エネルギー供給WG参考資料

1. 火力発電について

2. コジェネ等の分散電源について

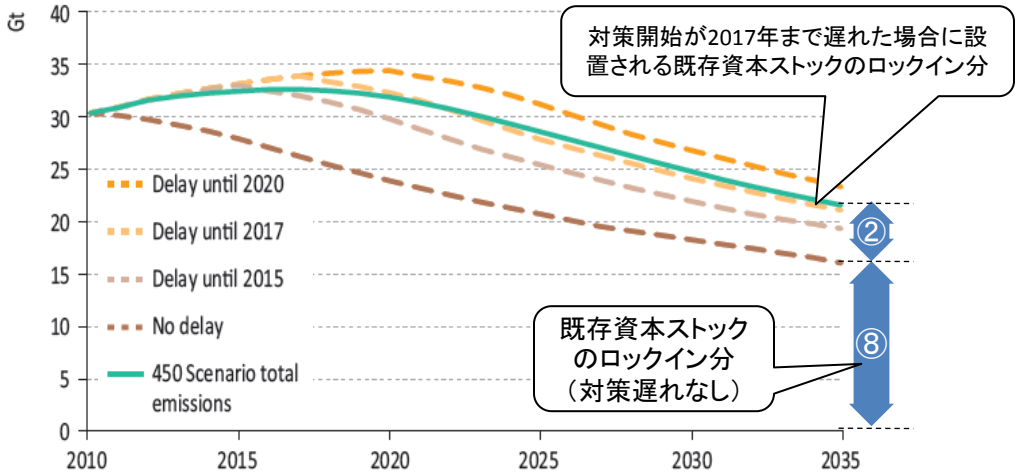
3. 再生可能エネルギーについて

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。

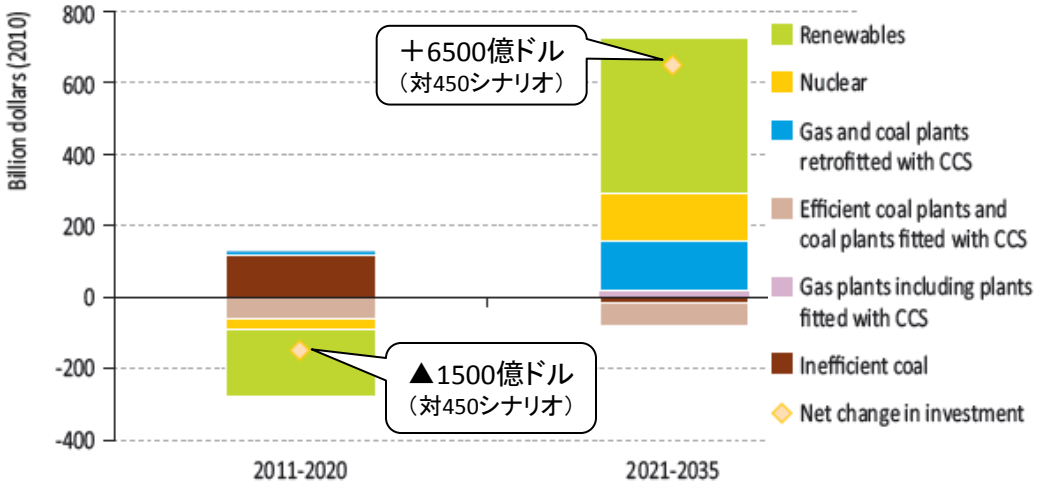
■ 行動を先送りした場合のエネルギー起源CO2排出量



- 対策に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）

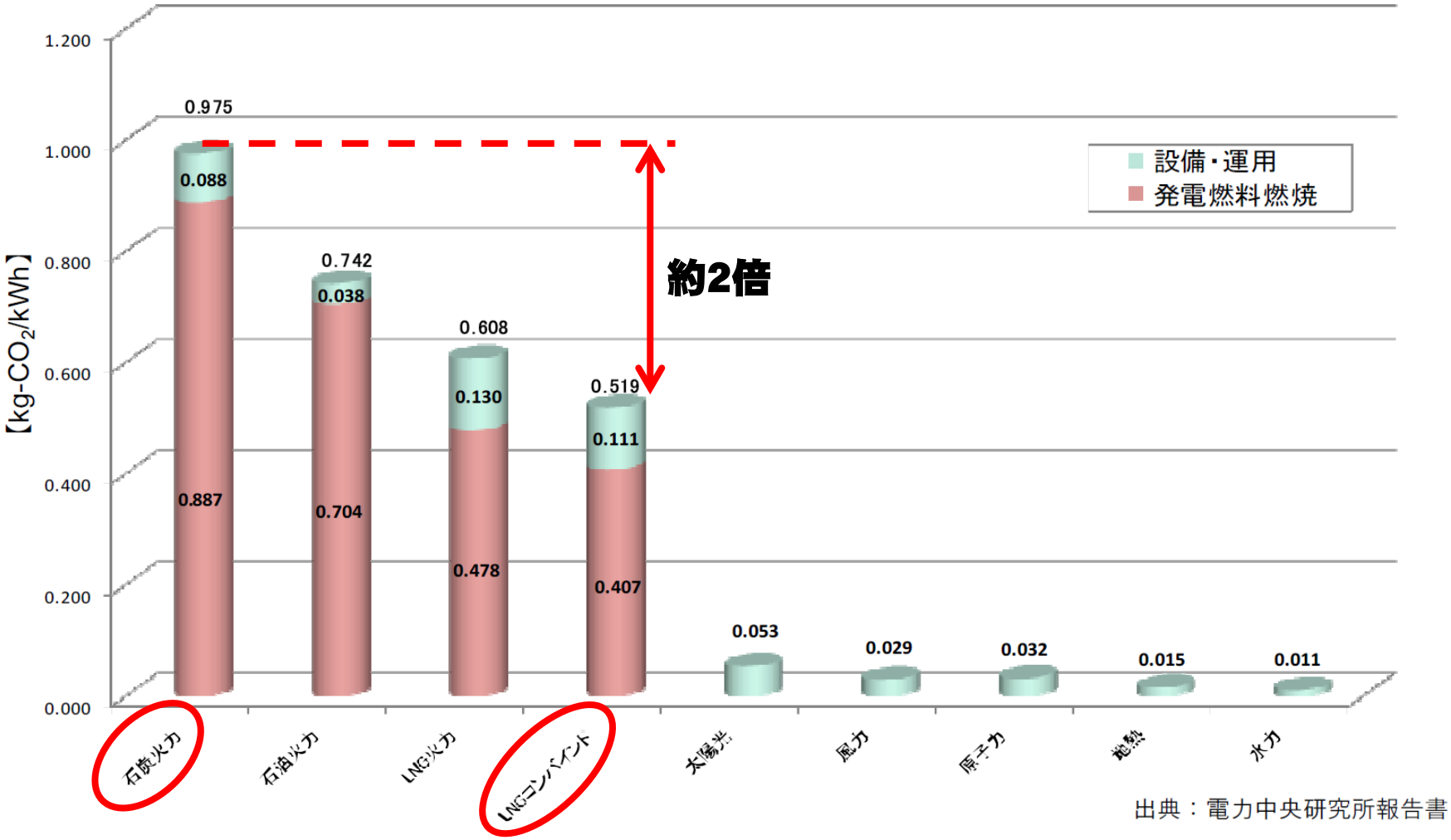


- 行動の先送りに伴う排出増の50%を発電部門が占める。また、<u>既存発電所からの排出量の3/4を石炭火力が占めており、石炭火力のロックイン効果は大きい。</u>
- 発電部門の対策開始を2015年まで先送りした場合、450シナリオ実現に必要となる技術の導入に要する<u>追加的費用は、2021-2035年に6500億ドル（450シナリオ比）となる</u>。

（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）

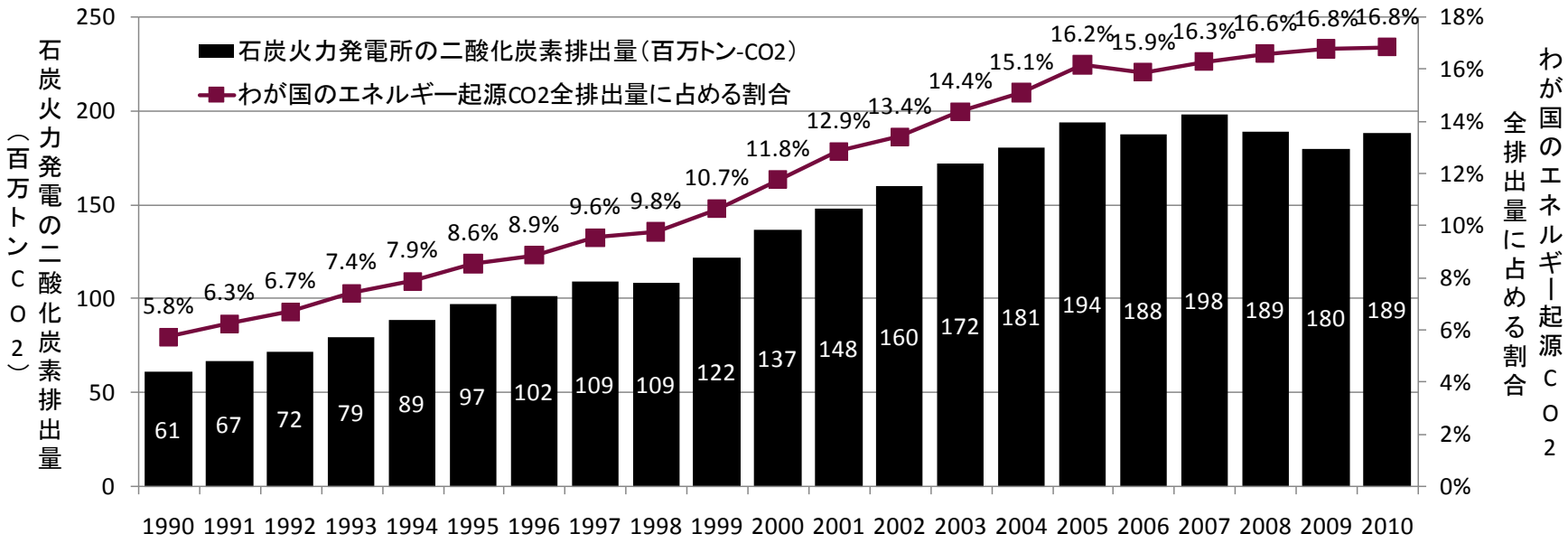
火力発電の高効率化技術とCO2排出量評価

● 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。

	石炭	LNG
旧式技術（低効率）	現在稼働中の古いもの（40年以上）の平均（熱効率36%）【約0.95kgCO2/kWh】	現在稼働中の古いもの（40年以上）の平均（熱効率37%）【0.51kgCO2/kWh】
既設	▲72 万トンCO2/年 ▲338 万トンCO2/年	▲83 万トンCO2/年 CC：1100℃級ｺﾝﾊﾞｲﾝﾄﾞｻｲｸﾙ発電（熱効率43%）【約0.44kgCO2/kWh】 ACC：1300℃級ｺﾝﾊﾞｲﾝﾄﾞｻｲｸﾙ発電（熱効率50%）【約0.38kgCO2/kWh】
現時点の最新技術 (Best available technology)	USC：超々臨界圧汽力発電（熱効率42%）【約0.83kgCO2/kWh】 ▲267 万トンCO2/年	MACC：1500℃級ｺﾝﾊﾞｲﾝﾄﾞｻｲｸﾙ発電（熱効率52%）【約0.36kgCO2/kWh】
将来技術（超高効率）	▲41 万トンCO2/年 IGCC：石炭ガス化複合発電【2020年頃】（熱効率46%）【約0.75kgCO2/kWh】	
新設	A-USC：先進超々臨界圧汽力発電【2020年頃】（熱効率46%）【約0.75kgCO2/kWh】 IGFC：石炭ガス化燃料電池複合発電【2025年頃】（熱効率55%）【約0.63kgCO2/kWh】	1700℃級ガスタービン【2020年頃】（熱効率57%～）【約0.33kgCO2/kWh】
	CCS：CO2回収貯留（CO2排出は実質的にゼロ）【2030年頃～】	

