



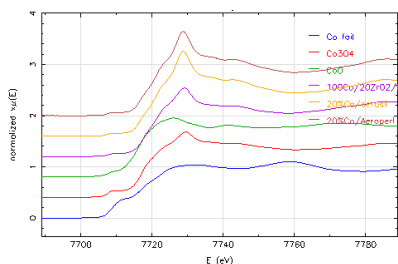
ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

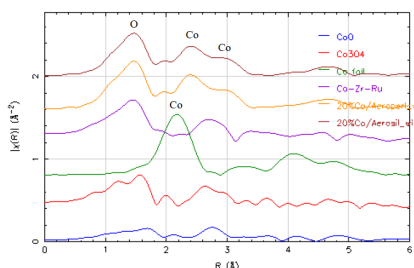
การศึกษาโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แบบฟิชเชอร์-โทรปช์



กลุ่มนักวิจัยจากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นเทคนิคการวัดที่ต้องอาศัยแสงซินโครตรอนเท่านั้น ในการศึกษาโครงสร้างอะตอมของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ซึ่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากปฏิกิริยานี้จะมีค่าออกเทนและค่าซีเทนสูงกว่าเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เป็นตัวอย่างงานวิจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตเชื้อเพลิง



สเปกตรัม XANES ของตัวเร่งปฏิกิริยา 20%Co/Aerosil 20%Co/Aeroperl และ 100Co/20ZrO₂/100Aerosil/0.66Ru และสารมาตรฐาน Co₃O₄ CoO และ Co foil



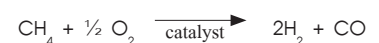
สเปกตรัม EXAFS ของตัวเร่งปฏิกิริยา 20%Co/Aerosil 20%Co/Aeroperl และ 100Co/20ZrO₂/100Aerosil/0.66Ru และสารมาตรฐาน Co₃O₄ CoO และ Co foil

ตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาหลายประเทศตื่นตัวและให้ความสนใจในการหาแหล่งพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล แหล่งพลังงานทดแทนที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันได้แก่ พลังงานจากลม แสงอาทิตย์ ก๊าซธรรมชาติ ชีวมวล ประกอบกับปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาโลกร้อน อันเป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สู่บรรยากาศ ซึ่งเกิดจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล แนวคิดในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซดังกล่าวด้วยการเปลี่ยนเป็นพลังงานเชื้อเพลิงในรูปเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic fuel) จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยปฏิกิริยาที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ได้แก่ปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch synthesis)

ปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch synthesis) เป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (หรือคาร์บอนไดออกไซด์) กับไฮโดรเจน เพื่อ

สังเคราะห์สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกพาราฟินและโอเลฟินทั้งโซ่ตรงและโซ่กิ่งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงยานยนต์ กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ แสดงได้ดังนี้

1. การผลิตก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis gas formation)



2. กระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch reaction)



3. กระบวนการกลั่นแยก (Refining)



ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์มีหลายชนิด เช่น ก๊าซเชื้อเพลิง ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันเชื้อเพลิงยานยนต์ และไข เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์ยิ่งโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงยานยนต์ โดยข้อดีของเชื้อเพลิงที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์นั้นคือมีค่าออกเทนและค่าซีเทนสูงกว่า



งานวิจัยด้านอุตสาหกรรม



ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

เชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียม เมื่อเผาไหม้ จะเกิดมลพิษน้อยกว่าเนื่องจากไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์ (กำมะถัน) และไม่มีสารที่มีโครงสร้างอะโรเมติก อีกทั้งยังสามารถนำน้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์มาผสมกับน้ำมันดีเซลที่มาจากกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมเพื่อเพิ่มค่าซีเทนและปรับปรุงการเผาไหม้ให้ดียิ่งขึ้น

ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่สำคัญสำหรับปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ และใช้เร่งปฏิกิริยานี้ในเชิงอุตสาหกรรม โดยทั่วไปเราสามารถเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ด้วยวิธีต่างๆ อาทิ วิธีตกตะกอนร่วม (Co-precipitation) วิธีฝังตัว (Incipient wetness impregnation) วิธีโซล-เจล (Sol-gel) จากความแตกต่างของวิธีและสภาวะการเตรียม ทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้มีสมบัติบางอย่างต่างกันไป นำไปสู่ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกัน การศึกษาโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาจึง

เป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจถึงการเกิดปฏิกิริยาและการเกิดผลิตภัณฑ์ได้

เทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ คือ เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray absorption spectroscopy) ด้วยผลการศึกษา X-ray Absorption Near-Edge Structure (XANES) และ Extended X-ray absorption Fine-Structure (EXAFS) สามารถวิเคราะห์สมบัติและโครงสร้างโดยรอบของอะตอมโคบอลต์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 จากการวิจัยพบว่าสเปกตรัม XANES ที่ได้จากการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่เติมตัวกระตุ้นบนตัวรองรับซิลิกา 2 ชนิด คือ Aerosil (20%Co/Aerosil) และ Aeroperl (20%Co/Aeroperl) และตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่เติมตัวกระตุ้น ZrO_2 และ Ru ($100Co/20ZrO_2/100Aerosil/0.66Ru$) มีความสอดคล้องกับสเปกตรัม XANES ที่ได้

จากสารมาตรฐาน Co_3O_4

สเปกตรัม EXAFS ที่ได้จากการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ทั้งที่เติมตัวกระตุ้น ZrO_2 และ Ru และไม่เติมตัวกระตุ้น ดังแสดงในรูปที่ 2 นั้น แสดงให้เห็นว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่ได้เติมตัวกระตุ้น มีการจัดเรียงตัวของโคบอลต์คล้ายคลึงกับ Co_3O_4 และเมื่อเปรียบเทียบกับระยะระหว่างอะตอมโคบอลต์ (Co-Co) ในตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่เติมตัวกระตุ้น ZrO_2 และ Ru มีระยะ Co-Co เพิ่มขึ้นกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่ได้เติมตัวกระตุ้น อันเป็นผลจากการมี ZrO_2 และ Ru ในโครงสร้าง

เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์จึงเป็นแนวทางหนึ่ง ที่ใช้วิเคราะห์ความแตกต่างแม้เพียงเล็กน้อยในโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เกิดจากวิธีเตรียมและสภาวะที่ต่างกันได้

สัญญา ปรางค์ศรีอรุณ, ดร. พินท์สุดา วีวัฒน์ และ รศ. ดร. อรรถธีรา วรยิ่งยง
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Prangsr-aroon, S., Viravathana, P., Bangmek, W., Worayingyong, A., Kangwansupamonkon, W., Deutschmann, O., and H. Schulz. "Promoted and Un-promoted Co/SiO_2 Fischer-Tropsch Catalysts", Advanced Materials Research, **287-290**, 3093-3097 (2011).
- Prangsr-aroon, S., Viravathana, P., Worayingyong, A., Kangwansupamonkon, W., and H. Schulz, Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div. Petr. Chem. **55(1)**, 141 (2010).