

エネルギー供給WG参考資料

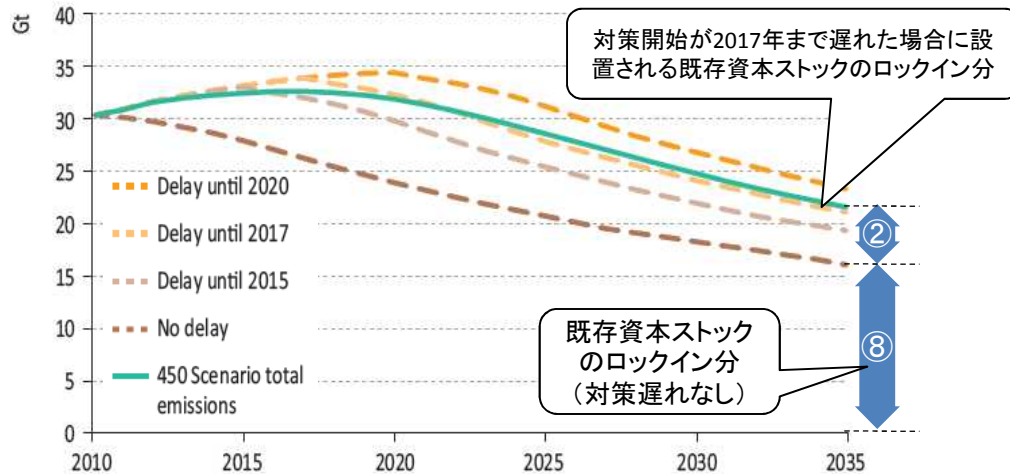
1. 火力発電について
2. コージェネ等の分散電源について
3. 再生可能エネルギーについて

1. 火力発電について

ロックイン効果

- 世界的に旧来型の石炭火力などが建設され温室効果ガス排出量が高止まりする「ロックイン効果」が懸念されている。

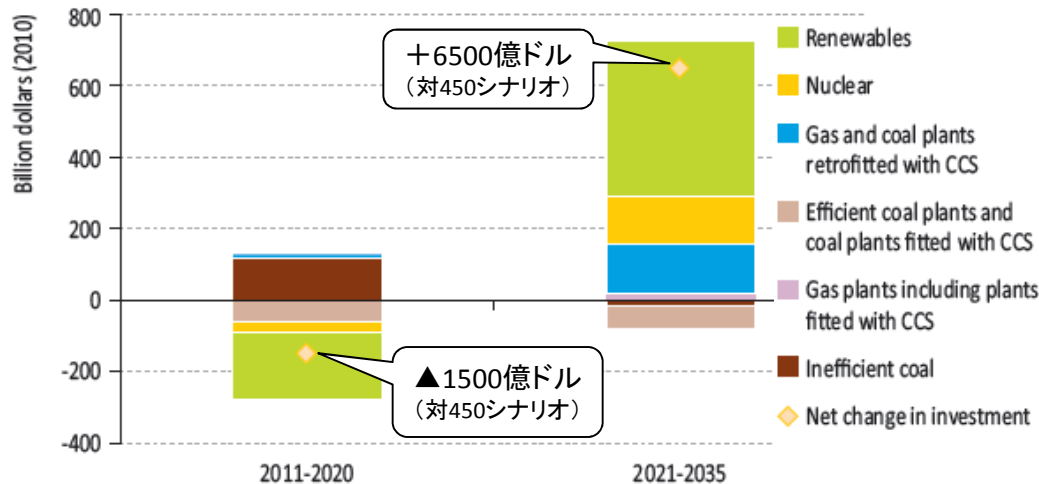
■ 行動を先送りした場合のエネルギー起源CO2排出量



- 対策が遅れが生じないケースでも、450シナリオで2035年に許容されるエネルギー起源CO2総排出量の約5分の4は、2010年時点に存在する資本ストック(発電所、建物、工場等)に既に「ロックイン」されている。
- 2017年までに新規の厳格な行動をとらなければ、その時点で導入されているエネルギー関連インフラが、450シナリオで2035年までに許容されるCO2をすべて排出してしまうことになる。

(出典)IEA, World Energy Outlook 2011

■ 2015年まで行動を先送りした場合の技術導入費用の差(発電部門)

