



内外のエネルギー情勢と わが国のエネルギー環境政策

東洋大学 特別講義 報告

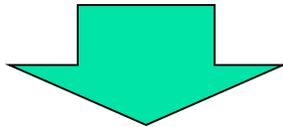
2016年11月30日(水)

(一財)日本エネルギー経済研究所

小山 堅

エネルギーは必要不可欠な物資

- エネルギー無しで市民生活、経済活動は成り立たない



- 「必要十分なエネルギーを合理的な価格で確保すること = エネルギーの安全保障」は、極めて重要
- エネルギー確保のため、不利な状況・条件の甘受や意思決定の自由度を失うようなことが無いことも重要

日本のエネルギー需給構造の特徴と問題点

- **世界有数のエネルギー消費・輸入大国**
 - エネルギー消費:世界5位、石油消費:世界3位、石油輸入:世界3位、LNG1位
 - ただし、世界におけるシェア、順位は低下
 - 成熟した市場。しかし、市場としての安定感・信頼性は高い
- **エネルギー供給の大宗は石油**
 - 2014年度のシェア:石油45%、石炭25%、天然ガス24%、水力3.4%、新エネ2.8%、原子力0%等(2010度は原子力11%であったが、福島事故後大きく減少)
- **低いエネルギー自給率(高い輸入依存度)**
 - 水力・新エネ合計で6%。「準国産」の原子力ゼロで、自給率は先進国最低の約6%
- **石油供給のほぼ全てを輸入に依存**
 - その他、天然ガス、石炭も輸入依存
- **石油輸入における高い中東依存度**
 - 原油輸入の83%は中東からの輸入(2014年度)
 - LNGは震災後、中東依存増大の方向へ(2014年度29%)

- 乱高下するエネルギー価格
- 世界のエネルギー需要・輸入増加と今後の需給問題
- 高まるエネルギーを巡る地政学リスク
- 浮上するエネルギー供給制約への懸念
 - 低油価と資源開発における投資リスクの増大
 - エネルギー輸送とシーレーンセキュリティ
- 高まるエネルギー市場と金融市場の連動性
- 環境制約と持続可能性への課題
 - 世界的に関心高まる気候変動と地球温暖化問題
 - 地域環境問題(公害等)への対応の重要性
- 福島原子力発電所事故の影響

