

学生の皆さんと学ぶ

『日本のエネルギー問題』



2016年12月

一般財団法人

日本エネルギー経済研究所

理事長 豊田正和



目次



1. 私たちにとって
エネルギーは、なぜ重要か？

5つのリスク
2. 国際エネルギー情勢が
変わってきたというのは本当？

新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント
3. エネルギー政策の視点は、
どのように進化・複雑化しているのか？

5つの方向
4. エネルギー情勢の変化に
立ち向かう方法とは何か？



1. 私たちにとって エネルギーは、なぜ重要か？



2. 5つのリスク 国際エネルギー情勢が 変わってきたというのは本当？

3. 新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント エネルギー政策の視点は、 どのように進化・複雑化しているのか？

4. 5つの方向 エネルギー情勢の変化に 立ち向かう方法とは何か？

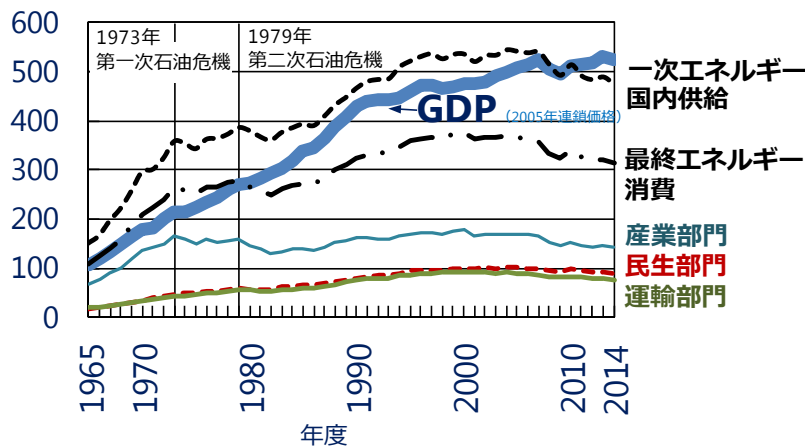


1. 私たちにとってエネルギーは、なぜ重要か？

(1) 経済成長とエネルギー

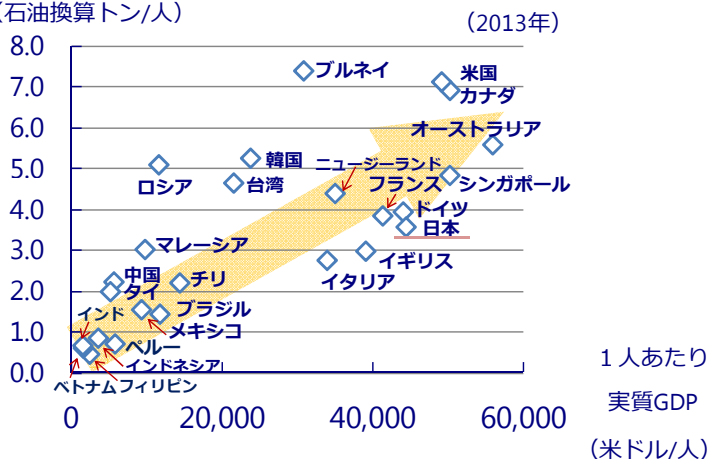
① エネルギー需要とGDP (日本の推移)

(兆円、石油換算百万トン)



② エネルギー需要とGDP (2013年国別比較)

1人あたりエネルギー消費
(石油換算トン/人)



禁無断転載

(C) 2016 IEEJ, All rights reserved

(出所) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」および「図解 エネルギー・経済データの読み方入門」等より作成

エネルギー・フロー

一次エネルギー

- ・国内生産
- ・輸入
- ・総供給
- ・輸出
- ・在庫変動
- ・国内供給

- ・原油
- ・石炭
- ・天然ガス
- ・原子力
- ・水力
- ・太陽光、風力、地熱ほか

エネルギー転換

エネルギー転換ロスを生じる

最終消費されるエネルギーを
各種のエネルギーから作り出す工程

- ・発電部門 (事業者、自家発)
- ・石油精製
- ・都市ガス製造
- ・地域熱供給 ...他

最終エネルギー

- ・産業部門 (農林・水産、鉱業、建設、製造業)
- ・民生部門 (家庭・業務※1)
- ・運輸部門 (旅客・貨物)
- ・非エネルギー※2

エンドユーザーが実際に消費した分

- ・電力
- ・固体燃料 (石炭製品など)
- ・液体燃料 (ガソリンなど)
- ・気体燃料 (都市ガスなど)

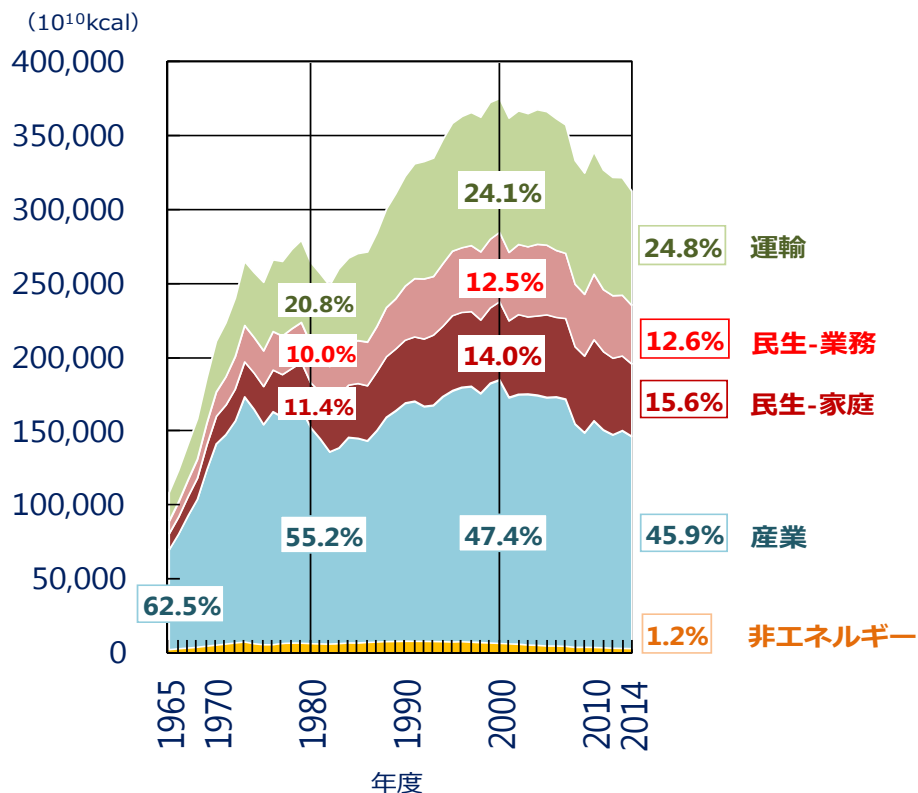
※1 業務とは、商店・事務所ビル・病院・学校・福祉施設のような、産業でもなく、交通用でもなく、家庭用でもない商業部門を指す。

※2 非エネルギーとは、燃料としての利用ではなく、機械油などの用途で用いる石油製品を指し、アスファルト、グリース、パラフィン、潤滑油が含まれる。



1. 私たちにとってエネルギーは、なぜ重要か？

(2) 最終エネルギー消費 (部門別エネルギー需要の特徴)



- これまで産業部門はシェアを下げてきた。その一方で民生・運輸はシェアを伸ばしている。
- 今後の省エネの課題は、民生・運輸部門にある。

部門別エネルギー需要の特徴

産業部門

第1に最大のエネルギー需要部門。
第2に経済・生産活動の影響を大きく受ける。
第3に石油危機以降に省エネルギー・脱石油がもっとも進展した部門。

民生-家庭部門

2度の石油危機を経て、その伸びは鈍化したものの人口の増加鈍化と減少、家電機器普及の飽和、家電機器の効率改善などから、堅調に推移している。

民生-業務部門

産業構造のサービス化などにより堅調に増加してきたが、近年は減少に転じている。

運輸部門

輸送需要の減少、自動車普及の飽和、そして自動車燃費の改善などから、1999年をピークに減少に転じている。

1. 私たちにとって エネルギーは、なぜ重要か？



2. **5つのリスク** 国際エネルギー情勢が 変わってきたというのは本当？



3. **新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント** エネルギー政策の視点は、 どのように進化・複雑化しているのか？

4. **5つの方向** エネルギー情勢の変化に 立ち向かう方法とは何か？



2. 国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当？ ： 5つのリスク

- ☑ リスク① シェール革命と急落した原油価格の行方
- ☑ リスク② 高まる地政学的不安定性
- ☑ リスク③ パリ合意で本格化する気候変動への対応
- ☑ リスク④ 原子力安全性の確保と再稼働のスピード
- ☑ リスク⑤ 米国トランプ政権の誕生

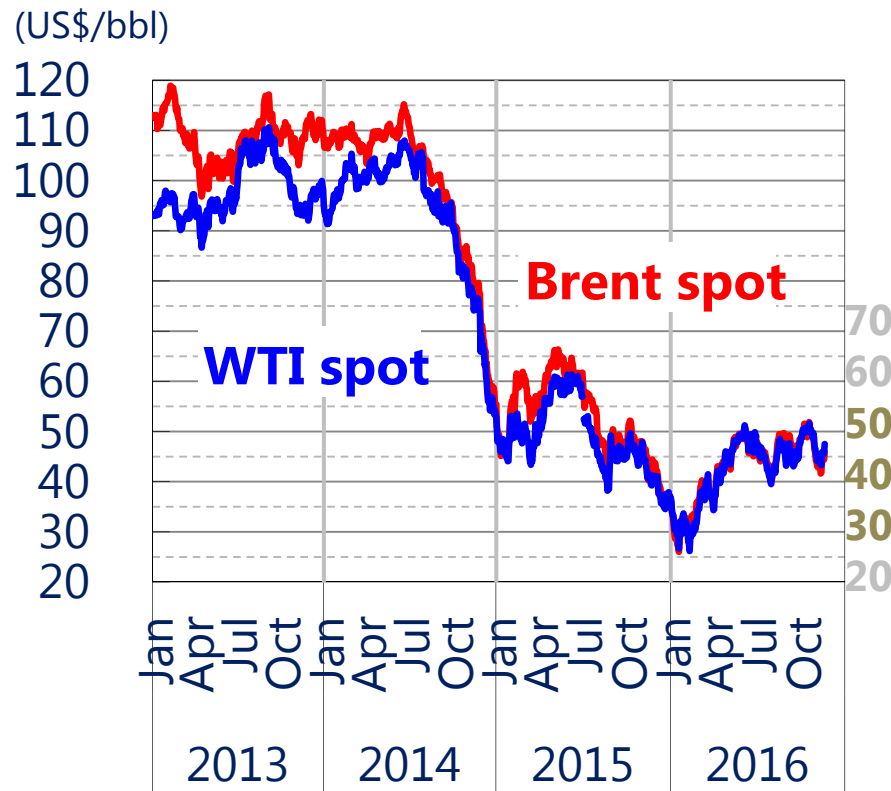


2. 国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当? : 5つのリスク

リスク① シェール革命と急落した原油価格の行方



- 原油価格下落が続いた場合の中・長期的影響は?
- シェールオイル・ガス生産の break-even 価格は?



(出所) 米国エネルギー情報局 (EIA)
「Spot Prices for Crude Oil and Petroleum Products」より作成

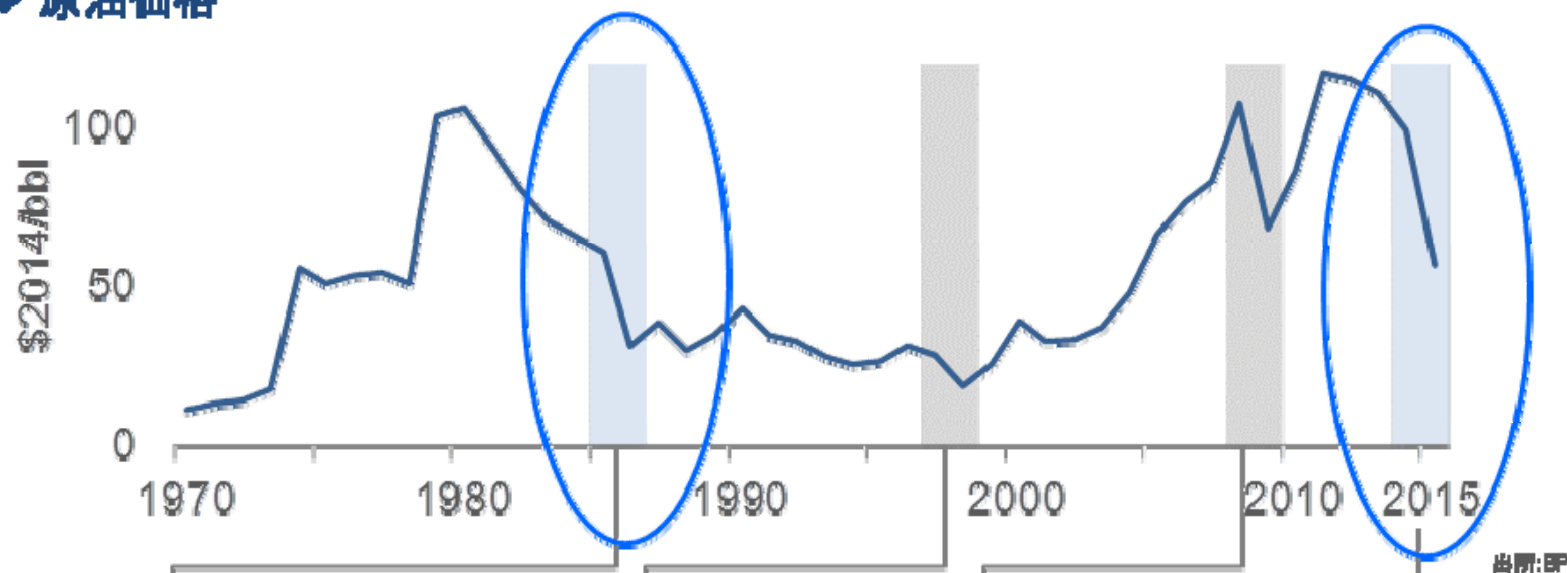
IMF推定	財政収支均衡価格 Fiscal Breakeven Oil Price (\$/bbl)		
	2015	2016推計	2017推計
Oman	99.3	77.5	79.4
Saudi Arabia	92.9	79.7	77.7
Iraq	64.7	58.3	54.0
United Arab Emirates	60.1	58.6	60.0
Iran, I.R. of	60.1	55.3	60.7
Qatar	58.3	62.1	63.4
Kuwait	48.3	47.8	47.7