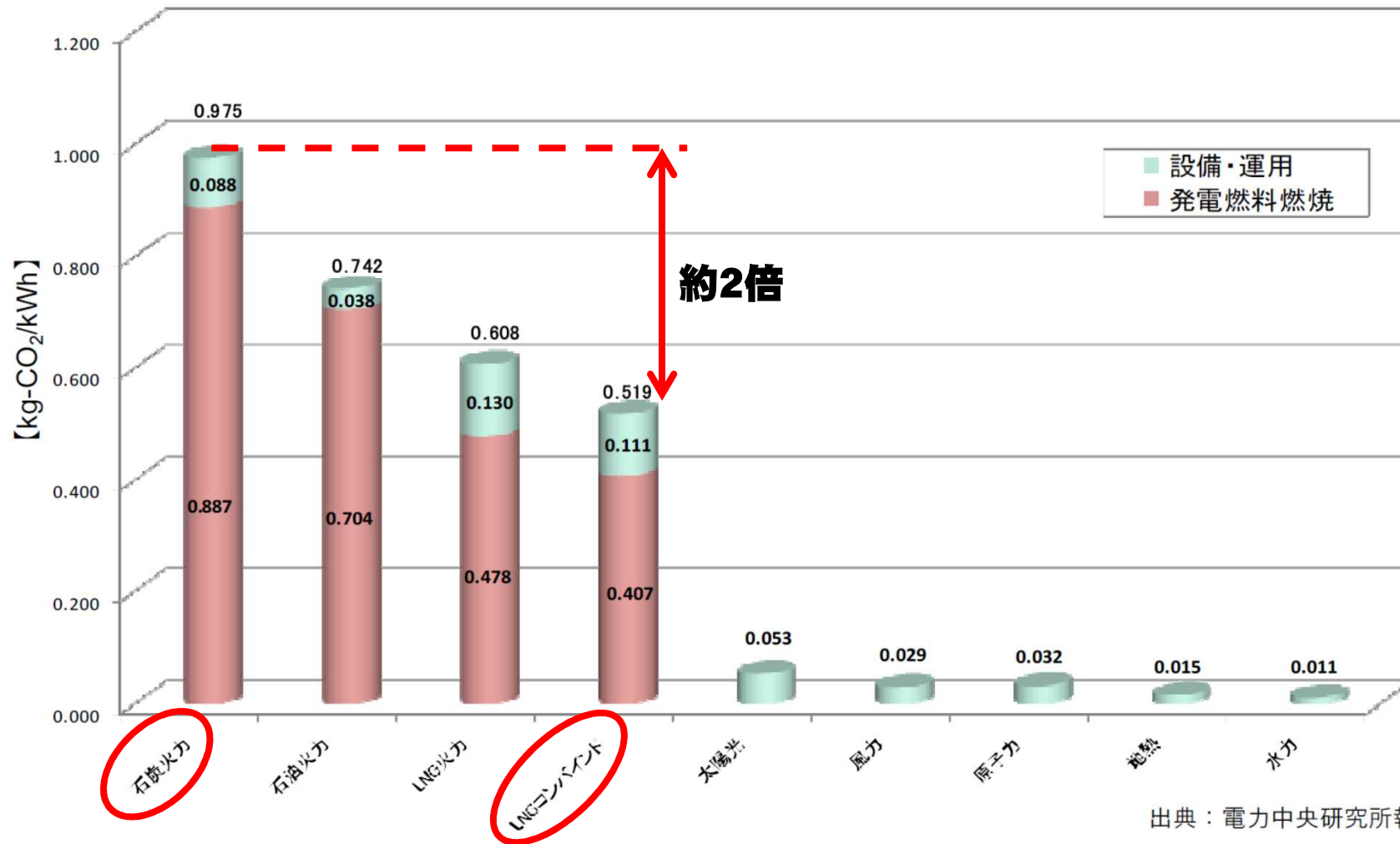


- 行動の先送りに伴う排出増の50%を発電部門が占める。また、既存発電所からの排出量の3/4を石炭火力が占めており、石炭火力のロックイン効果は大きい。
- 発電部門の対策開始を2015年まで先送りした場合、450シナリオ実現に必要な技術の導入に要する追加的費用は、2021-2035年に6500億ドル(450シナリオ比)となる。

(出典)IEA, World Energy Outlook 2011

- 石炭火力はCO2排出原単位が他と比べて大きく、LNGコンバインド火力の約2倍。

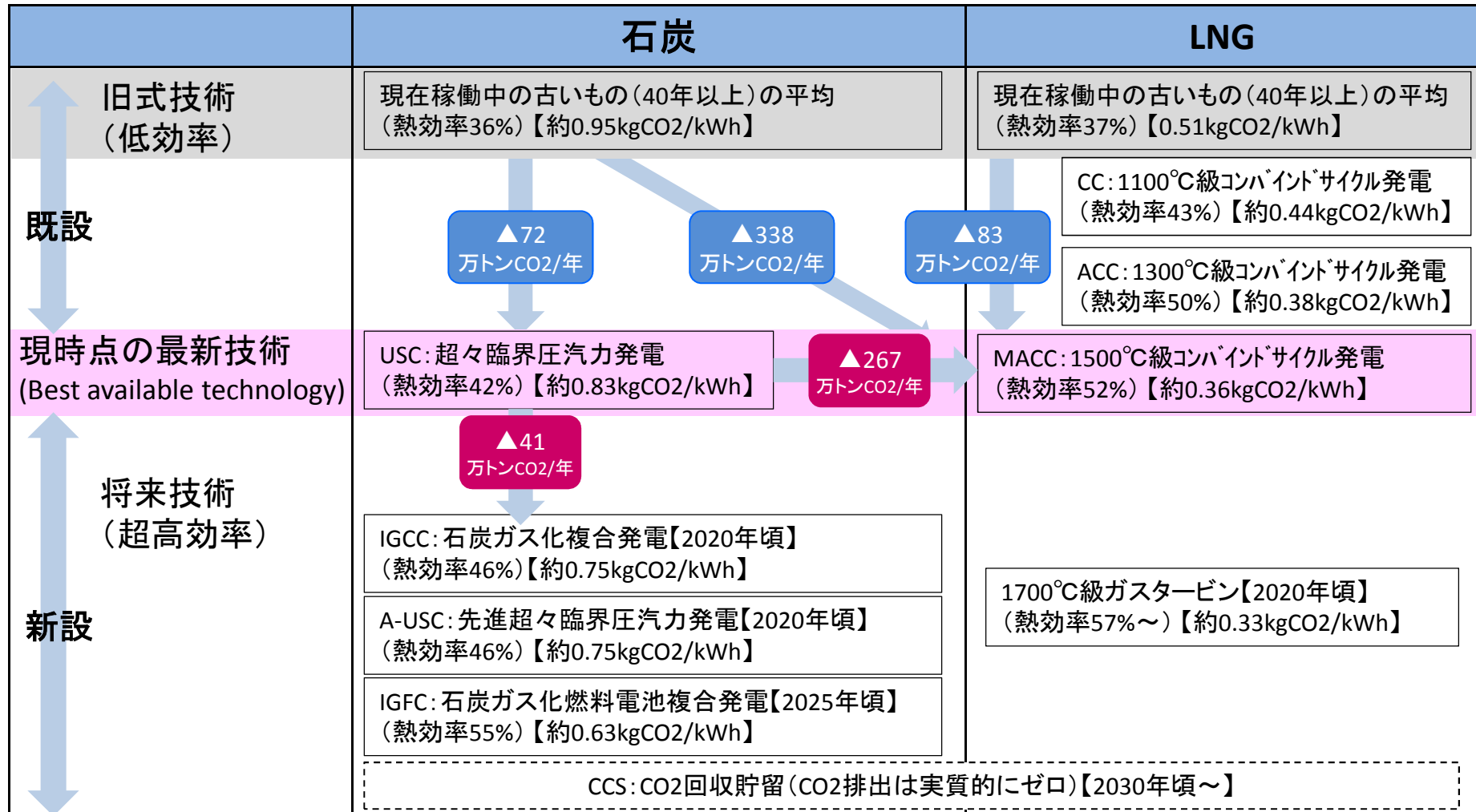
■ 電源種別のCO2排出原単位(設備・運用含む)



