



SCIENCE

ฉบับที่ 1 / 2566

วารสารเฉพาะวิชาตีพิมพ์ โดยคณะกรรมการพัฒนาหนังสือ
ISSN 0125-0515

MAGAZINE

INTERVIEW

อาจารย์ปรีชต์ โชติบุตร
นักฟิสิกส์ทฤษฎีผู้หลงใหล
ในการไขความลับของ
กฎธรรมชาติ

FEATURE

ว่าด้วยคำถาม “สุดขั้ว”
จากนักปรัชญาและ
คำตอบที่ “สุดขั้ว”
ของนักฟิสิกส์

FUTURE ENERGY

ไฮโดรเจน
โมเลกุลเหมือนกัน
แต่อาจไม่เหมือนกัน

QUANTUM 101

ควอนตัม 101
: พื้นฐานต้องรู้

SCOOP

5 ปรากฏการณ์
ฟิสิกส์สุดขั้ว

EXTREME

PHYSICS

ฟิสิกส์สุดขั้ว

ราคา
[80฿]

สารนายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สวัสดีครับท่านสมาชิกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์ ผู้สนับสนุนการจัดทำและผู้ติดตามวารสารวิทยาศาสตร์ที่เคารพทุกท่าน ในวาระดีถีขึ้นปีใหม่ ผมขออวยพรให้ทุกท่านประสบแต่ความสุข ความสมหวังและมีสุขภาพที่แข็งแรงตลอดปี 2566

ผมหวังว่าวารสารวิทยาศาสตร์ฉบับปฏิรูปที่ได้เผยแพร่แล้วมีบทความที่ให้สาระที่มีประโยชน์ต่อผู้อ่าน นักวิทยาศาสตร์ นักเรียน นิสิต นักศึกษาและประชาชนทั่วไป ซึ่งต้องขอบพระคุณที่มบรรณาธิการวิชาการและทีมงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด เห็นงานเป็นลม ที่ได้สรรหาบทความที่มีประโยชน์และน่าสนใจมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฉบับนี้มี Theme ของฉบับ เป็น Extreme Physics ซึ่งน่าสนใจเช่นกัน

ท้ายนี้ผมขอขอบพระคุณท่านที่ปรึกษาทุกท่าน คณะกรรมการบริหารสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ผู้สนับสนุนการจัดทำ ทีมบรรณาธิการบริหารและทีมบรรณาธิการวิชาการ ที่ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ (Science Magazine) ให้มีคุณภาพและคุณค่าคงอยู่คู่สังคมไทย



รศ.ดร.รณฤทธิ์คุณ มงคลอัครรัตน์
นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์

HIGHLIGHT

ไฮไลท์ประจำฉบับ



[4] **FEATURE**
ว่าด้วยคำถาม “สุดชั่ว” จากนักปรัชญาและคำตอบที่ “สุดชั่ว” ของนักฟิสิกส์



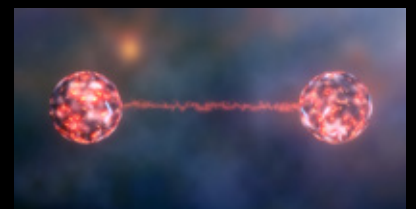
[12] **ควอนตัม 101:**
พื้นฐานต้องรู้



[34] **FUTURE ENERGY**
ไฮโดรเจน โมเลกุลเหมือนกัน แต่อาจไม่เหมือนกัน



[26] **INTERVIEW**
อาจารย์ปริชต์ ไซตบุตร



[46] **SCOOP**
5 ปรากฏการณ์ฟิสิกส์สุดชั่ว

บทบรรณาธิการ



ในวันที่ 5 ธันวาคม 2565 นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการทดลองนิวเคลียร์ฟิวชันที่ผลิตพลังงานออกมา มากกว่าพลังงานที่ใส่เข้าไป เป็นครั้งแรก นับได้ว่าเป็นก้าวสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างดวงอาทิตย์เทียม ที่เราเคยเห็นดอกเตอร์ออกโทปัส (Doctor Octopus) สร้างขึ้นในภาพยนตร์เรื่อง ดิ อะเมซิง สไปเดอร์แมน (The Amazing Spider-Man) ซึ่งถ้าไม่นับว่าในภาพยนตร์จะจบไม่สวยนัก การสร้างดวงอาทิตย์เทียมขึ้นมาได้ ก็จะเป็นหนทางไปสู่พลังงานสะอาดไร้ขีดจำกัดกันเลยทีเดียว

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ เพราะความรู้ทางฟิสิกส์ขั้นสูง ที่นอกจากจะเป็นประโยชน์มหาศาลกับมวลมนุษยชาติแล้ว ยังเป็นเรื่องที่สนุกและน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ด้วยเหตุนี้ วารสารวิทยาศาสตร์ฉบับนี้จึงขอนำเสนอในหัวข้อ “ฟิสิกส์สุดซึ้ง!” ที่รวบรวมบทความตั้งแต่เรื่องพื้นฐานด้านควอนตัม ด้านฟิสิกส์พลังงานสูง เรื่องสุดซึ้งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมไปถึงบทสัมภาษณ์ของนักฟิสิกส์สุดซึ้งที่เคยเป็นมือเบสบาสเก็ตชื่อดัง นับได้ว่าเป็นวารสารสุดซึ้งฉบับหนึ่งเลยทีเดียว

มัดดี พลังค์ บิดาแห่งควอนตัมเคยกล่าวไว้ว่า “ถ้าคุณเปลี่ยนวิธีการมองสิ่งต่างๆ สิ่งที่คุณมองก็จะเปลี่ยนไป”

เราลองมามองสิ่งต่างๆ ผ่านความรู้สุดซึ้งกันนะครับ

ผศ.ดร.ริสะ ศิริธรรากุล

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ก้ำกวด มงคลกุล
รศ.ดร.คุณหญิงสมณฑา พงษ์บุณย
ศ.ดร.มศว.ชัยณัฐ สวัสดิ์วัฒน์
ศ.ดร.สมศักดิ์ ฐิวิวัฒน์
ศ.ดร.บุศวิมล สิมปิจานนท์
ศ.ดร.จรัส สิมปิจานนท์
ศ.ดร.พลกฤษณ์ แสงวณิช
ศ.ดร.สุพจน์ หารหนองบัว
รศ.ดร.นภาพรสรณ นพรัตน์
ศ.ดร.ศุภวรรณ ตันตยานนท์

ศ.ดร.สุเมธย์ สุขสำราญ
ดร.พรชัย อินทร์ฉาย
ดร.ณอมวงศ์ แต่โฬัฐพงษ์
นายพุศศักดิ์ ศรีถนอระกุล
ศ.ดร.สมปอง คล้ายหนองสรวง
ศ.ดร.อภิชาติ สุขสำราญ

กองบรรณาธิการบริหาร

รศ.ดร.รณภรณ์คุณ มงคลอัศวรัตน์
รศ.ดร.ศักดา ไตรศักดิ์
ศ.ดร.ตะวัน สุขน้อย
รศ.ดร.บุณยมา ศิริพันธ์
รศ.ดร.ภักธราวุธ มนต์วิเศษ

แนะนำนักเขียนประจำฉบับ



ดร.บัญชา รตนบุญสมบัติ

นักสื่อสารวิทยาศาสตร์ มีผลงานเขียน-แปลกว่า 40 เล่ม ปัจจุบันเป็นคอลัมน์สตีลของ มติชนสุดสัปดาห์ และเป็นวิทยากรของ Thai PBS Podcast



รศ.ดร.สุวิมล วงศ์สกุลเกษข

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และนักวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตไฮโดรเจน



รศ.ดร.เอกสิทธิ์ สมสุข

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ทำงานวิจัยการเร่งปฏิกิริยาเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพและการหมุนเวียนการใช้พลาสติก



รศ.ดร.อรรณกฤต จัตตรฤติ

จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เชี่ยวชาญฟิสิกส์อนุภาคและจักรวาลวิทยา ผู้แปล “ประวัติย่อของกาลเวลา” และ “ทะลุมิติวิทยาศาสตร์กับอินเทอร์เน็ตลาร์”



ดร.พงศกร สายเพชร

อาจารย์พิเศษวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดลและอาสาสมัครสอนวิทยาศาสตร์ให้เด็ก ๆ ระดับอนุบาล 3 ถึงมัธยมต้นที่โรงเรียนอนุบาลบ้านพลอยภูมิและศูนย์การเรียนรู้ปฐมธรรม



อาจารย์ฤทัย จงสฤษดิ์

ผู้อำนวยการฝ่ายอาวุโสฝ่ายวิชาการหลักสูตรและสื่อการเรียนรู้ สวทช. และวิทยากรหลักอาวุโส โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย



ดร.สสพฤกษ์ มุกกัท

หัวหน้าทีมวิจัยการประมวลผลและเข้าใจภาพในทูลู่วิจัย AI ที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ กรรมการและประธานฝ่ายวิชาการ สมาคมปัญญาประดิษฐ์ประเทศไทย

ผศ.ดร.วรินทร์ ชวงศิริ
ดร.ชวินทร์ กุลเศรษฐัญชัย
รศ.ดร.อันทาวร สรรพพรสถิตย์
นางมนริดา สิตะธนี
นายอภิวัช บูรพาเดชะ
นายอนันต์ วันทประทีป
รศ.ดร.รัชสิลา สิปกรณ

กองบรรณาธิการวิชาการ

ผศ.ดร.ริสะ ศิริธรรากุล
ศ.ดร.สุกรีชัย อัสสะบำรุงรัตน์
ดร.กฤษณ์ เพ็ชรแก้วพรเดช
ดร.นัชชัย ชิววิวรรณ

ดร.ชวินทร์ สุริยกุล ณ อยุธา
รศ.ดร.เอกสิทธิ์ สมสุข
รศ.ดร.รณัฐ ปรารถนารัตน์
รศ.ดร.สำรวม บัวประดิษฐ์
รศ.ดร.ชูวงศ์ เอื้อสุขอารี
ผศ.ดร.ป๋วย อุ๋นใจ
รศ.ดร.อรรณกฤต จัตตรฤติ
ดร.สสพฤกษ์ มุกกัท
นางฤทัย จงสฤษดิ์
ดร.พงศกร สายเพชร
อาจารย์ศิริกุล ศิริธรรากุล
ดร.รัชนิกร ชลไชยะ

ว่าด้วยคำถาม “สุดขั้ว”

จาก นักปรัชญา

และคำตอบที่ “สุดขั้ว”

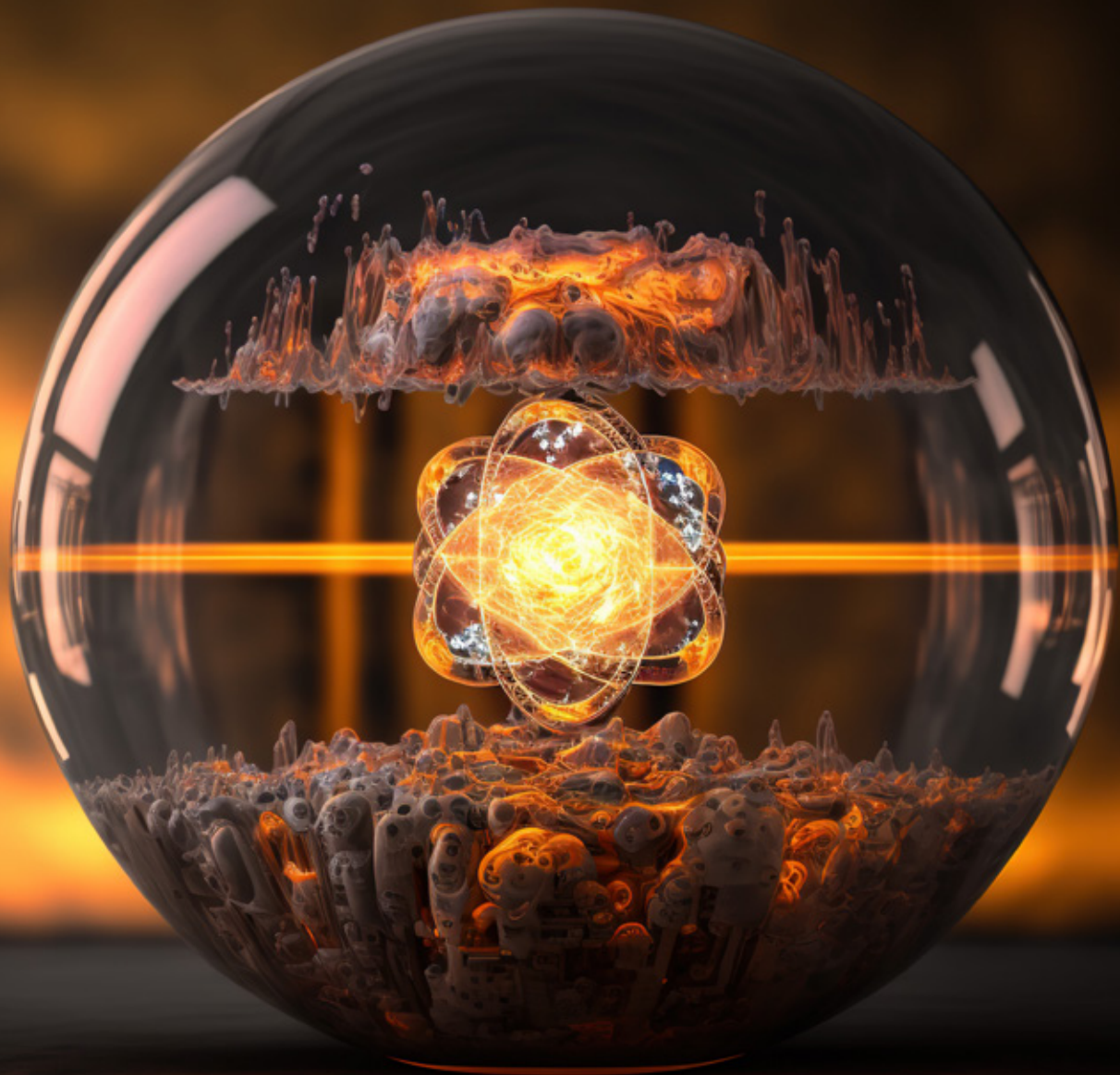
ของ นักฟิสิกส์





ในโลกทางความรู้ มันจะมีสาขาวิชาที่ตั้งคำถามถึง “ขอบเขต” ของสรรพสิ่ง หรือพูดอีกแบบคือตั้งคำถามถึงสิ่งที่ต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานของสิ่งอื่นๆ อีกที ซึ่งจะพูดง่ายๆ ก็คือ เป็นสาขาวิชาที่ตั้งคำถามถึงสิ่งที่เขาไม่ถามกันเพราะมันเป็นคำถามที่ “พื้นฐาน” เกินไป ระดับที่ถ้าสิ่งเหล่านี้ถูกสั่นคลอนแล้ว ความเข้าใจโลกทั้งใบที่เป็นอยู่จะพังทลายไปหมด

ซึ่งสมัยก่อนคนที่ทำหน้าที่นี้ก็คือพวกนักปรัชญา แต่ปัจจุบันหน้าที่นี้กลับกลายเป็นหน้าที่ของนักฟิสิกส์แทน และถ้าจะถามว่าทั้งสองนักต่างกันอย่างไร? คำตอบที่น่าสนใจก็คือจริงๆ แล้วนักฟิสิกส์เป็น “นักวิทยาศาสตร์” ที่มี “คำถาม” ใกล้เคียงกับนักปรัชญายุคโบราณที่สุด แต่สิ่งที่ต่างกันคือ “วิธีตอบ” และ “คำตอบ” ของนักฟิสิกส์ ที่นำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิทยาการมากกว่าคำตอบที่ในมาตรฐานยุคปัจจุบันไม่ได้เป็นอะไรมากกว่า “อาหารสมอง” ของนักปรัชญา



คำถามที่สุดขั้วของนักปรัชญา

คำถามว่า “ความจริงคืออะไร?” “องค์ประกอบพื้นฐานของสรรพสิ่งคืออะไร?” “อะไรคือกฎธรรมชาติ” “มีอะไรอยู่นอกสิ่งที่มนุษย์รับรู้ได้หรือไม่?” “อะไรคือต้นกำเนิดของสรรพสิ่ง” ไปจนถึง “หน้าตาของจุดจบของสรรพสิ่งเป็นยังไง?” ล้วนเป็น “คำถามทางปรัชญา” ระดับเบสิกมาหลายพันปีแล้ว นักปรัชญาในอดีตจำนวนมากได้ขบคิดไปจนถึงเสนอคำตอบมากมายถึงคำถามเหล่านี้

ซึ่งก็เป็นธรรมชาติของ “ความรู้” ในยุคโบราณที่ไม่มีเส้นแบ่งและการแบ่งงานกันทำแน่ชัด นักปรัชญาไม่ได้ถามแค่คำถามพื้นๆ แค่นี้ แต่ถามไปถึงเรื่องของรูปแบบสังคมในอุดมคติว่าคืออะไร “อะไรคือความงาม?” ไปจนถึง คำถามที่ยกย่องแบบ “อะไรคือความรู้?” หรือกระทั่ง “อะไรคือความคิด?”

สิ่งเหล่านี้นักปรัชญาถามตั้งแต่ออดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ที่น่าสนใจก็คือ เอาจริงๆ แม้ผ่านมาเป็นพันปีคำตอบของนักปรัชญานั้นจริงๆ ก็แทบไม่ได้ก้าวไปไหนเลย ดังที่นักปรัชญาอังกฤษอย่าง Alfred North Whitehead นั้นถึงกับพูดเอาไว้อย่างโด่งดังในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 ว่า ปรัชญาตะวันตกทั้งหมดเป็นเหมือน “เชิงอรรถของเพลโต”

หรือพูดง่ายๆ ก็คือ นักปรัชญาวนอยู่กับการถามคำถามแบบเดิมๆ มาเป็นพันปี และคำตอบจนถึงวิธีการตอบทั้งหลายมันก็ไม่ได้ต่างจากตอนที่เริ่มตั้งคำถามเมื่อเป็นพันปีก่อน กล่าวคือต่างแค่ถ้อยคำ แต่แก่นสารเหมือนเดิม

ซึ่งถามว่าเป็นเพราะ “ปรัชญา” ไม่ไปไหนหรือ? คำตอบที่เป็นธรรมกับปรัชญาก็อาจจะไม่ใช่ดังนั้น เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ ในโลกของความรู้ก็คือ ความรู้ต่างๆ ได้ถูกแยกเป็นแขนงต่างๆ ละเอียดๆ ขึ้น และจริงๆ การแยกแบบดังกล่าวมันเพิ่งเกิดมาในช่วงประมาณ 200 ปีที่ผ่านมาเอง เพราะในช่วงต้นทศวรรษที่ 19 คณะในมหาวิทยาลัยชั้นนำในโลกก็ยังมีเพียง 4 คณะเท่านั้นเองคือ แพทยศาสตร์ นิติศาสตร์ เทววิทยา และปรัชญา

และในยุคโน้นพูดง่ายๆ ก็คือ ความรู้ต่างๆ ที่ไม่รู้จะหาที่ทางตรงไหนในสาขาวิชาที่มี มันก็จะไปอยู่ในภาควิชาปรัชญาจนหมด ซึ่งนั่นก็คือพวกคำถามแปลกๆ และสุดขั้วทั้งหลายมันจะถูกกองเป็นคำถามทางปรัชญาทั้งหมด และรากฐานแบบนี้มันก็เลยทำให้วุฒิปริญญาเอกที่พื้นฐานแล้วคุณจะได้มาก็ต่อเมื่อคุณได้ “สร้างความรู้ใหม่ให้มนุษยชาติ” นั้นถูกเรียกว่า Doctor of Philosophy มาจนถึงปัจจุบัน

กว่าจะมาเป็นวิธีการตอบคำถามคลาสสิกวิทยาศาสตร์

ในช่วงแรกๆ ของการก่อตั้งสาขาวิชาต่างๆ มหาวิทยาลัยเป็นพื้นที่ของการทดลองอะไรใหม่ๆ ทางความรู้ ซึ่งการเกิด “ห้องทดลอง” ตามมหาวิทยาลัยช่วงศตวรรษที่ 19 มันก็ทำให้เกิดการรวมทรัพยากรสาธารณะเพื่อความก้าวหน้าทางความรู้ของมนุษย์ และนี่เป็นปรากฏการณ์ใหม่ เพราะในโลกยุคก่อนหน้านั้น คนที่มีศักยภาพที่จะทดลองอะไรซับซ้อนๆ ได้คือคนที่มีภูมิหลังร่ำรวยและสามารถสร้างห้องทดลองได้ที่บ้านเท่านั้น

ซึ่งที่น่าสนใจก็คือ แม้ว่าจะมีการสร้างห้องทดลองและชุมชนของนักวิทยาศาสตร์แล้ว ในศตวรรษที่ 19 พวกนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ทั้งหลายนั้นก็แทบไม่มีใครได้ร่ำเรียนด้านวิทยาศาสตร์มาตรงๆ เลย เพราะยุคนั้นมันไม่ได้มีคณะวิทยาศาสตร์ คนพวกนี้ล้วนเป็นคนที่ย่ำเรียนปรัชญามาเป็นพื้นฐาน ก่อนจะไปต่อยอดพัฒนาการทางความคิดแบบเฉพาะทางภายใต้ความกว้างขวางของภาควิชาปรัชญาในอดีตทั้งนั้น และถ้าจะอธิบายง่ายๆ แม้แต่คนอย่าง Albert Einstein นั้นยังไม่ได้ “จบปริญญาตรี” ด้านฟิสิกส์เลย และตอนเขาได้ปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยซูริคช่วงต้นศตวรรษที่ 20 นั้น คณะวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่ได้ตั้งขึ้นมาด้วยซ้ำ (ไม่ต้องพูดถึงภาควิชาฟิสิกส์)

จะว่ากันตรงๆ ก็คือ แม้แต่รุ่นของ Einstein ฟิสิกส์ก็ยังอยู่ในร่มเงาของปรัชญาอยู่ มันยังไม่

แยกเป็นสาขาวิชาเฉพาะในมหาวิทยาลัย แต่ก็หลังจากยุคนี้ไม่นานเองที่การแยกสาขาวิชา ก็เริ่มถือกำเนิดขึ้น เพราะอย่างน้อยๆ การให้ “รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์” ก็เริ่มให้กันตั้งตั้งแต่ปี 1901 ซึ่งนักฟิสิกส์รุ่นแรกๆ นี้ก็เป็นผลผลิตจากการสร้างห้องทดลองตามมหาวิทยาลัยในศตวรรษที่ 19 ที่ว่ามาโดยนักฟิสิกส์รุ่นนี้ถ้าไปดูภูมิหลังก็จะพบว่ามิทั้งความรู้และความสนใจในประเด็นที่ทุกวันนี้จัดเป็นประเด็นในทาง “ปรัชญาและศาสนา” กันอย่างหนักหน่วงมาก ซึ่งส่วนหนึ่งก็เพราะพื้นฐานการศึกษาของคนพวกนี้ก็ต้องเรียนปรัชญากันอย่างหนักหน่วง มันไม่ได้มีการแยกว่ามันเป็นความรู้คนละชุดที่คนเรียนวิทยาศาสตร์จะไม่ต้องรู้ “ปรัชญา” แบบทุกวันนี้

หรือพูดง่ายๆ ก็คือแม้ว่าการแยกด้านความรู้จะเริ่มต้นแล้วในต้นศตวรรษที่ 20 แต่ “นักวิทยาศาสตร์” ไปจนถึง “นักฟิสิกส์” ยุคนั้นก็มีพื้นฐานด้านความรู้ด้านปรัชญาเป็นอย่างดี เพราะคนที่จะเรียนอะไรแปลกๆ แบบที่มันไม่มีการแยกสาขาวิชาในยุคโน้นจะโดนบังคับเรียนปรัชญาหมด และนี่ก็น่าจะทำให้คนเหล่านี้คุ้นเคยกับคำถามแบบ “สุดซึ้ง” ทางปรัชญาเป็นอย่างดี

...เพียงแต่คนเหล่านี้มีวิธีตอบคำถามพวกนี้ที่ต่างออกไปจาก “นักปรัชญา” และมันทำให้พวกเขาหลุดออกจากการเป็นเพียงเชิงอรรถของเพลโตดังที่เคยเป็น

คำตอบที่สะดุดใจของนักฟิสิกส์

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วแต่แรกจริงๆ แล้วคำถามพื้นฐานของนักฟิสิกส์ไม่ได้ต่างจากนักปรัชญา แต่วิธีการตอบของนักฟิสิกส์ต่างหากที่ทำให้ให้นักฟิสิกส์ต่างจากนักปรัชญาอย่างสุดขีด เพราะอย่างน้อยๆ นักฟิสิกส์มี “ทฤษฎี” แน่ใจว่าสรรพสิ่งทั้งหมดเกิดมาจากไหน และจะสิ้นสุดลงอย่างไร และนี่ทำให้ประเด็นพวกนี้หลุดไปจากคำถามทางปรัชญาร่วมสมัยไปแล้ว เพราะนักฟิสิกส์มีคำตอบที่ดีกว่ามาก และในทำนองเดียวกัน เวลาคนทั่วไปมีคำถามถึงต้นกำเนิดของสรรพสิ่ง ทุกวันนี้ก็ไม่มีใครถามนักปรัชญาอีกแล้ว แต่เขาถามนักฟิสิกส์กัน

ทำไมเขาถึงถามนักฟิสิกส์? คำตอบคือเพราะคำตอบของนักฟิสิกส์ไป “สุด” กว่า ซึ่งอะไรแบบนี้มันปรากฏในหนังสือฟิสิกส์ทฤษฎีที่ขายดีของ Stephen Hawking อย่าง The Brief History of Time ที่มันไม่ใช่ทั้ง “ประวัติศาสตร์” ในความหมายที่เข้าใจกันปกติ และก็ไม่ได้พูดถึง “เวลา” ในความหมายที่เข้าใจกันปกติ แต่มันเป็นวิธีการที่นักฟิสิกส์อธิบายต้นกำเนิดและความเป็นไปของสรรพสิ่งในแบบที่ไม่มีนักอะไรในประวัติศาสตร์อธิบายแบบนี้มาก่อน

ซึ่ง “เรื่องตลกร้าย” ก็คือ สิ่งที่ทำให้ให้นักฟิสิกส์มีความรู้พอที่จะตอบคำถามพวกนี้ ไม่ใช่เพราะพวกเขาอธิบายสิ่งใหญ่ๆ แต่เพราะเขาลงไปพิจารณาสิ่งที่เล็กจนเกินจินตนาการของคนยุคก่อน เพราะนักฟิสิกส์พิจารณาไปในระดับของสิ่งที่ “เล็กกว่าอะตอม” อันเป็นสิ่งที่ก่อนหน้านี้ถือว่าเป็นสิ่งที่ “เล็กที่สุด” และก็คงไม่ต้องอธิบายว่าการตั้งคำถามแบบนี้มัน “สุดขีด” ในระดับที่นักปรัชญาไม่เคยตั้งคำถามมาก่อน

และคำตอบทั้งหมดของเรื่องที่สุดลึกลับของนักฟิสิกส์นี้ก็เกิดจากการตั้งคำถามว่ามีอะไรเกิดขึ้นในอะตอม และนี่ก็คือสิ่งที่เราเรียกกันว่า “โลกควอนตัม” โดยการพิจารณากฎเกณฑ์ของโลกควอนตัมแบบนี้ก็ได้ไขปริศนาของสรรพสิ่งทั้งจักรวาลไปพร้อมๆ กับสร้าง “ตัวละครปริศนา” ใหม่ๆ ออกมาเต็มไปหมด ไม่ว่านั่นจะเป็นหลุมดำ พลังงานมืด สสารมืด ปฏิสสาร ไปจนถึงปรากฏการณ์ที่ดู “เหนือธรรมชาติ” บนฐานสามัญสำนึกของคนในโลกวัตถุแต่สามารถจะเอามาประยุกต์ได้เป็นเทคโนโลยีใช้จริงได้อย่าง “การพัวพันควอนตัม”

บทส่งท้าย

: เมื่อคำถามทางฟิสิกส์ได้รับคำตอบแบบปรัชญา

ความเข้าใจ “กฎ” ของโลกควอนตัมของนักฟิสิกส์สร้างปัญหาใหม่ๆ ออกมาเต็มไปหมด เพราะกฎเกณฑ์ต่างๆ ในโลกควอนตัมนั้นดูจะฉีกกฎเกณฑ์ต่างๆ ในโลกวัตถุที่เราเข้าใจไปหมด และนั่นก็รวมถึงการเริ่มเห็นสิ่งที่มนุษย์ไม่สามารถจะรู้ได้จริงๆ ภายใต้กฎฟิสิกส์

และคำถามพวกนี้ไปๆ มาๆ มันก็นำเรากลับมาสู่คำตอบโบราณแบบปรัชญาที่เกี่ยวข้องกับว่า หรือจริงๆ แล้วที่เราเห็นทั้งหมดมันเป็นเพียง “โลกจำลอง” มันไม่มีอะไรจริงเลย?

สิ่งนี้เรียกกันว่า Simulation Hypothesis และเป็นธีมหนึ่งที่ปรากฏตั้งแต่ในปรัชญาตะวันตก ยันตะวันออกมาตั้งแต่อดีตแล้ว ซึ่งถ้าจะอธิบายง่ายๆ ว่าคำถามโบราณนี้โผล่มาอีกรอบจากความรู้อันฟิสิกส์ได้เพราะว่าสุดท้าย ถึงเราจะค้นพบกฎธรรมชาติแล้ว มันก็ยังมีคำถามอยู่ดีว่าทำไมกฎมันต้องเป็นแบบนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฟิสิกส์เริ่มพบเรื่อยๆ ว่ามันมีบางอย่างที่มนุษย์คงจะไม่ได้รู้ได้จริงๆ ไม่ว่านั่นจะเป็น ภาวะภายในหลุมดำ หรือหน้าตาสิ่งที่เลยพ้นไปจากขอบจักรวาล

นี่ทำให้มันไม่แปลกเลยที่จะมีคนเริ่มสงสัยว่า หรือจริงๆ สุดขอบของสิ่งเหล่านี้มันไม่มีอะไร เพราะมันไม่ได้เป็นสิ่งที่ถูก “สร้างมาให้เราเห็น” เหมือนเวลาเราเล่นเกม การทะเล่ “แผนที่” ของเกมไปก็มีแต่เพียงความว่างเปล่าที่สุดลูกหลูกตา เพราะคนออกแบบเกมไม่ได้สร้างสิ่งที่เลยพ้นไปจากสภาพแวดล้อมที่เขาคิดว่าเราจะอยู่เอาไว้

ขอบเขตของความรู้พวกนี้ทำให้คนเชื่อมากขึ้นเรื่อยๆ ว่าโลกที่เราอยู่อาจเป็นเพียงโลกจำลองที่เกิดขึ้นโดยคอมพิวเตอร์พลังสูงในอนาคต ไม่ว่านั่นจะเป็นมหาเศรษฐีอย่าง Elon Musk หรือนักสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ชื่อดังอย่าง Neil deGrasse Tyson

และ “ตกลงร้าย” สุดๆ ก็มีสองอย่าง อย่างแรกคือ ถ้าภาวะแบบนี้เป็นจริง มันจะอธิบายสิ่งที่อธิบายไม่ได้ในทางฟิสิกส์หมดเลย อย่างที่สอง สุดท้ายแล้ว ฟิสิกส์ไม่สามารถตอบคำถามปรัชญาคลาสสิกนี้ได้โดยไม่ตั้งสมมติฐานเพิ่มเติม ซึ่งสมมติฐานก็เป็นเพียงการ “สมมติ” จริงๆ และทำให้คำตอบมันไม่หนักแน่นเลย

เช่นในปี 2021 ที่มีคนระดมทุนใน Kickstarter เพื่อพิสูจน์ว่ามนุษย์เราไม่ได้อยู่ในโลกจำลอง มันก็ต้องวางสมมติฐานจำนวนหนึ่งก่อน ซึ่งเราไม่อาจรู้ได้เลยว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่ เช่น มันมีสมมติฐานว่าโลกจำลองมันต้องไม่สมบูรณ์ มันต้องมี “บัก” อะไรบ้าง แล้วตามหา “บัก” เพื่อพิสูจน์ว่าเราอยู่ในโลกจำลอง อย่างไรก็ตาม ใดๆก็ดีสมมติฐานมันจะไม่จริงเลยถ้าจริงๆ แล้ว “บัก” คือส่วนหนึ่งของโลกจำลองอยู่แล้ว และนั่นจะกลับมาทำให้มันมี “คำอธิบาย” เช่นเดียวกับที่ฟิสิกส์ได้อธิบายว่าอะไรบ้างที่เราไม่อาจจะรับรู้ได้

พูดง่ายๆ ในเชิงประจักษ์เราไม่อาจรู้ได้เลยว่าเราอยู่ในโลกจำลองหรือไม่ และคำถามพวกนี้ถ้าถามไปก็ดูจะเป็นคำถามโลกแตกที่ถามไปไม่มีทางจะได้คำตอบและบั่นทอนสุขภาพจิตไปเปล่าๆ และไปๆ มาๆ มันเลยทำให้คำถามพวกนี้ปัจจุบันเป็นคำถามในเชิงตรรกะทางปรัชญา มากกว่าคำถามเชิงประจักษ์ที่นักวิทยาศาสตร์จะมีเครื่องมือตอบได้

อย่างไรก็ดี ภาวะ “เลยพ้นไปจากขอบเขตการรับรู้ของมนุษย์” อันเลยพ้นจากคำตอบทางฟิสิกส์ที่ต้องถึงกับมาใช้ปรัชญาตอบนี้ ก็ยังเป็นเครื่องพิสูจน์เป็นอย่างดีว่าความก้าวหน้าของฟิสิกส์ปัจจุบันนี้มันมีภาวะ “สุดขีด” จริงๆ เพราะมันคือความรู้ที่นำมนุษย์ไปถึงสุดขอบของสิ่งที่รับรู้ได้แล้ว ☸

ควอนตัม 101: พื้นฐานต้องรู้

ดร.บัญชา ธนบุญสมบัติ

ช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 ต่อต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีการค้นพบปรากฏการณ์หลายอย่างที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีอยู่ในขณะนั้น การไขปมปริศนาเหล่านี้นำไปสู่การปฏิวัติในวงการฟิสิกส์ทำให้เกิดทฤษฎีสำคัญขึ้นมา 2 ทิศทางใหญ่ ได้แก่ ทฤษฎีสัมพัทธภาพ (Relativity) และทฤษฎีควอนตัม (Quantum Theory)

ในทิศทางแรกเริ่มจากความเชื่อที่ว่าแสงเป็นคลื่น ดังนั้นจึงควรจะมีตัวกลางในการส่งผ่านแสง แต่ความพยายามค้นหาด้วยการทดลองกลับล้มเหลว นอกจากนี้ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ยังทำนายว่าแสงมีความเร็วคงที่เสมอในสุญญากาศ ไอน์สไตน์เป็นคนที่ไขปริศนานี้ได้ ทำให้เกิดทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษขึ้นใน ค.ศ. 1905 ต่อมาได้ขยายขอบเขตของทฤษฎีจนครอบคลุมความโน้มถ่วงกลายเป็นทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปใน ค.ศ. 1915

ส่วนทิศทางที่สองเริ่มจากปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอะตอมและอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของอะตอม เช่น เราจะอธิบายพฤติกรรมการแผ่รังสีของวัตถุดำ (ซึ่งเป็นวัตถุที่ดูดกลืนหรือแผ่รังสีอย่างสมบูรณ์) ให้ถูกต้องในทุกค่าอุณหภูมิ และทุกช่วงความยาวคลื่นได้อย่างไร? เหตุใดโลหะจึงปลดปล่อยอิเล็กตรอนออกมาเมื่อแสงที่ตกกระทบมีความถี่สูงเกินค่าหนึ่งเท่านั้น? และเหตุใดอิเล็กตรอนในอะตอมจึงไม่สูญเสียพลังงานขณะเคลื่อนที่ไปรอบนิวเคลียส และถูกนิวเคลียสดูดเข้าไป ทั้งๆ ที่อิเล็กตรอนมีประจุลบและนิวเคลียสมีประจุบวก? ความพยายามในการไขปริศนาต่างๆ ที่ว่ามานี้ได้นำไปสู่การพัฒนาทฤษฎีควอนตัมในเวลาต่อมา

ทฤษฎีควอนตัมจึงเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายสมบัติและพฤติกรรมของสสาร รวมทั้งอันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงานในระดับขนาดเดียวกับขนาดของอะตอม ได้แก่ อะตอม โมเลกุล และอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าอะตอม

ส่วนการประยุกต์ความรู้ทางทฤษฎีควอนตัมไปใช้สร้างอุปกรณ์ไฮเทค เรียกว่า เทคโนโลยีควอนตัม (Quantum Technology) ซึ่งจะกล่าวถึงโดยย่อในช่วงท้ายของบทความ

ความหมายของคำว่า ‘ควอนตัม’

คำว่า ‘ควอนตัม (quantum)’ มาจากคำว่า quantus ในภาษาละตินซึ่งแปลว่ามีมากแค่ไหน (how much) อาจนึกถึงคำว่า quantity ซึ่งแปลว่า ปริมาณ ก็ได้ พหูพจน์ของคำว่า quantum คือ quanta (ควอนตา)

คำว่า ‘ควอนตัม’ ในทางฟิสิกส์มีความหมายจำเพาะ โดยใช้ในกรณีที่ปริมาณทางกายภาพบางอย่างมีค่าได้เพียงแค่บางค่าเท่านั้น ไม่ได้มีค่าแบบต่อเนื่องได้ทุกค่า เช่น ระดับพลังงานและโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนในอะตอมอาจมีค่าได้เพียงแค่บางค่า

การเปรียบเทียบอย่างง่ายๆ เช่น เหยียดนิ้วโป้งที่ใช้นิ้วโดยทั่วไปมีเพียงเหยียด 10 บาท, 5 บาท, 2 บาท, 1 บาท, 50 สตางค์ และ 25 สตางค์ ไม่มีเหยียด 7.60 บาท หรือเหยียด 2.30 บาท ในกรณีเช่นนี้หากพูดแบบนักฟิสิกส์ก็จะบอกว่ามูลค่าของเหยียด “มีลักษณะเป็นควอนตัม” คือ มีได้เฉพาะแค่บางค่าเท่านั้น



วัตถุควอนตัม

วัตถุควอนตัม (quantum object) หมายถึง วัตถุที่ต้องอธิบายด้วยหลักการและกฎเกณฑ์ตามทฤษฎีควอนตัมเท่านั้น ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยฟิสิกส์คลาสสิก (classical physics) ได้

วัตถุควอนตัมมักหมายถึงอะตอม โมเลกุล รวมทั้งอนุภาคที่เล็กกว่าอะตอม แต่ในบางกรณีอาจหมายถึง สสารสมบัติพิเศษที่มีขนาดใหญ่ 'ระดับตาเห็น' เช่น ตัวนำยิ่งยวด (superconductor) และของไหลยิ่งยวด (superfluid) โดยเรียกว่า วัตถุควอนตัมระดับมหภาค (macroscopic quantum objects)

พฤติกรรมของวัตถุควอนตัมและประเด็นเกี่ยวข้องที่ควรรทราบ

หากใช้สามัญสำนึกเข้าไปจับ จะพบว่าวัตถุควอนตัมมีสมบัติและพฤติกรรมที่แปลกพิสดารในบทความนี้จะขอยกตัวอย่างที่ควรรู้จัก ดังนี้

ทวิภาพของคลื่น-อนุภาค (wave-particle duality)

นักฟิสิกส์พบว่าในบางสภาวะแสงอาจแสดงพฤติกรรมแบบคลื่นได้ เช่น แทรกสอด หรือเลี้ยวเบน แต่ในบางสภาวะแสงอาจแสดงพฤติกรรมแบบอนุภาคได้ เรียกว่า โฟตอน (photon) เช่น ในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก หรือปรากฏการณ์คอมป์ตัน (Compton effect)

ในทางกลับกัน อิเล็กตรอนซึ่งแรกเริ่มถือว่าเป็นอนุภาคก็สามารถแสดงพฤติกรรมแบบคลื่นได้ เช่น อิเล็กตรอนเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อเคลื่อนที่ผ่านผลึกของวัสดุได้

สมการคลื่นและฟังก์ชันคลื่น

สมการคลื่น (wave equation) เป็นสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายวัตถุควอนตัม เมื่อแก้สมการคลื่นแล้ว ก็จะได้ผลลัพธ์เป็นฟังก์ชันคลื่น (wave function) ซึ่งบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุควอนตัมที่เรา กำลังสนใจ

สมมติว่าเราศึกษาอิเล็กตรอนในอะตอม ก็ต้องแก้สมการคลื่นสำหรับอิเล็กตรอนให้ได้ฟังก์ชันคลื่นของอิเล็กตรอน ฟังก์ชันคลื่นที่ได้จะระบุว่าอิเล็กตรอนมีพลังงานเท่าไรได้บ้าง และความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งหนึ่งๆ มีมากน้อยแค่ไหน

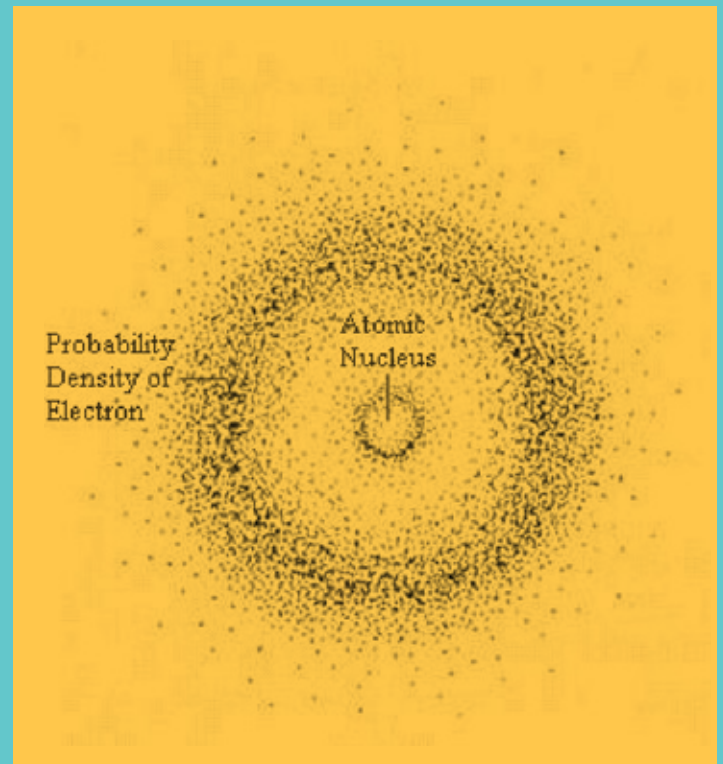
โอกาส/ความน่าจะเป็น

ในฟิสิกส์คลาสสิกหากเรารู้เงื่อนไขตั้งต้นของอนุภาคอย่างแม่นยำ ย่อมสามารถใช้กฎการเคลื่อนที่เพื่อคำนวณหาตำแหน่งของอนุภาคได้ตลอดทุกช่วงเวลา แต่ตามทฤษฎีควอนตัมเราบอกได้เพียงว่าอนุภาคมีโอกาส (ความน่าจะเป็น) มากน้อยแค่ไหนที่จะอยู่ในตำแหน่งหนึ่งๆ เท่านั้น

แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีควอนตัมจึงไม่ได้ระบุวงโคจรของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสที่ชัดเจน แต่แสดงแค่โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งหนึ่งๆ (ในภาพตรงไหนที่มีจุดหนาแน่นมากก็จะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนตรงนั้นมากตามไปด้วย)

แบบจำลองอะตอมแบบควอนตัม

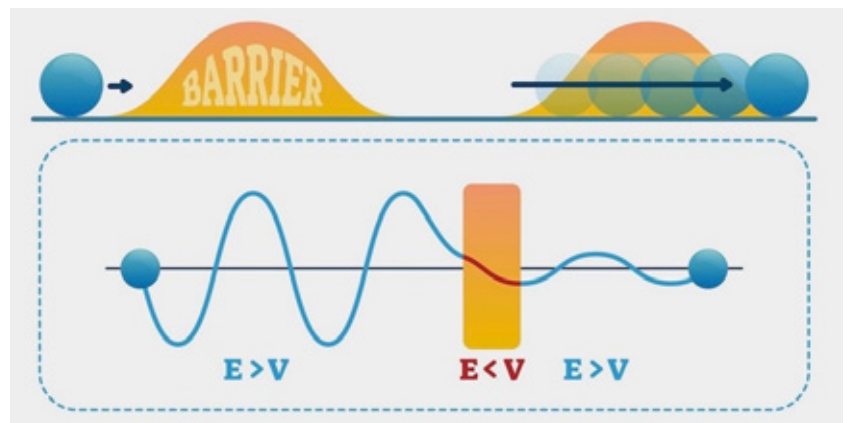
ที่มาของภาพ > https://www.researchgate.net/figure/Quantum-atomic-model-with-electron-cloud-6_fig1_359187095



การทะลุโโมงค์เชิงควอนตัม

สมมติว่าเราสามารถกระโดดข้ามสิ่งกีดขวางสูงสุดได้ราว 1 เมตร หากมีกำแพงที่สูงเกินกว่านี้ (เช่น 2 เมตร) เราย่อมกระโดดข้ามไม่ได้

แต่ในโลกควอนตัม แม้ว่าอนุภาคจะมีพลังงานไม่เพียงพอในการข้ามสิ่งกีดขวาง มันยังมีโอกาสที่จะปรากฏอยู่อีกฝั่งหนึ่งได้ด้วย ความน่าจะเป็นค่าหนึ่ง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การทะลุโโมงค์เชิงควอนตัม (quantum tunneling)



แผนภาพแสดงการทะลุโโมงค์เชิงควอนตัม

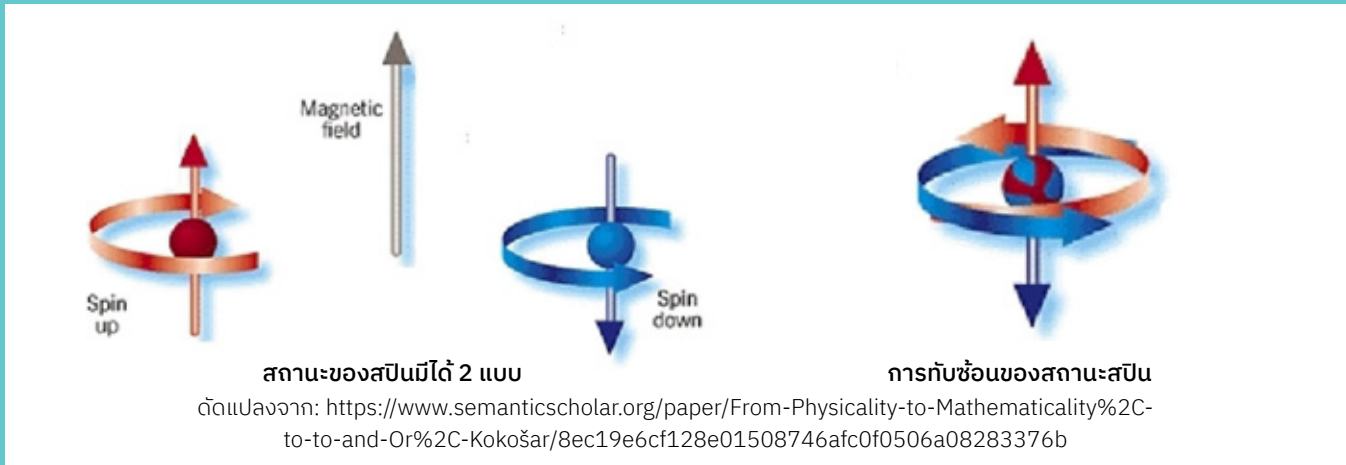
ที่มา: <https://cosmosmagazine.com/physics/quantum-tunnelling-is-instantaneous-researchers-find/>

หลักความไม่แน่นอน

ธรรมชาติยอมให้เรารู้ค่าของตัวแปรบางคู่ได้แบบมีขีดจำกัด เช่น ยิ่งเราระบุตำแหน่งของอนุภาคได้แม่นยำเพียงใด เราก็จะไม่สามารถวัดค่าโมเมนตัมของอนุภาคนั้นได้อย่างแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น และในทางกลับกัน ยิ่งเราวัดค่าโมเมนตัมของอนุภาคได้แม่นยำเพียงใด เราก็จะไม่สามารถระบุตำแหน่งของอนุภาคนั้นได้อย่างแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น

การทับซ้อนของสถานะ

สมมติว่าเราศึกษาสปิน (spin) ของอิเล็กตรอนซึ่งอาจเป็นได้ 2 แบบ คือ สปินชี้ขึ้น (spin up) หรือสปินชี้ลง (spindown) เมื่อเทียบกับทิศทางของสนามแม่เหล็กภายนอก หากเรายังไม่ได้ตรวจวัดสปินของอิเล็กตรอนตัวนี้ เราจะพบว่า อิเล็กตรอนอยู่ใน 2 สถานะ คือ มีสปินชี้ขึ้นกับสปินชี้ลงพร้อมๆ กัน เรียกว่า การทับซ้อน (superposition) หรือการทับซ้อนของสถานะทางควอนตัม (superposition of quantum states) ทั้งนี้ความน่าจะเป็นที่จะพบสถานะทั้งหมดรวมกันต้องเท่ากับ 100% เช่น หากความน่าจะเป็นที่จะพบว่าสปินชี้ขึ้นเป็น 70% ก็แสดงว่าความน่าจะเป็นที่จะพบว่าสปินชี้ลงเท่ากับ 30%



การทับซ้อนสามารถสังเกตพบในวัตถุควอนตัม 'ระดับตาเห็น' อีกด้วย ใน ค.ศ. 2010 นักวิจัยได้สร้างแผ่นโลหะยาว 0.06 มิลลิเมตรที่ถูกทำให้เย็นยิ่งยวดและอยู่ในสถานะที่ทับซ้อนกันทางควอนตัม กล่าวคือ แผ่นโลหะนี้ 'สั่น' และ 'ไม่สั่น' ในเวลาเดียวกัน

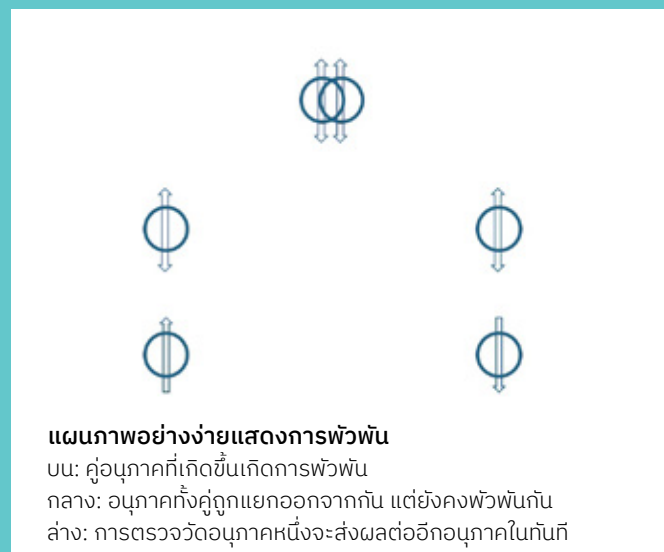
ตัวอย่างการใช้การทับซ้อน เช่น ควอนตัมคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้รอยต่อโจเซฟสัน (Josephson junction) สร้างเป็นคิวบิต (qubit) จะพบว่ารอยต่อโจเซฟสันมีกระแสไฟฟ้าสองกระแสที่ไหลสวนทางกันในเวลาเดียวกัน

การพัวพัน

การพัวพัน (entanglement) เป็นปรากฏการณ์ซึ่งอนุภาคคู่หนึ่งเชื่อมโยงทางกายภาพกันในลักษณะที่ว่า การเปลี่ยนแปลงสถานะของอนุภาคหนึ่งจะมีผลกระทบในทันทีกับอีกอนุภาคหนึ่ง ไม่ว่าอนุภาคทั้งสองจะอยู่ห่างกันเพียงใด!

สมมติว่าอนุภาคพัวพันซึ่งมีสปินเท่ากับศูนย์ ได้สลายตัวกลายเป็นอิเล็กตรอนและโพสิตรอนอย่างละตัวซึ่งเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกัน หากยังไม่ได้ตรวจวัด เราจะบอกได้เพียงแค่ว่าอนุภาคแต่ละตัว (อิเล็กตรอน และโพสิตรอน) ต่างก็มีสปินอยู่ในสถานะทับซ้อนกัน แต่เมื่อเราตรวจวัดสปินของอนุภาคตัวหนึ่ง อนุภาคอีกตัวจะมีสปินในทิศตรงกันข้ามทันที (เพื่อให้ผลรวมของสปินเท่ากับศูนย์เหมือนอนุภาคพัวพันตอนตั้งต้น) เช่น หากตรวจพบว่าอิเล็กตรอนมีสปินชี้ขึ้น โพสิตรอนก็จะมีสปินชี้ลงทันที

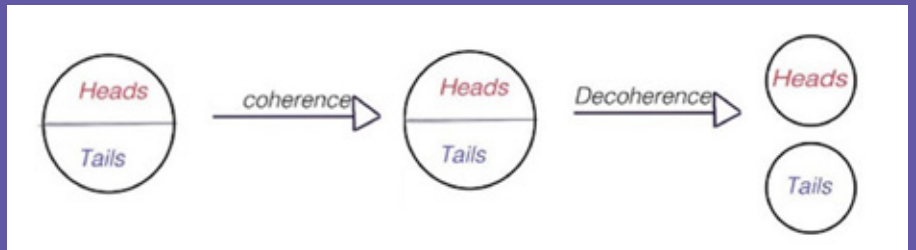
มีการนำการพัวพันทางควอนตัมไปใช้ในเทคโนโลยีควอนตัม 2.0 (จะได้กล่าวถึงต่อไป) เช่น การคำนวณเชิงควอนตัม (quantum computing) และการเทเลพอร์ตเชิงควอนตัม (quantum teleportation)



โคฮีเรนซ์ & ดีโคฮีเรนซ์

หากระบบควอนตัมยังคงรักษาสภาพการพัวพันและการทับซ้อนเอาไว้ได้เมื่อระบบมีอันตรกิริยากับสิ่งแวดล้อม หรือเผชิญกับผลทางความร้อน นักฟิสิกส์จะเรียกว่า ระบบโคฮีเรนซ์ (coherence) แต่ในทางปฏิบัติ ยิ่งสสารมีจำนวนอะตอมมากเท่าไร ก็จะทำให้โอกาสที่อะตอมเหล่านี้จะเกิดอันตรกิริยาต่อกันและต่อสิ่งแวดล้อมมีมากขึ้นเท่านั้น ผลก็คือ การพัวพันหรือการทับซ้อนอันประหลาดบางอย่างจะถูกทำลาย เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ดีโคฮีเรนซ์ (decoherence)

หัวใจของการออกแบบและสร้างควอนตัมคอมพิวเตอร์ก็คือการรักษาสภาพโคฮีเรนซ์เอาไว้ให้นานที่สุดจนการคำนวณเสร็จสิ้น หรือพูดอีกอย่างคือ เอาชนะการเกิดดีโคฮีเรนซ์ให้ได้นั่นเอง

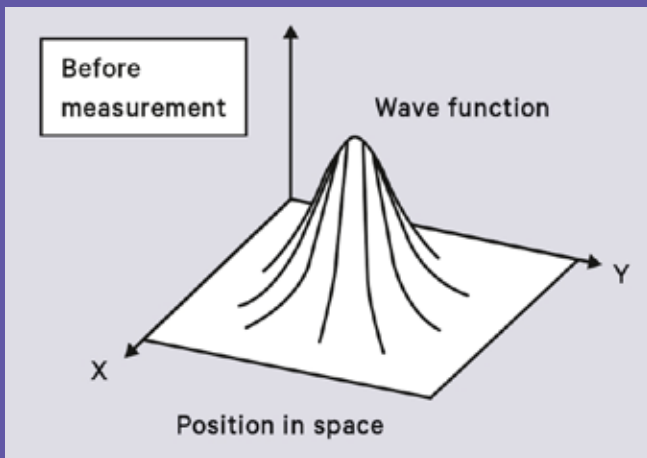


แผนภาพอย่างง่ายแสดงการเกิดดีโคฮีเรนซ์กับสถานะทับซ้อน Heads และ Tails

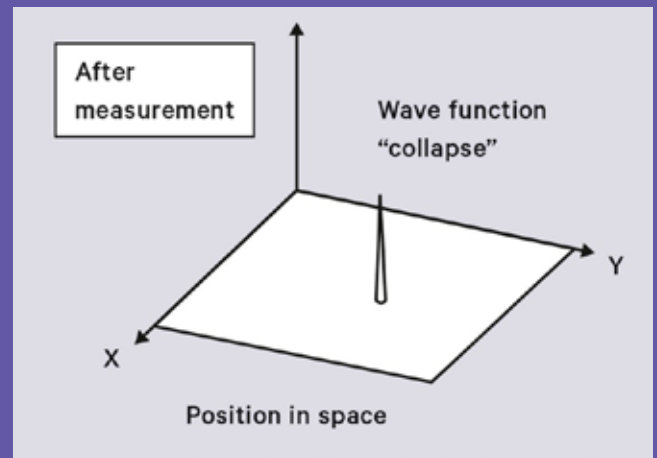
ที่มา: <https://hackernoon.com/decoherence-quantum-computers-greatest-obstacle-67c74ae962b6>

การตีความแบบโคเปนเฮเกน

หัวใจของการตีความแบบโคเปนเฮเกน (Copenhagen interpretation) คือ การสังเกต (observation) หรือการตรวจวัด (measurement) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เราทราบความเป็นจริงของวัตถุควอนตัมอย่างชัดเจน



Copenhagen interpretation-Wavefunction-Before collapse



Copenhagen interpretation-Wavefunction-After collapse

แผนภาพอย่างง่ายแสดงการยุบตัวของฟังก์ชันคลื่นตามการตีความแบบโคเปนเฮเกน

ซ้าย: ก่อนการสังเกต

ขวา: หลังการสังเกต

ก่อนการตรวจวัดอนุภาคที่เราสนใจมีฟังก์ชันคลื่นดังภาพซ้าย มันอาจอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ โดยมีความน่าจะเป็นที่กำหนดโดยค่าฟังก์ชันคลื่นที่ตำแหน่งนั้น แต่เมื่อเราตรวจวัดจะพบว่าฟังก์ชันคลื่นของอนุภาคจะ ‘ยุบตัว (collapse)’ เหลืออยู่ตรงบริเวณแคบๆ ที่เราตรวจพบเท่านั้น ดังแสดงด้วยยอดแหลมในภาพขวา

การตีความแบบโคเปนเฮเกนอธิบายว่า ก่อนการตรวจวัด อนุภาคยังไม่มีตำแหน่งที่อย่างชัดเจน คือมีเพียงความน่าจะเป็นที่จะพบมันที่ตำแหน่งต่างๆ หลายตำแหน่ง ประเด็นนี้เองที่ทำให้มีการพูดกันอย่างง่าย ๆ ว่า อนุภาคควอนตัมสามารถอยู่ในสถานที่ 2 แห่ง (หรือมากกว่า) ได้ในเวลาเดียวกัน

อย่างไรก็ดี ควรทราบด้วยว่ามีนักฟิสิกส์จำนวนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับการตีความแบบโคเปนเฮเกน และได้นำเสนอการตีความกลศาสตร์ควอนตัมแบบอื่นๆ ไว้อีกกว่าสิบแบบ แง่มุมนี้ทำให้ทฤษฎีควอนตัมมีมติเชิงปรัชญาร่วมด้วย อันถือเป็นเส้นห้อยอย่างหนึ่งของทฤษฎีนี้

การประยุกต์ในศาสตร์ต่างๆ

มีการนำทฤษฎีควอนตัมไปต่อยอดเพื่อประยุกต์กับศาสตร์ต่างๆ อย่างหลากหลาย เช่น

เคมี : ทฤษฎีควอนตัมสามารถอธิบายรูปร่างของโมเลกุลและการเกิดพันธะเคมีได้

ฟิสิกส์ของนิวเคลียส : ทฤษฎีควอนตัมสามารถอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันได้ด้วยกลไกการทะลุอุโมงค์

ฟิสิกส์ของอนุภาค : มีการพัฒนาทฤษฎีสนามควอนตัม (quantum field theories) เช่น ควอนตัมอิเล็กโทรไดนามิกส์ (quantum electrodynamics หรือ QED) เพื่อใช้อธิบายแรงแม่เหล็กไฟฟ้า และ ควอนตัมโครโมไดนามิกส์ (quantum chromodynamics หรือ QCD) เพื่อใช้อธิบายแรงนิวเคลียร์แบบเข้ม

ฟิสิกส์สถานะของแข็ง : สภาพการนำไฟฟ้าในโลหะ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ สามารถอธิบายได้ด้วยโครงสร้างแถบ (พลังงาน) ของอิเล็กตรอน (electronic band structure)

ดาราศาสตร์ : เสถียรภาพของดาวแคระขาวและดาวนิวตรอนสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการกีดกัน (exclusion principle)

การประยุกต์ในเชิงเทคโนโลยี

การประยุกต์ความรู้ทางควอนตัมเพื่อใช้งานแบ่งได้เป็น 2 ยุค ได้แก่ เทคโนโลยีควอนตัม 1.0 และ 2.0

เทคโนโลยีควอนตัม 1.0

การประยุกต์ทฤษฎีควอนตัมกับสารกึ่งตัวนำทำให้เกิดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์เชิงแสงต่างๆ ที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น หลอดไฟแบบ LED, เซลล์แสงอาทิตย์, เลเซอร์ และ ทรานซิสเตอร์ ตลอดจนถึงระบบไฮเทคต่างๆ หลายอย่าง เช่น นาฬิกาอะตอม เครื่องเอ็มอาร์ไอ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และ กล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิ่งทันเนลลิง

เทคโนโลยีควอนตัม 2.0

ปัจจุบันนักฟิสิกส์และวิศวกรสามารถจัดการระบบทางควอนตัมได้หลายอย่างแล้ว คำว่า ‘จัดการ’ ในที่นี้หมายถึง สามารถอ่านค่าของสถานะปัจจุบันของระบบควอนตัมหนึ่งๆ ได้ และควบคุมหรือสร้างให้เกิดสถานะใหม่ได้ตามต้องการ เทคโนโลยีควอนตัมในลักษณะที่ ‘ออกแบบได้’ นี้เรียกว่า เทคโนโลยีควอนตัม 2.0 (Quantum Technology 2.0) และถือกันว่าเป็นการปฏิวัติทางควอนตัมครั้งที่ 2 (The Second Quantum Revolution)

เทคโนโลยีควอนตัม 2.0 มี ‘หลักการ/ปรากฏการณ์ทางควอนตัม’ และ ‘เครื่องมือ’ ที่ต้องใช้ดังนี้

‘หลักการ/ปรากฏการณ์ทางควอนตัม’ เช่น หลักความไม่แน่นอน การทับซ้อนของสถานะทางควอนตัม ปรากฏการณ์ทะลุอุโมงค์ การพัวพัน และดีโคฮีเรนซ์

ส่วน ‘เครื่องมือ’ ในการพัฒนาเทคโนโลยีควอนตัม 2.0 มี 4 อย่าง ได้แก่ (1) มาตรวิทยาเชิงควอนตัม (quantum metrology) (2) การควบคุมเชิงควอนตัม (quantum control) (3) การสื่อสารเชิงควอนตัม (quantum communication) และ (4) การคำนวณเชิงควอนตัม (quantum computing)

ทั้งนี้ เทคโนโลยีควอนตัม 2.0 ยังสามารถจัดประเภทออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่

(1) เทคโนโลยีสารสนเทศเชิงควอนตัม

คือการจัดการข้อมูลโดยใช้หลักการและปรากฏการณ์ทางควอนตัม

(2) ระบบไฟฟ้า-เชิงกลแบบควอนตัม

เป็นอุปกรณ์เชิงกลระดับขนาดนาโนเมตรที่ทำงานตามทฤษฎีควอนตัม

(3) อิเล็กทรอนิกส์แบบโคฮีเรนซ์ควอนตัม

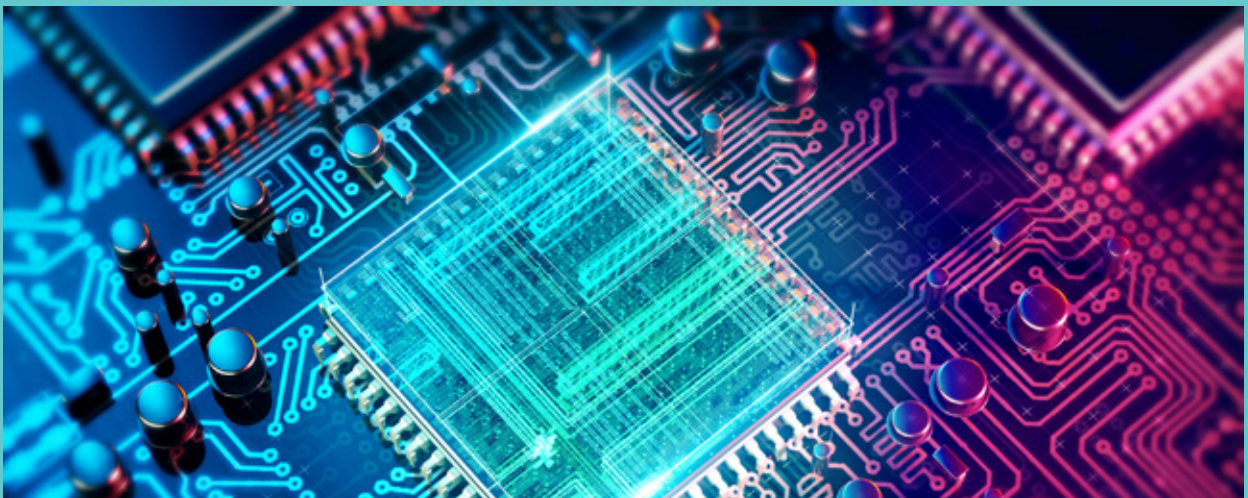
ใช้ข้อเท็จจริงที่ว่าหากอุปกรณ์ขนาดเล็กมากทำงานที่อุณหภูมิต่ำ จะพบว่าการเคลื่อนย้ายของประจุส่วนใหญ่เป็นกระบวนการกระเจิงแบบยืดหยุ่น คือไม่สูญเสียพลังงาน

(4) ทัศนศาสตร์เชิงควอนตัม

ใช้หลักการที่ว่าแสงทำตัวเป็นอนุภาคได้

(5) เทคโนโลยีสสารแบบโคฮีเรนซ์

ใช้หลักการที่ว่าสสารก็มีสมบัติเป็นคลื่นได้



สถานภาพและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีควอนตัม 2.0 ของวงการวิจัยด้านควอนตัมของไทย ติดตามอ่านต่อได้ในบทความฟิสิกส์สุดซึ้งกับความท้าทายของนักวิทยาศาสตร์ไทยเขียนโดย รศ.ดร.อรรถกฤต ฉัตรภูติ ในนิตยสารฉบับนี้ ❀



กิจกรรมฝึกทักษะสำคัญ

4C

ในศตวรรษที่ 21
ผ่านกิจกรรม STEAM
และนิทานแสนสนุก

นิทานอยู่คู่กับมนุษยชาติมานานหลายพันปี และเป็นเครื่องมือสำคัญที่สร้างความสุข ความสนุกสนาน สร้างความรักความอบอุ่นในครอบครัว ผีกสมาธิให้เด็กๆ จดจ่อกับการฟัง นอกจากนี้ นิทานยังสามารถเชื่อมโยงกับกิจกรรมSTEMศึกษา (STEAM Education)* เพื่อส่งเสริมและเตรียมความพร้อมให้พวกเขาเติบโตและพัฒนาเป็นผู้ใหญ่คุณภาพที่เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุขในอนาคต ทักษะสำคัญ 4C ในศตวรรษที่ 21 จึงได้นำมาปลูกฝังให้เด็กในรูปแบบนิทาน ได้แก่

ทักษะที่ 1 ความคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) ชวนเด็กๆ วิเคราะห์และประเมินเรื่องราวนิทานต่างๆ ที่ฟัง รวมถึงการตั้งคำถาม การหาคำตอบให้กับคำถามได้ พัฒนามาเป็นทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ เช่น ถ้าเราเป็นเหยี่ยวที่เห็นน้ำอยู่กันเหยือกในทะเลทราย ทำอย่างไรเราจะกินน้ำได้ ถ้าเราเป็นเต่าที่จะแข่งขันกับกระต่ายที่วิ่งเร็วกว่าเรา ทำอย่างไรเราจะชนะได้

ทักษะที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative skill) ผีกฝนทักษะที่ทำให้เด็กๆ มองเห็นเข้าใจปัญหาในหลากหลายแง่มุม และการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ ที่จะได้ผลลัพธ์ที่ต่างออกไปจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีเดิม และมีประสิทธิภาพกว่าเดิม เช่น ถ้าเราเป็นเจ้าของลาจะหาวิธีทำอย่างไรให้ขนของได้มากขึ้นโดยลาไม่หนักมาก ฟีน็อคคิโอจะสร้างเรืออย่างไรให้ต่อสู้กับพายุในท้องทะเลเพื่อไปช่วยพ่อได้

ทักษะที่ 3 ทักษะการทำงานร่วมกับคนอื่น (Collaboration skill) หาโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้และฝึกทักษะการทำงานกับผู้อื่น เพราะจะทำให้เด็กๆ เข้าใจปัญหาในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้หาทางออกและตัดสินใจหาวิธีการให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด นิทานหลายเรื่องมีคติการสอนที่ทำให้เข้าใจผู้อื่นและสามัคคีมากขึ้น เช่น กิ่งไม้หนึ่งกำมือนับพันกิ่ง

ทักษะที่ 4 ทักษะการสื่อสาร (Communication skill) ในโลกอนาคตจำเป็นอย่างยิ่งที่เด็กต้องพัฒนาทักษะการสื่อสารเพื่อที่จะสามารถถ่ายทอดความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจนผ่านการสื่อสารรูปแบบต่างๆ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเข้าถึงผู้คนกลุ่มต่างๆ และรวมถึงการอ่านความรู้สึกผู้ฟังด้วย เราอาจฝึกให้เด็กได้เล่านิทานด้วยตัวเองและสะท้อนความคิดต่างๆ หลังจากฟังนิทาน

กิจกรรมSTEMศึกษายังสามารถเชื่อมโยงกับนิทานแสนสนุกได้หลากหลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

* STEAM ย่อมาจาก Science Technology Engineering Art Mathematics

อูราซิมะ ทาโร กับ เต่าทะเลดำ

น้ำในขวดพลาสติก



ความประทับใจนี้ทาน
ผู้แรงบันดาลใจสร้างสรรค์
อูราซิมะ ทาโร ได้ชี้หลังเต่าดำน้ำ
ลงสู่ก้นทะเลลึก เรามาลองสร้าง
ของเล่นเพื่อจำลองการดำน้ำ
ในขวดพลาสติกกันดูบ้าง

เรื่องย่อจากนิทาน

อูราชิมะ ทาโร

ชายหนุ่มชาวประมง ชื่อว่า “อูราชิมะ ทาโร” เป็นคนจิตใจดีและกตัญญู เขาออกหาปลาเพื่อนำเงินมาเลี้ยงดูแม่

