

จดหมายข่าว
ฉบับที่ 3

BCGeTEC

Bio-Circular-Green economy
Technology & Engineering
Center



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

CHULA ENGINEERING
Foundation toward Innovation



การนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์: สถานการณ์ อุปสรรค และความท้าทาย



ผศ.ดร.ภัทรพร ดิม

ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านคาตาไลซิสและวิศวกรรมปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
(CENTER OF EXCELLENCE ON CATALYSIS AND CATALYTIC REACTION ENGINEERING, CECC)



อุปกรณ์สำหรับ
thermochemical CO₂
conversion

จัดทำโดย

ศูนย์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน
และเศรษฐกิจสีเขียว

ชั้น 10 อาคารวิศวกรรมศาสตร์ 4 (เจริญวิศวกรรม)
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร: 02-2186882
อีเมล: bcgetec@chula.ac.th



BCGeTEC Facebook Page

EDITOR

TALK

บรรณาธิการ

พต.ดร.ภัทรพร ดีม

รองบรรณาธิการ

ดร.กัญญาลักษณ์ แก้วประสิทธิ์

กำกับศิลป์

น.ส.วัลวิภา เลียงศิริ

► **จดหมายข่าว** เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 นี้เป็นฉบับที่สามของ BCGeTEC สำหรับคอลัมน์ ‘Move Forward’ ดิฉันได้มีโอกาสเขียนบทความในหัวข้อ “การนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์: สถานการณ์ อุปสรรค และความท้าทาย” ซึ่งได้กล่าวถึงสถานการณ์การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และผลกระทบด้านต่าง ๆ และได้สรุปเกี่ยวกับผลกระทบของการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่มีต่อ ‘mineral security’ สำหรับอุปสรรคและความท้าทายได้กล่าวถึงเรื่องการแปลงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นสารเคมีที่มีมูลค่าสูงขึ้น (CO₂ conversion to higher valued products) ทั้งนี้ BCGeTEC มีงานวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการดักจับและการใช้ประโยชน์จากคาร์บอนไดออกไซด์อย่างจริงจังและต่อเนื่อง อีกทั้งยังมีคณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านในหัวข้อดังกล่าว

ในโอกาสนี้ BCGeTEC ขอแสดงความยินดีกับ รศ.ดร.วงศ์ ปวราจารย์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่ปรึกษา BCGeTEC เนื่องจากในโอกาสได้รับโปรดเกล้าฯ ให้ดำรงตำแหน่ง ศาสตราจารย์ ในสาขาวิศวกรรมเคมี

ขอแสดงความยินดีกับ ศ.ดร.จุงใจ ปั้นประณต ในโอกาสได้รับทุน Newton Mobility Grant จาก the Royal Society, UK เพื่อริเริ่มความร่วมมือทางการวิจัยกับคณาจารย์และนักวิจัยต่างชาติ ซึ่งจะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ขอแสดงความยินดีกับ อ.ดร.ศุภฤกษ์ ประเสริฐธรรม ที่ได้ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการโครงการ Global Young Scientists Summit ให้เข้าร่วมกิจกรรมในส่วน Plenary Lectures และ Panel Discussion ในงานประชุม Global Young Scientists Summit ประจำปี 2564

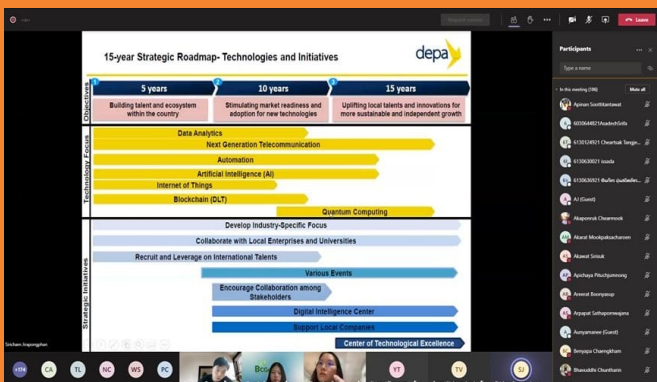
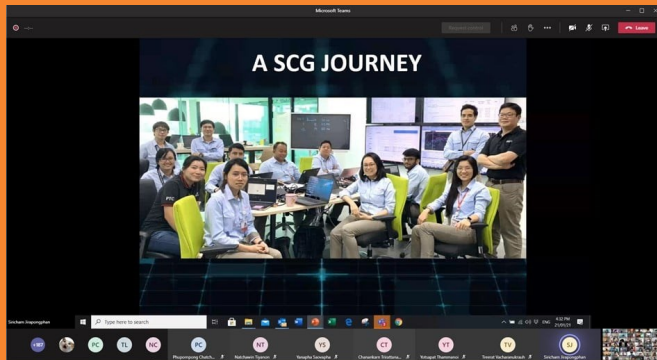
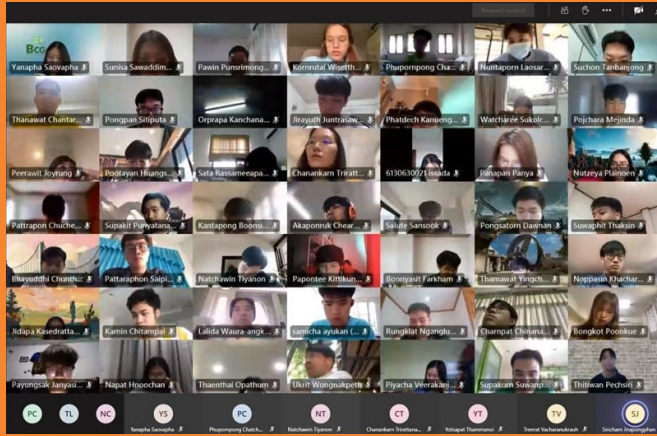
จดหมายข่าวฉบับนี้ได้รายงานกิจกรรมของศูนย์ฯ ที่เกี่ยวกับการจัดบรรยายถ่ายทอดความรู้ ได้แก่ การบรรยายเรื่อง “Digital Transformation in Chemicals Business, SCG” โดยคุณ ศิริชาญ จิระพงษ์พันธ์ Chief Process Technology, Chemical Business, SCG และประชาสัมพันธ์กิจกรรมการบรรยายออนไลน์ที่จัดร่วมกันระหว่าง BCGeTEC UTC คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักบริหารวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเรื่อง ในหัวข้อ “ความรู้พื้นฐานด้านทรัพย์สินทางปัญญาและการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติบัตร” โดยวิทยากร รศ.ดร.บุญรัตน์ โล่วงศ์วิวัฒน์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมด้านความร่วมมือทางการวิจัย เช่น Symposium on Green Chemistry and Engineering ภายใต้ Sakura Science Exchange Program ทั้งนี้มีการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหัวข้อนำเสนอที่หลากหลาย โดยมีผู้เข้าร่วมจากประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียและลาตินอเมริกา และมีกิจกรรมการประชุมกลุ่มวิจัยภายใต้ทุน NSTDA Chair Professor ภายใต้ทีมวิจัยของ ศ.ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ ผู้อำนวยการ BCGeTEC

ในจดหมายข่าวฉบับนี้ยังได้นำเสนอตารางรวบรวมการประชุมวิชาการในระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน 2564 นี้ โดยเป็นประชุมวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและนวัตกรรมต่าง ๆ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้สนใจต่อไป

พื้นที่เพื่อการโฆษณา

สนใจติดต่อโฆษณาได้ที่ bcgetec@chula.ac.th



DIGITAL TRANSFORMATION IN CHEMICALS BUSINESS

21.01.2021 | 16.00 |
Online : Microsoft team

Register here!

