

## 『第16回日中韓石油技術会議』開催報告

2023年11月1日（水）、第16回日中韓石油技術会議をオンライン開催いたしました。この会議は、当センター、中国石油学会および韓国石油管理院により、3カ国の石油エネルギーと環境政策、最新の石油関連技術等の研究成果を発表し、相互の情報交換と技術交流を企図することを目的として輪番制で毎年開催しております。従来、各国にて現地開催しておりましたが、ここ数年はコロナウイルス流行によりオンラインで開催しており、今年度も韓国石油管理院主導でオンラインでの開催となりました。本会議では基調講演と、「石油精製の技術と発展」、「カーボンニュートラルに向けた石油産業の戦略と技術」、「環境に優しい石油産業」をテーマにした技術講演、合わせて12件の講演があり、3か国の関係機関・企業より200名を超える方々にご参加いただきました。なお、来年度の第17回は日本で開催する予定です。

### 1. 会議概要

- (1) 日時：2023年11月1日（水）9:30～17:30
- (2) 主催：韓国石油管理院（K-PETRO）  
共催：石油エネルギー技術センター（JPEC）、中国石油学会（CPS）
- (3) 場所：Zoomによるオンライン開催
- (4) 参加者：200名超  
日本：石油エネルギー技術センター、資源エネルギー庁、石油連盟、石油各社他  
中国：中国石油学会、中国石油石油化工研究院（PetroChina Petrochemical Research Institute）、  
中国石化石油化工科学研究院（SINOPEC Research Institute of Petroleum Processing）他  
韓国：韓国石油管理院、石油各社他

### 2. 開会挨拶

#### ① 韓国：韓国石油管理院 Executive Director Business Kyeongheum Lee

本会議は、北東アジアの中心国である韓国、中国、日本が、石油及び石油代替燃料関連の最新情報を共有し、変化するエネルギー環境に対応するための大切な交流とコミュニケーションの場です。去る8月、国連事務総長は、「今、地球温暖化の時代は終わり、地球熱帯化の時代が始まった」と宣言しました。気候危機への対応はもはや先延ばしできない課題であり、世界中がカーボンニュートラルのためにより新しい経済的、技術的な努力をしています。脱化石燃料の流れは私たち石油業界の危機とも言えますが、持続可能な未来のために、カーボンニュートラルを機会にして反転しなければならないと思います。本日のこの会議がこうした世界的なエネルギー変化の流れに対応し、石油産業の将来の発展の方向性を模索する重要な場になって欲しいと考えます。

## ② 中国：中国石油学会 Deputy President XU Fengyin

中国は2020年に「2030年までにCO2排出量をピークアウトし、2060年までにカーボンニュートラルを達成する」という「ダブルカーボン」目標を提案し、これが国家戦略であり社会全体のコンセンサスとなっています。その中で、中国経済の基幹産業である石油精製・化学産業は近年急速に発展し、新たな大規模プロジェクトが相次ぎ稼働、規模は拡大を続けていますが、CO2排出量削減の大きな圧力があり独自の答えを模索しています。変化と変革が起こっており、そこには困難な課題と無限の機会が含まれています。この会議で中国は、中国の新たな理解、新たな視点、新たなアイデア、そして新たな成果を共有します。製油所全体のプロセス設計の側面からのCO2排出量削減技術、炭素管理ツール、原油からオレフィンへの直接接触分解技術、バイオマス燃料やバイオマス化学品の開発等、CO2排出量を削減するために行っている取り組みを紹介します。

## ③ 日本：JPEC 専務理事 高橋 直人

化石燃料を含むエネルギーの安定供給を確保することは、国民生活及び経済にとって最重要の課題です。カーボンニュートラルという世界的な潮流の中にあつてこの課題を解決するためには、安定供給とカーボンニュートラルの両立に寄与する技術開発を強力に推進していかねばなりません。今回の会議では、日本からこの取り組みの例についてご説明させていただきます。また、カーボンニュートラルに関しては、我が国では本年2月、産業革命以来の化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心に転換する「グリーントランスフォーメーション (GX)」実現に向けた基本方針、及び今後10年を見据えたロードマップが策定されました。石油企業としてこれをいかに実現していくのか、その道筋についてご紹介させていただきます。なお、私どもJPECといたしましても、カーボンニュートラル燃料技術に係る様々な取組を継続しています。私どものこうした取組についても簡単にご紹介させていただきます。



