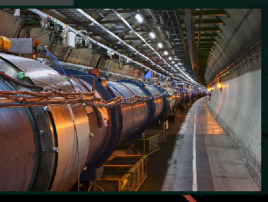
Free e-magazine
ISSN 2286-9298

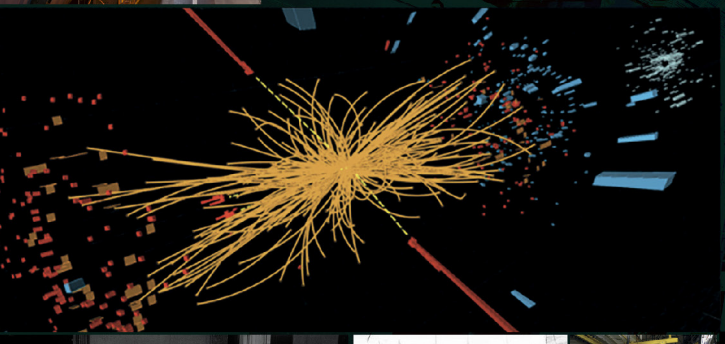
สาระวิทย์

ย่อยโลกข้อมูลข่าวสารวิทยาศาสตร์เพื่อคุณ

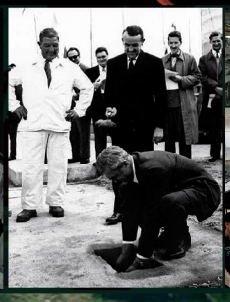
สวทช NSTDA Anniversary

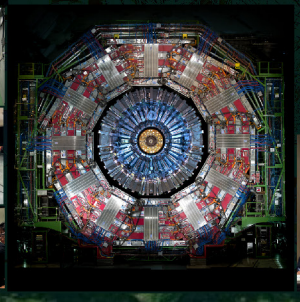
ฉบับที่ 97
เมษายน 2564

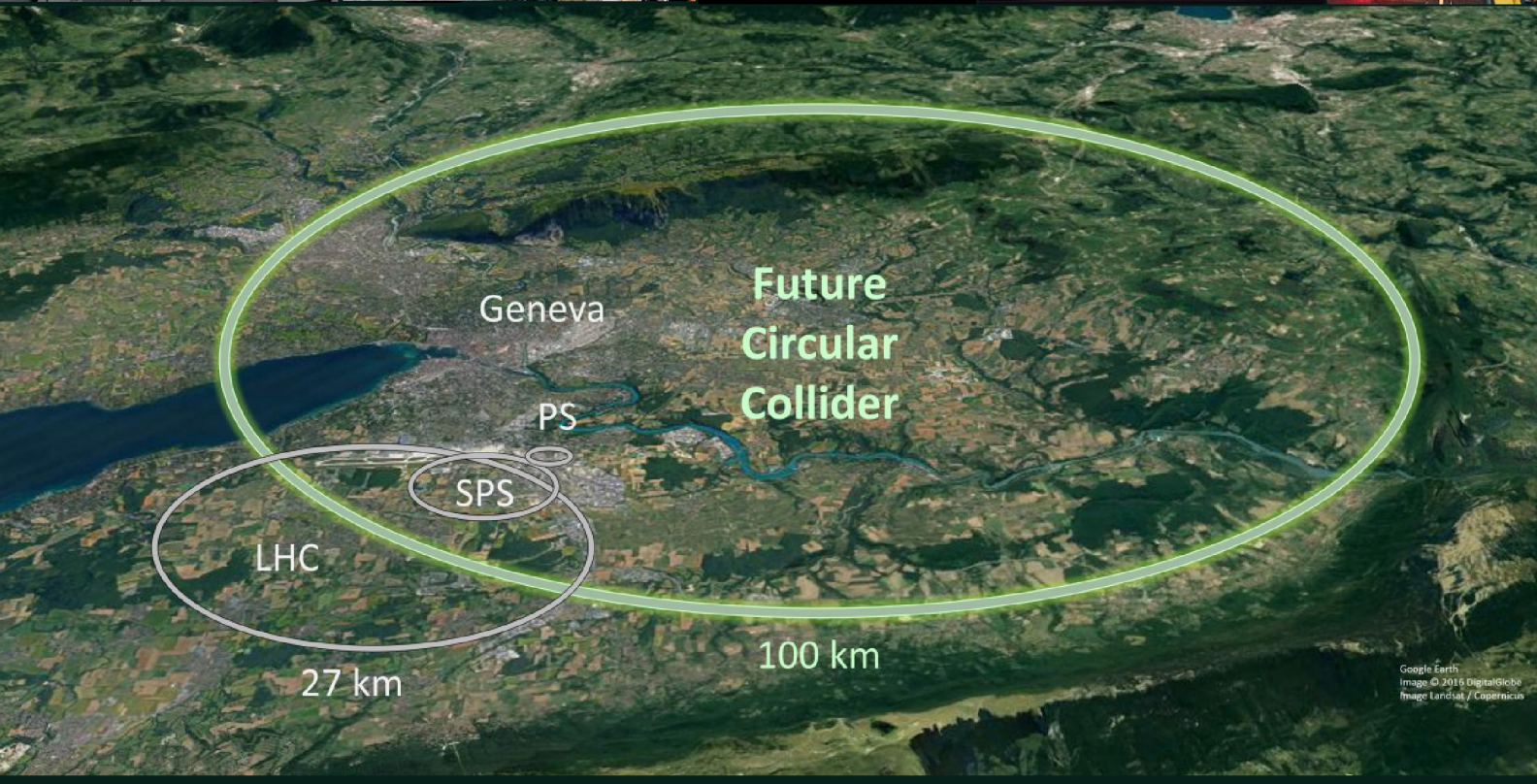




20 ปี
ความสัมพันธ์ไทย-เซิร์น







ฝึกน้องหมาดมกลิ่นโควิด 19 21

เลี้ยงเซลล์อย่างไร... ให้หลั่งน้ำตา (ในหลอดทดลอง) 38

ขวดน้ำดื่มทิ้งไว้ในรถ อาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ แต่ไม่ได้ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง 52

A Team Bulletin

ที่ปรึกษา
ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล
จุฬารัตน์ ตันประเสริฐ
จุมพล เหมะศิรินทร์

บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา
กุลประภา นาวานุเคราะห์

บรรณาธิการอำนวยการ
นำชัย ชีววิวรรธน์

บรรณาธิการบริหาร
ปริทัศน์ เทียนทอง

กองบรรณาธิการ
รักฉัตร เวทีวุฒาจารย์
วัชราภรณ์ สนทนา
อาทิตย์ ลมูลปลั่ง
วีณา ยศวังใจ
ภัทรา สัปปินันทน์

นักเขียนประจำ
รวิศ ทัศคร
พงศธร กิจเวช
ป่วย อุ่นใจ
วริศา ใจดี

บรรณาธิการศิลปกรรม
จุฬารัตน์ นิ่มนวล

ศิลปกรรม
เกิดศิริ ขันติกิตติกุล
ศุภณัฐ บุญนะบุตร

ผู้พลิต
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 page: นิตยสารสาระวิทย์

ติดต่อกองบรรณาธิการ
โทรศัพท์ 0 2564 7000 ต่อ 1177
อีเมล sarawit@nstda.or.th

สารบัญ

Cover Story 3
บทความพิเศษ 9
ระเบียงข่าววิทย์-เทคโนฯ ไทย 18
หน้าต่างข่าววิทย์-เทคโนฯ โลก 21
Sci-infographic 24
สาระ App 27
ร้อยพันวิทยา 28
สภากาแฟ 38
ห้องภาพสัตว์ป่าไทย 42
สาระวิทย์ในศิลป์ 43
เปิดโลกนิทานดาว 48
อ๋อ ! มันเป็นอย่างนี้นี่เอง 52
ปั้นน้ำเป็นปลา 54
Sci Quiz 56
คำคมนักวิทย์ 57

Editor's Note

แรงไทดัล ปัจจัยหนุนแก้ปัญหาเรือสินค้าขวางคลองสุเอซ

ข่าวใหญ่ที่ดังไปทั่วโลกเมื่อช่วงปลายเดือนมีนาคมที่ผ่านมา ก็คือเรื่องของเรือ Ever Given ที่มีความยาว 400 เมตร น้ำหนักกว่า 2 แสนตัน เกยตื้นขวางการจราจรในคลองสุเอซของอียิปต์ ซึ่งเป็นเส้นทางเดินเรือที่สำคัญระดับนานาชาติ โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 12-14 ของปริมาณสินค้าของโลก

เหตุเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม เมื่อเรือยักษ์ลำนี้ส่วนท้องเรือไปติดอยู่กับพื้นทรายที่ตื้นเขิน ซึ่งทำให้การลากจูงเรือทำได้ยากลำบาก จนกระทั่งในวันที่ 29 มีนาคม ได้รับการช่วยเหลือให้หลุดจากการเกยตื้นได้สำเร็จ และลากออกไปจากคลองสุเอซ โดยทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติได้ออกมาอธิบายเพิ่มเติมว่าเหตุการณ์นี้สามารถคลี่คลายได้จากอิทธิพลของ Supermoon

Supermoon หรือ Super Fullmoon นั้น เป็นปรากฏการณ์ที่เหตุการณ์สองอย่างเกี่ยวกับดวงจันทร์เกิดขึ้นพร้อมกันพอดี นั่นก็คือ ดวงจันทร์เต็มดวงกับดวงจันทร์ใกล้โลก ซึ่งพอดีกับการพยายามที่จะกู้เรือ Ever Given ออกมาจากคลองสุเอซ เพราะว่าดวงจันทร์นั้นมีพลโดยตรงกับน้ำขึ้นน้ำลง และการเกิด Supermoon นั้นเป็นกรณีที่จะช่วยให้เกิดแรงน้ำขึ้นน้ำลงได้สูงที่สุดแล้ว

ซึ่งทั้งสองเงื่อนไขนี้เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 29 มีนาคม พอดี เนื่องมาจากเป็นปรากฏการณ์ Supermoon ทำให้ทางทีมงานกู้เรือในคลองสุเอซพยายามใช้โอกาสที่ระดับน้ำขึ้นลงสูงสุดในช่วงนี้พยายามกู้เรือจนประสบความสำเร็จในที่สุด

ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรวมกับความรู้ทางดาราศาสตร์สามารถช่วยแก้ไขเหตุการณ์ได้หลายสิ่งบนโลกของเราเลยนะครับ ☺

ปริทัศน์ เทียนทอง
บรรณาธิการ

20 ปี ความสัมพันธ์ไทย-เซิร์น

“ประเทศไทยก็ได้ทำงานนี้ โอกาสนี้มา 20 ปี แล้ว ก็ขอให้เราร่วมมือกันต่อไป เพื่อประโยชน์ทั้งของเราและประชาคมโลกโดยในส่วนร่วม ซึ่งมีการส่งนักวิจัยไปจากเนคเทค สวทช. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) หรืออาจารย์มหาวิทยาลัย เช่น จากมหาวิทยาลัยสุรนารี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อไปร่วมงานวิจัย การทำวิจัยก็มีทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกของมหาวิทยาลัยต่างประเทศเข้าร่วมด้วย ดังนั้นเราก็ได้ทั้งผลงานวิจัยและผลิตกำลังคนด้วย นักวิจัยของไทยก็ได้มีส่วนร่วมทั้ง 4 สถานีของเซิร์น ทั้ง CMS, Alice, ATLAS และ LHC รวมทั้งการประชุมร่วมกับประเทศต่างๆ ที่ร่วมมือกับเซิร์น”

ความสัมพันธ์ที่แนบแน่นระหว่างเซิร์นกับประเทศไทยไม่ใช่เพิ่งเกิดขึ้น หากเป็นสิ่งที่ต้องสร้างสมด้วยพระบารมีและพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีที่ทรงนำประเทศไทยเข้าสู่วงการฟิสิกส์อนุภาคเมื่อสองทศวรรษมาแล้ว และยังทรงสนับสนุนและทรงติดตามความก้าวหน้าในความสัมพันธ์มาโดยตลอดจนปัจจุบัน

ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2563 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเสด็จพระราชดำเนินเยือนเซิร์นแล้วถึง 6 ครั้ง และยังทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ผู้บริหารของเซิร์นได้เข้าเฝ้าฯ ที่ประเทศไทยหลายครั้ง เพื่อติดตามผลงานของเซิร์นอย่างสม่ำเสมอ ประเทศไทยได้รับประโยชน์จากการเสด็จพระราชดำเนินเยือนทุกครั้งทั้งโดยตรงและโดยอ้อมในสิ่งอันเป็นผลต่อเนื่องและมีความสำคัญต่อวงการวิทยาศาสตร์ไทย

ความสนพระราชหฤทัยในฟิสิกส์อนุภาค

เซิร์นในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ซึ่งได้ก้าวขึ้นเป็นศูนย์วิจัยฟิสิกส์อนุภาคชั้นนำของโลกในขณะนั้น ได้กราบบังคมทูลเชิญสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเสด็จพระราชดำเนินเยือนสำนักงานใหญ่ของเซิร์นและทอดพระเนตรกิจการของ

การเสด็จเยือนเซิร์นครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 โดย ดร.ทิเซียโน คัมโปเรซี (Dr.Tiziano Camporesi) นำเสด็จสู่การทดลองเดลไฟ (DELPHI: Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification) ซึ่งเป็นหนึ่งในการทดลองของเครื่องเร่งอนุภาคแอลอีพี (LEP: Large Electron Positron Collider) โดยขณะนั้นเป็นช่วงเวลาที่เซิร์นกำลังปรับเปลี่ยนจากเครื่องเร่งอนุภาคแอลอีพีมาเป็นเครื่องเร่งอนุภาคแอลเอชซี (LHC: Large Hardon Collider)

องค์การเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 การเสด็จฯ เยือนครั้งนี้ได้ทอดพระเนตรการดำเนินงานการทดลองเดลไฟ (DELPHI) หนึ่งในระบบตัวตรวจหาขนาดใหญ่ทั้งสี่ของเครื่องชนอนุภาคแอลอีพี (LEP: Large Electron–Positron Collider) เป็นการเปิดความสัมพันธ์ระหว่างประเทศไทยกับเซิร์นเป็นครั้งแรก ซึ่งส่งผลดีอย่างกว้างขวางแก่วงการวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในเวลาต่อมา

ทรงงานวิชาการ

อีกสามปีต่อมา คือระหว่าง 8–9 ธันวาคม พ.ศ. 2546 เซิร์นได้เป็นเจ้าภาพร่วมกับองค์การยูเนสโก สภาสากล เพื่อวิทยาศาสตร์ (International Council for Science) และสถาบันวิทยาศาสตร์โลกที่สาม (Third World Academy of Sciences) จัดการประชุมร่วมว่าด้วยบทบาทของวิทยาศาสตร์ในสังคมสารสนเทศ (RSIS: Role of Science in the Information Society) ในครั้งนั้นเซิร์นได้กราบบังคมทูลเชิญสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเป็นองค์ปาฐก ในหัวข้อ “ความจำเป็นของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา” (The Needs for ICT in Developing Countries)

ทรงเล่าถึงการได้ตามเสด็จพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ไปเกือบทั่วประเทศ ได้ทรงรับวิธีการทรงงานที่มีพื้นฐานแบบวิทยาศาสตร์มาใช้ในงานของพระองค์ ทรงบรรยายถึงพระราชกิจที่ทรงเอาพระทัยใส่กลุ่มคนผู้ด้อยโอกาสสี่กลุ่ม

สถานีวิจัยอลิซและระบบตรวจวัดทางเดินของอนุภาคด้านใน (ITS: Inner Tracking System): สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเยือนอลิซ เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2562 ศาสตราจารย์เฟรดเดอริโก แอนติโนริ โฆษกของอลิซเป็นผู้ถวายคำอธิบาย

ให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ นักเรียนในชนบท คนพิการ เยาวชนผู้ป่วยในโรงพยาบาล และนักโทษ ในขณะเดียวกันก็ทรงสนับสนุนนักเรียนผู้มีพรสวรรค์

เปิดเส้นทางคนไทยสู่ฟิสิกส์อนุภาคระดับโลก

การเสด็จพระราชดำเนินเยือนเซิร์นครั้งที่สาม เมื่อ พ.ศ. 2552 ของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี อยู่ในช่วงที่เครื่องเร่งอนุภาคแอลเอชซีกำลังซ่อมแซม จึงเป็นโอกาสให้เสด็จลงไปทอดพระเนตรพื้นที่สถานีทดลองซีเอ็มเอสได้พอดี

และเป็นครั้งแรกที่เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานในประเทศไทยกับเซิร์นอย่างเป็นทางการในฐานะประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิก (non-member state) โดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) กับหน่วยงานการทดลองของเซิร์น ได้แก่ สถานีทดลองซีเอ็มเอส ได้ลงนามในเอกสารแสดงเจตจำนงที่จะมีความร่วมมือกัน ทำให้ประเทศไทยได้รับโอกาสในการคัดเลือกนักศึกษาที่ศึกษาอยู่ในประเทศไทยในสาขาวิชาฟิสิกส์เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น (CERN Summer Student Programme) และคัดเลือกครูสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากประเทศไทยเข้าร่วมโครงการครูภาคฤดูร้อนเซิร์น (High School Teacher Programme) นับตั้งแต่ พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา

เป็นจุดเริ่มต้นความสัมพันธ์ในการดำเนินงานระหว่างเซิร์นกับประเทศไทย ซึ่งภายหลังได้เกิดความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ต่อมาอีกหลายโครงการ

สู่โครงสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (National e-Science Infrastructure)

หลังจากเครื่องชนอนุภาคแอลเอชซีกลับมาปฏิบัติการอีกครั้ง เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 การเสด็จพระราชดำเนินเยือนเซิร์นครั้งที่สี่ของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 จึงเป็นการเสด็จพระราชดำเนิน

ภาพประวัติศาสตร์การก่อตั้งเซิร์น (ภาพซ้าย) ผู้ร่วมก่อตั้งเซิร์นประชุมสภาเซิร์น ครั้งที่ 3 ณ กรุงอัมสเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2495 ที่ประชุมได้เลือกกรุงเจนีวาเป็นที่ตั้งของเซิร์น และตัดสินใจที่จะสร้างเครื่องเร่งอนุภาคโปรตอนซินโครตรอนพลังงาน 25-30 GeV (ภาพขวา) เฟลิกซ์ บล็อช (Felix Bloch) นักฟิสิกส์รางวัลโนเบลชาวสวิสอเมริกัน วางศิลาฤกษ์ เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2498 ประธานาธิบดี แมกซ์ เพทิพิแอร์ (Max Petitpierre) แห่งสมาพันธรัฐสวิส (ลูกสีดำ) ร่วมพิธีด้วย

เยี่ยมชมศูนย์ทดสอบระบบแม่เหล็ก (SM18) ซึ่งใช้ทดลองแม่เหล็กเย็นยวดยิ่ง (cryomagnet) ชนิดที่ใช้ในเครื่องเร่งอนุภาค

หลังการเสด็จพระราชดำเนินเยือนครั้งนี้ มีการจัดตั้งภาคีโครงสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (National e-Science Infrastructure Consortium) โดยสมาชิกคือ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (สสนก.) เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการคำนวณ ได้แก่ การจัดสร้างระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลสมรรถนะสูง ระบบจัดเก็บข้อมูล และเครือข่ายสื่อสารที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เหล่านั้น เพื่อรองรับความต้องการทางการคำนวณด้านฟิสิกส์อนุภาค พลังงานสูง และเชื่อมต่อเป็นส่วนหนึ่งในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของเซิร์น และยังขยายการให้บริการไปให้แก่หน่วยงานวิชาการในประเทศไทยด้วย

กรอบความตกลงนำไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การเสด็จพระราชดำเนินเยือนเซิร์นครั้งที่ห้าของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ประทับเป็นองค์ประธานการลงนามความตกลงร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) กับเซิร์น หลังจากการลงนามทรงพบกับนักวิทยาศาสตร์ไทยซึ่งทำงานอยู่ที่เซิร์น แล้วเสด็จไปทอดพระเนตรเครื่องแยกมวลไอโซโทปอิโซลเดอ (ISOLDE) และเครื่องเร่งอนุภาคเลียร์ (LEIR: Low Energy Ion Ring)

หัวใจของความตกลงครั้งนี้เป็นเรื่องการใช้งานเครื่องเร่งอนุภาคในทางการแพทย์ อันเป็นสิ่งที่คนไทยจะได้เรียนรู้และประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์

ผู้บริหารเซิร์นกราบบังคมทูลว่าประเทศไทยควรพิจารณาลงนามความตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศ (ICA: International Coopevation Agreement) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับ

ฟิสิกส์พลังงานสูงกับเซิร์น เพื่อยกระดับความสัมพันธ์ที่ประเทศไทยกับเซิร์นมีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2543 จากระดับหน่วยงานไทยกับหน่วยงานของเซิร์นขึ้นมาเป็นระดับเซิร์นกับรัฐบาลไทย ด้วยเหตุนี้คณะรัฐมนตรีจึงมีมติเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 อนุมัติการลงนามในร่างข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศ ระหว่างราชอาณาจักรไทยกับเซิร์น

ทอดพระเนตรผลงานของไทยที่เซิร์น

ใน พ.ศ. 2562 งานที่เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งเป็นผู้ประสานงานหลัก ร่วมด้วยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กับสถานีทดลองอลิซสำเร็จลุล่วง เซิร์นได้กราบบังคมทูลเชิญสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตร เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2562 นับเป็นการเสด็จพระราชดำเนินเยือนเซิร์นครั้งที่หก

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทอดพระเนตรงานทดสอบระบบตรวจวัดทางเดินของอนุภาคด้านในภาคพื้นดิน และเสด็จพระราชดำเนินลงไปทอดพระเนตรอุโมงค์ของการทดลองที่กำลังเตรียมพื้นที่สำหรับระบบใหม่ ซึ่งมีผลงานของประเทศไทยรวมอยู่ด้วย

การแถลงข่าวการลงนามความร่วมมือกับ World LHC Computing Grid (WLG) ระหว่างผู้อำนวยการใหญ่เซิร์น ศาสตราจารย์ ดร.รอล์ฟ ดีเทอร์ ฮอยเออร์ (ที่ 3 จากซ้าย) กับผู้แทนสมาชิกสามัญผู้ก่อตั้ง National e-Science Infrastructure เมื่อ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกี่ยวกับเซิร์น

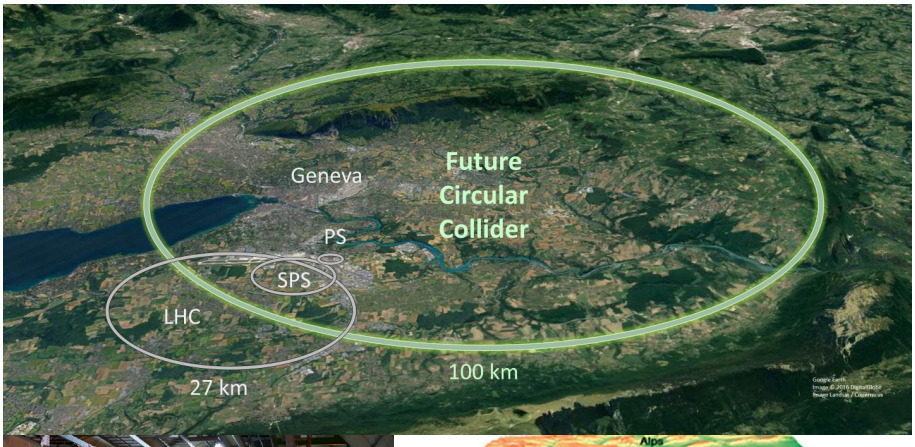
เซิร์น (CERN) เป็นชื่อสั้นขององค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป ย่อมาจากชื่อขององค์กรเดิมคือ Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2495 แม้ว่าชื่อขององค์กรจะเปลี่ยนไปเป็น European Council for Nuclear Research หรือสภาวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป แต่ชื่อย่อเดิมเรียกง่ายกว่า คำว่า เซิร์น จึงเป็นชื่อสั้นที่คนทั้งโลกรู้จักดียิ่งกว่าชื่อเต็มขององค์กร

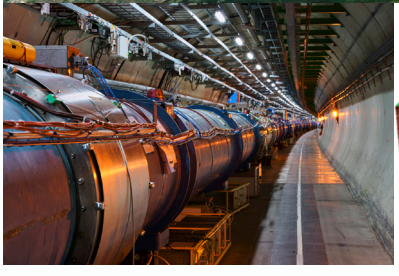
พอกล่าวถึงเซิร์น คนทั่วไปที่สนใจวิทยาศาสตร์มักจะนึกถึงการค้นพบฮิกส์โบซอนหรือต้นกำเนิดเวิลด์ไวด์เว็บที่เราใช้กันอยู่ทุกวัน งานของเซิร์นยังเคยปรากฏเป็นข่าวระทึกขวัญ เมื่อมีผู้อ้างว่าเครื่องเร่งอนุภาคของเซิร์นจะสร้างหลุมดำล้างโลกขึ้นมา แต่ปัจจุบันโลกก็ยังไม่ล่มสลาย และงานของเซิร์นก็ดำเนินต่อไป ณ พรมแดนแห่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์อนุภาค บนพื้นที่นครเจนีวา ใกล้ชายแดนประเทศสวิตเซอร์แลนด์ต่อกับฝรั่งเศส

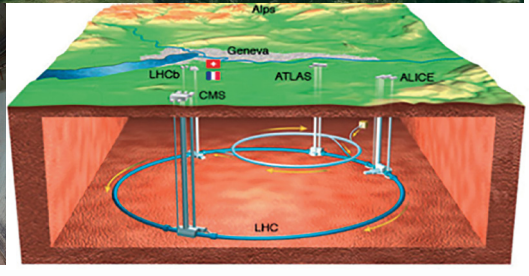
ปัจจุบันเซิร์นมีความร่วมมือกับประเทศต่างๆ ในโลกแบ่งเป็น 5 ระดับ จำนวนเมื่อสิ้น พ.ศ. 2561 คือ ประเทศสมาชิก 22 ประเทศ ประเทศภาคีสมาชิก ที่อยู่ในขั้นตอนเข้าเป็นสมาชิก 3 ประเทศ ประเทศภาคีสมาชิก 5 ประเทศ ประเทศผู้สังเกตการณ์ 3 ประเทศ และอื่นๆ (รวมทั้งประเทศไทย) 43 ประเทศ

นวัตกรรมจากเซิร์น

- จอสัมผัส เมื่อ พ.ศ. 2515 เบนต์ สตัมป์ ประดิษฐ์จอสัมผัสแบบความจุไฟฟ้า (capacitive) ขึ้นใช้สำหรับระบบควบคุมเครื่องเร่งอนุภาคเอสพีเอส เป็นต้นแบบของจอสัมผัสชนิดที่ใช้บนโทรศัพท์สมาร์ตโฟนเกือบทั้งหมดในปัจจุบัน
- เวิลด์ไวด์เว็บ เมื่อ ค.ศ. 1990 เซอร์ทิม เบอร์เนอส์–ลี กำหนดแนวคิดพื้นฐานของเวิลด์ไวด์เว็บ ได้แก่ html, http







และ URL ขึ้น เพื่อแสดงข้อมูลจากหลายแหล่ง ด้วย hypertext ตามความต้องการของนักวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยและสถาบันต่างๆ เทคโนโลยีเซิร์นเพื่อสาธารณชน

- เซิร์น-เมดิซิส (CERN-MEDICIS) โครงการผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสี ซึ่งผลิตได้ที่เซิร์นเท่านั้น เพื่อการวิจัยทางการแพทย์
- เครื่องเร่งอนุภาคเพื่อการแพทย์ เป็นแผนสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้กับคนไข้ในประเทศรายได้ปานกลางถึงรายได้ต่ำภายในปี พ.ศ. 2570
- เมดิพิกซ์(Medipix) เป็นเทคโนโลยีของเซิร์นที่ใช้วัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเฉพาะย่านความถี่รังสีเอกซ์ที่มีความละเอียดสูงและสามารถแสดงเป็นภาพสีได้

สร้างคน

ในอีกแง่หนึ่ง ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยบุคลากรที่มีคุณภาพความสัมพันธ์กับเซิร์น ช่วยให้ประเทศไทยสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ ทั้งยังเปิดโอกาสให้ครูวิทยาศาสตร์และนักศึกษาไทยได้ไปเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับครูและนักศึกษาจากทั่วโลกที่เซิร์นด้วย เช่น

- โครงการจัดส่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปศึกษางานที่เซิร์น
- โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น
- โครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น
- กิจกรรมส่งเสริมความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค

บทส่งท้าย

โครงการความร่วมมือไทย-เซิร์น ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ประสบความสำเร็จมาตลอด 20 ปีจนปัจจุบันนั้น เพราะประการสำคัญที่สุดเนื่องมาจากพระวิสัยทัศน์อันกว้างไกลของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงเล็งเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ของฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งการสร้างโอกาสให้ทั้งนักเรียนมัธยมศึกษา ครู นักศึกษาระดับปริญญาตรีและโทถึงปริญญาเอก และนักวิจัยมีโอกาสได้ร่วมปฏิบัติงานในองค์กรระดับโลก

