

4. 化石燃料利用の低炭素化の対策及び施策の在り方

本章では、国内外における火力発電及び化石燃料供給（都市ガス）の低炭素化の取組動向を整理し、そこから示唆される今後の方向性、施策の在り方について検討した。

4.1 火力発電の高効率化及びCO₂回収・貯留（CCS）の導入

4.1.1 国内における火力発電の低炭素化の取組動向

(1) 火力発電の現状

a) 電源構成全体に占める火力発電の位置付け

我が国の総発電電力量に占める石炭火力発電の割合は、2008年度に1990年度と比べて約3倍に増加している。

これに伴い、石炭火力発電所の2008年度のCO₂排出量は、1990年度と比べて約1.3億t-CO₂増加し、約1.9億t-CO₂となっている。これは、基準年である1990年度温室効果ガス総排出量の12%に相当する。

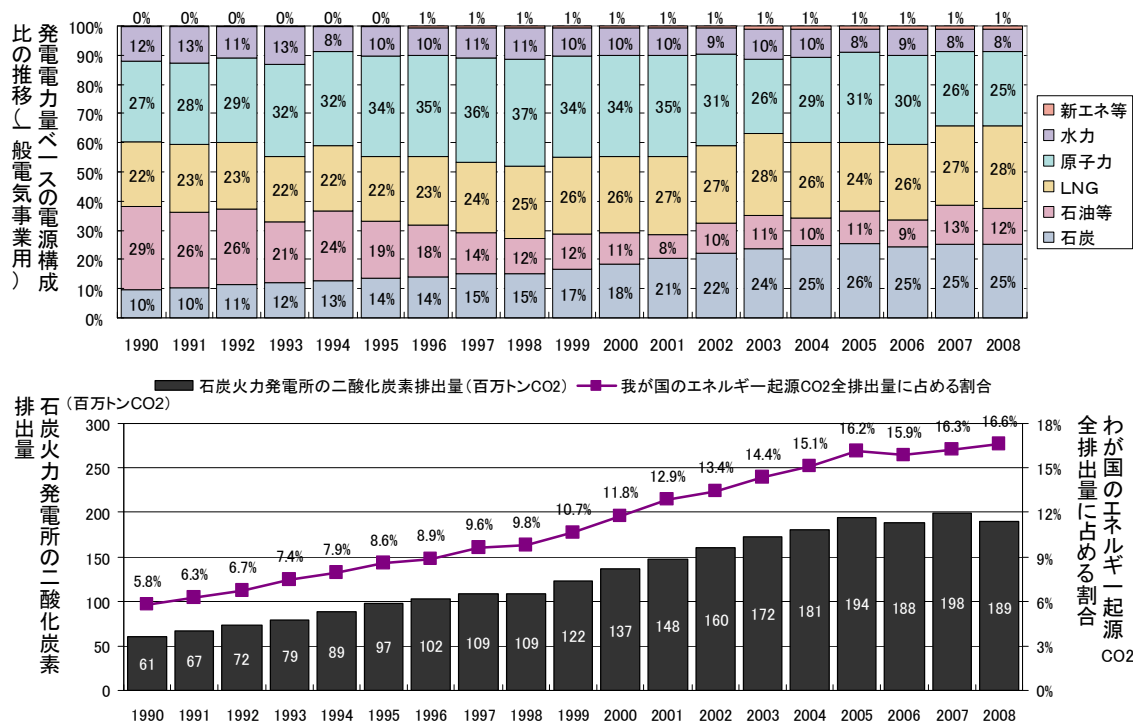


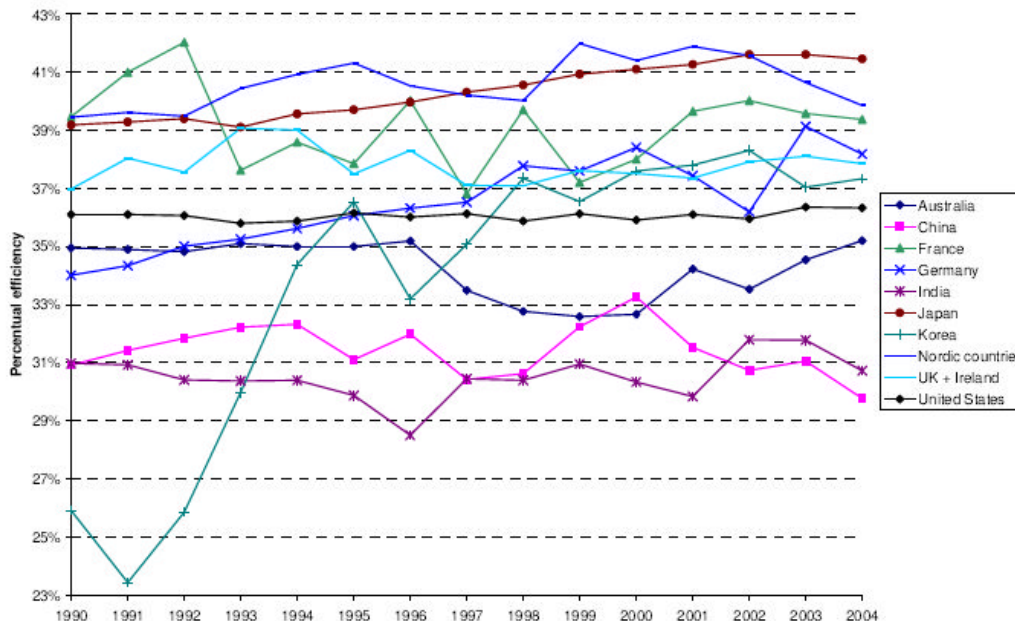
図 4-1 日本の電源構成及び石炭火力発電所から排出されるCO₂排出量の推移

出典)「総合エネルギー統計」、「温室効果ガス排出インベントリ」より

b) 火力発電の熱効率

新技術の導入等により、火力発電の効率は向上している。日本の火力発電の熱効率（平均値）を比較すると、天然ガス火力発電はコンバインドサイクルの導入が進んでいることなどから熱効率が約 45% となっており、石炭火力発電は約 41% となっている。国際的には、図 4-2 に示すように石炭火力発電の熱効率は概ね 30~40%（国別平均値）であるのに対し、天然ガス火力発電の熱効率は 40~50%（国別平均値）となっている。