(出所) IMF, 2016年10月

「歴史は同じようには繰り返さないが、韻を踏む」

~ Mark Twain

◆ 原油価格



- 石油ショック後の高油価による需要減と非OPEC供給増
- OPEC内でのシェア争いの激化
- ネットバック価格方式による需給緩和

- アジア経済危機に伴う新興国における需要減少
- OPEC内での生産枠超過生産
- OPECの生産枠拡大による需給緩和

- リーマンショックによる世界的な需要の急減
- サウジアラビアを中心とする生産能力拡大

- 非OPEC供給の拡大
- OPECの増産
- 世界の需要減速

エネ研の原油価格想定 (アジア/世界エネルギーアウトック 2016)

実質価格		2015	2020	2030	2040	
原油	\$2015/bbl	52	75	100	125	
天然ガス	日本	\$2015/MBtu	10.4	10.7	12.8	14.1
	ヨーロッパ(英国)	\$2015/MBtu	6.5	8.5	9.8	11.7
	米国	\$2015/MBtu	2.6	4.5	5.6	6.3
一般炭	\$2015/t	80	89	106	132	

名目価格		2015	2020	2030	2040	
原油	\$/bbl	52	83	135	205	
天然ガス	日本	\$/MBtu	10.4	11.8	17.2	23.1
	ヨーロッパ(英国)	\$/MBtu	6.5	9.4	13.2	19.2
	米国	\$/MBtu	2.6	5.0	7.5	10.3
一般炭	\$/t	80	98	142	217	

注: インフレ率を年率2%として算出。

実質価格とは、ある年(参照年)からの物価の上昇・下落分(インフレ・デフレによる物価変動の影響)を取り除いた価格。

名目価格とは、実際に市場で取り引きされている価格に基づいて推計された価格。

❖ レファレンスケースでは非OECD諸国を中心とする需要の拡大とともに、既存油田の減退や高コスト原油へのシフト、更には中東・ウクライナ等のリスク要因や金融要因の顕在化により、**原油価格は再び上昇する。**

それとともに天然ガス価格も上昇に向かうが、地域間取引の拡大等により既存の格差は縮小に向う。

❖ **原油価格は短期的な変動幅を増しつつ、中長期的にはじりじりと上昇してゆくものと見込む。**

❖ 実質原油価格(2015年価格)は、**2020年に \$75/bbl、2040年には \$125/bbl** と想定する。想定インフレ率 2%/年の下での名目価格は、2020年に \$83/bbl、2040年には \$205/bbl に達する。



2. 国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当? : 5つのリスク リスク② 高まる地政学的不安定性

● イラク <7つの中東不安定要因の錯綜>

先行き不透明な中東和平問題

イラク戦争後のイラク内外情勢

イランの核開発合意を巡る国際関係の緊張

シェール革命の経済・政治的インパクト



アラブイスラム社会に広がる米国への不満・反発

アラブの春による中東の現政権・体制を巡る不安定要因

石油施設に対するテロ活動の危険性

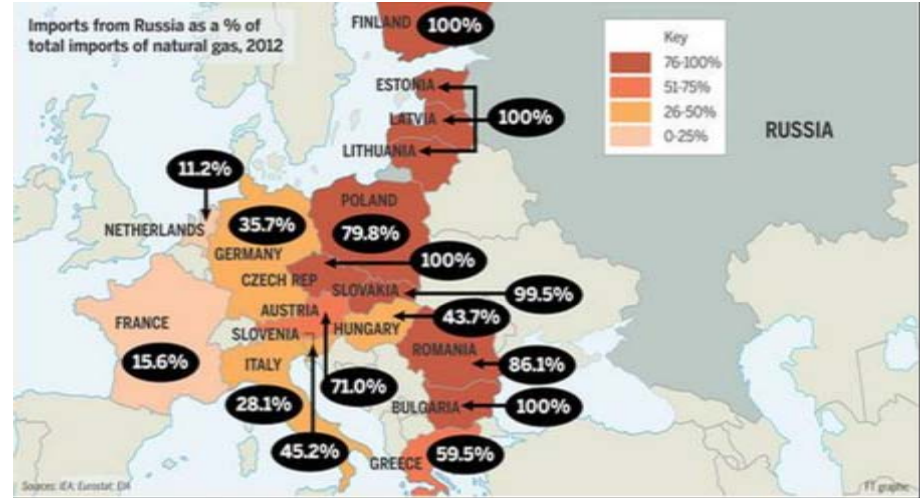
Source: Prepared by IEEJ

禁無断転載

(C) 2016 IEEJ, All rights reserved

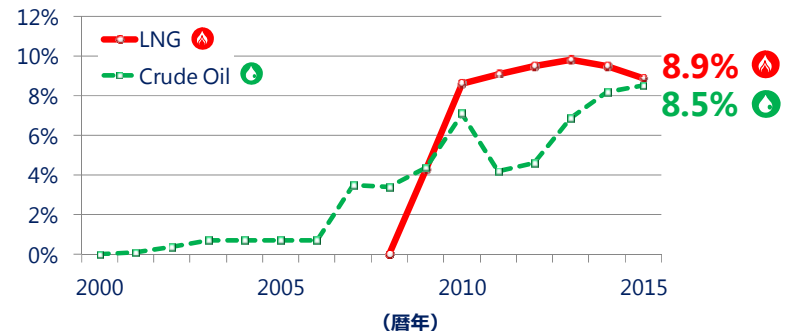
● ウクライナ <まかり通る国際法違反>

欧州各国の天然ガスロシア依存度



(出所) The Financial Times, April 4, 2014.

<参考> 日本のロシア依存度



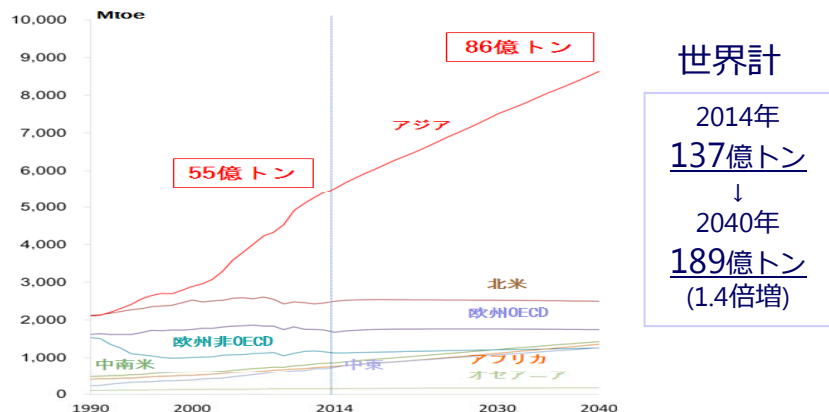
(出所) 資源・エネルギー統計年報 及び日本貿易月表より作成

< 参考資料 >

アジアでは？

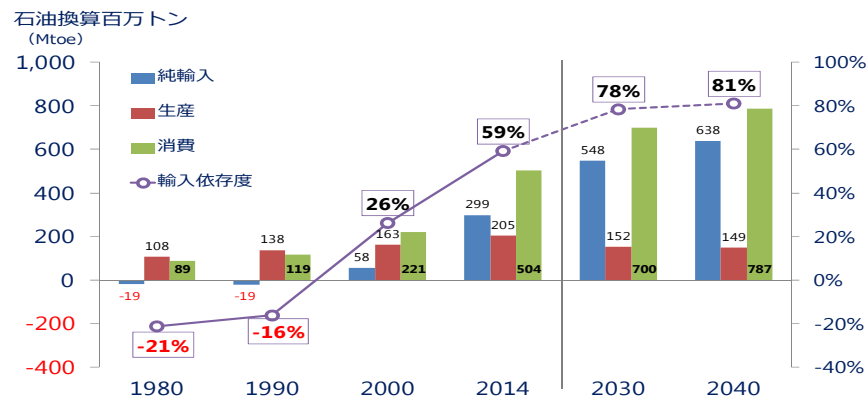
：資源獲得競争と「領有権紛争」
：北朝鮮の挑発？

● 世界の地域別エネルギー需給見通し



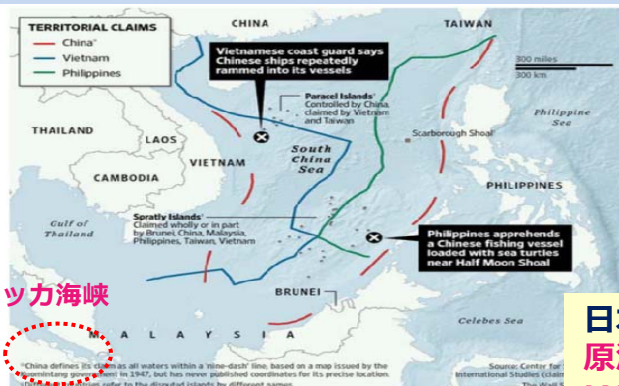
(出所) 日本エネルギー経済研究所「アジア/世界エネルギーアウトック 2016」2016年10月

● 中国の石油需給見通し



(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」2016年10月

● 南シナ海における領有権争い



マラッカ海峡

日本が輸入する
原油の9割、
LNGの4割が
マラッカ海峡を
通過。

(出所) The Wallstreet Journal, 2014年5月9日 (日本語版Web)

● 北朝鮮の挑発？

- ☢ 2006年10月 初の地下核実験
- ☢ 2009年5月 2回目の核実験
- ☢ 2011年12月 金正日 (キムジョンイル) 死去、金正恩 (キムジョンウン) が継承 (第3代最高指導者)
- ☢ 2013年2月 3回目の核実験
- ☢ 2016年 1月6日 初の水爆実験に成功と発表 (韓国国防部では4回目核実験と推定)
- ☢ 4月24日 潜水艦発射弾道ミサイル (SLBM) の発射実験に成功と発表



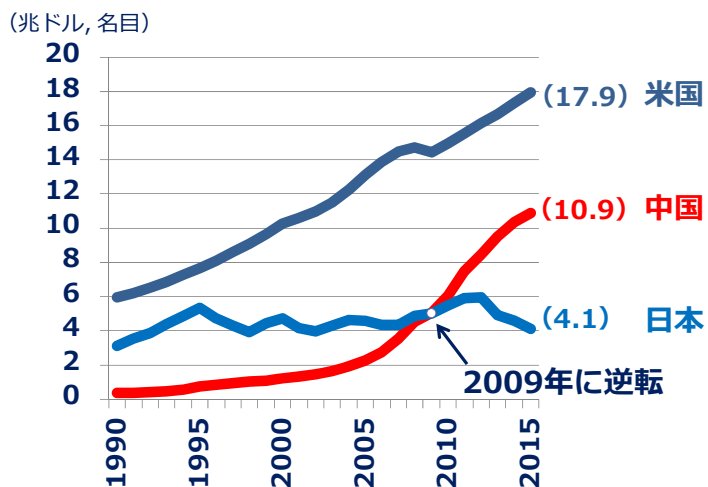
< 参考資料 >

不安定の背景 ?

世界の警察官の役割を担えなくなった米国 / トランプ現象 ?

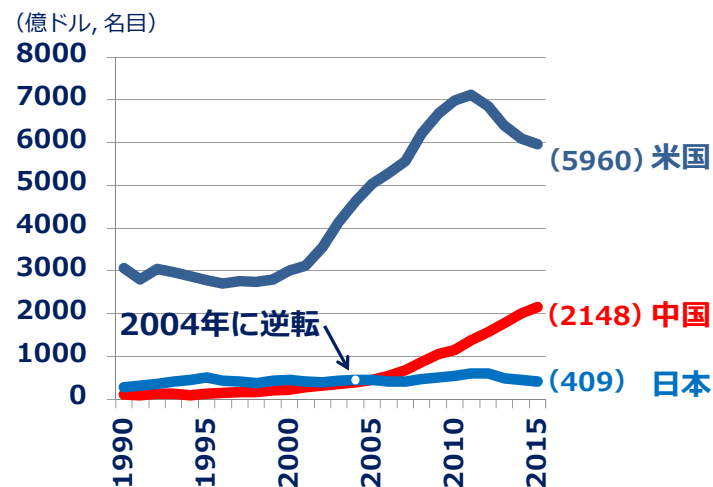
● 中国の台頭 <米国の地位の相対的低下>

① GDPの相対関係 (米・中・日比較)



(出所) 世界銀行ホームページより作成

② 軍事費の相対関係 (米・中・日比較)

