

# JPEC News

Japan Petroleum Energy Center News

## 2020.1

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/>

## CONTENTS

年頭に寄せて	1
■ 特集	
◎ 調査報告「中国石油エネルギー動向調査～中国石油業界の次期展開と環境政策の厳格化～」	4
◎ 技術報告「複合圧力容器の評価手法確立・技術基準整備に関する技術開発」	29
■ トピックス	
◎ 「2019年 JPEC ニュース年間掲載記事一覧」	38

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



## 年頭に寄せて

理事長 杉森 務

明けましておめでとうございます。

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

本誌新年号の刊行にあたり、一言ご挨拶申し上げます。

昨年の世界経済は、実質経済成長率が+3.0%の見通しであることが国際通貨基金(IMF)から発表されております。これは、年初の予想+3.5%から0.5%下方修正されたもので、2008年のリーマンショック以降では最低の水準となりました。米中間の貿易摩擦が激化し、両国間で関税が大幅に引き上げられ、世界中で企業心理や景況感を冷え込ませています。

原油価格(ドバイ)については、年初の50ドル台から右肩上がりで見直し、4月には70ドル台に達しました。その後、一時は60ドルを下回る水準となりましたが、11月以降60ドル台前半で推移しており、今後の価格動向が注目されます。

12月に開催されたCOP25(国連気候変動枠組条約第25回締約国会議)においては、パリ協定の実施に向けた詳細なルールに合意には至らなかったものの、各国に2030年までの温室効果ガス削減目標の引き

上げを促す決議が採択されました。また、先進国全体で途上国に対して年間 1,000 億円の資金支援を達成するとの目標が改めて確認されました。このように、世界的な CO<sub>2</sub>排出量削減に向けた動きは、一步一步進展しつつあります。

一方で、世界のエネルギー需要の多くを占める石油は、景気の拡大や経済成長の維持には不可欠です。世界経済の動向や原油価格に先行きの不透明感はあるものの、中国やアジアを中心とする非 OECD 諸国の経済成長に伴い、世界全体の石油需要は今後も増加することが予想されます。

国内に目を転じますと、国内需要は減少傾向にあるものの、石油は一次エネルギー供給の 4 割程度を占めており、現在も運輸・民生・電源等の幅広い燃料用途や化学製品等素材用途などで大きな需要があります。また、調達に係る地政学的リスクは大きいものの、高い可搬性、全国に整った供給網、豊富な備蓄といった特徴を活かし、他の喪失電源を代替することができるため、今後とも活用すべき重要なエネルギー源として位置付けられています。

石油は、2030 年においても一次エネルギー供給の 3 割を占めると予想されており、エネルギー供給の「最後の砦」でもあります。また、様々な自然災害時にも利便性の高いエネルギーとして、石油の重要性が改めて認識されています。そのため、石油の安定供給が、我が国のエネルギー安全保障において、引き続き重要な課題であることに変わりありません。業界としても、日本のエネルギー安全保障を支えるに足る安定的な事業基盤を維持するため、製油所の国際競争力強化や業界が抱える様々な構造的課題の解決に向けて取り組んでいます。

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

特に本年は、以下の 5 点を重点テーマとして、着実に事業を推進してまいります。

- (1) 石油精製の高付加価値化等に関する技術開発
- (2) 社会実装に向けたデータ共有型プラットフォームの開発
- (3) 水素ステーション本格普及に関する技術開発
- (4) 自動車等の燃料製造利用に関する研究
- (5) 石油・エネルギーに関する情報収集・調査・提供

石油精製の高付加価値化等に関する技術開発は、ペトロリオミクス技術開発第一期(2011～2015 年度)で基盤的な要素技術を確立し、2016 年度からの第二期では、石油精製プロセスにおいて活用するための実用化技術開発に進んでいます。本年は、第二期の最終年となりますが、安価な原料から付加価値の高い製品を生産する比率を高める石油のノーブルユースや重質油処理に伴うセジメント生成予測・緩和技術により残油処理比率を高める課題等にペトロリオミクス技術を適用し、研究開発の成果に対する評価・検証に取り組むとともに、次期事業について検討してまいります。

また、進展著しい IoT や AI(人工知能)を活用したビッグデータ解析と解析モデルの利用を業界共通で高レベルにて実現するため、社会実装に向けたデータ共有型プラットフォームの開発を進めています。具体的には、石油精製設備の保全に係る膨大なデータを蓄積・解析し、設備稼働の信頼性向上に取り組んでいます。ペトロミクス技術と稼働信頼性向上技術によって、製油所の国際競争力強化に貢献してまいります。

水素に関しては、飛躍的な利用拡大に向け、超高圧水素技術を活用した低コスト水素供給インフラの構築、水素ステーションの安全性に関わる研究開発を実施し、規制の見直しや水素ステーションの整備および運営コストの低減につながる技術基準を策定してまいります。

自動車等の燃料製造利用に関しては、分解ガソリンや分解軽油の利用拡大を目指した取り組みに加え、IMO 規制に関連した船舶燃料研究も実施してまいります。

情報収集調査事業では、実施体制を見直しながら、諸外国の技術動向、石油産業に係る規制等の調査・分析を行い、エネルギー政策および企業戦略立案に資する情報をタイムリーに提供してまいります。

また、これらの事業に加え、カーボンサイクルの技術開発に取り組むべく、石油業界が他産業、大学等と連携して貢献できるよう検討してまいります。

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

賛助会員をはじめ関係皆様におかれましては、今後とも当センターの取り組みに対し、倍旧のご支援ご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

最後に、皆様のますますのご多幸とご健勝を祈念いたしまして、年頭の挨拶とさせていただきます。

## 特集

## 調査報告

## 「中国石油エネルギー動向調査～中国石油業界の次期展開と環境政策の厳格化～」

## 1. はじめに

2018年、中国の名目GDPは世界第2位の13.4兆USドル(90.5兆元、約1,400兆円)(出所：IMF <http://www.imf.org/external/ns/cs.aspx?id=28>)、経済成長率は6.57%(出所：中国国家统计局(日本大使館・中国日本商会作成資料より))と、世界経済に影響を及ぼしながら巨大な成長が続いています。2018年に勃発した米中貿易戦争については未だ決着への見通しがなく、足下、2019年Q3の経済成長率は6.0%に低下し、米中貿易戦争が影響していると評されています。一方で、依然として経済成長率は高位で保持されているとも言えます。中国石油・化学工業連合会(China Petroleum and Chemical Industry Federation、CPCIF)は、2018年を振り返り、「世界経済に変化はあったが、中国の石油化学産業は結果的に良好である。安定性があり、その安定性を保ったまま、新たな変化をしている」と評しています(2019年5月面談)。

上記した経済成長を背景に、巨大建築物の建設による都市化、交通網の整備(本年9月、世界最大規模の北京大興国際空港の開港は好例)、行政サービス・行政管理のIT化、環境規制の強化など、その社会変化は目まぐるしいものがあります。2018年、自動車の生産・販売に頭打ちが観られましたが、世界首位であることに変わりなく、今後も従来車から新エネルギー車への転換を進めながら継続的な発展がなされるのではないかと考えられます。

上記した経済成長を支えているのがエネルギーです。中国は世界首位の一次エネルギー消費国であり、その消費は高まっています(図1左)。一次エネルギー消費の内訳に注目すると、石炭、石油、天然ガスから成る化石資源の比率は、経年的に低下傾向にありますが、2018年は85%と依然として高い水準です。とりわけ、石油(20%)の消費が高まっていることが特徴的です(図1右)。

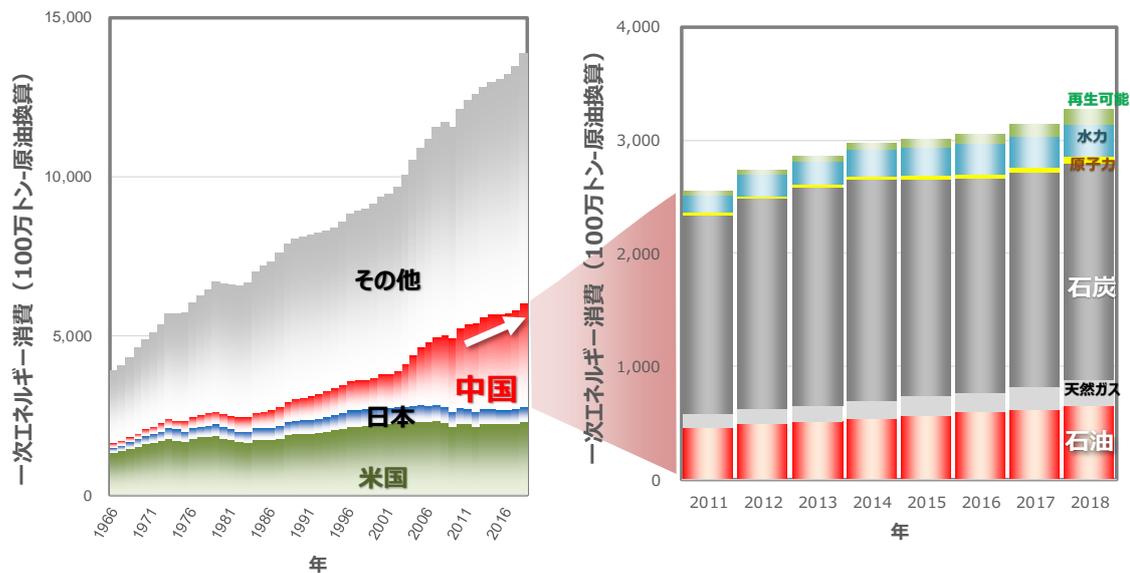


図1 中国の一次エネルギー消費の推移

左図：世界、右図：中国における一次エネルギー消費内訳

出所：BP Statistical Review of World Energy

中国は世界の工場と称されます。中国の石油産業は、エネルギー分野に限られることなく、石油化学産業や自動車産業などといった広範な分野に関わります。また、中国は、世界最大の一次エネルギー消費国であり、その消費を伸ばしつつ、再生可能エネルギーや新エネルギーの導入を推進し、新エネルギー車への転換も積極的に推進しています。このように巨大で激しく変動する中国について、その変化をより一層広くかつ深めた調査がなされるべく、本稿では、「2.石油産業の情勢」では、国際競争力の強化を目指して変貌する中国石油産業について報告します。また、「3.環境規制」では中国が推進する環境政策は、自動車分野や船舶分野における石油製品の規制にも関連することから、その広範にわたる影響や現況について総括します。

## 2. 石油産業の情勢

### (1) 石油発展計画の進捗

石油産業にかかる政策は、国民経済・社会発展 第13次5か年計画綱要(以下、13-5計画)とエネルギー発展 第13次5か年計画の下位に位置づけられる石油発展 第13次5か年計画(以下、石油発展計画)に示されています(JPEC NEWS 2019年1月号)。その石油発展計画の進捗は、表1のとおりです。

原油の生産については、2020年に生産量2億トン以上を目標としていますが、2015年をピークにして減少傾向にあります。原油生産にかかるコストと国際原油価格との関係から、原油の輸入調達が増えるとともに原油の生産が減少してきました。2018年実績については「未達」とも「ほぼ達成」とも解釈されますが、能源

局 石油・天然ガス司による評価は前者であり、2022 年からは 2 億トンの目標設定に戻すとの考えです(2019 年 7 月面談)。

一方、原油の輸入調達は、原油生産の減少を埋める以上に旺盛であり、2019 年通期としては 4.98 億トン(前年比 +8%)、2020 年目標を大きく上回る見込みです(表 1)。これらの原油調達と連動し、原油の見かけ消費(表 1)と原油処理(図 2)が急増しています。このように、中国の石油産業は着実に規模の拡大が続いており、2018 年、原油の取り扱い量は 6.5 億トンに達しました(図 3)。この規模は、日本の石油産業の 4 倍に匹敵します。

中国石油産業の問題点として、設備過剰が挙げられます。その深刻さについて、政府政策の策定に関わる SINOPEC 経済技術研究院(中国石油精製科学技術大会、2017 年 11 月)や SINOPEC 石油化工科学研究院(第 12 回日中韓石油技術会議、2019 年 11 月)などが懸念を表明しています。中国の石油産業は、石油製品であるガソリンや軽油を国内需要を超えて生産しているため、生産の約 1 割を輸出する構図になっています(2.(3)④にて後述)。政府は石油製品の輸出拡大と化学原料の内製化を狙い、国際競争力を高めようと、石油・石油化学一体化プロジェクトを推進しています(2.(3)①、②にて後述)。この政策推進の中で、小規模・旧設備の製油所は淘汰されることとなります。このように一体化プロジェクトを推進するとともに、長期視点では、石油製品の高品質化の取り組みを、前倒して推進しています(3.(2)にて後述)。これらのことから、中国は、全世界に通用する水準の石油製品を、大量に輸出することが可能です。

表 1 石油発展計画の主要目標と実績(出所：石油発展計画、2018 年エネルギー事業に関する指導的意見、百川資訊、瑞姆垂太能源諮詢(北京))

指標	実績						主要目標
	2010 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年 1-10 月期	2020 年
累計埋蔵量	312.8	371.7	-	-		-	420
原油生産量	2.03	2.14	1.99	1.92	1.89	1.59 (1.91)	2 以上
原油輸入量	2.39	3.33	3.81	4.20	4.62	4.15 (4.98)	3.9
原油見かけ消費量	4.32	5.47	5.77	6.07	6.48	5.73 (6.88)	5.9
原油輸出量	-	-	0.03	0.05	0.03	0.01 (0.01)	-

単位：億トン/年。

注：2019 年データは 1-10 月期の実績に関するもの。下段のカッコ内は、比例計算による 2019 年通期の試算値。

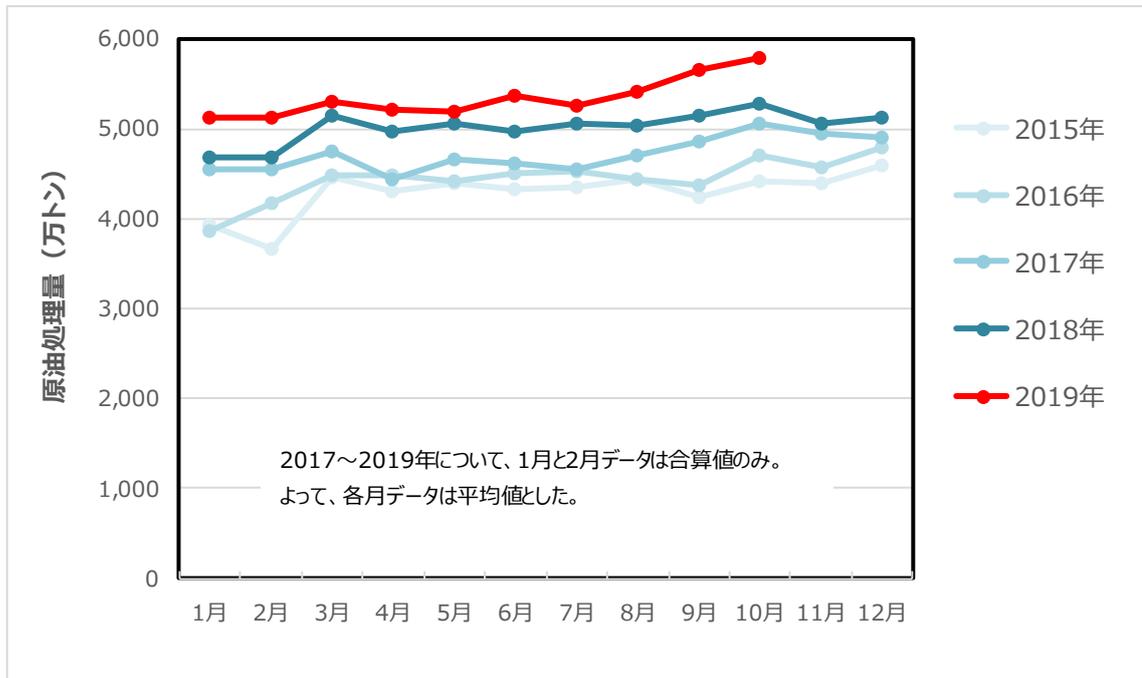


図2 原油処理量の推移 (出所：百川資訊、瑞姆亜太能源諮詢(北京))