(出典)資源エネルギー庁：低炭素電力供給システムに関する研究会報告書(2009)

火力発電の高効率化技術とCO2排出量評価

- 火力発電により原発を代替する場合は、CO2排出量の評価が重要。



(出典) 資源エネルギー庁: 電力需給の概要、NEDO: 技術戦略マップ2009、コスト等検証委員会: コスト等検証委員会報告書(案)より作成

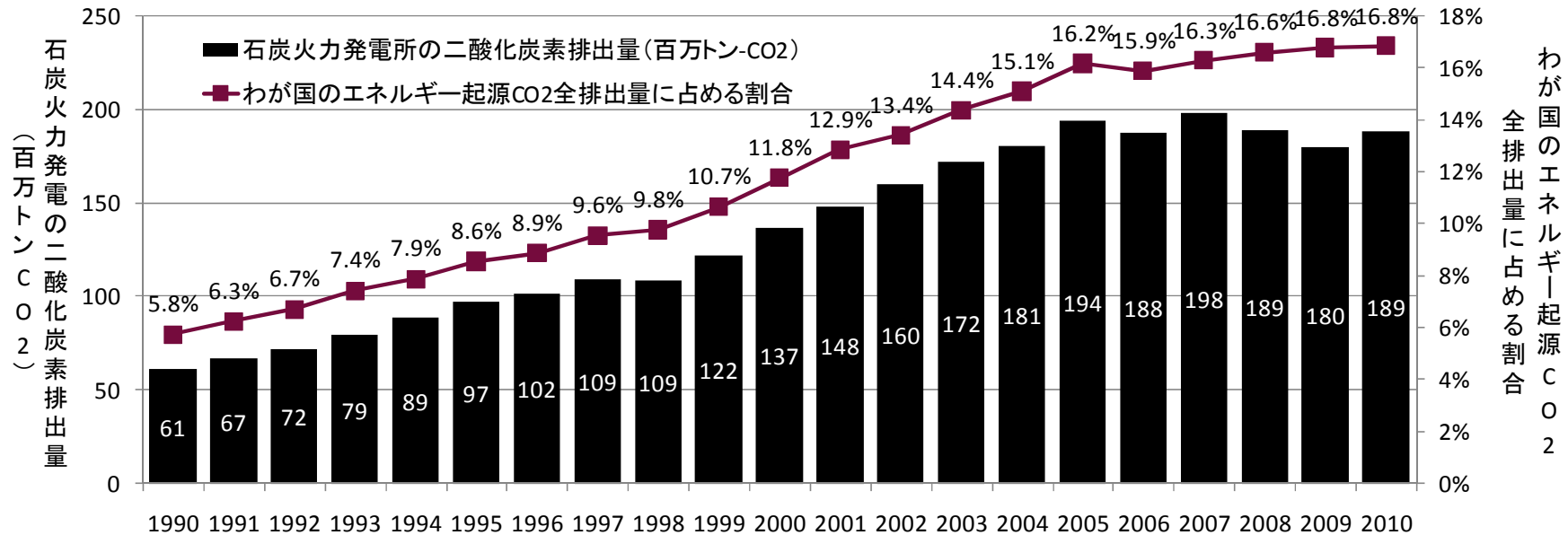
※熱効率は送電端の高位発熱量基準

※ ▲ 内はリプレースによる一基あたり年間CO2排出量の削減量 (1基100万kW、設備利用率70%とした場合)

※ ▲ 内は、新設の際により効率の良い技術を選択した場合の一基あたり年間CO2排出量の削減量 (1基100万kW、設備利用率70%とした場合)

※BAT: Best available technologyは、「利用可能な最良の技術」

- 1990年以降の我が国の温室効果ガス排出量の推移において、石炭火力のインパクトは大きい、エネルギーセキュリティも含めた多面的な評価が必要。



総合エネルギー統計、温室効果ガスインベントリより作成(2010年度値は推定実績)

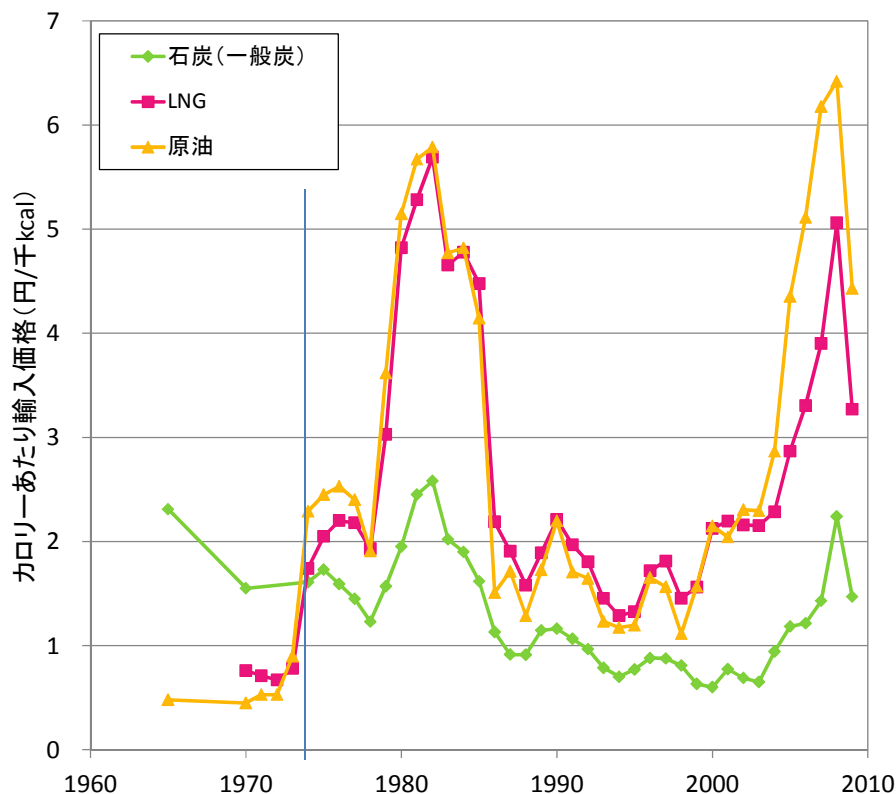
仮に、1990年度からの石炭火力の伸びの全てをLNG火力で代替していたとすると、CO2排出量は約7000万トン削減(基準年比約5.6%の削減に相当)しており、全電源の排出係数は0.07kg-CO2/kWh程度改善に相当)