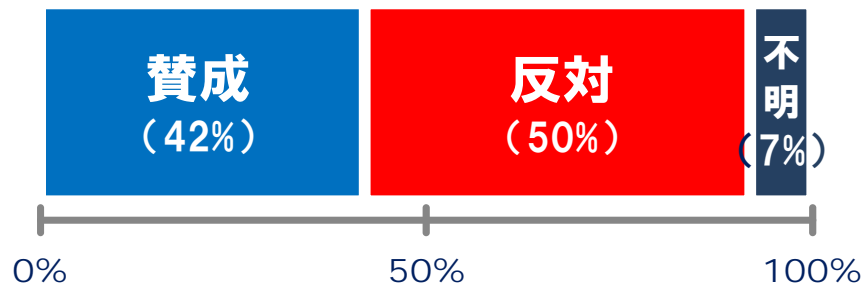


(出所) SIPRI Military Expenditure Databaseより作成

● イラク進攻・アフガン侵攻のつけ

<国民の厭戦気分>

米軍によるイラクへの
軍事介入に対して



注) 端数処理のため、
合計は100%にならない。

(出所) CBS News/New
York Times調査
(2014年6月)より作成



2. 国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当? : 5つのリスク

リスク③ パリ合意で本格化する気候変動への対応

● 欧米並みの対応を目指す日本

<日本の化石燃料依存度は、94%へ（2012年）>

- ・・・エネルギー・ミックス策定の結果、温暖化対策を策定へ。

● 張り切る米国・逃げられない中国



<米国：シェール革命のお蔭で

火力のCO₂排出量を3割減>



<中国：石炭は、PM 2.5等 公害の源>

- ・・・APECにおける米中会談（2014年11月）

● 結果としての2030年目標

温室効果ガス削減目標（詳細は p.39 : 各国の自主削減目標 参照）



<日本> 2030年度 ▲26%（13年度比）：7/17提出済



<米国> 2025年までに ▲26-28%（05年比）



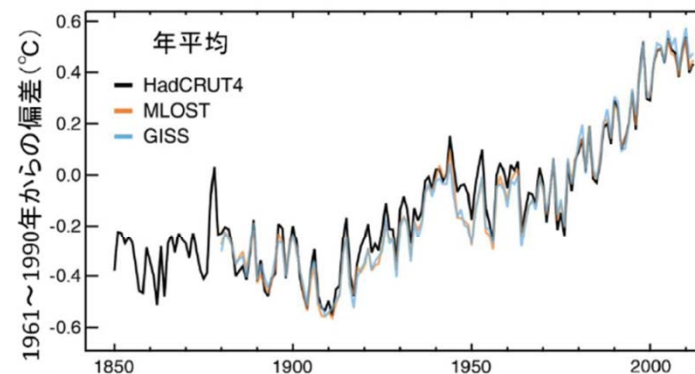
<EU> 2030年までに ▲40%（1990年比）



<中国> 2030年前後にピークアウト、

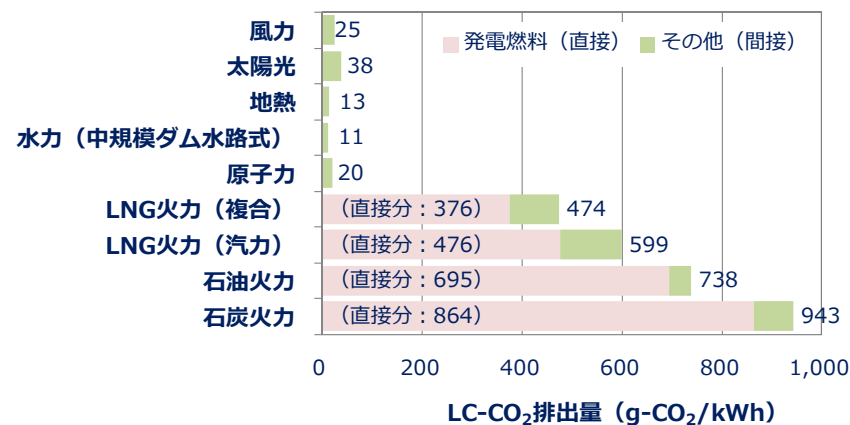
▲60~65%（05年比、GDP当たりCO₂排出量）

世界の地上気温の経年変化



（出所）気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書
第1作業部会報告書政策決定者向け要約（SPM）の概要（速報版）、経済産業省記者発表資料、2013年9月27日

温暖化の視点（CO₂排出量比較）



（出所）一般財団法人 電力中央研究所
「日本の発電技術のライフサイクルCO₂排出量評価」2010年7月



2. 国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当? : 5つのリスク

リスク④ 原子力安全性の確保と再稼働のスピード

1. 現時点での使用可能な原子炉	42 基	= 54 - 6 福島第1廃炉 - 6 老朽廃炉
2. 原子力規制委員会の新基準に適合、①許可された原子炉	8 基	川内1/2号、高浜3/4号 伊方3号、高浜1/2号、美浜3号
3. 原子力規制委員会による②~③審査、④検査中の原子炉	22 基	= 26 申請 - 4 合格/営業運転 (川内1/2号、高浜3号、伊方3号)
4. 営業運転⑤が認められた原子炉	4 基	川内1/2号、高浜3号、伊方3号
5. 現時点で、稼働中の原子炉	2 基	川内2号、伊方3号 (定期検査で停止中、川内1号機)

九州電力 **川内** (鹿児島県 薩摩川内市) ⇒ **1号機** : (2015年 8月に試験稼働) 営業運転 2015/9/10 開始 ※営業運転後13カ月以内の定期検査中 2016/10/6~2017年1月予定

⇒ **2号機** : (2015年 10月に試験稼働) 営業運転 2015/11/17 開始 ※営業運転後13カ月以内の定期検査を予定 (2016/12/16~2017年3月)

関西電力 **高浜** (福井県 高浜町) ⇒ **3号機** : (2016年 1月に試験稼働) 営業運転 2016/2/26 開始 ※高浜3/4号は再稼働後、地裁の運転停止を命じる仮処分決定 (2016/3/9付) により停止中

⇒ **4号機** : (2016年 2月に試験稼働) (④検査中に停止) 2016/3/10~

四国電力 **伊方** (愛媛県 伊方町) ⇒ **3号機** : (2016年 8月12日に試験稼働) 営業運転 2016/9/7 開始

関西電力 **高浜** (福井県 高浜町) ⇒ **1号機** (①②許認可、③未申請) 2019年8月以降の再稼働を目指す

⇒ **2号機** (①②許認可、③未申請) 2020年3月以降の再稼働を目指す

関西電力 **美浜** (福井県 美浜町) ⇒ **3号機** (①②許認可、③審査中) 2020年3月以降の再稼働を目指す

(2016年12月2日時点)

新規制基準適合性に係る審査・検査~再稼働までの大まかな流れ (①~③の審査は同時並行的に行われる。)

①申請 → ①設置許可審査 (許可) → ②工事計画審査 (認可) → ③保安規定審査 (認可) → ④使用前検査 (合格)

その他 再稼働に向けては、電力会社と自治体との安全協定に基づく、地元の同意も求められる (立地市町村と、その市町村が属する都道府県)。 → ⑤再稼働 (④使用前検査に合格後、営業運転に移行)

< 参考資料 >

原発再稼働の経済インパクト

(2017年度までの日本の経済・エネルギー需給見通し)

		FY2010	FY2017			
			低位ケース	基準シナリオ	高位ケース	ベストミックスケース
累計再稼働数 ¹ (基)	[2016年度末]	..	[5]	[7]	[9]	..
	2017年度末	..	12	19	25	..
稼働プラントの平均稼働月数(月)		..	5	9	8	..
原子力発電量(10億kWh)		288.2	39.1	119.8	151.2	195.0

	FY2010	FY2017 (changes from FY2010)			
		低位ケース	基準シナリオ	高位ケース	ベストミックスケース
電力コスト単価 ² (¥/kWh)	4.9	+1.5	+1.1	+0.9	+2.0
燃料費	3.8	+0.4	-0.0	-0.2	-0.4
FIT買取費用	0.2	+1.9	+1.9	+1.9	+3.3
経 化石燃料輸入総額(兆円)	18.1	-4.1	-4.7	-4.9	-5.4
済 石油	12.3	-3.3	-3.5	-3.5	-3.7
LNG	3.5	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0
実質GDP (2005年価格兆円)	513	+24.3	+24.7	+24.9	+25.3
国民総所得(兆円)	480.5	+33.8	+34.4	+34.6	+35.0
工 一次エネルギー国内供給					
ネ 石油(100万kL)	232.3	-31.0	35.2	-36.8	-40.1
ル 天然ガス(LNG換算100万t)	73.3	+8.5	-0.3	-3.7	-9.4
ギ LNG輸入(100万t)	70.6	+9.0	+0.3	-3.1	-8.9
自給率	17.8%	-6.9p	-3.4p	-2.1p	+2.1p
環 エネルギー起源CO2排出(Mt-CO2)	1,139	-7	-45	-60	-121
境 2013年度比	[-7.8%]	[-8.4%]	[-11.4%]	[-12.6%]	[-17.6%]

基準シナリオ: 2016年度末までに累計7基、2017年度末までに累計19基が再稼働。2017年度は平均1か月に1基のペースで再稼働

低位ケース: 2016年度末までに累計5基、2017年度末までに累計12基が再稼働。2017年度は平均1か月に約0.5基のペースで再稼働

高位ケース: 2016年度末までに累計9基、2017年度末までに累計25基が再稼働。2017年度は平均1か月に約1.5基のペースで再稼働

ベストミックスケース: 経済産業省「長期エネルギー需給見通し」(2015)の2030年の電源構成比(再生可能22~24%、原子力20~22%など)を参照した仮想的なケース

1. 2010年末時点で発電中の原子力発電所数は39基
2. 燃料費、FIT買取(2010年度はFIT前身の太陽光発電余剰電力買取)費用、系統安定化費用を総発電量で除すことにより算定

1.国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当? : 5つのリスク

リスク⑤ トランプ次期米国大統領の誕生

❖ トランプ次期米国大統領の政策

- 米国化石燃料産業には朗報も、現下の価格では増産効果は限定的か
- パリ協定やイラン核合意の破棄は、国際温暖化防止枠組みや中東情勢にとって深刻
- 米国政治の新たな不確実性は、金融市場経由で原油価格ボラティリティ上昇要因に

エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (特にOPECからの) Energy Independence ➤ 連邦所有地での石油・天然ガス開発の解禁 ➤ エネルギー開発規制の緩和・撤廃を通じての雇用創出、賃金上昇、エネルギー価格低減 ➤ 石油パイプラインや石炭輸出設備の整備
環境	<ul style="list-style-type: none"> ➤ パリ協定・気候変動条約脱退? ➤ オバマ政権下で導入された環境規制の撤廃
外交	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 体制変革等、他国への介入主義の是正 ➤ ISIS等の過激派と闘う中東の国・勢力を支援 ➤ 中国を為替操作国に認定 ➤ イランをテロ支援国家と認定、核合意破棄?

1. 私たちにとって
エネルギーは、なぜ重要か？

5つのリスク
2. 国際エネルギー情勢が
変わってきたというのは本当？



3. 新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント
エネルギー政策の視点は、
どのように進化・複雑化しているのか？



5つの方向
4. エネルギー情勢の変化に
立ち向かう方法とは何か？



3. 新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント（2014年4月発表） 我が国のエネルギー需給構造が抱える課題（抜粋）

1. 我が国が抱える**構造的課題**

- (1) ...エネルギー供給体制の根本的な脆弱性 → **(Energy Security)**
- (2) ...中長期的なエネルギー需要構造の変化
- (3) ...資源価格の不安定化 → **(Economic Efficiency)**
- (4) ...温室効果ガス排出量の増大 → **(Environment)**

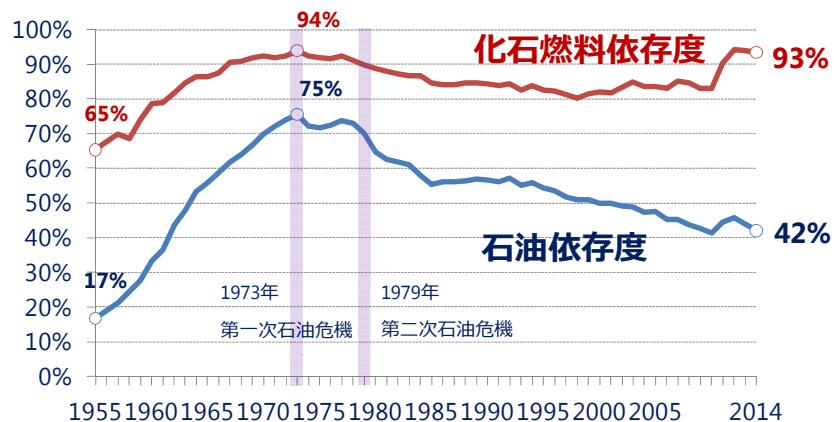
2. ...**原子力発電所事故...顕在化してきた課題**

- (1) ...原子力発電の安全性に対する懸念 → **(Safety)**
- (2) ...国富の流出、供給不安の拡大
- (3) ...マクロ経済・産業・家計（国民生活）への影響
- (4) ...温室効果ガス排出量の急増
- (5) ...電力融通、緊急時供給など、...欠陥の露呈
- (6) ...行政、事業者に対する信頼の低下
- (7) ...コージェネレーションの導入増...
- (8) ...地政学的構造変化
- (9) ...シェール革命の進展...
- (10) ...世界的な原子力の導入拡大

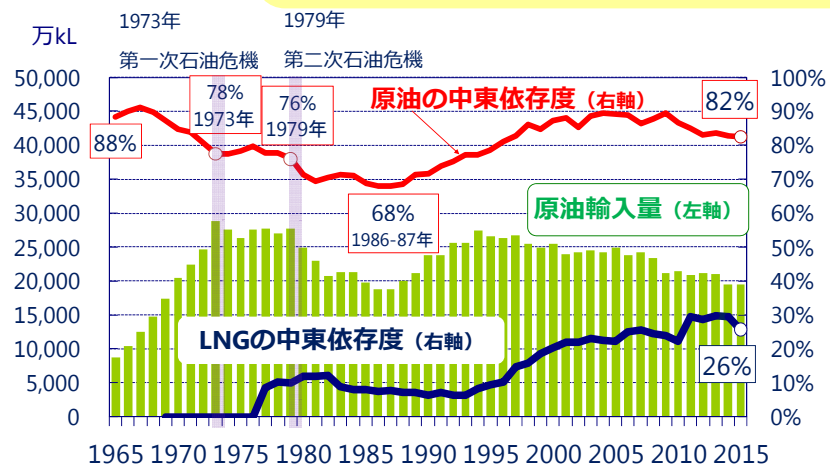
< 参考資料 >

脆弱なエネルギー安全保障 (Energy Security)

