

JPEC News

Japan Petroleum Energy Center News

2018.1

CONTENTS

年頭に寄せて_____1

■特集

◎国際会議「第10回日中韓石油技術会議」報告_____4

■トピックス

「革新的石油精製技術のシーズ発掘事業」_____15

「2017年JPECニュース年間掲載記事一覧」_____18

一般財団法人石油エネルギー技術センター
ホームページアドレス <http://www.pecj.or.jp/>

編集・発行 一般財団法人石油エネルギー技術センター
〒105-0011
東京都港区芝公園2丁目11番1号
住友不動産芝公園タワー
TEL 03-5402-8500 FAX 03-5402-8511



年頭に寄せて

理事長 月岡 隆

明けましておめでとうございます。

旧年中、賛助会員をはじめ関係者の皆様には、当センターの事業運営に関し、多大なご支援ご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

本誌新年号の刊行に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

昨年の世界経済は、+3.6%（実質経済成長率）と年初の予想を上回る結果となりました。

原油価格（ドバイ）は、おおむね 50 ドル台前半でスタートし、6 月には 40 ドル台に落ち込んだものの、OPEC 及び一部非 OPEC の協調減産による供給過剰の縮小効果もあり、年末には 60 ドルを超える局面もみられました。総括すれば比較的安定した価格推移を見せた 1 年でした。

11 月に開催された COP23（国連気候変動枠組条約第 23 回締約国会議）においては、すでに発効しているパリ協定におけるルール策定に向けた取り組みが行われ、当初の計画である 2018 年の COP24 に間に合うようにルール作りが進められました。この結果によっては、より CO₂ 排出量の少ない燃料へのシフトが加速する可能性があります。

一方で、世界のエネルギー需要の多くを占める石油は、景気の拡大や経済成長の維持には不可欠であり、OECD 諸国では減少するものの非 OECD 諸国においては増加し、今後も着実な伸びを示すことが予想されています。

国内に目を転じますと、石油製品の需要は、ピーク時と比較して 30%近く落ち込んでおり、今後も更に減少することが予想されています。一方で、石油は 2030 年においても一次エネルギー供給の 3 割を占める重要なエネルギーであると同時に、エネルギー供給の「最後の砦」と位置付けられており、石油の安定供給は国のエネルギー安全保障にとって重要課題であることに変わりはありません。

業界としても、日本のエネルギー安全保障を支えるに足る安定的な事業基盤を維持するため、エネルギー供給構造高度化法への対応をはじめ、製油所の国際競争力強化や業界が抱える様々な構造的課題の解決に向けて取り組んでおります。

かかる事業環境のもと、当センターは、『石油エネルギー資源分野における技術開発プラットフォーム』として、より効率的かつ安定的なエネルギー供給を通じ、国民生活の向上に寄与すべく、製造技術開発・燃料利用技術開発・情報収集調査事業に取り組んでまいります。

特に本年は、以下の 5 点を重点テーマとして着実に推進いたします。

- (1) 石油精製の高付加価値化等に関する技術開発
- (2) IoT 技術を活用した産業保安システムの技術開発
- (3) 水素ステーション本格普及に関する技術開発
- (4) 自動車用燃料及び船用燃料利用技術に関する研究
- (5) 石油・エネルギーに関する情報収集・調査・提供

石油精製の高付加価値化等に関する技術開発は、昨年度から開始した新たな事業において、これまで培ってきたペトロリオミクス技術を活用し実用化するステージに移行しています。安価な原料から高付加価値製品の生産比率を高める石油のノーブルユースや精製設備の稼働信頼性を高めるための課題にペトロリオミクス技術を適用していきます。

また、製油所の国際競争力強化の観点から、精製設備の稼働信頼性向上につながる技術開発を行ってまいります。具体的には AI（人工知能）などを利用した高度な解析技術を、業界共通で利用可能とするプラットフォームを構築して、評価していきます。

水素利用に関してはその飛躍的拡大に向け、超高圧水素技術を活用した低コスト水素供給インフラ構築に向けた研究を実施し、規制見直しやステーション整備・運営コストの低減につながる技術基準策定を行ってまいります。

燃料利用技術に関する研究では、自動車用燃料に対する分解ガソリンや分解軽油の利用拡大を目指した取り組みに加えて、2020 年から施行される船用燃料の低硫黄化規制に対応する取り組みを実施してまいります。

情報収集調査事業では、我が国石油企業や製品の国際競争力に影響を与える競合諸外国の技術動向や、環境規制、石油製品の品質規制など国際市場に流通する石油製品に係る規制動向などの調査・分析を行い、エネルギー政策及び企業戦略立案に資する情報をタイムリーに提供してまいります。

こうした事業に加え、昨年末に立ち上げた「次世代石油エネルギービジョン研究会」において、中長期的な石油産業のビジョンおよび技術戦略マップの策定を進めます。

当センターでは、今後も石油が主要な一次エネルギーであり続けることに鑑み、石油が持つ優位性と利便性を広く訴えとともにその効率的活用を追求し、更なる高度利用の実現に向け、革新的な技術開発を進め、使命である国民生活の発展とエネルギー安定供給に貢献してまいります。

賛助会員をはじめ関係者の皆様におかれましては、今後とも、当センターの取り組みに対し、倍旧のご支援ご協力をお願い申し上げますとともに、合わせて皆様のますますのご健勝を祈念いたしまして、年頭のご挨拶といたします。

特集

国際会議 「第10回日中韓石油技術会議」報告

1. はじめに

日中韓石油技術会議は、当センター、中国石油学会および韓国石油管理院主催のもと、日本、中国、韓国3カ国の石油エネルギー政策、最新の石油関連技術、研究成果を発表し、相互の技術向上、情報と技術交流の場を目的として、輪番制で年1回開催しています。第10回日中韓石油技術会議を昨年10月に東京にて開催いたしました。本年度の会議は、基調講演の「各国のエネルギー政策と課題」、技術講演の「石油精製・触媒技術」、「燃料品質」、「環境関連」合わせて17件の講演が実施され、日本、中国および韓国より約60名以上（24機関）の参加者となりました。各講演では、活発な質疑応答、意見交換がされ、充実した会議となりました。なお、来年度の第11回日中韓石油技術会議は、中国の広東省/惠州で開催する予定です。