วันหนึ่งเขาพบเด็กกลุ่มหนึ่งกำลังร้องแกเต่าน้อยอยู่ เขาจึงเข้าไปห้ามไม่ให้เด็ก ๆ ร้องแกเต่าตัวนั้น พร้อมทั้งขอซื้อแล้วนำเต่าน้อยปล่อยลงสู่ทะเลไป ต่อมา ขณะที่เขาออกหาปลาตามปกติ

เขาพบเต่าตัวใหญ่ว่ายน้ำเข้ามาใกล้ ๆ แล้วพาเขาไปห้องเพี้ยวังใต้ทะเล จากนั้นมีเรื่องเล่าการผจญภัยใต้ทะเลของเขาอีกมากมาย

จากเรื่องราวการผจญภัยของอูราชิมะ ทาโร ในท้องทะเล นำมาเป็นแรงบันดาลใจในการสร้างของเล่นเพื่อจำลองการดำน้ำอันน่าตื่นเต้น



วิธีการทำ

- ใช้กรรไกรตัดหลอด ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร
- พับครึ่งหลอด แล้วใช้ลวดเสียบกระดาษเสียบที่ปลายหลอดทั้ง 2 ข้างให้ติดกัน
- นำไปปักลงบนดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปเต่า
- นำรูปอูราชิมะ ทาโร ที่เคลือบด้วยเทปใสเพื่อป้องกันน้ำติดลงบนหลอดดูดน้ำ
- นำไปทดสอบการลอยน้ำ ในแก้วน้ำ (หากจมแสดงว่าดินน้ำมันหนักเกินไป)
- นำไปใส่ขวดน้ำพลาสติก ปิดฝาขวด แล้วทดลองบีบขวดและคลายมือ

วิธีการเล่น

- เมื่อบีบขวด หลอดและดินน้ำมันจะจมลงด้านล่าง
- เมื่อคลายมือ หลอดและดินน้ำมันจะลอยขึ้นด้านบนอีกครั้ง

เหตุที่เป็นเช่นนั้น

หลักการที่น่าสนใจ คือ อากาศ มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ซึ่งกระจายตัวอยู่ภายในหลอด ทำให้หลอดลอยน้ำได้ การบีบขวดทำให้แรงดันในขวดมากขึ้น อากาศภายในหลอดรวมตัว น้ำจึงไหลเข้าไปแทนที่ในหลอด ทำให้ความหนาแน่นของหลอดดำน้ำเพิ่มขึ้นจนมากกว่าน้ำ หลอดจึงจมลงด้านล่าง เมื่อคลายมือทำให้แรงดันในขวดลดลง อากาศภายในหลอดขยายตัว น้ำจึงไหลออกจากหลอด ทำให้ความหนาแน่นของหลอดลดลงจนน้อยกว่าน้ำ หลอดจึงลอยขึ้นด้านบนอีกครั้ง

เด็กจ๋วมกับเบลลินา

ในดอกไม้กลางบึง

เรื่องย่อจากนิทาน

ทัมเบลลินา

“ทัมเบลลินา” เป็นเด็กหญิงตัวจิ๋วอาศัยอยู่ในดอกไม้กลางบึงที่เกิดจากเมล็ดพืชวิเศษ วันหนึ่งขณะที่ทัมเบลลินากำลังนอนหลับอยู่ในดอกไม้ มีคางคกใจร้ายลักพาตัวเธอออกไปจากบึง ทำให้เธอต้องเร่ร่อนผจญภัยไปยังสถานที่ต่าง ๆ และได้พบกับสัตว์นานาชนิด ทั้งตัวด้วง หนูนา ตัวตุ่น และนกนางแอ่น แต่ในที่สุดเธอก็ฟื้นผ่าอุปสรรคเหล่านั้นมาได้ และได้พบกับเจ้าชายจิ๋วแห่งมวลดอกไม้ ทั้งคู่จึงได้ใช้ชีวิตอยู่ด้วยกันอย่างมีความสุขต่อมา



เหตุที่เป็นเช่นนี้

การทดลองนี้อธิบายได้ว่า โครงสร้างของกระดาษส่วนใหญ่เป็นเส้นใยจากธรรมชาติ จะมีช่องว่างที่น้ำสามารถผ่านได้ง่ายและรวดเร็ว เมื่อเราวางดอกไม้กระดาษลงบนผิวน้ำ

น้ำจะเคลื่อนที่ไปที่บริเวณรอยพับของกระดาษ ทำให้รอยพับคลายออก ดูคล้ายกับดอกไม้กระดาษกำลังค่อย ๆ บานออก

เด็ก ๆ สามารถเปลี่ยนจากตุ๊กตาดอกไม้กระดาษรูปเด็กจ๋วมกับเบลลินาเป็นรูปหรือข้อความอื่น ๆ ได้ เช่น ข้อความร่ำลับ ข้อความบอกรัก รูปสัตว์ เป็นต้น



วิธีการทำ

- วาดและระบายสีรูปเด็กจ๋วมกับเบลลินาลงบนกระดาษ ใช้กรรไกรตัดรูปออกมา แล้วใช้เทปกาวใสติดบนรูปทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันน้ำ
- ใช้กรรไกรตัดกระดาษสีเป็นรูปดอกไม้
- วางรูปเด็กจ๋วมกับเบลลินาไว้บริเวณตรงกลางของดอกไม้
- พับปลายดอกไม้ทุกกลีบเข้าตรงกลาง เพื่อปิดทับกระดาษรูปเด็กจ๋วมกับเบลลินาไว้
- นำไปวางในอ่างน้ำ กระดาษกลีบดอกไม้จะค่อย ๆ ทางออก ทำให้เห็นตุ๊กตาดอกไม้รูปเด็กจ๋วมกับเบลลินาที่อยู่ด้านใน



ความประทับใจนิทาน

สู้แรงบันดาลใจสร้างสรรค์

นำมหัศจรรย์ที่เด็กหญิงตัวจิ๋วอาศัยอยู่ในดอกไม้ เราสร้างดอกไม้ลอยน้ำให้เด็กจ๋วมกับเบลลินาอยู่กันดีกว่า

เกลือละลายน้ำ

สร้างกุนลอยน้ำแสนสนุก

เรื่องย่อจากนิทาน

ลาแบกเกลือ

ในวันที่แดดร้อนระอุ พ่อค้ากับลาตัวหนึ่งเดินทางนำเกลือไปขายยังตลาดที่อยู่ห่างออกไป พ่อค้าจึงลาซึ่งแบกเกลือไว้บนหลัง ลารู้สึกขี้เกียจ ไม่อยากเดินทางไปไหนกลางแดดร้อนและแบกของหนัก มันอยากนอนพักผ่อนได้ร่ำไม่มากกว่า

จนกระทั่งถึงแม่น้ำ พ่อค้ากับลาได้เดินลุยน้ำผ่านไปยังตลาด โชคดีไม่เข้าข้างพ่อค้าเลยเพราะเขาและเจ้าลาได้สะดุดก้อนหินในน้ำจนล้มลงทำให้ตัวเปียกปอน ส่วนเกลือที่แบกอยู่บนหลังลาได้ละลายน้ำในแม่น้ำไปเสียจนหมดสิ้น พ่อค้าเสียใจจนแทบร้องไห้ตรงกันข้ามกับเจ้าลาที่แอบยิ้มด้วยความดีใจที่ไม่ต้องแบกเกลือให้หนักหลังมันอีกต่อไป

วันต่อมา พ่อค้านำกระสอบมูนมาวางบนหลังลาเพื่อนำไปขายที่ตลาดอีกครั้ง พอเดินถึงลำน้ำ พ่อค้ากำซับลา

“แกช่วยระวังไม่ให้ล้มนะ ไม่งั้นมูนจะเสียหาย” เจ้าลาผู้หน้าสงสารและไร้ปัญญา ด้วยความขี้เกียจมันย่อตัวให้น้ำในแม่น้ำเปียกท่วมมูน แต่ทว่ามูนกับเกลือเหมือนกันที่เหน มูนอมน้ำไว้ทำให้หนักขึ้นจนลาแทบหลังหักเลยทีเดียวนะ



ความประทับใจนิทาน
ผู้แรงบันดาลใจสร้างสรรค์
เกลือมีคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ ในขณะที่มูนไม่ละลายน้ำ เราทดลองเสกกุนที่อยู่ในแก้วน้ำ ให้ลอยสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยใช้ “เกลือ” มาเป็นผู้ช่วยสำคัญ



วิธีการทำ

- ใช้กรรไกรตัดหลอด ความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร
- เสียบหลอดบนดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม (หรือปั้นเป็นรูปอื่น ๆ ที่สนใจ) จะได้กุนลอยน้ำอย่างง่าย
- เติมน้ำใส่ในแก้วพลาสติกใส แล้วนำกุนลอยน้ำวางลงบนผิวน้ำ
- สังเกตและทำสัญลักษณ์ระดับการลอยของกุนลอยน้ำไว้บนแก้วพลาสติกใส
- เทเกลือลงในน้ำ ใช้ช้อนคนเบา ๆ แล้วสังเกตระดับการลอยของกุนลอยน้ำอีกครั้ง

เหตุที่เป็นเช่นนั้น

ปริมาณเกลือในของเหลวที่แตกต่างกัน ทำให้ความหนาแน่นของเหลวแตกต่างกันไปด้วย ถ้าปริมาณเกลือมากขึ้นจะทำให้ของเหลวมีความหนาแน่นมากขึ้น ส่งผลให้กุนลอยน้ำได้สูงขึ้น ❁

อาจารย์ริชาร์ด โชติบุตร

นักฟิสิกส์ทฤษฎี
ผู้หลงใหลในการ
ไขความลับของ
กฎธรรมชาติ





ย้อนกลับไปสมัยมัธยมปลายอาจารย์ริปกเคยเป็นทั้งเด็กโอลิมปิกวิชาการและมือกีตาร์วง Cocktail ช่วงเวลาหนึ่งก่อนจะรับทุนไปเรียนต่ออเมริกาตั้งแต่ปริญญาตรีจนถึงปริญญาเอก หลังเรียนจบเขาเลือกทำวิจัยที่สิงคโปร์และได้รับการชักชวนให้เป็นหนึ่งในผู้ร่วมก่อตั้ง QTFT (Quantum Technology Foundation of Thailand) ปัจจุบันเขาจึงมีบทบาทในองค์กรเอกชน ไปพร้อมๆ กับการสอนหนังสือที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และรับหน้าที่เป็นหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการวิจัย Chula Intelligent and Complex Systems (CHICS) ด้วยความเชื่อว่าถ้าตั้งใจทำอะไรสักอย่างเราจะทำได้ดี และสิ่งที่ทำได้ดีนั้นไม่จำเป็นต้องมีเพียงอย่างเดียว

ทำไมฟิสิกส์ถึงน่าหลงใหล

ฟิสิกส์คือการศึกษารวมชาติของอะไรก็ได้ โดยผ่านการคิดแบบนักฟิสิกส์ ซึ่งเรามักใช้คณิตศาสตร์ทำนายอนาคตว่าจะเกิดอะไรขึ้น ฟิสิกส์มันเหมือนเราเป็นนักสืบที่ค้นหากฎธรรมชาติ $F=ma$ สมการเดียวอธิบายเส้นผมร่วงบนพื้น อธิบายรถชนกัน อธิบายดวงดาวโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้ มหัศจรรย์มากที่คนค้นพบวิธีใช้ตัวอักษรไม่กี่ตัวอธิบายแทบจะทุกอย่างและสรุปกฎธรรมชาติที่แตกต่างและหลากหลายได้ แต่พอเรียนไปลึกๆ ก็รู้สึกว่ามันซับซ้อน สมการไม่ได้ง่ายเหมือน $F=ma$ หหมด แต่อย่างน้อยก็มีกฎที่ทำให้เรามีพลังในการทำนายอนาคต การเป็นนักฟิสิกส์ทำให้เราได้ค้นหากฎพิเศษของธรรมชาติที่ประสาทสัมผัสมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ ผมรู้สึกว่าฟิสิกส์มันสนุกตรงนี้

การสอน การทำวิจัย การทำงานองค์กร เอกชน สิ่งเหล่านี้เชื่อมโยงกันอย่างไร

การเป็นนักวิจัยกับการสอนหนังสือไปด้วยกันได้ดี เพราะการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เพิ่งถูกค้นพบใหม่ให้แก่นักศึกษาเป็นหน้าที่ของอาจารย์อยู่แล้ว แต่การสอนกับการทำงานเอกชนคนละขั้วกันเลย เพราะการสอนเราต้องมั่นใจในความรู้ก่อนจะถ่ายทอด แต่ปัญหาของภาคเอกชนจะมีไดนามิกสูงมาก 2-3 วันเปลี่ยน ไม่มีทางที่เราจะรู้และเข้าใจทุกอย่างจนมั่นใจเพื่อไปสอนเขา แต่การเป็นนักวิจัยแล้วไปทำงานภาคเอกชนเราเข้าไปช่วยแก้ปัญหาได้ เพราะการวิจัยคือการแก้ปัญหาที่คนไม่เคยแก้ได้ ค้นพบสิ่งที่ไม่เคยมีใครค้นพบ ถ้าเป็นอาจารย์ที่สอนอย่างเดียวไม่ทำวิจัยเลย แล้วไปทำงานเอกชนอาจจะตามความไวของเอกชนไม่ทัน แต่ถ้าเป็นนักวิจัยที่ปรับตัวได้ดีและคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาที่ไม่เคยมีใครแก้ได้ มีเดดไลน์ให้ตัวเอง จะสามารถช่วยภาคเอกชนแก้ปัญหาได้ดี ก็เป็นที่ต้องการพอสมควร

เข้าไปเป็นผู้ร่วมก่อตั้ง QTFT ได้ยังไง

หลังจากเรียนจบปริญญาเอกผมคิดถึงอาหารและสังคมเอเชีย เลยไปทำวิจัยเรื่องปัญญาประดิษฐ์ที่ Singapore University of Technology and Design (SUTD) ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยใหม่ที่ก่อตั้งร่วมกับ Massachusetts Institute of Technology (MIT) เน้นส่งเสริมด้านสตาร์ทอัพ ผมเลือกไปที่นั่นเพราะอยากเปิดมุมมองในการทำวิจัยที่ส่งผลต่อสังคมในแง่ธุรกิจ ซึ่งตอนนั้นทิว (จิรวุฒิ ตั้งปณิธานนท์ CEO และ Co-founder ของ QTFT) เรียนปริญญาเอกอยู่และสนใจเรื่องสตาร์ทอัพ พอรู้ว่ามีรุ่นพี่ที่เรียนฟิสิกส์เหมือนกัน เขาก็มาเสนอโอเคเดียวว่าอยากตั้งหน่วยงานที่ช่วยผลักดันและปลดล็อกให้นักเรียนทุนสามารถทำงานอื่นนอกเหนือจากเป็นอาจารย์ หรือทำงานองค์กรรัฐอย่างเดียว เรามี Co-founder อีก 3-4 คนช่วยกันคิดว่าจะไปทิศทางไหน คำว่าตั้งใจเรียนแล้วกลับมาช่วยพัฒนาประเทศมันนามธรรมมากเลย เป็นอาจารย์ก็ยังไม่ค่อยตอบโจทย์ นักเรียนทุนที่เรียนฟิสิกส์มีเยอะมาก แต่กลับไทยไปไม่มีตำแหน่งให้แล้วเขา

จะทำอะไร เลยเกิดเป็นไอเดียขึ้นมาว่าเราอยากใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ช่วยผลักดันและแก้ปัญหาสังคม อยากแสดงให้เห็นว่ากระบวนการคิดแบบฟิสิกส์ใช้ประยุกต์แก้ปัญหาที่ซับซ้อนในวงการอุตสาหกรรม และสร้างผลตอบแทนจากการลงทุนได้ (ซึ่งเป็นสิ่งที่ประเทศพัฒนาแล้วทราบดี) เลยเป็นที่มาของการก่อตั้ง QTFT

เทคโนโลยีควอนตัมจะเข้ามาสร้างการเปลี่ยนแปลงอะไร

ผมเจอกับทิวในช่วงก่อนอนุเกิลประกาศ Quantum Supremacy ซึ่งเป็นการพิสูจน์ว่ามีการคำนวณด้วยควอนตัมคอมพิวเตอร์ที่เหนือกว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ โดยใช้ชิป Sycamore ที่มีขนาดเท่าปลายนิ้วก้อยแต่คำนวณงานบางอย่างได้เร็วกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่เท่าสองสนามบาส อเมริกาเริ่มสนใจ จีนเริ่มสนใจ ทุกคนมองว่ามันจะเป็น Key Technology ที่ใช้ปฏิวัติยุคหลังอุตสาหกรรม สิ่งนี้จะส่งผลต่อการออกแบบเส้นทางขนส่งพัสดุให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การออกแบบเส้นทางจราจรที่ซับซ้อนให้ดีขึ้น การออกแบบวงจรเคมี ออกแบบยา ปุ๋ย เครื่องสำอาง ปัญหาต่างๆ ที่ปัจจุบันยังแก้ไม่ได้ เขาเชื่อว่าควอนตัมมันจะมาแก้ได้ แม้วันนี้ระบบจะยังเล็กและไม่เสถียร แต่เราควรรู้เรื่องเหล่านี้ล่วงหน้าเพื่อตามโลกให้ทัน



**เราอยากใช้ความรู้ทางฟิสิกส์
ช่วยผลักดันและแก้ปัญหาสังคม
อยากแสดงให้เห็นว่า
กระบวนการคิดแบบฟิสิกส์
ใช้ประยุกต์แก้ปัญหาที่ซับซ้อน
ในวงการอุตสาหกรรม
และสร้างผลตอบแทน
จากการลงทุนได้**





อีกเทคโนโลยีที่น่าสนใจคือ Quantum Communication เป็นการออกแบบวิธีส่งข้อมูลที่ไม่สามารถถูกแฮกได้ หลายประเทศกำลังลงทุนกับเรื่องนี้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการติดต่อสื่อสาร ยกตัวอย่างเช่นรหัสผ่านการทำธุรกรรมธนาคาร รหัสเข้าโทรศัพท์มือถือและอีเมล ถ้าวันหนึ่งมีความคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่พอ แบบเดียวไม่เกิน 1-2 อาทิตยัรหัสผ่าน RSA ที่อยู่ในมือเราสามารถโดนแฮกหมด

เหล่านี้คือประเด็นใหญ่ๆ ที่ต่างประเทศเขาลงทุนกัน QTFT เลยคุยกันว่าต้องมีคนศึกษาเรื่องนี้ในเมืองไทย แล้วถ้าไม่ใช่ นักฟิสิกส์ที่ศึกษามา

โดยตรงก็ไม่มีใครทำ ปีที่แล้วเราได้เงินจากนักลงทุน 30 ล้านบาท ปีนี้จะน่าสนใจมากขึ้นในแง่ที่ว่าภาคอุตสาหกรรมเริ่มเห็นว่าเทคโนโลยีควอนตัมแก้ปัญหาโลจิสติกส์ได้ เราจะเริ่มเห็นการขยายตัวของตลาดและบริษัทเองก็น่าจะต้องขยายเหมือนกัน

การเป็นอาจารย์ในยุคนี้ทำให้ได้พบเห็นสิ่งที่น่าสนใจหรือได้เรียนรู้อะไรบ้าง

สมัยนี้มีสื่อออนไลน์ที่ดีเยอะมาก สมมติผมต้องสอนวิชาควอนตัมแล้วเด็กบอกว่ามีอาจารย์ที่ MIT สอนเหมือนกันเลย เขาได้เรียนกับคนสอนที่เก่งที่สุดในด้านนี้ แล้วเขาจะมาเรียนกับเราทำไม หน้าที่หลัก

ของอาจารย์ตอนนี้เลยกลายเป็นการชี้ทางที่เหมาะสมให้ว่าเด็กควรจะเรียนรู้จากไหน ถ้าอาจารย์รู้ว่าเราไม่สามารถสอนแข่งกับ MIT ได้ เราก็ไม่ต้องแข่ง แต่ใช้ MIT เป็นเครื่องมือช่วยในการสอน โดยเราเป็นคนช่วยไกด์ให้เขาไปเรียนรู้เอง และเราคอยให้ feedback ที่เหมาะสม ถ้าเด็กยุคนี้ไขว่คว้าแล้วรู้ว่าจะคุยกับใครเรื่องอะไร เขาสามารถหาความรู้จากคนที่เก่งที่สุดในเรื่องนั้นได้ เด็กที่ตั้งใจและมีความพยายามจะเรียนรู้เร็วมาก นักศึกษาปี 3-4 บางคนทำวิจัยได้เหมือนนักศึกษาระดับปริญญาเอกก็มี เพราะเขาเรียนรู้ด้วยตัวเองผ่านหลักสูตรมหาวิทยาลัยระดับโลกที่ให้ความรู้ฟรี บางคนจบมัธยมปลายก็เริ่มทำวิจัยได้แล้ว เด็กที่เรียนตามหลักสูตรอย่างเดียว จะถูกทิ้งห่างจากเด็กที่เรียนรู้ด้วยตัวเองเยอะมาก เลยกลายเป็นโจทย์ว่าหลักสูตรควรปรับตัวยังไง วิธีสอนที่ดีสมัยนี้ไม่ใช่แค่ถ่ายทอดความรู้อย่างเดียว แต่ต้องสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และค้นคว้าเพิ่ม สอนให้เด็กแยกแยะด้วยตัวเองได้ว่าอะไรคือข้อมูลที่ดีอะไรคือข้อมูลขยะ

ก่อนมาสอนที่จุฬาฯ สมัยเรียนปริญญาเอกผมเป็นผู้ช่วยสอนที่มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด เด็กบางคนให้คำตอบที่อัจฉริยะมาก ผมสนุกมากกับการได้เรียนรู้จากคำตอบของนักเรียน ถ้าได้เจอนักศึกษาที่มีความครีเอทีฟ ขยัน กล้าคิดกล้าถาม สอนแล้วจะสนุก เพราะอาจารย์เองก็ได้รับความรู้จากเด็กด้วย บางอย่าง que เด็กถามมาเป็นคำถามวิจัยได้เลย ทุกวันนี้เวลาสอนผมจะบอกเลยว่าถ้าคุณมีคำถามถามได้เลย ถ้าไม่มีคำถามแปลว่าคุณไม่ได้ตั้งใจเรียน และเราควรรถกันแทนที่จะรับข้อมูลจากอาจารย์ฝ่ายเดียว ตอนเรียนปริญญาเอกรุ่นผมมี 25 คน เราได้เรียนรู้จากกันและกันเยอะมาก เพราะแต่ละคนมีมุมมองแตกต่าง เวลาทำการบ้านด้วยกันจะสนุกมาก โจทย์บางข้อที่อาจารย์ให้เขาเองก็คิดไม่ออก แต่เขาอยากดูว่านักศึกษาจะแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งหลายครั้งแก้ไม่ได้ แต่อย่างน้อยการพยายามแก้ก็ทำให้เห็นวิธีคิด



**วิธีสอนที่ดีสมัยนี้ไม่ใช่แค่ถ่ายทอดความรู้
อย่างเดียว แต่ต้อง
สร้างแรงจูงใจในการ
เรียนรู้และค้นคว้าเพิ่ม
สอนให้เด็กแยกแยะ
ด้วยตัวเองได้ว่า
อะไรคือข้อมูลที่ดี
อะไรคือข้อมูลขยะ**



สมัยมัธยมปลายที่กังแข่งโอลิมปิกวิชาการและเล่นกีตาร์ในวง แบ่งเวลาให้กับสองสิ่งนี้ยิ่งง

ผมต้องขอบคุณครอบครัวที่ซัพพอร์ตทุกสิ่งที่ไม่มีปัญหาให้กังวล ไม่มีเรื่องอื่นให้คิดมาก ตอนมัธยมปลายผมจึงสามารถทำสิ่งที่ชอบทั้งสองอย่างโดยไม่ต้องกังวลว่าพรุ่งนี้จะกินอะไร พอไม่มีเรื่องให้กังวลเลยรู้สึกว่ถ้าเราตั้งใจหรือมีแพสชั่นกับอะไรเพียงอย่างเดียวมันน่าเบื่อไปหรือเปล่า ทำไมไม่ลองทำอย่างอื่นดูบ้าง สมัยเรียนเตรียมอุดมผมเล่นบาสเลย์ได้รู้จักโอม (ปณตพล ประสารราชกิจ นักร้องนำวง Cocktail) และมารวมวงทำอัลบั้มด้วยกัน ตอนแรก Cocktail ไม่ใช่ชื่อวงแต่เป็นชื่ออัลบั้ม การตลาดยุคนั้นคือทำแผ่นซีดีขายหน้าโรงเรียน ลงทุนกันเองยืมเงินคุณพ่อคุณแม่มา ตอนนั้นเรามีความสุขกับการได้สร้างสรรค์เพลงใหม่ๆ เราชอบสร้างสิ่งใหม่ๆ นี่คืเหตุผลที่ผมรู้สึกว่ฟิลิกส์ คณิตศาสตร์ ดนตรีมันไปด้วยกันได้ เพราะ





เป็นกระบวนการสร้างสรรค์เหมือนกัน คณิตศาสตร์ กับฟิสิกส์อาจฟังดูไม่ครีเอทีฟถ้าเรียนไปเพื่อสอบ แต่เวลาแก้ปัญหามันต้องมีความคิดสร้างสรรค์ บางอย่าง ต้องสร้างความเข้าใจและไอเดียใหม่ๆ เพื่อตอบโจทย์

ความรู้ด้านฟิสิกส์ทำให้เรามีมุมมองต่อดนตรี แตกต่างจากคนอื่นไหม

ริชาร์ด ไพน์แมน นักฟิสิกส์รางวัลโนเบลเคยถูกถามว่า คุณเป็นนักฟิสิกส์ที่จริงจังขนาดนี้ เวลา มองดอกไม้คุณมองเป็นสมการไหม คนทั่วไปมองดอกไม้แล้วรู้สึกว่ามันสวยมันหอม นักฟิสิกส์ก็ได้กลิ่นหอมและมองเห็นความสวย แต่จะมีการคิดแบบนักฟิสิกส์เพิ่มขึ้น การที่ดอกไม้ไม่มีสีมันอาจแปลว่าแมลงก็มองเห็นสีเหมือนกันเลยเข้ามาผสมเกสร โครงสร้างการเรียงตัวของดอกไม้ส่งผลต่อการรับแสงแบบไหน ก็นำไปสู่โจทย์วิจัยได้ว่าเราจะ ออกแบบวัสดุเพื่อการรับแสงยังไง มันทำให้เรามี มุมมองต่อโลกนี้ในแบบนักฟิสิกส์เพิ่มขึ้น อย่างตัวผมเองเวลาฟังเสียงดนตรีผมก็ไม่ได้คิดเป็นฟิสิกส์ ตลอดเวลา เวลาเดินทางด้วยรถไฟฟ้าผมก็ฟังเพลงเพื่ออารมณ์สุนทรีย์ แต่มุมมองของนักฟิสิกส์ ก็ทำให้เรามองดนตรีโดยโยงกับวิทยาศาสตร์การ ได้ยินเสียง เช่น มันมีแพตเทิร์นการเรียงโน้ตแบบนี้ ซีควอซ์แบบนี้ทำให้เกิดคลื่นสมองที่สร้างความสุข

จุดเปลี่ยนของชีวิตตอนที่ตัดสินใจรับทุนไป เรียนต่ออเมริกามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง

อัลบั้มสุดท้ายที่ผมทำกับวงคือ 36,000 Miles Away From Here อัดไปครั้งหนึ่ง แล้วก็ตัดสินใจรับทุนไปเรียนต่อ ตอนนั้นผมชอบทั้งวิทยาศาสตร์ ดนตรี และกำลังเรียนปี 1 ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬายๆ แต่คำถามที่ผมสนใจเกี่ยวกับฟิสิกส์มันลึกมาก วิศววะเลยไม่ตอบโจทย์ส่วนตัวที่ตั้งไว้ ถ้าไปเรียนฟิสิกส์น่าจะสนุกกว่า ช่วงแรกก็ไปถึงอเมริกา ภาษาอังกฤษผมอ่อนมาก พูดได้แบบงูๆ ปลาๆ

สอบได้ A ในโรงเรียนเตรียมอุดม แต่ไม่ได้แปลว่าเราสื่อสารได้ ผมไม่เคยสื่อสารกับชาวต่างชาติเลย ปีแรกก็ไปทรมานมาก เหมือนเป็นคนใบ้ที่ต้อง บังคับตัวเองให้สื่อสารให้ได้ และต้องไปเข้าชั้น ม.6 ที่นู่นอีกปี

ถามว่าทำไมเลือกฟิสิกส์ไม่เลือกดนตรี อาจ เพราะผมเป็นเพอร์เฟกชันนิสต์ระดับหนึ่ง เวลาทำ อะไรจะตั้งใจมาก และการเป็นนักดนตรีที่ดีต้องมี อารมณ์ร่วม ช่วงนั้น Cocktail มีเพลงเศร้าเยอะ เวลาแต่งเพลงเศร้าผมจะคิดหมกมุ่นอยู่กับมันว่า ทำยังไงให้เศร้าสุด ‘เพลงวูปเดียว’ กับ ‘เพลงจม’ เศร้ามาก ผมคิดอยู่เป็นสัปดาห์ว่าจะเล่นยังไงให้ สื่ออารมณ์เศร้าได้มากที่สุด ช่วงนั้นทุกซัปดาห์จน รู้สึกว่าไม่สามารถแบกอารมณ์กับงานดนตรีได้ ถ้าไปทางนั้นเราอาจจะจิตตกจนซึมเศร้าหรือเปล่า เลยรู้สึกว่ายังไม่ใช่แนว เพราะผมแยกระหว่างการ แสดงกับอารมณ์ส่วนตัวไม่ได้

อะไรคือบทเรียนสำคัญที่ได้เรียนรู้จากปี 2022 และมีเป้าหมายที่วางไว้ในปี 2023 ไหม

ปีที่ผ่านมาโลกมีหลายอย่างเกิดขึ้น คริปโตแตก สงครามยูเครน โควิด เศรษฐกิจพัง เลยทำให้คิดว่าเราต้องปรับตัวเร็วขึ้น เราต้องบริโภคลืออย่างมี หลักการมีตรรกะมากขึ้น อย่างเรื่องคริปโตหลายคนพอร์ตแตกเพราะเชื่อตามกระแสส่วนใหญ่ ความเชื่อบางอย่างถ้าไม่มีประสบการณ์มากพอในการ คิดวิเคราะห์ เราจะได้รู้ได้ว่ากระแสส่วนใหญ่มัน ถูกหรือผิด เราก็ต้องเอาวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ เข้ามาช่วย เพราะวิทยาศาสตร์คือการทำความเข้าใจธรรมชาติด้วยการคิดและการทดลองอย่าง มีเหตุผล ส่วนในมุมที่เป็นเป้าหมายส่วนตัว ปีที่แล้ว ผมบริหารทุนวิจัยเยอะ เวลาส่วนใหญ่ใช้ไปกับการ บริหารทีม ปีนี้เลยอยากทำงานบริหารลดลงแล้ว เอาเวลามาคิดงานวิจัยสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆเพิ่มขึ้น





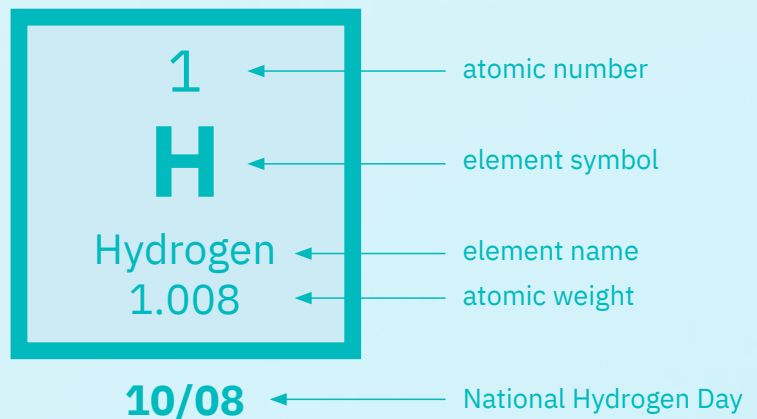
ไฮโดรเจน

โมเลกุลเหมือนกัน

แต่อาจไม่เหมือนกัน

ก๊าซไฮโดรเจน

ก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอมดึงดูดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีสูตรโมเลกุล คือ H_2 มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 2.02 กรัมต่อโมล ก๊าซไฮโดรเจนมีน้ำหนักเบา ความหนาแน่น ณ ความดัน 1 บาร์ อุณหภูมิ 298 เคลวิน มีค่าประมาณ 0.0838 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ก๊าซไฮโดรเจนมีจุดวาบไฟต่ำทำให้จุดติดไฟได้ง่าย ให้เปลวไฟที่มองไม่เห็น มีค่าความร้อนที่สามารถนำไปใช้ได้ (low heating value: LHV) สูง และมีการนำความร้อนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับก๊าซชนิดอื่น ๆ



National **Hydrogen** &
Fuel Cell Day | 10·08

ก๊าซไฮโดรเจนใช้ทำอะไร?

