

# 中長期を見据えた資源・燃料政策 の視点について

2018年1月11日  
資源エネルギー庁 資源・燃料部

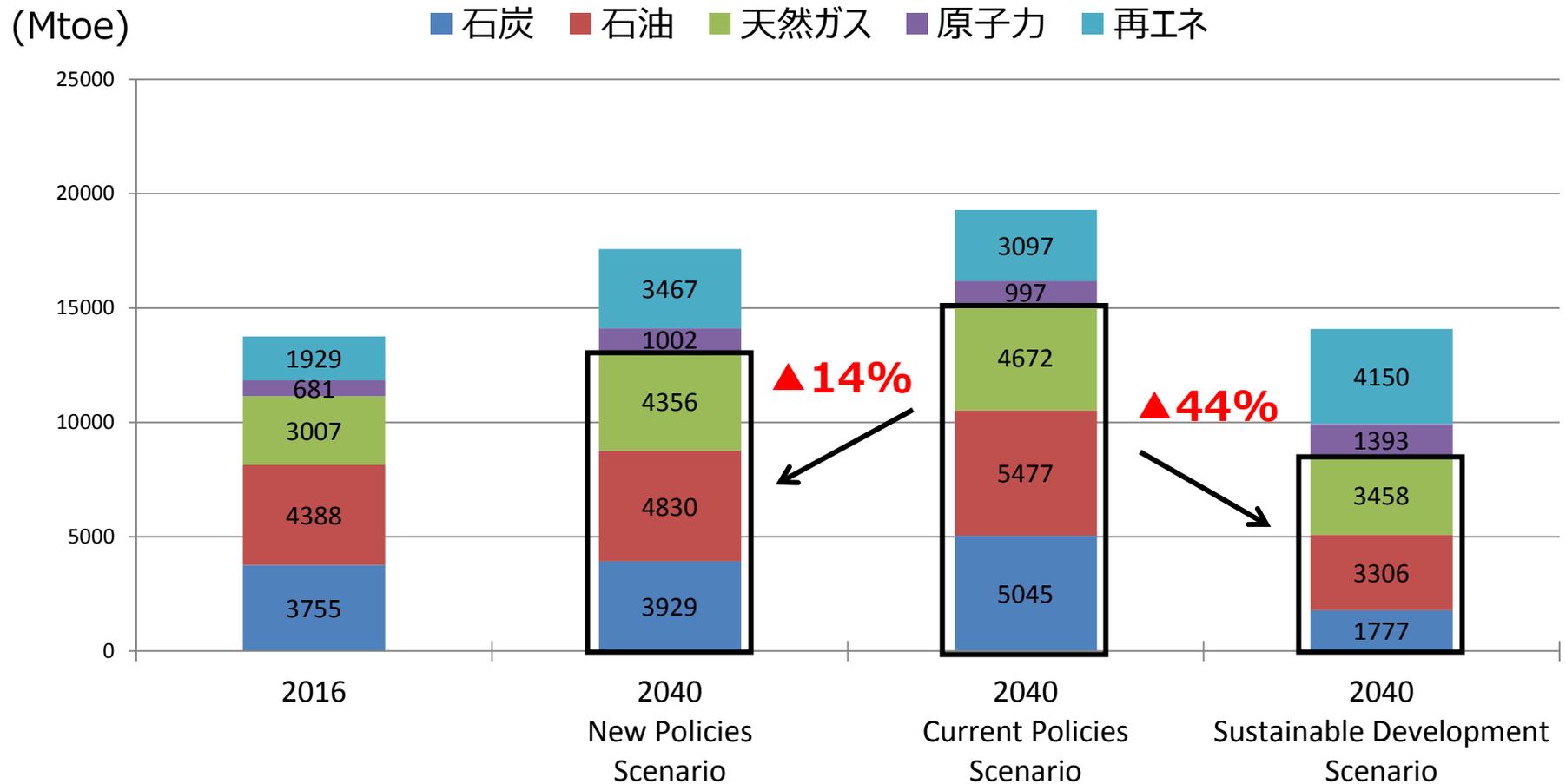
# 1. 資源・燃料を巡る状況変化の要因

## ① 世界の動向

# (1) 世界の化石燃料の需給の見通し

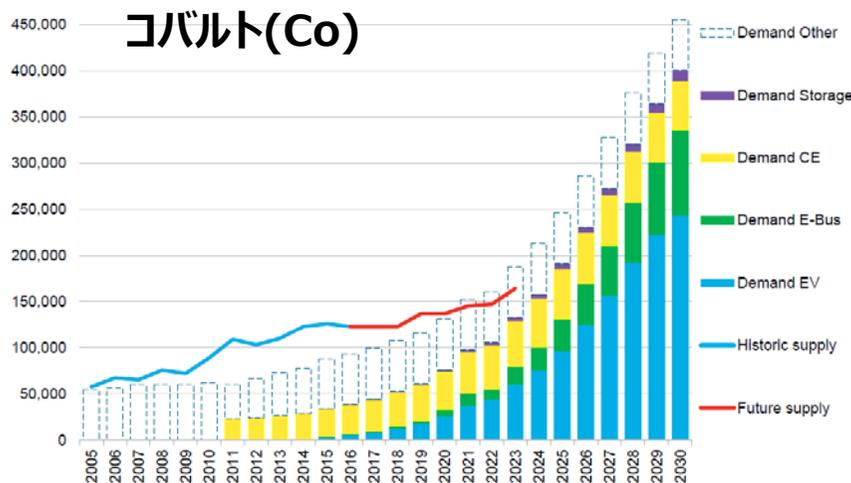
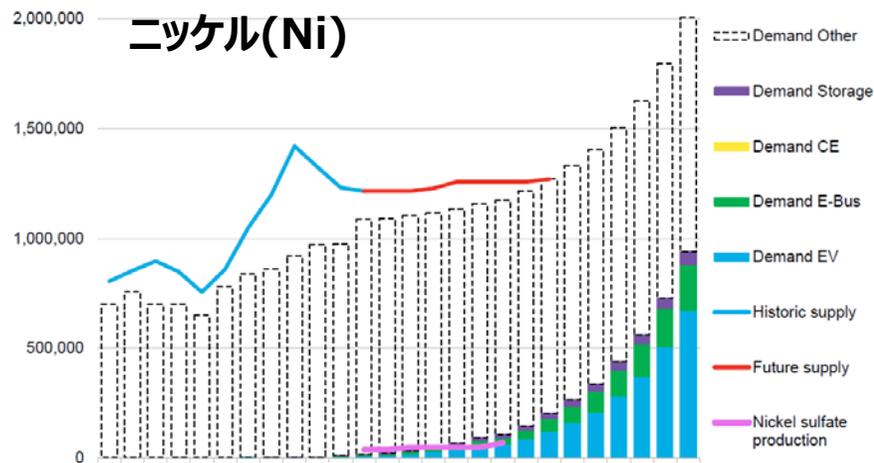
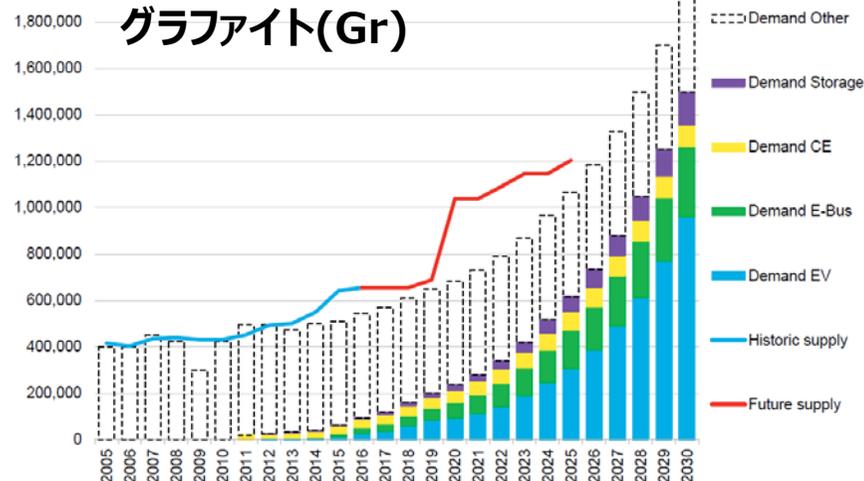
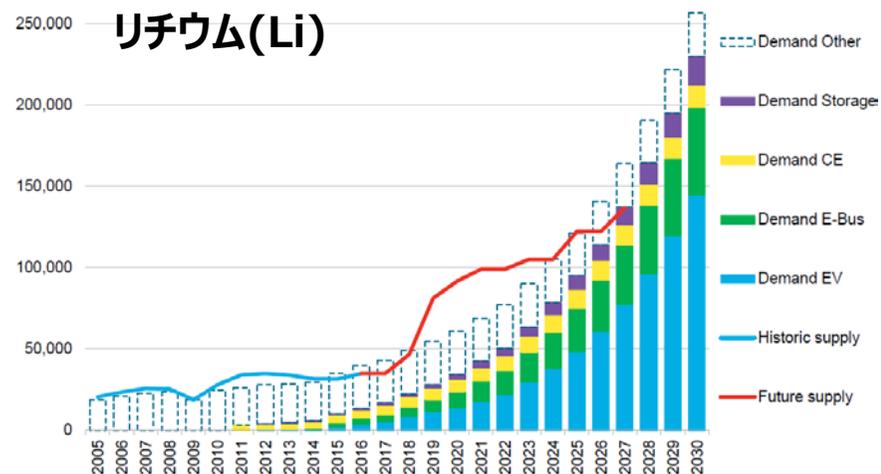
- アジアを中心に世界の化石燃料需要は増加していく見通し。
- ただし、技術の進展度合い、各国の政策動向等の要因により、大きく変動する可能性。将来予測には幅。

## エネルギー源別の一次エネルギー需要シナリオ予測



## (2) 世界の鉱物資源の需給の見通し (EV・電化の進展)

- リチウム・グラファイト 需要増加に伴い**新規プロジェクト増**。2025年頃までは供給>需要
- ニッケル **既存マーケット大**、**電池需要の影響は限定的**。将来の開発余地も十分
- コバルト **新規プロジェクトが限定的**。2020年頃にも**需要>供給**の可能性大。
- ジジム・ジスプロシウム 中国偏在だが、資源量大であり、現状も将来も供給>需要 (中国の政策変更リスクには要留意)



# (3) 資源・燃料を巡るグローバル・ゲーム

- 量・担い手・コストの観点から、日本が他国・地域と比べ厳しい状況は継続。戦略的な対応が必要。

	米国	中国	EU	日本
<b>量</b> 化石燃料自給率※1 【2015年】	<b>84%</b> →2020年代100%超	<b>82%</b>	<b>26%</b>	<b>0.7%</b>
原油中東依存度※1 【2015年】	<b>19%</b>	<b>51%</b>	<b>18%</b>	<b>82%</b>
見込みがある 将来の域内資源 (除く再エネ・原子力)	アラスカ、カナダの石 油・ガス	シェールガス (埋蔵世界最大)	北極海、シェールガス	(メタハイ:研究段 階)
<b>担い手</b> 資源開発企業上位 3社及び売上額※2 【2016年】	①ExxonMobile ②Chevron ③Conoco Philipps (3,525億ドル)	①CNPC ②SINOPEC ③CNOOC (7,362億ドル)	①Royal Dutch Shell ②BP ③Total (5,663億ドル)	①INPEX ②三井物産 ③三菱商事 (1,048億ドル※3)
<b>コスト</b> 燃料価格【天然ガス】 (MMBTU当たり、過去2 年の動向)	2~4ドル ≒石炭価格	<b>6~10ドル</b>	<b>5~8ドル</b>	<b>6~10ドル</b>
エネルギーセキュ リティの政策手段	規制緩和による 市場活性化	調達インフラ整備 強力な国営企業	域内市場の統合 調達分散(LNG)	化石燃料課税の税 収によるエネルギーセ キュリティ強化対策

※1 IEA・Energy balances, Oil Information, BP統計から資源エネルギー庁作成

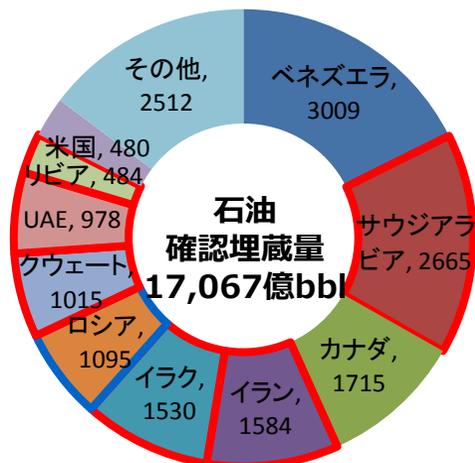
※2 各社年報に基づき作成。1ドル≒6.9円

※3 三井物産(株)、三菱商事(株)は各社の連結収益。なお、売上総利益に占めるエネルギーセグメントの割合は、各9%、3%

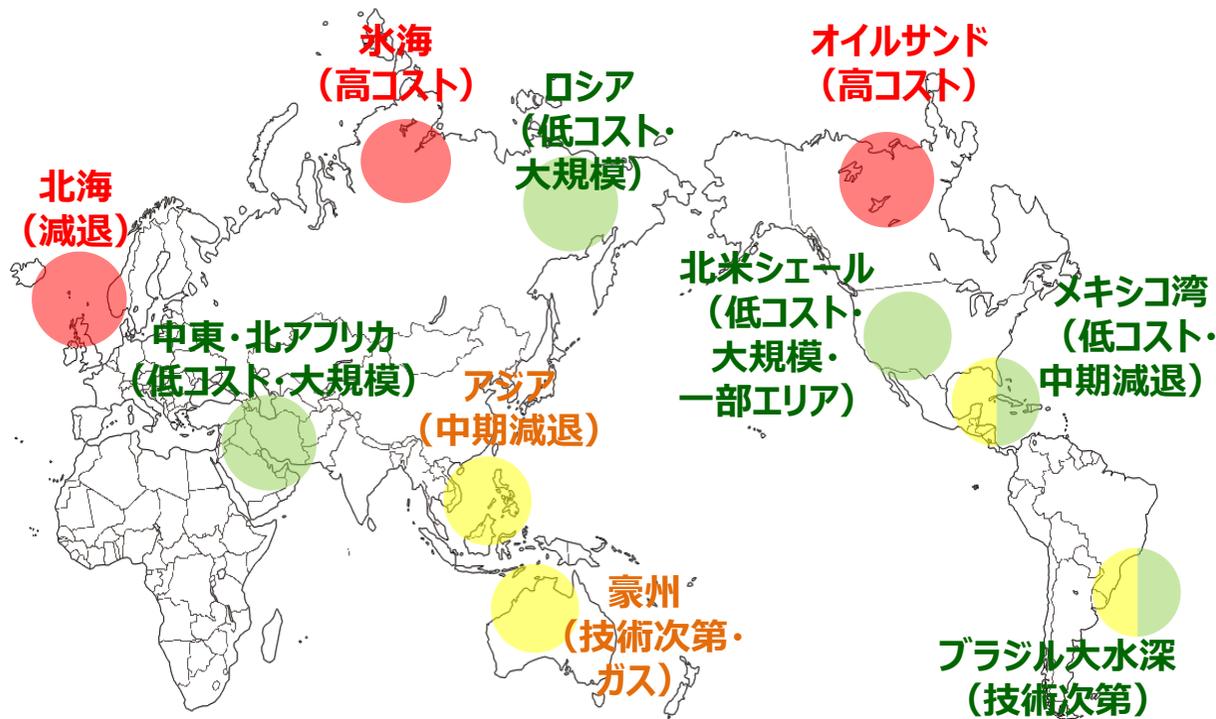
# (4) 供給① 資源保有国の輸出ポテンシャル

- 資源保有国の生産量、消費量、生産コストを勘案すれば、今後も国際市場への供給源として、中東地域及びロシアの存在感は高い。

### 世界の石油埋蔵量 (2016年)



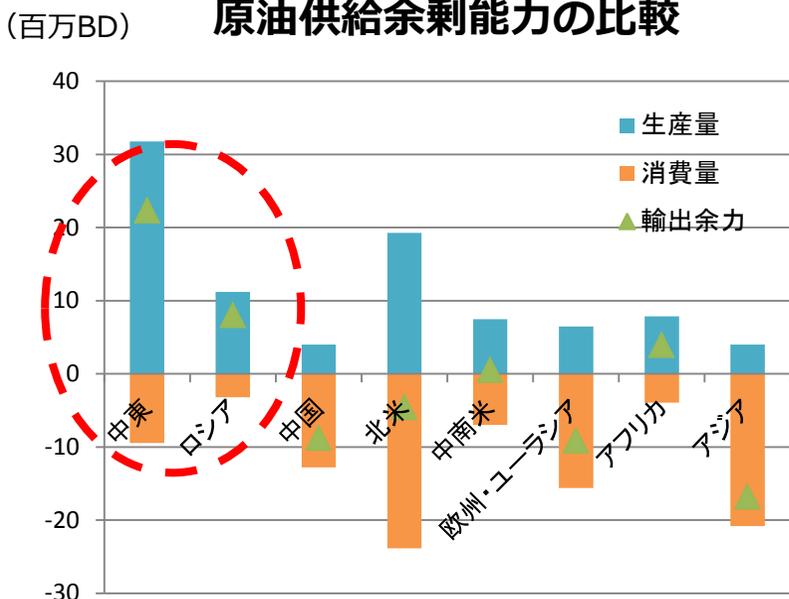
### エリア別の将来性



大規模 or 低コスト
中期減退 or 技術次第
減退中 or 高コスト

出典：各種情報を基に資源エネルギー庁作成

### 原油供給余剰能力の比較



出典：BP統計2017

# (5) 供給② 中東の不安定化・流動化

- 油価の低迷に伴い中東の主要産油国の財政逼迫が懸念。若年層の不満が噴出する恐れ。
- 「アラブの春」を経験したリビア等では供給力に大きな変動。

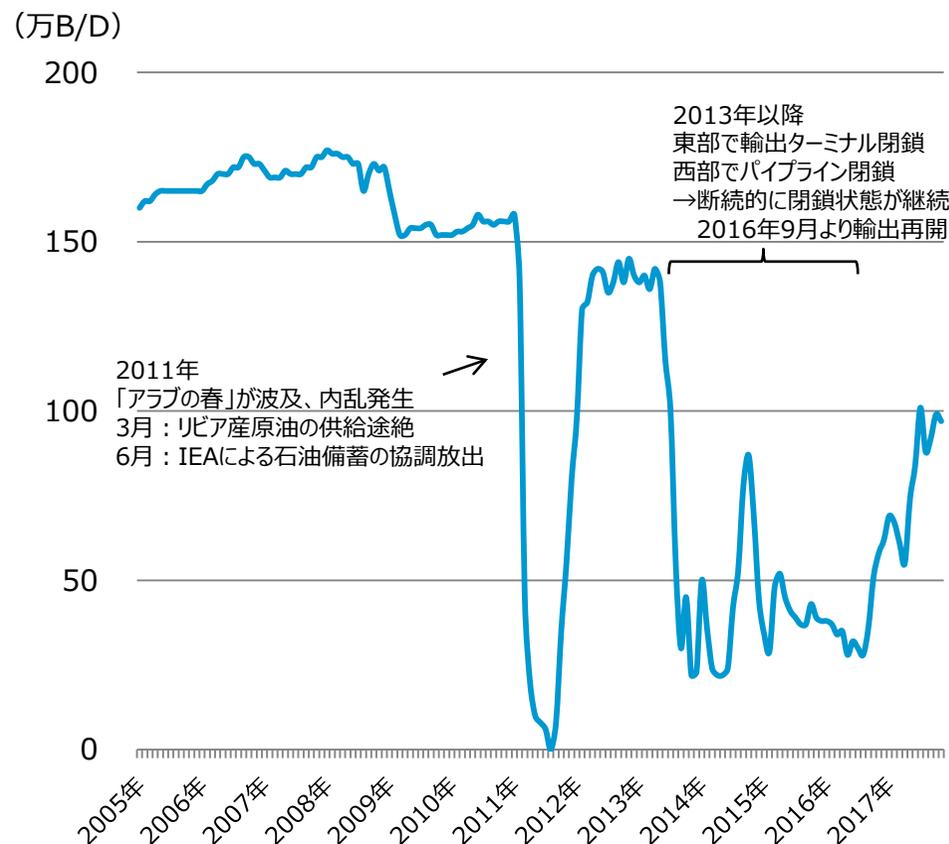
## 低油価による産油国への影響

	政府予算 均衡価格	原油輸出量 推計	外貨準備高 推計	仮に油価\$50が続いた 場合の年間赤字額と外貨 準備取崩までの年数		若年(0-24歳)の人口比率と 若年失業率(15-24歳)		
	2017年	2017年	2016年	年間赤字 億ドル	取崩年数 年	2016年		
	ドル/bbl	万BD	億ドル			人口 (万人)	若年比率 (0-24 歳)	15-24歳 失業率
サウジアラ ビア	73.1	711	5,336	599	8.9	3,216	43.9%	31.2%
UAE	68.0	243	854	160	5.3	927	26.9%	11.5%
クウェート	46.5	171	315	▲ 22	▲ 14.4	401	35.9%	13.3%
イラン	54.7	225	1,042	39	27.0	8,004	38.6%	26.2%
イラク	54.1	375	452	56	8.1	3,755	60.3%	36.1%