<石炭火力発電>



<天然ガス火力発電>

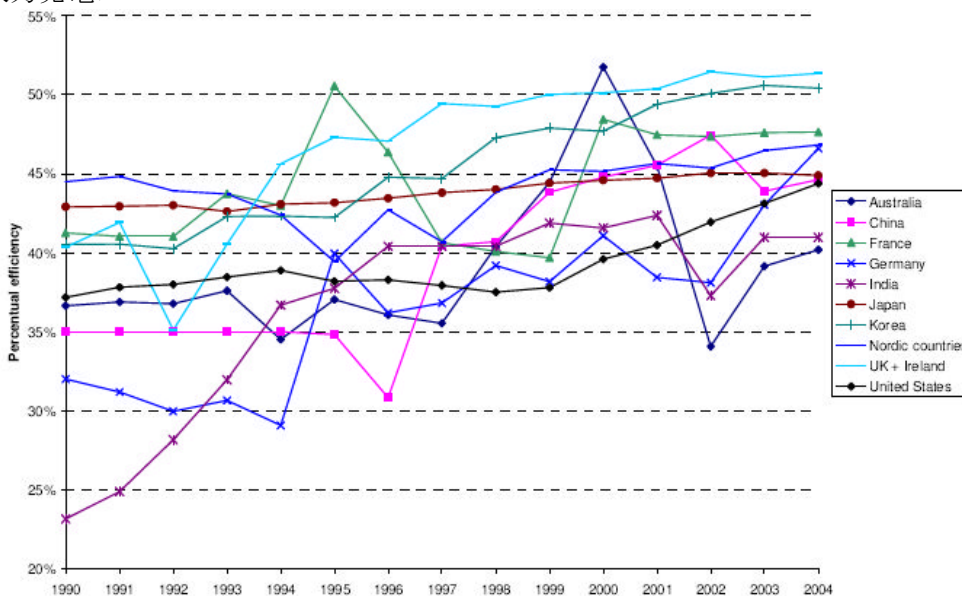


図 4-2 主要国における火力発電の熱効率の推移

出典) ”International Comparison of fossil power efficiency“, 2007.8, Ecofys, Netherlands

c) 電力の CO₂ 排出原単位

一般電気事業者の CO₂ 排出原単位は悪化傾向にある。2008 年度は、購入した京都メカニズムクレジットを反映した後の CO₂ 排出原単位は前年度に比べ改善されているものの、京都メカニズムクレジット

反映前の実排出の CO₂ 排出原単位は依然として高いままとなっている。なお、近年の CO₂ 排出原単位が高い原因の一つに、原子力発電の稼働率の低下があったことにも留意する必要がある。

特定規模電気事業者の CO₂ 排出原単位は低下傾向にあり、目標を4年連続で下回っている。なお、特定規模電気事業者の CO₂ 排出原単位の水準は、原子力発電や水力発電を有していない分、一般電気事業者に比べて高い値となっている。