### 3. 基調講演

#### ① 韓国：CO2 排出量ネットゼロを実現するための自動車推進システム戦略

地球温暖化を緩和するために、主要国は長期的にはCO2 排出量ネットゼロを達成することをコミットし、2030 年のNDC (Nationally Determined Contributions：国が決定する貢献) を発表しました。韓国も、2030 年までに温室効果ガス排出量を 40% 削減するという非常に野心的な目標を設定しています。運輸部門において温室効果ガスを長期的に削減することを目指す取組は勢いを増していますが、現在のCO2 規制はテールパイプ規格という Tank-to-Wheel (燃料タンクから車輪 (走行) まで) ベースを採用し、主に電気自動車 (EV) と水素燃料電池自動車 (FCEV) に焦点を当てています。しかし、輸送に関連する世界的な CO2 削減を達成するには、Tank-to-Wheel ベースの CO2 規制から LCA (Life Cycle Assessment：原材料調達から、製造、流通、消費、廃棄、リサイクルに至るライフサイクル全体での評価) ベースの政策に移行する必要があります。

LCA に基づいて CO2 排出量を効果的に削減するための自動車推進システムの技術進歩と各推進システム特有の戦略があり、それらには、TSI (Turbocharged Stratified Injection) エンジンやリーンバーン・エンジンといった高効率エンジン、ハイブリッドシステム、水素エンジン、水素燃料電池、電気、合成燃料とバイオ燃料が含まれます。内燃機関車の禁止は近視眼的な政策です。ハイブリッド電気自動車 (HEV) を含む内燃機関車は少なくとも 2040 年までは持続するでしょう。但し、長期的には内燃機関車の燃料は化石燃料から合成燃料またはバイオ燃料へ移行することが不可欠です。結論的には、自動車用の高効率推進システムの開発への取り組みと、合成燃料、水素、電気などのグリーンエネルギー源への移行は、CO2 排出量ネットゼロの目標を達成するための重要なステップとなります。

#### ② 中国：中国の石油精製・石油化学産業の現状と今後

経済発展のニーズに対応して中国の石油精製・石油化学産業は急速に発展しています。石油精製、エチレン、パラキシレンの生産能力は世界最大となり、品質は大幅な向上を示し、自動車燃料の品質は世界の最先端にあります。一方で課題もあります。石油精製・石油化学の生産能力は過剰状態にあります。製油所の稼働率は過去 10 年間の平均が 71.3%、2022 年が 72.1%と、世界平均の約 83%を大きく下回っています。石油化学業界では、バルク製品は競争が激しく一部の装置の稼働率は 50%未満ですが、逆に高級品・高付加価値品の供給能力は不足しており輸入に大きく依存しているという、余剰と不足が共存する構造になっています。また、格段に進歩したものの技術レベルや、産業構造、国際競争力といった点で改善機会があります。

また、CO2 削減、エネルギー転換、電力革命 (電気自動車の普及) といった目標、製品需要の伸びや転換点に違いがあるといった状況の中で、中国の石油精製・石油化学産業は一貫した対策を講じています。これらには、省エネルギー、新エネルギー源の統合、従来の石油から特殊製品への移行、生産能力の統合と施設のアップグレード、CCUS の導入、グリーン水素製造が含まれます。さらに、原材料の多様化とリサイクル (循環経済) を計画しています。

中国の石油・石油化学業界は進化しています。そして、将来に向けて、持続可能で革新的で、世界的な競争力を維持できるよう取り組んでいます。

### ③ 日本：日本のカーボンニュートラル政策と石油産業の動向

日本のカーボンニュートラル政策におけるポイントは、まず、カーボンニュートラルの目標を示した2020年の「カーボンニュートラル宣言」です。2050年までにカーボンニュートラルを達成する、2030年までにCO2排出量を2013年比46%削減するという目標の達成に向けて、具体的な政策が動き始めています。また、カーボンニュートラルに向けたエネルギー転換の方向性を示した「第6次エネルギー基本計画」、そして、カーボンニュートラルの実現を果たすための「グリーン成長戦略」と、その具体的施策である「グリーンイノベーション基金」、「グリーントランスフォーメーション推進法」が重要です。