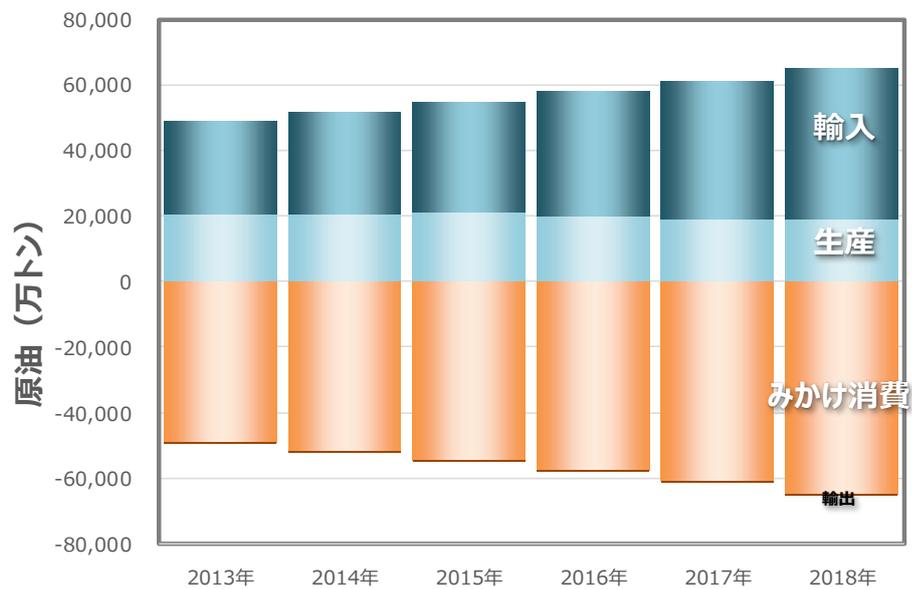


図3 原油処理量の推移 (出所：百川資訊、瑞姆亜太能源諮詢(北京))

中国国内に調達した数量を上段(正側)に、費やされた数量を下段(負側)に表す。つまり、上下の棒グラフは同数量でバランスされたもの。

## (2)石油需給の動向

### ①原油

原油の取り扱い量は、毎年5~6%の割合で着実に増大しています(表1、図3)。直近の変化としては、2018年の6.5億トンから、2019年は6.9億トンが見込まれます。原油調達の7割が輸入によるもので、

2019年1-10月期の輸入先は43ヶ国・地域に拡がっており、原油調達の安定化を図ろうとする様子が伺えます。取引量が安定的に多い輸入先は、サウジアラビア、ロシア連邦、イラク、アンゴラの4ヶ国ですが、足下、ブラジルも伸びています。2019年に入り、安定した取引が続くロシア連邦を抜いて、サウジアラビアからの輸入が急増しています(図4)。その主因は、2018年12月からの恒力石化(精製能力2,000万トン)の稼働によるものと推察します(図12)。恒力石化のプロセスでは、サウジアラビア原油を主とする原料構成になっています。

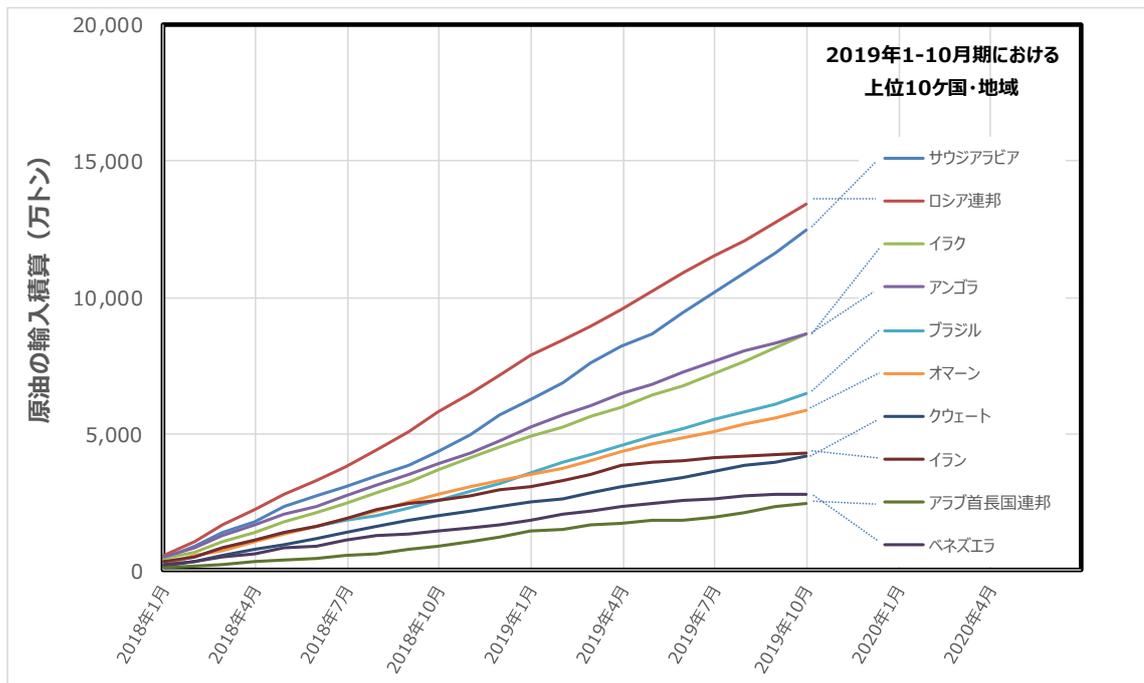


図4 原油の輸入先(2018-2019年 上位10ヶ国・地域) (出所: 百川資訊)

輸入の急増は、積算の傾きの大きさと表される。

## ②ガソリン

ガソリンの生産量は経年的に増大し(図5)、その余剰の深刻さが高まっています。2018年は生産量の9.2%が輸出されていましたが、2019年1-10月期の実績に基づく試算によれば2019年通期は11%にまで高まると見込まれます。

輸出先についても、広く開拓しようとしている様子が伺えます。輸出先は、2017年の17ヶ国・地域、2018年の20ヶ国・地域から、2019年1-10月期は21ヶ国・地域に増えました。その中ではシンガポールへの輸出が際立っており、日本を含む上位10ヶ国・地域においても総じて輸出量が増大しつつあります(図6)。

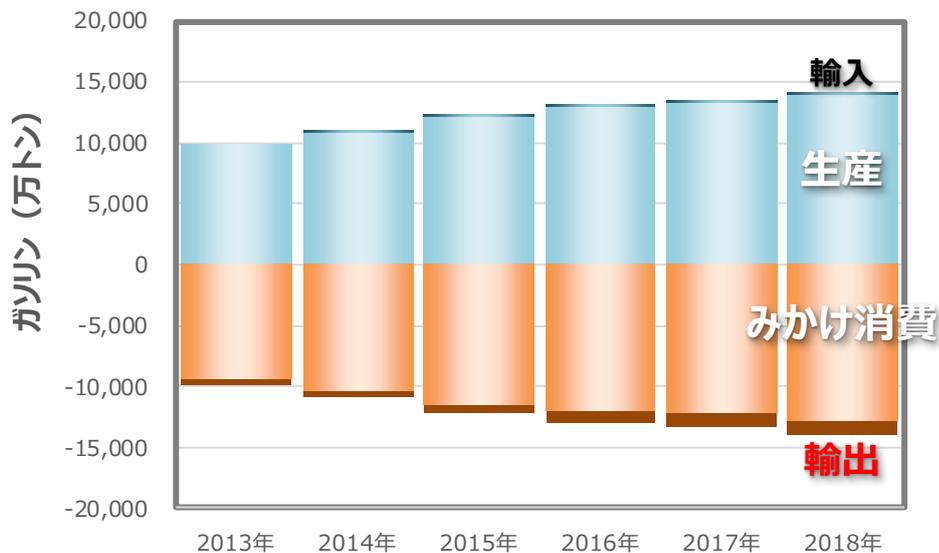
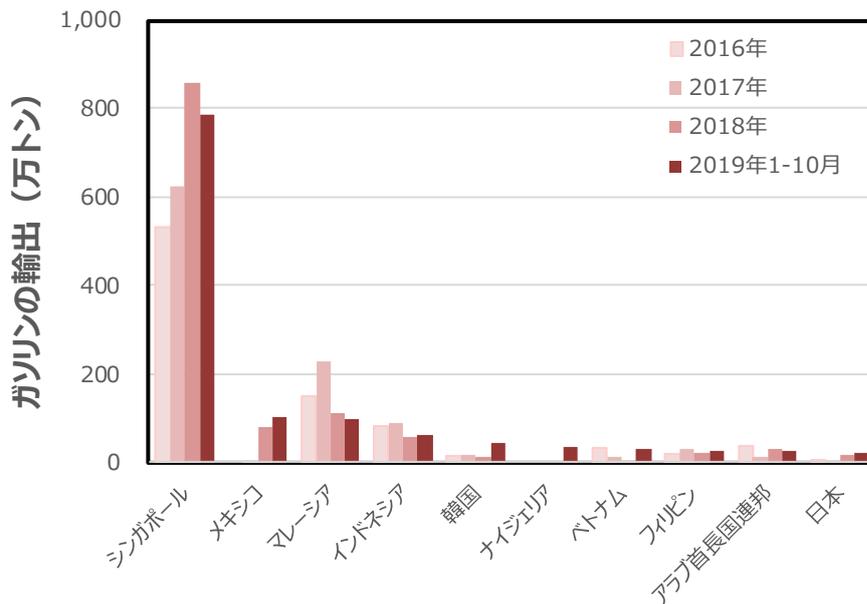


図5 ガソリンの需給バランス(出所：百川資訊)

中国国内に調達した数量を上段(正側)に、費やされた数量を下段(負側)に表す。つまり、上下の棒グラフは同数量でバランスされたもの。



2019年における上位10ヶ国・地域

図6 ガソリンの輸出先(2016-2019年) (出所：百川資訊)

### ③軽油

ガソリンと同様、軽油の取り扱い量も経年的に増大していました。しかしながら、2017年の1.84億トンから2018年には1.77億トンと減少に転じました(図7)。2019年通期としても1.65億トン程度と見込まれ、減少が続くものと見込まれます。軽油は、貨物車、農機、漁船などで消費されることから、しばしば産業活力の指標としてみなされ、みかけ消費の減少は経済成長の減速に関連がある可能性があります。

ただし、軽油は1億トン以上のみかけ消費があります。2018年の一次エネルギー消費のうち原油が6.4億トンを占めること(図1右)に照らすと、軽油が重要なエネルギー源のひとつであることに変わりありません。

軽油生産の余剰分は輸出されますが、その輸出先を広く開拓しようとしている様子が伺えます。輸出先は、2017年の81ヶ国・地域、2018年の80ヶ国・地域から、2019年1-10月期は84ヶ国・地域に増えました。その中ではシンガポールが首位を保っていましたが、足下、シンガポールが下げ、フィリピン、香港、オーストラリアへの輸出が増加しています(図8)。

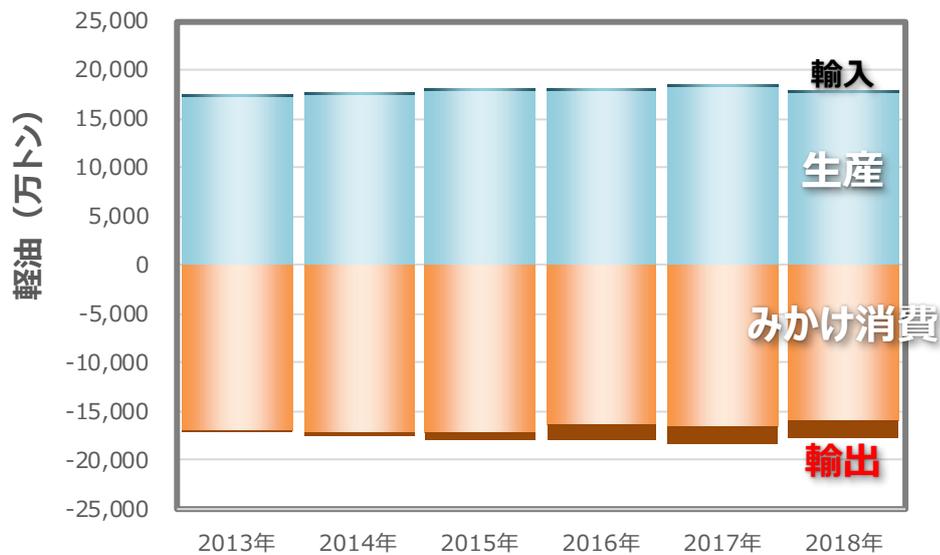
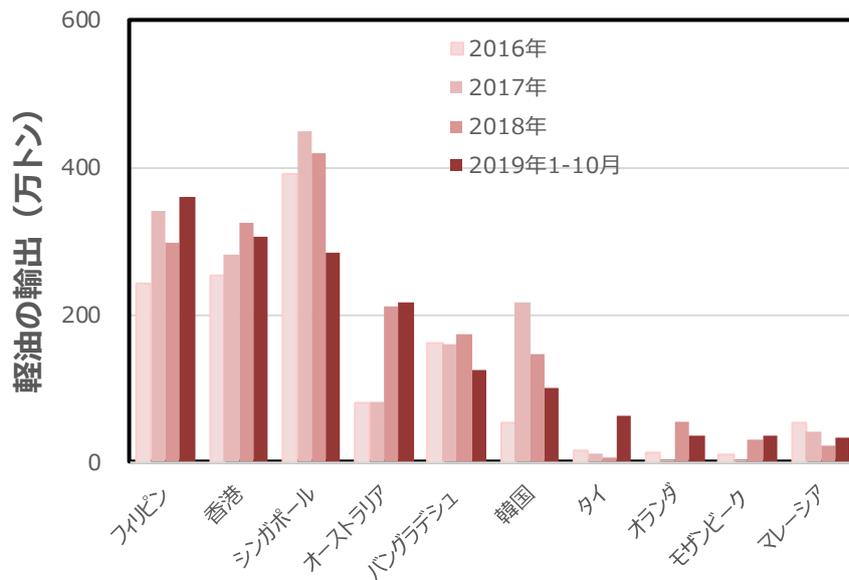


