solution) ของสมการสนามไอน์สไตน์

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) c^2 dt^2 + \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)^{-1} dr^2 + r^2 d\Omega^2$$

โดยที่  $M$  คือ มวลของหลุมดำ (kg) ,  $G$  คือ ค่าคงที่ของความโน้มถ่วง ( $6.674 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$ ),  $r$  คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางของหลุมดำจนถึงจุดที่เราต้องการวัดความโค้ง (m),  $c$  คือ ความเร็วแสง ( $2.998 \times 10^8 \frac{m}{sec}$ )

และค่า  $d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2$  เป็นระยะทางเชิงอนุพันธ์ (line element) เรียกว่าค่า “เมตริกบนทรงกลมสองมิติ” (metric on the two-sphere) หมายถึง เมตริกหรือฟังก์ชันสำหรับวัดระยะทางในผิวทรงกลมสองมิติ (สองสเฟียร์) ซึ่งก็คือผิวทรงกลมขนาดใหญ่มากที่มีมิติเป็นสองมิติ (เช่น พื้นผิวของลูกบอลกลมขนาดใหญ่เท่าโลกซึ่งมีความเป็นสองมิติฝังตัวอยู่ในอวกาศสามมิติ) แทน

องค์ประกอบเชิงมุมที่ใช้สำหรับบรรยายส่วนองศาทิศทางของพิกัดมุม  $d\theta$  กับ  $d\phi$  ที่เป็นพิกัดทรงกลม (colatitude กับ longitude) รอบตัวหลุมดำเพื่อบอกระยะทางเฉพาะในผิวทรงกลมนี้

ค่าดังกล่าวนี้เป็นส่วนหนึ่งของตัววัดระยะในเมตริกชวาร์ตซ์ชิลด์ (Schwarzschild metric) ที่อธิบายถึงปริภูมิสอง มิติรอบหลุมดำในเชิงมุม ช่วยให้เราวัดระยะทางระหว่างจุดต่าง ๆ บนผิวทรงกลมรอบหลุมดำในพิกัด  $\theta, \phi$  ได้อย่างถูกต้อง

ค่ารัศมีที่สำคัญในที่นี้คือ รัศมีชวาร์ตซ์ชิลด์

$$r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

นี่คือ “ขอบฟ้าเหตุการณ์ (event horizon)” ที่เป็นเส้นแบ่งระหว่างอวกาศภายนอกกับบริเวณข้างในที่ไม่สามารถส่งสัญญาณออกมาได้ แต่ใจกลางของคำตอบนี้อยู่ที่  $r = 0$  ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ความโค้งของกาลอวกาศมีค่าอนันต์ หรือทางคณิตศาสตร์เรียกว่า ค่าสเกลาร์เคิร์ชมันน์

$$K = R_{\mu\nu\alpha\beta} R^{\mu\nu\alpha\beta} = \frac{48G^2 M^2}{c^4 r^6}$$

ค่าสเกลาร์เคิร์ชมันน์คือปริมาณที่ใช้วัดค่าความโค้งของปริภูมิ-เวลา (spacetime curvature) ในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ซึ่งคำนวณจากเทนเซอร์ความโค้งรีมันน์ (Riemann curvature tensor) เมื่อเรานำมันมาคูณกับตัวเองจะได้สเกลาร์ที่แสดงระดับความโค้งรวมของปริภูมิ-เวลาที่เกิดจากมวลและพลังงาน ณ จุดนั้น ๆ ในอวกาศ

$$R_{\mu\nu\alpha\beta} R^{\mu\nu\alpha\beta} \rightarrow \infty \quad (r \rightarrow 0)$$

จุดนี้เองที่เราเรียกว่า ภาวะเอกฐาน เพราะการที่ค่าสเกลาร์เคิร์ชมันน์ ( $K$ ) เข้าใกล้อนันต์แปลว่าปริภูมิ-เวลาโค้งจนไม่สามารถนิยามโครงสร้างทางเรขาคณิตหรือฟิสิกส์ได้อีกต่อไป ไม่ใช่แค่ “แรงโน้มถ่วงสูง” แต่เป็น “จุดที่สมการสัมพัทธภาพทั่วไปให้คำตอบที่ไม่จำกัดค่า (divergent)” กล่าวอีกอย่างคือ กฎทางฟิสิกส์แบบที่เราเรารู้จักนั้นใช้ไม่ได้อีกต่อไป

เงาหลุมดำ (black-hole shadow) เป็นหลักฐานที่สังเกตได้จริงทางดาราศาสตร์ โครงการ EHT ใช้ข้อมูลมหาศาลที่ได้จากเครือข่ายกล้องวิทยุต่าง ๆ ทั่วโลกมารวมกันในคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างเป็นกล้องเสมือนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าโลก ทำให้ได้ภาพเงาหลุมดำขึ้นมา โดยได้ภาพหลุมดำ M87\* ในปี ค.ศ. 2019 และ Sagittarius A\* (Sgr A\*) ที่ใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือกในปี ค.ศ. 2022 สิ่งที่เราเห็นในภาพหลุมดำคือวงแหวนสว่างล้อมรอบบริเวณมืดซึ่งไม่ใช่ตัวภาวะเอกฐานเอง แต่เป็นผลการโค้งของแสงใกล้ขอบฟ้าเหตุการณ์



หลุมดำ M87\* ในปี ค.ศ. 2019

ที่มาภาพ : Event Horizon Telescope Collaboration, NASA

Sagittarius A\* ที่ใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือกในปี ค.ศ. 2022

ที่มาภาพ : Event Horizon Telescope

คลื่นความโน้มถ่วง (gravitational wave) ก็เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์อีกอย่างที่พบในปี ค.ศ. 2015 โดยโครงการไลโก (LIGO) ตรวจพบคลื่นความโน้มถ่วงจากการหลอมรวมตัวของหลุมดำสองดวง ปรากฏการณ์นี้ไม่เพียงยืนยันการมีอยู่ของหลุมดำแต่ยังเผยข้อมูลเกี่ยวกับมวล การหมุน และแม้กระทั่งทดสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปในสภาวะสุดขั้วอีกด้วย ซึ่งคลื่นความโน้มถ่วงในช่วงริงดาวน์ (ringdown) หลังการชนกันนี้ยังเป็นร่องรอยที่บอกเราว่าขอบฟ้าเหตุการณ์มีอยู่จริงอีกด้วย

อ่านถึงตรงนี้บางคนอาจสงสัยว่า ringdown คืออะไร คำนี้หมายถึงช่วงสุดท้ายในเหตุการณ์การชนกันของหลุมดำสองอัน หลังจากที่ถูกรวมเป็นหลุมดำอันเดียวแล้ว หลุมดำใหม่ที่เพิ่งก่อตัวนี้ยังไม่เสถียรและจะสั่นสะท้อนอยู่ชั่วขณะก่อนจะนิ่งลง กลายเป็นหลุมดำเคอร์ (Kerr black hole) ที่หมุนได้และเสถียรตามทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

ที่จริงการมีอยู่จริงของภาวะเอกฐานนี้เป็นปัญหาที่ท้าทายนักวิทยาศาสตร์มานาน ทฤษฎีบทของเพนโรส (Penrose) และฮอว์คิง (Hawking) ในช่วงทศวรรษ 1960s แสดงให้เห็นว่าภายใต้เงื่อนไขทั่วไป การยุบตัวของมวลจะนำไปสู่ภาวะเอกฐาน ในจุดนี้ปริภูมิ-เวลาไม่สามารถขยายต่อได้ สมการของสัมพัทธภาพทั่วไปไม่สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป นั่นหมายถึง “กฎทางฟิสิกส์ล้มเหลว” นำไปสู่ปัญหาทั้งในแง่ของปรัชญาและวิทยาศาสตร์ เพราะหากภาวะเอกฐานมีจริง แสดงว่าฟิสิกส์ในปัจจุบันไม่สมบูรณ์ และหากภาวะเอกฐานไม่มีจริง แสดงว่าต้องมีทฤษฎีใหม่ที่แก้ไขเรื่องนี้ได้ โดยปัจจุบันก็มีการเสนอแนวคิดใหม่ ๆ มาอธิบายธรรมชาติของหลุมดำดังนี้

1. ความโน้มถ่วงเชิงควอนตัมแบบลูป (loop quantum gravity: LQG) แนวคิดนี้เสนอว่า กาลอวกาศไม่ต่อเนื่องแต่ประกอบด้วยควอนตัมเล็ก ๆ ส่งผลให้เมื่อความโค้งสูงมาก ค่าจะไม่เป็นอนันต์ แต่เกิดการต่งเชิงควอนตัม (quantum bounce)

2. ทฤษฎีสตริง (string theory) และฟัซบอล (fuzzball) ทฤษฎีสตริงมองว่าหลุมดำไม่ใช่วัตถุที่มีจุดศูนย์กลางแต่เป็นการซ้อนทับของสถานะควอนตัมจำนวนมหาศาล เรียกว่า “fuzzball” ซึ่งจัดภาวะเอกฐานออกไป

3. หลุมดำแบบไม่เป็นเอกฐาน (non-singular black hole) มีการเสนอเมตริกดัดแปลง เช่น หลุมดำบาร์ดีน (Bardeen black hole), เมตริกฮายเวิร์ด (Hayward metric) ซึ่งแทนที่ภาวะเอกฐานด้วยแกนกลางที่มีพลังงานควอนตัม

4. การเปลี่ยนจากหลุมดำเป็นหลุมขาว (black-to-white hole transition) คือภายในหลุมดำอาจสะท้อนกลับกลายเป็นหลุมขาว (white hole) ผ่านกลไกควอนตัม คล้ายการรีไซเคิลกาลอวกาศ

การสังเกตทางดาราศาสตร์จริงที่อาจนำมาหาคำตอบของทฤษฎีเหล่านี้ นักดาราศาสตร์อาจสังเกตจากขนาดเงาหลุมดำ หากกฎฟิสิกส์ใหม่เปลี่ยนโครงสร้างใกล้ขอบฟ้าเหตุการณ์ อาจสังเกตเห็นได้จากค่าการเบี่ยงเบนของรัศมีเงาหลุมดำหรืออาจสังเกตโพลาไรเซชันของแสง การที่กล้องโทรทรรศน์ขอบฟ้าเหตุการณ์พบสัญญาณโพลาไรซ์รอบหลุมดำซึ่งบ่งบอกสนามแม่เหล็กและพลาสมา หรืออาจสังเกตเสียงสะท้อนของคลื่นความโน้มถ่วงถ้าไม่มีขอบฟ้าเหตุการณ์แบบคมชัดให้สังเกต

เรื่องราวของหลุมดำมีเสน่ห์ในตัวของมันเองจึงไม่น่าแปลกใจที่มีภาพยนตร์ไซไฟหลายเรื่องนำมากล่าวถึง ทั้ง The Black Hole (1979), Event Horizon (1997), Contact(1997), Sphere (1998), Interstellar (2014) หลายเรื่องมองถึงการพยายามส่งสัญญาณผ่านหลุมดำ หรือมองหลุมดำในฐานะเป็นประตูเชื่อมไปสู่สถานที่อื่นผ่านรูหนอนอวกาศ (wormhole)

พล็อตในแง่ของภาพยนตร์ไซไฟหลายเรื่องอาจไม่ตรงกับโลกความจริง การที่หลุมดำไม่เหมาะเป็นตัวส่งสัญญาณเพราะขอบฟ้าเหตุการณ์ปิดกั้นทุกสิ่งไม่ให้หนีออกมา ถ้าส่งข้อมูลด้วยวัตถุหรือรังสีที่ตกลงไปในหลุมดำ ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถออกมา

เป็นสัญญาณปกติได้ แม้การแผ่รังสีของฮอว์คิง (Hawking radiation) ในทางทฤษฎีอาจพาข้อมูลบางส่วนออกมา แต่เป็นสัญญาณที่อ่อนและถูกขยายหรือผสมจนเกือบไม่สามารถอ่านได้ มีการเสนอหลายวิธีเพื่อแก้ปัญหา แต่อย่างที่บอกว่ารังสีฮอว์คิงที่ออกมาอ่อนมาก ถ้าจะเข้ารหัสข้อมูลลงไปแล้วรอให้มันออกมาค่อยถอดรหัส จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีและเวลาซึ่งทางปฏิบัติยังเป็นไปไม่ได้เนื่องจากหลุมดำขนาดใหญ่มีเวลาระเหยยาวกว่าระยะเวลาของจักรวาลอย่างมหาศาล เว้นแต่จะสร้างหลุมดำจิ๋วซึ่งต้องการพลังงานมหาศาลและใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีในปัจจุบัน

แต่ก็มีแนวคิดเชิงทฤษฎีที่นักฟิสิกส์กล่าวถึงเหมือนกัน ได้แก่ การใช้รูหนอน หรืออีกชื่อเรียกคือ สะพานไอน์สไตน์-โรเซน (Einstein-Rosen bridge, ER) รูหนอนนี้เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป มาจากแนวคิดของไอน์สไตน์และเนธาน โรเซน (Nathan Rosen) ทำหน้าที่เป็นอุโมงค์หรือทางลัดในกาลอวกาศที่เชื่อมต่อดูสองจุดที่อยู่ห่างไกลกันมากเข้าไว้ด้วยกัน แต่ปัญหาคือไม่เสถียร เพราะมันจะยุบตัวเกือบทันทีที่เกิดขึ้นมา ดังนั้นเพื่อให้มันทรงตัวอยู่ได้ นักฟิสิกส์เสนอว่าต้องมีสสารแปลก (exotic matter) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษผิดปกติไปกว่าที่เราพบในชีวิตประจำวัน เช่น อาจมีความหนาแน่นพลังงานติดลบ มาช่วยดันผนังรูหนอนอวกาศให้เปิดอยู่ได้

ไม่ใช่เฉพาะภาพยนตร์เท่านั้น ในอนิเมะดังอย่างซีรีส์มาครอส (Macross) เอง ในภาพยนตร์สั้น “Toki no Meikyuu” (時の迷宮) เขาวงกตแห่งกาลเวลา (Labyrinth of Time) ที่เป็นเนื้อเรื่องต่อจากตอนจบของ Macross Frontier ก็หยิบยกเอาประเด็นการส่ง

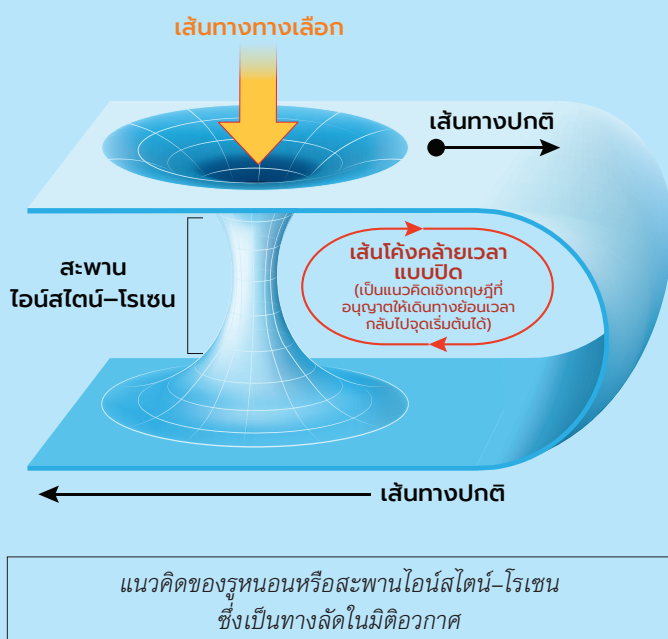


ข้อความ รวมทั้งอารมณ์ความรู้สึกของตัวนางเอกผ่านปริภูมิ-เวลาไปยังพระเอกซึ่งอยู่ในสถานที่อันแสนไกล

เมื่อ รันกะ ลี (นางเอก) ร้องเพลงในโบราณสถานของโปรโต-คัลเชอร์ (Protoculture) โบราณสถานนั้นอาจเป็นจุดศูนย์กลางของโครงสร้างปริภูมิ-เวลาที่ออกแบบหรือวางไว้เป็นประตูที่เชื่อมผ่านรูหนอนอวกาศหรือประตูโฟลด์ (Fold gate) เมื่อรันกะร้องเพลง เสียงของเธอหรือคลื่นโฟลด์จะเป็นตัวกระตุ้นให้โครงสร้างการพับอวกาศทำงาน เพลงทำหน้าที่เป็นคีย์หรือรหัสเปิดใช้งานรูหนอนอวกาศในตัวโบราณสถานนั่นเอง ลำแสงที่ยิงออกไปไม่ใช่เพียงแสงธรรมดาแต่เป็นสัญญาณพับอวกาศ กล่าวคือ เส้นทางถูก “พับ” ผ่านประตูมิติ แล้วส่ง “โฟลด์ลำแสง” ไปยังจุดหมายทางที่อัลโต (พระเอก) อยู่ โดยปลายทางอาจเป็นจุดรับสัญญาณ (receiver station) ที่เชื่อมกับอีกด้านของรูหนอนซึ่งแปลงลำแสงกลับมาเป็นข้อมูลหรือเสียงให้อัลโตฟังก็เป็นได้

ในปี ค.ศ. 2013 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ ฮวน มัลดาเซนา (Juan Maldacena) และเลโอนาร์ด ซัสส์คินด์ (Leonard Susskind) ได้เสนอว่า การพัวพันควอนตัม (Einstein-Podolsky-Rosen (EPR) entanglement) กับสะพานไอน์สไตน์-โรเซน (ER) อาจเป็นสิ่งเดียวกัน หมายความว่า เมื่อสองอนุภาคพัวพันกัน มันอาจเทียบได้กับการมีรูหนอนอวกาศเล็ก ๆ เชื่อมทั้งสองอนุภาคอยู่ ถ้าทฤษฎีนี้ถูกต้อง ในอนาคตอาจมีวิธี “ควบคุมการพัวพัน” เพื่อสร้างการสื่อสารที่เสถียรกว่าการรอสัญญาณฮอว์คิงก็เป็นได้ ดิเดพิงที่กฎของกลศาสตร์ควอนตัมในปัจจุบันบอกว่าการพัวพันไม่สามารถส่งข้อมูลได้ ถ้าเราเชื่อว่า  $ER = EPR$  จริง การพัวพันของอนุภาคระหว่างจุดสองจุดในอวกาศก็คือการเชื่อมโยงผ่านรูหนอนขนาดเล็ก ดังนั้นการสื่อสารผ่านการพัวพันน่าจะไม่เร็วกว่าแสงก็อาจเป็น “ผลลัพธ์” ของการเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างในปริภูมิ-เวลา

เราสามารถมองคลื่นโฟลด์ที่เกิดจากเสียงเพลงใน Labyrinth







of Time ว่าเป็น “คลื่นเราให้เกิดการพัวพันของมิติ” หรือก็คือการ “ลั่นสะเทือนปริภูมิ-เวลา” ที่ทำให้โครงสร้าง  $ER = EPR$  ขยายตัวจนเกิดช่องทางเชื่อมไกลระดับกาแล็กซี พูดยอีกแบบคือ เพลงของรันทะอาจทำให้การพัวพันของจักรวาลกลายเป็นรูหนอนจริง ๆ โดยอาศัยความช่วยเหลือของเทคโนโลยีในโบราณสถานที่โพธิ์-คัลเชอร์ทิ้งไว้ให้ก็เป็นได้

อีกแนวความคิดการใช้ประโยชน์จากหลุมดำคือ อาจใช้ปรากฏการณ์ซูเปอร์เรเดียนซ์ (superradiance) ซึ่งเป็นการขยายคลื่น (เช่นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นโน้มถ่วง) ที่สะท้อนกับเอร์โกสเฟียร์ (ergosphere) ของหลุมดำหมุน เช่น ถ้าเราส่งคลื่นความถี่เหมาะสม

เข้าไป คลื่นที่สะท้อนกลับจะแรงกว่าตอนเข้าไป ผลคือเหมือนมีเครื่องขยาย (amplifier) ธรรมชาติที่ช่วยขยายสัญญาณ ในทางทฤษฎีถ้าควบคุมซูเปอร์เรเดียนซ์ได้ เราอาจใช้หลุมดำเป็นเสาส่งสัญญาณขนาดใหญ่ยักษ์ได้ อาจมีวิธีส่งสัญญาณโดยการปรับการกระทำที่ทำให้หลุมดำขยายคลื่นหรืออนุภาคได้ แต่การควบคุมในระดับที่ต้องการและการถอดรหัสสัญญาณที่ไกลมากก็ยังเป็นไปได้ยากมากเช่นกัน