「完璧なエネルギー」は存在しない

■ 石油

- 利便性・発達した国際市場・交通部門での競争力等
- 中東依存度・地政学リスク・CO2排出等

■ ガス

- クリーンな化石燃料・供給安定性等
- 相対的な価格の高さ・厳しい競合に直面等

■ 石炭

- 供給安定性・価格競争力等
- CO2排出・大気汚染等

■ 再生可能エネルギー

- 国産エネルギー・CO2フリー等
- 高コスト・供給の間歇性等

■ 原子力

- 準国産エネルギー・CO2フリー・効率的なベースロード電源等
- 安全性への懸念等

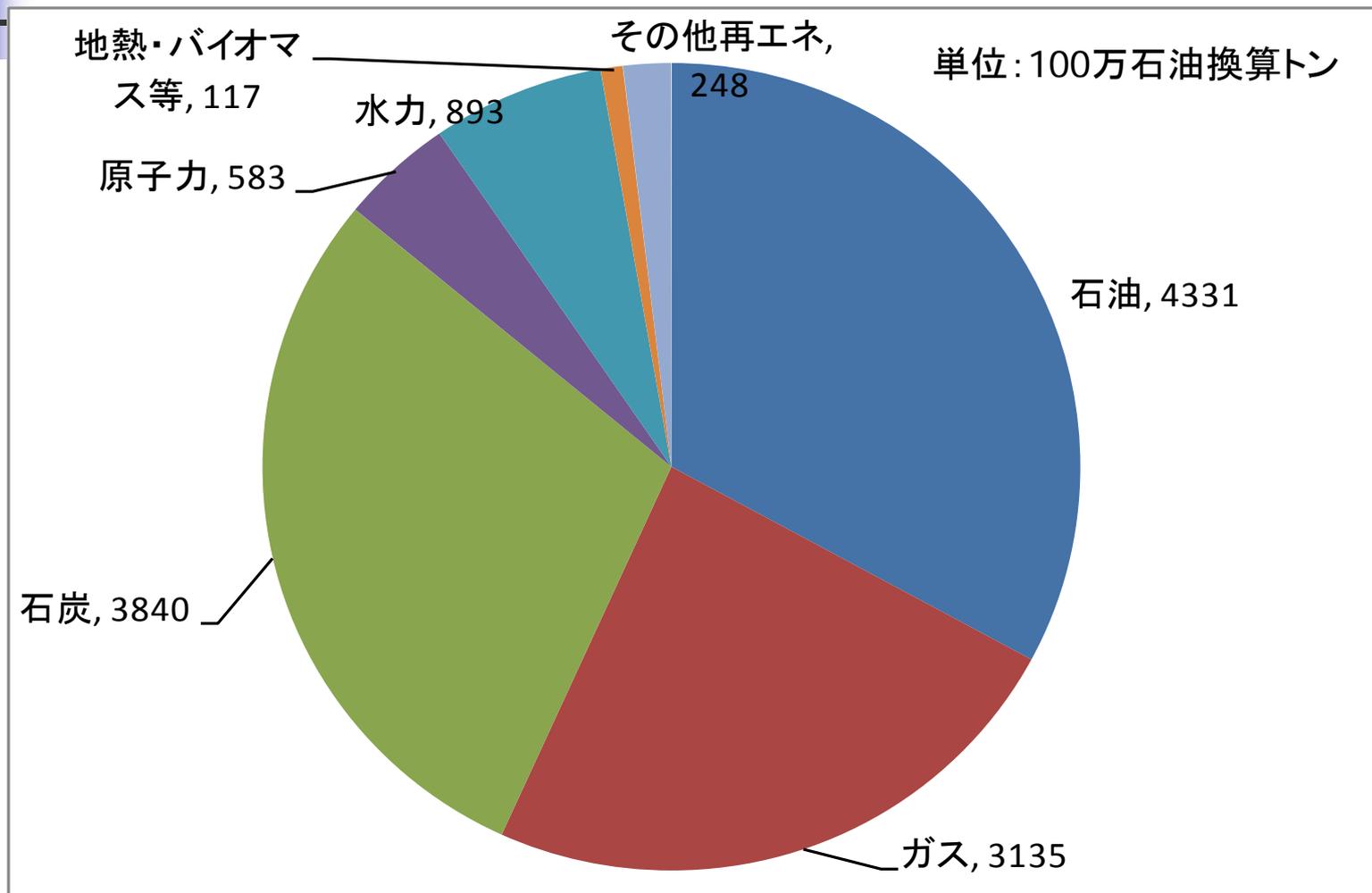
■ 省エネルギー

- 3E+Sへの貢献
- 過度な省エネは経済性・利便性等の現実的観点から困難



2015年の世界のエネルギー需要

石油・ガス・石炭など化石燃料が中心



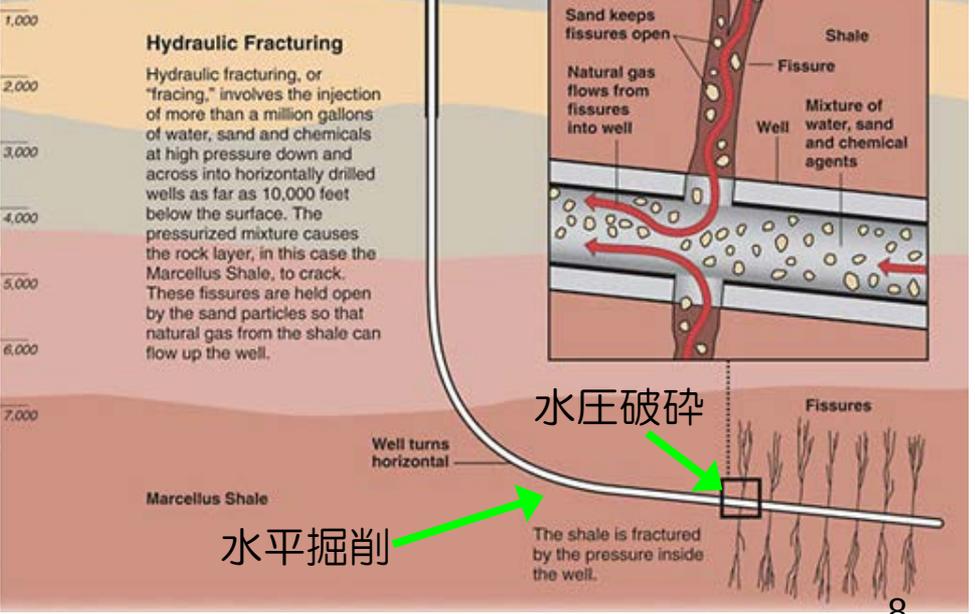
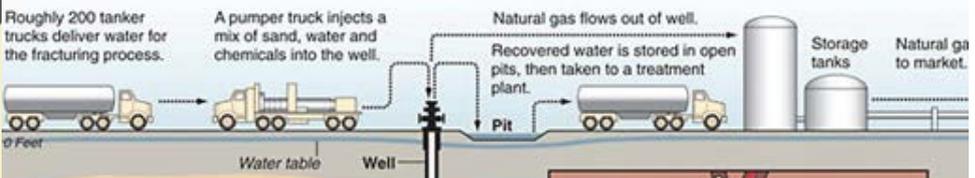
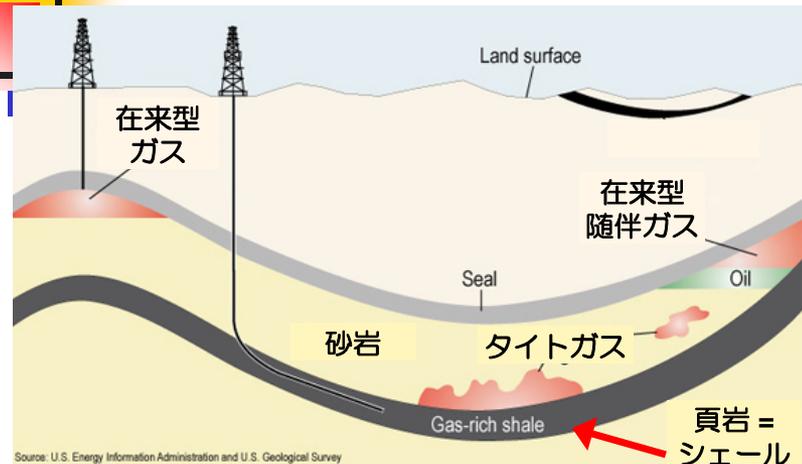
石油・ガス・石炭の資源は？

- 今の技術で経済的に採掘できる埋蔵量は、今の生産量で見ると何年分にあたる？
 - 石油 :51年
 - ガス :53年
 - 石炭 :114年
- 51年経つと、石油は無くなるのか？→答えは「NO」
- 技術の進歩、「非在来型資源」の存在、etc.
- 資源の偏在。資源を持つ国と持たざる国。双方の悩み。



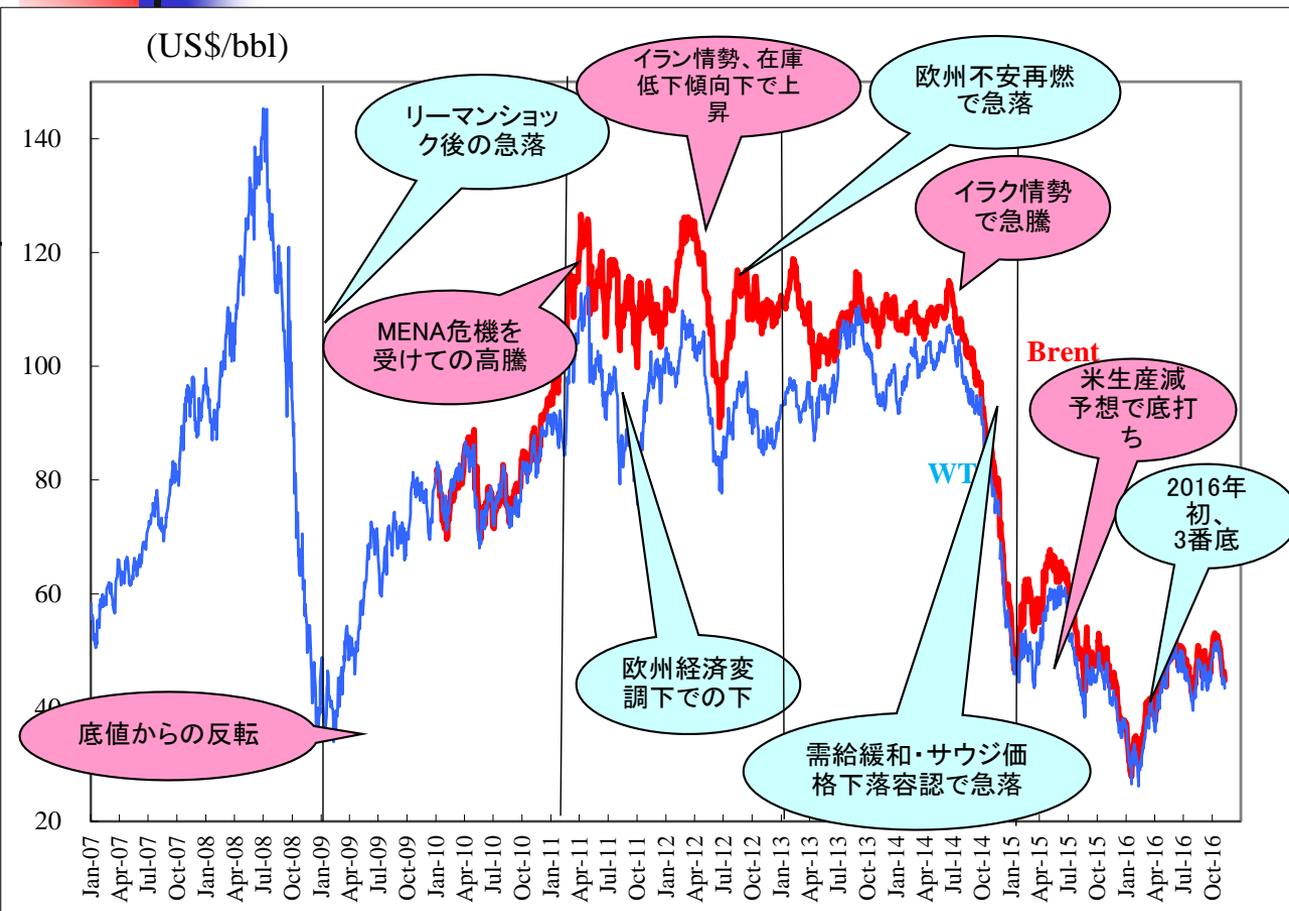
シェール資源とは...