Siricharn Jirapongphan
Chief Process Technology Chemical Business, SCG

<https://rigo.page.link/HCWxa>

Digital Transformation in Chemicals Business, SCG

การบรรยายเรื่อง "Digital Transformation in Chemicals Business, SCG" โดยคุณ ศิริชาญ จิระพงษ์พันธ์ Chief Process Technology, Chemical Business, SCG ในวันที่ 21 มกราคม 2564 เวลา 16.00-18.00 น. ผ่านช่องทางออนไลน์ โดยมีผู้เข้าร่วมประมาณ 200 คน

International Symposium on Green Chemistry and Engineering

Multidisciplinary and Multicultural Exchanges Towards the Attainment of UN SDGs

熊本大学 Kumamoto University

TOP GLOBAL UNIVERSITY JAPAN

Sakura Science Exchange Program Kumamoto University January 2021

e-Asia International Symposium on Utilization and Functional Mat

18 Mon Overview of the program Messages from officials of Kumamoto University Introduction of participating institutions 13:00 - 17:30

19 Tue Introduction of the host laboratory (KGS Lab) Demonstration of experiments

20 Wed e-Asia International Symposium on Green Chemistry and Engineering for SDGs (Multidisciplinary and Multicultural Exchanges) 13:00 - 18:00

21 Thu Traditionals from alumni of the Sakura Science Exchange Program

22 Fri Roundtable discussion on the UMGAs' Sustainable Development Goals related to biomass utilization (Online experiences) 13:00 - 15:00

Guest Speakers

13:00-13:20 Development of Multifunctional Reactors for Biodiesel Production
Prof. Suttichai Assabumrungrat
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

13:20-13:40 Catalytic and Thermochemical Technologies to Convert Waste Biomass into Valuable Fuels and Chemicals - A Path for Commercialization
Prof. Jorge Beltramini
Queensland University of Technology, Queensland, Australia

13:40-14:00 Designing Integrated Biorefineries with Process Systems Engineering
Prof. Kathleen Avilio
De La Salle University, Manila, Philippines

Catalytic and Thermochemical Technologies to Convert Waste Biomass into Valuable Fuels and Chemicals - A Path for Commercialization

Jorge Beltramini
Theme Leader - Clean Energy Catalysis Group
Centre for Agriculture and Bioeconomy
Queensland University of Technology (QUT), Brisbane, AUSTRALIA

Distinguished Professor IRDAST
Chemistry Department - Graduate School of Science & Technology
Kumamoto University, JAPAN

ผอ.ศูนย์ BCGeTEC ได้เข้าร่วมงาน International Symposium on Green Chemistry and Engineering ภายใต้ Sakura Science Exchange Program และรับเชิญให้บรรยายในหัวข้อ Development of Multifunctional Reactors for Biodiesel Production เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2564 มีผู้เข้าร่วมจากประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียและลาตินอเมริกา ได้แก่ Indonesia, Malaysia, Philippines, South Korea, Vietnam, Argentina, Brazil, Colombia, Mexico และประเทศไทย

International Symposium on Green Chemistry and Engineering



**การประชุมกลุ่มวิจัยภายใต้ทุน NSTDA
Chair Professor**

โครงการวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้ฐานเทคโนโลยีสำหรับการเลือกและพัฒนากระบวนการและต้นแบบที่เป็นนวัตกรรมสำหรับการผลิตอย่างยั่งยืนของเชื้อเพลิงทางเลือกบนฐานของไบโอรีไฟเนอรี”

“Application of technology platform for selection and development of innovative processes and prototypes for sustainable production of biorefinery-based alternative fuels”. ซึ่งมี ศ.ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ เป็นหัวหน้าโครงการ

ทั้งนี้ NSTDA Chair Professor หรือ ศาสตราจารย์ คือ ทุนวิจัยสำหรับศาสตราจารย์ที่เป็นผู้นำกลุ่ม ให้ทำงานวิจัยให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์งานอย่างมีอิสระทางวิชาการ สามารถผสมผสานกระบวนการจัดการวิจัยเชิงวิชาการเข้ากับผู้ใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกิดจุดสมดุลที่เหมาะสมในการพัฒนาการวิจัยในประเทศไทย และก่อให้เกิดผลงานที่ใหม่ รวมถึงยังเป็นนักวิจัยต้นแบบแก่นักวิจัยรุ่นหลังในการพัฒนาด้านการเป็นนักวิจัยอาชีพที่สร้างผลงานคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

1. เป็นหลักสูตรที่มีพื้นฐานในการสร้างวิศวกรเคมีหรือวิศวกรกระบวนการ ที่มีโครงสร้างหลักสูตรสอดคล้องกับข้อกำหนดของสภาวิศวกรทุกประการ ทำให้บัณฑิตสามารถขอใบประกอบวิชาชีพจากสภาวิศวกรได้ (อยู่ระหว่างดำเนินการขอรับการรับรองจากสภา) โดยหวังว่าหลักสูตรนี้จะเป็นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่เป็นหลักสูตรนานาชาติ หลักสูตรแรกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่บัณฑิตจะได้ใบประกอบวิชาชีพ

2. นอกจากพื้นฐานวิศวกรรมเคมีที่ครบถ้วนแล้ว หลักสูตรยังแยกออกเป็น 2 แขนง ได้แก่ แขนงวิชาวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ (Bio-process engineering) และแขนงวิชาพลังงานยั่งยืน (Sustainable energy) โดยมีวิชาบังคับ/เลือกในแต่ละแขนงถึง 8 วิชา เพื่อสร้างอัตลักษณ์เฉพาะให้กับนิสิต ตัวอย่างของรายวิชาในแขนงวิชาวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ ได้แก่ Biochemical engineering process, Recovery and purifications of bioproducts, Biomaterials, ฯลฯ ในขณะที่ตัวอย่างของรายวิชาในแขนงวิชาพลังงานยั่งยืน ได้แก่ Alternative fuels and thermochemical energy conversion, Chemical engineering solution toward circular economy, Electrochemical devices for energy application, ฯลฯ

**ผู้ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการให้เข้าร่วมกิจกรรม Plenary Lectures และ Panel Discussion
ในงานประชุม Global Young Scientists Summit: GYSS2021
ระหว่างวันที่ 12-15 มกราคม 2564**

- | | |
|--|--|
| <p>1. ดร.ณัฐชัย คุณานันท์ (นัย)
นักวิจัย ทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน
กลุ่มวิจัยนวัตกรรมพลังงาน
ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ (ENTEC)</p> <p>2. น.ส.นฤพร ดารารัตน์ (นัย)
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขา Materials Science
and Engineering
สถาบันวิจัยสวทช</p> <p>3. น.ส.เนตรชนก มุขศักดิ์สุนทร (เนประา)
นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเคมี
Georgia Institute of Technology, USA</p> <p>4. น.ส.กัญชญา คุปต์จัต (ใบพง)
นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเคมี
Kyoto University, Japan</p> <p>5. น.ส.ลาติดา นามแก้ว (ศรีม)
นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวัสดุศาสตร์และ
นวัตกรรมวัสดุ
มหาวิทยาลัยมหิดล</p> | <p>6. ดร.นภาพร นาคณุกฤษ (ปลา)
อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</p> <p>7. ดร.ณัฐภัทร์ สิงห์คง (น้าบง)
นักวิจัย ทีมวิจัยวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และ
อุปกรณ์เฉพาะทางชีวภาพ
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)</p> <p>8. ดร.ศุภฤกษ์ ประเสริฐธรรม (ที)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p> <p>9. ดร.ปิยะลักษณ์ หนูคุณ (น้าฝน)
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์</p> <p>10. น.ส.ศศิตา ศิริวงศ์ปริดา (เพ็ญ)
นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์นาโนและ
เทคโนโลยี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p> |
|--|--|