出典：  
IMF「Regional Economic Outlook」(2017年10月)  
World Bank「Population Dashboard」：人口及び若年人口  
International Labour Organization「ILOSTAT Database」：若年失業率

- ※1 政府予算均衡価格、原油輸出量、外貨準備高はIMF推計値。サウジアラビアの外貨準備高はSWFを含む数値。
- ※2 年間赤字額 = (政府予算均衡価格 - 前提となる想定原油価格【50ドル】) × 原油輸出量
- ※3 取崩年数 = 外貨準備高 ÷ 年間赤字額

## 原油生産量推移 (リビア)



## (6) 供給③ 米国のエネルギー・インディペンデント

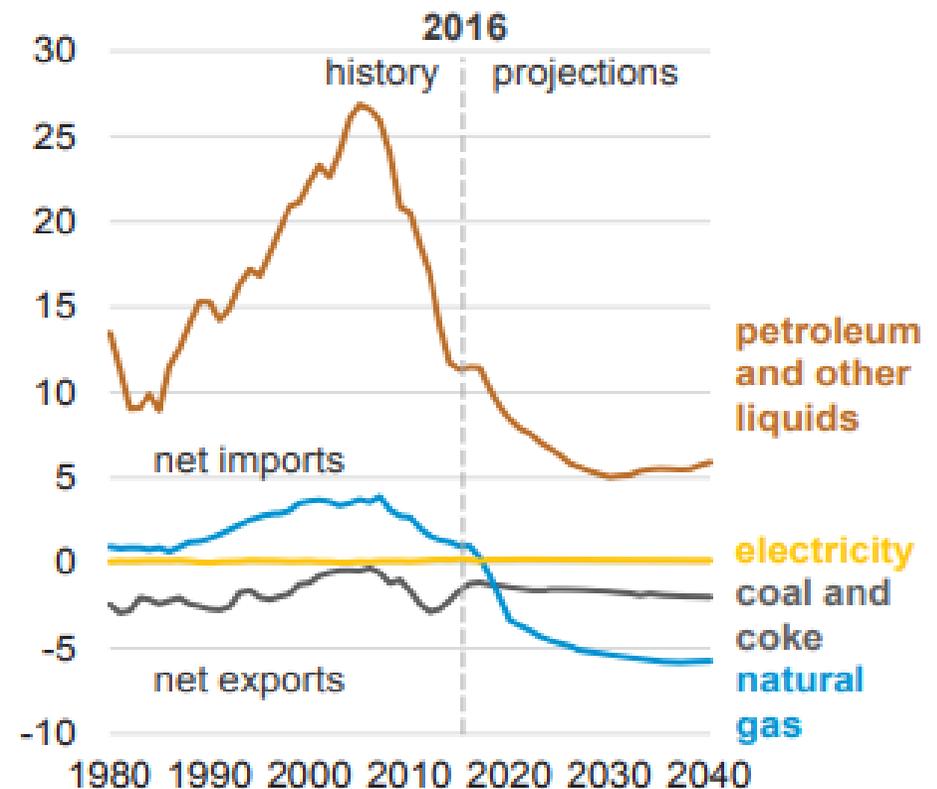
- 米国は2020年代に「エネルギー純輸出国」に転じる見通し。結果として中東への関心低下など、世界における米国の立ち位置が変化する可能性。
- 特にLNG供給においては、「New Player」による「New Business」の登場により、世界市場の取引ルール全体にも大きな変化。

### 米国のエネルギー輸出構造の変化

Energy trade (Reference case)  
quadrillion British thermal units

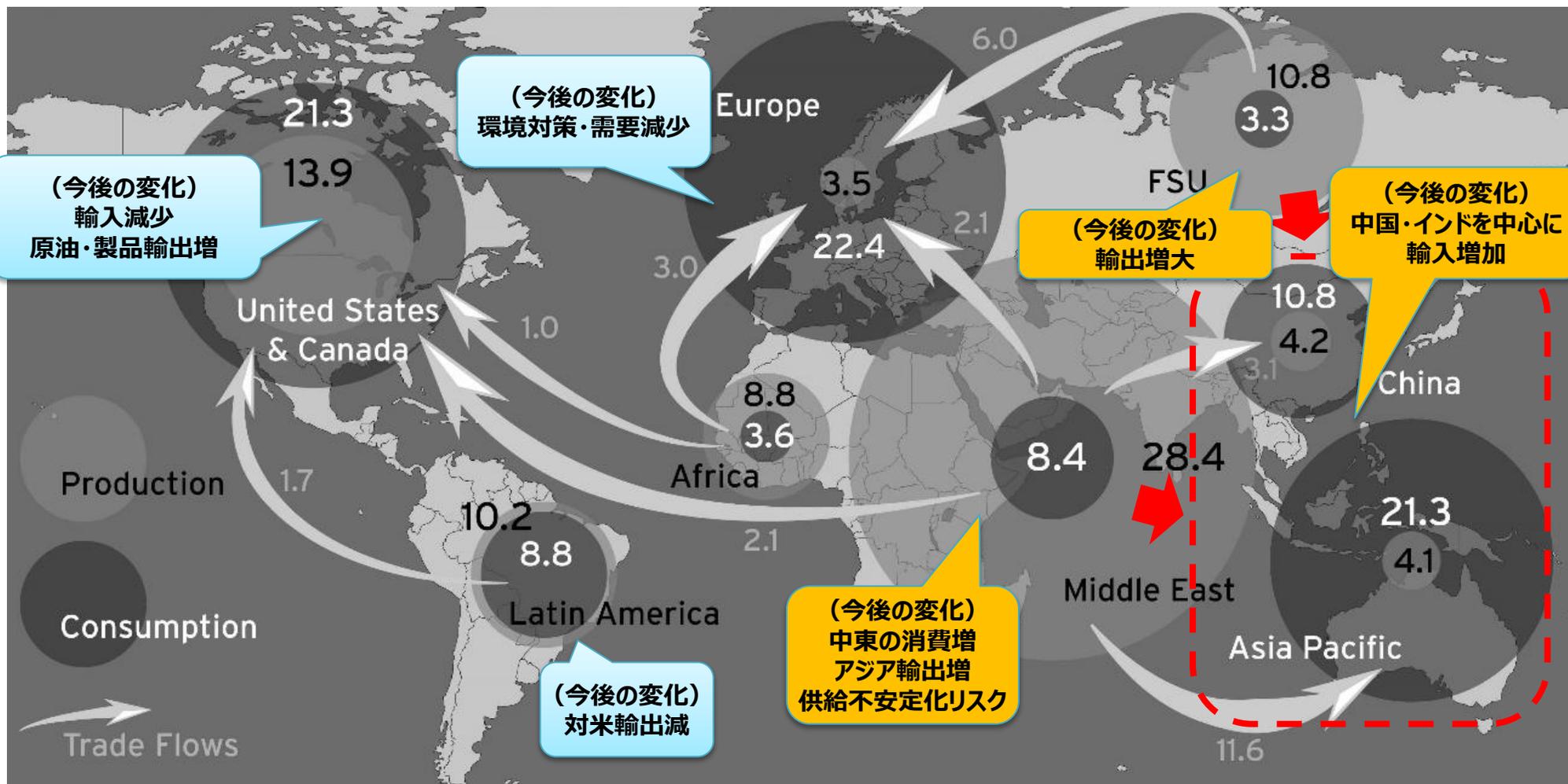


Net energy trade (Reference case)  
quadrillion British thermal units



## (7) 供給④ 世界の原油の流れと変化の可能性

- 米国の輸出国化、欧州の環境政策、中国・インドの需要増などに伴い、今後の原油取引の中心がアジア地域にシフトしていく可能性。



出典：Securing America's Future Energy (データは2014年B P統計より)

単位：100万B D

## (8) 供給⑤ 新たなシーレーンリスク

- 中国の台頭に伴い、ホルムズ、マラッカという伝統的なチョークポイントに加え、中国が、台湾・チベットと並ぶ「核心的利益」とみなすとされる南シナ海の航行が今後の懸念要因となる恐れ。

日中の石油・天然ガスの輸入量（陸路含む）とチョークポイント等海域通過割合（2016年）

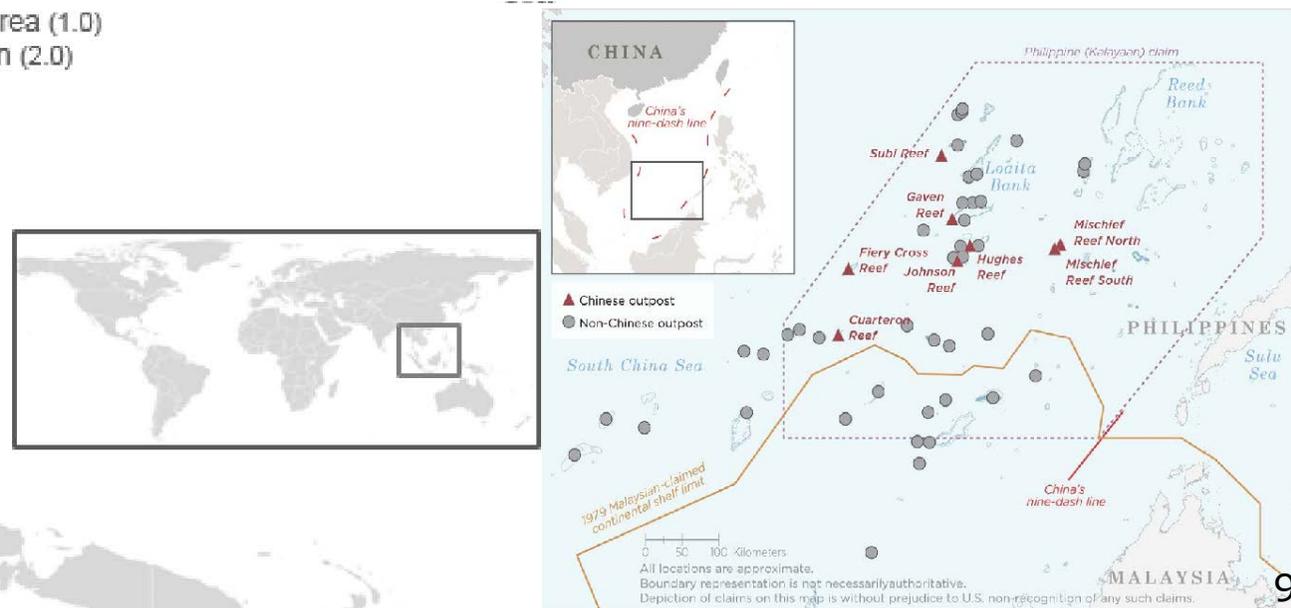
		輸入量	輸入依存度	うち海上ルート	ホルムズ海峡	マラッカ海峡	南シナ海
原油	中国	766万BD	66%	約9割	48%	80%	83%
	日本	336万BD	99.7%	100%	85%	91%	92%
ガス	中国	5300万トン	34%	47%	10%	11%	31%
	日本	8300万トン	98%	100%	21%	27%	50%

中国の天然ガス輸入量はLNG(2500万トン)にPLでの輸入をLNG換算して合算。BP統計（2017年）、米DOD資料、米EIA資料、石油統計等より推計。

南シナ海を経由するLNG(2016年、米エネルギー情報局より)

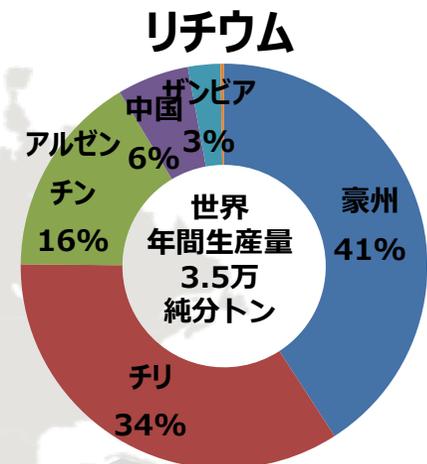
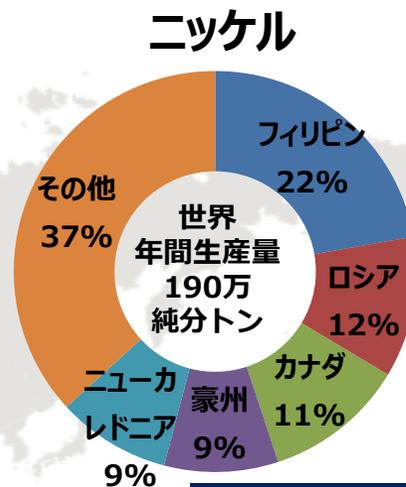
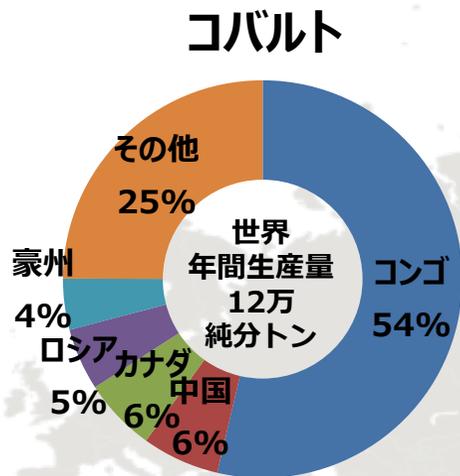


南シナ海の中国の軍事拠点(米国防省2017 China Reportより)



## (9) 供給⑥ レアメタルの偏在と政情不安

- リチウム：南米（チリ、アルゼンチン）と豪州に偏在。政情は比較的安定。
- コバルト：コンゴ(民)が世界生産の過半。内戦等の政情不安および資源ナショナリズムが顕在化。
- ニッケル：生産国は比較的分散。日本は主にフィリピンから調達。資源ナショナリズム、政情不安が顕在化。



### フィリピン

- ◆ 高付加価値化、鉱石の輸出禁止を含む議員立法を国会に提出。
- ◆ 新規の鉱業ライセンスの発給を凍結中（モラトリアム）。
- ◆ 2017年、新規の露天掘鉱山の開発を禁止。
- ◆ 2017年、イスラム過激派に対する掃討作戦、戒厳令を布告。

### コンゴ(民)

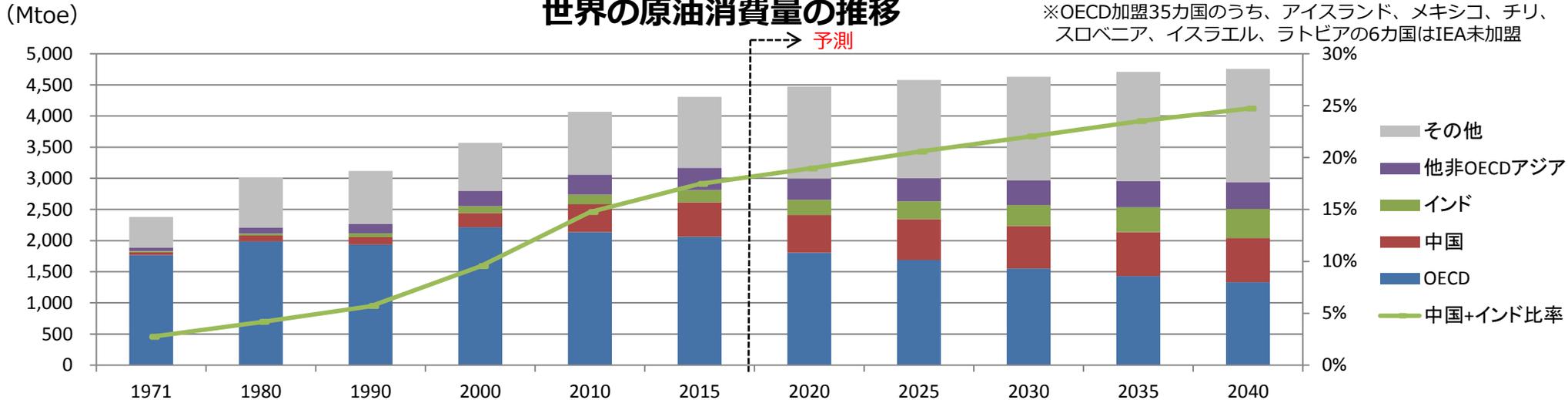
- ◆ 15年よりロイヤリティ引上げや生産移行時の政府権益取得引上げ等を盛り込んだ鉱業法改正案が国会で審議中。
- ◆ 2000年代に入っても内戦が頻発。2009年に停戦するも政情不安は継続。現大統領の任期は2016年12月で切れたが、現在も居座り。