- 密度の高い泥岩の一種である頁岩に貯留された炭化水素
- 開発の歴史は60年を超えるが、近年になって掘削技術が進展



最近の原油先物価格動向

2011年以降、高値推移を続けた原油価格は14年末に急落



- 2011年から年平均値は100ドル超。高値相場は、2014年前半まで持続
- 2014年後半から下落局面。11月OPEC総会后、急落
- 2015年
 - 年初40ドル台に低下
 - 8月に2番底
 - 年平均は、ブレント54ドル、WTI49ドル
- 2016年初、30ドル割れ
 - 2月、WTI26ドル台
 - 最近は40ドル後半も
 - 1-10月平均は、ブレント44ドル、WTI42ドル
 - 10月、50ドル台を一時回復



不安定な政情が続く中東・北アフリカ地域

パリ同時テロ
ベルギーでも

先行き不透明な
中東和平問題

ガザ紛争

ロシア空爆開始

「アラブの春」の
広範な影響

シリア、イエメン、エジプト問題

アラブイスラム社
会に広がる米国
への不満・反発

イラク戦争後のイ
ラク内外情勢

大量の難民発生
と欧州流入

トルコによる
露軍機撃墜

「イスラム国」巡る
武力衝突

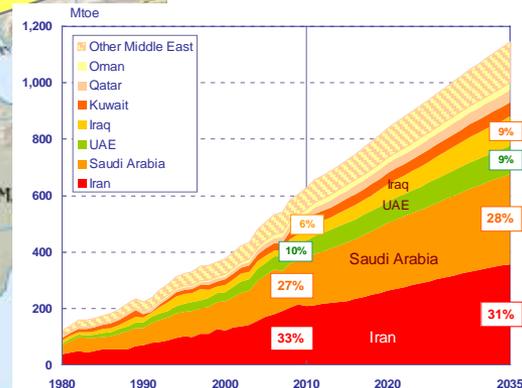
サウジ-イラン関係の緊張

中東の現政権・
体制を巡る不安
定要因

イラン核開発問題

経済制裁解除と
イラン市場復帰

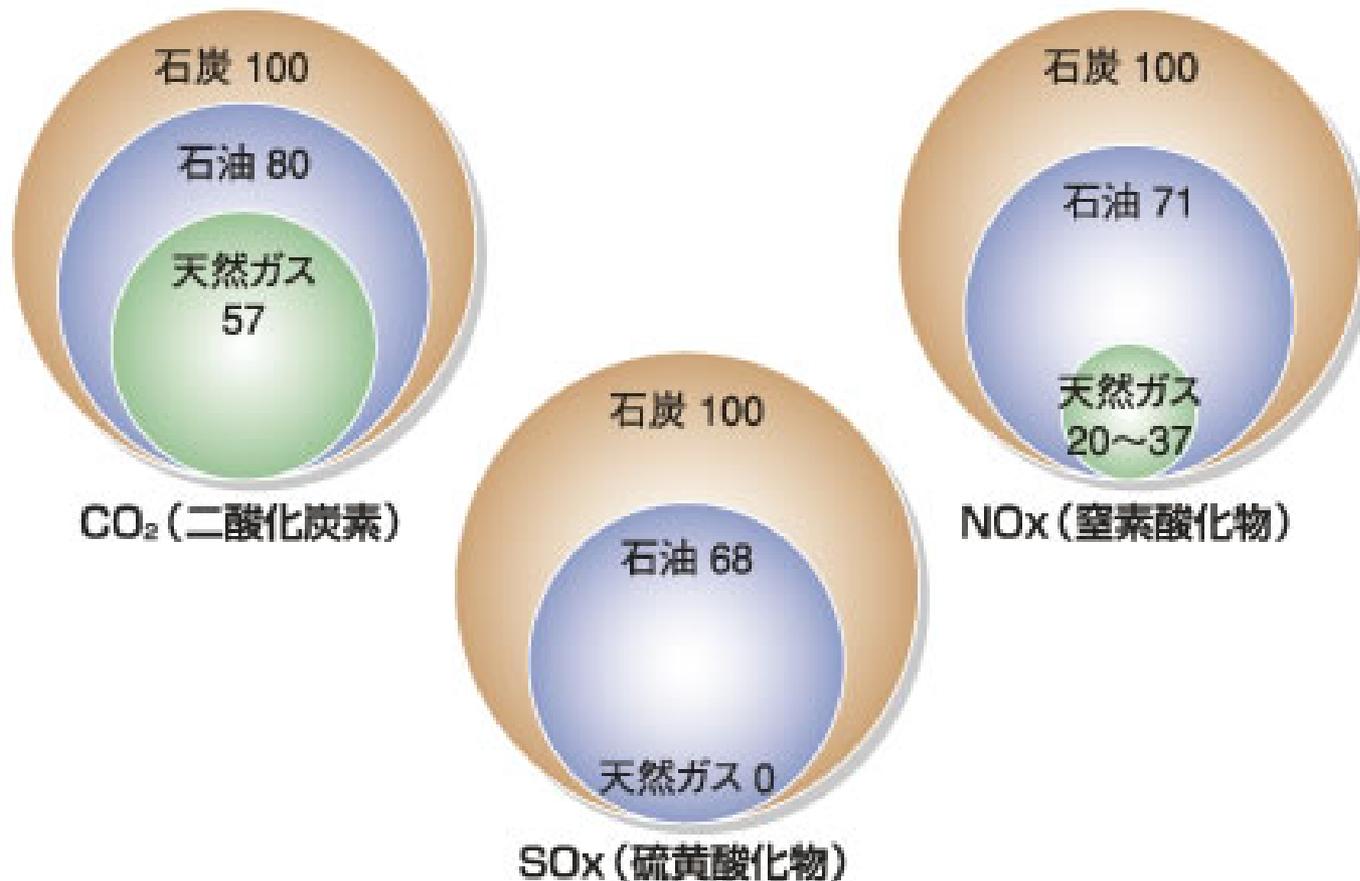
増大する国内エネルギー
需要への対応とその影響



石油施設に対す
るテロ活動の危
険性

天然ガスの環境特性

※天然ガスは、石炭や石油に比べ燃焼時の二酸化炭素(CO₂)発生量が少ないため、地球温暖化抑制に寄与します。さらに、窒素酸化物(NO_x)の発生量が少なく、また硫黄酸化物(SO_x)やばいじんが発生しません。

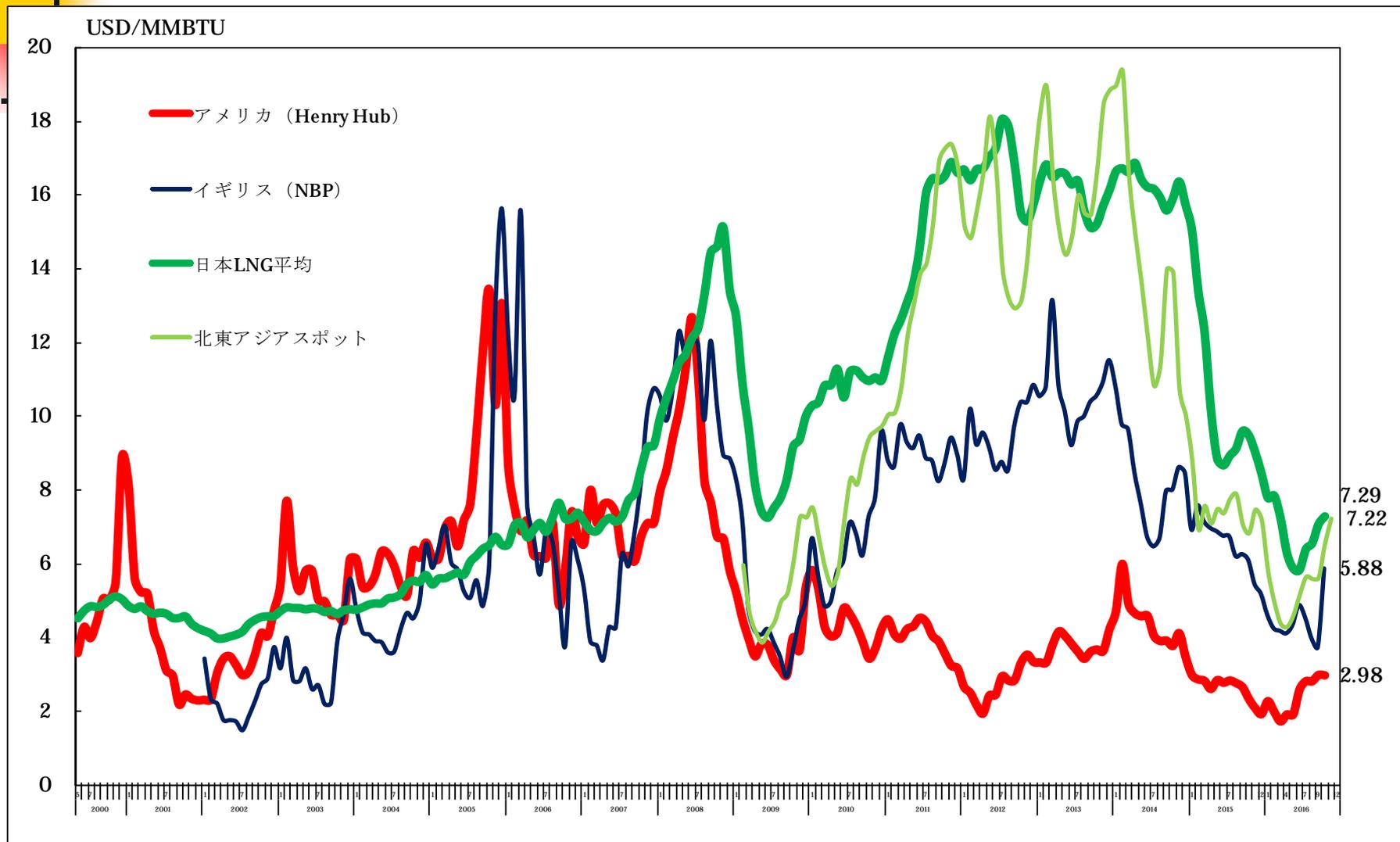




世界の地域別ガス価格



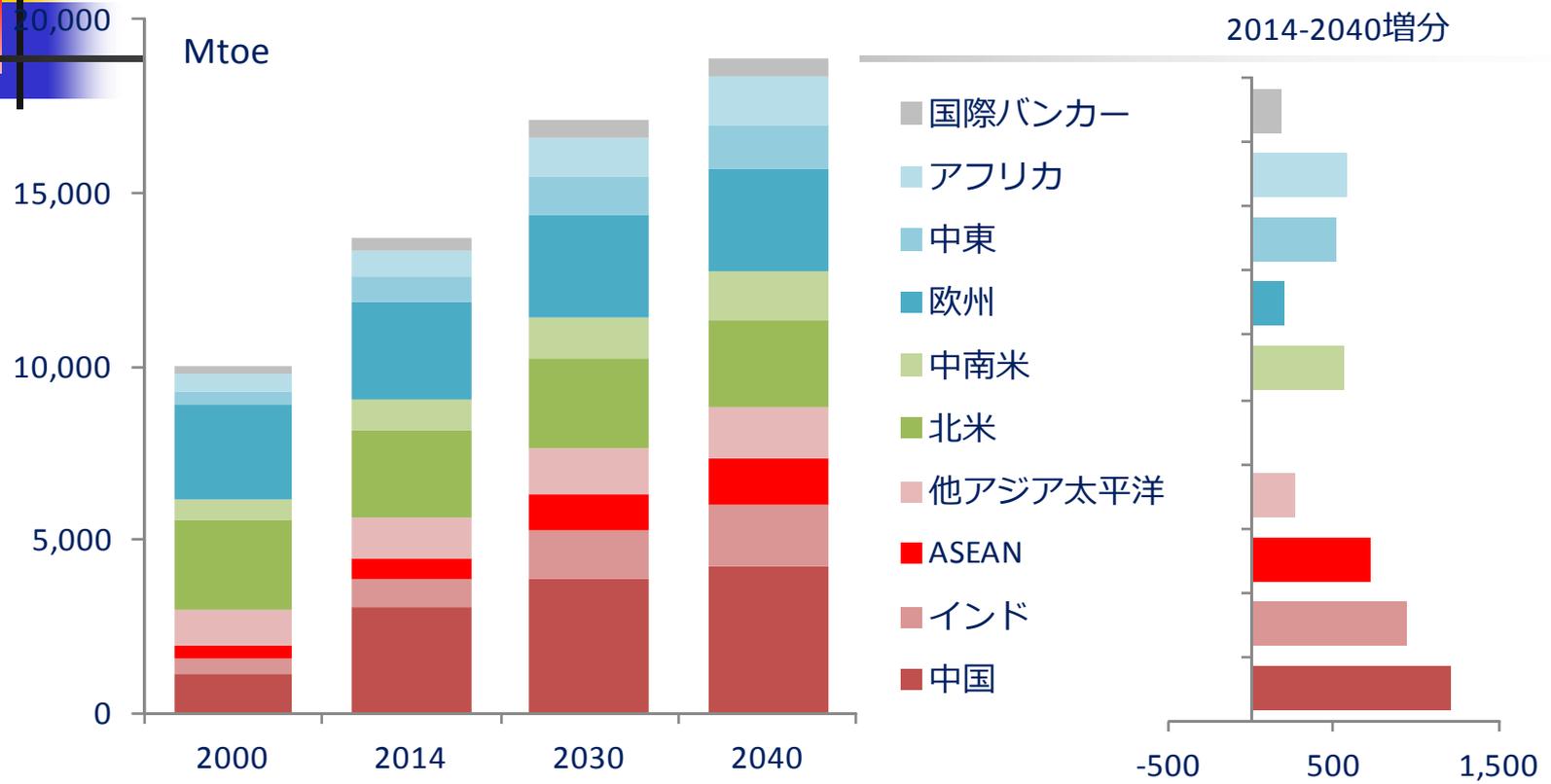
日本・アジア向けの価格は相対的に高い



エネルギー市場はアジアへシフトしていく

世界の一次エネルギー需要

一次エネルギー需要の増加見通し



✓世界のエネルギー需要は2040年までに1.4倍に増加。増加の6割はアジア地域から生じる。原油、天然ガス及び石炭貿易量の7~8割はアジアに向かう。

✓ASEANは、中国、インドに次いで3番目の規模でエネルギー需要が増加する。
(出所) 日本エネルギー経済研究所「アジア/世界エネルギーアウトック2016」

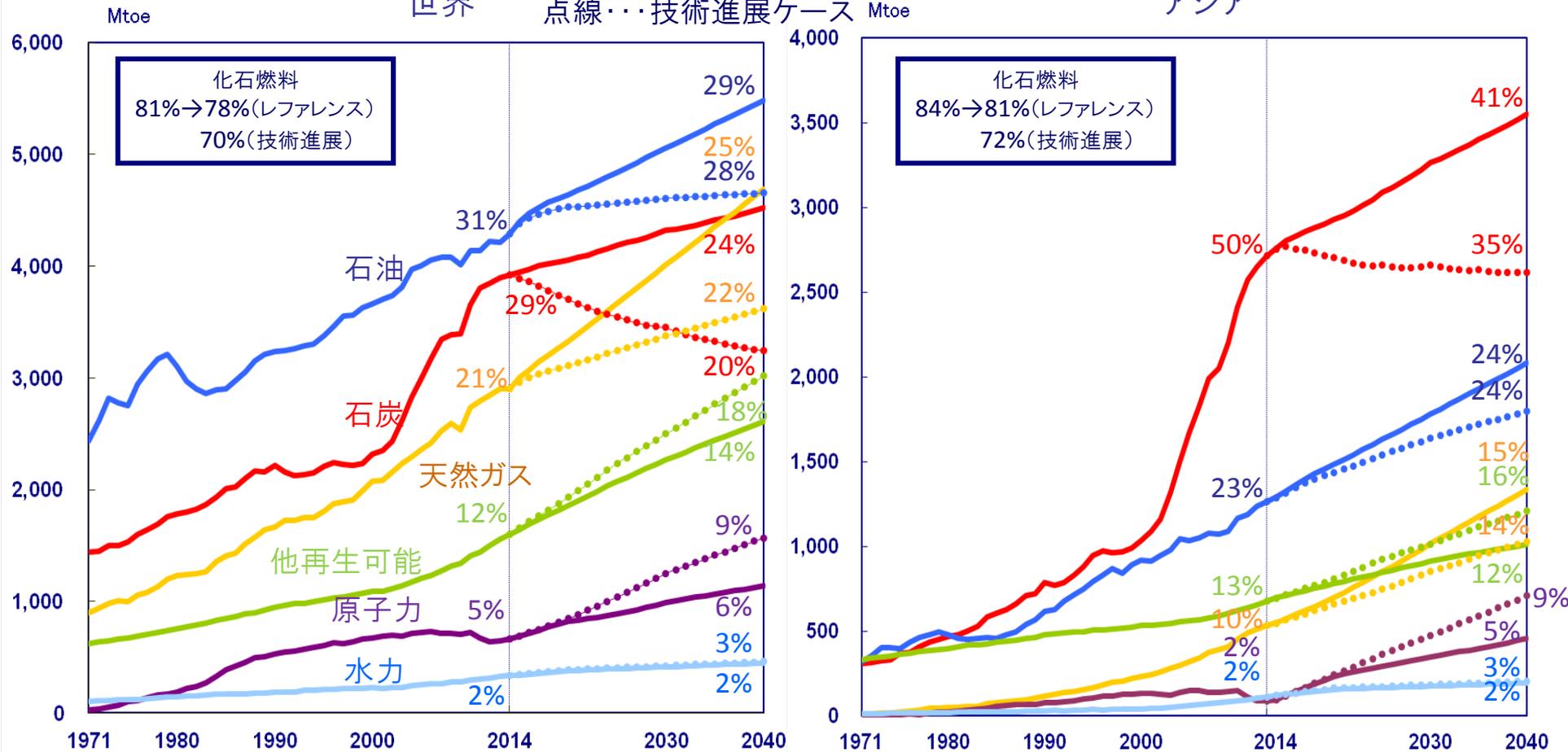
一次エネルギー消費(エネルギー源別)

実線・・・レファレンスケース

点線・・・技術進展ケース Mtoe

%は世界/アジア計に占めるシェア

アジア



- ・レファレンスケース・技術進展ケースともに、世界の一次エネルギー消費の中では引き続き石油が2040年まで最大のシェアを占め、主要なエネルギー源であり続ける。技術進展ケースでは、2030年代に石油消費は頭打ちとなる。
- ・アジアでは、石炭が最大のエネルギー源。技術進展ケースでは大幅に削減されるものの、このケースでも2040年まで最大のエネルギー源であり続ける。
- ・化石燃料のシェアは2040年まで低下はするが、技術進展ケースでも依然としてアジア・世界ともに7割程度を維持する。

(出所) 日本エネルギー経済研究所「アジア/世界エネルギーアウトルック2016」

再生可能エネルギーと利用分野

■ エネルギー源ごとに特性や課題

国産エネルギー、CO2フリーなどのメリット

エネルギー源	利用方式による分類
太陽エネルギー <i>Solar Energy</i>	太陽光発電 <i>Solar Photovoltaic (PV) Power Generation</i>
	太陽熱発電 <i>Concentrating Solar Power (CSP) Generation</i>
	太陽熱利用 <i>Solar Heating (& Cooling) System</i>
風力エネルギー <i>Wind Energy</i>	陸上風力発電 <i>Wind Power Generation</i>
	洋上風力発電 <i>Offshore Wind Power Generation</i>
バイオマスエネルギー <i>Biomass Energy</i>	バイオマス発電 <i>Biomass Power Generation</i>
	バイオマス熱利用 <i>Biomass Thermal Use</i>
	バイオ燃料 <i>Biofuels</i>
地熱エネルギー <i>Geothermal Energy</i>	地熱発電 <i>Geothermal Power Generation</i>
	地熱直接利用 <i>Direct Use of Geothermal Energy</i>
水力エネルギー <i>Hydropower Energy</i>	水力発電 <i>Hydropower Generation</i>
海洋エネルギー <i>Marine/Ocean Energy</i>	潮汐発電 <i>Tidal Power Generation</i>
	波力発電 <i>Wave Power Generation</i>
	海流発電 <i>Ocean Current Power Generation</i>
	海洋温度差発電 <i>Ocean Thermal Energy Conversion</i>

* CSPは安定性の高い電源として位置づけられる

■ 高コストだが導入拡大を通じた技術革新やコスト低減に期待

■ 変動電源*

■ 技術・経済性以外の課題がある場合が多い

■ ベースロード電源

■ 技術開発途上

原子力発電の特長

燃料の供給安定性

- ウランは政情の安定した国々に分布
- 濃縮工程等、燃料供給の主要なプロセスは国産化可能

エネルギー安全保障

燃料の備蓄効果

- ウラン燃料は4~5年原子炉に装荷、燃料供給が途絶しても半年以上運転継続可能
- ウランは通常長期契約により購入、価格変動リスクが低い

CO2排出量が少ない

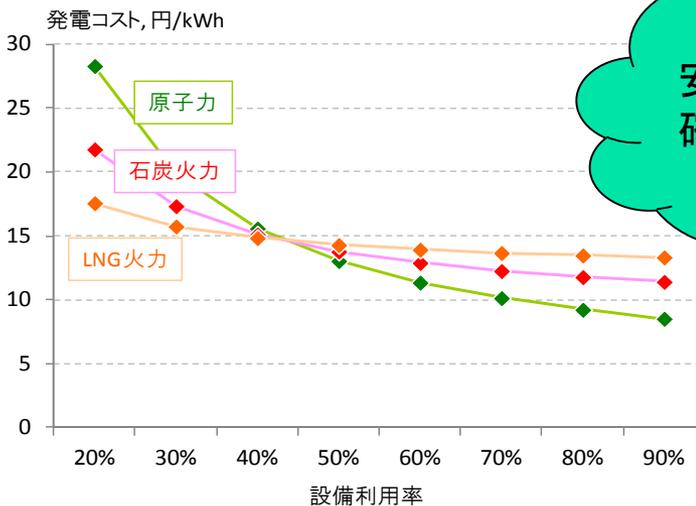
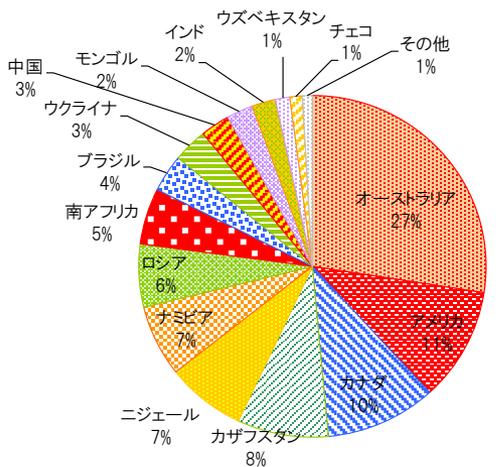
- ライフサイクルCO2排出量が他電源より少ない

地球温暖化対策

発電コスト

- 建設費が大きく燃料費が小さいため、長期・安定運転が実現できれば、発電コスト(kWhあたり)は他電源と同等or優位性あり
- 設備利用率の変動が発電コストへ与える影響が大きい