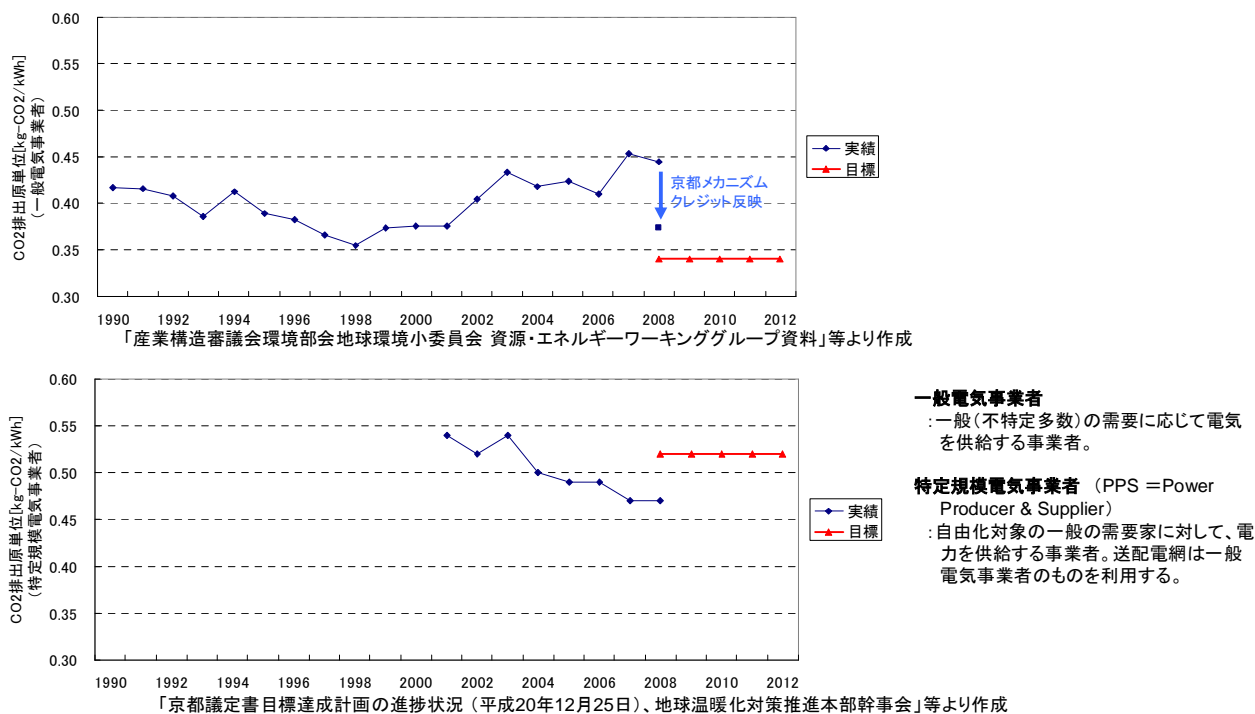


図 4-3 電力の CO₂ 排出原単位の実績推移と目標値

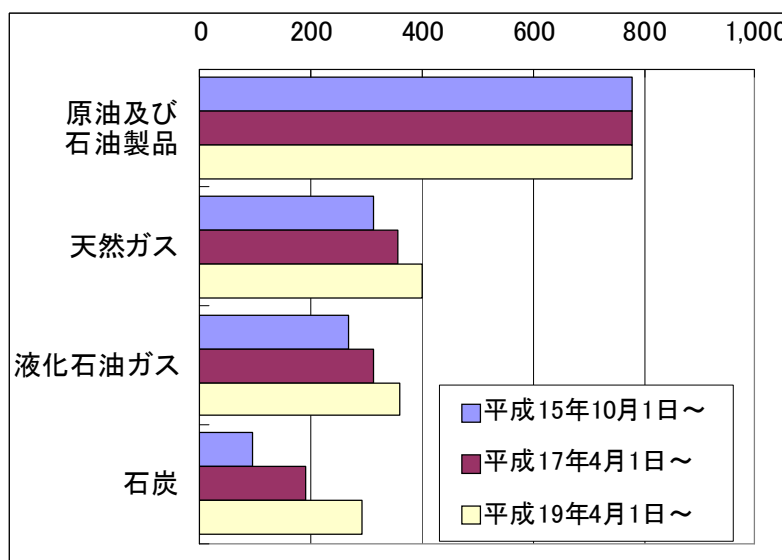
d) 火力発電に用いられる化石燃料に係る石油石炭税

平成 15 年に石油税法が石油石炭税法に改正され、新たに石炭にも課税された。使途としては、燃料安定供給対策、エネルギー需給構造高度化対策が挙げられる。原油の税率については以前のままである一方、それ以外については経過措置として段階的に引き上げが行われているが、それでもなお、CO₂ 排出量当たりの税率は石炭が最も低く、天然ガスも原油等と比べて約半分程度分となっている（表 4-1 及び図 4-4）。

なお、CO₂ 排出に関連する制度として、欧州の EU-ETS のような国内排出量取引制度があるが、我が国では東京都で開始されているなどの動きがあるものの、国全体の制度としてはまだ存在せず、現在検討中の状況である。

表 4-1 原油及び石油製品、天然ガス、液化石油ガス、石炭の税率

		税率 円/t (or 円/kL)		
		平成15年 10月1日～	平成17年 4月1日～	平成19年 4月1日～
原油及び石油製品	1キロリットルにつき	2,040	2,040	2,040
天然ガス	1トンにつき	840	960	1,080
液化石油ガス	1トンにつき	800	940	1,080
石炭	1トンにつき	230	460	700



注) 原油及び石油製品、天然ガス、液化石油ガス、石炭の税率に対して、それぞれ、軽油、液化天然ガス、液化石油ガス、一般炭の CO₂ 排出原単位（「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」における参考値）を用いて CO₂ 排出量当たりに換算した値。

図 4-4 CO₂ 排出量当たりの税率 (円/t-CO₂)

e) 電源開発促進税

一般電気事業者が販売する電気に課税される国税の 1 つで、納められた税金は、「発電施設の設置促進・運転の円滑化・安全確保・電気の供給の円滑化など」に充てられる目的税である。電気料金に課せ

られており、1,000kWh 当たり 375 円となっている。

1974 年に創設されたものであり、当時の石油危機を背景として、原子力発電所など石油代替エネルギーの開発促進を目的としていた。2003 年に、石油石炭税の施行と引き換えに税率を段階的に引き下げている。

(2) クリーンコールテクノロジー (CCT) の技術開発動向

a) 先進的超々臨界圧発電 (A-USC)

A-USC は、ボイラの蒸気条件を高温・高圧化することにより、発電効率を高める技術である。国内では、現在は要素技術開発の段階であり、2017 年以降に蒸気温度 700°C 超級を達成し、発電効率 46~48%の達成が目標となっている。

b) ガス化複合発電 (IGCC)

IGCC は、石炭を高温のガスにしてガスタービンを回し、さらに、排熱により蒸気タービンを回すことにより、発電効率を高める技術である。国内では、現在は実証段階、2015 年頃に実用化の見込みである。1,500°C 級ガスタービンの適用により商用機ベースで発電効率 46~48%の達成が目標となっている。さらに、1,700°C 級タービンの開発により発電効率 50%の達成が目標とされている。