図7 軽油の需給バランス (出所: 百川資訊)

中国国内に調達した数量を上段(正側)に、費やされた数量を下段(負側)に表す。つまり、上下の棒グラフは同数量でバランスされたもの。



2019年における上位10ヶ国・地域

図8 軽油の輸出先(2016-2019年) (出所: 百川資訊)

#### ④石油製品の収支バランスと余剰の評価

2018年には、原油 6.5 億トンから、ガソリン 1.3 億トンと軽油 1.6 億トンが生産されました。中国の石油製品の得率の特徴として D/G 比(軽油/ガソリン比)が高いことが挙げられますが、近年、同比は低下しつつあります。2010～2012 年は約 2 でしたが、2018 年以降は 1.3 にまで低下しました(表 2、金聯創資訊)。その背景としては、単なるガソリン車の普及だけでなく、前述の通り、経済成長の失速の可能性がありません。

表 2 軽油の需給バランス (出所：百川資訊、瑞姆亞太能源諮詢(北京))

		2016 年	2017 年	2018 年	2019 年 1-10 月期	2019 年 通期試算
ガソリン	生産	12,932	13,257	14,008	11,769	14,123
	輸入	21	10	45	26	31
	見かけ消費	11,983	12,213	12,765	10,515	12,618
	輸出	970	1,054	1,288	1,280	1,536
軽油	生産	17,918	18,342	17,701	13,700	16,440
	輸入	98	75	71	105	126
	見かけ消費	16,475	16,692	15,919	12,051	14,461
	輸出	1,540	1,725	1,853	1,755	2,105
D/G 比	生産にかかるもの	1.39	1.38	1.26	1.16	1.16
	見かけ消費にかかるもの	1.37	1.37	1.25	1.15	1.15

単位：万トン。

2019 年通期：1-10 月実績の比例計算による。

D/G 比：軽油/ガソリン比。

このように軽油の余剰は深刻度を増し、2015 年下期あたりから軽油の輸出は増大しています(図 9)。2019 年 1-10 月期の輸出は 1,755 万トン(2018 年実績の 14%増のペース、約 2,100 万トン/年相当)で、今後、軽油の消費が高まる材料は見当たりません。ガソリンについても軽油と同様に余剰感が高まっており、石油製品の輸出はますます増える傾向にあります(図 9)。その結果、アジア市場を通して世界的な商流にも影響を及ぼすのではないかと推測します。

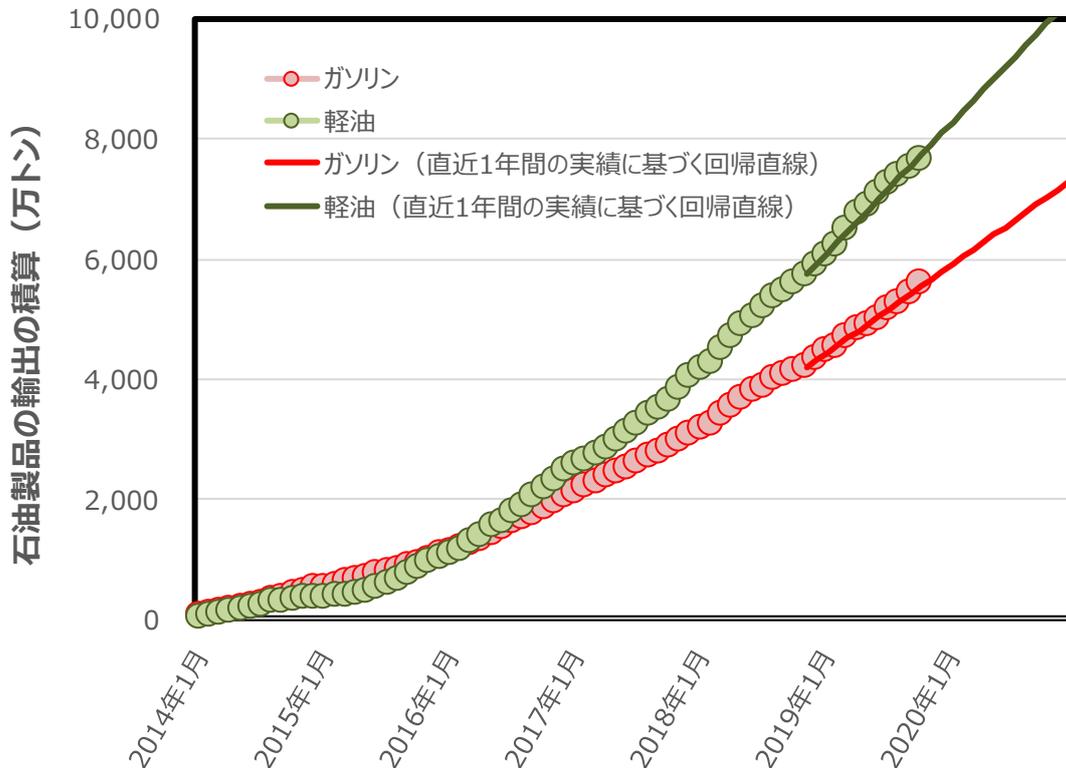


図9 石油製品の輸出の推移(積算)(出所：百川資訊)

各月の石油製品の輸出量(2014年1月からの積算)のプロットに、直近1年間(2018年11月～2019年10月)の一次回帰直線を重ねた。

### (3) 製油所の動向

#### ① 中国石油産業の概観

前述の通り、設備過剰が明らかである現況に照らし、中国はなぜ石油産業に投資を続けるのか、という疑問が沸き上がります。中国は、政府も産業も巨大であるため、一枚岩で運営されているわけではないと考えるのが自然です。いろいろなプレイヤー(中央政府、地方政府、国有石油会社、地方製油所など)が、それぞれの立場で時代の変化を乗り越えようとしています。

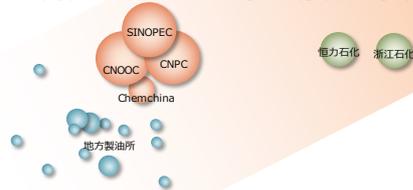
混沌とした様相ではありますが、とある角度から観測すると中国石油産業が中国市場だけでなく国際競争力を高めて世界市場をターゲットにしているシナリオが見えてきます(図10)。中国政府は、自動車燃料油や船用燃料油の品質を世界水準にまで(あるいは、世界トップクラスにまで)高めてきた流れとも整合します(3.にて後述)。大小多様な約200(2016年時点)の製油所は、有力な製油所は投資の後押しを受けて最新設備をもって強大化する一方、弱小・旧設備の製油所が淘汰される絵が浮かんできます。

## 政策誘導

- ⇒石油・石油化学一体化プロジェクト  
(7大石油化学産業基地、山東省、独立系製油所)
- ⇒地方製油所の淘汰  
(石油の取り扱い制限、環境規制)

## 従来

- ⇒過剰の石油精製能力(低い稼働率)
- ⇒小さい製油所規模(生産性が低い、環境負荷)
- ⇒需給のアンバランス(石油製品の余剰、化学品原料が不足)



## 将来像

- ⇒国際競争力

- ・高品質の石油製品を輸出
- ・国内需要対応の内製化

図 10 石油産業の変革(イメージ図)

国有石油会社(オレンジ色)と地方製油所(青色)が、新興勢力の独立系製油所(緑色)を加えて再編する様子を示したものの。中国の石油政策のシナリオに関する解釈はさまざまあるが、筆者の一定の視点から切り取り作画したもの。他の解釈を排除するものではない。

### ②石油・石油化学一体化プロジェクト

2014年、発展改革委員会公布の石油化学産業計画配置方案に基づき、7大石油化学産業基地において再構築が進行しています(図11)。同プロジェクトのポイントは二つあります。

1 つめは、国有石油会社と民間製油所の両者が発展することによって7大基地を整備する点です。特に注目されるのが、新規参入の恒力石化(図12)と浙江石化(図13)です(図10)。

2 つめは、プロジェクトサイトに山東省が含まれない点です。これは、同方案を立案する際、すでに山東省での一体化プロジェクトが進んでいたため、同方案の検討対象から省かれたとされています(金聯創資訊)。

山東省では、地方製油所が生き残りをかけた再編の動きがあります。企業主体のコンソーシアムの設立(図14)と山東省政府による再編指導です。後者については、2018年11月5日、山東省政府による「七大エネルギー高消費産業に対する良質な発展を加速する実施方案に関する通知」であり、省内7大産業(鉄鋼、精錬、アルミニウム、コークス、タイヤ、肥料、塩素アルカリ)を対象にして再編を促すものです。今後の変革が注目されます。

【山東省政府、七大エネルギー高消費産業に対する良質な発展を加速する実施方案に関する通知】

1. 「再編の最適化、数量削減の整合、大規模への小規模の統合、石油・石油化学一体化の発展」を原則とする。

中規模製油所(精製能力：500万トン以下)の精製能力を削減・統合化する。

石化産業の集中地において、大型の石油・石油化学一体化プロジェクトを建設し、ハイエンドの石化産業を構築する。

2. 環境調和に配慮した規模の集約化、産業のパーク化(各種産業を化学工業区に集中させること)、石油・石油化学一体化の発展を段階的に実現させる。  
 3~5年をかけて、人口過密の都市部にある小規模製油所(製油能力：300万トン以下)の整理を進める。  
 3,000万トン/年の石油精製・石油化学一体化プロジェクトを推進する。
3. 更なる拡張シナリオは以下の通り。合計5,000万トン/年を整備する。  
 (1)大規模製油所をサポートし、国際先進水準の一体化プロジェクト(3,000万トン/年)を推進する。  
 (2)2025年までに中規模製油所(製油能力：500万トン以下)の統合化をほぼ完成し、国際先進水準の石油精製・石油化学一体化プロジェクト(2,000万トン/年)を推進する。
4. 大規模製油所(精製能力：500万トン以上)を対象に、政策面のサポートを強め、生産能力(生産設備)の置換と統合化を誘導し、産業の集中化と競争力を高める。

注記：小規模・中規模・大規模とした製油所の分類は、便宜上、筆者が設定した用語。正しくは出所を参照されたい。

出所：<http://www.zzhhb.gov.cn/hbyw/hpsp/xgwj/680412.shtml>  
[http://www.shandong.gov.cn/art/2018/11/5/art\\_2259\\_28944.html?from=singlemessage&isappinstalled=0](http://www.shandong.gov.cn/art/2018/11/5/art_2259_28944.html?from=singlemessage&isappinstalled=0)

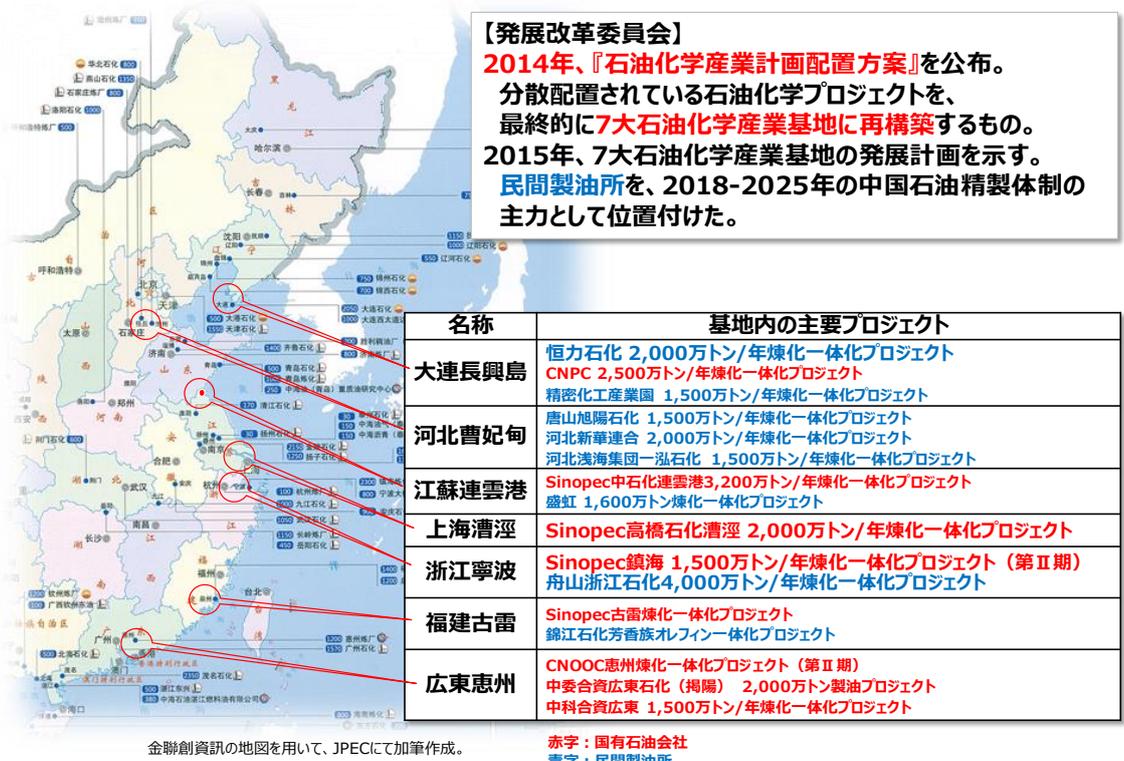


図 11 石油・石油化学一体化プロジェクト(7大基地) (出所：金聯創資訊)

- 一貫した生産体制をもつ。  
⇒石油精製からのアロマ、エチレンからのテレフタル酸、エチレングリコールからのポリエステル。
- 高い石化得率（42%）と高度な重油処理技術による高い残渣油転化率（90%）を特徴とする。  
⇒LC-Fining + 溶剤脱アスファルト複合プロセスを採用し、残渣油やワックスオイルなどをナフサに変換する。
- 投資総額 1,500億元。  
第1期（PTA）：2010年着工、2015年稼働。  
第2期（アロマ、石油精製）：2015年着工、2018年12月15日稼働。  
第3期（エチレン）：2019年末までに竣工見込み。

【原料】

サウジ原油(重) 1,200万吨、サウジ原油(中) 600万吨、  
マリン原油 200万吨、石炭・天然ガスなど 337万吨。

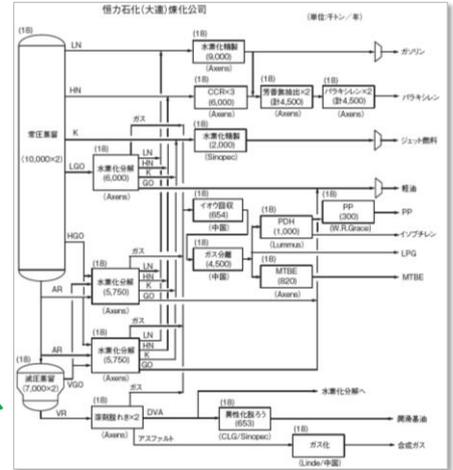


【石油製品】

国VIガソリン 461万吨、国VI軽油 161万吨、灯油 374万吨、  
LPG 65万吨、ジェット 371万吨、化学工業軽油 163万吨など。

【化学製品】

PX 434万吨、ベンゼン 97万吨、ナフサ 163万吨、PP 44万吨、  
潤滑油 54万吨、酢酸 35万吨、重質アロマ 13万吨など。



出所：東西貿易通信社  
時事通信  
<http://mp.weixin.qq.com/s/rOfEpE1rX4PaTGKfTtVtVaQ>  
[http://www.sohu.com/a/281682063\\_650979](http://www.sohu.com/a/281682063_650979)  
[http://www.sohu.com/a/281728665\\_654979](http://www.sohu.com/a/281728665_654979)  
<https://mp.weixin.qq.com/s/NMQJfStwsqV1UldsVjL9rA>  
[http://www.sohu.com/a/134657566\\_617351](http://www.sohu.com/a/134657566_617351)

