

国内温暖化ワークショップ
「地球温暖化抑制のための世界共有ビジョンの実現にむけて」
キヤングローバル戦略研究所、2012年7月24日(火)

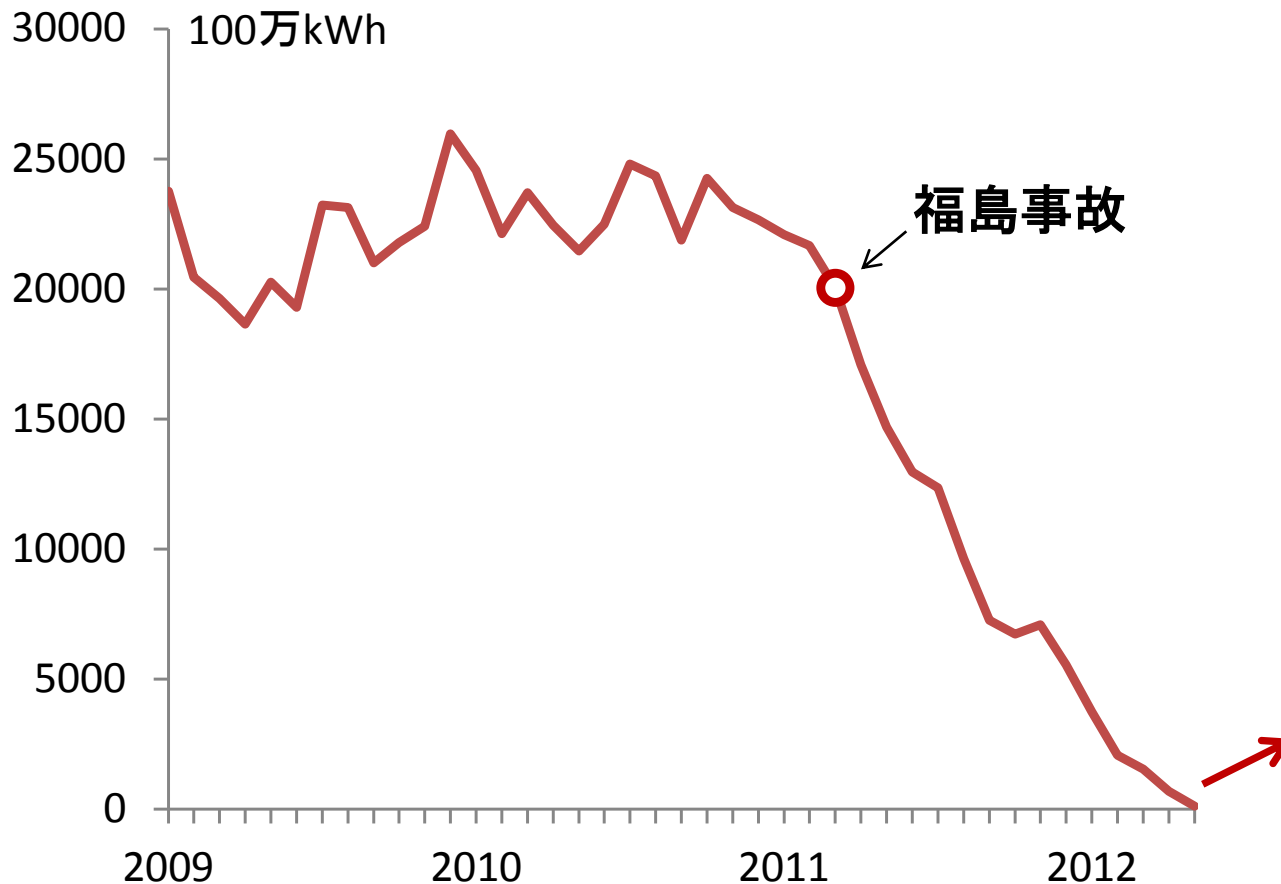
日本のエネルギー需給の現状と見通し

東京大学 助教 小宮山涼一

内容

- 日本のエネルギー需給の動向
- 日本のエネルギー需給の展望

低迷する日本の原子力発電

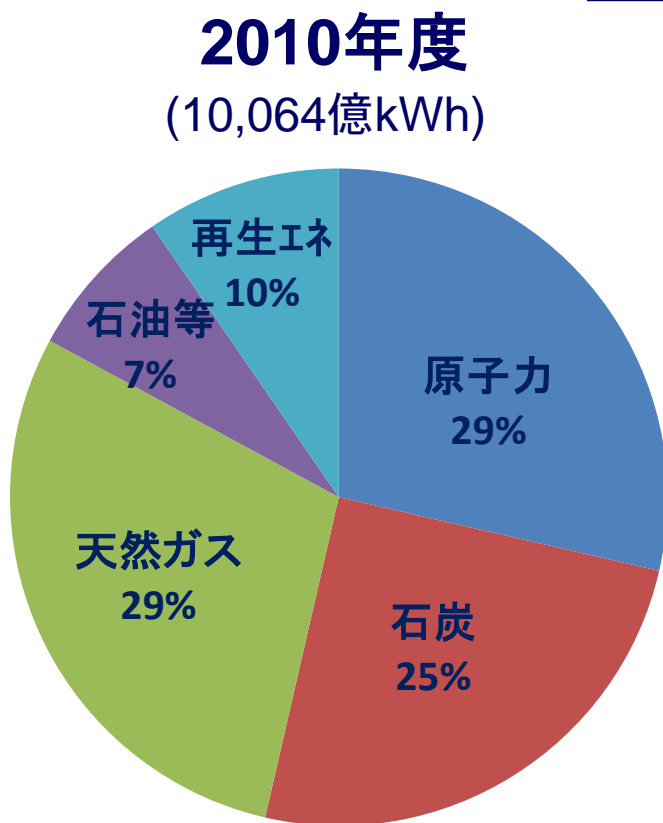


(出所) 経済産業省「電力調査統計月報」より作成

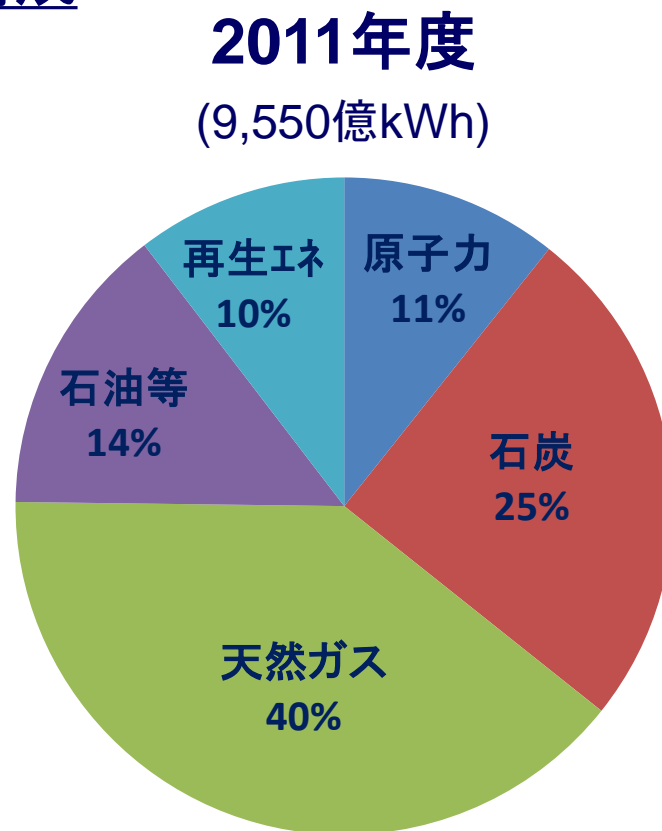
原発事故で高まる化石エネルギーの役割

化石燃料発電の比率は2010年度の6割から2011年度は8割に上昇

発電量構成



化石電源比率: 61%



同: 79%

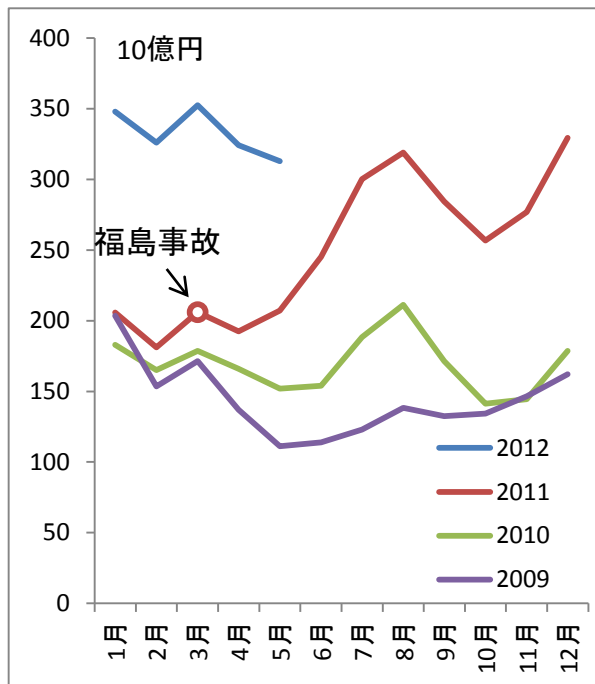
(出所) 電事連資料より作成

原発停止で急増する火力発電の燃料費

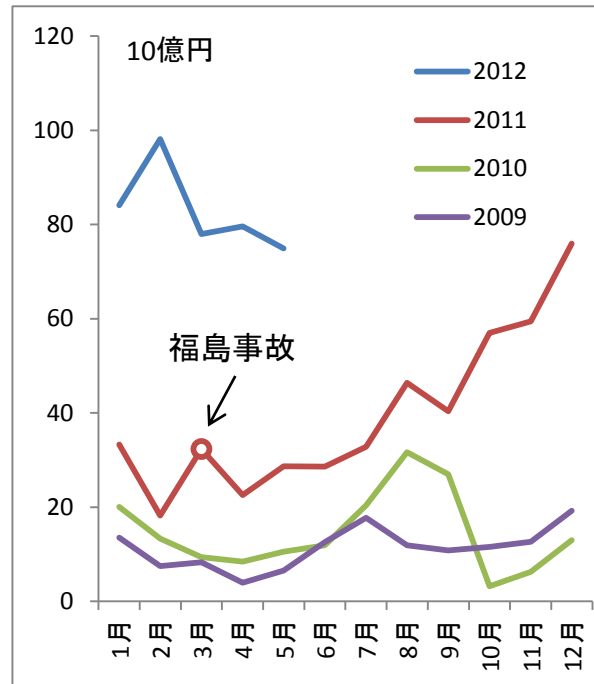