# (10) 需要① 価格安定化レジームの弱体化

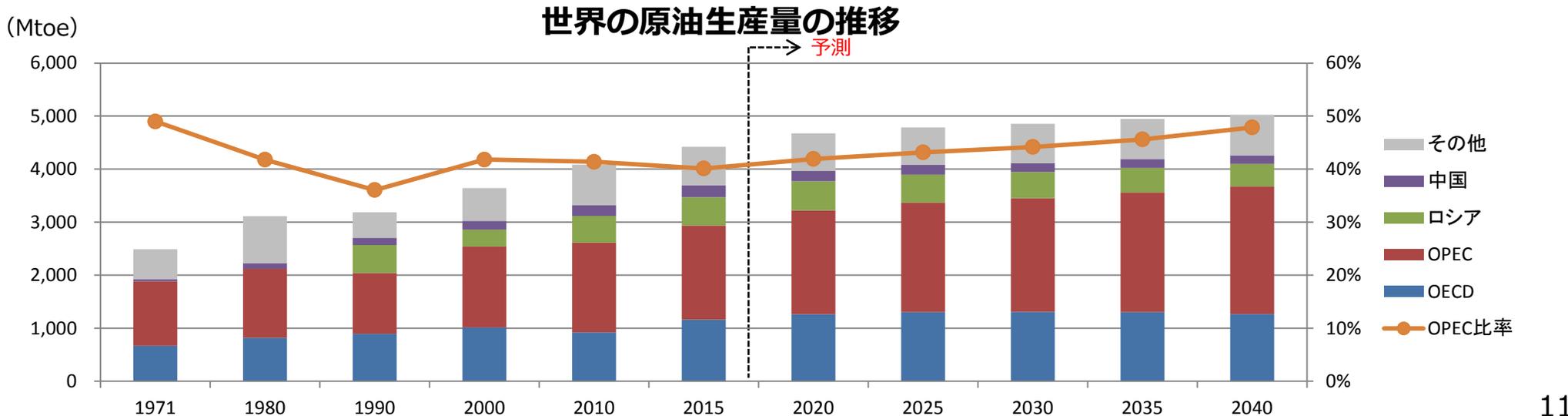
- 世界のエネルギー需要の中心は、OECDを中心とする先進国から中国・インド・アジアへシフト。
- 原油の国際需給及び価格の安定を支える機能を支えてきたIEA等 既存レジームの影響力が低下。

### 世界の原油消費量の推移

※OECD加盟35カ国のうち、アイスランド、メキシコ、チリ、スロベニア、イスラエル、ラトビアの6カ国はIEA未加盟



### 世界の原油生産量の推移

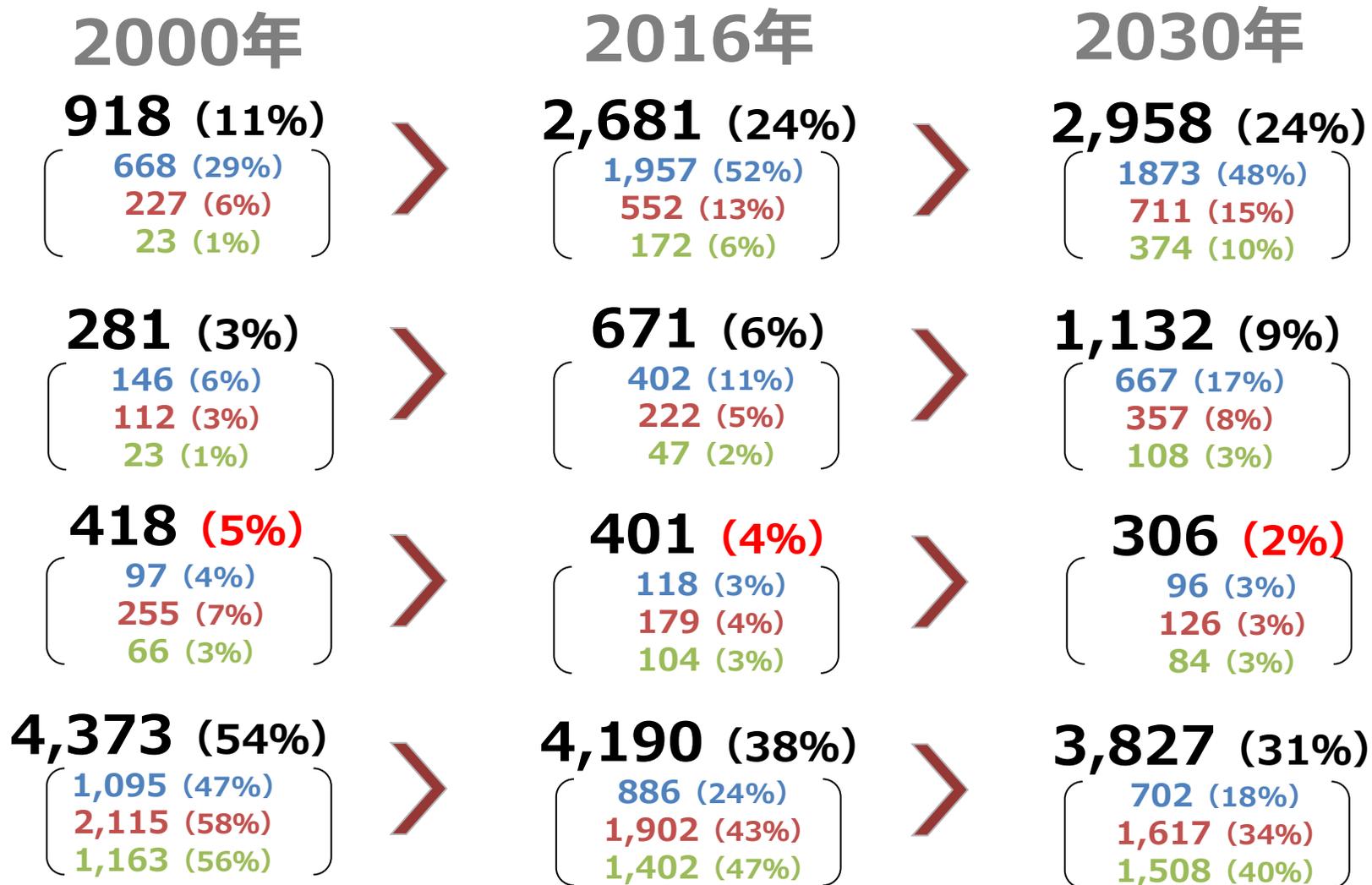


# (11) 需要② 中国・インドの需要の存在感

- 世界の化石燃料需要に占める中国・インドの存在感の増加。両国の政策決定・需要動向は日本に大きく影響する可能性。（例えば2030年の石油を見れば、中国の1割の需要変動が、日本の6割に相当等）

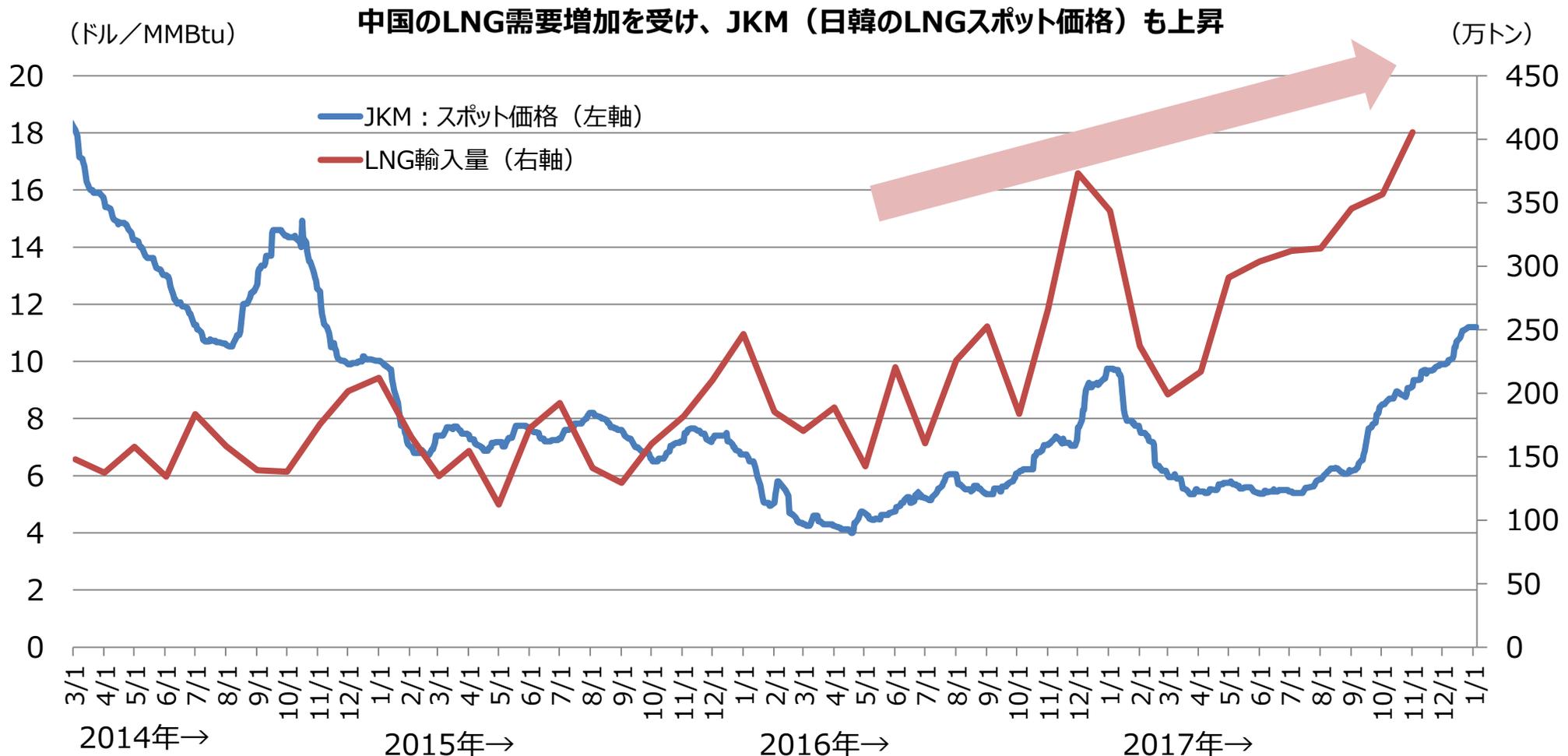
化石燃料需要の推移 (Mtoe) ※下段は内訳 (石炭、石油、天然ガス)  
括弧内は世界需要に占める割合

中国
インド
日本
OECD



## (12) 需要③ LNGスポット市場における中国の影響

- 中国では、経済発展・ガスシフト政策等の影響で、**天然ガス需要が上昇傾向**。
  - LNG市場はマーケットが小さいため、**中国の需要増の影響を受け、アジアのLNGスポット価格も上昇**。
- ⇒ **需要家としても中国の存在感が増大**しており、日本の市場への影響力が相対的に低下。



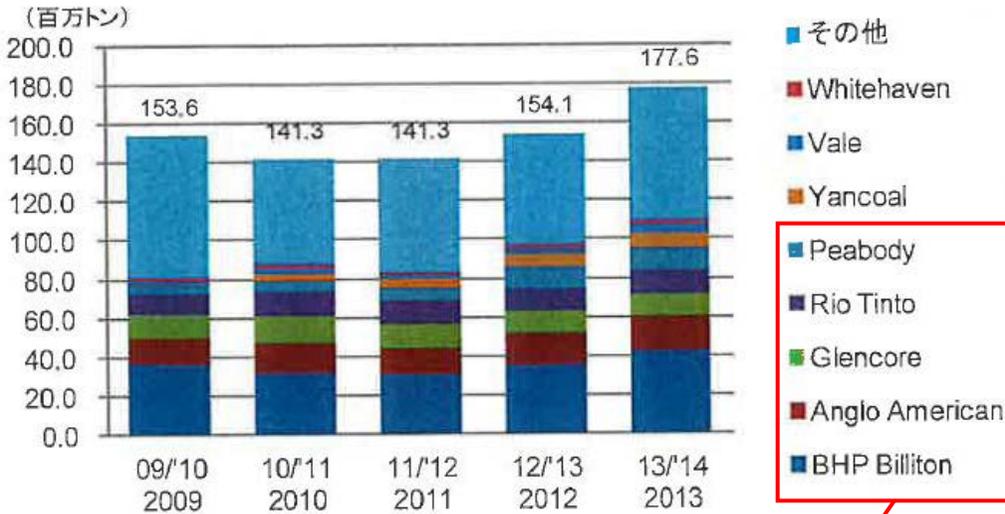
(出典) JKM : Platts

LNG輸入量 : Global Trade Atlas

# (13) 需要④ 鉱物資源・石炭の寡占化

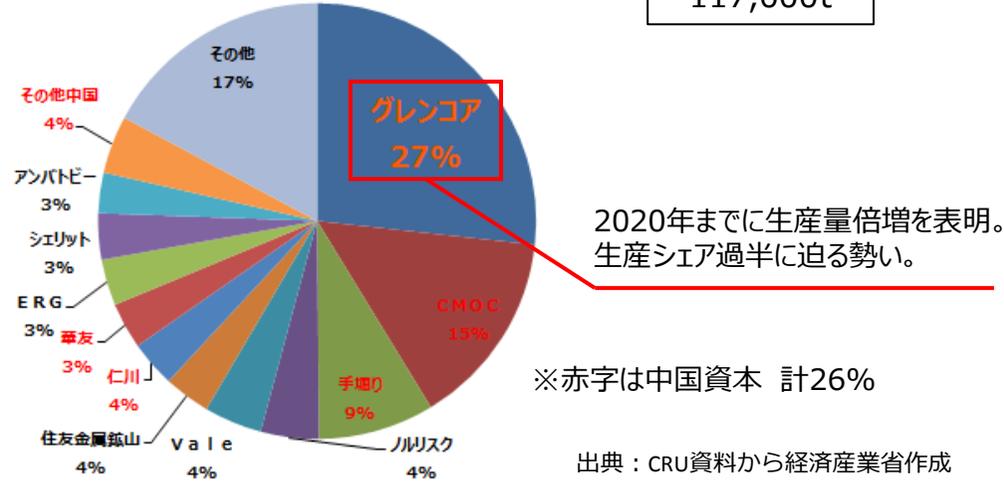
- 石炭・鉱物資源メジャーによる権益の寡占化が進展する一方、中国・インドによる権益確保が進めば、価格形成が歪み、将来は高騰の懸念も。

豪州における主要メジャーの権益割合（原料炭）

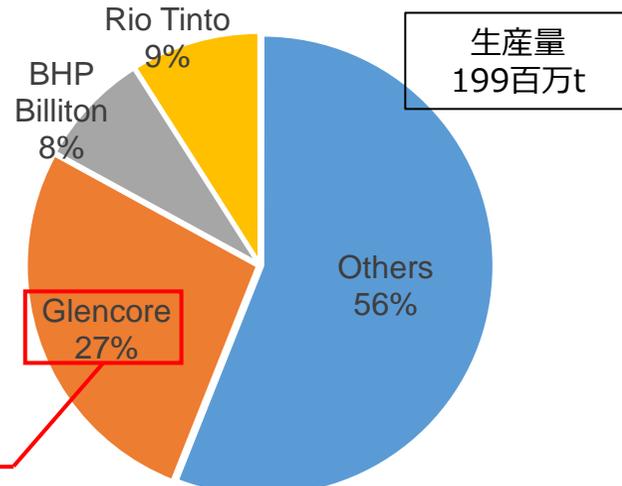


4大石炭メジャー+Peabodyの割合：  
50.2% (2009年) ⇒ 53.7% (2013年)

コバルトの生産シェア（2016年）



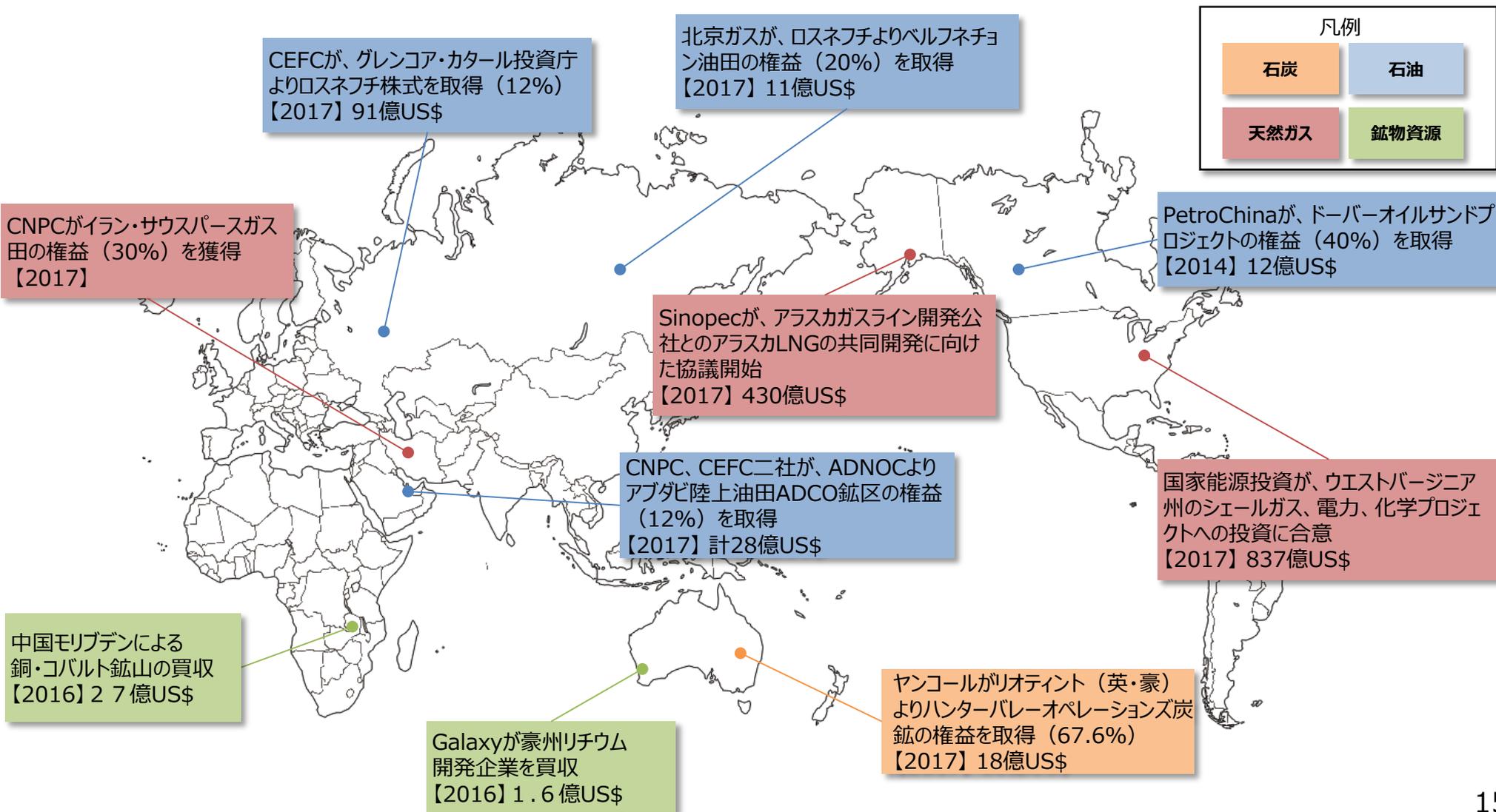
豪州輸出用一般炭シェア（2016年）



出典：平成26年度JOGMEC海外炭開発高度化調査より抜粋

# (14) 需要⑤ 資源市場における中国の存在感

- 近年、中国国有石油企業を中心となり、石油・ガスの上流投資が活発化。
- 石炭・鉱物資源についても、2016年に入り、リチウム、銅、コバルトの鉱山権益や炭鉱権益の獲得を積極化。  
→中国のテリトリーに起因するリスクに加え、中国のプレーヤーに起因するリスクの増大。