(特記)  
輸入原油使用权 2,000万吨を獲得。

図 12 石油・石油化学一体化プロジェクト(恒力石化)



- 浙江省政府・舟山市政府・（舟山）自貿区管委會は、  
2020年までに舟山市に石油・石油化学基地（4,000万吨）を整備し、  
2030年までに貯蔵・輸送能力を1億トンに拡大する。  
⇒世界最大級の基地を目指す。
- 浙江石化では、石油・石油化学基地の建設が進んでおり、  
プロジェクト第一期（2,000万吨）が稼働。
- グループ企業 浙油が、原油の現物取引ができる「原油一般貿易権」を獲得した。
- 上海原油先物取引所には原油デリバリータンクが6基あり、内、3基が舟山にある。  
先物業者は、浙油と提携した原油の先物・現物取引を検討している。

浙油：  
浙江（舟山）石油化工交易中心。  
2017年に設立、浙江物産中大集団の傘下企業。  
主な業務内容は、石油製品や化学工業製品などの商取引。  
⇒①取引サービス、②商品の引き渡し、③貯蔵サービス、④融資サービス  
年間取引量は723億元、1.24億元を納税。

中国の原油輸入方式：  
国営貿易と非国営貿易に分類される。  
国営貿易とは、CNPCやSINOPECなどの国有石油会社が原油輸入を主体とする貿易である。  
非国営貿易とは、2015年以降、中央政府が地方製油所に与えた原油輸入権に関するもの。  
輸入原油は自社消費にしか使われず、商取引には回せない。

原油一般貿易権：  
地方製油所向けの権利とは異なる。  
浙油は浙江取引所内において原油を商取引できる。

出所：<http://www.zjmi.com/>  
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1596340139059263522&wfr=spider&for=pc>  
[http://www.zcom.gov.cn/art/2018/3/2/art\\_1384592\\_15690187.html](http://www.zcom.gov.cn/art/2018/3/2/art_1384592_15690187.html)  
<http://www.mofcom.gov.cn/article/b/e/201803/20180302716497.shtml>  
<http://www.china-zsftz.gov.cn/>  
<http://www.china-zsftz.gov.cn/upload/pic/qinzhou/7b8a32a13820ceb6fad84c64dd6ab141.pdf>  
<http://www.zheyouzhuangxin.com/>  
<https://gongshang.mingluji.com/zhejiang/node/656772>  
<http://www.cpcia.org.cn/html/13/20156/147636.html>

図 13 石油・石油化学一体化プロジェクト(浙江石化)



- ・山東煉化能源有限公司（コンソーシアム）が設立。（2017年9月27日）
- ・資本金 331.9億元（≒5,600億円）
- ・株主
  - 山東東明石化集团有限公司（筆頭株主（22.63%））、
  - 藍色経済区（青島）産業投資基金管理有限公司、
  - 山東天弘化学有限公司、山東清源集团有限公司、
  - 山東寿光魯清石化有限公司、江蘇新海石化有限公司、
  - 無隸鑫岳燃化有限公司、山東勝星化工有限公司。
 ⇒東明石化 張留成副總裁談  
 「更に約10社の山東地方製油所が株主に加わる予定。  
 資本金は900億元に達する見込み。」
- ・地方製油所の石油精製と石油化学を一体化。  
 エチレン、プロピレン、芳香族などの高付加価値の化学製品について、  
 1億トン/年クラスの生産能力の獲得を目指す。
- ・山東地方製油所の多くは中小規模。効率が低く、競争が激化。

図 14 石油・石油化学一体化プロジェクト(山東省)(出所：金聯創資訊)

### ③石油精製能力と稼働率

石油精製能力の増強は堅調に進み、2018年には8.5億トンに達しました(図15)。今後の一体化プロジェクトの進行に従い、2021年には10.1億トンが見込まれています。ただし、旧設備の廃棄も進められることから実数は小さくなるものと見込まれます。日本の常圧蒸留塔能力が2019年3月時点で約1.76億トン(出所：石油連盟)であることに照らすと、中国では、巨大な精製能力が、若返りをしながら更に強大化しているといえます。

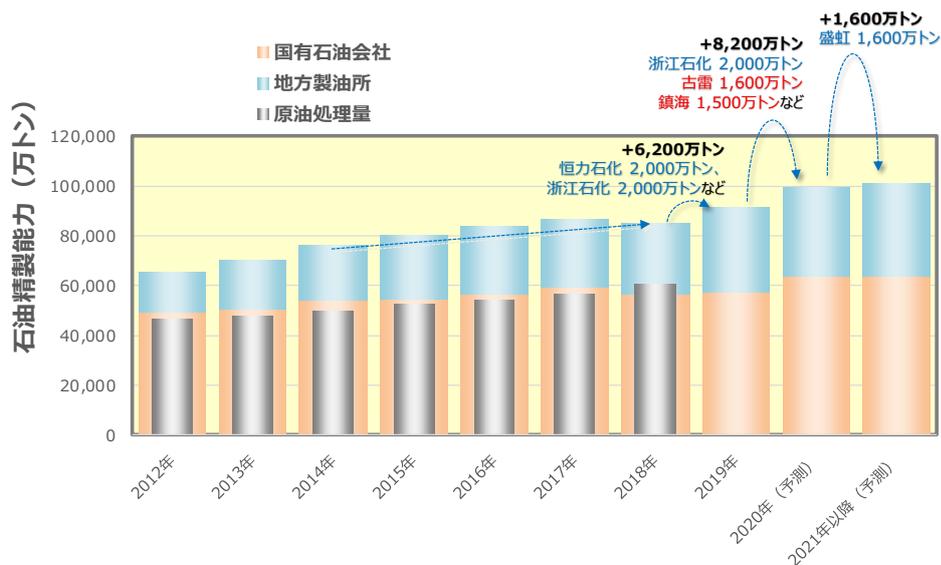


図 15 石油精製能力の増強の推移と見通し

(出所：金聯創資訊、百川資訊、中国石油精製科学技術大会(2017年11月)SINOPEC 経済技術研究院)

平均稼働率については、2018年には約71%にまで高まってきました(図16)。今後も製油所操業の健全化に向けて稼働率を高めようとした場合、中国国内需要の低迷も関連しながら石油製品の輸出は更に高まるのではないかと危惧されます。

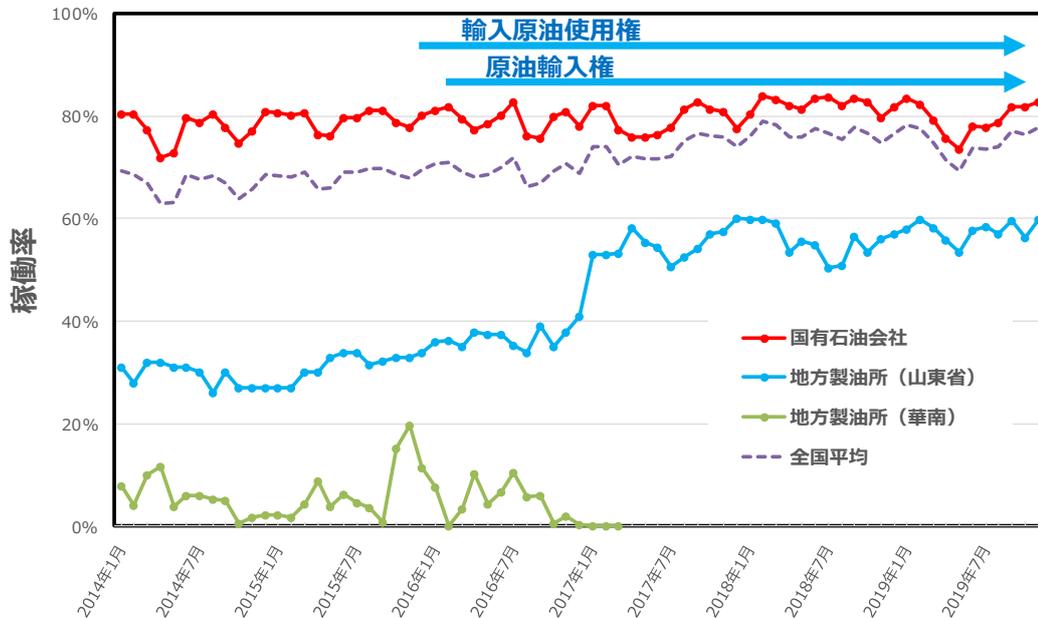


図16 稼働率の推移 (出所：瑞姆亚太能源諮詢(北京)、金聯創資訊)

### 3. 環境規制

#### (1) 政策と進捗

北京市においては、その大気質は2014年と比べ長期的には改善しつつあります(図17)。しかしながら、日本の大気環境に照らせば、決して満足できる水準ではなく、依然として健康面や精神面への負荷は小さくありません。中国政府も大気質の問題を深刻にとらえており、環境改善に向けて本気で向き合っています。その取り組みを以下に説明しますが、その結果は上記した大気質の改善傾向につながっています。

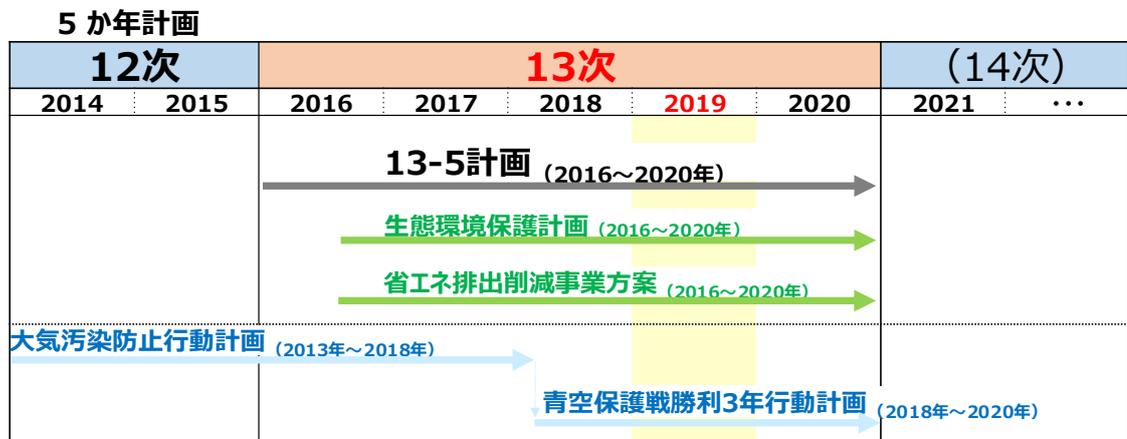


出所: PM2.5 科学実験専門家小组 (PM2.5 科学実験専門家チーム)  
<https://www.aqistudy.cn/historydata/monthdata.php?city=北京>

図 17 北京市における大気質の推移

上段は 2014-2019 年、中段は 2018 年 11 月-2019 年 3 月期(上段の緑バー部分)の経時変化。下段は、北京市内の長富宮ホテル近傍(筆者宅)からの風景。

環境にかかる政策に関し、石油産業に関連深い政策を、図 18 に整理しました。13-5 計画の下、産業・分野別にブレークダウンした計画(第 13 次五カ年生態環境保護計画や第 13 次五カ年省エネ排出削減事業方案など)が策定されていますが、大気分野に特化した計画も並走させています。それらは、大気汚染防止行動計画であり、その後継である青空保護戦勝利 3 年行動計画です。



自動車排気ガス、船用燃料油への規制へ

13-5計画: 国民経済・社会発展 第13次5年計画綱要

図 18 環境にかかる計画 (出所: 北京大野木環境諮詢)

特に青空保護戦勝利 3 年行動計画が、自動車排気ガス規制や船用燃料油規制として注目されます。自動車と船舶の両分野に対し、共通して、「2020 年までに、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の総排出量を 2015 年比それぞれ 15%以上削減する」と示しています(図 19)。

### 自動車排気ガス関連 (抜粋)

- ・大気汚染物排出量削減目標  
(二) 2020 年までに、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の総排出量を 2015 年比それぞれ 15%以上削減し、PM<sub>2.5</sub> 濃度基準未順守の地級市以上の都市のPM<sub>2.5</sub>濃度を 2015 年比 18%以上削減し、地级以上の都市の大気質の優良日数比率を80%まで高め、重度大気汚染の日数の割合を 2015 年比25%以上削減する。
- ・自動車関連の方針・数値目標  
(十五) 自動車・船構造のグレードアップを加速する。新工ネ車の利用を普及する。「黄標車」の淘汰を大々的に実施する。重点地域では、経済的補償、使用制限、排気ガスの基準超過に対する厳格な規制などの方式により、排気ガス基準国Ⅲ以下の営業用ディーゼル貨物車の前倒し淘汰・更新を推進する。  
各地は、営業用ディーゼル貨物車及び天然ガス車の前倒し淘汰・更新の目標及び実施計画を作成する。2020 年未までに、京津冀(北京・天津・河北)及びその周辺地域、汾渭平原で排気ガス基準国Ⅲ以下の営業用中型・大型ディーゼル貨物車 100 万台以上を淘汰する。  
2019 年 7 月 1 日より、重点地域、珠江デルタ地域、成都・重慶地域では国Ⅵ排気ガス基準を前倒して実施する。  
(十六) 燃料油品質のグレードアップを加速する。2019 年 1 月 1 日より、全国で全面的に国Ⅵ基準を満たした自動車両用ガソリン・ディーゼル油を供給し、国Ⅵ基準を下回るガソリン・ディーゼル油の販売を停止し、車両用ディーゼル油、普通ディーゼル油、一部の船舶用燃料油の3種類の燃料油の統合を実現し、普通ディーゼル油基準を廃止し、重点地域、珠江デルタ、成都・重慶地域などでは前倒して実施する。  
(十七) 移動発生源汚染の予防と対策を強化する。自動車の新規製造・販売における環境基準不適合などの違法行為を厳しく処罰する。新車の環境保護装置の検査を厳格に実施し、新車の販売、検査、登録などの場所で、環境保護装置の抜き取り検査を行い、新車の環境保護装置の生産一致性を確保する。地方の環境基準適合公告リストの審査・許可を廃止する。  
全国の自動車排気ガス基準超過情報データベースを構築し、排気ガス基準超過自動車の製造・輸入業者、登録地、排気ガス検査機関、整備業者、輸送業者などを追跡し、全プロセスの監督管理を実現する。老朽ディーゼル車の高度処理対策を推進し、条件を満たす場合は、汚染抑制装置を取り付け、常時監視用端末を配備し、さらに政府の環境行政部門等とネットワーク接続し、PMとNO<sub>x</sub>の排出を同時に抑制し、安定的に基準を達成している車両はオンライン排気ガス検査を免除とする。条件を満たす都市はタクシーの三元触媒(HC、CO、NO<sub>x</sub>の3種を同時除去する触媒)浄化器の定期交換を実施する。