บทความนี้ตีพิมพ์โดยได้รับอนุญาตจากผู้เขียน : คุณวิษณุ เอื้อชูเกียรติ
โครงการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีในโอกาสฉลองพระชนมายุ 65 พรรษา
วันที่ 2 เมษายน 2563

ดาวน์โหลดฉบับเต็มได้ที่
https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/nac/2021/20years-Thai-CERN-book.pdf

อรพินท์ วิภาสุรมณฑล (เมนช) เรียบเรียง

มารี กูรี

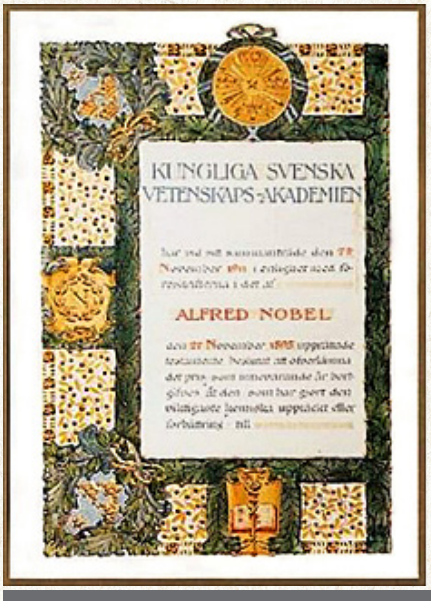
หนึ่งหญิงผู้เปลี่ยนโฉมหน้าโลกวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
มารีในปารีส
(ฝรั่งเศส การศึกษา ครอบครัว ผลงาน และเกียรติยศ (พ.ศ. 2434-2454)

Illustration by Rosa Mourlan
Marie-Curie-by-Rosa.jpg

ตอนที่ 3
รางวัลโนเบล ครั้งแรก

ชื่อและประวัติผลงานของมารีนั้นมีอยู่ในแฟ้มคณะกรรมการรางวัลโนเบลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2445 (ปีที่สองของการจัดให้รางวัล) เมื่อมีผู้เสนอให้รางวัลโนเบลสาขาสรีรวิทยาหรือการแพทย์แก่มารี ในฐานะผู้ค้นพบเรเดียม ในปี พ.ศ. 2446 สมาชิกมีชื่อเสียงกลุ่มฟิสิกส์ของสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (ฝรั่งเศส)



curie_diploma.jpg
ภาพจาก https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/marie-curie/diploma/

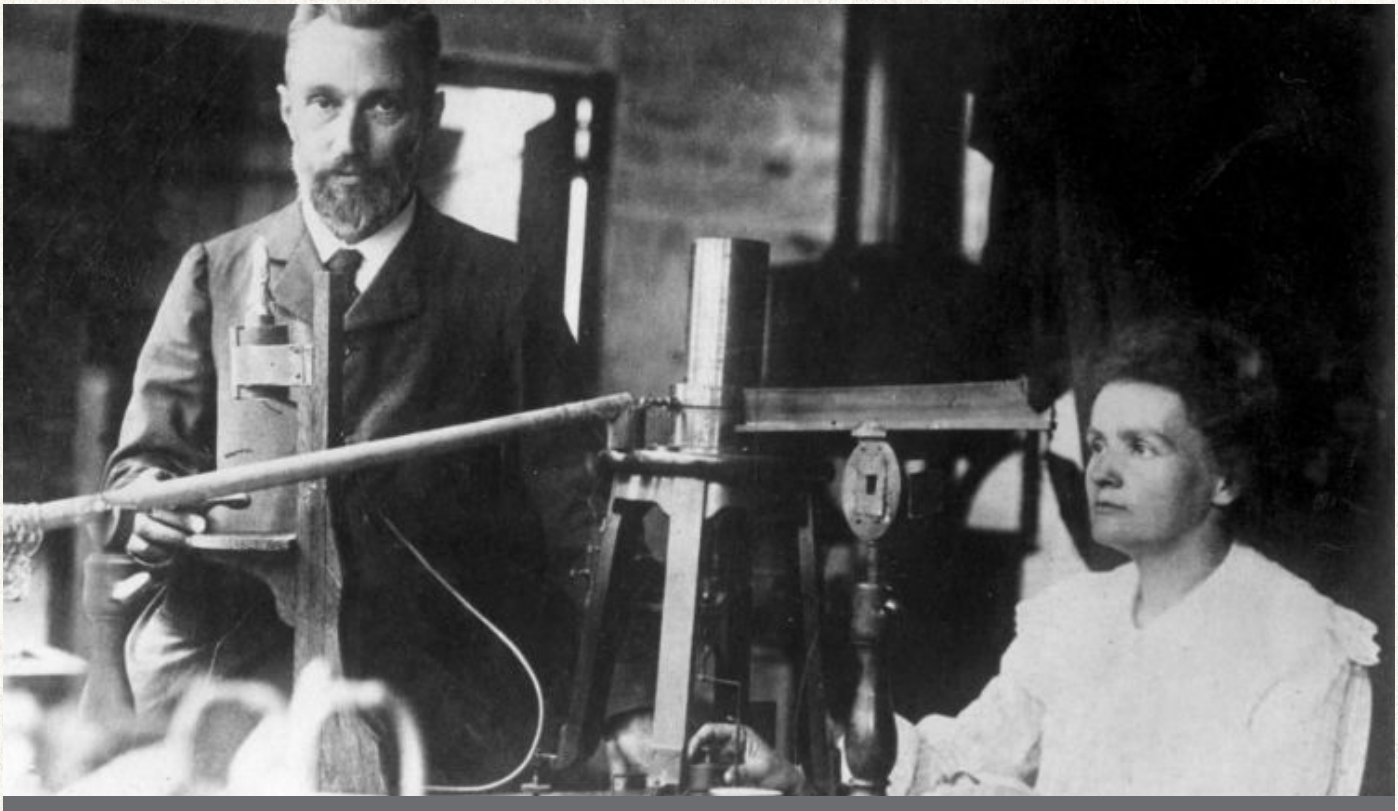
ซึ่งรู้จักคุ้นเคยกับงานของมารีและปิแอร์ เสนอชื่อแบ็กเรลกับปิแอร์ (ไม่รวมมารี) เพื่อรับรางวัลสาขาฟิสิกส์จากการค้นพบกัมมันตภาพรังสี เคราะห์ดีที่สมาชิกคนสำคัญชื่อ ยอสตา มิตทาก-เลฟเฟลอร์ (Gösta Mittag-Leffler) นักคณิตศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งสวีเดน รู้เรื่องนี้ก่อนจึงแจ้งต่อปิแอร์ว่ามารีไม่ได้รับการเสนอชื่อด้วย ปิแอร์เขียนไปยืนยันว่าเป็นผลงานเขาสองคนร่วมกัน ทางคณะกรรมการรางวัลจึงใช้หลักฐานผลงานที่มีอยู่แล้วนั้นเสนอชื่อมารีร่วมด้วยได้ทันเวลา ทั้งสามจึงได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ร่วมกัน

เงินสดจากรางวัลโนเบล (ประมาณ 70,000 ฟรังก์) บวกกับเงินรางวัล Prix Osiris อีก 60,000 ฟรังก์จากที่ปิแอร์ได้รับในฐานะนักประดิษฐ์ทำให้ปิแอร์ไม่ต้องสอนที่โรงเรียนเคมีและฟิสิกส์อีกต่อไป (อาจารย์ที่มารับตำแหน่งแทนปิแอร์คือ พอล แลงจ์แวง ลูกศิษย์ของปิแอร์นั่นเอง) ครอบครัวกูรีได้ใช้เงินนี้ในเรื่องต่างๆ เช่น ปรับปรุงตกแต่งบ้านที่ boulevard Kellerman จ้างผู้ช่วยงานในแล็บ ให้ครอบครัวญาติพี่น้อง เช่น ให้ครอบครัวบรอเนียกู้สำหรับสถานฟื้นฟูสุขภาพที่ซาโคเปน ให้ครอบครัวของฌัก ให้เป็นทุนการศึกษาแก่นักเรียน

ที่แล้วมารางวัลโนเบลสาขาทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนเท่ากับสาขาวรรณคดีและสันติภาพ แต่ตั้งแต่มารี ผู้หญิงคนแรกได้รับรางวัลนี้ หนังสือพิมพ์เริ่มให้ความสนใจมากขึ้น เป็นผลให้รางวัลนี้พร้อมทั้งมารีเป็นที่สนใจ เป็นที่รู้จักมากขึ้น โดยเฉพาะในฝรั่งเศส ทั้งคู่ได้กลายเป็นเซเลบ มักมีนักข่าวและตากล้อง ตลอดจนนักวิทยาศาสตร์มาเยี่ยมที่ห้องแล็บ ที่บ้าน ทั้งเรื่องราวการค้นพบเรเดียม รูปของทั้งสอง ไอรีน บ้าน และห้องแล็บ (ที่ทรุดโทรม) กลายเป็นข่าวลงพิมพ์ทั้งที่ฝรั่งเศสและต่างประเทศ และยังได้รับจดหมายเชิญจากผู้สื่อข่าวขอสัมภาษณ์จากสถาบันต่างๆ ให้ไปพูด (บางแห่งเสนอให้ค่าพูดด้วย) ทำให้เขาทั้งสองซึ่งปกติชอบอยู่เงียบๆ ต้องการสมาธิและเวลาเพื่อทำงานทดลอง รู้สึกขัดข้อง อึดอัดใจ และมีปฏิกิริยาตอบโต้ค่อนข้างไปในทางลบมากกว่าบวก

เมื่อมีตำแหน่งว่างในสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งฝรั่งเศสไม่กี่เดือนหลังจากการประกาศผลรางวัลโนเบลทางสมาคมเสนอชื่อปิแอร์ ครั้งนี้เขาได้รับการสนับสนุนเต็มที่ ปิแอร์นั้นไม่ชอบ

https://histoire-image.org/fr/etudes/marie-curie-presse



https://www.mariecurie.org.uk/who/our-history/marie-curie-the-scientist

ระบบและธรรมเนียมในการเสนอชื่อและวิธีการหาเสียงสนับสนุนการโหวตจากสมาชิกสถาบัน เขาเคยได้รับการเสนอมาก่อนถึงสองครั้ง แต่ไม่ได้เสียงข้างมาก สาเหตุหนึ่งอาจมาจากเขาไม่พยายามหาเสียง ไม่ปลีกเวลาไป 'คุย' (ขอเสียง) จากกรรมการอื่นๆ เมื่อเทียบกับคู่แข่ง หรือจากการที่เขาไม่ได้เป็น 'พันธุ์ลูกหม้อ' เขาไม่ได้เป็นผลผลิตของโรงเรียนในระบบการศึกษาของฝรั่งเศส

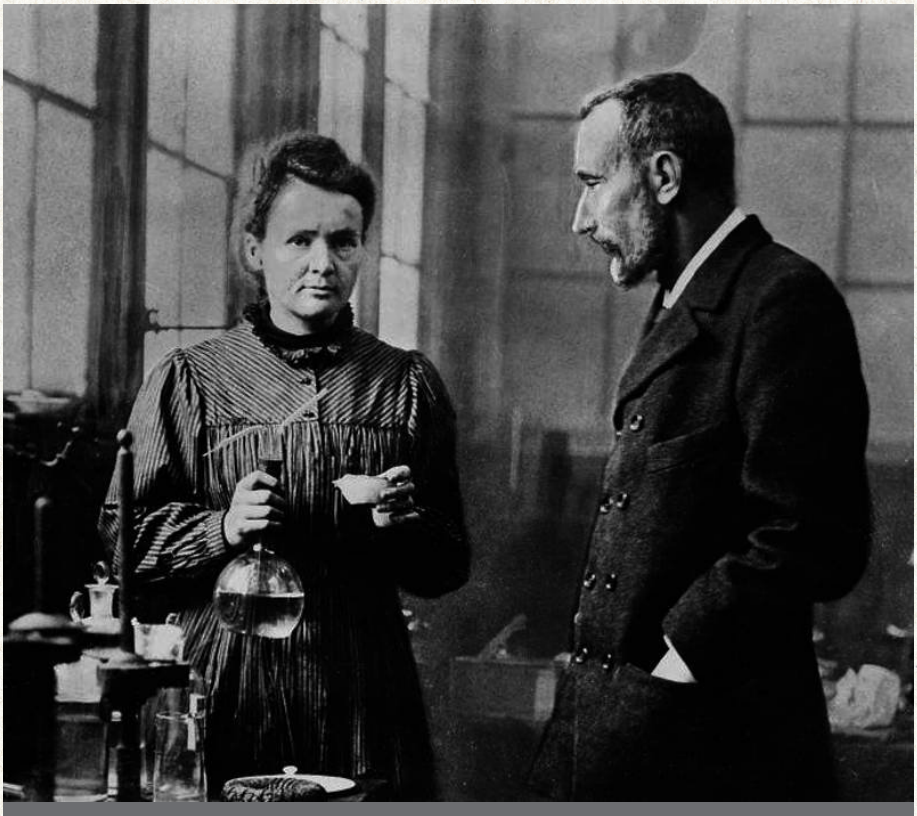
ครั้งนี้ก็เช่นกัน ปิแอร์ออกไปหาเสียงเท่าที่คิดว่าจำเป็น เขาได้รับเลือกในที่สุด แต่เสียงสนับสนุนน้อยกว่าที่คาดคิดมาก สิ่งที่ปิแอร์ต้องการมากกว่าเกียรติยศชื่อเสียงคือห้องทดลองที่มีมาตรฐานมีอุปกรณ์ทันสมัยครบถ้วน สำหรับงานวิจัยต่อไป

หลังการประกาศผลรางวัลโนเบลไม่นาน ทบวงมหาวิทยาลัยได้ตั้งปิแอร์เป็นหัวหน้าแผนกฟิสิกส์ ตำแหน่งใหม่ของซอร์บอนน์ พร้อมทุนสำหรับสร้างห้องทดลอง และแต่งตั้งมารีเป็นหัวหน้าห้องทดลองนั้นด้วย

นอกจากสอนที่ซอร์บอนน์แล้ว ปิแอร์ยังมีผลงานวิจัยทางกัมมันภาพรังสีเสนอสองเรื่องในระยะใกล้ๆ กัน

ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2446 เขาพบว่า ปริมาณกัมมันตภาพรังสีจะลดลงในอัตราคงที่ ซึ่งนำไปสู่คุณสมบัติครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี อีกหนึ่งเดือนต่อมาเขาเสนอผลงานที่ทำร่วมกับ**อาแบร์ ลาโบรด์** (Albert Laborde) ศึกษาปริมาณ (พลังงาน) ความร้อนจากรังสีแผ่จากสารเรเดียม พบว่าความร้อนที่ได้จากพลังงานแผ่จากเรเดียมหนึ่งกรัม สามารถใช้ต้มน้ำแข็งหนึ่งกรัมให้เดือดได้ในหนึ่งชั่วโมง ผลการทดลองนี้สนับสนุนข้อเสนอที่ว่ากัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์เกิดขึ้นภายในอะตอมจากกระบวนการการแปรธาตุ (transmutation) จากธาตุเริ่มต้นเป็นอีกธาตุหนึ่งพร้อมกับการแผ่กัมมันตรังสี

ฤดูร้อน พ.ศ. 2446 **เฟรเดอริก ซอดดี** (Frederick Soddy) วิจัยร่วมกับ**วิลเลียม แรมเซย์** (William Ramsay) พบว่า รังสีชนิดที่สองที่แผ่จากเรเดียมคือ ก๊าซฮีเลียม



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portrait_of_Marie_Curie_and_Pierre_Curie.jpg

ปี พ.ศ. 2448 รัทเทอร์ฟอร์ดสรุปอย่างถูกต้องว่า อนุภาคอัลฟาก็คือธาตุฮีเลียมนั่นเอง

ช่วงปี พ.ศ. 2447-2449 ปิแอร์วัดกัมมันตภาพรังสีของแหล่งน้ำต่างๆ ในยุโรป และผลของรังสีเรเดียมต่อหนูทดลอง ผลงานวิจัยของปิแอร์เริ่มน้อยลง เหตุผลหนึ่งมาจากโรคไขข้ออักเสบกำเริบมากขึ้น เขาปวดกระดูกขา ปวดหลัง ทำงานไม่ได้เต็มที่ ประสาทมือเสื่อมจากการจับต้องเรเดียม ซึ่งเป็นช่วงที่มารีมีผลงานวิจัยน้อยเช่นกัน โดยเหตุผลส่วนตัวหลายอย่าง เธออายุมากขึ้น ตั้งท้องมีลูกสาวคนที่สอง อีฟ (Eve) (เกิดวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2447) เธอกังวลกับสุขภาพของปิแอร์และของไอรีน ผู้มักเจ็บป่วยด้วยโรคที่เด็กๆ เป็นกัน

(ปี พ.ศ. 2558 ในรัสเซียมีการปฏิวัติล้มล้างราชวงศ์ซาร์อเล็กซานเดอร์ที่ 2 ชาวโปลสนับสนุนการปฏิวัตินี้)

หลังจากเลื่อนการเดินทางไปรับรางวัลโนเบลที่สต็อกโฮล์ม ประเทศสวีเดน ไปเกือบสองปี ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2448 ปิแอร์กับมารีเดินทางไปเลกเชอร์เรื่องเรเดียมที่สต็อกโฮล์ม ทั้งคู่ประทับใจในการต้อนรับอาคันตุกะและภูมิประเทศของประเทศสวีเดนมาก ปาฐกถาของปิแอร์มีการสาธิตประกอบ มีการกล่าวถึงประวัติการค้นพบ (โดยไม่ลืมให้เครดิตแก่นักวิจัยทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง) ตลอดจนผลประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีในด้านอื่นๆ เช่น เคมี ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา และชีววิทยา ตอนท้ายเขาได้กล่าวถึงดาบสองคมของการประยุกต์วิทยาการทุกด้านว่ามีทั้งด้านบวกและลบ ตัวอย่างเช่นดินประสิวที่ใช้ทำระเบิดนั้นใช้ได้ทั้งด้านก่อสร้างและทำลาย ถ้าอยู่ในมือของคนร้าย

ฤดูร้อนปีนั้นเป็นช่วงที่ครอบครัวกูรีได้พักผ่อนอย่างเต็มที่ มีความทรงจำดีๆ เริ่มจากพากันไปเที่ยว St. Remy แล้วกลับมารับเฮเลนกับลูกสาว ฮาเนีย (Hania) ซึ่งเดินทางมาจากวอร์ซอมาพักร้อนด้วย เขาพากันไปเที่ยวชายทะเลแถบนอร์มันดี (Normandy) เช่าบ้านติดชายหาดในหมู่บ้าน Carolles อยู่ตลอดฤดูร้อน เป็นครั้งแรกที่เฮเลนได้เห็นทะเล ได้เล่นโต้คลื่น ได้เห็นภูมิประเทศและชีวิตสัตว์แถบชายทะเลพร้อมกับเด็กๆ และได้รับเกร็ดความรู้ต่างๆ จากปิแอร์ด้วย ก่อนลาจากกันเมื่อฤดูร้อนสิ้นสุดลง มารีพูดกับเฮเลนถึงความกังวลเรื่องสุขภาพของปิแอร์ เป็นฤดูร้อนปีสุดท้ายที่ครอบครัวกูรีได้พักร้อนร่วมกัน

ปลายปี พ.ศ. 2448 ห้องทดลองใหม่ที่ถนน Cuvier เริ่มเป็นรูปเป็นร่างขึ้น เครื่องมือทดลองสร้างขึ้นตามสเปกของปิแอร์ หลายเครื่องสร้างเสร็จ เขาย้ายอุปกรณ์ทดลองต่างๆ จากแล็บเก่าที่ถนนโลมอนด์ไปยังห้องทดลองใหม่ แต่ยังแวะเวียนไปเยี่ยมแล็บเก่าเพื่อระลึกถึงความทรงจำดีๆ

(อ่านต่อฉบับหน้า)

หงษ์สุดา สอนกลิ่น

จริยธรรมในงานวิจัย เรื่องใกล้ตัว ที่มีความสำคัญต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

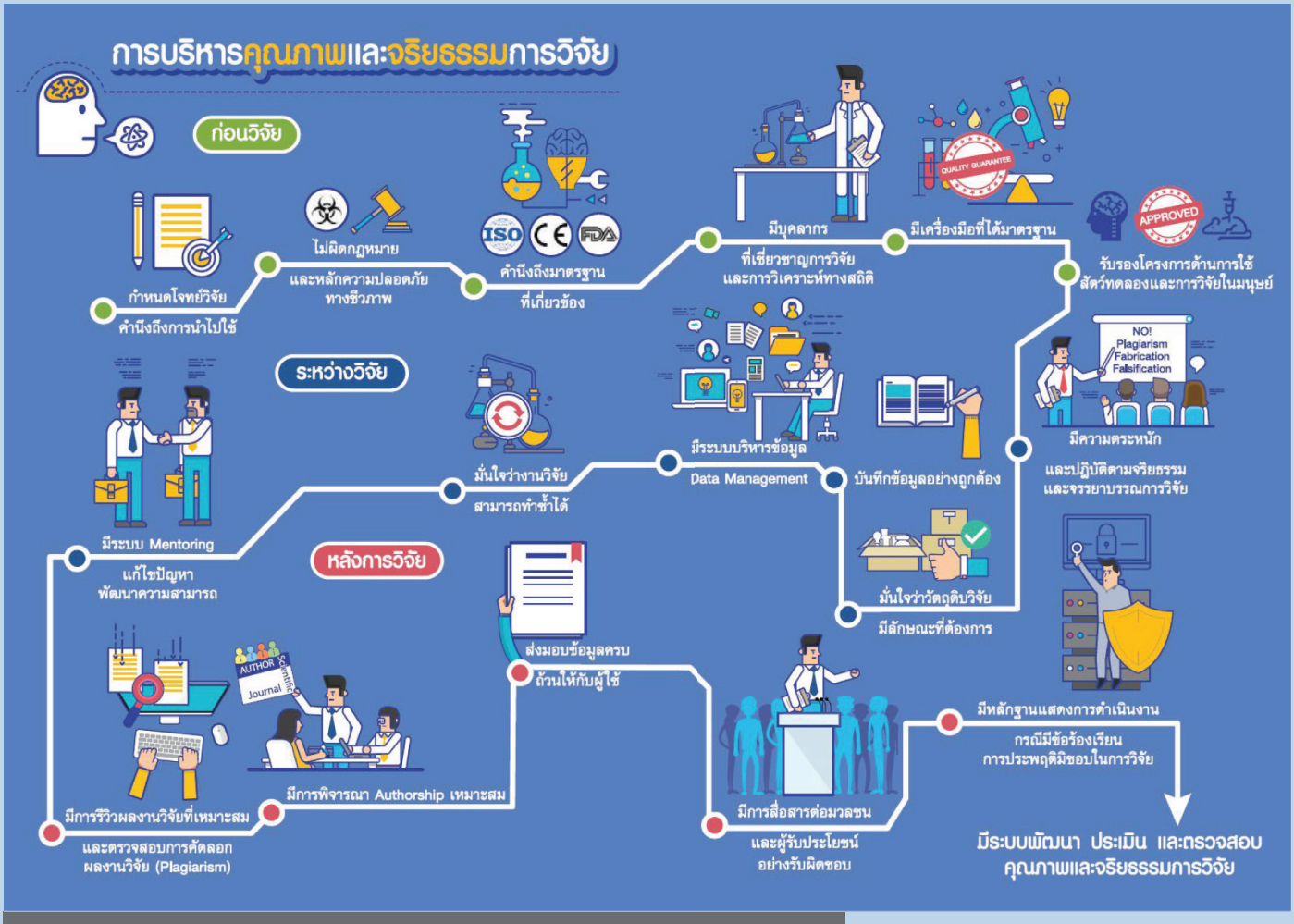
งานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาประเทศในทุกๆ ด้าน โดยเฉพาะในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วแบบโลกดิจิทัลในปัจจุบัน ความก้าวหน้าและความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในประเทศที่พัฒนาแล้วล้วนเกิดขึ้นจากนวัตกรรมที่มีผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่เบื้องหลังแทบทั้งสิ้น ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเหล่านี้สร้างขึ้นจากงานวิจัยที่ทรงคุณค่าในรุ่นก่อนๆ โดยมีการสั่งสมองค์ความรู้

สืบต่อกันมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งงานวิจัยที่มีคุณค่าจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาด้วย ด้วยเหตุนี้การส่งเสริมงานวิจัยแต่ละชิ้นให้มีคุณภาพและมีความน่าเชื่อถือได้จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามได้

หากตอนนี้เราตั้งคำถามว่า ตัวเราเองมีความเชื่อมั่นต่องานวิจัยที่มีการเผยแพร่ในวารสารต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศได้มากน้อยเพียงใด คงจะมีบางส่วนที่ไม่สามารถตอบได้เต็มร้อยว่าเราเชื่อถือข้อมูลดังกล่าวได้ทั้งหมด จากข้อมูลทางสถิติเราพบว่าจำนวนการถอดถอนบทความจากวารสารต่างๆ ในปัจจุบันมีจำนวนสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่ง The Science Advisory Board ระบุว่างานที่ถูกถอดถอนส่วนใหญ่เกิดจากการดัดแปลงข้อมูล (falsification) การแต่งข้อมูลขึ้นมาใหม่หรือการปรับแต่งผลการทดลองให้เป็นไปตามที่ต้องการ (fabrication) และการลอกผลงานคนอื่นโดยไม่ให้เครดิตเจ้าของผลงานนั้น (plagiarism) แล้วคำถามต่อไปคือ สังคมของนักวิจัยจะเป็นอย่างไร ถ้าหากมีการแต่งเสริมเติมแต่งข้อมูลกันมากขึ้นเรื่อยๆ จนการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ในโลกไม่มีความน่าเชื่อถือได้อีกต่อไป

ถ้าเราลองย้อนกลับมาที่ความหมายของงานวิจัย ซึ่งเป็นกระบวนการหาความจริงด้วยการค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อตอบคำถามที่เราเกิดความสงสัย โดยมีระเบียบวิธีการวิจัยอันเป็นที่ยอมรับ งานวิจัยนั้นครอบคลุมไปถึงแนวคิด มโนทัศน์ และวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (ข้อมูลจากสภาวิจัยแห่งชาติ) จากคำนิยามนี้กระบวนการวิจัยจึงต้องการการดำเนินงานที่โปร่งใสและเชื่อถือได้ ต้องอาศัยจริยธรรมการวิจัยทั้งก่อน ระหว่าง และหลังกระบวนการวิจัยควบคู่กัน จะเห็นได้ว่าการผิดจริยธรรมในงานวิจัย (research misconduct) ด้านวิทยาศาสตร์ไม่ว่าด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์ของงานวิจัยที่ผิดเพี้ยนและส่งผลให้คุณภาพของงานวิจัยลดลง ทำให้นวัตกรรมที่สร้างขึ้นนั้นใช้ไม่ได้ผล รวมถึงเกิดผลเสียต่อผู้ที่นำไปใช้งาน โดยเฉพาะนวัตกรรมทางด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในมนุษย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อตัวมนุษย์โดยตรง นี่ยังไม่รวมการสูญเสียเวลาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมหาศาลทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ทุนวิจัยที่สูญเปล่าจากการไม่สามารถทำซ้ำในกระบวนการวิจัยได้ (reproducibility) นอกจากนี้ยังส่งผลในด้านจิตใจของคนปฏิบัติงานทำให้เกิดการลดทอนแรงจูงใจของกลุ่มนักวิจัยในส่วนรวมต่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ด้วย ซึ่งในท้ายที่สุดการขาดจริยธรรมในการวิจัยเหล่านี้มีผลกระทบที่จะลดความเชื่อมั่น รวมไปถึงชะลอความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมนุษยชาติ (อ่านเพิ่มเติมได้จากรายงานของ OECD, Best Practices for Ensuing Scientific Integrity and Preventing Misconduct และ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Fostering Integrity in Research)

ประเด็นจริยธรรมนั้นมีอยู่ในทุกประเภทของงานวิจัย ไม่จำกัดแต่เพียงงานวิจัยในมนุษย์เท่านั้น ปัจจุบันอัตราการทำผิดจริยธรรมในงานวิจัยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและถือเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของสังคมการวิจัย เราอาจจะต้องหันมาให้ความสนใจและวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นเหตุและปัจจัยในการกระทำผิดของกลุ่มนักวิจัยในแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะหากลไกหรือมาตรการป้องกันในอนาคต (สามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากรายงานโครงการการวิจัยเพื่อพัฒนาจริยธรรมการวิจัยและระบบการประเมิน ของท่าน อ.โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์)