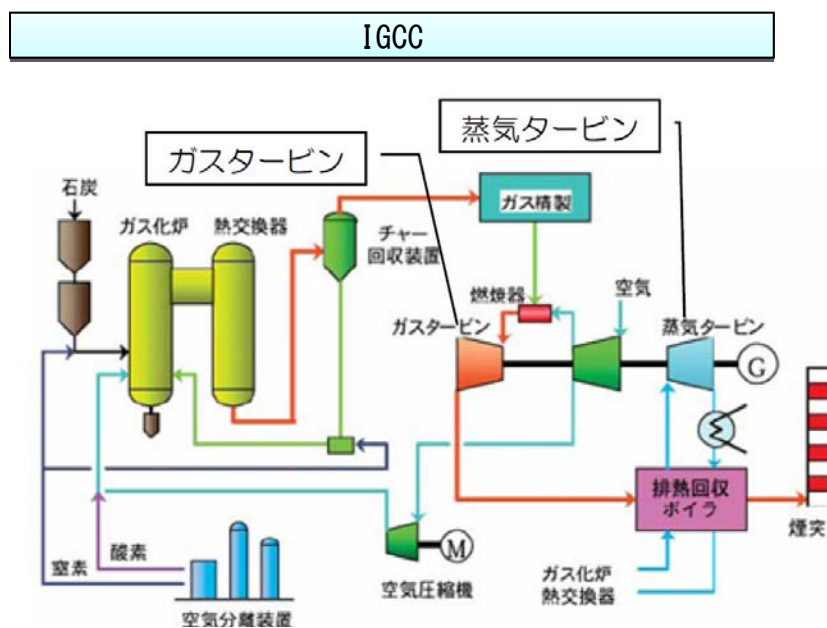


図 4-5 ガス化複合発電 (IGCC)

出典)「我が国石炭政策の現状と今後の方向性」(クリーンコールデー2008 国際会議資料)

c) CO₂回収・貯留 (CCS)

CCS は、火力発電等の大規模排出源において、化石燃料の燃焼による排出ガスから CO₂を低コストで分離・回収し、安定的に地下へ貯留する技術である。国内では、現在は FS から実証試験の段階であり、2015 年頃に技術確立、2020 年頃から本格運用の見込みとなっている。その一方で、IPCC 報告によれば、発電所に CCS を付加する場合の追加的なエネルギーは、CCS 無しの場合の 10~40%ともいわれており、エネルギー消費の削減が課題となっている。

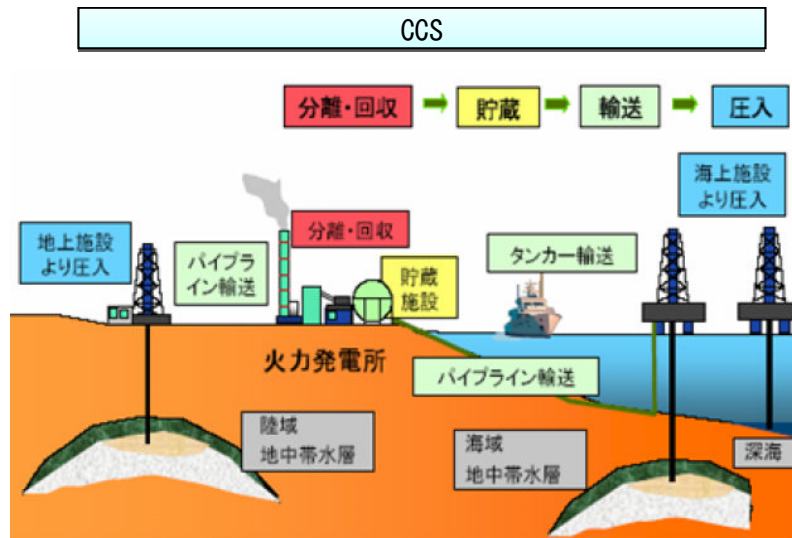


図 4-6 CCS 技術の概念図

出典)「我が国石炭政策の現状と今後の方向性」(クリーンユールデー2008 国際会議資料)

d) バイオマス混焼

バイオマス混焼は、バイオマス燃料を石炭火力などで混焼し、バイオマスの有効活用と化石燃料の抑制を図る技術である。国内では、石炭火力におけるバイオマス混焼が実用化の初期段階となっている。

表 4-2 石炭火力におけるバイオマス混焼実施事例

実施者	場所	バイオマス	運用開始年
中国電力	下関	木質バイオマス	2004年、試験運用開始
四国電力	西条	木質バイオマス	2005年、本格運用開始
北陸電力	敦賀	木質バイオマス	2007年、本格運用開始
中国電力	新小野田	木質バイオマス	2007年、本格運用開始
関西電力	舞鶴	木質バイオマス	2008年、本格運用開始
沖縄電力	具志川	木質バイオマス	2009年、本格運用開始予定（2007年、試験運用）
中部電力	碧南	木質バイオマス	2009年以降、実施予定
電源開発	松浦	木質バイオマス 下水汚泥	2010年、本格運用開始予定（2004年、試験運用）
北陸電力	七尾大田	木質バイオマス	2010年、運用開始予定
九州電力	荅北	木質バイオマス	2010年、試験運転開始予定
中国電力	三隅	木質バイオマス	2011年、試験運用開始予定
東京電力	常陸那珂	木質バイオマス	2011年、試験運用開始予定

出典) 各電力会社ウェブサイトより

4.1.2 海外における火力発電の低炭素化の取組動向

(1) 世界全体

石炭火力は依然として各国の主要電源となっているが、ドイツや英国等は発電電力量全体に占める割合は減少傾向にある。このように石炭火力比率が減少している国においては、増加する電力需要に対応するために、ガス火力、原子力等が増加している。また、再生可能エネルギーの割合は小さいが、近年増加傾向にある。

石炭火力発電の低炭素化に向けて、各国とも CCS や IGCC 等の技術開発に取り組んでおり、その中でも CCS の優先順位は高くなっている。EU では石炭火力発電所の新設に対し、CCS-ready (CCS 設備設置のためのスペース等を確保すること) を義務化するなど、石炭火力の CO₂ 排出削減に向けて規制強化の気運が高まっている。