（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が、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＞

	1990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】
LNG火力からのCO2	7500万トン【1640億kWh】	1億1600万トン【2810億kWh】
電力の排出係数	0.42kgCO2/kwh	0.41kgCO2/kWh

▲7000万トン（基準年比約5.6%）

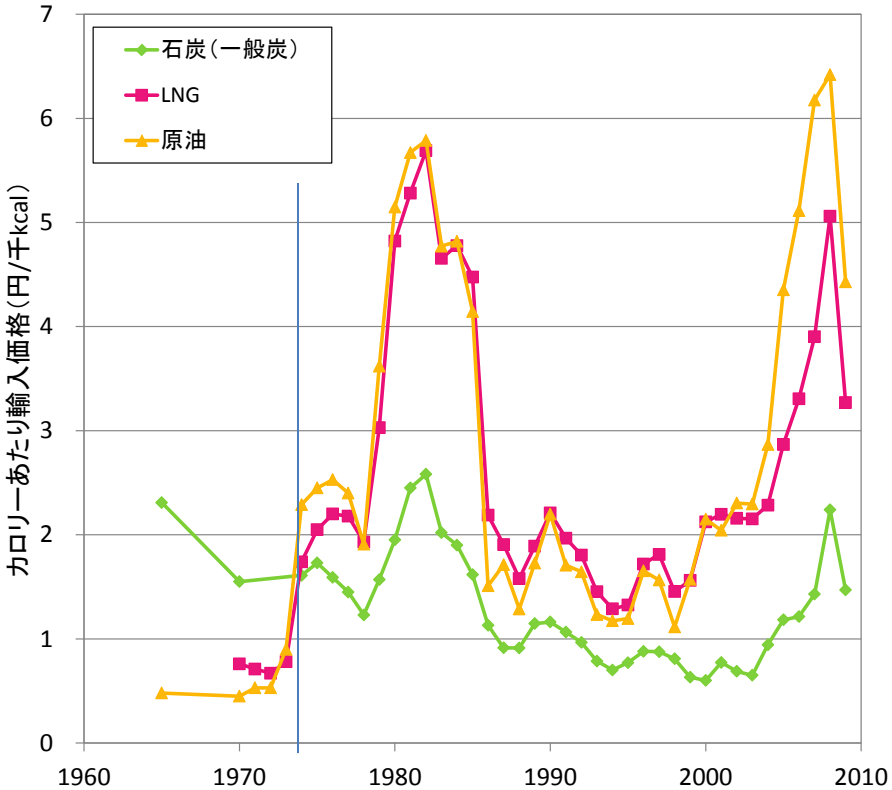
＜試算値＞

2009年度
5800万トン【720億kWh】
1億8500万トン【4470億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。

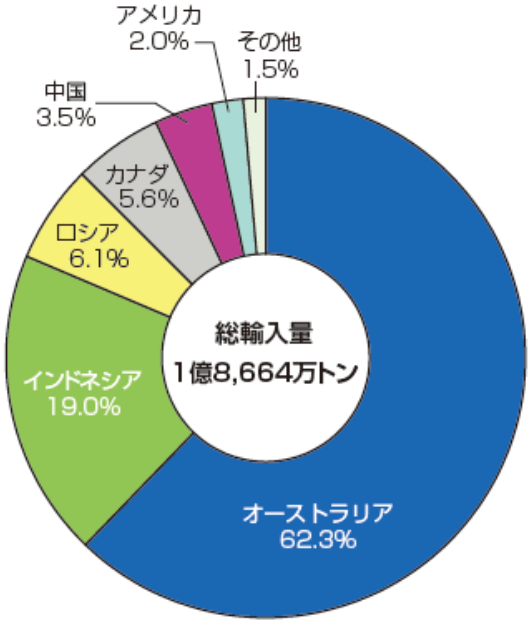
- 1970年代にオイルショックの影響等によって石油、LNGの価格が上昇したことで、カロリーあたり輸入価格が石炭と逆転。以降、現在まで石炭が価格面で優位性がある。
- また石炭は、歴史的に輸入先の国情は安定している傾向にあり、セキュリティの観点からも相対的に優位。

■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ー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ー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。当面新増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増設に当たっては、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、新増設・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CO_2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、SOx（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。

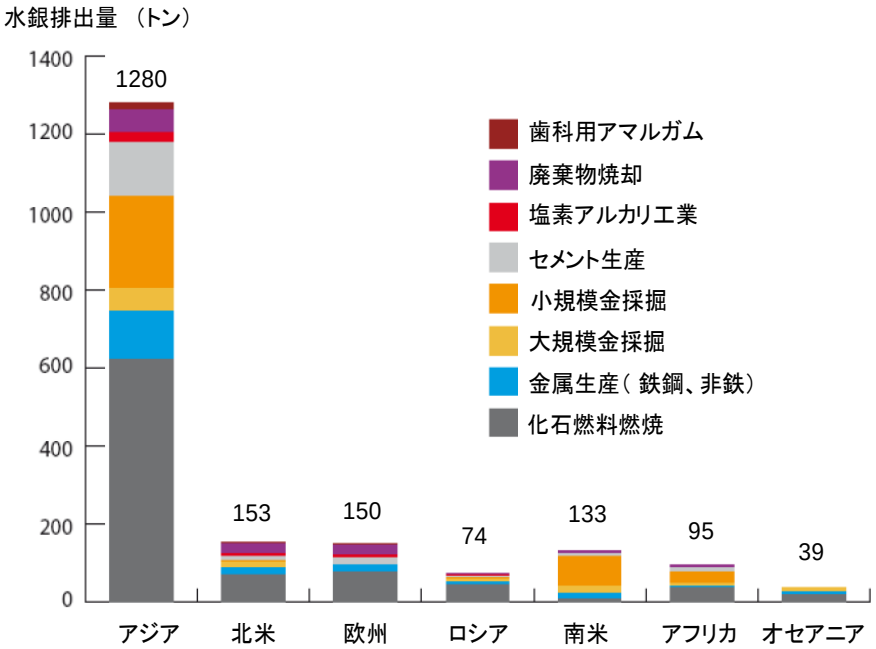
  ※ただし、我が国の火力発電由来のSOx、Nox、ばいじんの発生量は排煙処理装置の設置により世界最低水準。