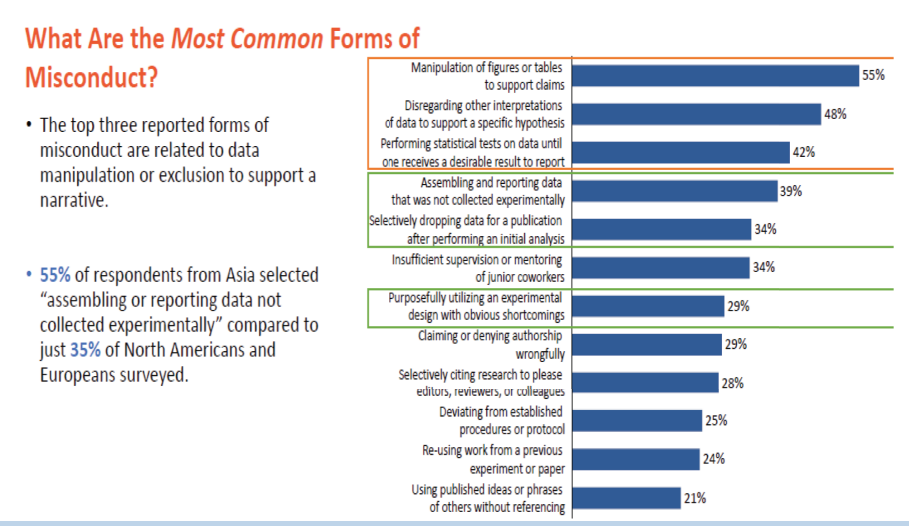


ภาพจาก ฝ่ายส่งเสริมจริยธรรมการวิจัย สวทช. https://www.nstda.or.th/th/policy

ในกระบวนการวิจัยหนึ่งๆ นักวิจัยเองอาจเจอกับความกดดันที่จะต้องทำงานให้บรรลุเป้าหมายทั้งผลการวิจัย หรือความสำเร็จของโครงการที่ได้รับทุนมา ซึ่งอาจทำให้เกิดความประพฤติที่ไม่เหมาะสมในการวิจัยได้ จากสถิติที่ผ่านมาเราพบว่า research misconduct เกิดขึ้นได้จากทั้งความตั้งใจและความไม่ตั้งใจของนักวิจัย หรือแม้กระทั่งเกิดจากความไม่รู้ของตัวนักวิจัยเอง

ความรุนแรงของ research misconduct เกิดขึ้นได้ในหลายระดับ เริ่มตั้งแต่ความผิดพลาดของการสังเกตการณ์ การวิเคราะห์ และการประมวลผล (false observation, analysis, and interpretation) จนค่อยๆ นำไปสู่การปลอมแปลง และการลอกเลียนหรือขโมยผลงานคนอื่นในที่สุด (Choupani, H. et.al) รูปภาพด้านล่างแสดงถึงรูปแบบของ research misconduct ที่พบได้มากที่สุดตามที่ The Science Advisory Board ได้สำรวจไว้

ในปัจจุบันรูปแบบของความผิดทางจริยธรรมงานวิจัยเราคงไม่ได้มองกันแค่เรื่อง falsification, fabrication และ plagiarism ตามที่ Office of Science and Technology Policy, US ให้คำนิยามไว้ในช่วงต้น โดยสถาบัน ISI (Institute for Scientific Information) ได้เสนอประเด็นการผิดจริยธรรมงานวิจัยเพิ่มเติมจากเดิม ที่ให้ความสำคัญครอบคลุมทั้งระบบการวิจัย เริ่มตั้งแต่การทบทวนวรรณกรรม การออกแบบงานวิจัย การดำเนินการวิจัย การเก็บและวิเคราะห์ผลทดสอบ การเตรียมต้นฉบับ การเลือกและการตีพิมพ์วารสาร กระบวนการของวารสาร



ภาพจาก The Science Advisory Board (2018), Breaking Bad: Combating Scientific Misconduct

วิชาการ ไปจนถึงการหาผลประโยชน์เชิงพาณิชย์จากการตีพิมพ์ผลงาน โดยที่ทุกกระบวนการดังกล่าวนี้ล้วนมีส่วนสำคัญที่อาจจะทำให้เกิดการละเมิดหรือการละเลยในจริยธรรมที่เกี่ยวข้องได้ทั้งสิ้น และส่งผลให้เกิดการสูญเสียได้อย่างมากด้วยเช่นกัน

เป็นที่น่ายินดีมากที่ปัจจุบันเรามีระบบในการตรวจสอบ แก้ไข และป้องกันปัญหาด้านจริยธรรมงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบมากขึ้น เช่น การมีระบบ whistleblowing ภายในองค์กร การมีคณะกรรมการและหน่วยงานคอยดูแลกำกับและติดตามผลทางด้านจริยธรรมการวิจัยกันอย่างแพร่หลาย รวมไปถึงวารสารต่างๆ ที่มีระบบการดูแลเรื่องนี้อย่างเคร่งครัด หรือแม้กระทั่งการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลในการตรวจสอบและสืบค้นข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีจำนวนบทความและงานวิจัยทางด้านจริยธรรมงานวิจัยที่สูงขึ้นประมาณสี่เท่าในช่วงสิบปีที่ผ่านมา (อ่านเพิ่มเติมได้จาก Global Research Report of Research Integrity)

ผลพวงที่ตามมาจาก research misconduct ไม่ได้ส่งผลเสียแค่ในชุมชนหรือระบบงานวิจัยในส่วนรวมเท่านั้น แต่รวมไปถึงตัวนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องด้วย จะเห็นว่าในทุกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยล้วนมีผู้ที่มีส่วนในการรับผิดชอบทั้งหมด โดยเฉพาะตัวนักวิจัยหรือตัวผู้ประพันธ์บทความที่ต้องรับผิดชอบจากการกระทำผิดที่ก่อขึ้นโดยตรง บทลงโทษต่อตัวบุคคลที่ได้กระทำผิดต่อจริยธรรมการวิจัยสรุปไว้ดังนี้ (ปรับปรุงจากข้อมูลของ นพ.อานนท์ จำลองกุล)

1. การลงโทษอย่างไม่เป็นทางการด้วยวิธีการทางสังคม

มีผลทำให้ผู้ประพฤติผิดในงานวิจัยไม่ได้รับการยอมรับและความไว้วางใจในวงการการวิจัย ถูกตำหนิและถูกประณาม งานวิจัยถูกถอดถอนจากวารสารทำให้เสื่อมเสียชื่อเสียงในวงกว้าง รวมถึงการเสียโอกาสในการได้รับรางวัล และการถูกตัดสิทธิ์ในการรับทุนสนับสนุนงานทางวิชาการในอนาคต

2. การลงโทษอย่างเป็นทางการจากสถาบันวิชาชีพ

บทลงโทษมีความแตกต่างกันในแต่ละวงการวิชาการ เนื่องจากจรรยาบรรณวิชาชีพถูกกำหนดโดยแต่ละองค์กรวิชาชีพ เริ่มตั้งแต่การว่ากล่าวตักเตือน ภาคทัณฑ์ พักใช้ใบอนุญาตตามกำหนดเวลาตามที่เห็นสมควร เพิกถอนใบอนุญาตการประกอบวิชาชีพ ถูกปลดออกจากโครงการ ลดตำแหน่ง ตัดลดเงินเดือน ต้องชดใช้คืนทุนวิจัยที่ได้รับมาแล้วให้แก่หน่วยงานที่ให้ทุน รวมไปถึงถูกแบล็กลิสต์จากแหล่งทุนหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องต่างๆ จนไปถึงถูกไล่ออกจากงานและยุติบทบาทนักวิจัย

3. การลงโทษตามกฎหมาย

ปัจจุบันยังไม่มีความชัดเจนในเรื่องการลงโทษผู้ประพฤติผิดจริยธรรมงานวิจัยทางกฎหมายโดยตรง แต่มีประมวลกฎหมายทางแพ่งและพาณิชย์ที่เกี่ยวข้องที่ระบุให้ผู้ประพฤติไม่ชอบในการทำให้ผู้อื่นเสียหาย เสียชื่อเสียง และเสียโอกาสในการทำมาหาได้หรือทางเจริญอื่นๆ ต้องรับผิดชอบในการชดใช้ค่าสินไหมทดแทนแก่ผู้เสียหาย ในส่วนความผิดทางอาญานั้นมีประมวลกฎหมายที่ปกป้องการใส่ความผู้อื่นในฐานหมิ่นประมาท และประมวลกฎหมายการปลอมเอกสารหรือ

> “ความลับไม่มีในโลก” ยิ่งโดยเฉพาะความเป็นจริงทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีกระบวนการพิสูจน์ถึงความมีอยู่จริงได้อยู่เสมอ

การบิดเบือนข้อมูลงานวิจัย นอกจากนั้นยังมีความรับผิดชอบตามกฎหมายเฉพาะที่ปกป้องการกระทำซ้ำหรือดัดแปลงข้อมูลแล้วนำไปเผยแพร่ต่อสาธารณชนซึ่งทำให้ถูกเพิกถอนการอนุมัติปริญญาบัตรได้ตามที่ฝ่ายบริหารมหาวิทยาลัยเสนอ

มีคำกล่าวว่า “ความลับไม่มีในโลก” ยิ่งโดยเฉพาะความเป็นจริงทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีกระบวนการพิสูจน์ถึงความมีอยู่จริงได้อยู่เสมอ ถึงแม้บทลงโทษดังกล่าวจะมีความรุนแรงแตกต่างกันไป แต่ถ้าหากพบการกระทำผิดโดยไม่ชอบแล้ว ย่อมส่งผลต่อวิชาชีพของผู้กระทำผิดได้ไม่มากก็น้อย ซึ่งในบางกรณีที่จะมีผลต่อการเอาผิดทางกฎหมายด้วย ผลกระทบที่ตามมาดังกล่าวถ้าไม่นับผลเสียที่ก่อให้เกิดกับวงการวิจัยและสังคมโดยส่วนรวมแล้ว ผลกระทบต่อตัวผู้กระทำผิดเองก็มีความรุนแรงและจริงจังซึ่งไม่คุ้มที่จะเสี่ยง จึงเป็นเหตุให้นักวิจัยและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคนต้องมีความรู้ในเรื่องจริยธรรมการวิจัย เพื่อใช้เป็นเกราะป้องกันทั้งตัวเองและผู้อื่นในการปฏิบัติตนในวิชาชีพของนักวิจัย เพื่อทำให้งานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าและงดงามอย่างยั่งยืนต่อไป

แหล่งที่มา

สภาวิจัยแห่งชาติ สานักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2541

ศ. ดร.โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์, โครงการการวิจัยเพื่อพัฒนาจริยธรรมการวิจัยและระบบการประเมิน: ตอบสนองความท้าทายในการพัฒนาระบบการวิจัยของประเทศ https://drive.google.com/file/d/12el9xgsTrDzJ-6o1SMfc916OC5KiuBff/view

ศ. นพ.สุวัฒน์ จริยาเลิศศักดิ์, โครงการฝึกอบรม “จริยาธรรมการวิจัยในคน”, วันที่ 9 มิถุนายน 2560 http://www.rcr.gatech.edu/research-misconduct

นพ.อานนท์ จำลองกุล, จริยธรรมและจรรยาบรรณการวิจัยในคน http://clmjournal.org/_fileupload/journal/1-1.pdf

Choupani, H. et.al, Individual factors affecting research misconduct in Iranian higher education system file:///C:/Users/001449/AppData/Local/Temp/6093-15773-1-PB.pdf

Institute for Scientific Information, Research Integrity: Understanding our shared responsibility for a sustainable scholarly ecosystem https://clarivate.com/webofsciencegroup/campaigns/research-integrity-understanding-our-shared-responsibility-for-a-sustainable-scholarly-ecosystem/

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Fostering Integrity in Research https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK475945/

OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENTGLOBAL SCIENCE FORUM: Best Practices for Ensuring Scientific Integrity and Preventing Misconduct http://www.oecd.org/science/inno/40188303.pdf

Office of Research Integrity, Federal Research Misconduct Policy https://ori.hhs.gov/federal-research-misconduct-policy

The Office of Research Integrity, NSTDA https://www.nstda.or.th/th/policy

The Science Advisory Board, Breaking Bad: Combating Scientific Misconduct https://www.scienceboard.net/user/documents/content_documents/sup_atom/2019_01_15_15_16_2141_ScienceBoard.net_Scientific_Misconduct_Report.pdf

"โปรตีนทางเลือกจากจุลินทรีย์" พัฒนาสู่เนื้อบดเทียมทดแทนเนื้อสัตว์

ครั้งแรกในไทย นักวิจัยผลิต "โปรตีนทางเลือกจากจุลินทรีย์ (mycoprotein)" อุดมด้วยโปรตีน วิตามิน ไฟเบอร์ แถมปลอดภัย ไร้ยาปฏิชีวนะ เตรียมพัฒนาสู่เนื้อบดเทียม ใช้ปรุงอาหารทดแทนเนื้อสัตว์ เช่น เบอร์เกอร์ น้ำพริกอ่อง

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เปิดตัว "โปรตีนทางเลือกจากจุลินทรีย์" หรือ "mycoprotein" ที่ผลิตได้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก โดยโปรตีนที่ได้มีลักษณะเส้นใยคล้ายเนื้อสัตว์ ไม่มีคอเลสเตอรอล อุดมด้วยไฟเบอร์ วิตามิน และบีตากลูแคน ที่สำคัญบริโภคได้อย่างมั่นใจ ปลอดภัย ไร้สารปนเปื้อน เตรียมร่วมมือบริษัทเอกชน พัฒนาสู่ "เนื้อบดเทียม" และ "ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป" ออกสู่ตลาด

ในการพัฒนาโปรตีนดังกล่าว ทีมวิจัยได้คัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีความปลอดภัยเป็นเกรดอาหาร (food-grade microbe) และมีประสิทธิภาพในการผลิต โดยมีคุณสมบัติเด่น คือ เป็นสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนปริมาณมาก มีการสร้างเส้นใยที่มีลักษณะเหมาะสม และเป็นสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ปลอดภัย ไม่สร้างสารพิษ (mycotoxin) ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยทีมวิจัยนำเส้นใย mycoprotein ที่ผลิตได้ไปตรวจวิเคราะห์เพื่อรับรองความปลอดภัยด้วย หลังจากได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสม มีการพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและโรงงานต้นแบบ เพื่อให้พร้อมต่อยอดสู่ระดับอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นการผลิตโปรตีนที่มีคุณภาพและต้นทุนต่ำ เพื่อให้แข่งขันกับคู่แข่งในตลาดได้

โปรตีนที่จุลินทรีย์ผลิตมีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายกับเนื้อสัตว์ แต่ทีมวิจัยได้ปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพเพิ่มเติมเพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสที่ดีมากขึ้น มีลักษณะคล้ายเนื้อเทียมบด สามารถใช้ประกอบอาหารปรุงรสทดแทนเนื้อสัตว์บดได้ ซึ่งในอนาคตมีแผนพัฒนาขึ้นรูปให้เป็นชิ้นเนื้อที่มีความคล้ายคลึงเนื้อสัตว์มากขึ้น ส่วนคุณค่าทางโภชนาการพบว่ามีโปรตีนสูงเทียบเท่ากับโปรตีนจากไข่ ไม่มีคอเลสเตอรอล อีกทั้งยังมีกรดอะมิโนจำเป็นครบทุกตัว มีไฟเบอร์ วิตามิน รวมถึงบีตากลูแคน นอกจากจะเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพแล้ว ยังมีความปลอดภัยในการบริโภคด้วย เพราะในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นเทคโนโลยีการหมักไม่ใช้สารเคมี และไม่มียาปฏิชีวนะ ขณะนี้ทีมวิจัยไบโอเทค สวทช. ได้ร่วมกับบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด เจ้าของแบรนด์ "น้ำตาลลิน" ผู้ผลิตและส่งออกน้ำตาลรายใหญ่ของประเทศไทย เดินหน้าการวิจัยต่อยอดในระดับกึ่งอุตสาหกรรม รวมทั้งการวิจัยพัฒนาเพิ่มมูลค่าโปรตีนทางเลือกสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมต่างๆ

รายละเอียดเพิ่มเติม >>
https://www.nstda.or.th/home/news_post/functional-ingredient-microbe-minched-pork/

สวีเดนปักหมุดให้ไทยเป็น HUB อุตสาหกรรมอวกาศเอเชียแปซิฟิก

สวีเดนเห็นศักยภาพด้านอวกาศของไทย ร่วมมือ GISTDA ตั้งสถานีรับส่งสัญญาณดาวเทียมขนาดใหญ่ในไทย พร้อมจัดตั้ง SSC Space Thailand ปักหมุดไทยเป็น Hub อุตสาหกรรมอวกาศของอาเซียน

เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2 พ.ศ. 564 เอกอัครราชทูตราชอาณาจักรสวีเดนประจำประเทศไทย และผู้บริหารบริษัท SSC Space Thailand พร้อมคณะเข้าเยี่ยมชมการดำเนินงานของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ หรือ Space Krenovation Park (SKP) อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี พร้อมหารือเรื่องความร่วมมือด้านอวกาศกับประเทศไทย

อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศเป็นส่วนหนึ่งของเขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล หรือ EECd โดยมีการดำเนินโครงการลงทุนสถานีดาวเทียมร่วมกับบริษัท SSC ถือเป็นโครงการครั้งแรกในการลงทุนด้านธุรกิจอวกาศของบริษัทต่างประเทศในประเทศไทย ซึ่งพื้นที่ EEC จะเป็นฐานสำคัญในการขยายธุรกิจเทคโนโลยีขั้นสูงในด้านอุตสาหกรรมและบริการที่เกี่ยวกับอวกาศ เป็นจุดศูนย์รวมในการเชื่อมต่อกับอุตสาหกรรมอวกาศในภูมิภาค และยังช่วยผลักดันให้ไทยเข้าสู่ global value chain ด้านอวกาศอย่างเป็นรูปธรรม

ทั้งนี้ GISTDA และ SSC ได้ร่วมมือกันครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2558 โดยบริษัท SSC ได้ใช้สถานีดาวเทียมในประเทศสวีเดนเพื่อให้บริการติดตามยืนยันตำแหน่งของดาวเทียมค้างฟ้าที่อยู่ในห้วงอวกาศในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกรวมถึงการให้บริการปรับแก้ข้อมูลเชิงตำแหน่งให้กับดาวเทียมนำทางของญี่ปุ่น (QZSS) จนถึงปัจจุบัน ด้วยศักยภาพด้านอวกาศของไทยมีความเหมาะสมทั้งในด้านทำเลที่ตั้ง บุคลากร ตลอดจนการสนับสนุนจากทางรัฐบาล ทำให้รัฐบาลสวีเดนและบริษัท SSC ลงทุนตั้งสถานีรับส่งสัญญาณดาวเทียมขนาดใหญ่ในพื้นที่ประเทศไทย โดยมี GISTDA เป็น strategic partner และได้กำหนดให้ประเทศไทยเป็น hub ในพื้นที่อาเซียนจึงได้จัดตั้ง SSC Space Thailand โดยมุ่งหวังที่จะสร้างความร่วมมือกับหน่วยงาน และบริษัทของไทยในการพัฒนาโครงการอวกาศและอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศไทยและอาเซียน

รายละเอียดเพิ่มเติม >>
https://www.gistda.or.th/main/th/node/4525

กล้วยไข่กำแพงเพชรต้นเตี้ย...สู้พายุฤดูร้อน

วว. วิจัยพัฒนา "กล้วยไข่กำแพงเพชรต้นเตี้ย...สู้พายุฤดูร้อน" ช่วยเกษตรกรลดความเสียหายจากภัยธรรมชาติ เพิ่มโอกาสสร้างรายได้อย่างยั่งยืน

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) โดย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ (ศนก.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ประสบผลสำเร็จในการวิจัยพัฒนากล้วยไข่กำแพงเพชรต้นเตี้ย ที่มีคุณสมบัติสู้พายุฤดูร้อนได้ โดยพบว่าแปลงกล้วยไข่ระยะที่ยังไม่ตกเครืออายุต้น 6 เดือน ที่ราดสารพาโคลบิวทราโซล สามารถต้านพายุฤดูร้อนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตและมูลค่าของผลผลิตกล้วยไข่เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจและรายได้ของเกษตรกรและกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกล้วยไข่จังหวัดกำแพงเพชร

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ซึ่งคณะนักวิจัย วว. ได้สำรวจความเสียหายที่เกิดขึ้นในแปลงทดลองของเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากพายุฤดูร้อนเมื่อช่วงต้นเดือนมีนาคมที่ผ่านมาพบว่า ต้นกล้วยไข่ที่ไม่ราดสารพาโคลบิวทราโซลในระยะตกเครือเกิดการหักล้มเสียหายมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกล้วยไข่ต้นเตี้ยที่ราดสารพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัมต่อต้น สามารถต้านลมพายุและเกิดความเสียหายน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้นกล้วยไข่ที่ราดสารพาโคลบิวทราโซล ลำต้นกล้วยไข่จะเอนแต่ไม่หัก สามารถยืนต้นเพื่อรอเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่หักเนื่องจากฤทธิ์ของสารพาโคลบิวทราโซลเริ่มหมดฤทธิ์ ซึ่งสังเกตได้จากยอดที่เริ่มยืดตัวขึ้นร่วมกับน้ำหนักของเครือกล้วยทำให้เกิดการเอนหรือการหักล้มได้บางส่วน

นอกจากนี้ยังพบว่าต้นกล้วยไข่ระยะที่ยังไม่ตกเครืออายุต้น 6 เดือนที่ราดสารพาโคลบิวทราโซล สามารถต้านพายุฤดูร้อนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นกล้วยไข่ที่ไม่ราดสารเสียหายมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ จากงานวิจัยนี้ส่งผลให้เกษตรกรเจ้าของแปลงกล้วยไข่ เล็งเห็นประโยชน์จากการราดสารควบคุมเจริญเติบโตเพื่อผลิตกล้วยต้นเตี้ย จึงจะมีการขยายผลราดสารเพิ่มเติมให้แก่กล้วยไข่ทั้งหมดในแปลงวิจัยนี้ต่อไป

รายละเอียดเพิ่มเติม >>

https://www.tistr.or.th/TISTR/code/tistrorg/newsResearch/210402_101112.pdf

ฝึกน้องหมาดมกลิ่นโควิด 19

ศูนย์ฝึกสุนัข BioScent ในเมืองมายยัคคา รัฐฟลอริดา พยายามหาวิธีใช้สุนัขเพื่อช่วยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขตรวจหาเชื้อโรค เช่น มะเร็งชนิดต่างๆ ล่าสุดฝึกสุนัขให้ดมกลิ่นหาเชื้อโคโรนาไวรัสเพื่อแยกผู้ป่วยโควิด 19 หวังช่วยลดการแพร่ระบาด

Heather Junqueira ผู้ก่อตั้ง BioScent ได้นำสุนัขพันธุ์บีเกิลอายุ 4 ปีชื่อว่าเจ้า Noel ไปไว้ในห้องที่มีกระป๋องสเตนเลสซึ่งมีตัวอย่างของเชื้อก่อโรคโควิด 19 อยู่หลายตัวอย่างด้วยกัน เช่น แผ่นผ้าที่ใช้เช็ดเหงื่อ หน้ากากอนามัยที่สวมใส่โดยผู้ที่ติดเชื้อก่อโรคโควิด ซึ่งเจ้า Noel ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีก็สามารถค้นหากระป๋องที่มีสิ่งของเหล่านั้นอยู่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสุนัขสามารถจดจำตัวอย่างของเชื้อก่อโรคโควิด 19 ได้ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ และสามารถตรวจพบเชื้อก่อโรคโควิด 19 ได้ง่ายกว่าเชื้อมะเร็ง สันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะเชื้อไวรัสมีกลิ่นที่รุนแรงกว่ามาก ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ร่างกายตอบสนองต่อเชื้อไวรัส และว่ามนุษย์ไม่สามารถรับรู้ถึงกลิ่นของโคโรนาไวรัสได้ ทั้งนี้ สุนัขมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นมากถึง 300 ล้านหน่วยเมื่อเทียบกับมนุษย์ซึ่งมีอยู่ประมาณ 6 ล้านหน่วย สุนัขกลุ่มที่มีความสามารถพิเศษในการดมกลิ่น หรือ hound group รวมถึงพันธุ์บีเกิล อย่างเจ้า Noel มีประสาทรับกลิ่นที่เลื่องชื่อ

Tommy Dickey ศาสตราจารย์กิตติคุณแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย วิทยาเขตซานตาบาบารา กล่าวว่าความสำเร็จในการศึกษานี้สอดคล้องกับอัตราความสำเร็จในระดับสูงของการศึกษาอื่นๆ ทั่วโลกที่เผยแพร่ออกมา เขาได้เขียนบทความร่วมกับ Junquiera ที่เน้นเรื่องการใช้สุนัขดมกลิ่นทางการแพทย์เพื่อตรวจหาเชื้อก่อโรคโควิด 19 ที่ตีพิมพ์ในวารสาร Journal of the American Osteopathic Association เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่โดดเด่นที่สุดคือจากการศึกษาได้แสดงให้เห็นแล้วว่าสุนัขสามารถระบุชี้ผู้ที่ติดเชื้อก่อโรคโควิด 19 ได้ และพวกมันสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่าและมีความแม่นยำเทียบเท่า หรืออาจจะมากกว่าการตรวจเชื้อแบบทั่วๆ ไปอีกด้วย โดยการทดลองของนักวิจัยชาวฝรั่งเศสและชาวเลบานอนได้ข้อสรุปว่า สุนัขสามารถระบุเชื้อก่อโรคโควิดในตัวอย่างเหงื่อของมนุษย์ได้ด้วยความแม่นยำสูง และเช่นเดียวกันในประเทศโคลอมเบีย ที่สุนัขดมกลิ่นที่ได้รับการฝึกฝนสามารถตรวจจับไวรัสจากสารคัดหลั่งในระบบทางเดินหายใจได้ ปัจจุบันที่สนามบินบางแห่งก็มีการนำสุนัขไปใช้ในโครงการนำร่องเพื่อตรวจหาเชื้อก่อโรคโควิดกันบ้างแล้ว

รายละเอียดเพิ่มเติม >>
https://www.voathai.com/a/dogs-sniff-out-covid-19/5798496.html

พระจันทร์เป็นใจ ! “Supermoon” ช่วยกู้เรือยักษ์ติดคลองสุเอซ

จากกรณีเรือสินค้า Ever Given ที่มีขนาดกว่า 400 เมตร และหนักกว่า 200,000 ตัน ติดกลางคลองสุเอซเป็นเวลาเกือบสัปดาห์ ส่งผลกระทบต่อการค้าขายและการขนส่งทางเรือกว่าค่อนโลกเป็นอัมพาต แต่ในที่สุดเรือยักษ์ขวางคลองลำนี้ได้รับการกอบกู้ให้หลุดออกมาได้เรียบร้อยแล้ว โดยมีปรากฏการณ์ “supermoon” เป็นกุญแจสำคัญ

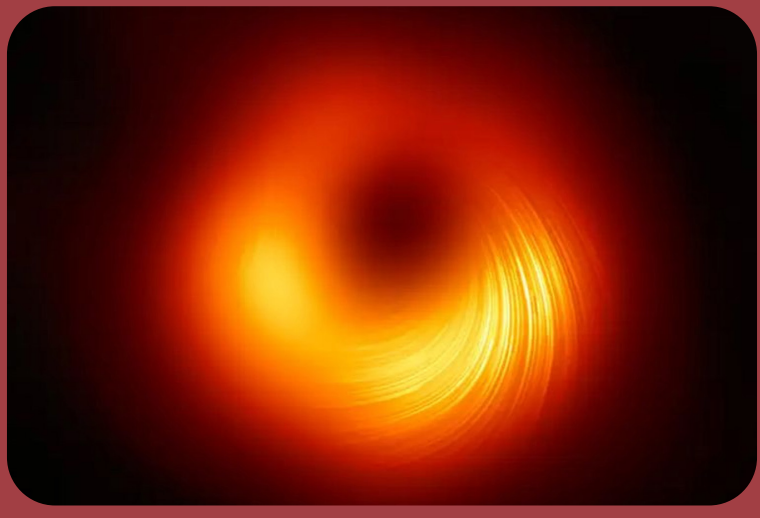
Supermoon หรือ super fullmoon เป็นปรากฏการณ์ที่เหตุการณ์สองอย่างเกี่ยวกับดวงจันทร์เกิดขึ้นพร้อมกัน พอดี คือ ดวงจันทร์เต็มดวงกับดวงจันทร์ใกล้โลก ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2564 และทีมกู้เรือของหน่วยงานบริหารจัดการคลองสุเอซก็ได้เลือกเอาวันดังกล่าวในการทำภารกิจกู้เรือ Ever Given ที่ติดอยู่ในคลองสุเอซได้จนสำเร็จ เนื่องจากดวงจันทร์มีผลโดยตรงกับน้ำขึ้นน้ำลง และปรากฏการณ์ supermoon ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้สูงที่สุด ซึ่งเป็นผลดีอย่างยิ่งต่อภารกิจในครั้งนี้

ด้วยระดับน้ำที่ขึ้นสูงกว่า 2 เมตรในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด เมื่อคิดจากขนาดเรือ 400x56 เมตร พบว่าน้ำที่ขึ้นมา 2 เมตร เทียบเท่าได้กับแรงลอยตัวที่เพิ่มมากขึ้นกว่า 45,000 ตัน พูดง่ายๆ ว่าถ้าหากเราไม่สามารถลากเรือออกมาได้ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดในวัน supermoon แล้ว คงจะไม่มีวันที่จะสามารถลากเรือออกมาได้อีกต่อไป และต้องหันไปใช้ทางเลือกอื่นแทน เช่น การยกตู้คอนเทนเนอร์ออกจากเรือ ก่อนที่จะพยายามลากออกไปอีกครั้ง

ความรู้ความเข้าใจทางด้านดาราศาสตร์เกี่ยวกับ supermoon และน้ำขึ้นน้ำลง ประกอบกับความพยายามในการขุดลอกคลองบริเวณใต้เรือ การขุดดินด้วยรถตักคันจิ๋ว ไปจนถึงเรือลากจำนวนมากที่คอยผลักดัน ทำให้ทีมงานมั่นใจได้ว่าพวกเขาสามารถใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่มีอยู่ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ทำให้ในที่สุดเรือ Ever Given ก็สามารถกลับมาลอยลำได้อีกครั้ง และคลองสุเอซก็สามารถกลับมาใช้งานได้ดังเดิม

ขอขอบคุณข้อมูลจาก
ดร.มติพล ตั้งมติธรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ สดร.