表 4-3 海外における火力発電の低炭素化のための取組状況

	電源構成の推移	石炭火力に係る政策・規制動向	技術開発動向 (IGCC/CCS 等)
EU	<ul style="list-style-type: none"> ■ 欧州理事会においてエネルギー・気候変動政策パッケージが最終合意。CCS の法的枠組みを設定し、定格出力 300MW 以上の化石燃料発電プラントの新設を対象に、CCS-ready (CCS 設備設置のためのスペースを確保すること) を義務化。 ■ 科学分野における欧州研究開発フレームワーク計画 (FP) の第 7 次計画 (FP7) において CCT (PC (微粉炭火力)、IGCC、CCS) を採用。 ■ 2020 年までに商業的に実現可能な CCS 技術を保持することを目指した、ゼロエミッション化石燃料発電プラントに関する EU 技術プラットフォームを創設。 ■ 2008 年 12 月に欧州議会が EU-ETS 指令改正案を可決。2013 年以降の第 3 フェーズにおいて、電力部門に対して原則として排出枠の全量をオークションで調達することを義務付け。 		
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電電力量に占める石炭火力、石油火力の割合は大幅に減少。 ■ 増加する電力需要は、主に原子力によって賄われてきたが、近年は減少傾向。代わって天然ガス火力、太陽光・風力などの再生可能エネルギーが増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国内石炭産業を保護するため設備投資、設備運用に対する補助金制度を運用していたが、2000 年から補助金額の削減を開始、将来的には本補助金制度を停止する予定。 ■ 現時点で CO₂ に関する規制はなし。 ■ 現時点で CCS に関する規制はないが、欧州の CCS 指令に合わせて法整備を進めると予想される。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 火力発電所の CO₂ 削減技術開発プロジェクト「COORETEC」において、火力発電所の CO₂ 削減技術開発研究を実施。 ■ RWE Power は、CCS を組み合わせた IGCC プラントの 2014 年操業開始を予定。 ■ Vattenfall Europe 社は、世界初の試みとなる、CO₂ 完全回収型火力発電所のパイロットプラントの操業を開始。
英国	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電電力量に占める石炭火力・石油火力の割合は大幅に減少。 ■ 増加する電力需要は、ガス火力・原子力によって賄われてきたが、原子力は近年減少傾向。 ■ 太陽光・風力などの再生可能エネルギーが増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 英国政府は「石炭フォーラム」を創設。石炭火力発電の長期的供給保証、国内石炭資源の最適利用について議論。 ■ 貿易産業省 (BERR) は、CO₂ 削減技術を専門にするアドバイザリー委員会を発足。CCS 分野の専門的知見を強化。 ■ EU による CCS 指令への対応として、新設石炭火力プラントについて CCS-ready を義務化する方向。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国内で 3 つの代表的な IGCC (+CCS) プロジェクトを実施。 ■ CCS により中国の石炭火力発電所からの CO₂ 排出量ゼロを目指す NZEC イニシアティブを英中共同事業として開始。 ■ ノルウェーとの間で、「北海盆タスクフォース」を設立。2007 年 7 月には共同で CO₂ を北海に輸送・貯留するための調査を実施。

	電源構成の推移	石炭火力に係る政策・規制動向	技術開発動向(IGCC/CCS等)
米国	<ul style="list-style-type: none"> ■石炭火力は全体の約50%を占める主要電源。 ■近年ガス火力・原子力の発電電力量が大幅に増加する一方、石油火力は大幅に減少。 ■再生可能エネルギー電力も増加傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> ■クリーンエネルギー関連の雇用創出、エネルギー安全保障確保、温暖化対策を目的とした、ワックスマン・マーキー法案を、現在上院にて審議中。CCSに関して、一定条件を充たすCCSプロジェクトの実施者に対し排出枠を無償で割り当てるなど、野心的施策を掲げている。 ■カリフォルニア、モンタナ、ワシントン州において発電所のCO₂排出を規制。 	<ul style="list-style-type: none"> ■エネルギー省、石炭利用研究協議会、米国電力研究所(3主体が共同、もしくは単独で発表)が、ロードマップを発表。CCT(PC、IGCC、CCS)について、ガス排出目標、効率目標、コスト目標を設定している。 ■Restructured FutureGenにおいて、複数CCSプロジェクトに対して総額2.9億ドルの補助を発表。 ■オバマ政権はCCS技術開発プロジェクトに24億ドルの予算を計上。
オーストラリア	<ul style="list-style-type: none"> ■産炭国であり、電力供給の約8割が石炭火力発電。 ■労働党政権はマニフェストにおいて、再生可能エネルギーやCCTが広範に利用可能になるまでは、増大するエネルギー需要への対応として、ガス火力の促進を掲げている。 	<ul style="list-style-type: none"> ■2020年までに電力供給に占める再生可能エネルギーの割合を20%まで向上する目標を掲げる。 ■2008年9月、「Global Carbon Capture and Storage Initiative」として、新たな国際的CCSイニシアティブに出資することを発表。 	<ul style="list-style-type: none"> ■オーストラリア政府はCCS等に関する研究機関であるCO₂CRCを設立し、多数の炭素回収、貯留、隔離等の実証実験を実施・計画。 ■石炭火力発電起因のGHG排出削減を目指す石炭・電力事業者、政府/州政府、研究機関等のパートナーシップであるCOAL21において、2030年までのアクションプランを作成。CCSやIGCC等を優先技術として位置付け、研究開発を後押し。
日本	<ul style="list-style-type: none"> ■石油火力の割合が大幅に減少。 ■石油火力の代替及び増加する電力需要への対応として、石炭・ガス火力・原子力が増加。それぞれ約25%を占める。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ゼロエミッション石炭火力発電の実現、海外炭の安定供給確保の2点が石炭政策の重点検討項目。 	<ul style="list-style-type: none"> ■経済産業省作成の技術戦略マップでは、2020年頃のCCS実用化に向けて、2015年頃までにCO₂分離・回収・地中貯留を一貫して実証する計画となっている。 ■地球環境産業技術研究機構(RITE)が長岡市において国内初のCO₂の帯水層への圧入を実施。

