Energy transition และ Net Zero 2050 | PART I

โดย นิพัฒน์ ตันติศิลปานนท์

‘Net Zero’ หรือ “การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์” เป็นคำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ คำนี้มีความเกี่ยวข้องกับ “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” หรือ ‘Climate change’ อย่างแยกกันไม่ออก ในบทความนี้ ผู้เขียนจะขอกล่าวถึง Climate change และ Net Zero โดยสังเขป เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงบริบทและความจำเป็นของการเปลี่ยนถ่ายพลังงาน (Energy Transition) เพื่อไปให้ถึงเป้าหมาย Net Zero 2050

Climate change และ Net Zero

สืบเนื่องปัญหาโลกร้อนและภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่างๆ เช่น น้ำแข็งที่ขั้วโลกที่ละลายเร็วขึ้นส่งผลให้ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น หรือสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน ในพื้นที่ที่ฝนตกก็จะตกมากขึ้น ในพื้นที่ที่แห้งแล้งก็จะแห้งแล้งมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเพาะปลูกพืชเพื่อการเกษตรของโลกเป็นอย่างมาก ปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบในระดับโลก นานาประเทศจึงได้ร่วมกันพิจารณาหาแนวทางแก้ไขผ่านการจัดตั้ง 3 กลไกสำคัญภายใต้กรอบสหประชาชาติ ดังนี้

1. **กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC ค.ศ. 1992)** มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบสภาวะอากาศ
2. **พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol ค.ศ. 1997)** เป็นสนธิสัญญาระหว่างประเทศฉบับแรกที่กำหนดภาระผูกพันทางกฎหมายแก่ประเทศที่พัฒนาแล้วในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งพิธีสารเกียวโตนี้เองได้วางรากฐานของกลไกการซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission trading) และนำไปสู่การพัฒนาไปเป็น “ตลาดคาร์บอน” (Carbon market) แต่ตัวพิธีสารเกียวโตเองก็มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ มีผลผูกพันเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วเท่านั้น ไม่รวมถึงประเทศที่กำลังพัฒนาหลักๆ อย่างประเทศจีนและอินเดีย
3. **ความตกลงปารีส (Paris Agreement)** มาจากการประชุมที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศสเมื่อปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) เป็นผลมาจากการตระหนักถึงข้อจำกัดของพิธีสารเกียวโตและความจำเป็นในการใช้แนวทางที่ครอบคลุมและยืดหยุ่นมากขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่สำคัญ คือ การเข้าร่วมของ 196 ประเทศสมาชิกภาคี การกำหนดเป้าหมายเป็นรายประเทศ (Nationally Determined Contributions – NDCs) และการกำหนดเป้าหมายระยะยาวร่วมกันที่จำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกให้กว่า 2°C เมื่อเทียบกับระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม (Pre-industrial level) โดยมีความพยายามที่จะจำกัดการเพิ่มขึ้นให้อยู่ที่ 1.5°C

ในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) ทั้งโลกปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 38.5 $GtCO_2$ และหากนับรวมก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจะเป็น 53.8 $GtCO_2e$ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วยก๊าซหลักๆ ดังนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide – CO_2) ก๊าซมีเทน (Methane – CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide – N_2O)

<u>แนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงาน (Energy transition trends)</u>

การไปให้ถึง Net Zero 2050 นั้น การใช้พลังงานของโลกจะต้องลดการใช้พลังงานฟอสซิล (Fossil energy) ลง และเปลี่ยนถ่ายไปสู่การใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewables energy) รวมถึงพลังงานไฟฟ้า (Electrification) ในหลากหลายภาคส่วน การพัฒนาด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้า เพื่อรองรับการเปลี่ยนถ่ายดังกล่าวด้วย ซึ่งผู้เขียนได้สรุปแนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานออกมาเป็นแนวโน้ม 6 ประการสำคัญ โดยผู้เขียนจะขอแบ่งการกล่าวถึงแนวโน้มดังกล่าวในบทความนี้ 3 ประการ และในบทความหน้าอีก 3 ประการ

1. การขยายกำลังการติดตั้งพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy expansion)

ในปัจจุบัน การผลิตไฟฟ้าจากน้ำมัน ถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งที่มาหลักของไฟฟ้าในโลกกว่า 61%[1] ในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) ที่ผ่านมา พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม (Solar and wind energy) เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) ที่มีอัตราการเติบโตเร็วที่สุด ข้อดีของพลังงานหมุนเวียน คือเป็นพลังงานสะอาด ไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการใช้งานหรือผลิตไฟฟ้า