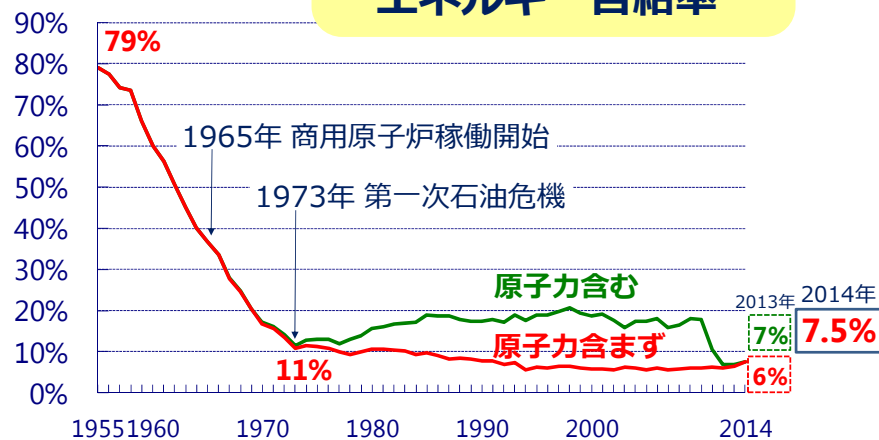
化石燃料依存度と石油依存度



原油輸入量と中東依存度

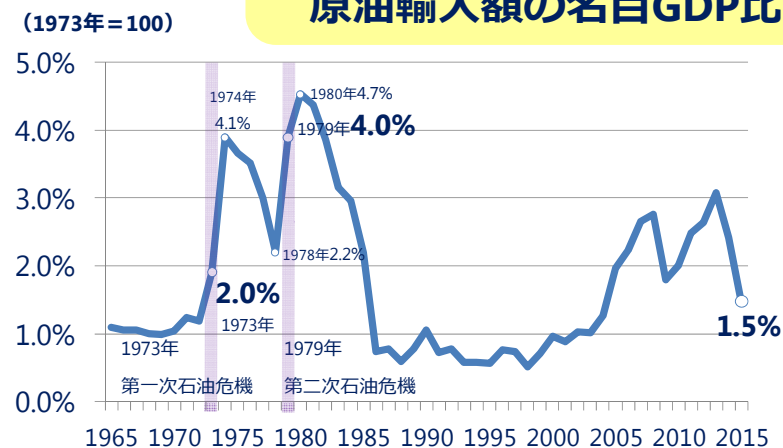


エネルギー自給率



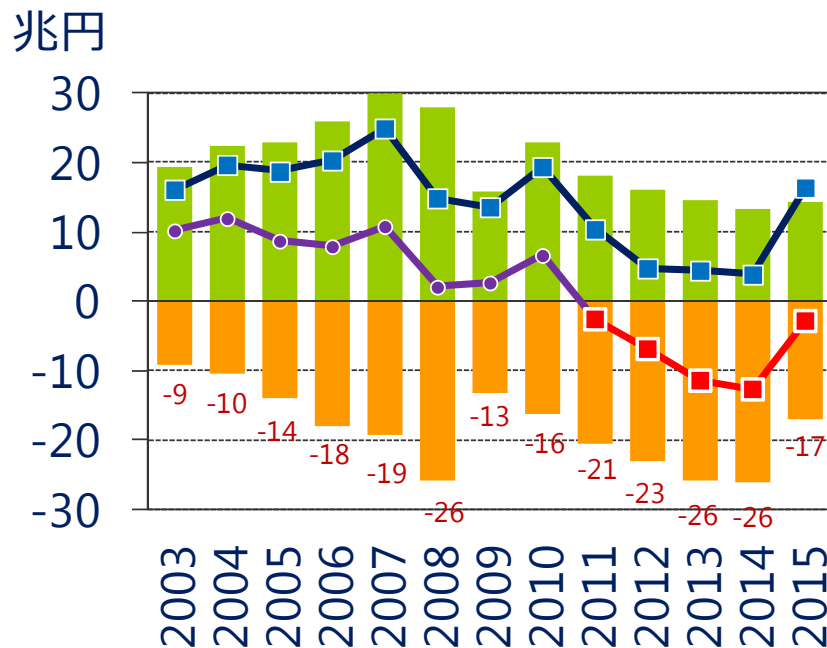
注) 2013年9月~2015年8月 全ての原子力発電所が停止。

原油輸入額の名目GDP比



(出所) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、国際エネルギー機関 (IEA) "Energy Balances" など

高コスト化：上昇する電気料金 (Economic Efficiency)

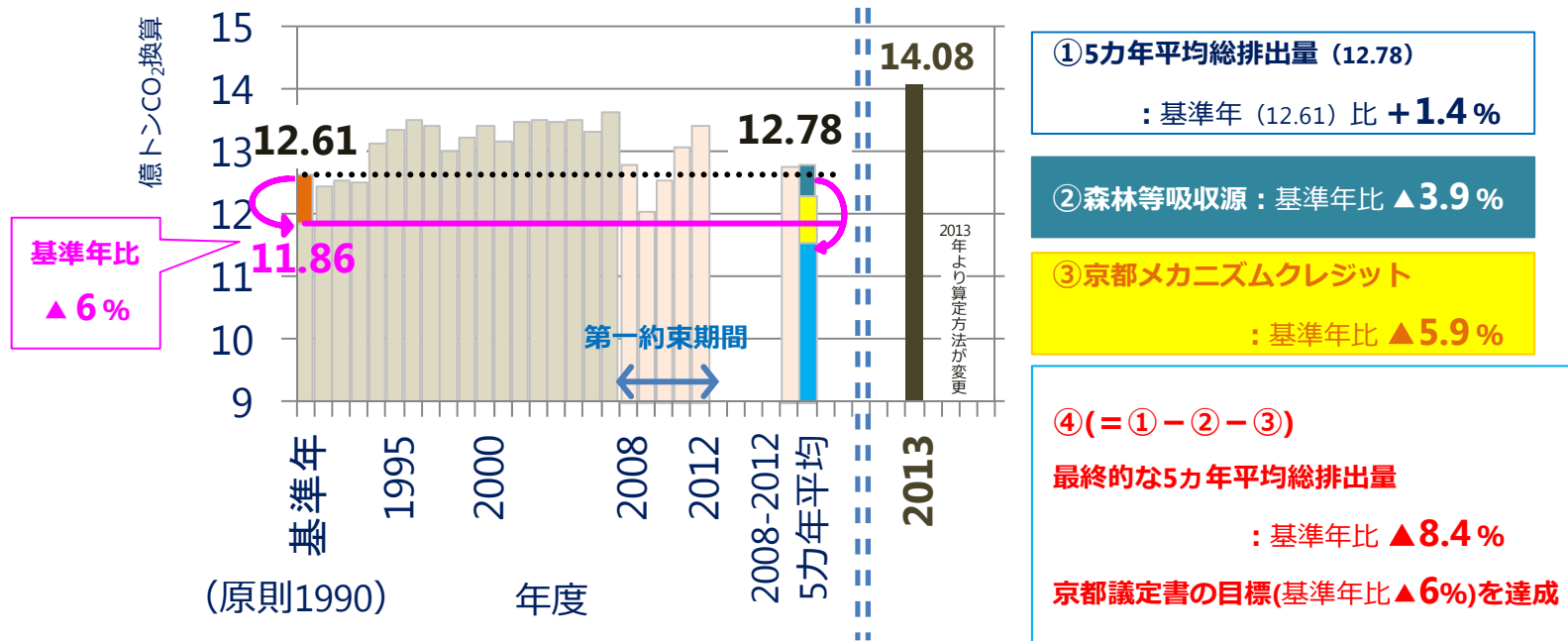


- 貿易収支 (化石燃料輸入以外)
- 貿易収支 (化石燃料輸入)
- 貿易収支 (計)
- 経常収支



- 2011 (H23) 年に貿易赤字へ転じたが、これは第2次オイルショックで石油価格が高騰し、貿易赤字が続いていた1980 (S55) 年以来31年ぶりのこと。

高GHG排出化：温室効果ガス排出量増大 (Environment)



- わが国は、**京都議定書の第一約束期間（2008～12年）**の温室効果ガス排出量を京都議定書の規定による**基準年[1990]**と比べて、**目標6%削減**を達成するため、**森林吸収量（3.9%削減）**と**京都メカニズムのクレジット（5.9%削減）**を加味し、**5カ年平均で8.4%削減を達成した**。
- 京都メカニズム（5.9%削減）でのクレジット購入量は**、政府 9,749.3万トンと、民間事業者（が政府口座に移転した2008～12年度合計数量）の約2億7,400万トンの合計で **約3億7,149.3万トン**。
- その取得総額は**、これまでの炭素市場での平均取引単価と、同期間の円/ドル 為替レートを元に **約5,900億円（2008～12年の5年間）と推計される**（IEEJ推計）。

1. 私たちにとって
エネルギーは、なぜ重要か？

5つのリスク
2. 国際エネルギー情勢が
変わってきたというのは本当？

新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント
3. エネルギー政策の視点は、
どのように進化・複雑化しているのか？



5つの方向
4. エネルギー情勢の変化に
立ち向かう方法とは何か？





4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？ ： 5つの方向

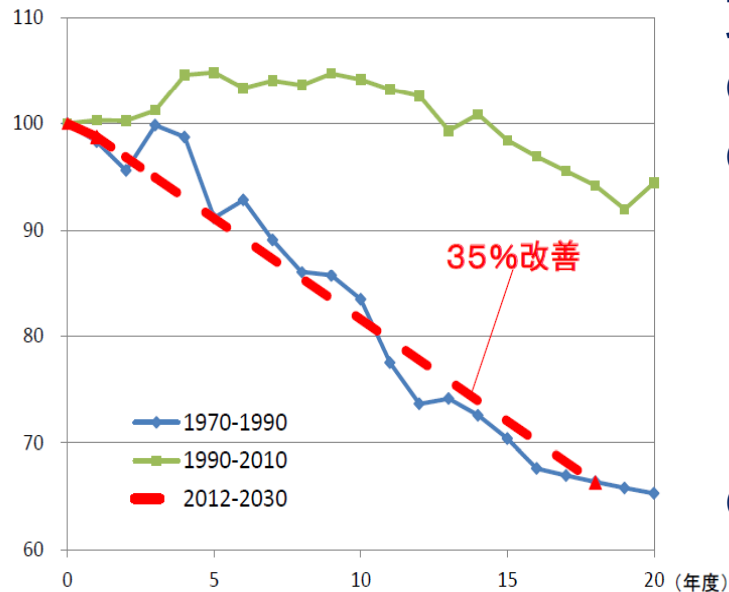
- ☑ 戦略① **省エネルギーの推進**
- ☑ 戦略② **エネルギーミックスの決定と対応**
- ☑ 戦略③ **温暖化ガス削減目標の決定と対応**
- ☑ 戦略④ **原子力の安全確保と着実な再稼働**
- ☑ 戦略⑤ **再生可能エネルギーのコストダウンとバランス化**



4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略①省エネルギーの推進 ：野心的なエネルギー消費効率の改善

- 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
 - a. F E M S (Factory Energy Management System)
 - b. B E M S (Building ")
 - c. H E M S (Home ")
 - d. I T S (Intelligent Transport Systems)
- ③ 建築物の省エネ化



4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略②エネルギーミックスの決定と対応

1. 長期エネルギー需給見通しの位置づけと基本方針

1) 長期エネルギー需給見通しの位置づけ

- ⇒ エネルギー基本計画を踏まえ、エネルギー政策の基本的視点である、**安定供給、経済効率性、環境適合、安全性（「3E+S」）**について達成すべき政策目標を想定したうえで、施策を講じたときに実現されるであろう将来のエネルギー需給の見通しであり、あるべき姿を示すもの。
- 今般は、**2030年の見通し**を策定。

2) 策定の基本方針

- 1) **自給率**は震災前を上回る水準（概ね25%程度）
- 2) **電力コスト**は、現状よりも引き下げ
- 3) 欧米に遜色ない**温室効果ガス削減目標**。世界をリード
⇒ 同時に、**原発依存度**は可能な限り低減

3) 定期的な見直し

- ⇒ 少なくとも**三年毎**に行われるエネルギー基本計画の検討に合わせて、**必要に応じ見直す**

（2015年7月16日公表：経済産業省「長期エネルギー需給見通し（2015年7月）」）

< 参考資料 >

電源別コスト比較

2030年モデルプラント試算結果概要、並びに感度分析の概要

電源	原子力	石炭火力	LNG火力	風力(陸上)	風力(洋上)	地熱	一般水力	小水力(80万円/kW)	小水力(100万円/kW)	バイオマス(専焼)	バイオマス(混焼)	石油火力	太陽光(メガ)	太陽光(住宅)	ガスコージェネ	石油コージェネ
設備利用率	70%	70%	70%	20~23%	30%	83%	45%	60%	60%	87%	70%	30~10%	14%	12%	70%	40%
稼働年数	40年	40年	40年	20年	20年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	30年	30年	30年	30年
発電コスト(円/kWh)	10.3~(8.8~)	12.9(12.9)	13.4(13.4)	13.6~21.5(9.8~15.6)	30.3~34.7(20.2~23.2)	16.8(10.9)	11.0(10.8)	23.3(20.4)	27.1(23.6)	29.7(28.1)	13.2(12.9)	28.9~41.7(28.9~41.6)	12.7~15.6(11.0~13.4)	12.5~16.4(12.3~16.2)	14.4~15.6(15.6)	27.1~31.1(31.1)
2011コスト等検証委	8.9~	10.3	10.9	8.8~17.3	8.6~23.1	9.2~11.6	10.6	19.1~22.0	19.1~22.0	17.4~32.2	9.5~9.8	25.1~38.9	12.1~26.4	9.9~20.0	11.5	19.6

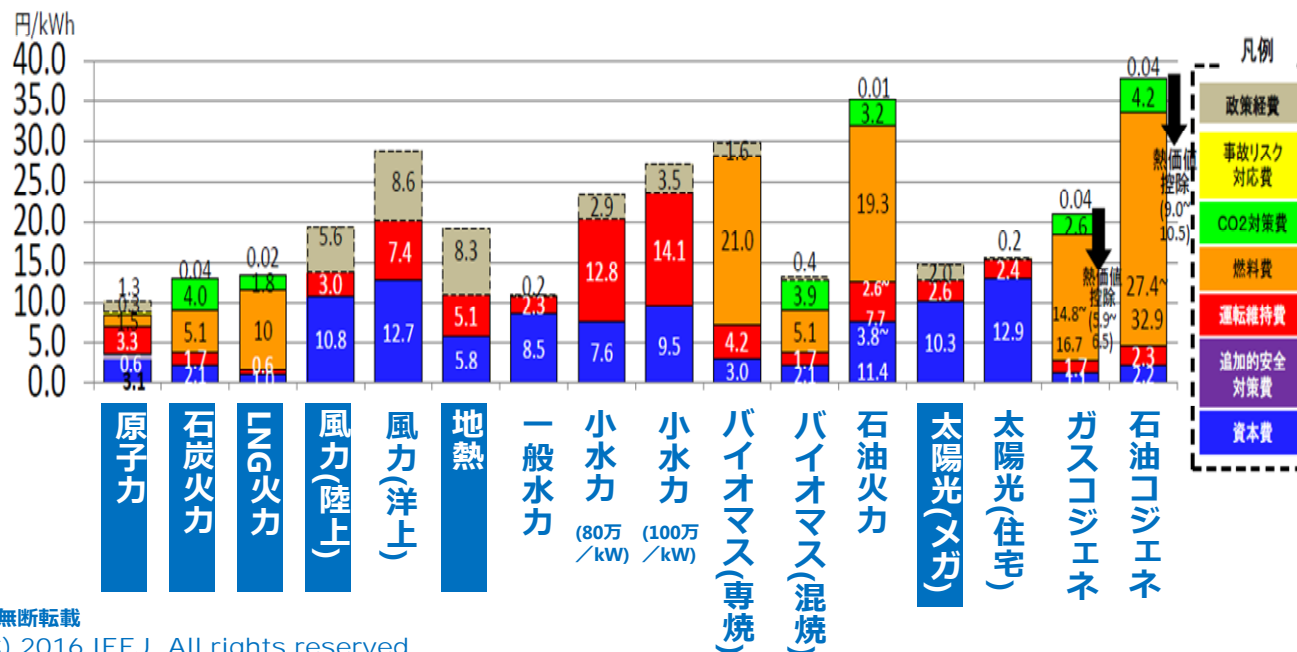
追加的安全対策費2倍	+0.6
廃止措置費用2倍	+0.1
事故廃炉・賠償費用等1兆円増	+0.04
再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍	+0.6