そして、日本におけるカーボンニュートラルへの取組は石油業界でも進められています。国内石油製品需要がピークに達した2000年以降、石油精製能力は年々削減され、会社統合も進み、さらにカーボンニュートラルの影響により国内石油製品需要は今後も大幅に減少すると予想される石油業界では、経営戦略の一環としてカーボンニュートラル活動が推進されています。具体的には、「再生エネルギーの電源開発・サプライチェーンの構築」、「水素、次世代燃料などのカーボンニュートラル燃料の技術開発・事業化」、「CCS・リサイクルの事業化」、「新規分野の事業化」であり、特に共通しているのはカーボンニュートラル燃料に関する技術開発・事業化です。コスモエネルギーHDは日本の石油会社で初めてSAF製造・供給に取り組み始めました。ENEOSは合成燃料のプロセス開発をしています。出光興産では海外のHIF社とアライアンスを締結して合成燃料普及に貢献しようとしています。また、JPECでは液体合成燃料の製造、プラスチックの資源循環、ペトロリオミクス技術などを活用した環境負荷の低減と製油所操業の最適化、水素ステーション等の安全性の担保・規制の適正化を進めています。

## 4. 技術講演（石油精製の技術と発展）

### ① 韓国：世界的石油精製の見通し

2022年に1億200万BPDだった世界の石油精製能力は、2050年までに1億1,500万BPDに達するでしょう。2022年の世界の石油精製能力の内、アジアは37%の3,760万BPDであり、2020年から2050年の間にアジアでは1,040万BPD追加されると見込まれます。

そのアジアの2022年から2050年までの動きを地域別に見ると、東アジア（日本、中国、韓国）では、石油精製能力は2,600万BPDから3,000万BPDへ増加し、二次装置能力は1,160万BPDから1,590万BPDへ増加すると予想されます。製油所の稼働率は78%から、世界的な需要の落ち着きと石油精製能力の追加により72%へ低下するでしょう。東南アジア（主要国はインドネシア、マレーシア、タイ、ベトナム、オーストラリア、ニュージーランド）では、石油精製能力は600万BPDから740万BPDへ増加し、二次装置能力は170万BPDから200万BPDへ増加すると予想されます。製油所の稼働率は68%から2025年までに67.1%へ低下し、予測期間中同様のレベルが続くと見られます。南アジア（主要国はインド、パキスタン、バングラデシュ、スリランカ）では、石油精製能力は570万BPDから950万BPDへ増加し、二次装置能力は230万BPDから400万BPDへ増加すると予想されます。製油所の稼働率は100%から2025年までに96.9%へ低下し、その後同様のレベルが続くと予想されます。

アジア地域内の製品の流れですが、東南アジアでのガソリン不足は、2022年の70万BPDから2027年までに80万BPDに増加し、東アジアからの輸入でこの地域の需要を満たすこととなります。東南アジアでのディーゼル燃料の不足は、2022年の30万BPDから2050年までに90万BPDへ増加し、南アジアと東アジアからの輸入でこの地域の需要を満たすこととなります。



## ② 中国：石油精製・石油化学産業の移行期における原油接触分解からオレフィンへの技術開発

新エネルギー車とエンジン効率の技術進歩により精製能力は構造的に過剰になる一方で、中国のエチレン需給ギャップ（供給不足）は 2025 年に 1,000 万トンと予想されています。エネルギー消費構造の変化に伴い、ポイントは石油製品の供給確保や品質向上から、基礎化学原料や新規化学原料、特徴ある製品の生産へと移行していきます。そうした中、Crude Oil to Chemicals (COTC) 技術が、今後の新たな製油所にとって第一の選択肢になるでしょう。化学品の収率は、燃料油製造製油所で 5~10%、精製石化統合製油所で 17~20%に対して、COTC を使用する製油所では 40%以上となります。

COTC の特徴は常圧蒸留や減圧蒸留などの精製設備を削減し、工程を大幅に短縮することです。代表的なのがエクソンモービルとサウジアラムコの技術です。エチレン+プロピレンの収率は、それぞれ 35~42%、37~41%です。中国石油化工(シノペック)の技術も工業試験を完了し、エネルギー消費量が Crude Oil Steam Cracking to Chemicals 技術よりも少ない Crude Oil Catalytic Cracking to Chemicals 技術で、エチレン+プロピレンの収率は 33%となります。