# (15) 需要⑥ 脱炭素政策（パリ協定への対応）による需要構造変化

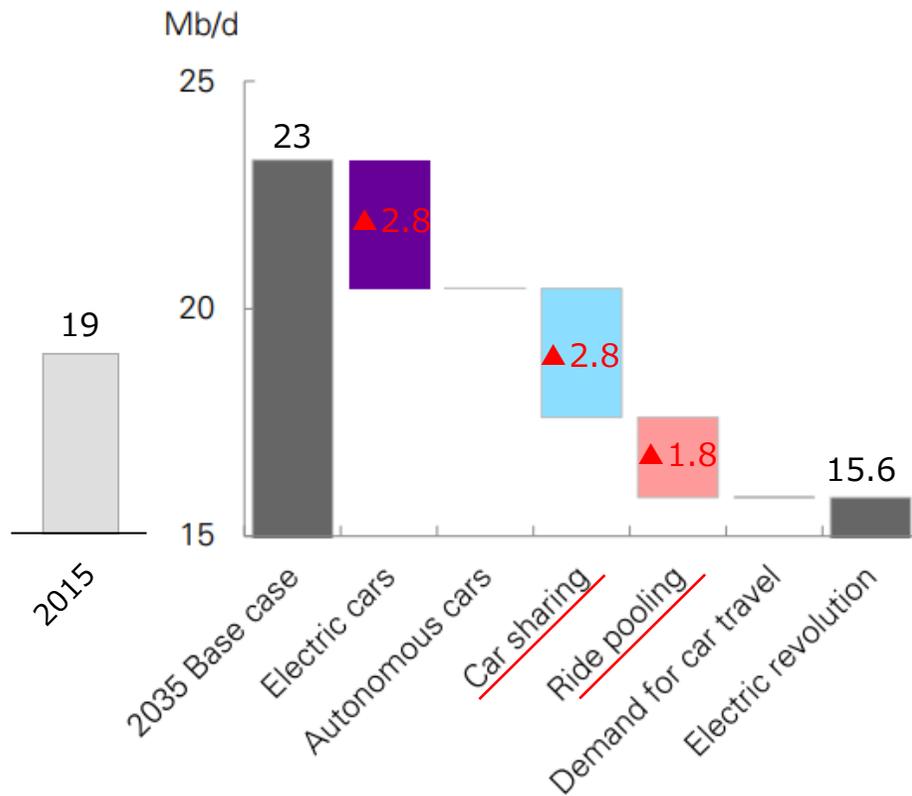
- パリ協定への対応を念頭に、国際的に温暖化対策への関心が高まる中、化石燃料の需要構造に大きな変化をもたらす可能性。

	ドイツ	フランス	カナダ	メキシコ	アメリカ
2050年の目標値	▲80-95% (1990年比)	▲75% (1990年比)	▲80% (2005年比)	▲50% (2000年比)	▲80%以上 (2005年比)
主な対策	①低排出発電の促進 ・再エネ導入増、スマートグリッド等	①低排出発電の促進 ・再エネ投資の促進、高排出エネルギー源使用の抑制等	①低排出発電の促進 ・再エネ（特に水力）、原子力（シナリオによる）、コージェネ、CCS等	① 低排出発電の促進 ・再エネ、原子力等	① 低排出発電の促進 ・再エネ、原子力、バイオマス、CCS等
	②省エネの促進 ・新築の建物の省エネ基準導入・既存の建物のリノベーション等	②省エネの促進 ・建物の省エネ規制強化、省エネシステム導入等	②省エネの促進 ・モーダルシフト、断熱性能向上等	②省エネの促進 ・照明、エアコン、冷蔵庫、給湯等	②省エネの促進 ・電気機器等の高効率化等
	③自動車へのCO2フリー燃料供給、公共・鉄道交通促進等	③電気自動車の導入、モーダルシフトの促進等	③電化の促進 ・産業、運輸、建物等	③鉄道、電気自動車の利用促進等	③電化の促進 ・電気自動車、冷暖房、温水器等
	④CCU等の研究開発や市場導入促進	④イノベーションへの公的支援や投資、技術ロードマップの更新	④低排出技術への研究開発投資促進	④イノベーション政策の推進	④低排出技術への研究開発投資促進
	⑤環境に配慮した税制や経済的インセンティブの見直し、排出権取引制度の強化	⑤産業競争力維持のためのリーケージ対策・EU域外での排出権取引制度の導入推進	⑤カーボンプライシングの導入	⑤GHG排出量を考慮したエネルギー価格の設定	⑤カーボンプライシングの導入
その他	・定期的な見直し	・定期的な見直し(5年毎)	・4つのモデルによる7つのシナリオ	・定期的な見直し ・緩和:最低10年に1回 ・適応:6年に1回	・定期的見直し(5年毎) ・標準シナリオと5つの代替シナリオ

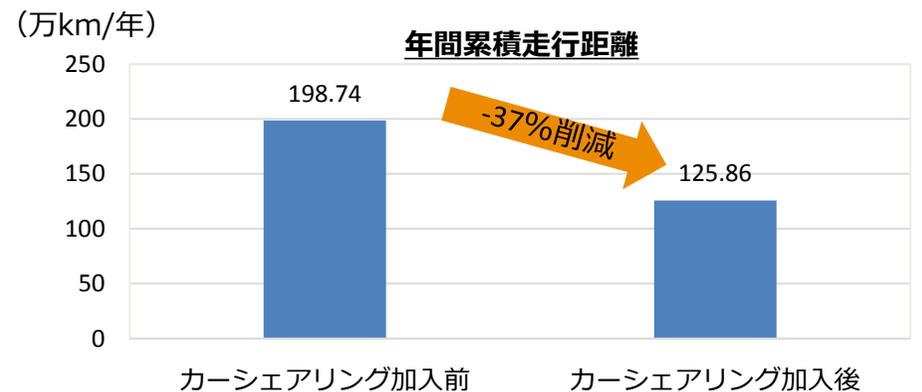
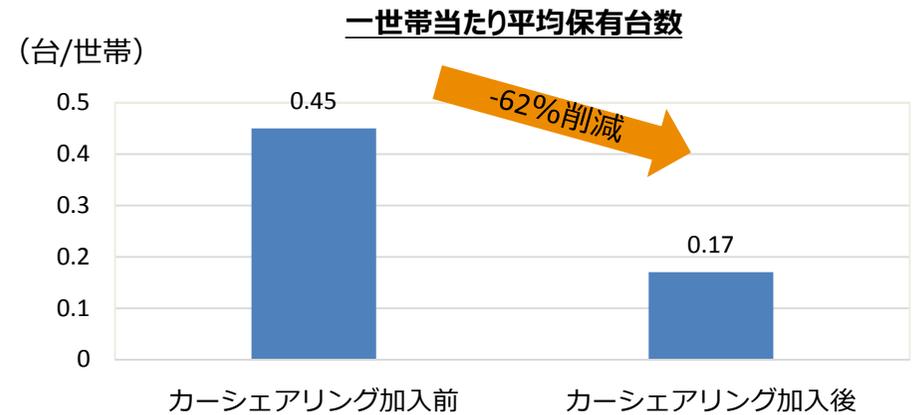
# (16) 需要⑦ 新技術 (シェアリング・エコミー等) による需要構造変化

- EV化やデジタル技術、カーシェアリング等が大幅に進展すれば、石油需要が減少する可能性。
- カーシェアリングにより、世帯当たりの自動車保有台数、年間累積走行距離が大幅に減少する可能性があるとの指摘も存在。

電化・カーシェアリング等の大幅な進展による  
自動車用石油需要への影響



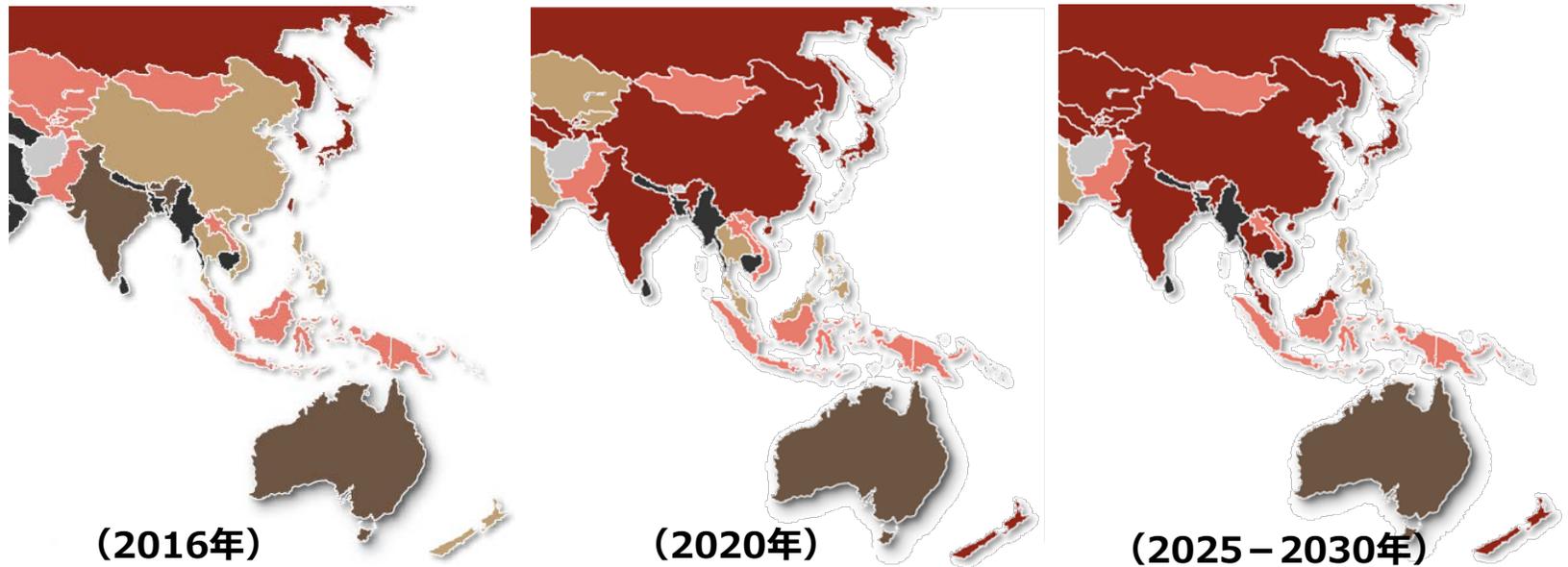
シェアリングに関するアンケート結果



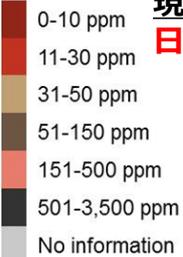
# (17) 市場① 石油製品市場の一体化

- 大気汚染への対応のため、中国・アジアを中心に、品質規格の改善が進展。
- 中国におけるガソリンの硫黄分規制は2017年に日本と同レベルに。今後、石油製品市場の一体化が進展していく可能性。

## アジアにおけるガソリン硫黄分規制の見通し



### Legend:



### 現状の10ppm規制国

日本、台湾、韓国

### 2016年以降10ppm規制国

2016年 : ロシア  
 2017年 : 中国、ニューゼーランド  
 (アメリカ)  
 2020年 : インド  
 2021年 : ベトナム

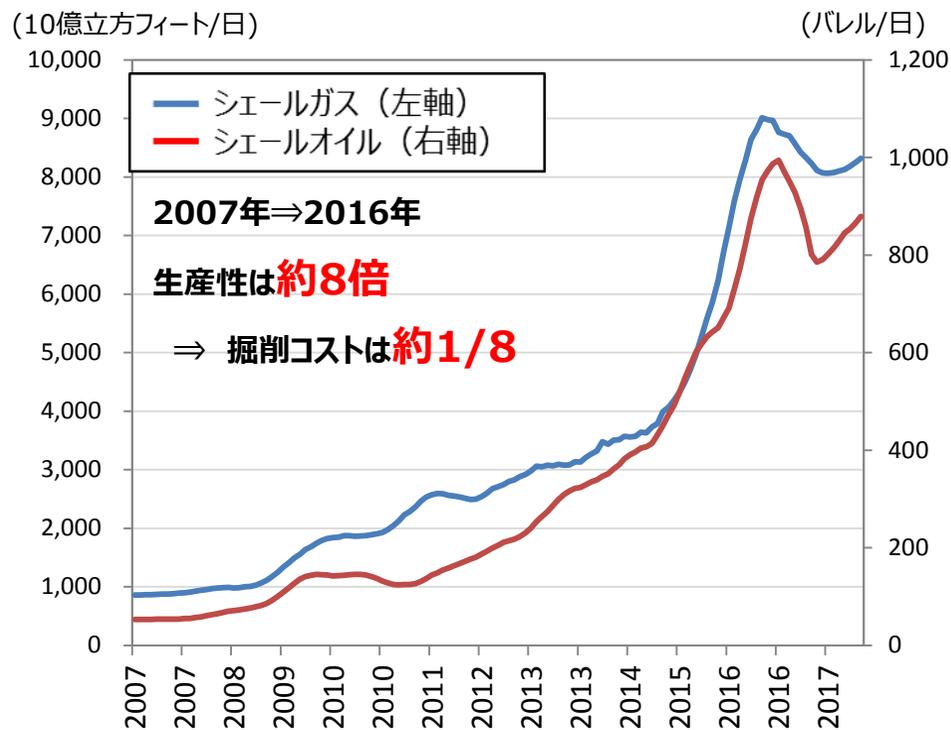
### 2025-2030年時点の硫黄分上限

ミャンマー、カンボジア : 501-3,500ppm  
 インドネシア、ラオス、モンゴル : 151-500ppm  
 オーストラリア : 51-150ppm  
 フィリピン : 31-50ppm  
 タイ、マレーシア : 0-10ppm

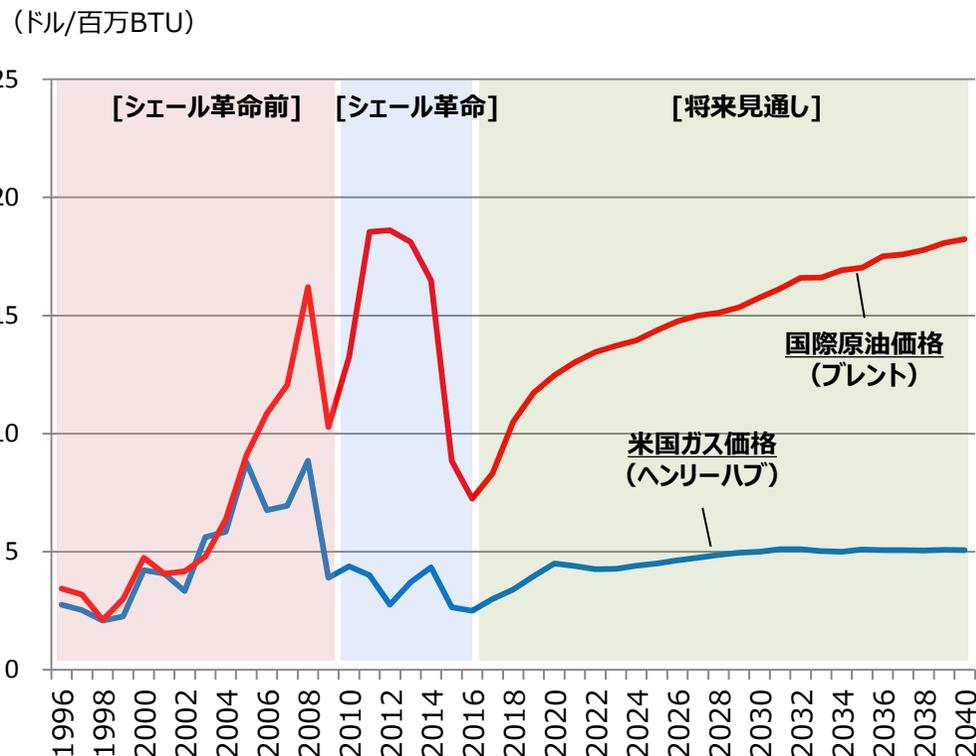
# (18) 市場② エネルギー価格の変化

- 2000年代後半の米国のシェールガス革命以降、シェールガスの生産コストは激減。中長期的にも**米国産ガスの価格は、原油に比して低位で推移**する見込み。
- 米国ガスの輸出拡大が始まる中、我が国が石油とガスの価格分離のメリットを享受する好機。