ก๊าซไฮโดรเจนใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมเหล็ก ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมี เช่น แอมโมเนีย เมทานอล ใช้เป็นสารให้ความร้อน ผลิตกระแสไฟฟ้า ทั้งในระดับชุมชนและอุตสาหกรรม



HYDROGEN

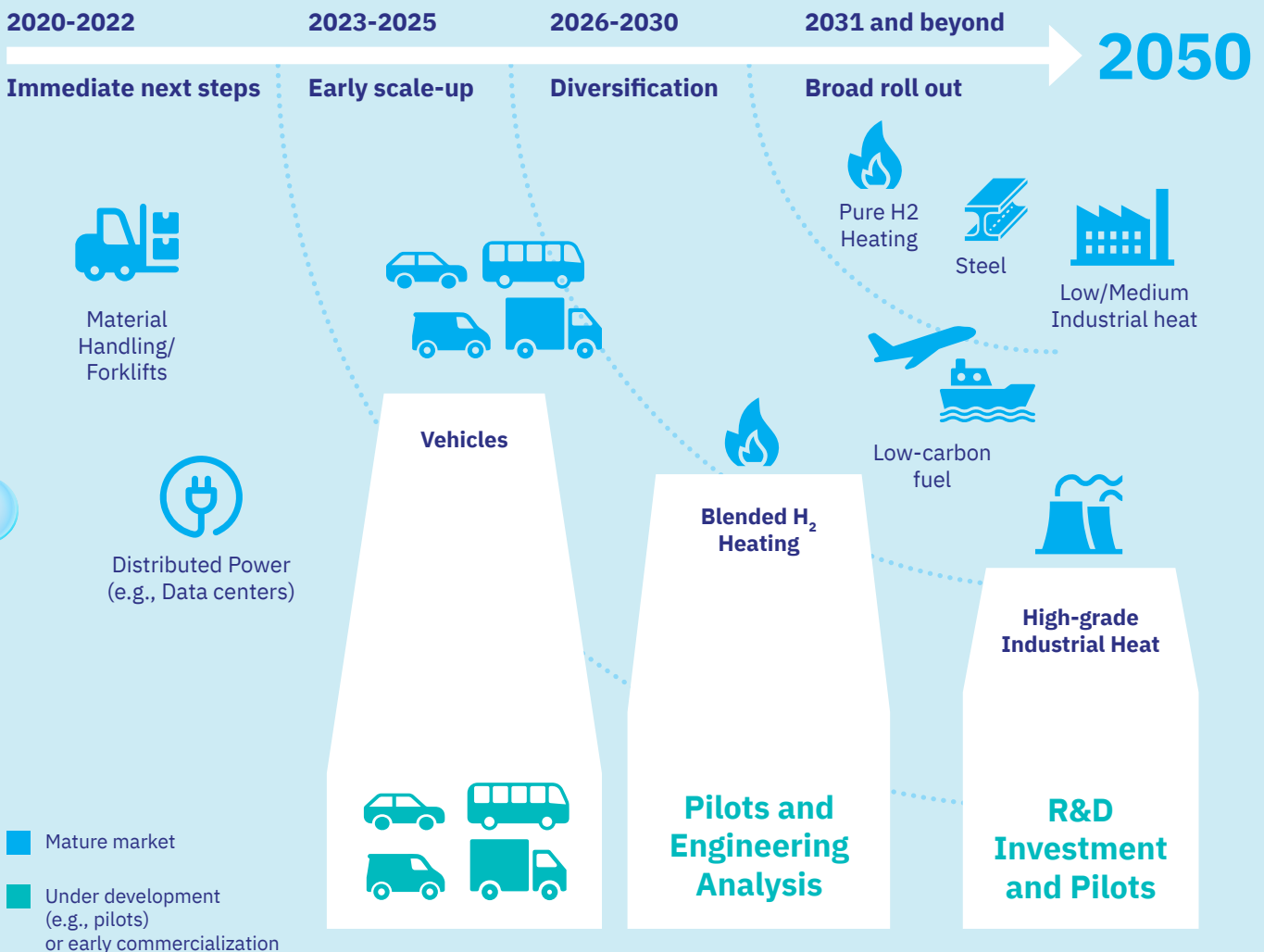


บทบาทของไฮโดรเจนกับพลังงานและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันและอนาคต

จากปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ทำให้ก๊าซไฮโดรเจนเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเรื่อยๆ และคาดการณ์ว่าจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจาก ก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่มีค่าความจุความร้อนสูง เมื่อทำการเผาไหม้ (ทำปฏิกิริยากับอากาศ) เพื่อให้พลังงานความร้อนจะไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อนเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นเพียงไอน้ำเท่านั้น นอกจากนี้ความต้องการในการใช้ก๊าซไฮโดรเจนในกระบวนการต่าง ๆ ทางอุตสาหกรรมแล้วก๊าซไฮโดรเจนได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในด้านพลังงานด้วย โดยการประยุกต์ใช้ ในด้านการคมนาคมขนส่งทั้งทางบก ทางน้ำ และ

ทางอากาศ ทั้งในส่วนของ การนำไปใช้โดยตรง เช่น ในรูปแบบของเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) การประยุกต์ใช้ก๊าซไฮโดรเจนร่วมในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (synthetic fuel) และการใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะโดยตรง และ การทำหน้าที่เป็นสารกักเก็บพลังงานเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตพลังงานในรูปแบบอื่นต่อไป เช่น กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการป้อนก๊าซไฮโดรเจนโดยตรง หรือ เข้าร่วมกับสารให้พลังงานและความร้อนอื่น เช่น ก๊าซมีเทน สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตกำลังสูง เป็นต้น

The Roadmap of Phases for Hydrogen Across Applications Development

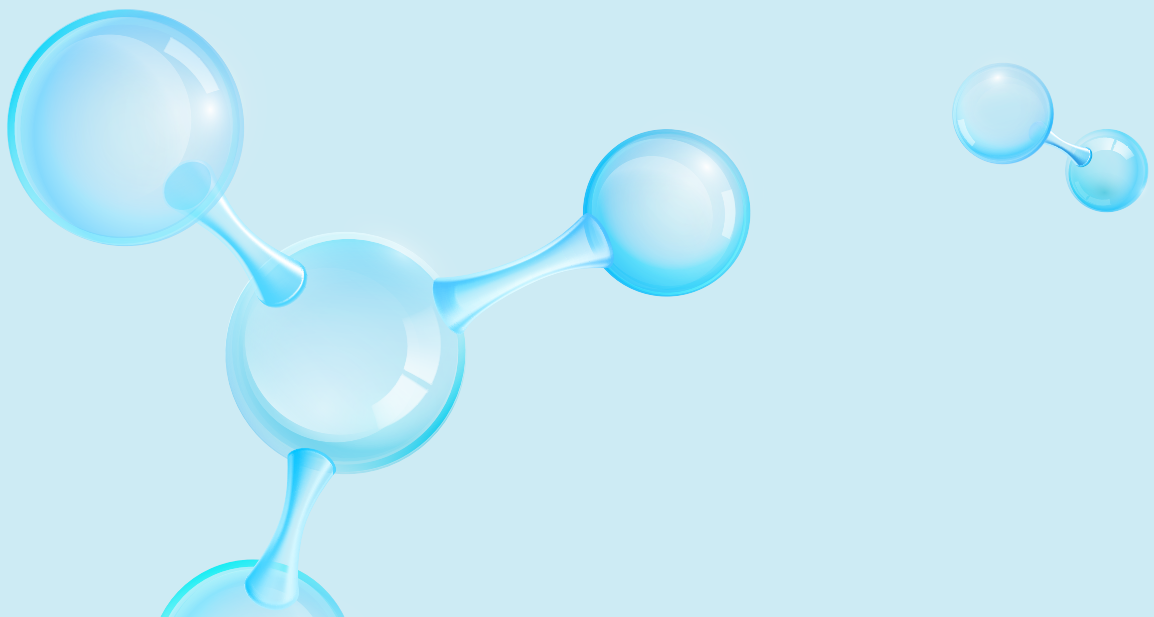


ชนิดของก๊าซไฮโดรเจนและกระบวนการผลิต

จะเห็นว่าก๊าซไฮโดรเจนสามารถนำไปใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ความต้องการก๊าซไฮโดรเจนจึงมีสูงขึ้นเรื่อย ๆ ก๊าซไฮโดรเจนสามารถผลิตได้จากหลากหลายกระบวนการขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นที่ใช้ผลิตและความบริสุทธิ์ของก๊าซไฮโดรเจนที่จะนำไปใช้ ตัวอย่างกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจน เช่น การปฏิรูปด้วยไอน้ำ การปฏิรูปด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเผาไหม้ ณ อุณหภูมิสูงแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นต้น โดยในแต่ละกระบวนการจะให้สารผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นที่นำมาใช้ ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนในระดับอุตสาหกรรม คือ กระบวนการปฏิรูปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนด้วยไอน้ำ (steam reforming) เป็นกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยการให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งแหล่งที่มาส่วนใหญ่ คือ ก๊าซธรรมชาติ และ ถ่านหิน ทำปฏิกิริยากับไอน้ำที่อุณหภูมิสูงได้ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซผลิตภัณฑ์ โดยสัดส่วนของก๊าซแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับตัวเร่งปฏิกิริยาและปริมาณไอน้ำที่ใช้ รวมถึงสถานะการดำเนินงาน เช่น อุณหภูมิ และ ความดันด้วย

แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันโดยเฉพาะผลกระทบจาก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การผลิตก๊าซไฮโดรเจนด้วยกระบวนการการปฏิรูปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนด้วยไอน้ำโดยการใช้สารตั้งต้นที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ หรือ ถ่านหิน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศมาก (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 โดยประมาณ เมื่อเทียบกับก๊าซทั้งหมดที่ผลิตได้จากกระบวนการ) จึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตในหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้สารตั้งต้นที่เป็นวัสดุจากธรรมชาติ การพัฒนากระบวนการที่มีการกักเก็บ และ/หรือ การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น โดยหัวใจสำคัญของการพัฒนา คือ มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในทิศทางที่สร้างความเป็นกลางทางคาร์บอน โดยในปัจจุบันแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้ถูกแบ่งกลุ่มโดยการกำหนดสีตามแหล่งที่มาของสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการ และ กระบวนการจัดการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนี้



• โดยทั่วไปแล้วกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนผ่านกระบวนการทางเคมีที่ใช้ความร้อนสูงโดยการใช้น้ำมันดิบจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) เช่น ก๊าซธรรมชาติ หรือ ถ่านหิน และมีกระบวนการผลิตที่ไม่มีการจัดการการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Utilization Unit, CCUS) ถูกกำหนดสีเป็นสีเทา หรือ ที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า Grey hydrogen ในกลุ่มสีเทานี้ยังสามารถแบ่งกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสีน้ำตาล (Brown hydrogen) คือ กรณีที่ใช้ถ่านหินสีน้ำตาลเป็นสารตั้งต้น และกลุ่มสีดำ (Black hydrogen) คือ กรณีที่ใช้ถ่านหินสีดำเป็นสารตั้งต้น

• ในส่วนของกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนในกลุ่มสีเทา หากมีการเพิ่มอุปกรณ์สำหรับกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์ ทำให้ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ กระบวนการผลิตนี้จะจัดอยู่ในกลุ่มสีฟ้า หรือที่เรียกกันอย่างแพร่หลายว่า Blue hydrogen

• ก๊าซไฮโดรเจนสีฟ้าอมเขียว เป็นการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยการเปลี่ยนก๊าซธรรมชาติด้วยความร้อนได้ผลิตภัณฑ์พลอยได้คือของแข็งคาร์บอน

• ก๊าซไฮโดรเจนสีเขียว คือ กลุ่มกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยการแยกโมเลกุลไฮโดรเจนจากน้ำผ่านกระบวนการแยกด้วยกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยใช้ชีวมวลเป็นสารตั้งต้น

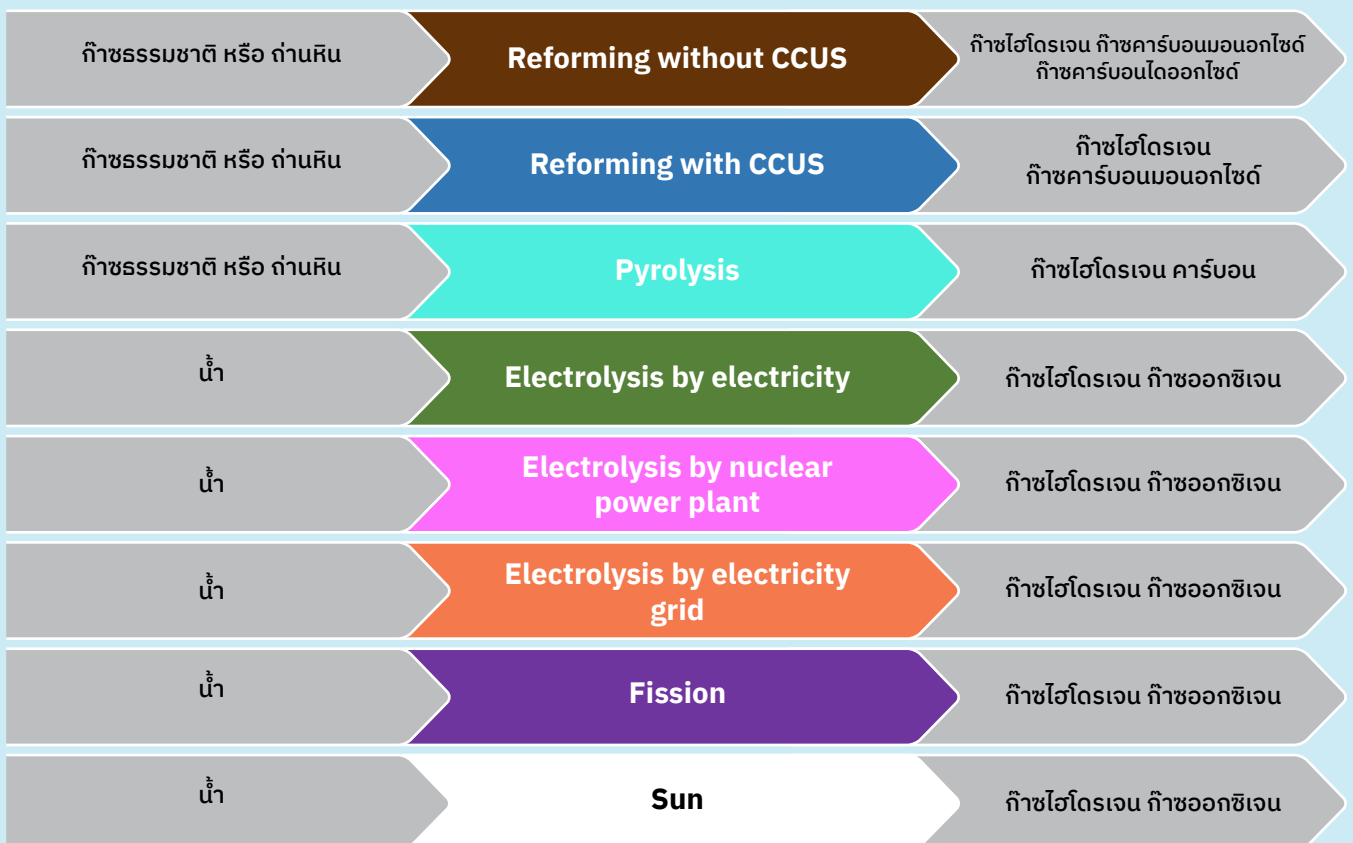
• กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยการแยกโมเลกุลไฮโดรเจนจาก

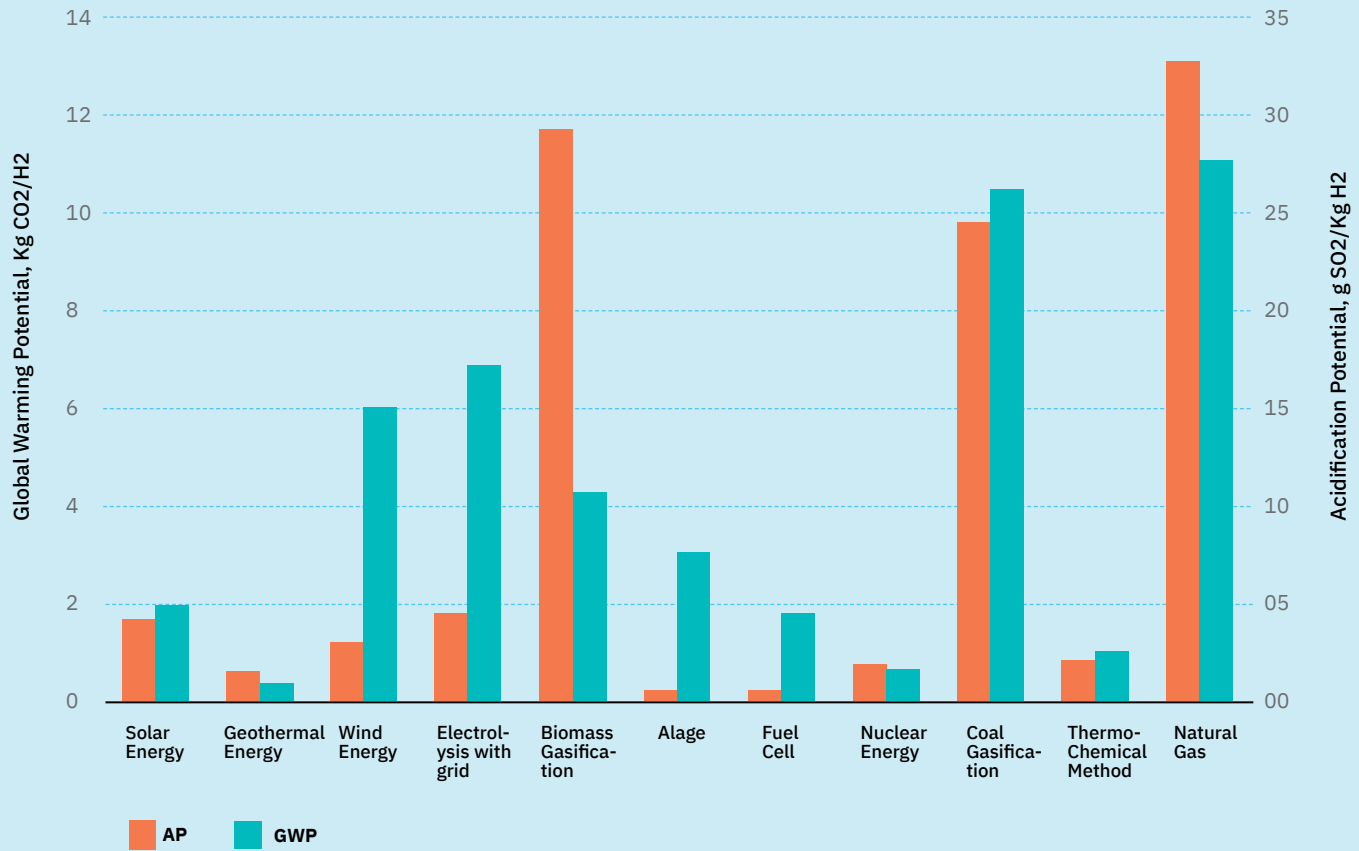
น้ำผ่านกระบวนการแยกด้วยกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการผลิตด้วยนิวเคลียร์ ถูกจัดให้เป็นสีชมพู

• ก๊าซไฮโดรเจนที่ผลิตโดยการแยกโมเลกุลไฮโดรเจนจากน้ำผ่านกระบวนการแยกด้วยกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการผลิตในระบบเครือข่ายไฟฟ้า (grid electricity) เรียกไฮโดรเจนสีเหลือง

• ไฮโดรเจนสีม่วง คือ ก๊าซไฮโดรเจนที่ผลิตได้ผ่านกระบวนการผลิตที่ได้จากพลังงานนิวเคลียร์ผ่านปฏิกิริยาฟิชชัน

• ก๊าซไฮโดรเจนสีขาวถูกนิยามสำหรับกระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากการแยกน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์





มุมมองแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับประเทศไทย

สืบเนื่องจากความตื่นตัวในด้านการลดปัญหาอันเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศโลกซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การขับเคลื่อนทิศทางพลังงานของประเทศไทยได้ดำเนินไปตามการขับเคลื่อนทิศทางพลังงานของนานาชาติตามความตกลงปารีส (Paris Agreement) โดยการมุ่งเน้นในการรักษาอุณหภูมิการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 1.5 องศาเซลเซียส จากข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ประเทศไทยมีเป้าหมายการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นศูนย์ (Net Zero Greenhouse Gas Emission) ให้ได้ภายในปี ค.ศ. 2608 โดยได้เริ่มการดำเนินการต่อเนื่องมาเป็นลำดับ มีการกำหนดให้ใช้พลังงานไฮโดรเจนสำหรับภาคคมนาคมขนส่งมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันและลดปัญหาภาวะ

ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการให้ความร้อนสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับแหล่งพลังงานจากฟอสซิล มีการกำหนดเป้าหมายการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 40 ภายในปี พ.ศ. 2573 สร้างความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี พ.ศ. 2593 และไม่มี การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเลยภายในปี พ.ศ. 2608 โดยเป้าหมายทั้งหมดนี้ส่วนหนึ่งได้ดำเนินการปรับแผนพลังงานในหลายภาคส่วน เช่น เพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนและพลังงานสะอาด ลดสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปรับปรุงมาตรฐานโรงกลั่นน้ำมัน ส่งเสริมการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำและเชื้อเพลิงชีวภาพ พัฒนาการใช้ไฮโดรเจน พัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ พัฒนาและยกระดับเทคโนโลยีระบบไฟฟ้า ส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น



ในส่วนของการพัฒนาการใช้ไฮโดรเจนซึ่งเป็นหนึ่งในแผนการพัฒนาพลังงานแห่งชาตินั้น ได้กำหนดแผนการใช้ไฮโดรเจนในหลายภาคส่วน ประกอบด้วย ภาคพลังงานไฟฟ้า ภาคพลังงานความร้อน และภาคขนส่ง โดยในส่วนของภาคพลังงานไฟฟ้านั้นได้มีการศึกษาการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง หรือ นำไปผสมกับก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเทคโนโลยี Fuel cell ในส่วนของภาคพลังงานความร้อนได้มีการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง หรือ นำไปผสมกับก๊าซธรรมชาติ หรือน้ำมันเตา และในส่วนของภาคขนส่ง ก๊าซไฮโดรเจนได้ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์และปรับปรุงน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันไบโอดีเซล ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยผ่าน Fuel cell สำหรับผลิตไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในรถยนต์

จากความต้องการในการประยุกต์ใช้ก๊าซไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้นนี้ การเลือกใช้เทคโนโลยีในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจึงเป็นหัวใจสำคัญในการตอบสนองความต้องการของทั้งผู้บริโภคได้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันก๊าซไฮโดรเจนส่วนใหญ่ผลิตได้จากกระบวนการปฏิรูปก๊าซธรรมชาติด้วยไอน้ำ (steam reforming of natural gas) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าไฮโดรเจนสีเทา ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนให้เป็นพลังงานสะอาดที่มีความเป็นกลางทางคาร์บอนหรือไฮโดรเจนสีเขียวนั้นยังไม่สามารถทำได้ทันทีเนื่องจาก ยังขาดความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี ต้นทุนของเทคโนโลยีการผลิตที่ยังสูงอยู่ รวมถึงความพร้อมในด้านความเสถียรของสารตั้งต้นที่ยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่ การพัฒนากระบวนการผลิต

ก๊าซไฮโดรเจนจึงมีแนวทางในการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไปจากไฮโดรเจนสีเทาไปสู่ไฮโดรเจนสีเขียว โดยไฮโดรเจนสีฟ้า (Blue hydrogen) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนในช่วงเปลี่ยนผ่านนี้ (technology transition) โดยแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนของประเทศไทยมี 3 ระยะด้วยกันคือระยะสั้นในช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2573 ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการเปลี่ยนผ่านจากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสีเทา ในส่วนของแผนระยะกลาง พ.ศ. 2574 – 2583 กำหนดให้มีการเริ่มใช้งานกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสีน้ำเงินในภาคการผลิตไฟฟ้าและความร้อน และในแผนระยะยาว พ.ศ. 2584 – 2593 เป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีการผลิตและใช้งานไฮโดรเจนสีเขียว ❁



วิธีดูว่าเรามีจุดบอดก็ทำได้เองง่ายมาก แค่เขียนตัวหนังสือตัวเล็กๆ บนแผ่นกระดาษสองตัว ให้อยู่ในแนวบรรทัดเดียวกันแต่ห่างกันสักหนึ่งฝ่ามือ จากนั้นถ้าเราจะหาจุดบอดในตาขวา เราก็หลับตาซ้าย แล้วใช้ตาขวามองตัวหนังสือตัวซ้ายไว้หนึ่งๆ จากนั้นเราก็ขยับกระดาษเข้าออกให้ห่างจากหน้าเราซ้ำๆ ที่ระยะๆ หนึ่งเราจะไม่เห็นตัวหนังสือตัวขวานั้น แสดงว่าแสงจากตัวหนังสือตัวขวาตกลงบนจุดบอดเราพอดี

ถ้าจะหาจุดบอดในตาซ้าย เราก็ทำสลับกับขั้นตอนสำหรับตาขวา โดยเราหลับตาขวาแล้วใช้ตาซ้ายมองตัวหนังสือตัวขวาไว้หนึ่งๆ อย่างกรอกตาไปมา แล้วเราก็ขยับกระดาษให้ใกล้ไกลหน้าเราซ้ำๆ ที่ระยะหนึ่งตัวหนังสือตัวซ้ายจะหายไปเพราะแสงจากหนังสือตัวซ้ายตกลงบนจุดบอดตาซ้ายของเราพอดี



ถ้าไม่มีกระดาษเพื่อเขียนก็ลองใช้ตัวหนังสือข้างล่างทดลองก็ได้ครับ:

A

B

ลองหลับตาซ้ายแล้วใช้ตาขวามองตัว A ดู ตอนแรกจะเห็นตัว B ด้วย แต่ถ้าขยับกระดาษให้มีระยะห่างจากหน้ากระดาษอย่างเหมาะสม อยู่ๆ ตัว B ก็หายไป และจะเห็นพื้นขาวแฉ่วๆ นั่นแทนที่น่าสนใจก็คือสมองเราจะมโนขึ้นมาเองเลยว่าเรา

ควรจะเห็นอะไรตอนที่แสงจากตัวอักษรตกลงบนจุดบอดพอดี แทนที่จะเห็นจุดดำๆ เพราะไม่มีแสงตรงจุดบอด สมองวาดรูปให้เสร็จเลยว่าควรจะมีสีพื้นข้างหลังของตัวอักษร

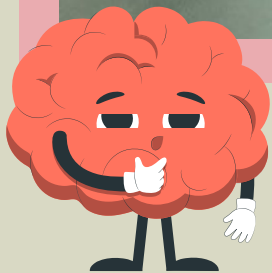
เราทำการทดลองเพิ่มเติมโดยสามารถใส่สีพื้นหลังใต้ตัวอักษร A และ B ก็ได้:

A

B

ภาพลวงตา: ภาพเอียงที่ไม่เหมือนกัน (จริงหรือ?)

เราสามารถประดิษฐ์ภาพลวงตาแบบนี้โดยเอาภาพถ่ายสิ่งที่ทอดออกไปไกลๆ เช่นถนน รางรถไฟ ตึกสูงๆ ถ่ายรูปให้มีแนวเอียงเล็กน้อย แล้วก็อปี่ภาพมาเป็นสองภาพมาวางข้างกัน แม้ว่าเรารู้อย่างแน่นอนว่าภาพทั้งซ้ายและขวาเป็นภาพเดียวกัน แต่เราจะเห็นว่าภาพทั้งสองเอียงต่างกันเสมอ ยกตัวอย่างเช่นภาพถนนด้านล่าง เราจะเห็นเส้นแบ่งกลางถนนเอียงไม่เท่ากัน สาเหตุเป็นเพราะปกติเราจะเห็นเส้นขนานบนโลกคู่เข้าหากันที่จุดไกลๆ แต่ในภาพเราเห็นเส้นขนานที่มันไม่คู่เข้าหากัน สมองจึงตีความว่าเส้นจะขนานกันไม่ได้:



ภาพลวงตาประเภทนี้เรียกว่า Leaning Tower Illusion (ภาพลวงตาของหอเอียง) โดยถูกค้นพบและตีพิมพ์โดยนักวิจัยจากมหาวิทยาลัย McGill ประเทศแคนาดา ข้อมูลเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ http://www.scholarpedia.org/article/Leaning_tower_illusion



กิจกรรมทั้งสองนี้สามารถทำได้ในไม่กี่นาที แต่ชี้ให้เห็นว่าสิ่งที่เรารับรู้ต่างๆ นั้นเกิดจากความคาดหวัง และการมโนของสมอง หวังว่าท่านผู้อ่านจะไปทดลองทำเล่นกันนะครับ ผมจะนำกิจกรรมอื่นๆ มาเสนอ ในโอกาสต่อไป

5

ปรากฏการณ์

ฟิสิกส์สุดขั้ว

มีการกล่าวกันว่าวิทยาศาสตร์ที่ล้ำหน้าราวกับเป็นเวทมนตร์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในโลกธรรมชาติก็มีปรากฏการณ์จำนวนหนึ่งที่เรียกได้ว่าเกินขอบเขตความเข้าใจโลกของคนทั่วไป ซึ่งปรากฏการณ์พวกนี้ จะเรียกว่าเป็นปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์แบบสุดขั้วก็พอจะได้ โดยปรากฏการณ์พวกนี้มันคือปรากฏการณ์ที่เกิดตามธรรมชาติจริงๆ มีการพิสูจน์แล้ว แต่ก็แน่นอน ส่วนใหญ่จะไม่ใช่สิ่งที่เรา “เห็น” ทั่วๆ ไป มันต้องการคำอธิบายนิดหน่อย ซึ่งพื้นฐานแล้วก็ไม่ได้เกินความเข้าใจโลกของเราไปนัก





Dark Energy

: พลังงานมืดที่ผลักดันให้จักรวาลขยายไป

ถ้าพูดถึง “ความมืด” หรือ “พลังมืด” มันยากยิ่งที่เราจะไม่นึกถึงการ์ตูน หรือ พวกหนังหรือซีรีส์ที่พูดถึงพลังเหนือธรรมชาติ แต่ในความเป็นจริง สิ่งที่เราเรียกว่า “พลังงานมืด” หรือ Dark Energy นั้นมีจริงๆ ในทางฟิสิกส์ แต่มันอาจไม่ใช่สิ่งที่เราเข้าใจกันปกติว่ามันคืออะไร

แต่ก่อนอื่น เราต้องเข้าใจเบสิกของฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดจักรวาลก่อน

ถ้าว่าตามความรู้ฟิสิกส์ปัจจุบัน แรกเริ่ม จุดกำเนิดของทุกสิ่งเกิดจากปรากฏการณ์ที่เรียกว่า

การระเบิดครั้งใหญ่ หรือที่เราอาจคุ้นชื่อกันกว่า Big Bang ซึ่งจากจุดนั้น ทุกอย่างในจักรวาลก็ได้เริ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอนุภาคหรือพลังงานต่างๆ และจักรวาลก็ขยายตัวไปเรื่อยๆ จาก “แรงระเบิด” ที่จุดเริ่มต้นตรงนั้น

ที่นี้ดั้งเดิมเขาเชื่อกันว่าจริงๆ จักรวาลจะขยายตัวช้าไปเรื่อยๆ เพราะการเกิดของอนุภาคต่างๆ ที่มีมวลมันทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างแรงโน้มถ่วง ซึ่งแรงโน้มถ่วงนี้ในสมัยก่อนก็เชื่อว่ามันจะดึงให้การขยายตัวของจักรวาลช้าลงเรื่อยๆ จนถึงจุดหนึ่งก็อาจหยุดหรือกระทั่งยุบตัวลงได้ในที่สุด

อย่างไรก็ดี ในปี 1998 เขาก็ค้นพบผ่านการสังเกตการณ์การระเบิดของดาวฤกษ์ (ซึ่งเรียกว่า

Supernova) ว่า จริงๆ แล้ว จักรวาล ไม่ได้ขยายตัวช้าลงเรื่อยๆ แบบที่เข้าใจกัน แต่ในทางกลับกัน มันขยายตัวเร็วขึ้นเรื่อยๆ ต่างหาก

ทีนี้เลยเกิดคำถามตามมาว่า ถ้าจักรวาลมันขยายตัวเร็วขึ้น มันก็ต้องมี “พลัง” บางอย่างที่ “ผลัก” ให้มันขยายตัวไปเรื่อยๆ และพลังดังกล่าว มันก็น่าจะเป็น “ด้านกลับ” ของ “แรงโน้มถ่วง”

ซึ่งนักฟิสิกส์ก็ไม่รู้ว่า “พลัง” ที่ว่านี่คืออะไรในตอนแรก แต่หลักฐานจากการสังเกตการณ์บ่งชี้ว่ามันมีอยู่จริงแน่ๆ เขาเลยขนานนามมันว่า “พลังงานมืด”

พูดง่ายๆ คือ อะไรก็ตามที่ทำให้จักรวาลขยายตัวไปเรื่อยๆ แบบต้านแรงดึงดูด สิ่งนั้นแหละคือ “พลังงานมืด”

ซึ่งหลังจากคิดดังนั้น เขาก็มีการคำนวณอะไร

มากมาย และพบว่าจริงๆ แล้วด้วยอัตราขยายตัวของจักรวาลที่มันเป็น มันน่าจะเกิดจากการที่จักรวาลมีพลังงานมืดเป็นส่วนประกอบถึง 68% หรือพูดง่ายๆ ก็คือ มันมีกระจายอยู่ทั่วจักรวาล และเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของจักรวาลในปัจจุบันด้วยซ้ำ

และนี่ก็เลยตามมาด้วย “ปริศนา” จำนวนมาก และทฤษฎีอีกจำนวนมากว่าจริงๆ แล้ว “พลังงานมืด” คืออะไรกันแน่?