	<実績>			<試算値>
	1990年度	2009年度		2009年度
石炭火力からのCO2	6100万トン 【720億kWh】	1億9300万トン 【2380億kWh】	<p>▲7000万トン (基準年比約5.6%)</p>	5800万トン 【720億kWh】
LNG火力からのCO2	7500万トン 【1640億kWh】	1億1600万トン 【2810億kWh】		1億8500万トン 【4470億kWh】
電力の排出係数	0.42kgCO2/kWh	0.41kgCO2/kWh		0.34kgCO2/kWh

● 石炭火力には、石炭価格とセキュリティの相対的な優位性があると考えられる。

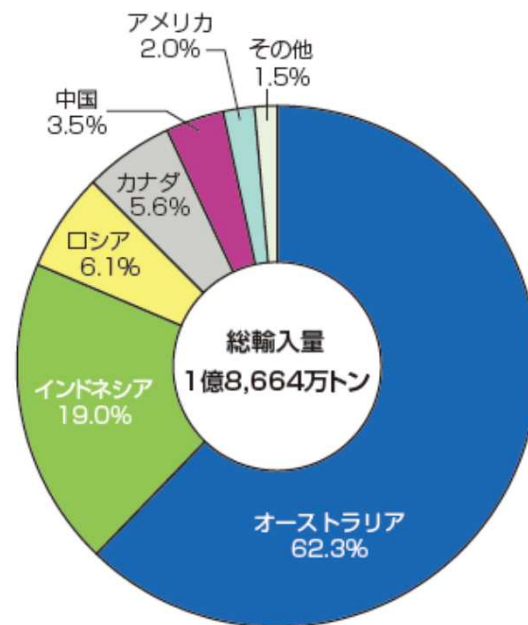
- 1970年代にオイルショックの影響等によって石油、LNGの価格が上昇したことで、カロリーあたり輸入価格が石炭と逆転。以降、現在まで石炭が価格面で優位性がある。
- また石炭は、歴史的に輸入先の国情は安定している傾向にあり、セキュリティの観点からも相対的に優位。

■ エネルギー源別のカロリーあたり輸入価格の推移



(出典) 日本エネルギー経済研究所: EDMCエネルギー・経済統計要覧2011より作成

■ 日本の石炭輸入先の推移



(出所) 財務省「日本貿易統計」をもとに作成

(出典) 経済産業省: エネルギー白書2011

火力発電は計画から稼働までの期間が長い。

- コスト等検証委員会報告書(2011年12月)では、計画から稼働までの期間を10年程度としている。(直近7年間に稼働した発電所(サンプルプラント、4基)について、初号機の立地決定の表明から運転開始の年までの平均的な期間)

電源	計画～稼働の期間
原子力	20年程度
石炭火力	10年程度
LNG火力	10年程度
石油火力	10年程度
一般水力	5年程度
小水力	2～3年程度
ガスコジェネ	約1年
石油コジェネ	約10ヶ月
燃料電池	約2週間

電源	計画～稼働の期間
太陽光(メガソーラー)	1年前後
太陽光(住宅)	2～3ヶ月程度
地熱	9～13年程度
陸上風力	4～5年程度
洋上風力	—
バイオマス(木質専焼)	3～4年程度
バイオマス(木質混焼)	1年半程度

現行のエネルギー基本計画(平成22年6月)における記述(1)

第2章. 2030年に目指すべき姿と政策の方向性

第2節. エネルギー源のベストミックスの確保

2. 化石燃料

非化石エネルギーの導入や省エネルギーを最大限進めても、供給ポテンシャル、利便性、経済性等の観点からは、将来においても化石燃料をエネルギー供給に利用する必要がある。新興国を中心にエネルギー需要が拡大し、資源獲得競争が一層激化する中で、安定供給の確保や高度利用の推進が必要である。

(1) 石油

国内需要は減少するものの、利便性・経済性に優れ、既に全国の需要家への燃料供給インフラも整っている等の理由から、引き続き経済活動・国民生活において欠かせない基幹エネルギーに位置づけられる。資源国との関係強化や我が国企業による上流権益獲得の推進、精製部門の競争力強化や国内サプライチェーンの維持、備蓄の着実な推進等を通じた安定供給確保を推進する。

(2) 天然ガス

化石燃料の中で最もCO₂排出が少なく、世界に比較的広く分散して賦存し、シェールガスなど新規供給源も立ち上がってきていることを踏まえると、今後、低炭素社会の早期実現に向けて重要なエネルギー源である。上流権益獲得による安定供給確保や産業部門の燃料転換、コージェネレーション利用、燃料電池の技術開発の促進と内外への普及拡大など、天然ガスシフトを推進すべきである。

(3) 石炭

化石燃料の中でCO₂排出は大きいものの、コスト・供給安定性の面で優れたエネルギー源である。CCS(CO₂回収・貯留)やIGCC(石炭ガス化複合発電)等地球環境と調和した石炭利用技術を確立し、今後も適切に活用していく。また、世界最高水準にある我が国の石炭利用技術の競争力を維持し、世界各国に普及させていく。

(4) LPガス

分散型エネルギー供給源で、災害時対応にも優れ、化石燃料の中で比較的CO₂排出が少ないクリーンなガス体エネルギーであり、重要なエネルギー源として引き続き低炭素社会の実現にも資する利用を促進する。その際、備蓄の着実な推進や、家庭用等小口需要に対する配送の低炭素化を進めることが重要である。