そして、石油を減らして化学品を増やすという目標を達成するために、中国石油（ペトロチャイナ）も独自に、クラッキング原料としてパラフィンベースの電気脱塩原油 (electro-desalted crude oil) を使用し、成熟した接触分解システムを基礎として、「小さな分子はクラッキングしにくく大きな分子はコーキングしやすい」という難しさと、「C-C 結合と C-H 結合」の切断と結合という科学的な問題を解決することにより、短工程かつ低エネルギー消費で炭素排出量を削減することができる Crude Oil Catalytic Cracking to Low Carbon Olefins CTP (Complex raw material to catalytic Pyrolysis) 技術を開発しました。中国石油は触媒機能材料の開発、担持触媒の製造、新規リアクターの設計、運転領域の最適化を通じて、(1) 1 回の変換で低炭素数オレフィン（エチレン+プロピレン）の収率 35%以上、(2) エチレン生成物とプロピレン生成物の比率の調整、(3) 化学品の収率 70%以上、を達成しました。現在、CTP 技術の触媒は中国の製油所の接触分解装置に適用されており、エチレン+プロピレンの収率は参照する触媒と比較して 20%増加しています。また、CTP 触媒を使用することで CO2 排出量が 30%減少しました。CTP 技術は、CO2 排出量を削減するための重要な技術ツールとなるでしょう。

## ③ 日本：千代田化工のプラントの運転・保全領域で活用されるデジタル技術

近年、プラント運転の利益最大化のために、AI などのデジタル技術の活用が注目されています。千代田化工は、1,800 件を超える EPC プロジェクトとその運用・保守を通じて蓄積してきたプロセス・ユーティリティシステムの改善・最適化、プラント設備の診断・評価、プラントの省エネルギー化などのエンジニアリングに関する知見と、AI・IoT といった最新のデジタル技術を掛け合わせることで、計測不可能な変数の可視化、動的運転における高効率なプロセス制御、異常運転状態の検出、柔軟な反応制御などに活用できる、EFEXIS と呼ぶ革新的なデジタルソリューション・技術を開発しました。

FCC 用の FCC-AIO は、取り込んだ運転データを元に反応モデルや CFD (数値流体力学) および AI を用いて現状の反応状態の可視化を行います。これにより触媒活性を安定化させ、且つ活性の低下を防ぐことで、製品収率の改善、触媒添加量の最適化を成し遂げ、収益の改善、運転コストの低減に寄与します。また、アフターバーンの発生を事前に予測し防止することで再生塔を保護し、アフターバーンの発生による運転停止を防ぐことができます。

Crude Distillation Unit Operation Optimizer (CDU Optima) は、処理合成原油の変更時の運転にお

いて属人化を避け、より早く良い状態に運転を安定させることで効率的な運転を成し遂げます。プロセスダイナミックシミュレータおよび深層強化学習という AI 技術を活用し、油種切替操作時の運転制約の中で、製品ロス最小化、省エネ、早期切替完了などの総合的な観点から、リアルタイムに最適な運転パラメータを提供します。

プラントの運転状態監視 AI は、熟練のオペレータの経験と知見に依存しているプラント運転の異常検知から対応までを AI およびエンジニアリング知見に基づいて解決します。小さなプロセス変動を AI が捉え、異常検知することで次のアクションにつなげる仕組みです。異常検知を行う AI には多量のデータから各種の相関を見出すデータ駆動的な手法の他に、物理モデルを用いた異常検知モデルも並行して活用することで、AI だけでは成しえなかった異常検知および推奨アクションの提示を行うことができます。この監視 AI により、運転で生じる異常へ迅速に対応することができるようになります。

#### ④ 韓国：SHAHEEN プロジェクトの紹介

S-OIL の事業ポートフォリオは、燃料油事業が主体で化学品事業は少量安定で推移しています。しかしながら、世界的にエネルギー転換が加速しています。一方で、石油化学製品の世界的な需要は長期的に着実に増加すると予想されており、増加する需要に対応するには生産能力の追加が必要です。こうした背景の中、S-OIL は SHAHEEN プロジェクトを通じて石油化学事業の拡大を図り、石油化学事業の更なる多角化の基盤を築いていきます。

SHAHEEN プロジェクトは、競争力を持って石油化学事業の拡大を実現する世界最大の製油所一体型スチームクラッカー建設プロジェクトです。年間生産量は、エチレンが 580 KTA、プロピレンが 770 KTA、ブタジエンが 200 KTA、ベンゼンが 280 KTA、低密度ポリエチレンが 880 KTA、高密度ポリエチレンが 440 KTA となります。プロジェクトの場所は既存の製油所に隣接しており、EPC は 2023 年から開始され、2026 年上半期までのメカニカル・コンプリーションを目標としています。