ขอแสดงความยินดีกับ

อ.ดร.ศุภฤกษ์ ประเสริฐธรรม

ขอแสดงความยินดีกับ อ.ดร.ศุภฤกษ์ ประเสริฐธรรม จากภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการโครงการ Global Young Scientists Summit ให้เข้าร่วมกิจกรรมในส่วน Plenary Lectures และ Panel Discussion ในงานประชุม Global Young Scientists Summit ประจำปี 2564 (GYSS2021) ระหว่างวันที่ 12 – 15 มกราคม 2564



**หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ
(หลักสูตรนานาชาติ)**

3. เป็นหลักสูตรที่ตอบสนองต่อแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีของประเทศไทยที่ได้มีการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และ เศรษฐกิจสีเขียว หรือ BCG (Bio, Circular, Green Economy) เป็นฐานเศรษฐกิจหลักของประเทศโดยตรง ในขณะที่บัณฑิตที่ผลิตยังคงสามารถปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมเคมีหรือปิโตรเคมีแบบดั้งเดิมได้ด้วยเช่นกัน

4. แผนการศึกษาของหลักสูตรได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการเรียนแบบสหกิจศึกษาในการทำงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรมหรือการไปแลกเปลี่ยนต่างประเทศ 1 เทอม โดยนิสิตไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแผนการศึกษาแต่อย่างใด

BCGeTEC ร่วมกับ UTC คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักบริหารวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ขอเชิญนิสิต นักวิจัย และอาจารย์ที่สนใจเข้าร่วมรับฟัง**การบรรยายออนไลน์**ในหัวข้อเรื่อง

**"ความรู้พื้นฐานด้านทรัพย์สินทาง
ปัญญาและการวิเคราะห์ข้อมูล
สิทธิบัตร"**

▶ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.00-15.00 น.
ในหัวข้อ **ความรู้พื้นฐานด้านทรัพย์สินทางปัญญา
(INTRODUCTION TO INTELLECTUAL PROPERTY)**
✓ ทำโมเดลธุรกิจ ทั่วโลก อาจารย์นักวิจัย และStartups กิ่ง
เป็นการพัฒนาทรัพย์สินทางปัญญา ?

▶ วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.00-15.00 น.
ในหัวข้อ **การวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตร (PATENT LANDSCAPE)**
✓ การวางแผน ทรัพย์สินทางปัญญา

วิทยากร: รศ.ดร.บุญรัตน์ โล่วงศ์วิวัฒน์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลงทะเบียนได้ที่  <https://forms.gle/8FWP3SLMJHRz3w06>
รับผ่านมือถือ



**การบรรยายออนไลน์เรื่อง
"ความรู้พื้นฐานด้านทรัพย์สินทางปัญญา
และการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตร"**

ศูนย์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจ
หมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green-
economy Technology & Engineering Center หรือ
BCGeTEC) ร่วมกับ Chulalongkorn University Technology
Center, UTC (สนับสนุนโดย C2F และ PMU-C) คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ และสำนักบริหารวิจัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ขอเชิญนิสิต นักวิจัย และอาจารย์ที่สนใจเข้า
ร่วมรับฟัง การบรรยายออนไลน์เรื่อง "ความรู้พื้นฐานด้าน
ทรัพย์สินทางปัญญาและการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตร" โดย
รศ.ดร.บุญรัตน์ โล่วงศ์วิวัฒน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

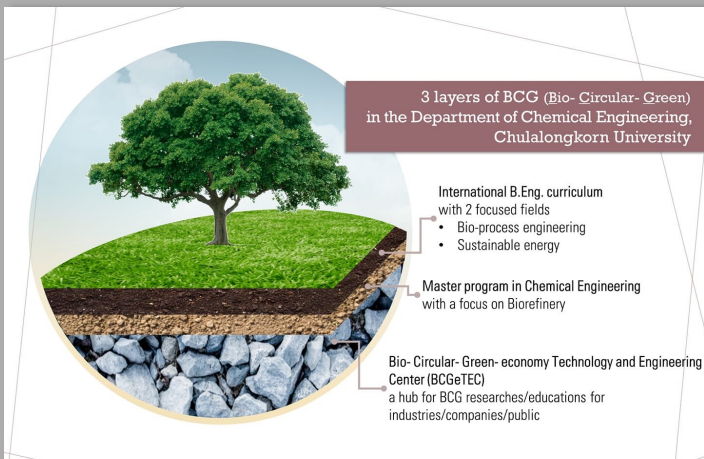
วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.00-15.00 น.

ในหัวข้อ "ความรู้พื้นฐานด้านทรัพย์สินทางปัญญา
(INTRODUCTION TO INTELLECTUAL PROPERTY)"

วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.00-15.00 น.

ในหัวข้อ "การวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตร
(PATENT LANDSCAPE)"

**3 layers of BCG (Bio- Circular- Green)
in the Department of Chemical
Engineering, Chulalongkorn University**



ดร.วรงค์ ปوراจารย์

ขอแสดงความยินดีกับ

รศ.ดร.วรงค์ ปوراจารย์

ศูนย์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจ
หมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCGeTEC) ขอแสดงความยินดี
กับ รศ.ดร.วรงค์ ปوراจารย์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่ปรึกษา
BCGeTEC

เนื่องในโอกาสได้รับโปรดเกล้าฯให้ดำรงตำแหน่ง ศาสตราจารย์
ในสาขาวิศวกรรมเคมี

THE ROYAL SOCIETY

Newton Mobility Grants

Prof. Joongjai Panpranot has been awarded the Newton Mobility Grant from the Royal Society, UK to start a new collaboration with Prof Magdalena Titirici (Department of Chemical Engineering, Imperial College London) and Dr. Petra Agota Szilagyi (School of Engineering and Materials Science, Queen Mary University of London).



ขอแสดงความยินดีกับ

ศ.ดร.จุงใจ ปั้นประณต

ขอแสดงความยินดีกับ ศ.ดร.จุงใจ ปั้นประณต ในโอกาสได้รับ
ทุน Newton Mobility Grant จาก the Royal Society,
UK เพื่อเริ่มความร่วมมือทางการวิจัยกับ Professor Mag-
dalena Titirici (Department of Chemical Engineer-
ing, Imperial College London) และ Dr.Petra Agota
Szilagyi (School of Engineering and Materials Sci-
ence, Queen Mary University of London)

การนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์ : สถานการณ์ อุปสรรค และความท้าทาย พต.ดร.ภัทรพร ติม

ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านคาตาไลซิสและวิศวกรรมปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
(CENTER OF EXCELLENCE ON CATALYSIS AND CATALYTIC REACTION ENGINEERING, CECC)

ศูนย์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว
(BIO-CIRCULAR-GREEN-ECONOMY TECHNOLOGY & ENGINEERING CENTER หรือ BCGETEC)
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



► **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)** เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาวะโลกร้อน ความแห้งแล้ง และความหลากหลายทางชีวภาพ⁽¹⁾ ปริมาณ CO₂ ถูกปลดปล่อยทั่วโลกประมาณกว่า 36 พันล้านตันต่อปี⁽²⁾ มาจากภาคอุตสาหกรรม ก่อสร้าง ขนส่ง และครัวเรือน และปริมาณการปลดปล่อย CO₂ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากไม่นับช่วงวิกฤตการณ์ ระบาดใหญ่ของโควิด ซึ่งมีรายงานว่า ปริมาณการปลดปล่อย CO₂ ในปี 2020 ลดลง 7% เป็นตัวเลขโดยประมาณที่สูงมากถึง 2.4 พันล้านตัน ทั้งนี้เนื่องมาจากวิกฤตการณ์โควิดทำให้คนใช้การคมนาคมลดลง ทราบกันดีว่าการคมนาคมเป็นแหล่งปลดปล่อย CO₂ ลำดับต้น เช่นเดียวกับ โรงงานอุตสาหกรรมที่กิจกรรมก็ลดลงด้วย การปลดปล่อย CO₂ ในภาคการบินลดลงถึง 40% ส่วนภาคยานยนต์ลดลงประมาณ 10% ขณะที่ ในบางประเทศกิจกรรมของภาคอุตสาหกรรมก็ลดลงด้วย ทำให้การปลดปล่อย CO₂ จากอุตสาหกรรมลดลงถึง 30% ในขณะที่บางประเทศก็ ไม่มีผลกระทบต่อส่วนนี้มากนัก⁽³⁾