現行のエネルギー基本計画(平成22年6月)における記述(2)

3. 化石燃料の高度利用

(1) 火力発電の高度化

① 目指すべき姿

火力発電は、エネルギー安全保障、経済性の観点からベストミックスの電源構成を実現する上で、重要な位置づけである。また、再生可能エネルギー由来の電気の大量導入時の系統安定化対策に不可欠な存在でもあり、今後も極めて重要な役割を果たす。こうした観点から、単位発電量当たりのCO₂発生量の削減を図り、最新設備の導入やリプレイス等により火力発電の高効率化等に引き続き努める。

② 具体的な取組

石炭火力発電については単位発電量当たりのCO₂を低減させるため、現在運転中の石炭火力における効率改善やバイオマス混焼及び老朽石炭火力のリプレイス等による最新設備の導入を推進することにより、高効率化・低炭素化を進める。当面新增設又は更新される石炭火力発電については、原則としてIGCC並みのCO₂排出量に抑制する。

また、我が国が有する世界最高水準の石炭火力発電技術をさらに革新していくことが重要である。IGCC・A-USC(先進的超々臨界圧発電)等について、更なる高効率化や早期の実用化を目指して、官民協力して開発・実証を推進する。

このような高効率石炭火力の開発・実証・導入を国内で進めつつ、将来に向けてゼロ・エミッション石炭火力発電の実現を目指す。その実現のため、2020年頃のCCSの商用化を目指した技術開発の加速化を図るとともに、今後計画される石炭火力の新增設に当たっては、CCS Ready[※]の導入を検討する。また、商用化を前提に、2030年までに石炭火力にCCSを導入することを検討する。

以上のような高効率の石炭火力技術については、我が国を環境に優しい石炭火力の最新鋭技術の実証の場として位置づけ国内での運転実績の蓄積を図る。

その他の火力発電については、新增設・更新の際には、原則としてその時点における最先端の効率を有する設備の導入を目指す。

※ 具体的なCCS Readyの要件についてはEU指令も参考にしつつ今後検討する。2009年6月のEU指令では、30万kW以上の火力発電所の新設に係る許認可要件において満たすべきCCS Readyの要件として、①適切なCO₂貯留地点が存在すること、②CO₂輸送が技術的かつ経済的に可能なこと、③将来のCO₂回収・圧縮設備の建設が技術的かつ経済的に可能であることについての調査を要求している。調査の結果、技術的かつ経済的に実行可能である場合には、CO₂回収及び圧縮に必要な施設のためのスペースを確保する必要がある。

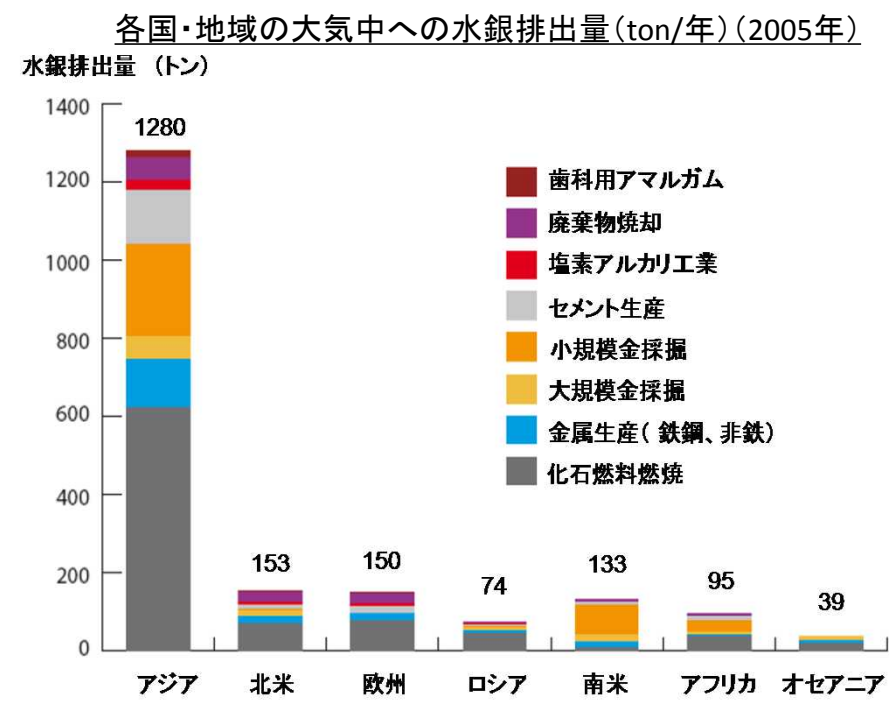
地球温暖化対策の観点から考え得るLNG火力の技術的メリット

- LNG火力は再生可能エネルギーの調整電源として優れている
 - … LNG火力は石炭火力と異なり、出力変動が容易であるため、再生可能エネルギーを最大限導入する方針に適した電源である。石炭火力は、稼働率を落とした場合、LNG火力に比して経済性の悪化の程度が大きく、ベース電源にのみ適するが、LNG火力は、経済性の観点から、ベース、ミドル、ピーク電源のいずれの役割も果たせる。
- 熱の有効利用も比較的現実的
 - … LNG火力発電は設置スペースがコンパクトでもあることから、都市近接型の設置が可能であり、熱の有効利用によるCO₂削減効果も期待できる。
- LNG火力発電は、クリーンな電源
 - … 石炭火力や石油火力からは、SO_x(硫黄酸化物)、ばいじん、水銀などが発生するが、LNG火力からは発生しない。
※ただし、我が国の火力発電由来のSO_x、No_x、ばいじんの発生量は排煙処理装置の設置により世界最低水準。

国際的に水銀の排出規制の動きが強まっており、石炭火力発電は主要な排出源。

■水銀排出量の現状

- 世界ではアジア地域の排出量が多く、化石燃料燃焼が約46%を占める。



日本における大気への主要排出源別排出量 (ton/年) (2005年)

排出源	排出量
石炭火力発電	1.2
石油火力発電	0.3
廃棄物焼却	1.7～5.6
鉄鋼・製鉄	3.3
非鉄金属精錬	0.5～4.6
セメント	8.9
石灰石製造	1.1
コークス製造	0.89
国全体	22.3～30.6