2. 会議概要

（1）開催日

平成29年10月31日（火）～11月2日（木）

（2）主催

一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）

共催 中国石油学会（CPS）、韓国石油管理院（K-Petro）

（3）会場

10月31日（火）、11月1日（水）

一般財団法人 石油エネルギー技術センター

11月2日（木）

訪問先① 一般財団法人 石油エネルギー技術センター 石油基盤技術研究所

訪問先② トヨタ ミライ ショールーム

(4) 参加者

- ① 日本：一般財団法人石油エネルギー技術センター 中野専務理事他
石油連盟 杉山 企画部 企画渉外グループ長 他 2 社
講演：6 件（石油連盟、JXTG エネルギー株式会社、テックプロジェクトサービス株式会社、
当センター調査情報部、石油基盤技術研究所（2 件））
- ② 中国：中国石油学会 Jin Zhijun 副会長、Zhang Baoji 事務局長他
講演：6 件（SINOPEC Research Institute of Petroleum Processing（4 件）
Petrochina Petrochemical Research Institute、
CNOOC Oil & Chemicals Co. Ltd）
- ③ 韓国：韓国石油管理院 Ju-young Cho 経営理事 他
講演：5 件（K-Petro（2 件）、Gs-Caltex、Hyundai Oilbank、SK Innovation）



石油会議会場にて日本・中国・韓国の講演者および参加者

3. 会議内容

(1) セッション 1 基調講演

① 日本 日本の石油産業の現状と今後の取組み

日本の石油産業は、構造的な石油需要の減少という厳しい事業環境に直面していますが、引き続き石油の安定供給の責務を果たすため、石油の更なる有効活用、製油所の競争力強化などの取組みを進めています。具体的な取組事例としては、2010 年度以降、高度化法に基づき常圧残油（AR）や減圧残油（VR）をアップグレーディングする設備能力の装備率向上に取り組んできました。今後は、設備の更なる有効活用を

促す観点から、分解設備等でのV Rの処理量向上を目標として取組みが進められる予定です（2017年8月末時点）。

また、石油製品の利用に伴う環境負荷を低減する観点から、国内では大気環境改善に向けたVOC排出量の低減、国際的には船用燃料の低硫黄化（IMO規制）などにも対応していく必要があります。

この他、持続可能性に配慮したバイオ燃料の利用、省エネを通じた地球温暖化対策、緊急時対応力の強化などの取組みを進めることにより、エネルギー政策の3つの基本方針（3E。安定供給の確保、経済性の確保、環境への適合）の同時達成に貢献していかなければならないことを報告しました。

②中国 中国の変換した石油需要と関連する技術開発

2016年の中国原油の輸入依存度は65%を超え、過剰な原油処理能力と需要となっています。製油所間のコスト競争は、激しさを増し、適正化が困難となっています。一方、大気汚染防止から、ガソリンと軽油の国VI、船舶燃料油や石油コークスの燃料品質が厳しくなっています。

中国国内の石油需要は、ガソリンが増加し、軽油が減少する傾向の変化が発生している中で、コスト競争、環境保全といった問題を製油所は抱えています。

SinopecのRIPPは、FCCのガソリン得率、軽質留分、コーク得率を改善したIHCCプロセスを開発しました。IHCCは、ガソリン得率の改善を目的としたプロセスであり、従来のFCCに比べて、ガソリンと軽質留分の得率を10%以上改善したことを実際の商業運転で実証しました。LTAGプロセスは、FCCで生産されたLCOを水素化処理、分解によりガソリンを生産するプロセスです。SHMPは、VGOから石化原料であるエチレン、プロピレン、BTXを生産するプロセスであり、プロピレン得率を27.9%、石化原料得率を43%まで改善しました。低硫黄の船舶燃料油、石油コークの生産は、開発中であることを報告しました。

③韓国 韓国石油産業の現状と課題

これまで韓国の石油産業は、莫大な投資をしてきました。原油全量を輸入している中で、港湾インフラ整備、コンビナートで発展してきました。世界原油処理能力トップ5の製油所に韓国の3製油所が含まれます。製油所競争力を見ると、ソロモン調査では韓国製油所を100とした場合、日本、欧州、北米は100以上となっており、韓国の製油所のコスト優位性が見えます。大規模な港湾設備のインフラ投資、エネルギー効率を向上、大規模生産により輸出産業を形成し、現在、韓国石油会社4社で約70か国に石油製品を輸出しています。製油所の輸出売り上げにおいて、2003年は全体の37%、2016年は54%まで増加しました。

RFS法において、2030年までに11%を再生可能エネルギーとする計画を進めています。2007年からバイオディーゼルの混合を開始しました。当初、補助金によりコストアップ分を相殺できましたが、2010年以降、補助金が廃止され、2015年からRFS法が施行、義務比率が2.5%に変更されました。2018年1月から3.0%に変更されます。最終的には5%まで上げる予定です。コストアップ分を製品価格に転嫁するのは困難であり、RFSは石油産業にとって脅威となっています。

ソウルのPM2.5は、東京、ロンドンよりもかなり高く、産業部門の排出が38%、海外の影響が55%となっています。政府政策は、2020年までに国内発生量を30%削減、新規石炭発電・ボイラー設置を廃止、LNGへ代替するが、鉄鋼・セメント業界に大きく影響することを報告しました。