รายละเอียดเพิ่มเติม >>
https://www.facebook.com/NARITpage/photos/a.601061526624132/4046387022091548/



ภาพล่าสุดของหลุมดำ M87* เผยให้เห็นสนามแม่เหล็กหมุนวน

เครือข่ายกล้องโทรทรรศน์ขอบฟ้าเหตุการณ์ (EHT) เผยภาพถ่ายใหม่ล่าสุดของหลุมดำมวลยิ่งยวด M87* ภายใต้แสงโพลาไรซ์ (polarized light) ซึ่งภาพนี้ได้แสดงให้เห็นสนามแม่เหล็กทรงพลังที่หมุนวนอยู่โดยรอบ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้หลุมดำยักษ์สามารถปะทุไอพ่นเป็นลำอนุภาคพลังงานสูงข้ามกาแล็กซีได้

เมื่อปี พ.ศ. 2562 ภาพถ่ายหลุมดำ M87* ซึ่งอยู่ห่างจากเรา 55 ล้านปีแสง ได้ชื่อว่าเป็นภาพถ่ายหลุมดำภาพแรกของโลก แต่ผลการวิเคราะห์ในเวลาต่อมาพบว่า มีแสงโพลาไรซ์เปล่งออกมาจากหลุมดำดังกล่าวอย่างชัดเจนด้วย ซึ่งแสดงถึงการมีสนามแม่เหล็กที่ทรงพลังมหาศาลอยู่โดยรอบหลุมดำนั่นเอง

ทีมนักดาราศาสตร์นานาชาติของ EHT ระบุในรายงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร The Astrophysical Journal Letters ว่าสนามแม่เหล็กซึ่งอยู่ล้อมรอบขอบฟ้าเหตุการณ์ของหลุมดำ M87* เป็นตัวการสร้างแสงโพลาไรซ์ โดยสนามแม่เหล็กนี้มีความแข็งแกร่งระหว่าง 1-30 เกาส์ (Gauss) หรือ 50 เท่าของสนามแม่เหล็กโลกจุดที่มีพลังแรงมากที่สุด ซึ่งภาพถ่ายในครั้งนี้เป็นหลักฐานยืนยันถึงบทบาทของสนามแม่เหล็กในการทำให้หลุมดำปะทุไอพ่นเป็นลำอนุภาคพลังงานสูง (relativistic jet) ออกมา ซึ่งก่อนหน้านี้นักวิทยาศาสตร์ไม่สู้จะเข้าใจถึงปรากฏการณ์ดังกล่าวดีนัก

ในกรณีของหลุมดำ M87* ทีมผู้วิจัยพบว่าสนามแม่เหล็กโดยรอบมีความแข็งแกร่งมากพอที่จะต้านทานแรงโน้มถ่วงมหาศาลของตัวมันเอง จนสามารถผลักกลุ่มก๊าซร้อนหรือพลาสมาส่วนหนึ่งในจานพอกพูนมวลให้ออกห่างและไม่ตกลงไปในหลุมดำได้ และสนามแม่เหล็กยังทำหน้าที่เป็นเครื่องเร่งอนุภาคส่วนที่ไม่ตกลงไปในหลุมดำให้มีพลังงานสูงขึ้น จนเกิดการปะทุของลำพลาสมาที่มีความเร็วสูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วแสงพุ่งทะยานไปไกลจนข้ามกาแล็กซี

รายละเอียดเพิ่มเติม >>
https://www.bbc.com/thai/international-56521978

ยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไทย
ด้วย โมเดลเศรษฐกิจ BCG
พ.ศ. 2564-2569
สวทช NSTDA
BCG โมเดล
รูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมาเสริมสร้างจุดแข็งของประเทศไทยให้แข็งแกร่ง ช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้เติบโตอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน
สร้างความสามารถในการพึ่งตนเอง สร้างภูมิคุ้มกัน ฟื้นตัวเร็ว
Bioeconomy เศรษฐกิจชีวภาพ
มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่า
Circular economy เศรษฐกิจหมุนเวียน
นำวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด
Green economy เศรษฐกิจสีเขียว
แก้ไขปัญหามลพิษเพื่อลดผลกระทบต่อโลกอย่างยั่งยืน
อนุรักษ์ ฟื้นฟู จัดการ
การใช้ประโยชน์และเพิ่มพูนทรัพยากร
ความหลากหลายทางชีวภาพ
และวัฒนธรรม
B C G
สร้าง Value Creation
จากทรัพยากร
ความหลากหลายทางชีวภาพ
และวัฒนธรรม
ฐานทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรม
4 ยุทธศาสตร์หลัก
ยุทธศาสตร์ 1
สร้างความยั่งยืนของฐานทรัพยากรและความหลากหลายทางชีวภาพ
ปรับจาก "Nature as Resource" เป็น "Nature as Source"
อนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรม
สร้างความสามารถในการบริหารทรัพยากรและการบริโภคที่ยั่งยืนของชุมชน
พัฒนาระบบการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน
ยุทธศาสตร์ 2
พัฒนาชุมชนและเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง
"เดินหน้าไปด้วยกัน และไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง"
เพิ่มความมั่นคงด้านอาหาร สุขภาพ และพลังงานของชุมชน
พัฒนาเชิงพื้นที่
เพิ่มโอกาสการเข้าถึงและถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ชุมชน
ยุทธศาสตร์ 3
ยกระดับอุตสาหกรรม BCG ให้แข่งขันได้อย่างยั่งยืน
"นวัตกรรมพรีเมียม ของเสียเป็นศูนย์"
พัฒนาสาขายุทธศาสตร์
เตรียมกำลังคน ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ประกอบการ
สร้างและพัฒนาตลาด
พัฒนา ปรับแก้กฎหมาย กฎระเบียบ
จัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวก
ยุทธศาสตร์ 4
สร้างความสามารถตอบสนองต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก
"พึ่งตนเอง มีภูมิคุ้มกัน ฟื้นตัวเร็ว"
พัฒนาเทคโนโลยีและองค์ความรู้ขั้นแนวหน้า
ยกระดับความสามารถของกำลังคน
ยกระดับเครือข่ายพันธมิตรทั้งในและต่างประเทศ

แกะยาออกจากแผง
เตรียมใช้...เสี่ยงยาเสื่อม
การบรรจุยาไว้ในบรรจุภัณฑ์เป็นข้อปฏิบัติมาตรฐาน
ตามตำรายาเพื่อคงสภาพยา
บรรจุภัณฑ์มีประโยชน์อย่างไร
ปกป้องเม็ดยาจากปัจจัยที่ทำให้ยาเสื่อมสภาพ
ทำให้ยาคงคุณภาพได้ตลอดอายุยา
ปัจจัยที่ทำให้ยาเสื่อมสภาพ เช่น
อากาศ อุณหภูมิ
ความชื้น
แสง
แกะยาออกจากแผงเตรียมใช้ ทำให้ยาเสื่อมสภาพ
และประสิทธิภาพในการรักษาของยาลดลง
แนะนำให้แกะยาออกมาเมื่อถึงเวลาใช้ยาเท่านั้น
ควรสังเกตลักษณะภายนอกของเม็ดยาก่อนใช้ทุกครั้งว่า
มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ เช่น สี กลิ่น
เปลี่ยนแปลงไป หรือมีจุดดำเกิดขึ้น แนะนำให้หลีกเลี่ยง
การใช้ยานี้ และรีบนำยาไปปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
Food and Drug Administration
/FDATHAI

Hosted by JAXA

Organized by กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, สวทช NSTDA Anniversary

In partnership with GISTDA, INSTED

2nd KIBO ROBOT PROGRAMMING CHALLENGE 2021

</Now it's your turn to save the ISS>

โปรแกรมเมอร์อย่าอยู่นิ่ง โปรแกรมมิ่งกันดีกว่า!

สวทช. ขอเชิญชวนเยาวชนผู้สนใจเข้าร่วมการแข่งขันเขียนโปรแกรม
ควบคุมหุ่นยนต์ผู้ช่วยนักบินอวกาศ Astrobee ของ NASA

เขียนที่ไทย ใช้ในอวกาศ

ผู้ชนะจะได้เป็นตัวแทนประเทศไทยแข่งขันเขียนโปรแกรม
Kibo Robot Programming Challenge ครั้งที่ 2
Run จริงบนสถานีอวกาศนานาชาติ (ISS/Kibo)

เปิดรับสมัคร
วันนี้ถึง **16 พ.ค. 64**

ชิงเงินรางวัลรวมมูลค่ากว่า
60,000 บาท

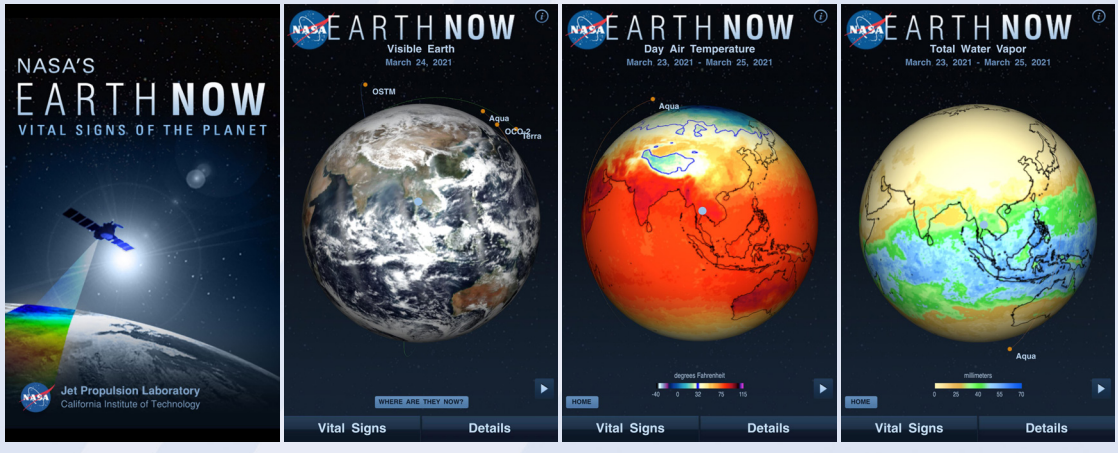
รายละเอียดเพิ่มเติมและดาวน์โหลดใบสมัคร
www.nstda.or.th/jaxa-thailand/2nd-kibo-rpc
*กำหนดการและข้อกำหนดอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

โดยความร่วมมือของ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
องค์การสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (JAXA)
และ หน่วยงานพันธมิตร

สวทช NSTDA Anniversary, NSTDA SPACE EDUCATION

ติดตามภารกิจ
www.nstda.or.th/jaxa-thailand
NSTDA SPACE Education

NASA's Earth Now



ติดตามสถานการณ์สภาพภูมิอากาศของโลก ผ่านแอปพลิเคชัน "NASA's Earth Now" บนโทรศัพท์มือถือ Smart Phone ซึ่งจะแสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากดาวเทียมทางด้าน Earth Science เพื่อติดตามข้อมูล เช่น อุณหภูมิอากาศพื้นผิว, ความเข้มข้นของ CO_2, CO, O_3 และไอน้ำ รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ เช่น สนามแรงโน้มถ่วงความแปรปรวนของระดับน้ำทะเล

แอปพลิเคชันนี้พัฒนาขึ้นโดย Earth Science Communications Team ของ NASA's Jet Propulsion Laboratory ด้วยการสนับสนุนจาก NASA Headquarters

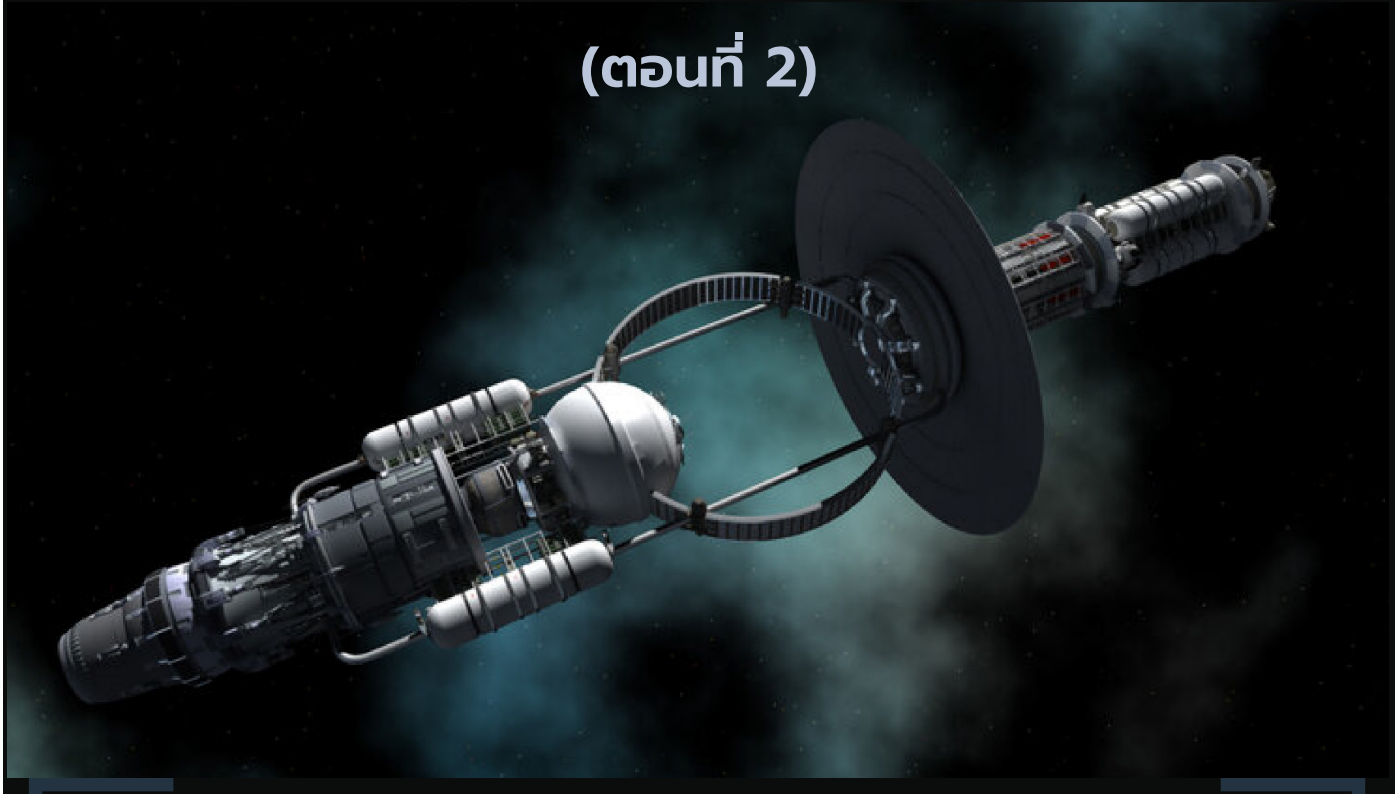
สามารถดาวน์โหลดได้ฟรีทั้ง Google Play และ iOS App Store

ANDROID APP ON Google play

Available on the App Store

รวิศ ทัศคร
เคยเป็นกรรมการบริหารและสมาชิกทีมบรรณาธิการวารสารทางช้างเผือก สมาคมดาราศาสตร์ไทย เคยทำงานเป็นนักเขียนประจำนิตยสาร UpDATE นิตยสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น (มหาชน) จำกัด ปัจจุบันรับราชการเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ทะยานสู่ดวงดาว ด้วยระบบขับดันแห่งอนาคต (ตอนที่ 2)



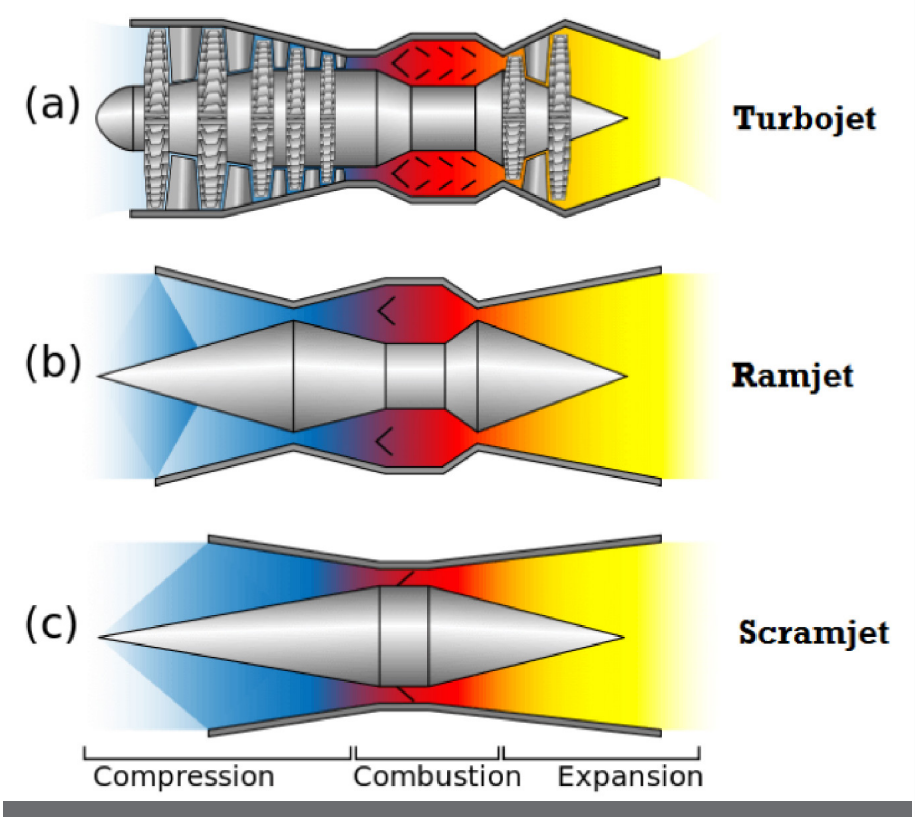
ในบทความตอนที่แล้ว เราได้สำรวจชนิดของเครื่องยนต์ขับดันบางชนิดที่ออกแบบเอาไว้เพื่อใช้งานในระบบสุริยะ แต่ถ้าเรามองภาพอนาคตข้างหน้าในสักวันหนึ่ง... วันที่การเดินทางระหว่างดาวฤกษ์ไม่ใช่ความฝันอีกต่อไป มีเครื่องยนต์หรือระบบขับดันแบบไหนบ้างที่จะหยิบยกขึ้นมาพูดคุย เราลองมาดูกันครับ

เครื่องยนต์ขับดันระหว่างดาวฤกษ์ประเภทแรมเจ็ต (Interstellar Ramjet)

เครื่องยนต์ชนิดนี้ได้ชื่อมาเพราะแนวคิดของหลักการบางส่วนมีความคล้ายคลึงกับเครื่องยนต์แรมเจ็ตที่ใช้ในชั้นบรรยากาศสำหรับอากาศยาน ซึ่งมีหลักการต่างจากเครื่องยนต์เจ็ตทั่วไปคือให้อากาศไหลเข้ามาในช่องลมเข้าด้วยความเร็วเหนือเสียง แล้วลดความเร็วอากาศลงโดยการบีบอัดให้มีความเร็วต่ำกว่าเสียง ด้วยอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า diffuser จากนั้นจะฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปให้เผาไหม้กับอากาศในห้องเผาไหม้จนมีอุณหภูมิและความดันสูง ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะวิ่งออกทางด้านหลังผ่านบริเวณของท่อไอพ่น ซึ่งจะเร่งให้เร็วขึ้นด้วยหัวฉีดแบบท่อถ่าง (divergent nozzle) เพื่อให้มีความเร็วตอนปล่อยออกจากท่อไอพ่นแบบความเร็วเหนือเสียงและให้แรงขับดันมาก มีความเรียบง่ายของการทำงานอย่างมากเมื่อเทียบกับเครื่องเทอร์โบเจ็ต (turbofan jet engine) ธรรมดาที่ใช้กันในเครื่องบินปกติ

แต่จุดอ่อนคือ หากจะให้ทำงานได้จะต้องมีความเร็วที่สูงพอเสียก่อน หมายถึงก่อนจะติดเครื่องต้องใช้เครื่อง turbofan มาผลักดันเครื่องบินให้มีความเร็วถึงก่อนนั่นเอง โดยเครื่องแรมเจ็ตจะมีประสิทธิภาพที่สุดในช่วงสามเท่าของความเร็วเสียง และอาจทำงานได้จนถึงความเร็วห้าหรือหกเท่าของความเร็วเสียง มีเครื่องยนต์อีกแบบที่คล้ายกันคือ scramjet แต่มีความแตกต่างจาก ramjet คือแทนที่จะลดความเร็วอากาศที่เข้าในตัวเครื่องลง ก็จะใช้อากาศที่ไหลด้วยความเร็วเหนือเสียงเลย

หลักการของเครื่องยนต์แรมเจ็ตสำหรับขับดันยานอวกาศที่จะใช้เดินทางระหว่างดาวฤกษ์ ก็มีความเหมือนบางประการกับเครื่องยนต์แรมเจ็ตสำหรับใช้ในชั้นบรรยากาศของโลก แนวคิดนี้ได้รับการเสนอขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชื่อ โรเบิร์ต ดับเบิลยู บัสซาร์ด (Robert W. Bussard) ในปี พ.ศ. 2503 ในงานตีพิมพ์ของเขา [1] Bussard เกิดเมื่อปี พ.ศ. 2471 และเสียชีวิตเมื่อปี พ.ศ. 2550 ตลอดทั้งชีวิตของเขา เขาได้ทำงานที่น่าสนใจมากมาย เช่น โครงการโรเวอร์ (Project Rover) ซึ่งเป็นโครงการจรวดขับดันด้วยพลังงานนิวเคลียร์ที่ห้องปฏิบัติการ Los Alamos Scientific Laboratory (LASL) ในช่วงปี พ.ศ. 2498-2516 และยังได้เขียนหนังสือตำราเฉพาะเรื่อง (monographs) ที่อธิบายหลักการเกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนจรวดด้วยพลังงานนิวเคลียร์โดยละเอียดสองชิ้น ได้แก่ Nuclear Rocket Propulsion และ Fundamentals of Nuclear Flight จากงานวิจัยของเขา และยังเป็นผู้ประดิษฐ์ Polywell ซึ่งเป็นชื่อของอุปกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชันประเภทที่ใช้สนามไฟฟ้าในการกักเก็บพลาสมาแทนที่จะใช้สนามแม่เหล็กแบบที่นิยมกันอีกด้วย



เครื่องยนต์เจ็ตแบบต่างๆ
(ที่มาของภาพ https://www.clearias.com/up/turbojet-ramjet-scramjet.png)

QR code สำหรับงานตีพิมพ์แนวคิดทางทฤษฎีของเครื่อง ramjet ที่ Bussard นำเสนอขึ้นในปี พ.ศ. 2503

แนวคิดนี้มีการนำมาใช้ในนวนิยายวิทยาศาสตร์ประเภท Hard Science Fiction ชื่อ Tau Zero ซึ่งประพันธ์โดย โพล แอนเดอร์สัน (Poul Anderson) ในปี พ.ศ. 2513 และรวมถึงในนวนิยายชุด Known Space ซึ่งประพันธ์โดย ลาร์รี นิเวน (Larry Niven) ซึ่งมีนวนิยายชุดพิภพวงแหวน (Ringworld) เป็นส่วนหนึ่งในนั้นอีกด้วย

แนวคิดที่เป็นข้อดีมากของเครื่องยนต์ขับดันระหว่างดวงดาวแบบแรมเจ็ตคือ แทนที่ยานจะต้องบรรทุกเอาเชื้อเพลิงขับดันซึ่งเป็นมวลมหาศาลไปกับยานด้วย ก็ใช้ก๊าซที่มีในอวกาศระหว่างดาวฤกษ์เป็นแหล่งพลังงานเสียเลย เพื่อให้กำลังแก่เครื่องยนต์ที่อาศัยหลักการนิวเคลียร์ฟิวชันที่จะจ่ายไอพ่นออกมาที่ความเร็วสูง ก๊าซที่อยู่ในอวกาศระหว่างดวงดาวคือก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งจะถูกเก็บรวบรวมด้วยการใช้โครงสร้างรูปจานตอนหน้ายาน และโครงเสริมที่กำเนิดสนามแม่เหล็กที่มีพื้นที่คิดเป็นพื้นที่ของส่วนรวบรวมก๊าซไฮโดรเจนถึง 10,000 ตารางกิโลเมตร โดยโครงสร้างทั้งหมดของยานมีมวลรวมกัน 100 ตัน

การที่จะรวบรวมไฮโดรเจนในอวกาศระหว่างดาวฤกษ์นั้นทำได้ไม่ง่าย เพราะแม้ปริมาณเพียง 1 กรัม ที่มีความหนาแน่นอนุภาค 10-21 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ยานก็จะต้องวิ่งกวาดในอวกาศคิดเป็นเนื้อที่เชิงปริมาตรถึง 9.5x1017 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกวาดของยาน มีการเสนอแนวคิดให้ยิงลำแสงเลเซอร์ไปหน้ายาน เพื่อทำให้ก๊าซในอวกาศด้านหน้ายานแตกตัวเป็นโปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าให้มากขึ้น แล้วรวบรวมด้วยสนามแม่เหล็กขนาดใหญ่ด้วยโครงตาข่ายไมลาร์เพื่อบังคับทิศทางของสนาม โดยการจะสร้างสนามแม่เหล็กใหญ่ขนาดนี้จะต้องใช้แหล่งพลังงานขนาดใหญ่ซึ่งจะทำให้มวลของยานเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังมีปัญหาที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับชนิดของเชื้อเพลิง ซึ่งไฮโดรเจนในอวกาศระหว่างดาวฤกษ์จะมีค่าภาคตัดขวาง (cross section) ต่ำ ส่งผลให้มีโอกาสที่โปรตอนจะมาหลอมรวมกันเป็นฮีเลียมน้อย ทำให้มีอัตราการปลดปล่อยพลังงานช้าเมื่อเทียบกับไอโซโทปชนิดอื่นๆ เช่น ฮีเลียม-3 ดิวเทอเรียม หรือทริเทียม