### 米国の石油とガスの生産性の推移 (掘削リグあたりの原油・ガス生産量)



### 米国ガス価格と国際原油価格の推移と見通し

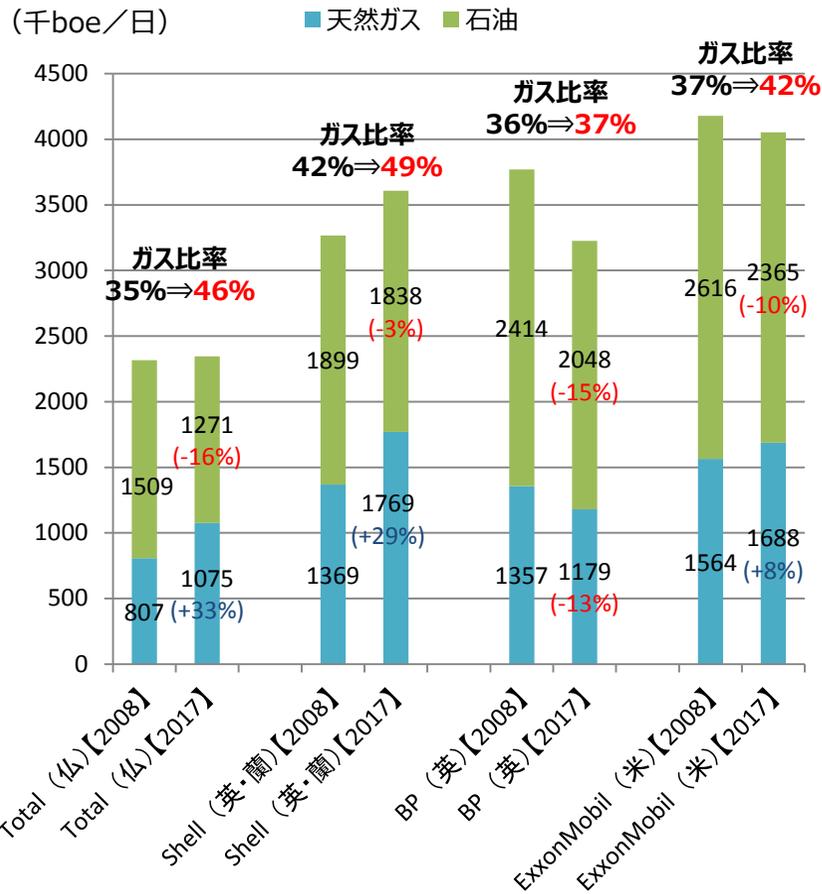


# (19) 市場③ 石油メジャーのガスシフトや新分野進出

近年の国際石油メジャーは、

- 将来の需給環境を見越し、Shellを中心とした**ガスシフト**が進行。シェール革命も相まって、**LNG資産を増強**。
- 資源価格低下を受け、**中下流を含めたバリューチェーンの拡充**が進展。新規需要開拓から、**アジアに進出**。
- 環境意識の高まりから、特に欧州系企業において、**新エネ投資**も開始。

### メジャーの石油・ガス生産量の変化



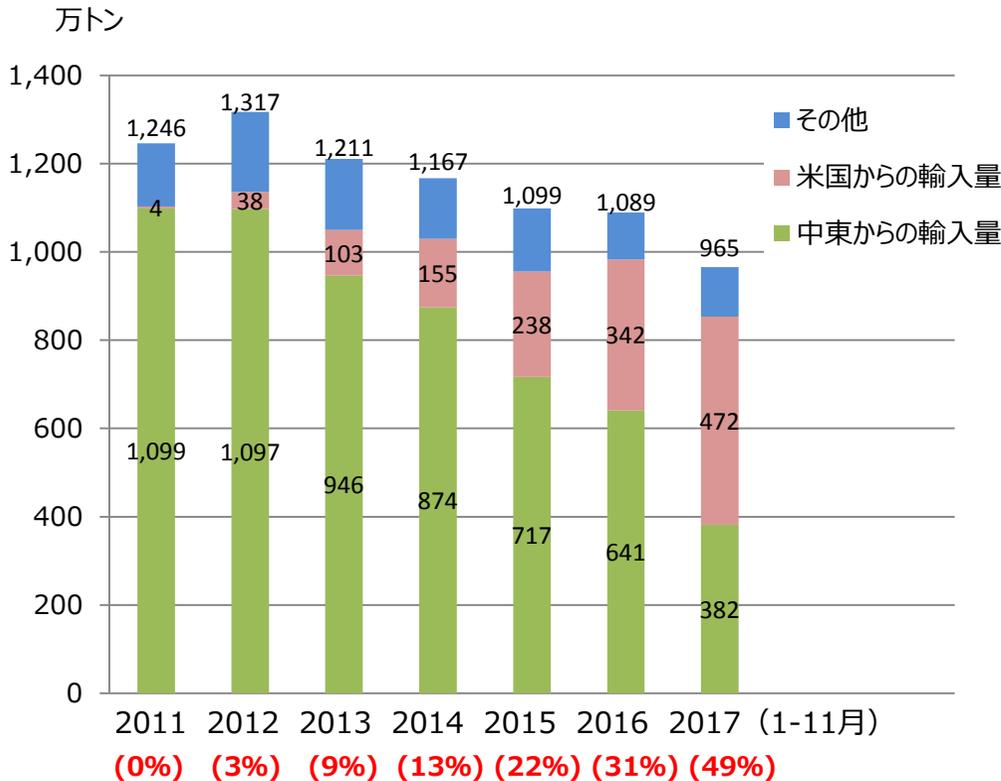
### 石油メジャーのポートフォリオ多角化 (例)

<b>ExxonMobil(米)</b>	2017年	パプアニューギニアの大ガス田権益を保有する同国の企業を買収
	2017年	世界有数の石化プラントを有するシンガポールの石化企業を買収
<b>Shell(英・蘭)</b>	2015年	CNOOCと共同で、中国の石化プロジェクトを拡張
	2016年	BG (英国の天然ガス開発大手) を買収
	2017年	欧州最大のEV充電サービス企業を買収
<b>BP(英)</b>	2021年までに開始予定のプロジェクトの約75%がガス案件	
	2017年	欧州最大手の太陽光発電企業と戦略的提携 (株式買収)

# (20) LPG市場の構造変化

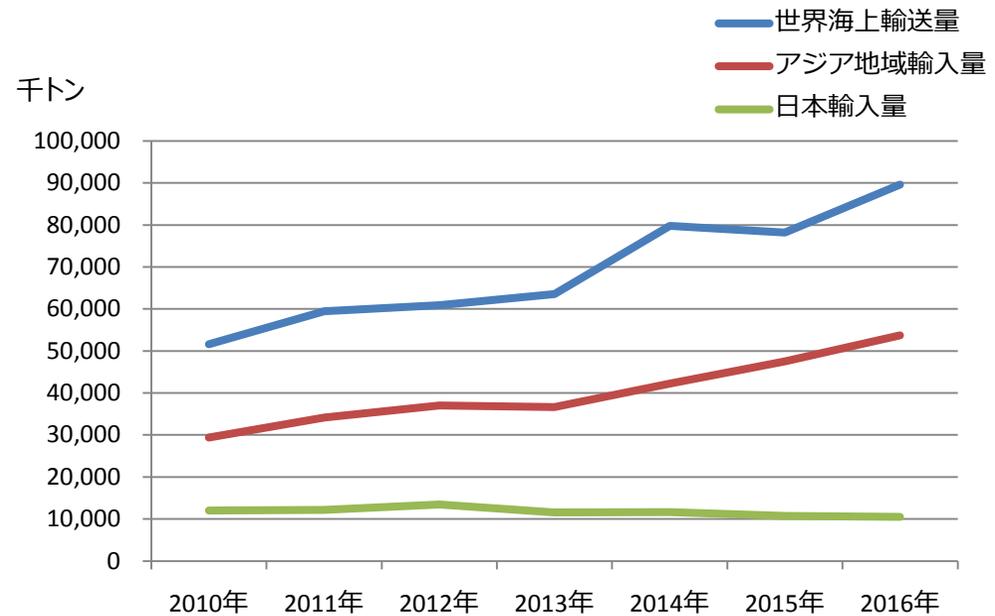
- 米国のシェール随伴LPガスにより中東依存度は低下し、LPG市場におけるグローバルな競争が実現。
- アジア地域のLPG需要は拡大しており、日本企業にとって流通販売業やLPガス機器製造業の現地進出、輸出、トレーディングなど商機は拡大。

### 米国からのシェール随伴LPガス輸入量の推移



出典：貿易統計

### 世界の海上輸送量とアジア地域及び日本の輸入量



出典：事業者ヒアリング等を元に資源エネルギー庁作成

## (21) 技術① 地熱発電の可能性

- 地熱発電は、潜在的な資源量と比較して、利用量は限定的。今後、設備導入が拡大していく可能性。
- 地熱発電用タービンの市場において、日本企業は高い競争力。

### 世界各国の地熱資源量及び地熱発電の設備容量の推移

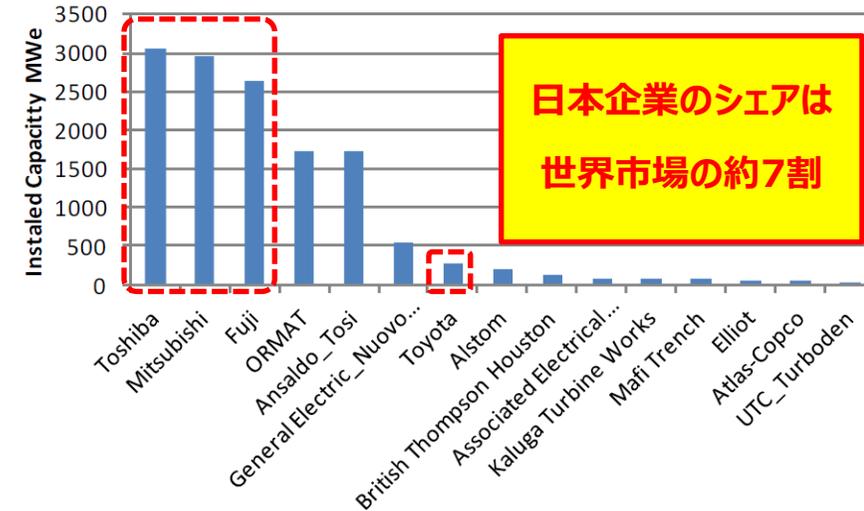
(単位：万kW)

		地熱資源量	設備容量 (2015年)		設備容量 (2005年)
①	米国	3,000	360	←	289
②	インドネシア	2,779	140	↑	85
③	<b>日本</b>	<b>2,347</b>	<b>54</b>	←	<b>53</b>
④	ケニア	700	61	↑	17
⑤	フィリピン	600	192	←	198
⑥	メキシコ	600	89	←	96
⑦	アイスランド	580	67	↑	20
⑧	ニュージーランド	365	97	↑	43

出典：BP Statistical Review of World Energy, June 2016等より作成

- 地熱発電は、世界的に導入拡大の傾向。
- 世界各国ともに、設備容量拡大の可能性が大きく残されている状況。

### 世界各国の地熱発電用タービンのシェア

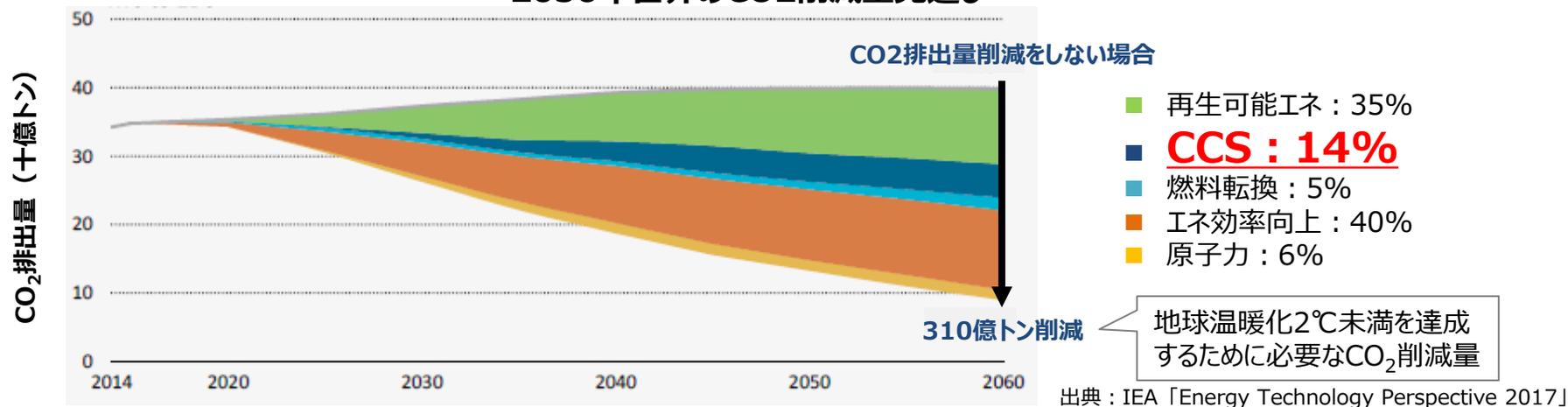


出典：Ruggero Bertani 2015,「Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report」

# (22) 技術② 火力発電の効率化及びカーボンフリー化

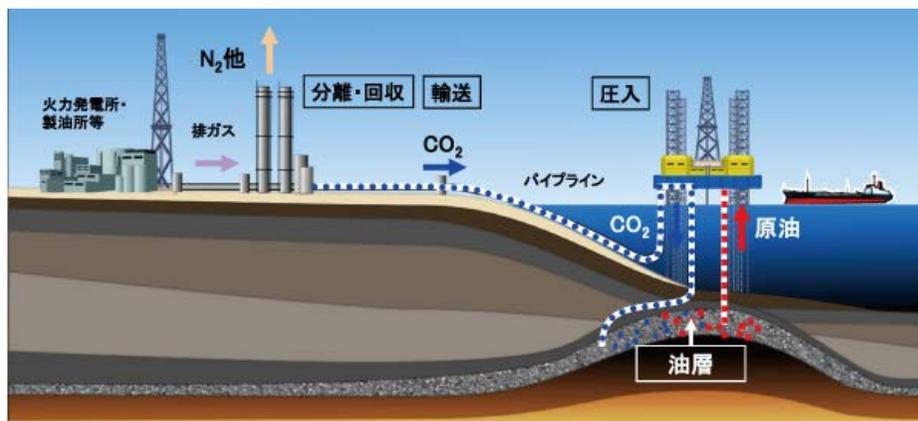
- 化石燃料の有効活用と気候変動対策を両立させる上で、CCS/CCUS技術は鍵となり得る。

## 2050年世界のCO2削減量見通し



## CO2 EORの概要

- CO2 EOR (Enhanced Oil Recovery)  
…CO2を油田に圧入し原油を増産する技術



出典 : JOGMEC (左)  
IEA GHG R&D Programme, 2009 (右)

## 世界におけるCO2 EORのポテンシャル※

地域	EORによる原油回収可能量 (単位 : 10億バレル)	CO <sub>2</sub> 貯蔵容量 (単位 : 10億トン)
アジア太平洋	30	8
中南米	61	20
欧州	29	8
旧ソ連	152	42
中東・北アフリカ	412	125
北米 (米国除く)	29	9
米国	121	34
南アフリカ・南極大陸	49	15
他、将来の増産余地	191	57
合計	1,072	318

※先進的EOR技術が世界規模で採用される理想的なシナリオを前提とした場合

# 1. 資源燃料を巡る構造変化

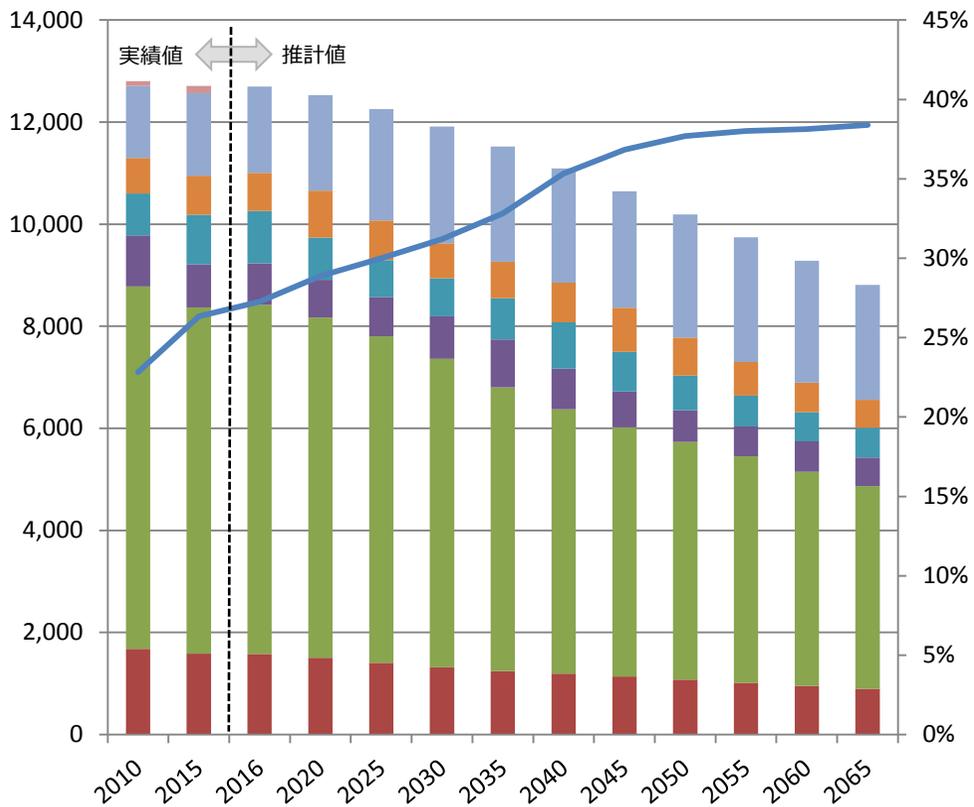
## ②国内の動向

# (1) 需要① 人口減少・過疎化

● 人口減少・高齢化、過疎化は進展。特に地方において、需要の縮小・分散が進展する可能性。

### 年齢区分別人口推計

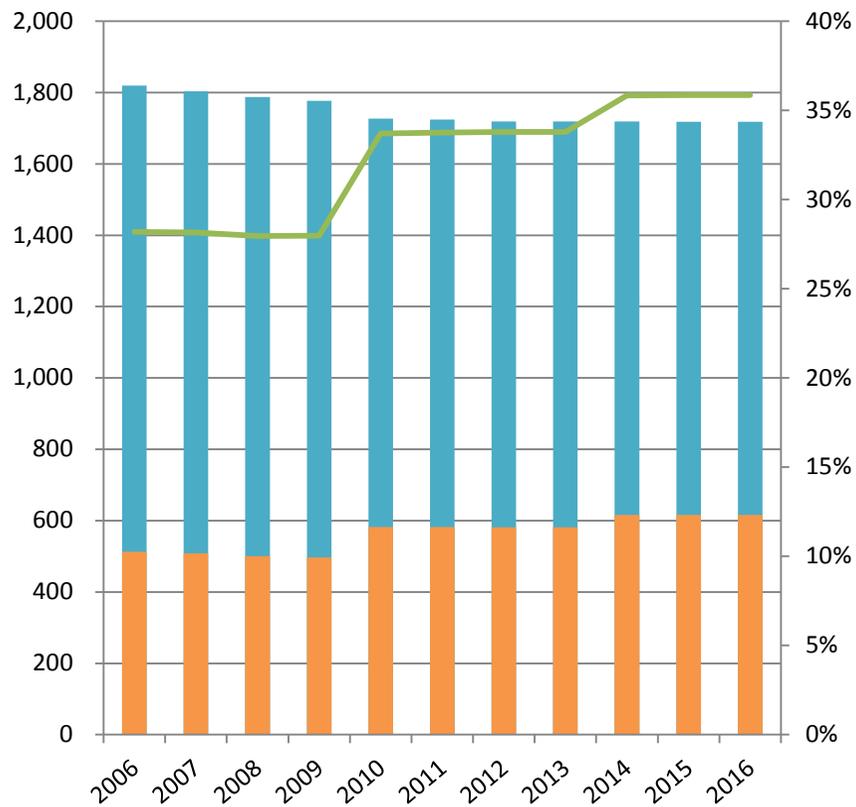
0～14歳 15～59歳 60～64歳 65～69歳  
70～74歳 75歳以上 年齢不詳 高齢者比率