(2) セッション2 石油精製・触媒開発

①日本 LCO のアップグレーディングプロセスの開発

流動接触分解装置にて生産される中間生成物（LCO:Light Cycle Oil）を石油化学原料にアップグレーディングするため、LCO から重質ナフサを生産できる LCO 水素化分解プロセスを新規に開発しました。プロセス開発にあたっては、LCO 水素化分解に適した触媒の開発、および多環芳香族を多量に含む LCO 処理時の反応塔内の発熱制御が課題でした。これらの課題を解決するため、触媒開発において、新規ゼオライトの採用により高分解活性かつ重質ナフサ選択性の高い分解触媒の開発に成功しました。また、発熱制御においては、高圧パイロット装置を用いた反応試験をベースとして詳細な反応モデルを構築し、発熱予測ならびに充填触媒の最適化を実施しました。これらの検討内容を商業装置のプロセス設計や運転方法に反映させ、商業生産開始に至ったことを報告しました。

②中国 ZCA-1 固体酸触媒を用いたアルキレーション技術

イソブタンのアルキル化生成物は、高オクタン価、低蒸気圧、低アロマ、低硫黄分を有するガソリン基材として有用です。現在、触媒として硫酸や HF がアルキル化に使用されていますが、硫酸は、安全性、環境、取り扱いに問題があります。

そこで、Sinopec は、環境に優しく、安全なアルキレーションプロセスを開発しました。RIPP が開発した AIB 固体酸触媒を用いて、触媒再生を兼ねた固定床反応装置による ZCA-1 触媒のアルキレーションプロセスを開発しました。触媒の多孔性、酸度、高活性、コーキングに強く、寿命の長い触媒により高い選択率を有する生成物を生産できます。10,000 時間を超えるパイロットプラントで実 C₄原料を用いて高い触媒活性を有することを実証しました。

そして、2015 年「Sinopec Yanshan Company」にて 100t/a の ZCA-1 プロセスのデモプラントを設置し、4,000 時間の実証化テストを実施しました。テストの結果、RON 95～98、MON 92～94、アルキル化収率が 2.0 ポイント上昇しました。ZCA-1 触媒のアルキレーションプロセスは、従来法に比べて、低反応温度、高品質の生成物、高オクタン価、低投資と低エネルギー消費量であることを実証しました。

本プロセスは、近い将来、中国で 20 万トンまたは 30 万トンのプラントが商業化される予定であることを報告しました。

③韓国 安定した燃料油調製の方法

原油は、飽和分、芳香族分、レジン、アスファルテンの 4 つに分類されます。アスファルテンは、安定していない為、品質面で問題を発生させます。今回は、その 4 つの成分の相互作用について検討しました。燃料中の芳香族分が多くなると、アスファルテンが安定します。4 つの成分混合比を変えて安定性を見ると、芳香族分 40%以下のサンプルは、安定性が低いことが分かりました。また、芳香族分の低い低溶解性の基材に芳香族分の高い高溶解性の基材を入れるとアスファルテンの溶解性が向上しました。新しい留分の利用可能性、重質油の安定性を確認する為、配合比を変えてアスファルテンの安定性を見ました。現在、分子レベルで分析し、分子量、化合物の数を分析していることを報告しました。

④中国 FCC ライトナフサのエーテル化一連の技術開発と商業化への応用

2019 年 1 月より国Ⅵが開始される為、ガソリンのオレフィン分が規制されます。しかし、オレフィン配合比を減らすと RON が 2～3 ポイント低下し、RON が 93.6 から 90.6 に下がり、ガソリンの生産が不可となり、出荷が出来なくなります。そこで、エーテル化により RON を 2.5 ポイント高くすることができ、また、オレフィン分を減らすことができます。既に 9 製油所で導入されています。発熱反応の為、反応温度が高くなりすぎると転化率が下がる為、温度管理を検討しました。1 つの反応塔を 2 段とする方法、反応塔を 2 基とする方法、反応蒸留塔の方法がありますが、反応蒸留塔は設備投資が大きくなります。LNE 技術は、装置を集約させ、反応発熱の効率的な除去、2 つの並列した反応塔、ホットスポットの回避、エーテル純度が高いのが特徴であることを報告しました。

⑤韓国 石油コークス CFBC 灰の応用

石油コークス灰の有効利用として、アスファルトに石油コークス灰を添加すると、骨材の剥離防止剤として使用できますが、価格が高く使用が限定されています。石油コークス灰を肥料として使用する場合、原料に金属と硫黄が含まれないことが重要です。また、セメント基材として使用する場合、石油コークス灰は 40～55% の無水硫酸カルシウムを含んでいる為、セメント基材として有用であり、輸入した天然品 3%を混合して製品化しています。石油コークスの副産物を有効利用する研究例を紹介しました。

⑥中国 原油の分子工学&管理と製油所のスマート運用への応用

精製する原油が、重質化されている中で、製品の品質改善が必要です。石油の組成を詳細に分析し、メリットのある精製方法を見出す必要があります。分子の情報を入手する必要がある中で、特に重油の情報が重要です。全体プロセスの最適化とソフト・ハードの構成が重要となります。

分子レベルのデータバンクを作成し、反応性を突き止める必要があります。結果として、製品品質と条件を纏めることができます。スマート製油所の構築において、様々な視点からのデジタル化とライフステージよりスマート化を目指します。人・装置・システムの融合となる為、デジタル化からスマート化へは、エンジニアリングが不可欠となります。迅速な原油の選択、評価、調達に応用でき、製品ブレンドも分子レベルのブレンドを検討すべきです。サプライチェーン、物流への応用も考えていることを報告しました。

(3) セッション3 燃料品質

①日本 ペトロリオミクス研究における高速反応評価技術

原油の重質化や供給源の多様化が予想される中、重油需要の減少をはじめとする石油製品需要の軽質化が急速に進行しています。このような状況に対応するため、重質油から輸送用燃料を中心とする白油や高付加価値製品である石化原料を効率的に得るための技術が待望されています。