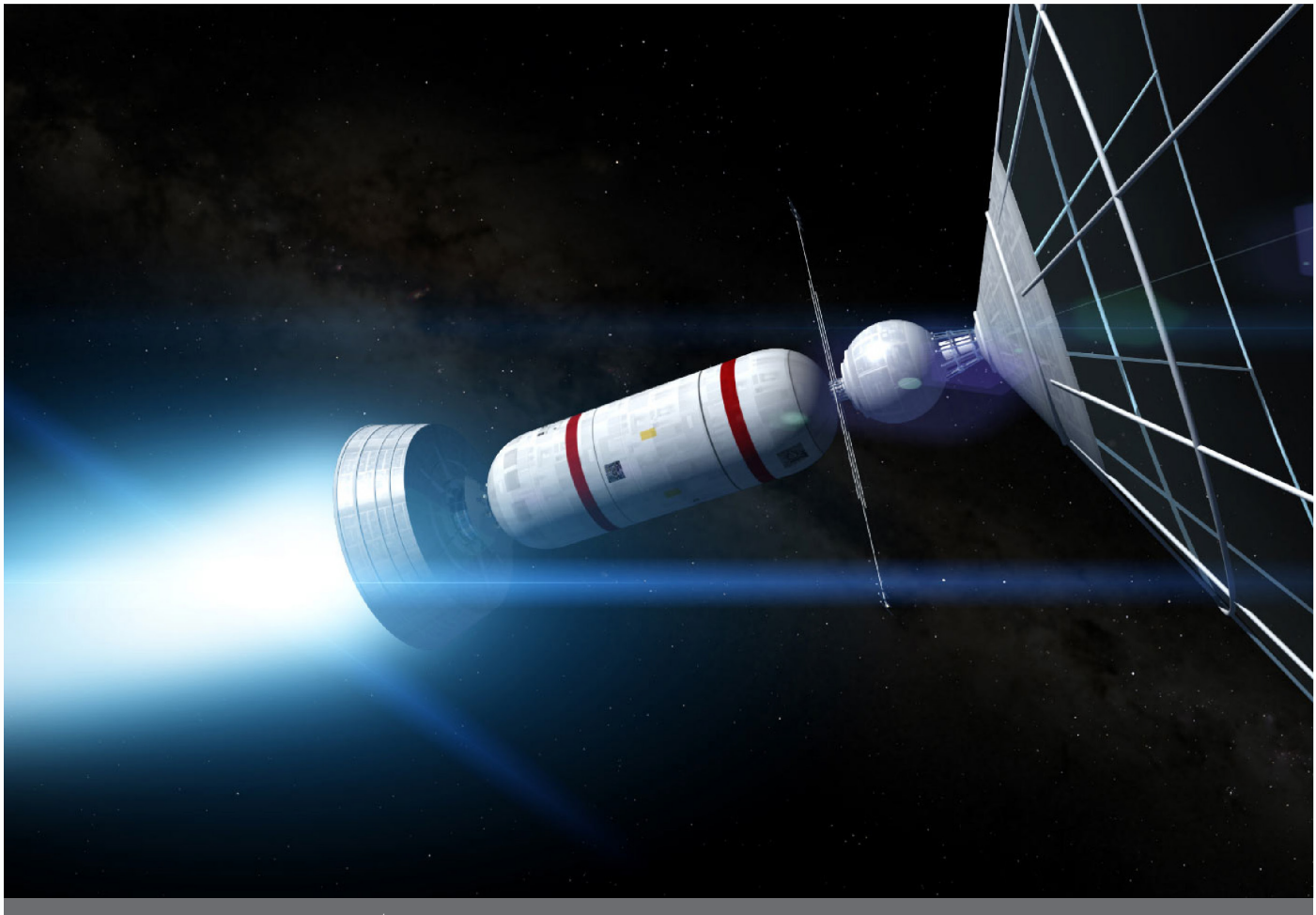
ปัญหาอีกประการเกี่ยวกับแรมเจ็ตคือ หากต้องการเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงปริมาณที่เพียงพอต่อการทำงาน มันจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงที่ความเร็วหลายเปอร์เซ็นต์ของความเร็วแสง การไปให้ถึงความเร็วนี้ยานจะต้องใช้เครื่องยนต์

หน้าปกดั้งเดิมของนวนิยาย Tau Zero ในปี พ.ศ. 2513 (ซ้าย) และหน้าปกฉบับพิมพ์ใหม่ในปี พ.ศ. 2549 (ขวา)

ขับดันแยกต่างหากอีกระบบ โดยอาจเป็นเครื่องยนต์ฟิวชันที่มีสารเชื้อเพลิงขับดันถังเดี่ยวที่เพียงพอที่จะทำให้ยานไปถึงความเร็วที่ต้องการก่อนจะใช้การกวาด ram scoop ได้ นอกจากนี้มันอาจจะเร่งความเร็วถึงความเร็วปานกลางด้วยใบเรืออวกาศ หรือโดยใช้ลำแสงเลเซอร์ขับดันก็สามารถทำได้

เนื่องจากยานที่ใช้เครื่องยนต์ขับดันแรมเจ็ตเคลื่อนที่เร็วมาก มันจึงมีความเสียดทานมากจากตัวกลางที่เป็นก๊าซในอวกาศที่มันใช้เก็บไฮโดรเจนซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเร็วยกกำลังสอง ทำให้หลายคนคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เครื่องยนต์มีขีดจำกัดความเร็วที่ทำได้ เนื่องจากเมื่อไฮโดรเจนระหว่างดาวฤกษ์ถูกเก็บรวบรวมเข้าไปในกรวยและเกิดการถ่ายโอนโมเมนตัม มันจะเริ่มร้อนขึ้นจากการบีบอัด ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน ซึ่งจะก่อให้เกิดการฉุดและลดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง

นอกจากนี้อาจจะจริงที่ในตอนต้นยานสามารถเร่งความเร็วได้อย่างต่อเนื่องโดยรวบรวมอะตอมไฮโดรเจนที่เคลื่อนที่ช้าในอวกาศ และพ่นมันออกไปที่ท่อไอพ่นด้านหลังด้วยความเร็วสูง แต่เมื่อยานเร่งความเร็วสูงขึ้น ความเร็วของอะตอมไฮโดรเจนที่รวบรวมเข้ามาก็จะเริ่มมีค่าเข้ยบเข้าใกล้ความเร็วของไอพ่นที่พ่นออกไปด้านหลัง สิ่งนี้จึงเป็นอีกปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดความเร็วของระบบขับดันของตัวมัน เราอาจเปรียบเทียบให้เห็นภาพในชีวิตประจำวันได้กับกรณีเรือสะเทินน้ำสะเทินบกที่ใช้ใบพัดในการเป่าลมไปด้านหลังเพื่อให้เรือแล่นไปข้างหน้า เนื่องจากตัวใบพัดจะก่อให้เกิดแรงฉุดหากมันไม่



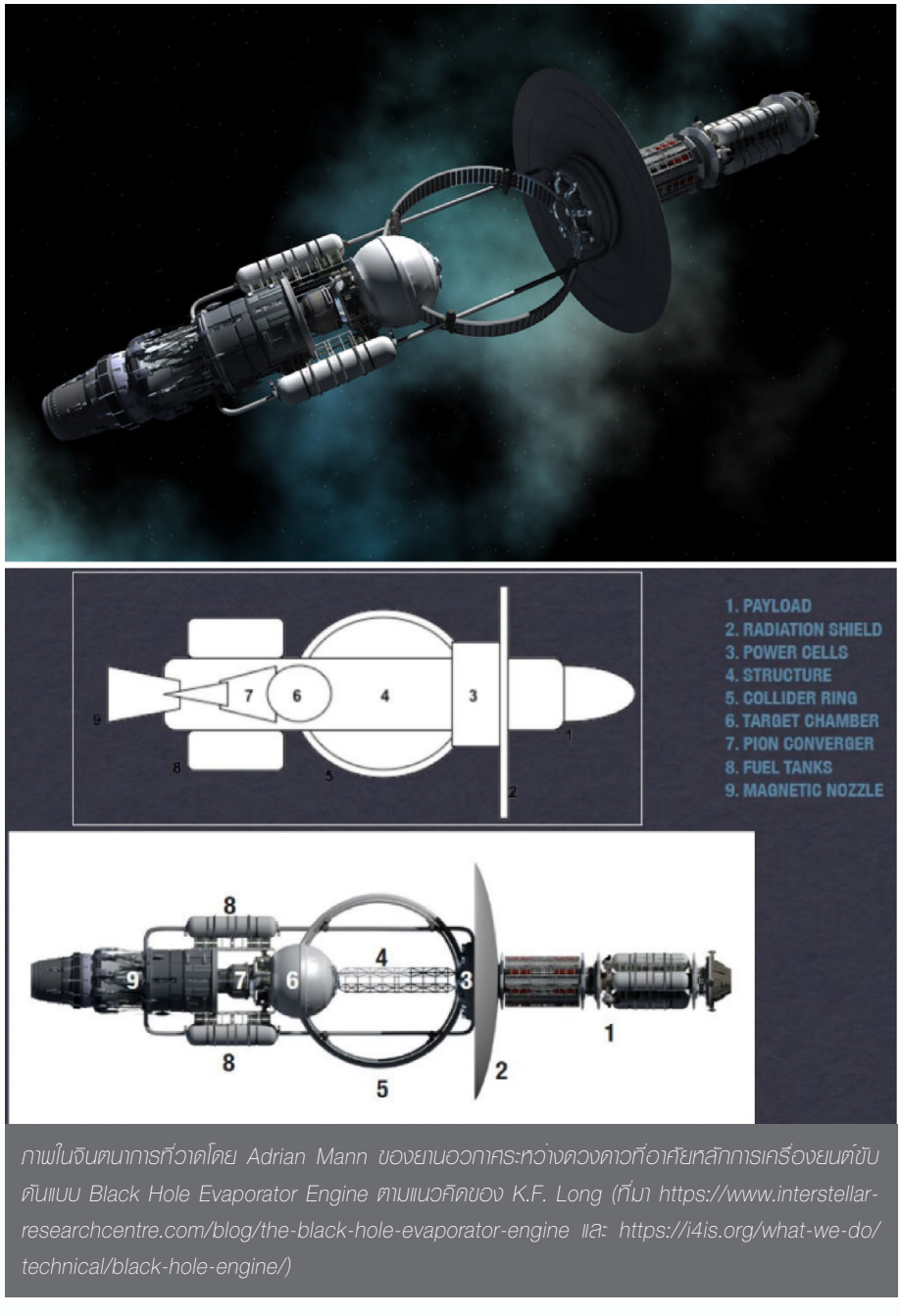
ภาพวาดยานจากแนวคิด interstellar ramjet (ที่มา https://www.daviddarling.info/encyclopedia/I/interstellar_ramjet.html)

สามารถทำความเร็วได้ทันกับความเร็วของอากาศที่เข้ามายังใบพัด ซึ่งจะทำให้เกิดการจำกัดความเร็วสูงสุดในทางทฤษฎีของเรือให้เท่ากับความเร็วของอากาศที่ออกมาจากใบพัดนั่นเอง (แม้จะคิดโดยยังไม่นำเอาความต้านทานอากาศมานับรวมด้วยก็ตาม) แต่ปัญหานี้อาจพอมีทางแก้ให้ดีขึ้นได้ด้วยการใช้แถวอาร์เรย์ของอุปกรณ์กำเนิดคลื่นไมโครเวฟหรือแสงเลเซอร์แรงสูง เพื่อเพิ่มพลังงานให้กระแสของไฮโดรเจนที่ไหลเข้ามาให้ไหลออกไปได้เร็วขึ้น ซึ่งแม้ความเร็วของยานจะถูกจำกัดด้วยความเร็วไอพ่นขาออกเช่นเดิม แต่ขีดจำกัดความเร็วจะเพิ่มขึ้นได้จากเดิมมาก

อีกประการหนึ่งน่าเสียดาย ขณะนี้ดวงอาทิตย์ของเรากำลังโคจรอยู่ในส่วนของดาราจักรทางช้างเผือกที่มีก๊าซไฮโดรเจนระหว่างดาวฤกษ์อยู่หนาแน่นน้อยกว่าที่อื่นในทางช้างเผือกถึง 10 เท่า การที่ก๊าซมีความเบาบางจนเรียกได้ว่าเป็นโพรงก๊าซ (local bubble) นั้นอาจเกิดจากการระเบิดของดาวฤกษ์ในอดีตเมื่อหลายพันปีมาแล้ว ดังนั้นในอนาคตหากมีการสร้างยานแบบนี้ขึ้นมาจริงๆ แหล่งพลังงานที่ใช้ก็จะต้องการพลังงานมากกว่าที่บริเวณอื่นของกาแล็กซีอย่างน้อยสิบเท่า อย่างไรก็ตามข้อได้เปรียบที่ยานไม่ต้องบรรทุกเชื้อเพลิงติดไปด้วยมากเท่าวิธีอื่นก็ยังคงเป็นสิ่งที่ทำให้วิธีนี้ยังคงเป็นวิธีที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุดวิธีหนึ่ง ที่เราจะไปให้ถึงดวงดาว

แนวคิดใหม่ : Black Hole Evaporator Engine

หลังจากแนวคิดของเครื่องยนต์ขับดันแบบแรมเจ็ต ก็มีวิศวกรการบินและอวกาศ และนักฟิสิกส์ ชื่อ เคลวิน เอฟ ลอง (Kelvin F. Long) ซึ่งทำงานเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาด้านการเดินทางในอวกาศระหว่างดวงดาวมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เขาคนนี้เป็นผู้ริเริ่มและร่วมก่อตั้งโครงการ Project Icarus ซึ่งเป็นโครงการออกแบบยานอวกาศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ฟิวชันและเป็นผู้ร่วมก่อตั้งโครงการศึกษายาน



ภาพในจินตนาการที่วาดโดย Adrian Mann ของยานอวกาศระหว่างดวงดาวที่อาศัยหลักการเครื่องยนต์ขับดันแบบ Black Hole Evaporator Engine ตามแนวคิดของ K.F. Long (ที่มา https://www.interstellar-researchcentre.com/blog/the-black-hole-evaporator-engine และ https://i4is.org/what-we-do/technical/black-hole-engine/)

เรือใบอวกาศชนิดใช้แสงเลเซอร์เป็นตัวขับดัน (laser sail) ในโครงการ Project Dragonfly ซึ่งเคยทำงานสอนด้านการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นเวลาสองปีก่อนจะทำงานเป็นอาจารย์ด้านวิทยาการอวกาศที่มหาวิทยาลัย Reading ประเทศอังกฤษ รวมถึงเป็นนักฟิสิกส์ที่ทำงานให้กระทรวงกลาโหมของอังกฤษ ก่อนมาเป็นศาสตราจารย์รับเชิญที่มหาวิทยาลัย International Space University (ISU)

ที่นี่เองเขาได้เกิดแนวคิดหนึ่งเกี่ยวกับเทคโนโลยีในการเดินทางในอวกาศ และได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทให้นักศึกษาชื่อ แอนดรูว์ อเล็กซานเดอร์ (Andrew Alexander) ซึ่งใช้ชื่อวิทยานิพนธ์ว่า Project BAIR: The Black Hole Augmented Interstellar Rocket ซึ่งได้ไอเดียมาจากข่าวคราวในช่วงปี พ.ศ. 2553 ที่จะมีการเดินเครื่องเร่งอนุภาค LHC ที่หน่วยงาน CERN และก่อให้เกิดความกังวลว่ามันอาจก่อให้เกิดหลุมดำจิ๋วขึ้นบนโลก จากการที่อนุภาคพลังงานสูงสองอนุภาคที่ถูกเร่งมาชนกันและอาจเกิดการยุบตัวลงภายในรัศมีชวาร์ซชายด์ (Schwarzschild radius) ของมันและก่อให้เกิดเป็นหลุมดำได้ ซึ่งในขณะนั้นความกังวลเกี่ยวกับการสร้างหลุมดำบนโลก ก็ทำให้เกิดการอภิปรายอย่างเผ็ดร้อน ซึ่งคนบางส่วนก็กลัวว่าหลุมดำจะกลืนโลก บางส่วนก็เห็นว่าหลุมดำจิ๋วอาจจะวิ่งทะลุโลกไปโดยเกิดผลเสียอะไร จนทำให้มีกระแสดำเนินการทางกฎหมายเพื่อพยายามไม่ให้เครื่องเร่งอนุภาคของ CERN เดินเครื่องได้

แต่ท้ายที่สุด เครื่องเร่งอนุภาค LHC ก็เดินเครื่องทดลองจนได้ และปิดปรับปรุงไปในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งแม้ว่าจะก่อให้เกิดความห่วงใยในความเป็นไปได้ที่จะเกิดหลุมดำบนโลก แต่ทีมของศาสตราจารย์เคลวินและอเล็กซานเดอร์ก็เห็นถึงศักยภาพในการนำหลักการทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้เสริมกับหลักการเดิมของเครื่องยนต์ขับดันแรมเจ็ต แนวคิดของพวกเขาเกี่ยวกับประเด็นที่ตัวไฮโดรเจนนั้นมีค่าภาคตัดขวาง (cross section) ต่ำทำให้ยากต่อการเกิดปฏิกิริยาฟิวชันขณะที่ยังมีพลังงานสูง แนวคิดของพวกเขาจึงยังเป็นการรวบรวมโปรตอนพลังงานสูงด้วยการกวาดด้วยสนามแม่เหล็กตามที่ออกแบบไว้โดยแนวคิดเครื่องยนต์ขับดันแบบ interstellar ramjet เพียงแต่แทนที่จะลดพลังงานลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือจับมันเอาไว้ ก็จะปล่อยให้มันชนกันเองตามธรรมชาติ ซึ่งหากมีจำนวนที่หนาแน่นมากพอ และการทำนายทางฟิสิกส์ถูกต้อง การชนกันเหล่านี้ก็จะก่อให้เกิดการยุบตัวลงเป็นหลุมดำจิ๋ว และเกิดการระเหยทันทีของอนุภาคต่างๆ ด้วยการแผ่รังสีของฮอว์คิง บางอนุภาคจะไม่มีประจุ แต่บางอนุภาคจะมีประจุทำให้ควบคุมทิศทางด้วยสนามแม่เหล็กได้ ซึ่งหากบังคับไปตามช่องทางให้พุ่งไปด้านหลังของยานได้ มันก็จะทำหน้าที่เป็นไอพ่นไปโดยปริยาย กลไกนี้เรียกว่าเครื่องยนต์ขับดันที่อาศัยการระเหยของหลุมดำนั่นเอง

เครื่องยนต์ขับดันระหว่างดาวฤกษ์ที่อาศัยปฏิสสาร

ปฏิสสารเป็นวัตถุที่มีภาวะตรงข้ามกับสสาร นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ทำนายเกี่ยวกับการมีอยู่ของปฏิสสารในปี พ.ศ. 2471 คือ พอล เอเดรียน มอริซ ดิแรก หรือ พอล ดิแรก (Paul Dirac) นักฟิสิกส์ทฤษฎีชาวอังกฤษ ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ก่อตั้งฟิสิกส์สาขากลศาสตร์ควอนตัม และเขาได้สร้างสมการดิแรก ซึ่งเป็นสมการที่รวมทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษเข้ากับสมการกลศาสตร์ควอนตัมได้สำเร็จ ซึ่งจากการแก้สมการพบว่า อิเล็กตรอนมีสองชนิด คือ อิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าลบ ที่เรารู้จักกัน และอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าบวก ซึ่งค้นพบในปี พ.ศ. 2475 และได้ชื่อเรียกว่าโพสิตรอน นั่นเอง ส่วนแอนติโปรตอนค้นพบในปี พ.ศ. 2498 ตามมาด้วยแอนตินิวตรอนในปี พ.ศ. 2499

ในโลกเราไม่มีปฏิสสารมากนักเพราะหากจะมีก็มีแต่ในห้องทดลอง เนื่องจากปฏิสสารได้หายไปเกือบหมดในการทำปฏิกิริยาหักล้างกับสสารปกติไปแล้วในช่วงต้นของการก่อกำเนิดเอกภพ อย่างไรก็ตามปฏิสสารอาจเกิดได้ในเหตุการณ์ที่มีพวยสุริยะ (solar flare) ซึ่งการระเบิดบนชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ทำหน้าที่เหมือนเครื่องเร่งอนุภาคทำให้เกิดการค้นพบปรากฏการณ์นี้ในการระเบิดของพวยสุริยะในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งก่อให้เกิดปฏิสสารราวครึ่งกิโลกรัม และทำให้เกิดการระเบิดใหญ่จากการทำลายล้างซึ่งกันและกันกับสสารปกติ จนหายไป

กลายเป็นพลังงานและการแผ่รังสี จนยาน Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) ของนาซาสังเกตรังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการทำลายล้างนั้นได้

การชนกันของคู่อนุภาคสสาร-ปฏิสสารจะส่งผลให้ทำลายล้างกันจนเกิดเป็นรังสีแกมมา 1/3 ส่วน และอนุภาคไพออนที่มีประจุอีก 2/3 ส่วน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณร้อยละ 94 ของความเร็วแสง แต่มีอายุสั้น ในอนาคตหากมียานที่ใช้การทำงานด้วยปฏิสสาร ไพออนอาจมีอายุยืนยาวพอที่จะวิ่งไปได้ระยะทางราว 20 เมตร และถูกเบี่ยงทิศทางได้ด้วยพวยไอพ่นที่อาศัยสนามแม่เหล็กควบคุมทิศทาง ปฏิกิริยาระหว่างโปรตอนกับแอนติโปรตอนจะปลดปล่อยอิเล็กตรอนและโพสิตรอน (แอนติอิเล็กตรอน) รวมถึงนิวตรอนพลังงานสูง และรังสีแกมมา ซึ่งรังสีแกมมานั้นยากที่จะนำให้เกิดไอพ่นได้ การขับดันด้วยปฏิสสารจึงยากที่จะทำในทางปฏิบัติ

ปฏิสสารมีพลังงานมากน้อยเท่าใด

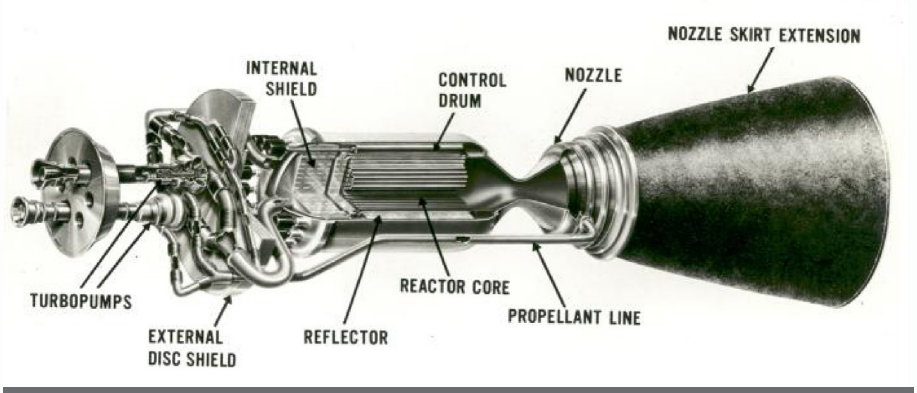
พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากปฏิสสารนั้นมีค่าประมาณหนึ่งพันเท่าของปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และมากกว่าปฏิกิริยาฟิวชันหนึ่งร้อยเท่า ปฏิสสารเพียงหนึ่งกรัมจะมีพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาได้เท่ากับเชื้อเพลิงเคมีถึงสองหมื่นตัน

ปฏิสสารมีดีขนาดนี้ แต่การสร้างเครื่องยนต์ขับดันพลังปฏิสสารขึ้นมาใช้งานในทางปฏิบัติยังมีอุปสรรคใหญ่หลายประการ เป็นต้นว่าค่าใช้จ่ายในการผลิต

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ที่ศูนย์อวกาศมาร์แชลของนาซาได้พัฒนาเครื่องกักเก็บแอนติโปรตอน ที่ชื่อ High Performance Antiproton Trap (HiPART) โดยใช้สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในการกักอนุภาค มีประจุเอาไว้ ส่วนเครื่องของมหาวิทยาลัย Penn State University ที่ชื่อ Mark I สามารถกักเก็บแอนติโปรตอนเอาไว้ได้หมื่นล้านอนุภาคเป็นเวลาประมาณหนึ่งสัปดาห์ โดยต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตปฏิสสารจะมีค่าราวแสนล้านดอลลาร์สหรัฐต่อมิลลิกรัม แต่กำลังการผลิตแอนติโปรตอนทั่วโลกอยู่ที่ปริมาณเพียง 1–10 นาโนกรัมต่อปี เพราะวิธีทำแอนติโปรตอนต้องใช้เครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่เพื่อทำให้ลำโปรตอนชนกันที่อัตราฟลักซ์โปรตอนประมาณ 1015 อนุภาคต่อวินาที ไปที่เป้าหมาย ซึ่งจะทำให้เกิดแอนติโปรตอนที่อีกด้านของเป้า

มีการเสนอเทคนิคต่างๆ ที่จะทำให้จรวดพลังปฏิสสารเป็นไปได้หลายวิธี วิธีแรกได้แก่ การใช้แอนติโปรตอนเข้าทำลายโปรตอนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทังสเตนหรือกราไฟต์ ซึ่งจะดูดซับเอาไพออนหรือรังสีแกมมาที่เกิดขึ้น เชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่สูบผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนี้จะอุ่นให้ร้อนโดยพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาทำลายล้างระหว่างสสาร-ปฏิสสาร แล้วจึงใช้ก๊าซเหล่านี้ในการกำเนิดไอพ่นขับเคลื่อน ซึ่งการใช้หลักการออกแบบเครื่องยนต์ขับดันในแบบ solid core engine เหมือนเครื่องยนต์จรวดที่ทำงานด้วยพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์จะให้ค่า specific impulse ประมาณ 1000 วินาที

แต่แทนที่จะให้อนุภาคทำลายล้างกันแยกต่างหากจากเชื้อเพลิง อาจฉีดแอนติโปรตอนเข้าไปในกระแสของเชื้อเพลิงไฮโดรเจนโดยตรง การใช้



ภาพ solid core nuclear thermal rocket (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application (NERVA)) ซึ่งเคยมีการทดลองขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2511-2512 สารที่ใช้ขับดันจะผ่านเข้าไปในส่วนปฏิกรณ์ในฐานะสารหล่อเย็น และดูดซับความร้อนมาจนร้อนขึ้นและขับดันออกทางด้านหลัง

สนามแม่เหล็กควบคุมอนุภาคมีประจุจะทำให้ประสิทธิภาพของค่า specific impulse สูงถึง 3,000 วินาที นอกจากนี้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ขับดันแบบนี้ยังทำให้ดีขึ้นได้อีกโดยการใช้สนามแม่เหล็กแบบ diverging magnetic field เพื่อโฟกัสอนุภาคมีประจุที่วิ่งด้วยความเร็วสัมพัทธภาพไปยังท่อทางออก เชื้อเพลิงไฮโดรเจนยังสามารถทำให้แตกตัวเป็นประจุอยู่ในรูปพลาสมาก่อนจะฉีดแอนติโปรตอนเข้าไปได้อีกด้วย ซึ่งการออกแบบด้วยหลักการดังกล่าวเรียกว่า beam core และ plasma core reactor design

ทางเลือกอีกแบบในการรวมอนุภาคปฏิสสารกับปฏิกิริยาฟิวชันคือแนวทางที่เรียกว่า Magnetically Insulated Inertial Confinement Fusion (MICF) ซึ่งหลักการคือการให้ลำของแอนติโปรตอนทำปฏิกิริยากับเม็ดเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ฟิวชันที่มีดิวเทอเรียมและทริเทียมบรรจุอยู่ภายใน (DT fusion pellet) วัสดุภายนอกอาจเป็นยูเรเนียม เมื่อลำแอนติโปรตอนสัมผัสถูกนิวเคลียสของยูเรเนียม มันจะเกิดปฏิกิริยาทำลายล้างก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาฟิชชันทั้งนิวตรอนและความร้อน ซึ่งไปจุดปฏิกิริยาฟิวชันในเชื้อเพลิงอีกต่อหนึ่ง

จากการประมาณการพบว่า ยานที่ใช้วิธีนี้ในการขับเคลื่อนอาจต้องการเชื้อเพลิงแอนติโปรตอนเพียง 1.15 กรัม ในการเดินทางไปถึงดาวพฤหัสบดี ส่วนอีกเคสพบว่ายานอวกาศที่มีมวล 220 ตัน อาจเดินทางไปถึงระยะ 10,000 AU ในระยะเวลาเดินทาง 47 ปี โดยใช้แอนติโปรตอนปริมาณ 166 กรัม เพื่อบรรลุภารกิจ แต่เนื่องจากขีดความสามารถในการผลิตของโลกในปัจจุบันยังต่ำอยู่ เทคโนโลยีนี้จึงยังไม่เกิด จนกว่าจะถึงปีที่คาดประมาณกันคือราวปี พ.ศ. 2603 จึงอาจจะมีความคืบหน้าในระบบขับเคลื่อนชนิดนี้

แนวคิดเรือใบอวกาศที่อาศัยปฏิสสารในการขับเคลื่อน (Antimatter Sail)

ในตอนที่แล้วเราได้เห็นแนวคิดเกี่ยวกับเรือใบอวกาศที่ทำงานด้วยลมสุริยะ (solar sail) หรือแสงเลเซอร์ (laser sail) ในการให้แรงขับดันปริมาณเล็กน้อยแก่ใบเรือ เพื่อขับดันยานอวกาศขนาดเบาไปในทิศทางที่ต้องการ

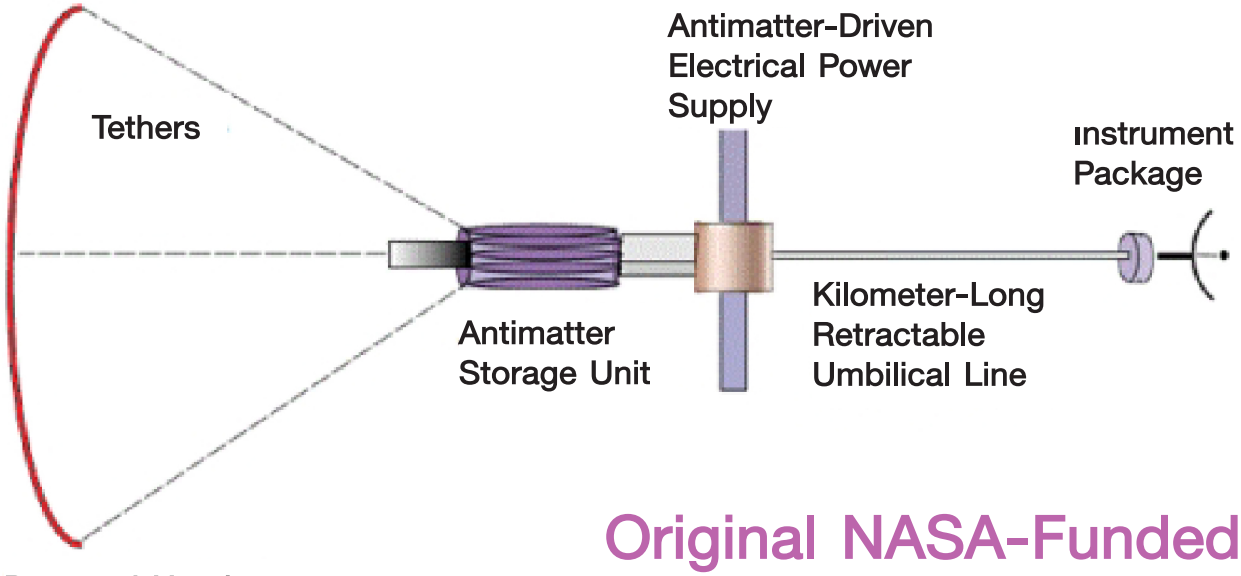
แต่จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าเรานำเอาแนวคิดของปฏิสสารมารวมกับแนวคิดเรือใบอวกาศ

ผู้ให้กำเนิดแนวคิดนี้คือ เจรัลด์ พี แจ็กสัน (Gerald P. Jackson) นักฟิสิกส์ที่เคยทำงานที่ Fermilab ซึ่งเขาได้ออกไปตั้งบริษัทชื่อ Hbar Technologies ที่ชิคาโก และทำงานร่วมทีมกับนักฟิสิกส์อีกคนที่

ยานที่ขับเคลื่อนด้วยระบบเรือใบที่อาศัยปฏิสสารในจินตนาการของศิลปิน (เครดิตภาพ Adrian Mann ที่มาของภาพ https://www.spaceanswers.com/futuretech/antimatter-sailing-ships/)

ชื่อ สตีเวน ดี ฮาว (Steven D. Howe) ในการออกแบบระบบขับเคลื่อนชนิดนี้ขึ้นด้วยแนวคิดจากผลงานตีพิมพ์ของพวกเขาในปี พ.ศ. 2546 ที่งานประชุม Particle Accelerator Conference ในพอร์ตแลนด์ ซึ่งพวกเขาได้รับทุนจากองค์การนาซาเมื่อปี พ.ศ. 2545 เพื่อใช้ในงานขั้นต้นในการออกแบบยานสำรวจระหว่างดาวฤกษ์หรือรอบนอกของระบบสุริยะที่ใช้ปฏิสสาร ซึ่งในตอนแรกเริ่มเขาออกแบบยานสำหรับสำรวจในระยะ 250 AU ภายในระยะเวลาเดินทาง 10 ปี ด้วยเชื้อเพลิงแอนติไฮโดรเจน 30 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นระยะเลยจากแถบไคเปอร์ (Kuiper belt) ออกไปโดยวางไว้สำหรับระวางขนาด 10 กิโลกรัม จากการคำนวณต่อจากนั้นพบว่ายานอาจจะใช้แอนติไฮโดรเจนจำนวน 17 กรัม เพื่อที่จะให้ยานแบบเดียวกันเดินทางไปยังดาวฤกษ์อัลฟาเซนทอรีด้วยความเร็วเกือบร้อยละสิบของความเร็วแสง โดยใช้เวลาเพียง 40 ปีในการเดินทาง

ซึ่งในเวลาต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2559 บริษัทของเขาได้ประกาศโครงการระดมทุนในงบประมาณสองแสนดอลลาร์สหรัฐเพื่อพัฒนาแนวคิดนี้ต่อ ในการออกแบบยานสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะพร็อกซิมา เซนทอรี บี (Proxima Centauri b) ที่โคจรรอบดาวฤกษ์พร็อกซิมา เซนทอรี ซึ่งเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ของเรามากที่สุดด้วยระยะเวลาเดินทางราว 84 ปี (ผู้สนใจอ่านรายละเอียดของดาวเคราะห์ดวงนี้ได้ในลิงก์ https://th.wikipedia.