### 船舶関連 (抜粋)

- ・2020年に、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の総排出量を2015年比それぞれ15%以上削減する。
- ・船舶の更新・グレードアップを推進する。2018 年 7 月 1 日より、新たに製造する船舶エンジンには、第1フェーズの排気ガス基準を全面的に適用する。電気、天然ガスなど新エネルギーまたはグリーンエネルギーを使用する船舶の使用を普及する。
- ・燃料油品質のグレードアップを加速する。2019 年 1 月 1 日より、全国で全面的に国Ⅵ基準を満たした自動車両用ガソリン・ディーゼル油を供給し、国Ⅵ基準を下回るガソリン・ディーゼル油の販売を停止し、車両用ディーゼル油、普通ディーゼル油、一部の船舶用燃料油(ディーゼル油)の3種類の燃料油の統合を実現し、普通ディーゼル油基準を廃止し、重点区域、珠江デルタ、成都・重慶地域などでは前倒して導入する。車両用ディーゼル油への環境的要件に合致する燃料油洗浄・性能向上剤の販売前添加を検討する。
- ・2019 年未までに、船舶の排出規制エリアの範囲を調整・拡大し、沿海部の重点港湾を網羅する。内陸河川船舶の改造を推進し、粒子状物質の排出抑制を強化し、NO<sub>x</sub>の排出削減実証事業を実施する。
- ・停泊中の船舶および地上待機中の飛行機の陸上電源の利用を推進する。港湾・埠頭および空港の陸上電源施設の建設を加速し、港湾・埠頭および空港の陸上電源の利用率を高める。2020 年未までに、沿海部主要港の50%以上の専門埠頭(危険貨物埠頭を除く)で船舶への陸電供給能力を備える。新設埠頭は本体施設工事と同時に陸電施設の計画、設計、建設を行う。
- ・エンジン車、非道路移動用機械及び船舶に関するより厳格な大気汚染物質排出基準を制定する。自動車排気ガス検査と強制修理に関する管理規則を制定し、「使用済み自動車の回収管理弁法」を改正する。

図 19 青空保護戦勝利 3 年行動計画の抜粋(出所：北京大野木環境諮詢)

## (2)自動車分野

自動車の排気ガスを規制するためには、燃料油と車両の両方を抑える必要があります。

燃料油については、中国全土を対象に、国Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ(EuroⅥ相当)と品質規格を段階的に高めてきました(図 20)。加えて、一部の省市では前倒して対応しました。そして、2019 年 1 月、中国全土を対象に国Ⅵが展開されました。このように中央政府及び地方政府は燃料油品質の厳格化を強力に推進してきました。

一方で、広大な中国の内陸部においても法令が一樣に守られているのかという疑問が挙がります。これについては、残念ながら、その実態は把握できていません。参考情報としては、国Ⅳの燃料油が流通していた 2016 年におけるサンプリング調査の事例があります。当局が市場に流通する燃料油をサンプリングして品質を調査した結果、合格率が 9 割超であったことを公表しました。当局にとっては、90%以上の水準は高いとの認識であり、日本とは異なる評価です。

### 【質検総局、市場石油製品をサンプリング検査(2016 年実施)】

- ・ガソリンと軽油の不合格率は、ともに 10%を下回った。  
製品製造者による製品の不合格はなし。
- ・ガソリンは、19 市・省／生産・販売の 423 社より、423 点をサンプリングした。  
結果、11 点のサンプルは不合格であった(不合格率：2.6%)。

不合格の原因は、硫黄分、オクタン価、メタノールやエタノールの含量など。

・軽油は、19 市・省／生産・販売の 232 社より、232 点をサンプリングした。

結果、6 点が不合格であった(不合格率：2.6%)。

不合格の原因は、硫黄分、セタン価、潤滑性、酸度など。

出所：[http://www.aqsiq.gov.cn/xxgk\\_13386/zxxgk/201701/t20170122\\_481652.htm](http://www.aqsiq.gov.cn/xxgk_13386/zxxgk/201701/t20170122_481652.htm)

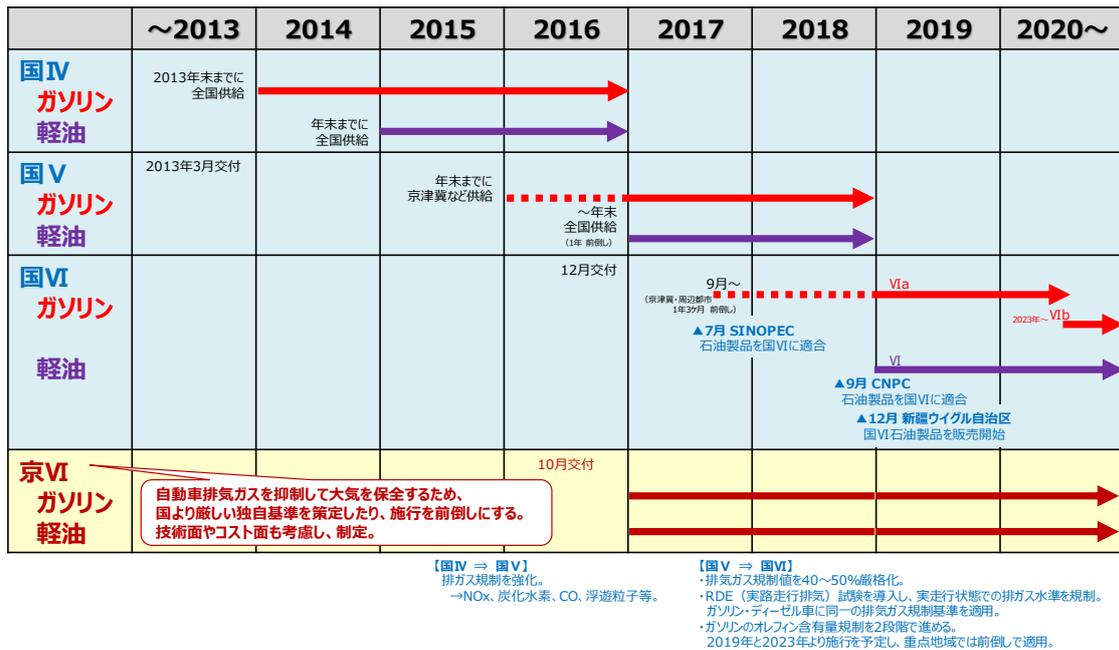


図 20 燃料油品質の厳格化(出所：環境保護省、金聯創資訊、北京大野木環境諮詢)

他方、自動車車両についても、排気ガス排出規制の厳格化が進められています(図 21)。海南省においては、2030 年から燃料油車の販売を禁止することが提言されました。

**【北京市、「国VI」の前倒し施行に向けた動き**

- ・2019年2月、北京市生態環境局「北京市での自動車排出基準国VIの実施について（意見募集）」を公告。
- ・自動車排出基準「国VI」の前倒し施行に関して関係機関から意見を聴取する。  
燃料油品質ではなく、自動車からの排出物質に関する基準に関する。
- ・2019年7月1日より、北京市内で販売・登録する重量型ガス車及び公共交通機関・衛生産業（大型公共バス、道路清掃車、ごみ収集車など）で使用される**重量型ディーゼル車**に、2020年1月1日より北京市内で販売・登録する**軽量型ガソリン車とその他の重量型ディーゼル車**に、**国VIbを適用するもの**としている。

（補足）

本基準対象の自動車車両は2つに大別される。  
⇒3.5t以下は軽量型自動車、3.5t超は重量型自動車。

（参考）

『轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）』では、小型車の国VI排出基準は、国VIaと国VIbの2段階で実施するとしている。各基準の施行は、それぞれ2020年と2023年。

出所：[http://www.xinhuanet.com/2019-02/13/c\\_1124109969.htm](http://www.xinhuanet.com/2019-02/13/c_1124109969.htm)  
<http://www.chinanews.com/gn/2019/02-14/8753399.shtml>  
<http://auto.people.com.cn/j1/2019/02/14/c1005-30676429.html>  
[http://www.cqn.com.cn/cj/content/2019-02/14/content\\_6767110.htm](http://www.cqn.com.cn/cj/content/2019-02/14/content_6767110.htm)

**【北京市、路線バスのEV化を推進】**

- ・2018年11月、中国道路運輸協会城市客運分会「2018年次総会・改革開放40周年路線バス発展フォーラム」。
- ・2020年までに北京市内の路線バスを**新エネルギー車**または**グリーンエネルギー車**に置き換えることが示された。

出所：<http://j.people.com.cn/n3/2018/11/19/c94475-9520030.html>  
[http://www.bj.xinhuanet.com/bjyw/2018-11/19/c\\_1123733015.htm](http://www.bj.xinhuanet.com/bjyw/2018-11/19/c_1123733015.htm)  
[http://auto.cnrc.gov.cn/gdbkxw/20181121/t20181121\\_524421969.shtml](http://auto.cnrc.gov.cn/gdbkxw/20181121/t20181121_524421969.shtml)

**【海南省、2030年より燃料油車の販売禁止】**

- ・2019年3月5日、海南省政府「海南省のグリーンエネルギー自動車発展企画」を公表。
- ・2030年より、**同省での燃料油車の販売を禁止**する。以下の三段階で推進する。

（海南省のグリーンエネルギー自動車発展企画）

- ～2020年：公共サービス分野のグリーンエネルギー化を実現する。
- ～2025年：社会運営分野のグリーンエネルギー化を実現する。
- ～2030年：一般消費者分野で新規燃料油車の購入を制限や既有燃料油車の工車への切替などを誘導し、省内の自動車にかかるグリーンエネルギー化を実現する。

出所：<https://www.china5e.com/news/news-1053004-1.html>  
<http://finance.jrj.com.cn/2019/03/06002127122485.shtml>  
<https://m.21jingji.com/article/20190122/herald/e8581516ab36b5561b324576c4337b.html>  
[http://www.srxww.com/html/article/news/2019\\_1144440.html](http://www.srxww.com/html/article/news/2019_1144440.html)  
<https://www.autohome.com.cn/news/201901/928989.html>  
<https://www.d1ev.com/news/zhengce/86219>  
<http://auto.sina.com.cn/news/hy/2019-01-22/detail-ihrfqzka0065324.shtml>

図 21 自動車車両にかかる規制例

図 21 に示す自動車車両の規制に関連して、中国では内燃機関である従来車から新エネルギー車へ転換する政策が強力に推進されています(図 22)。自動車全体としては、生産・販売ともに 2018 年に頭打ちが観られましたが(図 23、表 3)、新エネルギー車は急速に普及しています(表 3)。ただし、ガソリン車の保有台数は依然として増えていますので、ガソリンの需要は今後も高まると見込まれます(図 24)。

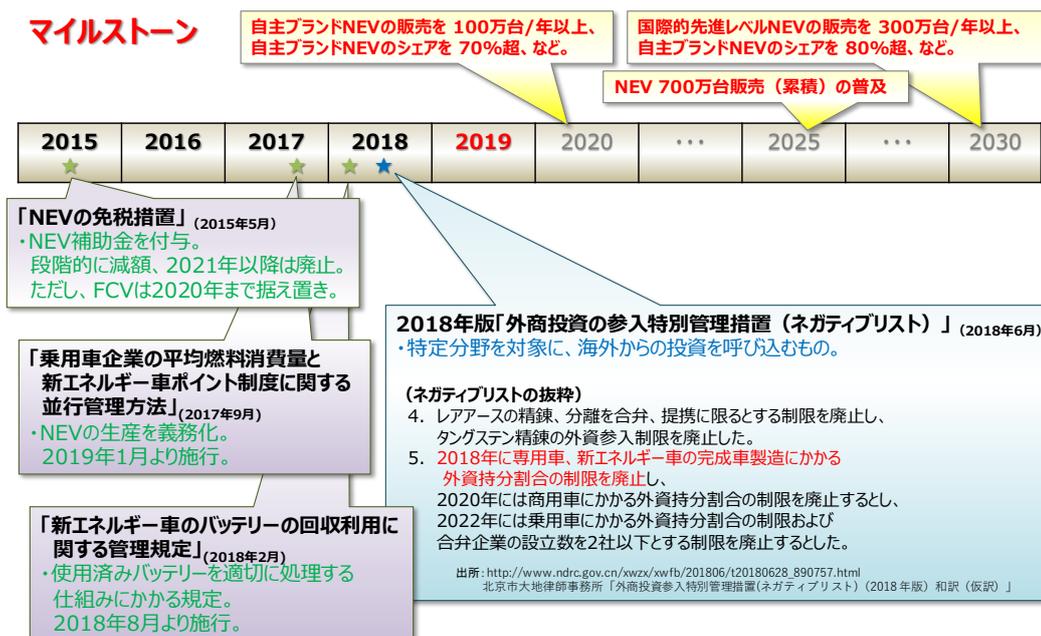


図 22 新エネルギー車への転換にかかる政策概要

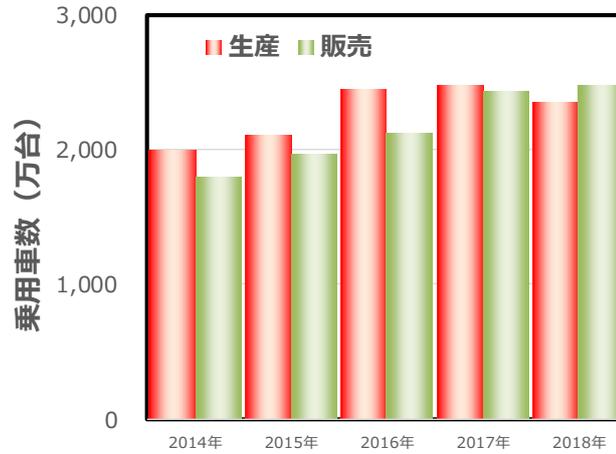


図 23 中国における乗用車の生産・販売台数 (出所：MARKLINES)

表 3 自動車統計(2018年)

	生産		販売	
<b>自動車全般</b>	<b>2,780.9</b>	<b>(-4.2%)</b>	<b>2,808.1</b>	<b>(-2.8%)</b>
乗用車	2,352.9	(-5.2%)	2,371.0	(-4.1%)
商用車	428.0	(+1.7%)	437.1	(+5.1%)
<b>新エネルギー車</b>	<b>127.0</b>	<b>(+59.9%)</b>	<b>125.6</b>	<b>(+61.7%)</b>
乗用車				
EV	79.2	(+65.5%)	78.8	(+68.4%)
PHEV	27.8	(+143.3%)	27.8	(+139.6%)
商用車				
EV	19.4	(+3.0%)	19.6	(+6.3%)
PHEV	0.6	(-58.0%)	0.6	(-58.0%)