(出典)
 世界:「Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment」(UNEP, 2008)、
 日本:環境省調査

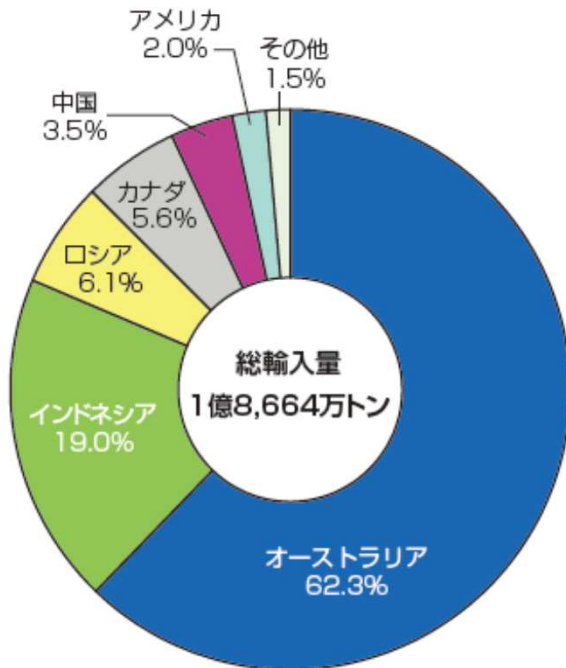
■水銀条約制定の動き

- 平成13年 国連環境計画(UNEP)が、地球規模での水銀汚染に関する活動を開始。
- 平成21年2月 UNEP第25回管理理事会において、水銀によるリスク削減のための法的拘束力のある文書(条約)を制定すること、及びそのための政府間交渉委員会を設置して2010年に交渉を開始し、2013年までの取りまとめを目指すことに合意。
- 平成23年10～11月の第3回政府間交渉委員会において示された条文案では、石炭火力発電所を含めた発生源について、BAT(利用可能な最良の技術)、BEP(環境のための最善な慣行)の適用等について議論がなされている。(技術の詳細に議論が至っておらず、現時点では、我が国の石炭火力発電に与える影響は不明。)

エネルギーセキュリティ

- 石炭産出国は、天然ガス／石油産出国と比較して国情が安定している傾向にある。
- 天然ガス産出国は、石炭と比べ国情が不安定な傾向であるが、シェールガス等の非在来型ガスは北米等におけるポテンシャルが大きく、供給源の多様化が期待できるのではないか。

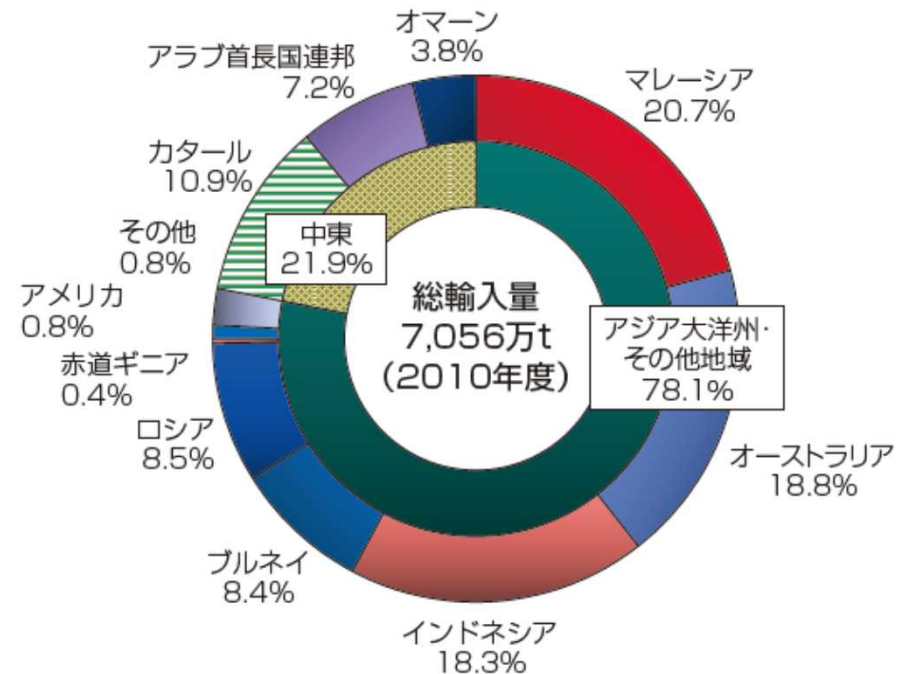
■ 日本の石炭輸入先(2010年度)



(出所) 財務省「日本貿易統計」をもとに作成

(出典) 経済産業省: エネルギー白書2011

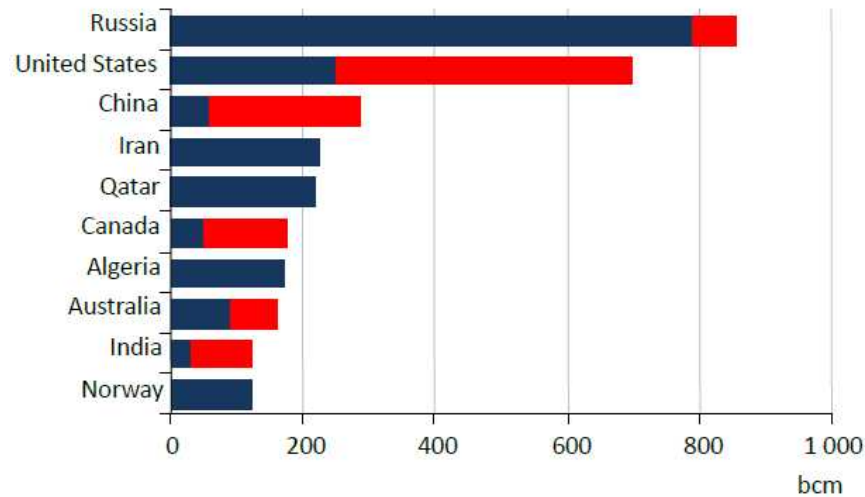
■ 日本の天然ガス輸入先(2009年度)