石油は、非常に複雑な分子構造を持った超多成分の混合物ですが、現在の石油精製プロセスでは、これらを沸点などの工学的特性で分画した一塊（バルク）として扱い、一般性状や推定に基づく平均的な構造式等を拠り所にして精製処理を行っています。つまり留分全体の平均的な性状を目安として精製条件を決めるため、反応の制御も自ずと平均的なものとならざるを得ないのが実情です。そこで当センターでは平成 23 年度より、革新的な精製プロセスの開発に繋がる次世代の石油精製基盤技術として、石油成分の組成と反応性を分子レベルで把握し、その情報を活用するペトロリオミクス技術の開発に取り組んでいます。当技術開発を

概説するとともに、その主要な要素技術のひとつである高速反応評価技術に関する取り組みの例を報告しました。

②中国 環境対応型自動車燃料における中国基準（国Ⅵ）の研究

ガソリンと軽油の需要増加により、2016年の大気汚染物質の排出量は、4,400万トンとなりました。4輪車がほとんどを占めています。今年、国Ⅴを実施しました。この5年間で自動車の保有は2倍になりましたが、汚染物質の増加量は4.5%に抑制されていることから、排出基準の効果が確認されています。ガソリンの硫黄分は、2000年は1000ppmでしたが、今年から10ppm以下になりました、軽油は2000ppmから10ppmに規制されています。一般用（農業用、工業用）は2018年1月から10ppm以下となっています。

様々な状況等を考慮して国Ⅵを策定しました。2016年に各業界からのヒアリングを元に方針を決定し、海外の状況を調査しました。米国は2017年に硫黄分10ppm、EUも10ppm。硫黄分10ppm以下が世界の共通認識となっています。中国は、EUの基準を全て取り入れるのではなく、中国独自の基準を作成しました。大気汚染物質、多環芳香族分がEUと異なります。ガソリンのベンゼンも独自の規制となっています。

今年11月1日より、北京、天津、河北等の28都市において、国Ⅵ基準を開始します。

③韓国 韓国における発電用バイオ燃料の現状

韓国で進めていますRPS（Renewable Portfolio Standard）制度は、500MW以上の発電事業者を対象としています。一定比率の再生可能エネルギーの使用を義務化しており、18社が登録されています。2012年から義務化が開始され、2017年は4.0%、2020年は7.0%となっています。

バイオ重油のプロジェクトは1年間、政府関係者と協議し、2014年1月よりバイオ重油のデモンストレーション事業が開始しました。その間、2回改定され、2018年まで実施することとなっています。C重油の代替として検討しますが、既存設備との適合性の検証が必要です。パーム油、カシューナッツ、残飯、動物性・植物性の油脂、または、脂肪酸を混合させた安価な燃料を使用し、精製により品質規格を満たし、原液またはC重油に混合して使用します。

2014年から2018年までの5年間で5社が参画し、22の燃料供給業者から2014年から2016年までの間に計98万kL供給されたことを報告しました。

（４）セッション４ 環境関連・PM2.5

①日本 硫酸ミスト除去を実現する新排煙脱硫技術

排ガス中の SO_x の内、 SO_2 はいわゆる吸収塔で吸収・除去できますが、 SO_3 は微細な硫酸ミストとなり通常の吸収塔（スプレイ塔、充填塔）では除去できません。 SO_x 除去に効果的な2つの吸収塔と湿式電気集塵機（W-EP）を組み合わせることで SO_3 を効率的に除去する技術確立しました。硫酸ミストを除去することで煙突排ガスのたなびきも防止でき、環境に配慮された工場のアピールに貢献しています。

通常の吸収塔の場合、W-EPを設置した場合でも排ガス中の硫酸ミストが60ppmより高い場合、高い除去率は望めません。弊社開発の気液並流式吸収塔（STA）は気液接触効率が良くSTAだけで SO_3 ミストを50%程度除去できます。 SO_2 除去用の充填塔タイプの第2吸収塔、W-EPと組み合わせることで高サルファー燃料ボイラーやRFCC等で見られる SO_3 濃度160ppmの排ガスも高除去率で SO_x を処理する

ことが可能です。また、W-EP は第 2 吸収塔と一体化されており、高効率、省スペース、省エネ、コストダウンに優れた設備となっていることを報告しました。

②中国 製油所環境対策における技術開発と商業化への応用

バイオによる脱硝技術において、実験室で効用のある菌を選択し、培養を進め、中型の設備において排出濃度を 15mg/L まで下げることができ、金属イオンも除去できました。この技術は、他 3 社で商業化する予定です。原料濃度（流入濃度）790～1,090mg/L が排出時 10mg/L 以下となり、アンモニア・窒素を除去できる能力を持っています。

最近開発した接触酸化技術において、市販触媒は、活性炭、酸化アルミニウムです。活性炭は強度が低く、金属の流出性が高いデメリットがあります。酸化アルミニウムの強度は、中間にあり、活性も中間ですが、価格が高いというデメリットがあります。本研究では、吸着性と強度が高い AWO-1 触媒を開発しました。有機化合物を吸着させ、オゾンにより排水中の有機化合物を分解し、COD を低下させることができます。効果は、市販触媒の 2 倍以上となりました。また、汚水中の BOD/COD を低くすることができます。2017 年より中国は新しい環境基準を導入しました。100mg/L から 50mg/L まで下げなければ河川、海に廃水できません。製油所では、30mg/L 以下にしないと基準を満たすことが困難となります。

89mg/L の濃度が処理により 16.5mg/L まで低下し、81.75%の除去率となりました。また、常に 40mg/L 以下となり基準を達成できたことを報告しました。

③日本 車両蒸発ガスに対する各種低減技術の評価

ガソリン車から排出される VOC（揮発性有機化合物）にはテールパイプからの排出ガスとテールパイプ以外からの車両蒸発ガスがあり、車両蒸発ガスは給油時（RFL）、駐車時（エンジン停止直後：HSL、長期駐車中：DBL）、走行時（RL）に分類されます。当センターではガソリン由来の車両蒸発ガスに関する各種低減対策技術の効果を明確にすることを目的に、これまで車両蒸発ガス低減技術の評価・検証を継続して行い、データを蓄積してきました。