และในปัจจุบัน โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วที่ได้รับการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐ มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้า LCOE (Levelized Cost of Electricity[2]) ลดลงมาสู่สีกับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิม มีการคาดการณ์ว่าพลังงานจากลมและแสงอาทิตย์จะก้าวขึ้นมาเป็นพลังงานหลักในส่วนผสมของพลังงานขั้นต้น (Primary energy mix) ในอัตราส่วน 25% และ 14% ตามลำดับในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ที่จะถึงนี้ โดยพลังงานที่เหลือจะมาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 30% นิวเคลียร์ 14% และพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ[3] อีก 17%

ทั้งนี้ ถึงแม้พลังงานหมุนเวียนจะมีการเติบโตที่รวดเร็ว แต่การเติบโตและพัฒนานี้ก็ยังกระจุกตัวในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งมีทรัพยากรและความสามารถทางการเงินเพียงพอเท่านั้น (ยกเว้นประเทศจีน ซึ่งถึงแม้จะเป็นประเทศกำลังพัฒนาแต่ก็มีกำลังการติดตั้งพลังงานหมุนเวียนอย่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก) พลังงานจากฟอสซิลอย่างน้ำมัน ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติก็ยังจะคงมีการใช้งานอยู่ต่อไปในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากพลังงานจากแหล่งดังกล่าวสามารถตอบโจทย์ทางด้านพลังงานที่สำคัญ คือ “การเข้าถึงได้” (Affordable) และ “ความมั่นคง” (Reliable) สำหรับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมหรือ “ความยั่งยืน” (Sustainable) นั้นมี “ราคา” หรือ “Premium” ที่ต้องจ่าย ซึ่งประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่เลือกที่จะไม่ใช้พลังงานหมุนเวียน และให้ความสำคัญกับพลังงานที่มีราคาถูกและมีความมั่นคงอย่างพลังงานฟอสซิลมากกว่า ที่ถึงแม้ LCOE ของพลังงานงานหมุนเวียนจะลดลงมาค่อนข้างสูสีกันแล้วก็ตาม แต่ก็ยังติดปัจจัยในด้านความมั่นคงอยู่ เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนมีลักษณะที่ “ไม่คงที่ / ไม่แน่นอน” (Intermittent) กล่าวคือ พลังงานหมุนเวียนจะผลิตไฟฟ้าได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น เช่น โซลาร์เซลล์ (Solar cell)

---

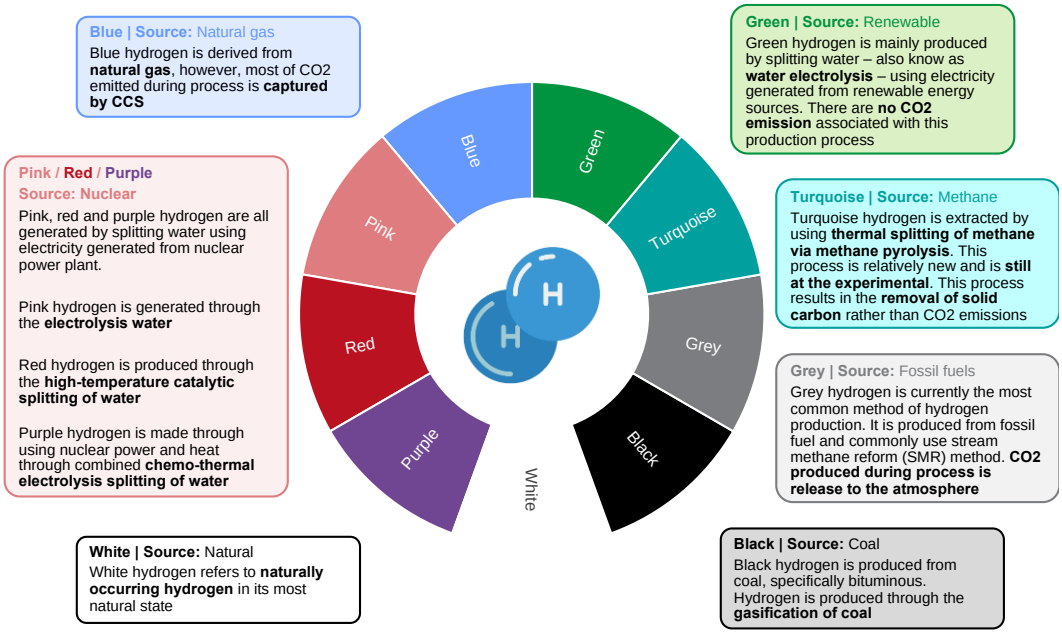
[1] ข้อมูลจาก Energy Institute - Statistical Review of World Energy