สหประชาชาติ (United Nations, UN) ได้ประมาณการไว้ว่าทั่วโลกจะต้องลดการปลดปล่อย CO₂ ลง 7.6% ทุกปี จนถึงปี 2030 (พ.ศ. 2573)⁽⁴⁾ เพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้จากการประชุม COP21 ในวันที่ 12 ธันวาคม 2015 คือการคงระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ไม่ให้สูงขึ้นเกิน 2°C เทียบกับอุณหภูมิโลกในยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม หรือหากเป็นไปได้พยายามไม่ให้เกิน 1.5°C ทั้งนี้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในชาติที่เข้าร่วมการประชุมดังกล่าว สำหรับประเทศไทยมีเป้าหมายลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 20-25% จากระดับที่คาดว่าจะปลดปล่อยในปี 2030 หรือจะต้องพยายามลดการปลดปล่อยให้ได้ 111-139 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

แน่นอนว่าการหยุดกิจกรรมไม่ใช่ทางออกในการลดการปลดปล่อย CO₂ แต่จะต้องผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่การใช้พลังงาน แบบคาร์บอนต่ำ (low-carbon energy) รวมถึงผลักดันเรื่อง การดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (carbon capture, utilization and storage, CCUS) ทั้งนี้มีรายงานว่าแนวทางหนึ่งในการมุ่งสู่ low-carbon energy คือการ ‘decarbonize grid’ หรือกล่าวคือการผลิต กระแสไฟฟ้าโดยปราศจากการปลดปล่อยคาร์บอนนั่นเอง ทั้งนี้ในโอกาสที่ต้นทุนกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์กำลังค่อย ๆ ถูก ลด การ decarbonize grid อาจมีความเป็นไปได้สูงมากขึ้น ทำให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยการใช้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านการ decarbonize ดังนั้นสำหรับแนวทางนี้สิ่งที่สำคัญคือการกักเก็บพลังงาน เทคโนโลยีแบตเตอรี่ต้องก้าวข้ามอุปสรรคในด้านความหนาแน่นของพลังงาน (power density) การผลิตไฮโดรเจนโดยปราศจากการปลดปล่อย CO₂ (green hydrogen) ด้วยอิเล็กโทรไลเซอร์ (electrolyzer) ที่อาจ นำสนใจมากขึ้นไปด้วย และราคาของเทคโนโลยีจะต้องค่อย ๆ ถูกลง⁽⁵⁾

เมื่อเทคโนโลยีพลังงานสะอาดมีความจำเป็นมากขึ้นต่อ low-carbon energy ข้อกังวลที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านแร่ธาตุ หรือ ‘mineral security’ จะเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ การเติบโตของเทคโนโลยีพลังงานสะอาดจะทำให้ความต้องการแร่ธาตุต่าง ๆ สูงขึ้น⁽⁶⁾ ยกตัวอย่างเช่น

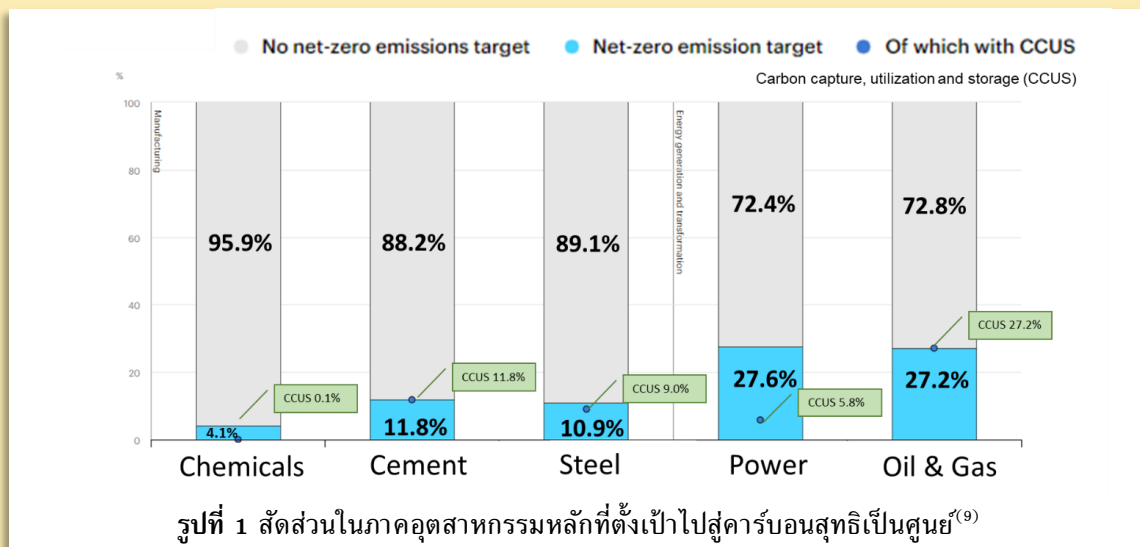
- รถไฟฟ้าใช้แร่ธาตุต่าง ๆ มากกว่ารถธรรมดา 5 เท่า⁽⁶⁾
- โรงไฟฟ้าพลังงานลมต้องการใช้แร่ธาตุต่าง ๆ มากกว่าโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง 8 เท่า⁽⁶⁾

ความต้องการเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ราคาแร่ธาตุจำเป็นอย่างยิ่ง ๑ สูงขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากราคาโคบอลต์ (cobalt) ที่เพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าระหว่างปี 2016 ถึง 2018 ทั้งนี้มีไม่กี่ประเทศในโลกที่ครองสัดส่วนเป็นผู้ผลิตแร่ธาตุสำคัญ โดยเฉพาะ rare earths ซึ่งแหล่งแร่ธาตุต่าง ๆ นี้มีความเกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์เป็นอย่างมาก⁽⁶⁾ โดยแร่ธาตุจำเป็นในเทคโนโลยีพลังงานสะอาด เช่น Copper, Lithium, Nickel, Manganese, Cobalt, Chromium, Molybdenum, Zinc, Silicon และ Rare earths อื่น ๆ ที่ใช้ในเทคโนโลยีพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง และอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจถูกเชื่อมโยงกับ mineral security อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ยังอาจนำมาซึ่งความไม่แน่นอนที่อาจต้องขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบ ข้อจำกัดทางการค้า หรือความผันผวนของประเทศผู้ผลิตแร่ธาตุ ดังนั้นภูมิรัฐศาสตร์ (geopolitics) จึงจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น⁽⁶⁾ ส่งผลต่อความตื่นตัวของทั้งภาครัฐและเอกชนในหลายประเทศ ในแง่มุมของแหล่งแร่ธาตุที่เชื่อถือได้และมีความยั่งยืนเพื่อการเปลี่ยนผ่านสู่เทคโนโลยีพลังงานสะอาดต่อไป