本発表では、まず自動車・燃料研究について概説した後、上述の車両蒸発ガス低減対策の評価について、車両蒸発ガス低減技術として ORVR（Onboard Refueling Vapor Recovery）システムに着目し、ORVR の車両蒸発ガス低減効果の検討結果を報告しました。また、比較として、Stage II 給油システムの効果についての評価結果も報告しました。

④韓国 国内軽油車 PM10 と PM2.5 の低減技術と動向

PM の発生源は、一次発生源として煙突、自動車、また大気中で化学反応により生成される二次発生源があります。韓国では、PM2.5 では二次発生源によるものが 70%以上を占めています。韓国の PM の排出源で、2012 年の PM10 の排出量は 12 万トン、PM2.5 は 7.6 万トン排出されました。最も大きい排出源は、製造業の燃焼によるものであり、次に自動車によるものでした。PM2.5 を見るとトラックと R V 車が占めています。非道路車両では、船舶、建設機械が占めています。

軽油車に装着されている低減装置で、2006 年から導入された EuroIV を満たすために、DPF（ディーゼル微粒子除去装置）の必要性が求められました。韓国では、2014 年から大型車は EuroVI を導入し、小型車は 2017 年 9 月から導入されています。現在の DPF の再生方法は、自然再生と強制再生があります

が、複合再生システムを適用しています。EuroVIは、DOC（ディーゼル酸化触媒）+DPF+SCR（選択式還元触媒）またはDOC+DPF+LNT（吸蔵型窒素酸化物還元触媒）を採用しています。韓国の大型車はSCR、小型車はLNTを採用しています。SCRは、低減効果はあるが高価です。

韓国は、2020年までに環境対応車220万台の導入を目標にしています。2004～2013年の老朽化した軽油車の対策として26万台の車両にDPFを装着しました。また14万台に対してDOC装着、18万台をLPG車に改造するプロジェクト、17万台に対して早期廃車を実施し、政府が全額コスト援助をしました。二次事業による排出削減目標で、PM10は18%低減、PM2.5は27%低減する目標であることを報告しました。

⑤日本 2020年IMO船舶燃料油硫黄分規制の課題

2016年10月、世界海事機関（IMO）は、全世界の海域における船舶燃料中の硫黄含有量の規制開始時期を2020年1月1日と決議しました。2020年1月からの硫黄分0.5%以下の燃料使用規制に対して、船舶事業者の主な選択肢としては、次の三つの方策があると言われています。一つ目は、硫黄分0.5%以下の低硫黄燃料油の使用。二つ目は、スクラバーを設置。三つ目は、石油系燃料よりも硫黄分含有量が低いLNG等の代替燃料への切替です。この三つの選択肢は一長一短であり、船舶事業者にとって難しい選択が求められていると思われます。

世界の船舶燃料の需要は、アジアを中心とした貿易の伸長により、今後も堅調に増加するものと想定されています。2020年の新規規制開始時においては、低硫黄残渣油の増産に向けた投資案件の発表も少ないため、Gas Oilを主とした規制適合燃料油への転換が見込まれ、在来型の高硫黄燃料油が大幅に余剰となつてその価格は急落するものと予想されています。低硫黄燃料油と高硫黄燃料油の価格差が大きく開くことで、それがインセンティブとなって船舶へのスクラバー投資を促し、再び高硫黄燃料油の需要が徐々に回復すると見込まれます。他の調査機関の見通しも、程度の差はあるものの、同様のトレンドを予想しています。

新規規制に適合する燃料油の製造方法や調合基材は、多様化されるものと想定されます。ISO8217において、品質チェックのための試験方法などを検討していくことになっています。

我が国では、石油精製業界と船舶業界、そして政府の関係機関も交えて、定期的な情報交換や規制適合のための議論を開始しています。需要と供給見通しの共有化や、予想される規制適合燃料油の品質・性状が話し合われています。

＜中国での対応状況＞

船舶会社は、スクラバーを設置するにあたって、船の仕様変更なく設置できるようにする必要があると主張しています。特に、既存の小型船へのスクラバー設置は、技術面で適していません。また、廃水処理設備の整備の課題と、スクラバーを設置できるドックも限られています。石油会社は、低硫黄燃料油の対応として、分解系留分を活用した燃料油の開発を検討しています。

＜韓国での対応状況＞

韓国の国内船舶は、陸地内水路、EEZでは500 ppmのMGOを、外洋ではISOのDMA、DMZを使用するよう規制しています。2020年からの新規規制については、本格的な政府レベルでの検討はしていません。最近、海洋水産省で、LNG船の拡大についての方策、バンカー設備の拡大についての議論はありますが、政府レベルでは検討していません。

4. サイトツアー

石油技術会議終了後の11月2日（木）に石油基盤技術研究所と芝公園にあるトヨタ ミライ ショールームを見学しました。

○一般財団法人 石油エネルギー技術センター 石油基盤技術研究所

研究所の概要説明、燃料油研究室で実施している JATOP の研究内容について説明しました。その後、燃料油研究室の試験設備を見学し、ディーゼル車の PM 評価、シャーシーとエンジンテスト、ガソリン車の給油時の蒸発ガス測定、ガソリン蒸発ガスの評価について紹介しました。

○トヨタ ミライ ショールーム

新自動車として注目されている水素自動車を紹介するため、東京/港区芝公園にあるトヨタ ミライ ショールームを訪問しました。日本の水素エネルギーの政策、水素自動車の構造と安全性能について DVD で説明した後、水素ステーションの設備構成と水素充填設備、最後に水素自動車の試乗を実施しました。