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。

各国・地域の大気中への水銀排出量（ton/年）（2005年）



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

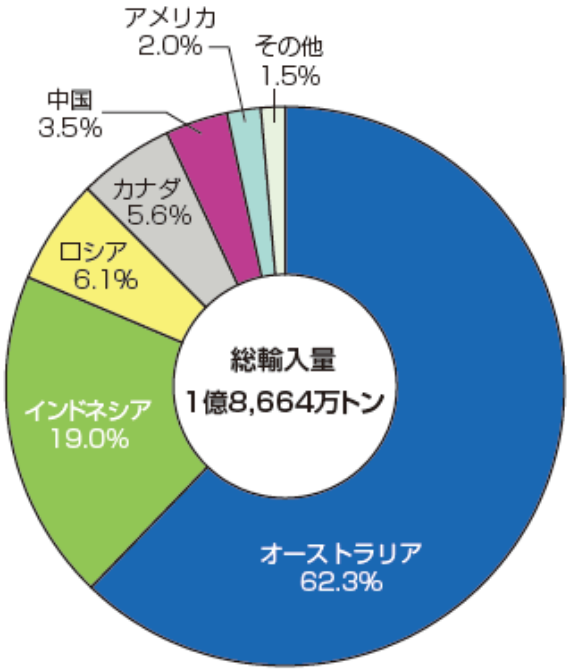
■水銀条約制定の動き

- 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ー

- 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。

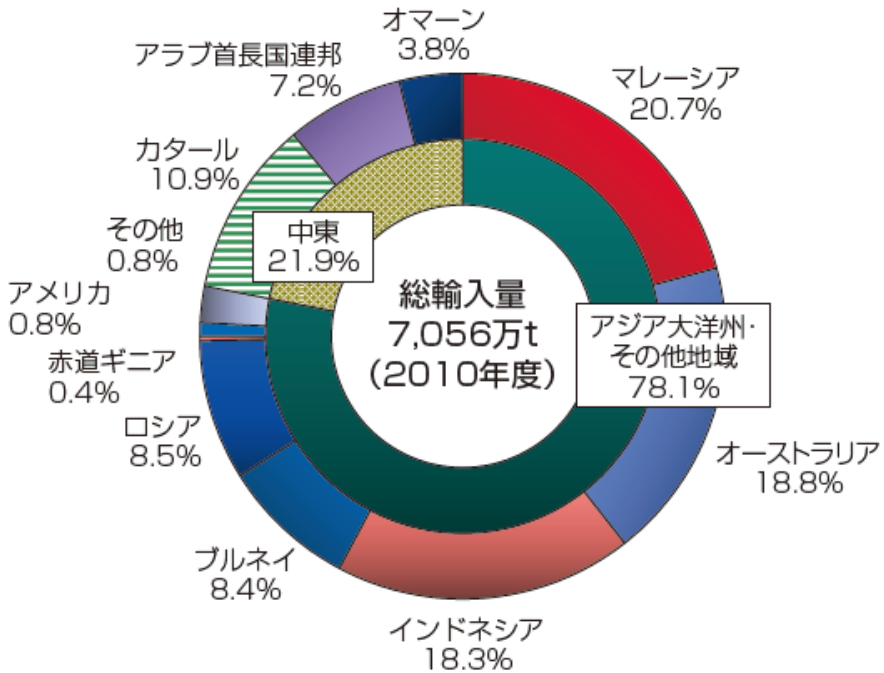
■ 日本の石炭輸入先（2010年度）



（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

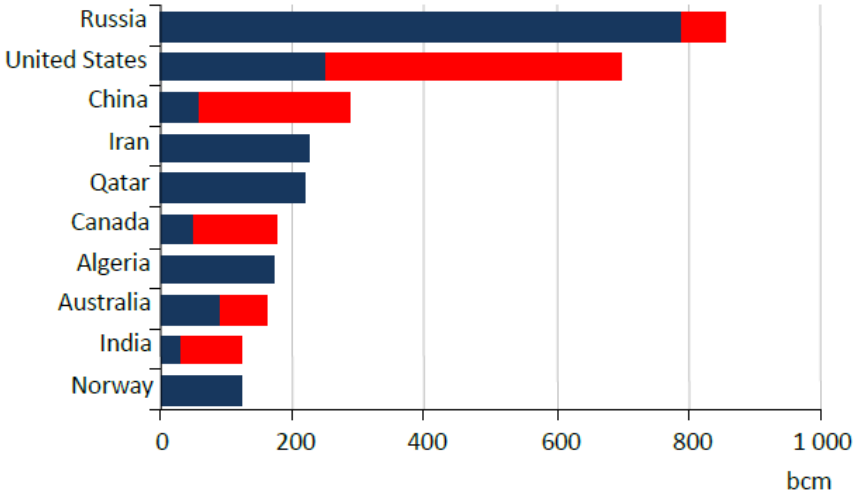
■ 日本の天然ガス輸入先（2009年度）



（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。

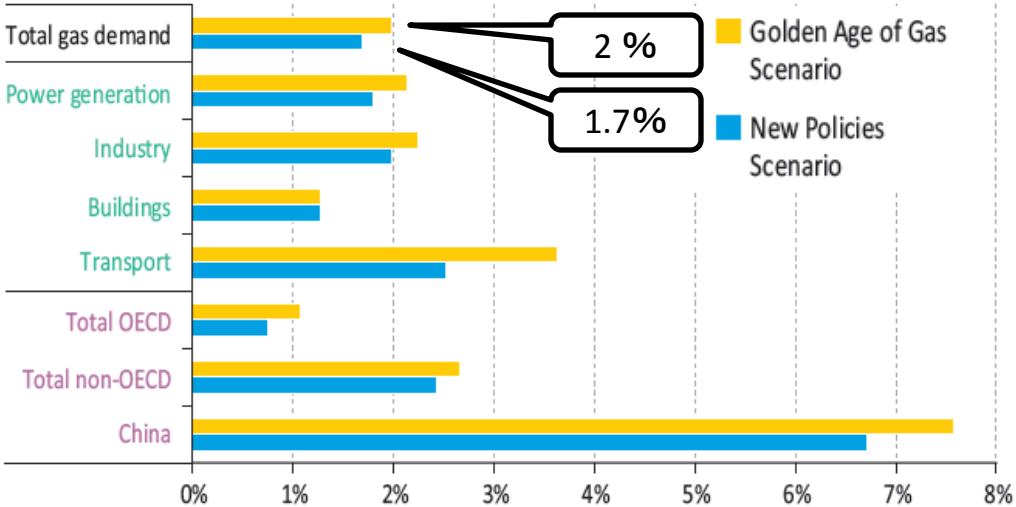
■ 2035年における天然ガスの主要生産国



- 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m^3）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

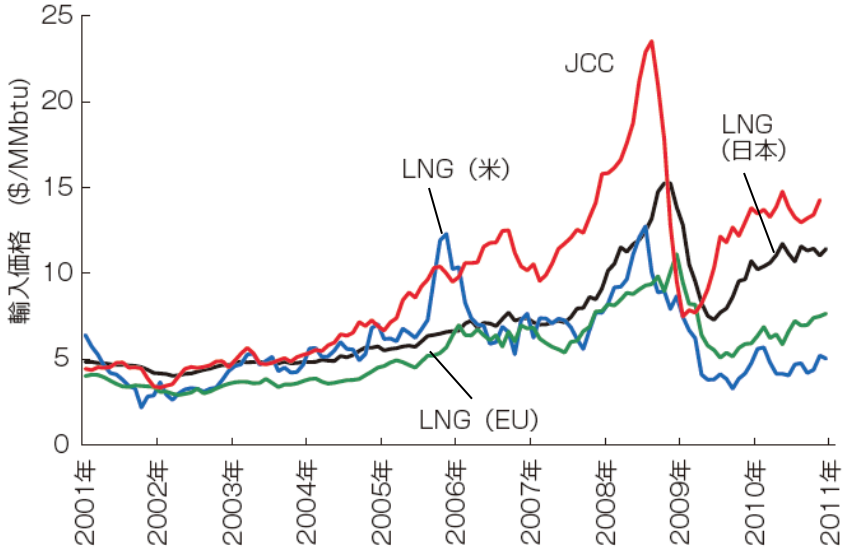


- WEO2011の「新政策シナリオ」では、2009年から2035年にかけての世界の天然ガス需要の伸びを年間1.7%と予測しているのに対して、「天然ガス利用シナリオ」では年間2%になると予測。

（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）

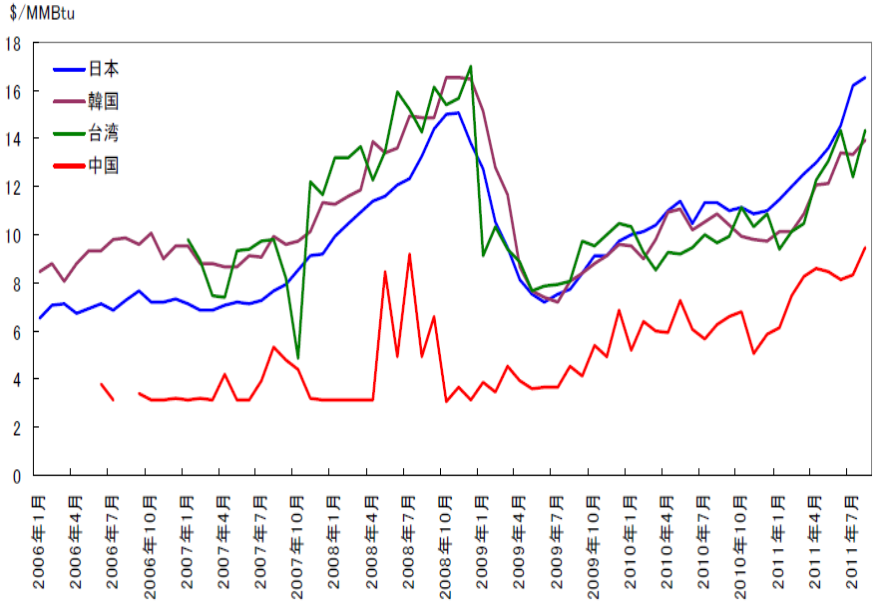


（出所） IEA, Energy Prices & Taxes, IEEJ, EDMC データバンク

（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

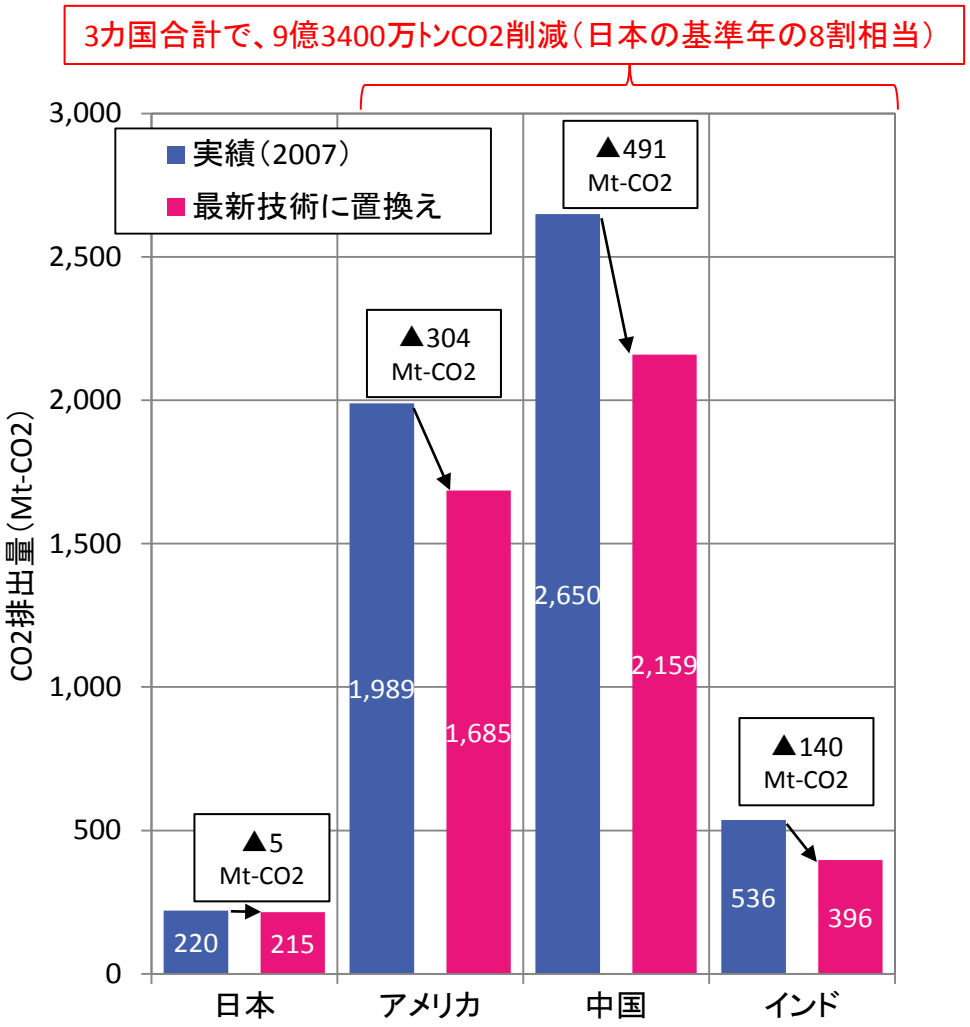
- 日本
  2011年4月着：$9-10/MMBtu前後、10月着$15-16/MMBtu前後
- 欧米市場（2011年4-10月）
  米国ヘンリーハブ価格　$4/MMBtu前後
  英国NBP価格　$8-9/MMBtu前後
  スペイン平均輸入価格　$12-13/MMBtu前後

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）



- 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、新増設を行わなくとも、技術の継承は可能なのではないか。