หรือมีกระบวนการเพนโรส (Penrose process) ที่เสนอโดย Roger Penrose ในปี ค.ศ. 1969 เพื่อดึงพลังงานหรือคลื่นออกจากหลุมดำที่หมุนได้ แนวคิดนี้พูดถึงการขยายหรือดึงพลังงานจากแถบเอร์โกสเฟียร์รอบขอบฟ้าเหตุการณ์ของหลุมดำหมุน (Kerr) ว่า การปล่อยวัตถุเข้าไปในเอร์โกสเฟียร์แล้วทำให้แตกเป็นสองส่วน จะมีส่วนหนึ่งตกลงไปในหลุมดำ ขณะที่อีกส่วนหนึ่งหนีออกมาพร้อมกับพลังงานที่เพิ่มขึ้น

ปัจจุบันมนุษย์เก็บภาพเงาของหลุมดำและบันทึกคลื่นแรงโน้มถ่วงจากการชนกันของมัน แต่ใจกลางของหลุมดำยังคงเป็นปริศนา แม้เราจะมีข้อมูลมากขึ้น แต่คำถามที่ว่าภาวะเอกฐานมีอยู่จริงหรือเป็นเพียงสิ่งที่สร้างขึ้นด้วยคณิตศาสตร์ก็ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ และแนวคิดฟิสิกส์ควอนตัมแรงโน้มถ่วงหรือทฤษฎีแรงโน้มถ่วงเชิงควอนตัม หนึ่งในเป้าหมายสูงสุดของฟิสิกส์สมัยใหม่ที่มีมุมมองว่าแรงโน้มถ่วงไม่ได้เป็นเพียงการโค้งงอของอวกาศ-เวลาอย่างต่อเนื่องอีกต่อไป แต่อาจเกิดจากควอนตัมของสนามแรงโน้มถ่วงที่เรียกว่า graviton ก็ยังคงรอการทดสอบในอนาคตต่อไปครับ 🌌

## แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- Event Horizon Telescope Collaboration. (2019). First M87 Event Horizon Telescope Results. *ApJL*, 875, L1. <https://arxiv.org/pdf/1906.11239>
- Event Horizon Telescope Collaboration. (2022). First Sagittarius A Event Horizon Telescope Results\*. *ApJL*, 930, L12. <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ac6674>
- Abbott, B. P. et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration). (2016). Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. *Phys. Rev. Lett.* 116, 061102. <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.116.061102>
- Penrose, R. (1965). Gravitational collapse and space-time singularities. *Phys. Rev. Lett.* 14, 57–59. <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.14.57>
- Ashtekar, A. & Bojowald, M. (2005). Black hole evaporation: A paradigm. *Class. Quantum Grav.* 22, 3349. <https://arxiv.org/pdf/grqc/0504029>
- Mathur, S. D. (2005). The fuzzball proposal for black holes: An elementary review. *Fortsch. Phys.* 53, 793–827. <https://arxiv.org/pdf/hep-th/0502050>
- Bardeen, J. (1968, September). Non-singular general relativistic gravitational collapse. In *Proceedings of the 5th International Conference on Gravitation and the Theory of Relativity* (p. 87).
- Rovelli, C., & Vidotto, F. (2024). Planck stars, White Holes, Remnants and Planck-mass quasi-particles. The quantum gravity phase in black holes' evolution and its manifestations. *arXiv preprint arXiv:2407.09584*. <https://arxiv.org/pdf/2407.09584>
- Event Horizon Telescope Collaboration. (2021). Polarized image of M87. *ApJL*, 910, L12. <https://eventhorizontelescope.org/blog/astronomers-image-magnetic-fields-edge-m87s-black-hole>
- Cardoso, V., Hopper, S., Macedo, C. F., Palenzuela, C., & Pani, P. (2016). Gravitational-wave signatures of exotic compact objects and of quantum corrections at the horizon scale. *Physical review D*, 94(8), 084031. <https://journals.aps.org/prd/pdf/10.1103/PhysRevD.94.084031>

## แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Kretschmann\\_scalar](https://en.wikipedia.org/wiki/Kretschmann_scalar)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Riemann\\_curvature\\_tensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Riemann_curvature_tensor)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Schwarzschild\\_metric](https://en.wikipedia.org/wiki/Schwarzschild_metric)





# กลิ่น “อวกาศ” เป็นอย่างไร ?

“อวกาศหอมไหม ?”

เจอคำถามนี้เข้าไป เมื่อได้ยินคำตอบ อาจจะถึงอึ้ง

บางคนว่ามันเหมือนเหล็กไหม้

บางคนว่าเหมือนกลิ่นควันเชื่อมโลหะ

บางคนเปรียบว่าคล้ายเนื้อย่างไหม้ ๆ

และบางคนบอกว่าเหมือนกลิ่นดินปืน

• • •

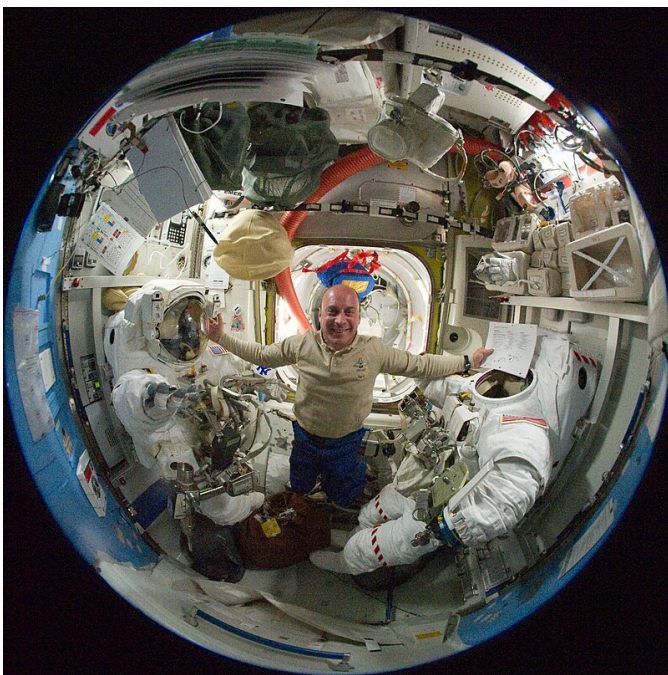




**ทำไม**คำตอบจากทีมนักบินอวกาศถึงได้แปลกประหลาด ไม่ตรงตามทฤษฎี ตามหลักแล้วอวกาศเป็นสุญญากาศ และเมื่อเป็นสุญญากาศก็จะมีอากาศหรืออนุภาคใด ๆ เข้ามาสัมผัสกับจมูกของเราทำให้เกิดกลิ่น ดังนั้นอวกาศควรไร้กลิ่นสิ

แต่พวกนักบินกลับมักยืนยันเหมือนกันว่าแทบทุกครั้งทีกลับเข้ามาในสถานีอวกาศ ตอนที่เข้ามาตรงบริเวณที่เรียกว่า แอร์ล็อก (airlock) ซึ่งเป็นห้องปรับความดันอากาศ พวกเขามักจะได้กลิ่นอะไรสักอย่างที่คล้ายกลิ่นโลหะไหม้ กลิ่นเชื่อมโลหะ กลิ่นเนื้อย่างเกรียม ๆ บนเตาถ่าน

ซึ่งน่าสนใจ ...



ห้องแอร์ล็อกของสถานีอวกาศนานาชาติที่นักบินใช้ปรับความดันก่อนและหลังออกไปเดินในห้วงอวกาศ  
ที่มาภาพ : NASA, Public Domain via Wikimedia Commons

“จริง ๆ ในอวกาศ คุณไม่ควรจะได้กลิ่นอะไรเท่าไรนัก” เฮเลนชาร์มาน (Helen Sharman) นักบินอวกาศคนแรกของสหราชอาณาจักรกล่าว

ตอนนั้นเธอไปประจำการอยู่ที่สถานีอวกาศมีร์ (Mir) ของสหภาพโซเวียต ในฐานะนักเคมี ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมจะเอามาสร้างยาน

ก่อนที่จะออกเดินทาง อะเล็กเซย์ เลโอนอฟ (Alexei Leonov) นักบินอวกาศรุ่นใหญ่ที่สุดแล่นักบินอวกาศจากชาติอื่น ๆ บนมีร์ยื่นกิ่งสมุนไพรเล็ก ๆ ให้เธอ มันเป็นไม้ออร์มวูด (wormwood)

“อวกาศมันไม่ได้มีกลิ่นอะไรเท่าไรนัก” เธอเล่า “ในสภาพแรงโน้มถ่วงต่ำ อากาศร้อนลอยตัวได้ดีไม่ค่อยดี ถ้าจะดมให้ได้กลิ่นบางทีต้องขยี้แล้วดมในถุง”

เพื่อให้คลายความคิดถึงบ้าน เฮเลนเล่าว่าเธอยังก็งวอร์มวูดกึ่งนั้นเป็นระยะเพื่อสูดกลิ่นสมุนไพรหอม ๆ เพราะมนุษย์ต้องการ “กลิ่นของชีวิต”

และในบางช่วงเวลาเธอก็อยากที่จะได้กลิ่นอะไรสักอย่าง ในสภาพแวดล้อมที่อากาศ (และกลิ่น) นั้นเป็นของเร่ !

คิดเล่น ๆ อะเล็กเซย์เป็นรัสเซีย ส่วนเฮเลนมาจากสหราชอาณาจักร สิ่งที่พกขึ้นไปคือกิ่งสมุนไพร ถ้าเป็นนักบินอวกาศไทยมีแค่ลวดเป็นยาต้ม (สปอนเซอร์ยาต้มต้องมาแล้ว)

แต่ที่น่าแปลกใจก็คือในยามที่เธอทำภารกิจ เธอต้องทดลองเอาแผ่นวัสดุไปทดสอบที่นอกสถานี ให้มันได้ลองสัมผัสกับอวกาศแล้วรอเวลา และเมื่อถึงมันกลับเข้ามาผ่านช่องแอร์ล็อก สิ่งแรกที่ติดกลับเข้ามาในจมูกคือ “กลิ่น”

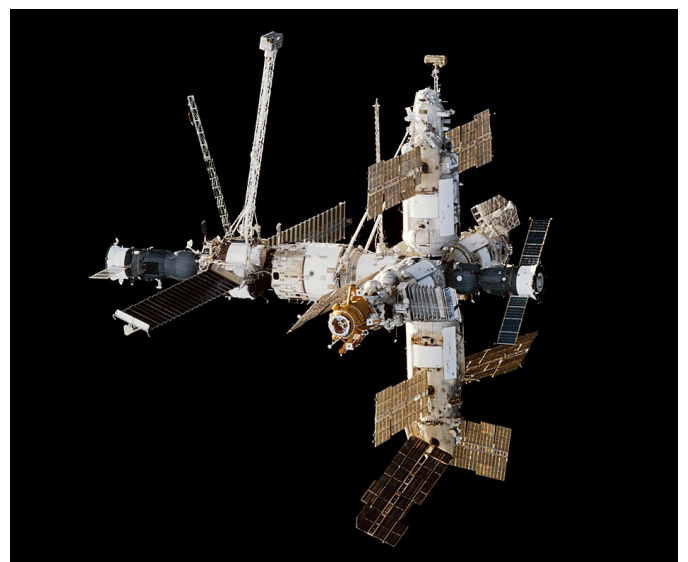
“มันเหมือนกับตอนที่เราเป็นเด็ก เวลาเราเดินเข้าไปในตู้ซ่มรดมันมีกลิ่นเหมือนกลิ่นเชื่อมโลหะ”

กลิ่นโลหะไหม้ กลิ่นไฟฟ้าชอร์ต กลิ่นดินปืนที่เพิ่งลั่น

“นั่นแหละการทดลองที่ฉันชอบที่สุด” เธอพูด “ชอบเพราะมัน...มีกลิ่น”

นักบินคนอื่นก็เล่าเหมือนกันว่ากลิ่นนั้นเหมือนไอโซน เหมือนเนื้อย่างเกรียม หรือสายไฟละลาย

นี่คือ...กลิ่นของอวกาศ !



สถานีอวกาศมีร์ (Mir) ของสหภาพโซเวียต  
ที่มาภาพ : NASA, Public Domain via Wikimedia Commons

ยังไม่มีใครแน่ใจว่ากลิ่นแปลก ๆ พวกนี้มาจากไหน และมาได้  
อย่างไร แต่เฮเลนเชื่อว่าพวกมันอาจจะเกิดจาซึ้นมาจากปฏิกิริยา  
ออกซิเดชัน

ทั้งนี้เพราะอวกาศรอบสถานีอวกาศมีรั้นยังไม่ใช้สุญญากาศ  
แท้ ณ ความสูงที่มันอยู่ยังพอจะมีชั้นบรรยากาศที่ยังคงหลงเหลือ  
อยู่บ้าง และที่สำคัญน่าจะยังมีออกซิเจนอะตอม (atomic oxygen)  
หรือ O ล่องลอยอยู่

อะตอมของออกซิเจนเหล่านี้อาจจะเกาะติดอยู่บนชุดอวกาศ  
และเครื่องมือทดลองต่าง ๆ ที่ส่งออกไปนอกสถานี และเมื่อถึง  
กลับเข้ามาในข้างใน มันก็อาจทำปฏิกิริยากับออกซิเจนโมเลกุล  
ที่อยู่ในสถานี กลายเป็นโอโซน

ออกซิเจนอะตอม (O) + ออกซิเจน ( $O_2$ ) ได้เป็น โอโซน ( $O_3$ )  
ผลพลอยได้คือกลิ่นแรง ๆ คล้ายกลิ่นโลหะ กลิ่นที่เหมือนเหล็ก  
ถูกสีแรง ๆ จนเกิดประกายไฟ

แต่นั่นก็เป็นแค่สมมติฐาน บางคนเชื่อว่ากลิ่นนั้นอาจเก๋กว่า  
นั้นมาก มันอาจเป็นกลิ่นของดาวฤกษ์ที่ตายไปแล้ว เมื่อดาวระเบิด  
ตัวเอง มันสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า พอลิไซคลิกอะโรมาติก  
ไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons)

โมเลกุลเหล่านี้ล่องลอยอยู่ทั่วจักรวาล แม้ไม่ได้มีเยอะมาก  
แต่ก็มี พวกมันเป็นสารตั้งต้นของการก่อกำเนิดใหม่ของดวงดาว  
บนโลกเราเจอมันในถ่านหิน ในน้ำมันดิบ ในควันจากอาหาร  
ไหม้ มันคือ “กลิ่นของการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์” หรือ “กลิ่นของ  
โมเลกุลของเขม่าควัน”

กลิ่นของโอโซน เศษดาวตาย เหล็ก ไฟ ฝุ่นดาว และปฏิกิริยา  
ออกซิเดชัน บางโมเลกุลมีกลิ่นเหมือนน้ำมันสน บางโมเลกุลมี  
กลิ่นเหมือนยาแก้ปวด บางตัวเหมือนยางมะตอยไหม้กลางแดด  
ทั้งหมดรวมกัน กลายเป็น “กลิ่นแห่งจักรวาล” ที่ติดชูตนักบินกลับ  
มาบนโลก

เฮเลนยิ้มก่อนจะกล่าวว่า “มันเป็นกลิ่นที่ฉันไม่มีวันลืม”  
และบางทีในกลิ่นโลหะไหม้มนั้นอาจมีเสียงสะท้อนของบิกแบง  
(Big Bang) เหตุการณ์การระเบิดครั้งใหญ่ที่ครั้งหนึ่งเคยปะทุไหม้  
แล้วดับลงและเป็นต้นกำเนิดของสรรพชีวิตเมื่อหลายพันล้านปีก่อน  
เหตุการณ์ที่ทำให้เรามีลมหายใจอยู่ตรงนี้ การที่เราหายใจได้คือ  
การสร้างพลังงานเพราะมีออกซิเจนและแก๊สต่าง ๆ

บางทีองค์ความรู้ในเรื่องกลิ่นอาจนำพาเราไปไกลกว่านั้น...  
ไปสู่การค้นหา “ชีวิต” 🌌



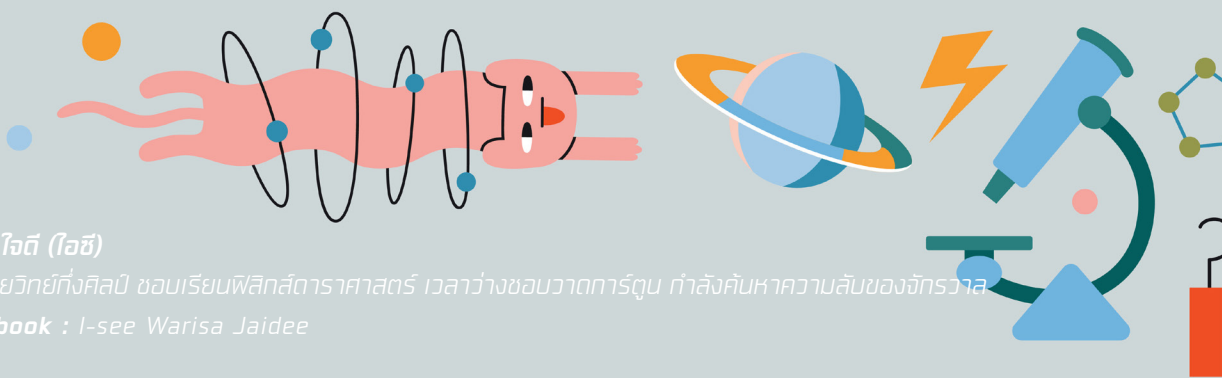




## ค้างคาวแวมไพร์แปลงเล็ก *Megaderma spasma*

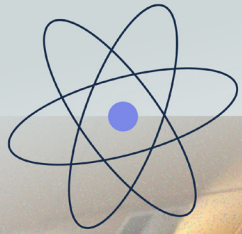
เป็นค้างคาวกินแมลง ขนาดความยาวหัวและลำตัวรวมกันประมาณ 5 เซนติเมตร แม้จะมีชื่อสามัญว่า แวมไพร์แปลงเล็ก แต่ในความเป็นจริงไม่มีความเกี่ยวข้องกับค้างคาวแวมไพร์ที่กินเลือดเป็นอาหารแต่อย่างใด เพราะค้างคาวชนิดนี้กินแมลงขนาดใหญ่ เช่น ตั๊กแตน ผีเสื้อกลางคืน ตัวงูปักแข็ง จิ้งหรีด 🦋



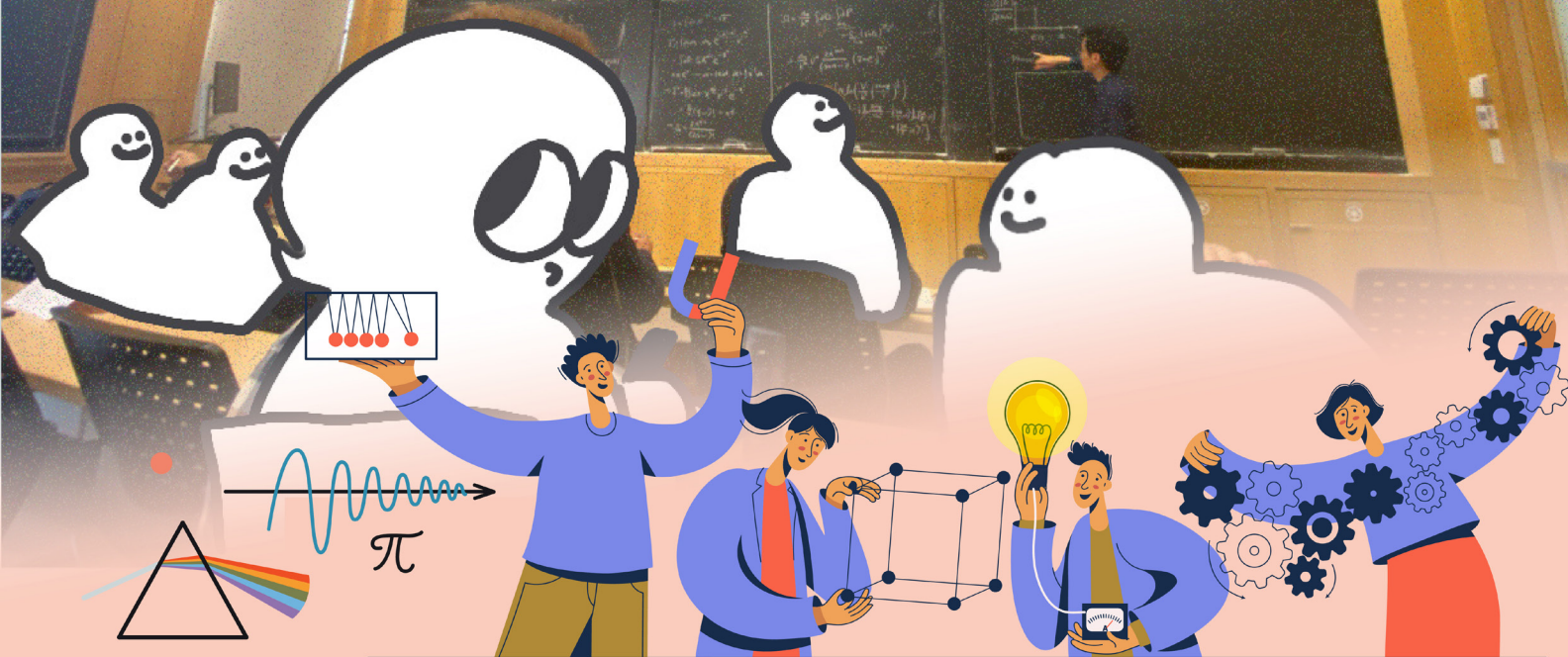


# My Beginner's Guide to Physics Grad School :

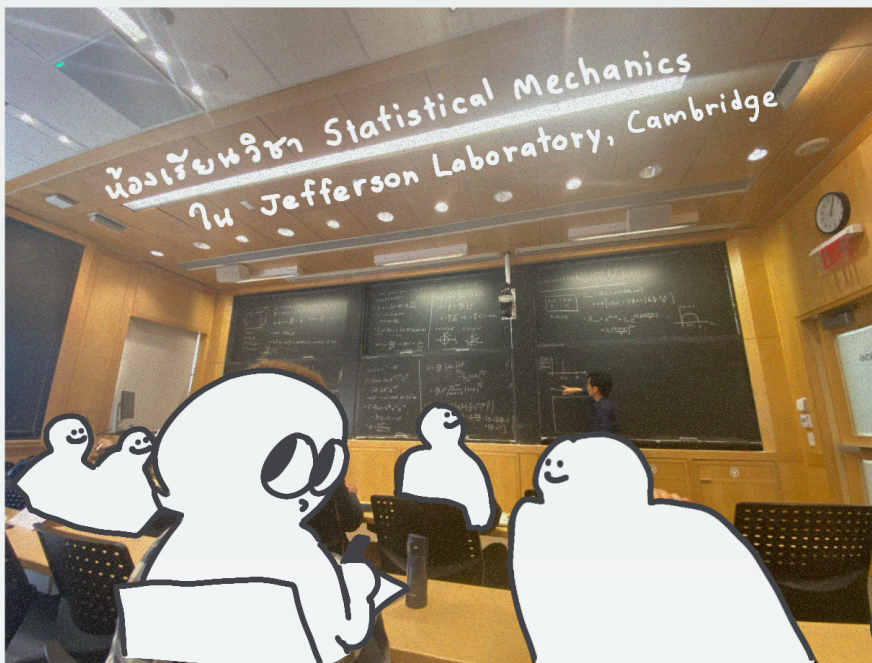
คู่มือเริ่มต้นสู่บัณฑิตวิทยาลัยสายฟิสิกส์ของฉัน  
ตอนที่ 3