[2] ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าตลาดอายุของโรงไฟฟ้าหารด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

[3] รวมพลังงานชีวภาพ พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

จะผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงแดด พลังงานลม (Wind energy) ก็จะผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีลมที่ความเร็วตามที่กำหนด เป็นต้น

2. การใช้ไฮโดรเจนในฐานะพลังงานสะอาด (Hydrogen as a clean energy carrier)



"ไฮโดรเจน" (Hydrogen) ถูกนับเป็นพลังงานสะอาด เนื่องจากเมื่อเผาไหม้แล้วจะได้ "ไอน้ำ" ทำให้เป็นแหล่งพลังงานที่จะมาช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และยังเป็นเชื้อเพลิงที่มีพลังงานมากกว่าน้ำมันเกือบ 3 เท่า[4] (ไฮโดรเจน 120 MJ/kg และน้ำมัน 44 MJ/kg)

ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีอยู่มาก และสามารถผลิตได้จากหลายแหล่ง โดยไฮโดรเจนจะแบ่ง "สี" ตามแหล่งที่มา สำหรับไฮโดรเจนที่ถูกกล่าวถึงมากในปัจจุบันจะเป็นไฮโดรเจน 3 สี ดังนี้

- *ไฮโดรเจนสีเทา (Grey hydrogen)* เป็นไฮโดรเจนที่ถูกใช้งานในเชิงพาณิชย์มากที่สุดในปัจจุบัน ผลิตผ่านกรรมวิธี Steam Methane Reform (SMR) โดยมีก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นผลพลอยได้ (Byproduct) และปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นไฮโดรเจนที่มีราคาถูกที่สุด (ราคาต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 2.13 เหรียญสหรัฐต่อกิโลกรัม[5])
- *ไฮโดรเจนสีน้ำเงิน (Blue hydrogen)* เป็นไฮโดรเจนสีเทาที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ดักจับคาร์บอน (Carbon capture) เพื่อทำการ Sequester หรือกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิต เป็นไฮโดรเจนที่มีราคาสูงกว่าไฮโดรเจนสีเทากว่า 1.5 เท่า (ราคาต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 3.10 เหรียญสหรัฐต่อกิโลกรัม[5]) เนื่องจากมีต้นทุนด้าน CCS (Carbon Capture and Storage) เพิ่มเข้ามา

[4] ข้อมูลจาก US Department of Energy

[5] ข้อมูลจาก BloombergNEF ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยใน ปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023)

- *ไฮโดรเจนสีเขียว (Green hydrogen)* เป็นไฮโดรเจนที่ผลิตโดยมีน้ำเป็นวัตถุดิบหลัก ผ่านกรรมวิธีการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า “Electrolysis” และใช้แหล่งพลังงานจากพลังงานหมุนเวียน เป็นกรรมวิธีการผลิตไฮโดรเจนที่สะอาดที่สุด เนื่องจากไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ เกิดขึ้นจากการผลิตเลย แต่ก็เป็นไฮโดรเจนที่มีต้นทุนการผลิตที่สูงที่สุดเช่นกัน สูงกว่าไฮโดรเจนสีเทา 3 เท่า (ราคาต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 6.40 เหรียญสหรัฐต่อกิโลกรัม[5])

ไฮโดรเจนสีเขียวนั้นถูกพูดถึงในฐานะพลังงานสะอาดที่สำคัญในการลดคาร์บอน (Decarbonization) ในอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (Hard-to-abate sector) อย่างอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก การผลิตแอมโมเนีย และภาคการขนส่ง