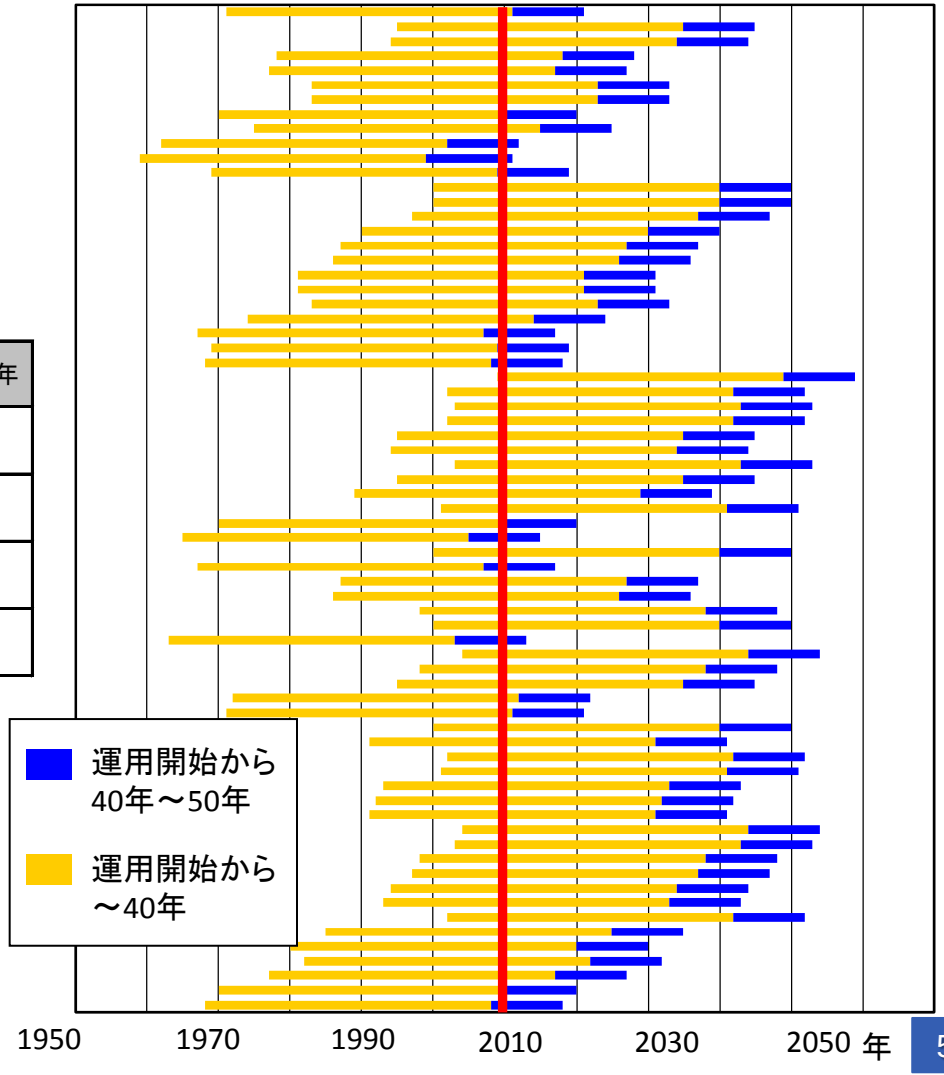
〇2011年12月末時点で、日本で運用されている石炭火力発電所は69基

〇運転開始から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

２. コジェネ等の分散型エネルギーについて

「革新的エネルギー・環境戦略」策定に向けた中間的な整理
（平成23年7月29日エネルギー・環境会議）における記述

（２） 基本理念２：新たなエネルギーシステム実現に向けた三原則

原則１：分散型のエネルギーシステムの実現を目指す。

○新たな技術体系に基づく革新的なエネルギーシステムを目指す。
○現在の集権型エネルギーシステム（地域独占の電力会社による大規模電源が電力供給の太宗を担うシステム）の改良ではなく、分散型の新たなエネルギーシステムを目指す。
○分散型エネルギーシステムへの転換が、エネルギー・環境技術への民間投資を喚起し、新しいビジネスモデルを構築する。経済成長の源となる。
○エネルギーシステムの分散型への転換を、日本の経済社会構造そのものを地域分散型に変革する基盤とし、我が国国土・環境の保全や地域社会の維持・発展につなげる。

基本理念２：新たなエネルギーシステム実現に向けた三原則
原則１：分散型のエネルギーシステムの実現を目指す。

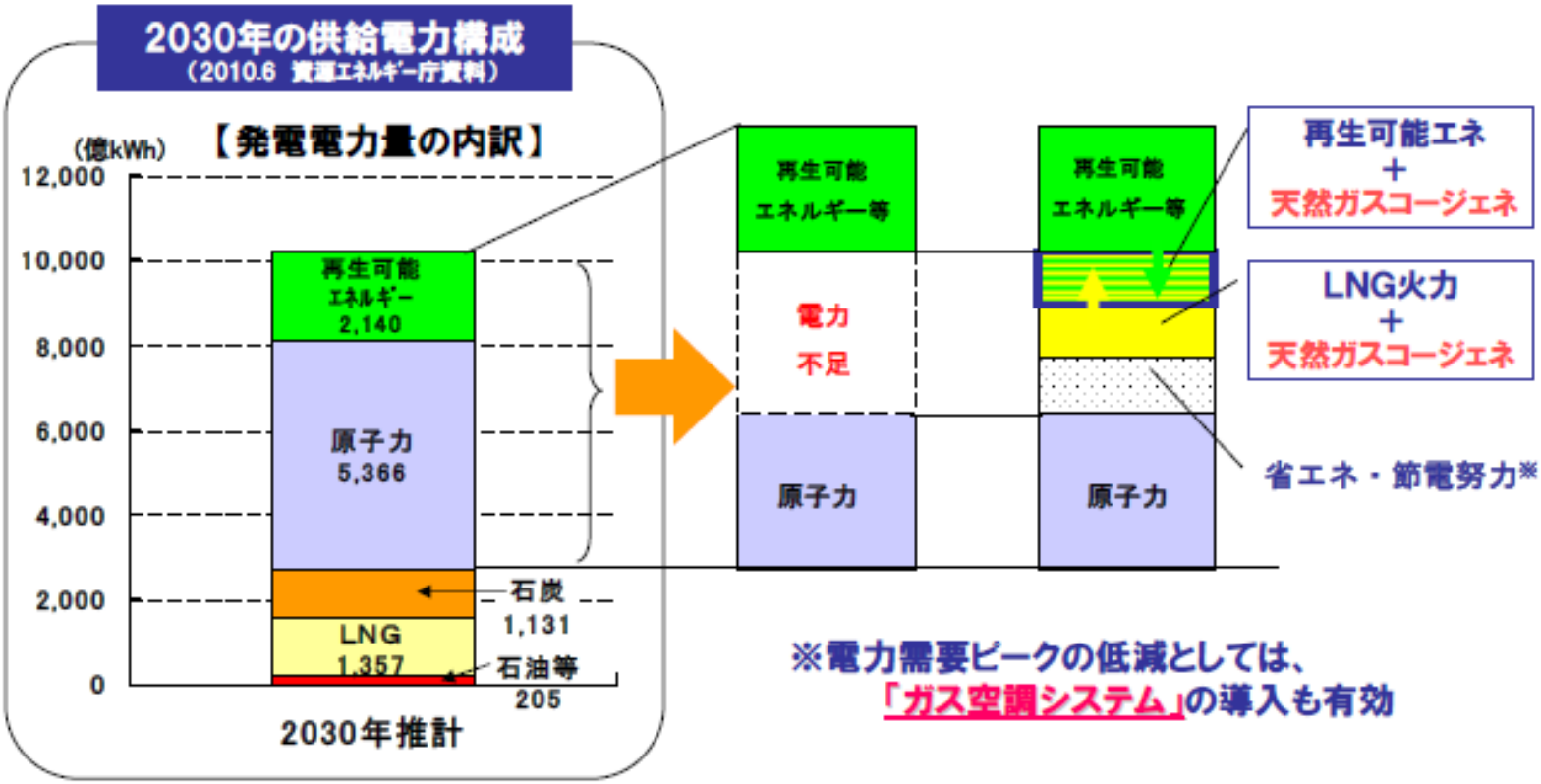
新たな技術体系に基づく革新的なエネルギーシステムを目指す。現在の集権型エネルギーシステム（地域独占の電力会社による大規模電源が電力供給の太宗を担うシステム）の改良ではなく、分散型の新たなエネルギーシステムを目指す。

分散型エネルギーシステムへの転換が、エネルギー・環境技術への民間投資を喚起し、新しいビジネスモデルを構築する。経済成長の源となる。エネルギーシステムの分散型への転換を、日本の経済社会構造そのものを地域分散型に変革する基盤とし、我が国国土・環境の保全や地域社会の維持・発展につなげる。