น้องเรียนวิชา Statistical Mechanics  
ใน Jefferson Laboratory, Cambridge

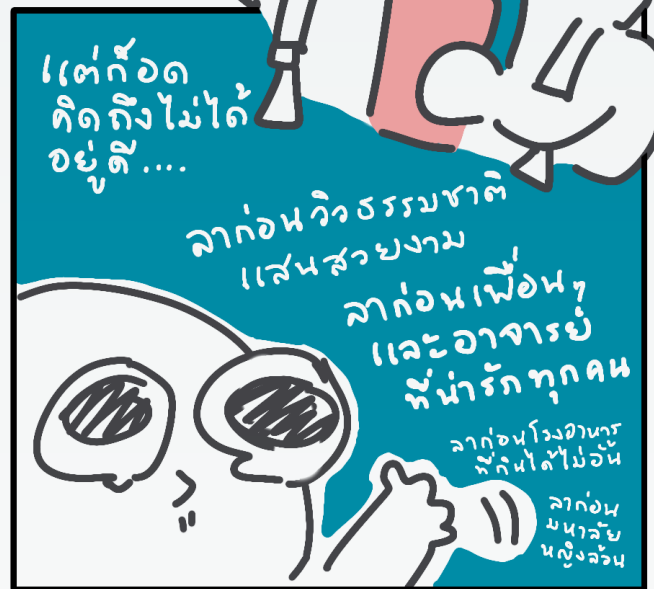






Back to (grad) School !!

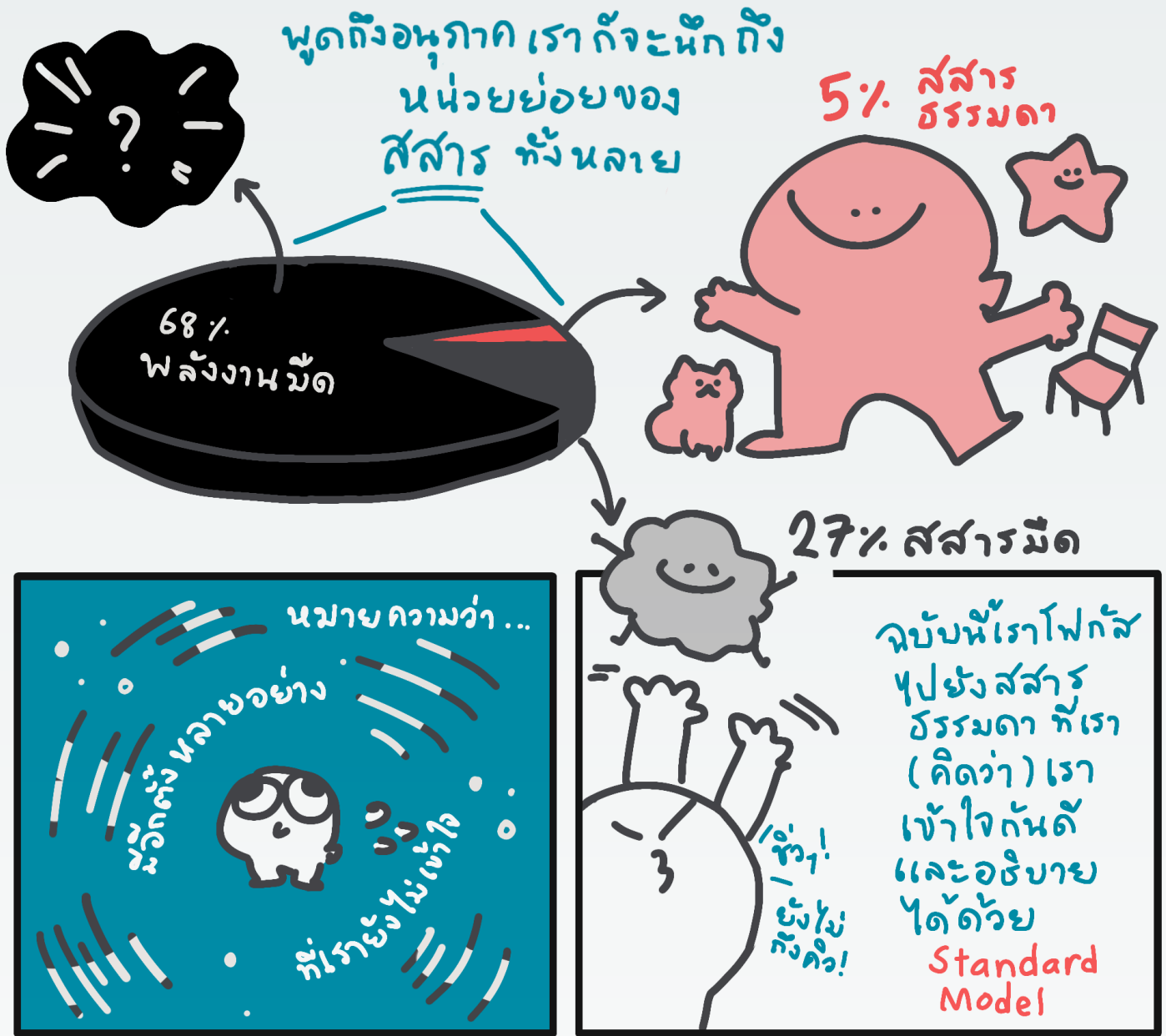
ฉันกลับมาเรียน  
ได้เดือนหนึ่งแล้ว!



ฉบับนี้ ฉันเลยจะมาวิธีการเรียนในระดับปริญญาตรี  
(ในน้ำยาคิดถึง) และพื้นฐานฟิสิกส์อนุภาคที่จำเป็น  
ก่อนเข้าสู่การทำงาน วิจัย



© 2025 I-see Warisa Jaidee



**Standard Model of particle physics**

ก็คือ ทฤษฎีที่อธิบายหลักการฟิสิกส์ ของ แรงมูลฐานทั้ง 3 ชนิด และ จัดประเภทของ อนุภาคมูลฐาน ที่เรารู้จัก

ไปดูกันว่าคืออะไรบ้าง!

© 2025 I-see Warisa Jaidee



**ห**ลังผ่านพ้นปีหนึ่งไปได้ ฉันเริ่มรู้สึกสนุกกับการเรียนฟิสิกส์ และตั้งเป้าหมายว่าจะเลือกเรียนคณะฟิสิกส์ดาราศาสตร์ พอขึ้น ปีสองจึงต้องลงเรียนพื้นฐานวิชาฟิสิกส์อย่างเช่น กลศาสตร์ (mechanics), แม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetism), อุณหพลศาสตร์ (thermodynamics), กลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) แถมด้วยพวกวิชาเลือกที่เป็นหัวข้อเฉพาะตามความสนใจของแต่ละคน เช่น วัสดุศาสตร์ ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค จักรวาลวิทยา โดยรายวิชาในกลุ่มนี้จะมีให้ลงเรียนในเทอมไหน ขึ้นอยู่กับอาจารย์ผู้สอน เราจึงต้องมาลุ้นกันอีกทีว่าจะมีอะไรให้เลือกลงเรียนในเทอมนั้นบ้าง อาจารย์ส่วนใหญ่จะสอนเป็นหัวข้อพิเศษที่ตรงกับงานวิจัยของแต่ละท่าน และลักษณะการเรียนจะเน้นไปด้านการวิจัย การอ่านบทความวิชาการ และพูดถกประเด็น แลกเปลี่ยนกันลงลึกในแต่ละหัวข้อ เพื่อเตรียมตัวเราเข้าสู่การเรียนต่อขั้นสูงในระดับปริญญาโทและเอกต่อไป นอกจากนี้ก็มีวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการคำนวณ วิชาฟิสิกส์ขั้นสูง ยกตัวอย่างที่สำคัญก็มีวิชา Differential Equation และ Multivariable Calculus

ในขณะเดียวกันฉันได้เริ่มต้นทำงานวิจัยกับอาจารย์เจมส์ แบตแทต (James Battat) ควบคู่ไปด้วย ภายใต้ทุนวิจัยสำหรับนักศึกษาปีหนึ่งทุนเดิมอย่างต่อเนื่อง ฉันนำเนื้อหาจากการเรียนการสอนที่ได้รับในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้และสร้างทักษะการทำวิจัย ส่วนความรู้ใหม่ๆ ที่ได้จากการทำวิจัยก็พัฒนาเป็นแรงบันดาลใจให้ฉันศึกษาเพิ่มเติมจนนำมาสู่ความสนใจในอาชีพการวิจัยเชิงฟิสิกส์ทดลองในที่สุด



แรกเริ่มที่ได้เข้าร่วมงานในแล็บฟิสิกส์ ฉันต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองฟิสิกส์อนุภาคซึ่งเป็นการศึกษาฟิสิกส์ของส่วนประกอบที่เล็กที่สุดของสสาร โดยเน้นการศึกษาคุณสมบัติของอนุภาค ด้วยการสร้างเครื่องมือที่มีความสามารถตรวจจับอนุภาคจิ๋วเหล่านั้น และนี่เป็นครั้งแรกที่ฉันได้เรียนรู้ว่าสสารนั้นแบ่งได้หลายแบบ สสารชนิดแรกที่เรารู้จักกันดีก็คือสสารธรรมดา (normal matter) ที่สร้างขึ้นจากอนุภาคมูลฐาน เช่น อิเล็กตรอน อนุภาคประกอบ โดยสสารนี้มีอยู่เพียงร้อยละ 5 ของสสารทั้งหมดในจักรวาล นั่นหมายความว่าทุกสิ่งที่มีมนุษย์เรารู้จักกันดีมีอยู่เพียงเท่านั้นเอง ?!

สสารชนิดที่สองคือแผ่คู่ตรงข้ามของสสารทั่วไปที่เรียกว่า **ปฏิสสาร** (antimatter) สสารพวกนี้ประกอบมาจากปฏิอนุภาคซึ่งมีมวลเท่ากับอนุภาคที่เป็นคู่ของมัน แต่จะมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าหรือแม่เหล็กที่ตรงกันข้าม เช่น โพซิตรอนที่มีประจุบวก นับเป็นปฏิอนุภาคที่คู่กับอิเล็กตรอน ตามทฤษฎีแล้วตอนเกิดบิกแบง (Big Bang) ได้มีการสร้างสสารและปฏิสสารขึ้นอย่างละครึ่งๆ กัน แต่ปัจจุบันกลับไม่มีปฏิสสารเหลืออยู่ จึงยังคงเป็นปริศนาที่เรียกว่า matter-antimatter asymmetry problem ทำให้เราต้องมานั่งศึกษาเจ้าอนุภาคเล็กจิ๋วนี้กันเพราะยังมีอีกมากมายหลายคำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ และยังมีข้อสงสัยที่คำอธิบายเชิงฟิสิกส์ไม่อาจครอบคลุมได้ทั้งหมด

ส่วนสสารชนิดที่สามที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายังคงมีอยู่โดยรอบมากถึงร้อยละ 27 ของสสารทั้งหมดในจักรวาลก็คือ สสารมืด (dark matter) สสารลึกลับที่ไม่สามารถปล่อยแสงได้แต่ส่งแรงโน้มถ่วงที่มีผลต่อเอกภพของเรา องค์ประกอบและจุดกำเนิดของสสารมืดยังคงเป็นปริศนาทั้งในเชิงดาราศาสตร์และฟิสิกส์ ทุกวันนี้ยังไม่มีใครตรวจจับมันได้โดยตรง นักวิทยาศาสตร์ยังพยายามค้นหาวิธีการที่จะทำความรู้จักกับเจ้าสสารมืดนี้เพื่อนำไปไขความลับของจักรวาล โดยศึกษาสสารมืดผ่านการตรวจจับอนุภาคสมมติที่คิดว่าอาจเป็นองค์ประกอบของสสารมืด (dark matter candidate)

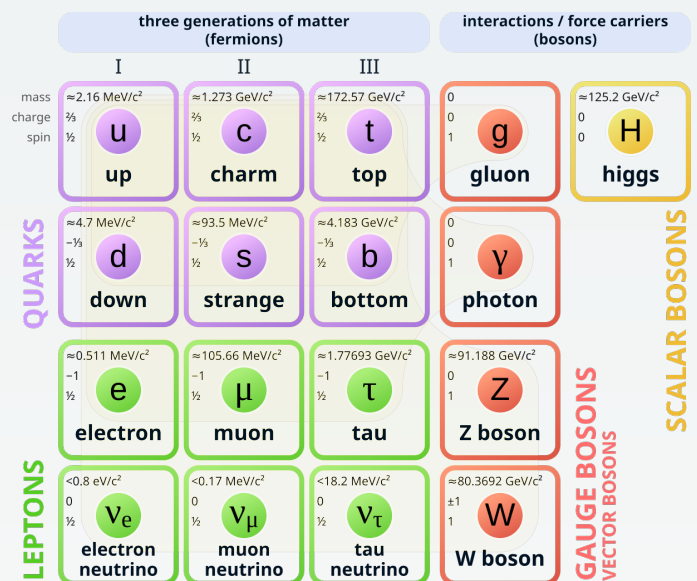
แต่ก่อนจะออกไปไกลถึงจักรวาล ฉันขอเริ่มอธิบายสารที่ใกล้ตัวเราเสียก่อนว่าในสารธรรมดาร้อยละ 5 นั้น ณ ขณะนี้เรารู้อะไรเกี่ยวกับพวกมันบ้าง สารธรรมดาที่เรารู้จักกันดีที่สุด เช่น ตัวของเราเอง สิ่งของรอบตัวที่เราจับต้องได้ โลกของเรา รวมไปถึงวัตถุต่าง ๆ ในอวกาศอย่างพวกดาวเคราะห์ กลุ่มแก๊สในเนบิวลา พวกนี้ประกอบขึ้นจากอะตอมที่มีหน่วยย่อยเป็นนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบนิวเคลียสก็ประกอบไปด้วยโปรตอนและนิวตรอนที่แยกย่อยออกมาเป็นควาร์ก หนึ่งในอนุภาคมูลฐานหรืออนุภาคที่ไม่สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก ตามที่อธิบายไว้ในแบบจำลองมาตรฐาน (standard model) ในส่วนของเฟอร์มิออนที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสสารแบ่งออกเป็นควาร์กและเลปตอน ตามลักษณะการเกิดอันตรกิริยา

ควาร์กเป็นอนุภาคที่ทำอันตรกิริยาอย่างเข้ม (strong interaction) ซึ่งเป็นแรงพื้นฐานของธรรมชาติที่มีความเข้มมากที่สุดที่มีผลในระยะสั้น ๆ นี่คือเหตุผลที่นิวเคลียสมีความแข็งแรงมากและจับมันแยกจากกันยากมาก นี่คือสาเหตุที่ทำให้เราเดินไปมาได้แบบไม่แยกสลายเป็นชิ้น ๆ ! ควาร์กมีทั้งหมด 6 ชนิดด้วยกัน ชื่อว่า อัป (u), ดาวน์ (d), ชาร์ม (c), สเตรนจ์ (s), ท็อป (t), และบอตทอม (b) ทั้งนี้ชนิดของควาร์กนั้นแบ่งไปตามคุณสมบัติได้แก่ มวล ประจุไฟฟ้า และคุณสมบัติพิเศษ คือ สี (color charge) ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม

ควาร์กแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น อัปควาร์กกับดาวน์ควาร์กเป็นองค์ประกอบสำคัญของอะตอมของสสารรอบตัวเรา ที่ทุกคนรู้จักกันดีก็คือ โปรตอนซึ่งประกอบด้วยอัปควาร์กสองตัวและดาวน์ควาร์กหนึ่งตัว และนิวตรอนซึ่งประกอบไปด้วยดาวน์ควาร์กสองตัวและอัปควาร์กหนึ่งตัว ส่วนเจ้าท็อปควาร์กมีความโดดเด่นตรงที่มีมวลมหาศาลถึง 173 พันล้าน eV/c<sup>2</sup> (อิเล็กตรอนโวลต์ต่อความเร็วของแสงกำลังสอง เป็นหน่วยวัดมวลของอนุภาคที่ได้มาจากสูตร  $E = mc^2$  ของไอน์สไตน์) เทียบเท่า 200 เท่าของโปรตอนหรือนิวตรอนแน่ ด้วยเหตุนี้อายุขัยของมันจึงสั้นมาก เพียงแค่  $5 \times 10^{-25}$  วินาที ซึ่งสั้นกว่าเวลาที่แรงนิวเคลียร์ต้องใช้ในการ “ดึง” ควาร์กให้มารวมตัวกัน ทำให้มันสลายตัวไปก่อนที่จะเข้าสู่สถานะคงที่ได้ ในบรรดาควาร์กทั้งหมดฉันชอบเจ้าสเตรนจ์ควาร์กที่สุด มันมีความแปลกที่สมกับชื่อเลย โดยอนุภาคที่มีสเตรนจ์ควาร์กเป็นองค์ประกอบนั้นจะสลายตัวช้ากว่าใครเพื่อน ผ่านแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนแทนที่จะเป็นอย่างเข้ม

เลปตอนเป็นอนุภาคที่ทำอันตรกิริยาอย่างอ่อน (weak interaction) หรืออันตรกิริยาผ่านแรงแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic force) ได้หากอนุภาคนั้นมีประจุไฟฟ้า เช่น อิเล็กตรอน มิวออน เทา ที่ล้วนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ส่วนเลปตอนที่ไร้ประจุไฟฟ้าก็คือนิวทริโน ทั้งสามรสชาติ อิเล็กตรอนนิวทริโน มิวออนนิวทริโน และเทานิวทริโน

## Standard Model of Elementary Particles



ภาพแบบจำลองมาตรฐาน (Standard Model) ทฤษฎีที่ใช้อธิบายอนุภาคมูลฐานทุกชนิดและแรงพื้นฐานสามอย่าง (แม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม และแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน ยกเว้นแรงโน้มถ่วงยังไม่รวมเข้ามาในที่นี้) โดยมีโฟตอน, กลูออน, W โบซอน และ Z โบซอนเป็นพาหะแรง ส่วนฮิกส์โบซอนทำหน้าที่ให้มวลแก่อนุภาคอื่น ๆ ทั้งหมดนี้ใช้อธิบายหน่วยย่อยของสสารและปฏิสัมพันธ์ที่เรารู้จักในจักรวาล  
ที่มาภาพ : PBS NOVA, Public Domain via Wikimedia Commons