- **อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก :** มีการประมาณการว่าอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กนั้นปล่อยก๊าซเรือนกระจกกว่า 3.7 $GtCO_2e$[6] คิดเป็นประมาณ 7% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) ซึ่งการเปลี่ยนไปใช้ไฮโดรเจนสีเขียวทดแทนการใช้ก๊าซธรรมชาติจะทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกผลิตเหล็กนั้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็จะส่งผลกระทบให้ต้นทุนของเหล็กสูงขึ้นจากต้นทุนทางพลังงานที่สูงขึ้นเช่นเดียวกัน
- **อุตสาหกรรมการผลิตแอมโมเนีย :** ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตแอมโมเนีย โดยเป็นการนำไฮโดรเจนและไนโตรเจนรวมเข้าด้วยกันผ่านกระบวนการ Haber-Bosch (กระบวนการทางเคมี คือ 1 N2 (S) + 3 H2 (g) → 2 HN3 (g)) มีการประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) มีการผลิตแอมโมเนียทั้งหมด 238 ล้านตัน[7] ซึ่งแอมโมเนียที่ใช้ในปัจจุบันผลิตมาจากไฮโดรเจนสีเทา และก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตประมาณ 0.45 $GtCO_2$[8] คิดเป็นประมาณ 1.2%[9] ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)
- **อุตสาหกรรมการบิน :** การเผาไหม้น้ำมันอากาศยานในอุตสาหกรรมการบินนั้น ประมาณการว่าก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.97 $GtCO_2$ คิดเป็นประมาณ 3% ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) โดยไฮโดรเจนนั้นจะเข้ามามีบทบาทในการผลิตเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel หรือ SAF) ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ Fischer-Tropsch เพื่อสังเคราะห์สารไฮโดรคาร์บอนจากการรวมตัวกันของไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่ง SAF มีข้อดีในด้านการนำไปใช้ได้ทันที (Drop-in fuel) โดยที่ไม่ต้องมีการดัดแปลงหรือปรับแต่งเครื่องยนต์อากาศยาน ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วการใช้ SAF จะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างน้อย 80% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอากาศยานแบบปกติ

[6] ข้อมูลจาก World Economic Forum

[7] ข้อมูลจาก EnergyNews.biz

[8] ข้อมูลจาก McKinsey & Company ตัวเลขการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการผลิตแอมโมเนียสีเทาอยู่ที่ 1.9-2.6 tCO_2 ต่อแอมโมเนีย 1 ตัน

[9] ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) เท่ากับ 38.1 $GtCO_2$

3. การใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคขนส่ง (Electronification of transportation)

ในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) ภาคการขนส่งมีการประมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 8.0 $GtCO_2$ หรือคิดเป็นประมาณ 21% ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด ซึ่งกว่า 76% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดมาจากการขนส่งทางรถ (Road transport) เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องยนต์สันดาป (Internal Combustion Engine) ซึ่งเป็นระบบขับเคลื่อนหลักของยานพาหนะในปัจจุบัน

วิธีการที่จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Decarbonization) ของภาคขนส่งอย่างเป็นรูปธรรมและสร้างผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ เราจำเป็นต้องผลักดันให้มีการเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้าสีเขียว หรือ Electrification ผ่านการใช้ไฟฟ้าที่มีแหล่งที่มาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle หรือ EV) หรือรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle หรือ FCEV) เป็นต้น โดยในปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าเริ่มได้รับการยอมรับในวงกว้างในหลายประเทศ เช่น ประเทศนอร์เวย์ ประเทศจีน กลุ่มประเทศยุโรป เป็นต้น

ทั้งนี้ ปัจจัยที่จะทำให้เกิดการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้านั้น จะต้องมีปัจจัยพื้นฐานสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีชาร์จไฟฟ้าที่มากพอ และด้านคุณสมบัติของตัวรถยนต์ไฟฟ้าเอง โดยเฉพาะด้านระยะทางที่วิ่งได้ ระยะเวลาการชาร์จไฟ และราคาของตัวรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะต้องอาศัยการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ในเรื่องความหนาแน่น (Density) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระยะทางที่วิ่งได้ และความเร็วในการการชาร์จไฟฟ้

แนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานทั้ง 3 ประการที่กล่าวมา ส่งผลต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรง ครอบคลุม 3 ภาคส่วนหลัก (ภาคพลังงาน ภาคอุตสาหกรรม และภาคการขนส่ง) ซึ่งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมกันกว่า 35 $GtCO_2$ หรือคิดเป็นกว่า 91% ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลก ในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)

โดยในบทความต่อไป ผู้เขียนจะขอกล่าวถึงแนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานอีก 3 ประการสำคัญที่จะช่วยผลักดันไปสู่ Net Zero 2050 และตอบคำถามว่าโลกจะบรรลุเป้าหมาย Net Zero 2050 ได้หรือไม่