そして、SHAHEEN プロジェクトでは、TC2C (Thermal Crude to Chemicals) 技術が世界で初めて実用化されます。これは、従来のプロセスよりも簡素化された原油変換プロセスです。原油から直接、スチームクラッカーへ供給する LPG とナフサ（それと低硫黄重油）を生産します。従来のプロセスに比べて、化学品の収率は 70% 向上し、CAPEX と OPEX は 30~40% 削減されます。

SHAHEEN プロジェクト完了後、S-OIL は精製と化学の統合を通じて、長期的なエネルギー転換に備えた、業界をリードする競争力を確保することができます。事業ポートフォリオにおける化学品の比率は 12% から 25% へ増加します。また、エネルギー最適化設計を SHAHEEN プロジェクトへ適用しており、競争力のある生産コストを実現することができます。マージンの改善は 2027 年で  $4.5 + \alpha$  \$/B と推定されます。

### 5. 技術講演（カーボンニュートラルに向けた石油産業の戦略と技術）

#### ① 中国：石油化学産業の低炭素技術開発

近年、中国の製油所の精製能力は過剰状態です。しかも、新エネルギー車の進展により今後のガソリン・ディーゼル市場は縮小していくでしょう。そうした中、製油所のケミカルシフト（化学品生産への転換）は避けられない傾向です。化学品生産を最大化すると、CO<sub>2</sub> 排出量は 4 倍以上増加しますが、一方でライフサイクルでの CO<sub>2</sub> 排出量は 50% 以上減少します。CO<sub>2</sub> 排出量は、国家—産業—企業レベルで

総合的に計画しバランスをとる必要があります。

典型的な製油所における CO2 排出量の 55%は設備での燃焼によるもので、25~30%が触媒分解、5-10%が水素製造からのものです。製油所の CO2 排出量削減のためにはこれを踏まえ、製油所全体のエネルギー効率を高める必要があります。中国石化石油化工科学研究院では、それに資する様々な技術を開発し適用しています。水素エネルギー技術やバイオマス燃料技術といった低炭素技術、低炭素排出 FCC 触媒や低炭素排出水素化分解といったプロセス炭素削減技術、熱交換ネットワークや蒸気動力システムの最適化といったエネルギー効率利用技術、廃プラリサイクルや水素システム最適化といった資源効率利用技術、そして、炭素管理と低炭素コンサルティングです。

例えば、FCC 触媒添加量を最小化することで CO2 排出量を 10%削減することができました。ディーゼル燃料の水添脱硫装置の水素量を 20%削減することができた事例の CO2 排出量削減量は、年間 2 百万トンの装置で年間 45,000 トンに相当します。新たな水素化分解技術では、クエンチ水素をほぼ 100%、中圧蒸気使用量を 11.7%、燃料ガス使用量を 21.2%削減しました。また、水素システム最適化により、製油所全体の水素利用効率性を 5.5%改善し、CO2 排出量を年間 161,300 トン削減しました。また、VISPRO と呼ぶ炭素管理ツールでは、製油所全体の CO2 排出量管理、CO2 排出フローの最適化による CO2 排出量、全製品のカーボンフットプリントの自動計算ができます。

このように、ケミカルシフトの段階にある製油所の CO2 排出傾向を定量的に捉え、製油所の低炭素化のための技術サポートを展開しています。

## ② 日本：出光興産のカーボンニュートラル 2050 への挑戦

出光興産は、2020 年 10 月の日本政府による「2050 年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち 2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」との宣言を踏まえ、2050 年までのカーボンニュートラルに向けたロードマップを策定しました。CO2 排出量の削減とネガティブエミッション（CCS や森林吸収等）の取り組みを進め、2050 年に自社操業に伴う排出量（Scope1+2）の CO2 排出ネットゼロ（CN）を実現し、サプライチェーン全体での排出量（Scope3）においても、産業活動・一般消費者向けのソリューションを提供することで、CN を目指します。

2050 年には“CN 社会前提のエネルギーシステム”、“循環型社会の定着”、“非連続的な技術革新”が進むとの環境認識のもと、事業領域を既存の燃料油、基礎化学品、高機能材、資源、電力・再生エネルギーの 5 つから、多様で地球環境にやさしい CN エネルギーの安定供給を行う「一歩先のエネルギー」、産業活動・一般消費者向けの CN ソリューションを提供する「多様な省資源・資源循環ソリューション」、地域の暮らしを支える多様なエネルギー&モビリティ拠点とする「スマートよろずや」の 3 つの事業領域へ再編・集約し、「人びとの暮らしを支える責任」と「未来の地球環境を守る責任」を果たして参ります。