(2) EU

政策動向に関しては、欧州議会において、エネルギー・気候変動政策パッケージが最終合意に至った。CCS の法的枠組みが設定され、定格出力 300MW 以上の化石燃料プラントの新設を対象に、CCS-ready (適切な CO₂ 貯留地点、CO₂ 輸送や CCS 設備の実現可能性 (環境面、技術面、経済面) についてあらかじめ調査を実施した上で、CCS 設備設置のためのスペースを確保すること) が義務化された。さらに、革新的な CCS 技術への資金供給を実施している。

2020 年までに商業的に実現可能な CCS 技術を保持することを目指した、ゼロエミッション化石燃料発電プラントに関する EU 技術プラットフォーム (EU Technology Platform for Zero Emissions Fossil Fuel Power Plant) が創設された。

技術開発動向に関しては、科学分野における研究活動計画「欧州研究開発フレームワーク計画 (Framework Programme: FP)」の第 7 次計画 (FP7 : 2007~2013 年) において、CCT が採用された。具体的技術は、A-USC、IGCC、流動床炉、石炭液化・石炭ガス化と CCS との組合せ等となっている。

Activity 6: Clean Coal Technologies

- Conversion Technologies for Zero Emission Power Generation
 - Pulverised Fuel Combustion / USC
 - Integrated Coal Gasification Combined Cycles
 - Application of Fluidised Bed Technologies
- Coal Based Poly Generation
 - Conversion processes (liquefaction, gasification) coupled with CCS
 - Efficient conversion coupled with production of secondary energy carriers

図 4-7 FP7 における CCT の概要

出典) “EC Overview on Drivers, Running Activities and Plans For RTD&D” (International G8 Expert Workshop on Clean Coal Technologies, 2007)

(3) ドイツ

ドイツにおいて、石炭火力が発電電力量に占める割合は、1970年代の約70%から近年は約50%まで減少しており、発電電力量は1980年頃から3億kWh（30万GWh）前後で横ばいとなっている。1973年に約10%を占めていた石油火力は、近年1%にまで大幅に減少している。

増加する電力需要は、1980年代などは主に原子力によって賄われてきたが、近年は減少傾向となっている。代わって天然ガス火力や地熱・太陽光・風力などの再生可能エネルギーが増加している。

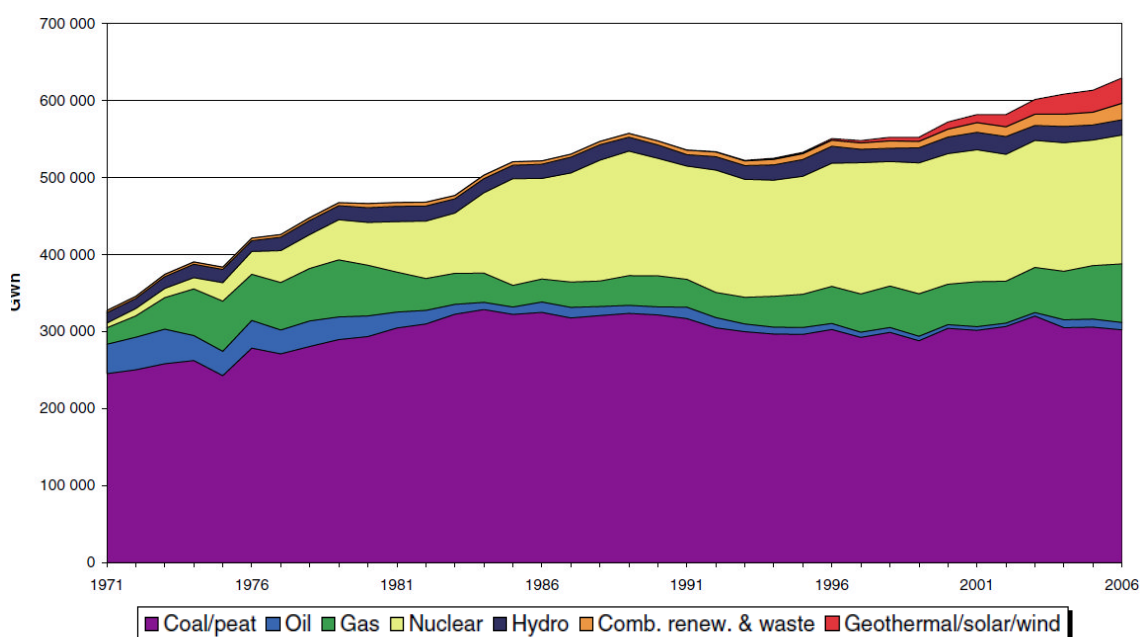


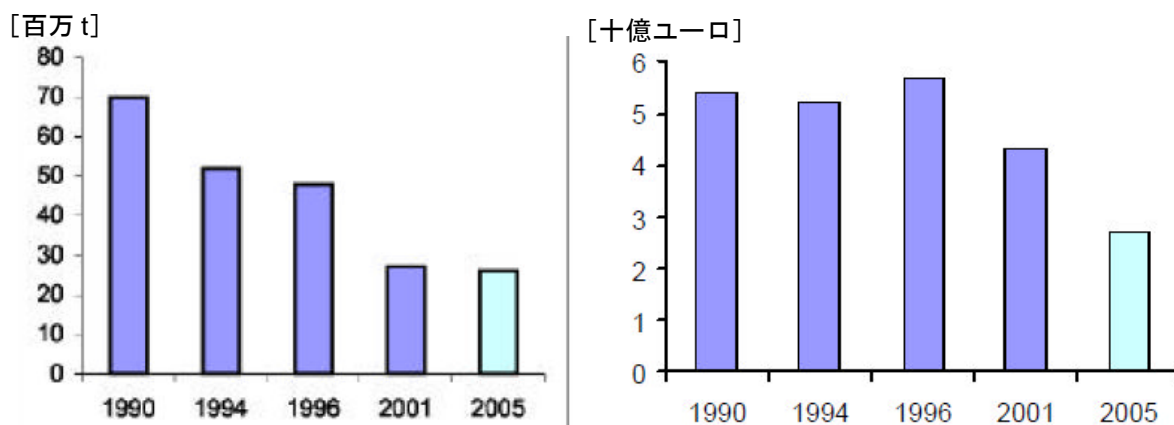
図 4-8 ドイツの発電電力量構成の推移

出典) IEA (<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>)