▶ เป้าหมายของภาคอุตสาหกรรมในการลดการปลดปล่อย CO₂

อุตสาหกรรมชั้นนำหลายแห่งได้ตั้งเป้าที่จะลดการปลดปล่อย CO₂ ให้ได้ 30% ภายในปี 2030 และมุ่งสู่คาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ (net-zero carbon) ภายในปี 2050 โดยมีแนวทางที่แตกต่างกันเพื่อไปถึงเป้าหมาย ยกตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ปลดปล่อย CO₂ อันดับต้น โดย Cement Sustainability Initiative (CSI) ร่วมกับ International Energy Agency (IEA) ได้เสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อย CO₂ ในรายงาน Cement technology road map⁽⁷⁾ นอกจากนี้ยังมีรายงานอื่น ๆ ซึ่งได้กล่าวถึงแนวทางในการลดการปลดปล่อย CO₂ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (energy efficiency, 4-8% CO₂ reduction) คาดว่าสามารถลดการปลดปล่อย CO₂ ได้ 4-8% การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (alternative fuels, 40% CO₂ reduction) การทดแทนปูนเม็ด (clinker substitution, 70-90% CO₂ reduction) การผลิตวัสดุซีเมนต์ชนิดใหม่ (novel cements, 90-100% CO₂ reduction) และการใช้เทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (carbon capture, utilization and storage, CCUS, 95-100% CO₂ reduction)⁽⁸⁾ เป็นต้น ทั้งนี้สำหรับอุตสาหกรรมซีเมนต์ถึงแม้ว่าจะมีหลายแนวทางที่ช่วยลดการปลดปล่อย CO₂ แต่คาดการณ์ว่ามีเพียงการมุ่งสู่วัสดุซีเมนต์ใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยี CCUS เท่านั้นที่จะสามารถผลักดันให้ไปถึงคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ได้ สำหรับภาคอุตสาหกรรมชั้นนำอื่น ๆ เช่น Chemicals, Steel, Power และ Oil & Gas ที่เป็นแหล่งของการปลดปล่อย CO₂ ก็มีสัดส่วนการตั้งเป้าเพื่อไปสู่คาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์เช่นกัน (รูปที่ 1) และมีสัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี CCUS เพื่อไปถึงเป้าที่แตกต่างกันอีกด้วย⁽⁹⁾

ในปัจจุบันมีรายงานจาก IEA ถึง 21 หน่วยอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ทั่วโลกที่ดำเนินการด้าน CCUS อยู่ (world large-scale CCUS facilities) และยังมีหน่วยอุตสาหกรรมที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างและการพัฒนาอีกจำนวนหนึ่ง⁽¹⁰⁾ (รูปที่ 2) ยกตัวอย่างเช่น หน่วย CCUS ในอุตสาหกรรมเหล็กที่แรกของโลกที่ตั้งขึ้นในปี 2016 ที่เขตอุตสาหกรรม Mussafah ในเมืองอาบูดาบี ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ สามารถดักจับ CO₂ ได้ถึง 0.8 ล้านตันต่อปี และใช้ฉีดกลับลงในหลุมขุดเจาะน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ยังมีโรงงานการผลิตสารสำคัญหรือผลิตภัณฑ์จาก CO₂ ยกตัวอย่างเช่น โรงงานของบริษัท Covestro⁽¹¹⁾ ในการแปลง CO₂ ไปเป็นโฟมของ polyurethane ที่เมืองดอร์มาเกน ประเทศเยอรมนี และโรงงานของ Carbon Recycling International (CRI)⁽¹²⁾ ในการผลิตเมทานอลที่ประเทศไอซ์แลนด์ เป็นต้น สำหรับโปรเจกต์ใหญ่ที่อยู่ระหว่างการพัฒนา เช่น โปรเจกต์ Net Zero Teesside⁽¹³⁾ ประกอบด้วยกลุ่มสมาชิก Oil & Gas Climate Initiative (OGCI) 5 บริษัท ได้แก่ BP, Eni, Equinor, Shell และ Total โดยดำเนินโครงการผ่านการสนับสนุนของรัฐบาลสหราชอาณาจักร ในกรอบนโยบายที่มุ่งสู่การเป็นผู้นำและส่งออกเทคโนโลยี CCUS ไปทั่วโลก

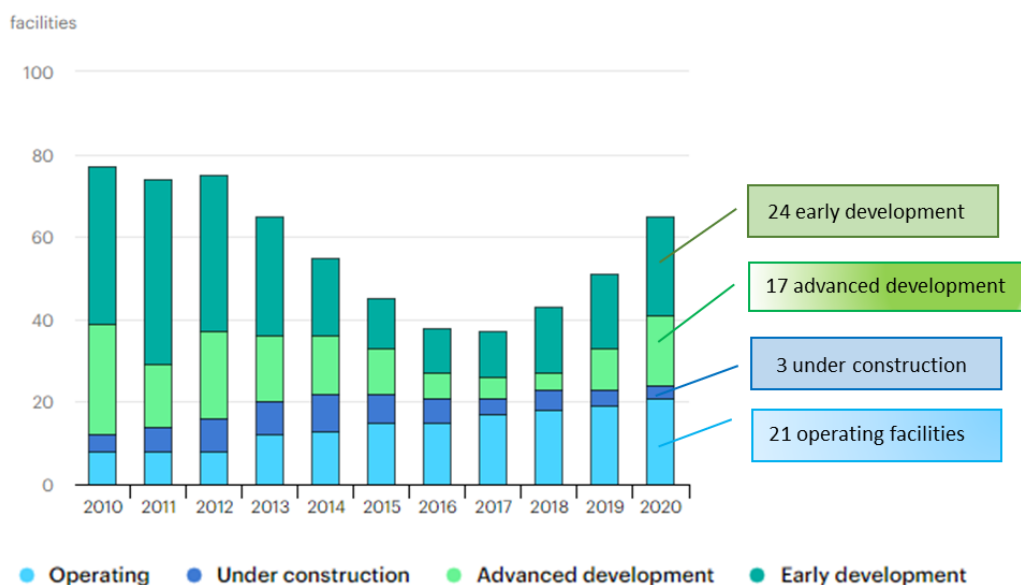


► การใช้ประโยชน์คาร์บอนไดออกไซด์ อุปสรรค และความท้าทาย

การดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (carbon capture, utilization and storage, CCUS) ไม่ใช่แนวคิดใหม่ แนวคิดนี้มีขึ้นมาตั้งแต่ปี 1970s แต่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางจากทั่วโลกในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะหลังจากปี 2015 (รูปที่ 2) จะเห็นได้ว่าการเติบโตของหน่วย CCUS ที่ลดลงตั้งแต่ปี 2010 กลับเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหลังจากปี 2015 ที่ได้มีการประชุม COP21 จากการผลักดันของนานาประเทศ ทั้งภาครัฐและเอกชน เทคโนโลยี CCUS จึงเติบโตและขยายวงกว้างมากขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากเป้าหมายด้านสภาพภูมิอากาศและแรงจูงใจด้านนโยบายใหม่ ๆ เมื่อต้นทุน CCUS ลดลง จะทำให้อุตสาหกรรมใหม่และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ CO₂ หรือการกำจัดคาร์บอน มีความเป็นไปได้และมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์มากขึ้น ดังนั้นความก้าวหน้าในการวิจัยและพัฒนา และผู้กำหนดนโยบาย จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการมุ่งไปสู่เป้าที่ตั้งไว้