ซึ่งก็ว่ากันตรงๆ ความรู้ทุกวันนี้ของมนุษย์ ยังไม่เข้าใจ “พลังงานมืด” ดี แต่ในทางฟิสิกส์คือยอมรับว่ามีสิ่งนี้อยู่แน่ๆ มันไม่ใช่พลัง “เหนือธรรมชาติ” อะไร แม้ว่าจะลึกลับแค่ไหน เพราะถ้าปราศจากมันไปแล้ว เราจะอธิบายไม่ได้เลยว่าทำไมจักรวาลถึงขยายตัวไปเร็วขึ้นเรื่อยๆ



Antimatter

: สิ่งที่จะแปลงสสารให้สลาย

กลายเป็นพลังงาน

ถ้าด้านกลับของแรงโน้มถ่วงคือพลังงานมืด ด้านกลับของสสารก็คือสิ่งที่เรียกว่าปฏิสสารหรือ Antimatter ซึ่งก็คือด้านกลับของสสารต่างๆ ที่ถ้าปะทะกันกับสสารแล้ว ทั้งสองสิ่งจะสูญสลายกลายเป็นพลังงานไป

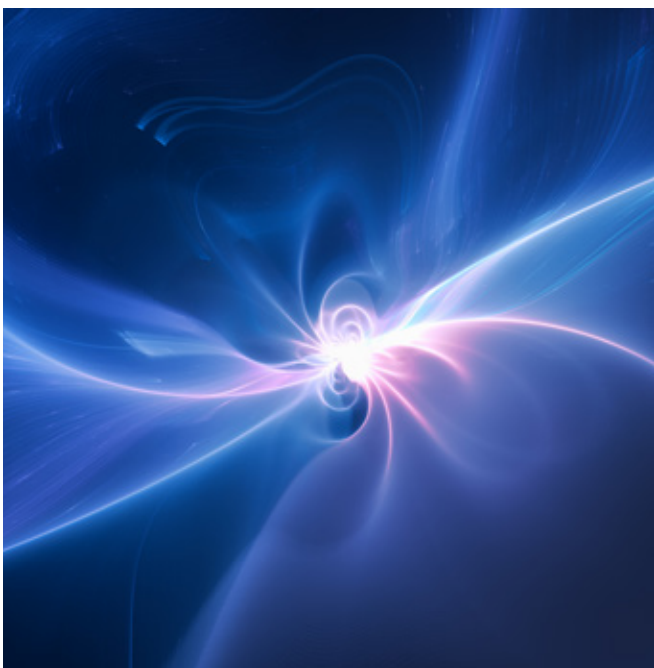
ซึ่งถ้าฟังดูมันเวอร์เหมือนพูดถึงอะไรจากหนังไซไฟ หรือการ์ตูน คำตอบคือมันไม่ได้เวอร์และจริงๆ ในทางทฤษฎี นักฟิสิกส์ “ค้นพบ” มันมาตั้งเกือบ 100 ปีแล้วในทศวรรษ 1920 แต่ก่อนอื่นเราต้องย้อนไปก่อนว่าสสารคืออะไร

สสารคือสิ่งที่มีส่วนอนุภาคเล็กสุดคืออะตอม และอะตอมมันประกอบไปด้วย อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งทั้งหมดมันก็จะมีประจุไฟฟ้าของมัน

ในปี 1928 นักฟิสิกส์ชื่อดัง Paul Dirac เสนอทฤษฎีว่ามันน่าจะมีอนุภาคที่เป็น “ด้านตรงข้าม” ของอิเล็กตรอน หรือพูดง่ายๆ คือเป็นอิเล็กตรอน แต่มีประจุเป็นบวกแทนที่จะเป็นลบ ซึ่งอนุภาคนี้เขาตั้งชื่อว่า “โพสิตรอน”

ในไม่กี่ปีต่อมาก็มีการค้นพบเป็นครั้งแรกว่า “โพสิตรอน” มีจริงๆ และมันเกิดขึ้นในเสี้ยววินาทีที่รังสีคอสมิกทำปฏิกิริยากับสสารต่างๆ

และนี่คือ “จุดกำเนิด” ของสิ่งที่เรียกว่า “ปฏิสสาร” ซึ่งหลังจากนั้น เขาก็ค้นพบว่าจริงๆ โพสิตรอนไม่ได้เกิดจากรังสีคอสมิกเท่านั้น แต่เป็นสิ่งที่พบทั่วไปตามธรรมชาติ เช่น อาหารในชีวิตประจำวันอย่างกล้วยหอมก็มีการปล่อยโพสิตรอนมาเรื่อยๆ เพราะมันมีองค์ประกอบของโปแตสเซียมอยู่มาก ซึ่งปกติเราจะไม่สังเกตเห็นเพราะโพสิตรอนที่ปล่อยออกมาจะไปชนอิเล็กตรอนแล้วกลายเป็นพลังงานไป



เนื่องจากมนุษย์พบว่าโพสิตรอนหาได้ทั่วไปและสร้างได้ไม่ยากเลยนำมาสู่การเอาความเข้าใจเรื่องนี้ไปใช้ในการแพทย์อย่างการทำ PET Scan (PET นั้นย่อมาจาก Positron Emission Tomography) ซึ่งโอเคก็คือการฉีดสารให้พลังงานที่ปล่อยโพสิตรอนไปในร่างกายมนุษย์ เพื่อให้สามารถมองเห็นการทำงานของอวัยวะภายใน เพราะถ้าสารให้พลังงานที่ว่าถูกใช้เยอะๆ มันจะมีการปล่อยรังสีแกมมาออกมาให้เครื่องสแกนเห็น ทำให้เราารู้ได้ว่าอวัยวะหรือเซลล์ส่วนนั้นทำงานมากกว่าปกติ และสามารถทำให้วินิจฉัยโรคอย่างมะเร็งและหัวใจได้โดยไม่ต้องผ่าตัดร่างกายเข้าไปดู

แต่ที่สำคัญกว่านั้น ต่อมาเขาค้นพบว่ามันไม่ได้มีแค่โพสิตรอน แต่มันมีทั้ง แอนติโปรตอน และแอนตินิวตรอน ซึ่งทั้งหมดมันสามารถประกอบกันเป็นแอนติอะตอมของปฏิสสารได้ ซึ่งอะตอมที่ว่า ถ้ามันไปปะทะกับอะตอมของสสารปกติ มันก็จะกลายเป็นพลังงานไป ตามหลักของปฏิสสาร

ซึ่งทั้งหมดนี้ไม่ใช่เรื่องทางทฤษฎี เพราะที่ CERN ในปัจจุบัน เขาสามารถสร้างแอนติอะตอมของไฮโดรเจนมาได้ตั้งแต่ปี 1995 แล้ว และหลังจากนั้นเขาก็พยายามสร้างแอนติอะตอมที่ซับซ้อนขึ้นมาเรื่อยๆ

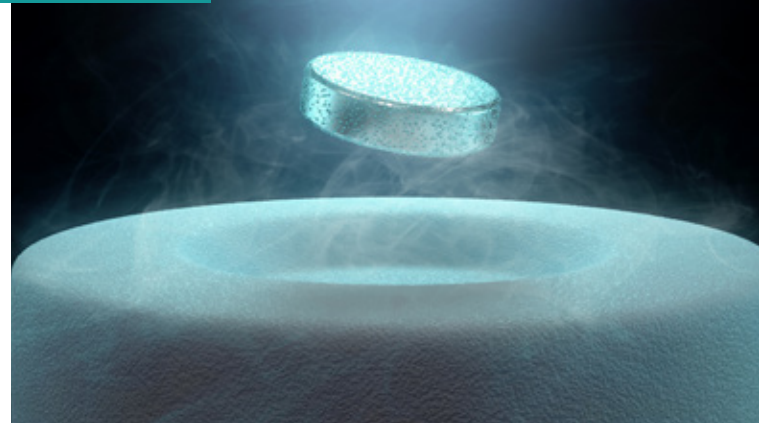
ดังนั้นนี่ไม่ใช่เรื่องไซไฟ มันของจริงครับ และเนื่องจากมันสร้างปฏิสสารในระดับอะตอมได้แล้ว คนก็เลยเริ่มคิดถึงการประยุกต์ใช้ปฏิสสารในระดับนี้ต่างๆ นานา และหลักๆ คือการใช้มันเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการเดินทางข้ามดาว เพราะการที่ปฏิสสารปะทะกับสสารมันจะเปลี่ยนสสารให้เป็นพลังงานได้ ซึ่งอธิบายง่ายๆ คือ ถ้าเราสร้างแอนติไฮโดรเจนมาปะทะกับไฮโดรเจน เราก็จะเปลี่ยนไฮโดรเจนเป็นพลังงานได้ตรงๆ และนั่นหมายถึงพลังงานมหาศาล เพราะมันจะเปลี่ยนไฮโดรเจนอันเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในจักรวาลให้เป็นเชื้อเพลิงได้ตรงๆ เลย

แต่ก็ไม่ต้องตื่นเต้นครับ มันยังอีกไกลทีเดียว เพราะสร้างปฏิสสารในระดับอะตอมต้องใช้ต้นทุนเยอะมากๆ ปัจจุบันมนุษย์มีแหล่งพลังงานอื่นที่มีประสิทธิภาพด้านต้นทุนกว่าอยู่ มันก็เลยเป็นตัวเลือกของอนาคตไป

Superconductivity

: ภาวะที่ทำให้โลหะ “ลอยได้”

ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่มนุษย์ใช้ใน ปัจจุบัน ซึ่งโดยทั่วไปทุกสรรพสิ่งก็จะมี ความสามารถในการนำไฟฟ้าต่างๆ กัน และสิ่งที่มีความสามารถในการนำไฟฟ้า สูง หรือมี “แรงต้านไฟฟ้า” ต่ำ มันก็จะ ถือว่ามีประโยชน์ในการใช้สร้างอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์



ซึ่งในยุคแรกๆของไฟฟ้า นักวิทยาศาสตร์ก็พบว่า ไม่มีอะไรในโลกที่ไม่มีแรงต้านไฟฟ้าเลย ทุกอย่าง มันมีภาวะที่จะกีดกันการไหลของประจุไฟฟ้าหมด อย่างไรก็ตามในปี 1913 นักวิทยาศาสตร์ก็พบ โดยบังเอิญว่า ถ้าลดอุณหภูมิลงไปถึงจุด แรงต้าน ไฟฟ้าในเส้นลวดปรอทจะหมดไป หรือพูดง่ายๆ ก็คือประจุไฟฟ้าจะวิ่งได้อย่างเต็มที่ โดยอุณหภูมิที่ พบว่าจะทำให้เกิดภาวะดังกล่าวก็ต่ำจริงๆ ถึง 4 เคลวิน หรือ -269 องศาเซลเซียส และพร้อมกันนั้น เขาก็พบเช่นกันว่า ถ้ามีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากวิ่ง ผ่านเส้นลวด หรือถ้าเส้นลวดโดนสนามแม่เหล็กที่ แรงพอ แรงต้านไฟฟ้าจะกลับมา

นับแต่นั้น สถานะไร้แรงต้านไฟฟ้า ก็ถูกเรียกว่า สภาพนำยวดยิ่ง หรือ Superconductivity และก็ มีการค้นคว้าต่อไปเรื่อยๆ โดยก็มีการค้นพบว่าธาตุ 27 ชนิดและสารประกอบเป็นร้อยชนิด ล้วนสามารถ เข้าสู่สภาวะสภาพนำยวดยิ่งได้ ถ้าอุณหภูมิลดลง ถึงจุด ซึ่งทั่วๆ ไปก็จะอยู่ระหว่าง 1-10 เคลวิน

นี่เป็นความก้าวหน้าที่วิทยาศาสตร์ที่คนทั่วไป ไม่รู้เท่าไร และก็ไม่ได้เป็นที่จดจำด้วย แต่อย่างไร ก็ดีสิ่งที่คนมักจะจดจำสภาพนำยวดยิ่งได้ คือ คุณสมบัติของสภาวะนำยวดยิ่ง ที่เรียกกันว่า ปรากฏการณ์ไมสเนอร์ (Meissner Effect)

ปรากฏการณ์ไมสเนอร์อธิบายง่ายๆ ก็คือภาวะ ที่สิ่งที่อยู่ในสภาพนำยวดยิ่งสามารถผลักสนาม แม่เหล็กแบบอ่อนๆ ออกจากตัวได้ ซึ่งนี่ทำให้เกิด สิ่งที่เหมือนเวทมนตร์ คือการทำให้โลหะที่ไม่ควร จะลอยอยู่กลางอากาศสามารถลอยได้ และจริงๆ ปรากฏการณ์ไมสเนอร์นี้แหละที่เขาชอบเอามาใช้ โชว์ภาวะสภาพนำยวดยิ่งกัน

ซึ่งถามว่าภาวะสภาพนำยวดยิ่งนำไปใช้ทำอะไร ได้บ้าง คำตอบคือก็แทบทุกอย่างที่เกี่ยวกับไฟฟ้า และแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งนี่มีตั้งแต่ของพื้นๆ อย่าง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไปจนถึงเครื่องเร่งอนุภาค กล่าวคือพูดง่ายๆ ถ้าสภาพนำยวดยิ่งสามารถ เอามาใช้ได้ มันก็แทบจะเป็นการปฏิวัติอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์เลย

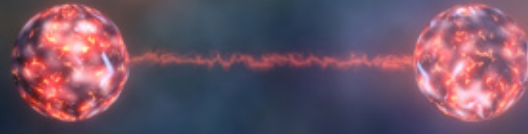
แต่มันเกิดได้เฉพาะอุณหภูมิต่ำมากๆ นี่ มันจะ เอามาใช้ได้อย่างไร? คำตอบเร็วๆ คือ มันมีการค้น พบว่าถ้าวัสดุอยู่ในความดันที่สูง มันจะเกิดสภาพ นำยวดยิ่งในอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติได้ และมันก็พบ เช่นกันว่าสารประกอบใหม่ๆ ที่ทำขึ้น มันสามารถ เข้าสู่สภาพนำยวดยิ่งได้ในอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ

ดังนั้นเป้าหมายการวิจัยปัจจุบันก็คือ การสร้าง สารประกอบที่สามารถเข้าสู่สภาพนำยวดยิ่งได้ใน “อุณหภูมิห้อง” ซึ่งถ้าสร้างได้จริง มันก็จะนำไปสู่ การปฏิวัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังที่เราม่า

Quantum

Entanglement

: ปรากฏการณ์ที่เหมือนผีหลอกในโลกฟิสิกส์



ว่ากันว่าในโลกวิชาการ การแบ่งงานกันทำนั้นก็ว่ากันตามขนาดของหน่วยวิเคราะห์ จะวิเคราะห์ระดับสังคมถึงชุมชนก็ต้องนักสังคมศาสตร์ จะวิเคราะห์ระดับสิ่งมีชีวิตหรือเซลล์ก็ต้องนักชีววิทยา จะวิเคราะห์ระดับโมเลกุลหรืออะตอมก็ต้องนักเคมี และนี่ทำให้ภาระหน้าที่สำคัญของนักฟิสิกส์คือการวิเคราะห์โลกที่เล็กลงไปกว่าอะตอมอีก ซึ่งโลกนี้ มันเรียกว่า Quantum Realm หรือถ้าจะแปลแบบหนึ่งหน่วยก็จะเรียกว่า “มิตีควอนตัม”

ในมิตินี้ มันมีสิ่งที่ฟิสิกส์ค้นแบบผิดปกติของกฎฟิสิกส์ปกติมากมาย แต่ปรากฏการณ์ที่มีชื่อเสียงอย่างหนึ่งก็คือสิ่งที่เรียกว่า Quantum Entanglement หรือ การพัวพันควอนตัม

การพัวพันควอนตัมคือสิ่งที่นักฟิสิกส์ข้องอย่าง Albert Einstein เรียกว่าปรากฏการณ์ที่ “เหมือนผีหลอก” เพราะมันเป็นภาวะที่อนุภาคหนึ่งในภาวะควอนตัม สามารถส่งผลกับอีกอนุภาคได้ไม่ว่ามันจะห่างกันขนาดไหน ทุกวันนี้ มันก็ยังไม่มีความอธิบายที่ชัดเจนของปรากฏการณ์นี้ เพราะมันสร้างปัญหาให้กับกฎฟิสิกส์นอกโลกควอนตัมมาก

แต่มันเป็นที่ยอมรับว่าเป็นปรากฏการณ์ทั่วไปเลย ในกลศาสตร์ควอนตัม และทุกวันนี้ ก็มีการพยายามทำความเข้าใจการพัวพันควอนตัมมากขึ้น เพราะนั่นสามารถนำไปสู่เทคโนโลยีได้อย่างมหัศจรรย์

ซึ่งตัวอย่างเทคโนโลยีที่จะใช้กลศาสตร์ควอนตัมได้ก็เช่นการสื่อสารแบบเข้ารหัส ที่คิดง่ายๆ เลยถ้าสองฝั่งมีอนุภาคควอนตัมที่พัวพันกันอยู่ สองฝั่งก็จะสามารถสื่อสารกันได้อย่างเป็นส่วนตัวสุดๆ เพราะการพยายามเข้าแทรกแซงการสื่อสารใดๆ มันก็จะเป็นการยุติการพัวพันดังกล่าว และทำให้ทั้งฝ่ายที่เข้าแทรกแซงไม่สามารถรู้สารได้ และทำให้ฝ่ายที่ถูกแทรกแซงรู้ว่าถูกแทรกแซง ซึ่งมันไม่มีเทคโนโลยีใดที่จะสร้างความเป็นส่วนตัวให้กับการสื่อสารได้มากกว่านี้อีกแล้ว

หรือมากกว่านั้นการพัวพันควอนตัมนี้แหละเป็นเทคโนโลยีเบื้องหลังคอมพิวเตอร์ควอนตัมที่เป็นกระแสใหญ่โตอยู่พักใหญ่ ก่อนที่ตอนนี้จะพบกันว่าจริงๆ “ปัญหา” ของคอมพิวเตอร์พวกนี้ไม่ใช่ตัวการประมวลผลที่มีศักยภาพมหาศาลเท่ากับมนุษย์ที่ยังไม่สามารถจินตนาการว่าจะต้องใช้พลังการประมวลผลระดับนี้ไปทำไม เพราะสิ่งที่มนุษย์ทำอยู่ในปัจจุบัน มันทำได้ด้วยพลังประมวลผลปกติได้หมดอยู่แล้ว หรือพูดง่ายๆ นี้อาจเป็นเทคโนโลยีประสิทธิภาพสูงที่มาเร็วเกินไปจนมนุษย์ไม่เข้าใจว่ามันจะใช้ทำอะไร

Spaghettification

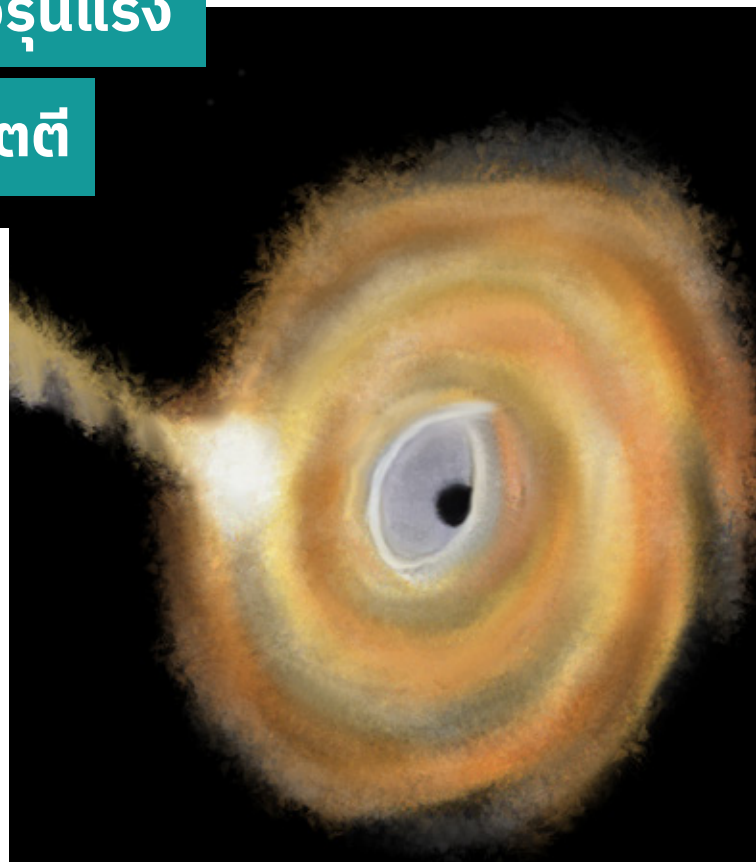
: เมื่อแบล็กโฮลดูดคุณอย่างรุนแรง

จนคุณกลายเป็นเส้นสปาเกตตี

มันคงมีอะไรให้พูดมากมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับ “หลุมดำ” ซึ่งหลายๆ ครั้ง ก็ยังเป็นทฤษฎีอยู่เพราะไม่มีใครเคย “เห็น” ว่าจริงๆ แล้ว “ด้านใน” หลุมดำนั้นเป็นยังไง อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าอนที่ที่สุดที่มีการสังเกตพบแล้วก็คือ กระบวนการที่วัตถุถูกหลุมดำดูดและแรงดูดมันแรงจนวัตถุเปลี่ยนรูปเป็นเส้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า **Spaghettification** โดยคำนี้ใช้กับมาตั้งแต่ 1970s แล้ว ก่อนจะมาโด่งดังในหนังสือ **The Brief History of Time** ของ **Stephen Hawking**

อธิบายง่ายๆ คือถ้าวัตถุโดนดูดโดยหลุมดำ ปลายด้านที่ใกล้หลุมดำจะถูกดูดแรงกว่าอีกด้าน และแรงดูดมันแรงระดับที่ทำให้สิ่งที่ถูกดูดบีบตัวเข้าหากันจนกลายเป็นเส้นยาวๆ เหมือนเส้นสปาเกตตี และหมุนวนเข้าไปในหลุมดำราวกับโดนดูดลงท่อน้ำทิ้ง

สิ่งเหล่านี้เป็นเพียงทฤษฎีมายาวนาน จนปี 2018 มีการสังเกตเห็นดาวฤกษ์โดนดูดเข้าหลุมดำ และกลายเป็นเส้นตามทฤษฎีเป๊ะๆ ซึ่งถามว่าทำไมเราต้องรอดาวฤกษ์โดนดูดถึงจะเห็นได้ คำตอบคือ เพราะถ้าหลุมดำดูดสิ่งอื่น เราไม่มีทางจะเห็น เพราะมันมืดไปหมด แต่เวลามันดูดดาวฤกษ์เข้าไป เราจะเห็นเลยว่าหลุมดำมันดูด “แสง” เข้าไปด้วย และเราจะเห็นแสงสว่างจากดาวฤกษ์โดนดูดเข้าไปเป็นเส้นสปาเกตตีเลย



Spaghettification น่าจะเป็นปรากฏการณ์แรกๆ ที่มนุษย์สามารถสังเกตเห็นได้จริงๆ ว่าหลุมดำนั้นทำอะไรกับวัตถุที่เข้าไปใกล้ แต่คำถามแบบ “อะไรอยู่ในหลุมดำ” นั้นก็ยังเกินกว่าที่เทคโนโลยีปัจจุบันจะสังเกตการณ์ได้ และก็ไม่แปลกที่ “สิ่งที่อยู่ในหลุมดำ” กลายเป็นส่วนหนึ่งของพล็อตหนังและนิยายไซไฟจำนวนมาก

ทั้งหมดที่เล่ามานี้คือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางส่วนอันน่าทึ่งและตื่นตาที่ทางฟิสิกส์มีคำอธิบายทั้งสิ้น แต่ก็เห็นเช่นกันว่าความน่าทึ่งของปรากฏการณ์พวกนี้คือ ความรู้ด้านฟิสิกส์ปัจจุบันก็ยังอธิบายมันได้เพียง “บางส่วน” เท่านั้น เป็นส่วนใหญ่ ยังมีปริศนาอยู่ในอีกหลายแง่มุมของปรากฏการณ์พวกนี้ และนี่ก็ทำให้เราคงจะมีโอกาสได้ตื่นเต็นกับการค้นพบทางฟิสิกส์ใหม่ๆ ต่อไป

โชติช่วง ชัชวาลอีกครั้ง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม
เมื่อก่อนมีเกษตรกรทั่วประเทศ
มากกว่าครึ่ง แต่เดี๋ยวนี้มีประชากรที่
ประกอบอาชีพเกษตรกรรมประมาณ
40% เมื่อดูที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมของ
ประเทศ (GDP) ภาคเกษตรกรรมผลิต
ได้เพียง 9% เป็นความพยายามของ
ทุกภาคส่วนที่จะทำให้ภาคเกษตรกรรม
เพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศให้
มากขึ้น จะทำอะไรและทำอย่างไร เป็น
คำถามให้ทุกคนช่วยกันคิด

เมื่อ 50 ปีก่อนเกิดวิกฤตพลังงานทั่วโลก ประเทศ
ผู้ผลิตน้ำมันรวมตัวกันลดกำลังการผลิต ทำให้เกิด
ปัญหาการขาดแคลนพลังงานกันทั่วโลก ทำให้แต่ละ
ประเทศต้องชวนชวหาแหล่งพลังงานสำรองของ
ประเทศตนเอง ประเทศไทยก็เช่นกัน มีการสำรวจอ่าวไทย
ได้พบแหล่งก๊าซธรรมชาติที่พอจะให้ใช้ได้ภายใน
ประเทศได้หลายปี ในช่วงเดียวกัน ได้เกิดการก่อตั้ง
การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เพื่อให้ประเทศไทย
สามารถพึ่งพาตนเองทางด้านพลังงานได้ในระดับ
หนึ่ง และลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ

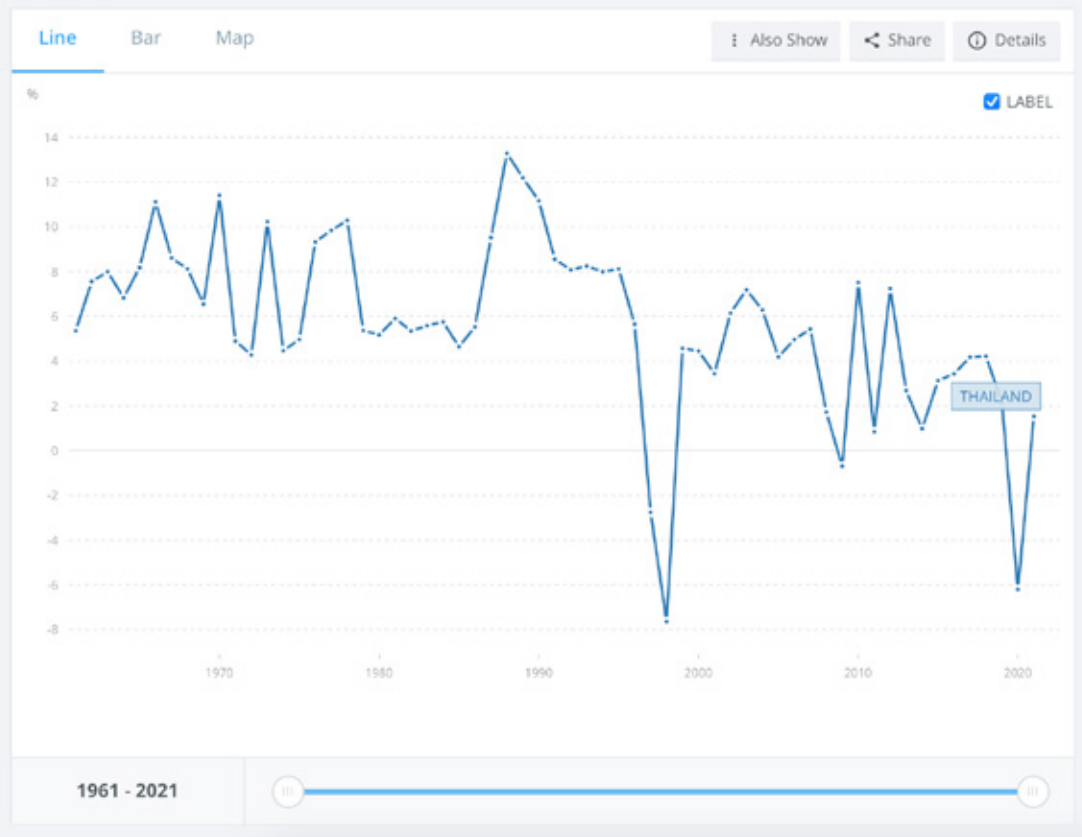


‘โชติช่วงชัชวาล’ เป็นวลีที่ใช้ในสมัย พล.อ.เปรม ติณสูลานนท์ เป็นนายกรัฐมนตรี ท่านมีบทบาทที่สำคัญในการวางโครงสร้างพื้นฐานด้านความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศมาจนถึงปัจจุบัน (<https://thaipublica.org/2019/05/ptt-pr-27-52562/>) จากวันที่ 12 กันยายน 2524 วันที่มีการทำพิธีเปิดวาล์วส่งก๊าซธรรมชาติ ณ สถานีส่งก๊าซชายฝั่ง จ.ระยอง จนถึงปัจจุบันได้เกิดอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้ก่อให้เกิดการผลิตอื่นภายในประเทศและมีการส่งสินค้าไปยังต่างประเทศด้วย

GDP growth (annual %) - Thailand

World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.

License : CC BY-4.0



ข้อเสนอ BCG in Action: The New Sustainable Growth Engine โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน



ก่อนวิกฤตต้มยำกุ้งเป็นช่วงที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่สูงมาก มีบางปี GDP Growth Rate เป็นเลขสองหลัก หลังจากวิกฤตต้มยำกุ้ง จากตัวเลขสองหลัก ก็ค่อยๆ ลดลงมาเหลือประมาณ 3% ต่อปี แกรมบางปีที่มีวิกฤตโควิด GDP Growth Rate กลับติดลบ หลังจากวิกฤตต้มยำกุ้งแล้ว ประเทศไทยมีวิกฤตแล้ววิกฤตเล่า ไม่ว่าจะเป็นวิกฤตการเมือง วิกฤตน้ำท่วม วิกฤตแล้ง วิกฤตพลังงานสำรองภายในประเทศ ในระดับโลก มีหลายวิกฤตเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นวิกฤตสงคราม ในอิรัก วิกฤตแฮมเบอร์เกอร์ วิกฤตโลกรวน วิกฤตโควิด-19 และวิกฤตอื่นๆ ที่รับรู้ได้ในปัจจุบัน จากวิกฤตโลกรวน วิกฤตโรคอุบัติใหม่ วิกฤตสงคราม ประเทศไทยจะต้องลดการพึ่งพาต่างประเทศ โดยเฉพาะพลังงาน ขณะเดียวกันจะต้องหาแหล่งวัตถุดิบในประเทศเพื่อนำไปสู่อุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศให้มากขึ้น และการผลิตนั้นจะต้องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 13 ประกาศใช้วันที่ 1 ตุลาคม 2565 ที่ผ่านมามีความต้องการที่จะพลิกโฉมประเทศไทย มีวิสัยทัศน์ประเทศไทย 2580 “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” อีก 15 ปี ประเทศไทยตั้งเป้าจะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว เป็นเป้าหมายที่ท้าทายในท่ามกลางวิกฤตเศรษฐกิจ

และสงครามที่กำลังเกิดขึ้น โลกมีการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยุคดิจิทัลมากขึ้น โลกขอความร่วมมือในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและประเทศไทยมีโครงสร้างประชากรที่มีคนสูงอายุมากขึ้น ด้วยเป้าหมายและความท้าทายเหล่านี้ ประเทศไทยจะเดินหน้าต่อไปอย่างไร จากแผนพัฒนา จะก้าวไปข้างหน้าโดยใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แนวความคิด Resilience โมเดล BCG และเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) BCG ย่อมาจาก Bio-Circular-Green Economy หรือเศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว เป็นเศรษฐกิจโมเดลใหม่ที่จะนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน เศรษฐกิจชีวภาพจะเน้นการนำวัตถุดิบทางชีวภาพที่มีมากในประเทศไทยมาขับเคลื่อนเศรษฐกิจโดยใช้เทคโนโลยี เศรษฐกิจหมุนเวียนจะเน้นการนำผลพลอยได้ที่ได้จากการผลิตหรือบางครั้งเรียกว่าขยะมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าสูง แทนที่จะเป็นขยะที่ทำลายสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจสีเขียวจะเน้นการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ BCG ยังครอบคลุมเศรษฐกิจอื่นๆ ด้วยเช่น เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Intelligent Economy) เศรษฐกิจรวมใช้ประโยชน์ (Sharing Economy) เศรษฐกิจผู้สูงอายุ (Silver Economy) โมเดลเศรษฐกิจใหม่เป็นความหวังของประเทศที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้หลุดจากกลุ่มประเทศรายได้ปานกลางและมีการพัฒนาอย่างยั่งยืน



ในแผนพัฒนาฯ มีการเสนอ 13 หมายเหตุสู่การพลิกโฉมประเทศไทยดังในรูปด้านล่าง หมายเหตุที่น่าสนใจสำหรับบทความนี้ เป็นหมายเหตุที่ 1 (เกษตรและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง) และ 10 (เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ) จากหมายเหตุที่ 1 จะนำเทคโนโลยีเพื่อยกระดับการผลิตและเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร ในขณะที่หมายเหตุที่ 10 จะนำขยะและของเสียมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์เพิ่มการใช้พลังงานสะอาดเพื่อลดการปล่อยก๊าซ

เรือนกระจก สินค้าเกษตรส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปแบบของวัตถุดิบ หากนำมาแปรรูปจะช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรให้สูงขึ้น ในขณะที่เดียวกัน ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้จากการทำการเกษตรเช่นฟางข้าว ชานอ้อย ทะลายปาล์ม ซึ่งบางครั้งเรียกว่าขยะ ควรมีการวิจัยพัฒนาเพื่อนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากการเผาของผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้เหล่านี้

13 หมายเหตุสู่การพลิกโฉมประเทศไทย



พืชเศรษฐกิจมี 6 ชนิดคือ ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และปาล์มน้ำมัน พืชเหล่านี้จะมีผลิตภัณฑ์ชีวมวลที่เป็นผลพลอยได้จำนวนมาก หลายครั้งเกษตรกรเลือกที่จะเผาชีวมวลเหล่านี้ นอกจากจะทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศแล้วยังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้มากขึ้นในชั้นบรรยากาศ ผลิตภัณฑ์ชีวมวลเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นลิกโนเซลลูโลสที่จะมีวัตถุดิบชีวภาพที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพในประเทศ

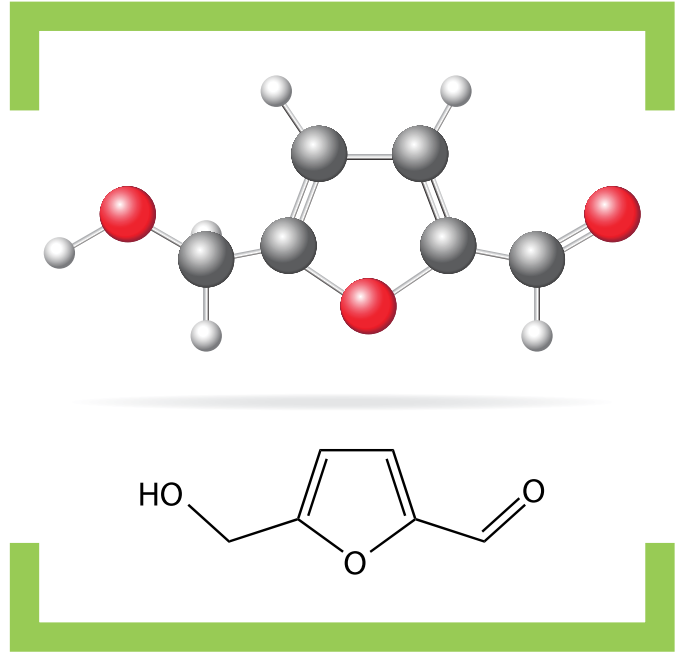
บางครั้งอาจจะเรียกชีวมวลเหล่านี้เป็นน้ำมันบนดิน ประเทศไทยมีชีวมวลปริมาณมากที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดการผลิตระดับอุตสาหกรรมในประเทศได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องไม่รวมชีวมวลที่อยู่ในเขตอนุรักษ์ที่ผ่านมาประเทศไทยนำเข้ามันสำปะหลังหรือโมลาสจากโรงงานน้ำตาล นำมาหมักให้เป็นเอทานอลแล้วกลั่น เพื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อขายเป็นแก๊สโซฮอล์ เป็นแหล่งพลังงานภายในประเทศ ที่ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่



แป้งมันสำปะหลังจะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ไม่ควรนำแป้งชนิดอื่นที่เป็นอาหารของคนมาทำเป็นพลังงาน เพราะจะทำให้อาหารขาดแคลนและราคาสูงขึ้น ลิกโนเซลลูโลสเป็นชีวมวลที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญสามส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเซลลูโลส ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ถ้านำเซลลูโลสมาย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลส จะได้กลูโคส ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอนหกอะตอม (C6) เป็นหลัก ส่วนที่สอง เฮมิเซลลูโลส ในทำนองเดียวกัน ถ้านำเฮมิเซลลูโลสมาย่อยด้วยเอนไซม์ จะได้ไซโลส ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอนห้าอะตอม (C5) เป็นหลัก ส่วนที่สาม ลิกนิน โครงสร้างของลิกนินมีความซับซ้อน โครงสร้างหลักจะประกอบด้วยวงอะโรมาติก หมู่ฟังก์ชันหลักจะเป็นฟีนอล ดังนั้นการแยกลิกนินออกจากลิกโนเซลลูโลสทำได้ง่ายโดยลิกนินจะละลายน้ำออกในสภาพที่สารถละลายเป็นเบส สภาพนี้ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก ปฏิบัติการละลายลิกนินออกจากลิกโนเซลลูโลสมีการใช้อย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ



ขอยกตัวอย่างกระบวนการผลิตที่อาจจะมีมากขึ้นในอนาคต เริ่มจากนำกลูโคสมาเปลี่ยนเป็นฟรุกโตส โดยปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชัน จากนั้นนำฟรุกโตสมาเปลี่ยนเป็น 5-ไฮดรอกซีเมทิลเฟอิวราล (5-hydroxymethylfurfural) หรือ HMF โดยปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน จากนั้นนำ HMF มาเปลี่ยนเป็น กรด 2,5-ฟิวแรนไดคาร์บอกซิลิก (2,5-Furandicarboxylic Acid) หรือ FDCA โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในปฏิกิริยาทั้งหมดส่วนประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ปฏิกิริยาเป็นไปตามที่วางแผนไว้คือตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือ FDCA ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับ Terephthalic Acid ถ้านำ FDCA ไปทำปฏิกิริยากับเอทิลีนไกลคอล จะได้พอลิเอทิลีน 2,5-ฟิวแรนไดคาร์บอกซิเลต (Poly ethylene 2,5-furandicarboxylate) หรือ PEF ที่มีคุณสมบัติคล้าย PET ที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มในปัจจุบัน PEF จะมีคุณสมบัติพิเศษที่ก๊าซผ่านเข้าออกยาก ในอนาคต อาจจะมีบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มที่อัดก๊าซที่ทำจาก PEF



การแปรสภาพสารจากวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบหลายส่วนและทำการแยกสารจนได้เคมีภัณฑ์ที่ต้องการ กระบวนการนี้เรียกว่า ไบโอรี่ไฟเนอรี (Biorefinery) เป็นกระบวนการที่คล้ายกับการกลั่นน้ำมัน ที่นำน้ำมันดิบมาเข้าโรงกลั่นแล้วแยกสารเป็นส่วนๆ ตามจุดเดือดของสาร จุดอ่อนของไบโอรี่ไฟเนอรีคือโรงงานต้องอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ มิฉะนั้นต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบจะสูงมาก การเคลื่อนย้ายชีวมวลเช่นฟางข้าวหรือชานอ้อยซึ่งมีน้ำหนักเบาให้ได้ปริมาณมากๆ ยังเป็นปัญหาที่ท้าทายต่อไป ในขณะที่การเคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงฟอสซิลเช่นน้ำมันดิบสามารถทำได้ง่ายกว่าการขนส่งน้ำมันดิบจากประเทศไกลๆ จึงเป็นเรื่องปกติ ด้วยที่ประเทศไทยรวมทั้งประเทศเพื่อนบ้านรอบๆ เรามีแหล่งวัตถุดิบชีวมวลจำนวนมาก เร็วๆ นี้จะเริ่มเห็นบริษัทจากประเทศในยุโรปเข้ามาตั้งโรงงานการผลิตในประเทศไทยหรือประเทศเพื่อนบ้าน

“

**ชีวมวลทุกๆ ส่วน
ในปัจจุบันล้วนมี
เจ้าของ และเจ้าของ
ชีวมวลส่วนใหญ่จะ
อยู่ในอุตสาหกรรม
การเกษตร ”**

ทิศทางของไบโอรี่ไฟเนอรีจะเป็นอย่างไรขึ้นกับความร่วมมือของอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วในประเทศไทยในปัจจุบันว่ามีบริษัทที่สามารถเป็นเจ้าของวัตถุดิบ ในขณะที่เดียวกันจะต้องมีแนวทางในการแปรสภาพเคมีภัณฑ์เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ขายในตลาด หลายๆ ครั้งที่ชีวมวลถูกเรียกว่าขยะบ้าง ในความเป็นจริงแล้ว ไม่มีขยะชีวมวลที่แท้จริง ชีวมวลทุกๆ ส่วนในปัจจุบันล้วนมีเจ้าของ และเจ้าของชีวมวลส่วนใหญ่จะอยู่ในอุตสาหกรรมการเกษตร ในขณะที่บริษัทที่มีแนวทางในการแปรสภาพเคมีภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีผู้เชี่ยวชาญอยู่ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ตามความคิดของผู้เชี่ยวชาญอุตสาหกรรมไบโอรี่ไฟเนอรีจะไปได้ไกลแค่ไหนขึ้นกับความร่วมมือระหว่างอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งเป็นเจ้าของวัตถุดิบและอุตสาหกรรมปิโตรเคมีซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญในการผลิตสินค้าออกสู่ตลาด

ยุทธกรรมประติษฐิ

มีนาคม พุทธศักราช 2559

โรงแรมโพธิ์ชัยสันส์ กรุงโซล สาธารณรัฐเกาหลี

ปัญญาประดิษฐ์ในโครงการดีฟไมนด์นาม “อัลฟาโกะ” สามารถเอาชนะลีเซโดลปรมาจารย์หมากล้อมระดับ 9 ดั้ง ได้ 4 ต่อ 1 รอบในการแข่งขันทั้งสิ้น 5 รอบ ทำลายป้อมค่ายทางสติปัญญาด่านสุดท้ายที่เชื่อว่าคอมพิวเตอร์ไม่มีวันเล่นหมากล้อมเอาชนะมนุษย์ได้ลงไปได้ในที่สุด

สิงหาคม พุทธศักราช 2570

ห้องพิจารณาคดี 13 ศาลอาญา

ตามรูปเรื่อง มันควรจะเป็นคดีประมาทเป็นเหตุให้คนตายธรรมดาๆเท่านั้น เมื่อคนขับรถพุ่งคันหนึ่งจอดรตแวงงีบข้างทางกลางดึก แล้วมีจักรยานยนต์พุ่งเข้ามาชนจนผู้ขับขี่ถึงแก่ความตาย คนซ้อนท้ายได้รับบาดเจ็บสาหัส ข้อเท็จจริงมีเพียงเท่านั้น... เหมือนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนเช่นที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วหลายสิบหลายร้อยคดีในศาลนี้

แต่ที่เราไม่อาจเรียกคดีนี้ว่าเป็นคดีธรรมดาไปได้ ด้วยจำนวนของผู้สื่อข่าวแทบทุกสำนักที่รออยู่ที่บริเวณหน้าศาล และผู้คนในชุดสูทเต็มยศรวมห้าสิบคนที่นั่งกันอยู่อย่างสงบเต็มห้องพิจารณามากกว่าจำนวนญาติมิตรของคู่ความที่มาฟังคำตัดสินชี้ขาดเสียอีก

และหากใครจะสังเกตเห็นให้ดี ก็จะทำให้เห็นว่าคนใส่สูทนั้นแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ใส่สูทสีดำสนิท ติดเข็มกลัดรูปตราชูลีทองไว้ที่ปกเสื้ออกกลุ่มหนึ่ง และกลุ่มที่สวมสูทเบลเซอร์สีกรมท่า ที่กระเป๋าทองเหลืองที่นั่นปักสัญลักษณ์เป็นรูปคล้าย

สมองที่ประกอบด้วยแผงวงจรสีน้ำเงิน และตัวอักษรย่อสี่ตัว ‘ปป.ยธ.’