石油基盤技術研究所にて日本・中国・韓国の講演者と参加者

5. おわりに

10月31日（火）に当センター中野専務理事、韓国石油管理院 Ju-young Cho 経営理事、中国石油学会 Jin Zhijun 副会長の出席のもと、VIP 会議が開催され、2018 年第 11 回日中韓石油技術会議は、10 月末から 11 月初旬にかけて中国の広東省/惠州で開催されることになりました。講演テーマは、① 石油精製技術、② 燃料品質、③ 環境関連を予定しておりますが、詳細については、事務局間で調整致します。

第10回日中韓石油技術会議プログラム

日程：2017年10月31日（火）～11月2日（木）

主催：一般財団法人石油エネルギー技術センター

共催：中国石油学会、韓国石油管理院

第1日目 10月31日（火）10:00～17:15

開会の挨拶		
時 間	講演者・団体名	
10:00-10:20 主催者挨拶	(一財)石油エネルギー技術センター(JPEC)	中野賢行専務理事
	中国石油学会(CPS)	Mr. Jin Zhijun 副会長
	韓国石油管理院(K-Petro)	Mr. Ju-young Cho 経営理事
10:20-10:30 来賓挨拶	経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課	西山英将課長

セッション1. 基調講演

時 間	No.	講演者	講演テーマ
10:30-11:10 1-1	1	<日本> 杉山 正晃, 企画渉外グループ長 石油連盟 企画部	日本の石油産業の現状と今後の取組み
11:10-11:50 1-2	2	<中国> Nie Hong, Director/Vice President Petroleum Refining Society of CPS / SINOPEC Research Institute of Petroleum Processing(RIPP)	中国の変換した石油需要と関連する技術開発
11:50-12:30 1-3	3	<韓国> Mr. Kwang-su Yu, General Manager Gs-Caltex Environment & Product Quality Planning	韓国石油産業の現状と課題
12:30-14:00		記念撮影&昼食	

セッション2. 石油精製・触媒

時 間	No.	講演者	講演テーマ
14:00-14:30 2-1	4	<日本> 平尾 朋之, JXTG エネルギー株式会社 中央技術研究所	LCO のアップグレーディングプロセスの開発
14:30-15:00 2-2	5	<中国> Mr. Li Yongxiang, Senior Engineer SINOPEC RIPP	ZCA-1 固体酸触媒を用いたアルキレーション技術
15:00-15:30 2-3	6	<韓国> Mr. Changwoo Joo, Principal Scientist SK Innovation Fuels Lab	安定した燃料油調製の方法
15:30-15:45		休憩	
15:45-16:15 2-4	7	<中国> Mr. Zhang Songxian, Senior Engineer Petrochina Petrochemical Research Institute	FCC ライトナフサのエーテル化一連の技術開発と商業化への応用
16:15-16:45 2-5	8	<韓国> Mr. Hyun, Choi, Manager Hyundai Oilbank R&D Team 2	石油コークス CFBC 灰の応用
16:45-17:15 2-6	9	<中国> Mr. Wu Qing, Chief Engineer, CNOOC Oil & Chemicals Co. Ltd.	原油の分子工学 & 管理と製油所のスマート運用への応用

第2日目 11月1日(水) 10:00~15:45

セッション3. 燃料品質

時 間	No.	講演者	講演テーマ
10:00-10:30 3-1	10	<日本> 高田 智至, 主任研究員 JPEC 石油基盤技術研究所	ペトリオミクス研究における高速反応評価技術
10:30-11:00 3-2	11	<中国> Ms. Ni Bei, Senior Engineer, SINOPEC RIPP	環境対応型自動車燃料における中国基準(国VI)の研究
11:00-11:30 3-3	12	<韓国> Ms. Eun-jung Jang, Principal Researcher K-Petro Research Institute of Petroleum Technology	韓国における発電用バイオ燃料の現状
11:30-13:00		昼食	

セッション4. 環境関連・PM2.5

時 間	No.	講演者	講演テーマ
13:00-13:30 4-1	13	<日本> 宮川久司, シニアアドバイザー テックプロジェクトサービス株式会社 基本設計部	硫酸ミスト除去を実現する新排煙脱硫技術
13:30-14:00 4-2	14	<中国> Mr. Jiang Guangan, Senior Engineer SINOPEC Fushun Research Institute of Petroleum and Petrochemicals	製油所環境対策における技術開発と商業化への応用
14:00-14:30 4-3	15	<日本> 濱野 純也, 副主任研究員 JPEC 石油基盤技術研究所	車両蒸発ガスに対する各種低減技術の評価
14:30-14:45		休憩	
14:45-15:15 4-4	16	<韓国> Mr. Jae-Hyuk Lim, Senior researcher K-Petro Research Institute of Petroleum Technology	国内軽油車 PM10 と PM2.5 の低減技術と動向
15:15-15:45 4-5	17	<日本> 岩田 克己, 上席主任研究員 JPEC 調査情報部	2020 年 IMO 船舶燃料油硫黄分規制の課題
閉会の挨拶		安達 啓示, JPEC 調査情報部長	

トピックス

「革新的石油精製技術のシーズ発掘事業」

1. 革新的石油精製技術のシーズ発掘事業

エネルギー安定供給を継続するために、我が国製油所の国際競争力を強化する新しい技術の開発が必要不可欠です。しかし、経営環境の厳しさが増す中、開発リスクの高いテーマに対して石油業界は慎重にならざるを得ず、大学での石油精製にかかわる革新的な技術開発が勢いをなくし、衰退の一途をたどることが懸念されます。そこで、「石油のノーブルユース」および「稼働信頼性の向上」をターゲットとした新規技術開発シーズを石油分野のみならず他分野からも発掘するために、開始した事業です。

2. 公募および採択結果

公募は、国内に研究拠点を持つ研究機関および企業に所属する満 40 歳未満の研究者を対象に研究期間；最大 3 年間、研究予算；最大 500 万円/件・年で行いました。この公募には、当センターのホームページ、府省共通研究開発管理システム（e-Rad）の他に、異分野学会にも周知するため、石油学会の協力を頂き日本工学会（約 100 学協会により構成された工学および工業の進歩発展を図る目的の工学系学術団体）を通して、公募を周知しました。