（参考）日本ガス協会における見通し（1）

4. 中長期に向けた取組み　－（2）分散型エネルギーシステムの普及拡大①

原子力で不足する供給電力は、再生可能エネルギー、コージェネレーションの導入による電源確保と、省エネ・節電による需要削減によって対応



※電力需要ピークの低減としては、「ガス空調システム」の導入も有効

⇒天然ガスコージェネで、国内総電力需要の1～2割程度の導入ポテンシャル
余剰電力を活用することで、天然ガスコージェネ3,000万kWの導入が可能

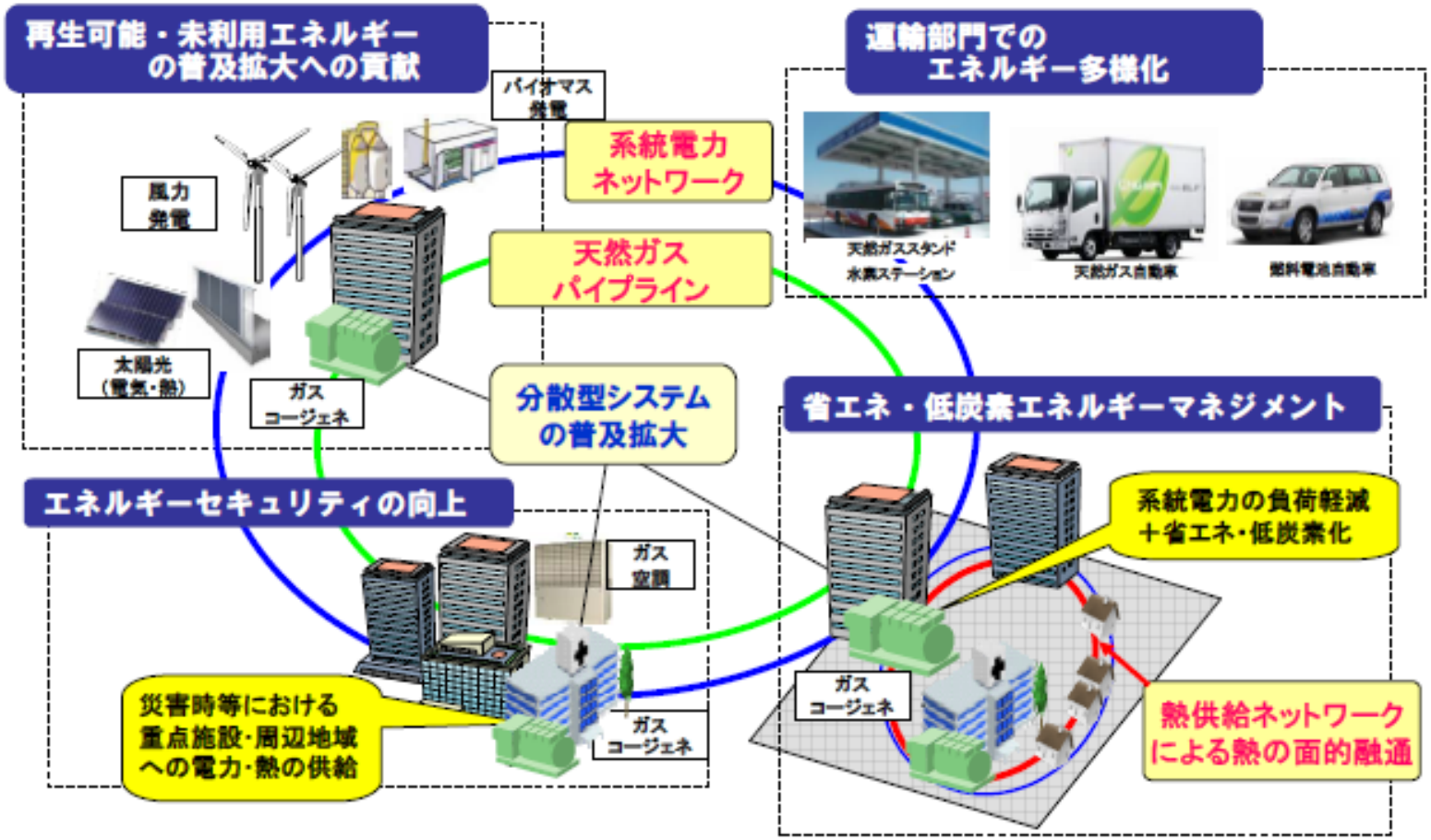
© 2011 The Japan Gas Association

出典：今後のエネルギー政策の方向を踏まえた都市ガス産業の取組み（2011年10月17日一般社団法人日本ガス協会）

（参考）日本ガス協会における見通し（2）

4. 中長期に向けた取組み　－（2）分散型エネルギーシステムの普及拡大⑥

天然ガス・分散型エネルギーシステムを核とした
スマートエネルギーネットワークの構築



© 2011 The Japan Gas Association

出典：今後のエネルギー政策の方向を踏まえた都市ガス産業の取組み（2011年10月17日一般社団法人日本ガス協会）

（参考）日本ガス協会における見通し（3）

5.　2030年に向けた天然ガスの普及拡大

天然ガスシフトの加速に向け、国などと一体となって実現に取組む

①コージェネレーション
460万kW → 3，000万kW

②ガス空調
1，300万RT → 2，600万RT

③産業用熱需要の天然ガス比率
10．7% → 25．0%

④家庭用燃料電池
2万台 → 500万台
※LPG含む

⑤天然ガス自動車（NGV）
4万台 → 50万台

＜期待される効果（現状比）＞

【CO2削減量】
約6,200万ton-CO2／年

【電力需給安定】
コージェネ・燃料電池
2，500～3，000万kW
（※電力量では、国内年間総需要の15%程度）
ガス空調による電力ピークカット
1，300万kW

【内需拡大（2030年時点）】
左記ガスシステム設備投資額
1．2～1．5兆円／年

© 2011 The Japan Gas Association

出典：今後のエネルギー政策の方向を踏まえた都市ガス産業の取組み（2011年10月17日一般社団法人日本ガス協会）

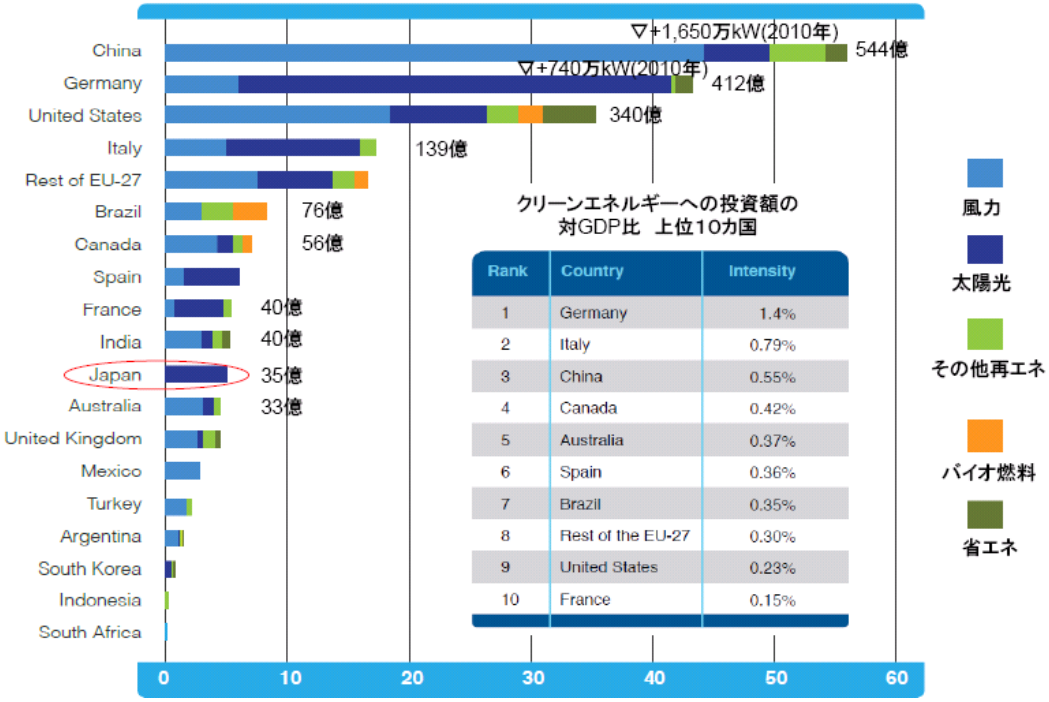
３．再生可能エネルギーについて

3-1.再生可能エネルギー導入加速化の必要性

1. 再生可能エネルギービジネスへの投資と雇用

- 再生可能エネルギーの普及は、CO2削減効果、エネルギーセキュリティの向上等に加え、雇用の創出、地域におけるビジネス振興等があり、我が国の経済成長のドライビングフォースとしての役割が期待される。
- 2010年の世界全体の投資額は、前年比32%成長となる、2110億ドルに到達。主要国別に見ると、中国（544億）、ドイツ（412億）、米国（340億）が突出している。日本は35億と上位3カ国の10分の1以下にとどまっている。
- ドイツ環境省によると、2010年のドイツにおける再生可能エネルギー関連の総雇用者数は、対2004年比の約2.3倍となる、36万7400人に到達。また、再生可能エネルギーへの投資額は、国民が負担するFeed-in-Tariff付加金額を上回っている。

G20各国の再生可能エネルギーへの投資（2010年）

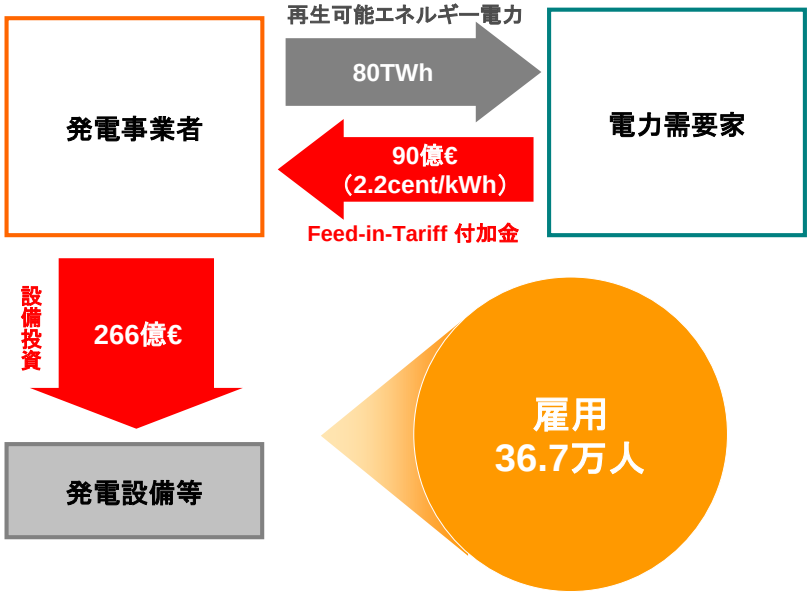


クリーンエネルギーへの投資額の対GDP比　上位10カ国

Rank	Country	Intensity
1	Germany	1.4%
2	Italy	0.79%
3	China	0.55%
4	Canada	0.42%
5	Australia	0.37%
6	Spain	0.36%
7	Brazil	0.35%
8	Rest of the EU-27	0.30%
9	United States	0.23%
10	France	0.15%