(出所) 日本関税協会「日本貿易月表」をもとに作成

世界的には、シェールガス等非在来型ガス資源の活用により、ガス利用が進む可能性が高い。

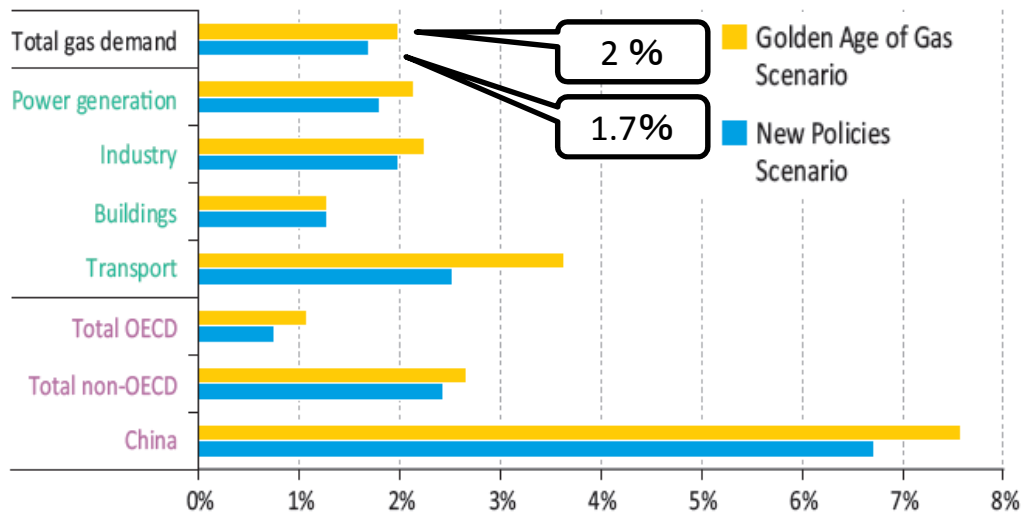
■ 2035年における天然ガスの主要生産国



- WEO2011の「天然ガス利用シナリオ」では、非在来型ガスの採掘の拡大により価格が相対的に低下し、消費量が急激に増加するとしている。
- 世界の年間生産量は、2035年までに2009年の約1.6倍(3.1→4.8兆m³)に増加。増加量のうち40%を非在来型ガスが占める。

(出典) World Energy Outlook 2011, Presentation to the press London, 9 November 2011

■ New Policy Scenario と Gas Scenarioの天然ガス需要の伸び率の比較

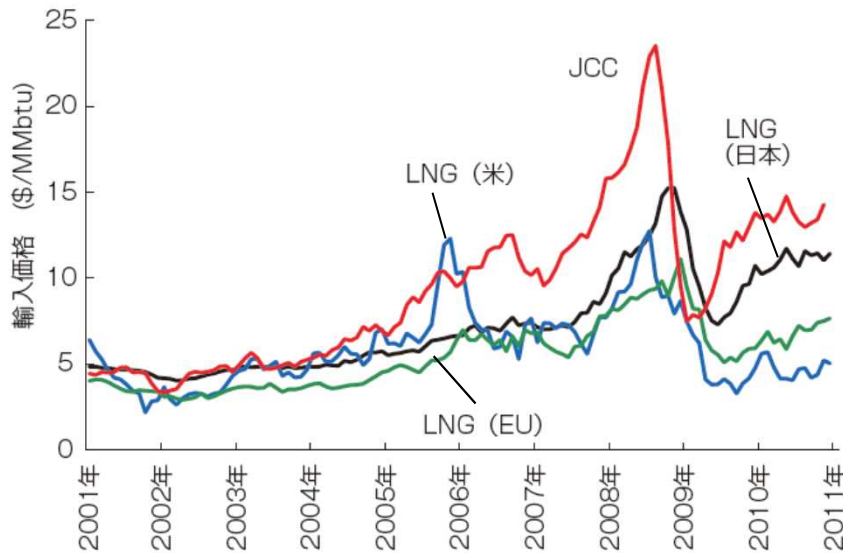


- WEO2011の「新政策シナリオ」では、2009年から2035年にかけての世界の天然ガス需要の伸びを年間1.7%と予測しているのに対して、「天然ガス利用シナリオ」では年間2%になると予測。

(出典) IEA, World Energy Outlook 2011

- LNGの市場は、欧州・米国・アジアに分かれており、それぞれ価格が異なっている。
- アジアLNG輸入価格は、近年上昇しており、シェールガスによる全世界的な供給量増加の効果は現時点では見られない。

■ 地域別のLNG価格(CIF)

