

■ 特集

- ◎技術報告「重質油等高度対応処理技術開発事業：  
分解軽油の高付加価値化プロセスの開発」  
—分解軽油等新規アップグレーディング  
プロセスの開発— 1
- ◎調査報告「米国石油精製業界を取り巻く市場・政策動向」 6
- ◎国際会議「第7回日欧石油技術会議」報告 16

■ トピックス

- ◎「新規自動車・燃料研究事業(JATOPⅢ)について」 25
- ◎JPECリレー講座「エネルギー最前線」 28
- ◎「受賞のお知らせ」 30
- ◎「当センター本部事務所移転のお知らせ」 31

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  
(8月10日に事務所を移転しました)  
TEL 03-5402-8500 FAX 03-5402-8511

特集

## 技術報告 「重質油等高度対応処理技術開発事業： 分解軽油の高付加価値化プロセスの開発」 —分解軽油等新規アップグレーディングプロセスの開発—

### 1. はじめに

国内燃料油需要の減少と白油化や新規開発原油の重質化等、石油を巡る環境は近年厳しさを増しています。我が国が今後も石油製品の安定供給を維持するためには、残渣油やより重質な原油を効率的に精製し、石油資源の有効利用を最大限進めることが求められています。

そこで当センターでは、平成23年度から「重質油等高度対応処理技術開発事業」を開始し、既存プロセスの高度化を狙いとした「重質油高度分解プロセスの開発」と新規プロセスの開発に向けての「分解軽油の高付加価値化プロセスの開発」の2分野での技術開発を進めています。本技術開発は、共通基盤技術であるペトロリオミクス技術の開発と緊密に連携して進めることに特徴を持っています。

本稿では、新規プロセスの開発に向けた「分解軽油の高付加価値化プロセスの開発」の中で実施している「分解軽油等新規アップグレーディングプロセスの開発（横浜第702研究室・鶴見第702研究室担当）」について紹介いたします。

### 2. 技術開発の背景・目的及び開発目標

近年、重質油の需要減少傾向は著しく、その対策は化石燃料の高度利用の観点からも重要です。流動接触分解（FCC）装置による重質油の分解は、代表的な重質油処理方法であり、今後も高稼働が見込まれます。一方で並産される分解軽油（LCO）は、沸点範囲としては灯軽油留分に相当

しますが、芳香族含有量が多く品質面からは軽油基材に適さないため、余剰になることが想定されています。そこで、この分解軽油等の低品位留分を高付加価値製品に効率的にアップグレードするプロセス技術の開発が求められています。

分解軽油等の留分を有用な基礎化学品であるベンゼン・トルエン・キシレン（BTX）類へと変換する技術はこれまでも存在しています。従来技術では、分解軽油を高圧水素にて一旦水素化分解し、その後得られたヘビーナフサ留分を接触改質させることでBTX類を製造することができます。しかし、こうしたプロセスでは、水素消費量の低減とBTX収率を高める観点でパフォーマンスの向上が期待されていました。

そこで本技術開発では、これらの課題を解決できる革新的転換技術であるFCA（Fluid Catalytic Aromaforming; 流動接触芳香族製造）プロセスの開発を実施することとしました。ここで、従来技術とFCAプロセスとの比較を図1に示します。開発プロセスは、経済性を勘案した結果、FCA反応塔中に外部から高純度水素を導入しないプロセスとし、BTX収率は35%以上を目標値としました。

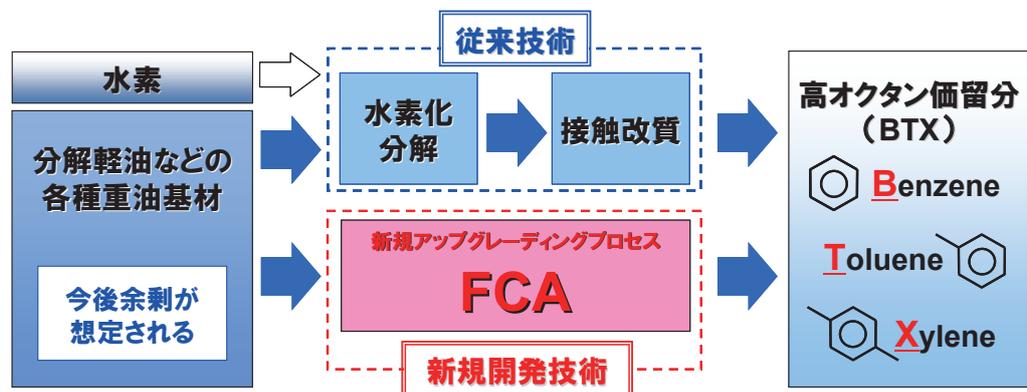


図1 従来技術とFCAプロセスの比較

### 3. 技術開発内容

前述の目標を達成するために、本技術開発では以下に示した内容について検討を行います。

#### (1) アップグレード触媒の開発

本プロセスの反応形式は流動床であるため、アップグレード触媒開発においては、反応性能（BTX収率、コーク収率など）とともに反応器内で良好な流動性を有することが重要です。触媒を流動化するためには、活性成分を球形の微粉に成型することが重要であり、そのための各種製造条件の検討及び開発した製造条件を用いた商業規模装置での工業試作を行います。

#### (2) 高効率運転手法の開発

(R) FCCの運転条件により性状が異なるLCOからBTXを最大限製造するために、原料組成の最適化や原料油の前処理の影響などを検討します。特に、原料を毎回、詳細分析や反応評価を行うことなく、最適な前処理条件（必要最小限の選択水添）を選定する技術を開発します。

### (3) 流動床スケールアップ技術の開発

スケールアップした際の流動特性等を評価し、FCA プロセスにおける開発技術の精度を向上させる必要があります。装置規模が大きく（塔径及び線速度が大きく）なった際の基礎データを取得するために大型コールドフロー装置を導入し、データ採取を行います。

## 4. 技術開発状況

前述の開発項目における平成 26 年度までの実施状況を以下に紹介いたします。

### (1) アップグレーディング触媒の開発

事前検討において、本プロセスの触媒には活性成分としてゼオライトが有望であることを見出しています。そこで、このゼオライト（図2）をベースとした活性成分と、触媒中にゼオライトを分散固定化するバインダー成分等を混合してスラリーとし、スプレッドライヤーを用いて流動床用の触媒としました。その結果、試作触媒（図3）のように狙いどおりに成型可能であることを確認しました。

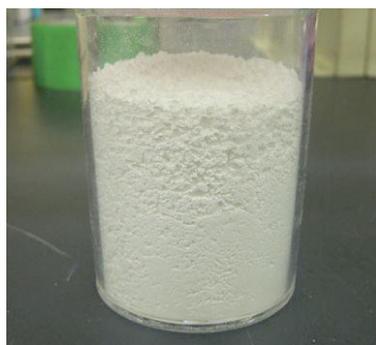


図2 活性成分ゼオライト



図3 試作触媒

また、触媒製法を種々変更することにより、触媒物性（適切な触媒粒子径、触媒強度（磨耗性）、流動性など）を調整しながら反応性能を向上させることもできました。

さらに、検討結果に基づき工業試作を実施し、耐摩耗性指数（一定時間流動させた際の微粉量をもとに算出）、流動性指数（配管中の触媒の流れやすさを数値化）及びかさ密度等、商業規模装置で使用する基準を満足できることを確認しました。

### (2) 高効率運転手法の開発

BTX 収率を向上させる方策として、原料 LCO を FCA で反応させる前に、LCO 中の 2 環芳香族を片環のみ水素化したナフテノベンゼンへと変換させておくこと（前処理）が有効であることを見出しました。そこで、最適な前処理条件を推定できる水素化前処理シミュレーションの開発を行いました。本開発には、当センターペトロリオミクス研究室で開発している分子反応モデリングツール JKMT (Kinetic Modeler's Toolbox, JPEC) が使用されています。

ここで、JKMT を用いたモデル構築フローを図4に示します。この分子反応モデリングは、CME (Composition Model Editor) による原料油分子組成モデル構築、INGen (Interactive Network Generator) による分子反応ネットワークモデル構築及び KME (Kinetic Model Editor) による反応速度解析の3ステップのプロセスにて実施します。

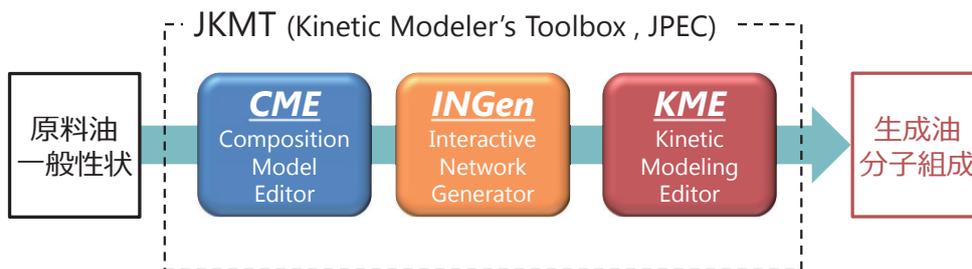


図4 JKMTによるモデル構築フロー

まず、CMEを用いて、LCOの一般性状から分子組成を推定するモデル（LCO分子組成モデル）を構築しました。続いて、構築したLCOの分子組成モデルに基づき、INGenを用いてLCO水素化反応モデルの分子反応ネットワークモデル（反応ファミリーと反応数）を構築しました。構築したLCO分子組成モデル並びに分子反応ネットワークモデルをKMEに入力し、反応ファミリー毎に速度論パラメータ（速度定数及び反応平衡定数）を与えることで、生成油の分子組成を推定できるようにしました。

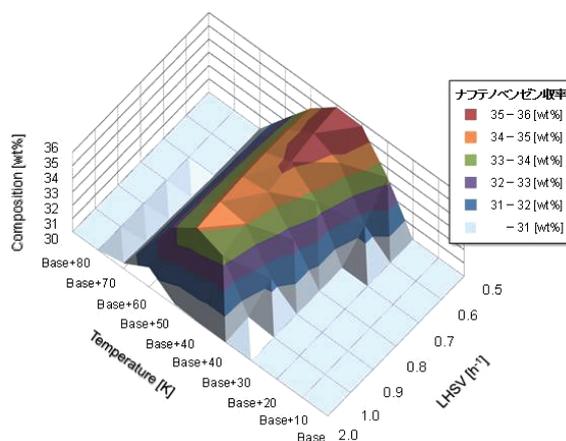


図5 水素化前処理シミュレーションで推定した各反応条件におけるナフテノベンゼン収率

構築した水素化前処理シミュレータを使うことにより、任意のLCO原料に対して、ナフテノベンゼン収率が最大となる水素化前処理条件（反応温度、反応圧力、LHSVの最適値）の予測を可能としました（図5）。

### (3) 流動床スケールアップ技術の開発

流動層反応装置におけるパフォーマンスには触媒活性以外に気泡径、気泡上昇速度、流動床密度、逆混合などの流動状態に関する因子が作用し、これらの因子は触媒物性、ガス線速度、塔径等の影響を受けて変化します。例えば、ガス線速度が上昇するにつれて、流動状態は図6に示すとおり変化します。

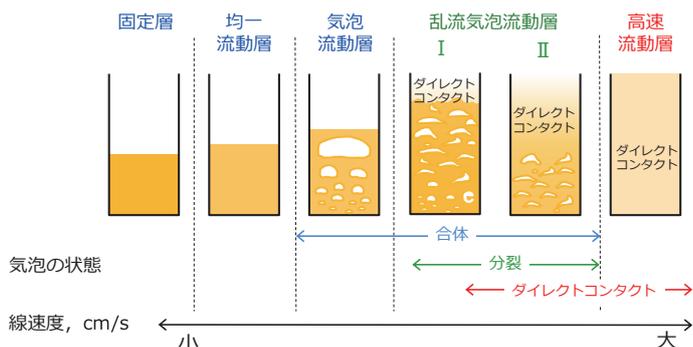


図6 ガス線速度と流動化状態の関係

流動床の装置規模による流動状態の変化を調べるため、ガス線速度が10～30cm/sにおける流動特性（気泡径等）を評価しました。評価には、大型コールドフロー装置（図7）を用い、リアクター塔径を一定とし、入口（塔底）からエアを吹き込み、塔内の気泡径を測定しました。結果を図8に示します。

ここで、横軸は触媒層の高さ方向を示しており、縦軸は気泡径を示しています。図より、低線速度、高線速度いずれの場合も入口（塔底）から出口（塔頂）に向かうにつれて気泡径は徐々に大きくなりますが、ある高さで一定値に収束することが分かりました。これは気泡が塔内を上昇する際に合体・分裂を繰り返し、ある高さで両者の効果が釣り合うためと考えられます。今後も、このようなスケールアップ時の流動特性に関する基礎データを取得していく予定です。