単位：万台。括弧：前年比。

出所：MARKLINES

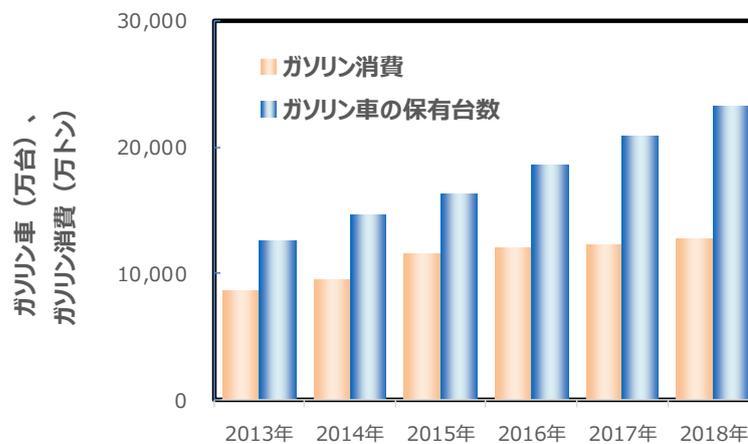


図 24 ガソリン車の保有台数とガソリンのみかけ消費 (出所：MARKLINES、百川資訊)

### (3)船舶分野

#### ①政策

船舶分野での環境改善の取り組みとして、船用燃料油の硫黄濃度規制が挙げられます。IMO 硫黄濃度規制(MARPOL 条約)を背景にして、中国は規制強化に取り組んでいます(図 25、JPEC NEWS 2019 年 1 月号)。2015 年に、「珠江デルタ、長江デルタ、環渤海(京津冀)水域 船舶排出規制区実施案の配布に関する通達」にて 3 海域(珠江デルタ ECA、長江デルタ ECA、環渤海(京津冀)ECA)を中心に段階的に規制強化を進めていました。2018 年には、パブコメを経て、更に規制を強化した「船舶の大気汚染物質排出規制区域の実施案」(出所 :

<http://www.msa.gov.cn/page/article.do?articleId=552CD0E5-0969-48D6-BF44-78F6720A7528>)が示されました。新たな ECA は、2015 年に定めた ECA 3 海域を含む沿岸域(12 海里≒22.2km)と海南水域(海南島周域)に拡大された他、MARPOL 条約が及ばない内陸河川(長江、西江)も加えられました。

このように法令が厳格化する中、大気汚染防止法の定めに基づいて、その取り締まりは海事局などで行われていて、取締り事例は表 4 を参照ください。その他の事例としては、長江水域にて、江蘇省海事局が排ガス計測システムを用いて違反船舶 2 件を摘発し、今後も同水域に計測器を増設して監視を強化するとしています(出所 : 隆衆社主催「中国船用燃料行業交流会」(2019 年 9 月))。

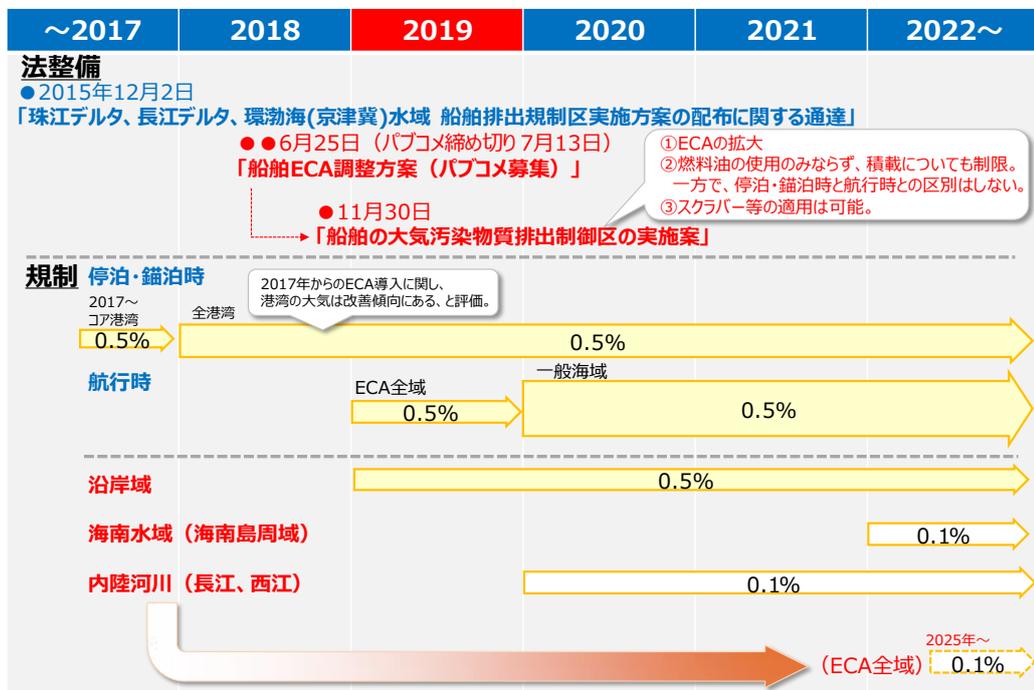


図 25 船用燃料油の硫黄濃度規制(出所 : 交通運輸省、北京大野木環境諮詢)

**表 4 ECA 内における違法取締りの体制と事例(出所：北京大野木環境諮詢)**

担当部局	各地の海事局 ⇒ 輸送船舶 長江航務管理局、珠江航務管理局 ⇒ 内陸河川への取締り
取締り対象	主に大型海洋輸送船舶（漁船等は対象外）
法的根拠	大気汚染防止法 第 63 条 内陸河川船舶と河川-海洋直通船舶は、基準を満たす普通ディーゼル油を利用するものとする。 遠洋船舶は港湾への停泊後、大気汚染の規制を満たす船舶用燃料油を利用するものとする。 106 条 同法の規定に違反し、基準または要求を満たさない船舶燃料を利用した場合、海事管理局または漁業管轄部門が処罰し、罰金額 1 万～10 万円の罰金を科す。
ガイドライン	上海市「船舶排出規制区監督管理ガイドライン」等
取締り方法	乗り込調査：航海日誌の確認、燃料利用の書面記録と燃料残量の照合による整合性確認、燃料中硫黄分の現場サンプリング調査等 代替措置への監督管理：スクラバ利用報告書、陸上電源利用証明等の確認
取締り事例	河北省海事局：2017 年 1 月 1 日から 3 ヶ月の取締りキャンペーン。 寧波市海事局：2017 年 7 月、のべ 372 回の調査、11 隻に罰金総額 30 万元。 上海市海事局：燃料切替え未実施の船舶の船主名、罰金額等を随時公表。

## ② 船用燃料油の需給

海運市場は世界的に拡大を続けています。中国においても船用燃料油の需要は高まり、2020 年には 2,000 万トン超と見込まれています(図 26)。その内訳については、2020 年の前から、高硫黄燃料油(3.5%硫黄品)より割高な低硫黄燃料油(0.5%硫黄品)の需要がすでに高まっていることが注目されます。2018 年の船用燃料油の需要は 1,860 万トン(前年比 +4%)で、うち、低硫黄燃料油が 1,395 万トン(前年比 +28%)を占めていました。

また、2018 年の需要先については、内航船向けは 660 万トン(前年比 -3%)、外航船向けは 1,200 万トン(前年比 +8%)と、外航船向け燃料油の需要が増加しています。外航船向け燃料油は、実質的に輸入調達によるもの(調達先：シンガポール、マレーシア、日本、インドネシア、韓国など)で、その取り扱い業者は有資格者の 9 社に限られます(2018 年時点)(図 27)。

### 【船用燃料油の供給事情(2018 年)】

#### 1. 内航船向け

- ・取り扱い企業は 500 社超。その多くが、各港で小型船舶に供給する。燃料油市場への参入条件や管理が緩いため。
- ・市場競争は激しく、秩序が混乱していると評される。

#### 2. 外航船向け

- ・外航船向け燃料油の取り扱いについて、その資格は二つに大別される。有資格者は 10 社であったが、本調査後に深圳光滙石油社が倒産したため、9 社。

#### (1) 全国経営資格(商務部や交通部等の 4 部門・委員会が交付)

中国船舶燃料有限責任公司

中石化浙江舟山石油有限公司  
 中石化中海船舶燃料供給有限公司  
 中石化長江燃料有限公司

(2) 舟山自由貿易区における経営資格

舟山浙能石油化工有限公司  
 上海華信国際集团有限公司  
 江蘇中油泰富石油集团  
 舟山港総合保税区能源化工有限公司  
 舟山港国際貿易有限公司(浙江省海港集团)

出所：金聯創資訊

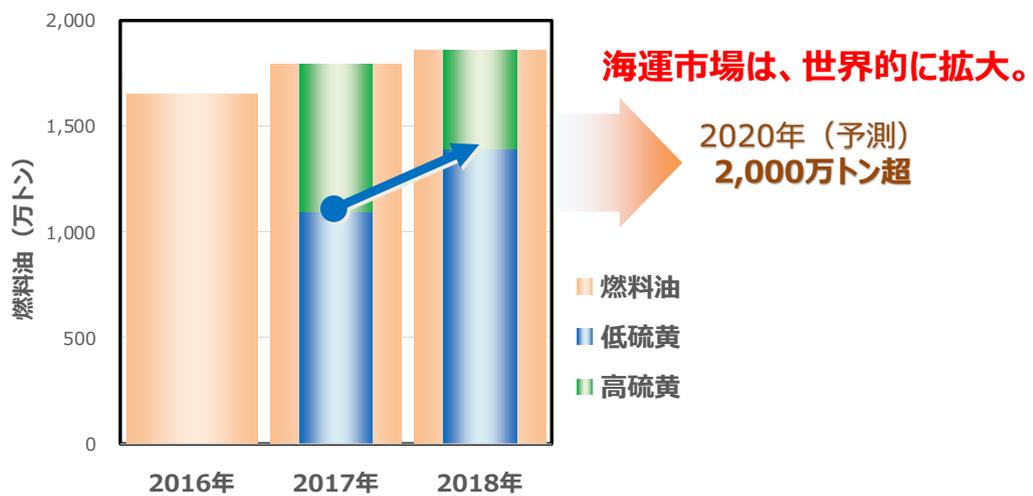


図 26 船用燃料油の需要変化(出所：金聯創資訊)

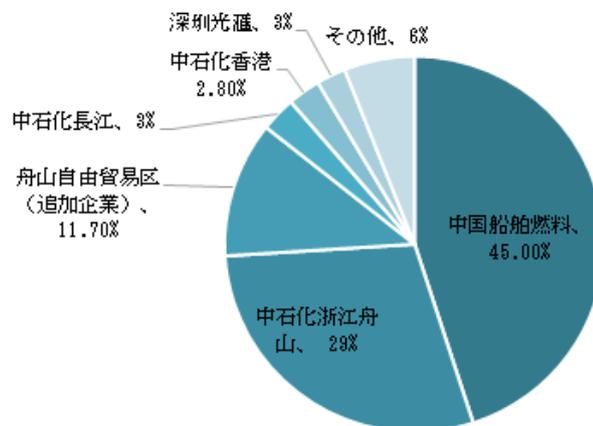


図 27 外航船向け燃料油の供給バランス(2018年) (出所：金聯創資訊)

### ③中国石油会社の対応

外航船燃料油市場に関し、SINOPEC は商機があると判断し、低硫黄船用燃料油市場への参入に着手しました。SINOPEC は、2017 年までに船用燃料油の低硫黄化にかかる経済性スタディを行い、2019 年から低硫黄船用燃料油の試験生産を開始したもので、2020 年に 1,000 万トンの燃料油を生産して世界各地への販売ネットワークを通じて供給することを目指しています。その販社として、丸紅が事業化を検討しています。

#### 【SINOPEC 経済技術研究院、燃料油の低硫黄化にかかるコスト試算】

##### (試算概要)

- ・某製油所を研究対象にし、石油精製プロセスをシミュレーションした。Aspen PIMS ソフトに適用。
- ・原料原油の価格は、2017 年 1 月時点の国際原油平均価格(DTD ブレンド原油 54.66 US\$/バレル)。調合基材は、水素化残油、減圧残油、接触軽油。製品油の品質は、硫黄含有量は $\leq 0.5\%$ 、密度は $\leq 991\text{kg/m}^3$ 、流動粘度@50℃は $\leq 380\text{CST}(\text{mm}^2/\text{sec})$ 。

##### (試算結果)

- ・常・減圧蒸留装置と残油水素化装置に余力があり、原油処理量を増やした場合、高・低硫黄燃料油の価格差が 83 US\$/トン以上で黒字化。
- ・常・減圧蒸留装置に余力がなく、ガソリンや軽油の生産量を減らす場合、高・低硫黄燃料油の価格差が 140 US\$/トン以上で黒字化。

\* : 高・低硫黄燃料油の価格を 100~150 US\$/トンと予測。

##### (考察)

- ・その他のコストダウンの可能性検討は、以下の通り。
  - ①原油の構成の最適化や購入コストの削減
  - ②低廉基材の外注によるブレンド最適化
- ・消費地が近い、稼働率が低いなどの製油所においては、原油処理量を増やすことが望ましい。

出所：中国石油精製科学技術大会(2017 年 11 月)

#### 【SINOPEC、低硫黄船用燃料油事業を推進】

- ・2018 年 12 月、海南炼化公司与 RIPP(石油化工科学研究院)が「低硫黄船舶燃料油開発研究グループ」を設立した。短期間で、国際基準に満たす船舶燃料油を開発した。
- ・2019 年 1 月、上海製油所にて、中国初の低硫黄船用燃料油(IMO 2020 準拠)を出荷。重油の水素化精製により製造されたもの。

出所：<https://shipandbunker.com/news/apac/245235-sinopec-produces-first-batch-of-low-sulfur-fuel-oil>  
<https://safety4sea.com/sinopec-shanghai-refinery-produces-low-sulphur-bunker-fuel/>

##### 金聯創資訊

- ・2019 年 2 月 22 日、海南炼化は、低硫黄船舶燃料油 2,200 トンを海運にて出荷。この燃料油は上海海事大学にて試用される。

出所 : [http://www.sinopecnews.com/news/content/2019-03/01/content\\_1736291.htm](http://www.sinopecnews.com/news/content/2019-03/01/content_1736291.htm)  
<http://oil.in-en.com/html/oil-2861001.shtml>  
<http://energy.people.com.cn/n1/2019/0304/c71661-30955009.html>  
[http://www.ce.cn/cysc/ny/gdxw/201903/04/t20190304\\_31603618.shtml](http://www.ce.cn/cysc/ny/gdxw/201903/04/t20190304_31603618.shtml)

・2019年4月、金陵製油所は、低硫黄船舶燃料油を4,200トン生産。

出所 : <https://shipandbunker.com/news/apac/707386-sinopec-produces-first-imo-compliant-fuel-oil-cargo>  
<https://af.reuters.com/article/commoditiesNews/idAFL3N21R1VB>