その結果、触媒 13 件、プロセス 7 件、安全 4 件、バイオ 1 件の合計 25 件と幅広い分野から応募がありました。外部有識者による事前審査（書面）と採択会議による厳正な審査を行った結果、以下の 6 件を採択しました。

分野：触媒

①液体金属触媒による未利用オフガスの化学転換

東京工業大学 物質理工学院 荻原 仁志（現在、埼玉大学に異動）

②硫化物触媒の格子 S^{2-} のレドックス機能を活用した低級アルカンの選択脱水素プロセス創生

静岡大学学術院 工学領域 渡部 綾

③減圧軽油（VGO）の多面的高度利用プロセスの開発

鳥取大学 工学部附属 GSC 研究センター 菅沼学史

④LP ガスの脱水素によるブタジエン合成のためのゼオライト触媒の開発

北九州市立大学 国際環境工学部 今井 裕之

分野：プロセス

⑤石油精製工場におけるビッグデータを活用した安全かつ効率的なプラント管理手法の確立

東京大学大学院 工学系研究科 金子 弘昌（現在、明治大学に異動）

分野：安全

⑥簡易型プロセス監視・制御シミュレータを用いたノンテクニカルスキル実践訓練手法の開発

東北大学大学院 工学研究科 狩川 大輔

3. 採択者への支援方法

本事業は、若手研究者・異分野研究者が採択者ということで石油側の知識サポートが必要と考え、当センターの依頼から石油学会のもとに「革新的石油精製技術シーズ発掘事業支援WG」を立上げ、指導・助言等を行うこととしました。具体的活動は、各テーマの石油精製における位置づけ、研究の方向性、最終目標を明確にして事業化の視点から支援・助言を行うことや有用な研究成果が得られるように、企業から必要となるサンプルや情報提供を行いました。最終的には、採択者が石油精製等を良く理解し、将来にわたり石油業界で活躍するように育成する目的です。

現在までに、製油所見学や全体会合および各テーマの個別会合を開催し、採択者への技術面での指導・助言や実際に製油所に適用された事を想定した場合の実用化に向けてクリアしていく課題の助言を行いました。

4. 平成 28 年度研究概要

(1) 液体金属触媒による未利用オフガスの化学転換

本研究の最終目的は、メタン、エタン等の混合ガスを低級オレフィンと芳香族化合物に転換する液体金属触媒の開発です。平成 28 年度は、液体金属インジウム触媒をメタン/エタン混合ガスの脱水素反応を実施したところ、メタンが共存することでエタン脱水素反応による芳香族生成の促進、ならびに炭素析出とメタン副生が抑制される結果を得ました。エタンと同時に反応させることで、プロピレンおよびトルエン生成が促進されたことから、メタンが活性化されてメチル化剤として作用したことを明らかにしました。

(2) 硫化物の格子 S^{2-} のレドックス機能を活用した低級アルカンの選択脱水素プロセス創生

本研究の最終目的は、製油所内のプロパン、ブタンをプロピレン、ブタジエンに転換する硫化物触媒の開発です。平成 28 年度は、プロパンの脱水素反応を硫化水素共存下において、鉄やコバルトを主成分とする触媒は高い活性を示し、担体の種類によって脱水素性能が大きく異なることを明らかにしました。特に、シリカに担持した鉄系触媒は高選択的にプロピレンを生成し、表面格子内硫黄を活用するレドックス型機構で反応が進行する知見を得ました。またシリカ担持鉄触媒についてバルク構造や表面局所構造、電子状態などの物理化学的特性を評価した結果、触媒上に鉄欠陥型硫化物 ($Fe_{1-x}S$) が形成されていることが判明し、この $Fe_{1-x}S$ が活性サイトとして機能することで高選択的脱水素を実現する触媒であることを明らかにしました。

(3) 減圧軽油 (VGO) の多面的高度利用プロセスの開発

本研究の最終目的は、VGO を、直鎖アルカンとアルキルベンゼンに転換する部分核水添、開環触媒システムを開発です。平成 28 年度は、本プロセスのひとつである VGO 中に存在する触媒被毒物質である塩基性

化合物の除去ですが酸性イオン交換樹脂で吸着除去した後に脱アルキル化反応を行うことで高活性得ることを明らかにしました。また、酸性イオン交換樹脂の再生方法は、2-プロパノール性塩酸で洗浄することで回復して繰り返し利用、低下する脱アルキル化反応の触媒活性には焼成による触媒再生が有効であることを明らかにしました。

（４）LP ガスの脱水素によるブタジエン合成のためのゼオライト触媒の開発

本研究の最終目的は、LP ガスを低級オレフィンとブタジエンに転換する脱水素用ゼオライト触媒の開発です。平成 28 年度は、熟成と水熱合成を組み合わせることで、脱水素活性がある金属を含有するゼオライトの直接合成に成功しました。本手法は、2 種の金属を複合したゼオライトへの導入および粒子サイズのナノサイズ化への展開も可能にしました。

合成ゼオライトは、n-ブタンの脱水素反応において、金属の含浸担持法で調製した通常の触媒に比較して非常に高い反応活性を示し、さらに、炭素数 4 の化合物の中で 1,3-ブタジエンを高選択的に製造でき、n-ブタンからの直接製造に高い有効性を明らかにしました。

（５）石油精製工場におけるビッグデータを活用した安全かつ効率的なプラント管理手法の確立

本研究の最終目的は、製油所の運転データ等のビッグデータを収集して、製品性状を推定するソフトセンサーを開発し、このソフトセンサー技術を活用した異常検知モデルの構築です。平成 28 年度は、石油精製工場を対象にした外れサンプル検出手法、出力変数の補間値を活用したモデル構築手法、プロセス変数およびプロセスの動特性を変数の平滑化も考慮した最適化手法、および実用的な適応型ソフトセンサー手法を開発しました。石油精製の接触改質プロセスにおける精留塔で実際に測定されたデータを使用し、RVP を推定するソフトセンサーの検討を行なった結果、開発した手法が有効に機能すること、および長期的に実用的なソフトセンサー構築が可能となることを明らかにしました。