「一歩先のエネルギー」では、既存の石炭火力、内燃機燃料油、航空機燃料をバイオ燃料、次世代燃料（水素・アンモニア等）、CN 燃料（合成燃料等）に転換していきます。また、7 つの製油所・事業所設備を活用し、各地の特色と需要に応じた CNX（carbon neutral transformation）センター化を進めていきます。例えば、徳山事業所では既存設備を活用したアンモニア輸入基地化並びにクリーンアンモニアのサプライチェーン構築を検討しています。また、SAF（持続可能な航空燃料）については、2030 年に年間 50 万 KL の国内生産体制の構築を検討しています。併せて SAF 生産用のバイオマス原料の開発、

合成 SAF の開発にも取り組んでいます。

## 6. 技術講演（環境に優しい石油産業）

### ① 韓国：韓国の輸送分野におけるカーボンニュートラルに対するバイオ燃料の位置付け

世界各国が死活問題として GHG（温室効果ガス）排出量削減に取り組む中、韓国は NDC（Nationally Determined Contribution: 国が決定する貢献）目標を上方修正し、2030 年の GHG 排出量を 2018 年比 40%削減して 4 億 3,660 万トンとすることを提案しています。輸送分野においては、排出量は 2018 年の 9,810 万トンから 2030 年には 6,100 万トンへと 37.8%削減するとしています。

この高い目標を達成するために、最も現実的で確実なのはバイオ燃料の利用拡大です。各分野で多くの努力が払われています。(1) 道路分野におけるバイオディーゼル混合比率の向上、(2) 海運分野における環境配慮型船舶（バイオ燃料、LNG、ハイブリッド、メタノール等）の配備や運航の最適化などの船舶エネルギー効率の向上、(3) 航空分野におけるバイオジェット燃料の供給と航空機の運航効率の向上に向けた取り組み等です。韓国政府は 2022 年 10 月に「バイオ燃料拡大計画」を発表し、道路分野だけでなく、あらゆる輸送分野（道路、航空、海運）でのバイオ燃料の供給拡大を目指しています。

また、韓国は 2023 年 7 月の「バイオエコノミー 2.0 ロードマップ」の発表を通じて、バイオ燃料産業の発展を支援するための法規制の改正と、新たなバイオ燃料の実証事業を実施しています。2023 年 8 月にはバイオジェット燃料を活用した初の航空機運航実証事業を実施し、9 月にはバイオディーゼルを活用した環境配慮型船舶の実証事業を開始しました。

また、輸送分野におけるカーボンニュートラルに向けたバイオ燃料の開発・商業化の推進に加え、関連する国内・国際規格の開発に向けた標準化基盤の構築も推進しています。現在、バイオ燃料に関する韓国の規格（KS: Korea Standards）は道路分野だけの 5 種類ですが、今後、航空と海運分野へも広がっていく予定です。

### ② 中国：中国石化石油化工科学研究院におけるバイオベース化学品の研究開発

重要な再生可能資源の 1 つであるバイオマスは、カーボンピークアウトとカーボンニュートラルの目標を達成するプロセスにおいて重要な役割を果たします。バイオマス利用には主にエネルギー利用と物質利用があります。エネルギー利用の分野において中国石化石油化工科学研究院は、バイオディーゼル、バイオ燃料（SAF/HVO）、バイオ灯油の研究開発をしてきました。大手石油会社はこれまで多くのバイオマス発電所、バイオディーゼルプラント、バイオジェット燃料プラント、バイオエタノールプラントなどを建設しています。

一方、バイオマスの物質利用の進歩は比較的遅く、課題はバイオマス資源の組成の高い不均一性・多様性とバイオベースケミカルに要求される高い均一性とギャップにあります。しかし、中国石化石油化工科学研究院は、ディーゼル耐摩耗添加剤、流動点降下剤、薬品といったバイオベースケミカルの研究開発も進めています。商業化を意識し、品質要求を満たすだけでなくコスト競争力を確保するために、(1) 安価な原材料を使用して原材料コストを削減する (2) 原材料のグレーディングと分離を他の製品プロセスと組み合わせる (3) バイオマスの特殊な構造を利用して他の方法では生産が困難な高付加価値製品を生産する、といった工夫をしています。