- 原発稼働停止で急増する火力発電の燃料費
- 燃料費増加で国富流出、国民負担の増加
 2011年度: 2.3兆円増 (1.8万円/人)、電力1kWhあたり2.4円増
 2012年度(見込み): 3.1兆円増 (2.5万円/人)

発電用燃料費 (10電力会社計)

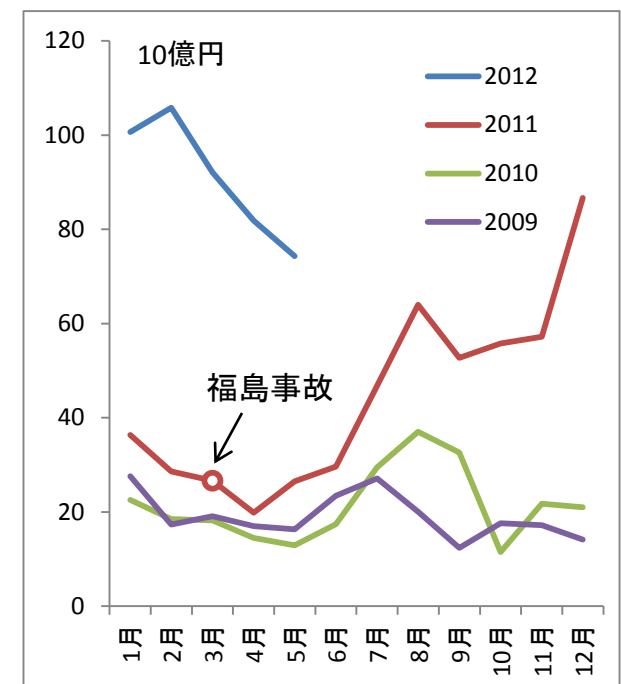
天然ガス(LNG)



原油



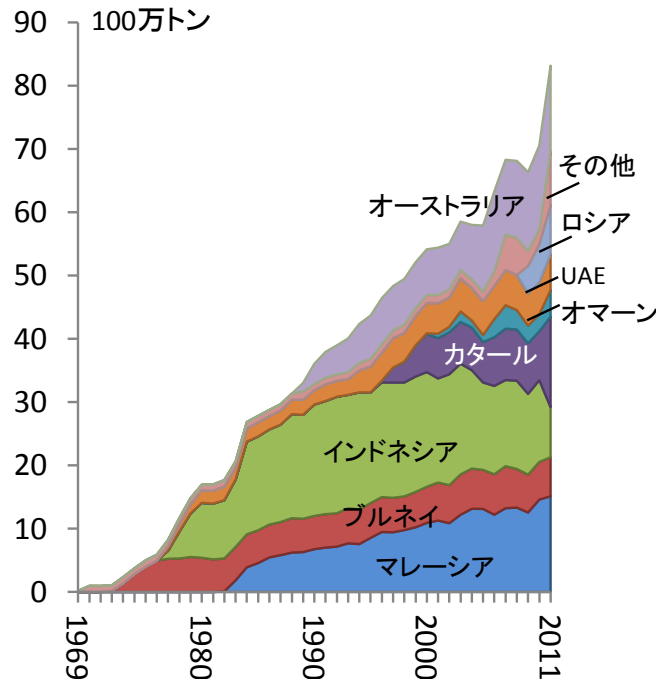
C重油



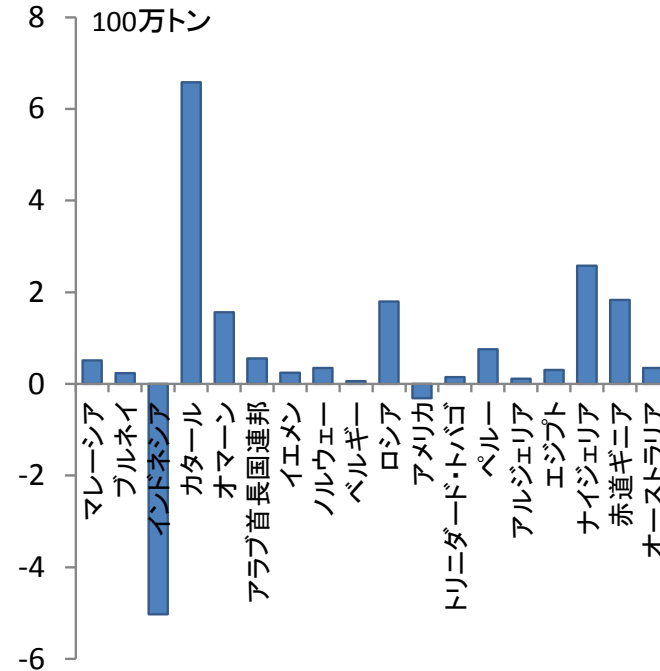
原発事故で高まる天然ガスの役割

- 原発停止で火力発電への依存は9割以上 - ガス42%、石油22%、石炭28%
- 2011年度の福島原発事故に伴いLNG輸入量が急増
- カタール、西アフリカ地域等からのスポット調達で短期で供給増加
 カタールからの輸入(2011年推定): 長期契約600万吨程度(うち中部電力400万吨)、スポット調達700万吨程度
- 米シェールガス、欧州の不況が間接的に日本向け供給増を下支え