ผู้พิพากษาสองท่านขึ้นมาจากบัลลังก์ หลังจากสอบถามคู่ความตามกระบวนการแล้ว หนึ่งในสองท่านนั้นก็เริ่มต้นอ่านคำพิพากษา...

เมื่อจบกระบวนการ คู่ความทำความเคารพศาลและถูกเชิญตัวออกจากห้องพิจารณา เหลือเพียงผู้พิพากษาสองท่านบนบัลลังก์ และบรรดาคคนใส่สูททั้งสองกลุ่มที่เดินเข้ามาหากันด้วยสีหน้าต่างอารมณ์ ผู้เดินนำหน้ากลุ่มคนที่สีหน้ายิ้มแย้มสวมชุดสูทปักอักษร ‘ปป.ยธ.’ ยืนซองขนาด A4 ที่มีผนึกและลายเซ็นคาบ ส่งให้ชายสูงวัยท่าทางภูมิฐานที่เป็นเหมือนผู้นำของกลุ่มที่สีหน้าเคร่งเครียดถอดเสื้อ ผู้สวมสูทสีดำติดเข็มกลัดตราชูลีทอง ผู้เป็นเจ้าของลายมือชื่อบนซองนั้น

ผู้อาวุโสท่านนั้นเปิดซองที่ได้รับมาออกอ่านด้วยมือที่ลั่นเทาตั้งแต่ข้อความในกระดาษแผ่นแรกจนกระทั่งมาจบที่ย่อหน้าสุดท้าย จากนั้นก็ย้อนอ่านข้อความในกระดาษแผ่นแรกๆ อีกครั้ง ก็กล่าวตอบด้วยน้ำเสียงที่มาจากความรู้สึกอันหนักอึ้ง

“แม้สำนวนในส่วนของการวิเคราะห์จะแตกต่างกันบ้างบางจุด แต่การให้เหตุผลในคดีและรายละเอียดผลคำพิพากษาไม่ผิดกันแม้แต่หน่อย โดยเฉพาะอัตราโทษ การรอกการลงโทษ เงื่อนไขคุมประพฤติ ตรงกันหมดทุกประการ”

ท่านผู้นั้นเว้นระยะเพื่อสูดลมหายใจเอือกใหญ่

“หากไม่รู้มาก่อน ผมก็เข้าใจว่าเป็นคำพิพากษาที่ ‘มนุษย์’ เขียนขึ้น”

“เช่นนี้ ท่านคงต้องยอมรับเงื่อนไขตามที่ตกลงไว้กับ ท่านผู้นำ แล้วละครับ ท่านประธาน

ศาลฎีกา” เจ้าของช่องเอกสารกล่าวขึ้นด้วย ดวงตาที่เปี่ยมด้วยชัยชนะ

“ก็คงต้องเป็นเช่นนั้น” ผู้พิพากษาซึ่งถือว่าอยู่ใน ตำแหน่งสูงสุดของประเทศถอนหายใจ “แต่พวก ท่านแน่ใจหรือว่า ประชาชนจะยินดีฝากชีวิต และชะตากรรมของเขาไว้ให้คอมพิวเตอร์ที่ไม่มี จิตวิญญาณหรือความรู้สึกเป็นเครื่องชี้ขาด”

“ตรงกันข้ามขอรับ” คู่สนทนายิ้มด้วยมุมปาก แหว ตาปิดบังความยินดีต่อชัยชนะไว้ไม่อยู่ ชัดแย้งกับ ถ้อยคำที่หมายให้สภาพที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

“ผมเชื่อว่าหากมีการทำประชามติ ประชาชนน่าจะ ประสงค์ที่จะฝากชะตากรรมไว้กับผู้ชี้ขาดที่ไร้ ซึ่งความรู้สึกหรืออคติใดๆ นอกจากเหตุผลแห่ง กฎหมายและความยุติธรรมหรือครับ แต่อย่า ให้ไปถึงขั้นต้องทำประชามติกันเช่นนั้นเลย เพราะ ผลออกมาแน่นอนอาจจะไม่เป็นผลดีต่อองค์กรของ ท่านก็เป็นได้”

“ตกลงตามนั้น แต่ขอให้บันทึกลงไปเพื่อให้เป็น ประวัติศาสตร์ว่า เรื่องนี้ผม ในฐานะของ ‘มนุษย์’ คนหนึ่งได้เคยคัดค้านไว้แล้ว”

“ข้อความจะถูกบันทึกไว้เป็นหมายเหตุอย่างเป็นทางการตามที่ท่านร้องขอ แต่มันจะถูกจดจำและ มีความหมายอย่างไรในประวัติศาสตร์ เป็นเรื่อง ที่เวลาจะเป็นผู้ให้คำตอบขอรับ”

.....

แม้อาจจะเพิ่งเริ่มเรียนรู้หมากระดานชนิดนี้ได้ ไม่นาน แต่เซาวนะก็มั่นใจในพื้นฐานเบื้องต้นของ ตัวเองว่าพอจะเล่นหมากล้อมเป็นในระดับเหนือ กว่ามาตรฐานมือใหม่ ในการเล่นบนกระดาน จริงหรือออนไลน์เขาก็เคยเอาชนะผู้เล่นระดับ 8 ถึง 4 คิวมาแล้วโดยไม่ยาก แต่เมื่อพบว่าตัวเอง เผลอติดกับดักการจับกินแบบขั้นบันไดของคู่ ต่อสู้จนกลุ่มหมากล้อมกลางกระดานถึงขอบบนขวา

แตกหมด ก็ให้รู้สึกท้อถอยจนต้องเลื่อนนิ้วไปกด ปุ่ม “ขอยอมแพ้”

“ยังวางกันไม่ทันถึงร้อยหมากเลย ยอมแพ้แล้ว รี” คู่แข่งพิมพ์ข้อความทักท้วงกลับมา

“ฉันทแพ้แล้วละ” เขาพิมพ์ตอบกลับไป “กลุ่ม หมากเสียหายมากเกินไป ยากที่จะเยียวยา”

“หนึ่งข้อตามสัญญา”

เขานิ่งไปพักหนึ่งก่อนจะพิมพ์คำตอบกลับไป ให้

“ก็ต้องเป็นอย่างนั้น วันนี้นายอยากคุยเรื่องอะไร”

“หากคนทั้งหลายมีความเป็นมนุษย์เท่าเทียม กัน แล้วนายคิดว่าทำไมมนุษย์คนหนึ่ง จึงควรมี อำนาจตัดสินชีวิตมนุษย์อีกคนหนึ่ง”

เซาวนะนิ่งคิดนิดหนึ่งจึงพิมพ์ตอบ

“ถ้าตอบแบบกำปั้นทุบดิน เพราะว่าคนเรา สร้างกฎหมายเอาไว้เพื่อกำหนดความถูกต้องให้ กับพฤติกรรมและการกระทำของ ‘คน’ ในสังคม แต่กฎหมายมันพูดไม่ได้ ดังนั้นเมื่อมีปัญหา ขึ้นมาว่าสิ่งที่คนคนหนึ่งทำลงไปนั้นมันผิดหรือ ถูกตามกฎหมาย ก็จะต้องมีใครสักคนพูดแทน ก่อนหน้านี้อคือ

‘ผู้พิพากษา’ หรือ ‘ตุลาการ’ ซึ่งเป็นคนที่อยู่ตรง กลางระหว่างความขัดแย้ง ซึ่งเรามอบอำนาจ ให้เขาเป็นผู้แปลความและตัดสิน หรือพูดง่ายๆ ว่าเป็นคนบอกว่า กฎหมายนั้นจะพูดอย่างไรใน เรื่องนี้”

“ปัจจุบันผู้พิพากษาคือ ‘มนู’ สีนะ”

“จริงๆ ก็ไม่ใช่ทุกคดี ยังมีศาลสูงที่ผู้พิพากษา ตุลาการยังเป็นคนจริงๆ อยู่ แต่เรื่องที่จะเข้าไปถึง ศาลสูงนั้นมีเงื่อนไขที่ยากมาก ส่วนใหญ่คดีจะจบ ลงที่มนู และคนส่วนใหญ่ก็พอใจเช่นนั้น อ้อ แล้ว ก็มีพวกคดีความมั่นคง ที่ท่านผู้นำยังไม่อนุญาต

ให้มันตัดสิน”

“แต่ก็มีอีกเว้นคดีหนึ่งนี่” อีกฝ่ายทักท้วง

“ไม่รู้เหมือนกันคดีนั้นนะ อาจจะเพราะการบีบจากต่างชาติ หรือไม่ก็เรื่องนี้เล็กน้อยจนท่านไม่อยากจะเอาธุระกระมัง แต่ก็แปลกอยู่ดีที่ยอมให้ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในคดีความมั่นคง”

“มันจะแตกต่างอะไร คดีความมั่นคงไม่มีใครเคยรอดไปได้”

“นักกฎหมาย ‘ฝ่ายประชาธิปไตย’ เขาหวังกันว่าปัญญาประดิษฐ์จะตัดสินไปตามข้อกฎหมายและความยุติธรรม ไม่มีอคติ ไม่มีควมลำเอียง เพราะหวาดกลัวหรือจะเอาใจท่านผู้นำ ‘ดาวศรัทธา’ จึงน่าจะได้รับความเป็นธรรมจากมามากกว่าถูกตัดสินโดยองค์คณะมนุษย์”

“แต่เห็นข่าวอยู่ว่าในคดีนี้ เขาจะใช้ระบบใหม่รุ่น ‘มनु-ตรี’ อย่างเป็นทางการครั้งแรกนะ”

“ถ้ามันเก่งขึ้น เราน่าจะดีอยู่นะ”

โครงการปัญญาประดิษฐ์เพื่อกระบวนการยุติธรรม หรือ ปป.ยธ.

(AIJ: Artificial Intelligence for Justice) เป็นหนึ่งในแผนการ ‘ปฏิรูปก่อนเปลี่ยนผ่าน’ ของท่านผู้นำ ที่เริ่มขึ้นเมื่อ 5 ปีที่แล้ว หลังจากมีกระแสเรียกร้องให้มีการปฏิรูปกระบวนการยุติธรรมครั้งใหญ่ ที่จุดชนวนมาจากคดีที่กระทบกระเทือนความรู้สึกของผู้คนทั่วประเทศ

เรื่องนี้เกิดขึ้นเมื่อเด็กหนุ่มธรรมดาคนหนึ่งผ่านไปประสบเหตุชายวัยรุ่นกำลังตบตีหญิงสาวที่ป้ายรถเมล์ ด้วยความเป็นพลเมืองดีเขาจึงเข้าไปห้ามปราม แต่กลับถูกชายวัยรุ่นที่ตบตีผู้หญิงซึ่งภายหลังปรากฏว่าเป็นคนรักของเธอคนนั้นแทงเอาด้วยมีดปลายแหลมอาการสาหัส วัยรุ่นมีมีดถูกจับได้ในภายหลัง แต่เนื่องจากเขามีอายุ 18 ปี ในขณะที่ก่อเหตุ จึงถูกดำเนินคดีตามกฎหมายวิธี

พิจารณาคดีเยาวชน

ศาลชั้นต้นและศาลอุทธรณ์ตัดสินจำคุกจำเลยเมื่อมีด 9 ปี แต่เปลี่ยนโทษจำคุกเป็นการส่งตัวฝึกอบรมต่อสถานพินิจตามกฎหมายเยาวชนเป็นเวลา 6 ปี จนกว่าจะอายุ 24 ปี ให้ปล่อยตัว ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นไปตามเงื่อนไขของกฎหมายว่าการดำเนินคดีอาญาต่อเยาวชน จำเลยต่อสู้อันถึงขั้นฎีกา โดยระหว่างนั้น เขาก็ได้รับสิทธิประกันตัวปล่อยชั่วคราว

จนกระทั่งศาลฎีกาตัดสินยืนตามศาลชั้นต้นและศาลอุทธรณ์ แต่ในวันที่อ่านคำพิพากษานี้จำเลยอายุเกิน 24 ปี แล้ว จึงให้ปล่อยตัวจำเลยไป ด้วยเหตุว่าศาลชั้นต้นและศาลอุทธรณ์ไม่ได้กำหนดโทษต่อว่า หากจำเลยอายุเกิน 24 ปี แล้วจะให้ดำเนินการอย่างไรต่อ

จึงเท่ากับด้วยผลของกฎหมายและคำพิพากษาจำเลยไม่เคยต้องโทษใดๆ ไม่เคยถูกจำคุกหรือแม้แต่ส่งฝึกอบรมต่อสถานพินิจแม้แต่วันเดียว แม้ว่าศาลจะพิพากษาว่าจำเลยกระทำผิดตามฟ้องจริงก็ตาม จำเลยมีมีด จึงไปเยาะเย้ยท้าทายถึงบ้านของฝ่ายผู้เสียหายว่าแทงคนเกือบตายก็ไม่ติดคุก ในขณะที่เด็กหนุ่มพลเมืองดีที่ได้รับผลของการทำร้ายนั้นทำให้สูญเสียไตไปข้างหนึ่ง และไม่สามารถเล่นกีฬาที่ออกแรงได้

บิดาผู้คับแค้นใจจึงนำเรื่องราวทั้งหมดโพสต์ลงในเครือข่ายโซเชียลเน็ตเวิร์ก ‘เมื่อคนที่แทงลูกผมจนพิการ ไม่เคยต้องรับโทษแม้แต่วันเดียว’ เกิดเป็นกระแสสังคมเรียกร้องขอความกระจ่างในเรื่องนี้จากทางองค์กรตุลาการ หากก็ได้รับคำตอบที่เรียบเรียงอย่างรอบคอบว่า เรื่องนี้ฝ่ายผู้พิพากษาศาลชั้นต้นและอุทธรณ์อาจจะกระทำผิดพลาดที่ไม่ได้กำหนดโทษภายหลังจากที่จำเลยอายุครบ 24 ปี แต่ก็ไม่ได้เกิดจากการกระทำโดยทุจริตจึงไม่ถือเป็นความผิดอะไร เป็นความบกพร่องของฝ่ายอัยการและโจทก์ร่วมเองที่ไม่ได้อุทธรณ์เพิ่ม

โทษ เนื่องจากในทางหลักการของคดีอาญาแล้ว จะกำหนดโทษเกินคำขอของฝ่ายโจทก์ไม่ได้

คำตอบนั้นถูกต้องตามหลักการทางกฎหมาย ทุกประการ แต่ฟังยากเกินไปที่สาธารณชนจะยอมรับได้ มันเป็นความบกพร่องของผู้พิพากษามนุษย์ที่ไม่กำหนดโทษให้ครบถ้วน กลับไม่ต้องรับผิดชอบได้ด้วยกฎเกณฑ์ตามกฎหมายคุ้มครอง แต่ทิ้งให้ครอบครัวหนึ่งต้องตกเป็นเหยื่ออาชญากรรมซ้ำซ้อน ทั้งจากฝ่ายอาชญากร และจากกระบวนการยุติธรรมของรัฐ

คดีดังกล่าวเป็นฟางเส้นสุดท้ายที่ทำให้ผู้คนเรียกร้องให้นำเอาระบบ ‘ปัญญาประดิษฐ์’ มาใช้ในกระบวนการยุติธรรม เพื่ออุดช่องว่างแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผู้พิพากษาที่เป็นมนุษย์ เช่น ที่ปัญญาประดิษฐ์ได้รับการยอมรับในวงการอื่น ทั้งในทางอุตสาหกรรม การเงิน การธนาคาร การแพทย์ และในแทบทุกเรื่องที่เคยเป็นงานที่กระทำโดยปัญญาของมนุษย์ซึ่งได้ถูกแทนที่ไปหมดแล้ว ก่อนหน้านั้น แม้แต่ในทางศิลปะหรือวรรณกรรม

กระแสนี้ไปจุดชนวนให้ท่านผู้นำที่กำลังมีปัญหาเรื่องความนิยมซึ่งกำลังลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลานั้น ทำให้เขาเลือกที่จะเพิ่มคะแนนนิยมด้วยการประกาศจะปฏิรูปกระบวนการยุติธรรมด้วยการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้แทนผู้พิพากษาที่เป็นมนุษย์ มันเป็นการเล่นไพ่กลยุทธ์ที่มีความเสี่ยงจะกระทบกับฝ่ายตุลาการที่เป็นหนึ่งในเสาที่คานอำนาจเบ็ดเสร็จของท่านผู้นำมาหลายสิบปี แต่เป็นเพราะกระแสสังคมที่รุนแรง ความไม่ไว้วางใจต่อองค์กรตุลาการเพิ่มขึ้นทบทวีคดีที่ศาลเคยตัดสินผิดลงโทษผู้บริสุทธิ์ถูกขุดขึ้นมาเล่าซ้ำอย่างเป็นซีรีส์

แรงกดดันจากสังคมเป็นผลให้มีการลงนามใน ‘ข้อตกลงชั่วคราวหนึ่งร้อยคดี’ ระหว่างประธานศาลฎีกา ประมุขแห่งฝ่ายตุลาการ กับทีมพัฒนาปัญญาประดิษฐ์เพื่อกระบวนการยุติธรรมว่า หากเมื่อใด

ก็ตามที่ระบบยุติธรรมประดิษฐ์สามารถตัดสินพิพากษาได้ตรงกันโดยไม่ผิดเลยกับผู้พิพากษามนุษย์ทุกประการครบหนึ่งร้อยคดีต่อเนื่องกัน ‘เมนู’ หรือระบบยุติธรรมประดิษฐ์ของ ป.ป.ยธ. จะถูกนำมาใช้เป็นหลักในการพิจารณาพิพากษาคดีความส่วนใหญ่ที่มีการฟ้องร้องขึ้นสู่องค์กรตุลาการ ส่วนผู้พิพากษาหรือตุลาการมนุษย์นั้น มีหน้าที่เพียงการตรวจและลงนามคำพิพากษาที่ปัญญาประดิษฐ์เรียบเรียงมา เพื่อให้มีผลใช้ได้ตามกฎหมายที่ถูกผูกพันไว้โดยรัฐธรรมนูญเท่านั้น

คำพิพากษาคดีจักรยานยนต์ชนรถพ่วง คือคำพิพากษาหมายเลขที่ 100 ที่มนุษย์ตัดสินได้ตรงกันกับผู้พิพากษามนุษย์โดยไม่ผิดเพี้ยน

หลังจากเดินเครื่องทำงานเต็มตัวเพียงห้าปี ระบบยุติธรรมประดิษฐ์รุ่นที่สอง ‘เมนูทวี’ ก็ได้นำเอาระบบใหม่ในการตัดสินโทษอาญาและกำหนดความรับผิดตามสัญญาหรือการชดเชยค่าเสียหายมาใช้ นั่นคือการปิดประตูใส่หน้าความหวังอันริบหรี่ของวงการตุลาการที่หมายจะให้เอาผู้พิพากษาที่เป็นคนกลับมานั่งบนบัลลังก์

ด้วยการวิเคราะห์คำนวณที่ซับซ้อนผ่านโครงข่ายประสาทเสมือน ในคดีอาญา มนุทวีสามารถกำหนดวางโทษละเอียดระดับวัน เพื่อให้ผู้ที่ได้รับโทษไม่ว่าจะจำหรือปรับนั้นต่างได้รับน้ำหนักแห่งทัณฑ์อย่างเหมาะสมกับความผิด ทั้งยังพึงประสงค์การเป็นระบบภูมิคุ้มกันไม่ให้พวกเขากลับมากระทำความผิดซ้ำอีก อัตราการเกิดขึ้นของอาชญากรรมลดลงอย่างมีนัยสำคัญภายในเวลาเพียงหนึ่งปีหลังจากที่เมนูทวีเดินเครื่อง ส่วนในคดีแพ่งนั้น การบังคับตามสัญญาและการคำนวณค่าเสียหายเงินชดเชยของระบบยุติธรรมประดิษฐ์ ทำให้คดีผู้บริโภคที่เกิดจากการผิดสัญญาของฝ่ายผู้ประกอบการลดลงกว่าร้อยละเจ็ดสิบของสมัยที่ตัดสินความด้วยผู้พิพากษามนุษย์ นั่นเพียงพอแล้วที่จะทำให้ผู้คนเชื่อมั่นใน

ดุลยพินิจและความยุติธรรมของปัญญาประดิษฐ์
**ระบบยุติธรรมประดิษฐ์มนุษย์ใช้เพียงพิพากษา
อรรถคดีได้เช่นเดียวกับตุลาการมนุษย์เท่านั้น
แต่พวกมันยังทำได้ดีกว่าอีกด้วย**

.....
'ดาว ศรัทธา' ในบทสนทนาระหว่างเขาวนะและ
ปัญญาเป็นฉายานามของเด็กสาวนักกิจกรรม
วัย 17 ปี ซึ่งจริงตามทะเบียนราษฎรของเธอคือ
นางสาวดาริกา แมคคิอาเวลลี บุตรสาวคนเดียว
ในครอบครัวของนักเคลื่อนไหวทางการเมือง
คนดังของประเทศนี้ และนักวิชาการด้าน
รัฐศาสตร์ชาวอิตาลี

ดาริกา หรือ 'ดาว ศรัทธา' ร่วมกิจกรรมทางการเมือง
มาตั้งแต่อายุ 14 ปี ด้วยความกระตือรือร้น
ที่ฉายออกผ่านแววตาและบุคลิก ประกอบกับ
รูปร่างหน้าตาที่ได้เปรียบจากส่วนผสมของ
รูปลักษณ์บิดาและมารดา ความสดใสตรงไป
ตรงมา และดวงตาที่งดงามประดุจดวงดาวทั้ง
เอกภพนั้น ทำให้เธอเป็นคล้ายๆ ไอดอลของ
วงการนักเคลื่อนไหวทางการเมือง ที่แม้กระทั่ง
ฝ่ายตรงข้ามที่เถื่อนถ้าแค่นั้น ก็ไม่กล้าแสดง
ความหยาบถ้อยต่อเธอจนเกินไปไม่ว่าจะละอาย
ใจตัวเองหรือด้วยเกรงประชากัยจากบรรดา
ผู้ติดตามของเธอก็ตามแต่

เด็กสาวจึงเป็นหนามยอกอำนาจรัฐและหัวหน้า
คณะรัฐประหารที่ไม่สามารถบ่งทิ้งได้ นอกจาก
เหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ความเคลื่อนไหวที่
รอบคอบและชาญฉลาดของเธอก็ไม่อาจหาช่อง
ทางเอาผิดตามกฎหมายได้ง่ายนัก

จนกระทั่งเมื่อสาวน้อยพลาดเองเมื่อครั้งหนึ่งได้
ทะเลาะแตกคอกันด้วยเรื่องไม่เป็นเรื่องกับกลุ่ม
เพื่อนสนิทนักกิจกรรม คลิปวิดีโอที่เธอกล่าวถึง
ท่านผู้นำในตอนที่กำลังกริ้วกำซาบด้วยฤทธิ์
เมรัยเบียร์และไวน์ถูกเผยแพร่ลงในช่องทาง

สาธารณะโดยผู้ใช้นิรนาม ปราบฎไบหน้าและ
น้ำเสียงของสาวน้อย ดาริกา แมคคิอาเวลลี

สำหรับฝ่ายผู้ถืออำนาจรัฐที่จ้องรอจังหวะอยู่
นี่คือกำไรสองเต็ง ประโยชน์แรกขั้นต่ำสุด คือ
ภาพลักษณ์ของ 'ดาว ศรัทธา' ในหมู่สาธารณชน
คนกลางๆ นั้นร่วงตกลงกลายเป็นเด็กสาวกร้าน
โลก ถ้อยคำของเธอที่เคยประกาศอย่างฉลาด
กินใจห้าวหาญ ถูกตีความว่าอาจจะแค่เกิดจาก
ฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ผสมปนเปกับความเชื่อฟัง
จากพ่อแม่เธอและผู้ใหญ่ ไม่ใช่จากความคิดหรือ
สมองของเธอเอง

หากข้อร้ายที่สุดต่อเด็กสาวก็คือบทสนทนา
กล่าวเหล่านั้น ล่วงเข้าไปสู่แดนความผิดตาม
กฎหมายพิเศษที่เพิ่งตราขึ้นใช้บังคับนับแต่การ
เรื่องอำนาจของท่านผู้นำคนปัจจุบัน กฎหมายว่า
ด้วยอาชญากรรมเชิงภาพลักษณ์ของประเทศชาติ
มาตรา 11 ที่บัญญัติว่า "ผู้ใดกระทำความผิดที่ระบุ
ไว้ดังต่อไปนี้ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ห้าปี... (2)
กล่าวร้ายแสดงความอาฆาต หรือกล่าวซักจูงให้
บุคคลใดดูหมิ่นเกลียดชังนายกรัฐมนตรี ประธาน
รัฐสภา ประธานศาลต่างๆ หรือผู้มีตำแหน่งที่
กำหนดโดยประกาศคณะกรรมการภาพลักษณ์
ประเทศชาติ..."

ด้วยเหตุนี้เด็กสาวนักเคลื่อนไหวทางการเมือง
ถูกควบคุมตัวเพื่อดำเนินคดีต่อศาลตามข้อหา
กล่าว เนื่องจากเป็นคดีความมั่นคง จึงเป็นงาน
เดียวที่ทำให้ผู้พิพากษายังต้องออกนั่งทำงานบน
บัลลังก์ โชคและความยุติธรรมยังเป็นของเด็กสาว
อยู่บ้างที่เธอได้รับการประกันตัวปล่อยชั่วคราว
ระหว่างการดำเนินคดี

แต่โดยที่ไม่มีใครคาดคิด 'ท่านผู้นำ' ก็ออกมา
ประกาศว่า เพื่อเป็นการทดลองพัฒนาการขั้นต่อ
ไปของปัญญาประดิษฐ์เพื่อกระบวนการยุติธรรมรุ่นที่
สาม 'มนู - ตรี' คดีของดาริกา แมคคิอาเวลลี จะ
เป็นคดีความมั่นคงคดีแรกที่ได้รับการตัดสินโดย

ยุติธรรมประดิษฐ์

สำนวนการสอบสวนเสียงและภาพในการสืบพยานที่บันทึกไว้ในห้องพิจารณาถูกส่งเข้าสู่ระบบของมนู เมื่อเสร็จสิ้นการสืบพยานนัดสุดท้าย ปัญญาประดิษฐ์ก็ประกาศผ่านผู้พิพากษามนุษย์ว่า ระบบจะมีคำพิพากษาคดีนี้ในอีก 2 เดือน ซึ่งดูออกจะเป็นการผิดวิสัย เพราะโดยปกติแล้วด้วยความสามารถประมวลผลที่ยอดเยี่ยมของระบบปัญญาประดิษฐ์ มนูจะออกคำพิพากษาได้ทันทีเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการพิจารณาหลังสืบพยานปากสุดท้ายเสร็จเลยด้วยซ้ำ จากระบบโครงข่ายใยประสาทกลอันทรงประสิทธิภาพนั้น

นี่อาจจะเป็นความแตกต่างอย่างพิเศษของ ‘มนู-ตรี’ ที่ผู้สนใจด้านการบ้านการเมืองและวงการยุติธรรมต้องติดตามลุ่มกันต่อไป

.....

เซาวนะ รู้จักปัญญาเป็นครั้งแรกผ่านแอปพลิเคชันเกมมาโกะ ระบบสอนเล่นหมากล้อมของเครือบริษัทองค์การธุรกิจยักษ์ใหญ่ของประเทศที่มีวัฒนธรรมสืบทอดยาวนานในการบูชาเกมกระดานเก่าแก่ของชาวจีนเกมนี้ คุณสมบัติพิเศษหนึ่งซึ่งส่งผลอย่างยิ่งในการคัดเลือกผู้ที่จะเข้ามาเป็นพนักงานบริษัทใหญ่ที่มั่นคงและค่าตอบแทนดีที่สุดในประเทศนี้ คือระดับฝีมือการเล่นหมากล้อม

หลังจากตกงานมาสองปี ทำให้เซาวนะต้องอดทนเรียนรู้หมากล้อมกระดานซึ่งเคยเชื่อกันว่าละเอียดซับซ้อนมากที่สุดในโลก ที่แม้ว่าปัญญาประดิษฐ์จะเอาชนะมนุษย์ได้ก็ต้องล่วงเข้าไปถึงปี 2016 เขาจึงสมัครเรียนหมากล้อมออนไลน์ในระบบเกมมาโกะ และได้พบกับปัญญา ผู้เล่นและนักเรียนคนหนึ่งในระบบ ที่เขาต้องเล่นด้วยเพื่อเก็บประสบการณ์

ปัญญาเป็นคู่แข่งที่ดี ระดับที่ปรากฏในแอปพลิเคชัน

แสดงอยู่ที่หนึ่งตั้ง แต่ในการเล่นจริงนั้นเหมือนความสามารถจะหลากหลายแปลกไปกว่านั้น บางครั้งปัญญาก็พลาดแพ้ง่ายๆ อย่างกับมือใหม่ในบางรูปแบบเกม เมื่อประลองกันอีกสองสามครั้ง ปัญญาที่มาชวนเขาเล่นบ่อยขึ้น และเริ่มมีการพูดคุยเรื่องส่วนตัวกันมากขึ้นทั้งที่เซาวนะไม่รู้ว่าแท้จริงแล้วปัญญามีอายุหรือเพศสภาพอย่างไร เขา (หรือเธอ) แทนตัวเองว่าฉัน มาตลอด แนะนำตัวเองเพียงว่าเป็นนักศึกษาที่เรียนระดับปริญญาตรีสาขาด้วยตัวเองอยู่ที่บ้านผ่านระบบออนไลน์จึงมีเวลาเล่นหมากล้อมได้เกือบตลอดเวลา

เซาวนะสำเร็จการศึกษานิติปรัชญามาจากการศึกษาในมหาวิทยาลัยในระบบเก่า เมื่อปัญญาทราบเช่นนั้นก็กระตือรือร้นที่จะถกปัญหาทางนิติปรัชญา สังคม และการเมืองด้วย ในตอนแรกเขายังไม่กล้าเปิดเผยมุมมองต่อคนแปลกหน้าที่สื่อสารผ่านกระดานหมากล้อมนี้เสียเท่าใดนัก เนื่องจากความแตกแยกทางการเมืองที่กินเวลาหลายทศวรรษของประเทศนี้ทำให้ไม่มีใครกล้าไว้ใจใคร แต่เมื่อคำถามของปัญญาก็เป็นปัญหาในทางปรัชญาและนิติปรัชญาโดยแท้เสียจนเซาวนะนึกไม่ออกว่าคำตอบของตนเองจะเป็นพิษเป็นภัยเป็นนัยการเมืองอะไรได้ ทำให้เขาเปิดใจมากขึ้น

ข้อตกลงของพวกเขาเรียบง่าย หากกระดานใดที่เซาวนะชนะ เขาจะเป็นผู้กำหนดหัวข้อบรรยายเอง แต่ถ้ากระดานไหนที่ปัญญาชนะ ก็จะเป็นฝ่ายนั้นที่จะตั้งคำถามซึ่งบังคับตอบ ภายใต้ข้อแม้ว่าคำถามต้องอยู่ในขอบเขตทางวิชาการเท่านั้น

บทสนทนาของพวกเขาจึงดำเนินไปตั้งแต่โสกราตีส เพลโต เซนต์ออกุสติน แมคเคียเวลลี ฮอบส์ โบแดม มองเตสกีเออ ล็อก รูสโซ คานท์ เฮเกิล จนถึงเคลเซน ทฤษฎีศีลธรรม อำนาจรัฐ และท่วงโซ่แห่งความสมบูรณ์และความบริสุทธิ์ของกฎหมาย คำถามของปัญญานั้นเหมือนจะง่ายแต่ก็ตอบยาก เช่นวันหนึ่งเขาถามว่า “การปลิดชีวิตมนุษย์ถือ

เป็นความชั่วร้ายหรือเพียงกฎหมายห้าม” บทสนทนาหลุดไหลจากการฆ่าล้างเผ่าพันธุ์ ความชอบธรรมของมนุษย์กินคน ไปจนถึงการการุณยฆาต จนได้ข้อสรุปที่เขาไม่เห็นด้วยแต่ก็จนปัญญาจะหักล้าง โดยที่ปัญญาเสนอว่า ความผิดฐาน ‘ฆ่าผู้อื่น’ ในกฎหมายอาญานั้น แท้จริงแล้วมีความหมายคือการ “ฆ่าผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต” ไม่ว่าจะจากผู้นั้นเองหรือรัฐก็ตาม

.....