เทคโนโลยี CCUS แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือการดักจับ CO₂ และกักเก็บ (carbon capture and storage, CCS) ส่วนที่สองคือการใช้ประโยชน์จาก CO₂ ที่ดักจับได้ (carbon capture and utilization, CCU) ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการใช้ประโยชน์จาก CO₂ ซึ่งมีได้ทั้งการนำ CO₂ ไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น ใช้เพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมัน (enhanced oil recovery, EOR) ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม น้ำอัดลม โซดา (carbonated beverage) ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นตัวทำละลาย (solvent) ในสภาพของไหลภายใต้สภาวะวิกฤตยิ่งยวด (super critical CO₂) เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการนำ CO₂ ไปใช้ประโยชน์ด้วยการแปลงเป็นเชื้อเพลิง เช่น มีเทน หรือไดเมทิลอีเทอร์ (DME) และยังมี การนำ CO₂ ไปใช้ประโยชน์ด้วยการแปลงเป็นสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่าสูงขึ้น (CO₂ conversion to higher-valued products) เช่นการแปลงไปเป็นเมทานอล ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีการนำเข้าอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย และมีอัตรานำเข้าที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันเมทานอลสังเคราะห์จากก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นกระบวนการที่ปลดปล่อย CO₂ ประมาณ 0.5-1.5 ตันต่อการสังเคราะห์เมทานอล 1 ตัน ทั้งนี้ เมทานอลเป็นสารเคมีที่มี value chain ที่กว้างและส่งผลกระทบต่อหลายอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นสารจำเป็นที่ใช้ในการผลิตสารเคมีสำคัญอีกหลายตัว ยกตัวอย่างเช่น formaldehyde และ formic acid ซึ่งใช้ในการผลิตต่อเป็นสารจำพวก hydrocarbons polymers และ oxygenates ซึ่งสามารถนำไปผลิตต่อเป็น vinyl acetate monomer, methyl methacrylate, olefins และ higher alpha olefins ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมพลาสติก วิศวกรรมทั่วไปและการบรรจุ หรือ terephthalic acid ที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมเส้นใยสำหรับการบรรจุ acetic acid และ anhydride ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและการสังเคราะห์ รวมถึงอุตสาหกรรมยา methylene diphenyl diisocyanate, ethers บางชนิด (MTBE, DME) และ dimethyl carbonate (DMC) ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวทำละลายในหลายอุตสาหกรรม UF/PF resins และ polyacetals ที่ใช้ในโครงสร้างพื้นฐาน พลาสติกวิศวกรรม อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และสารเคลือบ ดังนั้นการผลิตเมทานอลจาก CO₂ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์ CO₂ ที่น่าสนใจ



รูปที่ 2 หน่วย CCUS ขนาดใหญ่ (world large-scale CCUS facilities)⁽¹⁰⁾

การแปลง CO₂ (CO₂ conversion) ไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีทางเทอร์โมเคมีคอล (thermochemical conversion) ซึ่งเป็นวิธีทางเคมีและความร้อน วิธีทางอิเล็กโตรเคมีคอล (electrochemical conversion) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้ามีการจ่ายและรับอิเล็กตรอน และวิธีทางโฟโตคะตาไลติก (photocatalytic conversion) ซึ่งเป็นการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง ทั้งนี้แต่ละกระบวนการมีข้อดีข้อเสียหรือความท้าทายที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังมีกระบวนการอื่น ๆ เช่น กระบวนการทางชีวภาพอีกด้วย

ตารางที่ 1 วิธีการการแปลง CO₂ ไปผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง

การแปลง CO ₂ ไปผลิตภัณฑ์	ข้อดี	ความท้าทาย
วิธีทางเทอร์โมเคมีคอล (thermochemical conversion)	<ul style="list-style-type: none"> • เข้าใกล้เชิงพาณิชย์ • การขยายขนาด 	<ul style="list-style-type: none"> • การใช้พลังงาน • ต้องใช้ไฮโดรเจนในปฏิกิริยา โดยควรเป็นไฮโดรเจนที่ผลิตจากกระบวนการที่ไม่ปลดปล่อย CO₂
วิธีทางอิเล็กโตรเคมีคอล (electrochemical conversion)	<ul style="list-style-type: none"> • โอกาสในการใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน • มีช่วงของสภาวะปฏิบัติการที่กว้าง 	<ul style="list-style-type: none"> • การใช้พลังงาน • การขยายขนาด
วิธีทางโฟโตคะตาไลติก (photocatalytic conversion)	<ul style="list-style-type: none"> • โอกาสในการใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน • สามารถเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> • การขยายขนาด • มีอัตราผลได้ของผลิตภัณฑ์ต่ำ และมีสารผลิตภัณฑ์ข้างเคียงอื่นที่หลากหลายน่าให้ส่งผลต่อกระบวนการแยก

เพื่อผลักดันให้กระบวนการมีความเป็นไปได้และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จำเป็นต้องก้าวผ่านปัญหาและอุปสรรคในการแปลง CO₂ ไปเป็นสารเคมีสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น ในวิธีทางเทอร์โมเคมีคอล (thermochemical conversion) สามารถจำแนกปัญหาและอุปสรรคได้เป็น 4 หัวข้อหลักดังนี้

- ค่าใช้จ่ายในการดักจับ CO₂
- พลังงานที่ใช้ในกระบวนการ CO₂ conversion
- แหล่งที่มาและต้นทุนการผลิตไฮโดรเจน
- ข้อจำกัดด้านขนาดของตลาดและการขาดแรงจูงใจในการลงทุน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการมีความเกี่ยวข้องกับหลายส่วน ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนแก่ CO₂ (CO₂ hydrogenation) เพื่อแปลงไปเป็นเมทานอล เป็นปฏิกิริยาที่คายความร้อน ดังนั้นค่าสัดส่วนในการแปลง CO₂ สูงสุดที่จะเกิดได้ (equilibrium conversion) จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ในขณะที่ตัวเร่งปฏิกิริยาในระบบต้องการสภาวะที่อุณหภูมิสูงในระดับที่เหมาะสมปฏิกิริยาจึงจะสามารถดำเนินไปได้ สภาวะเช่นนี้ทำให้อัตราผลได้ (yield) ของสารผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำ และจำเป็นต้องใช้ความดันสูงเพื่อเพิ่ม equilibrium conversion จึงส่งผลต่อการใช้พลังงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ มีหลายงานวิจัยที่พยายามพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาให้มีความสามารถสูงขึ้น หรือพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ใหม่ ๆ ที่จะสามารถลดอุณหภูมิและความดันในการสังเคราะห์ลงได้ กล่าวคือความพยายามในการเพิ่ม yield ของผลิตภัณฑ์ในขณะที่ลดการใช้พลังงานในกระบวนการลง การได้ yield ที่ต่ำและมีสารผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่หลากหลายน่าจะส่งผลต่อการขยายขนาดและการใช้พลังงานในกระบวนการทั้งในส่วนการแยกต่าง ๆ และการรีไซเคิล

การดักจับ CO₂ เองก็ยังมีปัญหาในเรื่องการใช้พลังงานสูงอยู่ ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการดูดซับด้วยสารละลายเอมีน (amine absorption process) ซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงในการดูดซับ CO₂ (อัตราการดูดซับและปริมาณการดูดซับ) โดยขึ้นกับชนิดของสารละลายเอมีนที่เลือกใช้ แต่ยังมีปัญหาในเรื่องพลังงานที่ใช้ในการนำสารละลายเอมีนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งคาดว่าสูงถึง 70% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการดักจับ CO₂ ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะลดการใช้พลังงานดังกล่าว ด้วยการเลือกชนิดเอมีนที่เหมาะสม หรือการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ช่วยในการนำสารละลายเอมีนกลับมาใช้ใหม่ หรือการนำ CO₂ ที่ถูกจับอยู่ในสารละลายเอมีนไปแปลงเป็นสารผลิตภัณฑ์โดยตรงโดยไม่ผ่านการแยกเอมีนออกก่อน ซึ่งอย่างหลังนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของเหลว (homogeneous catalyst) และแยกออกจากเอมีนและสารผลิตภัณฑ์ได้ยาก