燃料価格10%の変化に伴う影響(円/kWh)	石炭	LNG	石油
	約±0.4	約±0.9	約±1.5

※1 今後の政策努力により化石燃料の調達価格が下落する可能性あり。感度分析の結果は下記の通り。

※2 2011年の設備利用率は、石炭:80%、LNG:80%、石油:50%、10%

※3 ()内の数値は政策経費を除いた発電コスト



<自然変動電源(太陽光・風力)の導入拡大に伴う調整費用>

※導入割合については、総発電電力量が1兆650億kWhの場合

自然変動電源の導入割合	再エネ全体の導入割合	調整費用
660億kWh(6%)程度	19~21%程度	年間 3,000億円程度
930億kWh(9%)程度	22~24%程度	年間 4,700億円程度
1240億kWh(12%)程度	25~27%程度	年間 7,000億円程度

※太陽光・風力の導入に地域的な偏在が起こらず、地域的な需給のアンバランスが生じないなどの様々な前提を置いた上で算定。

(出所) 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 長期エネルギー需給見通し小委員会 第11回会合(2015年7月13日) 資料3「長期エネルギー需給見通し 関連資料」p.83.をもとに作成

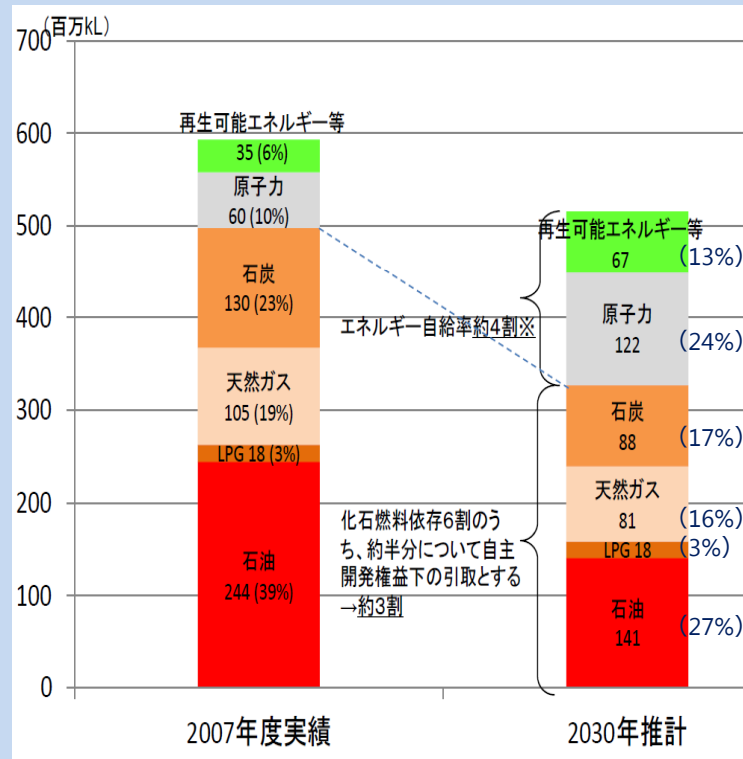


4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略②エネルギーミックスの決定と対応

2. 2030年のエネルギー需給構造 <I> 一次エネルギー

<1> エネルギー需要、及び一次エネルギー供給構造

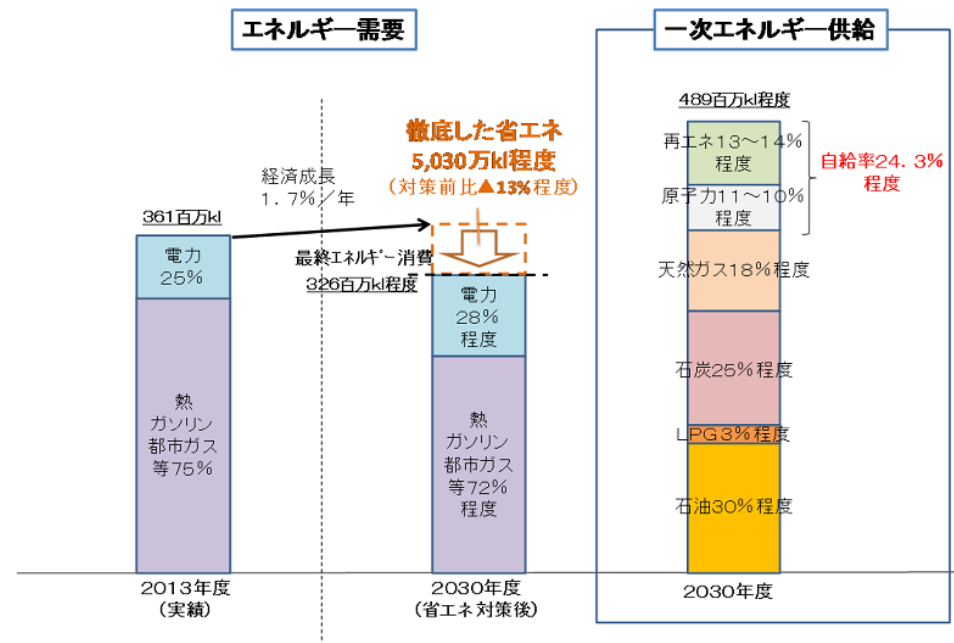
「2030年のエネルギー需給の姿 (2010年6月)」



(出所) 総合資源エネルギー調査会 総合部会 (第2回会合)・基本計画委員会 (第4回会合) 合同会合「2030年のエネルギー需給の姿」2010年6月に加筆

「長期エネルギー需給見通し (2015年7月)」

- 経済成長 (平均1.7%) 等によるエネルギー需要の増加を見込む中、徹底した省エネの推進により、石油危機後並みの効率改善 (20年間で35%)
- エネルギー自給率の改善 (2014年：6%⇒2030年：24.3%)
- エネルギー起源CO2排出量は、2013年比▲21.9%



(出所) 経済産業省「長期エネルギー需給見通し (2015年7月)」p.5 (2015年7月16日公表)

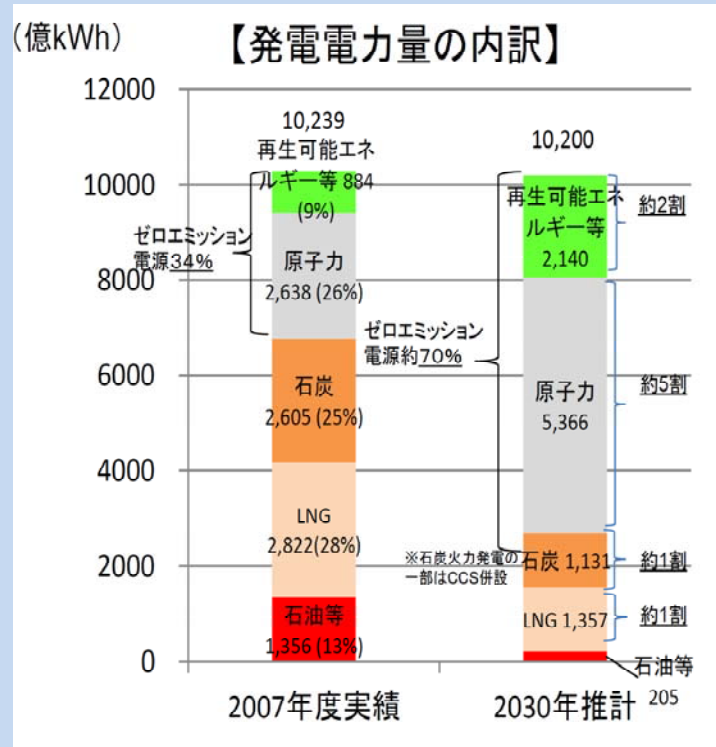


4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略②エネルギーミックスの決定と対応

2. 2030年のエネルギー需給構造 <II> 電源構成

<2> 電源構成

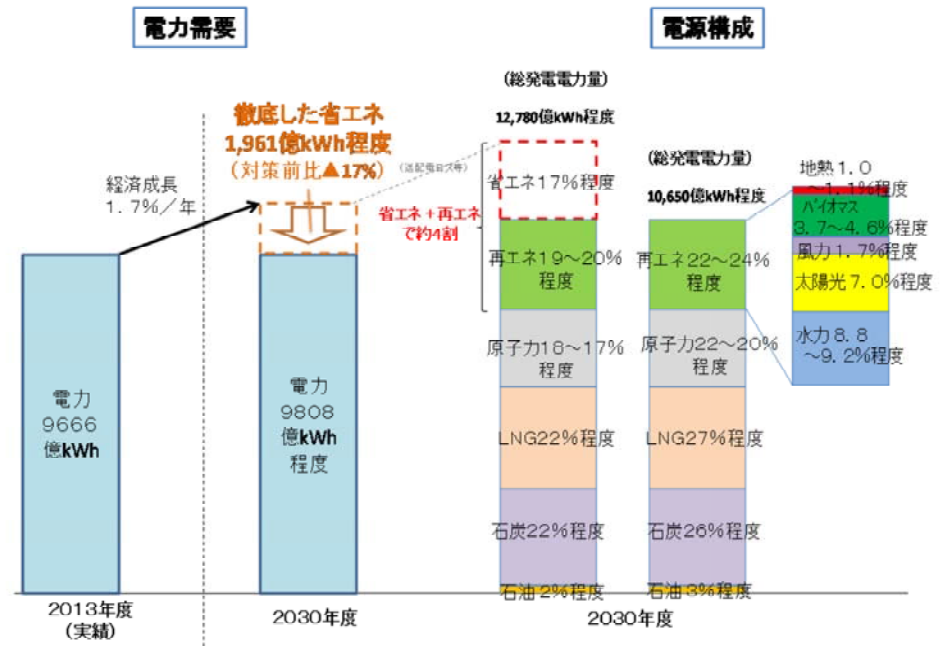
「2030年のエネルギー需給の姿 (2010年6月)」



(出所) 総合資源エネルギー調査会 総合部会 (第2回会合)・基本計画委員会 (第4回会合) 合同会合「2030年のエネルギー需給の姿」2010年6月ほか

「長期エネルギー需給見通し (2015年7月)」

- 徹底した省エネ (節電)、再生可能エネルギーの最大限の導入により **約4割**を賄い、原発依存度を大きく低減 (3.11前: 29%⇒ 22-20%)
- ベースロード電源比率は **56%** (3.11前: 63%)
- 現状より、電力コストは低減 (▲2-5%)



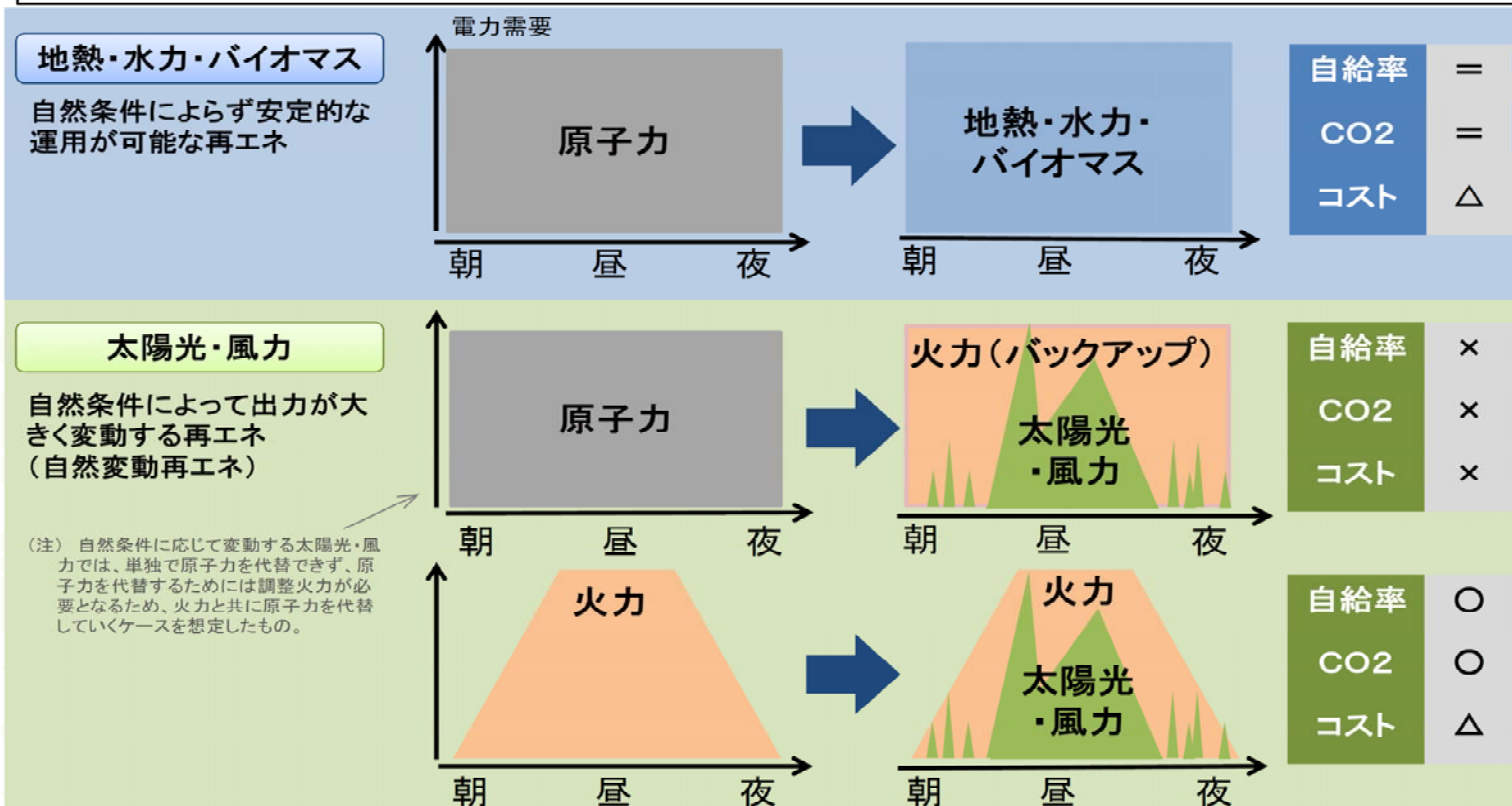
(出所) 経済産業省「長期エネルギー需給見通し (2015年7月)」p.7 (2015年7月16日公表)