เอาละ ได้ทำความรู้จักกับอนุภาคต่าง ๆ กันไปพอประมาณแล้วต่อไปฉันจะขอลงลึกไปยังเจ้าอนุภาคตัวโปรตที่ฉันขลุกอยู่กับมันมาตลอดเวลาสี่ปีในการทำวิจัยระดับปริญญาตรีมันคือ... “นิวทริโน” นั่นเอง ! นักฟิสิกส์เองก็ยังไม่ค่อยรู้จักมันดี ทุกวันยังคงมีเรื่องราวค้นพบใหม่ ๆ มาอัปเดตกันตลอด นับเป็นเรื่องราวทางฟิสิกส์ที่รอให้เต็มเต็มอยู่ ในฉบับหน้าฉันจะมาแนะนำ “เจ้านิวทริโน” ให้ทุกคนได้รู้จักกันอีกครั้ง 🌌







AGB Research Unit Team

คณะอาจารย์ นักวิจัย และนิสิตจากหน่วยวิจัยด้านจີโนมิกส์และทรัพยากรชีวภาพสัตว์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่นอกจากหลงรัก การเรียน การสอน และการวิจัยด้านจີโนมิกส์ในสัตว์แล้ว ยังโปรดปรานการนำวิชาความรู้ด้านจີโนมิกส์มาไขปริศนาเรื่องจิ้งจอกสัตว์โลกอีกด้วย

# ป่าจากที่จากไป กับการต่อสู้บทใหม่ ของปลากัดป่ามหาชัย

ปลากัดป่ามหาชัย

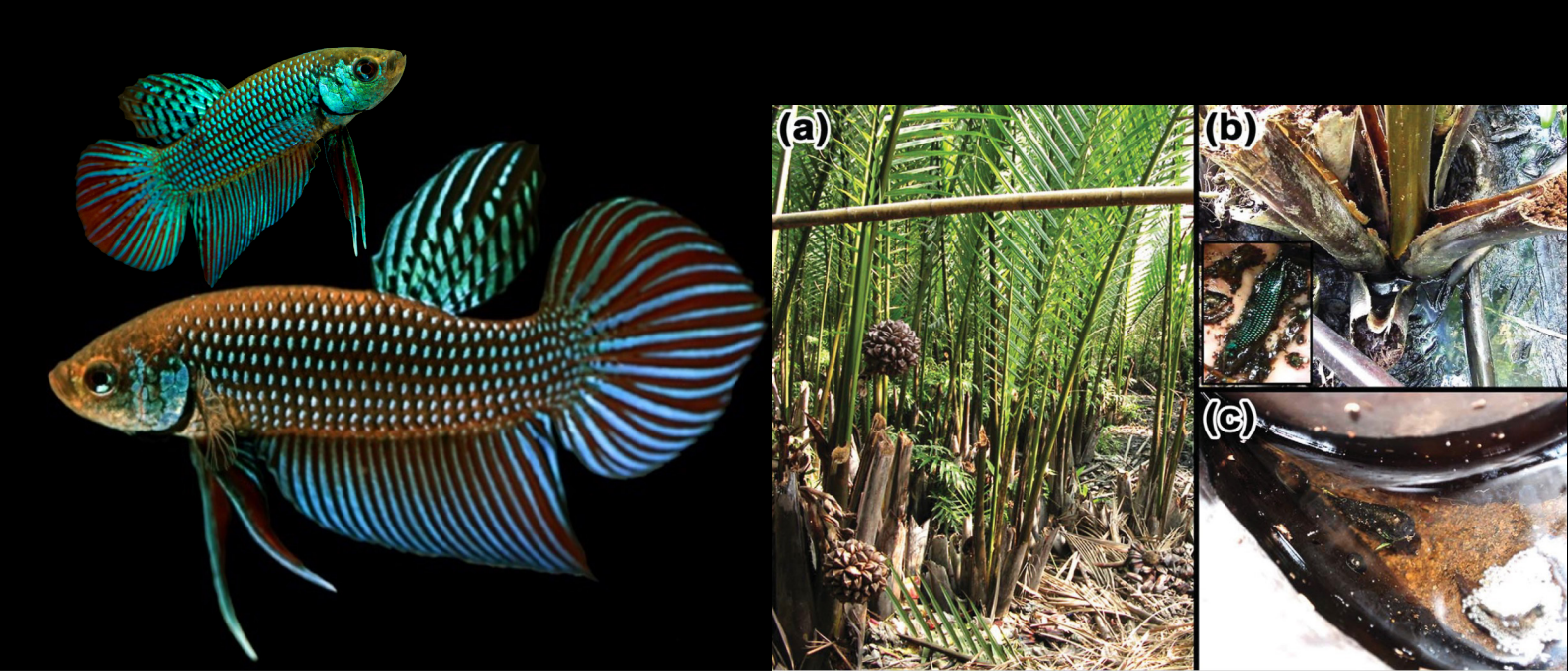
(*Betta mahachaiensis*)

เป็นปลากัดไทยแท้ที่พบได้เฉพาะ  
ในพื้นที่น้ำกร่อยของกรุงเทพมหานคร  
จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดสมุทรปราการ  
โดยเฉพาะในป่าจาก และคลองธรรมชาติ  
รอบเขตตำบลมหาชัยซึ่งเป็นที่มา  
ของชื่อปลานชนิดนี้ รวมถึงสมญา  
“นักสู้แห่งป่าจาก”



คณะผู้เขียน : Mr. Ton Huu Duc Nguyen, Dr. Trifan Budi, Mr. Tavun Pongsanarm,  
ดร.สหพร ดอกแก้ว, ดร.วรสพงศ์ สิงห์ชาติ, ดร.จิตติพงศ์ พันทุบ, พศ. ดร.ฉัตร ไขยเยศ,  
รศ. ดร.ณรงค์ฤทธิ์ เมืองใหม่, รศ. ดร.ประทีป ตัวงแผล, ศ. ดร.ครุศร ศรีกุลนาถ





ปลากัดป่าหาชัยและแหล่งที่อยู่  
ที่มาภาพ : Kowasupat et al. (2012)

**ป**ปลากัดชนิดนี้ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีทั้งความเค็มและความจืดผสมกันได้ดี ถือเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่ไม่พบในปลากัดชนิดอื่นในโลก แต่แม้จะแข็งแรงและปรับตัวเก่งเพียงใด ปลากัดป่าหาชัยกลับต้องเผชิญกับวิกฤตครั้งใหญ่จากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัว แหล่งน้ำกร่อยที่เคยเป็นบ้านเริ่มเสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ ส่งผลให้ปลากัดป่าหาชัยในแต่ละพื้นที่ค่อย ๆ ถูกตัดขาดจากกันจนเกิดความโดดเดี่ยวทางพันธุกรรม (genetic isolation) และมีแนวโน้มลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง จากสิ่งมีชีวิตที่เคยชี้ให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศน้ำกร่อย กลับกลายเป็นสัญญาณเตือนถึงความเปราะบางของสิ่งแวดล้อมในเขตเมืองรอบอ่าวไทยตอนบนในปัจจุบัน

## ปลากัดป่าหาชัย

ปลากัดป่าหาชัยมีลำตัวสีน้ำตาลเข้มแซมประกายสีเขียวฟ้ามันวาวสวยงาม และสามารถอยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมที่มีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มผสมกัน ถือเป็นปลากัดชนิดเดียวในโลกที่อยู่ได้ในระบบนิเวศน้ำกร่อย

ปลากัดป่าหาชัยเป็นปลากัดชนิดก่อกวนอด มันจะเป่าฟองอากาศขึ้นมาบนผิวน้ำเพื่อสร้าง “รังฟอง” หรือ “หวนอด” ใช้เลี้ยงลูกอ่อนและปกป้องไข่ในฤดูผสมพันธุ์ การมีหวนอดจึงเป็นสัญญาณของแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ ปลากัดป่าหาชัยได้รับการยืนยันทางวิทยาศาสตร์และจดทะเบียนชื่อชนิดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เพื่อส่งเสริมให้คนไทยเห็นคุณค่าของปลากัดพื้นถิ่นและร่วมกันอนุรักษ์ไว้ในธรรมชาติ

## ปลากัดป่าหาชัยและปัญหาการสูญเสียถิ่นอาศัย

ในอดีตพื้นที่ป่าจากและคลองน้ำกร่อยในจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร เคยเป็นบ้านของปลากัดป่าหาชัย แต่ปัจจุบันถิ่นอาศัยเหล่านี้กำลังเผชิญกับภัยคุกคามอย่างหนักจากทั้งธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น พื้นที่น้ำกร่อยเปลี่ยนแปลงอย่างไม่แน่นอน และฤดูกาลฝน-แล้งมีความแปรปรวนมากขึ้น ขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อขยายพื้นที่เมือง พื้นที่เกษตร และเขตอุตสาหกรรมได้ทำลายระบบนิเวศน้ำกร่อยที่เคยอุดมสมบูรณ์ให้ลดลงอย่างรวดเร็ว

เมื่อแหล่งน้ำลดลงแต่ของเสียเพิ่มขึ้น มลพิษจากโรงงานและชุมชนก็ไหลลงคลองจนเกิดน้ำเสียสะสม ทำให้ระบบนิเวศเปราะบางและแหล่งวางไข่ของปลาหายไป ป่าจากซึ่งเคยเป็นที่หลบภัยของปลากัดถูกถมแทนด้วยถนนและสิ่งปลูกสร้าง ความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ไม่ต่างจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นกับปลาน้ำจืดในหลายพื้นที่ทั่วโลก การสูญเสียถิ่นอาศัยทำให้ประชากรถูกแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ส่งผลให้เกิดภาวะเลือดชิดและการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรม ในที่สุด สถานการณ์เดียวกันอาจกำลังเกิดขึ้นกับปลากัดป่าหาชัยของไทยเช่นกัน

พื้นที่ภาคกลางตอนล่าง โดยเฉพาะสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และฝั่งตะวันตกของกรุงเทพฯ เป็นเขตเมืองอุตสาหกรรมหนาแน่น มีโรงงานมากกว่า 7,000 แห่งในบางอำเภอ

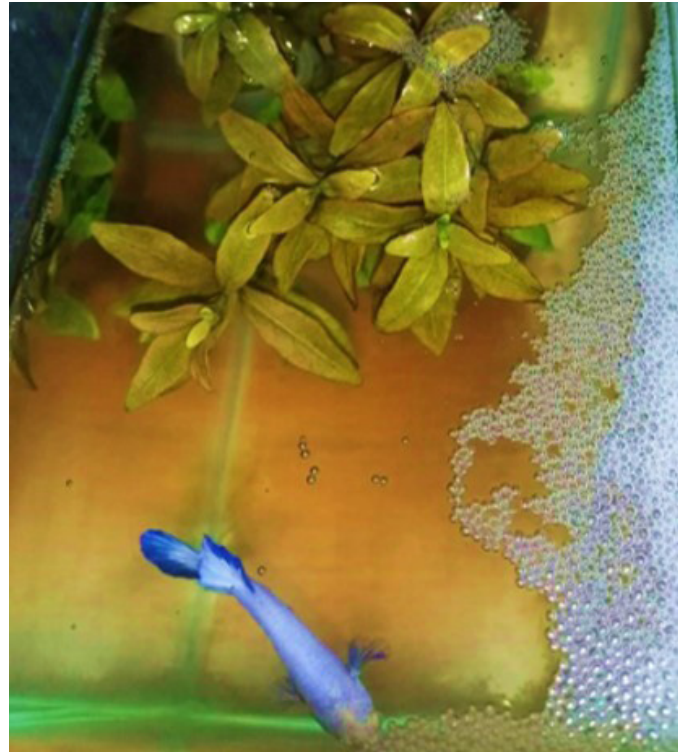


เช่น อำเภอเมือง อำเภอบางพลี อำเภอพระประแดง อุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อาหาร เครื่องใช้ไฟฟ้า และสิ่งทอ สร้างผลกระทบต่อสภาพดิน น้ำ และป่าโดยรอบ พื้นที่ธรรมชาติที่เคยเชื่อมต่อกันถูกแบ่งออกเป็นหย่อม ๆ จนส่งผลให้ปลากัดป้ามหาชัยไม่สามารถว่ายน้ำหรือถ่ายเทยีนระหว่างประชากรได้ (gene flow) ทำให้จำนวนปลาลดลงและความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำลงอย่างต่อเนื่อง

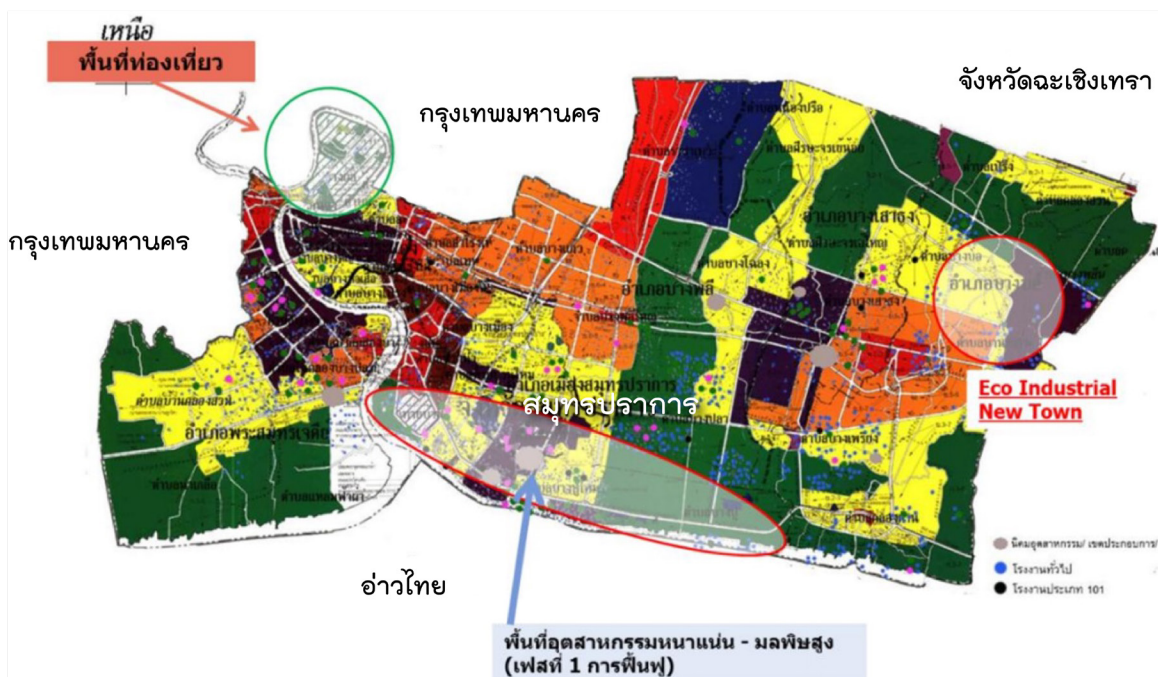
นอกจากนี้ภัยธรรมชาติจากภาวะโลกร้อน เช่น น้ำทะเลหนุนสูง พายุฝนที่รุนแรงขึ้น ยังซ้ำเติมสถานการณ์เดิม อย่างบริเวณฝั่งตะวันตกของกรุงเทพฯ และจังหวัดสมุทรปราการ บางฤดูแล้ง ค่าความเค็มของน้ำสูงถึง 27 ส่วนในพันส่วน (ppt) ส่งผลให้พืชน้ำและสัตว์บางชนิดปรับตัวไม่ได้ รวมถึงปลากัดป้ามหาชัยที่ต้องพึ่งน้ำกร่อยระดับพอดี ยิ่งไปกว่านั้นเหตุการณ์อัคคีภัยจากโรงงานสารเคมี เหมืองขยะ และการจราจรที่แออัดยังเพิ่มมลพิษทั้งอากาศ เสียง และน้ำ ซึ่งสะสมผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวม

เมื่อพื้นที่น้ำกร่อยขนาดเล็กเหล่านี้แยกออกจากกันมากขึ้น โอกาสที่ปลากัดป้ามหาชัยจากแต่ละพื้นที่จะผสมพันธุ์กันก็ลดลง ทำให้เกิดภาวะเลือดชิดในแต่ละแหล่งประชากร การศึกษาทางพันธุกรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน เพื่อสำรวจความหลากหลายของประชากรที่เหลืออยู่ และออกแบบการจัดการเพื่อป้องกัน

การสูญพันธุ์ในอนาคต ปลากัดป้ามหาชัยจึงเปรียบเสมือนกระจกสะท้อนการจัดการพื้นที่อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมของไทย หากเราดูแลสิ่งแวดล้อมได้ดี ปลากัดป้ามหาชัยก็จะอยู่รอดได้เช่นกัน



หวอด หรือ รังฟอง ที่ปลากัดพ่นขึ้นมาจากผิวหนังน้ำสำหรับเก็บไข่ และใช้เลี้ยงลูกอ่อน



พื้นที่อุตสาหกรรมหนาแน่น จังหวัดสมุทรปราการ  
ที่มาภาพ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559

## งานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์ปลากัดป่ามหาชัย

หนึ่งในก้าวสำคัญของการอนุรักษ์ปลากัดไทยคือ การศึกษา พันธุกรรมของปลากัดป่ามหาชัย ภายใต้ โครงการทรัพยากร ชีวภาพปลากัดแห่งชาติ (National Betta Bioresource Project: NBBRP) ทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สามารถถอดรหัส จีโนมไมโทคอนเดรียที่สมบูรณ์ของปลากัดป่ามหาชัยซึ่งมีขนาด 16,980 คู่เบส ได้สำเร็จ พบข้อมูลสำคัญบนจีโนมเพื่อใช้สนับสนุน จัดทำฐานข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพ อนุกรมวิธาน เอกลักษณะทางพันธุกรรม และการแพร่กระจายของปลากัดป่า ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย

เมื่อทีมวิจัยนำข้อมูลพันธุกรรมของปลากัดป่ามหาชัยมา เปรียบเทียบกับปลากัดชนิดอื่นพบว่า ปลากัดป่ามหาชัยมีความ ใกล้เคียงกับ ปลากัดภาคกลาง (*B. splendens*) มากที่สุด ทั้งสองชนิด อยู่ในกลุ่มสายวิวัฒนาการเดียวกัน หรือที่เรียกว่า monophyletic clade การค้นพบนี้ช่วยยืนยันว่าปลากัดป่ามหาชัยเป็นปลาเฉพาะ ถิ่นที่วิวัฒนาการแยกออกมาเป็นเวลานาน และไม่ได้เป็นเพียง สายผสมของปลากัดเลี้ยงอย่างที่เคยเข้าใจ

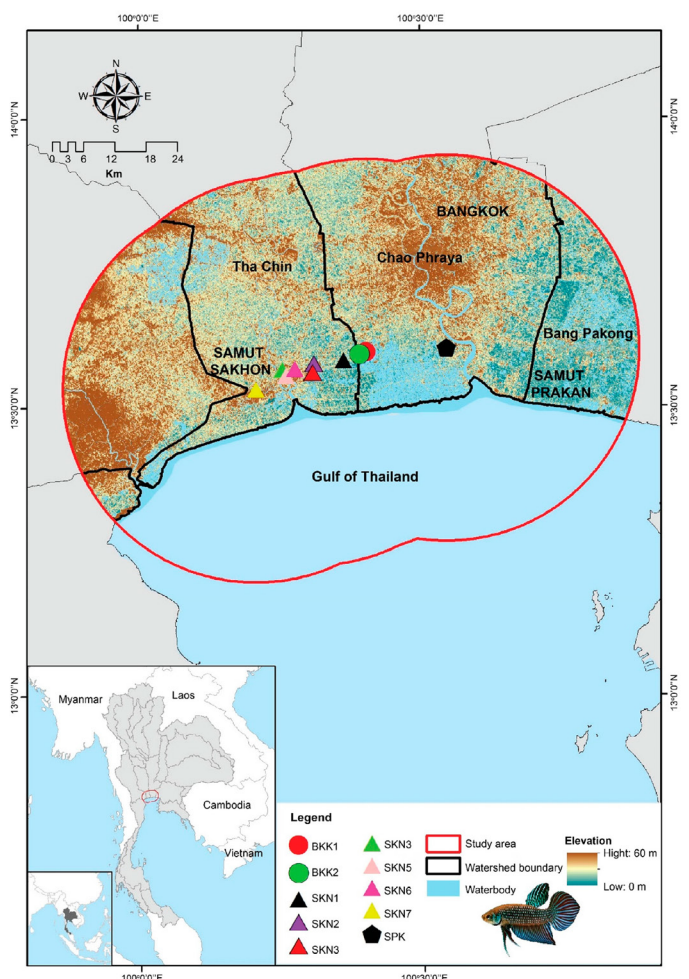
ข้อมูลจากงานวิจัยนี้เผยแพร่ในฐานข้อมูลสากลของ GenBank (รหัส MT682637) ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงระดับจีโนมเพื่อช่วย นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกในการศึกษาเปรียบเทียบพันธุกรรมของ ปลากัดชนิดอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ เนื่องจากนำมาใช้ตรวจสอบชนิดปลากัดในธรรมชาติ ป้องกันการ สูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมจากการเพาะเลี้ยงผสม ข้ามชนิด