出典：内閣府「平成29年度版高齢社会白書」

### 過疎地域数の推移

市町村数 過疎地域数 過疎地比率

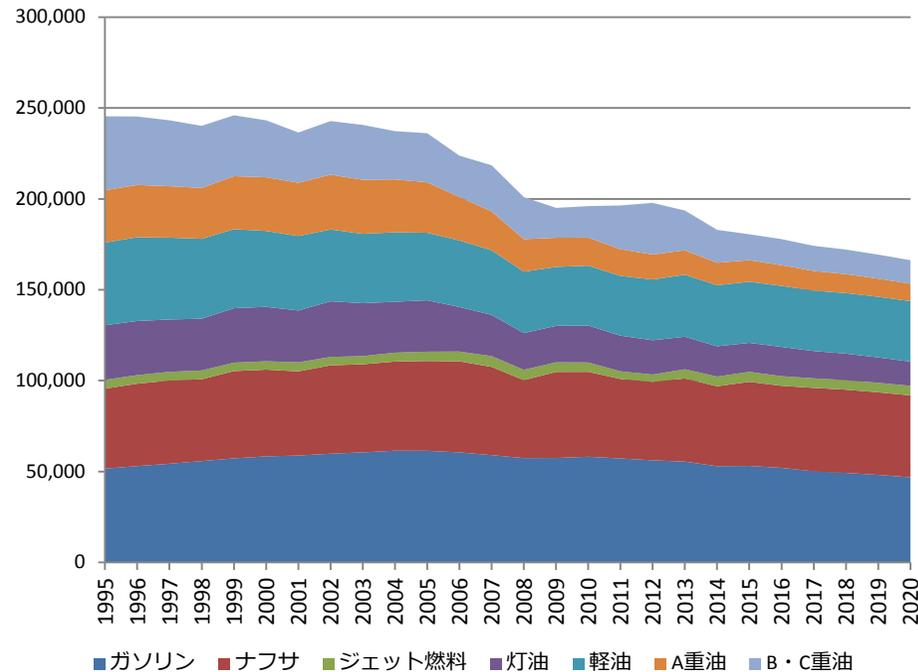


出典：総務省「平成27年度版過疎対策の現況」

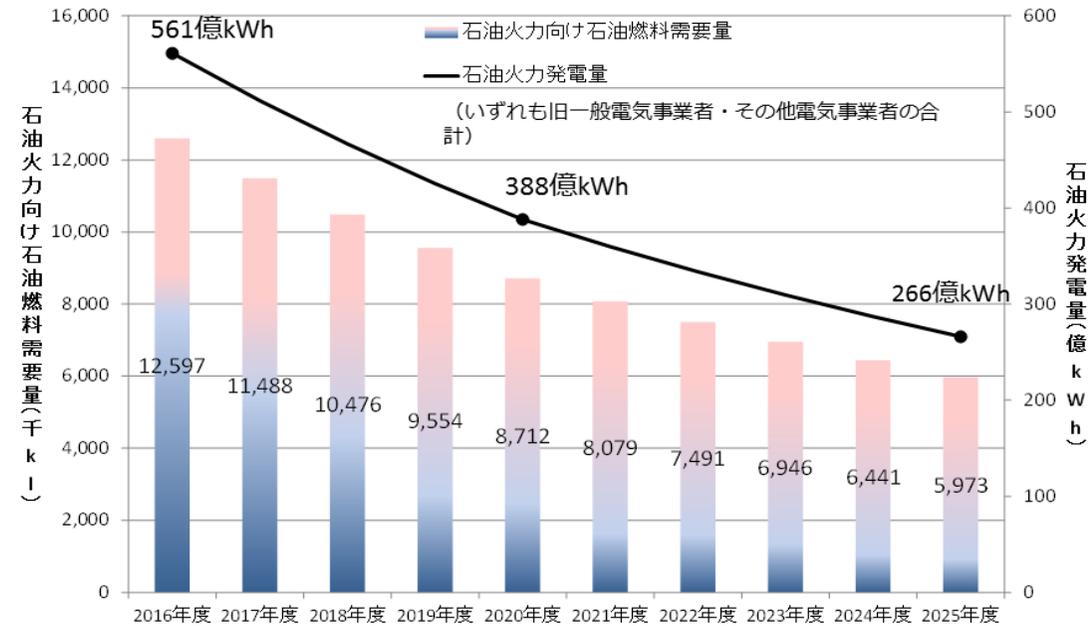
## (2) 需要② 国内の化石燃料需要の変化

- 我が国の石油製品需要は、1999年をピークに減少を継続。今後もこの傾向は続く見通し。
- 製品別に見ると、ガソリンは、今後、E V・P H Vの普及等により、需要減少のペースが加速化する可能性。また、重油は、石油火力発電の廃止や船舶用燃料への環境規制の影響により、需要減少が顕著。

### 我が国の石油製品需要の推移と見通し (kl)



### 『平成28年度供給計画とりまとめ』に基づく 石油火力向け石油燃料需要の見通し



(注) 石油火力向け石油燃料需要量は、原油・重油の合計

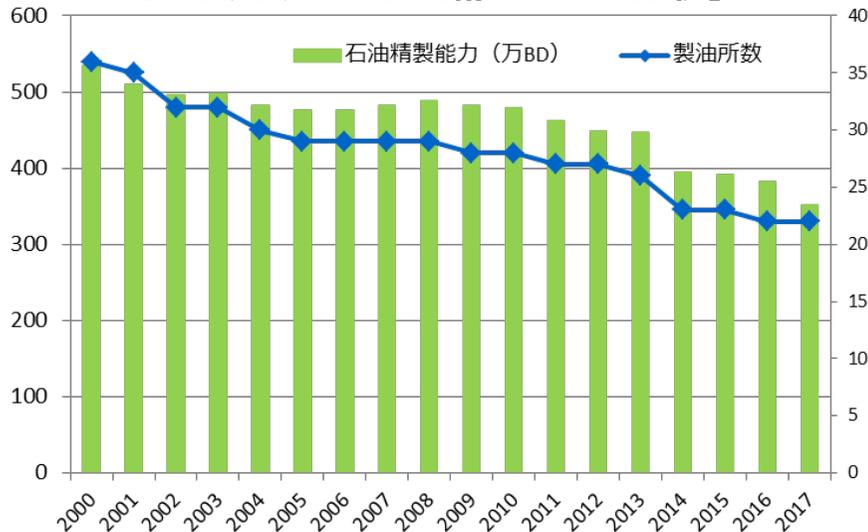
(出典) 石油火力発電量は『平成28年度供給計画とりまとめ』表3-2「発電端電力量の推移」による。同表に数値のない2017～2019年度、2021～2024年度については、それぞれ2016～2020年度、2020年度～2025年度間の年平均減少率を用いて推計した。  
石油火力向け石油燃料需要見通しは、2015年度おける電力調査統計による重油受入量と、資源エネルギー統計による電力用原油出荷量の合計を、電力調査統計石油火力発電量で除して算出した換算係数0.216L-foe/kWhを用いて推計した、原油・重油の合計値。

(出典) 2015年度までは、資源・エネルギー統計の実績。2016年度以降は、資源エネルギー庁「石油製品需要見通し」。

# (3) 供給① 国内インフラ・担い手の減少

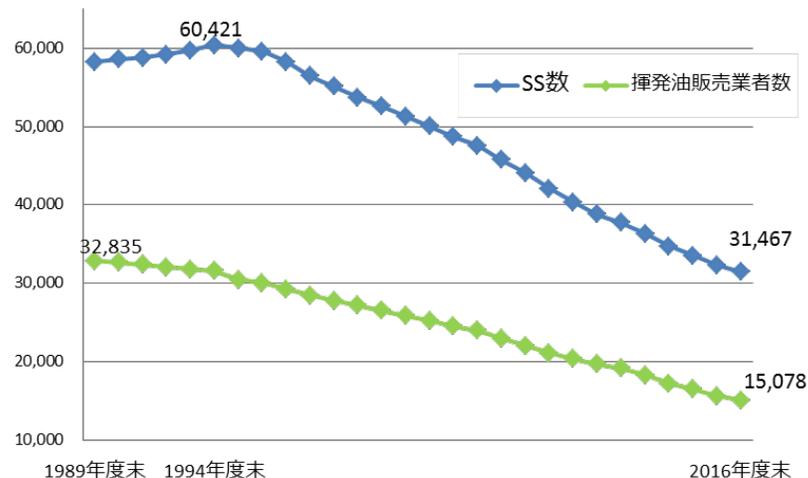
● 需要減少に併せ、国内の資源燃料の供給を支えてきたインフラ・担い手も減少。地域によっては維持が困難に。

### 【製油所数及び石油精製能力の推移】



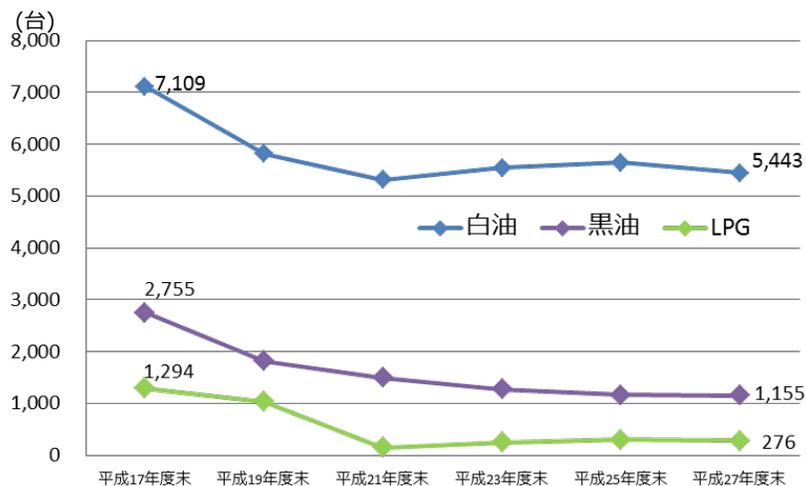
※製油所数及び石油精製能力は石油業法（～'01年）または石油備蓄法に基づく届出ベース

### 【SS数及び揮発油販売事業者数の推移】



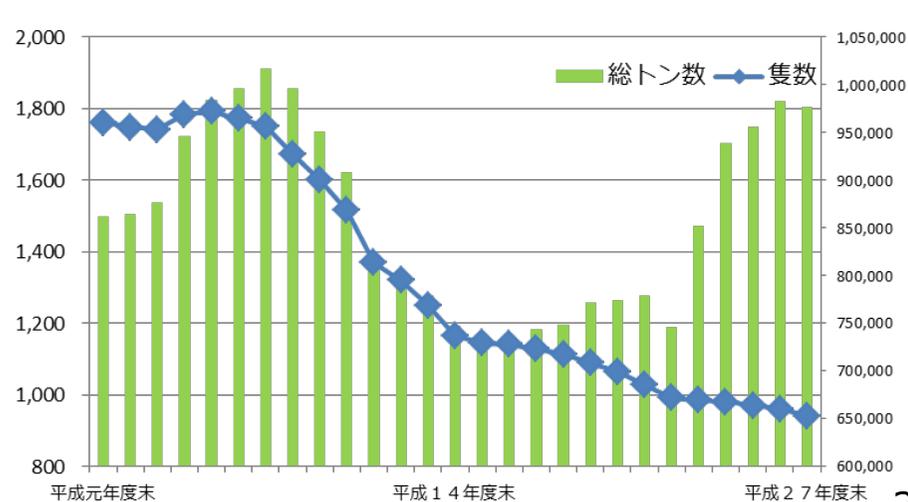
(出典) 資源エネルギー庁

### 【タンクローリー数の推移】



(出典) 資源エネルギー庁「石油設備調査」

### 【内航油送船隻数及び総トン数の推移】

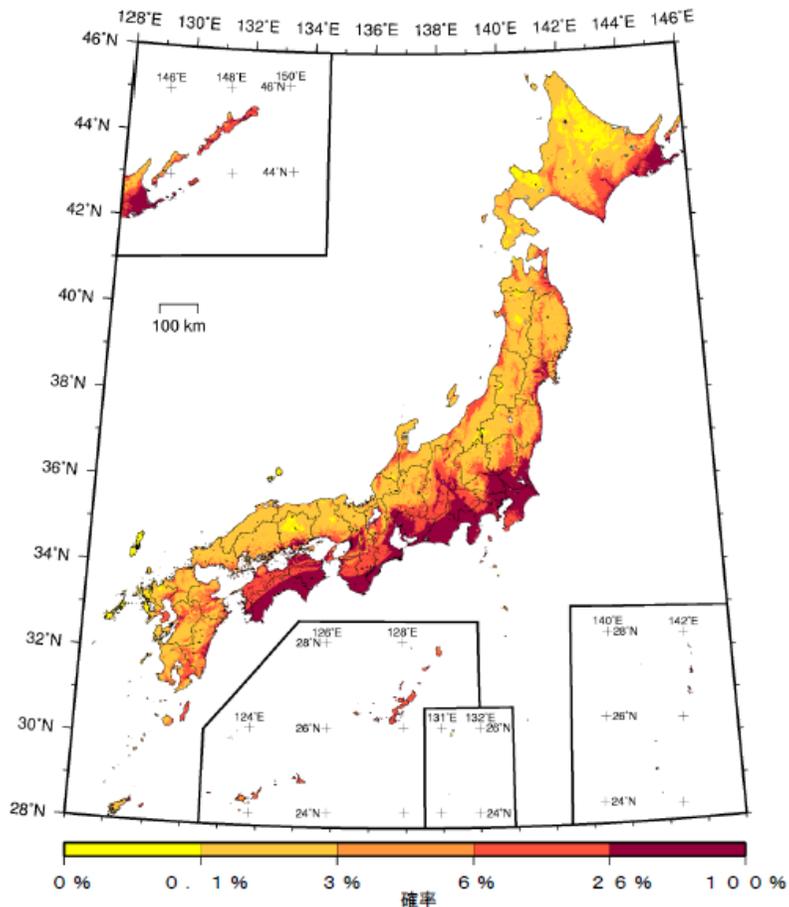


(出典) 日本内航海運組合総連合会

# (4) 供給② 高い災害リスクとインフラ・担い手の必要性

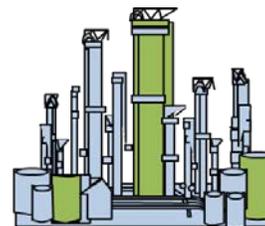
- 東日本大震災以降、国内災害による供給リスクが顕在化。今後30年以内に南海トラフ地震、首都直下地震等の大規模災害が生じる可能性が指摘される中、インフラ・担い手の在り方が課題に。