< 参考資料 >

再生可能エネルギーによる「代替」の意味

再生可能エネルギーの導入拡大の方策

- 安定供給、経済効率性及び環境適合を満たしながら再生可能エネルギーを最大限導入するためには、各電源の個性に合わせた導入(既存電源の置き換え)が必要。
 - 自然条件によらず安定的な運用が可能な地熱・水力・バイオマスは、原子力を置き換える。
 - 太陽光・風力(自然変動再エネ)は、調整電源としての火力を伴うため、原子力ではなく火力を置き換える。





4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略③ 温暖化ガス削減目標の決定と対応




1. パリ合意での論点と結果

	パリ合意 (2015年)	京都議定書 (1997年)
① 緩和 (GHGの削減)		
a. 参加国	INDC*提出 190 か国 (2016/11/6時点)	削減義務 37 か国 (米国批准せず)
b. 目標の設定	ボトムアップ	トップダウン
c. 目標の遵守 (法的拘束力)	無 (5年毎のレビュー)	有
d. 日本の二国間クレジット	二国間クレジットは、パリ協定締約国会合によって採択されるガイダンスに一致する場合、利用できるが、当該ガイダンスは今後検討	使えるのは、 JI (Joint Implementation)、 CDM (Clean Development Mechanism) および国際排出量取引のみ
② 適応・資金確保等		
	資金確保は今後引き続き検討	資金について議定書では規定なし 2009年のコペンハーゲン合意で、 先進国が共同で2020年までに 年1000億ドルを調達する目標を約束
③ 先進国と途上国の区分		
	中国、インドも含めすべての国が責任を負う (implemented to reflect equity and the principle of common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances)	先進国のみが 削減義務を負う






4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か? : 5つの方向 戦略③温暖化ガス削減目標の決定と対応

2. 各国の削減目標

	国	削減目標	基準年	目標年	削減対象	削減方法
1990年比 	EU	40%	1990	2030	温室効果ガス (GHG)	排出量 (Absolute emissions)
	New Zealand	30%	1990	2030	GHG	Absolute emissions
2005年比 	United States	26~28%	2005	2025	GHG including LULUCF	Absolute emissions
	Australia	26~28%	2005	2030	GHG including LULUCF	Absolute emissions
	Singapore	36%	2005	2030	GHG	GDP原単位比 (GDP intensity)
	China	60~65%	2005	2030	CO ₂	GDP intensity
	India	33~35%	2005	2030	GHG	GDP intensity
2013年比 	Japan	26%	2013	2030	GHG	Absolute emissions
BAU比	S.Korea	37%	BAU	2030	GHG excluding LULUCF	基準排出量比 (Reduction from BAU)
	Indonesia	29% (無条件) 41% (条件付き)	BAU	2030	GHG	Reduction from BAU
	Philippines	70% (無条件)	BAU	2030	GHG	Reduction from BAU
	Thailand	20% (無条件) 25% (条件付き)	BAU	2030	GHG excluding LULUCF	Reduction from BAU
	Vietnam	8% (無条件) 25% (条件付き)	BAU	2030	GHG	Reduction from BAU

主要国の約束草案の比較

	1990年比	2005年比	2013年比	GDP当たり 温室効果ガス排出量 (kg/GDP1ドル)	
				2012年 実績	2025・2030年 予測
日本  (審議会要綱案) (2030年)	▲18.0%	▲25.4%	▲ 26.0%	0.28	0.16
米国  (2025年)	▲14～16%	▲ 26～28%	▲18～21%	0.45	0.27～0.28
EU  (2030年)	▲ 40%	▲35%	▲24%	0.31	0.17

- ◆ **米国は2005年比の数値を、EUは1990年比の数値を削減目標として提出**
 (2005→2025年比較) (1990→2030年比較)

< 参考資料 >

気候変動問題への対処

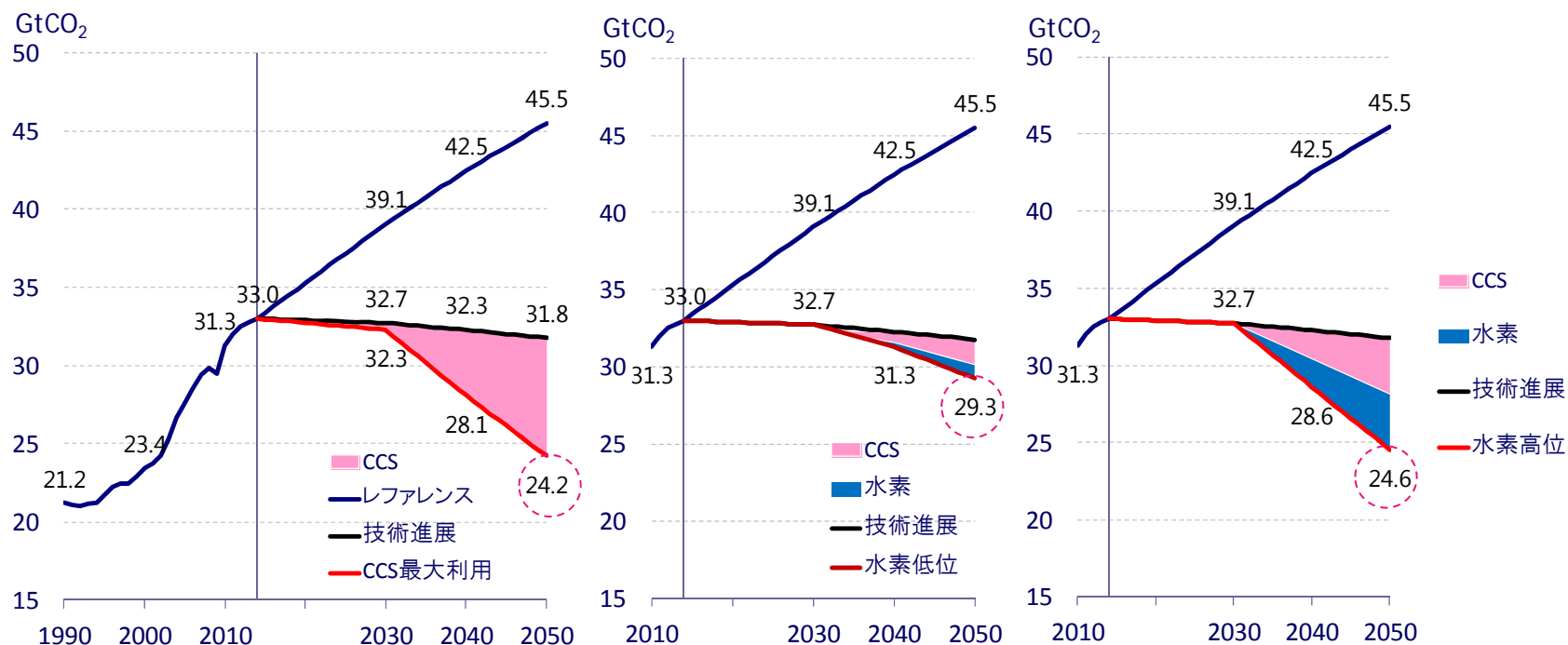
① 世界のCO₂排出量 (ケース別)

(エネ研の試算)

技術進展ケース+CCS
水素利用ケース世界のエネルギー起源CO₂排出量

(アジア/世界エネルギーアウトルック 2016)

(左: CCS最大利用、中: 水素低位、右: 水素高位)



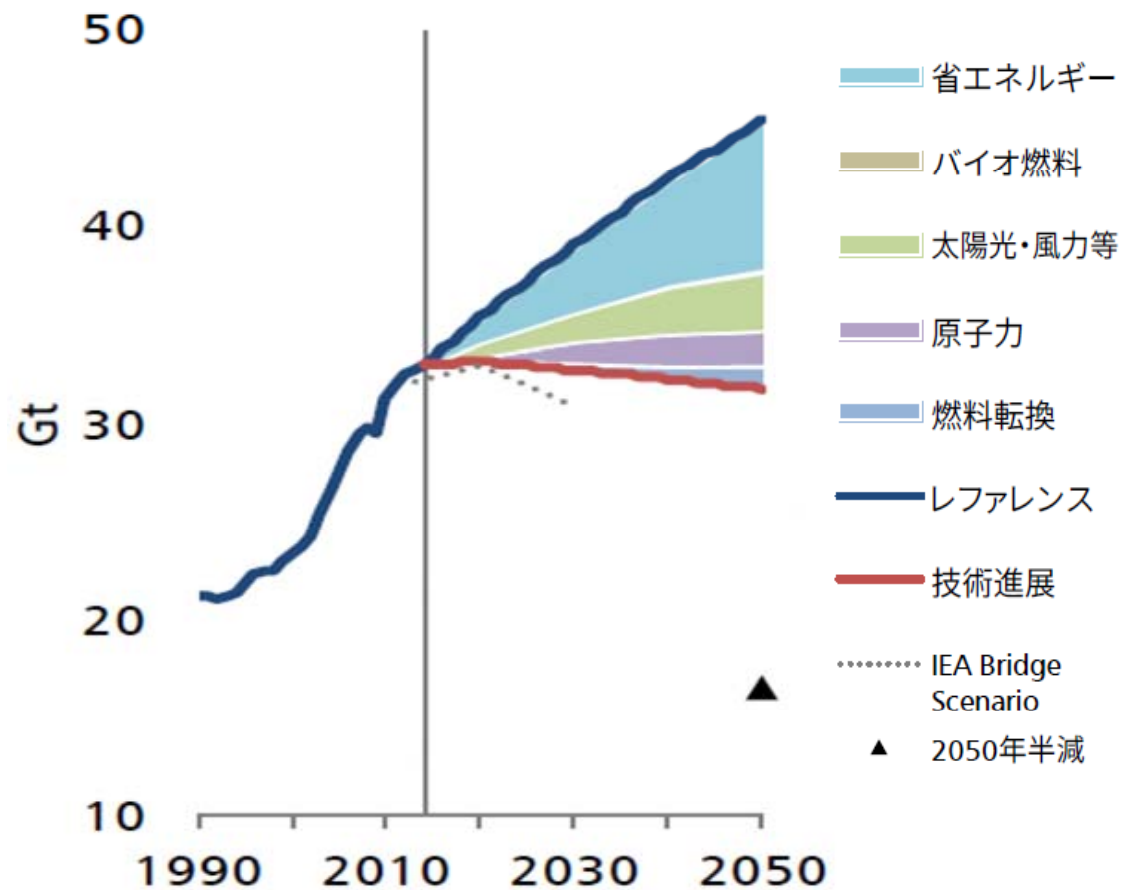
- ・ **CCS最大利用ケース**では、**2050年のCO₂排出量はCCSにより7.6Gt削減され、24.2Gtまで減少する。**他方、水素利用ケースでは、全ての国・地域でCCSが導入可能でないため、CCSによるCO₂削減量は相対的に小さい。
- ・ **2050年のCO₂排出量は、水素低位ケースで 29.3Gt、高位ケースで24.6Gt まで削減される。**

< 参考資料 >

気候変動問題への対処

② CO₂ 排出量（世界：対策による内訳）（エネ研の試算）

（アジア/世界エネルギーアウトルック 2016）

❖ CO₂排出と削減寄与

- 現実社会での適用機会・受容性を踏まえた最大限のCO₂排出削減対策を見込む
- 技術進展ケースでは、2040年のエネルギー消費がレファレンスケース比2,343 Mtoe、12%節減
- 技術進展ケースでのCO₂排出量は、2020年ごろをピークに緩やかな減少に転じ、2050年には2014年比3.8%減。
レファレンスケースからの削減量13.7 Gtは、世界の現排出量の42%に相当

< 参考資料 >

気候変動問題への対処

③ 超長期の将来に向けた技術開発（例）

(アジア/世界エネルギーアウトック 2016)

技術	概要	課題
CO ₂ の発生を抑制するもの	次世代原子炉 超高温原子炉、高速炉などの第4世代原子炉や、中小型炉が、現在国際的に開発がすすめられている	次世代原子炉に対する研究開発支援の拡大等
	核融合 質量数の小さな水素等の核融合により、太陽と同じようにエネルギーを取り出す技術。一定の空間に閉じ込める技術、エネルギー燃料となる重水素は豊富かつ普遍的に存在する。また、高レベル放射性廃棄物としての使用済燃料が発生しない	連続的に核融合反応を起こし、またそれを一定の空間に閉じ込める技術、エネルギー収支およびコストの削減、大規模な開発のための資金調達と国際協力体制の構築等
	宇宙太陽光 (SPS) 太陽光が地上よりも豊富に降り注ぐ宇宙空間にて太陽光発電を行い、発電した電気を、マイクロ波等を通じて無線で地球に伝送し地上で利用する技術	無線エネルギー転送技術の確立、宇宙に建設資材を運ぶコストの低減等
発生したCO ₂ を固定、または、大気中のCO ₂ を取り除くもの	水素製造・利用 水蒸気改質を通じた化石燃料転換による水素の製造、発生したCO ₂ のCCS実施によりカーボンフリーにできる	水素製造等のコスト削減、効率向上、必要なインフラの整備等
	CO₂固定化・有効活用 (CCU) 電気化学的方法、光化学的方法、生物化学的方法、熱化学的方法により、CO ₂ を原料にして化学原料等となる炭素化合物を製造。大気中からCO ₂ を除去できる	固定化・有効利用できる量や効率の格段の向上等

CCSとは、Carbon dioxide Capture and Storage の略で、CO₂の回収、貯留を意味。

CCUとは、Carbon dioxide Capture and Utilization の略で、CO₂の有効利用を意味。



4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か？：5つの方向 戦略④原子力の安全確保と着実な再稼働