LNG輸入量

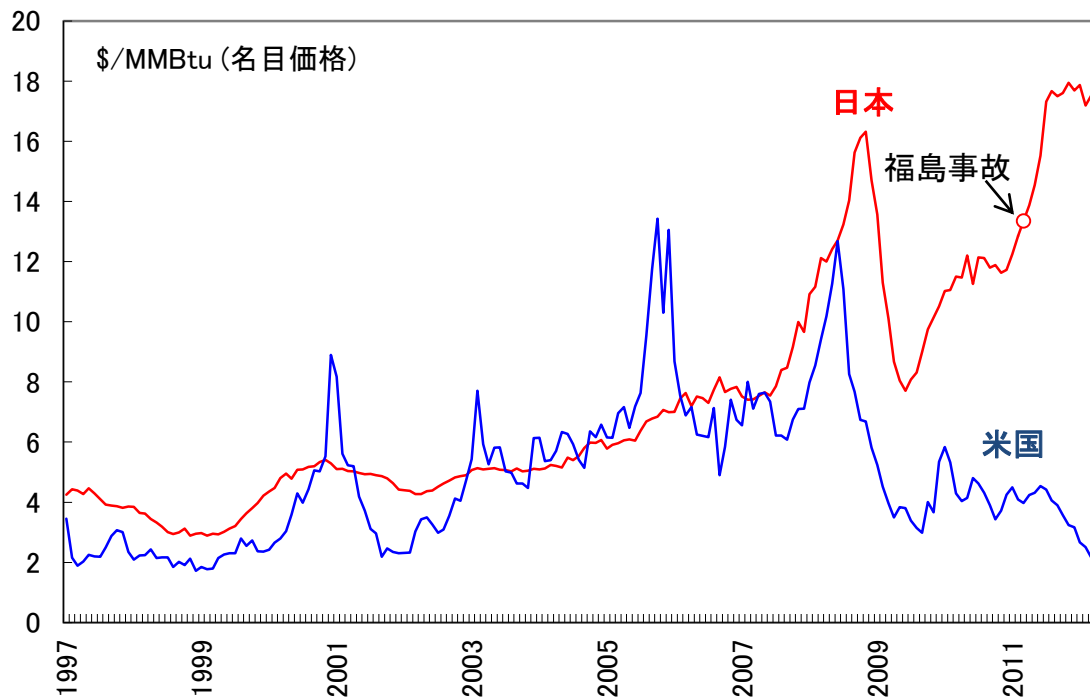


LNG輸入増加量(11年度－10年度)



高騰する天然ガス価格

- 日本のガス価格は、売主への牽制材料少なく(国産資源、パイプラインガス輸入等)、原油価格・スポット需給の影響大。原発も貴重な牽制材料。
- 油価上昇、原発低迷による価格交渉力低下、震災後の需給逼迫懸念によるスポット価格高騰うけ、日本のLNG価格急騰。
- 原発再稼働遅延、LNG需要が今後も高水準の場合、高値圏推移の可能性大。

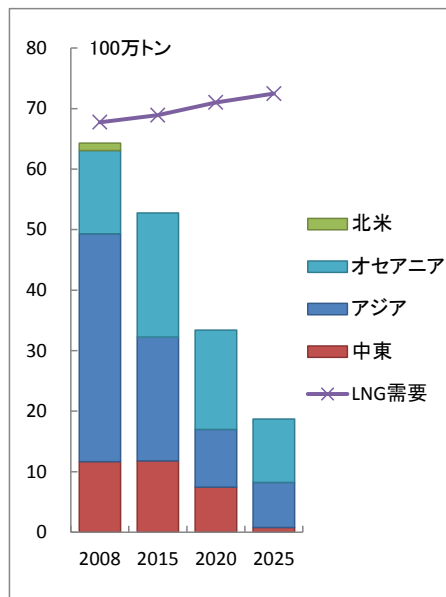


アジアで増加する天然ガス需要

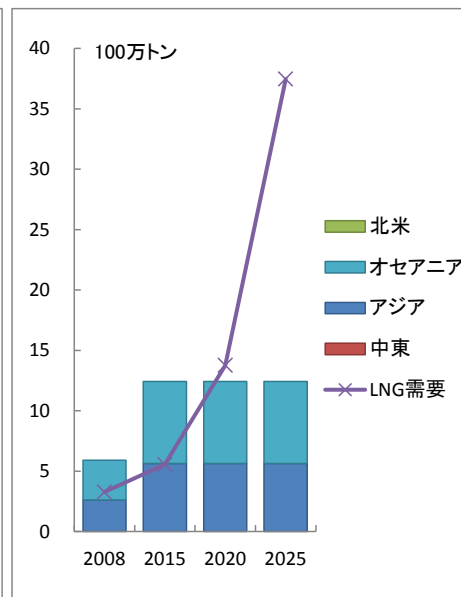
新規契約・価格改定を迎える日本のLNG契約は、原発低迷、アジアの長期的な需要増等で、売主主導での価格交渉の下、高値での契約更新の可能性大

* 棒グラフが長期契約量、折れ線がLNG需要見通し

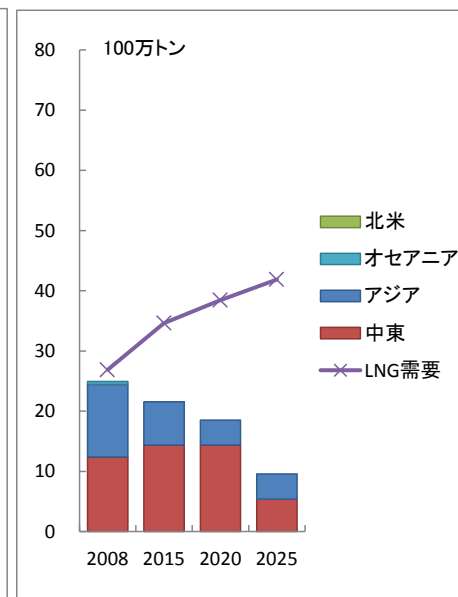
日本



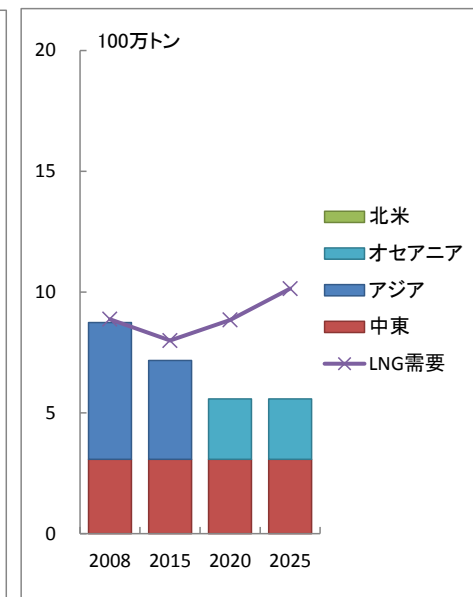
中国



韓国



台湾



(出所)LNG需要:エネ研“アジア/世界エネルギーアウトルック”、長期契約:事業者ホームページ等より作成

液化天然ガス(LNG)の長所と短所

長所

- 地球環境(CO₂排出少)、地域環境(SO_x、NO_x少)に優しい
- 石油資源に比較して、非在来型資源を含め、天然ガス資源量が豊富
- 石油に比較して、輸入源の分散化を達成