Original NASA-Funded Deep-Space Probe

ภาพส่วนประกอบของยานเรือใบปฏิสสารของบริษัท Hbar Technologies (เครดิตภาพ Gerald Jackson) (ซ้าย) และ QR code สำหรับอ่านรายงานฉบับสมบูรณ์ของ Hbar Technologies (ขวา) สำหรับผู้สนใจอ่านข้อมูลเพิ่มเติมในเชิงลึก

org/wiki/พร็อกซิมาคนครึ่งม้า_บี) โดยแบบยานของบริษัท Hbar Technologies ประกอบขึ้นจากสี่ส่วน ส่วนแรกเป็นใบเรือทำจากคาร์บอนไฟเบอร์เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เมตร หนา 15 ไมครอน บุด้านในด้วยแผ่นยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ (depleted uranium) หนา 293 ไมครอน ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว มีธาตุยูเรเนียม-238 น้อยกว่าร้อยละ 0.7 ส่วนที่สองคือหน่วยเก็บแอนติไฮโดรเจน ต่อมาเป็นหน่วยจ่ายไฟที่อาศัยแอนติโปรตอน และสัมภาระบรรทุกที่เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์บริเวณท้ายยาน

หลักการทำงานของยานคือ เมื่อฉีดพ่นใบเรือด้วยแอนติไฮโดรเจน ส่วนหนึ่งของยูเรเนียมด้อยสมรรถนะจะเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน ทำให้เกิดนิวไคลด์ลูกหรือธาตุลูกจากปฏิกิริยาฟิชชัน (fission daughter) สองตัว ซึ่งปกติจะปลดปล่อยออกมาในทิศตรงข้ามกันโดยมีโมเมนตัมเท่ากัน ตัวหนึ่งจะวิ่งเข้าสู่ใบเรือ โดยลดความเร็วลง แล้วถูกดูดซับเอาไว้ และถ่ายโมเมนตัมให้แก่ใบเรือ ส่วนอีกตัวหนึ่งจะวิ่งไปในทิศตรงกันข้ามออกสู่อวกาศในรูปของสารที่ให้แรงขับเคลื่อน (propellant) ตามปกติออกจากใบเรือด้วยความเร็วสูงถึง 13,800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือร้อยละ 4.6 ของความเร็วแสง ซึ่งถ้าเราพิจารณาจรวดพลังงานนิวเคลียร์ตามปกติจะใช้ก๊าซไฮโดรเจนเพื่อเป็นไอพ่นแรงดันขับเคลื่อน แต่การแทนไฮโดรเจนด้วยเชื้อเพลิงยูเรเนียมจะช่วยลดปริมาณปฏิสสารที่ต้องการ ทำให้แนวคิดนี้ถือเป็นระบบขับเคลื่อนด้วยปฏิสสารระบบแรกที่อยู่ไม่ไกลเกินเอื้อมของมนุษย์เราในการผลิตออกมาใช้งานจริง

อย่างไรก็ตาม สุดท้ายนี้โครงการระดมทุนสองแสนดอลลาร์ฯ ของเขายังห่างจากฝัน เพราะจนถึงปัจจุบันยังมีคนลงเงินสนับสนุนเพียง 8,522 ดอลลาร์ฯ เท่านั้น !!

แต่ไม่ว่าปัจจุบันจะเป็นเช่นไร หรือแนวคิดต่างๆ ที่สั่งสมกันมาจะยังไกลความจริงเพียงใด แต่จงเชื่อมั่นว่ามนุษยชาติจะต้องเดินทางสู่ดวงดาวได้สำเร็จในสักวัน ในอนาคตข้างหน้าถ้าพวกเราพยายาม

แหล่งข้อมูลสำหรับอ่านเพิ่มเติม

Bussard, R. W. (1960). Galactic Matter and Interstellar Spaceflight. Astronautica Acta, 6, 170-194.

A.Alexander, "Project BAIR: The Black Hole Augmented Interstellar Rocket", ISU MSc Thesis project 2014/2015.

Kammash, T. and Galbraith, D.L. (1992). Antimatter-driven fusion propulsion scheme for solar system exploration. J. of Propulsion and Power, 8, 644 – 649.

https://www.researchgate.net/publication/242222398_NIAC_Phase_I_Progress_Report_Antimatter_Driven_Sail_for_Deep_Space_Missions

https://www.spaceanswers.com/futuretech/antimatter-sailing-ships/

https://www.forbes.com/sites/brucedorminey/2016/02/24/antimatter-space-propulsion-possible-within-a-decade-say-physicists/?sh=472fd4f55849

https://www.space.com/17537-antimatter-fusion-engines-future-spaceships.html

https://www.scientificamerican.com/article/solar-flare-serves-up-ant/

https://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/rhessi_antimatter.html

https://www.interstellarresearchcentre.com/blog/the-black-hole-evaporator-engine

https://www.daviddarling.info/encyclopedia/I/interstellar_ramjet.html

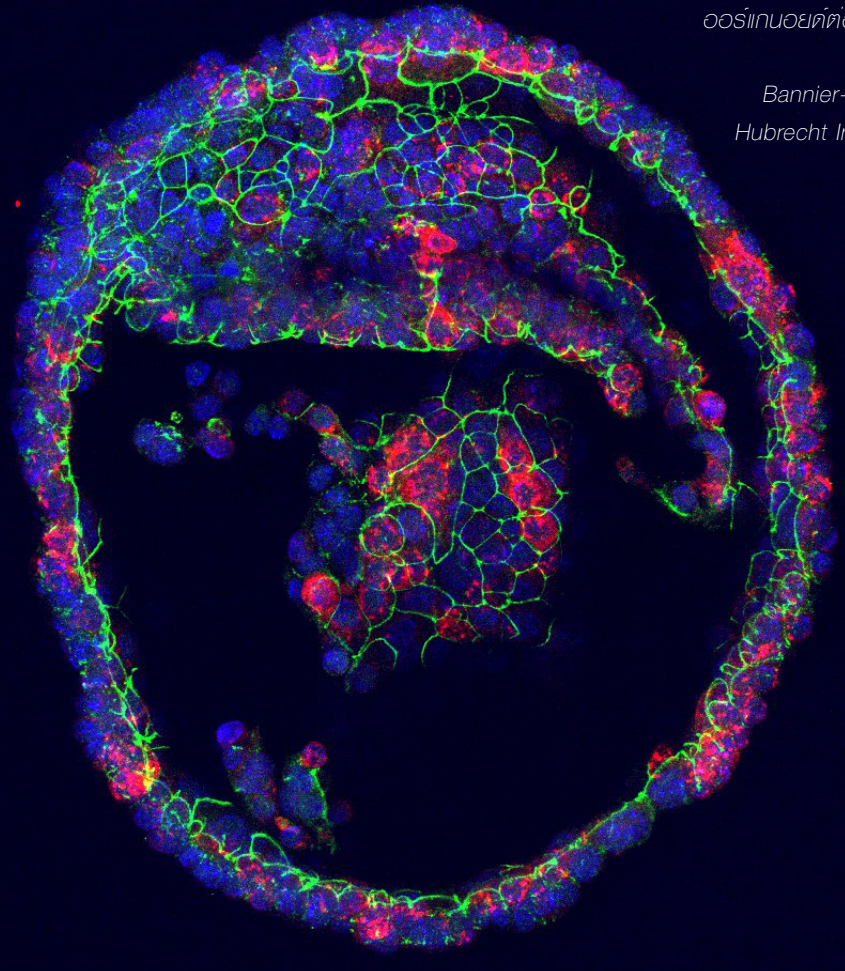
https://i4is.org/interstellar-ramjets/

https://medium.com/our-space/the-interstellar-ramjet-conundrum-7f56042d4194

https://www.popularmechanics.com/space/a19728/kickstarter-interstellar-antimatter-engine/

ผศ. ดร.ป๋วย อุ่นใจ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผศ. ดร.ป๋วย อุ่นใจ | http://www.ounjailab.com
นักวิจัยชีวฟิสิกส์และอาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นักสื่อสารวิทยาศาสตร์ นักเขียน ศิลปินภาพสามมิติ และผู้ประดิษฐ์ฟอนต์ไทย มีความสนใจทั้งในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี งานศิลปะและบทกวี แอดมินและผู้ร่วมก่อตั้งเพจ FB: ToxicAnt เพราะทุกสิ่งล้วนเป็นพิษ



ออร์แกนอยด์ต่อมน้ำตา สีแดงคือน้ำตาที่เซลล์สร้างขึ้น (เครดิตภาพ Marie Bannier-Hélaouët / Hans Clevers, Hubrecht Institute, Utrech University)

เลี้ยงเซลล์อย่างไร... ให้หลั่งน้ำตา (ในหลอดทดลอง)

นักวิจัยจากเนเธอแลนด์เปิดตัวงานวิจัยเลี้ยงสเต็มเซลล์แบบใหม่ กระตุ้นให้หลั่งน้ำตาได้ในหลอดทดลอง !

ที่จริง เราสามารถแยกสเต็มเซลล์มาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลองมาได้สักพักใหญ่ๆ แล้ว หรือแม้แต่กระตุ้นให้เซลล์อวัยวะต่างๆ เปลี่ยนย้อนวัยกลับไปเป็นสเต็มเซลล์ ที่เรียกว่าเซลล์ iPS (induced pluripotent stem cell) ก็ยังทำได้

แต่การจะสั่งให้สเต็มเซลล์มาประกอบขึ้นเป็นเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะใหม่ที่ทำงานได้จริงนั้น ยังคงเป็นสิ่งที่ท้าทาย

เทคโนโลยีสุดล้ำต่างๆ อาทิเช่น เครื่องพิมพ์อวัยวะสามมิติ (3D organ printing) เทคนิคการเตรียมโครงอวัยวะโดยการชะเซลล์ทิ้ง (organ decellularization) และเทคนิคการเพาะเลี้ยงในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (bioreactor) ที่ทำหน้าที่เหมือนเป็นครรภ์เทียม (artificial womb) ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยไกด์ให้สเต็มเซลล์ หรือแม้แต่เซลล์ที่เริ่มเปลี่ยนไปเป็นเซลล์ของอวัยวะต่างๆ นั้น สามารถประกอบตัวขึ้นมาเป็นอวัยวะใหม่ที่สามารถทำงานได้ได้

แม้หลายวิธีจะดูเหมือนประสบผลในระดับหนึ่ง อย่างเช่นการขึ้นรูปโครงพอลิเมอร์อาจจะช่วยให้วิศวกรเนื้อเยื่อสามารถเพาะเลี้ยงอวัยวะที่มีโครงสร้างเนื้อเยื่อไม่ซับซ้อนมาก อย่างกระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder) จนสามารถนำไปปลูกถ่ายกลับเข้าไปให้ผู้ป่วยได้

แต่เทคนิคในการประกอบอวัยวะที่มีความซับซ้อนยิ่งกว่านั้น นั้นยังพัฒนาไปได้ไม่ถึงไหน

การปลูกถ่ายเซลล์กลับเข้าไปในโครงหัวใจที่ผ่านการชะล้างเซลล์จนสิ้นแล้วจะสามารถฟื้นชีพหัวใจให้กลับมาเต้นได้ใหม่อีกครั้ง แต่ก็ยังถือว่าผิดปกติ เพราะแม้จะเต้นตุ๊บๆ เหมือนหัวใจจริง แต่จังหวะก็ยังไม่ได้ตามที่ควรจะเป็น

จุดพลิกของการเพาะเลี้ยงสเต็มเซลล์ในหลอดทดลองนั้นเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2552 เมื่อทีมวิจัยของศาสตราจารย์ฮานส์ เคลเวอร์ (Hans Clevers) จากสถาบันฮูเบรกต์ (Hubrecht Institute) มหาวิทยาลัยยูเทรกต์ (Utrecht University) ประเทศเนเธอแลนด์ สามารถพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงสเต็มเซลล์จากลำไส้ได้สำเร็จในหลอดทดลอง

ซึ่งจริงๆ แค่นั้น ก็น่าตื่นเต้นมากแล้ว แต่ที่น่ากรี๊ดที่สุดก็คือเซลล์พวกนั้นมันมาประกอบตัวกันสร้างเป็นเนื้อเยื่อลำไส้ขนาดมินิ มีการสร้างคริปต์ (crypt) และวิลไล (villi) เหมือนกับที่เจอในผนังลำไส้ และด้วยความคล้ายคลึงกันมากในเชิงโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อเยื่อลำไส้จิ๋วเมื่อเทียบกับลำไส้จริง แม้จะยังทำหน้าที่ได้ไม่สมบูรณ์นัก แต่ก็เป็นประโยชน์แล้วในการนำมาเป็นโมเดลในการศึกษาการทำงานของลำไส้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอามาใช้ทดสอบความเป็นพิษของสารพิษต่างๆ กลไกการติดเชื้อของไวรัส รวมไปถึงการทดลองยาชนิดใหม่ๆ อีกด้วย

หลังจากที่ประสบความสำเร็จจากลำไส้จิ๋ว ทีมวิจัยของฮานส์ก็ได้พัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงอวัยวะมินิแบบนี้ขึ้นมาอีกกับอวัยวะอื่นๆ อีกมากมาย พวกเขาตั้งชื่ออวัยวะจิ๋วพวกนี้ว่าออร์แกนอยด์ (organoid)

และเมื่อกลางเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา ทีมวิจัยของฮานส์ก็ได้ประกาศความสำเร็จอีกขั้น เขาสามารถกระตุ้นให้สเต็มเซลล์ในหลอดทดลองพัฒนาเป็นต่อมน้ำตาขนาดจิ๋วได้สำเร็จ

และที่สำคัญ ต่อมน้ำตาจิ๋วเหล่านี้สามารถหลั่งน้ำตาออกมาได้จริงๆ !

ซึ่งถือเป็นเรื่องอัศจรรย์มาก และเป็นความสำเร็จครั้งยิ่งใหญ่ที่อาจจะสร้างองค์ความรู้ที่ทำให้เราเข้าใจกลไกการสร้างน้ำตา และช่วยหายุทธวิธีในการบรรเทาความทรมานให้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาตาแห้ง (dry eyes) ที่มีอยู่มากมาย (ราวๆ 5 เปอร์เซ็นต์ของประชากรผู้ใหญ่ทั้งหมด) อีกทั้งยังอาจจะช่วยบรรเทาอาการเจ็บตาที่พบในผู้ป่วยแพ้ภูมิตนเองที่เกิดจากกลุ่มอาการโชเกร็น (Sjögren's syndrome) ก็เป็นได้

ในปัจจุบัน วิธีการรักษาอาการเหล่านี้นั้นค่อนข้างจำกัด ส่วนใหญ่ก็จะให้หยอดน้ำตาเทียมเอา แต่ออร์แกนอยด์ที่เป็นแบบจำลองต่อมน้ำตานั้นสร้างขึ้นมาและสามารถเพาะเลี้ยงได้ในหลอดทดลอง

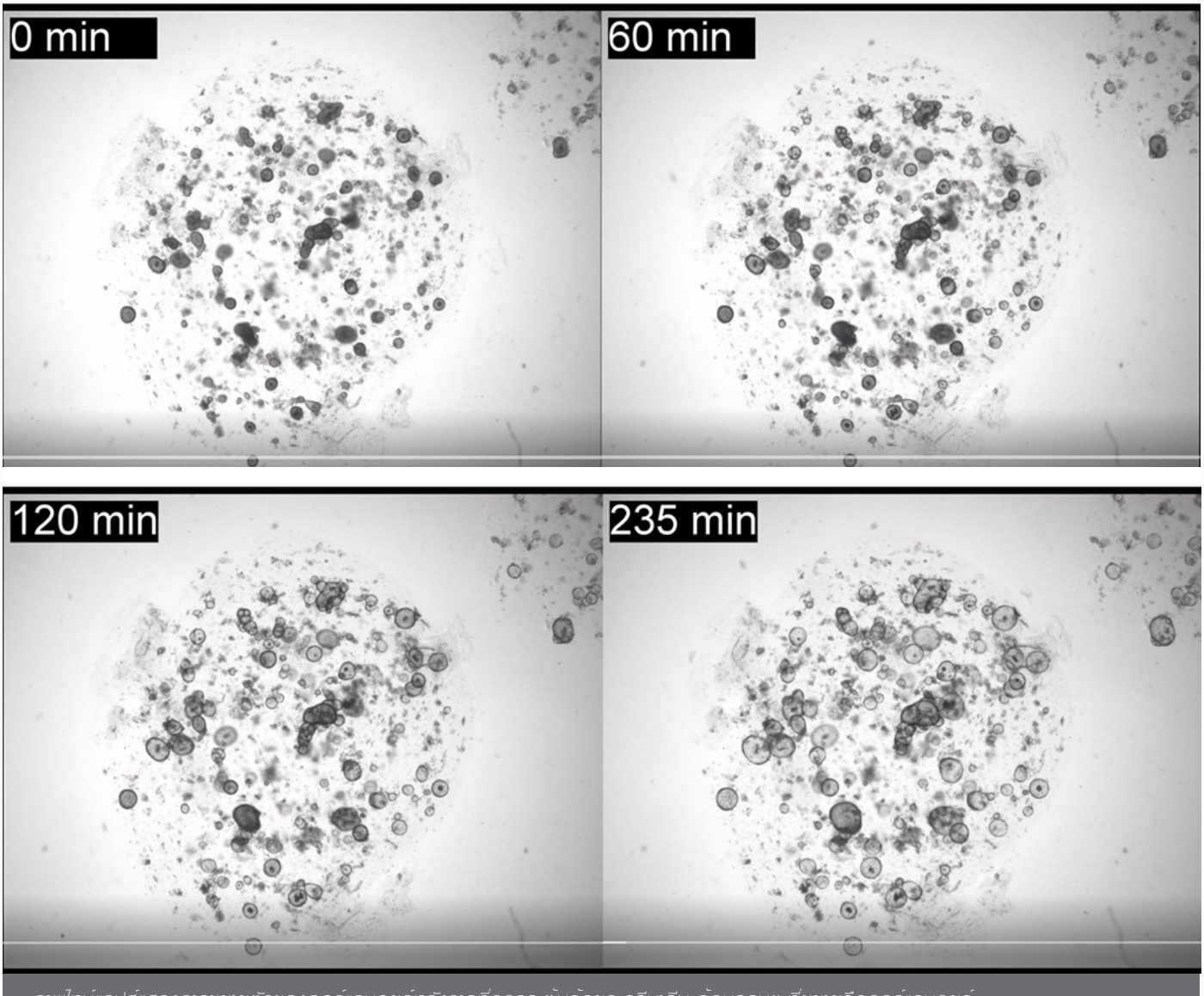
เราจะสามารถเข้าใจกลไกการสร้างน้ำตา ยิ่งไปกว่านั้นเราอาจจะมองเห็นจุดที่ผิดปกติที่ทำให้ผู้ป่วยต้องทรมานจากอาการป่วยตาแห้ง นอกจากนี้ แบบจำลองต่อมน้ำตายังมีประโยชน์ในการทดสอบยาและวิธีใหม่ๆ แบบต่างๆ ที่อาจจะนำมาช่วยในการรักษาบรรเทาอาการตาแห้งจากสาเหตุต่างๆ ได้ด้วย

เพราะน้ำตาไม่ได้มีไว้แค่แสดงอารมณ์ แต่ยังเป็นสารให้ความชุ่มชื้นกับตา อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการช่วยป้องกันการติดเชื้อหลายชนิดได้อีกด้วย

ความยากมันอยู่ที่จะหาเซลล์ตั้งต้นจากต่อมน้ำตา (lacrimal gland) จะได้นำมาเลี้ยงให้เป็นต่อมน้ำตาในหลอดทดลอง แต่ต่อมน้ำตามักมีขนาดเล็กมาก กว่าจะหาเจอก็แทบจะไม่เหลืออะไรแล้ว แต่ท้ายที่สุดทีมวิจัยของฮานส์ก็ทำได้สำเร็จ

หลังจากที่แยกต่อมน้ำตาออกมาได้แล้ว พวกเขาก็นำต่อมน้ำตาเหล่านี้ไปบดจนเป็นชิ้นจิ๋วๆ ก่อนจะนำไปเพาะเลี้ยงในเจลที่มีส่วนประกอบเป็นพวกสารเคลือบเซลล์สังเคราะห์ (artificial extracellular matrix) แล้วใส่ฮอร์โมนและโปรตีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของต่อมน้ำตาลงไป

ปรากฏว่าต่อมน้ำตาชิ้นจิ๋วเติบโตกลายเป็นออร์แกนอยด์ก้อนกลมๆ เล็กๆ ในขวดเพาะเลี้ยง



ภาพไทม์แลปส์แสดงการขยายตัวของออร์แกนอยด์หลังจากที่ถูกกระตุ้นด้วยอะดรีนาลีน ก้อนกลมๆ ที่ขยายคือออร์แกนอยด์
(เครดิตภาพ Marie Bannier-Hélaouët / Hans Clevers, Hubrecht Institute, Utrech University)

“เราต้องปรับสูตรสารเคมีต่างๆ ที่จะใส่เข้าไปเพื่อควบคุมการเจริญของออร์แกนอยด์เพื่อกระตุ้นให้สเต็มเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ต่อมน้ำตาอย่างเต็มตัวแบบเดียวกับที่พบในต่อมน้ำตาของเราจริงๆ เพื่อที่พวกมันจะได้ร้องไห้ได้จริงๆ ที่ท้าทายจริงๆ คือจะทำยังไงให้ออร์แกนอยด์ต่อมน้ำตาจิ๋วนี้ร้องไห้ออกมาได้จริง เพราะนี้คือจุดเด่นที่ชัดที่สุดของต่อมน้ำตา” มารี แบนนิเออร์ (Marie Bannier-Hélaouët) ให้สัมภาษณ์

จะไปจิ้มให้มันเจ็บ ก็คงจะไม่ได้ แล้วจะทำอย่างไรดี

สิ่งหนึ่งที่เรารู้คือเมื่อเวลาเราประสบอะไรที่ทำให้เราเจ็บปวด ร่างกายของเราจะหลั่งอะดรีนาลีน (adrenaline) ออกมา

มารีตัดสินใจทดลองเติมอะดรีนาลีนลงไปให้ออร์แกนอยด์ต่อมน้ำตาจิ๋ว ปรากฏว่าสิ่งมหัศจรรย์ก็ได้เกิดขึ้น

ต่อมน้ำตาจิ๋วโป่งออกราวกับลูกโป่ง ข้างในต่อมน้ำตาคือน้ำตาที่เซลล์ข้างในต่อมนั้นผลิตออกมา แต่เนื่องจากต่อมที่โตในหลอดทดลองแบบนี้ไม่มีท่อน้ำตาที่จะนำน้ำตาออกมา น้ำตาก็เลยเอ่อล้นอยู่ข้างใน

จุดเด่นของการเพาะเลี้ยงออร์แกนอยด์ต่อมน้ำตาก็คือนักวิจัยสามารถใช้โมเดลนี้มาเป็นแบบจำลองในการศึกษาการทำงานของต่อมน้ำตาแบบเชิงลึก สามารถเจาะลงไปถึงกลไกการสร้างน้ำตาในระดับเซลล์ได้เลยทีเดียว อีกทั้งยังสามารถสกัดเอาน้ำตาออกมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้อย่างง่ายดาย เพราะในโมเดลนี้น้ำตาได้รับการเก็บไว้เป็นอย่างดีข้างในของออร์แกนอยด์

หรือถ้าอยากศึกษาเพิ่มเติมต่อไปว่าเมื่อไรต่อมจะหยุดผลิตน้ำตา หรือแม้แต่ว่าความผิดปกติอะไรที่จะทำให้ต่อมน้ำตาหยุดทำงาน จนทำให้เกิดการระคายเคือง หรืออาจจะลุกลามกลายเป็นโรคร้าย หรือหากจะนำไปศึกษาว่าโรค สารเคมี หรือสารยาต่างๆ จะมีอิทธิพลอะไรบ้างกับการสร้างน้ำตาในต่อมน้ำตาก็ยังทำได้อีก

แต่ที่หลายคนสนใจมากกว่าก็คือจะทำอย่างไรถึงจะเอาต่อมน้ำตาจิ๋วเหล่านี้ไปช่วยในการบรรเทาอาการของโรคทั้งต่อมน้ำตาเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการรักษาโรค

ทีมของฮานส์ได้ทำทดลองปลูกถ่ายต่อมน้ำตาจิ๋วของคนเหล่านี้เข้าไปในต่อมน้ำตาหนู ที่น่าแปลกใจคือหลังจากที่ปลูกถ่ายเข้าไปแล้ว ออร์แกนอยด์ต่อมน้ำตานั้นเปลี่ยนรูปร่างไปกลายเป็นหลอด ซึ่งเป็นเรื่องที่น่ายินดีเพราะหลอดน้ำตาเหล่านี้สามารถที่จะหลั่งน้ำตาออกมาได้ และอาจจะช่วยบรรเทาอาการตาแห้งขาดน้ำตาก็เป็นได้ ซึ่งก็คงต้องรอการทดสอบในขั้นคลินิกต่อไป