1. 原子力の安全性：「安全神話」から「許容レベルへの低減」

● 技術は、OK！

<元々トップクラス>

⇒ 地震には耐えた。

⇒ 津波による“全電源喪失”が原因

米国等では、9.11以降、

“全電源喪失”対策は基準の一つ

● 制度（独立性）は、今やOK！

<課題は、審査スピード>

● 文化は、急速立ち上げへ

<2つの課題>

① 事業者による自主的安全努力

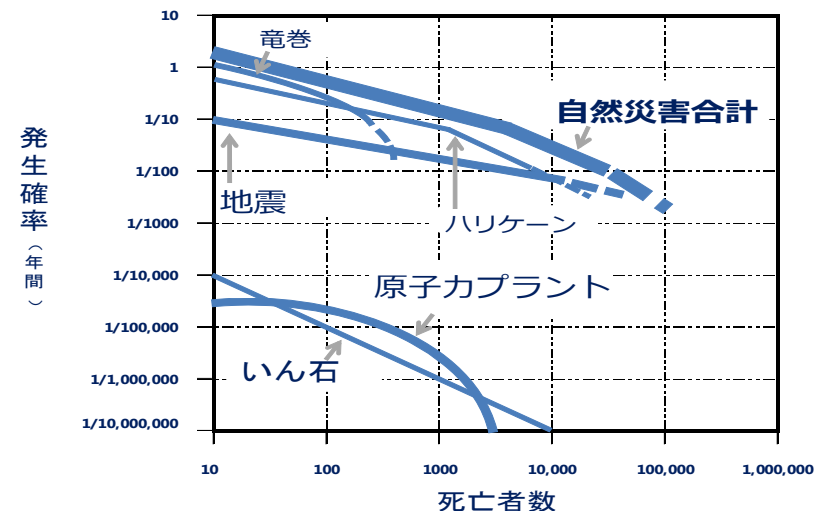
米国では、**NRC**（原子力規制委員会） vs **INPO**（原子力発電運転協会）※

② 国民意識は、安全神話から、絶対危険へ

⇒あるべき姿は、 、 リスクの 「許容レベルへの低減」

※ 原子力リスク研究センター 設立（2014年10月、センター所長 Dr. George Apostolakis）

WASH-1400* による原子力発電所100基と自然災害リスクの比較










（出所）米国原子力規制委員会（NRC：Nuclear Regulatory Commission）
“Reactor safety study. An assessment of accident risks in U. S. commercial nuclear power plants.” 1975

***WASH-1400**とは、
米国原子力規制委員会（NRC）により1970年代初頭に実施された、原子力発電所への確率論的リスク評価（PRA）への適用性研究の成果として、1975年に発表された報告書。
これにより、原子力発電所の事故リスクを確率論的に定量評価する手法の枠組みが確立された。

※ **NRC**： Nuclear Regulatory Commission
INPO： Institute of Nuclear Power Operations

< 参考資料 >

原子力規制機関の判断に係る主要国の司法の立場

		安全性に係るサブスタンス	規制基準策定・適合性審査に係る手続き	
アメリカ		 規制機関の判断を尊重	規制機関の手続き上の瑕疵(かし)を審査	
イギリス		 "	"	
フランス		 "	"	
ドイツ		 "	"	
日本	(対象) 大飯原発3,4号、 高浜原発3,4号	福井地裁① (2015/4)	 裁判所 が自ら判断 (新規制基準は緩やかに過ぎ合理性を欠く)	—
		福井地裁② (2015/12)	 規制機関の判断を尊重 (規制委員会の判断に不合理な点はない)	規制機関の手続きに瑕疵は無いと判断
	高浜原発3,4号	大津地裁 (2016/3)	 裁判所 が自ら判断 (新規制基準が「公共の安寧の基礎となると考えることをためらわざるを得ない」)	規制機関の手続き上の瑕疵についての指摘を通じてサブスタンスにまで踏み込んだものか
	川内原発1,2号	福岡高裁 (2016/4)	 規制機関の判断を尊重 (規制委員会の判断に不合理な点はない)	規制機関の手続きに瑕疵は無いと判断

放射線の健康への影響は相対的なもの

放射線医学の視点から。。。。

	放射線の量	
歯科用CT（レントゲン）1回あたり	}	0.005 mSv
ブラジルナッツ※ 135g 当たりの含有量		
大西洋横断飛行	1往復	0.07 mSv
1人当たりの自然界からの放射線（年間・英国）	年間	2.7 mSv
CTスキャン（全身）1回あたり	1回あたり	9 mSv
チェルノブイリ周辺住民600万人の1人あたり平均線量	年間	10 mSv
喫煙者の年間被ばく線量	年間	13 mSv
(日本)避難指示解除に関する許容される被ばくの限度	年間	20 mSv 以下
乳癌のための放射線治療		50 Sv

（出所）インペリアル・カレッジ・ロンドン 分子病理学 ジェリー・トーマス教授「Communicating Health Risks from Nuclear Accidents」（第80回IEEJエネルギーセミナー 2015年3月12日講演資料）および、原子力規制委員会 第1回帰還に向けた安全・安心対策に関する検討チーム「別紙1 線量水準に関連した考え方」（2013年9月）等をもとに作成

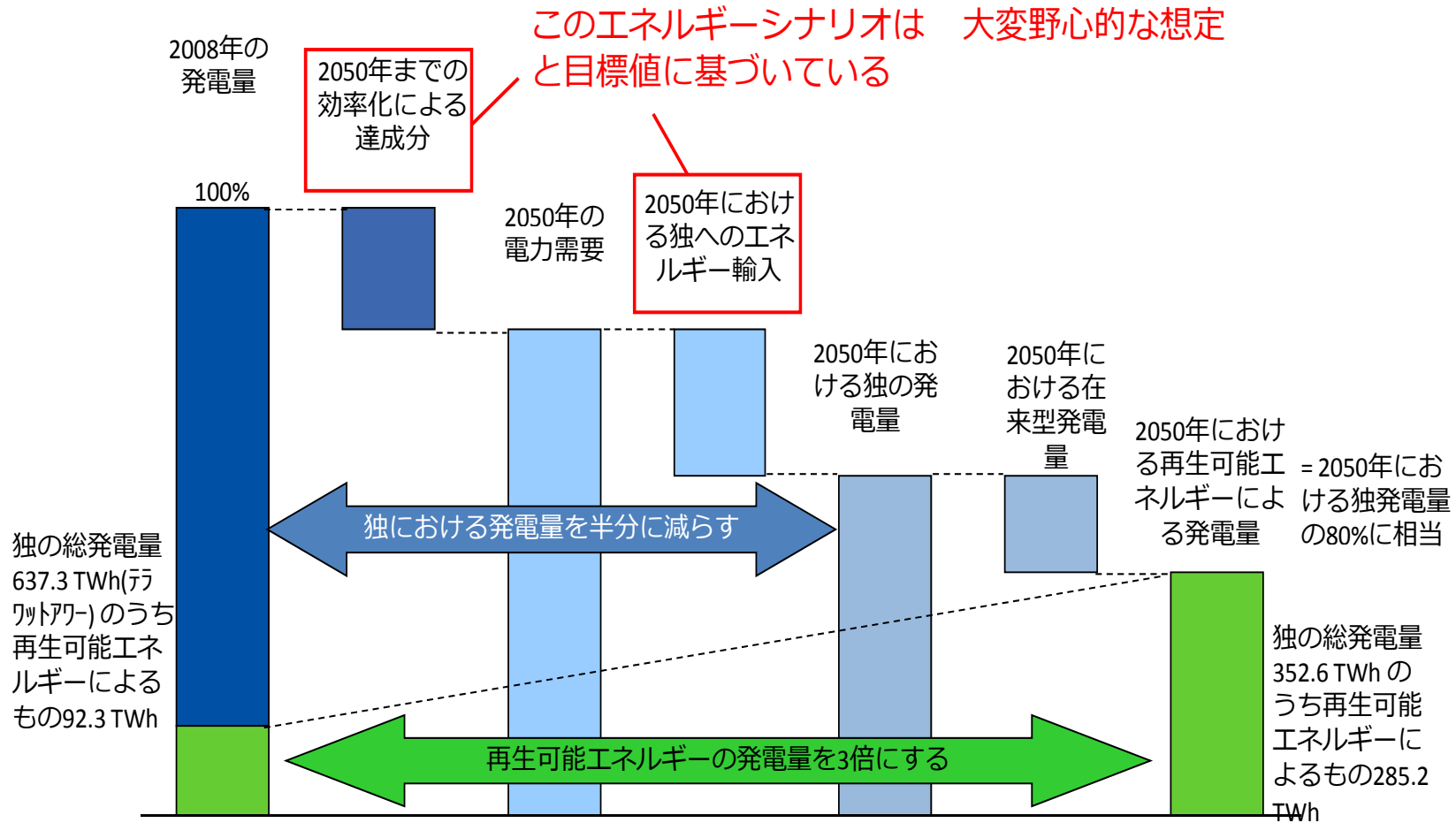
※ブラジルナッツとは、マカダミアナッツと同じくバターのように濃厚な味を持つ種子。抗酸化物質であるセレンの含有量が豊富で、1粒で一日のセレン摂取目安量を補う。過剰摂取により健康被害を生じる。



4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か? : 5つの方向

戦略④原子力の安全確保と着実な再稼働

2. ドイツの脱原発は、参考になるのか?

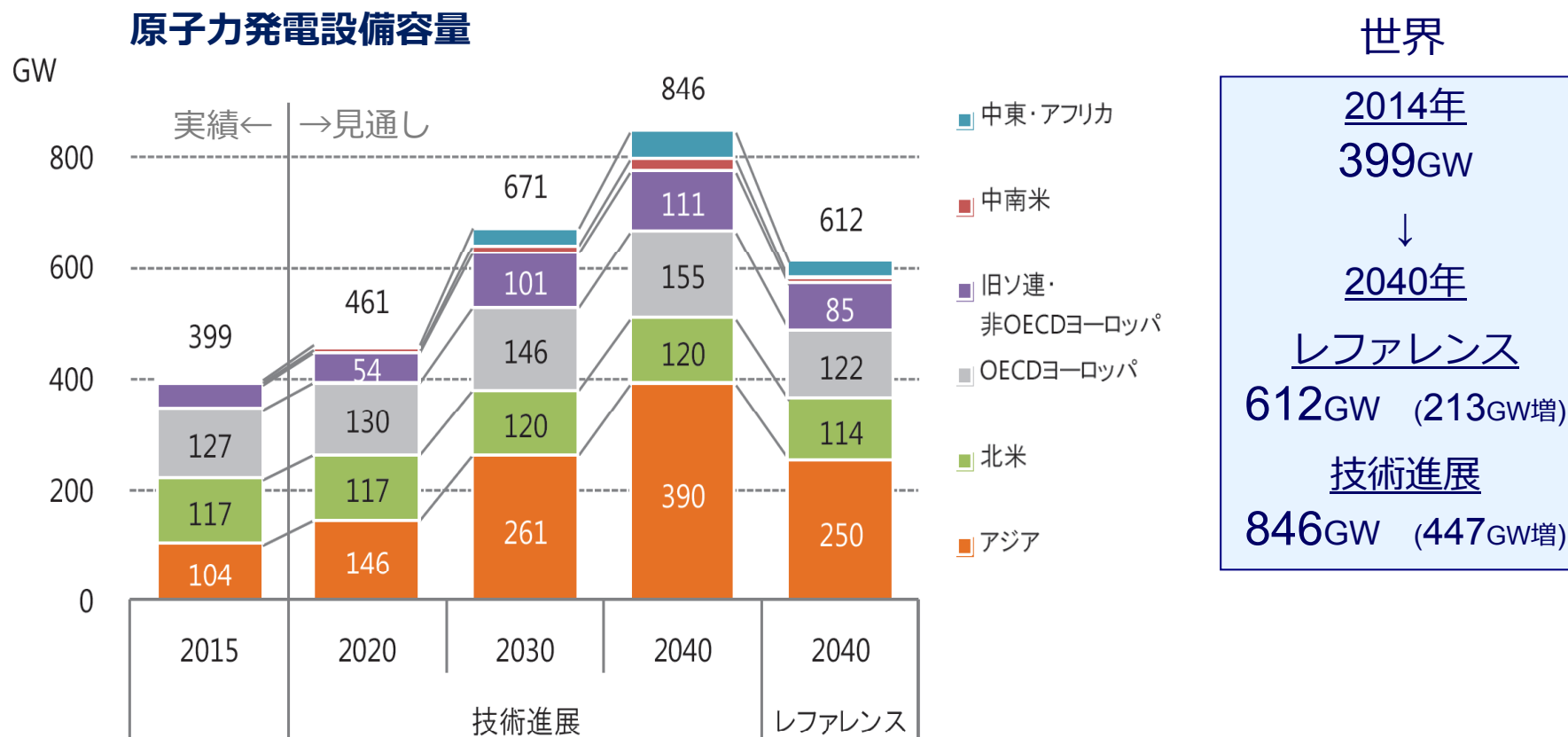


(出所) Bruttostromerzeugung gemäß Tabelle A I-7, Szenario II A, Energieszenarien EWI, GWS, Prognos

< 参考資料 >

アジアにおける原子力安全確保

(アジア/世界エネルギーアウトルック 2016)



- 2040年にかけて世界の原子力設備容量はアジアを中心にレファレンスケースで213GW増加、技術進展(原子力進展)ケースで447GW増加する。特に技術進展ケースでは、2040年の設備容量の半分近くがアジアに集中する。



4. エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法とは何か? : 5つの方向 戦略⑤再生可能エネルギーのコストダウンとバランス化

再生可能エネルギー発電設備の導入状況等について（平成28年8月末時点）

	(1)導入容量 (万kW)		(2)買取電力量 (万kWh)		(3)買取金額 (億円)(※3)		(4)認定容量 (万kW)
	新規認定分 (※1)	移行認定分 (※2)	平成28年 8月分	制度開始から の累計	平成28年 8月分	制度開始から の累計	新規認定分 (※1)
太陽光 (住宅)(※4)	425 ----- +6	471	71,998 ----- +12,185	2,300,093	296 ----- +50	9,884	500 ----- +7
太陽光 (非住宅)	2,595 ----- +49	26	378,820 ----- +75,116	5,886,525	1,501 ----- +294	23,906	7,527 ----- +9
風力	57 ----- +0	253	27,514 ----- -610	1,963,558	61 ----- -1	4,294	303 ----- +1
中小水力	21 ----- +1	21	15,857 ----- -2,582	449,322	42 ----- -7	1,176	79 ----- +1
地熱	1 ----- +0	0	613 ----- -25	10,425	3 ----- +0	45	8 ----- +0
バイオマス(※5)	64 ----- +0	113	62,242 ----- +3,410	1,524,099	152 ----- +10	3,283	403 ----- +13
合計	3,162 ----- +57	883	557,043 ----- +87,495	12,134,022	2,055 ----- +345	42,587	8,821 ----- +31