図7 大型コールドフロー装置の外観

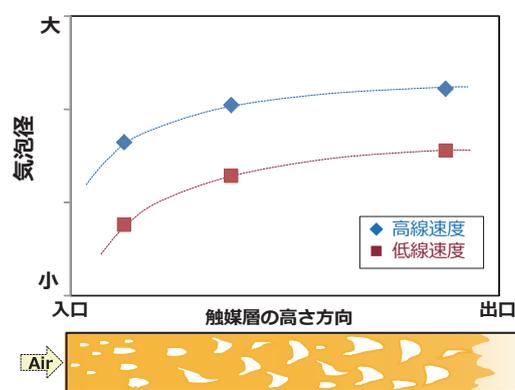


図8 触媒層内の高さ方向の気泡径の推移

## 5. 今後の予定

循環流動床での評価をさらに進め、目標 BTX 収率の達成を目指します。さらに、反応器を大型化した際の流動状態を解明した上でスケールアップ検討を実施し、プロセス開発に反映させる予定です。

## 6. おわりに

今回は、「重質油等高度対応処理技術開発事業」の中の「分解軽油の高付加価値化プロセスの開発」について概要を紹介しました。本事業では、今回紹介した実証技術開発テーマ以外に4つのテーマに取り組んでいます。これらの実証技術開発では、当センターペトロリオミクス研究室と緊密に連携することにより、効率的かつ最大の効果を上げられるように技術開発事業を推進しております。詳細につきましては、当センターのホームページの「技術開発研究成果」([http://www.pecj.or.jp/japanese/report/tech\\_index.html](http://www.pecj.or.jp/japanese/report/tech_index.html)) からご覧いただけますので是非ご活用ください。

特集

# 調査報告 「米国石油精製業界を取り巻く市場・政策動向」

## 1. 調査の目的

当センター調査情報部では、本部における情報収集に加えて、海外に調査員を派遣して情報収集を行って総合的に整理、分析することで、現地の状況をより迅速に、より正確に把握することを目的に、欧州（ブリュッセル）、米国（シカゴ）及び中国（北京）に長期出張員を配置しています。本稿では、世界の石油市場に大きな影響を及ぼしているシェールオイルを中心とした米国の石油市場動向やエネルギー政策動向等について、現地における最新動向を収集・分析する目的で実施した米国シカゴ事務所での調査の一部を報告します（なお、本稿は7月中旬時点の状況をまとめたものです）。

## 2. 調査の内容

今回の調査では、北米におけるエネルギー・石油に関する需給及び業界動向、エネルギー政策や最新の技術情報等の収集を行っています。まずはじめに世界の石油動向に大きな影響を与えている北米のエネルギー需給動向について、原油の生産と輸入、石油製品の生産と輸出、製油所稼働状況、及び原油在庫の現状を述べます。続いて、原油生産の増加に伴い米国で大きな課題となっているパイプライン、鉄道輸送をめぐる状況をご説明します。最後に、今後の米国エネルギー戦略を把握するうえで重要な米国のエネルギー政策について、オバマ大統領の気候変動対応や再生可能燃料基準(RFS: Renewable Fuel Standard)などの環境政策とともに述べることにいたします。

## 3. 調査の結果

### 3.1 エネルギー需要見通し

世界の1次エネルギー需要の長期見通しとして、IEA（International Energy Agency）が2014年11月12日に発表した内容を図1に、米国のEIA（US Energy Information Administration）が2015年4月14日に発表した内容を図2に示します。

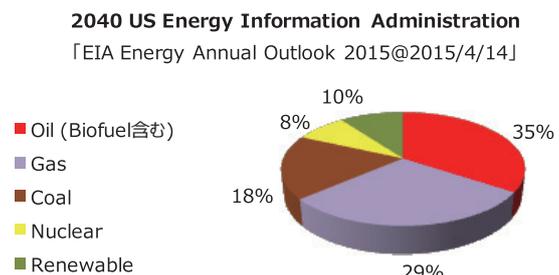
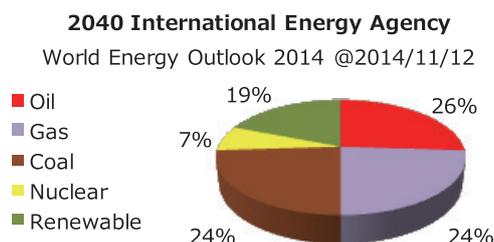


図1 2040年の世界の1次エネルギー需要見通し 図2 2040年の米国の1次エネルギー需要見通し

米国はシェールオイル、ガスの生産が今後も長期間続くと予想されます。このため、IEAの2040年の世界予想（石油、ガス合計で50%、再生可能エネルギー19%）と比べて、EIAの米国予想は、石油と天然ガスの割合が高く（62%）、再生可能エネルギーの割合は小さくなっています（10%）。

### 3.2 世界及び米国の原油生産見通し

世界の原油生産の見通しについては、BPが2015年2月に発表した"BP Energy Outlook 2035"によると、図3に示すとおり2035年まで堅調に増加する見通しです。米国については、EIAによるとブレント原油価格が2018年76ドル/バレル、2040年141ドル/バレルのリファレンスケース（図4）では、2040年も940万バレル/日と高水準の生産が続くと予想しています。

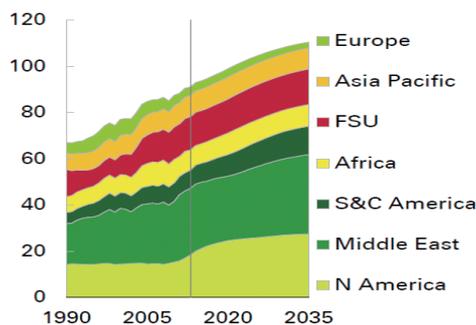


図3 世界の原油生産見通し  
（単位：百万バレル/日）

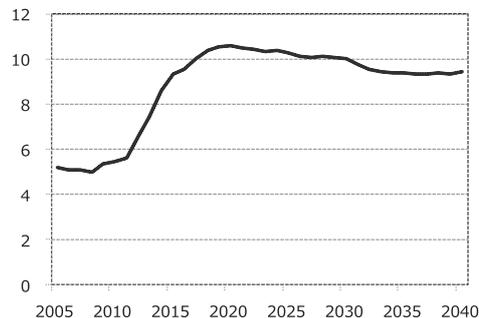


図4 米国の原油生産見通し  
（リファレンスケース、単位：百万バレル/日）

（出典：BP "BP Energy Outlook 2035"、EIA "Energy Annual Outlook 2015"）

### 3.3 原油価格の現状

図5に示すとおり、2014年後半より原油価格は急落しています。原油価格は様々な要因が複雑に絡み合うので解説が難しいですが、主な要因としては、地政学的要因、需給要因、先物としてのプレミアムが挙げられます。また、米国の石油製品の輸出を考える上では国際指標の北海ブレント原油価格と米国指標のWTI (West Texas Intermediate) 価格の差が重要です（図5、6）。直近では価格差が縮小傾向にあります。先ほどの要因次第で拡大、縮小のいずれにも動く可能性があります。

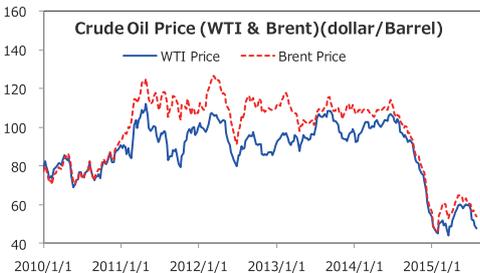


図5 原油価格（ブレント、WTI）  
及び天然ガス価格（Henry Hub）の推移  
（単位：ドル/バレル、出典：EIAデータより）

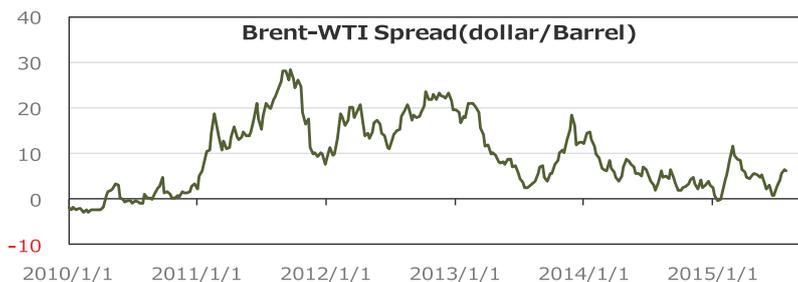


図6 ブレントとWTI原油価格の差の推移（単位：ドル/バレル、出典：EIAデータより）

### 3.4 米国原油生産の現状と短期の見通し

2014 年後半の原油価格下落の影響を受け、掘削オイルリグ数が急減しています（図7、ただし、2015/7/2 データによりますと、オイルリグ数は今年初めて増加し（12 増）、640 となりました）。原油生産はリグ数減少の影響を受けず堅調に推移しています（図8）。

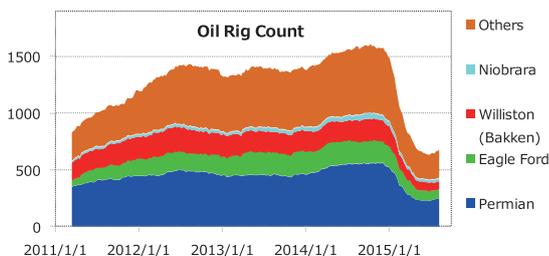


図7 米国掘削リグ数（オイル、ガス）の推移  
（出典：Baker Hughes データより）

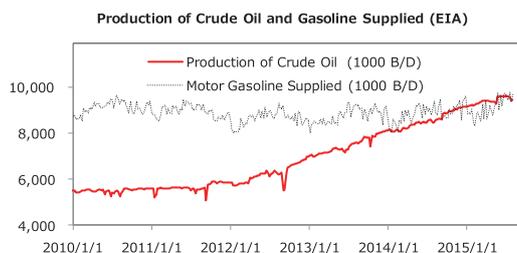


図8 米国原油生産量の推移  
（単位：千バレル/日、出典：EIA データより）

この理由として、古くなった井戸や、低生産性の井戸から閉鎖していることや、稼働開始井戸の生産性が高く閉鎖リグの生産減を相殺していることが挙げられます。

しかし、昨今の原油安はやはりシェール開発業者にとって厳しいとみられます。4月の米国原油生産は970万B/Dで、1971年以来の最高値となりますが、EIAが2015年7月7日に発表したSHORT-TERM ENERGY OUTLOOK (STEO)によりますと、5月の米国原油生産は4月比5万B/D減の965万B/Dと予想しています。また、2015年の年間平均の原油生産量は950万B/D、2016年は930万B/Dと予想しています。ただし、この予測も価格により左右されることから、米国の原油生産量は今後の原油価格による影響を大きく受けるとみられます。

### 3.5 米国の原油輸入の状況

米国原油増産の影響を受け、原油輸入量は減少傾向にあります（図9）。国別では、カナダからの輸入は増加しているものの、シェールオイルと同様に軽質であるアフリカのナイジェリア原油が著しく減少しています。同様の傾向はメキシコ湾岸の原油輸入においても見られます。ただ、それでも米国は700万バレル/日の原油を輸入しています。

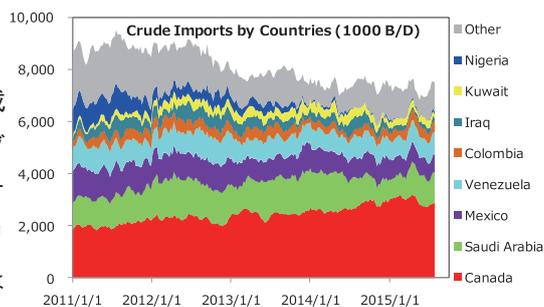


図9 米国の原油輸入（総量、国別）の推移  
（単位：千バレル/日、出典：EIA データより）

### 3.6 米国製油所をめぐる状況

米国製油所の精製能力は、2000年1,660万バレル/日から2015年には1,780万バレル/日と、急激な増加傾向にある中国や中東には及ばないものの、漸増傾向にあります（図10）（注記：EIAの2015年6月25日付レポートによると、2014年末時点で1,800万バレル/日に達したとのことです。）

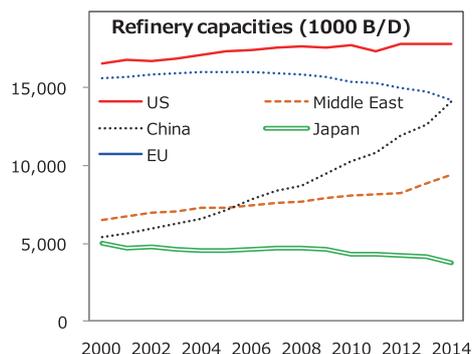


図10 主要国の製油所精製能力の推移  
（単位：千万バレル/日、出典：BP "Statistical Review of World Energy 2015"）



最近の原油安の影響を享受して、2010年以降の米国製油所の稼働率は世界平均よりも高くなっています（図11）。また、季節的なばらつきはあるものの、2010年以降は80%から時には90%を超える高稼働率を維持しています（図12）。

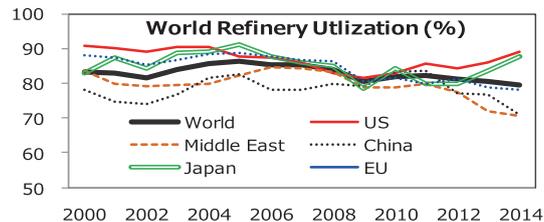


図11 主要国の製油所稼働率の推移  
(単位：%、出典：BP "Statistical Review of World Energy 2015")

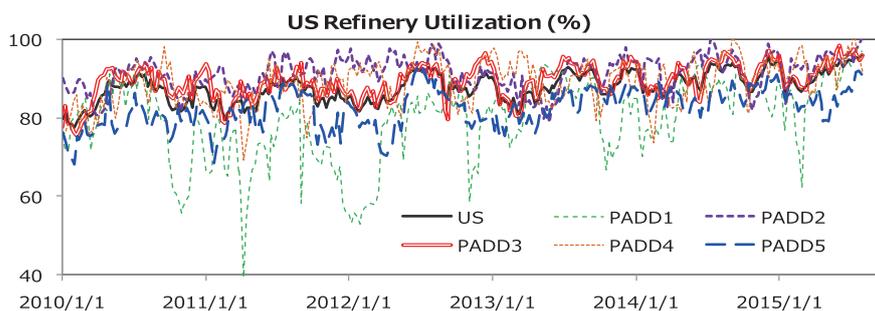


図12 米国製油所稼働率の推移（全米平均、及びPADD別）  
(単位：%、出典：EIA データより)

原油在庫に関しては、2015年初頭から記録的な積み上がりを見せていました（図13）。しかし、最近ではガソリン需要増などにより徐々に解消に向かいつつあります。

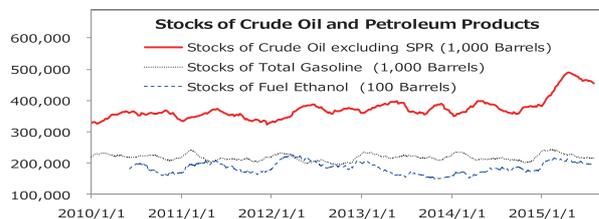


図13 米国原油、ガソリン、エタノール在庫の推移  
(出典：EIA データより)

米国では、13年連続で石油製品の輸出が伸びています（図14）。2014年は380万バレル/日の石油製品を輸出しています。

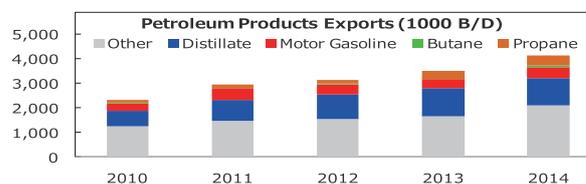


図14 石油製品の輸出の推移  
(単位：千バレル/日、出典：EIA データより)

### 3.7 パイプライン、鉄道輸送をめぐる状況

原油生産の増加に伴い、生産地から製油所までの国内輸送が課題となっています。国内船舶輸送はジョーンズ・アクト (Jones Act) 法による米国船籍や米国人乗組員利用などの制約があり、コスト面や運用面で不利なため、パイプライン及び鉄道輸送の拡大が進んでいます。

パイプラインは、多くの製油所があるメキシコ湾岸にいかんにかに安価に原油を輸送するかが鍵となります（図15）。カナダ原油をメキシコ湾岸に輸送するパイプライン(Keystone XL PL, Enbridge Flanagan PL)、クッシングからメキシコ湾岸へのパイプライン (Seaway PL, Keystone Gulf Coast PL)、パーミア

ン (Permian) 原油をメキシコ湾岸に輸送するパイプライン (BridgeTex PL、Cactus PL) が検討され、一部は稼働を開始しています。

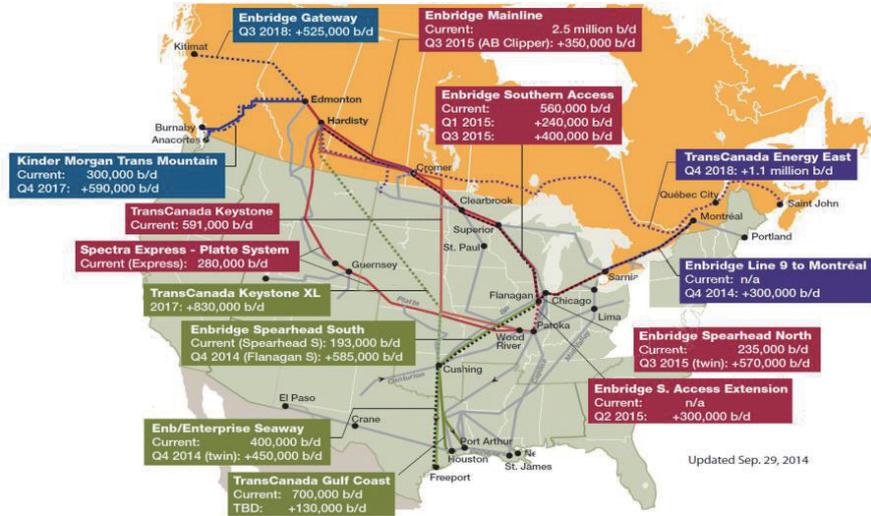


図 15 原油パイプラインの新設状況  
(出典：CAPP "2014 CAPP Crude Oil Forecast, Markets & Transportation")

鉄道輸送は急激な増加を見せています。2011 年の輸送量は 12.4 万バレル / 日に過ぎませんでした (図 16)、2014 年の輸送量は 100 万バレル / 日を超えました。2014 年は PADD (\*) 2 の Bakken 起点が全体の 70% で Niobrara の PADD4 起点も増加しています (図 17)。受け先は PADD1 が最大となっています。ただし、輸送量急増により相次ぐ脱線、火災事故が発生し、米国運輸省はカナダとともに、原油搭載貨車への規制を提案しています。

(\*) PADD(Petroleum Administration Defense District) とは、原油や石油製品の統計データにおける区分けであり、5 地域からなる (出典：EIA)。

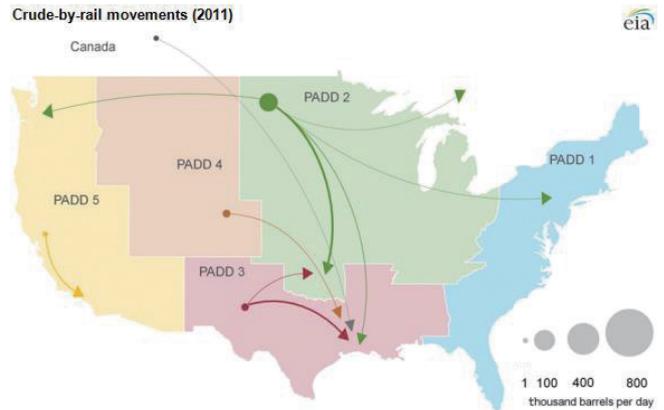


図 16 2011 年原油鉄道輸送

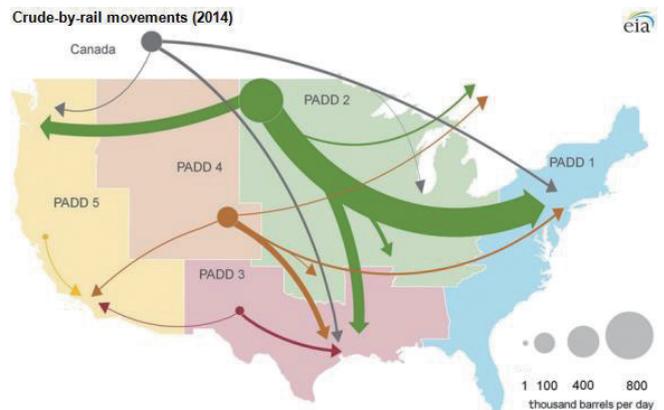


図 17 2014 年原油鉄道輸送

(単位：千バレル / 日、出典：EIA "New EIA monthly data track crude oil movements by rail @2015/ ")



### 3.8 石油業界の収益バランス（上流・下流部門）について

原油安の影響により石油業界の上流部門は苦戦、下流部門は好調と明暗が分かれています。EIAの2015年6月17日付レポートによりますと、2015年第1四半期の総合石油会社の利益は、前年同期比220億ドル（54%）の減少でした（図18）。

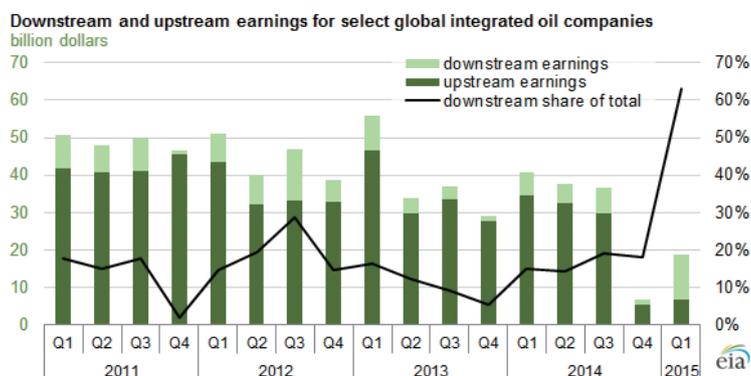


図 18 総合石油会社の利益の推移（上流・下流別）

原油安に伴い、上流部門

の利益が前年同期比で280億ドル（80%）減少しているのが響き、下流部門が前年同期比で60億ドル（95%）増加しても全体では補いきれない結果となりました。

### 3.9 エネルギー政策動向

オバマ大統領は2015年2月2日の予算教書の中でエネルギー政策に関して、自国のエネルギー生産を通じてエネルギー安全保障を確立するとともに、気候変動対応のため、クリーンな代替エネルギー開発に投資を行うとしています。また、米国エネルギー省（DOE：Department of Energy）は、2015年4月21日に4年ごとのエネルギー政策見直し（QER：Quadrennial Energy Review）を発表しました。以下にQERの背景、概要を纏めます。

#### 【背景】

2010年、PCAST（大統領科学技術諮問委員会：President's Council of Advisors on Science and Technology）が、DOEに対して、DOD（国防総省）のQDR（4年ごとの国防政策の見直し：Quadrennial Defense Review）をベースにQER（Quadrennial Energy Review）の作成を勧めたのがきっかけです。2011年、DOEは第一弾としてQTR（4年ごとの（エネルギー）技術戦略の見直し：Quadrennial Technology Review）を発表しました。これは現状のエネルギーシステムの課題を議論するとともに、省庁（DOE）が行っているエネルギー関連の技術開発プログラムの中でどれを優先すべきかを示しています。QTRはエネルギー技術開発における非常に大きな一歩ではありましたが、エネルギー政策、規制、経済面での検討、そして関連省庁との連携が十分でなかったこともあり、QER（Quadrennial Energy Review）を新たに取り組むことになりました。

QERは国家のエネルギー戦略を考える上で、重要なステップとなります。QERは将来のエネルギーの選択、その持続可能性の長期の見通しを与えてくれる重要なものとなります。また、その出発点もQTRと同様にエネルギー政策と現状のズレをチェックするところからとなります（将来像からの出発点ではありません。根底にはプラグマティズムの思考があるとみられます）。

2011年当時、すでにMITのErnest J. Moniz教授（現DOE長官）も、Melanie Kenderdine女史（現DOE長官相談役兼エネルギー政策・システム分析局長：QER担当）とともに、QTR/QER策定に参画していました。

#### 【インフラを選定した理由】

PCASTからの勧告は「国家のエネルギー政策に必要な、経済面、環境面、安全保障面の短期・中期・長期の統合した見解をもつこと。」「立法が必要な（実行を踏まえた）提案を議会に行うこと。」「関連省庁と連携しながら行政によるアクションを行うこと。」「R&Dやインセンティブプログラムなど資源（人・物の）要求を盛り込むこと。」「判断にあたっては、解析的な手法を基本とすること。」「

でした。実際、QER 策定にあたっては、22 の省庁が関係したと Kenderdine 女史は語っています。

QER でインフラに注目した背景としては、①米国の経済成長は、利用可能なインフラ（運河、鉄道、ダム / 用水路、高速道路など）に左右されること、②エネルギーインフラは安価な原料とその供給システムを通し競争優位性を生み出し、米国の繁栄に寄与していること、③エネルギーインフラの寿命と高い投資コストは、今日我々が行う決定により大きく影響されること、などが挙げられますが、最も大きなポイントは、インフラの脆弱性が増していることであり、近代化され、強靱化され、弾力性あるインフラの構築が必要とされる重要な局面にさしかかっていることです。

## 【QER の概要】

Kenderdine 女史の EIA エネルギーカンファレンスでのプレゼン資料（2015/6/16）を参考にすると、①～⑤について、現状の分析と提案を行っています。

### ①インフラの強靱性、信頼性、安全性、設備施設の安全性の向上

（現状）

- ・ 製油所、インフラ、SPR（Strategic Petroleum Reserve：戦略石油備蓄）が集積しているメキシコ湾岸から米国東部を襲う台風のリスクがある。
- ・ オクラホマ州クッシングを含む中西部を襲う竜巻のリスクがある。
- ・ 温暖化による（将来的な）メキシコ湾岸の浸水のリスクがある。
- ・ エネルギー施設（特に発電所や変電所の電気インフラ施設）を襲うサイバー攻撃、物理的な攻撃の懸念がある（全米の変電所のうち 3% で電力の 60%～70% が送配電されている。攻撃を受ければ大きな影響がある。）。
- ・ 天然ガスパイプラインの老朽化や漏洩（特に北東部）のリスクがある（ガス発電の増大の可能性もあり）。
- ・ 西海岸は、パイプライン網が少なく、海上・鉄道輸送に依存。地震、山火事のリスクがある。
- ・ ロッキー山脈北部は、地震や極寒のリスクとともに、特定のパイプラインに依存している。
- ・ 南東部は、沿岸は海上輸送に、内部は Colonial、Plantation パイプラインに石油製品輸送を依存している。
- ・ 高圧変圧器は送電グリッド上重要であるが、脆弱である。
- ・ （災害時の）エネルギー断絶の影響緩和が、エネルギーインフラの強靱化にとって必須。

（提案）

- ・ 包括的な評価ツールの策定が必要。
- ・ 各州に財政援助し（10 年 25-35 億ドル）、天然ガス輸送システムの改善を行う。

（併せて、State Energy Assurance Plans でも継続支援）

### ②電力系統の近代化

（提案）

- ・ 研究開発、解析などを支援（10 年 35 億ドル）。
- ・ 送電計画と、その導入に関わる障害を査定。
- ・ 各州に財政援助し（5 年 3.0-3.5 億ドル）、送電・貯蔵システムの改善を行う。

### ③世界市場の変化に応じた米国エネルギーインフラの近代化

（現状）

- ・ 原油鉄道輸送の急増。
- ・ 国内原油増産とカナダ原油輸入増に伴う、パイプライン（Midstream）の逆送・拡張。これまでのパイプラインはメキシコ湾岸→中西部であったが、シェール革命・カナダ原油輸入増により中西部→メキシコ湾岸に変わりつつある。同時に、Inland（河川）の稼働率はこの数年 90% 超、Coastal（沿岸）の稼働率は 90-95% に達しており、海上交通も混雑している。この状況下で、



SPRはメキシコ湾岸（ルイジアナ州、テキサス州）に偏在しているため、放出の際に混乱を招く可能性が懸念される（シェールにより SPR をメキシコ湾岸→北部に持ち上げる必要性は少なくなっています）。

- ・バイオ燃料の生産が増加した（GHG削減に寄与）。

（提案）

- ・ SPR を適宜放出し、非常時への確認を行う。
- ・ SPR の最適化投資（15-20 億ドル）。
- ・ 再生可能エネルギー（バイオ燃料など）の支援。
- ・ プロパンガスの利用可能性の検討。

#### ④共有化しているエネルギー輸送インフラの改善

（現状）

- ・ 原油鉄道輸送の急増（従来の石炭・農産物輸送とバッティング）。
- ・ 運河も改修不足で運行に支障をきたしている（Calcasieu River Ship Channel）。

（提案）

- ・ 関連省庁、官民のパートナーシップで改善に向けた各種プログラム（インフラのベストミックス検討など）を行う。
- ・ DOT・DOE 連携で、インフラ改善支援を行う（入札式助成で 10 年 20-25 億ドル）。

#### ⑤カナダ、メキシコ含む北米全体の市場の統合化

（提案）

- ・ データの相互利用をベースに北米エネルギー戦略の推進。

#### 【QER に対する議会・石油業界の反応】

QER は、オバマ大統領の政策の中では例外的に共和党、石油業界でも好意的な受け止めがなされています。下院エネルギー電力小委員会（House Energy and Power Subcommittee）Ed Whitfield 委員長（共和党、ケンタッキー州）は、次のように述べています「（DOE Moniz 長官のヒアリングを受けて @2015/6/3）アメリカのエネルギーブームは、インフラのブームを必要とする。原油・天然ガスについては、パイプライン、貯蔵施設等あらゆるインフラがもっと必要になる。電力送電網も同様に供給安定性、信頼性、他からの攻撃に耐える、既存インフラのアップグレードが求められる。QER の詳細な検討は、新たなエネルギー・ブームにおける包括的なインフラ構築に焦点を当てている。QER の多くの提案は我々が検討している包括的なエネルギー法案とオーバーラップしている。」

また、上院エネルギー・天然資源委員（Senate Energy and Natural Resources（ENR）Committee）Murkowski 委員長（共和党、アラスカ州）は、提出法案（S.1215-S.1231 の 17 法案）に QER の提案を盛り込んでいます。

石油業界団体の API（米国石油協会）は「QER はエネルギー・インフラへの投資の必要性を強調している。それにより、雇用の創出、エネルギーの安全保障の強化、よりクリーンなエネルギーの未来が開ける。」とコメントしています。

#### 【今後の予定】

2016 年夏に、予算措置が必要となる（＝立法が必要な）見直しの方向性（＝最終報告）を出すものと思われませんが、政治的配慮（これを大統領選の争点から避ける可能性があります）から大統領選後の可能性が高いと思われ（モーニッツ長官は大統領の交代に伴い、2017 年には退官する可能性が高いので、大統領選後～2016 年末に発表されるものとみられます）。また、予算措置についても議会がどう対応するかはこれからの議論でしょう（一部は議会の包括エネルギー法案の中に組み込まれていると思われ）。

### 3.10 エネルギー関連の環境規制

提案されている主な規制を表1に示します。このうち、再生可能燃料基準（RFS: Renewable Fuel Standard）、原油搭載貨車に関する規制について最新動向を取り上げます。

表1 エネルギー関連の主な規制動向

規制		概要
大気	製油所からの有害大気汚染物質排出規制	タンク類、フレア、コーカー設備を対象に揮発性有機物質(VOC)規制。
	発電所に対するCO <sub>2</sub> 排出規制	EPAは発電所のCO <sub>2</sub> 排出規制(2005年比で2030年30%削減)の最終案を提案(2015/8/3)
	オゾン規制	EPAは75ppbから65-70ppbへの規制を提案(2014/11/26)。規制対象物質はNOxとVOC。今年10月に最終案を提案予定。
	メタン規制	石油・天然ガスセクターのメタン排出規制を今夏提案(2012年比2025年までに40-45%削減)。
燃料	RFS(Renewable Fuel Standard) 再生可能燃料基準	エネルギー独立安全保障法(EISA 2007)に基づき、EPAがRFSの義務量(RVO)を決定。2014-2016年RFS-RVOは今年決定。
	LCFS(Low Carbon Fuel Standard) 加州低炭素燃料基準	加州の燃料をターゲットにしたGHG削減の取り組み。2016年にLCFS2.0に更新予定。
原油掘削	水圧破砕法(フラッキング)規制	内務省が規制案を公表(2015/3/20)。
	沖合原油・天然ガス掘削に関する規制	内務省は規制案を発表(2015/4/13)。暴発防止装置(BOP)の基準強化と、掘削のリアルタイムで監視などを義務付け。
	北極海での掘削規制	内務省は漏油拡散防止のドーム建設等の規制提案(2015/2/20)。
輸送	原油搭載貨車に関する規制	脱線火災事故を踏まえ、運輸省が最終規則提案(2015/5/1)。旧車両(DOT-111、CPC-1232)のフェーズアウト計画を盛り込む。

### 3.11 再生可能燃料基準（RFS: Renewable Fuel Standard）について

エネルギー独立安全保障法（EISA 2007）に基づき、毎年、再生可能燃料基準（RFS2）の義務量（RVO: Renewable Volume Obligation）が決定されます（表2）。しかし、ガソリン需要停滞と「ブレンドの壁」（10%混合の壁）により、法案当初の義務量の設定が困難になりつつあります。

表2 RFS-RVOの推移  
(単位:10億ガロン、出典:EISA2007およびEPA情報より)

	Total		Conventional Biofuel (Corn Ethanol)		Advanced biofuel					
					Cellulosic biofuel		Biomass-based diesel		Other Advanced biofuel (ex. from waste materials)	
	EISA 2007	Revise	EISA 2007	Revise	EISA 2007	Revise	EISA 2007	Revise	EISA 2007	Revise
2008	9.00		9.00							
2009	11.10		10.50				0.50		0.10	
2010	12.95	12.95	12.00	12.00	0.10	0.0065	0.65	0.65	0.20	0.29
2011	13.95	13.95	12.60	12.60	0.25	0.0060	0.80	0.80	0.30	0.54
2012	15.20	15.20	13.20	13.20	0.50	0.0000	1.00	1.00	0.50	1.00
2013	16.55	16.55	13.80	13.80	1.00	0.0140			1.28	0.75
		15.21		13.01		0.0170			1.28	0.90
2014	18.15	15.93	14.40	13.25	1.75	0.0330			1.63	1.00
2015	20.50	16.30	15.00	13.40	3.00	0.1060			1.70	1.50
2016	22.25	17.40	15.00	14.00	4.25	0.2060			1.80	2.00
2017	24.00		15.00		5.50				1.90	2.50
2018	26.00		15.00		7.00					3.00
2019	28.00		15.00		8.50					3.50
2020	30.00		15.00		10.50					3.50
2021	33.00		15.00		13.50					3.50
2022	36.00		15.00		16.00					4.00

(注)2014年上段は、2013年11月のEPA改定案。赤字部分が2015年5月29日のEPA提案。

2015年5月29日、EPAは2014・2015・2016年のRFS-RVOを提案しました。2014年RFSは実際の使用量で設定しました。2014・2015・2016年RFSは規制当初の設定値よりも引下げたこともあり、EPAはブレンドの壁を認識してはいます。しかし、その中でも再生可能燃料の増加を促しており、2016年まではブレンドの壁を考慮した上で、ガソリン供給量の10%を少し上回るエタノール量を設定しました。EPAは2015年11月30日までに最終規則として設定するとしています。



石油業界はブレンドの壁の考慮があることは認めるものの、引き続き RFS プログラムの撤廃を求めて議会に働きかけるでしょう。バイオエタノール業界は、予想よりも高い設定値に対して慎重ながらもポジティブな評価ではありますが、EPA がブレンドの壁を考慮したことには不満で、10% 超エタノール混合ガソリン（具体的には E15）の市場導入を要求しています。バイオディーゼル業界は設定値が増加していることから、バイオエタノール業界よりも歓迎の方向です。

### 3.12 原油搭載貨車に関する規制

原油搭載貨車については、輸送量急増の影響もあり、相次ぐ脱線・火災事故が契機となって、2015 年 5 月 1 日、米国運輸省（DOT: Department of Transportation）は原油鉄道輸送規制案を発表しました。

規制案は、耐熱ジャケット（耐熱システム）がない旧車両 DOT-111 は 2018 年 1 月までに、耐熱ジャケットがある旧車両 DOT-111 は 2018 年 3 月までに、新規格に適合するようレトロフィット（旧型の機械を改造して新型にすること）することを求めています。また、耐熱ジャケットがない旧車両 CPC-1232 は 2020 年までに、新規格に適合するようレトロフィットすることを求めています。

新規規制適応車両 DOT-117 は、壁厚 9/16 インチ以上とする必要がある他、ヘッド・シールド、耐熱性能、ジャケット、トップ部及び底部ドレンについて規定されています。加えて、70 車両以上連結し、30mph 以上の速度で走る場合（HHFUT : high-hazard flammable unit train）は、2021 年 1 月までに電子制御空気ブレーキ（ECP）の装着が求められます。さらに 2023 年 3 月までには全ての HHFUT 貨車に ECP ブレーキの装着が求められています。

API や AFPM（米国燃料石油化学製造業者協会）の石油業界は、この規制案に対して余裕がなさすぎ、新規格対応貨車の不足が輸送の遅延や生産量の低下を招くとして批判しています。また、ECP ブレーキを導入してもそれほど安全性は向上しないと、反対しています。

## 4. まとめ

米国はシェール革命により資源の面でも大国となっています。直近の原油安により石油開発、石油サービス業界の苦闘が続くと思われませんが、これらの資源を自国の利益のためにどう利用するか、様々な取組がなされています。

一方、政府レベルでは環境問題に配慮し、エネルギー関連の様々な規制が提案されています。これらの規制は、業界に影響を及ぼすと考えられます。現政権によるこれらの規制には、共和党が上下院で過半数を占める議会や石油業界の反発も予想されます。ただ、大統領の意向と反する議会法案は大統領の拒否権（veto）が予想されます。また、2016 年には次期大統領選が控えており、選挙次第ではこれらの規制の見直しの可能性も出てきます。

これらの現状を踏まえ、北米のエネルギー関係を中心に、石油業界、政府がどのような取組を進めるか引き続き注視していきます。

## 特集

# 国際会議「第7回日欧石油技術会議」報告

## はじめに

当センターは、2015年6月22日（月）、23日（火）に、欧州石油環境保全連盟（Conservation of Clean Air and Water in Europe, Concawe）と「第7回日欧石油技術会議」を、ベルギーのブリュッセルで開催しました。

Concawe は、1963年に設立された石油精製技術に関する調査研究機関です。会員企業である欧州の石油精製会社43社と協力して、精製技術、燃料油品質、大気環境、さらにはREACH（化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則）などの分野に関して技術検討を実施しており、欧州の政策決定に技術的側面から働きかけを行っています。現在は、組織的には2014年に設立された欧州石油精製業協会（European Petroleum Refiners Association）の傘下ですが、従来どおり欧州石油産業の調査研究機関としての活動を継続しています。

欧州連合（EU）は、域内の環境保全・温暖化対策の長期目標設定、諸制度の構築、実施手続き・評価などについて欧州委員会（EC）を中心に加盟諸国が協力体制を組んで実行に当り、この分野で世界をリードしています。この環境主導の動きは先進的である一方、欧州石油業界を含む産業界に大きなコストを負わせる、あるいは企業戦略の再構築を迫るなどの影響を及ぼしつつあり、さらには欧州に留まらず我が国を含め、世界中に波及しつつあります。具体的には、産業界のCO<sub>2</sub>排出制限、自動車排ガス規制の強化によるEURO 6の導入、再生可能エネルギー政策・制度の展開、燃料品質性状の設計条件など多くの注目すべき課題が含まれます。

当センターは、このようなEUの動きを的確に捉え、関係者に情報提供するため、2008年度からConcaweと共催で「日欧石油技術会議」をスタートさせ、欧州と日本で交互に開催して情報交換を行ってきました。

7回目となる今回は、Concaweのブリュッセル本部で、Concaweから7名、またConcaweと同じく欧州石油精製業協会の傘下で、欧州の石油政策面を担当しているFuelsEuropeから2名、日本自動車工業会欧州事務所から2名、当センターからは5名が参加し、相互の活動成果の情報交流を行い、欧州の最新政策動向及び技術動向を把握するとともに、強固な人脈を形成することを目的に会議を開催しました。

## 会議の概要

Concaweからの要望により、日本側からは、①当センターの概要、②日本のエネルギー政策、③アジアにおける石油製品の需給、④ペトロリオミクス技術開発動向、⑤JATOP IIの成果、⑥日本の製油所競争力、⑦日本における次世代自動車の将来展望、⑧JATOP大気研究の概要について報告を行いました。

また、Concawe及びFuelsEuropeからは、①Concawe活動概要、②EUの2030年から2050年に向けた政策、③EUにおける水質課題、④REACH分析プログラムと毒性ゲノム学、

- ⑤ EU 製油所のフィットネスチェック、⑥ 欧州におけるバイオ燃料を含む燃料品質と排気物質、⑦ EU の大気質・排気監視と都市の大気質、⑧ EU の健康課題について報告がありました。詳細は表1のプログラムのとおりです。

この報告では、欧州側の主な発表の内容についてご紹介いたします。

表1 第7回日欧石油技術会議プログラム

セッション1：精製業界の戦略的課題		
	開会挨拶	Mr. Cooper Director General、餅田常務理事
1-1	Concawe の概要	Mr. Cooper Director General
1-2	JPEC の概要	餅田常務理事
1-3	EU の 2030 年から 2050 年に向けた政策	Ms. Francisca Melia (Fuels Europe)
1-4	日本のエネルギー政策	餅田常務理事
1-5	アジアにおける石油需給バランス	盛満上席主任研究員
セッション2：分析関連トピックス		
2-1	EU における水質課題	Dr. Spence
2-2	ペトロリオミクス技術の開発	上小澤技術企画部長
2-3	REACH (化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則) 分析プログラムと Toxicogenomics (毒性ゲノム学)	Dr. Den Haan & Dr. Rohde
セッション3：製油所の競争力		
3-1	EU 製油所のフィットネスチェック結果	Mr. Reid
3-2	日本の製油所競争力	盛満上席主任研究員
セッション4：自動車及び輸送燃料の戦略的課題		
4-1	バイオ燃料を含む燃料品質と排気物質	Dr. Hamje
4-2	JATOP II の成果 (3年間プロジェクト)	福田主任研究員
4-3	日本車のトレンド (HV、EV、FCV)	関所長 (欧州 JAMA)
セッション5：大気質と健康関連トピックス		
5-1	EU の大気質 - 排気監視と都市の大気質	Ms. Gonzalez & Dr. Hamje
5-2	EU の健康課題	Dr. Rohde
5-3	日本における大気質の課題	垂井欧州事務所長
	閉会の挨拶	Dr. Nelson Science Director、餅田常務理事

## 1. 欧州における石油精製産業の現状

欧州の石油製品需要は、図1に示すように2005年をピークに、その後、減少を続けていて、2030年までの予測でもこの傾向は継続すると見られています。このような中、図2に示すように化学製品の原料を製造するという意味では石油の果

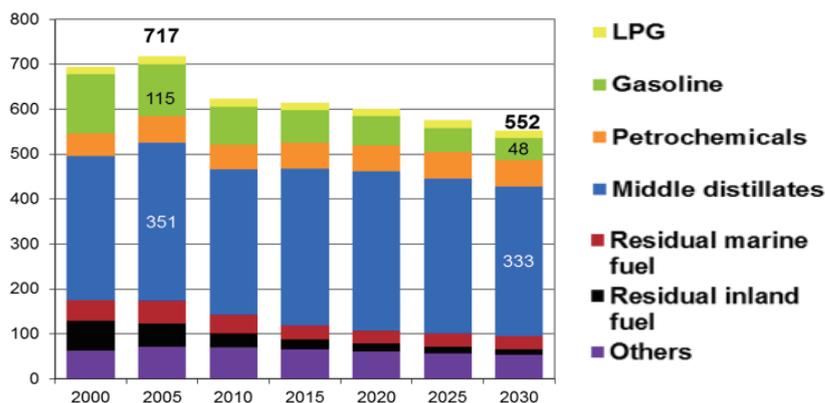


図1 EU27+2における石油製品の需要の推移 (出所：FuelsEurope)

たず役割は、天然ガス、石炭、再生可能などよりずっと大きく、この点で石油精製業が欧州のバリューチェーンのキーとなっていると Concawe は主張しています。

このように EU 全体の市場が縮小する中でも欧州石油業界は、製油所からの温暖化ガスなどの排出削減と、よりクリーンな燃料の製造に自動車業界と共同で取り組むなど、EU の厳しい気候変動・エネルギー政策の各種規制に対応するための投資を行ってきています。

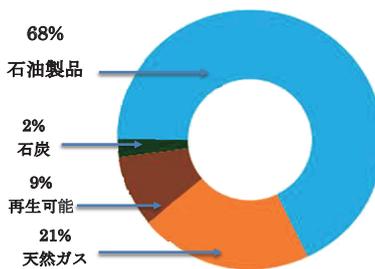


図2 化学製品の原料利用率 (出所: FuelsEurope)

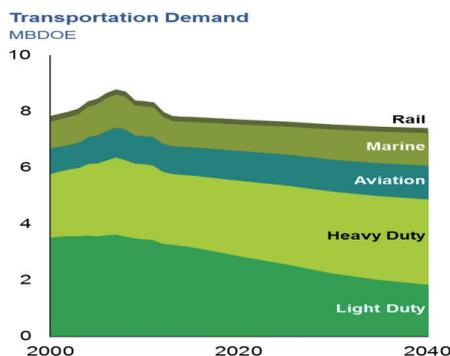


図3 輸送用燃料の需要推移

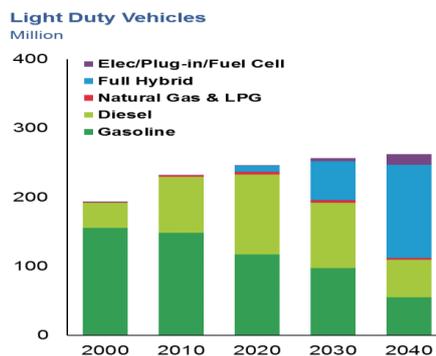


図4 小型自動車の動力源別普及台数

(出所: FuelsEurope)

EUの輸送用燃料需要を見ると、図3に示したように2040年にかけて全体に燃料需要は減少しますが、中でも小型自動車用の燃料需要減が大きいことがわかります。小型自動車の動力源別の普及台数の推移は図4のとおりです。これによるとガソリン車が減少し、ディーゼル車に置き換わる傾向は2020年まで続きますが、その後はフルハイブリッド車が増加すると予測されています。この中にはディーゼルハイブリッド車の普及も想定されています。

## 2. 2030 フレームワークについて

2030 フレームワークは2014年1月に欧州委員会より提案されました。このフレームワークの幹となる目標は、EU全体で1990年対比で少なくとも40%の温室効果ガス(GHG)を削減することです。このために、欧州温室効果ガス排出量取引制度(EU-ETS)対象セクターでは2005年対比43%のGHG削減義務が課せられ、また、非対象セクターでは2005年対比30%のGHG削減が目標です。

EU-ETS 指令については、リーマンショック以降の欧州経済低迷を主要因とした排出権余剰により、長期にわたり排出権取引価格が大幅に低迷しているため、市場安定化リザーブ制度導入等を盛り込んだ内容で現在再構築が行われています(これについては、2015年7月15日に改定EU-ETSの最初の草案が公表されました)。

2030 フレームワークにおける再生可能エネルギー導入目標はEU全体で27%ですが、これは各加盟国に一律で27%の導入目標が課せられる訳ではありません。

同じくエネルギー効率指令においては、27%の省エネルギー目標が設定されています。

### 3. エネルギー同盟（Energy Union）パッケージについて

「エネルギー同盟」は、2014年11月に新欧州委員会が発足した際、ユンカー新委員長が示した10の優先課題の一つで、エネルギー問題に関連し、エネルギー安全保障や域内のエネルギー市場の統合に加え、再生可能エネルギーの開発やエネルギー消費効率の向上といった環境問題も含み、EU全体として総合的に取り組むことを目指した戦略です。これは、「エネルギーの確実で安定した供給の確保」、「手ごろな価格を保証するエネルギー市場の創出」、「持続可能なエネルギー社会の実現」を目標としています。この政策の柱は、①エネルギー安全保障、②エネルギー統一マーケット、③エネルギー効率の向上、④低炭素経済の形成、⑤研究と革新、の5つです。

このエネルギー同盟政策は、今後5年間で欧州委員会が発展させていく気候変動・エネルギー政策の『青写真』となる可能性が高く、非常に重要な政策となります。

この政策に対して、Concaweは、「本政策には欧州経済における石油製品の継続的重要性という観点が見落している」、また、「低炭素経済形成に向けた具体的な段階を踏んでのアプローチについての情報が示されていない。」などの不満を表明しています。

### 4. 2050年に向けたエネルギーロードマップについて

2050年に向けて低炭素経済を形成すべく、2050年までに1990年対比80%のGHGを削減するという目標の事です。これは、2030年に40%削減、2040年までに60%削減という段階的な目標となっています。これはまた、欧州の温暖化ガス排出に関する責任を有する発電、産業、輸送、ビル、建設、農業などの主要なセクターが、どうやって最もコスト効果の高い方法で低炭素経済に移行していくべきかの道筋を示しています。

輸送部門では2050年までに輸送部門のGHG排出量を60%削減し、欧州における輸入原油依存度を減少させるとしています。これには航空部門における低炭素燃料構成比40%や船舶から排出されるGHG排出量についても少なくとも40%は減少させるという目標も盛り込まれています（図5参照）。

#### Low-carbon strategy for 2050

Targets compared to 1990 levels

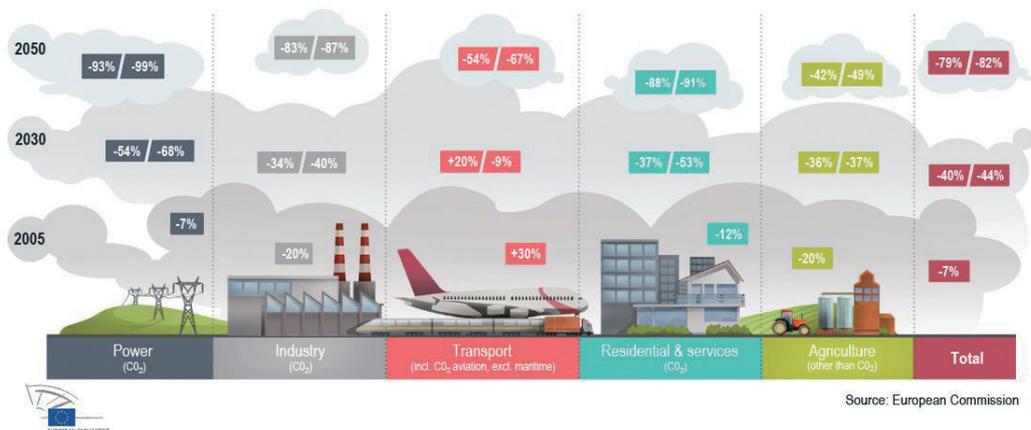


図5 EU2050ロードマップのセクター別目標（出所：FuelsEurope）

## 5. EU 製油所の競争力とフィットネスチェック

フィットネスチェックは、EU 政策が EU の各産業セクターの競争力に与える影響を定量的及び定性的に評価し、今後の政策運営に生かしていくことを目的としたもので、EU 石油精製セクターのフィットネスチェック実施に際しては、公式指令（REFIT）が 2013 年 6 月 20 日に欧州委員会企業総局（現在の成長総局）によって公布されました。

フィットネスチェックにおける役割分担としては、欧州委員会共同研究センター（JRC）が定量的影響評価のモデリングを、また成長総局、エネルギー総局他が定性的な影響評価を担当しました。

フィットネスチェックの対象となった EU 規制は以下のとおりです。

- ①再生可能エネルギー指令（RED）
- ②エネルギー税指令（ETD）
- ③ EU 排出量取引システム（EU ETS）
- ④燃料品質規制（FQL）
- ⑤クリーン自動車指令（DCEEV）
- ⑥産業排出ガス指令（IED）、統合汚染防止管理指令（IPPCD）、大規模燃料プラント指令（LCPD）
- ⑦戦略的石油備蓄指令（SOSD）
- ⑧船舶燃料指令（MFD）
- ⑨エネルギー効率指令（EED）
- ⑩大気質指令（AQD）

フィットネスチェックの進め方としては、EU28 加盟国の全製油所を 9 つの地域に区分し、また各製油所を複雑度指数によって 5 つのピアグループに分類（GOC D が最も複雑度が高い。）してデータの収集、分析が行われました。

- Hydroskimmer：ビスブレーカー  
＋サーマルクラッカー
- GOC A：複雑度係数 < 6.9
- GOC B：6.9 ≤ 複雑度係数 < 8.0
- GOC C：8.0 ≤ 複雑度係数 < 9.5
- GOC D：9.5 ≤ 複雑度係数

調査対象期間 1998 年～2012 年における各ピアグループの製油所数の推移は図 6 のとおりです。

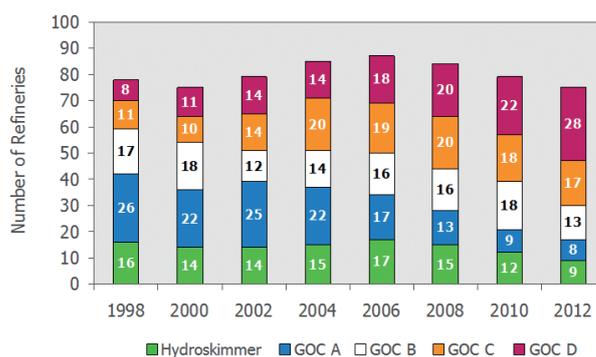


図 6 ピアグループ別製油所数の推移 (出所：Concawe)

フィットネスチェックの定量的な評価結果について表 2 にまとめました。

表 2 フィットネスチェックの結果 (定量的評価) (出所：Concawe)

項目	定量的影響 (EUR/BBL)
RED (設備投資コスト)	0.01
RED (燃料需要減少影響)	0.037
FQL	0.29
IPPCD & LCPD	0.13
合計	0.47

フィットネスチェックの結果について欧州委員会は、「EU 政策によるコスト影響は 0.47EUR/BBL (図は USD) と顕著であるが、一方で欧州域内の製油所間の競争力格差 (マージン格差) に比較すると相対的に小さい」と締め括っています (図7 参照)。

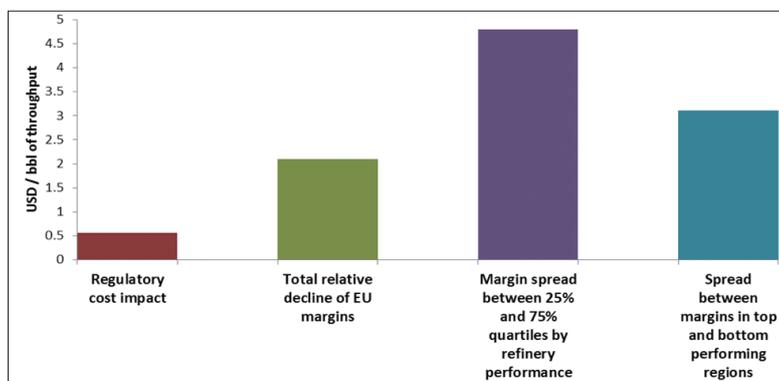


図7 EU 規制が製油所競争力に与える影響 (出所: Concawe)

一方 Concawe は、独自の調査結果として、EU 政策影響が最も大きい 2020 年におけるコスト影響の分析結果を発表しています。低コストと高コストの 2 つのシナリオで分析を実施した結果、2020 年時点の EU 政策によるコスト影響は 2.5 ~ 4.0 \$/BBL と非常に大きなインパクトとなることを主張しています (図8)。

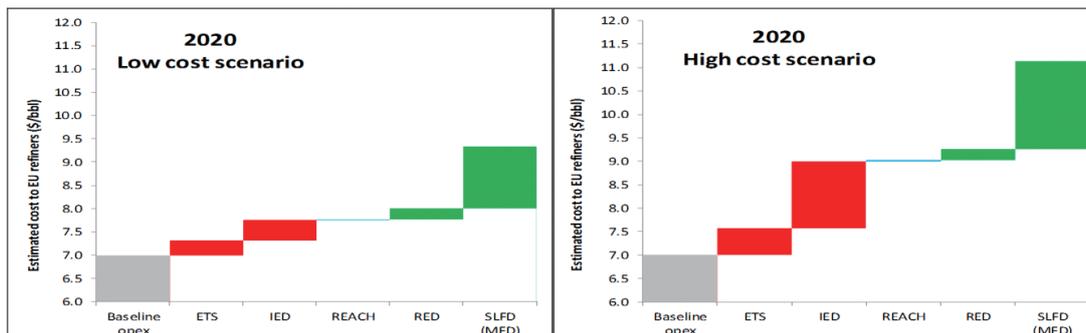


図8 Concawe の分析による EU 規制の精製コストへの影響 (出所: Concawe)

## 6. EU におけるバイオ燃料の普及見通し

EU においては、JEC コンソーシアムがバイオ燃料の研究開発を担当しています。JEC コンソーシアムとは、2000 年に設立された共同研究組織であり、JRC (欧州委員会共同研究センター)、EUCAR (自動車研究開発のための欧州評議会)、Concawe のそれぞれの頭文字をとったものです。

この JEC コンソーシアムが、「2020 年に向けた世界における非在来型バイオ燃料の普及見通し」のレポートを公表しています。それによると、2020 年時点では世界で 3.0 百万原油換算トンの非在来型バイオガソリンと 6.2 百万原油換算トンの非在来型バイオディーゼルが供給される見通

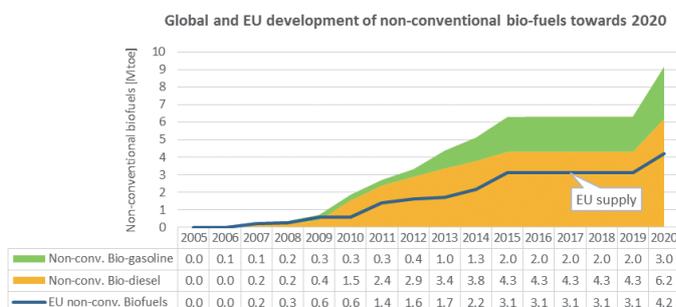


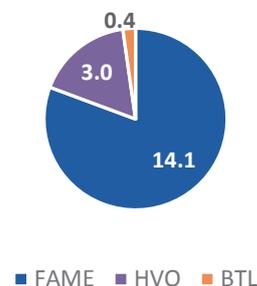
図9 世界と EU の非在来型バイオ燃料の普及見通し (出所: Concawe)

しとなっています。その内 EU の供給は 4.2 百万原油換算トンとなる見通しです (図9 参照)。

また、2020 年時点の EU におけるバイオディーゼル及びバイオガソリンのバイオ燃料種別構成比は図 10 のとおり、バイオディーゼルにおける各種別構成比は FAME (脂肪酸メチルエステル) が 80.6%、HVO (水素化精製植物油) が 17.1%、BTL (バイオマスガス化+GTL) が 2.3%となる見込みです。一方、バイオガソリンにおける各種別構成比は、在来型バイオエタノールが 75%、次世代型バイオエタノールが 16.7%、バイオブタノールが 8.3%となる見込みです。

JEC バイオ燃料レポート 2014 年アップデート版では、EU における RED10% 目標及び FQD6% 目標に対する 2020 年時点での実績は RED10% 目標に対して 8.8%、FQD6% 目標に対しては 4.3% といずれも達成は困難であるという見方を示しています (ガソリンにおけるエタノール混合上限 10%、軽油における BDF 混合上限 7% の前提で試算)。

Bio-diesel in 2020 [Mtoe]



Bio-gasoline in 2020 [Mtoe]

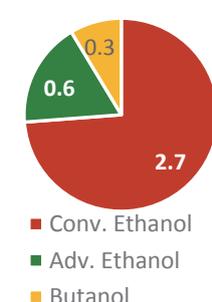


図 10 EU における 2020 年のバイオ燃料構成比 (出所: Concawe)

## 7. EU 製油所における水質保全への取組

EU においては、Water Framework Directive、Groundwater Protection Directive、Urban Waste Water Treatment Directive、Industrial Emission Directive、E-PRTR などを中心に数多くの水質保全に関する法規制が施行されています。Concawe は石油精製セクターの水質保全に関するパフォーマンスを監視し、改善を続けていくために以下のデータを整備しています。

- ① 1969 年～2014 年の石油系炭化水素の排水への混入状況のモニタリング
- ② 2013 年における非危険及び危険廃棄物質の流出データ (現在進行中)
- ③ 2010 年及び 2013 年における水利用と排水データ

1969 年以降の排水への石油系炭化水素の混入については図 11 のとおり、1969 年～1990 年にかけて 10 分の 1 以下に大幅減少しています。

Concawe は、引き続き EU 石油精製セクターにおける工業廃水データベースを維持、管理していきます。

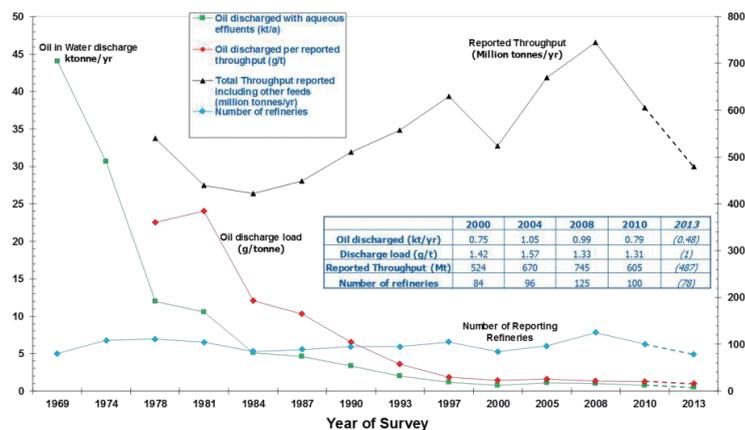


図 11 製油所排水中の石油系炭化水素の推移 (出所: Concawe)



## 8. EU 製油所における大気汚染物質削減への取組

EU 製油所からの大気汚染物質の排出状況をまとめると、以下のとおりです。

- SO<sub>2</sub>: 1990年～2012年にかけて71%減少。その内、2007年～2012年にかけては43%減少。EU 全体のSO<sub>2</sub> 排出量のうち製油所からの排出量が占める割合は10%弱で推移。2012年時点の構成比は8%。
- NO<sub>x</sub>: 1990年～2012年にかけて41%減少。その内、2007年～2012年にかけては26%減少。EU 全体のNO<sub>x</sub> 排出量のうち製油所からの排出量が占める割合は2%。
- NMVOC<sup>(\*)</sup>: 1990年～2012年にかけて43%減少。その内、2007年～2012年にかけては12%減少。EU 全体のNMVOC 排出量のうち製油所からの排出量が占める割合は3%。
- PM10: 1990年～2012年にかけて74%減少。その内、2007年～2012年にかけては44%減少。EU 全体のPM10 排出量のうち製油所からの排出量が占める割合は、0.5～0.9%。2012年時点では0.5%。

(\*) NMVOC :  
Non-Methane  
Volatile Organic  
Compound

## 9. 石油製品に関する REACH 規制

REACH とは、欧州における化学物質規制で、欧州域内で化学物質を製造・輸入している企業に対して化学物質を登録する義務を課し、その登録によって収取されたデータを、欧州議会が設置した ECA（欧州化学品庁）が管理評価することによって、ヒトの健康または環境に悪影響を及ぼす危険物質の使用を警告・制限する規則のことです。欧州の石油精製事業者と石油製品の輸入業者は石油製品について登録する義務があります。Concawe は、メンバー企業に対して、石油製品の 카테고리別の物理化学的な分析や毒性に関する評価を行い、それらのデータベースを維持・更新しながら情報を提供するとともに登録業務をサポートしています。

## 10. 健康マネジメントグループによる重油蒸発ガス曝露試験

Concawe の健康マネジメントグループによる重油プロジェクトは、ADN2013 という「内陸水路を利用した危険物質の国際輸送において懸念される事項の欧州合意」の修正案の順守を目的として、重油のバージ船等への積み込み作業における蒸発ガス等の人体への影響を評価するプログラムを開発しました。これを用いた多環芳香族の蒸発ガス曝露調査の結果を表3及び4に示しました。

表3 船上作業員の蒸発ガス曝露試験結果（出所：Concawe）

Site Code	Background conc. (µg/m <sup>3</sup> )			Personal sample conc. (µg/m <sup>3</sup> )		
	Naphthalene	Pyrene	Benzo[a]pyrene	Naphthalene	Pyrene	Benzo[a]pyrene
Red	0.12	<LOQ	<LOQ	14.72	<LOQ	<LOQ
Blue	2.3	0.01	<LOQ	91.35	0.02	<LOQ
Yellow	0.08	<LOQ	<LOQ	0.63	<LOQ	<LOQ
Pink	0.15	<LOQ	<LOQ	64.34	0.04	<LOQ
Green	0.95	<LOQ	<LOQ	9.88	<LOQ	<LOQ

LOQ (定量下限) limit of quantitation

表4 陸側作業員の蒸発ガス曝露試験結果（出所：Concawe）

Site Code	Background conc. (µg/m <sup>3</sup> )			Personal sample conc. (µg/m <sup>3</sup> )		
	Naphthalene	Pyrene	Benzo[a]pyrene	Naphthalene	Pyrene	Benzo[a]pyrene
Red	0.12	<LOQ	<LOQ	4.33	<LOQ	<LOQ
Blue	2.3	0.01	<LOQ	1.33	<LOQ	<LOQ
Yellow	0.08	<LOQ	<LOQ	0.05	<LOQ	<LOQ
Pink	0.15	<LOQ	<LOQ	0.13	<LOQ	<LOQ
Green	0.95	<LOQ	<LOQ	0.21	<LOQ	<LOQ

この結果、当該重質油健康リスク影響評価としては、船上作業員及び陸側作業員のいずれの数値も ACGIH<sup>(\*)</sup> 基準値以下であることが確認でき、よって、通常のオペレーション条件下における重油積み込み作業中の加熱された重油からの蒸発ガス管理手法については、特に追加措置の必要はないことが確認されました。

(\*) ACGIH :  
米国産業衛生  
専門家会議  
(American  
Conference  
of Government  
Industrial  
Hygienists)

## おわりに

欧州の石油業界は、「EUの現行政策は、EU石油精製業界にとって競争力を低下させる付加圧力となっており、EUにおける雇用の維持、経済成長と競争力強化のサポートといった観点からEU製油所の競争力を維持すべきである。」と主張しています。

そのような主張の一方で、ConcaweやFuelsEuropeが石油業界のために、欧州の広範囲にわたる気候変動・エネルギー政策に対して、法令順守のため真摯に取り組み、非常に幅広い活動をしていることを改めて感じました。

今回の会議では一般社団法人日本自動車工業会欧州事務所からのご講演をいただきました。また会議終了後、フランス石油・新エネルギー研究所 (IFPEN) を訪問し、燃料品質やペトロリオミクス技術関連の情報交換を行うとともに、フランスにある国際エネルギー機関 (IEA)、NEDO 欧州事務所でも欧州の石油・エネルギー関連の情報交換を行う機会も得ることができました。この場を借りて関係者の皆様に感謝いたします。

欧州石油産業の動向は、同様に石油需要が減少している我が国の石油政策に対しても大いに参考になるものと思われます。当センターでは、今後も欧州事務所を通じて情報収集を行うとともに、日欧間の技術交流を継続的に実施して、我が国の石油政策及び石油産業の競争力強化に資する情報収集・分析・情報提供を行ってまいります。

# 「新規自動車・燃料研究事業(JATOP III)について」

平成27年度より、自動車・燃料研究事業としてJATOP III (Japan Auto-Oil Program III) が開始されました。このプログラムは、将来の自動車・燃料における技術的課題の解決を目指して、平成25年度から3年間にわたり実施されたJATOP IIの後継事業になります。事業実施期間は、今年度から平成29年度までの3年間で予定しています。JATOP IIIの研究領域は、将来の燃料品質と自動車技術に関する研究分野と大気研究分野に分かれており、いずれも石油業界及び自動車業界の協力の下に進められます。

## 1. JATOP IIIの実施背景

日本国内の燃料油販売量は、年々減少傾向にあります。資源エネルギー庁から出された最新の石油製品需要見通しによると、今後も燃料油の需要は減少し、特にA重油、一般B・C重油（電力C重油を除く）はガソリンや軽油等に比べて大幅な減少を続けると予測されています（図1）。このことは、A重油やB・C重油基材である重質留分の用途の減少につながります。この重質留分は、原油から作られる連産品であることから、需要構成比率の大幅な変化への対応は必須であり、重質留分の新たな利用先の検討が重要となってきます。

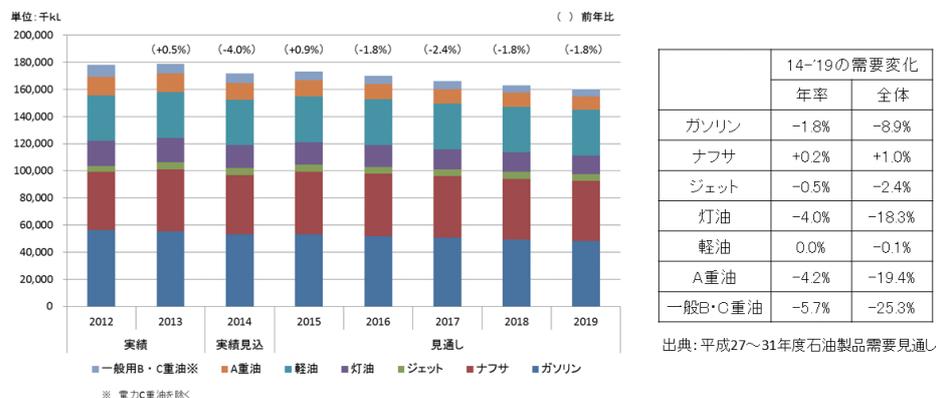


図1 2014～2019年度石油製品需要見直し（燃料油）

2009年8月に施行されたエネルギー供給構造高度化法は、エネルギーを安定的かつ適切に供給するために、化石エネルギー原料の有効利用を促進することを求めています。石油各社は、「原油等の有効な利用に関する石油精製業者の判断の基準」に示された、我が国の重質油分解装置の装備率を2013年度までに13%程度まで引き上げるという目標への対応として、装備率の向上を実施しました。2014年6月には新たな判断基準（告示）案が示され、重質油分解装置の定義を拡大するとともに、装備率の更なる向上が求められています。これら二度にわたる重質油分解装置装備率の向上によって、分解系留分比率は相対的に増加することが想定されます。したがって、分解系留分、特にガソリンと軽油については自動車燃料としての利用・拡大に関する検討が必要になってきます。

## 2. 将来の燃料と自動車技術に関する研究

将来の最適な自動車・燃料技術の確立を目指して、経済産業省の支援の下、石油業界と自動車業界の協力を得て新たな自動車・燃料研究を開始しました。この研究では、原油から得られる各留分を余すことなく活用することにより、我が国の需要を満たすのに必要な石油製品を生産するために必要な原油処理量を削減し、CO<sub>2</sub> 排出量の削減に貢献することを目的としています。すなわち、石油精製における残油等の重質油分解等で得られる留分について、自動車燃料としての利用を想定し、環境・安全面で安心して使用できるよう、自動車排出ガス・燃費等による環境負荷の影響評価、各種自動車性能に与える影響評価等を行い、これらの情報を体系的に整理しようとするものです。

JATOP II では、分解軽油 (LCO, Light Cycle Oil) の混合による燃料性状の変化が車両に与える影響について、信頼性影響と車両性能・排出ガス影響の2つの領域に分けて検討しました (図2)。これら2つの影響について検討した中で、排出ガスは脱硫 LCO (DLCO, Desulfurized LCO) 混合増により、エンジン出口の炭化水素、PM (Particulate Matter) 等の増加がみられ、排出ガス後処理装置後の排出ガスへの影響は小さいですが、このエンジン出口 PM の増加によって後処理装置の一部である DPF (Diesel Particulate Filter) への負荷増大が懸念されました。そこで、DPF 負荷影響について評価を行いました。その結果、DLCO の混合増により、燃料のセタン価が低下し芳香族が増加すると DPF 差圧の増加速度が増して、DPF 再生への負荷は徐々に大きくなりました。特にセタン価 50 を下回る (芳香族分 30vol% 程度を超える) と、DPF 再生への負荷は増大し、セタン価 43 (芳香族分 40vol% 程度) では DPF がうまく再生されない重大な不具合を生じる可能性があることがわかりました (図3)。このことは、分解軽油の自動車燃料への利用拡大に際して、解決すべき課題として残りました。

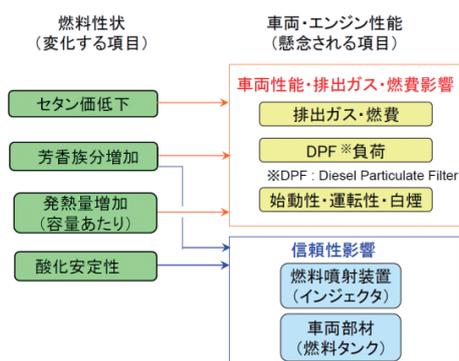


図2 LCO の混合が車両に及ぼす影響

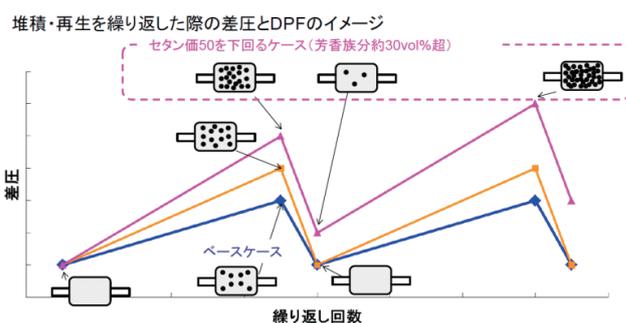


図3 JATOP IIでの DPF 負荷試験結果

そこで JATOP III では、これら技術的課題に対する燃料側、自動車側双方の対策の効果について評価を行います。また、これに加えて、分解ガソリン留分の利用増を想定し、重質な芳香族分やオレフィン分が増加した燃料の排出ガス成分等への影響についても研究を行います。

### 3. 大気研究

JATOP IIにおいては、環境基準達成に向け取組が強化されているPM<sub>2.5</sub>について、大気質予測モデルを活用し、再現性の評価と将来の推計を行いました。最新の排出インベントリの反映やモデルのバージョンアップを図ることで、日々のPM<sub>2.5</sub>濃度変化を概ね再現することはできました（図4）。しかし、季節変動やPM<sub>2.5</sub>を構成する各成分の再現性には課題が残りました。

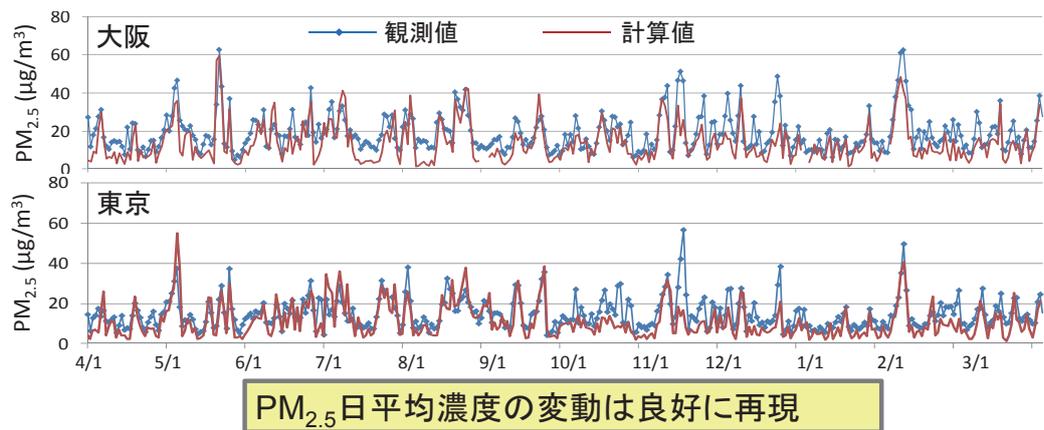


図4 PM<sub>2.5</sub>再現性評価（日平均濃度）

JATOP IIIでは、JATOP IIを通じて明らかとなった課題について、更なる検討、改良を加え、自動車による影響度合を明確にするとともに、今後の大気環境改善に向けた対策の効果予測を行い、環境施策に資する技術データを提供していきます（図5）。

<大気研究の課題>

- ①発生源情報（排出インベントリ）の整備、②大気質予測モデルの改良、
- ③大気観測による二次粒子生成機構の解明、④将来推計手法の確立

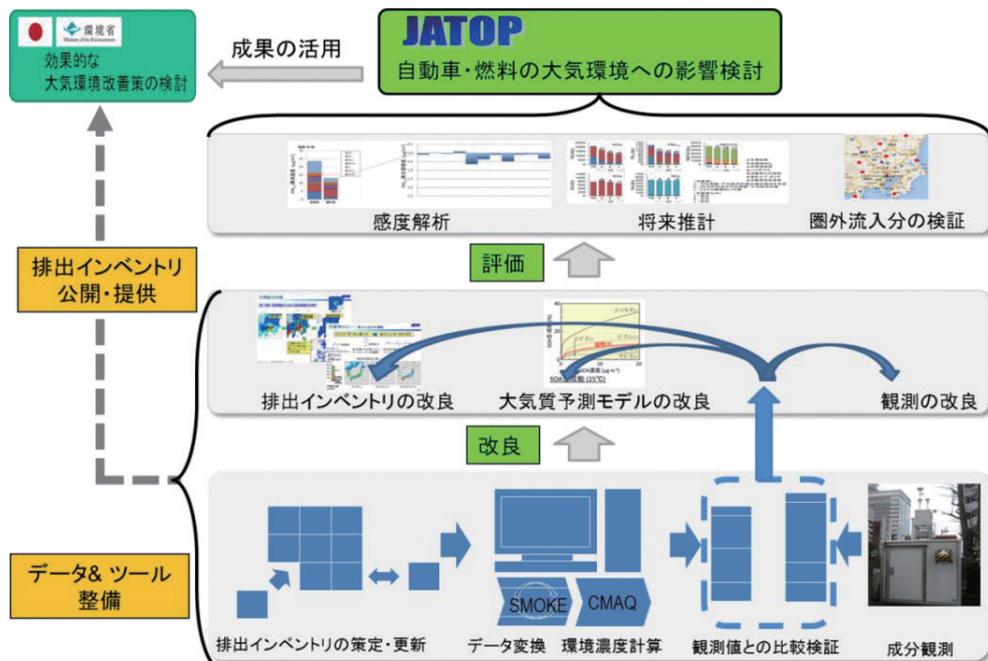


図5 JATOP大気研究のフレームワーク

トピックス

## JPEC リレー講座「エネルギー最前線」

平成 17 年度から開講している産学連携プログラム・リレー講座「エネルギー最前線」は、産官学各界からの高い評価を得て、10 年目となる平成 26 年度の講義日程を計画どおりに実施いたしました。

本リレー講座は、石油の技術開発研究における大学との関係の強化及び産業界、大学、官界での将来の活躍が期待される大学生世代の人材にエネルギー問題への理解を深めてもらうことを目的として行っています。

石油元売り各社の協力を得ながら、現役第一線の技術者、研究者を講師として大学に派遣し、一次・二次エネルギーの需給動向や技術動向、石油精製プロセス基礎から重質油高度対応処理等の高度な石油精製技術、そして燃料電池や水素社会において石油が果たす役割、再生可能エネルギーとしての太陽電池技術の動向など、幅広い視野にわたって石油産業をはじめとするエネルギー関連技術を紹介しています（表 1）。

理工系の学部生から大学院生までを対象に、通常講義は半年間で 14 回、集中講義は 2～6 回の授業を行います。本講義は大学において正式な授業科目として扱われ、学生は本講義の受講と課題レポート提出により単位が修得できるようになっています。

平成 26 年度は、通常講義として前期（4 月～7 月）に早稲田大学と東京工業大学で各 14 回、後期（10 月～1 月）に東京大学で 14 回の講義を行いました。また、集中講義として後期に慶應義塾大学で 2 回、北海道大学で 2 回の講義を行い、年間合計 46 回の講義を実施しました。平成 17 年度から平成 26 年度までの累計では 490 回の講義を実施し、受講者数は延べ 33,881 名になりました。



リレー講座の講義風景

（左＝早稲田大学、右＝東京工業大学）

平成 27 年度は、前期（4 月～7 月）は早稲田大学と東京工業大学の 2 大学で各 14 回、後期（10 月～1 月）は東京大学で 14 回、京都大学で 6 回、慶應義塾大学で 2 回、北海道大学で 2 回の合計 52 回の講義を計画しており、前期日程の講義は終了しました。

平成 26 年度に受講した学生にアンケートを実施し、石油産業に関するイメージについてのコメントを表 2 に示しました。表 3 にはリレー講座に対する受講学生からのコメントを示しました。



講義を通じて石油産業に対する理解を深めることができたとの回答が約9割を占め、全体の8割以上の受講学生が次年度以降もリレー講座を継続して実施するべきとの回答でした。

次世代を担う学部生、大学院生が、石油を中心としたエネルギー産業において一層の高度化・多様化する技術に関して正しい知識を持ち、幅広い視点から問題を理解し、社会参加への動機付けを持ってもらうためにも、本講座の意義は高いものと考えます。

表1 リレー講座の講義内容

No.	講義名	担当会社
1	一次エネルギーの動向 －石油の位置づけと新エネルギーの展望－	東燃ゼネラル石油（株）
2	身近な二次エネルギー －石油製品、電力、都市ガスの動向－	（一財）石油エネルギー技術センター
3	石油と石油産業の歴史と変遷 －石油資源をめぐる争奪戦－	（一財）石油エネルギー技術センター
4	自動車のエネルギー －環境適合性、供給安定性に向けて－	JX 日鉱日石エネルギー（株）
5	水素エネルギー社会の実現に向けて	JX 日鉱日石エネルギー（株）
6	新燃料の取り組み －GTLとバイオ燃料開発事例－	JX 日鉱日石エネルギー（株）
7	ホームエネルギー	JX 日鉱日石エネルギー（株）
8	石油の起源と開発	出光興産（株）
9	石油精製プロセス（基礎編） －製造プロセスと安全管理－	東燃ゼネラル石油（株）
10	石油精製プロセス（応用編） －最近の技術開発－	コスモ石油（株）
11	重質油は宝の泉 －重質油処理と触媒技術－	（一財）石油エネルギー技術センター
12	石化原料としての石油 －私たちの周りには石油がいっぱい－	（一財）石油エネルギー技術センター
13	潤滑油：摩擦をコントロールする －エネルギーロスをなくして環境負荷を低減	昭和シェル石油（株）
14	太陽電池技術の現状と将来展望	昭和シェル石油（株）

表2 石油産業へのイメージに関するコメント

- ・石油産業は何を開発するのか全く知らなかったけれど、石油から様々な製品ができ、解決すべき課題が多くあることもわかった。更に、石油だけでなく新エネルギーにも目を向けていることに興味をもった。
- ・石油は枯渇資源であるため、代替燃料の導入が望まれているが、重質油処理技術などで石油の使用についても改善が進んでいることをあまり知らなかった。このような点で石油産業への関心が高まったと感じた。
- ・今までこのようなエネルギーにのみ（特に石油）にピックアップした授業はなく、全部の内容が新鮮だった。石油会社の今後の取り組みの話を聞いて、就活の材料の一つになると思う。

表3 リレー講座に関するコメント

- ・企業の人から話を聞くことはなかなかできない。とても貴重な体験ができた。
- ・石油産業の歴史や技術など、石油産業の全体に係ることについて非常に深く知ることができてよかった。資料がとても丁寧に作られていた。
- ・石油についてあまりイメージがなかったが、講義を受けることで石油製品について知ることができ、具体的に学べて良かった。
- ・技術的な話だけでなく、社会の中での状況についても教わることができたので、社会勉強にもなった。

トピックス

## 「受賞のお知らせ」

当センターの技術開発・調査事業の成果に対して、このほど2件の受賞がありましたのでお知らせいたします。

### 1. 石油学会第58回年会 野口記念奨励賞

石油学会第58回年会でコスモ石油株式会社 坂 祐司氏が野口記念奨励賞を受賞いたしましたのでお知らせいたします。なお、受賞対象となった業績は、経済産業省の補助金を受け、当センターの「革新的次世代石油精製等技術開発事業」の一環として行われたものであります。

■発表会議

石油学会第58回年会（受賞講演）

■受賞年月日

2015年5月26日（授賞式）

■受賞題名

新規マトリックス成分として第一リン酸アルミニウムを配合した FCC 触媒の開発

■発表概要

当センター事業「革新的次世代石油精製等技術開発事業」の成果として、重質留分の分解活性の向上と高オクタン価のガソリン生成の両立を可能とする新規触媒構成成分として第一リン酸アルミニウムを含んだ FCC 触媒を開発し、2011年に商業装置にて実証運転を実施した内容について報告いたしました。

■受賞内容

野口記念奨励賞は、石油及び石油代替エネルギーの安定供給及びそれに関連した技術開発に関する技術内容であり、独創的な業績を挙げた若手研究者に授与されるものです。

第一リン酸アルミニウムを配合した新規 FCC 触媒に関する研究とそれに基づく技術は新規性と独創性に富み、完成度の高い技術であることが認められ、受賞いたしました。

■受賞にあたって一言

幾多の困難を乗り越えて得られた当事業における技術開発成果が、このような名誉ある賞を受賞したことはこの上ない喜びです。この受賞を弾みとして、開発技術の普及と更なる石油精製技術の向上に努めて参ります。



受賞の盾を受け取る  
コスモ石油株式会社 坂 祐司氏

## 2. 7th International Conference on Green and Sustainable Chemistry Poster Award

当センターでの研究成果を 7th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (GSC7) でポスター発表された JX 日鉱日石エネルギー株式会社 常岡秀雄氏が Poster Award を受賞しましたのでお知らせいたします。

### ■発表会議

7th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (公益社団法人新化学技術推進協会主催)

### ■発表及び受賞年月日

2015年7月8日

### ■受賞題名

“Development of a hydrogen purification system with hybrid membrane

-An efficient high-purity hydrogen purification technology built using zeolite membranes-”

### ■発表概要

当センター事業「高効率水素製造等技術開発事業」の成果として、水素分離膜と CO<sub>2</sub> 分離膜を組み合わせた「ハイブリッド分離膜型水素精製パイロット装置」を用いた LPG 水蒸気改質で生成した粗水素ガスによる実環境下での連続評価を行った結果について報告いたしました。

### ■受賞内容

当日行われましたポスター発表 195 件の中から Poster Award 受賞者 10 名が選ばれました。本賞は、産学官の委員が、35 才以下の若手研究員の英語でのポスター発表の審査を行い、発表の内容、GSC 推進への貢献度、プレゼンテーション等において特に優れた発表へ与えられます。

### ■受賞にあたって一言

パイロットスケールでの実証に至るまで長年努力を積み重ねてきた当事業の技術開発成果が、国際的な発表の場で評価を頂けたことはこの上ない喜びです。今回の受賞を励みに、引き続き開発技術の実証と今後の実用化に向けて尽力する所存です。

技術開発のご支援を賜りました経済産業省様並びに発表の機会を頂きました一般財団法人石油エネルギー技術センター様に深くお礼申し上げます。



受賞の表彰状を手にする  
JX 日鉱日石エネルギー株式会社  
中央技術研究所 常岡研究員

## 当センター=本部事務所移転のお知らせ

当センターは、去る8月10日(月)に本部事務所を移転いたしました。移転後の所在地は次のとおりです(案内図は裏表紙をご覧ください)。

〒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

(電話・FAX 番号は従前どおりです)

なお、5階が執務スペース、4階が会議室になります。



## 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
○企画・規制見直し担当	8506	8527
●統計解析部	8507	8514

### 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, 1E. 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  
長富宮弁公楼401  
郵便100022  
TEL:+86-10-6513-9832 FAX:+86-10-6513-9832



無断転載を禁止します。