## 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率



出典：地震本部「全国地震動予測地図2017年版」

## 東日本震災時の石油関連施設の被災状況



(生産機能)  
・東北、関東の製油所の損壊・停止により、国内の精製能力が約3割低下。



(出荷機能)  
・油槽所等の損壊、広域的な停電による稼働停止が発生。

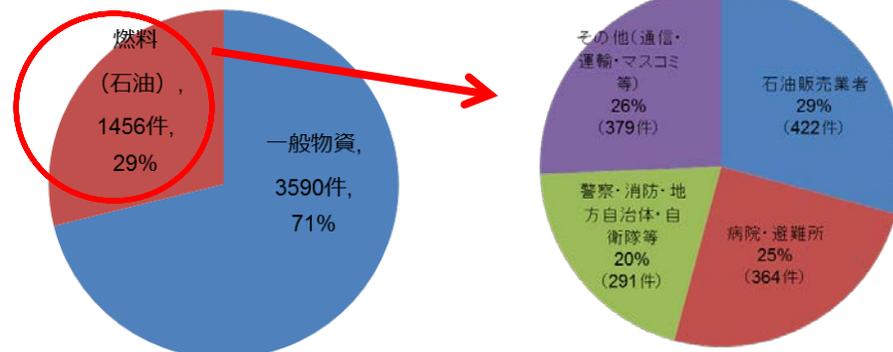


(輸送機能)  
・港湾、鉄道、道路が被災・寸断。  
・タンクローリーが津波により被災。



(販売機能)  
・約4割のサービスステーション (SS) が営業不能になり、行列や混乱の発生。

## 政府への支援要請



【被災地からの要請対応内訳】

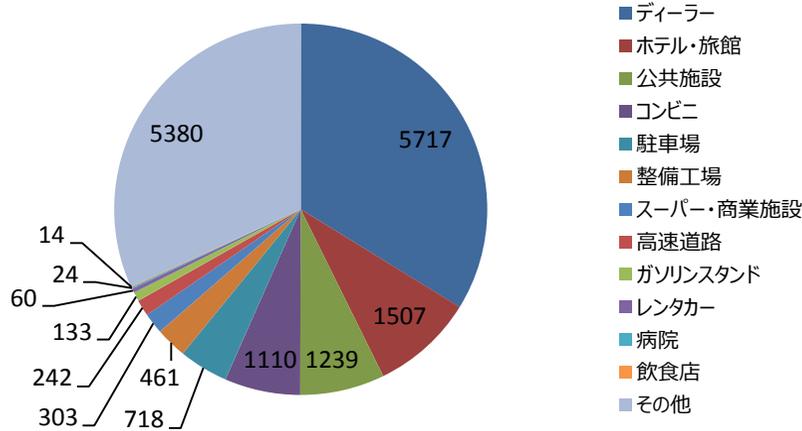
【石油供給の要請先内訳】

# (5) 技術① 新技術による変化の可能性 (EV化等の進展)

- EVは住居、大手ショッピングモール等の人が集まるところ、自動車が通行するところに拠点。燃料供給インフラの在り方が変わる可能性。

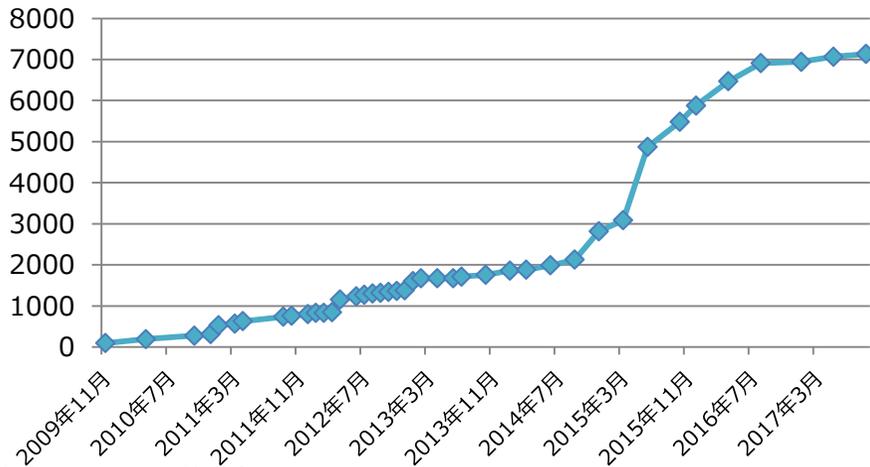
## ◆ 設置の進むEV充電ステーション

コンビニや商業施設・宿泊施設等でも設置が進む。



出典：e燃費 ※1/5現在の登録情報を元に作成

## 急速充電器設置箇所の推移



出典：CHAdeMO協議会

## ◆ 走行中ワイヤレス給電技術

EVへの走行中の無線給電技術も、近い将来に実現する見通し。



出典：東京大学大学院 新領域創成化学研究科

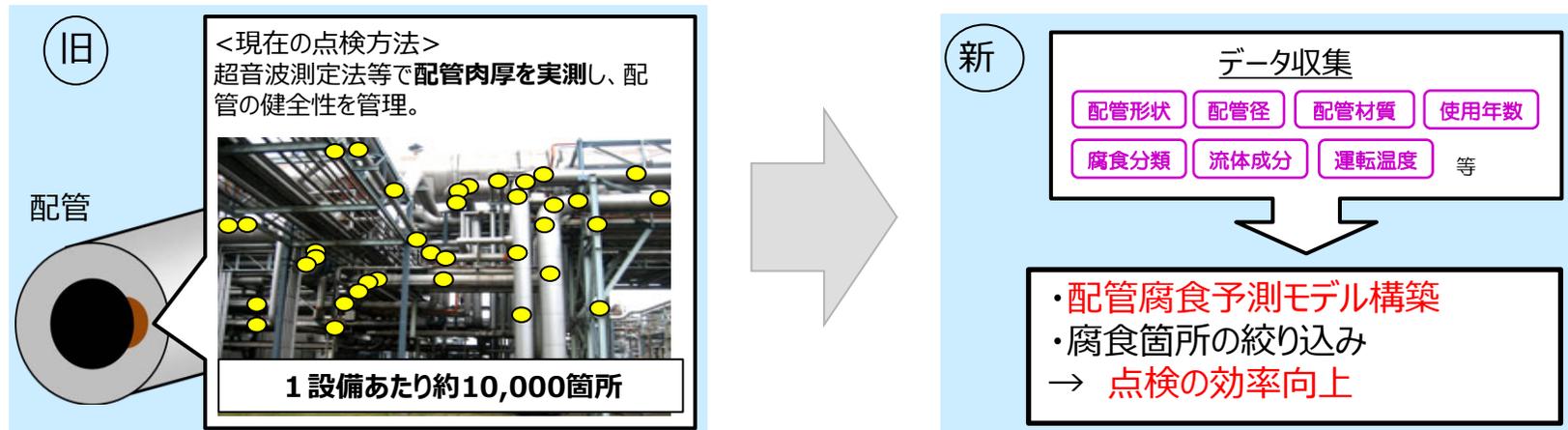
## (6) 技術② 新技術の可能性 (製油所等のIoT・メンテナンス)

- IoTやビッグデータ、ドローンなどの新技術を活用し、製油所等インフラのメンテナンスコストの引き下げや、生産性の向上、調達や販売との連動管理等が進展する可能性。

### 海外における取組事例

<b>Saudi Aramco</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>2017年6月、米国のシステム・プロセスエンジニアリング会社 (Emerson社) と、デジタル技術の活用に関する覚書を締結。</li><li>IoTやスマート計装機器などの活用やデジタル人材の育成等の協力関係を構築。</li></ul>
<b>Statoil</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>2020年までに、2億4千万ドルを投資し、デジタル化を推進・管理するセンターを設立する計画を発表。</li></ul>
<b>GE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>2017年6月、石油・ガス関連施設 (パイプライン、貯蔵タンク等) の点検用ドローンの開発を目的とした子会社「Start Up」の設立を発表。</li></ul>

### 経済産業省による実証事業 (国内事業者の協力による内面腐食予測モデルの構築)

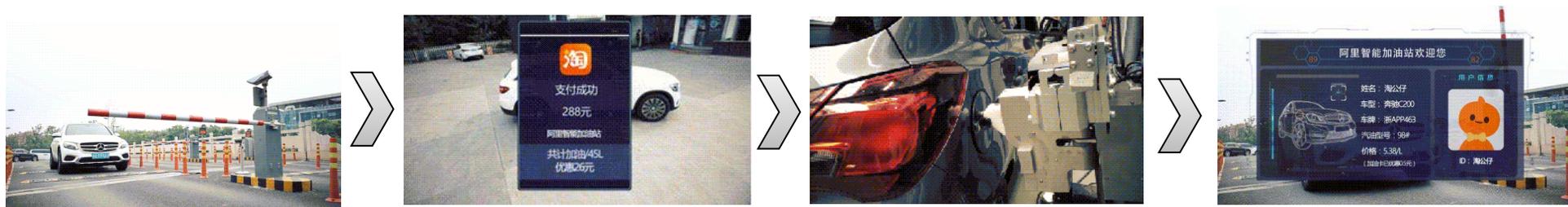


## (7) 技術③ 新技術の可能性 (新たな燃料供給ビジネスの出現)

- 中国や米国などにおいて、完全自動ガソリンスタンドや給油のオンデマンド・サービス (移動式) など、新たな燃料供給ビジネスが始まっている

### ◆ 中国の完全自動ガソリンスタンド

中国EC企業のアリババは2018年に完全自動ガソリンスタンドを実現すると発表。



1. ナンバープレート認証

2. 顧客を判別して油種を選択

3. ロボットアームによる給油

4. 登録口座から自動決済

### ◆ 米国のオンデマンド給油サービス

米国では複数のベンチャー企業が、ガソリンのオンデマンド給油サービスを展開している。

**BF BOOSTER**



## **2. 中長期を見据えた資源燃料政策の視座**

# (1) 基本的視点 -国内外のリスクに備えた対応により、セキュリティを維持・強化-

## 化石依存・海外依存の現状

一次エネルギー供給：化石燃料 91% (2015)  
うち海外依存 99%

### 国外の情勢変化

- 中東流動化、シーレーンなど供給リスクの高まり  
中・印との資源獲得競争、国営企業の台頭
- EV・電化による鉱物需要の増加
- LNG/石炭の国際マーケットの形成
- IEAによる市場安定レジームの弱体化

### 対応策

- 石油ガス権益確保、中下流への協力拡充  
中東安定化に向けた構造改革支援
- EV普及に必要な鉱物資源の確保
- アジア大の市場育成 (LNG・石炭)
- IEA外のアジア諸国との協力 (備蓄等)

### 資源外交の新展開

### 国内の情勢変化

- 頻発する大規模災害
- 国内需要の減少と企業再編の進展
- 地域への供給インフラ・担い手の減少
- エネルギー間の相対価格の変化

### 対応策

- 災害対応力強化・強靱化
- 石油産業の新展開 (海外・国内連携等)
- 供給インフラ・次世代化  
(IoT活用、規制改革等)
- ガスの有効活用 (インフラ整備等)

### 供給基盤 (担い手・インフラ) の確保

我が国に競争力あるエネルギー技術による国内外の低炭素化の推進  
(地熱、高効率火力、CCS、水素などの革新技术)

安全保障・コスト低減・カーボンフリーへの貢献を同時達成

移行マネジメント (依存度の低減・リスク軽減)

当面の課題

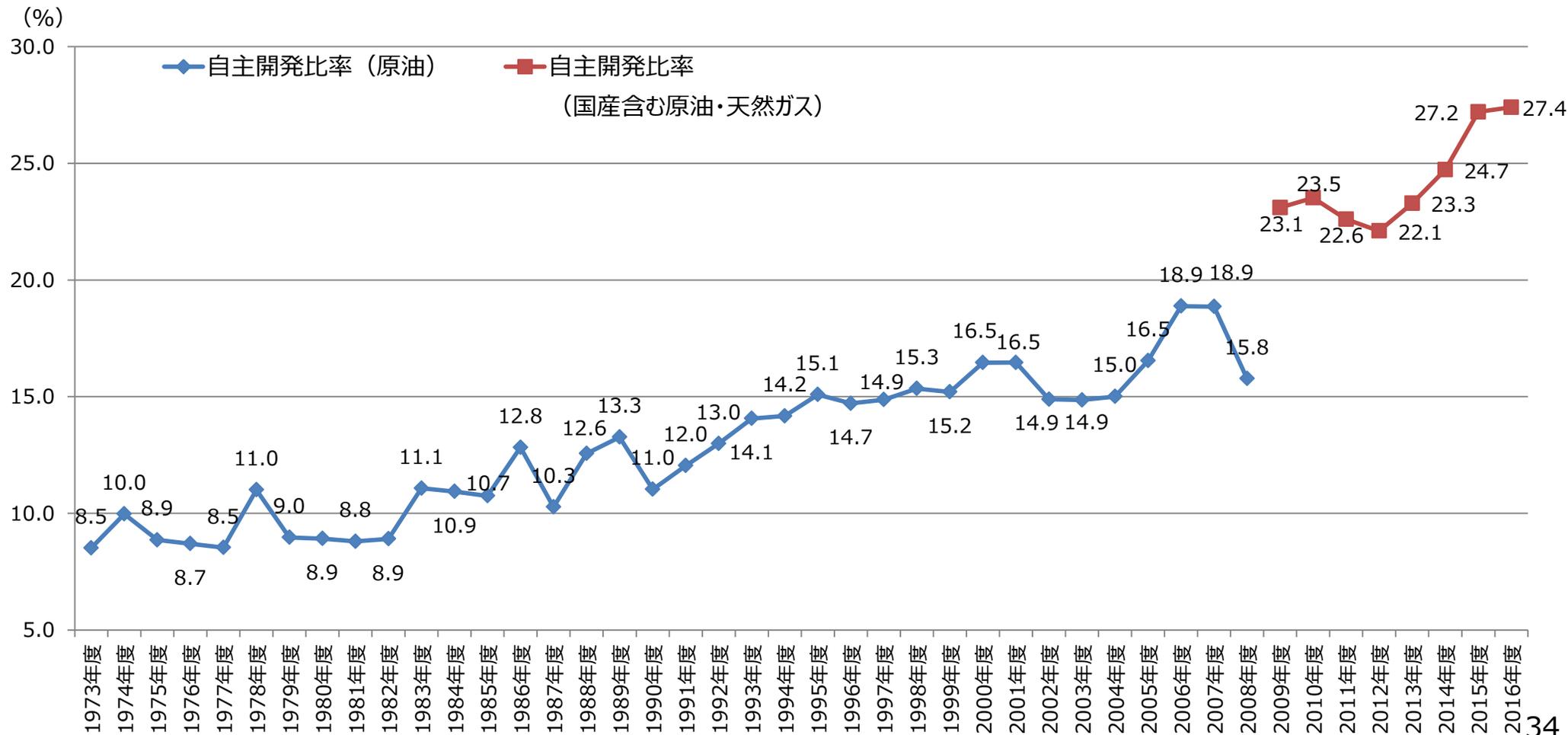
将来

## (2) 資源確保① 石油・天然ガス自主開発の推進

- オイルショックを契機として、1970年代より我が国は石油の自主開発政策を推進。**自主開発比率※を2030年に40%以上とする政策目標を掲げている（2016（平成28）年度は27.4%）。**

※自主開発比率 = (我が国企業の権益下にある石油・天然ガスの引取量 + 国産生産量) ÷ (石油・天然ガスの輸入量 + 国内生産量)

- 新たな環境を踏まえつつ、本政策目標を達成するべく、既存のJOGMECによるリスクマネー供給、政府による**資源外交**などの政策資源をいかに戦略的に重点投入するか等について、検討していくべきではないか。



## (2) 資源確保②資源外交の多角的展開

- 従来の資源外交は、**上流権益獲得**に向け、**資源国向けの経済関係強化策**を実施。
- 近年のエネルギー情勢の変化や、それに伴う産油・ガス国のニーズの多様化に応じて、今後は、
  - ① **資源国**との間での、**第三国展開**（マーケティング、投資案件形成等）、石油化学などの中下流協力等の幅広いビジネス連携や**医療・教育等の経済分野を超えた二国間協力**、
  - ② **国際市場形成**等を意識した**需要国**（規模、新規性等）に対する、**国内制度やインフラ整備等に係る協力**等、**総合的・多角的な資源外交の展開**の在り方について検討していくべきではないか。

相手国

従来の資源外交

資源国



エネルギー分野・  
経済分野の協力

上流権益の獲得

今後の資源外交

資源国



第三国マーケティングや  
石油化学等の中下流  
を含めたエネルギー協力

需要国



国際市場ルール形成  
国内制度・インフラ整備  
等の協力

国際マーケットの構築

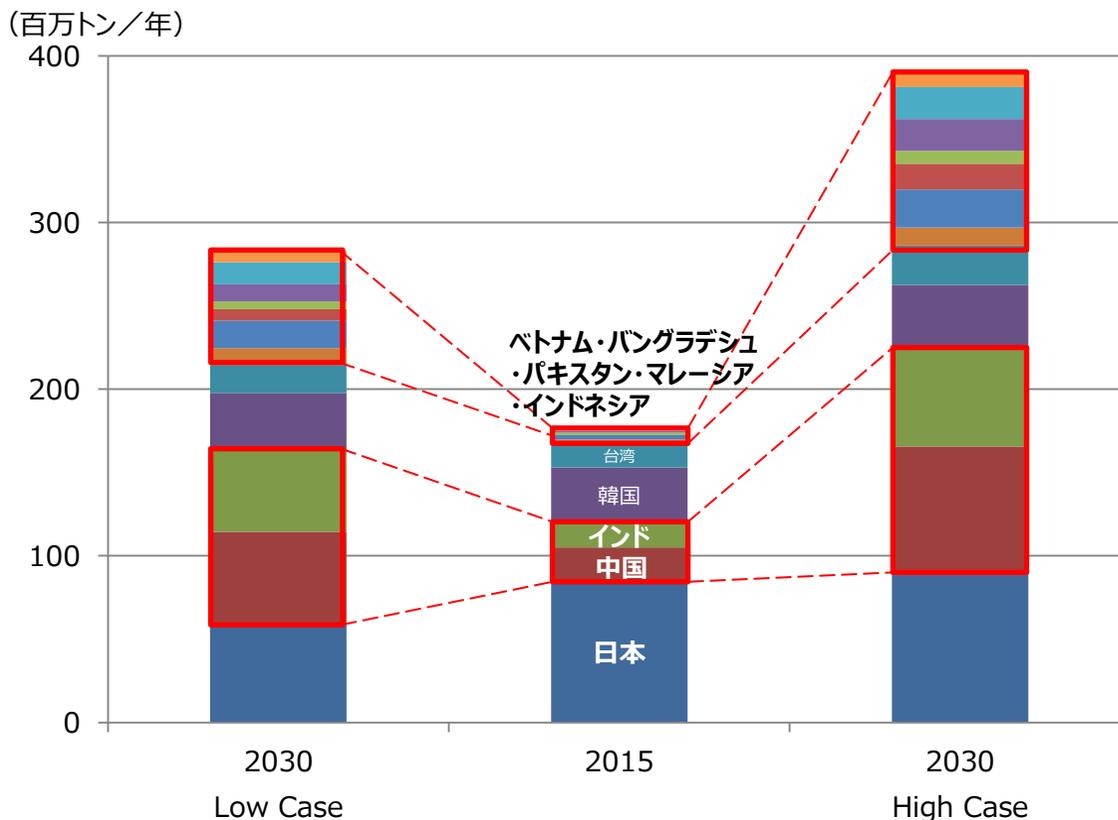
協力分野

中下流ビジネスの海外展開

## (2) 資源確保③ アジア大の市場育成を通じた安定供給

- 資源メジャーによる権益の寡占化が進展する一方、国内需要減少に伴い日本企業のバーゲニングパワーは低下。
- 成長するアジア市場で透明性・信頼性の高いマーケットを確立し、価格裁定やリスクヘッジの働く仕組みを構築する等、より柔軟で合理的な資源調達（特にLNG）の在り方について検討していくべきではないか。

### アジアのLNG需要は急速に拡大 中国・インドが牽引する中、日本の需要は頭打ち



(出典) The Oxford Institute for Energy Studies, LNG Market  
"The great reconfiguration" (2016年10月)

より柔軟で合理的なLNG調達  
を実現

アジアで透明性・信頼性の高い  
マーケットの確立  
(価格裁定・リスクヘッジ)

→ LNG取引の流動性向上  
(アジアの需要の抱き起こしや  
LNG需要向上を含む)

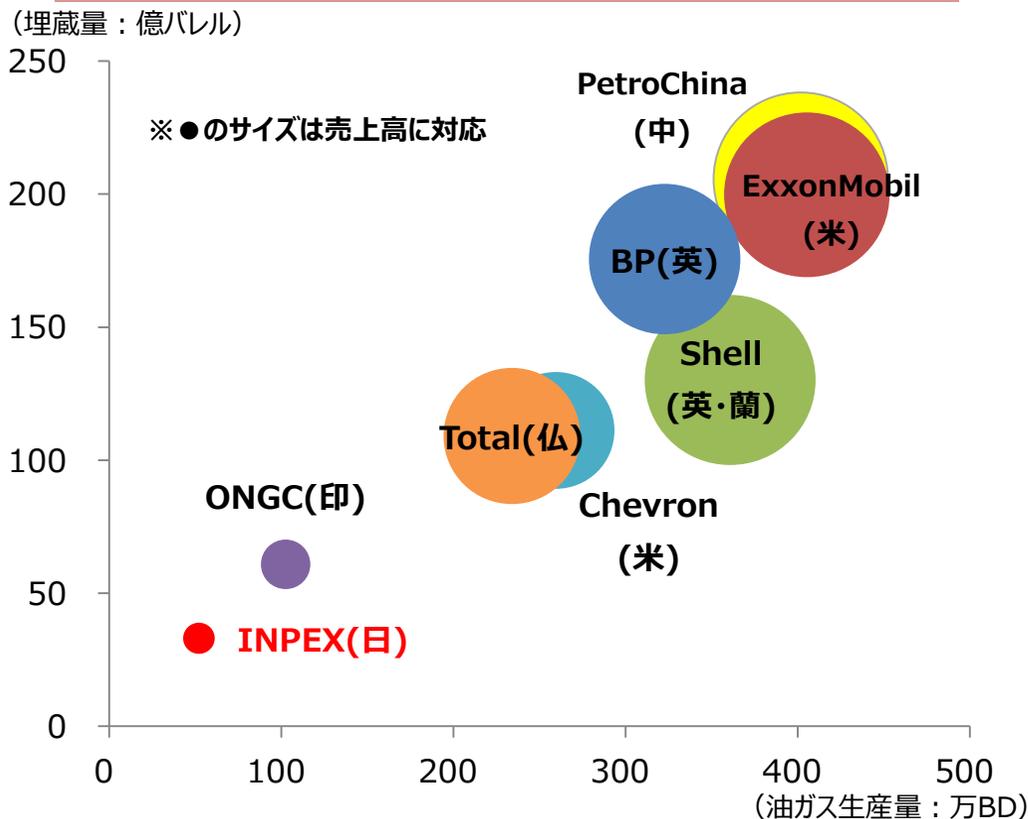
→ 日本の需給を反映した価格指標  
の確立

→ オープンかつ十分なインフラの  
整備

## (2) 資源確保④ 国際競争力あるエネルギー産業

- 上流開発においては、資金規模・経営力・競争力で海外メジャーや国営会社に伍していける、自立的な中核的企業（いわゆる和製メジャー）の育成が急務。中下流においても、縮小する内需依存から脱却し、アジアなどに活動範囲を拡大することは将来の安定調達に資する。
- 国際競争力ある強靱なエネルギー産業の発展を促すための方策について検討していくべきではないか。