ทั้งนี้การดักจับ CO₂ จะมีบทบาทสำคัญในการมุ่งสู่ low-carbon energy เนื่องจากบางภาคอุตสาหกรรมมีความเป็นไปได้ต่ำในการ decarbonize เช่น อุตสาหกรรมการบิน ทั้งนี้อาจพิจารณาเชื้อเพลิง synthetic gas หรือเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จาก CO₂ แต่ก็มี ความยากที่จะใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวต่อระบบเครื่องยนต์หรือเครื่องจักร และยังคงคำนึงถึงการปลดปล่อย CO₂ ในภาพรวมอีกด้วย แม้ว่าจะมีการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อย CO₂ ในภาคการบินออกมาอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังมีความท้าทายอยู่มาก ยกตัวอย่างเช่น ต้นแบบเครื่องบิน Airbus ขนาด 200 ที่นั่ง โดยใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง ในเครื่องชนิด modified gas-turbine ซึ่งตั้งเป้าจะทดลองใช้ในปี 2035 แต่ก็ยังมีข้อถกเถียงในเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องยนต์อยู่มาก รวมทั้งปัญหาเรื่องตำแหน่งเก็บเชื้อเพลิงที่มีผลต่อขนาดเครื่องบินต่อจำนวนผู้โดยสาร หรือเครื่องบินขนาดเล็กที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงหรือแบตเตอรี่ซึ่งก็ยังไม่สามารถใช้กับเครื่องบินใหญ่หลายที่นั่งได้ เป็นต้น

ดังนั้นเทคโนโลยี Direct air capture (DAC) จึงจะเข้ามาบทบาทมากขึ้น DAC เป็นเทคโนโลยีในการดักจับ CO₂ ในอากาศ เช่น ระบบของเหลวโดยส่งอากาศผ่านสารละลายเคมี หรือระบบดูดซับที่เป็นของแข็งที่จับกับ CO₂ ด้วยพันธะทางเคมี แต่ก็ยังมีต้นทุนที่สูงมากเนื่องจาก CO₂ ในอากาศเจือจางกว่าใน flue gas จากอุตสาหกรรมมาก ทำให้ต้องใช้พลังงานสูงกว่าเทคโนโลยี CO₂ capture อื่น ๆ⁽¹³⁾

แหล่งที่มาและต้นทุนการผลิตไฮโดรเจน มีส่วนสำคัญในการกำหนดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการแปลง CO₂ ไปเป็นผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้การใช้ไฮโดรเจนควรต้องคำนึงถึงปริมาณการปลดปล่อย CO₂ ทั้งหมดของระบบด้วย ดังนั้นไฮโดรเจนควรมาจากกระบวนการผลิตที่ปราศจาก CO₂ เช่น green hydrogen ที่ผลิตจากเทคโนโลยีอิเล็กโทรไลซิส (electrolysis) ของน้ำหรือไอน้ำ บนพื้นฐานที่กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการมาจากแหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียน (renewable sources) หรือกระบวนการผลิตไฮโดรเจนที่ปลดปล่อย CO₂ ต่ำ ซึ่งมีการพิจารณาสารตั้งต้นอื่น ๆ นอกเหนือไปจากก๊าซธรรมชาติและปิโตรเลียม หรือกระบวนการผลิตไฮโดรเจนที่มีการดักจับ CO₂ (blue hydrogen) แต่ทั้งนี้ราคาของไฮโดรเจนที่มาจากกระบวนการเหล่านี้ยังมีค่าสูง ราคาไฮโดรเจนที่ผลิตจากกระบวนการ steam reforming ของก๊าซธรรมชาติอยู่ที่ประมาณ 1.26 USD/kg⁽¹⁴⁾ ในขณะที่ราคาไฮโดรเจนที่มาจากกระบวนการ electrolysis ของน้ำอยู่ที่ 5.24 USD/kg และ 8.87 USD/kg เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ใช้มาจากแหล่งพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ ตามลำดับ⁽¹⁵⁾ อย่างไรก็ตาม ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เซลล์อิเล็กโทรไลซิสที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจนมีต้นทุนถูกลงเรื่อย ๆ ล้วนเกิดจากการวิจัยและพัฒนาเป็นหลัก รวมทั้งราคา 'green hydrogen' ที่ผลิตด้วยเซลล์อิเล็กโทรไลซิสดังกล่าวก็ถูกลงด้วย ความท้าทายของเทคโนโลยีนี้อาจจะไม่ใช่อะไรพื้นฐานอีกต่อไป พร้อมมีผู้พัฒนาวัสดุใหม่ ๆ ที่เพิ่มความสามารรถและเพิ่มความเสถียรอยู่ตลอด แต่ความท้าทายอาจจะอยู่ที่การขยายขนาด การออกแบบเชิงวิศวกรรม และการผลิตที่มีกระบวนการที่ราคาถูกลง เพื่อให้ capital cost ของเทคโนโลยีถูกลง การนำความร้อนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์เพื่อลด operating cost ด้านพลังงาน ด้านนโยบายจะเข้ามามีบทบาททำให้ราคา green hydrogen ถูกลง อาจต้องผลักดันค่ากระแสไฟฟ้าจาก renewable sources ที่ใช้ในกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสนี้ ตัวอย่างโปรเจกต์ขนาดใหญ่ได้แก่ NEOM ซึ่งมีมูลค่าถึง 7 พันล้าน USD ณ ประเทศซาอุดีอาระเบีย ดำเนินการโดย Air Products เป็นโครงการผลิต green hydrogen ด้วยวิธีอิเล็กโทรไลซิสโดยใช้พลังงานลมและแสงอาทิตย์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก (650 ตันต่อวัน) สำหรับใช้ในภาคขนส่งทั่วโลกและคาดว่าจะช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้สามล้านตันต่อปี (เทียบเท่ารถยนต์ 700,000 คันต่อปี)

ทั้งนี้เกณฑ์ในการประเมินเทคโนโลยีสำหรับ CO₂ conversion เป็นสิ่งที่จำเป็น ยกตัวอย่างเช่น ที่ผ่านมานASA ได้จัดประกวด CO₂ conversion challenge⁽¹⁶⁾ โดยเกณฑ์การตัดสินประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่ พลังงานที่ใช้ วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ และระดับการผลิตของเสีย 2) ความสามารถในการขยายขนาดของระบบในแง่ต่าง ๆ 3) ความเสถียรและความน่าเชื่อถือของระบบ เป็นต้น



รูปที่ 4 ปฏิกรณ์สำหรับการแปลง CO₂ ด้วยวิธีเทอร์โมเคมีคัล (thermochemical CO₂ conversion)

▶ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ CCUS

BCGeTEC มีการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการดักจับและการใช้ประโยชน์ (CCU) จากคาร์บอนไดออกไซด์อย่างจริงจังและต่อเนื่อง เห็นได้จากสัดส่วนผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นกว่าร้อยละ 10-20 จากผลงานงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของภาควิชาชีพวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กว่า 100 ผลงานต่อปี

เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2561 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ Malaysia–Thai Joint Authority (MTJA) ได้เปิดตัวที่มวิจัยเพื่อมอบทุนวิจัย “Research Cess Fund” (RCF) ให้แก่ที่มวิจัยผู้ได้รับทุนในหัวข้อ “Carbon dioxide (CO₂) conversion to higher-valued products” ด้วยงบประมาณรวมทั้งสิ้น 4.13 ล้าน USD (รูปที่ 5-7) โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมโปรแกรมการวิจัยย่อยเพื่อทำงานวิจัยร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยและมีการทำงานข้ามศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เน้นการวิจัยเทคโนโลยีที่นำคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กลับมาใช้ประโยชน์ โดยแบ่งงานวิจัยเป็นสองฐานได้แก่ 1) การนำเสนอแนวทางในการก้าวข้ามอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการแปลง CO₂ ไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น (Technological breakthrough in CO₂ conversion to higher-valued products) และ 2) การคาดการณ์และเสนอแนะเทคโนโลยีในการแปลง CO₂ ไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง โดยใช้เกณฑ์การประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Technological foresight in CO₂ conversion to higher-valued products) โครงการนี้เป็นการสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ในมิติต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) ซึ่งมีที่มนักวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุน ได้แก่

- ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ติดตามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ <https://www.research.chula.ac.th/mtja-rcf-fund/>



รูปที่ 5 ร่วมลงนามสัญญาทุนวิจัยจัดขึ้น ณ Malaysia–Thai Joint Authority (MTJA) ประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 6 การมอบทุนวิจัย Research Cess Fund (RCF) จัดขึ้น ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประเทศไทย

▶ บทส่งท้าย

การดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานทางเลือก และเทคโนโลยีสะอาด ถ้าหากไม่ถูกผลักดันก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้ แม้ว่าความมั่นคงและความหลากหลายด้านพลังงานจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง แต่ก็อยู่บนพื้นฐานของการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความร่วมมือร่วมใจของทั้งภาครัฐ มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยนวัตกรรม และภาคอุตสาหกรรมในการสนับสนุนให้ลดการปลดปล่อย CO₂ จะนำไปสู่มาตรฐานและนโยบายที่สนับสนุนเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทย เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย ของ COP21 ร่วมกันต่อไป



รูปที่ 7 การลงนามสัญญาทุนวิจัย จัดขึ้น ณ Malaysia–Thai Joint Authority (MTJA) ประเทศมาเลเซีย

เอกสารอ้างอิง

- (1) <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/>
- (2) <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- (3) <https://amp.dw.com/global-carbon-emissions/a-55900887>
- (4) <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/cut-global-emissions-76-percent-every-year-next-decade-meet-15degc>
- (5) https://www.ted.com/talks/john_doerr_and_hal_harvey_how_to_decarbonize_the_grid_and_electrify_everything?utm_campaign=tedsread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare&fbclid=IwAR0K2QzWJYzO0xiSTEKRwbClYvinz5i5o68Jr7ULmngtuzKUAyIwuijHs
- (6) https://www.iea.org/authors/tae-yoon-kim?fbclid=IwAR3kmgZQxVjLifR2iSuOnMc1z951miOjG6_-4rKonxftU-j4WVt1Nc
- (7) <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry>
- (8) <https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844>
- (9) <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions/a-new-era-for-ccus#growing-ccus-momentum>
- (10) <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/carbon-capture-utilisation-and-storage>
- (11) <https://www.covestro.com/en/sustainability/lighthouse-projects/co2-dreams>
- (12) <https://www.carbonrecycling.is/services-co2-to-methanol-plants>
- (13) <https://www.netzeroteesside.co.uk/project/>
- (14) https://www.iea.org/reports/direct-air-capture?fbclid=IwAR0xJMR76jo-wkird6XOLuGfNeSI_dm0yvywSUgHTAO-nz0ai0m8oZIC5oY
- (15) Parkinson B, Balcombe P, Speirs JF, Hawkes AD, Hellgardt K, Levelized cost of CO₂ mitigation from hydrogen production routes, Energy & environmental science. 2019; 12: 19–40.
- (16) https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/co2challenge/index.html

Conference	Location	Date	Abstract submission deadline	Full paper submission deadline	Website
Thai Society for Biotechnology International Conference Online 2021(TSB 2021, TSB 2021 Online): "Green Energy & Zero Waste Society"	ONLINE CONFERENCE	2-Apr-21	26-Feb-21	26-Feb-21	https://onlinetsb.com/
3rd International Conference on Research in Engineering and Technology, Czech Republic	ONLINE CONFERENCE	23-25 Apr 21	-	29-Mar-21	https://www.researchconf.org/
11th RSU National Conference and the 6th RSU International Conference on Science and Technology (RSUSCI 2021)	1) อาคารพระพิฆเนศ ชั้น 2 (อาคาร Student Center) มหาวิทยาลัยรังสิต, จังหวัดปทุมธานี	30-Apr-21	-	28-Feb-21	https://rsucon.rsu.ac.th/sciences
	2) ONLINE CONFERENCE				
30th Thai Institute of Chemical Engineering and Applied Chemistry Conference (TIChE 2021)	โบทานัก้า เขาใหญ่ รีสอร์ท, จังหวัดนครราชสีมา	6-7 May 21	26-Feb-21	30-Jun-21	http://tiche2021.tiche.org/
4th International Conference on Innovative Research in Science Engineering and Technology, Italy	ONLINE CONFERENCE	7-9 May 21	-	16-Apr-21	https://www.irsetconf.org/
16th Siam Physics Congress (16th SPC 2021)	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, จังหวัดสงขลา	24-25 May 21	15-Apr-21	15-May-21	https://spc2021.sci.psu.ac.th/
52nd National Graduate Research Conference	โรงแรมบางแสน โฮริเทจ, จังหวัดชลบุรี	27-28 May 21	-	15 Arp 21	http://52ngrc.buu.ac.th/
6th National Conference and The 2nd International Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology (IAMBEST 2021)	ONLINE CONFERENCE	27-28 May 21	21-Feb-21	31-Mar-21	http://www.pcc.kmitl.ac.th/iambest/
การประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2564 หัวข้อ "การจัดการในยุคเทคโนโลยีนำการเปลี่ยนแปลง" (Management in Disruptive Technologies Era)	1) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี, จังหวัดสุพรรณบุรี	28-May-21	-	15-Apr-21	https://rcimcon.rmutr.ac.th/
	2) ONLINE CONFERENCE				
12th National Conference of Industrial Operations Development 2021 (12th CIOD 2021)	ONLINE CONFERENCE	28-May-21	-	28-Feb-21	https://ciod2021.kmutt.ac.th/home
10th International Conference on Advanced Materials and Engineering Materials (ICAMEM2021)	MANDARIN HOTEL, BANGKOK (Considering the impact of COVID-19, if the conference still can't hold the onsite 2 months before the conference date, the online conference will be as a replacement.)	29-30 May 21	-	18-Feb-21	http://www.icamem.org
3rd International Conference on Innovative Research in Science and Engineering , Spain	ONLINE CONFERENCE	4-6 Jun 21	-	14-May-21	https://www.rseconf.org
26th International Conference on "Science, Engineering and Technology Trends" (ICSEIT-21), Turkey	ONLINE CONFERENCE	7-9 Jun 21	1-May-21	20-May-21	http://iaetr.org/conference.php?shug=ICSEIT-21&sid=1&catDid=264
7th International Conference on Modern Approaches in Science Technology & Engineering, Belgium	ONLINE CONFERENCE	18-20 Jun 21	-	27-May-21	https://www.steconf.org/
4th International Symposium on Development of new Technologies in Engineering & Applied Science Research, Japan	ONLINE CONFERENCE	19-20 Jun 21	25-Feb-21	9-Jun-21	https://consortium-et.com/upcoming-events/dtas-annual-conference-2021/
โครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 11 เรื่อง "วิจัยและนวัตกรรมเพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง"	ONLINE CONFERENCE	24-25 Jun 21	-	23-Apr-21	http://conference.su.ac.th/register/
World conference on Innovation in Technology and Engineering Sciences, Austria	ONLINE CONFERENCE	25-27 Jun 21	-	4-Jun-21	https://irmest.org/iceina-june-2021/