※1「新規認定分」とは、本制度開始後に新たに認定を受けた設備です。

※2「移行認定分」とは、再エネ特措法（以下、「法」という。）施行規則第2条に規定されている、法の施行の日において既に発電を開始していた設備、もしくは、法附則第6条第1項に定める特例太陽

光発電設備（太陽光発電の余剰電力買取制度の下で買取対象となっていた設備）であって、本制度開始後に本制度へ移行した設備です。

※3 電気事業者に支払われる交付金（電気をご利用の皆様からいただく賦課金で賄われるもの）は、(3)の買取金額から回避可能費用等を差し引いた金額となります。

※4 太陽光（住宅）について、前年度までの導入状況の公表においては、導入時期が法施工日の前か後かで分類しておりましたが、平成26年度からは、本制度開始後に新たに認定を受けた設備を明確に分類するため、「新規認定」か「移行認定」かの分類としました。

※5 バイオマス発電設備については、前年度までの集計手法から、より実態を反映した集計手法とするため、認定時のバイオマス比率を乗じて得た推計値を集計しています。

- 再生可能エネルギー発電に係る消費者負担額も急速に増大している。
- 買取価格が高い太陽光の導入急拡大が、負担額を大きく押し上げている。今後 **20年間で、累積57兆円、料金で ¥3.3/kwh（家庭用14%、産業用20%）の値上げに相当。**

改正FIT法の目的と改正点

- **再エネ電源間のバランス化** (← FIT認定量の約9割が事業用太陽光)
 - 認定要件の厳格化 (接続契約締結完了、認定～運開3年max等)
 - リードタイムの長い電源につき、数年先の買取価格提示

- **コスト効率化** (← 買取費用が約2.3兆円に到達見込み)
 - 入札制導入、「価格目標」を勘案した買取価格設定
 - 電力多消費事業者の賦課金減免認定に際し、
国際競争・省エネ取り組み状況を勘案

- **効率的な電力取引・流通の実現** (← 2014年、九州電力等で再エネの接続保留問題が発生)
 - 買取義務者を送配電事業者に変更
→ 広域融通の円滑化

(改正FIT法) 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法等の一部を改正する法律」
(2016年5月25日成立、6月3日公布、2017年4月1日施行)

1. 私たちにとってエネルギーは、なぜ重要か？

2. 5つのリスク
国際エネルギー情勢が変わってきたというのは本当？

3. 新しいエネルギー基本計画（第四次）のポイント
エネルギー政策の視点は、どのように進化・複雑化しているのか？

4. 5つの方向
エネルギー情勢の変化に立ち向かう方法は何か？

5. 結論





5. 結論

1. 日本を取り巻く 国際エネルギー情勢は、不安定性を高め、大転換期を迎えている。少なくとも、5つのリスクが高まっている。

2. 東日本大震災・大津波の後の、福島原発事故の対応途上の中で、政府は2014年4月新しい エネルギー基本計画（第四次） を取りまとめ国際的視点も踏まえ「3E+S」を政策の方向性として打ち出した。

3. これを受けて、少なくとも 5つの政策・戦略課題 がある。

① 省エネ目標、② エネルギー・ミックス(数値目標)、③ 温暖化ガス削減目標は、2015年7月に策定。野心的ではあるが、バランスのとれたもの。その実現が課題。

④ 原子力の安全性の確保、信頼の回復 は、道半ば。

⑤ 再生可能エネルギーの低コスト化、バランス化も重要。

これらの課題を乗り越えないと、経済成長や、生活水準の向上は困難である。



エネルギーの
未来を描く



日本エネルギー経済研究所は、
2016年6月に創立50周年を迎えました。



米ペンシルバニア大学が毎年発表する
「世界シンクタンクランキング2015」
(2016年1月発表)の **エネルギー部門** において

日本エネルギー経済研究所は 世界第1位に
選ばれました。アジア地区では 2年連続で第1位の評価。

研究分野ごとの世界ランキングの中で、
欧米以外の研究機関がトップになったのは初めて。
(前回2014年版では、世界で第3位・アジアで第1位)。

“2015 Global Go To Think Tank
Index Report” (Table 17, p.83)

http://repository.upenn.edu/think_tanks/



日本エネルギー経済研究所のウェブサイト
では、最先端のエネルギー・環境関連の
研究成果を公開しています。

賛助企業・団体以外の方を
対象とした
情報会員制度(有料サービス)
も用意しています

会員限定の充実した
情報にアクセスできます。

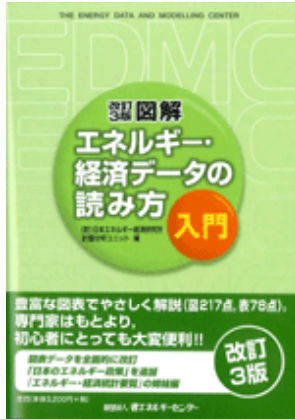


(ご案内 > 有料会員情報)

IEEJ Website

<http://eneken.ieej.or.jp/>

関連図書のご紹介



「図解 エネルギー・経済データの読み方 入門」

編集：日本エネルギー経済研究所
計量分析ユニット
単行本：365ページ (A5判)
発売日：2011/10/12 (改訂3版)
出版社：省エネルギーセンター
価格：¥3,456 (税込)

(お近くの書店、またはネット書店で
お買い求めください。)

47



「EDMC/エネルギー・経済統計要覧 2016」

編集：日本エネルギー経済研究所
計量分析ユニット
単行本：365ページ (A6判)
発売日：2016/2/26 (第1版)
出版社：省エネルギーセンター
価格：¥2,592 (税込)



「エネルギーと新国際秩序」(共著)

著者：豊田正和、森本敏、日本エネルギー経済研究所
単行本：328ページ (四六判)
発売日：2014/12/5
出版社：エネルギーフォーラム
価格：¥1,944 (税込)



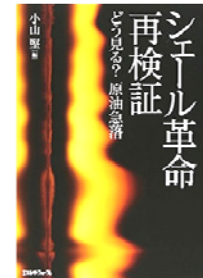
民主党政権下の2012年、
民間人として初めて
防衛大臣を務めた
森本敏 (もりもと・さとし)
拓殖大学特任教授との
共著

禁無断転載

(C) 2016 IEEJ, All rights reserved

「シエール革命再検証」

編著：小山堅 (IEEJ 首席研究員)
単行本：336ページ
発売日：2015/5/1 (B6判)
出版社：エネルギーフォーラム
価格：¥1,994 (税込)



「国際エネルギー情勢と日本」

執筆者：小山堅、久谷一郎 (IEEJ)
単行本：189ページ (新書判)
発売日：2015/9/11
出版社：エネルギーフォーラム
価格：¥972 (税込)



< 参考資料 >

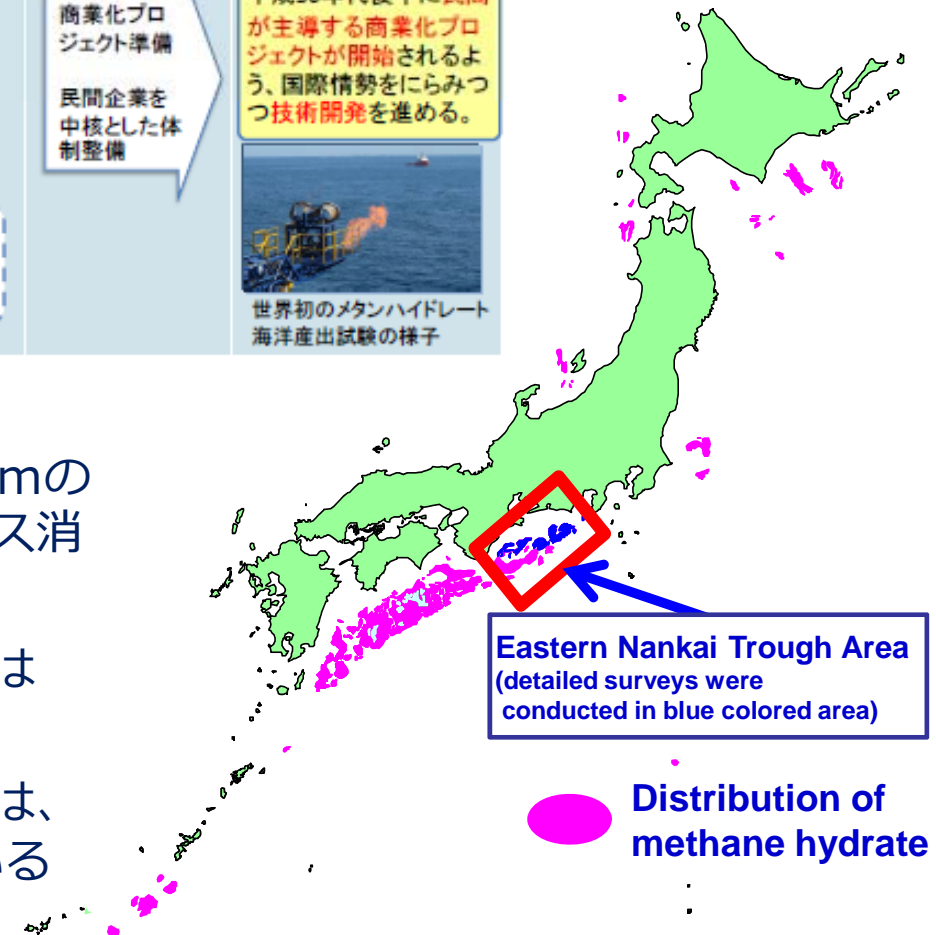
質問No.6 「メタンハイドレートは、 本当に安定的なエネルギー源となるのでしょうか？」

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画



(出所) 経済産業省

- 東部南海トラフ海域では、5000億立方mのガスに相当する資源量（日本の天然ガス消費量の5.5年分）があるとの試算あり
- 但し、安定的なエネルギー源となるにはさらなる詳細検討や技術開発が必要
- 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画では、平成30年代後半の商業化を目指している



地上太陽光発電と宇宙太陽発電

地上太陽光発電システムと宇宙太陽発電システムの比較(100万kWのケース)

	地上太陽光発電	宇宙太陽発電
稼働率	12% (日本の場合)	100%
太陽電池面積	山本線内の面積分(約58km ²)	約10km ² (単結晶Siの場合、日本版SPSモデル)
経済性	<p>現段階の発電コスト:27円/kWh(メガソーラーの場合)(※1)</p> <p>(注)2030年までに基幹電源並(約7円/kWh)に低減させると目標している(※1)</p>	<p>将来技術の発展によって、火力発電等と同レベル(8~9円/kWh)に下げることが期待できる</p>
経済・雇用の波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・経済波及効果:0.6兆円(※2) ・雇用効果:4万7千人(※2) <p>(2013年度太陽電池モジュールの56%が輸入)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・経済波及効果:約7兆円 ・雇用効果:約38万人 <p>(目下のところ日本の技術はトップクラス)</p>
残されている課題	<ul style="list-style-type: none"> ・コストの低減 (原子力:8.5~9.5円/kWh;石炭火力:9.7円/kWh;天然ガス火力:11.1円/kWh(※3)) ・系統安定化対策 (蓄電池の大量導入等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙に大型構造物を低コストで建設 (衛星、ロケット等) ・無線エネルギー転送技術 (高効率マイクロ波発生、アンテナ技術およびビーム制御、高効率マクロは→電力変換技術レクテナ) ・焼き鳥問題 (生体や既存の電磁波環境への影響)

(※1)NEDO再生可能エネルギー技術白書(第2版)

(※2)100百万kWの場合、文部科学省の報告をもとに日本エネルギー経済研究所試算

(※3)コスト等検討委員会報告書、2010年モデル、割引率3%;

(参考文献)コスト等検討委員会報告書;文部科学省、「拡張産業関連表による再生可能エネルギー発電施設建設の経済・環境への波及効果分析<概要>」、2013年8月;篠原真毅(監修)/電子情報通信学会(編)、「現代電子情報通信選書「知識の森」宇宙太陽発電」、2012年7月

過去提案された宇宙太陽発電システム

①米国 SPSリファレンスシステム(1977~1980年、DOE/NASA、GEO)

リファレンスシステムはその後のSPSの検討の方向を定めたものである。

②米国 SPS Fresh Look Study(1997年、NASA、1000km LEO)

経済的に成り立つ「サンタワー」(太陽電池を木の葉のように接続した形状)と呼ばれるユニット型SPSを提案している。

③日本 日本版SPS(1994年、NEDO他、GEO)

リファレンスシステムより小型で、半導体技術を取り入れている。

④日本 JAXA2004モデル(2004年、JAXA・三菱総合研究所、GEO)

一次ミラー(2枚)と発電電モジュールの3衛星の編隊飛行方式を提案している。

⑤日本 USEF2006モデル(2006年、USEF、GEO)

サンドイッチ構造を持つ発電電一体型のパネルを多数並べるユニット型SPSを提案している。

⑥日本 実証SPS SPS2000(1993年~2000年、JAXA、1000km LEO)

三角柱のトラス構造をして、2面に太陽電池、残りの一面に送電アンテナが搭載される。

⑦米国 SPS-ALPHA(2011/12年、NASA他、GEO)

太陽光の収集や発電、送電など特定の機能を持つ大量な小型のインテリジェントモジュール(六角形)がハニカムのように接続し、大型送電アレーを形成するという構想。

注: LEO: 高度2000km以下の地球周回軌道; GEO: 静止衛星軌道36000km

(参考) 篠原真毅(監修) / 電子情報通信学会(編)、「現代電子情報通信選書「知識の森」宇宙太陽発電」、2012年7月; John C. Mankins, SPS-ALPHA: The First Practical Solar Power Satellite via Arbitrarily Large Phased Array (A 2011/2012 NASA NIAC Phase 1 Project), 15 September 2012.