การถอดรหัสจีโนมไมโทคอนเดรียของปลากัดป่ามหาชัย จึงถือเป็นก้าวสำคัญของไทยในการนำเทคโนโลยีทางพันธุกรรม มาใช้เพื่อปกป้องทรัพยากรประจำถิ่น และสร้างรากฐานสำหรับการ ฟื้นฟูปลากัดป่ามหาชัยให้คงอยู่คู่แผ่นดินมหาชัยต่อไปในอนาคต

## การประยุกต์ใช้ภูมิศาสตร์และพันธุกรรม ของปลากัดป่ามหาชัย

การศึกษานี้เป็นครั้งแรกที่นักวิจัยนำข้อมูลด้านภูมิศาสตร์ แหล่งอาศัย และพันธุกรรมของปลากัดป่ามหาชัยมาวิเคราะห์ ร่วมกัน เพื่อทำความเข้าใจว่าการขยายตัวของเมืองส่งผลอย่างไร ต่อความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาชนิดนี้

จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างตามแหล่งน้ำ (จุดสัญลักษณ์ ต่าง ๆ ดังภาพ) ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร และ สมุทรปราการ รวมทั้งหมด 10 แหล่ง เช่น คลองมหาชัย คลอง สนามชัย คลองสุนัขหอน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีต้นจากขึ้นหนาแน่น และมีน้ำกร่อยปนเค็ม ทีมวิจัยเก็บตัวอย่างปลารวม 81 ตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์หัตถ์เอ็นเอไมโครแซตเทลไลต์ 13 ตำแหน่ง พบว่าแต่ละพื้นที่มีคุณภาพน้ำแตกต่างกัน เช่น ความเค็ม (salinity) ตั้งแต่ 3–27 PSU\* และออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ตั้งแต่ 0.8–6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความแตกต่างเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า ปลากัดป่ามหาชัยต้องมีการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมเฉพาะถิ่น เป็นอย่างมาก



แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดสมุทรปราการ

\*PSU (practical salinity unit) คือ หน่วยวัดค่าความเค็มของน้ำที่คำนวณจากการนำไฟฟ้า



ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของความแตกต่างทางพันธุกรรมในภูมิภาคซึ่งจำลองออกมาเป็นภาพกราฟฟิวเฮาส์ (surface plot) โดยแกน X และ Y คือพิกัดพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ส่วนความสูงของกราฟแทนค่าความแตกต่างทางพันธุกรรม พบว่า

- พื้นที่สีน้ำเงิน (ค่าสูง) หมายถึงบริเวณที่ปลามีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง เช่น จังหวัดสมุทรสาครบางพื้นที่ (SKN3, SKN7) และสมุทรปราการ (SPK)
- ส่วนพื้นที่สีเหลือง (ค่าต่ำ) หมายถึงพื้นที่ที่ปลามีความใกล้เคียงกันทางพันธุกรรม เช่น กลุ่มคลองมหาชัยและคลองสนามชัย

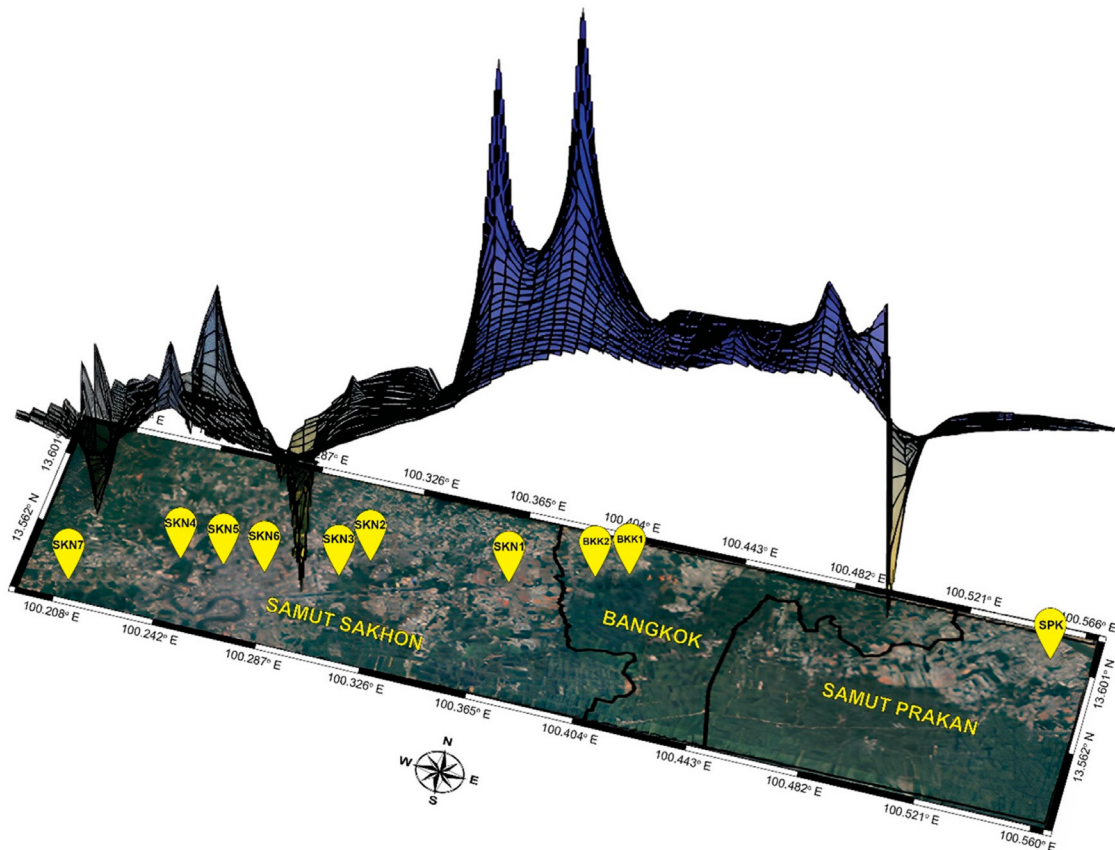
ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าปลากัดป่ามหาชัยในแต่ละพื้นที่เริ่มมีความโดดเดี่ยวทางพันธุกรรม (genetic isolation) มากขึ้น เนื่องจากคลองและป่าจากที่เคยเชื่อมต่อกันถูกตัดขาดโดยถนน โรงงาน และพื้นที่อยู่อาศัย

จากแบบจำลองคาดการณ์ในอนาคตพบว่า หากไม่มีการฟื้นฟูแหล่งอาศัย ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลากัดป่ามหาชัยอาจลดลงอย่างรุนแรงภายใน 12-37 ปีข้างหน้า ซึ่งจะทำให้ปลากัดปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ยากและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

## ผลกระทบและความสำคัญของงานวิจัย

งานวิจัยเรื่องปลากัดป่ามหาชัยบูรณาการข้อมูลจากหลายศาสตร์ ทั้งภูมิศาสตร์ พันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและทำความเข้าใจระบบนิเวศของพื้นที่น้ำกร่อยในเขตเมืองและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในภาวะที่เขตเมืองมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ผลการศึกษาช่วยให้หน่วยงานภาครัฐระบุพื้นที่ที่ควรกำหนดเป็น “เขตอนุรักษ์พันธุกรรมปลากัดป่ามหาชัย” ได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและคลองมหาชัยที่ยังคงมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ขณะเดียวกันข้อมูลที่ได้ก็ยังเป็นแนวทางและส่งเสริมให้ภาคเอกชนและชุมชนในพื้นที่มีการเพาะเลี้ยงเชิงอนุรักษ์เพื่อคงสายพันธุ์แท้ของปลากัดไว้ในธรรมชาติ และเป็นฐานข้อมูลให้นักวิทยาศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรปลาในอนาคต

ดังนั้นปลากัดป่ามหาชัยจึงไม่เพียงเป็นสัญลักษณ์แห่งป่าจากและความงดงามของธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังเป็นตัวชี้วัดสุขภาพของระบบนิเวศน้ำกร่อยในเมืองใหญ่ สะท้อนถึงความสมดุลระหว่างการพัฒนาเมืองและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่คนไทยทุกคนควรช่วยกันรักษาไว้ให้คงอยู่ต่อไป



ภาพกราฟฟิวเฮาส์ (surface plot) แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของความแตกต่างทางพันธุกรรมในพื้นที่อาศัยของปลากัดป่ามหาชัย



## การวางแผนเพื่อรักษาความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

การอนุรักษ์ปลากัดปามหาชัยให้ยั่งยืนต้องเริ่มจากการฟื้นฟูระบบนิเวศน้ำกร่อยและป่าจากธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งวางไข่สำคัญของปลา ควบคู่กับการจัดการน้ำเสียและควบคุมการใช้ที่ดินในพื้นที่ชุ่มน้ำที่เหลืออยู่ รัฐบาลท้องถิ่นควรกำหนดเขตอนุรักษ์พันธุ์กรรมปลากัดปามหาชัยเพื่อคุ้มครองพื้นที่ต้นแบบของความหลากหลายทางชีวภาพ ขณะที่ภาคเอกชนควรเข้ามามีส่วนร่วมในการสนับสนุนการเพาะพันธุ์เชิงอนุรักษ์และพัฒนาตลาดปลากัดพันธุ์ที่มีแหล่งที่มาถูกต้อง ส่วนชุมชน

ควรมีบทบาทสำคัญในการดูแลคลอง ปลุกต้นจาก ลดการปล่อยของเสียลงน้ำ และรณรงค์ให้เยาวชนเห็นคุณค่าของปลาพื้นถิ่น การเชื่อมโยงความร่วมมือของทั้งสามภาคส่วนนี้จะเป็นพลังสำคัญที่ทำให้ปลากัดปามหาชัย สัญลักษณ์แห่งป่าจากและความสมดุลของธรรมชาติ ยังคงมีชีวิตอยู่คู่กับวิถีชุมชนไทยอย่างยั่งยืนต่อไป



### แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- Nguyen, T. H. D., Budi, T., Pongsanarm, T., Panthum, T., Singchat, W., Muangmai, N., Chaiyes, A., Suksavate, W., Dokkaew, S., Griffin, D. K., Duengkae, P., & Srikulnath, K. (2025). Saving the Mahachai betta: genetic erosion and conservation priorities under urbanization pressure. *Animals*, 15(19), 2820. <https://doi.org/10.3390/ani15192820>
- Singchat, W., Ahmad, S. F., Laopichienpong, N., Suntronpong, A., Pongsanarm, T., Panthum, T., ... Srikulnath, K. (2020). Complete mitochondrial genome of Mahachai betta, *Betta mahachaiensis* (Teleostei: Osphronemidae). *Mitochondrial DNA Part B*, 5(3), 3059–3061. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1797578>
- Kowasupat, C., Panijpan, B., Ruenwongsa, P., & Sriwattanarothai, N. (2012). *Betta mahachaiensis*, a new species of bubble-nesting fighting fish (Teleostei: Osphronemidae) from Samut Sakhon Province, Thailand. *Zootaxa*, 3522(1), 49–60. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3522.1.3>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดเขตพื้นที่ควบคุมมลพิษและเขตประกอบการอุตสาหกรรม [ออนไลน์]. กระทรวงอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก <http://gisweb.diw.go.th/zoning1/index.html>





# ภารกิจ 'หนอนแมลงทอดดำ' ทั่วโลก ด้วยสองมือเด็ก ๆ บ้านสามขา

หลังมื้ออาหารกลางวันเป็นเวลาของเด็ก ๆ ได้วิ่งเล่นกับเพื่อน  
ที่สนามหญ้าของโรงเรียน บ้างนั่งคุยหยอกล้อตามม้านั่งรอบสนาม  
แต่สำหรับน้องไฉ จิรัฏฐ์ จันนา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ  
เพื่อน ๆ อีก 3-4 คน พวกเขามีภารกิจประจำที่โรงเรียนแมลง  
และโรงเรียนไก่พื้นเมืองของโรงเรียนบ้านสามขา  
ตำบลหัวเสือ อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง

...



“ช่วงวัยหนอนต้องให้อาหารสม่ำเสมอ ตัวหนอนจะโต แข็งแรง แต่ต้องให้ไม่เยอะ เพราะอาหารจะทับกัน มีน้ำเยอะ หนอนไม่ชอบ” น้องโดพูดพลางเปิดฝาคอกระเบาะ เพื่อตรวจสอบปริมาณอาหารที่เหลือก่อน จะตักเศษอาหารใส่เพิ่มลงไปให้เหล่าหนอน แผลงทหารดำ ขณะที่ในโรงเลี้ยงไก่ ทันทีที่น้องคอม พงศกร พลัดวงษ์ และเพื่อนเท กระเบาะหนอนอวบอ้วนลงรางไม้ ไก่ตัวเล็ก ตัวน้อยต่างกรูเข้าหาอาหารโอชะ

“เด็กที่นี้จะเรียนรู้ผ่านการทำโครงการ การเลี้ยงหนอนแผลงทหารดำเกิดจากที่เราให้เด็ก ๆ สำรวจโรงเรียนและชุมชนว่ามีอะไรที่เป็นปัญหาในมุมของเด็ก เขาสังเกต เห็นเศษอาหารในถุงขยะดำจากรถขยะ หล่นตามถนนส่งกลิ่นเหม็นจึงคิดอยากทำโครงการจัดการขยะเหล่านี้ ก็เป็นช่วงเวลา

เดียวกับที่เจ้าหน้าที่ สวทช. กำลังจะขยายผล เรื่องหนอนแผลงทหารดำในพื้นที่พอดี” **อุทิศ จ๊ะปิน** คุณครูผู้รับผิดชอบโครงการ ย้อนความถึงที่มาภารกิจของน้องโดและเพื่อน

**สมบัติ จันทร์สุริยะ** ผู้อำนวยการ โรงเรียนฯ ขยายความว่า กระบวนการเรียนรู้ ผ่านโครงการช่วยฝึกทักษะให้เด็กรู้จักคิด วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อตัดสินใจ แก้ปัญหา โครงการงานแผลงทหารดำ<sup>1</sup> เกิดจากการที่เด็กตระหนักถึงปัญหา เขาจึงหาวิธี แก้ปัญหา เกิดกระบวนการคิดและลงมือทำ เมื่อเด็กทำด้วยความเต็มใจ จะเกิดความ ยั่งยืนของโครงการและส่งต่อให้รุ่นน้องได้

“โครงการงานแผลงทหารดำ” เกิดขึ้น หลังจากครูอุทิศพร้อมเด็กอีก 5 คน รวมถึง ตัวแทนชุมชนบ้านสามขา เข้าร่วมกิจกรรม ฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้การ ผลิตและการใช้ประโยชน์แผลงทหารดำ

(black soldier fly: BSF) เพื่อลดต้นทุนค่า อาหารสัตว์จัดโดย สวทช. เมื่อกลางปีที่ผ่านมา

“เคยเห็นหนอนแบบนี้ที่บ่อน้ำหมัก ข้างโรงอาหาร แต่ไม่รู้จัก คิดว่าเป็นหนอน แผลงวันบ้าน ไปอบรมก็กลัว ๆ กลัว ๆ แต่ ก็คิดว่าน่าลอง พอได้มาเลี้ยงก็ค่อย ๆ ทำความรู้จัก เดียวนี้ไม่กลัวแล้ว หนอน เป็นมิตร ไม่เป็นศัตรูกับมนุษย์” น้องโด เป็นหนึ่งในนักเรียนที่ได้ไปร่วมอบรม เล่า ถึงความรู้สึกที่ได้รู้จักหนอน BSF

หนอนวัยอ่อนที่ครูอุทิศได้รับจากการ อบรมครั้งนั้น เขานำกลับไปทดลองเลี้ยง ต่อที่บ้านก่อนมาขยายเลี้ยงที่โรงเรียน มี ชาวบ้านที่ไปอบรมด้วยมาช่วยเลี้ยง โดย ปรับพื้นที่ทรงนกยูงของโรงเรียนเป็นโรง แผลง แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจาก ขาดการดูแลต่อเนื่อง ครูอุทิศจึงปรับปรุง โรงเรือนเพาะชำเก่าให้เป็นโรงแผลงแทน และให้เด็กนักเรียนชั้นโตมาดูแล



สมบัติ จันทร์สุริยะ

อุทิศ จ๊ะปิน

น้องโด จิรภัฏ จันนา

<sup>1</sup> มีเป้าหมายให้เด็กเรียนรู้รักษาลิงแวดล้อม เรียนรู้ร่วมกับชุมชนและคืนความรู้ให้ชุมชน โดยโรงเรียนบ้านสามขาใช้งบสนับสนุน 4,000 บาท จัดซื้อวัสดุ ทำโรงเลี้ยง และได้รับสนับสนุนอุปกรณ์การเลี้ยงจาก สวทช.



“ให้เขาเลี้ยงไปก่อน เลี้ยงอย่างไรก็ได้ ให้เห็นปัญหา ให้เรียนรู้ เขาก็จะเห็นปัญหา และช่วยกันหาทางแก้ เช่น วัสดุที่ให้แมลงวางไข่ ตอนแรกใช้ไม้ไผ่ติ่มวางซ้อนเป็นชั้น ๆ ยึดด้วยกาว บางครั้งไม้หล่นไปในกองอาหารที่แฉะก็ดูดซับน้ำทำให้ไข่เสีย เด็ก ๆ เขาสังเกตเห็นฟิวเจอร์บอร์ดที่กันบั้งแสงมีแมลงมาวางไข่ เขาก็คิดเอามาออกแบบ ก็ใช้แทนไม้ไผ่ติ่มได้ หรืออย่างอาหารไม่พอ หนอนจะคลานออกเพื่อหาอาหาร เขาก็ได้เรียนรู้แล้วว่าต้องคอยดูแลเรื่องอาหารให้พอ”

ขยะเศษอาหารจากโรงอาหารเป็นวัตถุดิบหลักที่เด็ก ๆ นำมาใช้เลี้ยงหนอน ทุกเช้าและกลางวันจะมีตัวแทนไปรับถึงขยะเศษอาหาร เทส่วนที่เป็นน้ำทิ้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกปริมาณเศษอาหารที่ใช้แต่ละครั้ง และก่อนตักอาหารรอบใหม่ เด็ก ๆ ไม่ลืมตรวจสอบปริมาณเศษอาหารเดิมที่เหลืออยู่เพื่อป้องกันการให้อาหารที่มากเกินไป

อย่างไรก็ดี ด้วยโรงเรียนเน้นให้นักเรียนรับประทานอาหารเช้า จึงมีเศษอาหารเหลือทิ้งไม่เกิน 3 กิโลกรัมต่อวันซึ่งไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงหนอน 40 กระบะ เด็ก ๆ จะนำเศษผักที่คัดทิ้งจากแปลงผักในชุมชนมาหั่นซอยเป็นอาหารเสริมให้หนอน และพวกเขายังเริ่มคิดนำเศษอาหารจากที่บ้านใส่ถังหิวมาโรงเรียน น้องไดบอกกว่าไม่อายที่จะถือถังขยะเศษอาหารจากบ้านมาโรงเรียนเพราะเห็นประโยชน์ที่จะเป็นอาหารให้หนอน

นอกจากอาหารสำหรับหนอนแล้ว ในโรงแมลงที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ก็ต้องใส่ใจไม่แพ้กัน โดยแบ่งพื้นที่เป็น 2 โซน น้องคอมเล่าว่า โซนแห้งเป็นที่วางไข่และเก็บดักแด่ โซนเปียกจะฉีดพรมน้ำให้แมลง ให้แมลงได้กินน้ำและช่วยให้ไม่ร้อน เวลาเก็บไข่

ต้องเบามือ บางทีมีไข่อยู่ตามซอกมุ้งต้องเก็บด้วยจะได้อะไรเสียโอกาส ส่วนปลอกดักแด่ที่หนอนลอกคราบแล้วจะเอาไปทำปุ๋ย

“เป้าหมายช่วงปีแรกของผมคือฝึกกระบวนการเรียนรู้และความรับผิดชอบของเด็ก ปริมาณหนอนที่เลี้ยงมีเพียงพอให้เด็กนำไปเลี้ยงไก่ที่โรงเรียน แต่ยังไม่เพียงพอให้เด็กนำกลับไปที่บ้าน ส่วนปี

ต่อไปอาจเปลี่ยนโจทย์ขึ้นอยู่กับเด็ก ๆ ที่เข้าร่วมโครงการ เด็ก ป. 5 ที่ดูแลปีนี้ก็จะขยับเป็นรุ่นพี่แนะนำน้อง และอาจขยายสู่ชุมชน โดยมีเด็กเป็นตัวเชื่อม”