### 中核的企業育成の再加速 100万BD企業育成への挑戦



### 石油製品のグローバル・バリューチェーン/ サプライチェーンの構築

#### 石油元売各社における海外展開の主な事例

精製分野	出光：ニソン製油所（ベトナム）
卸・小売分野	JXTG：小売事業（豪州・インドネシア） 出光：卸売事業（米国）、小売事業（豪州）
石油化学分野	JXTG：パラキシレン生産（韓国） 出光：ポリカ樹脂生産（台湾） コスモ：パラキシレン生産（韓国）

## (2) 資源確保⑤ 国内資源開発の推進

- 国内の海洋エネルギー・鉱物資源の開発は、我が国のエネルギー安全保障上の意義に加え、我が国国内資源開発産業における人材育成や技術開発のフィールドとしても極めて価値あるもの。
- 民間企業による、自立した研究・資源開発が促進されるよう、今までの研究や探査の結果等も踏まえながら、今後の国内資源開発への支援のあり方について、不断に見直していく必要があるのではないか。

資源	石油・天然ガス	メタンハイドレート
特徴	生物起源の有機物が厚く積もった海底の堆積岩中に賦存	低温高圧の条件下で、メタン分子が水分子に取り込まれた氷状の物質
存在水域等	 <p>水深数百m～2,000m程度の 海底下数千m</p>  <p>三次元物理探査船「資源」</p>	 <p>砂層型（主に太平洋側） 水深1,000m以深の海底下 数百m</p> <p>表層型（主に日本海側） 水深500m～2,000m 程度の海底</p>

資源	海底熱水鉱床	コバルトリッチクラスト	レアース泥	マンガン団塊
特徴	海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してできたもの	海底の岩石を皮殻状に覆う、厚さ数mm～10数cmのマンガン酸化物	海底下に粘土状の堆積物として広く分布	直径2～15cmの楕円体のマンガン酸化物で、大洋底に分布
含有する金属	銅、鉛、亜鉛等 (金、銀も含む)	コバルト、ニッケル、銅、 白金、マンガン等	レアース (重希土を含む)	銅、ニッケル、コバルト、マンガン 等
存在水域等	沖縄、伊豆・小笠原海域 (EEZ) 1,000m～3,000m	南鳥島海域等 (EEZ、公海) 1,000m～5,000m	南鳥島海域 (EEZ) 5,000m～6,000m	太平洋 (公海) 4,000m～6,000m

## (2) 資源確保⑥ EV化を見据えた既存対策の点検

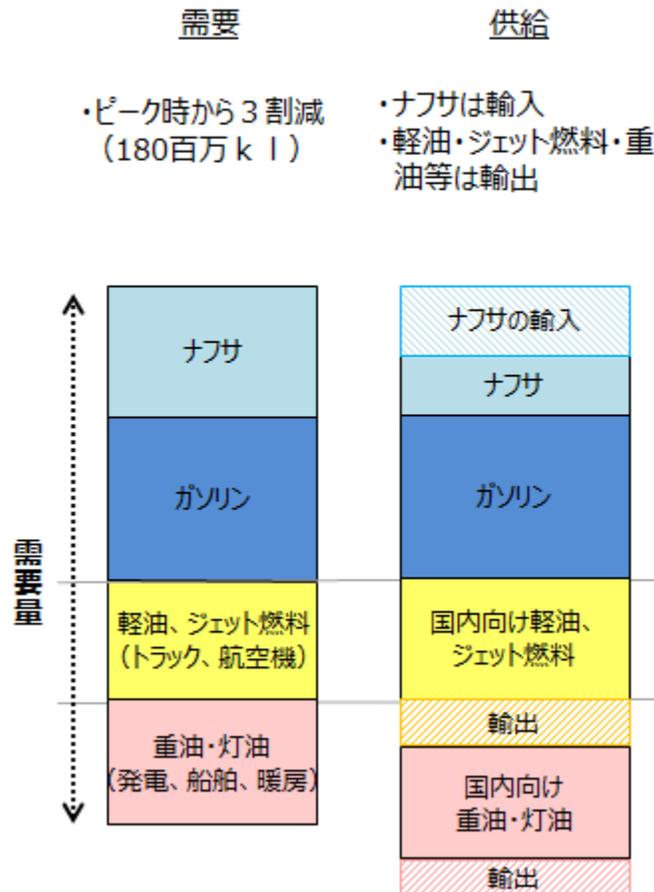
- 各鉱物資源の需給や市場特性を十分に踏まえながら、上流対策(資源外交、権益確保、購買力の強化)と下流対策(省資源化・代替材料開発、備蓄、リサイクル)を官民を挙げて複合的に講じる必要。
- 今後の状況変化に対し、既存施策により十分に対応できるのか徹底的な検証が必要ではないか。

	埋蔵	開発・調達	日本の取組
リチウム (Li)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量は豊富 (南米塩湖・豪州鉱石)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規PJ 多数</li> <li>・権益獲得競争激化(特に対中国)</li> <li>・電池向けスペック確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; アルゼンチンに権益保有</li> <li>&lt;今後&gt; アルゼンチンPJ拡張</li> <li>その他、アルゼンチン、メキシコの新規PJに参画中</li> </ul>
ニッケル (Ni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量は豊富 (電池向けマーケットは小)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・価格低迷により新規PJが少ない</li> <li>・既存マーケット大であり、電池用に生産プロセス変更で対応可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; フィリピン・インドネシア・マダガスカルに権益保有</li> <li>&lt;今後&gt; 現状なし</li> </ul>
コバルト (Co)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量少ない</li> <li>・コンゴ(民)に偏在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規PJ 少ない</li> <li>・権益獲得競争激化 (特に対中国)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; フィリピン・インドネシア・マダガスカルに権益保有</li> <li>省資源化が進展中</li> <li>&lt;今後&gt; 現状なし</li> </ul>
グラファイト(Gr)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量は豊富</li> <li>・中国偏在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人工物での代替が可能</li> <li>・中国偏在のリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; なし</li> <li>&lt;今後&gt; モザンビーク新規PJに参画中</li> </ul>
ジジム (Di)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量は豊富</li> <li>・中国偏在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・足下の供給は安定</li> <li>・中国の政策変更のリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; 豪州・インドに権益保有</li> <li>&lt;今後&gt; 省資源化、代替材料開発</li> </ul>
ジスプロシウム (Dy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋蔵量は豊富</li> <li>・中国偏在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・足下の供給は安定</li> <li>・中国の政策変更のリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;現状&gt; 省資源化、代替材料開発済</li> </ul>

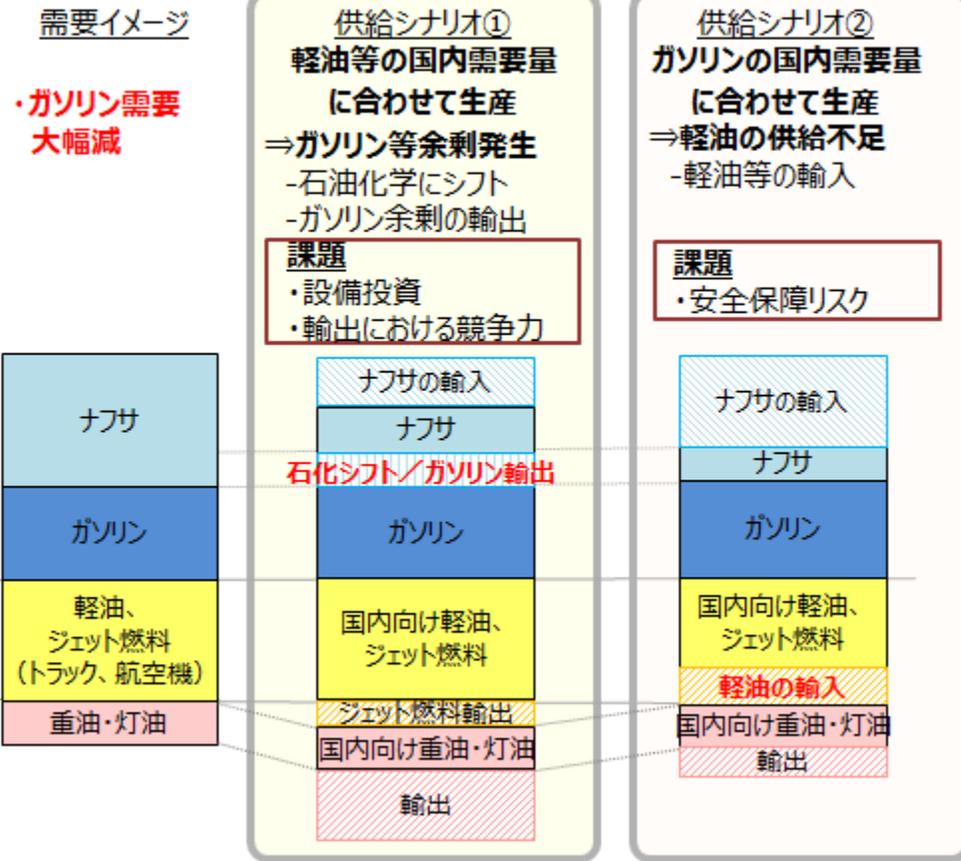
# (3) 供給インフラ① 国内の燃料サプライチェーンの確保

- ガソリン等の国内需要の減少は継続、今後、EV普及やカーシェア等の新技術により、更に大きく減少する可能性。
- 需要予測には幅があるものの、さまざまな将来像に備えるためには、代替できない燃料の供給を確保するための設備構成の変更や事業ポートフォリオの転換などの在り方について検討していくべきではないか。

国内石油需給 (2015年度)



国内石油需給イメージ (長期)

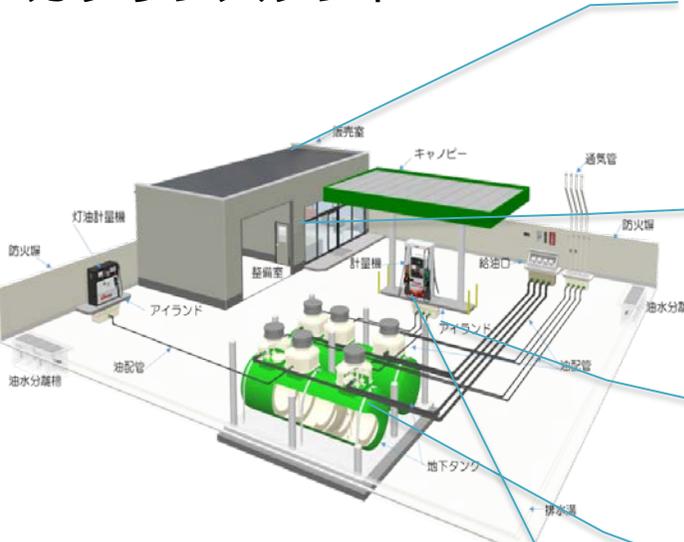


※IEAは、パリ協定を履行する場合、2040年までに乗用車向け需要が4割減少すると予測。しかし、世界のEV化の進展は、今後の各国政府・自動車メーカーの対応や技術開発動向などに依存するため、各種機関による見通し予測には幅がある。

# (3) 供給インフラ② 燃料供給インフラの効率化・次世代化

- 燃料供給インフラや担い手の維持が、今後、更に困難になっていくことを見据え、新たな技術を積極的に取り入れることができるよう安全確保を大前提に、保安規制や商慣行の点検・見直しについて、検討していくべきではないか。

## ガソリンスタンド



## LPガス供給



### 燃料供給に係る保安規制の例

- 【敷地利用の規制】  
給油所敷地においては、給油及びその付帯業務以外は不可（消防法）
- 【監視体制の規制】  
セルフssにおいても、目視による監視が必要（消防法）
- 【防爆規制】  
電子機器の防爆規制によりスマホ・タブレット等の使用不可（消防法）
- 【給油方法の規制】  
ガソリン給油は原則地下タンクからのみ（消防法）
- 【燃料規制】  
水素、電気、LPGスタンドのガソリンディスペンサーとの併設不可（消防法）
- 【30分ルール】  
30分以内の保安対応規制により、販売は30分距離の範囲に限定（液石法）

### 検討の視点

- 給油所の多機能化  
(地域の物流・サービス拠点等)
- 人手不足への対応・生産性向上
- ITによる効率化・新たなサービスの創出
- インフラ維持コスト低減・供給方法多様化
- 総合エネルギーステーション化
- 供給方法多様化 (質量販売)

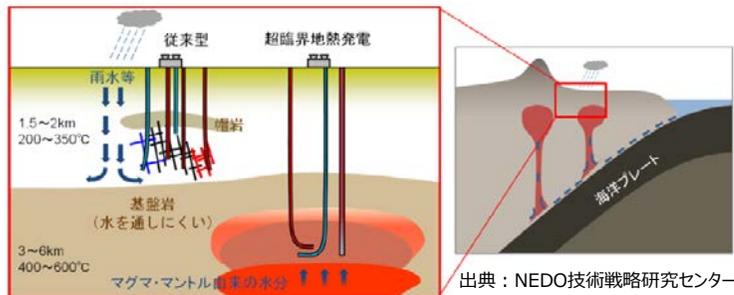
# (4) 技術① 地熱発電

- 国内の地熱発電は、2030年の導入目標（約100万kW増）に対して、現状の導入量は約1万kWに留まる。規制緩和により開発可能となった国立・国定公園内を中心に、導入加速化（※2020年までに約101万kW相当の案件組成。リードタイムの10年程度への短縮。）に向けた方策を検討する必要があるのではないか。
- また、海外における温暖化対策への貢献の観点からも、必要な支援策について検討する必要があるのではないか。
- さらに、高出力化が期待される次世代地熱発電（超臨界地熱発電）など、2050年を見据えた技術開発のあり方についても、検討する必要があるのではないか。

## 2030年の導入目標達成に向けた見通し

	導入量	必要開発量	備考
① 既存発電所 (※リプレース含む)	約53万kW	-	-
② 開発／探査段階	約7万kW	約7万kW	出資・債務保証で支援中。 (成功率100%と想定)
③ 調査段階	約26万kW	約35万kW	補助金で支援中。 (成功率75%と想定)
④ 新規開発案件 (国立・国定公園中心)	<b>約61万kW</b>	<b>約101万kW</b>	国が初期調査を実施中。 (成功率60%と想定)
合計	<b>約147万kW</b>	-	-

## 2050年を見据えた次世代地熱発電



- 従来型地熱発電の約5倍（1箇所あたり約15万kW程度）程度の高出力化が期待されている。
- 超高温・高圧の地熱資源を活用するため、耐腐食性に優れた素材の開発などが必要。

## 地熱発電の導入拡大に向けた主な課題と対応の方向性（例）

主な課題	対応の方向性（例）
① 【国内開発】 地熱資源の最大限の活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新規開発案件の開拓 - 国による地熱ポテンシャル調査（国立・国定公園内中心）</li> <li>● 事業採算性の確保 - 技術開発によるリードタイムの短縮（約14年⇒約10年） （掘削成功率／掘削速度の向上など）</li> <li>● 系統制約の克服 - 既存系統の最大限の活用（「コネクト&amp;マネージ」）への対応</li> <li>● 未利用の地熱資源の活用 - 超臨界地熱発電に関する技術開発</li> </ul>
② 【国内開発】 地元調整の円滑化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地熱発電の導入による「地域メリット」の見える化 - 地熱発電による地方創生のモデル地域作り</li> <li>● 地元調整に関する「ルール化」 - 地熱発電に関する自治体条例の整備</li> </ul>
③ 【海外市場】 法制度等を含めた事業環境の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地熱資源国の段階に応じたソフト支援 - 現時点で地熱資源量が把握されている新興国について、人材育成や法制度整備の支援等を、先行的に実施</li> <li>● 地熱発電の優位性のPR - 再生可能エネルギーかつベースロード電源であること等をPR</li> </ul>

# (4) 技術② 火力発電の高効率化及びカーボンフリー化の展開

- 日本に強みのある火力発電の高効率化をさらに進めるとともに、CO<sub>2</sub>分離回収技術や、有効利用・貯留（CCUS技術）、水素やアンモニアによる発電技術など、世界の気候変動対策に貢献するための技術開発の在り方について検討していくべきではないか

## 火力発電のCO<sub>2</sub>削減技術（CCUS等技術）

### CO<sub>2</sub>回収（Carbon dioxide Capture）

- ✓ 火力発電所にCO<sub>2</sub>分離回収設備を設置することで、90%超のCO<sub>2</sub>を放出せずに回収することが可能。



分離回収設備例

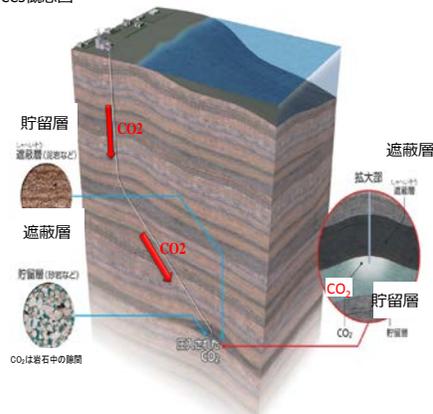


分離回収したCO<sub>2</sub>

### CO<sub>2</sub>貯留（CCS: Carbon dioxide Capture and Storage）

- ✓ 分離回収したCO<sub>2</sub>を地中に貯留する技術。

CCS概念図



### CO<sub>2</sub>利用（CCU: Carbon dioxide Capture and Utilization）

- ✓ CO<sub>2</sub>を利用し、石油代替燃料や化学原料などの有価物を生産する技術。



### 水素ガスタービン

- ✓ CO<sub>2</sub>フリーの水素を燃料とするガスタービンを有する発電技術。



出典：MHPS提供資料