งานวิจัยนี้แม้จะดูเหมือนเป็นอีกหนึ่งงานวิจัยที่เน้นไปในการตีพิมพ์เผยแพร่ ซึ่งผลงานนี้ก็ออกมาเรียบร้อยแล้วในวารสาร Cell Stem Cell เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา แต่อยากแอบกระซิบเบาๆ ว่าองค์ความรู้จากงานวิจัยชิ้นหิ้งมากมายที่ฮานส์ได้สร้างขึ้นมาในด้านสเต็มเซลล์ทำให้เขาสามารถริเริ่มพัฒนาเทคโนโลยีออร์แกนอยด์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้อย่างแพร่หลาย

ในปี พ.ศ. 2558 เขาและทีมได้ร่วมกันก่อตั้งบริษัทเซอร์โรเซน (Surrozen) สตาร์ตอัปสายดีปเทค (deep tech) ที่เน้นการเอาองค์ความรู้ทางด้านเวชกรรมฟื้นฟู (regenerative medicine) มาใช้ในการรักษาและบรรเทาอาการป่วยต่างๆ ของคนไข้ได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

เซอร์โรเซนตั้งอยู่ที่ซิลิคอนวัลเลย์ (Silicon Valley) แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา

SCAN ME

QR code ลิงก์ไปยัง Time lapse movies ที่แสดงการขยายตัวของออร์แกนอยด์หลังจากที่ถูกกระตุ้นด้วยอะดรีนาลีน (เครดิตภาพ Marie Bannier-Hélaouët / Hans Clevers, Hubrecht Institute, Utrech University)

ประทีป ด้วงแค คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิ้งก่างู

Ophisaurus gracilis

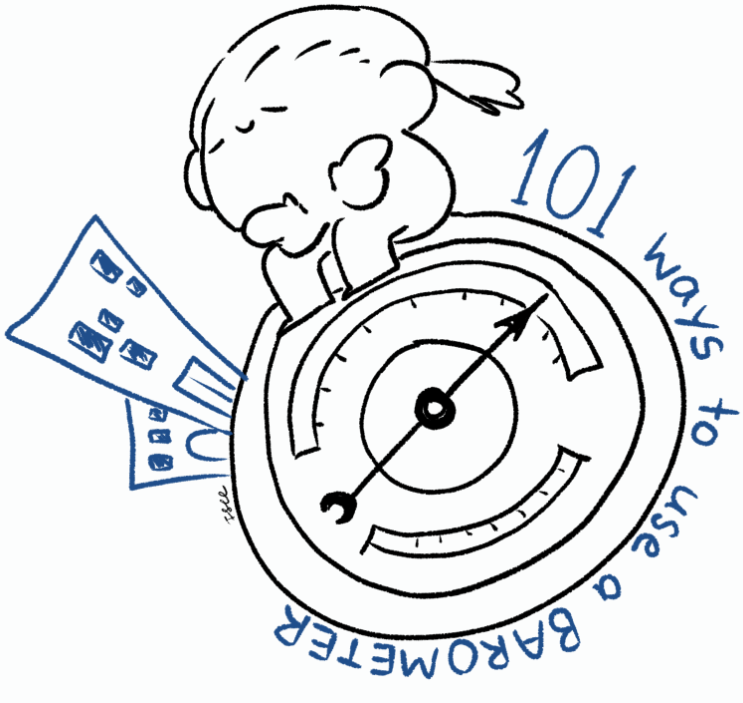
กิ้งก่างูเป็นกิ้งก่าที่ลดรูปขาทั้งสี่ข้างจนไม่สามารถมองเห็นจากภายนอก หากมองผ่านๆ จะคิดว่าเป็นงูมากกว่ากิ้งก่า มีสิ่งที่ยืนยันจากลักษณะภายนอกได้อย่างหนึ่งคือมีช่องเปิดของหู พบกิ้งก่างูได้ไม่บ่อย จะพบตามป่าที่สูงๆ เช่น ป่าดงดิบเขา ป่าสนเขา

สาระวิทย์ ในศิลป์ 18

วริศา ใจดี (ไอซี)
เด็กสาย(พันธุ์)วิทย์สานศิลป์ ชอบเรียนคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ สนใจเรื่องเกี่ยวกับอวกาศ และสัตว์เลี้ยงตัวจิ๋ว เวลาว่างชอบทำงานศิลปะ กำลังค้นหาสูตรผสมที่ลงตัวระหว่างวิทย์กับศิลป์
Facebook : I-see Warisa Jaidee

The Barometer Problem: คิดต่างอย่างสร้างสรรค์

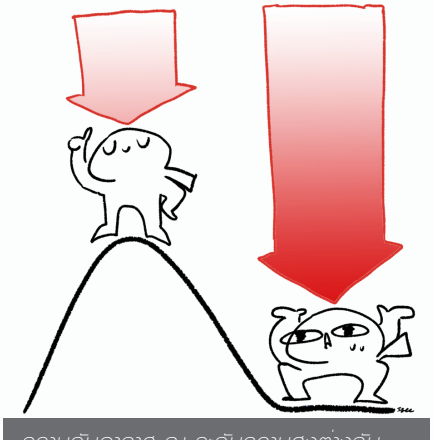
เรื่องและภาพโดย วริศา ใจดี



ลองจินตนาการหากนักเรียนคนหนึ่งเปิดข้อสอบขึ้นมาและเจอคำถาม “จงแสดงวิธีการวัดความสูงของตึกระฟ้าโดยใช้บารอมิเตอร์” พร้อมเว้นที่ว่างหนึ่งหน้ากระดาษเต็มไว้ให้เขียนคำตอบ

ก่อนอื่นมาทำความรู้จัก**บารอมิเตอร์ หรือเครื่องตรวจวัดความดันอากาศกันก่อน**

เครื่องวัดนี้ใช้หลักการการขยายหรือหดตัวของโลหะ หรือการเปลี่ยนระดับความสูงของปรอท เนื่องจากความดันอากาศภายนอก ซึ่งค่าความดันอากาศนี้เปลี่ยนแปลงไปโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือความสูงจากระดับน้ำทะเล ยิ่งสูงความดันอากาศก็ยิ่งต่ำ เพราะความหนาแน่นของโมเลกุลอากาศที่สูงมีน้อยกว่าที่ต่ำ ทั้งนี้ก็เพราะมีแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดโมเลกุลอากาศไว้ใกล้กับผิวโลก เมื่อสูงขึ้นไปจึงค่อยๆ เบาบางลง



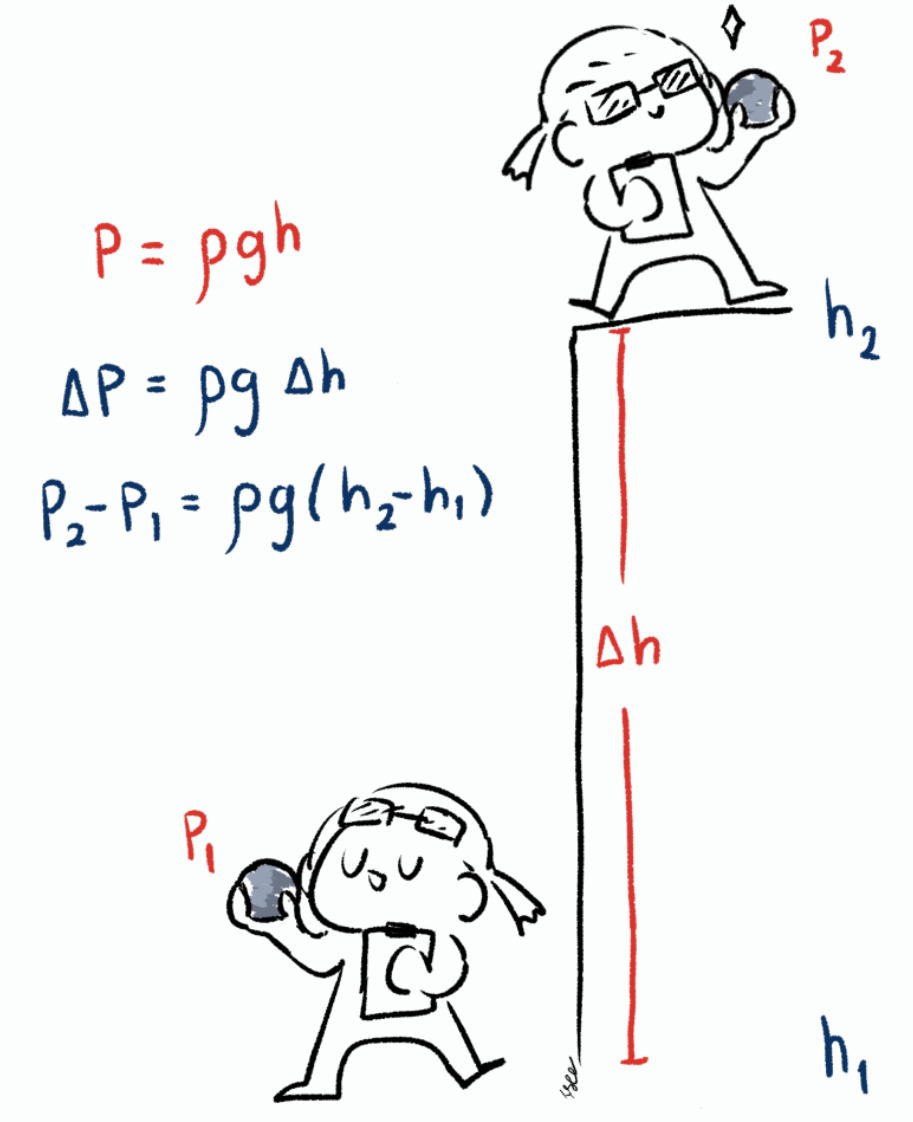
ความดันอากาศ ณ ระดับความสูงต่างกัน

นี่เป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้เราสามารถใช้บารอมิเตอร์หาค่าระดับความสูง (altitude) ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากผิวโลก

คราวนี้กลับมาที่ข้อสอบ หากนักเรียนคนนั้นจำหลักการข้างต้นได้ ก็จะสามารถเขียนคำตอบได้ว่า

“ใช้บารอมิเตอร์วัดความดันอากาศที่พื้นและที่ยอดตึก นำมาเทียบหาผลต่างและแทนค่าเข้าไปเพื่อคำนวณผลต่างระดับความสูงในสูตร $P=\rho gh$

เมื่อ ρ คือค่าคงที่ของความหนาแน่นอากาศ และ g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ 9.81 ms^{-2} หลังการแทนค่าและแก้สมการดังรูป ผลค่า $h_2 - h_1$ ที่ได้ก็คือ ระยะจากพื้นถึงยอดตึก หรือก็คือความสูงของตึกตามที่โจทย์ถามนั่นเอง”



การคำนวณหาความสูง โดยใช้ผลต่างของความดันอากาศที่พื้นกับที่ยอดตึก

แน่นอนว่านี่คือคำตอบที่ถูกต้องสำหรับคะแนน 10 เต็ม 10 ถ้าจำได้ก็ทำได้ยินดีด้วย ! คุณสอบผ่าน !

แต่ถ้าจำไม่ได้ขึ้นมา ก็คงจะต้องส่งกระดาษคำตอบเปล่าอย่างน่าเสียดาย

สำหรับการสอบเพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ผู้ออกข้อสอบย่อมอ้างอิงข้อมูลจากตำราเรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการเรียนการสอน คำตอบที่จะได้คะแนนเต็มอย่างง่ายดายโดยไม่มีข้อสงสัยจึงมีเพียงคำตอบเดียวและวิธีเดียวเท่านั้น

แน่นอนว่าคอลัมน์สาระวิทย์ในศิลป์วันนี้ไม่ได้มาสอนการคำนวณทางฟิสิกส์ แต่จะชวนมาดูเรื่องราวสุดฮิตของความแปลกในคำตอบของนักเรียนคนหนึ่ง กับการใช้บารอมิเตอร์ให้เกิดประโยชน์มากกว่าแค่วัดความดันบรรยากาศ เพราะสามารถคิดค้นวิธีการในการใช้บารอมิเตอร์หาความสูงของตึกได้อย่างหลากหลาย !

หลายคนอาจจะเคยได้ยินเรื่องนี้มาก่อน โดยเฉพาะเวอร์ชันที่เล่าว่าเป็นข้อสอบของมหาวิทยาลัยโคเปนเฮเกน ที่มี นีลส์ โบร์ (Neils Bohr) นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ เป็นนักเรียนเจ้าของความคิดอันสวนทางกับผู้ออกข้อสอบ

จริงๆ แล้วต้นกำเนิดของปัญหาชวนคิดนี้มีที่มาจาก คุณอเล็กซานเดอร์ คาลานดรา (Alexander Calandra) นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษาศาสตร์ และนักเขียน ผู้ได้รับการจดจำจากผลงานเรื่องสั้น “Angels on a Pin (101 Ways to Use a Barometer)” เผยแพร่ลงหนังสือพิมพ์ลอนดอนชื่อ Saturday Review ซึ่งก็คือสิ่งที่เราจะมาพูดถึงกันในวันนี้

เริ่มต้นจากนักเรียนคนหนึ่งที่ ได้ศูนย์คะแนนในข้อสอบวิชาฟิสิกส์จากคำถาม “จงแสดงวิธีการวัดความสูงของตึกระฟ้าโดยใช้บารอมิเตอร์” เพียงเพราะว่านักเรียนคนนี้ ไม่ได้ตอบคำถามตรงตามหลักการในตำราที่เราได้เรียนรู้กันมา ดังวิธีที่ฉันแสดงให้ดูข้างต้น

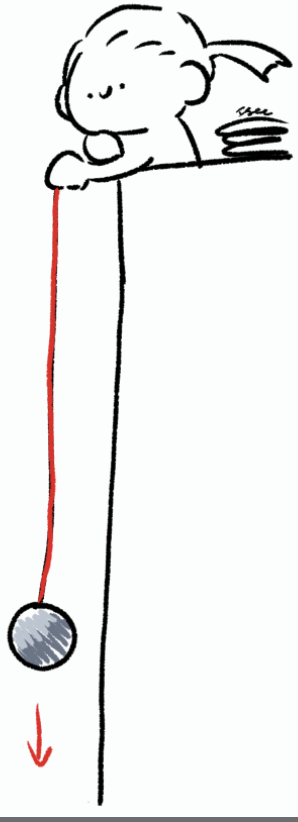
หากแต่เขามีวิธีหาคำตอบที่พลิกแพลงกว่านั้น และแน่นอนว่าเขาไม่ยอมรับศูนย์คะแนนจากกรรมการตรวจข้อสอบที่บอกว่าคำตอบของเขานั้นผิดทั้งหมด

หลังจากกรรมการตรวจข้อสอบได้พูดคุยกับนักเรียนคนนี้อยู่นาน ก็พบกับคำตอบที่สร้างสรรค์แหวกแนวยิ่งขึ้นไปเรื่อยๆ

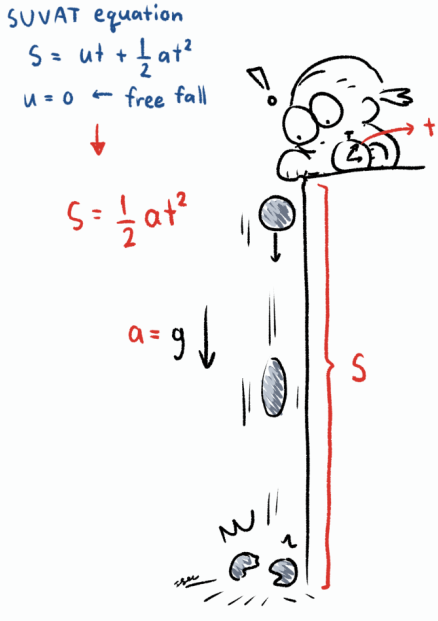
เริ่มตั้งแต่วิธีแรก วิธีที่ปราศจากการคำนวณใดๆ เป็นหลักการที่เรียบง่ายมีอยู่ว่าแค่เดินขึ้นไปยังดาดฟ้าตึกพร้อมเชือกและบารอมิเตอร์ จากนั้นผูกบารอมิเตอร์เข้ากับเชือก แล้วหย่อนลงมาจากดาดฟ้าตึก เมื่อบารอมิเตอร์แตะพื้นก็ทำการวัดความยาวของเชือกที่ใช้ดิ่งไป ซึ่งแน่นอนมันก็คือความสูงของตึกนั่นเอง

ถ้าอยากจะโชว์ความรู้ทางฟิสิกส์สักหน่อยก็ลองมาดูวิธีที่ 2 คือปล่อยบารอมิเตอร์ลงจากดาดฟ้าตึก แล้วจับเวลาที่ใช้ตั้งแต่ปล่อยบารอมิเตอร์จนมันตกถึงพื้น แต่ต้องให้แน่ใจนะว่าวันนั้นไม่มีลมแรงจนเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการตกอย่างอิสระ

จากที่เรารู้กันว่าการตกแบบอิสระสามารถคำนวณได้ด้วยสูตรดังภาพประกอบ วิธีที่ 2 ใช้ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง $g = 9.81\ ms^{-2}$ เป็นความเร่ง a เมื่อแทน t หรือค่าเวลาที่จับได้ลงไป เราก็จะได้ S เป็นความสูงของตึกออกมา



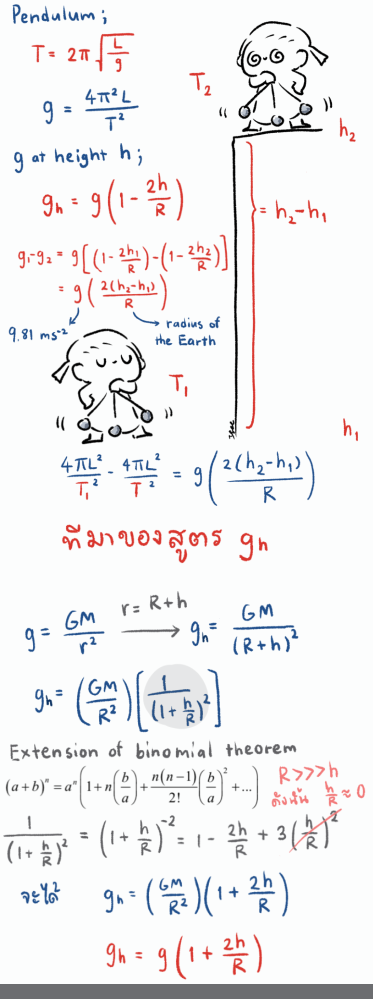
วิธีที่ 1 วิธีที่ปราศจากการคำนวณใดๆ



วิธีที่ 2 สูตรการเคลื่อนที่แบบตกอิสระ

หรือถ้าอยากได้วิธีที่ดูซับซ้อนกว่านั้นหน่อย กับเนื้อหาที่ลึกเข้าไปอีกบทหนึ่งของการเคลื่อนที่เชิงฟิสิกส์ ก็นี่เลยวิธีที่ 3 ผูกเชือกยาว L เข้ากับบารอมิเตอร์ แล้วแกว่งแบบเพนดูลัมอย่างง่ายที่พื้นและบนยอดตึก ทำการคำนวณค่าอัตราเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงโดยใช้คาบที่วัดได้จากสองตำแหน่งแล้วแทนค่าในสูตร

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$



วิธีที่ 3 ใช้หลักการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัมและการหาค่า g พร้อมพิสูจน์ที่มาของสูตร

เมื่อได้ค่า g บนพื้นและบนยอดตึก ก็นำมาหาผลต่างด้วยการแทนค่าเข้าในสูตรค่าอัตราเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ระดับความสูง h จากผิวโลก

$$g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$$

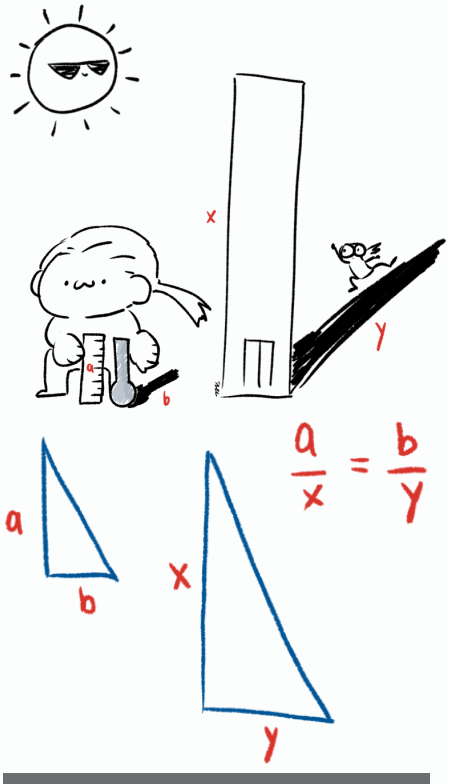
โดย R คือรัศมีของโลก และ g = 9.81 ms^{-2} ก็จะได้ผลลัพท์เป็นผลต่างระดับความสูงที่พื้น และระดับความสูงที่ยอดตึก หรือก็คือส่วนสูงของตึกดังขั้นตอนคำนวณในภาพ (ซับซ้อนใช่ไหมล่ะ)

คราวนี้ลองมาดูวิธีที่ 4 กันบ้าง โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในวันที่อากาศดี แสงแดดจ้า ก็หยิบเอาบารอมิเตอร์ตั้งฉากกับพื้นให้เกิดเงา แล้ววัดความยาวของเงาบารอมิเตอร์ ความสูงของบารอมิเตอร์ และความยาวเงาของตึก ก่อน คำนวณเทียบอัตราส่วนด้านคู่ที่สมนัยกัน ตามหลักสามเหลี่ยมคล้าย ก็จะได้ความสูงของตึกออกมา (สามเหลี่ยมจะคล้ายกันต่อเมื่อมีมุมเท่ากันสามคู่ ในกรณีนี้วัดพร้อมกัน มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ก็ย่อมเท่ากัน ส่วนมุมฉากกับมุมที่เหลืออยู่ก็เท่ากันไปตามๆ กัน)

ยัง...ยังไม่จบเท่านี้ ยังมีวิธีที่ 5 ถ้าเรามีเวลาเหลือเฟือและกล้ามเนื้อขาแข็งแรงสักหน่อย ให้เดินหรือวิ่งขึ้นบันไดหนีไฟด้านนอกตึก แล้วใช้บารอมิเตอร์ทาบตามความสูงตึก และขีดเส้นตามผนังตึกไปเรื่อยๆ นับจำนวนครั้งไว้แล้วเอามาคูณกับความยาวของบารอมิเตอร์ เราก็จะได้ความสูงของตึกออกมา

ท้ายที่สุดแล้วนักเรียนคนนี้ยังบอกอีกว่า วิธีที่ดีที่สุดก็คือวิธีที่ 6 ที่เขาบอกให้เดินถือบารอมิเตอร์นี้ไปยังชั้นใต้ดิน เคาะประตูห้องพักคนคุมตึก แล้วขอให้เขาบอก

วิธีที่ 5 จำนวนเท่าของความความยาวของบารอมิเตอร์



วิธีที่ 4 สูตรสามเหลี่ยมคล้าย

วิธีที่ 6 วิธีที่ง่ายและประหยัดเวลาที่สุด

ความสูงของตึกแลกกับบารอมิเตอร์ราคาแพงนี้ชะเลย นอกจากเร็วแล้วยังแม่นยำและน่าเชื่อถืออีกต่างหาก ไม่ต้องเสียเวลาคำนวณอะไรด้วย

ช่างเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์อันล้นเหลือ น้อยคนนักที่จะคิดได้มากมายเช่นนี้ และแน่นอนว่าวิธีคำนวณผลต่างของความดันอากาศที่พื้นและบนยอดตึก จับเข้าสูตรหาความสูงตึกออกมา อย่างที่กล่าวไว้ในตอนต้นเป็นวิธีมาตรฐานที่เราๆ ก็สามารถทำได้หากผ่านการเรียนรู้ระดับมัธยมต้นตามหลักสูตร หากแต่การตอบคำถามเดียวกันนี้ สามารถทำได้หลายวิธีที่แตกต่างกันออกไป นอกเหนือจากวิธีที่มีอยู่แล้วโดยที่ยังคงเป้าหมายเดิมไว้ ดังที่นักเรียนคนนี้ได้นำเสนอ

ฉันคิดว่าหากผู้ออกข้อสอบเจอคำตอบที่หลุดกรอบออกนอกตำราเช่นนี้บ่อยๆ เขาคงเสียเวลาในการตรวจไม่น้อย แต่สำหรับฉันแล้ว ถ้าฉันเป็นครูแล้วเจอคำตอบที่แตกต่างกันออกไป ฉันคงสนุกกับการอ่านคำตอบ และยอมเสียเวลาทั้งวันที่จะนั่งฟังคำอธิบายจากนักเรียนสุดโต่งกลุ่มนี้

เรื่อง Angels on a pin ที่นำมาเล่าให้ฟังกันในวันนี้ ที่น่าสนใจอีกจุดคือ ชื่อของเรื่องสั้นนี้มีที่มาจากสำนวน “Angels on the head of the pin” ที่มาพร้อมคำถามที่ว่า “จงหาจำนวนของนางฟ้าที่ยืนอยู่บนหัวเข็มหมุด” หนึ่งใน reductio ad absurdum (การพิสูจน์ว่าคำกล่าวหนึ่งๆ เป็นไปไม่ได้ โดยใช้เหตุผลสุดโต่งและตรรกะวิบัติมาโต้แย้ง) คำกล่าวทางตรรกะพวกนี้ สร้างขึ้นเพื่อล้อเลียนลัทธิอัสมาจารย์ (scholasticism) หรือการเรียนการสอนวิธีคิดเชิงวิพากษ์ของนักวิชาการในมหาวิทยาลัย แสดงให้เห็นว่าวิธีแก้ปัญหานั้น ไม่ ต้องอิงตามหลักวิชาการเพียงอย่างเดียว ซึ่งก็อธิบายเรื่องราวที่ยกมานี้ได้เป็นอย่างดี ว่าการแก้ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอน และหลักการที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรตำราเรียนเสมอไป เพียงแต่ให้การหาคำตอบนั้นมีหลักของเหตุและผลที่เหมาะสมก็เพียงพอแล้ว

ฉันเห็นด้วยว่าในบางครั้ง หลักการตามตำราที่ได้เรียนรู้มาก็กลายเป็นอุปสรรคชิ้นใหญ่ที่บดบังการคิดแก้ปัญหาแบบพื้นฐานอย่างสร้างสรรค์ตามสัญชาตญาณของเรา บางทีการที่เราเรียนรู้วิธีแก้เฉพาะทางสำหรับปัญหาหนึ่งๆ ที่ผู้อื่นสร้างขึ้นมาให้ กลับทำให้เรามืดบอดในการพยายามหาคำตอบด้วยวิธีอื่น

ออกจะน่าเสียดายหากสุดท้ายทุกคนเลือกวิธีเดียวกัน ได้คะแนนเต็มเหมือนกัน ทั้งๆ ที่หากเราลองละทิ้งความรู้เดิมๆ ไปเสียบ้าง หรือมองในมุมกลับกัน บางทีเราอาจจะค้นพบหนทางใหม่ที่น่าสนุกและท้าทายกว่าแบบเดิมที่เป็นอยู่อีกมากมาย

ในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ความรู้ทำให้เราแก้โจทย์ได้ทันทีโดยไม่ต้องคิดมาก แต่ขณะเดียวกันความไม่รู้ก็ก่อให้เกิดจินตนาการที่ทำให้เราคิดมากขึ้น ค้นคว้ามากขึ้น เกิดความคิดใหม่ๆ และค้นพบวิธีการใหม่ๆ ที่ไม่มีถูก ไม่มีผิด ท้ายที่สุดแล้วเราก็บรรลุผลลัพธ์ได้เหมือนเดิม เพิ่มเติมคือความสนุกและความเป็นเอกลักษณ์ ที่อาจนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ขึ้นมาบนโลกก็เป็นได้ เพราะฉะนั้นอย่าได้เสียกำลังใจหากผลสอบออกมาไม่เป็นอย่างที่เราคาดหวัง

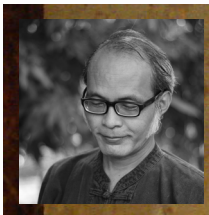
การที่เราคิดต่างกับคนอื่นไม่ใช่เรื่องผิดอะไร ขอเพียงคิดต่างแล้วสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่มาที่ไปได้ เพียงเท่านี้ ไม่ว่าปัญหาจะยากแค่ไหนก็จะสามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการอันสร้างสรรค์

แล้วเพื่อนๆ ล่ะ เลือกที่จะทำตามการท่องจำจากตำราการค้นพบของคนอื่น หรือจะเริ่มต้นทบทวนและจินตนาการเส้นทางใหม่ด้วยตนเอง

หากใครมีวิธีตอบโจทย์ข้อนี้ด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากข้างต้น อย่าลืมเขียนมาเล่าให้กันฟังบ้างล่ะ

ขอบคุณที่มาข้อมูลจาก:

เรื่องสั้น Angels on a Pin (101 Ways to Use a Barometer) by Alexander Calandra จากหนังสือพิมพ์ The Saturday Review ฉบับวันที่ 21 เดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1968
(ฉบับออนไลน์: https://www.unz.com/print/SaturdayRev-1968dec21-00060/)