短所

- 石油と違い、事業化には液化、気化、貯蔵施設等への多額の設備投資が必要
- LNG貿易は長期契約が主で硬直的(スポット取引は世界のLNG貿易の2割程度)
- LNG価格は石油価格リンクが主流(日本:原油リンク、欧州:石油製品リンク)
- 備蓄量が極めて限定的(日本では約20日分、石油は国備・民備で約200日分)
- 緊急時の国際的協調行動の取決め(IEAの石油備蓄放出等)が存在しない
- 余剰生産能力(原油ではサウジの余剰生産能力)が存在しない
→ LNGは政策面、物理面で石油に比較して緊急時対応能力がぜい弱

ホルムズ海峡

- 核開発疑惑での欧米の制裁発動を受け、イランが海峡封鎖を警告
- 世界の原油生産の2割、LNG生産の3割(カタール、UAE)が通過する要衝
- 日本の年間石油輸入の8割強(85%)、同LNG輸入の2割(18%)が通過
- 海峡封鎖の場合、更なる価格高騰、供給不安のリスク大



(出所)EIA/DOE

	LNG生産能力* (世界計2.7億トン)	LNG輸入量依存度(日本)** **2012年5月(輸入計:689万トン)
カタール	7,700万トン (世界の29%)	18% (124万トン) 買主(契約量)、契約期間 中部電力(400万トン)、1997年~2021年 東京ガス(35万トン)、1998年~2021年 大阪ガス(35万トン)、1998年~2021年 東北電力(52万トン)、1998年~2021年 関西電力(29万トン)、1998年~2021年 中国電力(12万トン)、1998年~2021年 東京電力(20万トン)、1998年~2021年 東邦電力(17万トン)、1998年~2021年
UAE	560万トン (世界の2%)	5% (37万トン) 買主(契約量)、契約期間 東京電力(430万トン)、1994年~2019年

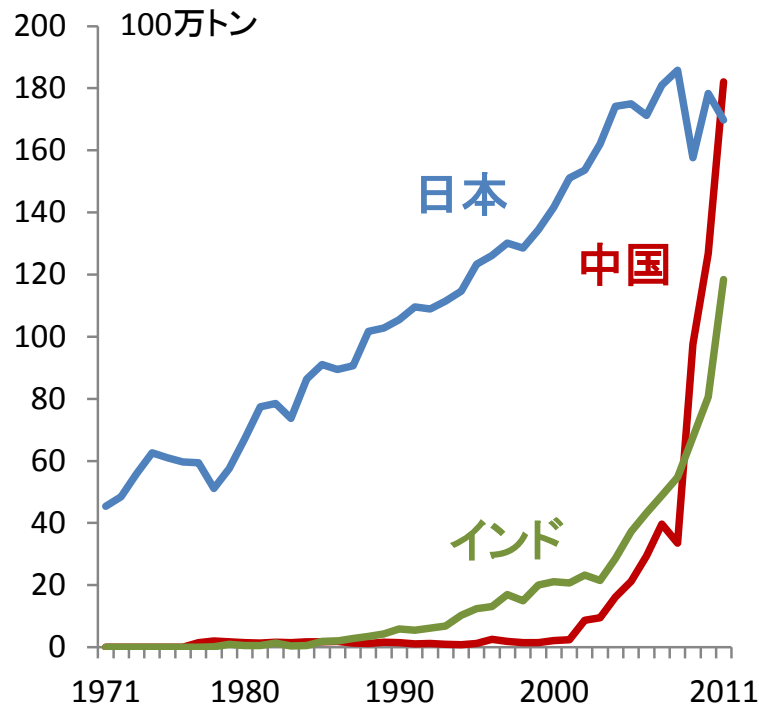
*2010年末

(出所)資源・エネルギー統計月報、各事業者ホームページ等より作成

急増する中国の石炭輸入

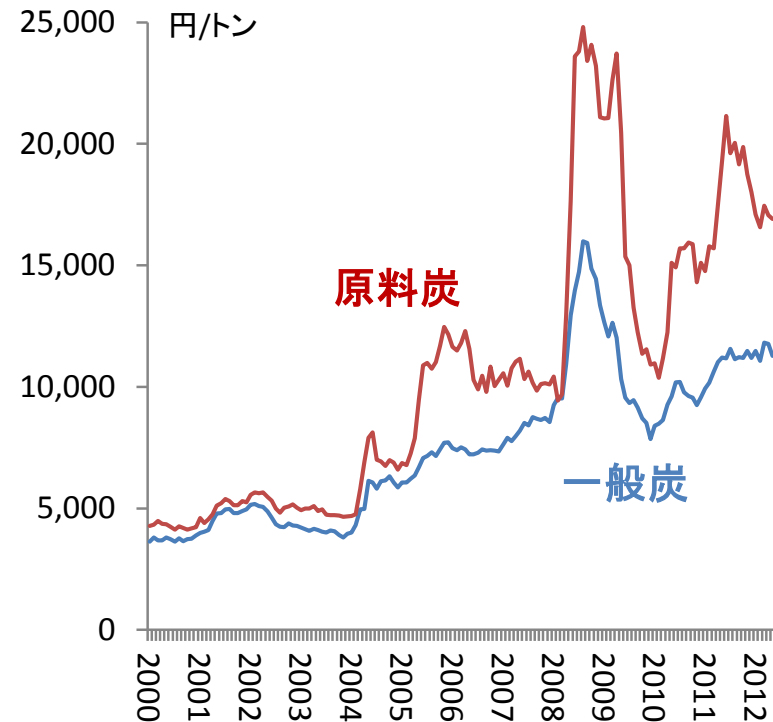
- 輸送インフラのボトルネック、石炭価格の内外価格差等を背景に、中国の石炭輸入が急増
- 中国は2011年に石炭輸入量で日本を抜き、世界最大の石炭輸入国に
- 2010年代中頃には、中国の石炭輸入が4億トンに達するとの見解もあり、日本の輸入価格の上昇圧力として作用する可能性

日中印の石炭輸入



(出所)日本貿易月表、海関統計、IEA統計

石炭輸入CIF名目価格(日本)