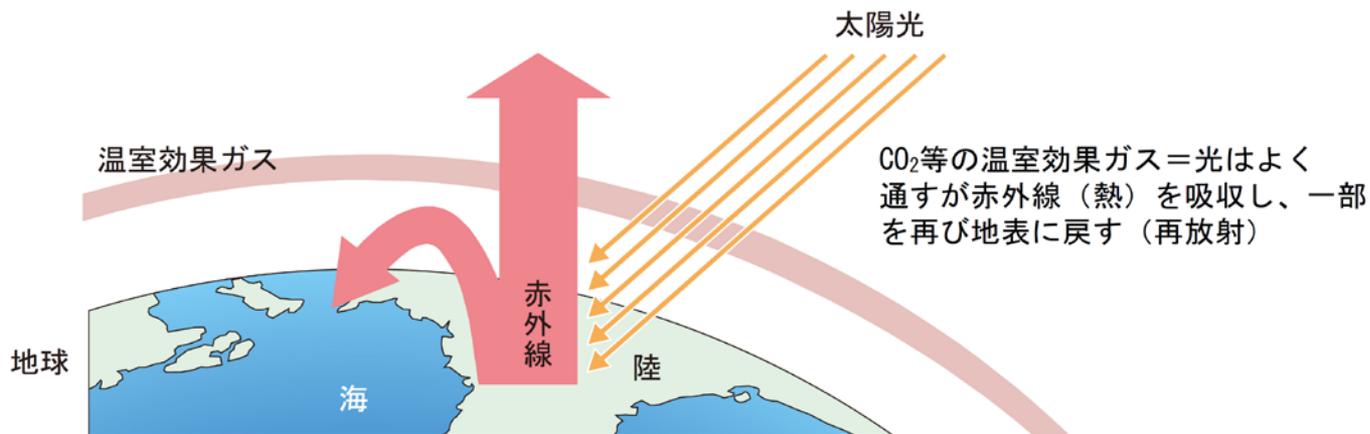
経済性



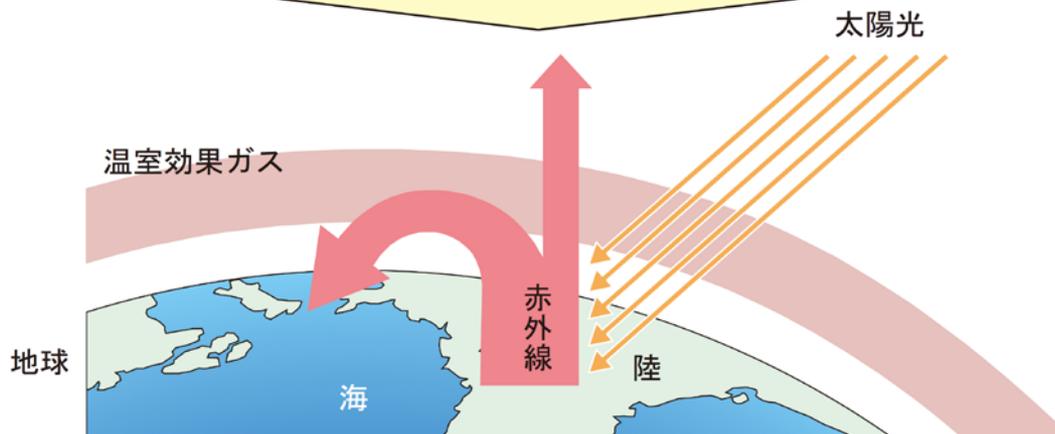
安全性及び社会受容性確保が最重要課題

(出所)
 (左) OECD/NEA, IAEA, "Uranium 2014"
 (右) 発電コスト検証ワーキンググループの試算シートより算出

「温室効果」と「地球温暖化」



温室効果ガスが増加すると



(原典)電気事業連合会

主要国のINDC(自主的に決定する約束草案)の提出状況

	提出日	タイプ	削減水準(%)	参照点	目標年	対象セクター・ガス
EU	3月6日	基準年比排出量目標	40	1990年	2030年	GHG排出量
米国	3月31日	基準年比排出量目標	26～28	2005年	2025年	GHG排出量 ※基準年排出量には森林 吸収源等による吸収量を含む
ロシア	4月1日	基準年比排出量目標	25～30	1990年	2030年	GHG排出量
中国	6月30日	基準年比対GDP原単位目標	60～65	2005年	2030年	CO2排出量
日本	7月17日	基準年比排出量目標	26	2013年	2030年	GHG排出量
インドネシア	9月24日	BAU比排出量目標	29	BAU	2030年	GHG排出量
ブラジル	9月30日	基準年比排出量目標	37 (2030年に43%)	2005年	2025年	GHG排出量
インド	10月1日	基準年比対GDP原単位目標	33～35	2005年	2030年	GHG排出量

- ・今年12月に開催される国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP 21)に向けて、各国はINDC (Intended Nationally Determined Contribution)と呼ばれる温室効果ガス(GHG)削減の約束草案を提出している。2015年10月1日までに世界117カ国・地域(144カ国)がINDCを提出済み。
- ・そのうち、上記の主要8カ国・地域のみで2010年の世界のGHG排出量498億トンの約65%を排出している。

パリ協定 | 世界規模の取り組みの一步

❖ パリ協定の評価

好評価点



中国、インドなどの途上国も含め、全ての国が削減義務を負い、180を超える国々が、今後の削減努力に合意。

京都合意のように削減率を先に決めて各国に当てはめようとしたトップダウン方式ではなく、削減目標を持ち寄り、積み上げていくボトムアップ方式。

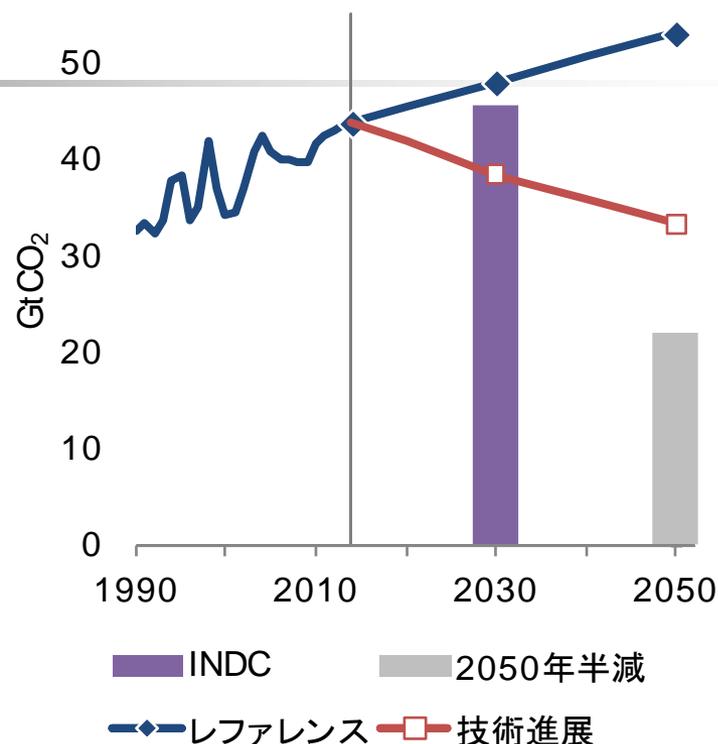
5年に1度、各国の目標の合計を評価し、さらなる削減努力を求めてゆく方式

課題



世界のGHG排出量が足元より増加する

❖ 温室効果ガス排出



「自主的に決定する約束草案(INDC)」下での2030年のGHG排出量は、足元を上回る。トレンドよりは抑制されるが、2050年排出半減といった将来像には結びつき難い姿。パリ協定での目標を着実に現実のものとし、さらなる削減につなげることが必要。技術革新と同時に、技術移転による世界全体での対策を後押しすることが欠かせない。

米国次期政権のエネルギー政策は？

- 注目されるトランプ次期大統領の政策とその影響

オバマ政策から大きく変化？



- 「未知との遭遇」
- 未だ具体的政策内容は不透明
- 原油価格に関しては、当面は世界経済・国際金融市場でのリスク感への影響が主要因
- オバマによる規制を撤廃・緩和の影響は？
- 「アメリカ第1主義」の影響は？
- 今後数カ月の政策動向・人事構想等に高まる関心