政策動向に関して、ドイツの国内炭は輸入炭の3倍の生産コストとなっているため、国内石炭産業を保護するため、設備投資、設備運用に対する補助金制度を運用していたが、以下の理由等により、2000年から補助金額の削減が開始され、将来的には本補助金制度を停止することが決定されている。(German Coal Association より)

- 地政学的理由から外国産石炭と競争力を持たせることは難しく、補助金継続による経済的メリットは小さい。
- 国際エネルギー機関 (IEA)、経済協力開発機構 (OECD) 等国际機関からも、その有効性への疑問や地球温暖化対策 (ドイツは褐炭の産出が多い) の観点から、当該補助金制度の段階的停止を求める声明が発表されている。
- 今後も安定した石炭輸入が見込めることから、自国産石炭にこだわる理由はない。

➤ エネルギーミックスや地球温暖化対策の観点から、石炭依存率を下げる必要がある。また、現時点で CO₂ の排出や CCS に関する規制はないが、CCS については欧州の CCS 指令に合わせて今後自国内の法整備を進めると予想される。



1990～2000年にかけて補助金額がほぼ一定である一方、石炭生産量は大幅に減少しており、補助金政策が石炭産業活性化の一助となっていないことが分かる。2000年以降、補助金額は大幅に削減されている。

図 4-9 石炭生産量の推移（左）及び補助金額（右）

出典) German Coal Mining Association, Federal Ministry of Finance (subsidy reports)

技術開発動向に関して、連邦経済技術省（BMWi）による火力発電所の CO₂ 削減技術開発プロジェクト「COORETEC（CO₂ Reduktions Technologien an fossil befeuerten Kraftwerken）」において、火力発電所の CO₂ 削減技術開発研究が実施されている。

COORETEC で作成された火力発電の技術開発に関するロードマップでは、発電効率の向上が技術開発の基本となっている。IGCC の発電効率目標は、CCS なしの場合、2010 年 50～52%、2020 年 54～57%、2025 年 57～62%となっている。

大手電力会社 RWE Power は、CCS を組み合わせた IGCC プラントの 2014 年操業開始を予定しており、基礎技術開発、CO₂ 貯留候補地の調査等を実施中である（表 4-10）。CCS 貯留地は内陸部地下にて検討中である。

大手電力会社 Vattenfall Europe 社は、世界初の試みとなる、CO₂ 完全回収型火力発電所のパイロットプラントの操業を開始した。回収された CO₂ は、発電施設の地下 1,000 メートルにある岩石層に液化した状態で貯留される³²。

³² http://www.vattenfall.com/en/ccs/schwarze-pumpe_73203.htm

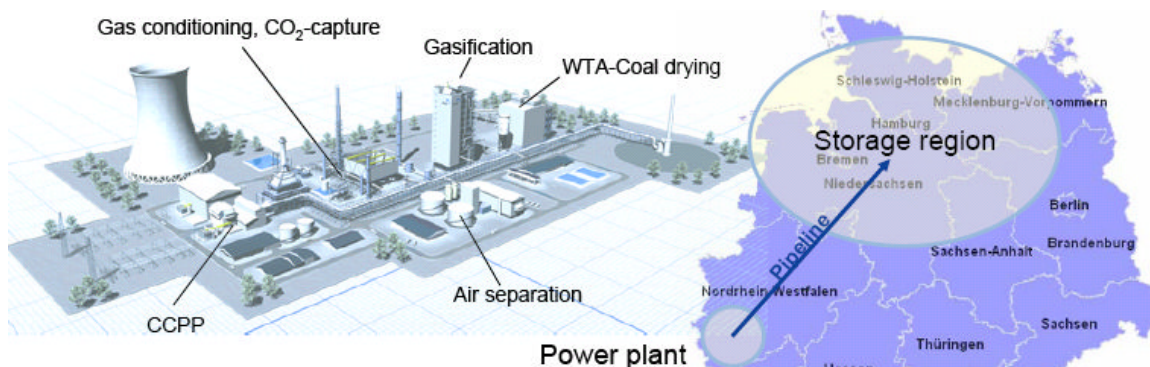


図 4-10 RWE Power の IGCC・CCS プロジェクト

出典) RWE Power 資料 (33rd ExCo-Meeting of IEA)

(4) 英国

英国において、石炭火力が発電電力量に占める割合は 1970 年代の約 60%から近年は約 35%まで減少しており、発電電力量は大幅に減少した後、近年横ばい傾向となっている。

1973 年に約 25%を占めていた石油火力は、近年 1%にまで大幅に減少している。

増加する電力消費量は、天然ガス火力・原子力によって賄われてきたが、原子力は近年やや減少している。さらに、地熱・太陽光・風力などの再生可能エネルギーが増加している。