(出所)日本貿易月表

原発停止の経済へ影響

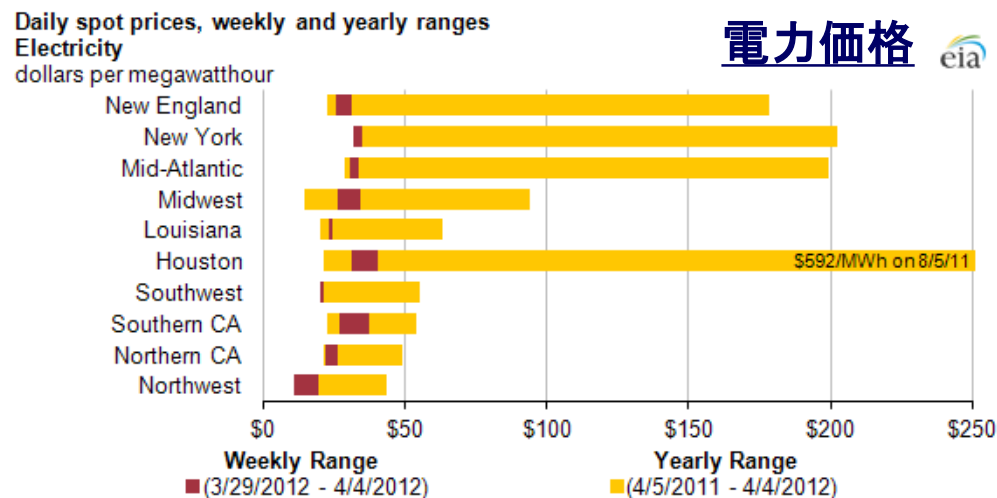
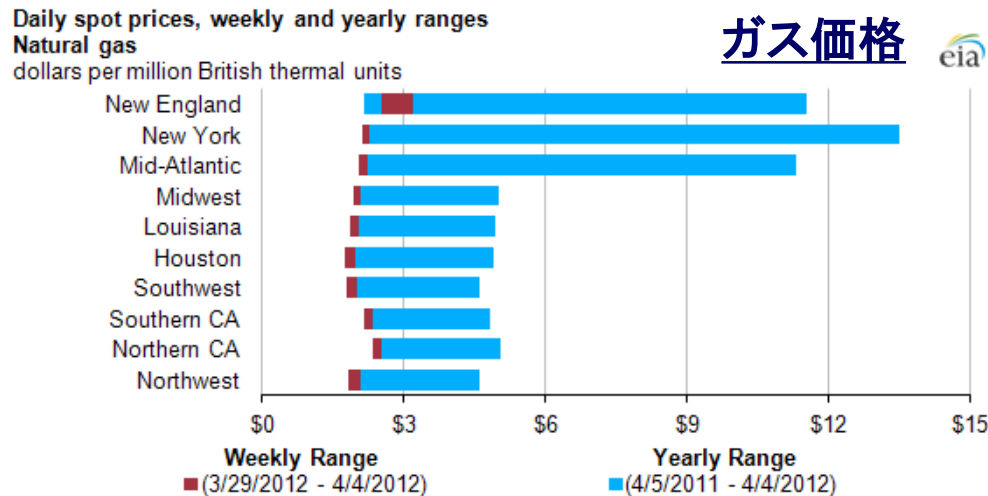
(出所) (一財)日本エネルギー経済研究所 「短期エネルギー需給見通し」 2011年12月22日

電力制約なし(原発あり)ケースと比較(2012年度)

- 化石燃料輸入増: 2.0兆円増
- 発電用燃料増: 2.3兆円増 (2.5円/kWh相当)
- GDP: 1.8%ポイント減 (9.1兆円減、年度ベース)
- 鉱工業生産指数: 3.4%ポイント減
- 失業者数: 10万人増

価格低下が進む米ガス価格、電力価格(2011年度)

- 多くの州でガス価格(ガス火力コスト)低下により、電力価格も大幅に低下
- 米天然ガス価格の大幅安で、化学産業の生産拡大、電力価格も低下し製造業復活



再生可能エネルギー導入の課題

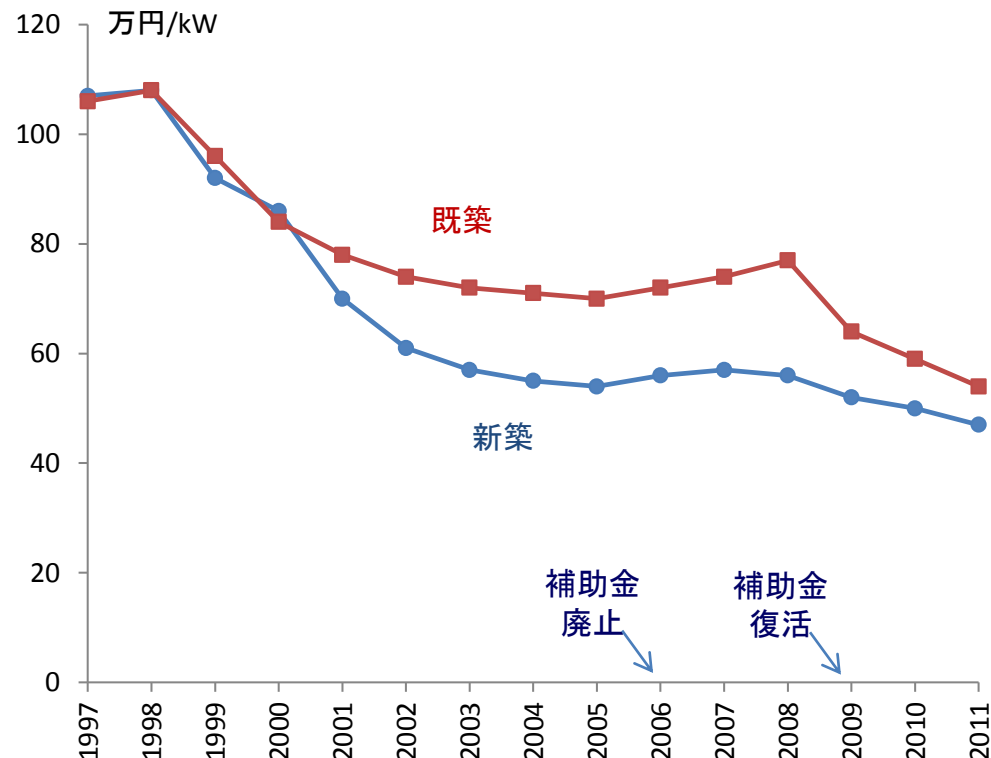
- 供給の不安定性（天候などの自然環境に依存）
- 低いエネルギー密度（供給量不足、物理的制約）
- 経済性（高コスト）⇒技術開発の促進、普及促進策
- 系統安定化対策（大量導入）⇒スマートメータ、蓄電池

特に太陽光・風力発電は出力が自然環境に依存、電力系統に大量導入された場合、電力安定供給に影響が生じる可能性
（電圧上昇、潮流変動、余剰電力、周波数調整力への対策が必要）

風力を中心とした再生可能電源の大規模導入が進むドイツでは、風力余剰出力の地域間融通、出力抑制等、スペインでは、再生可能エネルギーの出力把握・出力抑制等により対応の方向。

太陽光発電コスト

- 2011年の価格は1997年に比較し約50万円低下。
- 2006年度以降、補助金廃止、原料(シリコン)不足等で、価格が上昇。2009年に補助金復活後、価格は再度低下傾向。