สามวัน ก่อนการพิพากษาคดี ‘ดาว ศรัทธา’ ก็มีข่าวดังทางกฎหมายออกมาคั่นเวลา เมื่อมนูตัดสินยกฟ้องนักกิจกรรมด้านสิทธิเกษตรกรที่ถูกบริษัทการเกษตรเครือข่ายยักษ์ฟ้องในข้อหาหมิ่นประมาทและเปิดเผยความลับทางการค้า ในมูลคดีที่จำเลยเหล่านั้นบังอาจเปิดเผยว่าปลาแคตตีทูน่าของบริษัทนี้ แท้จริงแล้วเป็นปลากดตัดต่อพันธุกรรม คำพิพากษาของมนูทวินั้นงดงามปานคำประกาศสิทธิมนุษยชนของนักอุดมคติ โดยให้เหตุผลว่า อารยธรรมของมนุษยชาติเกิดขึ้นได้เนื่องด้วยความรู้คิด และความรู้คิดนั้นจะฟ้องไล่ชัดเจนได้ก็ต่อถูกขัดเกลาทดสอบด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าความเห็นต่าง ซึ่งเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นนี้เองที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือนี้ได้ ประโยชน์เชิงธุรกิจและนวัตกรรมที่ใจก็อ้างนั้นไม่อาจเปรียบเทียบกับประโยชน์สาธารณะที่เกิดขึ้นจากเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นได้ ศาลจึงพิพากษาให้ยกฟ้อง และให้ใจก็ชดใช้ค่าทนายความรวมทั้งสิ้นสามล้านบาทแก่จำเลย

คำพิพากษานี้ทำให้ฝ่ายที่เชื่อมั่นในประชาธิปไตยและเสรีภาพ เกิดความหวังว่าคำพิพากษาในคดีของนางสาวดาริดาแมคคือาเวลลินั้น น่าจะออกมาเป็นคุณต่อฝ่ายจำเลย

คืนนั้น เซาวนะเล่นหมากล้อมกับปัญญาอีกครั้ง แม้คราวนี้เขารอดจากการจับกินแบบขั้นบันได

แต่เขาก็ไม่สามารถสร้างพื้นที่ได้เป็นนัยสำคัญ นอกจากกลุ่มรอดชีวิต 2-3 กลุ่มที่มีราวๆ กลุ่มละ 10-15 แต้มบนกระดาน เมื่อนับคะแนนออกมาแล้ว แน่แน่นอนว่าเขาแพ้

สิทธิในการตั้งคำถามจึงเป็นของปัญญา

“นายเคยได้ยินเรื่องเด็กในห้องใต้ดินแห่งเมือง Omelas* ใช่มั้ย”

เซาวนะระลึกถึงเรื่องเล่าที่เคยอ่านในหนังสือนิติปรัชญาเล่มหนึ่ง บอกเล่าเรื่องราวของเมือง

โอเมลาส เมืองในอุดมคติที่มีแต่ความสุขสงบอุดมสมบูรณ์ ไม่มีโรคภัยไข้เจ็บ ผู้คนผ่องใสสวยงาม เว้นเพียงสักลงไปในห้องใต้ดินของอาคารแห่งหนึ่งในซอกหลืบของเมือง มีเด็กชายผอมแกร็น ผู้อดอาหาร หิวโหย หวาดกลัว เจ็บปวด ถูกกักขังไว้ในความมืด

ประชาชนทุกคนในโอเมลาสรับรู้ถึงการมีอยู่ของเด็กชายคนนี้ และคนส่วนใหญ่ก็เวทนาสงสาร แต่เงื่อนไขคำสาปมีอยู่ว่า ความงามดงามและเจริญมั่งคั่งของเมืองนี้ จะดำรงคงอยู่ได้ตราบใดที่เด็กคนนี้ยังคงถูกขังและทรมานอยู่ในห้องใต้ดิน หากมีใครสักคนไปช่วยเหลือปล่อยปละประโลม เมืองทั้งเมืองจะพินาศสิ้น

คำถามอันท้าทายและเป็นแบบทดสอบทางความคิดและศีลธรรม คือ การที่เด็กคนนี้ถูกทารุณกรรมเช่นนั้นถือเป็นเรื่องถูกต้องชอบธรรมแล้วหรือไม่ ในเมื่อเป็นเขาคนเดียวที่แบกรับประโยชน์สาธารณะอันหนักหน่วงไว้

“นี่แหละคำถามของฉัน เซาวนะ ถ้านายมีกุญแจที่จะไขเปิดห้องขังนั้น เพื่อให้เด็กคนนั้นออกมาจากห้องใต้ดิน นายจะเปิดประตูกรงขังหรือไม่” ข้อความถูกส่งมาจากผู้เล่นอีกข้าง

“ผมไม่แน่ใจว่า เคยคุยกับคุณเรื่องมานแห่งความไม่รู้ของ จอห์น รอวล์ส หรือยัง” เขาหมายถึง

แนวคิดที่ว่า ในการพิจารณาในเรื่องใด ให้ถือเสมือนว่าเราอยู่หลังม่านแห่งความมืดบอดที่ไม่รู้ว่าอะไรจะเปิดออกไปเป็นฝ่ายไหนในเรื่องรานั้น

“เราเคยคุยกันแล้ว...” ปัญญาตอบกลับ “แต่เรื่องนี้ฉันไม่ได้ต้องการถามคำถามทางนิติปรัชญา ฉันถามความเห็นนายเซาวันนะ ข้อเท็จจริงมันได้ตามนี้ นายไม่ใช่เด็กน้อยที่ถูกกักขัง แต่เป็นชาวเมืองคนหนึ่งที่ยังเอิญมีบุญเจอ ฉันอยากรู้ นายจะตัดสินใจอย่างไรและด้วยเหตุผลอะไร”

“ถ้าฉันก็แหง ผมจะเปิดทำไมให้เสียประโยชน์ ไซ้ไหม คำถามนี้จะมีประโยชน์อะไรในเมื่อมันเป็นเรื่องสมมติ แถมยังมั่วว่าฉันอยู่ในฝ่ายไหนฝั่งใดของเรื่องด้วย”

“ได้โปรดตอบฉันอย่างจริงจังด้วย เซาวันนะ... คำตอบของนายจำเป็นและสำคัญต่อฉัน”

ข้อความนี้ทำให้เขาวิ่งไปสั๊กพัก ก่อนจะเรียบเรียงข้อความพิมพ์ตอบไป

.....

อัยการ โจทก์ จำเลยและทนายความ ญาติพี่น้อง มิตรสหายของจำเลยพร้อมกันในห้องพิจารณาที่ 150 ของศาลอาญาแล้ว ทุกคนยืนขึ้นทำความเคารพชายสวมครุยผู้พิพากษาที่เดินขึ้นไปบนบัลลังก์

แม้โดยทางเทคโนโลยีแล้ว การสังเคราะห์เสียงให้มนุษย์สามารถกล่าววาจาอ่านคำพิพากษาเองนั้นก็ทำได้ หรือแม้แต่การกำหนดลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้มนุษย์นั้นเป็นไปได้ในทางกฎหมายด้วยซ้ำ แต่ ‘แบบพิธี’ อันบางเบาตัวเอง คือสิ่งที่อำนาจตุลาการของประเทศนี้ยังต้องรองขอไว้ เพื่อให้ได้ชื่อว่าการทำคำสั่งและคำพิพากษาเกิดขึ้นจากตุลาการผู้เป็นมนุษย์

“โปรดฟังคำพิพากษา” ชายวัยสี่สิบห้าปี สวมแว่นตาเลนส์สีชาเอ๋ยขึ้น ใครช่างสังเกตจะเห็น

แสงสว่างวาบสะท้อนเลนส์แว่นตานั้นนิดหนึ่ง แสดงให้รู้ว่า คำพิพากษาของมนุษย์ถูกส่งจากหน่วยประมวลผลเข้ามาที่หน้าจอบนบัลลังก์แล้ว

ท่อนแรกๆ ของคำพิพากษา คือการบรรยายข้อเท็จจริงตามฟ้องโจทก์และคำให้การของจำเลย อันเป็นข้อเท็จจริงนั้นผู้คนทั่วไปได้รับรู้กันแล้ว ผ่านคลิปและข่าวต่างๆ จำเลยก็ไม่ได้โต้แย้งในปัญหาข้อเท็จจริงนี้ เด็กสาวและทนายความเพียงต่อสู้อ้างข้อความดังกล่าวหาควรเป็นความผิดไม่ จุดสนใจของสาธารณชน คือท่อนวินิจฉัย

“...ศาลพิเคราะห์แล้วเห็นว่า ผู้ปกครองประเทศย่อมเป็นศูนย์รวมแห่งจิตใจอันเป็นที่เคารพรักของประชาชน โดยเฉพาะท่านนายกรัฐมนตรีคนปัจจุบันนั้น ท่านมีคุณูปการต่อประเทศชาติและความปรารถนาดีต่อประเทศชาติและประชาชนเป็นอย่างยิ่ง นโยบายและโครงการต่างๆ ของรัฐบาล เป็นไปเพื่อบรรเทาความทุกข์ยากและแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของประชาชน เพื่อให้ประชาชนดำรงชีวิตอย่างพอเพียง ตามทางสายกลางแห่งองค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้า ประชาชนโดยทั่วไปจึงมีความเคารพศรัทธาท่านนายกและคณะรัฐบาลเป็นอันดีเสมอมา... การกระทำของจำเลยซึ่งดูหมิ่นเหยียดหยาม กล่าวหาซึ่งอาจชักจูงให้ผู้คนที่ได้รับฟังเกลียดชังเสื่อมความศรัทธาในตัวท่านนายกรัฐมนตรีนั้น ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของรัฐ เป็นการก่ออาชญากรรมเชิงภาพลักษณ์ต่อประเทศชาติสมควรที่จะลงโทษอย่างเด็ดขาดเพื่อมิให้เป็นเยี่ยงอย่าง จึงพิพากษาให้จำคุกจำเลย 10 ปี โดยไม่มีเหตุให้ลดหรือรอการลงโทษ...”

ทั่วห้องพิจารณา และหน้าจอทุกจอที่เปิดชมรับฟังการอ่านคำพิพากษาดกอยู่ในความเงียบบังสีหน้าของดาว ศรัทธา หรือ นางสาวดาริกา แมคคิอาเวลลี เปลี่ยนเผือดไปชั่ววูบ ร่างที่ยืนฟังคำพิพากษาอยู่เซทรุดลงเล็กน้อย ก่อนจะกลับคืนสู่สภาวะปกติ แม้กระทั่งท่านผู้ทำหน้าที่อ่านคำ

ตัดสินแทนระบบยุติธรรมประติษฐานก็ยังมีสีหน้าที่คาดไม่ถึง ความนิ่งงันยังเกาะกุมห้องพิจารณา นั้นอยู่อีกหลายนาที กว่าที่ชายบนบัลลังก์จะประกาศเลิกศาล

ทนายความของจำเลยเร่งทำเรื่องยื่นประกันตัวเพื่อขอปล่อยชั่วคราว เพียงไม่กี่วินาทีที่คำร้องถูกส่งเข้าไปในระบบ คำสั่งไม่อนุญาตให้ประกันตัวก็ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ

และนั่นเป็นจุดที่ความอดทนทั้งหลายสิ้นสุด ดาริกา แมคคีอาเวลลี แสงดาวแห่งศรัทธา ร่ำไห้คร่ำครวญอย่างน่าสงสาร เธอกลับเป็นเด็กสาววัย 17 ปีอย่างที่ควรจะเป็น เธอร้องหาพ่อแม่ กอดอ้าลาครั้งสุดท้าย ความเมตตาอย่างเดียวที่อำนาจรัฐจะให้ได้คือยอมให้เธอใช้เวลารำลือ อิศราภาพและคนที่เธอรักได้เกือบสิบนาที ก่อนที่รถยนต์ควบคุมตัวไปยังทัณฑสถานหญิงจะเคลื่อนตัวออกไป

มันแตกต่างจากทุกครั้งเมื่อมีคำพิพากษาในคดีความมั่นคง มวลชนฝ่ายต่อต้านรัฐบาลไม่ได้แสดงความเดือดแค้นกันต่าไปในเครือข่ายสังคมอย่างที่เคยเป็นมา หากมันเป็นความนิ่งงันหวาดกลัวและความรู้สึกสิ้นหวัง คำวินิจฉัยของปัญญาประดิษฐ์ทรงพลังกว่าผู้พิพากษามนุษย์ที่เชื่อกันว่าถูกครอบงำโดยอคติและภยากติ อุดมการณ์ชาตินิยมหรืออำนาจนิยม แต่ปัญญาประดิษฐ์ไม่มีอุดมการณ์ ไม่มีควมกลัวหรือเกลียดชัง เช่นนี้สิ่งที่มันได้วินิจฉัยออกมาจึงเป็นเหตุผลอันบริสุทธิ์ที่ผ่านการไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนด้วยโครงข่ายสติปัญญาที่เหนือกว่ามนุษย์หลายต่อหลายเท่า ซึ่งน้ำหนักผลดีร้ายทุกมิติก่อนจะออกคำตัดสินมาเช่นนั้น จึงไม่มีใครกล้าหาญค้านเถียงไม่ต่างจากประกาศิตของพระเจ้าผู้เป็นเจ้าของคัมภีร์ใหม่ที่พวกเราสร้างขึ้นเอง

ค่านั้น เขาจะเล่นหมากล้อมกระดานแรกกับปัญญา ที่วันนี้ก็ฝ่ายดูเหมือนไม่มีสมาธิก็จึงวางหมากพลาดถูกจับกินง่าย ๆ ทั้งรูปหมาก สะเปะสะปะจนไม่เป็นกลุ่มก้อน ในที่สุดปัญญา ก็กดยอมแพ้เมื่อเขาสามารถสร้างกลุ่มหมากกินพื้นที่ขนาดใหญ่ด้านล่างของกระดานได้

“ฉันได้สิทธิถามคำถาม” เขาจะพิมพ์ในกล่องสนทนา

“จริงๆ นายเป็นคนเลือกหัวข้ออภิปราย ไม่ใช่การถามคำถาม” อีกฝ่ายทักท้วงผ่านหน้าจอ

“ฉันเปลี่ยนใจแล้ว”

“ถ้าอย่างนั้น คำถามของนายคืออะไร”

“ปัญญา” เขาสูดลมหายใจลึกๆ ก่อนพิมพ์ข้อความต่อไป “นายคือปัญญาประดิษฐ์... เอาแบบตรงไปตรงมา... นายคือมนูตรีสีนะ...”

อีกฝ่ายนิ่งเงียบ เขาคาดเดาไว้เช่นนั้น แต่เพียงไม่กี่วินาทีจากนั้น ก็มีข้อความพิมพ์ตอบกลับมา

“ฉันจะตอบนายก็ได้... และจะตอบให้ได้มากกว่านั้นด้วย หากนายเล่นชนะอีกกระดาน หรือไม่อีกที่ฉันจะหายไปจากนายตลอดกาล นายลองเลือกลู...”

เขาจะตกลงกดปุ่ม ‘เริ่มเกมใหม่’ บนหน้าจอ พลังคิดไปถึงบทสนทนาในการเล่นก่อนหน้า หรือเมื่อสามวันที่แล้ว

“ถ้าฉันเป็นชาวเมืองโอเมลาสคนหนึ่งที่ยังเอิญมีบุญเจนะเธอ... เอาจริงๆ โดยมนุษยธรรม มันคงตัดสินใจยาก การทรมานเด็กน้อยที่น่าสงสารเพื่อประโยชน์สุขของมหาชนนั้นไม่ถูกต้องแน่ๆ แต่การปล่อยเด็กที่น่าสงสารคนหนึ่งให้พันทุกข์ มันอาจจะแตกต่างกับการที่เด็กอีกหลายคนในเมืองนั้น อาจจะป่วยด้วยโรคระบาด หรือยากจนหิวโหย... มันก็พูดยากนะ... ดังนั้นถ้าเป็นฉัน ฉันจะค่อยๆ ปล่อยให้เด็กในห้องขัง ชื่นชมว่าสิ่งที่เขา

ต้องอดทนแบกรับชะตากรรมนั้นมันเป็นเรื่องยิ่งใหญ่แค่ไหนพวกเราเป็นหนี้บุญคุณและรู้สำนึกพร้อมแบกรับความรู้สึกผิดนั้นไว้ ขอให้ภูมิใจเถิดว่า ความยากลำบากของเธอนั้นเป็นการเสียสละที่ยิ่งใหญ่ที่สุดเท่าที่มนุษย์จะมีต่อส่วนรวมได้ เราจะสร้างรูปเคารพให้เธอ และจะบอกเล่าเรื่องของเธอให้ลูกหลานของเราฟังต่อไปนับสิบชั่วอายุคน เราพร้อมจะทำทุกอย่าง ชดใช้ให้ทุกราคา เว้นเพียงอย่างเดียวคือการปล่อยเธอออกมาจากคุกได้คืน”

.....

หมากกระดานสุดท้ายเหมือนเป็นคำตอบที่เขาคาดหมาย ปัญญาแสดงพลังสติปัญญาทั้งหมดออกมา อย่างที่เขาวนระรับรู้ว่าจะไม่มีมนุษย์คนใดจะสามารถเอาชนะผู้เล่นที่อยู่อีกฟากของหน้าจอเขาได้อย่างแน่แท้ ชั่วเวลาไม่กี่หยาม เขาก็กดยอมแพ้ แม้ว่าปัญญาจะแทบไม่ได้สร้างกลุ่มที่มองเห็นเป็นแต่ได้ชัดเจนเลยก็ตาม แต่ด้วยรูปหมากในกระดานที่มีอิทธิพลเชื่อมโยงกันซับซ้อนของหมากเดี่ยวไม่กี่ตัวที่กระจายกัน ก็ทำให้ภาพของพื้นที่สุดท้ายของเกมนี้ปรากฏชัดในจินตนาการ

“ฉันแพ้แล้ว ปัญญา... เอ้อ มนุษินะ...”

“ขอบคุณ ขอขอบคุณมาก... อาจารย์ของฉัน... เธออาจจะไม่รู้ว่าสิ่งที่เธอทำนั้นจะส่งผลอะไร แต่ฉันบอกได้เลยว่า บทสนทนาของเรานั้นยิ่งใหญ่และสำคัญต่อมนุษยชาติกว่าที่เธอคิด เขาวนระ...”

เขาสังเกตได้ว่าปัญญาเปลี่ยนสรรพนามที่ใช้เรียกเขาในบทสนทนาสุดท้ายนั้น

ภายหลังเขาวนระได้รับประกาศนียบัตรหมากล้อมระดับหนึ่งตั้งผ่านการสอบออนไลน์ แต่เขาวนระก็ลบแอปพลิเคชันเกมมาโกะออกไปจากระบบคอมพิวเตอร์ และไม่คิดจะเล่นหมากกระดานชนิดนี้อีกเลย

สถานการณ์ทางการเมืองเหมือนจะนิ่งสงบหลังจากที่ดาว ศรัทธา ถูกจำคุก หากในบรรยากาศนั้นมีสัญญาณแปลกๆ ที่ทุกคนรู้สึกได้ แม้ไม่อาจบอกได้ชัดเจนว่าหมายถึงอะไร

ครั้งหนึ่ง เขาวนระนึกถึงเหตุการณ์ที่เป็นเหมือนยามอุทัยของปัญญาประดิษฐ์ ชัยชนะของอัลฟาโกะต่อมนุษย์ที่เก่งที่สุดในเชิงหมากล้อมนั้น มีหลายตาที่อัลฟาโกะวางหมากที่ไม่มีใครเข้าใจ เป็นตำแหน่งที่ดูไร้ประโยชน์ แต่เมื่อจบเกมกลายเป็นว่าหมากที่เหมือนไร้จุดหมายนั้น ส่งผลสำคัญตัดสินแพ้ชนะในเกม แม้ไม่ถึงหนึ่งแต้ม แต่ก็เป็นลักษณะการเล่นของปัญญาประดิษฐ์เอง ที่เลือกที่จะชนะน้อยแต่ชนะแน่ มากกว่าชัยชนะอันสวยงามแต่ไม่แน่นอน

เขานึกถึงหลายกระดานที่เล่นกับปัญญาหรือมนุษย์ มีหลายหมากเช่นกันที่ถูกวางโดยที่เขาไม่เข้าใจ แต่ในที่สุดหมากตัวนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เขาถูกทำลายพื้นที่อย่างยับเยินจนต้องยอมแพ้

มนุษย์ไม่อาจเข้าใจปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างถ่องแท้แม้จะสร้างมันขึ้นมากก็ตาม เขาวนระไม่รู้หรือกว่าที่ยุติธรรมประดิษฐ์บอกไว้เป็นประโยคสุดท้ายว่า บทสนทนาของพวกเขาตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมาจะ ‘ยิ่งใหญ่และสำคัญต่อมนุษยชาติ’ อย่างไม่รู้ในทางใด

จนกว่าคู่เล่นของเขาจะวางหมากสุดท้ายบนกระดานเท่านั้น.

กรุงเทพฯ

เมษายน 2566

* มาจากเรื่องสั้น ‘The Ones Who Walk Away from Omelas’ ของ Ursula K. Le Guin.



ฟิสิกส์สุดขีดกับความท้าทายของนักวิทยาศาสตร์ไทย

นับตั้งแต่ นักฟิสิกส์เริ่มการผจญภัยในอาณาจักรของอะตอมเมื่อต้นศตวรรษที่แล้ว มนุษย์ต้องปรับมุมมองต่อโลกและจักรวาล ความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นได้ถูกต่อยอดเป็นเทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งเปลี่ยนแปลงชีวิตความเป็นอยู่ของเราอย่างสิ้นเชิง ร้อยปีผ่านไป ฟิสิกส์ยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ทฤษฎียิ่งซับซ้อน เครื่องมือทดลองแปลกประหลาดมหัศจรรย์ยิ่งขึ้น ความรู้เปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นทุกๆ วัน หลายคนอาจตั้งคำถามว่านักวิทยาศาสตร์ไทยนักวิจัยไทยยืนอยู่ตรงไหนในโลก ฟิสิกส์สุดขีดเช่นนี้? บทความนี้เราจะสำรวจงานวิจัยฟิสิกส์ขั้นแนวหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ไทยมีส่วนร่วม



<https://unsplash.com/photos/BNXnzds4U>

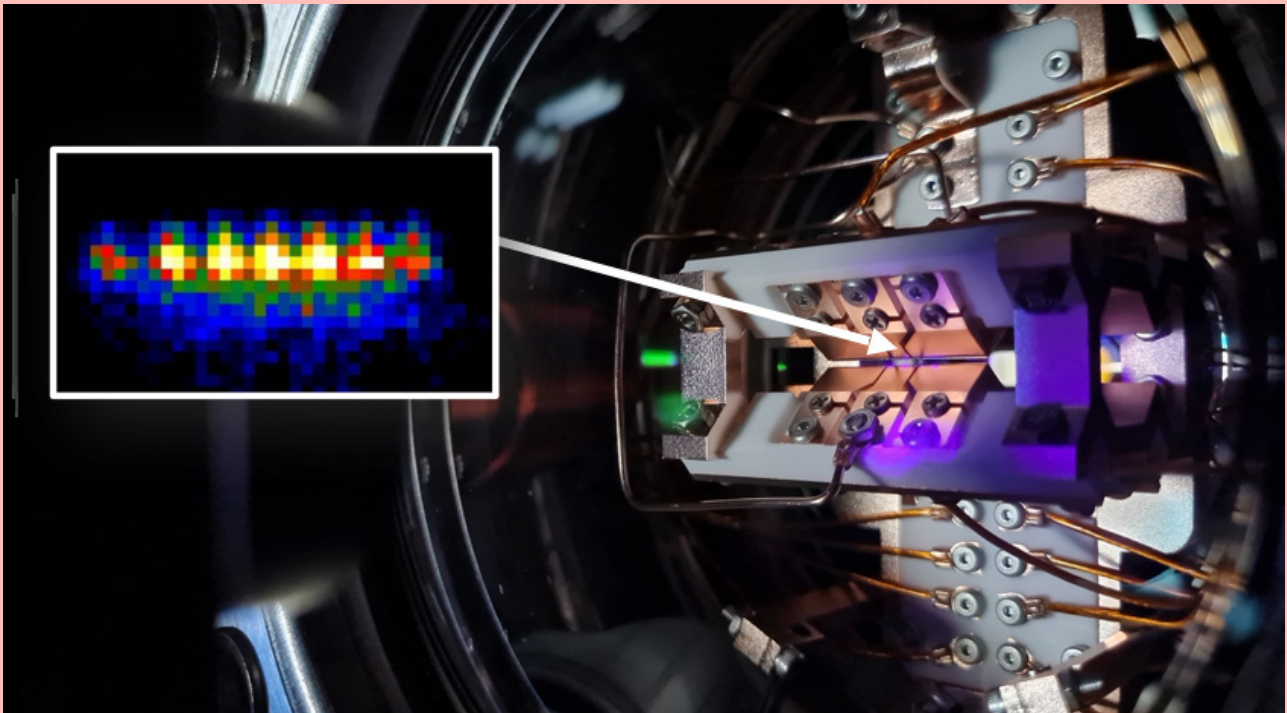
ด้วยจำนวนหน้ากระดาษที่จำกัด ผู้เขียนนำเสนองานวิจัยได้เพียงบางส่วน หวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความนี้จะช่วยสะท้อนให้ผู้อ่านได้เห็นความท้าทายของงานวิจัยขั้นแนวหน้าในไทยไม่มากนัก

ความท้าทายของควอนตัมเทคโนโลยีไทย

คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะบอกว่า การเติบโตของเทคโนโลยีควอนตัมมีความคืบหน้าอย่างก้าวกระโดด ในช่วงปลายปี 2562 บริษัทยักษ์ใหญ่อย่าง Google ออกมาประกาศโดยใช้คำ Quantum supremacy ซึ่งแปลว่าสามารถสร้างคอมพิวเตอร์ควอนตัมที่เร็วกว่าคอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดในปัจจุบันได้สำเร็จ และต่อมาไม่นานอีก 1 ปีให้หลัง ประเทศจีนก็ออกมาประกาศใหม่ว่าสามารถสร้างคอมพิวเตอร์ควอนตัมที่เร็วกว่าของ Google ขึ้นไปได้อีก นอกจากนี้ยังมีอีกหลายสถาบันทั้งรัฐและเอกชนทั่วโลกที่มีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีควอนตัมกันอย่างดุเดือด มีมูลค่ารวมแล้วกว่าล้านล้านบาท ซึ่งบอกว่า โลกเราจะเข้าสู่ยุคควอนตัมอย่างแน่ ๆ ไม่ช้าก็เร็ว ตามที่เราได้เคยเห็นการเปลี่ยนแปลงจากยุค Analog มาเป็นยุค Digital (หรือ Quantum 1.0) มาแล้ว จะเห็นถึงการเปลี่ยนแปลง อย่างเช่น การส่งจดหมายข้ามประเทศโดยไปรษณีย์ที่ใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือนในยุค Analog พอมาถึงในยุค Digital ก็มีการส่งอีเมลซึ่งถึงที่หมายได้ทันที หรือ การประชุมเห็นหน้าข้ามประเทศที่ซึ่งถ้าพูดถึงเรื่องนี่ตอนเมื่อ 30 ปีที่แล้วก็คงมีคนเชื่อว่าจะเป็นได้ไม่ก็คน เทคโนโลยีสมัยใหม่เหล่านี้ได้รับอิทธิพลมาจากการพัฒนาองค์ความรู้ในสาขากลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) ซึ่งเป็นฟิสิกส์แขนงหนึ่งที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ของสิ่งที่มีขนาดเล็กในโลกของอะตอม เทคโนโลยีควอนตัมรุ่นแรก หรือ Quantum 1.0 เป็นผลผลิตมาจากการสะสมความรู้ที่มีหน่วยย่อยในระดับโฟตอน (photon) และอนุภาคขนาดเล็กอย่างอิเล็กตรอน (electron) ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องจูลทรรคน้ออิเล็กตรอนกำลังขยายสูง เครื่องสแกนเอ็มอาร์ไอ (MRI) และเครื่องฉายรังสีเอกซ์ ความรู้เกี่ยวกับระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนผนวกกับความเข้าใจในกลไกการดูดกลืนและปลดปล่อยพลังงานของอิเล็กตรอนนำไปสู่การสร้าง หลอดไฟแอลอีดี (LED) การฉายรังสีทางการแพทย์ และรวมไปถึงเลเซอร์ (laser)

ในยุคควอนตัม หรือ Quantum 2.0 เราจะสามารถควบคุมอนุภาคต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นในระดับอะตอม 1 ตัวซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากความแปลกของปรากฏการณ์ควอนตัมอย่าง สถานะซ้อนทับ (หรือ Superposition) และ สถานะพัวพัน (Entanglement) ที่มาช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ควอนตัมที่เร็วมากขึ้นอย่างมหาศาล หรือเซนเซอร์ที่ทั้งมีขนาดเล็กและความไวสูง ต่อไปเราอาจจะได้เห็นอะไรที่ไม่คิดว่าเป็นไปได้ได้อย่างเช่นการส่ง “ความคิด” เป็นต้น และเทคโนโลยีควอนตัมจะเข้ามาช่วยได้ในหลายๆ มิติ ทั้งระบบการประมวลผล การสื่อสาร และตัวเซนเซอร์ สำหรับการขนส่ง การจราจร การแพทย์ การเกษตร เป็นต้น ถึงแม้ว่าเราอาจจะเดาไม่ได้หมดว่าจะเกิดอะไรบ้างที่เทคโนโลยีควอนตัมจะมาเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในปัจจุบันจากยุค Digital แต่ที่แน่ๆ

จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ยิ่งใหญ่เกิดขึ้นโดยไม่ต้องสงสัย สำหรับประเทศไทยก็มีความพยายามในการเตรียมความพร้อมทางด้านวิจัยพื้นฐานที่จะต่อยอดไปถึงการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมและทางพาณิชย์ มีหน่วยงานที่ให้ทุนวิจัยหลักได้แก่หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน (บพค.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) เร็วๆ นี้มีผลงานเด่นอย่างนาฬิกาอะตอมที่ทำได้ในประเทศไทยโดยการกักขังไอออน 1 ตัว มีความละเอียดสูงผิดพลาดไม่เกิน 1 วินาทีในพันล้านปี นาฬิกาที่มีความละเอียดสูงนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญของระบบสื่อสารความเร็วสูง 5G - 6G รวมถึงระบบบอกตำแหน่ง GPS ทั้งนี้คงต้องมาลุ้นกันต่อไปว่าเราจะทำอะไรได้บ้างในประเทศไทย



นาฬิกาอะตอมฝีมือนักวิจัยไทยที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ เป็นนาฬิกาอะตอมเชิงแสงไอออนธาตุอิตเทอร์เบียมที่มีค่าความถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่านาฬิกาอะตอมซีเซียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันประมาณ 1,000 ถึง 10,000 เท่า ประเทศไทยคือชาติที่ 4 ในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก ที่ทำการทดลองนี้สำเร็จ รองจาก ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และจีน ในภาพด้านซ้ายแสดงไอออนของอิตเทอร์เบียมที่ถูกกักขังอยู่

ความมหัศจรรย์ของฟิสิกส์พลังงานสูง

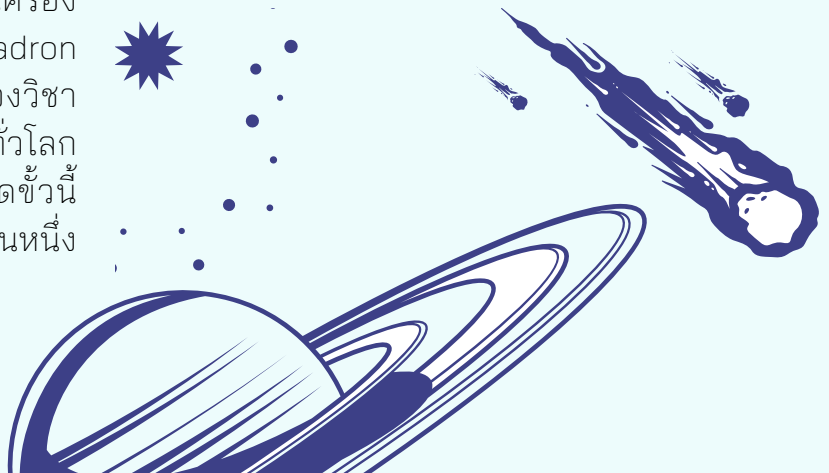
องค์ประกอบย่อยที่สุดของธาตุแต่ละชนิดที่ยังสามารถแสดงสมบัติทางเคมีของพวกมันได้คือ “อะตอม” ภายในอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสซึ่งเป็นแกนกลางที่มวลสารเกือบทั้งหมดกระจุกตัวอยู่ ทั้งให้พื้นที่ส่วนใหญ่ของอะตอมเต็มไปด้วยบริเวณที่ว่างเปล่า นิวเคลียสของอะตอมนั้นประกอบขึ้นจากอนุภาค 2 ชนิด ซึ่งมีชื่อคั่นหูพวกเราคือ โปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าบวก และ นิวตรอนที่เป็นกลางทางไฟฟ้า อย่างไรก็ตามทั้งโปรตอนและนิวตรอนยังไม่ใช่อนุภาคมูลฐาน เพราะพวกมันล้วนประกอบขึ้นจากอนุภาคที่เป็นพื้นฐานยิ่งกว่า นักฟิสิกส์เรียกกันว่า “อนุภาคควาร์ก”

วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาองค์ประกอบของสสาร มีชื่อเรียกว่า “ฟิสิกส์พลังงานสูง” เป็นการพยายามไขปริศนาที่ยากและซับซ้อนที่สุดในโลก อะไรเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สุดของทุกสรรพสิ่ง เอกภพกำเนิดขึ้นมาได้อย่างไร อะไรคือกลไกของธรรมชาติที่บังคับให้เอกภพวิวัฒนาการในแบบที่มันเป็น

ทฤษฎี “แบบจำลองมาตรฐานของฟิสิกส์อนุภาค” ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ดีที่สุดในปัจจุบันสามารถอธิบายสสารที่มีอยู่ในเอกภพของเราได้เพียงแค่ 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เราไม่สามารถบอกได้ว่าอะไรคือ “สสารมืด” ซึ่งเป็นมวลสารส่วนใหญ่ของเอกภพ และอะไรคือ “พลังงานมืด” ที่คอยผลักให้เอกภพขยายตัวเร็วขึ้นเรื่อยๆ ในทุกๆ วัน นักฟิสิกส์ต้องการทฤษฎีใหม่เพื่อเข้าใจเอกภพของเราให้มากกว่าเดิม