การเลี้ยงหนอน BSF นอกจากตอบโจทย์การแก้ปัญหาขยะอินทรีย์และสิ่งแวดล้อมของเด็กแล้ว หากยังเสริมการพัฒนาด้านพฤติกรรมของเด็ก ๆ ด้วย ดังที่ครูอุทิศ





บอกว่าเด็กได้ฝึกวินัย ฝึกความรับผิดชอบ รู้ว่าต้องทำหน้าที่อะไร ถึงเวลาต้องมาดูแล เสาร์-อาทิตย์จัดเวรเข้ามา พอเลี้ยงหนอน เป็นอาหารให้ไก่ได้ เด็กก็รู้สึกภูมิใจ

“จากเริ่มต้นมีเด็กร่วมโครงการ 5 คน ตอนนี้เพิ่มเป็น 9 คน และส่วนหนึ่งเป็น เด็กพิเศษ (สมาธิสั้น) พัฒนาการของ พวกเขาดีขึ้น มีความรับผิดชอบ การที่เขา ได้เลี้ยงหนอน BSF ทำให้เขามีกิจกรรม ทำและเป็นกิจกรรมที่ดีต่อชุมชน ต่อ สิ่งแวดล้อม เมื่อเขาทำได้ เขารู้สึกมีคุณค่า และภาคภูมิใจ”

การเข้ามาของหนอน BSF ในโรงเรียน บ้านสามขา ทำให้เด็ก ๆ ได้เรียนรู้การจัดการ ขยะอินทรีย์ผ่านการทำโครงการ และ “โครงการแมลงทหารดำกู่โลก” ของเด็ก ๆ ยังได้รับรางวัลชนะเลิศ ระดับประถมศึกษา จากการประกวดโครงการด้านพลังงาน ของจังหวัด นอกจากนี้โรงเรียนของ พวกเขายังเป็น “จุดเรียนรู้การเพาะเลี้ยง แมลงทหารดำ” ที่ ผอ.สมบัติบอกว่าภาพ ที่เห็นเป็นภาพที่เราทำจริง เป็นการสร้าง นวัตกรรมตัวจิ๋วที่มาจากกระถางถึงปัญหา







และคิดหาวิธีแก้ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของคุณครูและการสนับสนุนจาก สวทช.<sup>2</sup>

“สูตรอาหารล่อแมลงวางไข่ ใช้แกลบละเอียด มะละกอสุก เอามาผสมใส่กระบะเล็ก ๆ ไปไว้ในโรง-bin ถ้ามีสับปะรดให้ใส่ด้วย จะให้กลิ่นหอม แมลงชอบ” น้องไดโนเสาร์ตัวจิ๋ว ทั้งทำสูตรอาหาร 🐞



ไม่เพียงเด็ก ๆ โรงเรียนบ้านสามขามองเห็นเศษขยะอาหารหล่นเกลื่อนถนนเป็นปัญหาต่อชุมชน สุรินทร์ วงศ์เก๋ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลหัวเสือ อำเภอแม่ทะ ในฐานะหน่วยงานผู้รับผิดชอบพยายามจัดการปัญหาดังกล่าวด้วยเช่นกัน

“ชาวบ้านทยอยะรวม เมื่อรขยะของ อบต.ไปเก็บ พนักงานจะอัดขยะ น้ำจากเศษขยะอาหารจึงไหลตามทางและส่งกลิ่นเหม็น อบต.จึงทำโครงการลดขยะต้นทางโดยเฉพาะขยะเปียก ให้ชาวบ้านทำหลุมขยะเปียกทุกบ้าน แต่คนที่เลี้ยงไก่พอมาลี้ยงหนอน เขาก็เอาเศษอาหารมาให้หนอน”

สุรินทร์เล่าว่าขยะเปียกที่ชาวบ้านทิ้งผสมในถุงดำจะเพิ่มปริมาณน้ำหนักขยะทั้งหมดที่ต้องส่งไปกำจัด ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ถ้าแยกเศษอาหารเปียกออกจะลดค่าใช้จ่ายได้

ด้านหลัง อบต.หัวเสือ มีโรงแมลงทหารดำที่จัดแบ่งพื้นที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และอนุบาลหนอน ก่อนแจกจ่ายให้ชาวบ้านที่เลี้ยงไก่นำไปเลี้ยงต่อที่บ้าน

“มีโครงการหนอน BSF ของ สวทช.เข้ามา เป็นโอกาสดีที่เราจะจัดการขยะเปียกโดยนำมาเลี้ยงหนอนเพื่อเอาไปเลี้ยงไก่ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองไว้บริโภคในครัวเรือน ลดต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงไก่ให้ชาวบ้านได้ ไก่โตไว ขยะเปียกที่เคยเป็นปัญหาก็ลดลง ถ้ายาวต่อไปได้ดีอาจช่วยประหยัดเงินค่าจัดการขยะของ อบต.ได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์”

## ข้อมูลเพิ่มเติม

วิดีโอ [ได้เวลา ‘แมลงกู้โลก’ ช่วยโลก ช่วยเรา](#) [60HP048](#)

## ที่มา :

หนังสือ ‘วิทย์เพื่อชุมชน’ ขับเคลื่อนเกษตรสู่ความยั่งยืน. (2568). สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

<sup>2</sup> สวทช. โดย สท. ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ดำเนินโครงการการถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตและการใช้ประโยชน์แมลงทหารดำ (black soldier fly: BSF) เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ เสริมการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน



# ประวัติศาสตร์ย่อของ แม่เหล็กโลก

ไม่มีใครรู้ต้นกำเนิดของคำว่า  
“magnitismos” (แม่เหล็กในภาษากรีก)  
ทฤษฎีหนึ่งบอกว่ามันมาจากชื่อเมืองแมกเนเซีย  
สถานที่ที่ประหลาดเต็มไปด้วยหินแร่วิเศษ  
สามารถดึงดูดเหล็กได้ อีกทฤษฎีหนึ่งบอกว่า  
มาจากชื่อ แมกเนส ของเด็กเลี้ยงแกะ  
ที่กำลังเดินในทุ่งหญ้าอยู่ดี ๆ ตะปุงรองเท้า  
ก็ยึดติดกับหินแม่เหล็กจนเขาก้าวเท้าไปไหนไม่ได้  
แมกเนสเลยกลายเป็นผู้ค้นพบหินวิเศษนี้

...





อารยธรรมกรีกเต็มไปด้วยนักปราชญ์ ถึงกระนั้นไม่มีใครอธิบายคุณสมบัติของแม่เหล็ก เหตุใดหินชนิดนี้ถึงดึงดูดเหล็กได้ **ทาเลส** (Thales) นักปราชญ์กรีกยุคแรก อธิบายว่าในแม่เหล็กมีจิตวิญญาณดึงดูดจิตวิญญาณของหินก้อนอื่นให้เข้ามาใกล้ **เพลโต** (Plato) เปรียบเทียบแม่เหล็กว่าเหมือนกับกวี บทกวีที่เอ่ยออกมาจากผู้แต่งเองจะมีพลังดึงดูดใจผู้ฟัง คนที่จำบทกวีไปท่องต่อยังพอดึงดูดผู้ฟังได้เหมือนกันแต่ด้วยพลังอันน้อยกว่า เช่นเดียวกับเหล็กที่ถูกแม่เหล็กดูดจะกลายเป็นแม่เหล็กเสียเองและดูดเหล็กเบา ๆ ต่อเนื่องกันไปได้

**อริสโตเติล** (Aristotle) อธิบายแม่เหล็กแบบกึ่งวิทยาศาสตร์ ผิวแม่เหล็กพันโอลองพลักอากาศรอบข้างให้กระจายตัว เกิดเป็นสุญญากาศขนาดเล็ก เหล็กเบาถูกสุญญากาศดูดเข้าไป อริสโตเติลใช้คำอธิบายเดียวกันนี้กับอีกปรากฏการณ์หนึ่ง เมื่อเอาแท่งอำพันมาถูด้วยผ้า มันจะดูดกระดาษแผ่นเล็ก ๆ ได้ ความร้อนบนแท่งอำพันพลักให้อากาศไหลเวียนออก เกิดเป็นสุญญากาศเช่นกัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “electricity” (ไฟฟ้า) ไม่เหมือนคำว่า “magnetism” นักประวัติศาสตร์รู้ว่า “อิเล็กตริก” มาจาก “อิเล็กตรัม” ที่แปลว่าแท่งอำพันนั่นเอง

แต่คำอธิบายของอริสโตเติลไม่สามารถเอามาใช้อธิบายได้ว่าเหตุใดแม่เหล็กซึ่งไปทางทิศเหนือเสมอ ถ้าเอาแท่งแม่เหล็กมาแขวนไว้กับเส้นด้าย ปลอยให้มันหมุนโดยอิสระ สุดท้ายปลายหนึ่งจะชี้ไปทางเหนือ ในศตวรรษที่ 7 ชาวจีนรู้ว่าถ้าเอาเหล็กอะไรก็ตามมาถูกับแม่เหล็ก มันจะกลายเป็นแม่เหล็กตามไปด้วย พวกเขาหลอมเหล็กเป็นรูปช้อน ถูจนช้อนกลายเป็นแม่เหล็ก วางปลายดักลงกับพื้นให้หมุนอย่างอิสระ ด้ามช้อนจะชี้ไปทางทิศเหนือเสมอ นี่คือเข็มทิศในยุคแรก



เข็มทิศรูปช้อนของจีนโบราณ  
ที่มาภาพ : CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

ชาวยุโรปเริ่มรู้จักใช้เข็มทิศในศตวรรษที่ 12 แทนที่จะหลอมเหล็กเป็นรูปช้อน พวกเขานิยมทำเป็นเข็มขนาดเล็กและเบา เข็มทิศมีประโยชน์อย่างมากในการเดินเรือ กับต้นเรือนอกจากจะพกเข็มทิศแล้วยังต้องพกแม่เหล็กไปด้วย เพราะเข็มทิศเสื่อมสภาพระหว่างการเดินทางได้ ต้องเอาแม่เหล็กไปถูเพิ่มเติมถึงจะชี้บอกทิศทางได้อย่างแม่นยำ

แต่จนป่านนั้นก็ยังไม่มีใครรู้ว่าทำไมเข็มทิศชี้ไปทางทิศเหนือ ในศตวรรษที่ 13 อัศวินชาวอิตาลี **เพทรุส เพเรกรินุส** (Petrus Peregrinus) ระหว่างทำสงครามปิดล้อมเมือง เกิดเบื่อขึ้นมาเลยหลอมแม่เหล็กเป็นรูปทรงกลม ความสนใจจริง ๆ ของเขาไม่ใช่แม่เหล็ก แต่เป็นกงล้อนิรันดร์ (perpetual motion machines) ในศตวรรษที่ 13 พระราชาประกาศรางวัลอย่างงามแก่คนที่สามารถสร้างเครื่องจักรนิรันดร์ กงล้อที่หมุนด้วยตัวเองไปเรื่อย ๆ ได้โดยไม่วันหยุด ไม่มีใครทำสำเร็จ แม้แต่อัจฉริยะอย่าง **ลีโอนาร์โด ดา วินชี** (Leonardo da Vinci) ยังล้มเหลวกับกงล้อนิรันดร์มาแล้ว บางคนถึงขนาดเจาะช่องเล็ก ๆ ให้คนมุดเข้าไป คอยหมุนกงล้อเพิ่มเวลาไม่มีใครสังเกต



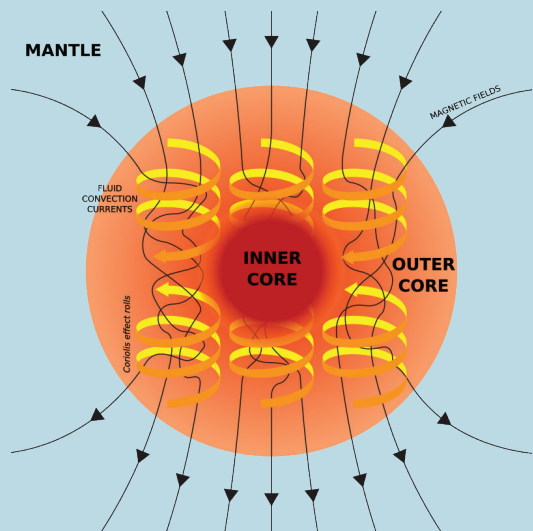
กงล้อนิรันดร์ของลีโอนาร์โด ดา วินชี  
ที่มาภาพ : Togrul Safarov, Public Domain via Wikimedia Commons

กลไกการเกิดของเพเรกีนุสใช้หลักการอีกแบบ เขาเชื่อว่าสาเหตุที่แม่เหล็กชี้ไปทางทิศเหนือเพราะมันถูกดึงดูดด้วยพลังพิเศษบางอย่าง พลังพิเศษนี้จะมาจากที่ไหนได้ถ้าไม่ใช่สรวงสวรรค์หรือท้องฟ้า ท้องฟ้าทิศเหนือมีดาวเหนือ เพเรกีนุสเชื่อว่าดาวเหนือนั่นเองที่ดึงดูดแม่เหล็ก และเนื่องจากดาวเหนือไม่ได้ค้างอยู่กับที่เสียทีเดียว และโคจรเป็นวงขนาดเล็ก ถ้าทำแม่เหล็กออกมาเป็นทรงกลม มันย่อมหมุนไปตามวงโคจรดาวเหนือ กลายเป็นกลไกการเกิดของเพเรกีนุส ปัจจุบันเรารู้แล้วว่าทฤษฎีนี้ผิด แต่เพเรกีนุสได้เครดิตในฐานะคนแรกที่หลอมแม่เหล็กเป็นรูปทรงกลม และเชื่อมโยงแม่เหล็กกับท้องฟ้า สิ่งนี้มีความสำคัญต่อไป

การค้นพบถัดมาเกิดในประเทศอังกฤษช่วงศตวรรษที่ 16 **ร็อบเบิร์ต นอร์แมน** (Robert Norman) เป็นนักทำเข็มทิศ ใคร ๆ ก็รู้ว่าพอเข็มทิศออกมาแล้ว เข็มจะปักลงพื้นดินหนึ่งซึ่งน่าจะเกิดจากน้ำหนักระหว่างด้านหน้ากับด้านหลังเข็ม นอร์แมนมั่นใจว่าตัวเองหลอมเหล็กมาดีแล้ว เข็มไม่ได้ปักลงพื้นเพราะน้ำหนัก แต่เพราะบางอย่างดึงดูดแม่เหล็กต่างหาก เขาสร้างแม่เหล็กชนิดพิเศษที่หมุนขึ้นลงในแนวตั้ง หลังจากทำการทดลองซ้ำหลายครั้ง เขามั่นใจว่าแม่เหล็กไม่ได้ถูกดูดไปทางทิศเหนือ แต่ยังถูกดูดลงพื้นด้วย อะไรเล่าที่จะดูดแม่เหล็กลงพื้นได้ ไม่ใช่ทั้งสรวงสวรรค์หรือดาวเหนือหรอกที่ดึงดูดแม่เหล็ก หากแต่เป็นโลก

**วิลเลียม กิลเบิร์ต** (William Gilbert) เป็นนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ยุคเดียวกับนอร์แมน คนยุคปัจจุบันไม่ค่อยรู้จักชื่อเขา แต่เขาเป็นยอดนักคิดผู้ยิ่งใหญ่ไม่แพ้โคเปอร์นิคัส เคปเลอร์ หรือกาลิเลโอเลย กิลเบิร์ตผสมผสานแนวคิดของทั้งเพเรกีนุสและนอร์แมน ทางหนึ่งเขาเห็นด้วยกับนอร์แมนว่า โลกต่างหากที่ดึงดูดแม่เหล็ก เพื่อพิสูจน์สิ่งนั้น เขาสร้าง**เทอเรลลา** (terrella) ขึ้นมา มันคือแม่เหล็กทรงกลมแบบเพเรกีนุส กิลเบิร์ตเอาแม่เหล็กขนาดเล็กมาวางคู่กับเทอเรลลา แสดงให้เห็นว่าแม่เหล็กถูกดูดไปทางขั้วเหนือ พิสูจน์ว่าโลกทั้งใบก็คือเทอเรลลาขนาดใหญ่ี่เอง

ปรัชญาแม่เหล็กของกิลเบิร์ตไปไกลยิ่งกว่านี้อีก กิลเบิร์ตเกิดในวันที่ 24 พฤษภาคม ค.ศ. 1544 ครอบรอบหนึ่งปีวันเสียชีวิตของโคเปอร์นิคัส ผลงานยิ่งใหญ่ที่สุดของโคเปอร์นิคัสคือทฤษฎีที่ว่าไม่ใช่ดวงดาวหรอกที่หมุนรอบโลก แต่โลกต่างหากที่หมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์อีกที รวมไปถึงดวงดาวด้วยที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ กิลเบิร์ตเห็นด้วยกับโคเปอร์นิคัส เขาเสนอว่าแรงแม่เหล็กดึงให้ดวงดาวต่าง ๆ โคจรรอบกันและกัน นอกจากนี้การหมุนรอบตัวเองของโลกยังสัมพันธ์กับขั้วแม่เหล็กโลกด้วย



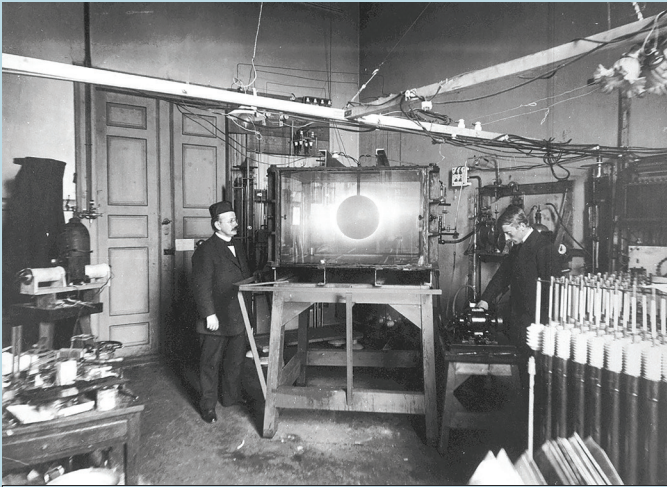
การเคลื่อนที่ของเหล็กร้อนใต้ผิวโลกทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก  
ที่มาภาพ : Andrew Z. Colvin, CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons

ปัจจุบันเรารู้แล้วว่าข้อเสนอแรกของกิลเบิร์ตผิด แต่นั่นเป็นแรงบันดาลใจสำคัญที่ช่วยให้**ไอแซก นิวตัน** (Isaac Newton) ค้นพบแรงโน้มถ่วง แรงที่แท้จริงที่ช่วยให้ดวงดาวโคจรรอบกันและกันได้ ส่วนข้อเสนอสองของกิลเบิร์ตใกล้เคียงกับความจริงมาก ๆ

ตลอดระยะเวลาสองพันกว่าปีที่มนุษย์รู้จักไฟฟ้าและแม่เหล็ก บางคนเชื่อว่ามันมีความสัมพันธ์กันบางอย่าง แต่บางคนก็บอกว่ามันไม่เกี่ยวกันเลย ในศตวรรษที่ 18 **ชาร์ล ออกุสต์แตง เดอ กูลอง** (Charles-Augustin de Coulomb) หรือคูลอมบ์ (ที่เราคุ้นหู) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส พิสูจน์ว่าขนาดของแรงไฟฟ้า ลดลงตามส่วนกลับระยะทางกำลังสอง เนื่องจากแรงดึงดูดแม่เหล็กไม่มีส่วนกลับกำลังสองตรงนี้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง คนเลยเชื่อว่าแม่เหล็กและไฟฟ้าเป็นคนละอย่างกัน ประมาณอีกยี่สิบปีถัดมานักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส **อังเดร มารี แอมแปร์** (Andre Marie Ampere) พิสูจน์ว่า ถ้าให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนตัวในเส้นลวดจะเกิดแรงแม่เหล็กขึ้นมาจริง ๆ ผลักเข็มแม่เหล็กให้เบนไปในทิศทางอื่นได้

แอมแปร์ประกาศต่อไปอีกว่าภายใต้ผิวโลกน่าจะมีบางอย่างทำหน้าที่เป็นเหมือนเส้นลวดขนาดใหญ่ และสานต่อปรัชญาแม่เหล็กของกิลเบิร์ต โดยอธิบายว่าการหมุนรอบตัวเองของโลกพาให้ประจุไฟฟ้าได้โลกเคลื่อนที่ไปในทิศทางหนึ่งเกิดเป็นแม่เหล็กโลก นี่คือจุดเริ่มต้นของ**ทฤษฎีไดนาโม** (Dynamo Theory) ที่ใช้อธิบายสนามแม่เหล็กโลก ในระยะแรกไม่มีใครรู้ว่าประจุไฟฟ้าไปอยู่ใต้ผิวโลกได้อย่างไร ต่อมาพอคนเริ่มรู้จักหินหลอมเหลว รู้จักแผ่นเปลือกโลก นักวิทยาศาสตร์ก็เริ่มเข้าใจองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กโลกมากยิ่งขึ้น