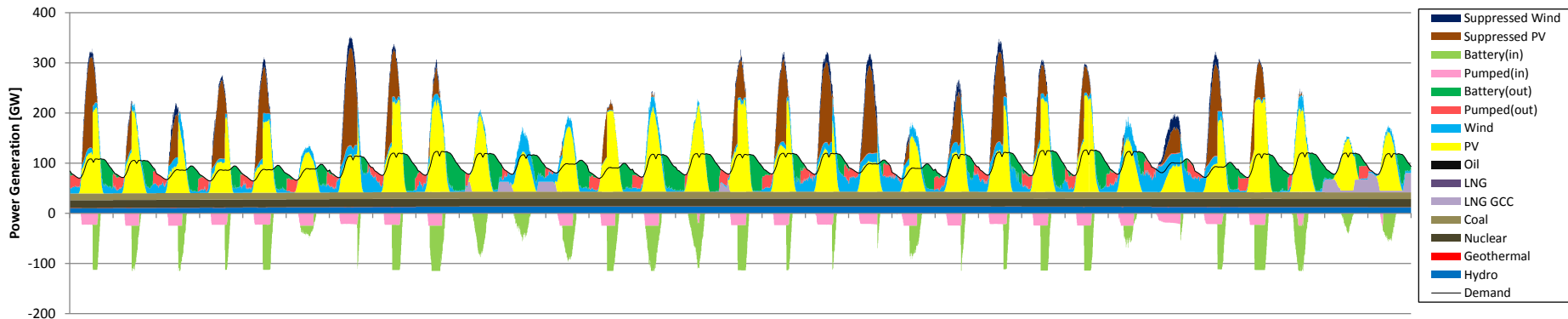


(出所)新エネルギー財団、太陽光発電普及拡大センター

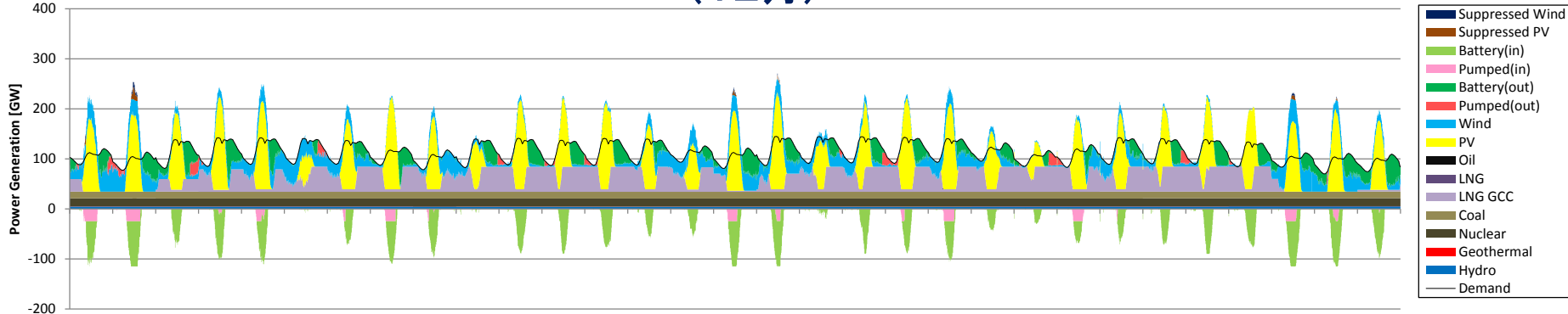
再生エネ大量導入時の電力需給(日本)

- 蓄電池, 揚水発電, LNG複合火力等の負荷追従運転, 太陽光・風力の出力抑制等、従来とは異なる需給運用が必要
- 再生可能エネルギー導入拡大も考慮に入れた今後の電力市場(発送電分離)のあり方に関する検討も重要(予備率確保、電力流通設備への投資等)

(5月)



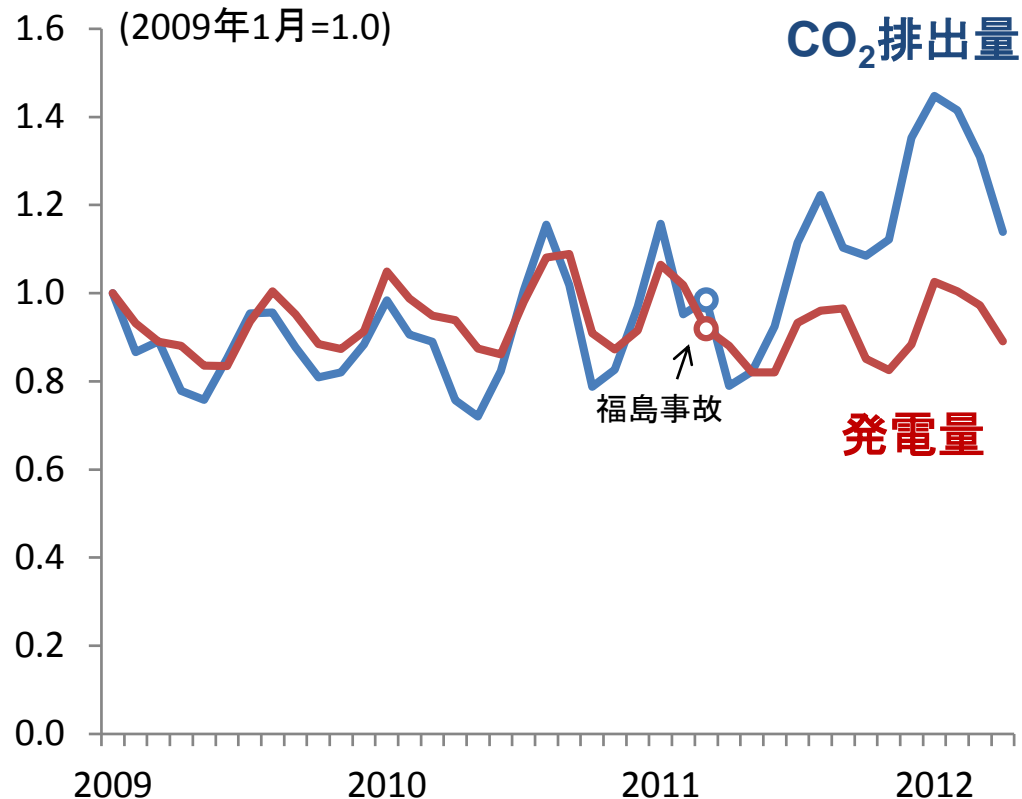
(12月)



(出所)小宮山涼一,藤井康正「太陽光発電, 風力発電の大量導入と日本の最適電源構成に関する分析」電気学会論文誌B (電力・エネルギー部門誌), Vol. 132, No. 7, pp639-647(2012)

原発停止で増加する発電部門のCO₂

2011年度、節電により夏冬の発電量は減少。一方、火力発電の増加に伴い、発電部門のCO₂排出量は大きく増加



2030年の電源構成の選択肢

原子力依存度低減、エネ安全保障確保、温暖化対策強化、コスト増・空洞化抑制

	原子力	再生可能	火力	コジェネ	省電力 (2010年度比)
選択肢(1)	0%	35%	50%	15%	約1割
選択肢(2)	15%	30%	40%	15%	約1割
選択肢(3)	20-25%	25-30%	35%	15%	約1割
参考シナリオ	35%	25%	25%	15%	約1割
基本計画(福島前)	約50%	約20%	30%	0%	