オイルベースケミカルの分野においては、異なる脂肪酸メチルエステル（FAME）を分別する複数の手



法からなるプラットフォーム技術と、高純度の FAME から化成品を製造する技術を開発しました。開発された製品には、ディーゼル潤滑添加剤、ダイマー酸メチルエステル、高純度オレイン酸メチルエステル、バイオベース潤滑剤、アゼライン酸、およびアルキルグリセロールエーテルが含まれます。

シュガーベースケミカルの分野では、主に 2 つの主要な糖プラットフォーム化合物、つまり 5-ヒドロキシメチルフルフラールと 2,5-フランジカルボン酸の製造に焦点を当てています。

### ③ 日本：スーパーリーンバーン条件におけるリーン限界を拡大する燃料組成に関する研究

GHG 排出量低減には内燃機関の熱効率向上が急務であり、空気過剰率 2.0 以上の燃料希薄状態で運転するスーパーリーンバーンが注目されています。燃焼温度が低いためエンジン筒内から熱が逃げることによる冷却損失が低減され、空気量が多くなることで比熱比が高くなり熱効率向上が期待できます。一方で問題点は、空気過剰率を高めすぎた場合に燃焼が不安定になることです。そこで、スーパーリーンバーンに適した燃料の組成を研究し、以下の知見が得られました。

適切な燃料組成により、燃料の燃焼速度と難燃性が改善しリーン限界（燃焼が不安定になり失火が発生する限界の空燃比）が高まります。例えば、イソパラフィン、オレフィンを軽質に変更するとリーン限界が拡大しますが、ノルマルパラフィンを軽質にするとリーン限界が縮小します。さらに、成分を重質に変更したり芳香族分を増加させたりするとリーン限界が縮小します。また、高い層流燃焼速度を持つ成分は燃焼期間を短縮させ、リーン限界を拡大できる可能性があると考えられます。加えて、リーン限界を高めるには、燃焼だけでなく高負荷域でのエンジン運転を可能にする耐ノック性の向上も必要です。

製油所基材を使用した次のステップでは、燃焼改善と耐ノック性の両方の特性を持った基材が存在することが分かりました。リーン限界を拡大するためには、燃焼時間の短縮と RON のバランスが良い基材を選択する必要がありますが、燃焼速度の低い芳香族分を低減し、RON を向上させるエタノールや ETBE の混合が有効であると考えられます。

最後に、基礎研究で得られた知見を応用して製油所基材を用いてスーパーリーンバーンに適した燃料を設計・製造し、評価したところ、既存ガソリンに比べてリーン限界が拡張され、熱効率が最大 4.6% 向上することを示しました。バイオ燃料の使用による炭素強度の削減効果と合わせて、Tank-to-Wheel（燃料タンクから車輪（走行）まで）ベースでの CO<sub>2</sub> 排出量を最大 35.8% 削減することが可能になりました。

これらの研究成果は、カーボンニュートラル社会において重要な役割を担う合成燃料の品質設計に応用することができます。

## 7. むすび

今年度の日中韓石油技術会議は、昨年度に引き続きオンラインで開催され、昨年度以上の 200 名を超える方々にご参加いただきました。

本会議は 2007 年に始まり、今年度で 16 回目になりますが、そのテーマは石油産業を取り巻く環境変化を踏まえ変遷しています。第 1 回のメインテーマは重質油・重質原油処理技術でしたが、今回のテーマは石油精製技術関連と環境負荷削減関連に大別されます。これは、化石燃料を含むエネルギーの安定的かつ適切な供給の確保とカーボンニュートラルに向けた取組の推進を同時並行で図っていくことが

必要であるとの世界的な共通認識を反映しています。今後もそうした社会的背景・要請を踏まえたテーマ設定のもと、日本、中国、韓国の技術交流を発展させ、相互交流と相互理解をますます進めるべく、本会議を継続開催していく予定です。

以上

(お問い合わせ先)

一般財団法人石油エネルギー技術センター 調査国際部 [jrepo-0@pec.j.or.jp](mailto:jrepo-0@pec.j.or.jp)

本調査は、一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）が資源エネルギー庁からの委託により実施しているものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright 2024 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved

# The 16th K-C-J Petroleum Technology Congress

Date: November 2 (THU), 2023

Schedule

Time (Tokyo)	Presentation Titles	Presenters	Country
<b>Opening Ceremony</b>			
09:30-09:35 (5')	Opening remarks	<b>Kyeongheum Lee</b> Executive Director Business, K-PETRO	KOREA
09:35-09:40 (5')	Opening remarks	<b>XU Fengyin</b> Deputy President, CPS	CHINA
09:40-09:45 (5')	Opening remarks	<b>Naoto Takahashi</b> Executive Director, JPEC	JAPAN
<b>Keynote Speech (30min Speaking and 10min Q&amp;A Each)</b>			
09:45-10:25 (40')	<b>Strategy for Propulsion System to Achieve Net Zero CO<sub>2</sub> Emissions</b>	<b>Kyoungdoug Min</b> Professor, Advanced Automotive Research Center, Seoul National University	KOREA
10:25-11:05 (40')	<b>Status and Trends of China's Refining and Petrochemical Industry</b>	<b>Cao Jianjun</b> Vice Chief Engineer, SINOPEC Economics & Development Research Institute Company Limited	CHINA
11:05-11:45 (40')	<b>Carbon Neutral Policy and Oil Industry Trends in Japan</b>	<b>Hideaki Koga</b> Director, Energy Information and Global Affairs Department, JPEC	JAPAN
11:45-11:50 (5')	Break time		
<b>Session I . Petroleum refining technology and developments (20 min Speaking and 10 min Q&amp;A Each)</b>			
11:50-12:20 (30') <b>1-1</b>	<b>Global Refining outlook</b>	<b>John E. Paisie</b> President, Stratas advisors	U.S.A
12:20-13:20 (60')	Lunch Break		
<b>Session I . Petroleum refining technology and developments (20 min Speaking and 10 min Q&amp;A Each)</b>			
13:20-13:50 (30') <b>1-2</b>	<b>Technical Development on Crude Oil Catalytic Cracking to Olefins under Refining &amp; Chemical Industrial Transition</b>	<b>Zhang Zhongdong</b> Senior Engineer, Fundamental Science & Advanced Technology Lab, PETROCHINA Petrochemical Research Institute	CHINA
13:50-14:20 (30') <b>1-3</b>	<b>Plant Digital Transformation Journey with Chiyoda Operation &amp; Maintenance Solutions</b>	<b>Hideki Sato</b> Process Engineer and Data Scientist, AI Engineering Department/ Frontier Business Division , Chiyoda Corporation	JAPAN
14:20-14:50 (30') <b>1-4</b>	<b>Introduction of Shaheen Project</b>	<b>Jinwoo Park</b> Team Leader, Facility Planning Team, S-OIL	KOREA
14:50-14:55 (5')	Break time		
<b>Session II . Strategy and technology of petroleum industry for carbon-neutrality (20 min Speaking and 10 min Q&amp;A Each)</b>			
14:55-15:25 (30') <b>2-1</b>	<b>Analysis of Low Carbon Development Path of Petrochemical Industry</b>	<b>Wu Hao</b> Director, Research Center of Low Carbon, SINOPEC Research Institute of Petroleum Processing Co., Ltd.	CHINA
15:25-15:55 (30') <b>2-2</b>	<b>Challenge toward Carbon Neutrality 2050 in Idemitsu</b>	<b>Kazuya Goto</b> Manager, Hydrogen Economy Business Promotion Section, Carbon Neutral Transformation Department, Idemitsu Kosan Co., Ltd.	JAPAN
15:55-16:00 (5')	Break time		
<b>Session III. Eco-friendly petroleum industry (20 min Speaking and 10 min Q&amp;A Each)</b>			
16:00-16:30 (30') <b>3-1</b>	<b>Biofuels Status for Carbon Neutrality at Transport Sector in Korea</b>	<b>Jin-woo Doe</b> Researcher, Research & Development Department, K-PETRO	KOREA
16:30-17:00 (30') <b>3-2</b>	<b>R&amp;D on Bio-based Chemicals in Research Institute of Petroleum Processing, SINOPEC</b>	<b>Zeng Jianli</b> Researcher, Research Center of Renewable Energy, Sinopec Research Institute of Petroleum Processing Co., Ltd.	CHINA
17:00-17:30 (30') <b>3-3</b>	<b>Research of Fuel Components to Expand Lean-limit in Super Lean Burn Condition</b>	<b>Manabu Watanabe</b> Researcher, Fuels R&D Group, Sustainable Technology Center, Central Technical Research Laboratory, ENEOS Corporation	JAPAN
17:30	Closing		