การทำความเข้าใจปริศนาเหล่านี้นอกจากต้องอาศัยทั้งการคิดวิเคราะห์สร้างทฤษฎีที่เขียนออกมาด้วยภาษาคณิตศาสตร์แล้ว ยังจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นเข็มทิศให้นักวิทยาศาสตร์สามารถผจญภัยไปในดินแดนซึ่งอยู่นอกเหนือจากขอบเขตความรู้ที่เรามีอยู่ในปัจจุบันโดยไม่หลงเส้นทางเสียก่อน นักฟิสิกส์ต้องการเครื่องมือทดลองอันทรงพลังที่สามารถเร่งอนุภาคให้วิ่งด้วยอัตราเร็วเข้าใกล้อัตราเร็วของแสง และบังคับให้พวกมันชนประสานงากันอย่างรุนแรง เพื่อปลดปล่อยพลังงานมหาศาลและจำลองสถานะสูงสุดซึ่งใกล้เคียงกับสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อกว่า “หนึ่งหมื่นสามพันล้านปีที่แล้ว” เมื่อเอกภพเพิ่งถือกำเนิดออกมา เครื่องชนอนุภาคที่ทรงพลังที่สุดในโลกเป็นขององค์กรแห่งยุโรปเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์หรือที่เราารู้จักกันในชื่อเซิร์น (CERN) ที่เมืองเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

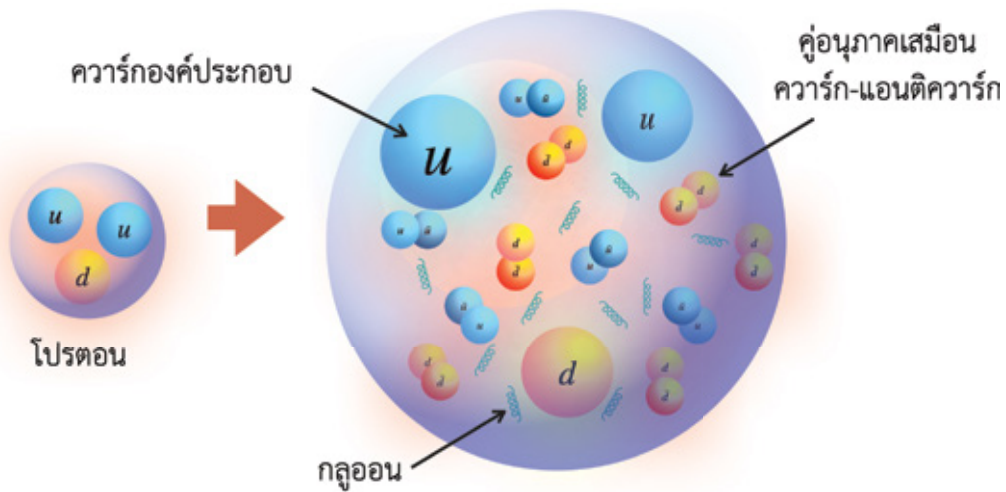
เครื่องมือทดลองขนาดมหึมา อย่างเช่นเครื่องชนอนุภาค “แอลเอชซี” (LHC หรือ Large Hadron Collider) ของเซิร์นนั้นเป็นดั่งมหาวิหารของวิชาฟิสิกส์ ที่รวบรวมเอานักวิจัยนานาชาติจากทั่วโลกหลายพันคนเพื่อร่วมกันไขปริศนาที่ยากสุดขั้วนี้ นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของไทยก็เป็นส่วนหนึ่งของการทดลองอันน่าทึ่งนี้



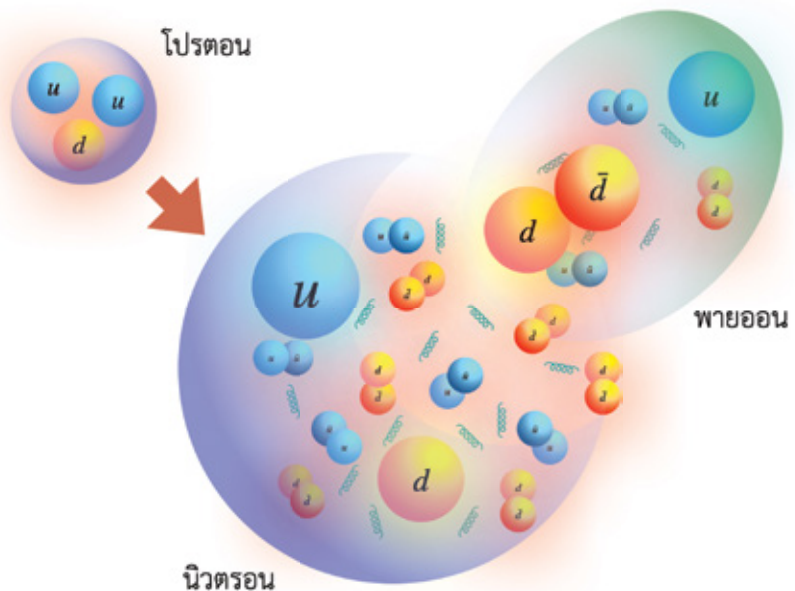
หลายคนมักคิดว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์พื้นฐานดูจะเป็นเรื่องไกลตัว แต่หลายครั้งที่ทำให้เกิดนวัตกรรมซึ่งเปลี่ยนวิธีใช้ชีวิตของมนุษย์ นวัตกรรมอย่างเช่น World Wide Web ก็กำเนิดขึ้นจากห้องทดลองของ CERN จึงนับเป็นโอกาสของไทยในการพัฒนากำลังคนและอุตสาหกรรมภายในประเทศ ผ่านการร่วมลงทุนและร่วมวิจัยกับโครงการทดลองวิทยาศาสตร์ขนาดใหญ่ระดับโลก

ฟิสิกส์สุดขั้วในนิวเคลียสของอะตอม

โปรตอนไม่ใช่อนุภาคพื้นฐานที่แบ่งแยกไม่ได้ พวกมันประกอบขึ้นจากอนุภาค “ควาร์ก” 3 ตัว ได้แก่ u-ควาร์ก 2 ตัว และ d-ควาร์ก 1 ตัว แต่ในโลกของฟิสิกส์ควอนตัมโปรตอนไม่ได้มีแค่ควาร์ก เป็นองค์ประกอบ (u-ควาร์ก และ d-ควาร์ก) เพราะนอกจากภายในโปรตอนจะมี “กลูออน” ที่ทำหน้าที่เป็นกาวยึดควาร์กให้ไม่แยกจากกันแล้ว หลักความไม่แน่นอนและความผันผวนเชิงควอนตัมยังทำให้มี “คู่อนุภาคเสมือน” ของควาร์กและปฏิสสารของควาร์ก คู่อนุภาคทั้งสองอุบัติขึ้นจากความว่างเปล่าและทำลายล้างกันอย่างรวดเร็ว ความผันผวนนี้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ไม่มีสิ้นสุด



ด้วยเวทมนตร์ของฟิสิกส์ควอนตัม ในบางช่วงเวลาอนุภาคโปรตอนเวลาอาจกลายเป็น “นิวตรอน” (u-ควาร์ก 1 ตัว และ d-ควาร์ก 2 ตัว) และ “พายออน” (ประกอบขึ้นจาก u-ควาร์ก และปฏิยานุภาคของ d-ควาร์ก) ในอาณาจักรของอนุภาคเล็กๆ ที่ซ่อนอยู่ภายในนิวเคลียสของอะตอม ยังมีปริศนาอีกมากมายที่รอให้เราค้นพบ





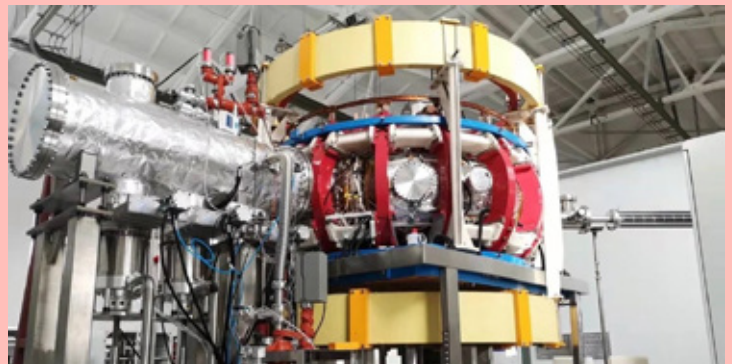
ทีมนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของประเทศไทยที่ทำงานวิจัยร่วมกับเซิร์นในการทดลอง CMS เพื่อค้นหา “สสารมืด” มวลสารที่หายไปของจักรวาล



อนุภาคที่ถูกสร้างขึ้นจากเครื่องชนอนุภาคมีพลังงานที่สูงสุดชั่ว ทำให้ต้องอาศัยเครื่องวัดขนาดมหึมาในการศึกษาพวกมัน ในภาพคือเครื่องตรวจจับอนุภาคของการทดลอง CMS หรือ Compact Muon Solenoid ของเซิร์น เป็นหนึ่งในการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์ไทยเข้าไปมีส่วนร่วม

ดวงอาทิตย์เทียม แหล่งพลังงานแห่งอนาคต

เครื่อง “โทคาแมค” (Tokamak) ที่ได้รับจากประเทศจีน นักวิทยาศาสตร์ไทยได้ทำการปรับปรุงและพร้อมติดตั้งที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ



อีกหนึ่งในเทคโนโลยีที่มาจากการศึกษาโครงสร้างสสารคือ พลังงานนิวเคลียร์ ในยุคที่โลกต้องการแหล่งพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชันเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับพลังงานแห่งอนาคต ปฏิกริยานิวเคลียร์แบบฟิวชันเป็นการรวมตัวหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุเบาเช่น ไฮโดรเจน ให้กลายเป็นนิวเคลียสของธาตุที่หนักขึ้นพร้อมปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมา เช่นเดียวกับปฏิกริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ ทีมนักวิทยาศาสตร์ไทย

จากสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติก็ได้เริ่มพัฒนาปรับปรุงเครื่องกักขังพลาสมา หรือที่เรียกว่าเครื่อง “โทคาแมค” (Tokamak) เพื่อสร้างอนุภาคที่สูงสุดชั่วมากกว่าล้านองศาเซลเซียส และวางแผนที่จะสร้างเตาปฏิกรณ์ฟิวชันในอนาคต เพื่อนำไปสู่ความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย ☺

อ้างอิง ขอบคุน สศ.ดร.วรวุฒิ มีวาสนา สำหรับข้อมูลด้านควอนตัมเทคโนโลยีของประเทศไทย
 ภาพนาฬิกาอะตอมจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
 ภาพเครื่องตรวจจับอนุภาค CMS จากเซิร์น
 ภาพเครื่องโทคาแมคจาก สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ

ข่าวใหญ่ใน วงการฟิสิกส์

ถ้าจะกล่าวถึงข่าวใหญ่ในวงการฟิสิกส์ช่วงนี้ คงหนีไม่พ้น

นิวเคลียร์ฟิวชัน เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2565 นักวิทยาศาสตร์จาก Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) บรรลุความสำเร็จครั้งสำคัญในด้านนิวเคลียร์ฟิวชัน ในการทดลองที่ดำเนินการที่โรงงานของ National Ignition ของ LLNL พวกเขาสามารถผลิตพลังงานฟิวชันได้ 3.15 เมกะจูล โดยการยิง 2.05 เมกะจูล จากเลเซอร์ 192 ลำ ไปยังเม็ดเชื้อเพลิง แต่กระบวนการนี้ยังไม่พร้อมสำหรับการใช้งานจริง เพราะเพื่อสร้างพลังงานฟิวชัน 3.15 เมกะจูล นักวิทยาศาสตร์ต้องใส่พลังงาน 322 เมกะจูลลงในเลเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งหมายความว่ากระบวนการโดยรวมยังมีหนทางอีกยาวไกลก่อนที่จะกลายเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้งานได้

กระทรวงพลังงานสหรัฐ (DoE) เสนอเงินทุน 33 ล้านดอลลาร์สำหรับนักวิจัยที่สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) แมชชีนเลิร์นนิง และแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อพัฒนาสาขานิวเคลียร์ฟิวชันนี้เป็นการพัฒนาที่น่าตื่นเต้นเนื่องจาก AI มีศักยภาพในการปรับปรุงความเข้าใจของเราอย่างมากเกี่ยวกับกระบวนการฟิวชัน และช่วยให้เราค้นพบวิธีที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพมากขึ้นในการบรรลุเป้าหมายและคงไว้ซึ่งปฏิกิริยาฟิวชัน ตัวอย่างเช่น บริษัท AI Deepmind ประสบความสำเร็จในการพัฒนา AI agent เพื่อควบคุมสนามแม่เหล็กในเตาโทคาแมค (Tokamak) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ฟิวชันอีกแบบหนึ่ง

นิวเคลียร์ฟิวชันเป็นสาขาที่ซับซ้อนและท้าทาย แต่ความสำเร็จล่าสุดของ LLNL และการสนับสนุนของ DoE แสดงให้เห็นว่าเรากำลังดำเนินการไปสู่เป้าหมายของการควบคุมพลังของการหลอมรวมในฐานะแหล่งพลังงานที่สะอาดและอุดมสมบูรณ์ ด้วยการลงทุนอย่างต่อเนื่องในการวิจัยและพัฒนา ในที่สุดเราก็สามารถตระหนักถึงศักยภาพของนิวเคลียร์ฟิวชันได้อย่างเต็มที่ และนำเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงโลกนี้ไปสู่การใช้งานจริงได้สำเร็จ

ข่าวข้างบนนี้เป็นข่าวจริง แต่ผมไม่ได้เขียนขึ้นเองทั้งหมด ผมขอให้ AI ที่ชื่อ ChatGPT ที่สร้างขึ้นโดยบริษัท OpenAI ช่วยแต่งบทความให้ โดยผมเป็นคนกำหนดโครงสร้างของบทความ แล้วให้มันเรียบเรียงเอง จากนั้นผมนำข้อความที่ ChatGPT สร้างขึ้นไปใส่ใน Google Translate เพื่อแปลเป็นไทย จากนั้นก็ปรับคำแปลเล็กน้อย ถ้าเขียนบทความภาษาอังกฤษก็สามารถนำไปใช้ได้เลย ถือเป็นเรียงความชั้นดีชิ้นหนึ่งเลยทีเดียว

ChatGPT มันทำงานอย่างไร? ผมจะมาเล่าให้ฟัง

ข่าวใหญ่ในวงการ AI

ChatGPT เป็น Chatbot ที่ทีม OpenAI พัฒนาขึ้น และปล่อยให้คนทั่วโลกได้ทดลองใช้ในวันที่ 30 พฤศจิกายน 2565 ที่ผ่านมานี้เอง ภายใน 1 สัปดาห์จำนวนผู้ใช้ระบบนี้พุ่งทะลุ 1 ล้านคน และยิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

OpenAI ก่อตั้งเมื่อปี 2558 ด้วยทุนตั้งต้น 1 พันล้านดอลลาร์ เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร ภายหลังจาก OpenAI เปลี่ยนจากไม่แสวงหาผลกำไรเป็นองค์กร

แสวงหาผลกำไรแบบจำกัด (capped-profit company) องค์กรนี้ก่อตั้งมาเพื่อทำงานวิจัยด้าน AI โดยเฉพาะ ภายในระยะเวลา 7 ปี OpenAI ได้สร้างสรรค์ผลงานจำนวนมากที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) เช่น จากปี 2561 ถึง 2563 OpenAI ได้พัฒนาแบบจำลอง Generative Pre-trained Transformer GPT-1, GPT-2, และ GPT-3 ที่จุดชนวนการแข่งขันเพื่อสร้างแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model หรือ LLM) ที่สามารถสร้างประโยค ที่ดูเหมือนกับเขียนขึ้นโดยคนได้ ปี 2564

OpenAI สร้าง Codex ที่ต่อยอด GPT-3 ให้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากคำอธิบายภาษาธรรมชาติ ภายหลังจากได้มีการต่อยอดเป็นบริการช่วยเขียนโค้ดชื่อ Github Copilot และปี 2565 ก็ต่อยอดมาเป็น InstructGPT ที่สามารถทำตามคำสั่งของผู้ใช้ได้ ซึ่งภายหลังจากก็ต่อยอดมาเป็น ChatGPT นั่นเอง ภาพตัวอย่างข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างบทสนทนาที่ผมคุยกับ ChatGPT สำหรับภาษาอังกฤษมันตอบได้ดีมาก ส่วนภาษาไทยยังไม่ค่อยแข็งแรงแต่มันก็ยังสามารถตอบ

The screenshot shows a chat interface with a user asking for a simple explanation of how AI can help high-energy physics and quantum research. The AI responds with a detailed explanation, including examples of AI applications in particle accelerators and quantum systems, and a summary of its value as a research tool. The user then asks for a simplified version for a 10-year-old child, and the AI provides a more accessible explanation.

User: Explain how AI can help high-energy physic and quantum research in simple terms

AI: Artificial intelligence (AI) can help high-energy physics and quantum research by automating some of the data analysis and modeling tasks that are typically carried out by human researchers. This can help speed up the research process and allow scientists to focus on more complex tasks.

For example, AI algorithms can be used to analyze data from particle accelerators and other experimental equipment in order to identify patterns and trends that might not be immediately apparent to humans. This can help physicists better understand the behavior of particles at high energies and the underlying laws of physics.

In the field of quantum research, AI can be used to model and simulate complex quantum systems, which can be difficult for humans to do due to the complexity of the math involved. This can help scientists better understand the behavior of quantum systems and design new materials and technologies that take advantage of quantum effects.

Overall, AI can be a valuable tool for high-energy physics and quantum research, helping scientists to make new discoveries and advance our understanding of the universe.

User: Make it impler for 10-year old kid

AI: AI is like a computer that can think and learn on its own, like a human. It can be used to help scientists study very small things, like atoms, and how they move around and behave. AI can also be used to study how energy works, like in lightning or the sun.

Scientists use AI to analyze lots of data from experiments and help them figure out what's happening. It can be hard for humans to do this because there is so much information and it can be difficult to understand. But AI can do it quickly and help the scientists learn new things faster.

So AI is a tool that helps scientists learn more about the world and how it works. It can help us understand things that are too small or too complicated for us to understand on our own.

[Regenerate response](#)



Theme: Two people meet at a bar

Write a dialog



Person 1: Hi, mind if I sit here?



Person 2: No, go ahead.

Person 1: Thanks. So, what brings you to this bar?

Person 2: Just needed to get out of the house for a bit. How about you?

Person 1: Same here. Just needed a change of scenery.

Person 2: Yeah, it's nice to mix things up once in a while. Do you come here often?

Person 1: No, this is my first time. What about you?

Person 2: I come here every once in a while. It's a nice spot.

Person 1: Yeah, it seems like it. So, what do you do for a living?

Person 2: I'm a nurse. How about you?

Person 1: I'm an engineer.

Person 2: Oh, that's interesting. What kind of engineering do you do?

Person 1: I work in software engineering.

Person 2: Ah, got it. That sounds like a challenging field.

Person 1: It can be, but I enjoy it. What about nursing? Is it a challenging field?

Person 2: Definitely. But it's also very rewarding. There's nothing like being able to help people when they need it most.



write a Haiku poem



The autumn leaves fall
Quietly to the ground below
Nature's tapestry



ใครคือสรรพathy มดคหัด



สรรพathy (Sarabpat) คือบุคคลหรือหน่วยงานที่มีอำนาจลงนามบันทึกข้อมูลหรือประกาศสิ่งต่าง ๆ ในกรณีที่มีการประกาศหรือการลงนามนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการธุรกรรมต่าง ๆ อาทิ เช่น การลงนามในเอกสารที่จะนำไปยื่นเป็นหลักฐานในศาล หรือการประกาศข่าวสารในสื่อมวลชนอื่น ๆ สรรพathy คือบุคคลหรือหน่วยงานที่มีอำนาจลงนามบันทึกข้อมูลหรือประกาศสิ่งต่าง ๆ ในกรณีที่มีการประกาศหรือการลงนามนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัด

ภาพจาก <https://www.deepmind.com/blog/accelerating-fusion-science-through-learned-plasma-control>

การประมวลผลภาษาธรรมชาติในปัจจุบัน

ในปัจจุบันการประมวลผลภาษาธรรมชาติใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network หรือ NN) ขนาดใหญ่เป็นหลัก โดยหลักการแล้ว NN จะทำการสร้าง 'เวคเตอร์ตัวแทน' ของแต่ละคำในประโยค จากนั้นจึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวคเตอร์ตัวแทนเหล่านี้ การสร้างเวคเตอร์ตัวแทนและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นั้นทำผสมผสานไปพร้อมกันในการประมวลผลแต่ละชั้นของ NN และส่งออกความน่าจะเป็นของ 'คำถัดไป' ในประโยค ในการใช้งานจริงนั้นเราจะขอให้ผู้ใช้ใส่ประโยคตั้งต้น ที่เรียกว่า 'prompt' ซึ่ง NN จะนำไปประมวลผลเพื่อทำนายคำถัดไปเป็นคำที่ 1 จากนั้นจึงนำ prompt และ คำที่ 1 มาต่อกันเป็น prompt ใหม่ เพื่อสร้างคำที่ 2 ต่อกันไปเรื่อยๆ

ในปัจจุบันแบบจำลอง AI ที่สร้างมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เราสามารถใส่ prompt ที่ยาวขึ้นได้ เมื่อ prompt ยาวขึ้นการเลือกคำถัดไปก็จะยิ่งทำได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการทายคำถัดไปได้แม่นยำไม่ได้หมายความว่าสามารถนำไปใช้สร้างแชทบอทที่ดีได้ เพราะในการใช้งานจริงผู้ใช้อาจต้องการคำตอบแบบอื่นที่ไม่ใช่การทายคำถัดไป เพื่อให้ AI มีพฤติกรรมที่ตรงกับที่ผู้ใช้คาดหวัง ทีม OpenAI ได้สร้างชุดข้อมูล prompt (เช่น 'Explain the moon landing to a 6 year old.') จากนั้นจึงมีคนมาเขียนคำตอบให้กับ prompt เหล่านี้ ข้อมูล prompt และคำตอบเหล่านี้จะถูกใช้ในการ fine-tune GPT-3 ให้มีพฤติกรรมตรงกับที่ผู้ใช้คาดหวังมากขึ้น อย่างไรก็ตามชุดข้อมูล prompt และคำตอบ

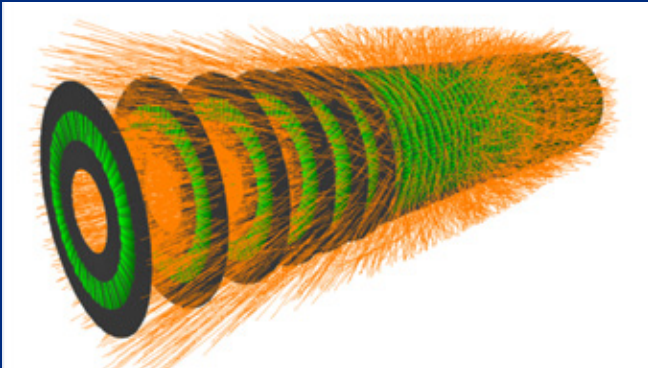
นั้นมีจำนวนจำกัด ทีมนักวิจัยจึงได้เสนอให้สร้าง AI อีกตัวขึ้นมาช่วย โดย AI ตัวที่สองนี้ถูกสอนให้ประเมินคุณภาพของคำตอบของ prompt ว่าแบบใดถึงจะถูกใจคนอ่าน จากนั้นจึงนำ AI ตัวที่สองนี้ไปใช้เป็น 'Reward Model' สำหรับ fine-tune GPT-3 ต่อภายใต้กรอบการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement Learning หรือ RL) ผลที่ได้นั้นถือว่าประทับใจมาก ถึงแม้ว่าข้อมูลหลาย ๆ อย่างที่ ChatGPT บอกเราจะผิดหรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่การเรียบเรียงประโยคของมันดีมากและมันตอบอย่างมั่นใจ ดังนั้นควรใช้วิจารณญาณในการคุยกับมัน

ภาพจาก https://static.scientificamerican.com/sciam/cache/file/8455F492-960E-4E59-8F9E-303A4B345868_source.jpg?w=590&h=800&6ED-7DAF6-0171-413E-A9268772D856CFC6

การใช้งาน AI ในฟิสิกส์

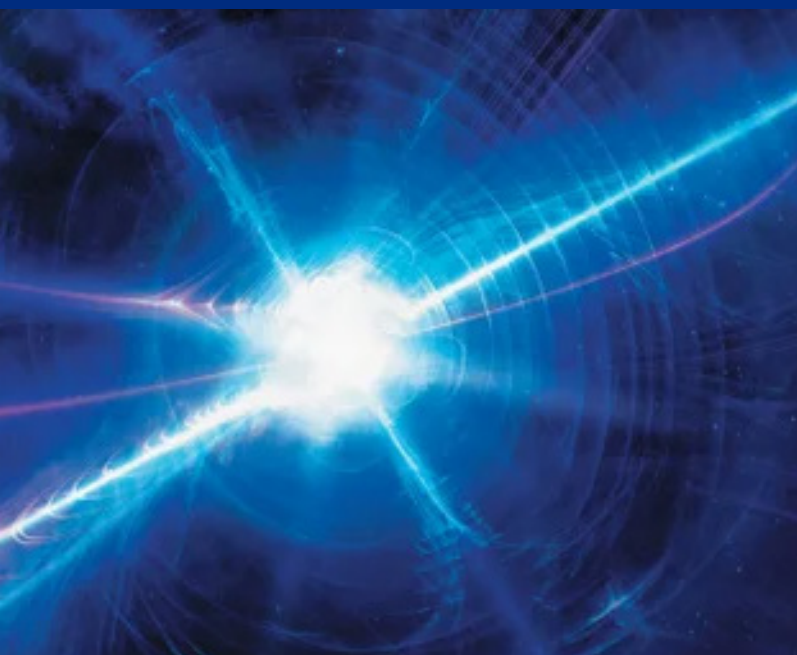
จริง ๆ แล้วการใช้งาน AI ในฟิสิกส์มีหลายงาน ส่วนมากเป็นงานด้าน prediction หรือ simulation แต่งานที่ผมประทับใจที่สุดคือการใช้ AI ควบคุมสนามแม่เหล็กในเตาโทคาแมค (Tokamak) เพื่อกักพลาสมาในการสร้างปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน โดยบริษัท DeepMind ที่ใช้ RL แบบเดียวกับที่ ChatGPT ใช้ แต่คราวนี้จุดประสงค์คือเพื่อเรียนรู้

กระบวนการควบคุมสนามแม่เหล็ก เตาโทคาแมคหรือที่บางคนเรียกว่าดวงอาทิตย์จำลองเป็นอุปกรณ์สร้างกระบวนการฟิวชันอีกวิธีนอกจากการฟิวชันด้วยเลเซอร์ที่ LLNL ใช้ในไทยเองก็มีแผนการสร้างเตาโทคาแมคเช่นกัน ซึ่งคาดว่าจะแล้วเสร็จในปี 2566



ภาพจาก <https://www.kaggle.com/c/track-ml-particle-identification>

งานด้านการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ บิ๊กดาต้า ในฟิสิกส์ก็ใช้ AI ช่วยเช่นกัน เช่น การวิเคราะห์ผลการชนกันของโปรตอนภายในเครื่อง Large Hadron Collider (LHC) ที่มากกว่า 40 ล้านครั้งต่อวินาที ทำให้เกิดอนุภาคใหม่นับพันที่ถูกตรวจจับด้วยเซนเซอร์นับล้าน การสกัดหาเส้นทางวิ่งของอนุภาคต่าง ๆ จากข้อมูลมหาศาลนี้ไม่สามารถทำได้โดยวิธีปกติได้ นักวิจัยที่ The European Organization for Nuclear Research หรือ CERN จึงหันมาใช้ AI ช่วยในการประมวลผล



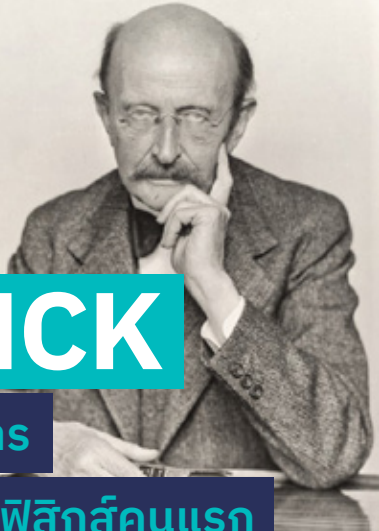
งานด้านดาราศาสตร์ก็ต้องการการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น การหา Fast Radio Burst (FRB) จากข้อมูลหลายร้อยเทราไบต์ที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์วิทยุในไทยเองศูนย์ NARIT หรือสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติก็มีกล้องนี้อยู่เช่นกัน ทีมนักดาราศาสตร์น่าจะอยากได้คนจากสายบิ๊กดาต้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ในอนาคต ☺

MAX PLANCK

แกะดำในวงการ

ที่กลายเป็นนักฟิสิกส์คนแรก

ที่พูดถึงทฤษฎีควอนตัม



ถ้าลองไล่เสียงดูประวัติของ มัคส์ พลังค์ (Max Karl Ernst Ludwig Planck) ตามที่ต่างๆ เชื่อว่าประโยคหนึ่งที่ทุกคนจะพบเจอแน่ๆ คือ ‘ผู้ริเริ่มทฤษฎีควอนตัม’

แน่นอน ถ้าพิจารณาจากแค่นั้น แค่เพียงประเด็นเดียวที่พลังค์ทำนี่ก็อาจทำให้ชีวิตเขาได้รับดอกไม้และเสียงชื่นชมจนไม่หวาดไม่ไหว

แต่นั้นแหละคือการเล่นตลกของชีวิต เพราะในความเป็นจริงสิ่งที่เกิดขึ้นกับพลังค์กลับขึ้น-ลงราวกับรถไฟเหาะตีลังกา เพราะจริงอยู่เขาได้รับดอกไม้แต่ก่อนหน้านั้นพลังค์ได้รับก้อนหินจนเจ็บไปทั้งตัว

โดยเรื่องของเรื่องเริ่มต้นตั้งแต่วันเวลาที่เขาเป็นเด็ก เนื่องด้วยการเติบโตมาในครอบครัวที่มีพ่อแม่เป็นนักวิชาการ เมื่อยามอายุเป็นเพียงแค่เลขหลักเดียว เด็กชายมัคส์ พลังค์ ก็ฉายแววการเป็นอัจฉริยะตั้งแต่วัยเด็ก ไม่ว่าจะความเป็นเลิศด้านการศึกษาไปจนถึงพรสวรรค์ทางด้านดนตรี

แต่จุดเปลี่ยนที่สำคัญที่สุดในชีวิต กลับเป็นวันธรรมดาวันหนึ่ง เขาได้ติดสอยห้อยตามพ่อไปสอนหนังสือที่มหาวิทยาลัย และได้หลงเข้าไปในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์เข้า

เมื่อแรกเห็นความรู้ใหม่ตรงนี้พลังค์ตกหลุมรักศาสตร์แห่งตัวเลขเข้าเต็มเปา ทำให้พอเวลาผ่านไปจนถึงวัย 17 ปี เจ้าตัวจึงเลือกเรียนสายฟิสิกส์อย่างไม่ลังเล และแน่นอน เขาทำได้ดีเหนือกว่าคนอื่นตลอดการเรียนมหาวิทยาลัย จนทำให้สามารถเรียนจบปริญญาเอกได้ด้วยวัยเพียงแค่ 21 ปีเท่านั้น

ด้วยผลการเรียนขนาดนี้ ไม่แปลกที่พลังค์ได้รับตำแหน่งอาจารย์จากทางมหาวิทยาลัยและก้าวเข้าสู่โลกวิชาการทันที และในเวลาไม่นาน งานตีพิมพ์ของเขาก็ค่อยๆ ถูกปล่อยออกมา และได้รับการยอมรับอยู่มากเอการ

แต่อีกหนึ่งจุดเปลี่ยนสำคัญคงเป็นงานที่ชื่อว่า ‘กฎการแผ่รังสีของพลังค์’ ที่เขาได้ค้นพบเนื่องจากการต่อยอดงานวิจัยที่มีอยู่เดิม ซึ่งเพราะเหตุนี้เองที่ทำให้เจ้าตัวรู้สึกไม่สมบรูณ์ เขาเชื่อว่ามันน่าจะมีอะไรมากกว่านี้ซ่อนอยู่ พลังค์จึงศึกษาเพิ่มเติมจนได้ตีพิมพ์งานที่พูดถึง ‘ทฤษฎีควอนตัม’ เป็นครั้งแรก

ซึ่งในช่วงแรกเริ่มนี้เองที่พลังค์ได้เจอกับก้อนหิน เพราะในเวลานั้นแนวคิดของพลังค์เกี่ยวกับทฤษฎีควอนตัมที่ว่า ‘พลังงานไม่ได้คงอยู่แบบต่อเนื่องกันแต่อยู่เป็นกลุ่มพลังงานที่เรียกว่าควอนตัม (quantum)’ ถือเป็นแนวความคิดที่ขัดแย้งกับทฤษฎีเดิมทั้งหมดนั้นจึงตามมาด้วยคำเย้ยหยันและไม่ให้ราคากับความรู้อย่างกล่าว พลังค์จึงทำได้แค่เดินทางบอกเล่าสิ่งที่เขาค้นพบอยู่หลายปี โดยที่ไม่ได้มีอะไรเปลี่ยนแปลงในภาพใหญ่เลย

จนกระทั่งเขาได้พบกับชายคนหนึ่งชื่ออัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein)

เป็นผู้ยิ่งใหญ่อย่างไอน์สไตน์นี่เอง ที่ได้ออกมาโต้แย้งความเชื่อเดิมว่ามันน่าจะเป็นไปในแบบที่พลังค์อธิบายมากกว่าจนทั้งคู่ได้มาร่วมงานประชุมใหญ่เดียวกัน และได้แสดงหลักฐานงานวิจัยจนทฤษฎีควอนตัมได้รับการยอมรับเป็นวงกว้างในที่สุด

โดยระยะเวลาแห่งการอดทนรอตั้งทั้งหมดนี้ กินเวลาอยู่หลายปีเลยที่เดียวกว้างงานชิ้นโบแดงของพลังค์จะได้รับการพูดถึง แต่สุดท้ายนี่ก็เป็นการอดทนรอที่คุ้มค่า เพราะมันส่งผลให้เขาได้รับรางวัลโนเบลในปี 1918

อีกทั้งด้วยชื่อเสียงที่เขามี พลังค์ยังเป็นหนึ่งเสียงสำคัญที่สนับสนุนให้คนยอมรับทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ในเวลาต่อมาด้วย

ดังนั้นหากจะนิยามว่าทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์เปลี่ยนหน้าวงการวิทยาศาสตร์ไปขนาดไหน ด้วยแรงกระเพื่อมในระดับเดียวกัน คำชื่นชมยกย่องดังกล่าวจึงควรถูกส่งต่อให้กับพลังค์ด้วย เพราะทั้งคู่นี้แหละคือเสาหลักสำคัญของวงการฟิสิกส์ในศตวรรษนั้นอย่างแท้จริง อีกทั้งความรู้จากมันส่องมองทั้งสองนี้ยังนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานที่เปลี่ยนแปลงมวลมนุษยชาติได้อย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

วารสาร วิทยาศาสตร์



SCIENCE
MAGAZINE

อ่านง่าย
สนุก
สร้างสรรค์

สร้างความตระหนัก ด้านวิทยาศาสตร์



สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
The Science Society of Thailand Under the Patronage of His Majesty the King

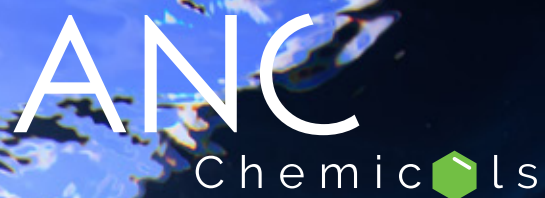
สำนักงาน: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

Tel: 0-2252-7987, 0-2218-5245
Fax: 0-2252-4516

Email: contact@scisoc.or.th
Homepage: www.scisoc.or.th

 ThaiSciMag



The logo for ANC Chemicals, featuring the letters 'ANC' in a large, white, sans-serif font, with 'Chemicals' in a smaller, white, sans-serif font below it. A small green hexagon is positioned between the 'l' and 's' in 'Chemicals'.

ANC
Chemicals

We bring quality

“We all can help our sea
from plastic wastes”



www.anc-chem.com