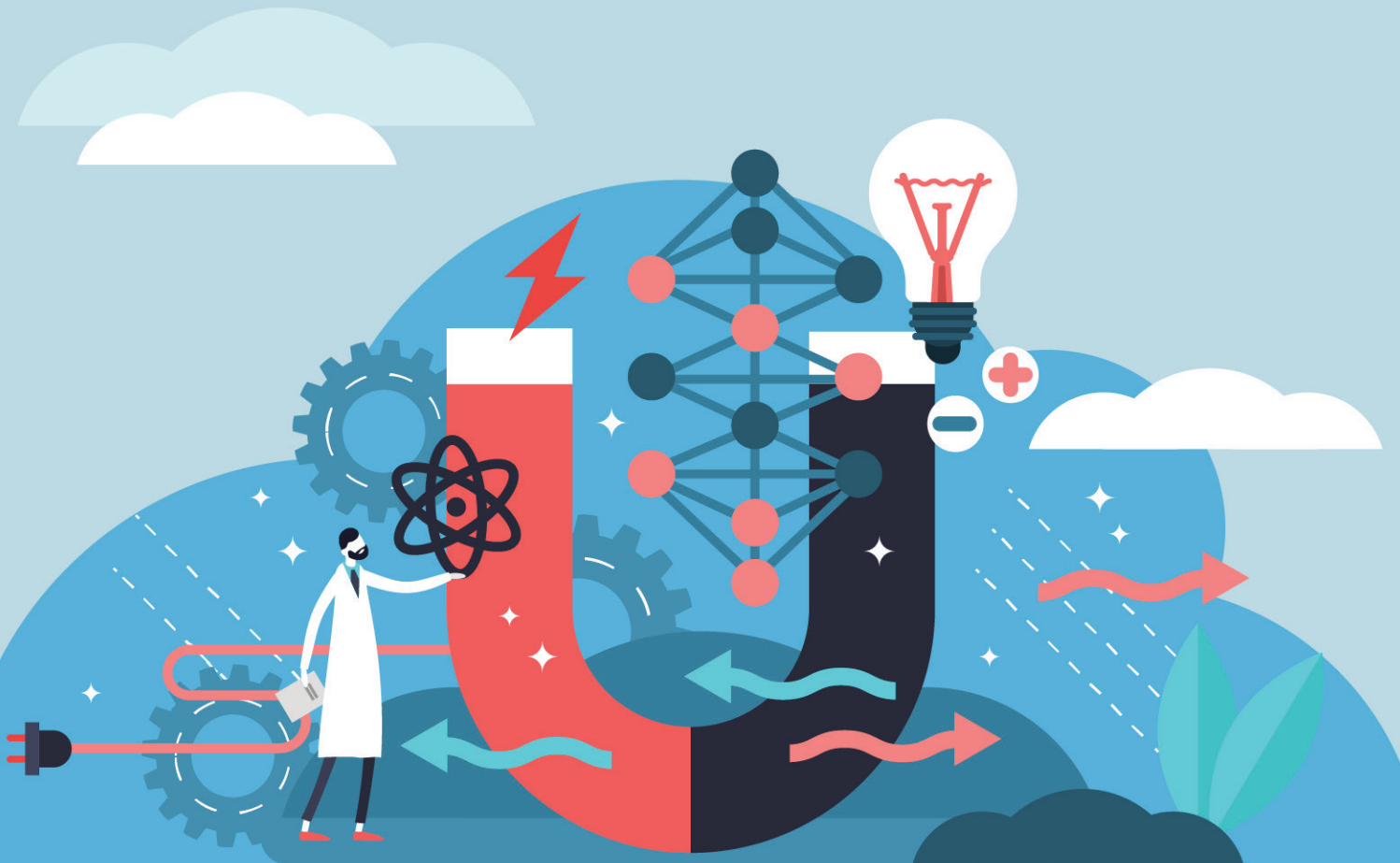




เทอร์เรลลาเพื่อใช้ศึกษาแสงเหนือแสงใต้  
ที่มาภาพ : Public Domain via Wikimedia Commons

บทบาทของเทอร์เรลล่ายังไม่จบเพียงเท่านี้ ในปี ค.ศ. 1895 นักวิทยาศาสตร์ชาวนอร์เวย์ **คริสเตียน บิร์เคอลันด์** (Kristian Birkeland) สงสัยว่าทำไมเฉพาะแต่ในบ้านเกิดของเขาเท่านั้นที่มีปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้บนท้องฟ้า นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่าแสงเหนือแสงใต้ น่าจะเกิดจากอิเล็กตรอนเคลื่อนตัวมาจากดวงอาทิตย์ แต่ที่พวกเขาไม่เข้าใจคือเหตุใดประจุดังกล่าวถึงไปรวมตัวกันบริเวณขั้วโลก บิร์กลันด์สร้างเทอร์เรลลา ก่อนแม่เหล็กทรงกลมขึ้นมาเป็นตัวแทนของแม่เหล็กโลก ฉายรังสีอิเล็กตรอนไปยังก้อนแม่เหล็ก และพบว่าอิเล็กตรอนส่วนใหญ่ เบี่ยงเบนไปแถบขั้วแม่เหล็กจริง ๆ

ยังมีปริศนาอีกมากมายเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กโลกที่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่เข้าใจ เช่น เหตุใดสนามแม่เหล็กโลกถึงกลับทิศทางได้ ขณะที่การหมุนของโลกอยู่ในทิศทางเดียวกันเสมอ แต่อย่างน้อยเรื่องราวของแม่เหล็กที่มีจุดเริ่มต้นมาจากยุคโบราณก็ช่วยให้เราเข้าใจธรรมชาติของพื้นพิภพมากยิ่งขึ้น 🌍







## ชาฤๅษีเคราขาว :

*Paraboea amplifolia* Z.R. Xu & B.L. Burtt

**W**รรณไม้ที่พบตามภูเขาหินปูน จัดอยู่ในวงศ์ชาฤๅษี (Gesneriaceae)

ไม้ล้มลุกหลายปีกิ่งไม้พุ่ม สูง 15-45 เซนติเมตร ลำต้นส่วนล่างแข็งคล้ายเนื้อไม้ รากแทรกและยึดติดแน่นอยู่ตามซอกหิน เปลือกต้นสีน้ำตาลอมเทา แตกเป็นร่องสั้น ๆ ตามแนวยาว ใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก เรียงถี่ใกล้ปลายยอด แผ่นใบค่อนข้างบาง รูปรีถึงรูปไข่ ช่อดอกแบบช่อกระจุกเชิงประกอบ เรียงกันเป็นคู่สองดอก ออกตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ดอกสีขาว รูปคล้ายวงล้อ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ โคนเชื่อมติดกันเล็กน้อย ปลายแยกกัน กลีบดอก 5 กลีบ ส่วนโคนเชื่อมติดกัน ปลายผายออก เกสรเพศผู้ 5 เกสร ที่สมบูรณ์ 2 เกสร อีก 3 เกสรที่เหลือเป็นหมันและลดรูป เกสรเพศเมียอยู่ตรงกลาง ยอดเกสรเพศเมียเป็นตุ่ม ผลแบบผลแห้งแตก รูปทรงกระบอกแคบ บิดเกลียวเล็กน้อยเมื่อแก่ มีกลีบเลี้ยงขยายขนาดติดทนอยู่ที่โคนผล มีหลายเมล็ด

ชาฤๅษีเคราขาวพบได้เฉพาะในนิเวศหินปูนเขตภาคใต้ค่อนข้างหายากและจัดเป็นพรรณไม้ที่ถูกคุกคามถิ่นอาศัย

ตัวอย่างต้นแบบของ *Paraboea amplifolia* คือ Rabil 123 เก็บจากอำเภอยะรัง ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

อ้างอิง :

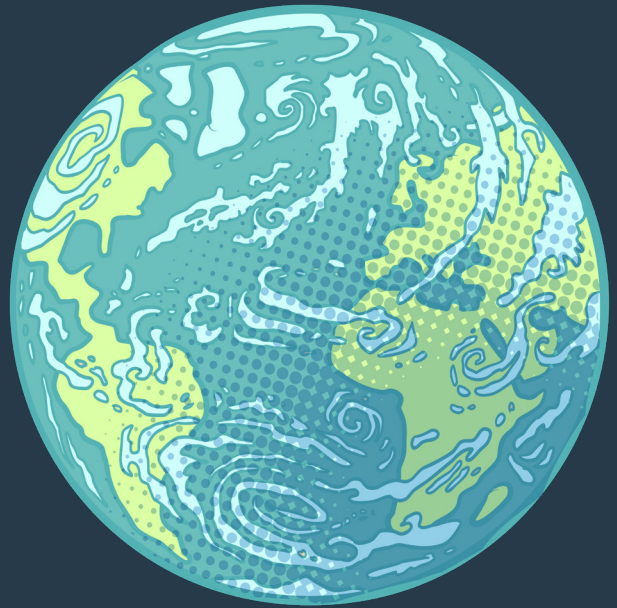
Xu, Z.R. and Burtt, B.L. 1991. Towards a Revision of *Paraboea* (Gesneriaceae): I. Edinburgh Journal of Botany 48(1): 1-18.





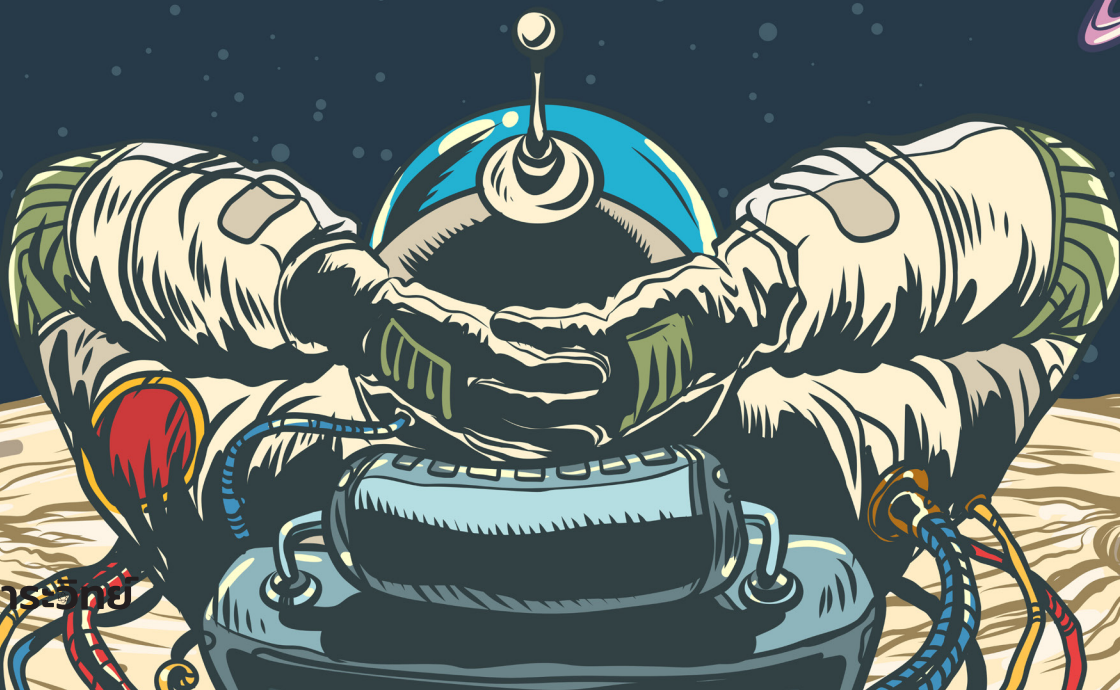
by อาจารย์เจษฎ์

<https://www.facebook.com/OhlSeebyAjarnJess/>



# จริงหรือไม่ นาซาเตรียมส่งนักบินอวกาศสาว ไปดาวอังคารแบบไปไม่กลับ ?!

มีการแชร์ภาพของหญิงสาวที่ชื่อว่า อลิสซา คาร์สัน (Alyssa Carson) วัย 23 ปี โดยระบุว่าเป็นหญิงสาวผู้มีความมุ่งมั่นและหลงใหลอวกาศ อุทิศทั้งชีวิตเพื่อเป้าหมายการเป็นนักบินอวกาศ เธอกำลังเตรียมตัวเป็นนักบินอวกาศขององค์การนาซาและจะเป็นมนุษย์คนแรกที่ได้เหยียบพื้นผิวดาวอังคาร ในภารกิจการเดินทาง “เที่ยวเดียว” ที่มีแต่เดินทางไป ไม่มีวันได้กลับมา !?



**อลิสซา คาร์สัน** ที่ว่านี่มีตัวตนจริงและมีความสนใจใฝ่ฝันที่จะเป็นนักบินอวกาศ แต่เธอไม่ได้กำลังจะไปดาวอังคาร และยังไม่ได้เป็นแม้กระทั่งนักบินอวกาศฝึกหัดของนาซาด้วยซ้ำครับ !

คาร์สันเป็นหญิงสาววัย 20 กว่าปี ผู้ชื่นชอบอวกาศและปรารถนาที่จะเป็นนักบินอวกาศมาตั้งแต่เธออายุ 3 ขวบ เธออ้างว่าเป็นคนแรกที่สามารถถือหลักฐาน Passport to Explore Space ของศูนย์บริการนักท่องเที่ยวของศูนย์อวกาศเคนเนดี (Kennedy Space Center) และกำลังเตรียมตัวเพื่อเป็นมนุษย์คนแรกบนดาวอังคาร เธอจะไม่มีวันกลับมายังโลก เธอจะไม่ได้แต่งงานและจะไม่มีลูก

แม้ว่าคาร์สันเคยแสดงความหวังที่จะเป็นหนึ่งในมนุษย์กลุ่มแรกบนดาวอังคาร แต่การกล่าวอ้างนี้ ทำให้เกิดความเข้าใจผิดและเป็นการกล่าวเกินจริง ซึ่งนี่ก็ไม่ใช่ครั้งแรกที่เรื่องราวของคาร์สันถูกเอามาบิดเบือน โดยในปี ค.ศ. 2018 เว็บไซต์ Snopes.com ได้หักล้างการกล่าวอ้างที่ว่าเธอกำลังฝึกกับนาซาเพื่อเป็นนักบินอวกาศ (<https://www.snopes.com/fact-check/alyssa-carson-nasa-mars/>)

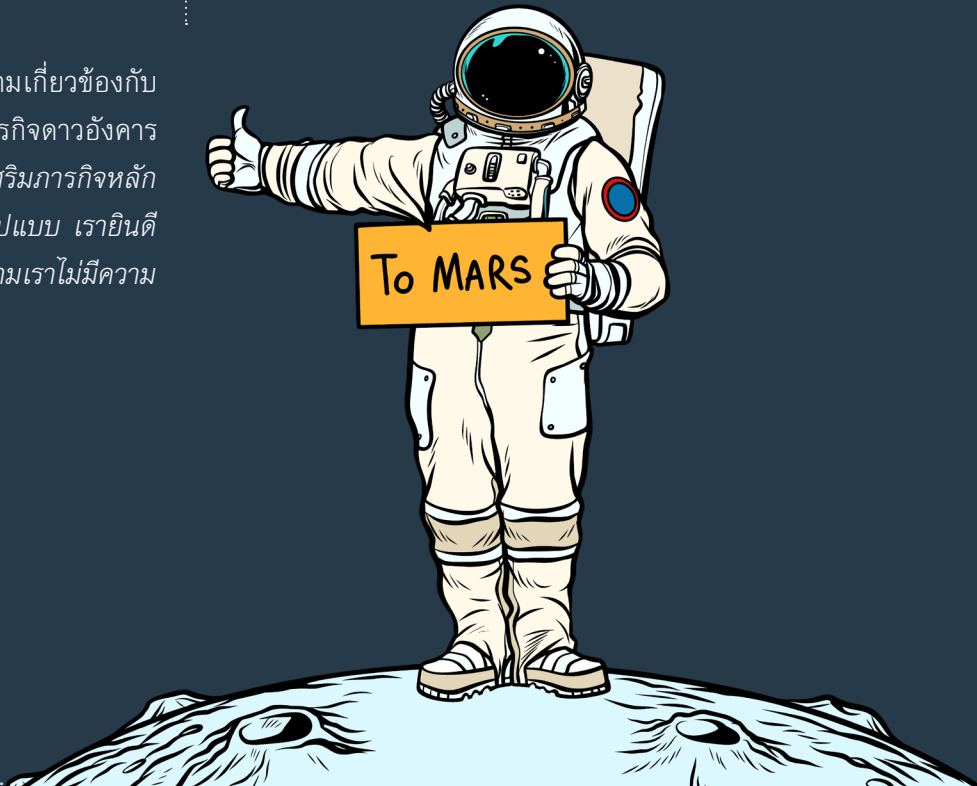
คาร์สันใช้เวลาส่วนใหญ่ในชีวิตไปกับการเตรียมพร้อมที่จะไปดาวอังคาร เช่น ไปเข้าร่วมค่ายอวกาศ เข้าโครงการเตรียมความพร้อมขั้นสูง สร้างตัวตนบนโซเชียลมีเดีย และไปพบปะกับอดีตนักบินอวกาศหญิง แต่เธอยังไม่ได้รับคัดเลือกสำหรับภารกิจใดเลย !

โฆษณาของนาซาบอกกับสื่อว่า นาซาไม่มีความเกี่ยวข้องกับคาร์สันและยังไม่มีกำหนดทีมงานสำหรับภารกิจดาวอังคาร โดยระบุว่า “เราทำงานร่วมกับนักเรียนเพื่อส่งเสริมภารกิจหลักของนาซาและการสำรวจอวกาศโดยทั่วไปหลายรูปแบบ เรายินดีที่ได้เห็นนักเรียนสนใจและตื่นตัว แต่อย่างไรก็ตามเราไม่มีความสัมพันธ์อย่างเป็นทางการกับคุณคาร์สัน”

ที่สำคัญคือนาซายังไม่มีแผนส่งคนไปยังดาวอังคารจนกว่าจะถึงช่วงทศวรรษ 2030 ตอนนี้นาซากำลังวางแผนสร้างฐานระยะยาวบนดวงจันทร์และรอบดวงจันทร์เพื่อเตรียมพร้อมที่จะส่งนักบินอวกาศไปสำรวจดาวอังคาร โดยนาซาจะนำทีมงานกลับสู่โลกเสมอ ไม่ได้ไปเที่ยวเดียวอย่างที่แชร์กัน

และคาร์สันยังน่าจะขาดคุณสมบัติที่จำเป็นในการสมัครเป็นนักบินอวกาศ เช่น ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาด้าน STEM และมีประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 2 ปี ส่วนเรื่องอายุแม้ว่าจะไม่มีข้อกำหนด แต่ผู้สมัครที่ได้รับการคัดเลือกมักมีอายุตั้งแต่ 26 ถึง 46 ปี และโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 34 ปี

สรุปคือ ถึงแม้ว่าคาร์สันจะได้เข้าร่วมค่ายอวกาศและโครงการเตรียมความพร้อม แต่เธอยังไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของภารกิจใด ๆ ของนาซา ยังไม่ได้รับการคัดเลือกให้ไปอวกาศอย่างที่แชร์กันครับ 🙄



ข้อมูลจาก :