日本のエネルギー政策課題

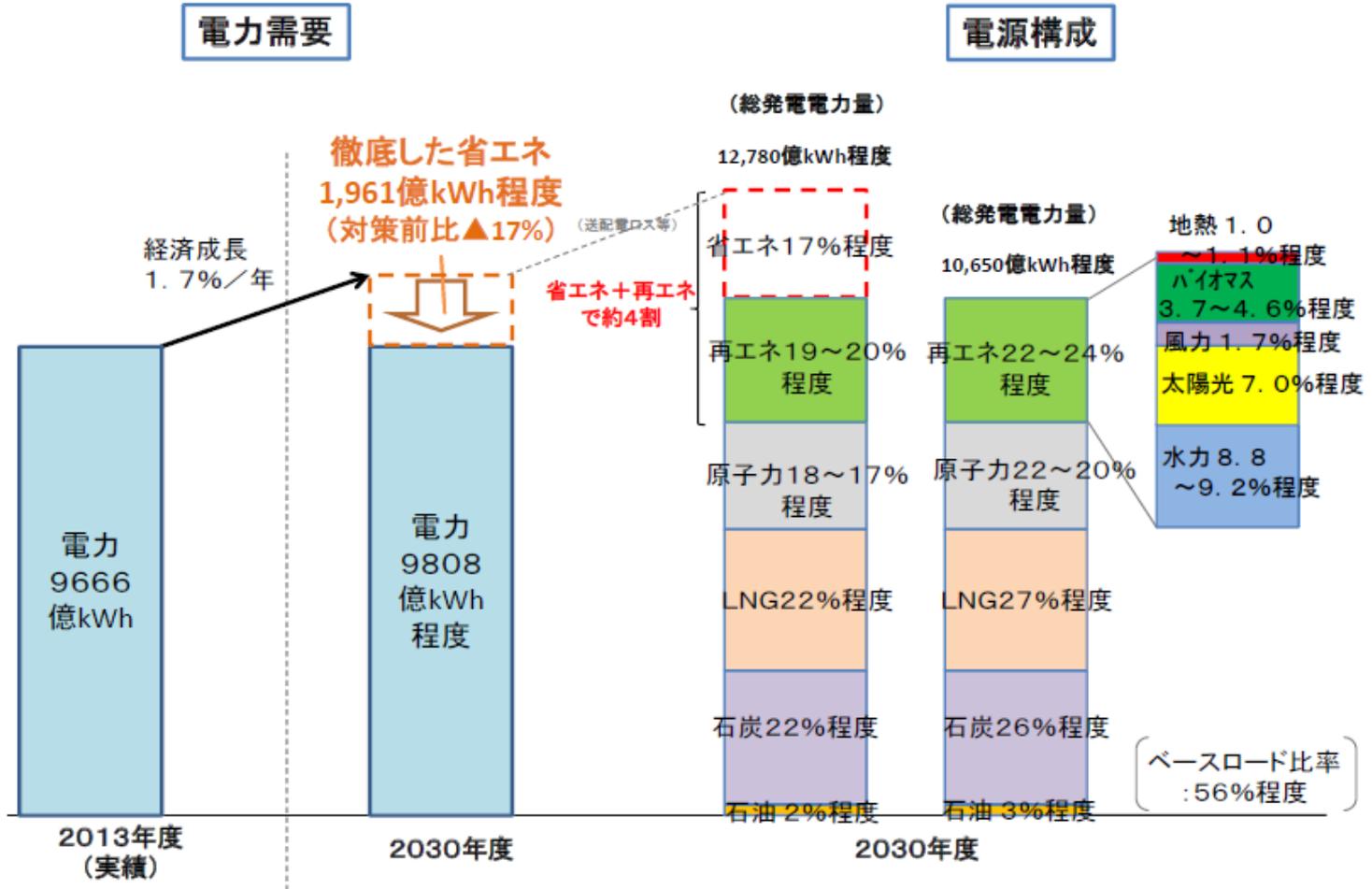
- 策定されたエネルギーミックスの実現・実行
- 原子力再稼働
- 電力・ガスシステム改革
- 化石燃料の安定供給確保
- 再生可能エネルギーの適切な促進と省エネルギーの更なる深掘り
- エネルギー政策と整合性を持った環境政策
- 新情勢に対応する国際エネルギー戦略の強化

“3E+S”の同時達成が基本方針

- “Safety”：大前提として最重要
- “エネルギーセキュリティ”：エネルギー自給率を6%から25%に改善
- “経済効率性”：電力コストを現状より引き下げる
- “環境”：欧米に遜色ないGHG排出削減目標



わが国の電力需要と電源構成見通し



(出所)長期エネルギー需給見通し小委員会第10回(2015年6月1日)資料より



原子力発電所再稼働を巡る状況

- 1. 現時点での使用可能な原子炉 : 42 基
- 2. 原子力規制委員会による審査・検査中の原子炉 : 22 基
- 3. 規制委員会の新基準に適合するとされた原子炉 : 8基
- 4. 営業運転が認められた原子炉 : 4基
- 5. 現時点で稼働中の原子炉 : 2 基

川内 (鹿児島県 薩摩川内市)

⇒ 1号機:2015年8月に再稼働・試験稼働(営業運転2015/9/10開始) 定期点検中

⇒ 2号機:2015年10月に再稼働・試験稼働(営業運転2015/11/17開始)

高浜 (福井県 高浜町)

⇒ 3号機:2016年1月に再稼働・試験稼働(営業運転2016/2/26開始) 運転停止中※

⇒ 4号機:2016年2月に再稼働・試験稼働 運転停止中※

伊方 (愛媛県 伊方町)

⇒ 3号機:2016年8月に再稼働

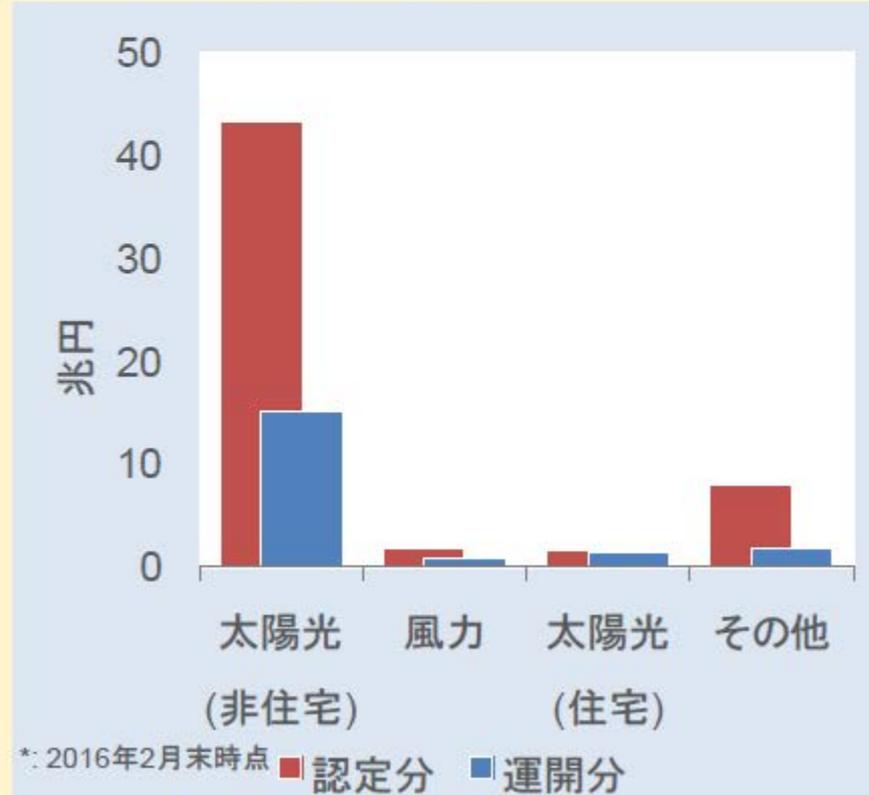
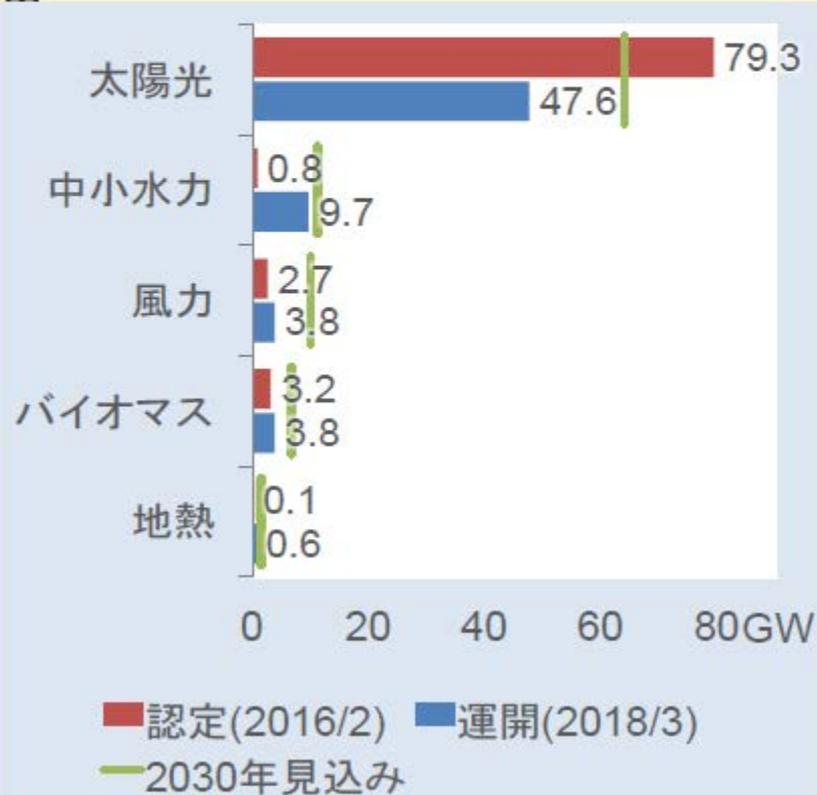
※再稼働後、地裁の
運転停止を命じる
仮処分決定(3/9付)
により停止