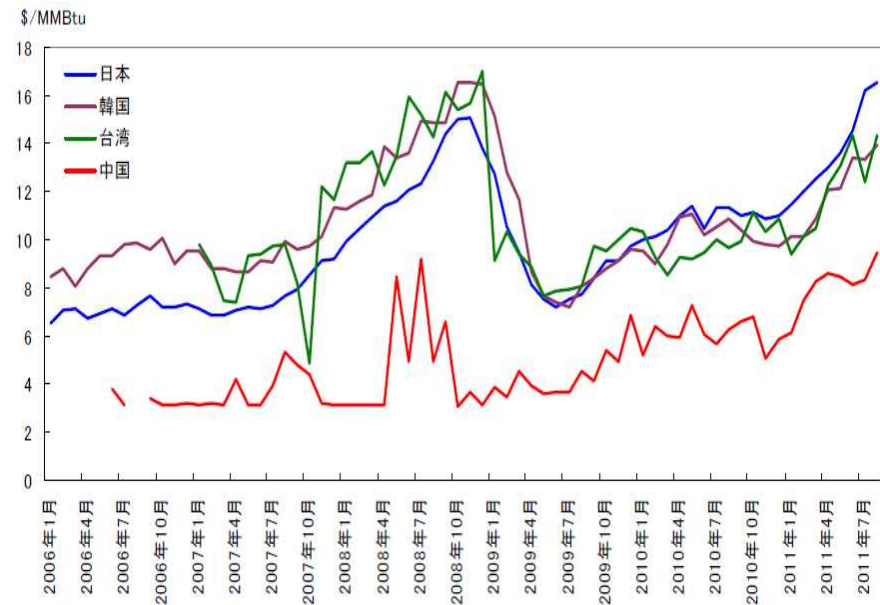


(出所) IEA, Energy Prices & Taxes, IEEJ, EDMC データバンク

(参考) JCC (Japan Crude Cocktail): 日本の原油輸入価格

出典:「エネルギー白書2011」

■ 北東アジアのLNG輸入価格の推移



(参考) LNGスポット推定価格

- 日本
2011年4月着: \$9-10/MMBtu前後、10月着\$15-16/MMBtu前後
- 欧米市場(2011年4-10月)
米国ヘンリーハブ価格 \$4/MMBtu前後
英国NBP価格 \$8-9/MMBtu前後
スペイン平均輸入価格 \$12-13/MMBtu前後

出典:「原発依存低下に伴うLNG調達の課題と解決策」
(日本エネルギー経済研究所、2011年12月13日)

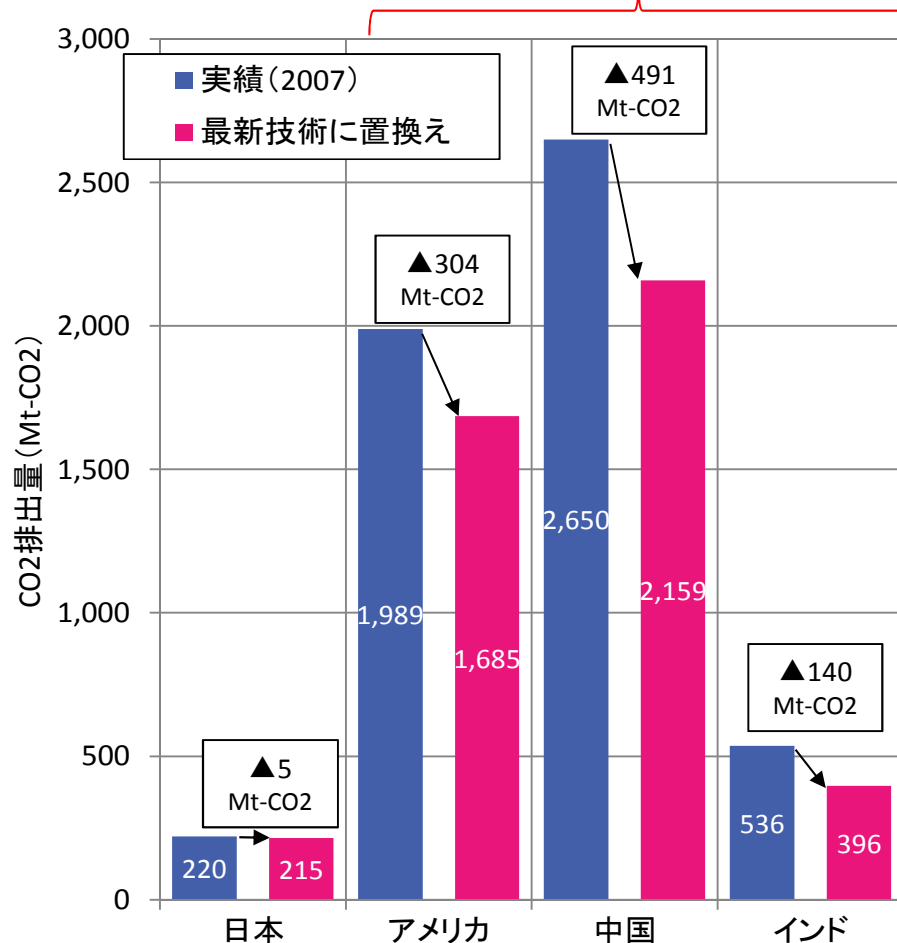
技術移転

- 諸外国の石炭火力を日本の最新技術に置換えることで、CO2排出量を大幅に削減可能。
- 日本で技術を磨き、新興国に高効率火力発電の技術移転を行うという観点は重要。

■ 石炭火力のCO2排出量の国際比較

(現在の日本の最新の石炭火力に置換えた場合との比較)

3カ国合計で、9億3400万トンCO2削減(日本の基準年の8割相当)



- 日本の火力発電は世界各国と比較し高効率であり、更なる効率向上に向けた技術開発も行われている。
- また、世界的に石炭火力の大気汚染への影響に対する規制が強まっている中で、我が国の火力発電由来のSOx、NOxの発生量は世界最低水準。
- 高効率火力発電の技術移転によるクレジットの取得も見据え、国内技術を磨き、承継していく必要がある。

※コスト検証委報告書より最新技術の熱効率は、42.0%とした。また、1基あたりの出力を75万kW、設備利用率70%として換算。
 (出典)Ecofys: International Comparison Fossil Power Efficiency (2010)、コスト等検証委員会報告書より作成

石炭火力のリプレース需要

- 2020年、2030年に向けて多くの石炭火力発電所が更新期を迎える。
- 1年に1～2基程度の更新需要が発生するため、新增設を行わなくとも、技術の継承は可能なのではないか。

○2011年12月末時点で、日本で運用されている石炭火力発電所は69基

○運転開始から40年超の石炭火力発電所は、2020年で21基、2030年で33基。

年		2011年 12月時点	2020年	2030年	2040年	2050年	2060年
運用年数 40年以下	発電所数 (基)	56	48	36	17	1	0
	設備容量 (GW)	32.7	30.7	25.4	11.7	0.6	0.0
運用年数 40年超	発電所数 (基)	13	21	33	52	68	69
	設備容量 (GW)	2.3	4.3	9.6	23.3	34.4	35.0

※2011年以外は1月時点の値
出典) 電源開発の概要(2010)

(参考) 平成22年度の電力供給計画において2020年までに開発を計画している石炭火力発電所

会社	発電所	出力(万kW)	運開
東京電力	広野6号	60	2013.12
	常陸那珂2号	100	2013.12