（６）簡易型プロセス監視・制御シミュレータを用いたノンテクニカルスキル実践訓練手法の開発

ヒューマンエラーの発生やその影響拡大を防止し、安定的なシステムの稼働を実現するには、業務に関する専門知識やスキルである Technical Skill のみならず、それを補完する「Non-Technical Skill (NTS)」が必要です。航空分野や海運分野では既に独自の NTS 訓練が開発・導入されていますが、様々な制約から必ずしも他産業においても実現可能であるとは限りません。そこで本研究の最終目的は、製油所における低コストかつ効果的な NTS 訓練の実現に向けて、コミュニケーションスキルおよび危険予知スキルに特化し、簡易型プロセス監視・制御タスクシミュレータを用いた NTS 実践訓練手法を開発します。平成 28 年度は、他産業における NTS 訓練の調査結果等に基づいて、NTS のスキル要素の明確化・リスト化を行うと共に、その有効性を評価するための訓練用プロセス監視・制御タスクの基本設計を行いました。

5. 今後の予定

上述 6 件のテーマの内、計 5 件が 2 年目として継続実施中で平成 29 年度の研究仕上げに入っております。成果については「平成 30 年度 JPEC フォーラム」にて発表する予定です。

トピックス

「2017 年 JPEC ニュース年間掲載記事一覧」

当センターでは、石油精製技術に関する研究開発の動向や調査報告、石油製品需給動向や欧州・米国・中国の石油エネルギー事情等について情報提供することを目的に、年 6 回、JPEC ニュースを発行しています。

2017 年に発行いたしました JPEC ニュースの掲載記事は下記のとおりです（全 19 件、うち特集 16 件、トピックス等 3 件）。2018 年も引き続き、有益な情報を提供させて頂く予定ですのでご期待下さい。

2017 年 1 月号

■特集

- ◎ 調査報告「製油所の運転・保全データを活用した高度安全管理技術の調査」
- ◎ 調査報告「IMO 船舶燃料規制の最新動向」
- ◎ 調査報告「中国石油エネルギー動向調査～中国石油業界の諸課題～」

■トピックス

- ・「2016 年 JPEC ニュース年間掲載記事一覧」

2017 年 3 月号

■特集

- ◎ 調査報告「欧州石油エネルギー事情」
～船舶燃料硫黄分規制強化開始時期決定による石油・船舶業界への影響～
- ◎ 国際会議「第 7 回 JPEC-PTT 石油技術会議」報告

■トピックス

- ・ J P E C リレー講座「エネルギー最前線」

2017 年 5 月号

■特集

- ◎ 調査報告「製油所の稼働信頼性調査（光ファイバ、ドローン）」
- ◎ 調査報告「欧州製油所の投資・撤退事例調査」
- ◎ 調査報告「米国合同連絡会議」

2017 年 7 月号

■特集

- ◎『平成 29 年度 J P E C フォーラム開催』
～新たな技術が扉をひらく、ペトロリオミクスで創る石油の未来～
- ◎技術報告「高効率石油精製研究開発事業」
- ◎調査報告「アジアを中心とした製油所調査」

2017 年 9 月号

■特集

- ◎調査報告「ビッグデータ解析手法による自主保安高度化技術に関する調査」
- ◎調査報告「米国石油精製業界を取り巻く市場動向」
- ◎国際会議「第 8 回日欧石油技術会議」報告

■トピックス

- ・「平成 29 年度第 1 回ペトロリオミクス技術セミナー」開催報告

2017 年 11 月号

■特集

- ◎調査報告「IoT 技術活用による自主保安高度化技術に関する調査」
- ◎調査報告「欧米、アジア保安規制調査及び規制合理化に資する技術開発調査（我が国の法規制と海外の保安規制の比較）」

なお、これまで発行いたしました JPEC ニュース各号につきましては、当センターホームページよりご覧頂くことができますのでご参照下さい。（2013 年 1 月号～、ただし 2016 年 5 月号～2017 年 3 月号を除く）

<http://www.pecj.or.jp/japanese/jpecnews/jpecnews.html>

一般財団法人 石油エネルギー技術センター

ホームページアドレス <http://www.pecj.or.jp/>

本部 〒105-0011 東京都港区芝公園 2 丁目 11 番 1 号 住友不動産芝公園タワー

●総務部	TEL・03(5402)8500	FAX・03(5402)8511
●調査情報部	8502	8512
●技術企画部	8503	8520
●自動車・新燃料部	8506	8527
○水素利用推進室	8513	8527
○自動車・燃料研究(JATOP)	8505	8520

石油基盤技術研究所

〒267-0056 千葉県千葉市緑区大野台 1 丁目 4 番 10 号
TEL: 043 (295) 2233 (代) FAX: 043 (295) 2250

米国長期出張員事務所

Japan Petroleum Energy Center (JPEC)
Chicago Office
(c/o JETRO Chicago Center)
1 E. Wacker Dr., Suite 3350, Chicago, IL 60601, USA
TEL: +1-312-832-6000 FAX: +1-312-832-6066

欧州長期出張員事務所

Japan Petroleum Energy Center (JPEC)
Brussels Office
Bastion Tower Level 20, Place du Champ de Mars 5, 1050 Brussels/BELGIUM
TEL: +32-0-2-550-3819 FAX: +32-0-2-550-3737

中国長期出張員事務所

北京市朝陽区建国門外大街甲 26 号
長富宮井公樓 401
郵便 100022
TEL: +86-10-6513-9832 FAX: +86-10-6513-9832



本調査は経済産業省の「平成 29 年度石油精製に係る諸外国における技術動向・規制動向等の調査・分析事業」として JPEC が実施しています。無断転載を禁止します。