<https://www.yahoo.com/news/fact-check-claim-alyssa-carson-025008801.html>

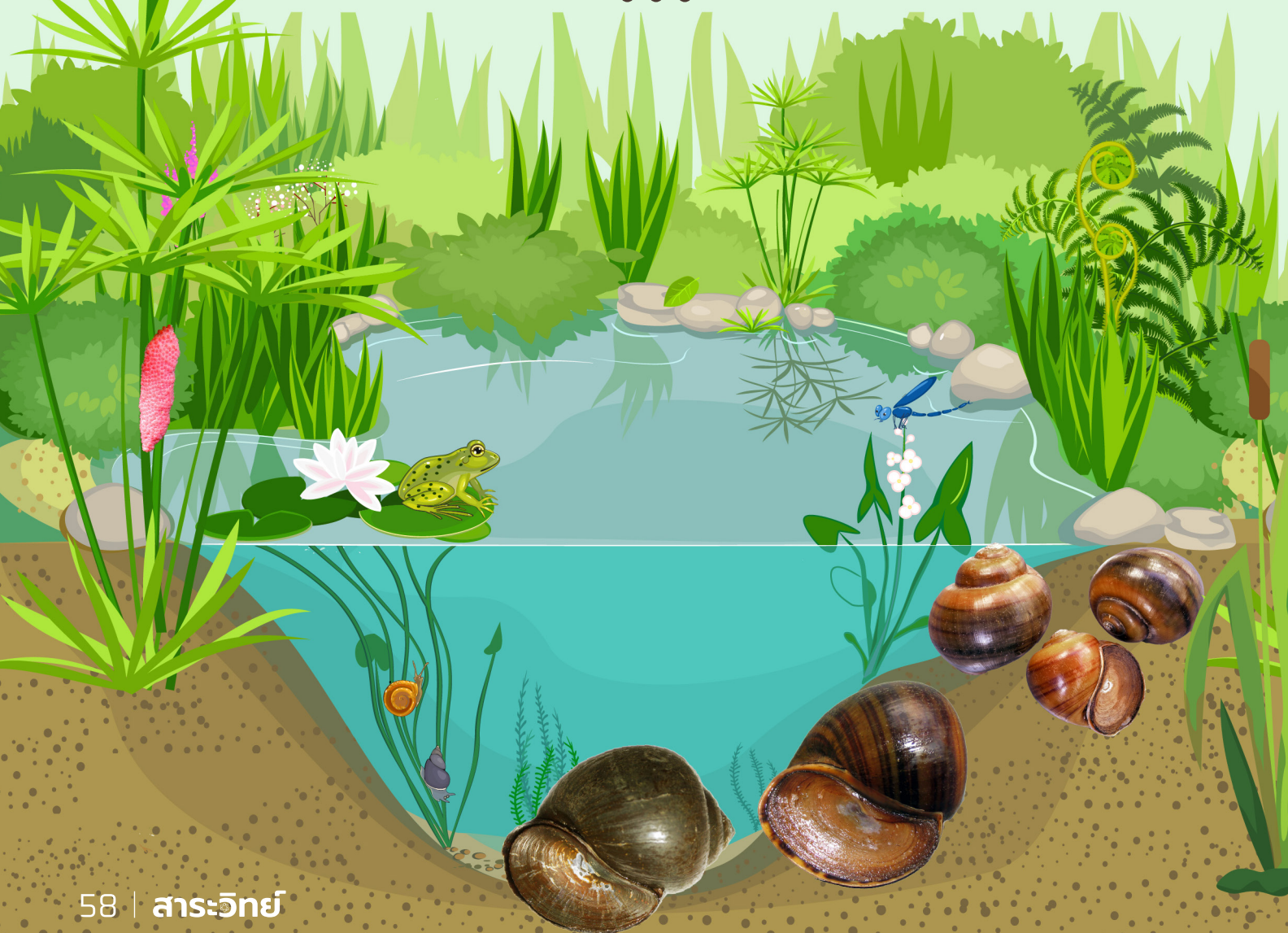




## หอยโข่งไทย ที่กำลังจะหายไป

นับจากวันที่ “หอยเชอร์รี่” (*Pomacea canaliculata*) หอยจากอเมริกาใต้เข้ามายังประเทศไทยประมาณ พ.ศ. 2528 หรือราว 40 ปีที่แล้ว ในฐานะหอยเลี้ยงประดับตู้ปลา จากนั้นมีร้านอาหารทะเลแถวสามย่านเอาไปทดลองทำเป็นเมนูหอยเป่าชื่อน้ำจืด ที่ราคาถูกลงกว่าตัวจริงหลายเท่าและเริ่มมีการเพาะเลี้ยงแพร่หลาย แต่หอยเชอร์รี่ ดันหลุดรอดออกไปอยู่ในธรรมชาติและขยายพันธุ์จนยึดครองพื้นที่ทั้งนาข้าวและแหล่งน้ำจืดทั่วทุกภูมิภาค เบียดเบียนสิ่งมีชีวิตชนิดท้องถิ่นจนแทบจะสูญพันธุ์ หนึ่งในสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบหนักเลยคือ “หอยโข่งไทย”

...



**หอยโข่งไทย** (*Pila* spp.) เป็นหอยฝาเดียวในวงศ์ Ampullaridae เช่นเดียวกับหอยเชอร์รี่ อาศัยในน้ำจืด ด้วยความที่ทั้งสองเป็นญาติกัน มันเลยจะดูคล้ายกันบ้างถ้าดูแบบผิวเผิน จุดสังเกตที่เห็นได้ชัดคือ เปลือกของหอยโข่งไทยตรงบริเวณเกลียวจะไม่เป็นร่องลึก ฝาปิดหนาเป็นหินปูน เวลาวางไข่ก็จะวางติดผิวน้ำ ไข่เป็นสีขาว ส่วนหอยเชอร์รี่ปากกว้างบานกว่า ฝาปิดเป็นแผ่นไคติน บาง ๆ วางไข่อยู่สูงเหนือน้ำ และไข่เป็นสีชมพูเข้ม

การจำแนกชนิดหอยสกุลโข่งดูจากทรงเปลือก สี อวัยวะภายใน ในประเทศไทยพบเพียง 5 ชนิด ได้แก่ หอยปัง (*P. virescens* ชื่อเดิม *P. polita*), หอยโข่งนา (*P. turbinis* ชื่อเดิม *P. ampullacea*), หอยโข่งใต้ (*P. celebensis* ชื่อเดิม *P. angelica*), หอยโข่งเล็ก (*P. gracilis*), และหอยโข่งลาย (*P. pesmei*)

การรุกรานของหอยเชอร์รี่ทำให้หอยโข่งไทยค่อย ๆ ลดน้อยถอยลง แทบจะไม่พบในธรรมชาติ จึงมีการส่งเสริมการเลี้ยงหอยโข่งเพื่ออนุรักษ์ รวมถึงเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ด้วย โดยอย่างหลังนี้ช่วยสร้างอาชีพ สร้างรายได้ และสร้างความมั่นคงทางอาหาร เพราะหอยโข่งไทยเป็นวัตถุดิบชั้นเยี่ยมที่นำไปปรุงอาหารนาหม้อได้สารพัด เช่น อ่อมหอยโข่ง แกงคั่ว

ส่วนหอยเชอร์รี่เองแรก ๆ ยังไม่มีคนกิน แต่พอระบาดหนักเข้าหน่วยงานรัฐบาลต้องใช้กลยุทธ์ส่งเสริมให้จับมาหม้อเพื่อควบคุมการระบาด เพราะเนื้อก็หนุบหนับใช้ได้ อยู่เมนูที่เห็นบ่อยก็ใส่ในส้มตำ ปัจจุบันมีแบบเนื้อสำเร็จรูปแช่แข็งจำหน่ายด้วย 🍷



**หอยโข่งใต้**  
*Pila celebensis*



**หอยโข่งเล็ก**  
*Pila gracilis*



**หอยโข่งนา**  
*Pila turbinis*



**หอยปัง**  
*Pila virescens*

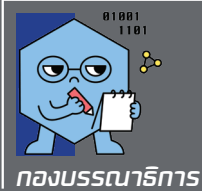


**หอยโข่งลาย**  
*Pila pesmei*



**หอยเชอร์รี่**  
*Pomacea canaliculate*





## สารพัดสารเพที่เรียกว่า เพย์โหลด (Payload)

“เพย์โหลด” (payload) เป็นคำที่เราอาจไม่ได้ยินบ่อยนัก แต่ที่จริงมีใช้กันหลายวงการ เช่น การขนส่ง ทหาร อวกาศ รวมถึงคอมพิวเตอร์

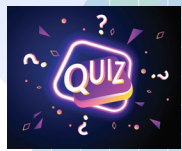
ถ้าดูความหมายจากพจนานุกรมภาษาอังกฤษทั้งหลายก็พอสรุปได้ง่าย ๆ ว่า เพย์โหลด หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่มีประโยชน์ เป็นสิ่งที่พาหนะบรรทุกไปเพื่อใช้ปฏิบัติการกิจตามจุดประสงค์ที่กำหนด ดังนั้นมันจึงเป็นอะไรก็ได้ที่ตอบวัตถุประสงค์ของภารกิจนั้น นึกภาพว่าถ้าเป็นรถบรรทุกขนส่งสินค้า เพย์โหลดก็คือสินค้าที่จะนำไปส่งลูกค้า ถ้าเป็นเครื่องบินพาณิชย์ เพย์โหลดคือผู้โดยสารและสัมภาระทั้งหมดที่ต้องส่งถึงสนามบินปลายทาง

ส่วนในวงการทหาร คำว่าเพย์โหลดจะหมายถึงยุทธโธปกรณ์หรืออาวุธที่บรรทุกไปกับพาหนะ เช่น ระเบิดที่ติดไปกับเครื่องบินรบ อุปกรณ์สอดแนมที่ติดไปกับโดรน

เพย์โหลดวงการอวกาศก็เช่นเดียวกัน มันหมายถึงสารพัดสิ่งทีส่งไปพร้อมกับจรวดเพื่อใช้ปฏิบัติการกิจตามที่ตั้งไว้ ดังนั้นมันอาจจะ เป็นดาวเทียมที่ใช้เพื่อการสื่อสาร นำทาง สำรวจโลก เป็นยานสำรวจที่ส่งไปโคจร ลงจอด หรือถ่ายภาพ เป็นยานอวกาศที่ขนส่งมนุษย์ และเสบียงไปยังสถานีวิจัยอวกาศนานาชาติ หรือเป็นอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์อย่างเพย์โหลดของโครงการ Thailand Liquid Crystals in Space (TLC) ที่ส่งขึ้นไปเพื่อทดลองเกี่ยวกับผลึกเหลว (liquid crystal) ในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำบนสถานีวิจัยอวกาศ

ในวงการคอมพิวเตอร์ก็มีคำว่า เพย์โหลด เช่นกัน รากศัพท์ก็มาแนวเดียวกันคือเป็นการส่งของซึ่งหมายถึง “ข้อมูล” ผ่านเครือข่าย โดยอาจเป็นข้อมูลจริงทั่วไป หรือในด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์จะหมายถึงโค้ดอันตรายที่แฝงมาตามอีเมลหรือไฟล์แนบเพื่อใช้โจมตีระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์

จากความหมายที่กล่าวมา เพย์โหลดจึงไม่ใช่แค่ “สิ่งของธรรมดา” แต่เป็น “สิ่งของที่มีภาระหน้าที่ติดตัวไปด้วย” และเป็นหัวใจสำคัญของภารกิจนั้น ๆ 😊



บ้านนักคิด



เหมียวขอบคุณทุกท่านมากเลย  
ที่ติดตามและร่วมสนุกกับคอลัมน์นี้นะฮะ  
อย่างแจ่มไปเมื่อฉบับที่แล้วว่า  
ในเล่มไม่มีเกมให้เล่นแล้ว  
แต่บนเฟซบุ๊ก “นิตยสารสาระวิทย์”  
จะมีคำถามหรือเกมชิงรางวัลมาให้เล่น  
เป็นครั้งคราว ก็ฝากติดตาม  
ด้วยฮะ 🥰

ก่อนจากกัน เราไปดูกันว่าคำศัพท์ 10 คำ เกี่ยวกับ  
10 เทคโนโลยีที่น่าจับตา พ.ศ. 2568 ใน Cover Story  
ฉบับที่แล้ว (ฉบับที่ 150 กันยายน พ.ศ. 2568) มีอะไรบ้าง 🤖



ขวดน้ำเก็บอุณหภูมิ สวทช.  
ได้แก่ คุณรรศปรีชญ์ ภูนาศ



กิฟต์เซตจานรองแก้ว  
ได้แก่ คุณสิริส สุลัญชูปกร  
คุณ Thitipong Vichitvaranont

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | T | E | E | L | U | Y | P | F | O | H | R | C | Q | P | V | L | R |
| W | T | H | U | M | A | N | O | I | D | R | Y | B | Q | I | M | S | S |
| K | Q | I | J | O | P | J | R | T | X | A | D | E | E | K | Y | S | M |
| E | A | M | N | U | B | F | X | J | Z | E | S | F | C | P | U | Y | E |
| B | P | P | Q | T | U | R | Q | U | O | I | S | E | Q | Z | R | B | T |
| F | W | L | C | O | S | M | E | C | E | U | T | I | C | A | L | Z | H |
| F | F | A | S | J | D | J | E | B | X | G | H | A | I | X | K | Y | A |
| M | R | N | W | L | A | R | R | B | Z | B | V | X | D | H | W | N | N |
| B | C | T | C | Z | X | M | B | E | M | A | G | E | N | T | I | C | E |
| M | A | N | T | I | B | O | D | Y | S | L | M | T | D | L | E | Q | N |
| F | D | J | K | N | Z | N | Q | U | A | N | T | U | M | H | V | C | E |
| E | P | I | G | E | N | E | T | I | C | T | F | S | Y | B | Y | Z | Z |

และสำหรับคุณผู้อ่านที่ส่งคำตอบมาร่วมสนุก  
ส่งท้ายคอลัมน์ Sci Quiz 🥰  
กองบรรณาธิการมีของที่ระลึก  
มอบให้แก่ทุกท่านแทนคำขอบคุณด้วย 🥰

แล้วพบกัน  
บนเฟซบุ๊กฮะ

สาระวิทย์





โน้ตความรู้ฉบับย่อจากการพูดคุยกับแขกรับเชิญใน Podcast รายการ Sci เข้าหู ของ นิตยสารสาระวิทย ซึ่งเป็นการที่รวบรวมผู้คนในแวดวงวิทยาศาสตร์มาร่วมพูดคุยและให้ความรู้ในประเด็นที่น่าสนใจ เกาะติดกระแสวิทยาศาสตร์ไทยและวิทยาศาสตร์โลกไปพร้อมกัน ทุกวันอังคารที่ 2 และ 4 ของเดือน ทางเฟซบุ๊กเพจนิตยสารสาระวิทย หรือติดตามย้อนหลังที่ <https://www.nstda.or.th/sci2pub/podcast-sci-in-ear/>



## ซูเปอร์โนวา SN 2014C คืออะไร ? การศึกษาเรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร ?

ซูเปอร์โนวา SN 2014C เป็นเหตุการณ์ที่น่าสนใจมากในโลกดาราศาสตร์ เพราะมันคือการระเบิดของดาวฤกษ์มวลมากที่เปลี่ยนประเภทไปตามกาลเวลา ในตอนแรกทีมนักดาราศาสตร์ค้นพบ มันดูเหมือนจะเป็นซูเปอร์โนวาที่เกิดจากดาวที่สูญเสียแก๊สไฮโดรเจนซึ่งเป็นเหมือนเปลือกนอกของดาวไปหมดแล้ว แต่หลังจากนั้นไม่นานคลื่นกระแทกมหาศาลจากการระเบิดได้พุ่งออกไปชนกับเมฆไฮโดรเจนขนาดใหญ่ที่ดาวฤกษ์ดวงนี้เคยพ่นทิ้งไว้ในอวกาศตั้งแต่อนั้นจะระเบิดจริง การปะทะนี้ทำให้แก๊สไฮโดรเจนเรืองแสงอย่างเจิดจ้าและเปล่งรังสีเอกซ์ออกมา นักวิทยาศาสตร์ตรวจพบสเปกตรัมของไฮโดรเจนและจัดมันให้อยู่ในกลุ่มซูเปอร์โนวาที่มีไฮโดรเจนปรากฏในเวลาต่อมา ดังนั้น SN 2014C จึงเป็นหลักฐานชิ้นสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าดาวฤกษ์มวลมากบางดวงมีการสูญเสียมวลที่ซับซ้อนมากในช่วงสุดท้ายของชีวิต ส่งผลให้การระเบิดครั้งสุดท้ายมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงจนน่าประหลาดใจ

การศึกษาซูเปอร์โนวา SN 2014C โดยใช้กล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์ เวบบ์ เน้นการสังเกตการณ์ในช่วงคลื่นอินฟราเรด มีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจการสิ้นอายุขัยของดาวฤกษ์มวลมากที่มีมวลมากกว่าดวงอาทิตย์อย่างน้อย 8 เท่า วิวัฒนาการไปจนถึงจุดที่แกนกลางสร้างธาตุเหล็กที่ไม่มีปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันเพื่อสร้างพลังงานต้านแรงโน้มถ่วงได้อีก เมื่อแกนหลักยุบตัวอย่างฉับพลันก็จะเกิดการระเบิดดังกลีบออกมาเป็นซูเปอร์โนวา

การศึกษาปรากฏการณ์ซูเปอร์โนวามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการระเบิดเหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดหลักของธาตุหนักทั้งหมดในเอกภพนอกเหนือจากไฮโดรเจนและฮีเลียมซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและดาวเคราะห์หิน นอกจากนี้ซูเปอร์โนวายังเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นอวกาศแหล่งแรก ๆ ของเอกภพ และฝุ่นเหล่านี้คือสารตั้งต้นสำคัญในการก่อกำเนิดดาวฤกษ์รุ่นถัดไปและดาวเคราะห์

กล้อง JWST มีความสามารถโดดเด่นตรงที่สังเกตการณ์ในช่วงคลื่นอินฟราเรดกลางได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว แถมยังถ่ายภาพ SN 2014C โดยใช้เวลาเพียง 5 นาที แต่ให้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงกว่าหลายร้อยเท่าเมื่อเทียบกับการสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่บนโลกที่ต้องใช้เวลาถึง 6 ชั่วโมง ๐



ฟังบทสัมภาษณ์เต็มได้ที่ NSTDA Podcast

รายการ Sci เข้าหู EP. 91

เส้นทางสู่ดวงดาว ของ ดร.สมพร ทิณณนทร์  
“นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่” ประจำปี 2568

ฟังบทสัมภาษณ์เต็มได้ที่

<https://youtu.be/DQpLXwOUu9E>

แขกรับเชิญ

ดร.สมพร ทิณณนทร์

นักวิจัย

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)



คำคมนักวิทย์  
ดร.นำชัย ชีววิวรรณ



สิ่งที่เราเห็นว่าเป็นเนื้อของวัตถุและแรงต่าง ๆ  
เป็นแค่เพียงรูปร่างและการแปรผันของโครงสร้างของอวกาศเท่านั้น

- แอร์วิน ชเรอดิงเงอร์

What we observe as material bodies and forces are nothing  
but shapes and variations in the structure of space.

- Erwin Schrodinger

ที่มาภาพ : Public Domain via Wikimedia Commons

## แอร์วิน ชเรอดิงเงอร์

(12 สิงหาคม พ.ศ. 2430 – 4 มกราคม พ.ศ. 2504)

นักฟิสิกส์ชาวออสเตรียผู้มีบทบาทสำคัญในวงการควอนตัมฟิสิกส์ เขาเสนอทฤษฎีและแบบจำลองอะตอมซึ่งเป็นการต่อยอดแบบจำลองอะตอมของโบร์ โดยนิยามการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในลักษณะของกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนว่า บริเวณกลุ่มหมอกหนาแน่นแสดงความน่าจะเป็นในการพบอิเล็กตรอนสูงกว่าบริเวณกลุ่มหมอกเจือจาง นอกจากนี้ยังเป็นผู้คิดค้นสมการชเรอดิงเงอร์และทฤษฎีสภาวะควบรวมทางควอนตัมด้วยการสมมติการทดลองเกี่ยวกับแมวอันโด่งดังขึ้นมาด้วย ชเรอดิงเงอร์ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 1933 ร่วมกับพอล ดีแร็ก นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ

## สมัครสมาชิก สาระวิทย์ โดยสแกน QR Code



<http://waa.inter.nstda.or.th/files/pub/ebook/saravit/saravit-issue-148/>



<http://waa.inter.nstda.or.th/files/pub/ebook/saravit/saravit-issue-149/>



<http://waa.inter.nstda.or.th/files/pub/ebook/saravit/saravit-issue-150/>

ติดต่อกองบรรณาธิการสาระวิทย์ :

ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ (MPC)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

อีเมล [sarawit@nstda.or.th](mailto:sarawit@nstda.or.th)

สาระวิทย์เป็นนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-magazine) รายเดือน มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งของไทยและต่างประเทศให้แก่กลุ่มผู้อ่านที่เป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปที่สนใจในเรื่องดังกล่าว โดยดาวน์โหลดได้ฟรีที่ [www.nstda.or.th/sci2pub/](http://www.nstda.or.th/sci2pub/) หรือขอรับเป็นสมาชิกได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

จัดทำโดย ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ข้อความต่าง ๆ ที่ปรากฏในนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ฉบับนี้เป็นความเห็นโดยอิสระของผู้เขียน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย

ภาพประกอบที่ใช้ในเล่มอยู่ภายใต้สิทธิ์ใช้งานจาก Shutterstock.com, Freepik และ Adobe Stock





# TLC Payload to the ISS

## ก้าวแรกของงานวิจัยผลึกเหลวไทยในแล็บลอยฟ้า

วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2568 จรวด SpaceX Falcon 9 นำส่ง페이โหลดการทดลองของโครงการ Thailand Liquid Crystals in Space (TLC) ที่บรรจุในยาน Cygnus NG-23 สู่อวกาศนานาชาติ (ISS) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผลึกเหลวในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำซึ่งเป็นก้าวสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีแอลซีดีขั้นสูงและนวัตกรรมสำหรับอนาคต 📷