参考 : <https://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFL3N20R1PT>  
<https://shipandbunker.com/news/apac/245235-sinopec-produces-first-batch-of-low-sulfur-fuel-oil>  
<http://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur-2020.aspx>  
<http://abarrelfull.wikidot.com/jinling-company-refinery>

・2019年6月、2020年に低硫黄船舶燃料油の生産能力を1,000万トンにすると発表。2023年には生産能力を1,500万トン以上に引き上げ、世界各地への供給販売ネットワークを完全に整備することを目指す。

→2020年1月1日までに、中国国内の主要港と海外の50余りの主要港(シンガポールを含む)への供給体制を整備する。

→2017年より低硫黄船舶燃料油の研究と生産を開始した。鎮海煉化などの沿海部の製油所10社で検討を開始し、このうち、上海石化、金陵石化、海南煉化の3社は、IMOに適合した低硫黄船舶燃料油の生産に成功した。

→上海市と浙江省の港では低硫黄船舶燃料油の供給インフラを整備した。

出所 : [http://www.chinacpc.com.cn/info/2019-06-05/news\\_3124.html](http://www.chinacpc.com.cn/info/2019-06-05/news_3124.html)  
[http://www.sinopecnews.com/news/content/201906/06/content\\_1750788.htm](http://www.sinopecnews.com/news/content/201906/06/content_1750788.htm)  
<http://www.china-zsftz.gov.cn/article/9562>

#### 【丸紅、SINOPEC 燃料油の販売を検討】

- ・丸紅と中国石化燃料油销售有限公司(SINOPEC FUEL OIL 社)は、船舶燃料事業を推進する。
- ・丸紅は、中国主要港において、SINOPEC FUEL OIL 社から調達する低硫黄船舶燃料油の販売することを検討する。

出所 : <https://www.marubeni.com/jp/news/2019/release/20190607J.pdf>  
[https://www.excite.co.jp/news/article/Recordchina\\_20190608006/](https://www.excite.co.jp/news/article/Recordchina_20190608006/)

中国石油産業全体においては、低硫黄燃料油の供給に向けた設備対応として、精製能力や残渣油の水素化分解の増強が進められています(表5)。SINOPECと同様に、CNPCなども低硫黄船舶燃料油市場への参入に向けた基盤整備が進められています。

**表 5 低硫黄燃料油の製造にかかる設備投資事例(SINOPEC 燃料油販売有限公司による作成資料)**

時期	企業	精製能力 (万トン)	残渣油の水素化分解 (万トン)
2017年	CNOOC 惠州煉化	1,200 → 2,200	400
	CNPC -サウジアラムコ雲南石化	0 → 1,00	400
	SINOPEC 金陵石化	1,350 → 1,800	200
2018年	CNPC 華北石化	500 → 1,000	340
	CNPC 遼陽石化	900 → 900	240
	SINOPEC 鎮海煉化	2,300 → 2,300	260
	浙江舟山(一期)	0 → 2,300	500
2019年	中国-ロシア煉化中露東方石化	0 → 1,600	400
	江蘇盛虹石化	0 → 1,600	330
2020年	SINOPEC 鎮海煉化	2,300 → 3,800	660
	中科(中国-クウェート)煉化	0 → 1,000	440

出所：隆衆社主催「中国船用燃料行業交流会」(2019年9月)

## 4. おわりに

世界情勢の見通しが不透明な中、中国は一帶一路構想をかかげて世界各国・地域とのつながりを深めつつ、その影響力を強めながら発展を続けています。中国政府は、2020年に「小康状態」(ややゆとりのある社会)の国家を目指して、「新常态」と呼ばれる安定した低成長への軌道に乗せようと13-5計画(2016-2020年)を実行しています。2019年末(執筆時点)、同計画期は残り1年間となり、今後、同計画の目標達成と次期5カ年計画の策定に向けて各処で動きが活発化していくものと観測します。また、同計画期における経済成長率は、2016年1Qの6.7%から2019年3Qの6.0%に落ち込み、一見、陰りのように見えます。しかしながら、日本を含め、主要国の経済成長率と照らすと中国の経済成長率は高位で保たれており、「新常态」に向け、目論見通りであるとも解せます。

「新常态」を目指す経済活動において、その根幹を支える重大な産業のひとつが石油産業です。石油産業は、巨額投資を背景に図10に例示したような変革が進んでいます。今後は、石油化学分野、エネルギー分野(新エネルギーを含む)や自動車分野などの周域分野への調査と分析がより一層求められる他、石油産業の発展とは切り離せない環境保全や化学プラントの保安(重大事故の回避と緊急対応)にも目配りをすべきと考えます。さらに広範にわたって、中国の変化を適切に把握して情報発信に努めたいと考えます。

## 技術報告

# 「複合圧力容器の評価手法確立・技術基準整備に関する技術開発」

### 1. はじめに

経済産業省資源エネルギー庁が作成した「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(最新版は 2019 年 3 月改訂)では、水素ステーションを 2020 年度までに 160 箇所、2025 年度までに 320 箇所を整備し、2020 年代後半までに水素ステーション事業の自立化を目指すことが示されています。

2017 年 12 月、第 2 回再生可能エネルギー・水素等閣僚会議にて世界に先駆けて水素社会を実現するための「水素基本戦略」が発表され、2050 年を視野に目指す目標や官民が共有すべきビジョンが示されました。

この目標を達成するため、2018 年 3 月末に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、NEDO と記す)から、「超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業」が公募されました。2025 年以降の水素ステーションの本格普及、2030 年以降の水素ステーションの事業自立化に向け、水素ステーションの整備費、運営費を低減することを目指し、本格普及期を想定した水素ステーションの技術基準案(もしくはガイドライン案)の作成などを目標とした 3 種の研究開発項目を実施するというものです。

当センターでは、3 種の研究開発項目のうちの 1 項目「水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発(2025 年以降の水素ステーションの本格普及・自立化を見据え、水素ステーションの整備費・運営費低減に寄与する技術を確立する)」を、高压ガス保安協会(KHK)、国立大学法人東京大学、株式会社日本製鋼所(JSW)を共同実施者として「複合圧力容器の評価手法確立・技術基準整備に関する技術開発」の事業名(以下、本 NEDO 事業と記す)で受託し、2018 年 6 月より技術開発を開始しました。

本稿では、本 NEDO 事業の内容について紹介いたします。

## 2. 複合圧力容器の評価手法確立・技術基準整備に関する技術開発の概要

本 NEDO 事業は、大別して次の 2 つのサブテーマに分かれます。

- (1) 応力解析及び疲労解析に基づく複合圧力容器設計手法の確立に向けた技術開発
- (2) 複合圧力容器の技術基準の整備に向けた技術開発

各サブテーマの技術開発目標を達成するために、図 1 に示した体制と役割分担により技術開発を進めています。各サブテーマの技術開発の内容について、以降で説明いたします。

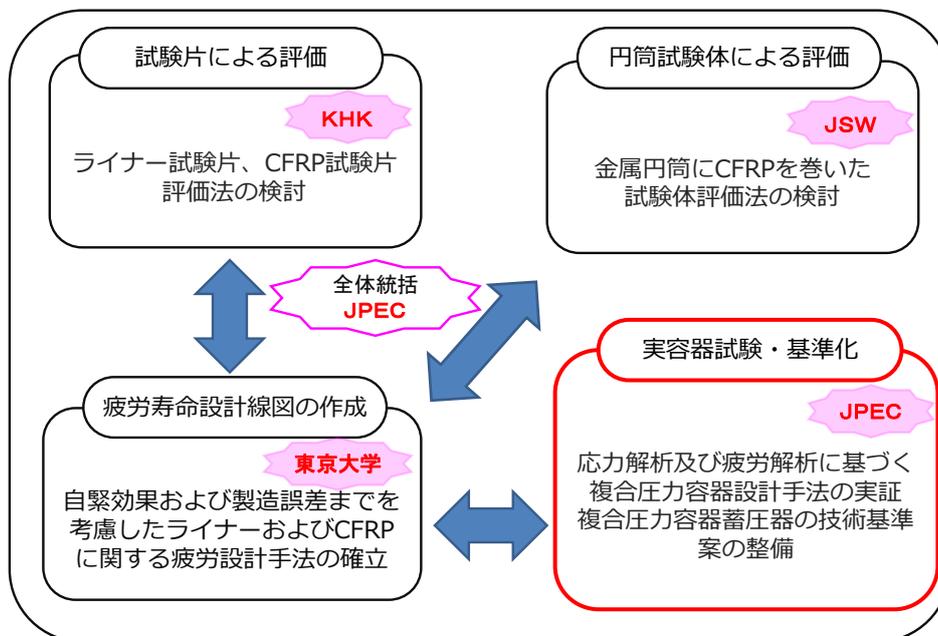


図 1 NEDO 事業の体制と役割

### (1) 応力解析及び疲労解析に基づく複合圧力容器設計手法の確立に向けた技術開発

表 1 に、タイプ 1～4 の圧力容器の現状と今後の展開について示します。

フルラップ複合圧力容器であるタイプ 3 複合圧力容器は、KHKS 0225「圧縮水素蓄圧器用複合圧力容器に関する基準」(2019 年 2 月制定)に規定されているとおり、設計確認試験としての常温圧力サイクル試験(疲労試験)など、実際の容器を用いた試験(表 3 参照)が必要となっています。このため水素ステーションで求められる、例えば水素自動車へ 10 万回の充填を可能とする長寿命の複合圧力容器を開発し認可取得するためには、長期間の試験と費用が必要となり、容器のコストアップにつながってしまいます。

このような状況を踏まえて、本 NEDO 事業では、容器の応力解析と疲労解析の結果から容器を設計する手法を確立し、容器を用いた試験を実施しなくとも安全な容器を設計できるようにすることを目指しています。

解析による容器設計(Design by analysis)では、当該容器に関する設計疲労曲線(本 NEDO 事業においては疲労寿命設計線図としています。以下、この名称で記します)を用いて、容器使用時の運転圧力から導き出した応力振幅から使用繰返し回数(容器寿命)を求めます。

しかしながら、現状はタイプ3 複合圧力容器に関する疲労寿命設計線図はありません。そこで、本 NEDO 事業では、タイプ3 複合圧力容器を構成する材料、すなわちライナー材であるアルミニウム合金および炭素繊維強化プラスチック材(以下、CFRP 材と記す)に係る疲労寿命設計線図を確立することを目指します。

表 1 タイプ1～4の圧力容器の現状と今後の展開

種類	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4
構造	<p>低合金鋼 低合金鋼</p>	<p>低合金鋼/CFRP(フープラップ) CFRP 低合金鋼</p>	<p>アルミライナー/CFRP(フルラップ) CFRP アルミライナー</p>	<p>プラスチックライナー/CFRP(フルラップ) CFRP プラスチックライナー</p>
現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>低合金鋼技術文書 JPEC-TD 0003が完成</li> <li>Design by Analysisが確立している(実容器試験が不要)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内に技術基準が無い ASMEには技術基準がある</li> <li>前NEDO事業にて、タイプ2技術文書の構成案を作成した</li> <li>ASME規格では設計確認試験(実容器試験)が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術基準整備が進められている JPECガイドライン →KHKTD 5202 →KHKS 0225</li> <li>設計確認試験(実容器試験)が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術基準整備が進められている JPECガイドライン →KHKTD 5202 →KHKS 0225</li> <li>設計確認試験(実容器試験)が必要</li> </ul>
今後の展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>JPEC-TD 0003の KHKS 0220附属書を目指す</li> <li>設計係数4および3.5 事前評価 設計係数3および2.4 大臣特認 →すべて事前評価</li> </ul>	<p>本NEDO事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Design by Analysisの確立</li> <li>タイプ2技術文書(案)を策定する</li> </ul> <p>大臣特認 →事前評価</p>	<p>本NEDO事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Design by Analysisの確立</li> <li>累積損傷則適用による長寿命化</li> <li>KHKS 0225改正を目指す</li> </ul> <p>大臣特認 →事前評価</p>	<p>本NEDO事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Design by Analysisの確立へ向けた検討</li> </ul> <p>大臣特認 →事前評価</p>
(目標寿命)	30万回以上	30万回以上	10万回以上	開発中

① タイプ3 複合圧力容器ライナー材の疲労寿命設計線図の確立

図2に技術開発の概要を示します。疲労寿命設計線図は、ライナー材であるアルミニウム合金の軸荷重試験片を用いた疲労試験結果により作成した最適疲労曲線を基に、影響する因子を考慮して作成します。

考慮する因子の一つとして自緊処理の効果があり、実際に使用する複合圧力容器では、使用繰返し回数(容器寿命)を伸ばす目的で自緊処理を施しています。

この自緊処理の効果を確認するため、自緊処理を施した実際の容器に近い応力状態を模擬できる円筒試験体や実際の容器のサブスケール品(3.(1)項参照)を用いて常温圧力サイクル試験等を実施する



## (2) 複合圧力容器の技術基準の整備に向けた技術開発

### ①タイプ3 複合圧力容器の技術基準の整備

KHKS 0225「圧縮水素蓄圧器用複合圧力容器に関する基準」は、過去の NEDO 事業(2008 年～2012 年)において制定した自主基準をベースとして、前 NEDO 事業(2013 年～2017 年)の成果が反映され制定されたものです。しかし、設計確認試験として容器試験を課す(Design by test)内容になっています。

本 NEDO 事業では、応力解析および疲労解析に基づく容器設計手法(Design by analysis)を確立するとともに累積損傷則の適用方法を導入して、KHKS 0225 の改正に向けた提案を行う計画です。

(図 3)

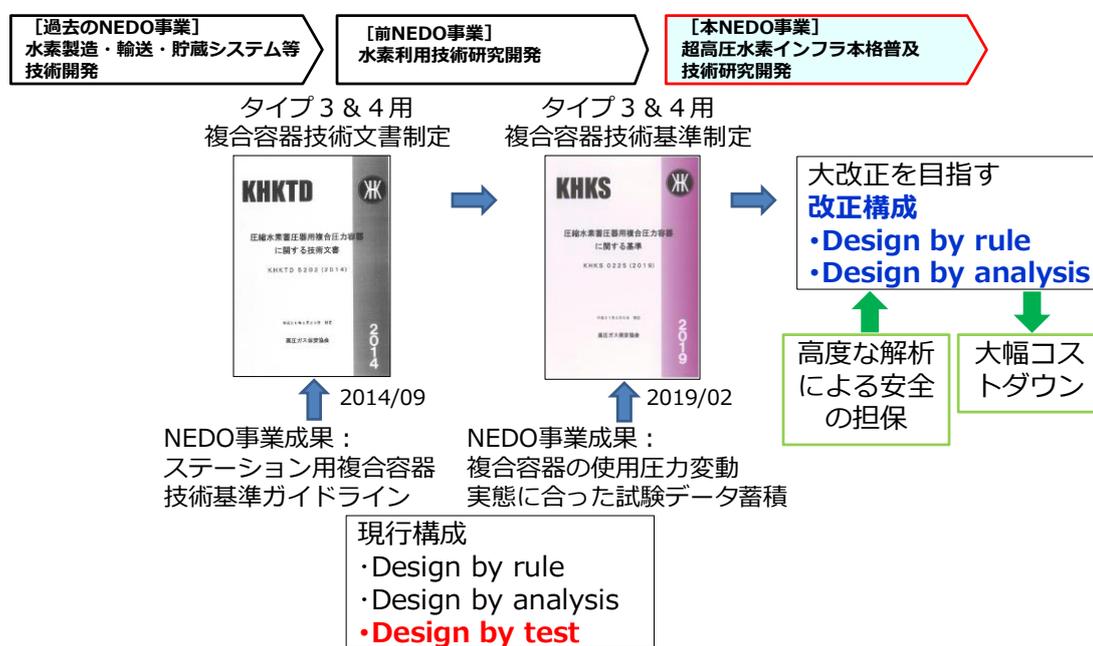


図 3 KHKS 0225 改正方針

### ②タイプ2 鋼製圧力容器技術文書案の作成

前 NEDO 事業(2013 年～2017 年)において、容器試験を課さない技術文書構成案を作成しました。本 NEDO 事業では、必要なデータ採取を継続し、タスクフォースや検討分科会による構成案の内容を議論し、技術基準に資するタイプ2 鋼製圧力容器の技術文書案を完成させます。(図 4)