出典）Energy Technology Perspective 2010（IEA）

再生可能エネルギーへの投資と雇用者数（ドイツ、2010年）

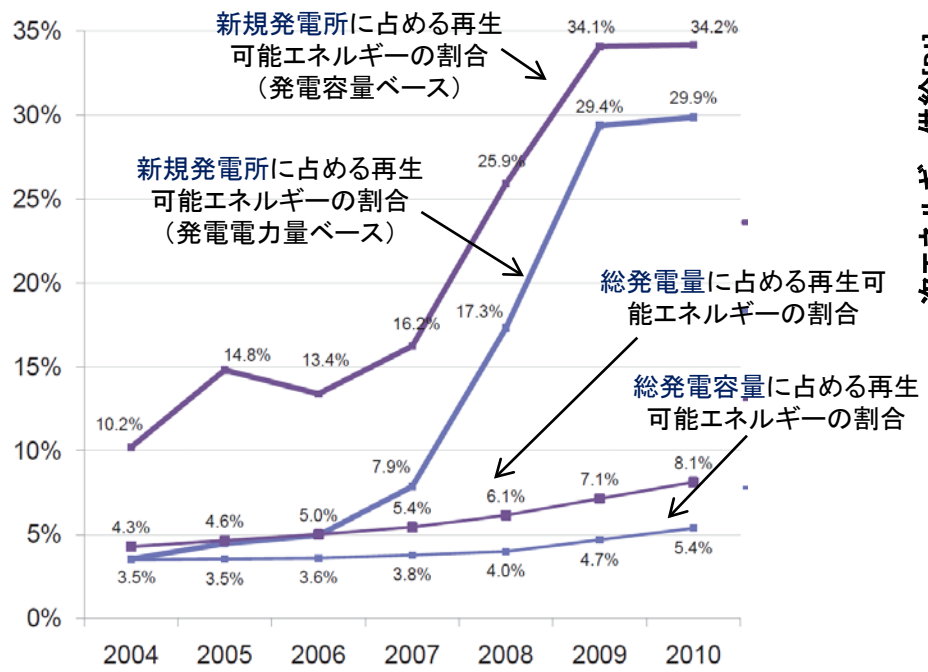


出典）Renewable Energy Sources 2010（BMU）

2. 世界の再生可能エネルギーの導入ペース

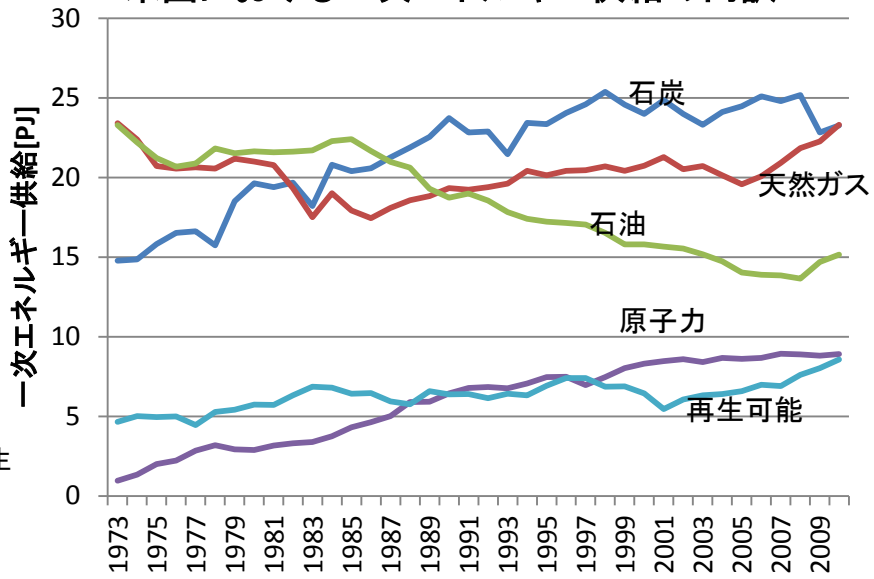
- 地球温暖化対策、CO2削減の必要性から、世界における再生可能エネルギーの導入量は着実に増加している。
- 2010年の新規発電設備分に占める再生可能電力の割合は、発電容量ベースで約34%、発電量ベースで約30%に達している。
- 米国では、バイオマス・水力など再生可能エネルギーの一次エネルギー供給に占める割合は約10%であり、原子力に並ぶ。

世界の発電容量、発電量に占める再生可能エネルギーの割合



データ元）EIA, IEA, Bloomberg New Energy Finance
出典）Global Trends in Renewable Energy Investment 2011（UNEP）

米国における一次エネルギー供給の内訳

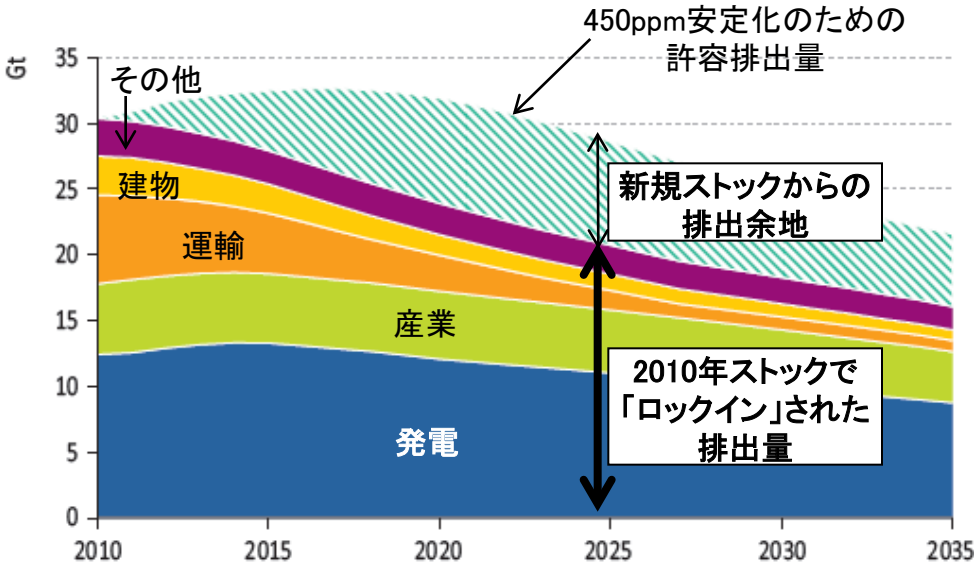


出典）EIA, December 2011 Monthly Energy Review

3. 再生可能エネルギーに対する導入目標

- 将来的なCO2排出量の大幅削減に向けて、IEAのWorld Energy Outlook 2011は、特に発電部門では長寿命の資本ストックが将来の排出量を「ロックイン」(固定)するため、迅速な政策転換が必要であると指摘した。
- ドイツ・英国などでは、長期的な再生可能エネルギー導入方針を掲げ、導入を促進している。

各部門の既存ストックが「ロックイン」する将来CO2排出量



出典)World Energy Outlook 2011 (IEA)

各国の長期的再生可能エネルギー導入目標

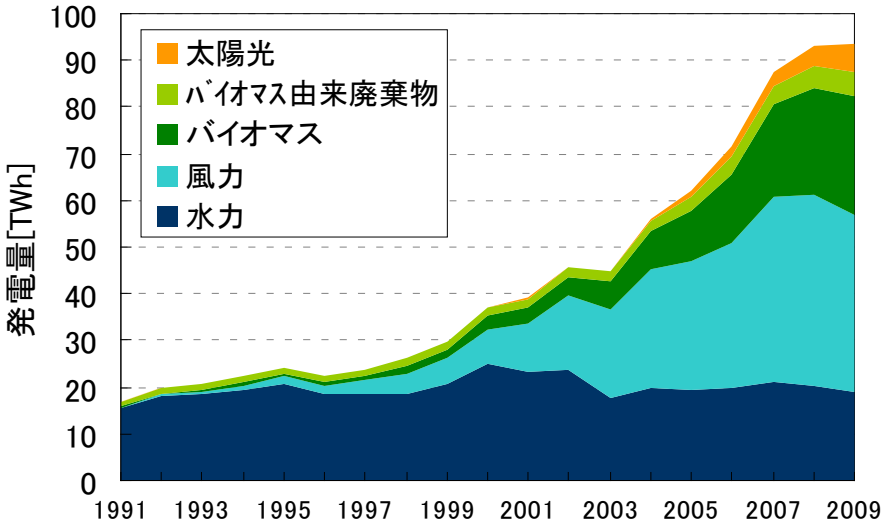
国	目標
EU	欧州委員会は「エネルギーロードマップ2050年」を2011年12月に採択。温室効果ガス1990年比80-95%削減のために、再生可能エネルギーの最終エネルギー消費に占める比率を少なくとも55%とする方向を示す。
ドイツ	連邦経済技術省と連邦環境・自然保護・原子炉安全省の、長期的エネルギー政策戦略「エネルギーコンセプト」(2010年9月)で、2050年までに最終エネルギー消費の60%を再生可能エネルギーとする目標を置く。
英国	気候変動法(2008年)における2050年80%削減目標達成のために、再生可能エネルギー比率を60～80%とするシナリオを分析。

出典)各種資料より作成

4. ドイツにおける再生可能エネルギー導入状況

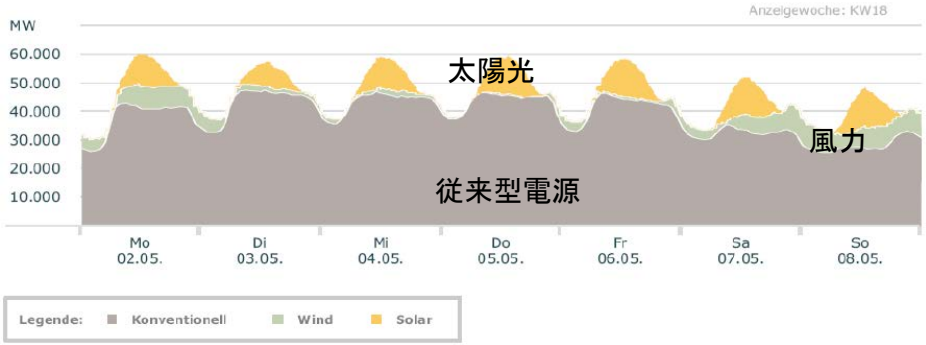
- ドイツは、2020年までに最終エネルギー消費量の18%、総電力消費量の35%を再生可能エネルギーでまかなう目標を掲げており、目標達成に向け、着実に導入量を増加させている。水力発電を除く再生可能エネルギー電力の、総発電量に占める割合は、2000年時点の2.1%から、2009年には12.8%まで増加した。
- 高い精度で太陽光や風力発電の発電量を予測し、従来型電源と組み合わせている。
- しかし、風力発電や太陽光発電の導入地域の偏りから、送配電網の増強が喫緊の課題となっている。また、蓄電技術の研究開発、需要能動化の実証研究なども行われている。エネルギー全体の長期戦略「エネルギーコンセプト」に合わせて、長期の系統整備計画「Target Grid for 2050」を策定中である。

再生可能エネルギー電力供給量の推移（ドイツ）



出典）Renewable Energy in Figures 2010（BMU）

2011年5月の一週間における発電電力量

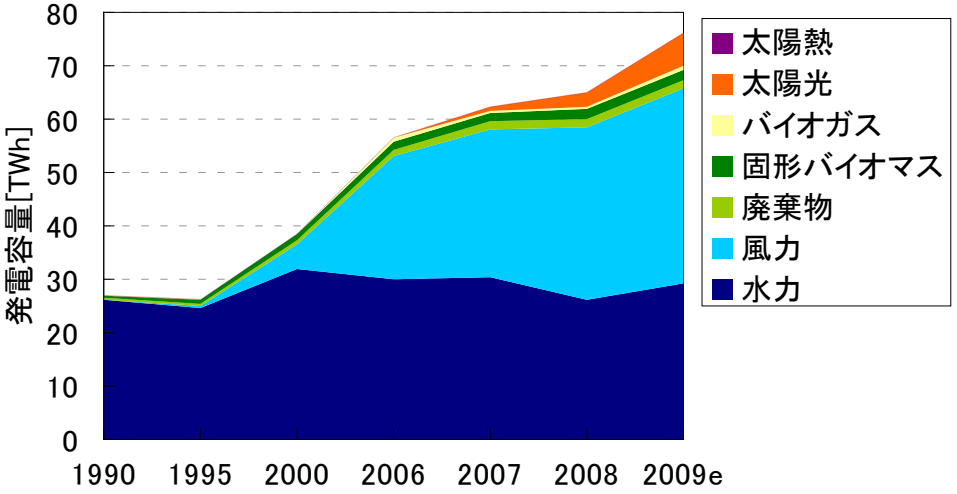


出典）Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland（Frounhofer ISE, 2011）

5. スペインにおける再生可能エネルギー導入状況(1/2)

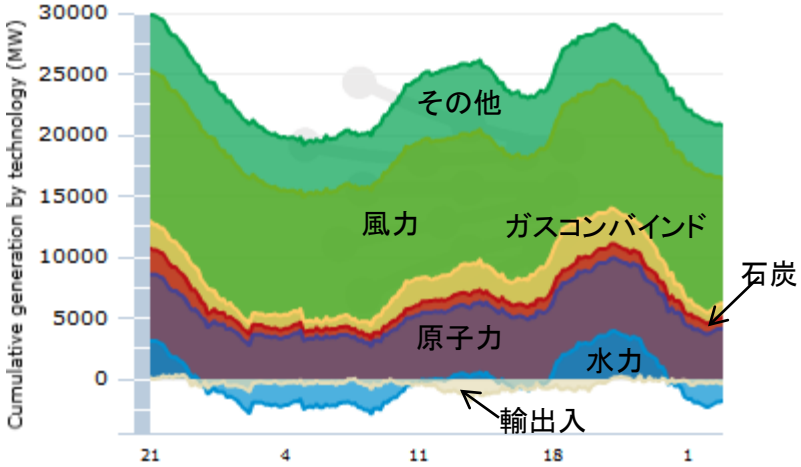
- スペインでは、風力、太陽光を中心に、水力発電以外の再生可能エネルギー比率が増加している。特に風力発電の導入量が拡大しており、再生可能エネルギー電力の約50%を占めている。
- 全発電設備の年間発電電力量に占める風力の割合は10%を超えている。最近では、発電電力量の約半分が風力発電が占める日も出現している。

再生可能エネルギー電力供給量の推移(スペイン)



出典)Renewable Information 2010 (IEA)

風力発電電力が多かった日の供給電力構成
(2011年11月13日(日))



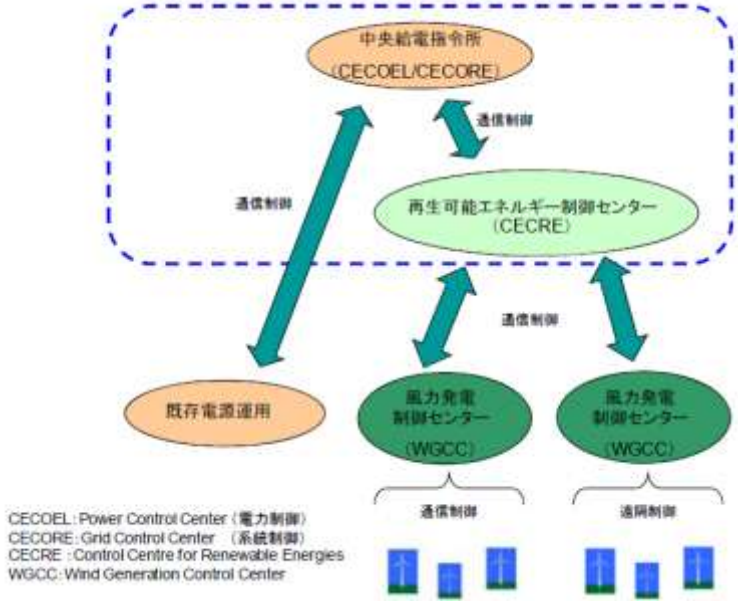
出典)Red Eléctrica de España, "Power demand tracking in real time"

5. スペインにおける再生可能エネルギー導入状況(2/2)

- スペインの系統は、運用会社Red Eléctrica de España社のCECOEL/CECORE(中央給電指令所)下のCECRE(再生可能エネルギーコントロールセンター)により、全国一体で運用されている。規模は9000万kWで、東京電力と東北電力を併せた規模と同程度である。
- CECREはリアルタイムで監視・制御を行うことにより風力発電の発電電力を最大限に活用し、また火力・水力・原子力の制御と合わせて他国との電力のやり取りを最小化している。
- 風力の供給力は東部から北西に偏在しており電力需要地とは重なっていないが、大きなトラブルなく運用・維持を行っている。

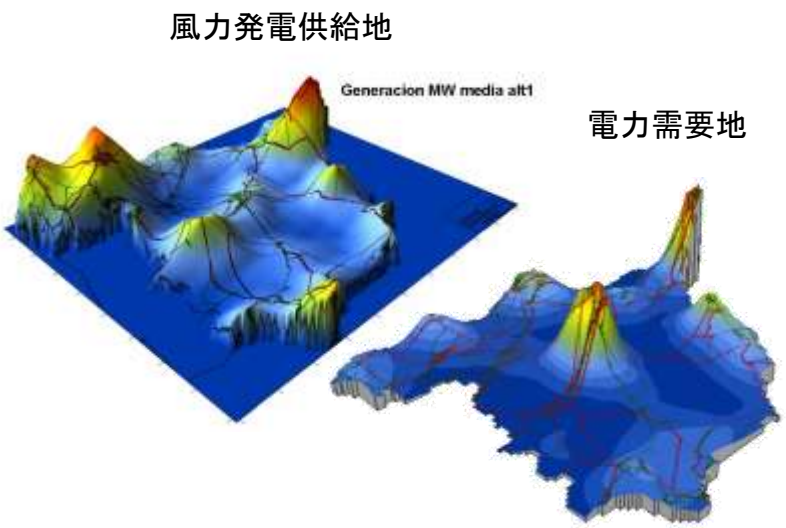
出典)日本風力発電協会『スペインにおける風力発電と電力系統制御』

再生可能エネルギー電力供給量の推移(スペイン)



出典)石原孟「「風力発電大国」の実像～その背景に電力系統制御への挑戦～」(2010)
出所) Red Eléctrica de España資料

スペインの風力発電供給地と電力需要地

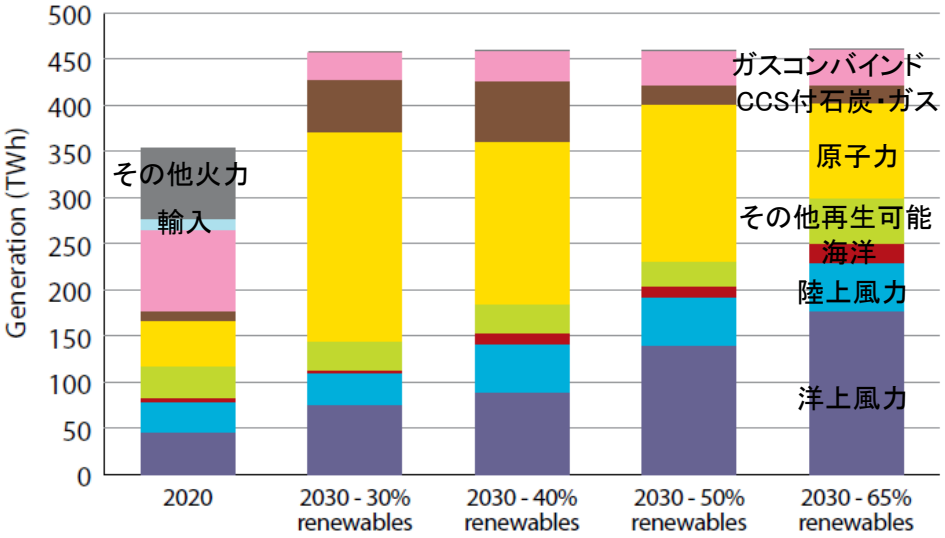


出典)Red Eléctrica de España, “integration of large scale wind in the grid”

6. 英国における再生可能エネルギー導入状況

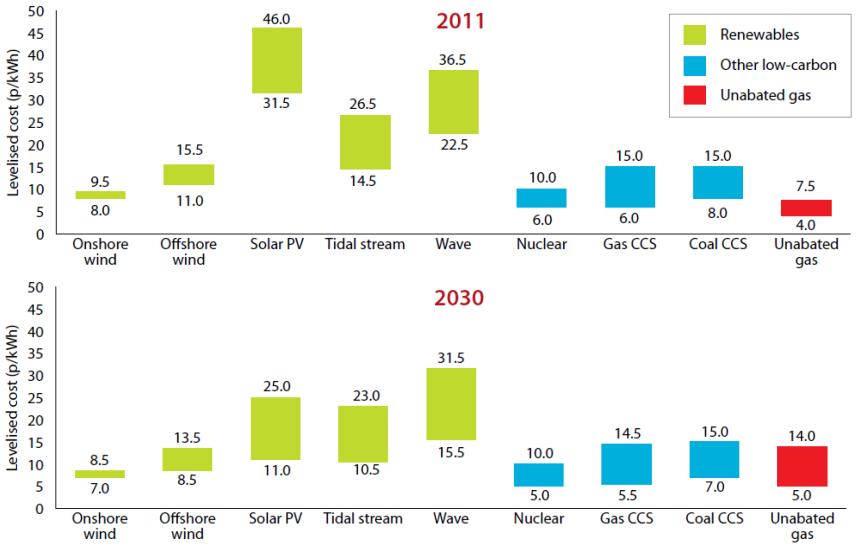
- 英国の気候変動委員会は、2011年5月、「The Renewable Energy Review」を発表。再生可能エネルギーの将来コスト分析等を行い、2030年時点の再生可能エネルギーの大量導入（例えば、現状の3%から45%への増加）は、技術的、経済的に達成可能であると結論づけている。
- 再生可能エネルギーの将来コストについては、適正な炭素価格が設定されれば、多くの再生可能エネルギー電力が、化石燃料由来電力の発電コストを下回ると分析している。

2030年の再生可能エネルギー導入シナリオ



出典）The Renewable Energy Review（2011年5月、英国気候変動委員会）

再生可能エネルギーの将来コスト予測



出典）The Renewable Energy Review（2011年5月、英国気候変動委員会）

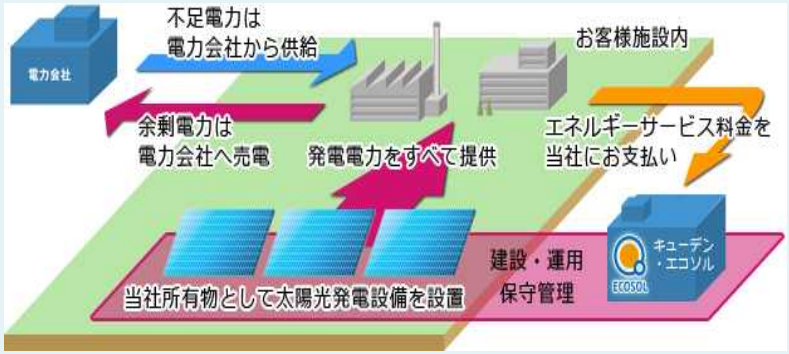
３－２. 特徴的な再生可能エネルギー地域ビジネス事例

特徴的な地域ビジネス事例（1/4）

（地域主導型）

1）オンサイト発電（㈱キューデン・エコソル）

- 産業・公共部門向けに太陽光オンサイト発電事業等を行う新会社として、九州電力㈱100%出資で㈱キューデン・エコソルを設立。
- 顧客の敷地内に、太陽光発電設備を設置し、それをサービス提供会社が所有することで、設備費・施工・保守・運転管理にかかるトータルコストを、10年から20年程度の契約期間において、毎月定額（エネルギーサービス料金）で支払う。
- 官庁や電力会社への手続き等もサービス提供会社が実施するため、初期投資や初期申請手続き、保守・運転管理作業が不要となる。
- 発電した電力は、全量顧客に提供となり、電力料金の削減も含めたグリーン価値も顧客が保有。