太陽光発電大量導入で大きな賦課金負担発生

- 2016年2月末でのFIT認定設備は86 GW。2017年度末までに65 GWが稼働
- 太陽光認定量は目標を大幅超過
- 再生可能エネルギー発電設備容量

- 既認定分86 GW*全てが稼働すると、20年間の賦課金額は累積55兆円
- 割高な太陽光への偏りで、再生可能エネルギーはより経済非効率的に

FITの累積賦課金額

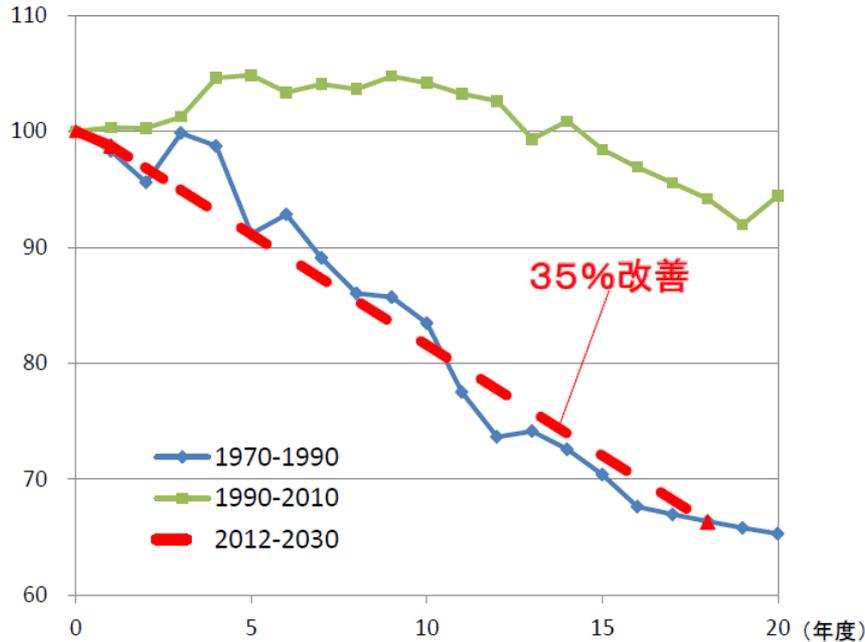


*: 2016年2月末時点 ■ 認定分 ■ 運開分

大幅なエネルギー効率改善が必要

- ❖ 省エネルギー対策を徹底して進めた後のエネルギー需要の見通しは、最終エネルギー消費326百万kL程度(対策前比▲13%)。
- ❖ これらの対策の積み上げにより、石油危機後並みの大幅なエネルギー効率改善を実現。

【エネルギー効率の改善】



エネルギー効率 = 最終エネルギー消費量 / 実質GDP

❖ 更なる省エネの3つのポイント

①製造設備の更新

②ITの活用

a. FEMS

b. BEMS

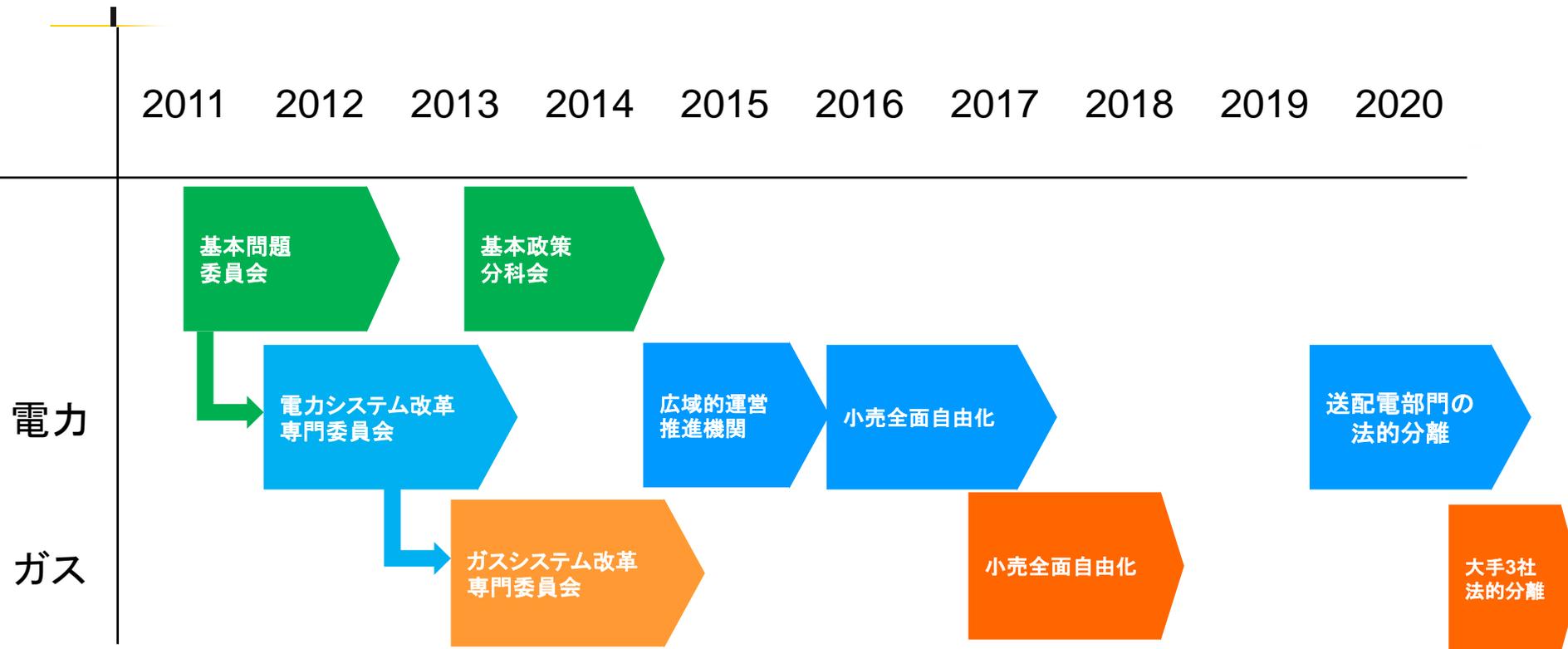
c. HEMS

d. TEMS

③建築物の省エネ化

FEMS(フェムス:Factory Energy Management System)
 BEMS(ベムス:Building Energy Management System)
 HEMS(へムス:Home Energy Management System)
 TEMS(テムス:Town Energy Management System)

2011年以降の電力・ガスシステム改革



- 電力システム改革は3段階、ガスシステム改革は2段階
- 電力改革：小売全面自由化(2016年4月)および法的分離(2020年)
- ガス改革：小売全面自由化(2017年4月)および大手3社の法的分離(2022年)

まとめ

- 日本は国際エネルギー市場から、エネルギーを調達。
- 国際エネルギー市場には大きな不確実性が存在。世界の温暖化対策・環境問題への取組にも要注目。
- 日本では包括的エネルギー政策見直しと実行が進行中（3つの“E”と“S”（Safety）同時達成を基本理念として）
- エネルギーミックス目標と温暖化ガス目標が、あるべき姿として決定。今後の課題はその実現。