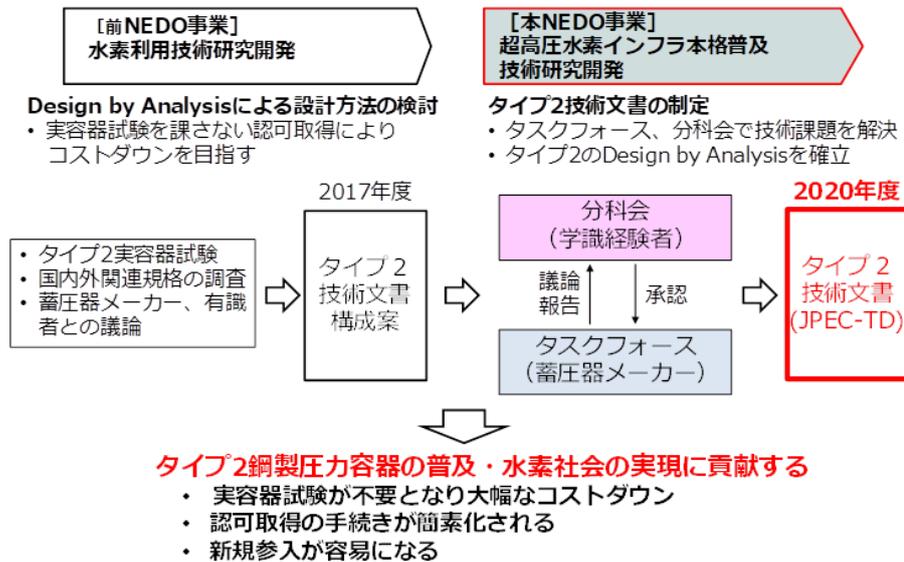


図4 タイプ2鋼製圧力容器技術文書案の作成

### 3. 当センターの技術開発内容

当センターでは、2.(1)③の複合圧力容器設計手法の実証及び2.(2)技術基準の整備に向けた技術開発を担当しています。以下に、進捗状況について紹介します。

#### (1)複合圧力容器設計手法の実証のためのタイプ3複合圧力容器試験

確立した容器設計手法を実証するために、2018年度からタイプ3複合圧力容器を用いた常温圧力サイクル試験を開始しております。試験に用いる容器の仕様と試験条件を表2に示します。容器は胴部で漏洩する設計として、実際の容器と同一仕様のサブスケール品(胴の長さのみ短くした以外は実際の容器と同一仕様のもの)を用いています。常温圧力サイクル試験は、まず4種の圧力条件で容器が漏洩するまで試験を実施し、応力振幅と使用繰返し回数(容器寿命)の関係を求めました。

表2 試験容器の仕様と常温圧力サイクル試験条件

容器仕様 (実際に製造する容器と同一仕様のサブスケール品)	
材質	ライナー; A6061-T6, 繊維; PAN系炭素繊維
内容積	76 ℓ
設計圧力	99MPa
容器寸法	外径: 458.7mm 長さ: 1,520mm
損傷形態	胴部漏洩
最小破裂圧力	設計圧力の2.25倍以上
常温圧力サイクル試験条件	
圧力条件	設計圧力の①90%⇔0%, ②90%⇔30%, ③90%⇔50%, ④90%⇔70% (水素ステーション蓄圧器の使用条件を想定)
試験後の確認ポイント	①損傷箇所 ②使用繰返し回数(容器寿命)に及ぼす圧力振幅の影響、圧力下限・平均圧力の影響

試験結果を図5に示します。設計通りの胴部漏洩することを確認するとともに、応力振幅が小さい条件ほど、使用繰り返し回数が長くなる(長寿命となる)結果を取得しました。

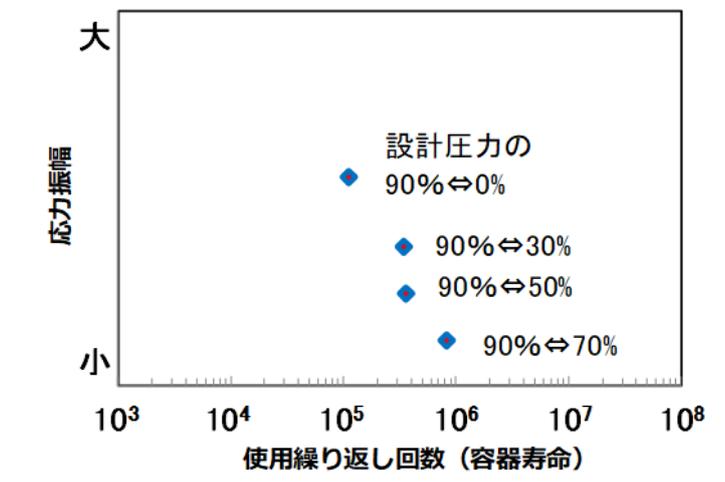


図5 常温圧力サイクル試験結果

今後は、上述の結果をベースとして、異なる圧力範囲を組み合わせた条件で常温圧力サイクル試験を実施し、タイプ3 複合圧力容器への累積損傷則の適用ができることを検証していきます。

## (2) 複合圧力容器の技術基準の整備に向けた技術開発

### ① タイプ3 複合圧力容器の技術基準の整備

表3に、現行の KHKS 0225 に規定されている容器試験を課す項目を示します。多くの試験項目があり、また試験に用いる容器も多数必要となっています。改正案の検討では、これら試験制定の背景の調査、試験内容の精査を実施するとともに、取捨選択にあたっては、容器の安全性を確保するために各項目の相互補完を考慮していきます。

表3 KHKS 0225 におけるタイプ3 複合圧力容器に係る容器試験を課す項目

項目	タイプ3	
	項目	試験容器(個)
5.2 設計確認試験		
5.2.2.1 破裂試験	1	3
5.2.2.4 プラスチックライナーのボス部のトルク試験	-	-
5.2.2.5 プラスチックライナーのガス透過試験	-	-
5.2.3.1 常温圧力サイクル試験(疲労試験)	1	2~5
5.2.3.2 最小厚さ確認試験	1	1
5.2.3.3 環境試験	1	1
5.2.3.4 水素ガスサイクル試験	-	-
5.2.3.5 温度クリープ試験	1	2
小計	5	9~12
7.3 製造確認試験		
7.3.3 a 破裂試験	1	1
7.3.3 b 常温圧力サイクル試験(疲労試験)	1	1
小計	2	2
8.4 構造の検査		
8.4.1.3 耐圧試験		全数検査
8.4.1.3 気密試験		全数検査

## ②タイプ2 鋼圧力製容器の技術文書案の作成

技術文書案を作成するにあたって、タイプ2 鋼製圧力容器は、容器にかかる軸方向応力を金属層で負担し、周方向応力の一部を CFRP 層が分担した二層鋼製圧力容器であるという考え方をベースとし、検討を進めています。この考え方のもと、既存の鋼製圧力容器規格に規定されていない部分、例えば CFRP 層の機械的性質の設定方法、公式による厚さの計算方法、詳細応力解析による設計の方法などを検討しています。また、水素中で低合金鋼を安全に使用方法については、前 NEDO 事業成果により制定した技術文書 JPEC-TD 0003「水素スタンドで使用される低合金鋼製蓄圧器の安全利用に関する技術文書」を引用します。(図6)

この技術文書案を KHKS 0220「超高压ガス設備に関する基準」の附属書とすることを旨とする事で、図7に示したように、水素ステーション用の圧力容器の技術基準を整備することを計画しています。

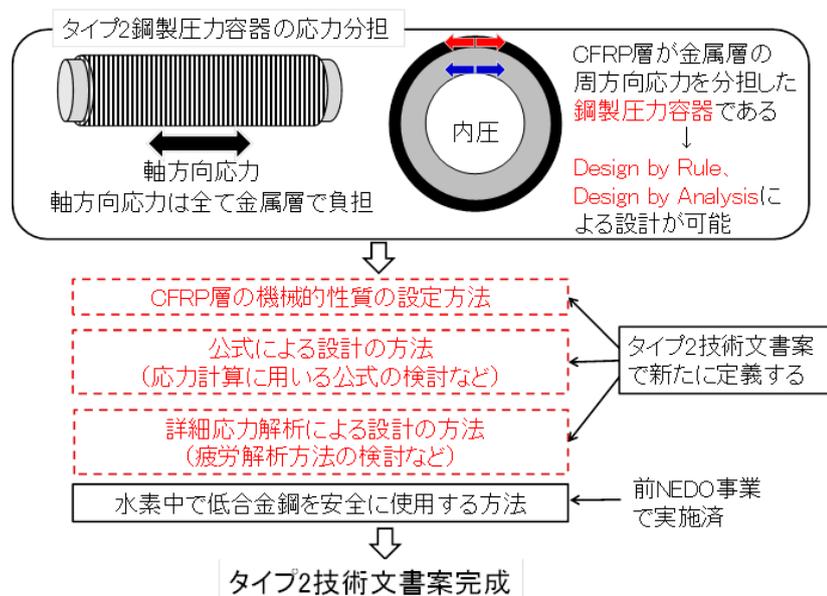


図6 タイプ2 技術文書案のコンセプト

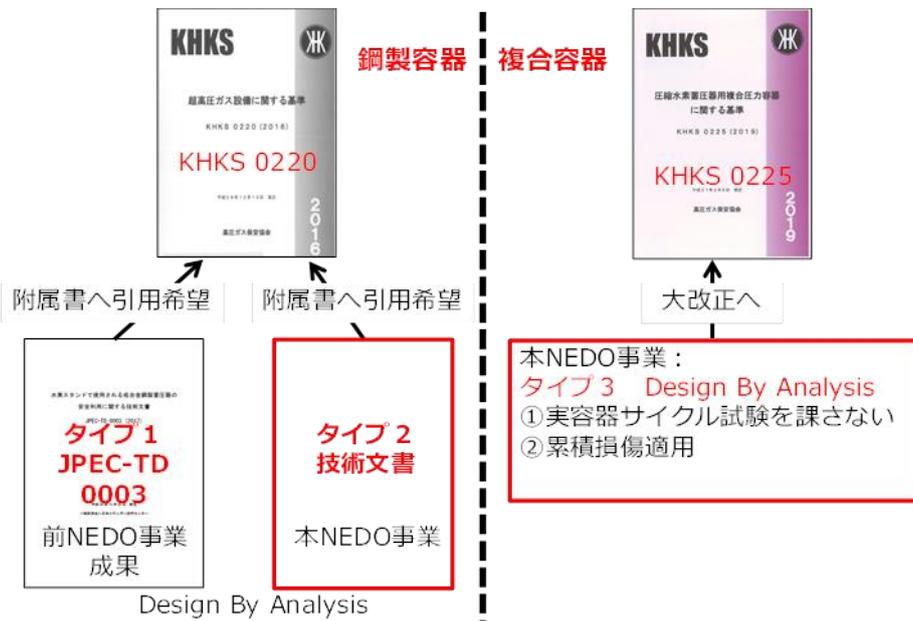


図 7 水素ステーション用圧力容器の技術体系イメージ

## 4. おわりに

解析による容器設計(Design by Analysis)手法を確立し、タイプ 2 鋼製圧力容器技術基準案の作成及びタイプ 3 複合圧力容器に関する技術基準 KHKS 0225 の改正を図ることにより、容器試験費用や認可取得費用など水素ステーションに係るイニシャルコストの低減化につなげていきます。また、タイプ 3 複合圧力容器に累積損傷則の考え方を適用して容器使用繰返し回数の延長を図ることによりランニングコスト低減化につなげていきます。

## トピックス

# 「2019 年 JPEC ニュース年間掲載記事一覧」

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

2019 年に発行いたしました JPEC ニュースの掲載記事は下記のとおりです(全 16 件、うち特集 12 件、トピックス等 4 件)。2020 年も引き続き、有益な情報を提供させて頂く予定ですのでご期待下さい。

### 2019 年 1 月号

#### ■年頭に寄せて

#### ■特集

- ◎調査報告「中国石油エネルギー動向調査～中国石油業界の諸課題～」
- ◎国際会議「第 11 回日中韓石油技術会議」報告

#### ■トピックス

- ・「2018 年 JPEC ニュース年間掲載記事一覧」

### 2019 年 3 月号

#### ■特集

- ◎調査報告「欧州石油エネルギー事情～欧州域における石油精製・石化投資動向～」
- ◎国際会議「第 9 回 JPEC-PTT 石油技術会議」報告

#### ■トピックス

- ・「平成 30 年度パトリミクス技術セミナー」開催報告

### 2019 年 5 月号

#### ■特集

- ◎技術報告「J-MAP 事業の概要と船舶燃料研究の平成 30 年度成果」
- ◎調査報告「IMO 燃料油規制に関する国際機関及び諸外国の対応動向調査」

## 2019年7月号

### ■特集

- ◎『2019年度JPECフォーラム開催』～まだまだあるぞ石油の魅力、技術でチャレンジ新時代～
- ◎技術報告「高効率石油精製研究開発事業」
- ◎技術報告「JPECが受託しているNEDOの水素事業について」

## 2019年9月号

### ■特集

- ◎調査報告「米国における化石燃料をめぐるGHG削減政策の最近の動向」

### ■トピックス

- ◎「令和元年度第1回ペトロリオミクス技術セミナー」開催報告

## 2019年11月号

### ■特集

- ◎調査報告「プラットフォームのビジネスモデル構築に向けた海外事例調査」
- ◎国際会議「第12回日中韓石油技術会議」

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

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

## 一般財団法人 石油エネルギー技術センター

ホームページアドレス <http://www.pecj.or.jp/>

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

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

### 石油基盤技術研究所

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

### 米国長期出張員事務所

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

### 欧州長期出張員事務所

Japan Petroleum Energy Center (JPEC)  
Brussels Office  
Rond-point Robert Schuman 6, 1040 Bruxelles Brussels-BELGIUM  
TEL: +32(0)2-234-7922

### 中国長期出張員事務所

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



本調査は経済産業省の「令和元年度燃料安定供給対策に関する調査事業」として JPEC が実施しています。無断転載を禁止します。