พงศธร กิจเวช (อัฐ)
Facebook: คนดูดาว stargazer

กลุ่มดาวแกะ ที่มาของเดือนเมษายน

กาลครั้งหนึ่งนานมาแล้ว พระราชาแอทามัส (Athamas) แห่งเมืองออโคมีนุส (Orchomenus) ในดินแดนกรีก ทรงมีพระมเหสีเป็นเทพธิดาแห่งเมฆชื่อ เนฟิลี (Nephele) ทรงให้กำเนิดพระโอรสและพระธิดาแฝดคือเจ้าชายฟริกซัส (Phrixus) และเจ้าหญิงเฮลลี (Helle)

ต่อมาพระราชาแอทามัสทรงมีพระชายาใหม่คือ ไอโน (Ino) ผู้เป็นพระธิดาของพระราชาแคดมัส (Cadmus) แห่งเมืองทีบส์ (Thebes)

พระมเหสีเนฟิลีเลยกริ้ว และเสด็จหนีไป ทำให้ฝนไม่ตก เกิดความแห้งแล้ง ประชาชนทุกข์ยากลำบาก

ภาพวาดเจ้าชายฟริกซัสนั่งบนหลังแกะทองคำ และเจ้าหญิงเฮลลีพลัดตกลงไปในทะเล วาดเมื่อประมาณปี ค.ศ. 45-79 หรือประมาณ 1,942-1,976 ปีก่อน เป็นภาพวาดฝาผนังที่พบในเมืองปอมเปอี (Pompeii) ประเทศอิตาลี ซึ่งเป็นเมืองที่ถูกเถ้าถ่านของภูเขาไฟวิสุเวียส (Vesuvius) กลบไว้

ที่มา *Wikimedia*
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Affreschi_romani_-_Pompei_-_Frisso_ed_Elle.JPG

ภาพจำลองตอนดวงอาทิตย์ตก วันที่ 20 เมษายน 2564 จะเห็นดวงอาทิตย์เข้าไปอยู่ในกลุ่มดาวแกะ

ที่มา *แอป Celestron SkyPortal*

พระชายาไอโนทรงคิดหาทางกำจัดเจ้าชายฟริกซัสและเจ้าหญิงเฮลี จึงทรงอ้างว่าต้องบูชายัญเจ้าชายฟริกซัส จึงจะทำให้ดินฟ้าอากาศกลับเป็นปกติ พระราชาแอทามัสทรงหลงเชื่อ จึงทรงสั่งให้นำเจ้าชายฟริกซัสไปบูชายัญ

ขณะที่กำลังจะบูชายัญ ก็มีแกะวิเศษ มีขนเป็นทองคำ มีปีกบินได้ เข้ามาช่วยเจ้าชายฟริกซัสและเจ้าหญิงเฮลลี บินหนีไป

ระหว่างที่บินข้ามทะเล เจ้าหญิงเฮลลีได้พลัดตกลงไปและจมน้ำสิ้นพระชนม์

เมื่อบินมาไกลจนเห็นว่าปลอดภัยแล้ว แกะทองคำจึงนำเจ้าชายลงที่ดินแดนคอลกิส (Colchis) เจ้าชายฟริกซัสทรงบูชายัญแกะทองคำถวายเทพเจ้า แกะตัวนี้ได้กลายเป็นกลุ่มดาวแกะ (Aries) อยู่บนท้องฟ้า

เจสันเอาขนแกะทองคำมาแสดงให้พระราชาพีลิแอสทอดพระเนตร เป็นภาพวาดบนแจกันกรีก ประมาณ 340-330 ปีก่อนคริสตกาล หรือประมาณ 2,350-2,560 ปีก่อน

ที่มา *Wikipedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Fleece

รูปสลักหินอ่อน เจสันกับขนแกะทองคำ โดย Bertel Thorvaldsen ค.ศ. 1803
ที่มา *Wikipedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/Jason

ภาพวาดแฮราคลีส (เฮอร์คิวลีส) กับเหล่าวีรบุรุษอาร์โกนอตส์ บนเหยือกศิลปะกรีก ประมาณ 460-450 ปีก่อนคริสตกาล หรือประมาณ 2,471-2,481 ปีก่อน
ที่มา *Wikipedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/Argonauts

กลุ่มดาวแกะเป็นที่มาของชื่อเดือนเมษายน คำว่า **“เมษายน”** มาจากคำว่า **“เมษ”** แปลว่า แกะ กับคำว่า **“อายน”** แปลว่า การมาถึง หมายถึงดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาถึงกลุ่มดาวแกะหรือราศีเมษ

ในทางดาราศาสตร์ดวงอาทิตย์จะเข้าไปอยู่ในกลุ่มดาวแกะวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2564

ย้อนกลับไปเรื่องเจ้าชายฟริกซัส หลังจากทรงบูชายัญแกะแล้ว ทรงเก็บขนแกะทองคำแขวนไว้บนต้นโอ๊ก มีวัวที่กีบเป็นทองเหลือง มีลมหายใจเป็นไฟ และมังกรที่ไม่เคยหลับ เฝ้าขนแกะทองคำไม่ให้ใครเอาไปได้

กลุ่มดาวเธืออาร์โกทีปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดาว
ที่มา *แอป Celestron SkyPortal*

ภาพวาดเรืออาร์โกโดย Konstantinos Volanskis (ค.ศ. 1837-1907) จิตรกรชาวกรีก

แกะตัวผู้ (ram) ชื่อวิทยาศาสตร์ Ovis aries
ที่มา *Wikimedia*
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sheep_(Ovis_aries)_(8124796784).jpg

โปสเตอร์ภาพยนตร์เรื่อง Jason and the Argonauts ปี 1963
ที่มา *Internet Movie Poster Awards*
http://www.impawards.com/1963/jason_and_the_argonauts.html

เวลาผ่านไปมีเจ้าชายหนุ่มชื่อ เจสัน (Jason) ทรงรับคำท้าจากพระราชาพีลิแอส (Pelias) ว่าหากเจ้าชายเจสันทรงนำขนแกะทองคำมาได้ จะทรงคืนราชบัลลังก์แห่งเมืองไอโอคุส (Iolcus) ที่พระราชาพีลิอัสทรงแย่งมาจากพระราชาเอสัน (Aeson) พระราชบิดาของเจ้าชายเจสัน

เจ้าชายเจสันทรงชวนพระสหายวีรบุรุษผู้กล้าออกร่วมเดินทางไปค้นหาขนแกะทองคำ หนึ่งในนั้นคือ แฮราคลีส (Heracles) หรือที่ชาวโรมันเรียกว่า เฮอร์คิวลีส (Hercules) ด้วย

ทั้งหมดออกเดินทางไปในทะเลด้วยเรืออาร์โก (Argo) จึงเรียกเหล่าวีรบุรุษนี้ว่า อาร์โกนอตส์ (Argonauts)

เหล่าวีรบุรุษได้ออกเดินทางผจญภัยต่างๆ มากมาย จนในที่สุดสามารถนำขนแกะทองคำกลับไปได้

และเรืออาร์โกได้กลายเป็นกลุ่มดาวเรืออาร์โก (Argo Navis) ปัจจุบันได้แบ่งกลุ่มดาวเรืออาร์โกออกเป็น 3 กลุ่มดาวคือกลุ่มดาวกระดูกงูเรือ (Carina) กลุ่มดาวท้ายเรือ (Puppis) และกลุ่มดาวใบเรือ (Vela)

ในกลุ่มดาวกระดูกงูเรือนั้นมีดาวคาโนปัส (Canopus) เป็นดาวฤกษ์ที่สว่างมากที่สุดอันดับ 2 บนท้องฟ้าเวลากลางคืน สามารถมองเห็นได้แม้ในเมืองที่มีมลพิษแสงมากอย่างกรุงเทพฯ (ความสว่าง -0.74)

ส่วนกลุ่มดาวแกะมีดาวสว่างคือดาวแฮมัล (Hamal) อาจพอเห็นได้ในเมืองใหญ่ (ความสว่าง 2.00)

by อาจารย์เจษฎ์
https://www.facebook.com/OhISeebyAjarnJess/

ขวดน้ำดื่มทิ้งไว้ในรถอาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ แต่ไม่ได้ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งนะครับ

วันนี้มีการแชร์โพสต์เตือนภัยเกี่ยวกับเรื่อง "วางขวดน้ำไว้ในรถ" ว่าเป็นอันตรายมาก เพราะเมื่อแสงตกกระทบกับน้ำจะหักเหเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานความร้อน ก่อให้เกิดไฟไหม้ได้ จากแหล่งเชื้อเพลิงในรถ เช่น ผ้า หนังสังเคราะห์ พลาสติก ยาง แถมน้ำดื่มที่ใส่ขวดพลาสติกเมื่อถูกแสงแล้วก็จะเกิดสารก่อมะเร็งด้วย !?!

ก่อนจะไปเรื่องที่ว่าขวดน้ำในรถทำให้เกิดไฟได้อย่างไร ? ก็ขอค้านก่อนเลยว่า น้ำดื่มบรรจุขวดที่ทิ้งไว้ในรถตากแดด ไม่ได้จะทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง อย่างที่ชอบแชร์กันผิดๆ นะครับ !! เคยเขียนอธิบายไว้หลายรอบ รวมทั้งให้ข้อมูลผลการทดลองยืนยันไว้แล้วนะครับ (ลองดูตัวอย่างจากโพสต์นี้ครับ https://www.facebook.com/OhISeebyAjarnJess/posts/256837774799283/)

อ๋อ มันเป็นอย่างนี้นี่เอง

ภาพประกอบจาก https://www.thesun.co.uk/motors/6768755/leave-water-bottle-hot-car-cause-fire/

ภาพประกอบจาก https://en.wikipedia.org/wiki/Lens

กลับมาเรื่อง **"ทิ้งขวดน้ำไว้ในรถ ทำให้เกิดการลุกไหม้"** อันนี้เป็นเรื่องจริงที่เกิดขึ้นได้ เคยมีรายงานแล้วทั้งในต่างประเทศและในไทย แต่มักจะเป็นความบังเอิญมากที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุหลักก็คือ ขวดน้ำทำตัวเหมือนเป็น "เลนส์" ที่โฟกัสรวมแสงอาทิตย์จนเกิดจุดความร้อนที่สูงพอจะทำให้วัสดุในรถติดไฟได้

หลักการนั้นก็คล้ายๆ กับที่เราเอา "แว่นขยาย" ซึ่งเป็นเลนส์นูนมารวมแสงโฟกัสลงไปบนพื้น เกิดจุดแสงที่มีพลังงานความร้อนสูงเผาใบไม้ เผากระดาษเล่น ตอนเด็กๆ ซึ่งขวดใสใส่น้ำเปล่า ไม่ว่าจะเป็นขวดพลาสติกหรือขวดแก้ว ก็สามารถที่จะทำให้เกิดการโฟกัสแสงที่เข้ามาในรถได้เหมือนกัน

แต่ผู้เชี่ยวชาญบอกด้วยว่า แม้ขวดน้ำจะรวมแสงโฟกัสจนทำให้วัสดุในรถร้อนจัด เกิดควันของการเผาไหม้ขึ้นได้นั้น ก็ไม่น่าจะเป็นไปได้ที่ถึงขนาดติดไฟลุกไหม้อุปกรณ์ในรถจนไฟไหม้รถทั้งคันอย่างที่กลัวกัน เพราะผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่จะต้องใช้วัสดุภายในรถที่ทนไฟ ตามมาตรฐานการประกอบรถยนต์ (อ่านเพิ่มเติมใน https://www.livescience.com/62899-water-bottle-fire.html)

ตัวที่จะเป็นปัญหาจริงๆ คือ ข้าวของอย่างอื่นที่เราทิ้งไว้ในรถเองมากกว่า เช่น แผ่นกระดาษ ผ้า เศษขยะ ถ้าบังเอิญจุดโฟกัสรวมแสงจากขวดน้ำนั้นไปโดนพวกมันเข้าพอดี และเป็นระยะเวลานานเพียงพอที่จะเกิดการลุกไหม้ติดไฟได้

มีคลิปวิดีโอตัวอย่างที่บริษัท Idaho Power ของสหรัฐอเมริกาลองทดลองเอาขวดน้ำมาทำเป็นเลนส์ ให้เกิดจุดความร้อนขึ้นในรถ (https://youtu.be/EUdbdalZnEQ) พบว่า ขวดน้ำสามารถทำให้เบาะหนังในรถร้อนขึ้นถึง 99 องศาเซลเซียส และทำให้เกิดรูไหม้ขึ้น 2 รูบนเบาะนั้น

แต่ก็ต้องอย่าลืมว่าทั้งขวดน้ำ-แนวแสงแดด-วัสดุเชื้อเพลิงต้องบังเอิญมาเรียงตัวในระนาบที่เหมาะสมพอดีเป๊ะ ถึงจะเกิดเช่นนี้ได้ ขวดน้ำเองก็ต้องเป็นขวดที่ผิวเรียบไม่เป็นร่อง และทรงโค้งกำลังดีถึงจะเป็นเลนส์ที่เหมาะสม น้ำที่อยู่ด้านในก็ต้องใสมากพอที่จะทำให้แสงผ่านไปได้

และที่สำคัญที่สุดคือแสงแดดจะต้องส่องลงมาที่ขวดน้ำเป็นเวลานานมากเพียงพอในมุมที่เหมาะสม กว่าที่จะทำให้จุดรวมแสงนั้นร้อนจัดจนเกิดการลุกไหม้ได้ ถ้าแสงส่องผ่านกระจกรถ หรือฟิล์มกรองแสง หรือเป็นวันที่มีเมฆ ก็จะลดปริมาณแสงที่จะผ่านขวดน้ำลงได้

สรุปคือ การทิ้งขวดน้ำไว้ในรถในวันที่แดดจัด แล้วจะทำให้เกิดไฟลุกไหม้ขึ้นในรถได้นั้น แม้ว่าจะเป็นไปได้ แต่ก็ไม่ได้จะเกิดขึ้นง่ายๆ อย่างที่กลัวและแชร์กันครับ ต้องบังเอิญมากๆ จริงๆ จึงจะเกิดสภาวะที่เหมาะสมขนาดนั้นได้

อย่างไรก็ตาม ถ้ากังวลก็ไม่ควรทิ้งขวดน้ำเปล่าไว้ในรถในตำแหน่งที่จะโดนแสงแดดได้โดยตรง แค่นั้นก็ปลอดภัยแล้วครับ

ปล. อีกเรื่องที่คล้ายๆ กัน คือเรื่องที่มีคนวาง **"เก้าอี้อะลูมิเนียมสีเงิน"** ไว้ แล้วมันสะท้อนแสงขึ้นไปทำให้โต๊ะไม้ไหม้ได้ อันนั้นก็หลักการคล้ายกัน เพียงแต่เป็นการโฟกัสรวมแสงของ **"เลนส์เว้า"** คล้ายๆ กับพวกจานดาวเทียมครับ

ภาพประกอบจาก

https://www.thesun.co.uk/motors/6768755/leave-water-bottle-hot-car-cause-fire/ และ https://en.wikipedia.org/wiki/Lens

ข้อมูลจาก

https://www.thesun.co.uk/motors/6768755/leave-water-bottle-hot-car-cause-fire/

ดร.ชวลิต วิทยานนท์ และจารุปภา วะสี

ปลาจะละเม็ด

คนหม่ำปลาส่วนใหญ่ยังงงๆ กับ **ปลาจะละเม็ด** ว่ามีกี่ชนิดกันแน่

ปัจจุบันในท้องตลาดมีปลาจะละเม็ด 4 ชนิด เรียงลำดับตามความอร่อยและความแพง คือ ปลาจะละเม็ดเทา ปลาจะละเม็ดขาว ปลาจะละเม็ดดำ และปลาจะละเม็ดทอง

ปลาจะละเม็ดที่รู้จักกันมานานมี 3 ชนิด คือ จะละเม็ดเทาหรือเต๋าเต๊ย หรือที่ทางเมืองชลเรียกว่า หางวาฬ (วงศ์จะละเม็ด Family Stromateidae) จะละเม็ดขาวที่มีชื่อเล่นว่า **ปลาหมาแหงน** (วงศ์จะละเม็ด) และจะละเม็ดดำ (วงศ์สีกุน-หางแข็ง Family Carangidae) ส่วนจะละเม็ดทองนั้นเป็นจะละเม็ดน้องใหม่ เดิมชื่อเนื้ออ่อนทะเลหรือแล่นลม ชื่อจีนว่า อั้งซา (วงศ์สีกุน-หางแข็ง) อร่อยน้อยที่สุดและราคาเบาที่สุด

ปลาจะละเม็ดทองส่วนใหญ่ที่ขายกันในตลาดมาจากฟาร์มเลี้ยง ส่วนอีกสามชนิดเป็นปลาธรรมชาติ มีคนพยายามเพาะเลี้ยงเต๋าเต๊ย แต่ยากและยังไม่สำเร็จ

ปลาจะละเม็ดทุกชนิดกินแมงกะพรุนเป็นอาหาร

ปลาจะละเม็ดเทา
Pampus chinensis

ภาษาแต้จิ๋วเรียก **"เต๋าเต๊ย"** ชลบุรีเรียก **"หางวาฬ"**

ครีบสั้นและกว้างกว่าชนิดอื่น หางทรงคล้ายหางปลาวาฬ พื้นตัวสีเทานวล รสชาติดีที่สุด ราคาแพงสุด มักพบใกล้ปากแม่น้ำและชายฝั่ง

ปลาจะละเม็ดขาว
Pampus argenteus

ภาษาแต้จิ๋วเรียก **"แปะเชีย"** มีชื่อเล่นว่า **"ปลาหมาแหงน"** เพราะกินได้ทั้งตัว ไม่เหลือหัวให้น้องหมา

ครีบและหางแหลมยาวกว่าชนิดอื่น พื้นตัวสีเทาเงิน เกล็ดหลุดง่ายมาก พบแหล่งเดียวกับจะละเม็ดเทา ราคาแพงเป็นอันดับสอง

ปลาจะละเม็ดดำ
Parastromateus niger

ภาษาแต้จิ๋วเรียกว่า **"โอวเชีย"**

ครีบสั้นกว่าทุกชนิด คอดหางเรียวและมีสันตื้นๆ ด้านข้าง พื้นตัวสีคล้ำ เกล็ดหลุดยาก เนื้อแข็งกว่าชนิดอื่น และราคาถูกกว่าจะละเม็ดเทาและขาว แต่ในมาเลเซียราคาแพงเป็นอันดับสองรองจากเต๋าเต๊ย พบตามชายฝั่งถึงทะเลเปิด

ปลาจะละเม็ดทอง
Trachinotus blochii

ภาษาแต้จิ๋วเรียกว่า **"อั้งซา"** ชื่อเดิมคือ **"แล่นลม"** หรือ **"เนื้ออ่อนทะเล"** ลำตัวยาวกว่าปลาจะละเม็ดทั่วไป ด้านหลังมีก้านครีบสั้นๆ คล้ายหนามเล็กๆ หลายอัน ตัวสดมีท้องและครีบสีเหลืองทอง เกล็ดติดแน่น ไม่หลุด เนื้อแข็งที่สุด ราคาถูกสุดเพราะเลี้ยงในฟาร์มได้แล้ว ในธรรมชาติพบตามแนวปะการัง

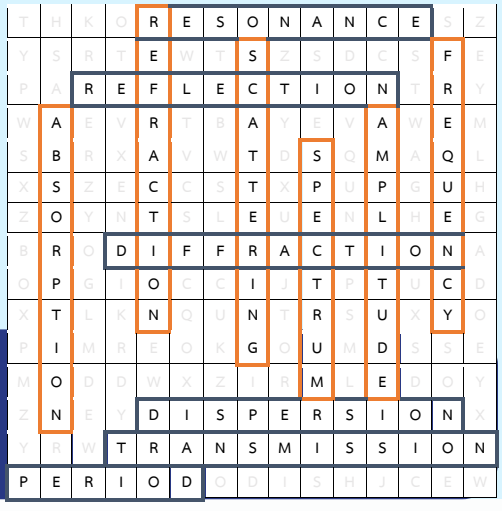
Sci Quiz

บ้านนักคิด

ฉบับที่ 96 เป็นเกมหาคำศัพท์เกี่ยวกับแสง สี เสียง 12 คำ ไปดูเฉลยกันฮะ

แถวตั้ง ได้แก่ absorption, refraction, scattering, spectrum, amplitude, frequency

แถวนอน ได้แก่ resonance, reflection, diffraction, dispersion, transmission, period



ผู้ได้รับรางวัลประจำฉบับที่ 96

รางวัลที่ 1 30th anniversary NSTDA tumbler ได้แก่ ด.ญ.ปัณณิตา คงเสรี

รางวัลที่ 2 กิฟต์เซต I love science (กระเป๋า+สมุดโน้ต) ได้แก่ คุณอนุตตรา ณ ถลาง คุณวราภรณ์ ภิญโญ

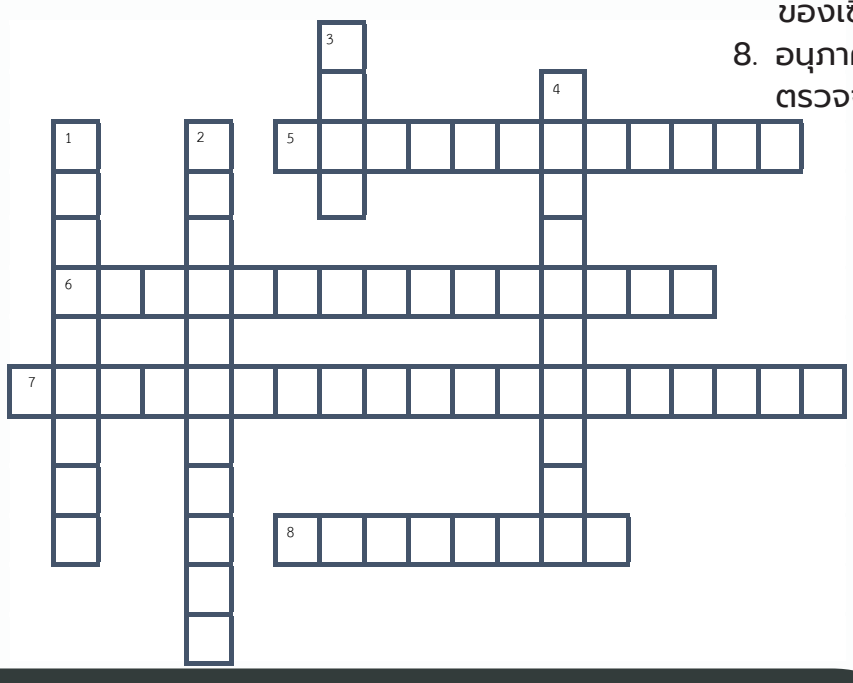
Cover Story ฉบับนี้เป็นเรื่องราวความสัมพันธ์ระหว่างประเทศไทยกับองค์การระดับโลกอย่างเซิร์น (CERN, European Council for Nuclear Research) มาอย่างยาวนานกว่า 20 ปี ดังนั้นในฉบับนี้เรามาเล่น crossword ที่เกี่ยวกับเซิร์นกันดีกว่า เหมียวมีคำใบ้ไว้ให้พร้อมแล้วด้วย เชิญได้เลยฮะ

แถวตั้ง

1. นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ผู้ให้กำเนิดทฤษฎีควอนตัม
2. ประเทศที่เซิร์นตั้งอยู่
3. สสารทุกชนิดประกอบด้วยสิ่งนี้
4. อนุภาคมูลฐานที่เซิร์นเพิ่งค้นพบในปี พ.ศ. 2555 ได้รับฉายาว่า "อนุภาคพระเจ้า"

แถวนอน

5. นวัตกรรมที่ Tim Berners-Lee พัฒนาขึ้นตอนที่เขาทำงานอยู่ที่เซิร์น
6. สาขาหนึ่งของฟิสิกส์ซึ่งเป็นหนึ่งในงานวิจัยหลักของเซิร์น
7. เครื่องเร่งอนุภาคที่ทรงพลังและใหญ่ที่สุดในโลกของเซิร์น
8. อนุภาคมูลฐานที่มีมวลน้อยมากๆ ไม่มีประจุ ตรวจจับยาก เรียกกันว่า "อนุภาคผี"



รางวัลประจำฉบับที่ 97

รางวัลที่ 1 30th anniversary NSTDA tumbler

จำนวน 1 รางวัล

รางวัลที่ 2 กิฟต์เซต I love science (กระเป๋า+สมุดโน้ต)

จำนวน 2 รางวัล

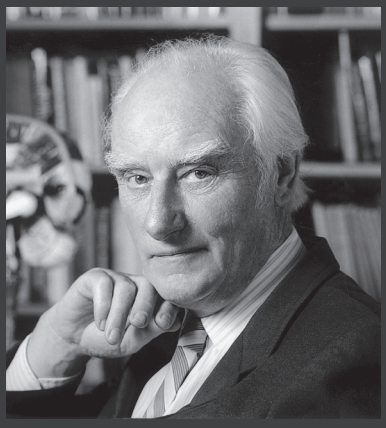
ส่งคำตอบมาร่วมสนุกได้ที่

กองบรรณาธิการสาระวิทย์ ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
หรือส่งทางโทรสารหมายเลข 0 2564 7016 หรือทาง e-mail ที่ sarawit@nstda.or.th
อย่าลืมเขียนชื่อ ที่อยู่ มาด้วยนะฮะ

หมดเขตส่งคำตอบ วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2564
คำตอบจะเฉลยพร้อมประกาศรายชื่อผู้ได้รับรางวัล ในสาระวิทย์ ฉบับที่ 98
สำหรับของรางวัล เราจะจัดส่งไปให้ทางไปรษณีย์

คำคม นักวิทย์

ดร.นำชัย ชีววิวรรธน์



ภาพจาก Wikipedia.org

The two chains of DNA are like two lovers, held tightly together in an intimate embrace, but separable because however closely they fit together each has a unity which is stronger than the bonds which unite them.

- Francis Crick -

สายทั้งสองของ DNA ก็เหมือนกับคู่รักสองคน ที่กอดกันอย่างใกล้ชิดแนบแน่น แต่ก็แยกจากกันได้ เพราะไม่ว่าจะเข้ากันดีเพียงใด ต่างก็มีตัวตนที่มีพันธะยึดเหนี่ยวที่แข็งแกร่งเกินกว่าพันธะที่ยึดโยงพวกเขาเข้าด้วยกัน

- ฟรานซิส คริก -

ฟรานซิส คริก

(8 มิถุนายน พ.ศ. 2459 - 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2547)

นักอณูชีววิทยา (molecular biologist), นักชีวฟิสิกส์ (biophysicist) และนักประสาทวิทยาศาสตร์ (neuroscientist) เขากับเจมส์ วัตสัน และโรสลาลินด์ แฟรงคลิน เป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการไขความลับโครงสร้างรูปเกลียวคู่ของดีเอ็นเอ เขากับวัตสันและมอริส วิลคินส์ (Maurice Wilkinds) ได้รับรางวัลโนเบลสาขาสรีรวิทยาหรือการแพทย์ร่วมกันในปี พ.ศ. 2505 สำหรับ "การค้นพบโครงสร้างระดับโมเลกุลของกรดนิวคลีอิกและนัยสำคัญของมันในการถ่ายเทข้อมูลในสิ่งมีชีวิต"

เขาเป็นผู้สร้างคำว่า "central dogma" ที่หมายถึง ข้อมูลถ่ายเทอย่างมีทิศทางจากกรดนิวคลีอิก (DNA หรือ RNA) ไปเป็นโปรตีนและไม่ไหลทวนทิศทางในช่วงท้ายของชีวิต เขาสนใจศึกษาประสาทชีววิทยา (neurobiology) เพื่อพยายามศึกษาเรื่องจิตสำนึก (consciousness) อย่างเป็นระบบ

ใบสมัครสมาชิก สาระวิทย์

สามารถสมัครผ่านช่องทางออนไลน์ได้ที่ลิงก์
https://forms.gle/jnj86w6J58Y9Nqqb8
หรือ Scan QR Code

สิทธิพิเศษสำหรับสมาชิก

- ได้รับ “นิตยสารสาระวิทย์” e-magazine รายเดือนอย่างต่อเนื่องทางอีเมล โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
- ซื้อหนังสือของ สวทช. ได้รับส่วนลด 20% ณ ศูนย์หนังสือ สวทช. อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย https://bookstore.nstda.or.th/

ติดต่อกองบรรณาธิการสาระวิทย์

ได้ทางอีเมล

sarawit@nstda.or.th

ที่อยู่

ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ (MPC)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

สาระวิทย์เป็นนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-magazine) รายเดือน มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งของไทยและต่างประเทศให้แก่กลุ่มผู้อ่านที่เป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปที่สนใจในเรื่องดังกล่าว โดยสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีที่ www.nstda.or.th/sci2pub/ หรือ บอกรับเป็นสมาชิกได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

จัดทำโดย ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ข้อความต่างๆ ที่ปรากฏในนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ฉบับนี้เป็นความเห็นโดยอิสระของผู้เขียน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย