JPEC News
Japan Petroleum Energy Center News

2017.5

CONTENTS

■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）」 1
◎調査報告「欧州製油所の投資・撤退事例調査」 15
◎調査報告「米国合同連絡会議」 39

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

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）」

1. はじめに

我が国の石油需要は中長期的に減少する見込みですが、一方でアジア新興国では輸出を念頭においた製油所の新設・増設計画が進むなど、我が国石油精製業を巡る経営環境は厳しさを増しています。こうした中、今後も引き続き国内における石油製品の安定供給という社会的使命を担っていくためには、製油所の生産性向上により、国際競争力を強化していく必要があると思われます。

世界の製油所との競争力の比較において、我が国製油所の競争力を制約する要因として、製油所の稼動信頼性が低いこと（稼動信頼性の向上）等が指摘されており、今後、我が国の製油所の競争力強化を図っていくためには、これら課題の克服が必要であると思われます。そのため、本調査では、製油所の稼働信頼性の向上に関する技術分析調査を実施しました。

腐食等の対策として、運転管理技術、プロセス制御技術、配管の腐食を測定・予測・防止する技術があります。ここでは、ガス・石油製品の漏えいを検知するとともに、歪み等を測定して腐食による漏洩を未然に防ぐ可能性のある方法等、高度な保安管理の達成に向けた有望技術の分析を行いました。

今回、腐食、漏洩等を早期に検知する高度保安管理技術調査において、利用可能性が高いと思われます光ファイバセンシングによる配管異常検知技術及び、分光分析・飛行体技術での漏洩早期発見の2テ

ーマ(図1)を選んで、現状の技術動向、それに基づく製油所等への適用への課題等を調べました。これにより、我が国製油所の生産性向上に資する政策立案に活用するための情報を報告します。

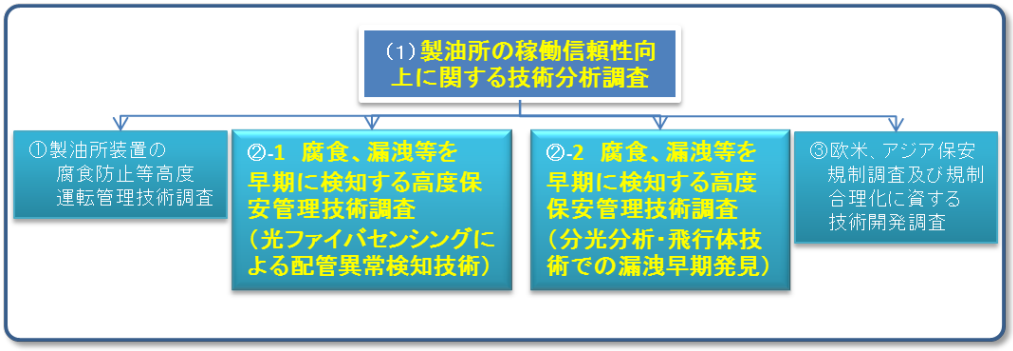


図1 本調査の位置付け

2. 調査の内容

(1)光ファイバセンシング

光ファイバセンシングにより、配管全長に渡り、漏洩があった場合に早期に検知し、漏洩位置を特定する技術、並びに、腐食による配管歪みを検知し、配管全長・全面に渡り肉厚を測定する技術について、製油所への適用可能性と導入についてまとめました。

分布型光ファイバセンシング技術の概要を以下に列記します。

・光ファイバ自体を分布型センサとして使用、情報伝達機能も兼ねる。(多点連続測定かつ、電源および信号用リード線不要) 光ファイバ全長(最長 50km)にわたる分布計測が可能

・センサ部に電気を使用しないため、完全な防爆性能、耐電磁特性にも優れる

・分布型光ファイバセンシングによる異常検知方法の分類

異常早期検知:音・振動・温度測定による漏洩早期検知、位置特定

異常予兆検知:配管外面ひずみ測定による肉厚測定

① 分布型光ファイバセンシングの原理

後方散乱光測定による検出について(図2、図3)

・入射光のファイバ内での散乱現象を利用、温度、歪み等の変化が、後方散乱光に影響・温度、圧力、歪み、音、振動などを検出・散乱光の戻り時間を計測することで、発生位置特定が可能

図2　測定原理(温度、距離)（出典:住友電工資料)

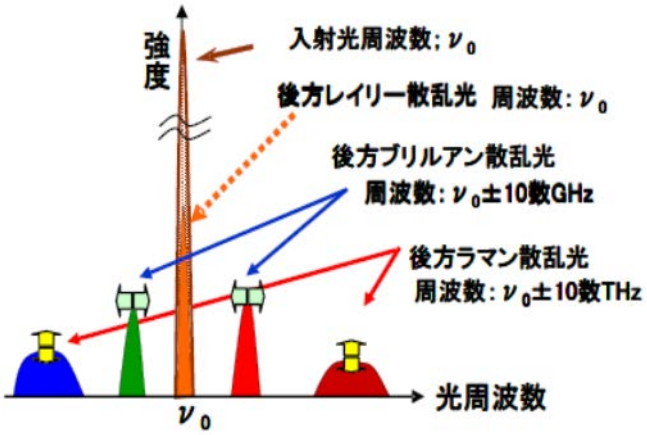


図3　後方散乱光の波長スペクトラム（出典:横河電機資料)

② 配管異常予兆検知技術としての可能性

腐食減肉による歪みを調べることにより、配管肉厚を監視する技術として利用するにあたり、配管(保温、埋設)の腐食漏洩予兆検知技術の概要、方法(表1、図4、図5)を示します。

表1　腐食減肉による配管歪み検知法

検知手法	腐食減肉による配管歪み検知法
ひずみ測定 DSS	・BOTDR(ブルリアン時間領域法)国内企業で製品化:PPPーBOTDA ・BOCDR(ブリルアン相関領域法:高精度技術)国内企業で技術開発中 ・海外企業は実績無

DSS:Distributed Strain Sensing、分布型歪み検知、 BOTDR:Brillouin Optical Time Domain Reflectometry、ブリルアン時間領域法、 PPP-BOTDA:Pulse-PrePump Brillouin Optical Time Domain Analysis、パルスプリポンプブリルアン時間領域分析、高い空間分解能、 BOCDR:Brillouin optical correlation-domain reflectometry、ブリルアン光相関領域反射計

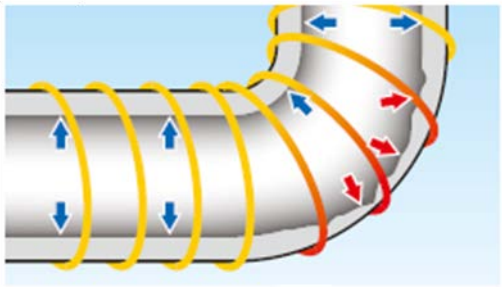


図4　光ファイバ設置方法概要(出典:ニューブレスク資料)

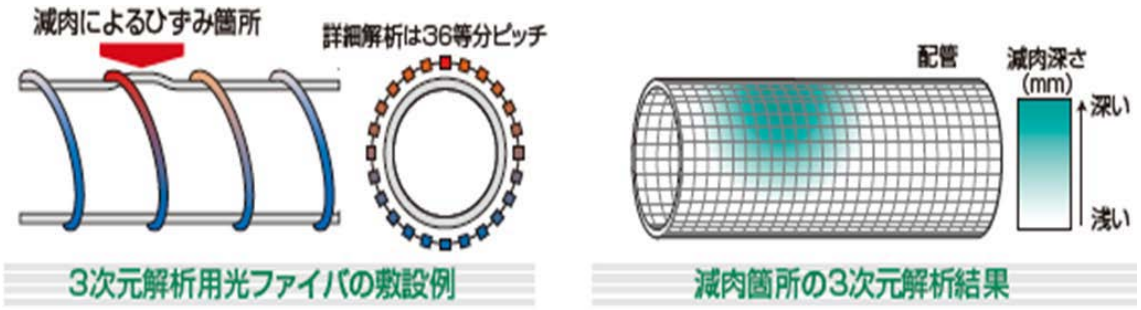


図5　腐食減肉による配管歪みの検出(BOTDR PPP-BOTDA、出典:ニューブレスク資料)

③　DTS 光ファイバケーブル検知試験

英国 SILIXA 社における埋設配管テスト設備および、同社から入手した試験結果の一例を以下に示します。試験設備は、図6に示す 8 インチ配管の外側上部および底部に、配管からの漏洩を模擬した流体(水)を一定速度で流入させ、図7に示す配管外側に設置した光ファイバケーブル(配管周囲に 9 本、実際には、1 本のケーブルを 1、2、3・・・の順で折り返している)の漏洩感受性を試験するもので、配管は、外径 273mm、肉厚 12mm、模擬漏洩位置は、8 インチパイプの上部(図 7 赤丸部)に設置した 3/8 インチチューブです。

図6　配管と光ファイバケーブルの設置状況(埋戻し前)　(提供:SILIXA 社)

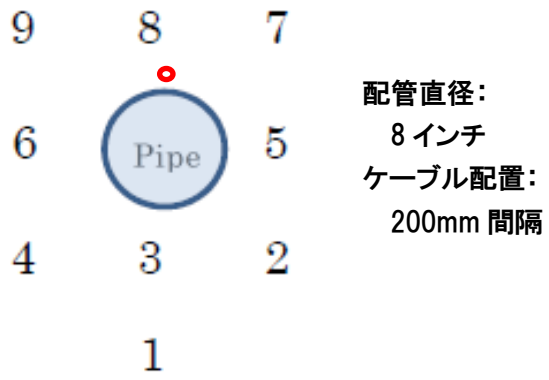


図7　配管と光ファイバケーブルの設置位置関係　(提供:SILIXA 社)

図8は、漏洩開始後の光ファイバの測定区間における温度の時間変化を示したものです。08:44、09:34 の時に、8,810m付近で温度が上昇しています。設定した温度を超える温度変化があった場合にアラーム表示させることにより、注意喚起することができると思われます。

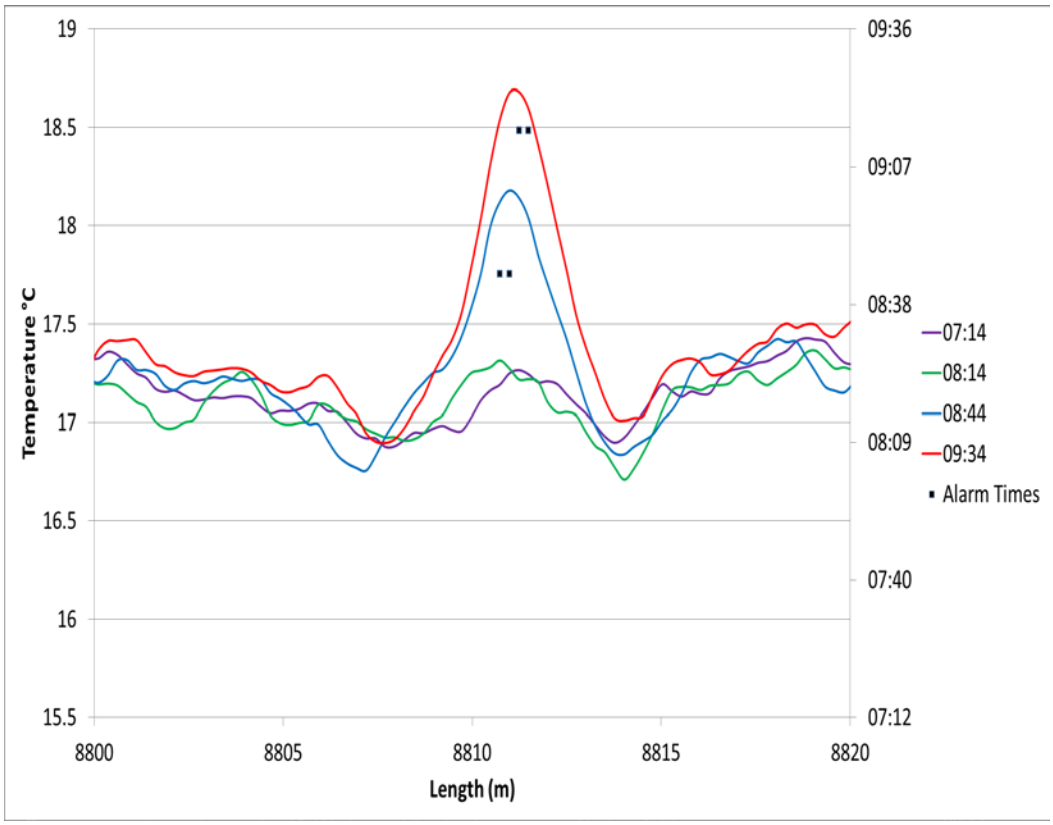


図8　ファイバ設置位置と温度の時間変化の拡大図の例
距離：約 8,810m、流量：1L/min、実験開始時間：7:10 am
初回アラーム時刻：8:44 am、アラームまでの漏洩量 1 バレル以下

④ DTS 光ファイバケーブル設置方法案

DTS は、漏洩した場合の温度変化を見て、検知する方法です。漏洩した液体に接触すると温度変化が大きくなるため、配管下方 200mm以内に配置することが望ましい。図9に、DTS による 光ファイバケーブル設置方法案を示します。道路横断部については、埋設配管スリーブ管(本管+4B)と本管のスペースに光ファイバケーブルを通して設置する方法があります。スリーブ管が無い場合は、一定幅を所定深さまで掘削することにより、道路横断部全面掘削を回避し、工事費用を削減する方法もあります。

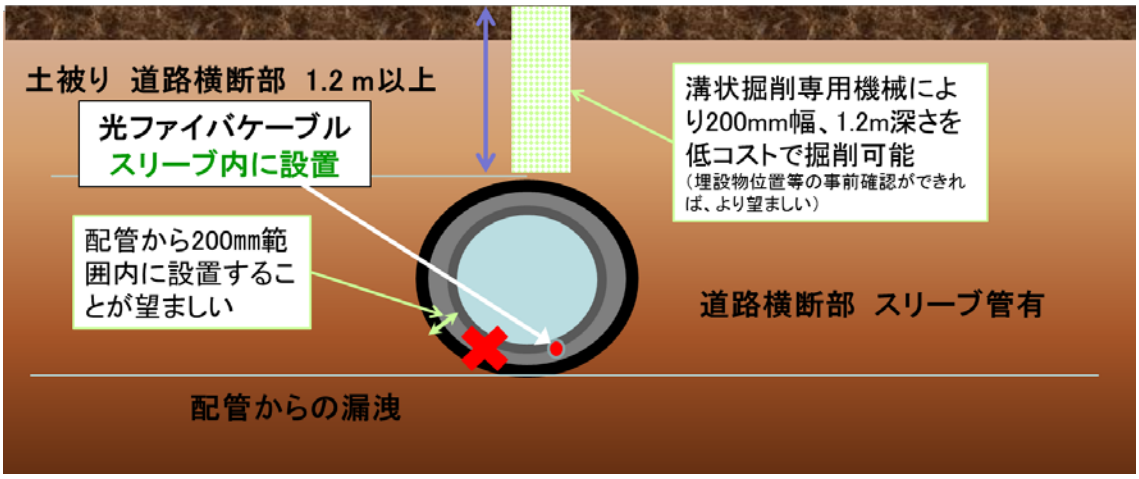


図9 DTS 利用の場合の道路横断部の光ファイバケーブル設置案
DTS:Distributed Temperature Sensing、測定対象:温度、ラマン

⑤ DAS 光ファイバケーブル設置方法案

DAS は、漏洩した場合に発生する音を検知する方法です。図10に示すように、音の伝わりを検知するため、2m程度離れていても検知します。工事費を削減するために、全面掘削回避し、道路下を 100mm 程度掘削して、ケーブルを敷設しても検出する可能性があります。ただし、当該環境における暗騒音を事前に確認し、漏洩音を検出する条件等についての分析が必要です。

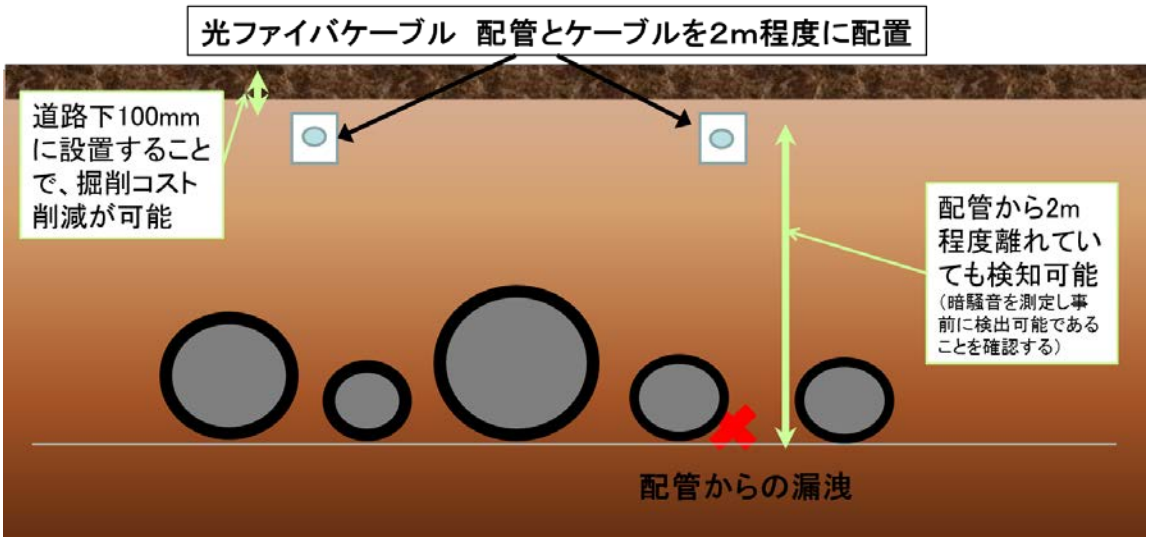


図 10　DAS 利用の場合の道路部の光ファイバケーブル設置案
DAS：Distributed Acoustic Sensing、音響：レイリー

⑥　調査結果まとめ（光ファイバセンシング）

光ファイバセンシングには、従来技術と比較して優位性があります。したがって、製油所の設備信頼性管理に寄与すると思われます。

国内の光ファイバセンシング技術は高く、今後の更なる技術開発、実用化への早期進展に期待できます。しかしながら、製油所での状況に合わせた実証試験を行うことにより、漏洩検知および肉厚測定精度を調査することなどが課題と思われます。

現場施工の付帯工事費を少なくできる施工案を検討する必要があると思われます。

製油所で期待できる光ファイバセンシング技術としては、以下の方法があると思われます。

(a)DTS および DAS を用いた埋設配管の早期漏洩検知

(b)BOCDR 技術を用いた配管の全面肉厚測定

(2)無人飛行体及びセンサ組合せ技術による漏洩早期発見

① 調査の目的・背景

製油所の稼働信頼性向上に関して、腐食による漏洩や精製プロセス上の異常を早期に発見し、緊急停止や事故を未然に防止する技術が求められています。

無人飛行体の製油所への活用により、オペレーターの減少対策としての省力化、危険個所の見逃し防止、人間がすぐに行けない場所への移動、作業が難しい場所での検知、機材の設置場所からは陰になってしまう施設の裏側を撮影出来る等、ICT 等のデジタル技術により確実に漏洩・異常を運転員に知らせることができる技術を調査しました。

② 調査内容

センサの評価：可視光カメラ、サーモグラフィ、赤外線カメラ等の各種センサについて、遠距離からの測定による水と油(灯油、軽油、潤滑油等)の判別能力を評価し、最適と考えられるセンサを選定。

センサの無人飛行体搭載時の評価：上記で選定されたセンサを無人飛行体に搭載し、実際に飛行させて、上空から地上に設置した被験体の撮影・計測を行い、識別可能性を評価。製油所での観察イメージを図 11 に示します。

昼夜による識別可能性の評価：夜間における油種検知の可能性の調査。

活用の可能性評価：得られた結果から油漏洩検知能力や操作性等の課題を検証し、実際の製油所における本手法の活用の可能性を調査。

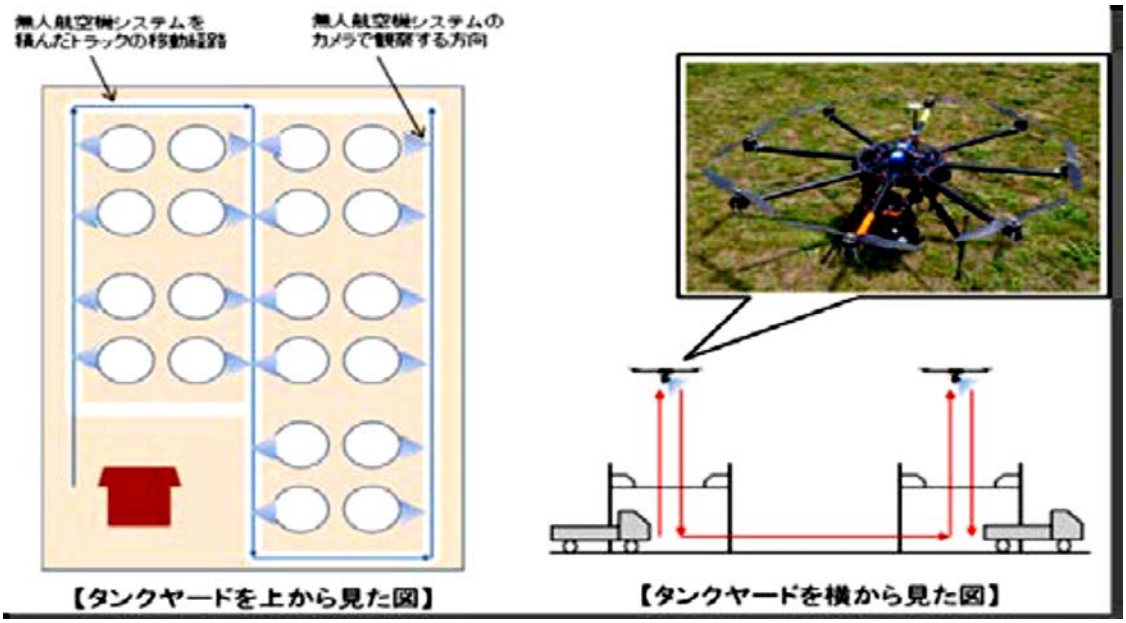


図 11　タンクヤードの配置図及びドローンによる観察方法のイメージ(当センター報告書)

③ 屋内及び屋外での実験方法

本実験では、下記の 4 つのカメラに着目して調査。映像としては可視光を中心に、より短い波長である紫外線および、より長い波長である赤外線にも対象を拡げて調査を行うこととしました。また、赤外線につ

いては近赤外線と遠赤外線(サーモグラフィ)の 2 つの波長域に分けて調査を行うこととしました。検討したセンサを表2に示します。

表2　センサ詳細

センサ種別	メーカー・型番	レンズ情報	カメラ重量(g)
可視光カメラ	SONY・DSC-W170	組込	175
サーモグラフィ	Optris・PI640 LW	O33 Standard lens (専用品)	207
近赤外線カメラ	BITRAN・BU-56EM	LM8HC-SW(Kowa 製)	735
紫外線カメラ	BITRAN・BU-54DUV	B2528-UV(PENTAX 製)	563

④　屋内及び屋外での実験結果(各センサの液体識別性)

各センサの液体識別性に関する屋内及び屋外での実験結果を表3に示します。可視光カメラの識別性が最も良好となりました(図12．1、図12．2)。

表3　各センサの液体識別性(試験結果)

センサ種別		水	ベンジン	潤滑油	水+潤滑油	灯油	軽油
可視光カメラ(*)	B	×	×	○	○	△	○
	N	×	×	○	×	△	△
サーモグラフィ		○	○	△	○	△	ー
近赤外線カメラ		×	×	○	×	△	ー
紫外線カメラ		×	×	○	×	△	ー

(*)B:ブラックライト照査有。N:ブラックライト照査無。

○:識別できるもの、△:中間、×:識別できないもの

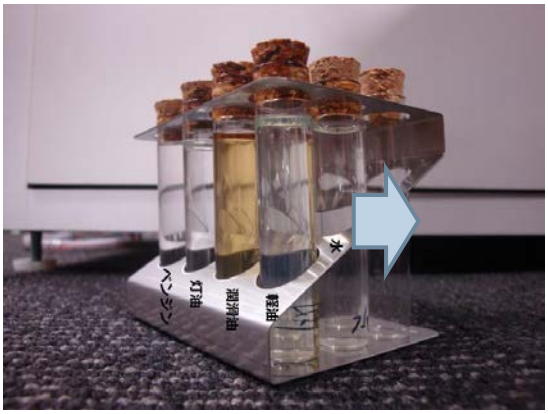


図12．1　対象を小瓶に入れた際の目視の観察結果
（左からベンジン、灯油、潤滑油、軽油、水）

ブラックライト　　水＋潤滑油混合物

図12．2　蛍光の度合い

調査の結果として、近赤外線カメラ及び紫外線カメラは、可視光カメラ以上に得られる情報はないと判断しました。サーモグラフィは、夜間でも観察できる可能性があり、ベンジンなども識別でき可視光カメラを補完する（表4）ことから、ドローンには可視光カメラ及びサーモグラフィを搭載することとしました。また、可視光カメラ使用時は、ブラックライト（紫外線）を照射することとしました（紫外線の照射により、含有芳香族成分の蛍光により夜間も含め識別が可能になると推測）。

表4　各センサの液体識別性(センサ選定結果)

センサ種別		水	ベンジン	潤滑油	水+潤滑油	灯油	軽油
可視光カメラ(*)	B	×	×	○	○	△	○
	N	×	×	○	×	△	△
サーモグラフィ		○	○	△	○	△	ー
近赤外線カメラ		×	×	○	×	△	ー
紫外線カメラ		×	×	○	×	△	ー

(*)B:ブラックライト照査有。N:ブラックライト照査無。
○:識別できるもの、△:中間、×:識別できないもの

⑤ 無人飛行体(ドローン)について

調査に用いた無人飛行体(ドローン)の仕様及び外観を図13に示します。

ドローンの仕様
サイズ:幅: 930mm、奥行: 93mm、
高さ　:650mm
重量　:7,500 g
飛行時間:20 min
(観測装置搭載時)10 min 以下

図13 ドローンの外観

カメラを搭載し、30mの高さまでの飛行及び観測が可能でした。但し下記の課題がありました。

- 今回は、5m/s 以上の風速では制御不能になる恐れがあり飛行を中止しました。
- 地上での風速が遅くても、上空での気流の状態によってはドローンがホバリングを維持出来なくなることがありました。
- 今回使用したドローンは降雨・降雪時には飛行出来ないタイプでした。将来的には、防水型のドローンに防水対策を施したセンサを搭載すれば飛行出来る可能性もあります。雨や雪によって視界が悪くなる影響や今回用いた油の検出原理に雨や雪が与える影響などについてさらに検討が必要であると思われます。
- 電波状況の悪い場所では電波障害によってコントローラからの信号が届きにくくなったり、カメラからの映像が途切れたり、GPS による位置推定に障害が発生したりすることがあります。今回も画像の送信が途切れた場合がありました。

⑥ ドローンを使っての実験結果

図 14 に、実験に使用したドローンの概観及び飛翔の状態を示します。

図14 ドローンの外観及び飛翔状態

センサカメラ(表5)を比較し、ドローンには、サーモグラフィと可視光カメラを搭載しました。観察対象を約 30cm 角程度の容器に入れ、上空より一定の高さに保ち、観察しました(図15)。油種の識別のため、ブラックライトも利用しました。

検知実験に基づいて可視光カメラ及びサーモグラフィを選別しました。飛行体実験で利用したところ、サーモグラフィが揮発性炭化水素(市販ベンジン)を識別可能でした(図16)。以下に検知実験の結果の概要(表6)を示します。

- サーモグラフィでは、水や周囲と温度差の発生しやすいものであれば、検知可能であることが分かりました。
- 可視光カメラの撮影結果からは、検出が出来ませんでした。しかし屋内外試験の結果を踏まえれば、可視光カメラを適切に調整することで、軽油と潤滑油の蛍光観察が可能となることが期待されます。

表5　センサカメラの比較、絞り込み

センサー種別	メーカー・型番等	レンズなど	カメラ重量(g)
可視光カメラ	SONY・DSC-W170	Vario-Tessar (組込)	175
サーモグラフィ	optris・PI640 LW	O33 Standard lens (組込)	207
近赤外線カメラ	BITRAN・BU-56EM	LM8HC-SW (Kowa社製)	530 (レンズ有は735)
紫外線カメラ	BITRAN・BU-54DUV	B2528-UV (PENTAX社製)	530 (レンズ有は563)

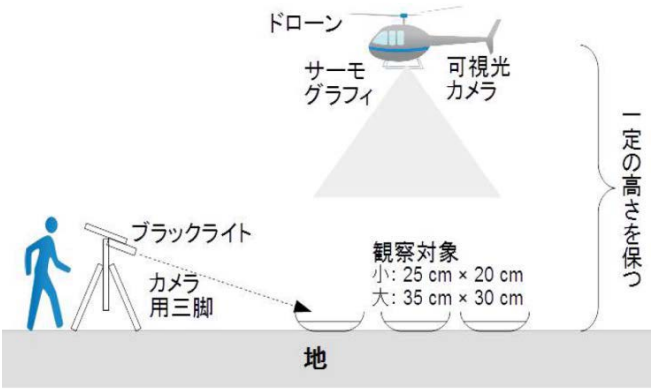


図15　実験条件

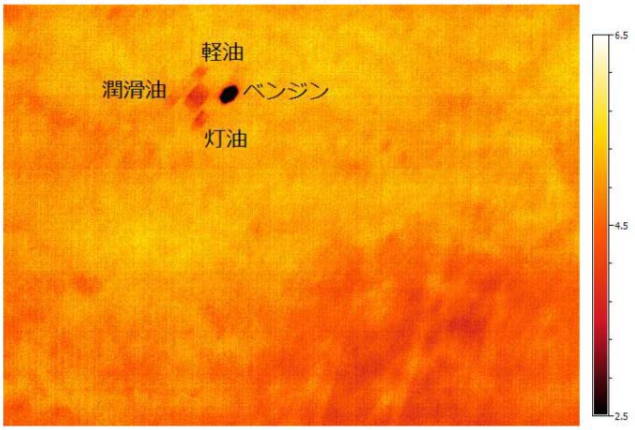


図16　サーモグラフィ測定(高度 20m)

表6　可視光カメラとサーモグラフィによる検知結果

	潤滑油	軽油	灯油	ベンジン
可視光カメラ	○	○	×	×
サーモグラフィ	○(＊)	ー	△	○

(＊)水との混合状態の場合のみ

⑦ 調査結果まとめ(ドローン)

ドローンを使った油漏洩検知に関しては、利用可能であると判断します。しかし、下記の課題(図17)があります。

・気候変動(風雪等)に飛行が影響を受けやすく、機体自体も開発が必要であると思われます。
・今回の調査では、国交省の飛行規制に従い飛行許可をとり実験しました。しかし、許可が下りる場所は、かなり限定されること及び飛行許可の条件が昼間のみであることが判明しました。
・製油所に関する法規制(防爆、危険物)については、今回の調査では行っておらず、今後の課題です。
・可視光カメラ・サーモグラフィ・ブラックライトの光軸をどのように揃えるか等のカメラの問題もあり、装置一式を開発して、その装置をドローンに搭載する必要があると思われます。

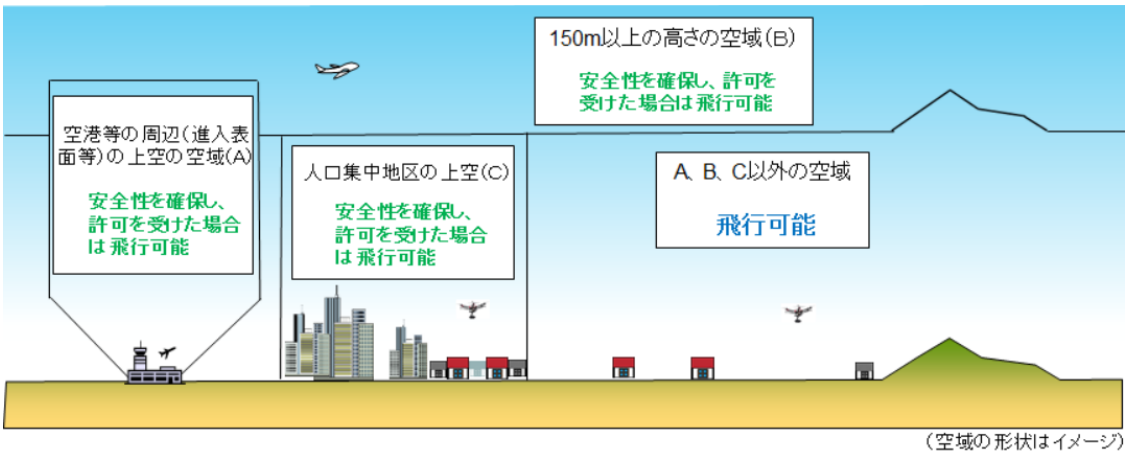


図17 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について (国土交通省)

4. おわりに

光ファイバセンシング技術、無人飛行体及びセンサの組合せ技術ともに、腐食等による早期の漏洩等の早期発見に利用でき、省力化も図れる可能性があると思われます。しかしながら、光ファイバセンシングでは、既設配管等に利用する場合、新設時に比べて、設置費用が割高になることが課題となると思われます。

無人飛行体及びセンサの組合せ技術は、飛行するため特別な設備が不要で、自由度が高くなります。しかしながら、気候の影響を受けること、規制動向、積載するセンサ類の選定などの課題があると考えます。

特集

調査報告
「欧州製油所の投資・撤退事例調査」

1. はじめに

欧州の石油精製業界は供給過剰や低稼働率、精製マージンの低迷など多くの圧力にさらされ、石油製品がロシアや米国、中東などから流れ込んでいます。特に 2008 年の経済危機以降の需要減退と精製マージンの低下により、欧州では合理化の動きが加速しました。2009 年以降の欧州で進んでいる投資と閉鎖・縮小の動き、およびその背景について、欧州内で操業する 6 社(Exxon Mobil、Total、ENI、Repsol、Cepsa、Neste)を中心に見ていきます。欧州の需要・輸出入動向、6 社の精製能力を示し、欧州全体としての投資と縮小の背景、6 社のそれぞれの事例とその理由について示します。

2. 調査目的

上記記載の通り、欧州は日本と同様に需要減退や精製マージンの低下など厳しい環境にさらされています。欧州の石油精製業界がどのように対応しているか、事象だけでなく背景・考え方を体系立てて整理し理解することは非常に大事であり、今後の日本石油精製業界が取るべき対応の参考になることから本調査を実施しました。

3. 調査結果

(1)欧州域内の石油製品の需要動向(需要の推移と需給の不一致)

欧州内の石油製品に対する最終消費からみた需要の推移を図1に示しました。需要は 2008 年の金融経済危機の影響で大きく落ち込み、2012 年からは安定的に推移していますが、2015 年の石油製品全体の需要は 2008 年に比べて約 12%低下しました。中でも最も落ち込みが激しいのは重油で 62%減少し、石油コークスも 40%減っています。またガソリンが 24%と約 4 分の 3 に縮小しています。これに対して、大きく増えているナフサを別にすると、軽油は 6%減、ケロシン系ジェット燃料は 3%減と減少幅は少なく、2011 年からは安定するか微増となっています。石油製品の需要減退の背景には、EU では再生可能エネルギーについて達成義務を設け、特に交通分野で 2020 年にバイオ燃料の割合を 10%とするよう義務付けるなど、環境規制が厳しいことが挙げられます。

ガソリンが減り続ける一方で軽油(ディーゼル)の需要が安定しているのは、自動車でガソリンからディーゼルへの転換が進んだことと、ガソリン車の燃費が向上し消費量が相対的に減ったことが大きな要因です。また、ディーゼル車の燃費が良く、ディーゼル車の二酸化炭素(CO_2)排出量が少ないため EU 各国で課税優遇を設けてきたため、ガソリンからディーゼルへの転換が進んだ理由です。

このため欧州では、ディーゼルの需要に対して供給が追い付かずに不足し、輸入に大きく依存する状況が続いています。逆にガソリンは供給過剰で、余剰分は域外に輸出されています(図2参照)。またケロシン系ジェット燃料も需要に対して供給が十分ではありません。

こうした石油製品全体の需要低下およびガソリンと中間留分(軽油やケロシン系ジェット燃料など)の間における需給の不一致への対応が、欧州精製業界の課題となっており、欧州内の製油所の投資や縮小の要因の一つとなっています。

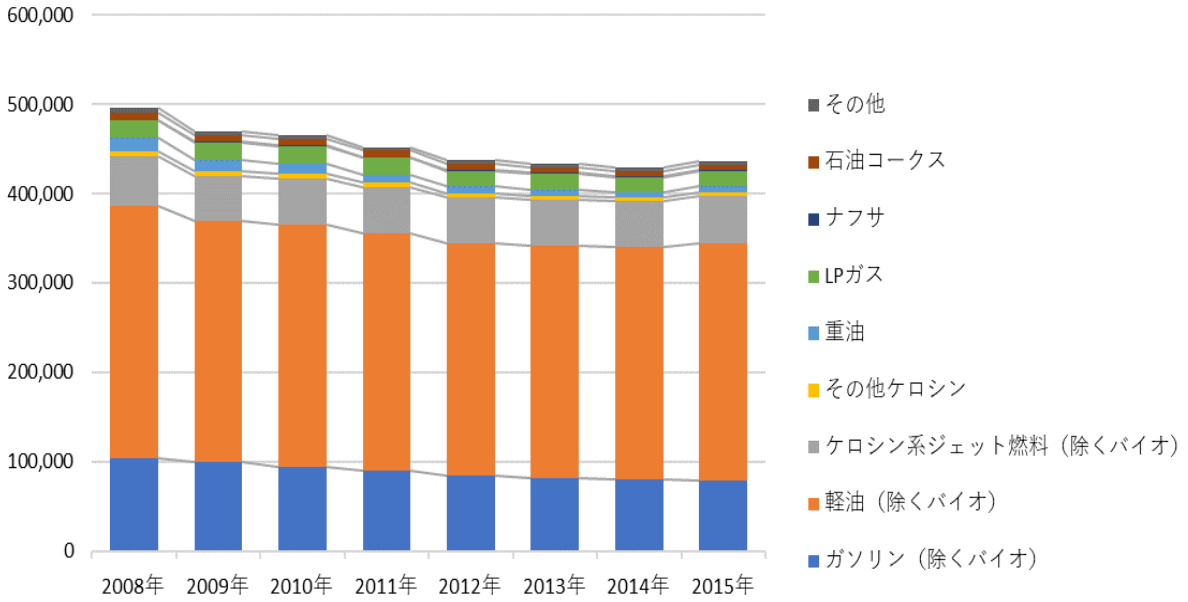
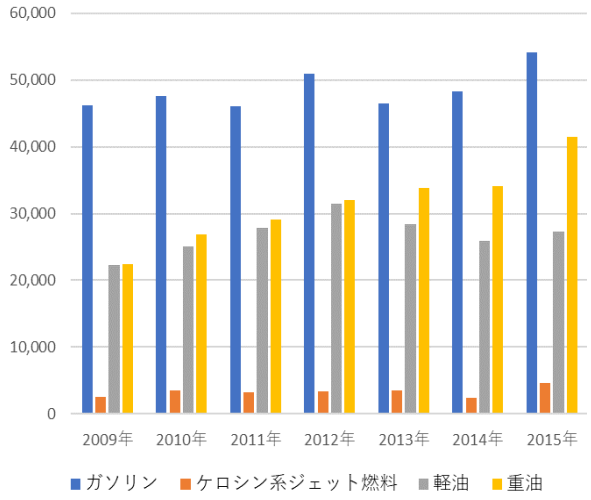


図1　欧州の主要石油製品の最終消費(需要)の推移(2008～2015 年)
(単位:1,000 石油換算トン)
注:欧州=EU28 カ国+ノルウェー
出典: Eurostat Database, Energy statistics
(quantities annual data-complete energy balances)

輸出

輸入

（単位：1,000 トン）



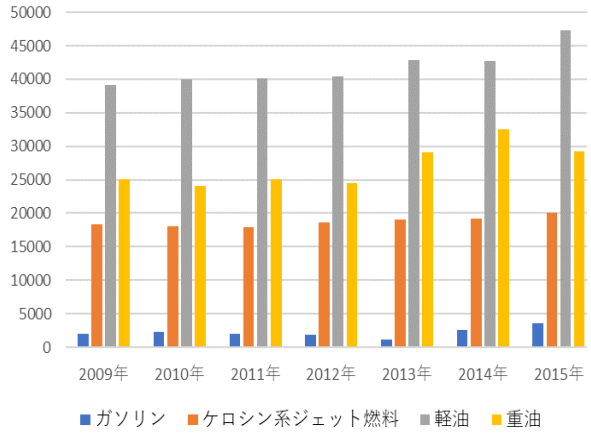


図2　欧州の主要石油製品 4 品目の輸出入の推移（2009～2015 年）
注：欧州とは EU28 カ国+ノルウェー、2005 年データは毎月データの積算値
出典：Eurostat　Database, Energy statistics
(quantities annual data, quantities monthly data)
http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database

(2) 欧州の石油製品の対域外との輸出入動向

欧州の燃料における供給と需要の不均衡は、前述のように石油精製業界にとっては常に課題となっています。欧州では中間留分（軽油やケロシン系ジェット燃料など）の消費量のうち、ほぼ 5 分の 1 を輸入に依存し、ガソリンの生産量の約 3 分の 1 が輸出に回されています。図 2 には主要製品のガソリン、ケロシン系ジェット燃料、軽油、重油の 4 製品について輸出入量の推移を示しています。2015 年のガソリンの輸出量は 2009 年に比べて約 17%増え、2015 年の軽油とケロシン系ジェット燃料の輸入量は 2009 年に比べて、それぞれ約 21%、約 10%増えています。ガソリンの輸出が拡大する一方で、軽油の輸入が欧州内での供給不足を補うように増えています。

主要 4 製品の輸出入を主要相手国・地域別に示しています。輸出量についてはガソリン（図3）と重油（図4）、輸入量については軽油（図5）とケロシン系ジェット燃料（図6）をグラフで推移を示しています。

ガソリンの輸出先は圧倒的に米国が多く、2015 年に 27%と全体の 4 分の 1 以上を占めます。重油の輸出先はアジア太平洋地域が多く、2015 年に 56%と全体の半分を超えました。一方、軽油はロシア・アメリカからの輸入が多く、2015 年ではそれぞれ 48%、28%と両国で輸入量全体の 4 分の 3 を依存しています。最近では中東からの輸入も増えています。ケロシン系ジェット燃料の輸入では中東が 54%を占め、半分を超えています。

ガソリンの将来需給については、2020 年には米国の国内需給が均衡すると予想されており、これが欧州の製油所にも影響を与えることになります。アフリカ、アジア太平洋、南米では、ガソリンの需要に供給が追い付かないため、欧州や中東からの輸入が増えると予想されています。

中東やロシアの精製処理能力の拡大が図られ、中国やインドでも能力が拡大されます。中東地域ではサウジアラビアやクウェートのように下流部門への長期的な投資プログラムに支えられ、大型で最新鋭の製油所の拡大が続いています。こうした能力は国内需要を上回るため、中東やアジア地域の製油所から積極的に輸出されることが予想される。欧州ではこうした輸入品との競争が厳しさを増すと考えられます。

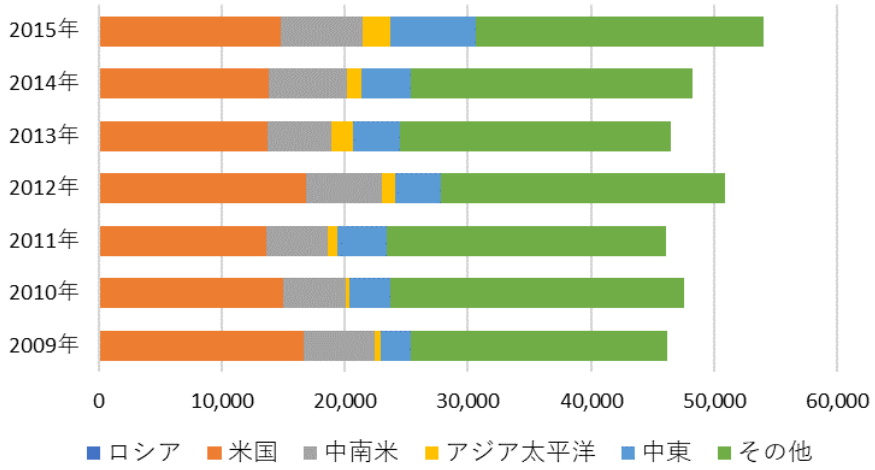


図3 欧州の輸出 ― ガソリンの相手国・地域別の推移(単位:1,000 トン)
出典:Eurostat Database, Energy statistics

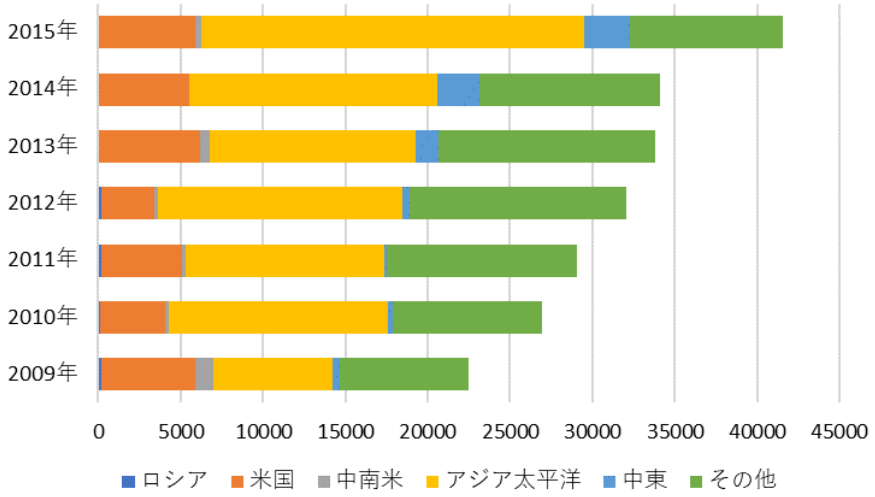


図4 欧州の輸出 ― 重油の相手国・地域別の推移(単位:1,000 トン)
出典:Eurostat Database, Energy statistics

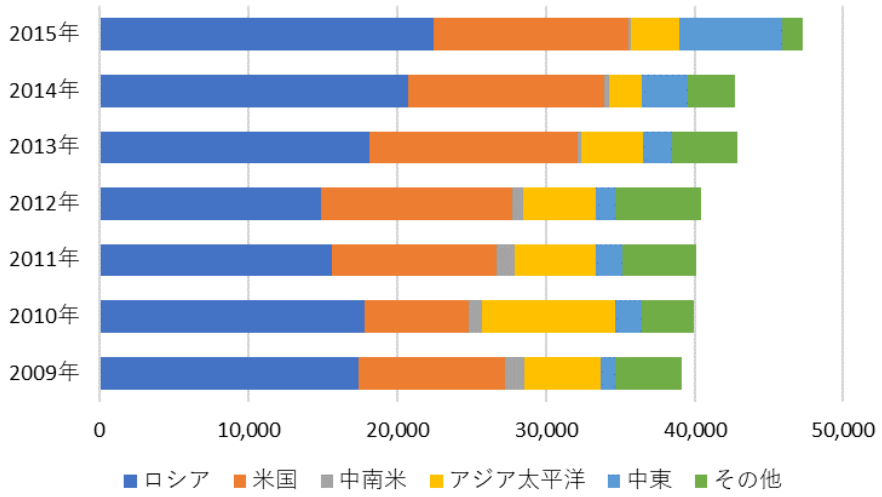


図5　欧州の輸入 ― 軽油の相手国・地域別の推移（単位：1,000 トン）
出典：Eurostat　Database, Energy statistics

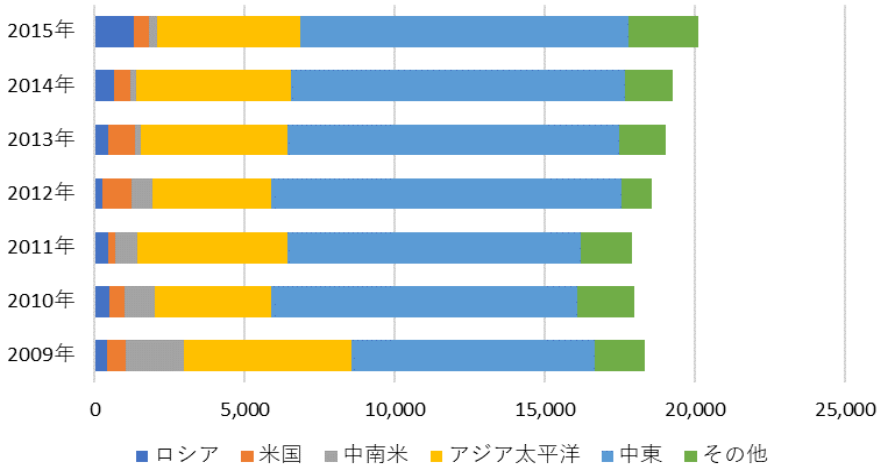


図6　欧州の輸入 ― ケロシン系ジェット燃料の相手国・地域別の推移（単位：1,000 トン）
出典：Eurostat　Database, Energy statistics

(3) 欧州各国の製油所の装置能力

EU28 カ国のうち主要各国とノルウェーにおける製油所の 2015 年末時点の装置能力を表1に示しました。全体の常圧蒸留装置（CDU）の能力は約 1,495 万 BPD です。

EU 内の製油所の精製量は、2008 年の 7 億 900 万トンが代替燃料の拡大などにより、2030 年には 6 億 300 万トンまで低下すると、欧州石油環境保全連盟（Concawe）は予想しています。常圧蒸留装置（CDU）や接触改質装置（REF）、接触分解装置（FCC）などの稼働が低い水準にとどまるのに対して、熱分解装置

/コーカー(COK)や蒸留水素化分解装置(DHC)、水素生産装置(H2U)の稼働が高まります。EU の製油所の投資でもこうした装置が中心となり、CDU や REF、FCC の能力では閉鎖や縮小が続くと予想しています。

表1 欧州各国の製油所の装置能力(2015 年末※)

(単位:BPD)

	常圧蒸留装置 CDU	減圧蒸留装置 VDU	熱分解装置 COK	接触分解装置 FCC	接触改質装置 REF	接触水素化分解 CHC	接触水素化精製 CHT
ドイツ	2,187,899	1,089,483	361,617	349,847	401,702	191,719	1,905,840
イタリア	2,117,309	770,617	233,484	242,000	338,319	374,800	1,207,983
スペイン	1,427,500	414,245	212,100	191,300	196,750	131,500	827,630
フランス	1,405,913	551,257	110,996	245,382	194,867	194,867	1,070,393
英国※	1,401,705	682,963	169,421	347,867	283,866	36,000	1,070,990
オランダ	1,213,092	714,305	132,904	106,415	150,060	208,200	775,448
ベルギー	835,250	240,502	26,448	130,025	104,318	-	699,785
ポーランド	492,950	265,123	-	32,985	67,514	145,908	259,507
スウェーデン	437,000	135,600	66,800	29,700	70,660	48,600	268,540
ギリシャ	423,000	152,000	49,000	75,550	49,200	43,900	361,635
その他 EU	2,687,200	1,060,954	355,481	442,902	407,081	205,237	1,597,456
EU 合計	14,628,818	6,077,049	1,718,251	2,193,973	2,264337	1,580,731	10,045,207
ノルウェー	319,000	-	54,500	55,000	34,900	-	126,000
欧州合計	14,947,818	6,077,049	1,772,751	2,248,973	2,299,237	1,580,731	10,171,207

注:※英国のデータは 2014 年末のもの

出典: Oil & Gas Journal

(4) 欧州各国の製油所の装置能力

製油所の数は、2009 年の時点では EU27 カ国(当時、クロアチア加盟前)111 カ所でしたが、2010 年から 2014 年の間に製油所の閉鎖が続き、EU では 2015 年には精製能力が 5 万 BPD 以上の製油所は 80 カ所(ノルウェーとスイスを加えると 83 カ所)に減っています。2009 年から 2014 年の間に欧州では 235 万 BPD 分の精製能力が削減されましたが、このうち 105 万バレル分が石油貯蔵基地や石油製品の物流拠点、バイオ精製所に転換され、130 万バレル分が全面的な閉鎖または部分的な閉鎖となっています。2014 年末から精製マージンが大きく上昇したことで閉鎖・縮小の動きは止まりましたが、前述のように精製マージンの改善は一時的なものにとどまっています。現在の能力規模でも過剰な状況で、石油製品の需要から見れば、さらに 150 万～200 万 BPD(製油所数では 10 カ所以上)の削減が必要とされています 。

2009 年から 2015 年の EU における装置への投資実績(能力増強)と削減の状況を表2に示しています(Concawe 調べ)。これによれば、常圧蒸留装置が 8.1%削減されたほか、縮小・閉鎖の対象として大きいのは接触分解装置(FCC)や接触改質装置(REF)で、ともに 10%近い削減となっています。逆に能力増強では水素化分解装置(DHC、RHC)と熱分解装置／コーカー(COK)、水素生産装置(H2U)に集中しています。これらは軽油や低硫黄燃料の生産拡大に向けたものです。

このように、一部の製油所は、中間留分(軽油やケロシン系ジェット燃料など)の生産を増やし、低硫黄分の製品やバイオ燃料を生産しており、欧州市場における競争力を強化するため、再編計画や転換計画、施設の更新などの投資を行って市場の変化に対応しています。

なお、閉鎖を判断するうえで原油精製能力の規模はそれほど大きな問題ではなく、重要なのは製油所の複雑度を示すネルソン指数(NCI: Nelson Complexity Index)です。これで見ると閉鎖された製油所の平均値は 6 でしたが、高度に複雑な製油所の場合は NCI が 12 以上です。複雑度の高い製油所は、厳しい競争の中でも優位性を保て、シンプルな製油所ほど縮小・閉鎖の対象となります。2012 年初めに PetroPlus が破たんした際は、保有していた 5 つの製油所のうち複雑度の高い製油所は閉鎖されず売却先が決まりましたが、シンプルな製油所は閉鎖されています。

(5) 投資と撤退・能力削減・売却の背景と動向

欧州の製油所は、域外との競争にさらされています。中東やロシアの精製能力が拡大し、中国やインドでも能力拡大が進んでいます。こうした製油所には大型で最新鋭のところが多く、これら地域からの輸入品に対してコストが高く施設の刷新が遅れている欧州の製油所では競争力で劣る可能性が大きく、欧州の製油所にとって競争面で、不利となる主な背景は以下の通りです。

- 電力コストや労働コストなどが高い
- 安価で安定した原材料が入手できない
- 再生可能エネルギーを推進する EU の政策の枠組みは化石燃料には厳しい
- 国際的な石油業界は投資先として輸出主導型の製油所や高い成長地域を選ぶ
- 欧州市場で石油製品に対する需要の低減が続いている
- 既存の精製能力と市場での需要との間に不一致があり輸入に依存している

ただ欧州内でも地域によって競争の状況は異なり、厳しい競争にさらされない地域もあり、これが製油所の業績や投資および縮小・閉鎖の判断にも影響しています。

- 欧州北部の製油所:それぞれの製油所間で競争があるうえ、北米や南米の大西洋沿岸の製油所からの輸入品との競争にさらされている。
- 欧州南部の製油所:中東の巨大で最新の製油所からの輸入品の競争にさらされている。
- 欧州内陸部の製油所:欧州では石油製品のパイプラインがほとんどなく輸送はトラックや列車、バージ(内陸水路用の平底船舶)に依存し輸送コストがかさむため、内陸部の製油所では地域市場への需要に対応することで厳しい競争からはある程度隔離される。

表2 欧州の製油所の装置投資実績(2009～2015 年)

(単位:百万トン/年、**黒太字**は新設・増設による能力拡大、赤字は閉鎖・縮小による能力削減)

企業名	国名	製油所名	年	常圧蒸留装置 CDU	減圧蒸留装置 VDU	接触改質装置 REF	蒸留水素化分解 DHC	残油水素化分解 RHC	接触分解装置 FCC	熱分解装置/コーカー COK	ビスブレーキング熱分解 VIS	軽油水素化脱硫 DHS	水素生産装置 H2U
Exxon Moboil	ベルギー	Antwerp	2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**2.1**	0.0
Total	フランス	Dunkirk	2010	-7.1	-2.5	-1.0	0.0	0.0	-2.5	0.0	0.0	-2.4	0.0
	フランス	Gonfreville	2012	-4.7	0.0	0.0	**0.4**	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	ドイツ	Leuna	2009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.0**	0.0
	英国	Liindsey Humberside	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.0**	**0.2**
ENI	イタリア	Sannazzaro	2009	0.0	**2.5**	0.0	**1.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	イタリア	Taranto	2009	0.0	0.0	0.0	**0.9**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.5**
	イタリア	Sannazzaro	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.8**
	イタリア	Porto Marghera Venice	2013	-5.0	-2.5	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.3	0.0
Cepsa	スペイン	Gibraltar San Roque	2009	0.0	**1.4**	0.0	**0.8**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	スペイン	La Rabida Huelva	2011	**4.5**	**1.6**	0.0	**2.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.6**	**0.3**
Repsol	スペイン	Bilbao Petronor	2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**2.0**	0.0	0.0	**0.1**
	スペイン	Cartagena Mucia	2012	**5.5**	**5.0**	0.0	**2.5**	0.0	0.0	**3.0**	0.0	**2.8**	**1.4**
Lukoil	ブルガリア	Burgas	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.6**	0.0
	ブルガリア	Burgas	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	**2.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Lyondell Basell	フランス	Berre	2012	-7.0	-7.8	-0.8	0.0	0.0	-1.1	0.0	0.0	-1.5	0.0
Petroplus	フランス	Petit Couronne	2012	-6.8	-6.2	-1.1	0.0	0.0	-1.2	0.0	0.0	-1.8	-0.2
	フランス	Reichstett	2011	-4.3	-1.8	-0.5	0.0	0.0	-0.7	0.0	-1.1	-1.1	0.0
	英国	Coryton	2012	-7.8	-2.7	-0.8	0.0	0.0	-3.1	0.0	0.0	-2.8	0.0
	英国	Teesside	2010	-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.2	0.0

備考:CDU: Crude Distillation Unit , VDU: Vacuum Distillation Unit , REF: Catalytic Reforming, DHC: Distillate Hydrocracking, RHC: Residue Hydrocracking, FCC: Fluid Catalytic Cracking, COK: Coking, DHS: Diesel Hydrodesulphurisation, H2U Hydrogen Unit (steam reforming (Mt/a x10))

（単位：百万トン/年、**黒太字**は新設・増強による能力拡大、赤字は閉鎖・縮小による能力削減）

企業名	国名	製油所名	年	常圧蒸留装置 CDU	減圧蒸留装置 VDU	接触改質装置 REF	蒸留水素化分解 DHC	残油水素化分解 RHC	接触分解装置 FCC	熱分解装置/コーカー COK	ビスブレーキング熱分解 VIS	軽油水素化脱硫 DHS	水素生産装置 H2U
Hestya	ドイツ	Wilhelmshaven	2011	-11.7	-4.6	-1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.6	0.0
Shell	ドイツ	Harburg	2012	-5.4	-2.4	-0.8	0.0	0.0	-0.9	0.0	-0.8	-2.2	0.0
Hellenic	ギリシャ	Thessaloniki	2011	**1.0**	0.0	**0.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ギリシャ	Elefsis	2012	0.0	**2.4**	0.0	**2.1**	0.0	0.0	**1.2**	0.0	**0.7**	**0.9**
MOH	ギリシャ	Corinth	2011	**3.0**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MOL	ハンガリー	Duna	2014	**0.5**	**0.3**	0.0	**1.5**	0.0	0.0	**0.4**	0.0	0.0	**0.4**
	イタリア	Mantova	2009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.9**	0.0
	イタリア	Mantova	2014	-2.4	-0.9	-0.3	-0.6	0.0	0.0	0.0	-1.5	-2.0	0.0
TotalErg	イタリア	Rome	2012	-4.3	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4	0.0
Tamoil	イタリア	Cremona	2012	-4.7	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.1	-1.8	0.0
Lotos	ポーランド	Gdansk	2010	**4.5**	**2.3**	0.0	**2.3**	0.0	0.0	0.0	0.0	**2.5**	**0.6**
PKN	ポーランド	Plock	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.0**	**0.4**
Galp	ポルトガル	Sines	2012	0.0	**0.2**	0.0	**2.4**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.6**
	ポルトガル	Porto	2011	0.0	**2.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.9**	0.0	0.0
Rompetrol	ルーマニア	Petromidia Constanta	2012	0.0	0.0	0.0	**1.7**	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.7**	**0.3**
OMV	ルーマニア	Arpechim (Pitesti)	2011	-3.5	-2.1	-0.5	0.0	0.0	-1.0	0.0	-0.7	-0.9	0.0
	ルーマニア	Petrobrazi (Ploiesti)	2012	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BP	スペイン	Castellon	2009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.2**	0.0	0.0	0.0
新設・増強分の合計（**2009-2015** 年の期間）				**19.0**	**17.9**	**0.2**	**18.2**	**3.7**	0.0	**7.7**	**0.9**	**15.9**	**6.9**
縮小・閉鎖分の合計（**2009-2015** 年の期間）				-80.7	-34.0	-9.4	-0.6	0.0	-13.0	0.0	-6.1	-23.9	-0.2
精製能力の増減分（**2009-2015** 年の期間）				-61.7	-16.2	-9.2	**17.6**	**3.7**	-13.0	**7.7**	-5.2	-8.0	**6.7**
2008 年末の精製能力の合計				760	345	100	65	10	132	21	91	183	14
2008 年末と比べた精製能力の増減幅（**2009-2015** 年の期間）				-8.1%	-4.7%	-9.2%	**27.0%**	**37.7%**	-9.9%	**36.3%**	-5.8%	-4.4%	**47.4%**

備考：CDU: Crude Distillation Unit， VDU: Vacuum Distillation Unit， REF: Catalytic Reforming， DHC: Distillate Hydrocracking， RHC: Residue Hydrocracking, FCC: Fluid Catalytic Cracking， COK: Coking, DHS: Diesel Hydrodesulphurisation, H2U: Hydrogen Unit (steam reforming (Mt/a x10))

出典：Concawe（欧州石油環境保全連盟）

(6) 製油所の投資と現状維持の背景・理由

① 閉鎖ではなく現状維持と投資を判断する背景

製油所と精製能力を維持する背景として、以下の点が挙げられています。

- 欧州では環境責任が重く、製油所を閉鎖して他の用途に転用するには費用が非常に高い。このため収支が均衡できれば閉鎖するよりも維持するほうが負担は少ない。
- 欧州南部を中心に労組の力が強く、製油所の閉鎖や転換には反発することが多い。閉鎖は雇用を減らし地域経済に大きな打撃を与えることが問題とされ、政治的な介入を招く場合もある。
- 一部の国では製油所を戦略的な国家資産と考え、産業や軍事の面で一定の燃料備蓄を保証することが重要と考えている。燃料の安定確保は政府や依然として重要な政策課題である。
- 欧州の精製業界では内陸部において競争から隔絶された地域市場があり、これが製油所を支えている。
- 能力を維持しておいたほうが機会は多く、10～15%を閉鎖すると対応できる製品には大きな影響が出る。

② 投資の背景

一部の製油所は閉鎖や貯蔵施設などへの転換をせずに、既存の製油所としての投資を行っています。効率化を目指す投資のほか、水素化分解装置や脱硫化装置への投資、石油化学事業のある拠点での投資などがあります。その理由は以下の通りです。

- 需給の不一致に対応し、軽油やケロシン系ジェット燃料の生産を拡大するため
- 自動車燃料や船舶燃料の硫黄分に関する EU 規制に対応するため
- 石油化学事業との統合を進めることで、既に競争力で優位にある拠点に集中的に投資を行うため

ここ数年は軽油などの生産拡大に投資が集中していましたが、上述のように中東などの最新鋭の精製所から中間留分の輸入が増えており、沿岸部に位置する製油所では引き続き輸入品との競争に直面しています。

③ 一部拠点に集中する理由

製油所への投資では、アントワープやロッテルダム、アムステルダムなどの拠点に集中する傾向があります。これは、この地域が欧州の中で製油と石油化学産業のハブになっていて、バイヤーとの接触が容易で、ドイツやフランスに向けたバージなど製品を内陸部に輸送するための手段が多く、輸送インフラが整備されていることが挙げられます。このハブからラインラント地方にもアクセスが非常にしやすく、大手企業が投資をする際に柔軟性や機会が大きいため、この地域に投資をすることを選ぶことになります。交通手段のほか、トレーダーや物流基地の選択肢も多いです。ほかの地域であれば交通手段については 1 カ月前から計画する必要がありますが、これらのハブでは柔軟性が高く、未計画の問題でも即座に対応できます。これによりシャットダウンなどのコストも最大限に抑制できます。

このような大規模な石油化学クラスターに統合されている製油所では、競争力の強化が見込めるため、集中的に投資を行う場合の重要な選択肢となります。こうした地域には他にも、ラインルール地方の製油所があります。これらの製油所の精製能力は平均より大きく、アントワープ、ロッテルダム、アムステルダム地域では平均で 23 万 4,000BPD、ラインルール地方では 23 万 5,000BPD と、欧州北西部の平均であ

る 20 万 9,000BPD やフランス南部の 15 万 5,000BPD を上回り、英国も 24 万 2,000BPD と大きくなっています。

④　投資決定の基準と投資・閉鎖の効果

投資の決定は、あくまで自社内の判断によるもので、マージンが低い分野や需要が少ない分野など市場の状況に基づいています。製油所の閉鎖には数多くの社会的課題もあるものの、個別企業は社内の最適化を目指しており、現在のところは政治的な介入もあまりありません。精製マージンは、以前に比べて高くなっているものの、これが投資や閉鎖によるものとは判断できなく、ただ市場は、需給の違いで反応するので、将来的には予見しがたい面があります。

(7) 欧州内 6 社の事例と投資・撤退理由

① Exxon Mobil

米 Exxon Mobil は、欧州において 9 カ所の製油所を保有し、精製能力は 2015 年に 170 万 BPD で、同社全体の 30%を占めています。欧州にはこのほかにも、6 カ所の潤滑油工場を保有しています。

(a) 各製油所の投資・縮小の動き

2009 年以降の欧州内における各製油所の投資・縮小の動きを以下に示します。

- Fawley(英国)

  英国の Fawley 製油所では、2012 年 9 月に蒸留装置を 1 基廃棄して生産能力を減らしています。これは、欧州地域の需要減少に対応したものとされており、2015 年にはスチームクラッカーを1基廃棄しています。

- Antwerp(ベルギー)

  Antwerp 製油所では投資を継続して実施しています。この製油所は、同社の欧州の製油所の中でも最も大規模な施設で、2008 年に発表された熱電併給設備の設置とディーゼル水素化処理装置の設置は、それぞれ 2009 年と 2010 年に完了しています。2014 年 10 月には 10 億ドルを投じ、新しいディレードコーカー装置の建設を開始しており、このコーカーの設置は、高硫黄重油を船舶用燃料(MGO)やディーゼル燃料などの低硫黄分の輸送燃料に変えるためのものです。

- Slagen(ノルウェー)

  Slagen 製油所に関しては、2014 年 9 月にディーゼルなどのクリーンな輸送燃料を生産するために必要となる VGO(Vacuum Gas Oil)原料生産への変換を図るため、新しい処理装置を設置すると発表しています。同製油所では、2007 年にバイオディーゼルを混合する設備を設置しており、規制で必要なバイオ成分割合が増えてきているため、現在は自動車メーカーの仕様に合わせてガソリン(Mogas)にエタノールを混合しています。

- Rotterdam(オランダ)

  Rotterdam 製油所では、製油所の競争力を上げるため、10 億ドル以上を投資して、新しい水素化分解装置の建設を 2015 年に発表し、2016 年 6 月に建設を開始しました。これは、世界市場での需要拡大を背景に、副生成物を低価値の炭化水素からベースオイルや超低硫黄ディーゼルなど、

よりクリーンで高価値な製品にするためです。2018 年の完成を目指しており、稼働の暁には、欧州初の水素化分解装置を使用した EHC Group II ベースストックの生産となります。

(b) Exxon Mobil の欧州における投資・縮小の要点

Exxon Mobil の欧州における製油所と 2009 年前後以降の投資・縮小の動向を表3に示しました。欧州における同社の製油所への投資状況を見ると、一部の製油所への集中が見られます。Antwerp と Rotterdam の両製油所は、いずれも石油化学クラスターに位置しており、欧州規制により需要の増えている低硫黄燃料生産に必要な水素を容易に入手できるということも、一つの理由とされます。同社は、投資によって競争優位の出る製油所のみに投資を集中し、それ以外は維持・縮小しているようです。投資や縮小の背景・理由の要点は以下のようにまとめることができます。

- 石油化学クラスターに位置する競争上で優位な製油所に投資を集中
- 規制強化で需要の増える低硫黄燃料生産に必要な水素の入手が容易な製油所への投資
- 競争上で優位な製油所以外は維持または縮小

表3 Exxon Mobil の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力 (BPD)	投資・縮小の概要
ベルギー	Antwerp	320,000	• 2008 年に出力 130MW の熱電併給設備設置を発表 • 2008 年にディーゼル水素化処理装置設置を発表 • 2014 年にコーカーの設置を発表
英国	Fawley	261,000	• 2012 年に蒸留装置 1 基を廃棄 • 2015 年にスチームクラッカーの廃棄
オランダ	Botlek-Rotterdam	190,000	• 2016 年 6 月に水素化分解装置の建設を発表、2018 年完成の予定
フランス	Fos sur Mer	140,000	—
	Port Jerome	235,000	—
イタリア	Sarpom di Trecate (75%/TotalErg 25%)	210,000	—
	Augusta	205,000	—
ノルウェー	Slagen	140,000	• 2014 年 9 月に VGO 原料生産に変換するため、処理装置の設置を発表
ドイツ	Miro Karlsruhe	N/A	—
		1,700,000	

出典： Exxon Mobil の各国ウェブサイトなど

② Total

フランスの Total が欧州内に保有する製油所は、フランス国内に 5 カ所、ベルギーの Antwerp と英国、ドイツにそれぞれ 1 カ所のほか、オランダで持ち分 55%の製油所が 1 カ所、イタリアで持ち分 13%の製油所が 1 カ所と、合わせて 10 カ所です。2015 年末時点で、欧州域内の精製能力は 170 万 BPD 弱とグループ全体の精製能力の 76%を占めます。

(a) 各製油所の投資・縮小の動きフランス内製油所の縮小・閉鎖

2009 年以降に、Total はフランス国内で以下のような製油所の閉鎖・縮小に踏み切っています。

- Gonfreville(オランダ)

  フランス国内のガソリン供給の過剰と軽油の需要拡大に対応するため、2009 年に Gonfreville 製油所の精製能力を 8 万 BPD 余り削減すると同時に、軽油の増産に向けて 7 億 7,000 万ユーロを投じて蒸留水素化分解(DHC)を拡大することを決めており、これによりガソリンの生産量を 60%減らすとともに、軽油を 10%増やすことになりました。

- Dunkirk(フランス)

  経済危機以降の供給過剰から Total の精製マージンが低下し、中でも Dunkirk 製油所は 2009 年に 1 億 3,000 万ユーロを超える赤字を出し、同年 9 月に操業を停止しました。しかし今後も業績回復の見込みがないため、2010 年初めに閉鎖することを決めました。計画では、製油所を閉鎖して精製技術支援センター、訓練センター、物流基地に転換するものであったが、閉鎖計画は労組の反発を招き、国内 6 カ所すべての製油所でストに見舞われる事態となりました。最終的に政府が仲介に入り、2015 年まではフランス国内の残り 5 カ所の製油所で閉鎖・縮小は行わないことを約束することで決着しました。

Total はほかの製油所の閉鎖・縮小をいったんは棚上げしたものの、欧州内の製油所の精製能力を 20%削減する必要があるという姿勢は崩さず、2017 年までに 2011 年比で 20%を削減する方針を 2012 年に明らかにしました。

(b) フランス内製油所の再編計画

Total は労組と約束していた期間が終了した 2015 年に、フランス国内の製油所の再編計画を明らかにしました。2015 年 4 月に「フランスの精製ロードマップ」と称する計画を発表し、フランス国内の製油所の再編に乗り出しました。

- La Mède

  2016 年末で操業を停止し、2 億ユーロを投じてフランスで初めてのバイオ精製所に転換します。水素化植物油(HVO)プロセスで、年に 50 万トンのバイオディーゼルを生産します。バイオ燃料の生産に必要な水素を生産するため、既存の施設の一部は残されます。また併せて、精製製品の物流・保管のための基地、施設内の電力需要の 50%をまかなう出力 8MW の太陽光発電施設、訓練センター、ディーゼルエンジンの窒素酸化物の排出を減らす尿素水「AdBule」の生産施設を設けることになりました。

- Donges

EU の規制に対応した低硫黄燃料により収益力を引き上げるため、4 億ユーロを投じて施設を刷新し、脱硫化装置とこれに必要な水素を生産する、メタン水蒸気改質法(SMR)による水素生産装置を新設します。Donges 製油所には脱硫化の能力がなく EU の基準に適合しないため、生産量のかなりの部分が輸出向けとなっており、2017 年中に工事を発注し、2019 年に稼働する予定で、併せて製油所を横切る鉄道軌道の経路切り替えも行われます。

(c) 欧州のその他製油所の投資と縮小

- Antwerp

Antwerp の施設は、同社にとって製油所と化学工場の統合施設としては欧州最大ですが、2014 年に 10 億ユーロを投じて施設を刷新する計画を発表しました。これは、大型の統合施設は市場での競争力が高いため、これに投資を集中させるという戦略に沿ったものです。同社は発表に際して投資の狙いとして、Total の製油・化学事業の中では最も利益率が高い施設の 1 つにすることを挙げています。投資の内容は以下の通りで、需要の重油から軽油への転換と低硫黄化の規制強化に対応したものです。

・ 製油所の更新:溶剤脱れき(solvent deasphalting)装置と低分解装置(mild hydrocracking)からなり、2016 年に稼働。主として重油を低硫黄の軽油(ディーゼル)および超低硫黄ヒーティングオイルに変換するため。これは硫黄分の規制強化に対応したもの。
・ 低価格の製油所燃料ガスを低コストの石油化学原料に変換する新規プラントで、コストの高い石油ベースのナフサから切り替え。製油所と石油化学の統合化を強化して競争力を高める一環で、2017 年に稼働。

一方で競争力がないとして、以下を閉鎖しました。

・ 休止中だった小型の旧のスチームクラッカーの停止と撤去。
・ 小規模の旧式ポリエチレン生産ラインの閉鎖。

- Lindsey

赤字が続く製油所で 2015 年 2 月、精製能力を 2016 年末までに 10 万 BPD 分削減し、半分に縮小することを発表しました。輸入製品との競争にさらされていること、石油製品の需要低下と供給能力の過剰が続いていることが理由で、常圧蒸留装置 2 基のうち 1 基が閉鎖されます。

- Schwedt

2015 年 11 月にドイツ北東部ブランデンブルク州の Schwedt 製油所の権益 16.67%を、ロシアの大手石油会社 Rosneft に売却しました。これも 2017 年までに精製能力を 20%削減する計画の一環。Rosneft は、すでに間接的に 18.75%を保有していましたが、欧州市場で自社の原油の供給先として精製拠点を強化する狙いがありました。この製油所の精製能力は 24 万 BPD で、Rosneft のほかに Shell、BP、ENI が権益を保有しています。

(d) Total の欧州における投資・縮小の要点

Total の欧州における製油所と 2009 年以降の投資・縮小の動向を表4に示しました。これらの動きの背景・理由の要点は以下のようにまとめることができます。

- 規模が大きく製油所と石油化学工場が統合した施設に投資を集中させて利益率を引き上げ、競争力を強化する
- ガソリン需要の低下と軽油の需要拡大に対応した能力削減と投資
- EU の規制に対応するための製品の低硫黄化に向けた投資および、低硫黄化の拡大のため水素生産への投資
- 石油製品の需要低下と供給能力過剰に対する調整のための縮小・閉鎖・転換
- 石油製品の供給過剰のため、バイオ燃料の需要増を見込んだバイオ精製所への転換

Total の石油精製品の生産量の推移について、大きく変化しているのは重油の生産量で、2015 年には 2009 年に比べて約半分に減少しています。また自動車用ガソリンも同時期に 15%減っています。2015 年の生産量で見ると、軽油は全体のうち 44%を占め、自動車用ガソリンが 19%、重油が 7%でした。

表4　TOTAL の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力(BPD)	投資・縮小の概要
フランス	Gonfreville	247,000	• 2009 年に精製能力の 8 万 BPD 余りを削減し、ガソリンの生産量の 60%削減を決定 • 2009 年に蒸留水素化分解を拡大し、軽油の 10%増産を決定
	La Mède	153,000	• 2016 年末で操業を停止し、2 億ユーロを投じてバイオ精製所に転換し、2017 年に稼働予定 • 尿素水「AdBlue」の生産施設を 2017 年に新設
	Donges	219,000	• 2016 年より 4 億ユーロを投じ、脱硫化装置を新設して生産品を EU 基準に適合する低硫黄品質にする • 脱硫化に必要な水素を生産する施設を設置 • いずれも 2019 年に稼働の予定
	Feyzin	109,000	—
	Grandpuits	101,000	—
	Dunkirk	-	• 2010 年に閉鎖し、技術支援センターなどに転換
ベルギー	Antwerp	338,000	• 2014 年に 10 億ユーロを投じて製油所を刷新し、低硫黄の軽油生産に対応 • 製油所燃料ガスを石油化学原料に変換する新規プラントを建設し、2017 年に稼働予定
ドイツ	Leuna	227,000	—
英国	Lindsey	207,000	• 2015 年に精製能力の半減を発表
オランダ	Vlissingen	81,000※1	—
イタリア	Trecate	17,000※2	—
		1,699,000	

注:※1＝Total の持ち分 55%分で、全体は 148,000BPD
※2＝Total の持ち分 13%分で、全体は 131,000BPD

出典:Total Factbook 2015
http://www.total.com/sites/default/files/atoms/files/factbook-2015-bd.pdf

③ ENI

伊 ENI は現在、欧州ではイタリアに 6 カ所とドイツに 3 カ所の製油所を保有します。イタリアでは、クウェート石油と折半で保有する Milazzo 製油所以外は 100%の保有です。ドイツでは、いずれも合弁会社を通じた過半数未満の株式保有です。 これら以外に、チェコとポルトガルにそれぞれ 2 カ所の製油所を保有していましたが、いずれも 2015 年までに売却しました。チェコでは、ENI がそれぞれ 32.4%を保有していた 2 カ所の製油所(他にチェコには製油所は存在しない)の売却を検討していることが 2013 年に報じられ、2015 年 4 月には、残りの 67.6%を保有していたチェコの Unipetrol 社(ポーランドの石油会社 PKN ORLEN の傘下)へ約 2,400 万ユーロで売却を完了しています。一方ポルトガルでは、33.34%を保有していた Galp Energia 社を通じて製油所 2 カ所を保有していましたが、2012 年から 2015 年までに Galp Energia 社の株式をすべて売却しています。

(a) バイオ精製所への転換

- Venice 製油所

  ENI は、世界で初めて既存の製油所をバイオ精製所に転換したことで知られています。イタリアの Venice 製油所では、もともとシンプルなプロセスしか採用されておらず、供給過多の危機的な状況を背景に、2 億ユーロを投資してバイオ精製所に転換することを 2012 年に発表し、2014 年 6 月に稼働しました。このプロジェクトには、ミラノ近郊の研究所と石油関連技術会社が共同で開発したエコファイニング(Ecofining)と呼ばれる技術を使用しています。この技術を使って生産されたグリーンディーゼルは、30%まで既存のガソリンと混ぜることができ、高発熱量、低溶解、低付加価値の液体副生成物が発生しない、自動車材料との相性が良い、安定混合成分、酸化安定、低温性能、硫黄や芳香族化合物の欠如、高性能セタン成分など様々な利点があります。現在はパーム油を使用していますが、今後はバイオマスも使用して高品質バイオ燃料を生産する計画です。

- Gela 製油所

  Venice 製油所に続き、Gela 製油所に 4 億ユーロを投資してバイオ精製所に転換することを 2014 年に発表し、2016 年に建設が開始されました。転換後は、パーム油(第 1 原料)と動物油やフライ油(第 2 原料)からグリーンディーゼル、グリーン LPG、グリーンナフサを生産します。Gela 製油所では、2012 年に需要減による経済的な理由から操業を一部停止しており、2013 年にはガソリンとポリエチレンの生産を停止しています。2010 年と 2014 年には閉鎖する可能性も報道されましたが、バイオ精製所に生まれ変わることになりました。

(b) その他の製油所

- Sannazzaro 製油所

  バイオ精製のほかにも製油所に新技術の導入が行われています。イタリアの Sannazzaro 製油所では、産業レベルでは初のスラリー水素化分解(ENI ではエニスラリー技術、EST と呼ぶ)設備が設置され、2013 年 10 月に稼働が開始されました。この技術は 2 種類のナノ触媒の組み合わせが元となっており、この技術を使用すると、より広い範囲の原料を使用することができ、かつ変換率を 97%以上に引き上げることが可能です。ENI は今後、他の製油所でもこの技術を導入していく計画です。

- Taranto 製油所
  イタリアの Taranto 製油所は変換率が低く効率が良いとは言えませんが、イタリア南部で唯一の製油所という場所の利と、ENI が権益 70%を保有する Val d'Agri 油田とパイプラインで接続しているという利点があります。

- Livorno 製油所
  Livorno 製油所も変換率が低いですが、パイプラインでカレンツァーノ貯蔵所と接続しており、潤滑油などに注力して精製を行なっています。

(c) 投資の傾向と 2015 年の業績

このように、ENI はドイツを除く欧州の製油所を売却し、徐々にイタリア国内に注力する戦略を取っています。イタリア国内でもすべての製油所へ均等に投資するわけではなく、一部の製油所では変換率を上昇させるような新技術への投資を、他の製油所ではバイオ精製所への完全変換、それ以外は現状維持と、メリハリをつけた投資判断を行なっています。

製油所の一連の再編により、精製事業の利払い・税引き前利益(EBIT)は、計画を 2 年前倒しで 2015 年に損益分岐を達成しています。また 2015 年の全製油所の稼働率は 94.7%でした。精製量を見ると、2015 年に欧州全体で前年比 5.5%増の年間 2,641 万トンとなっており、特にイタリア国内では 14.1%増と好調で、短期取引でかつ高度硫黄分を持つ高質・高利益の原油に注力する戦略が功を奏したとしています。また、2014 年に稼働を開始した Venice バイオ精製所でのパーム油精製量も、2015 年は前年比 53.8%増の 20 万トンとなりました。同社は 2018 年までに、既存の生産能力を維持した上で、損益分岐点を$3/バレルまで下げる計画です。

(d) ENI の欧州における投資・縮小の要点

ENI の欧州における製油所と 2009 年以降の投資の動向を表5に示しました。これらの動きの背景・理由の要点は、以下のようにまとめることができます。

- シンプルなプロセスで存続が難しい製油所について、バイオ精製所に完全に転換する投資を実施
- イタリア国外では、ドイツ以外の製油所を非中核資産として売却
- 油田や貯蔵施設と接続されているなど存続が見込める製油所では、現状維持とする

ENI の石油精製品の生産量の推移に関して、2009 年から 2015 年の間に生産量は全体で約 25%減っていますが、重油が 39%と減少幅が大きくなっています。ガソリンは 25%、軽油は 20%それぞれ減ったが、ジェット燃料・ケロシンは 6%増えています。2015 年の全体の生産量に占める品目別の割合は、軽油が 43%、ガソリンが 26%、重油が 10%、ジェット燃料・ケロシンが 6%でした。

表5　ENI の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力（BPD）	変換率	稼働年	投資・縮小の概要
イタリア	Gela	100,000		1962	• 2012 年に操業を一部停止 • 2014 年 3 月に閉鎖 • 2014 年 11 月にバイオ精製所に転換することを発表、2016 年に建設開始
	Livorno	84,000	11%	1936	• 2009 年から閉鎖候補と報道され、売却を検討、売却先が見つからずに 2010 年に断念
	Milazzo (50%/クウェート石油 50%)	100,000 (ENI の持ち分)	60%	1961	—
	Porto Marghera Venice	70,000		1926	• 2012 年にバイオ精製所への変換を発表、2014 年に稼働
	Sannazzaro de Burgondi	200,000	70%	1963	• 2009 年に水素化分解装置を設置 • 2013 年に EST 設備の稼働開始
	Taranto	104,000	38%	1967	• 2009 年に新しい水素化分解装置を設置 • 2010 年に閉鎖候補と報道される
ドイツ	Schwedt（合弁会社 PCK を通じて 8.33%/Shell 37.5% /Rosneft 35.42% /BP18.75%）	19,000	N/A	1964	—
	Vohburg（合弁会社 Bayernoil を通じて 20%/Varo Energy 45%/Rosneft 25%/BP 10%）	41,000	N/A	1967	—
	Neustadt（合弁会社 Bayernoil を通じて 20% /Varo Energy 45%/Rosneft 25%/BP 10%）			1964	—
チェコ	Kralupy(32.4% /Unipetrol 67.6%)	56,800	N/A	N/A	• 2013 年に売却検討を発表、2015 年 4 月に Unipetrol へ売却完了
	Litvinov(32.4% /Unipetrol 67.6%)	93,000	N/A	N/A	• 2013 年に売却検討を発表、2015 年 4 月に Unipetrol へ売却完了
ポルトガル	Porto (Galp 社を通じて 33.34%)	N/A	N/A	N/A	• 2012 より Galp 社株式を一部売却、2015 年に完全売却
	Sines (Galp 社を通じて 33.34%)	N/A	N/A	N/A	• 2012 より Galp 社株式を一部売却、2015 年に完全売却

出典：ENI のウェブサイト他

④ Repsol

Repsol の欧州内の製油所は、スペイン国内の 5 カ所で、精製能力は合わせて 89 万 6,000 万 BPD (2016 年末時点)です。5 カ所のうち 2 カ所(Cartagena 製油所と Tarragona 製油所)は地中海沿岸、2 カ所は大西洋沿岸(Bilbao 製油所と La Coruna 製油所)で、もう 1 カ所(Puertoallano 製油所)は内陸部にあります。同社は精製事業では欧州を中核事業に据え、南米に保有していた製油所の権益の売却を進めており、国外に残るのはペルーの La Pampilla 製油所(82.38%の権益を保有)のみとなりました。

(a) 5 カ年戦略計画と精製事業

Repsol は 5 年ごとに戦略計画を打ち出し、2008 年～2012 年を対象とする戦略計画では南米の非中核資産売却と併せて、スペインの Cartagena と Bilbao(Petronor)の製油所 2 カ所に対する大規模な投資計画を発表しました。ただ 2009 年に精製マージンが低下したため、Cartagena 製油所は精製を一時的に停止し、Bilbao 製油所でもプラント 2 基のうち 1 基を一時停止して生産量を 41%削減しています。

2012 年～2016 年を対象とする戦略計画では、両製油所への投資を完了させて非中核資産をさらに売却するとともに、精製事業と販売・マーケティング事業の効率的な統合化を進めることを掲げました。下流部門に対する投資金額は 2008～2011 年が年平均で約 16 億ユーロ、2012～2015 年が約 7 億ユーロです。2015 年 10 月に発表した 2016 年～2020 年を対象とする戦略計画では、Cartagena と Bilbao の両製油所の投資により欧州でも効率性の高い製油所になったとしており、精製事業と販売・マーケティング事業の広範な統合強化を進めるとともに、エネルギーコストと二酸化炭素(CO2)排出量を引き下げる目標を示しています。

(b) 製油所への投資と背景

- Cartagena 製油所

  31 億 5,000 万ユーロを投じて 2009 年に着手し 2012 年に稼働した大型プロジェクトで、これにより精製能力を 11 万 BPD から 22 万 BPD と倍増させるとともに、変換効率を 90%以上という高い水準に引き上げました。新設した装置は 30 基で、このうち水素化分解装置と熱分解装置の能力は、それぞれ 5 万 BPD、6 万 BPD でした。脱硫化装置も新設されています。

  投資の最大の狙いは、スペイン市場で不足しているディーゼルとケロシンを供給することです。スペインではディーゼルの約 3 分の 1 を輸入に依存していましたが、製油所の刷新により生産量の半分以上の約 9 万 BPD が軽油を中心とする中間留分となり、スペイン燃料輸入量の約 30%を国内生産でまかなえるようになりました。

- Bilbao 製油所

  約 10 億ユーロを投じて 2013 年に稼働しました。熱分解装置を新設することで、変換効率が大きく引きあげられました。精製能力は 22 万 BPD から 24 万 BPD に増えています。同製油所ではこれにより重油の生産を削減する一方で、ブタンや軽油、ガソリンなど需要の高い製品の生産を増やしました。また併せて、出力 100MW の電熱併給(CHP)施設を設けて必要な電力を自家発電でまかなうとともに、発電量の 15%を地域の電力網に供給しています。

(c) Repsol の欧州における投資・縮小の要点

Repsol の欧州における製油所と 2009 年以降の投資・縮小の動向を表6に示しました。これらの動きの背景・理由の要点は、以下のようにまとめることができます。

- スペイン国内の軽油の需要拡大と供給とのかい離に対応する積極的な投資
- 精製事業で南米の非中核資産を処分し、国内の精製事業の強化に投資を集中

これによりRepsol の中間留分の生産量が大幅に拡大しました。2009 年に比べて 2016 年は中間留分が約 3.5 倍増えています。精製能力が大幅に拡大したことで、ガソリン、重油を含めたすべての石油製品で生産量が拡大しています。

表6　　Repsol の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力 (BPD)	投資・縮小の概要
スペイン	Cartagena	220,000	• 2009 年に 31 億 5,000 万ユーロを投じ、30 基の施設を新設し精製能力を倍増 • 水素化分解装置、熱分解装置、脱硫化装置などを設置 • 生産量の半分以上を中間留分にした
	La Coruna	120,000	—
	Puertollano	150,000	—
	Tarragona	186,000	—
	Bilbao (Petronor)	220,000	• 熱分解装置を新設し 2013 年に稼働
		896,000	

出典： Repsol のウェブサイトなど

⑤ Cepsa

Cepsa が保有する製油所はスペイン国内に 3 カ所で(うち 1 カ所はカナリア諸島のテネリフェ島)、精製能力は 52 万 BPD です。2015 年に明らかにした行動計画では、以下の点を掲げています。

- 生成の最大効率化プログラムを進める。
- Gibraltar-San Roque 製油所での中間留分の生産を増やす。
- 製品ポートフォリオを再構築し、付加価値の高い製品を生産する。
- バイオ燃料規制に対応する。
- 余剰ガソリンの価値を高める
- 国際的な機会を段階的に開拓する。

(a) 製油所の投資状況

- Gibraltar-San Roque 製油所

  2015 年 12 月に、10 億ユーロを Gibraltar-San Roque 製油所に投じる「バレル・ファンド・プロジェクト(Barrel Fund Project)」を明らかにしました。これは生産プロセスを刷新して変換効率を引き上げ、燃料ミックスに使われる様々な製品に対応しようというものです。また、900 万ユーロを投じ、

ガソリンの輸出拡大に向けて物流施設を強化します。さらに 300 万ユーロで試験プラントを建設し、デンマークの物流大手 Maersk と提携して船舶向け新燃料の試験的な提供を進めます。

Cepsa は 2014 年末に船舶燃料油として硫黄分 0.1%の DMB の販売を開始しました。これは IMO の船舶燃料の硫黄分規制で ECA 海域(排出規制海域)では 0.1%を上限とする規制が導入されたのに対応したものでした。Maersk との提携では、英 Quadrise Fuels International が提供する代替燃料 MSAR の生産施設を Cepsa が設け、Maersk がエンジン試験を 2017 年初めまで実施し、試験結果によって商業生産の継続と供給を検討します。

- La Rabida 製油所

  2010 年 3 月から MDCE(中間留分能力拡大)と呼ぶプロジェクトを実施し、スペイン市場で不足しているケロシンなど中間留分の精製能力を引き上げました。3 年間で 10 億ユーロを投じて蒸留装置を増強するとともに、5,000BPD の能力を持つ蒸留水素化分解装置を新設し、精製能力を 10 万 BPD から 19 万 BPD に拡張するとともに中間留分の生産を拡大しました。2015 年 9 月には、2019 年まで 5 年間で 9 億 7,000 万ユーロを投資する計画を発表しています。

(b) Cepsa の欧州における投資・縮小の要点

Cepsa の欧州における製油所と 2009 年以降の投資の動向を表7に示しました。これらの動きの背景・理由の要点は以下のようにまとめることができます。

- ケロシンなどスペイン市場で不足する中間留分の生産拡大に向けた投資
- IMO の規制に対応した代替燃料などへの投資
- ガソリンの輸出拡大に向けた投資

石油製品生産量の割合については、軽油の割合は 2011 年の 40%が 2015 年には 43.3%まで拡大したのに対し、重油は 20%から 14.9%に減少しています。その他の製品の割合はほぼ横ばいでした。

表7　　Cepsa の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力 (BPD)	投資・縮小の概要
スペイン	Gibraltar – San Roque	240,000	• 2015 年から 10 億ユーロを投資、ガソリン輸出のための物流施設や船舶の代替燃料の対応も強化
	La Rabida	190,000	• 2010 年から 10 億ユーロを投じ、精製能力を拡大し中間留分を増産 • 2015~2019 年に 9 億 7,000 万ユーロを投資
	Tenerife	90,000	―
		520,000	

出典:Cepsa ウェブサイトおよび Annual Report

⑥ Neste

Neste はフィンランド国内に 2 カ所の製油所(Porvoo と Naantali)を持つほか、欧州内では 2011 年に開設した再生可能ディーゼル専用の精製所が Rotterdam にあります。石油精製会社として、既存の施設からではなく全く新規でバイオ精製所を設立した点で、他社とは異なります。再生可能ディーゼル(旧称 NexBtl)は Rotterdam 以外でも、Porvoo に 2 基の生産施設があるほかシンガポールでも生産しています。欧州内の精製能力は原油だけでは 26 万 4,000 BPD で、再生ディーゼルは Rotterdam 精製所が 2 万 BPD、Provoo 製油所が 8,000BPD で、合わせて 2 万 8,000BPD です。なお同社は IMO の規制に対応して、すでに船舶燃料として硫黄分 0.1%未満の燃料 2 種(「Neste MDO」と「Neste RMB」)を提供しています。

(a) 製油所の投資・縮小状況

2014 年 10 月に欧州内の精製事業の競争力を強化するため、5 億ユーロを投じて両製油所を一体化して運営し効率化を目指すことを発表しました。1 つの製油所として運営することでコストを削減します。これに伴って既存の施設の一部は閉鎖します。この背景について同社は、欧州では供給過剰となっているため、競争力を高めて将来的な運営基盤を確立させる広範な対応策が必要と指摘しました。両製油所はフィンランド南部でバルト海に面していて、首都ヘルシンキを挟んで 200 キロ余り離れています。

- Porvoo

  製油所統合プログラムの一環として、2 億ユーロを投じて SDA(溶剤脱れき装置)の前処理施設を建設中で、2017 年に完工予定です。これにより重油の生産を減らし、ディーゼルなどの生産を増やします。同製油所では 2015 年 12 月にガソリンの異性化装置の建設が完了しました。投資額は 6,500 万ユーロで 1 万 2,000BPD の生産能力があります。当初は 2009 年の着工を予定していましたが、需要が急速に低迷したことと資本を再生ディーゼルの施設に集中させるため、、着工を 2013 年に延期しました。欧州のガソリン生産が供給過剰な中での投資について同社は、高オクタン価ガソリンが市場で不足しており需要が見込める点を指摘しました。

- Naantali 製油所

  2015 年 8 月、Porvoo 製油所との運営一体化の一環として、6,000 万ユーロを投じて Naantali 製油所の構造を簡素化して効率を高め、生産コストを引き下げるとともに Porvoo 製油所への原材料供給を増やす計画に着手しました。引き続きディーゼルや溶剤、ビチューメンなどを生産するものの、Porvoo 向けの減圧軽油の生産に注力します。またガソリンは、Porvoo 製油所で最終製品にするために Naantali 製油所から輸送し、Naantali 製油所の貯蔵ターミナルは Porvoo 製油所で生産されたガソリンの輸送向けに活用します。2017 年半ばまでに完了し、これにより Naantali 製油所の重油の生産量を減らす一方で、ディーゼルの生産割合を高めます。

(b) 再生燃料への投資

2011 年に稼働した Rotterdam の再生ディーゼルの精製所には、6 億 7,000 万ユーロを投じました。Rotterdam に設けたのは、周辺の化学工場との協力で様々な機会が見込めるためでした。製品は主として欧州内と北米の企業向けとなっています。また、2010 年に稼働したシンガポールの施設の精製能力は 1 万 7,000BPD の規模です。同社の再生ディーゼルは原材料が食料とは競合しない第 2 世代のバイオ燃料で、利用者は追加投資をすることなく従来のディーゼルと同様に利用することができます。Rotterdam

精製所では、バイオプロパン・リカバリー装置の開発も進め、バイオプロパンが 2016 年末から製品に加わりました。

前述したように、EU では 2020 年に交通分野の再生可能エネルギー利用を全体の 10%とする目標を掲げますが、第 1 世代のバイオ燃料についてはこのうち 7%に制限することを決めています。Neste は、EU 内のバイオ燃料市場が 2013 年時点の約 1,200 万トンから 2020 年には 2,200 万トンに拡大すると予想しています。

(c) Neste の欧州における投資・縮小の要点

Neste の欧州における製油所と 2009 年以降の投資の動向を表8に示しました。これらの動きの背景・理由の要点は以下のようにまとめることができます。

- 競争力強化に向け国内製油所の運営一体化で効率化向上に向けた再編を進める
- 生産量の割合でディーゼルを増やし重油を減らす
- 再生燃料が拡大するとの見通しに基づいて再生ディーゼルなどに投資を集中

同社の石油精製品の販売量の推移に関して、品目別で大きく減っているものはなく、2016 年の販売量の割合は、中間留分が全体の 46%、軽質留分が 33%、重油が 11%、ベースオイルが 3%で、その他が 7%となっています。このほかに再生ディーゼルが増えて 2016 年には 226 万 7,000 トンでした。

表8　　Neste の欧州内製油所の投資・縮小の動き

国	製油所	精製能力 (BPD)	投資・縮小の概要
フィンランド	Porvoo	206,000	• 2015 年にガソリン異性化施設が完工、投資額は 6,500 万ユーロ • 2 億ユーロを投じ、SDA の前処理施設を建設、2017 年に稼働予定 • 重油の生産を減らし、ディーゼルの生産を増やす
	Naantali	58,000	• 6,000 万ユーロを投じて効率化を進め、Porvoo 製油所向けの減圧軽油の生産に注力 • 重油の生産を減らし、ディーゼルの生産割合を高める
		264,000	

出典：Neste ウェブサイトおよび Interim Reports

4. おわりに

当センター欧州事務所は更に、上記石油会社の製油所などを訪問し、直接・個別の情報交換を重ね、情報の質を高めております。欧州の石油精製業界は石油需要の減退に対応するだけでなく、持続可能な社会を構築する上でも重要な役割を担っており、欧州の石油会社はその両立を図りつつ、選択と集中を行い、事業再構築を図っております。域外との競争により、今後も厳しさを増していきますが、欧州の石油精製業界がどのように対応するかは、我々日本の石油業界にとっても学ぶところが多く、今後も当事務所から最新情報を発信し続け、我が国の石油産業の発展に貢献していきます。

特集

調査報告
「米国合同連絡会議」

1. はじめに

トランプ政権誕生により、石油業界を巡る環境が大きく変化しつつある中、コンサルタントの Christopher B. Bordeaux 氏の協力も得て、表 1 に示す通り 2017 年 2 月 7 日から 9 日にかけて、ワシントン DC にて石油関連業界、エネルギーに関連する省庁との会議を行いました。会議後の状況変化も加えつつ、会議概要を以下に述べます。

表 1 米国での会議一覧

日	相手先	
	（略称）	（正式名称）
2 月 7 日	AFPM	American Fuel & Petrochemical Manufacturers 米国燃料石油化学製造者協会
	API	American Petroleum Institute 米国石油協会
	RFA	Renewable Fuels Association 再生可能燃料協会
2 月 8 日	USDA	United States Department of Agriculture 米国農務省
	DOE, EERE	United States Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy エネルギー省、エネルギー効率・再生可能エネルギー部
	DOE, EIA	United States Department of Energy, Energy Information Administration エネルギー省、エネルギー情報局
	EPA	United States Environmental Protection Agency 米国環境保護庁

2. 各々の会議の概要

(1)AFPM (American Fuel & Petrochemical Manufacturers:米国燃料石油化学製造者協会)

①面談者:Tim Hogan 氏(Director of Motor Fuel Regulation)

②会議概要

大統領は CPP(Clean Power Plan)の破棄を考えています(追記:2017 年 3 月 28 日、トランプ大統領は、「エネルギー自立及び経済成長促進(Promoting Energy Independence and Economic Growth)」に関する大統領令を発表し、CPP の見直しを発表)。ただし、CPP が覆っても、石炭火力をどうするかは州ごとの経済性の判断によると考えます。全体的に見て天然ガスから石炭への転換は起こりにくいと考えます。

KeystoneXL と Dakota Access パイプライン推進の大統領令は歓迎します。大統領令に従って規制当局は承認するでしょう(追記:Dakota Access については 2017 年 2 月 9 日に Army Corp of Engineers が承認)。ただし、KeystoneXL は申請時(2008 年)と状況が異なっており、競合が存在し、経済的に見合うかどうかは不透明ではないかと考えます(補足:競合相手として考えられるのは、Enbridge Flanagan South(既設)、Enbridge Mainline(Line3 拡張予定)、Capline(逆送予定)が挙げられます)。

2022-25 年モデルの CAFE(Corporate Average Fuel Efficiency:米国自動車燃費基準)については、EPA の提案通り強化されなければカリフォルニア州規制当局の CARB(California Air Resources Board:カリフォルニア大気資源局)は問題視するでしょうが、一方でカリフォルニア州は独自で規制強化を進めるでしょう(追記:2017 年 3 月、CARB は州の自動車燃費規制について EPA の提案通り承認)。オレゴン州やワシントン州もカリフォルニア州に続くでしょう。自動車会社はこのような州独自の規制強化に懸念を持っています。いずれにしても、2017 年4月には新たな CAFE に関する提案があると思われます(追記:EPA は 2017 年 3 月、CAFE の見直しを発表)。

トランプ政権下で Co-Optima(Co-Optimization of Fuels & Engines)プログラムの予算がカットされる可能性があります。米国石油精製会社は、Co-Optima プログラムが既定の結論をサポートするために行われていると考えており、懸念を持っています。米国石油精製会社は、オクタン価向上手段として E20(エタノール 20%混合ガソリン)が最善とは限らないだろうとみています。

(2)API (American Petroleum Institute:米国石油協会)

①面談者:Patrick Kelly 氏(Senior Policy Analyst)、Amy Emmert 氏(Senior Policy Advisor)、Karin Ritter 氏(Manager, Research Regulatory and Scientific Affairs)、Bryan Just 氏(Downstream Policy and Economic Analysis)

②会議概要

政策(パリ協定や CPP(Clean Power Plan)など)に関しては、トランプ政権の動向待ちです。API は CPP に関しては(規制よりも)マーケット主導型の解決が良いと考えています(補足:API は「規制により勝者と敗者を決めるべきではなく、市場が勝者と敗者を決めるべき。」との考えが根底にあります)。規制に関しては、省庁でも内務省や EPA が個々に提案しているだけでなく、州独自の規制も存在します。規制するなら連邦の一括規制にしてほしいと考えます。API は州政府の独自規制を懸念しています。

経済的なインセンティブにより、仮に CPP が撤廃されても、石炭から天然ガスへの転換は起こり難いと考えます。また、エネルギー政策は all the above policy(あらゆるものを検討)が良いと考えます。

トランプ政権は Co-Optima プログラムの活動を縮小させる可能性があります。API は Co-Optima プログラムに懸念を持っています。

トランプ政権とは RFS(Renewable Fuel Standard:再生可能燃料基準)に関する立場は一致しないかもしれません(補足:API は RFS 撤廃の考えですが、トランプ政権はコーン農家保護の立場から、RFS を存続させる可能性が高いと思われます)。

2017 年 1 月の大統領令(2017 年 1 月 30 日、トランプ大統領は、「規制緩和と規制コスト管理(Reducing Regulation and Controlling Regulatory Costs、通称、ツー・フォー・ワン(2-for-1)」に関する大統領令を発表しました。新規制の 1 提案に対し撤廃する既存規制を少なくとも 2 つ提案すること、今年最終決定される全ての規制にかかるコストは、撤廃する規制で相殺されるコストも含めて、ゼロより上回ってはいけないという指令)におけるコスト効果評価は、いつも議論の的になります。

(3)RFA (Renewable Fuels Association:再生可能燃料協会)

①面談者:Samantha Slater 氏(Vice President)

②会議概要

トランプ政権には、RFS(Renewable Fuel Standard:再生可能燃料基準)をかき回してほしくないと思っています(補足:EPA 提案通りの 2017 年 RFS を求めるとの意味と考えられます)。

RFA はブレンドの壁(Blend Wall:安全面などからガソリンへのエタノール混合比率の 10%超えに壁があるという考え)の存在を否定します。E15(エタノール 15%混合ガソリン)もエタノール含有率としては中程度であり、最終的な目標は E22(エタノール 22%混合ガソリン)前後であると考えます。

エタノールの輸出は増加しており、RFA は輸出の推進を進めています。

(4)USDA (United States Department of Agriculture:米国農務省)

①面談者:Harry Baumus 氏(Office of the Chief Economist)、Tony Radich 氏(Senior Policy Analyst)

②会議概要

RFS(Renewable Fuel Standard:再生可能燃料基準)は、継続するだろうと考えています。USDA は「2016 Billion-Ton Report」(米国の非食系のバイオマス量の予測を行い、2040 年にはベースケースで 12 億トンのバイオマスが得られると予想しています)をベースに、バイオ燃料の熱利用や発電利用の可能性にも目を向けています。

USDA は、コーンエタノールはガソリン比で、GHG 排出量を 43%減らすことができると報告しています。70%削減も可能と思っています。これはしっかりした科学的知見に基づいています。
(補足:2017 年 1 月、USDA はレポート「A Life-Cycle Analysis of the Greenhouse Gas Emissions of Corn-Based Ethanol」において、エタノール生産向上、効率的な耕作・カバークロップ・肥料の効率化を含めた GHG 削減を行うことにより、結果として 2005-2015 年で 10%のコーンの収量増になりました。それらが寄与することで米国コーンエタノールはガソリン比で GHG 排出量を 43%減らすことができると報告しています)

次期の Farm Bill は 2018 年、もしくは 2019 年に改定されると思います(補足:現在の Farm Bill は 2014-2018 年なので、2018 年に期限切れとなりますが、暫定的に延長されて 2019 年に本格改定の可能性もあるとの意味と思われます)。なお、トランプ政権は USDA に対して「食糧生産」に注力するよう指示していますので、次期 Farm Bill ではエネルギーやエタノールの R&D は減額される可能性があります。

(5)DOE (United States Department of Energy:エネルギー省), EERE (Energy Efficiency and Renewable Energy:エネルギー効率・再生可能エネルギー部)

①面談者:Valerie Reed 氏(Deputy Director)、Ronald C. Cherry 氏(Senior Policy Advisor)、Mark Reichhardt 氏(International Energy Specialist)

②会議概要

(補足:Valerie Reed 氏は 2017 年 7 月に開催された DOE Bioenergy 2016 で、BETO(Bioenergy Technologies Office)の戦略に関する講演を行っています。目標は「2019 年までにバイオ・エコノミーにおける経済面・環境面・社会面でのシナリオ構築・分析」、「2017 年までに低水使用、低 GHG となる変換技術を開発する」、「2040 年までに米国輸送燃料市場の 25%を供給できる商業規模のバイオマス生産と変改技術を開発する」ことが柱です)。

バイオ燃料研究開発は現政権の方針に沿って戦略を練り直しています。今回の説明では、将来的に補助金を必要としない事業開発とドロップイン燃料に注力することが特徴的な内容となっていました。

バイオマスは、2030 年に米国石油利用の 25%を置換しうる可能性があるとみています(補足:バイオマス資源については「2016 Billion-Ton Report」などがベースになっているとみられます)。

(6) DOE (United States Department of Energy:エネルギー省), EIA(Energy Information Administration:エネルギー情報局)

①面談者:Lynn Westfall 氏(Senior Economist and Office Director)

②会議概要

今後の米国原油生産量は、増加する可能性があるものの、原油価格と生産効率(フラッキング技術など)次第と思います。Permian の開発が著しくなっています(追記:2017 年 3 月開催の CeraWeek でも Permian が注目されていました)。

ガソリン消費量予測は、ガソリン価格と CAFE により変わる可能性があります(補足:CAFE 緩和次第でガソリン消費量はその分増加すると考えています)。

ラテンアメリカ諸国の石油産業の投資対象は今後も上流が中心であり、下流への投資は少ないため、米国メキシコ湾岸製油所からの石油製品輸出は今後も増加するとみています。彼らは中南米製油所に対して優位性があります。

前々回の SPR(Strategic Petroleum Reserve:戦略石油備蓄)売却は、現行の SPR 供給インフラが上手く稼働するかどうかでしたが、最新の SPR 売却はインフラへの投資目的です。いずれにしても、議会が SPR 売却を決めることになります。

(7) EPA(United States Environmental Protection Agency：米国環境保護庁)

①面談者：Paul N. Argyropoulos 氏(Senior Policy Advisor)

②会議概要

QAP(Quality Assurance Plan：RIN(Renewable Identification Number：バイオエタノールの認識番号)の不正を防ぐために 2014 年に EPA が示したガイドラインで第三者機関による監査などを含みます)は、今後浸透していくと考えています。EPA は RIN の動向を監視するとともに、RIN 市場の妥当性を確認するために、あらゆるツールを使用しています。

EPA は 2016 年 7 月、航空機からの GHG 排出に関する最終報告書を発表し、航空機の GHG 規制の検討していました(補足：トランプ政権で 2-for-1 等の大統領令が出ていることや、EPA の予算削減が検討されていることもあり、現時点では規制検討は困難な状況にあると考えられます)。

Blend Wall の突破が RFS(Renewable Fuel Standard：再生可能燃料基準)のゴールではなく、EISA2007(Energy Independence and Security Act of 2007：エネルギー独立・安全保障法)に沿って義務量を設定することに目標を置いています(補足：現状に即して義務量を変更する義務も EPA は担っています)。

E15 の蒸気圧規制に関する考えは、これまで通りです(補足：エタノール 9-10%混合で認められている蒸気圧の緩和(1.0 psi(pound-force per square inch)の許容幅)が、E15 では認められていないことが、夏期 E15 の普及の障害となっています。今回のコメントでは、EPA が E15 の規制緩和を行うことは考えていないという意味と思われますが、一方で、RFA などは E15 の蒸気圧規制緩和のロビー活動を行っています)。ペースが遅いのが問題ですが、E15 および E85 を供給するスタンドは今後も増加するとみています。

3. おわりに

石油業界はトランプ政権の規制緩和に関しては支持していますが、石炭火力発電に関しては仮に規制緩和されても天然ガスが安価な状況では石炭への回帰は起こり難いとの意見でした。

また、省庁との会議は、トランプ政権による指導もあり、政策的な質問は出来ない状況でした。ただ、会議の中で現政権の移行を踏まえつつ、どう対応すべきかに苦慮している様子が言外に伺えました。現時点では省庁の体制がまだ固まっていませんが、2018 年にはそれも解消されると思われますので、次回の合同連絡会議では、各省庁の方針がより明確になっているだろうと考えます。

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
●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 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
長富宮弁公楼 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。