(出所) METI基本問題委員会資料より作成

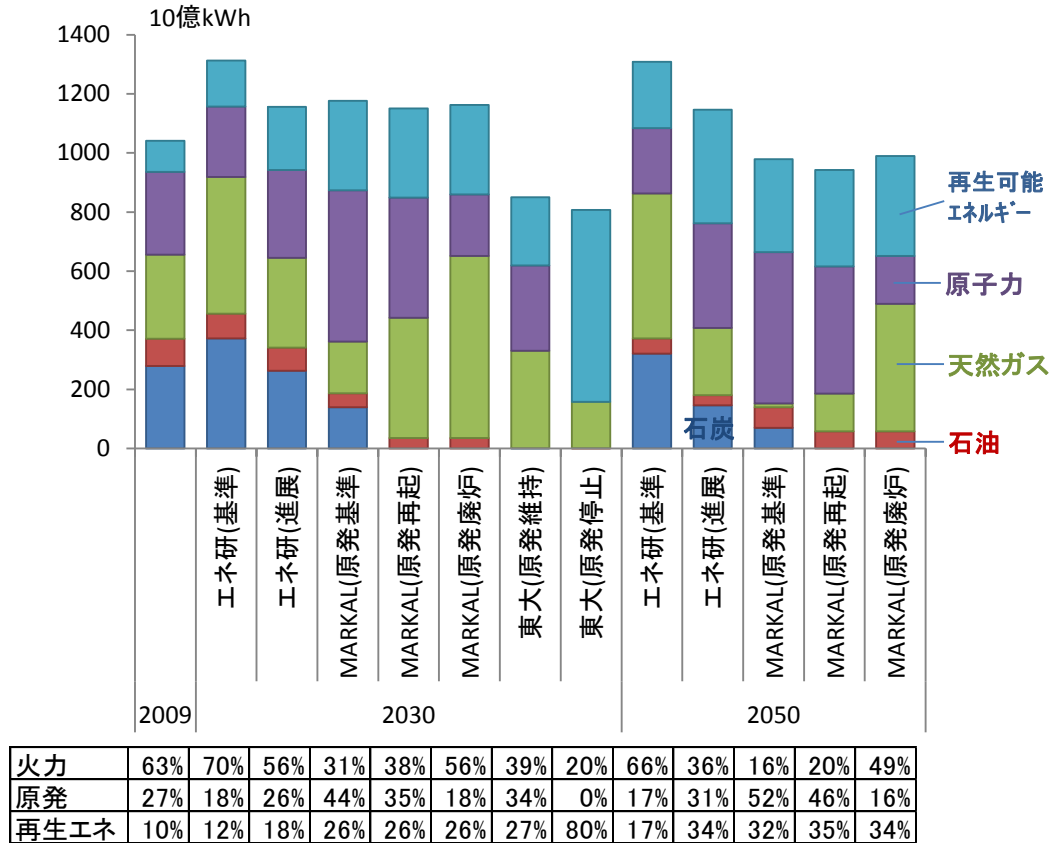
- 不確実性高まる国際エネルギー情勢 (中東情勢, 新興国の需要増, 非在来資源の動向)
⇒エネルギーの選択に多様性を確保し、環境変化への柔軟な対応も重要な視点
- 電力市場改革と新長期目標の整合性確保も必要

発電構成

原発依存度低減、再生可能エネ比率の増加は発電コストの上昇をもたらす。

発電コスト： 2009年 10円/kWh

⇒ 16円/kWh (「東大(原発維持)」)、27円/kWh (「東大(原発停止)」)



* 「エネ研」: アジア/世界エネルギーアウトルック2011

「MARKAL」: 小宮山ほか「統合型エネルギー経済モデルによる2050年までの日本のエネルギー需給の分析」エネルギー・資源学会誌, Vol.33, No.2, pp.34-43(2012)

「東大」: 小宮山, 藤井「太陽光発電, 風力発電の大量導入と日本の最適電源構成に関する分析」電気学会論文誌B, Vol. 132, No. 7, pp639-647(2012)

** 「MARKAL」「東大」は、CO2制約(2030年90年比30%減、2050年同60%減)の下で計算、

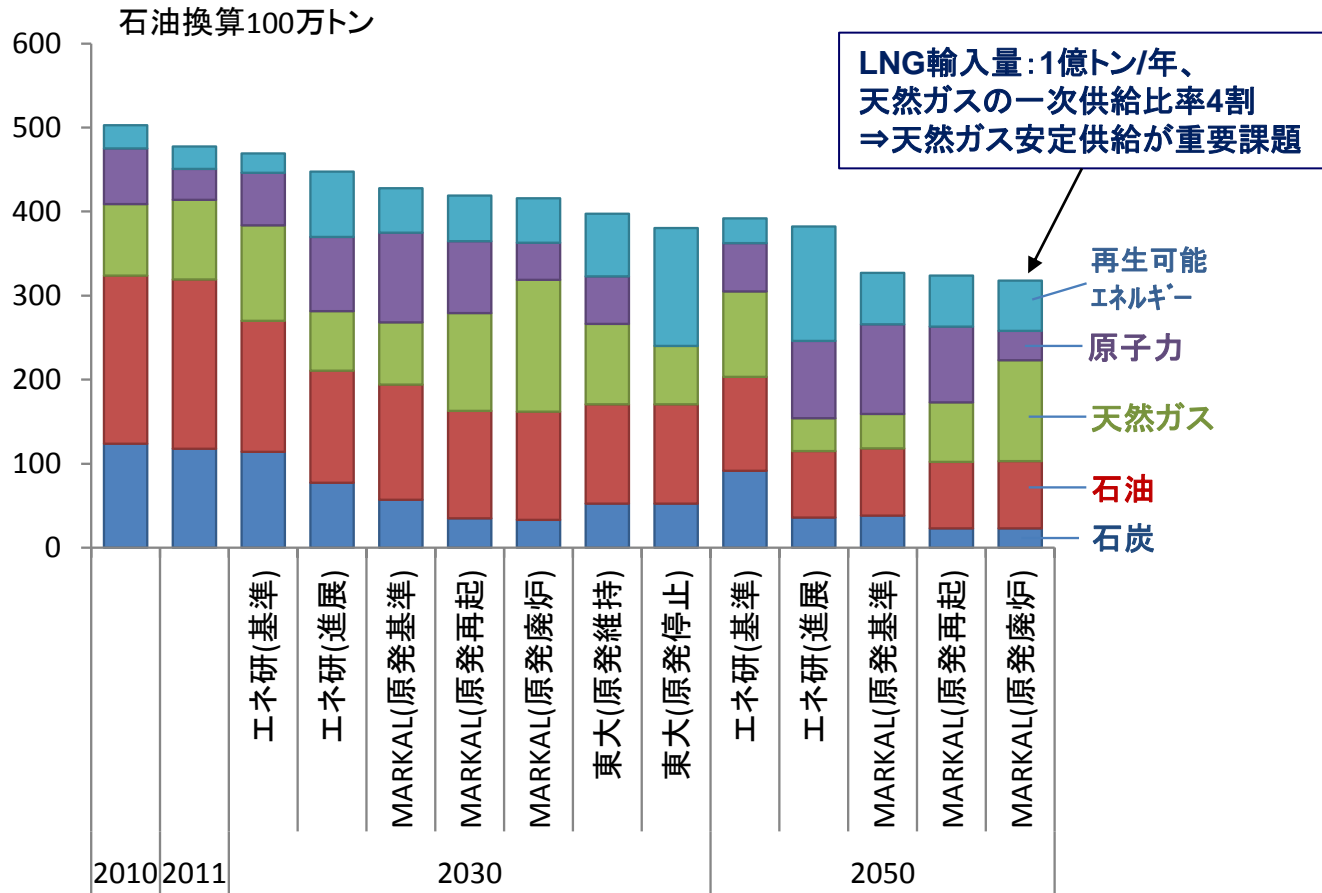
*** 原発の想定: 「エネ研」(基準)現状維持(進展)基本計画、「MARKAL」(基準)基本計画(再起)2020年以降新設(廃炉)60年経過後廃炉、「東大」(維持)現状維持(停止)全基停止