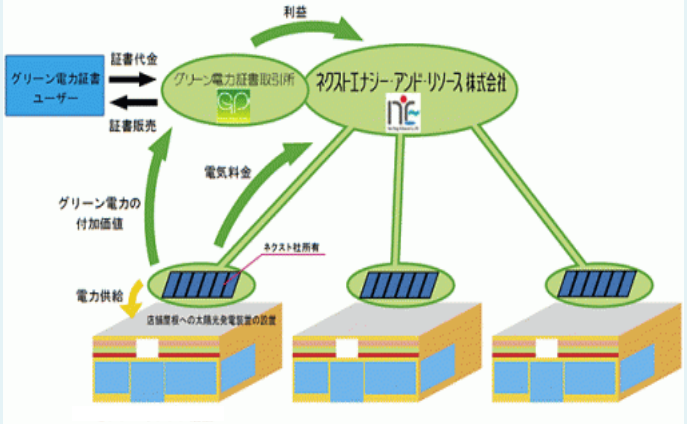


顧客のイニシャルコスト及び保守・管理作業を不要とする新たなビジネス形態。

（地域主導型）

2）グリーン電力供給サービス（ネクストエナジー・アンド・リソース㈱）

- 太陽光発電の設備を購入するのではなく、太陽光によって発電された「電気」を購入する、新しいサービス。
- 契約先の建物にネクストエナジー㈱の管理する設備を設置し、同設備が発電した自然エネルギー由来の電力を顧客が使う。設置所有に伴う「設備投資、設置費、メンテナンス費」ではなく、顧客は「サービス料金（≒電力料金）」を支払う。発電したグリーン電力の全てが顧客に帰属するので、自家消費後、余剰電力があれば売電し、顧客の収益となる。
- 中古パネルや安価なパネルを自社検査して品質を管理。設備メンテナンスや環境価値移転にも対応し、「グリーンエネルギーサービス」を事業化している。



同社管理設備から発電された「グリーン電力」を購入。「電気の種類を選ぶ」を実現する新サービス。

特徴的な地域ビジネス事例（2/4）

（地域主導型）

3）地域企業による風力発電（㈱ウインドパワーいばらき）

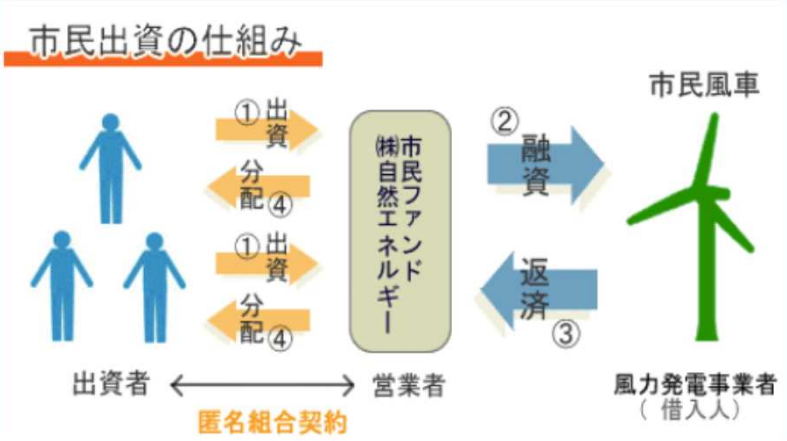
- 「ウィンドパワーつくば」、「ウィンドパワー日立化成」、「ウィンドパワーはさき」に加え、今回「ウィンドパワーかみす」で洋上風力を導入。
- 「ウィンドパワーかみす」は、護岸から外海へ50mの所に建設。外海への建設だったため、音波探査による海底面調査から始めた。海底面に直径3.5mのモノパイルを打設し、風車を設置した。
- 「ウィンドパワーかみす」は国内の洋上風力のパイオニアとして、資金的・技術的な課題は多かったが、洋上設置であるため、騒音・振動等マイナスイメージを抱かれにくいというメリットがあった。
- 地元企業が、漁業関係者へ十分な時間を割いて説明し、関係者と調整した。

地域企業として地域活性化に貢献。丁寧な説明により周辺住民や漁業関係者の理解を得る。

（NPO主導型）

4）市民出資による風力発電事業（㈱市民風力発電）

- 市民からの出資を元に、風力発電や太陽光発電等を設置。風車のタワーには出資者の名前が記載される。
- 2001年に第一号市民風車「はまかぜ」ちゃんを、北海道浜頓別（はまとんべつ）町に建設。現在、全国で計12基の市民風車を運転。
- 市民風車の取組によって、地域に存在する未利用な自然エネルギーを地域住民の手で地域のために活かす事業であり、持続可能な社会形成に貢献する。
- 自然エネルギー市民ファンドによる基本スキームは下記のとおり。



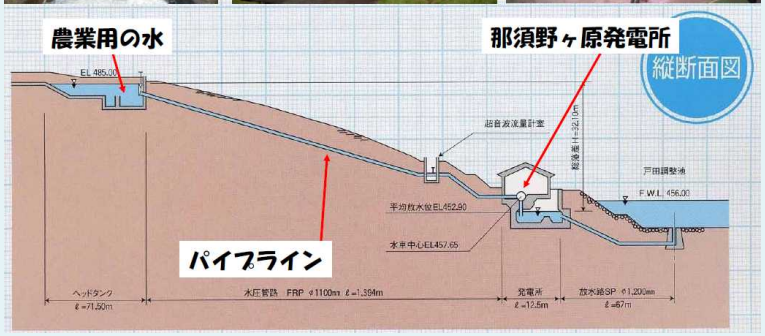
訴求性が高く、市民の意識啓発や地域活性化に寄与。

特徴的な地域ビジネス事例（3/4）

（地域主導型）

5）農業用水発電（栃木県那須野ヶ原土地改良区連合）

- 農業用水路に潜在している未利用エネルギーを活用して水力発電を行い、土地改良施設の電源を確保。
- 発電による収益から、発電設備の保守管理（流下して来る塵芥への対応等）費用を賄うとともに、土地改良区の組合員の費用負担を軽減。
- 国営事業等による大規模施設では、水の管理が行き届いている。
- ただし、農業用水であるため、水利権として認められているが、発電用の水利権としては新規に取得する必要がある。



農業用水の未利用ポテンシャルを活用して発電事業を創出し、組合員の負担軽減等に貢献。

（自治体主導型）

6）皆瀬地域地熱井長期噴出試験（湯沢市）

- 緑の分権改革事業により、皆瀬（みなせ）地域地熱井長期噴出試験及び周辺影響調査を実施中。
- 3ヶ月間の長期噴出試験を行い、噴出能力と還元能力の安定性を確認する。また、その試験中及び前後に、周辺の温泉井4ヶ所で泉温、pH、化学成分流量等の調査を実施して、温泉の利用に支障がないことを確認している。

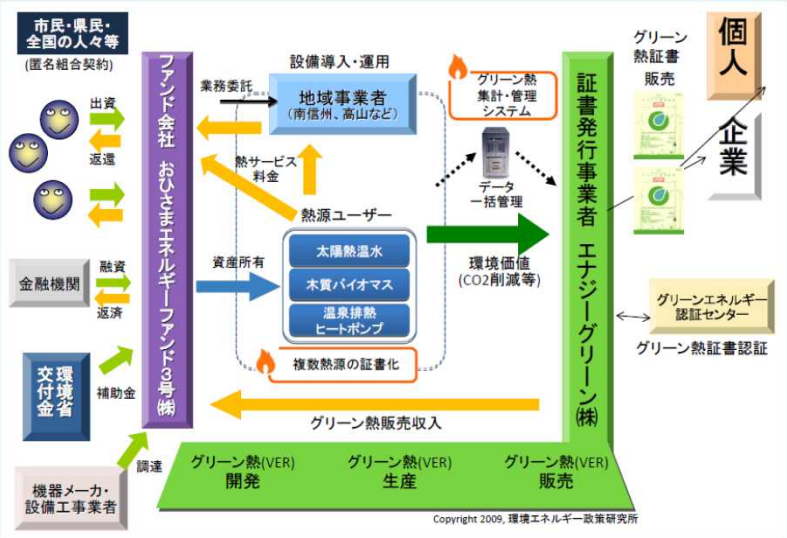
周辺地域への影響を綿密に調査。温泉・地元住民との連携・協力関係を構築。

特徴的な地域ビジネス事例（4/4）

（NPO主導型）

7）市民ファンド（おひさまエネルギーファンド3号㈱）

- おひさまエネルギーファンド3号(株)による市民レベルの出資に加え、金融機関からの融資等による資金調達。
- グリーン熱証書の一貫発行（オンサイト熱供給によるグリーン熱の精算、グリーン熱証書の認証取得、販売まで）を行うビジネスモデルの確立とそのための基盤整備を行う。
- 利用はペレットボイラー、チップボイラーなど熱の自家消費が主。

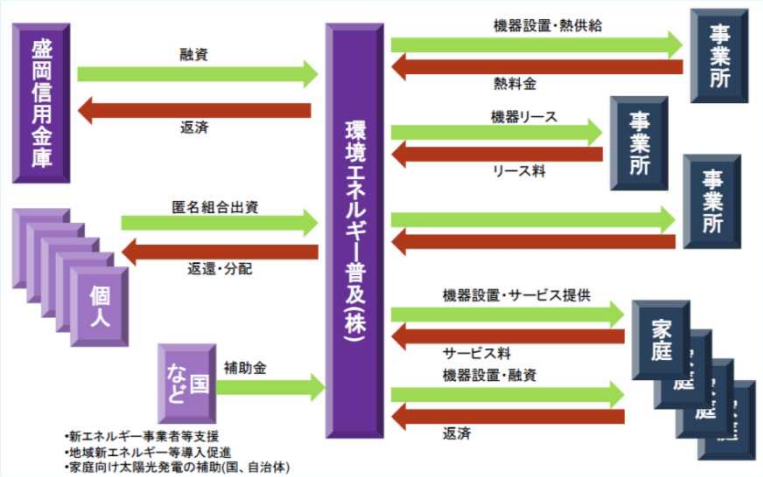


グリーン熱証書化により、採算性確保を目指す。

（地域主導型）

8）導入普及・促進事業（環境エネルギー普及㈱）

- 盛岡信用金庫などと三者合弁で、事業所や家庭向けの環境設備ファンド会社を設立。
- 省エネルギーと自然エネルギーの導入普及を目指し、導入プロジェクトの開発・設計、技術の選定と調達・工事のアレンジ、導入資金の調達、設備の運用・保守などを、地元業者へ発注し実施する。
- 盛岡信用金庫の融資を核に、個人からの出資等を資金源とし、ユーザーとなる建物に設備投資を行う。長期のサービス料金にて投資を回収



金融機関が間接融資で参画する点で、従来にないビジネスモデルを構築。