**** MARKALの火力にはCCS付発電も含まれる



一次エネルギー供給

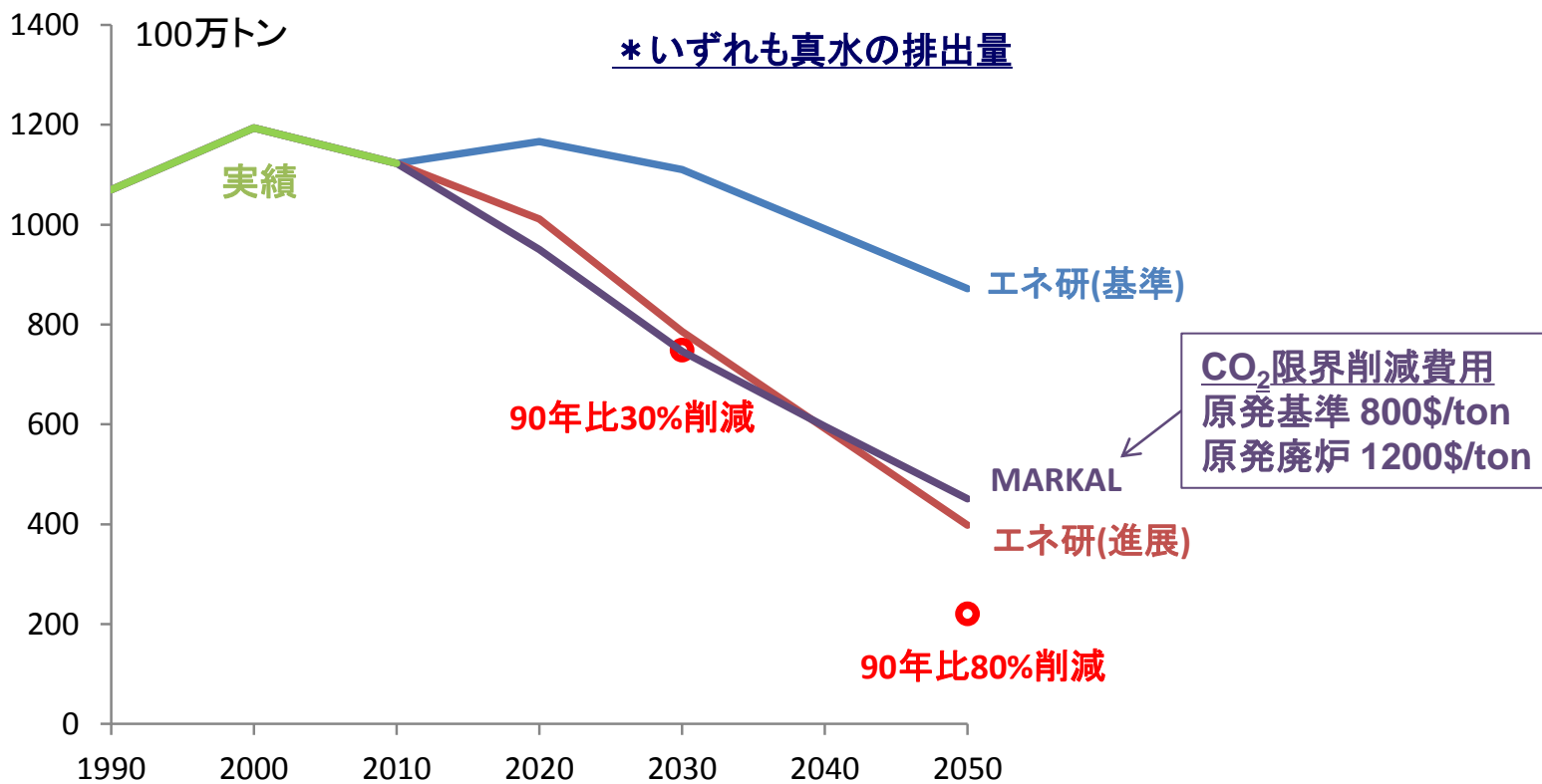
- 原発依存度が低下する場合、再生可能エネルギーや天然ガスの比率が増加
- その場合、天然ガスや電力の安定供給確保(備蓄等のインフラ整備)が必要



* 「エネ研」: アジア/世界エネルギーアウトック2011
 「MARKAL」: 小宮山ほか「統合型エネルギー経済モデルによる2050年までの日本のエネルギー需給の分析」エネルギー・資源学会誌, Vol.33, No.2, pp.34-43(2012)
 「東大」: 小宮山, 藤井「太陽光発電, 風力発電の大量導入と日本の最適電源構成に関する分析」電気学会論文誌B, Vol. 132, No. 7, pp639-647(2012)
 ** 「MARKAL」「東大」は、CO2制約(2030年90年比30%減、2050年同60%減)の下で計算、
 *** 原発の想定: 「エネ研」(基準)現状維持(進展)基本計画、「MARKAL」(基準)基本計画(再起)2020年以降新設(廃炉)60年経過後廃炉、「東大」(維持)現状維持(停止)全基停止

CO₂排出量

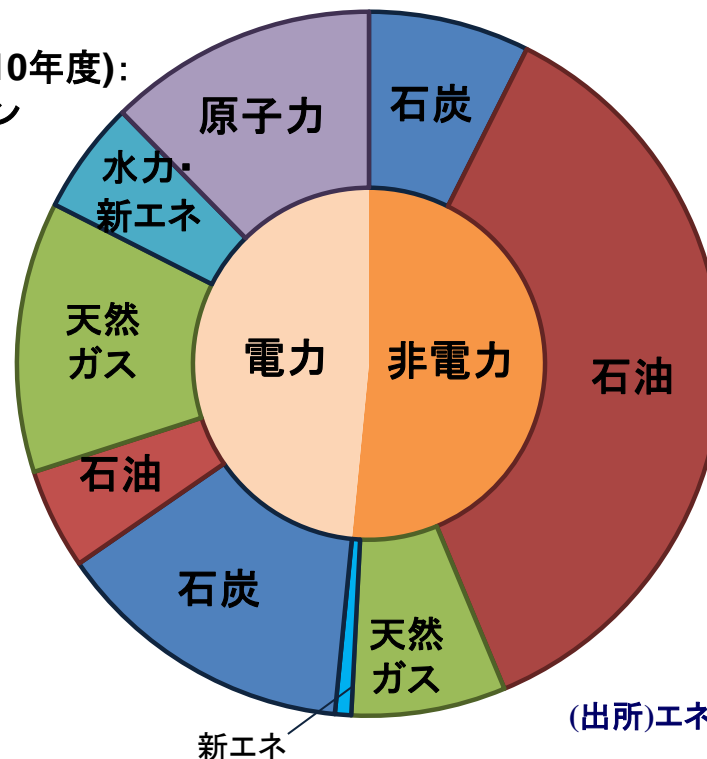
- 原発依存度低下、CO₂削減を同時に進める場合、再生可能エネルギーやCCS等の導入が拡大、克服すべき技術的ハードルは高い
- 既存の高効率技術の海外展開による排出クレジットの活用等も有効な手段



日本のエネルギー供給 (電力、非電力)

- 電力部門は原子力、水力等で温室効果ガス抑制。しかし一層の拡大にも限界
 - 非電力部門の大部分が化石燃料(非電力の化石消費 | 産業:5割、運輸:3割)
- 環境、安定供給を考えれば、特に非電力部門の省エネ、新エネ導入が不可欠
 ex. 高効率産業プロセス、コージェネ、高温ガス炉(水素製造)、バイオ燃料、次世代自動車、公共交通システム等

一次エネルギー供給(2010年度):
5.1億石油換算トン



(出所)エネルギーバランス表より作成

日本のエネルギー政策の方向性

原子力ガバナンスの再構築、原発の安全性向上：

国による原発へのコミットメントの明確化(原賠法(事業者責任、免責事項)の見直し、バックエンド等)、安全性の検証、最高水準での安全性実現

資源・燃料の安定供給確保：

LNGの安定供給確保と価格低減(シェールガスのLNG輸入、露パイプラインガス輸入の検討等)、国内ガスパイプライン網の整備

再生可能エネの普及拡大：

再生エネの産業化、自然環境と調和した社会の構築、固定価格買取制度等の支援策拡充

電力システム改革：

大規模集中型の見直し、自然災害に強い分散型システム(スマートグリッド、蓄電池)の導入、発送電分離を含む電力事業形態のあり方に関する検討、原子力事業の電力市場改革への調和、広域的インフラ形成(東西融通)

省エネ推進と支援策：

エコポイント制度、スマートシティ・コミュニティなど