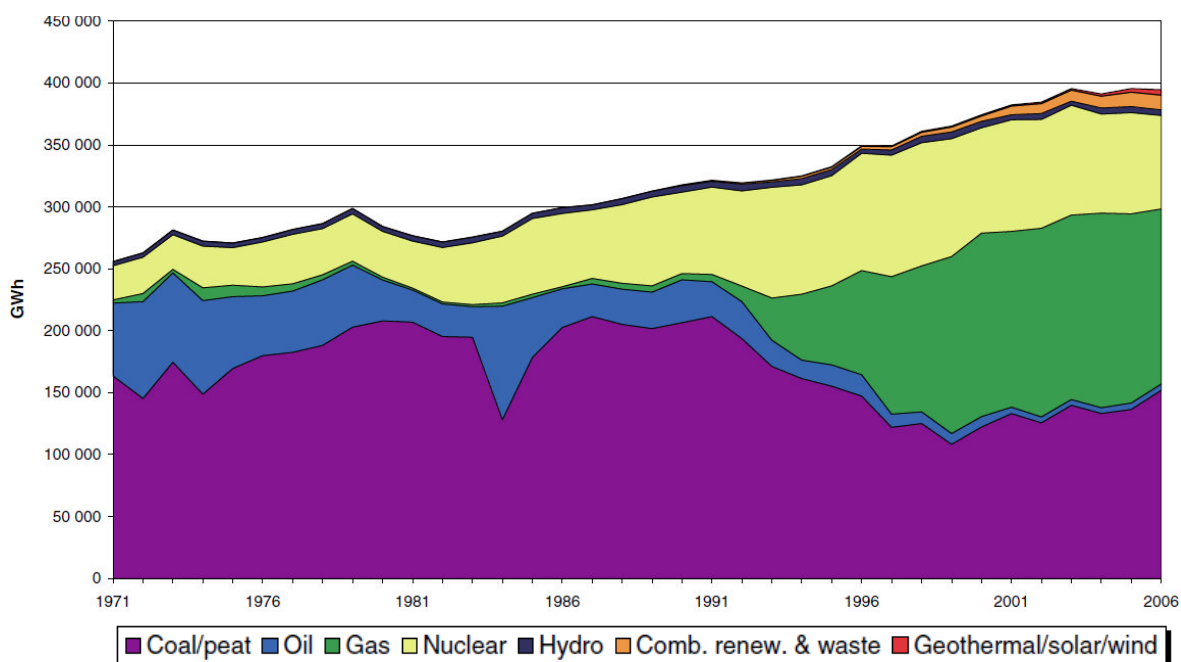


図 4-11 英国の発電電力量構成の推移

出典) IEA (<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>)

政策動向として、英国政府は、今後も全発電電力量の約 3 分の 1 を占める主要電源となっている石炭の有効利用を重要エネルギー施策として位置付ける方針である。

DTI (Department of Trade and Industry) は、石炭産業の保護施策として補助金制度を実施している。2000～2002年の“UK Coal Operating Aid Scheme”においては設備運用に対して、2003～2008年の“Coal Investment Aid”においては設備投資に対して補助金を支給した。

英国政府は、石炭火力発電事業者、石炭生産・供給事業者、火力プラントメーカー等の石炭産業関係者で構成される「石炭フォーラム³³」を創設し、英国における石炭火力発電の長期的なエネルギー供給事業の保証、国内石炭資源の最適利用について議論を重ねている。見解は以下のとおり。

- ▶ 石炭火力発電はこれからも英国のエネルギー供給において中心的な位置を占める。その一方で地球温暖化問題への対応も重要であり、CCTの中でもCCSは重要な位置を占める。
- ▶ CCS産業の発展(CCS技術の海外輸出)による経済効果等からも、CCSの技術開発、実証試験、法制度整備などを早急に行う必要があり、石炭産業サイドもCCSの導入を支持している。

2007年5月発表のエネルギー白書では、石炭火力発電におけるCO₂削減手段としてCCSを特に重要視している。2007年6月には、貿易産業省(現: ビジネス・企業・規制改革省(BERR))がCO₂削減技術を専門にするアドバイザー委員会を発足した。本委員会はCCS分野における専門的知見の強化を目指している。

また、2008年11月にエネルギー法(Energy Act 2008)が成立した。この中で、CCSプロジェクトへの民間投資を活性化することを目的に、CCSの許認可に関する法的枠組み(ライセンス基準、違反時の罰則等)を創設した。

EUによるCCS指令³⁴への対応としては、新設される石炭火力プラントについてCCSの追加設置が可能となるよう土地・スペースを確保する等、CCS-readyを義務化する方向である。将来的にはすべての化石燃料種の火力プラントにCCS-readyを義務付けることを検討する方針である。

このように、英国はCCSを地球温暖化対策における重要な柱としており、欧州での規制等のフレームワーク作りにおいて主導的な動きを見せている。北海に有望な貯留地が確保されていることが第一の理由である。また、CCS産業の育成による経済効果も理由の一つと考えられる。

国内では3つの代表的なIGCC(+CCS)プロジェクトを実施している(表4-4)。

英国と中国は、2007年11月20日、CCS技術を導入して中国の石炭火力発電所からの排

33

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20091002200110/http://berr.gov.uk/energy/sources/coal/forum/page37276.html>

34

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:EN:PDF>

出をほとんどゼロにすることを旨とする NZEC イニシアティブ (Near Zero Emissions Coal Initiative) を英中共同事業として開始した。

また、英政府はノルウェーとの間で、産官による「北海盆タスクフォース」(North Sea Basin Task Force) を設立。2007 年 7 月には共同で CO₂ を北海に輸送・貯留するための調査を実施した。

表 4-4 英国における主な IGCC (+CCS) プロジェクト

実施主体	運開年	出力[MW]	燃料	CO ₂ 回収	その他
Centrica	2012	800	石炭	運開より実施 (回収率85%)	・EORとして貯留
Powerfuel		740	地元炭	運開より実施 (回収率~90%)	・EORとして貯留
E.ON	2012/2013	360	石炭	運開より実施	・発電効率目標35%(LHV)以上 ・EORとして貯留 ・現在事業停止中

出典) “European Coal Gasification Projects” FutureGen Workshop 2008 資料

英国政府は、図 4-12 に示すように、2050 年までに温室効果ガス排出量の 80%削減を達成する過程として、2020 年までの 34%削減 (対 1990 年比) を目標に掲げている。

発電電力量割合としては、現時点でガス火力 45%、石炭火力 32%、再生可能エネルギー 6%であるのに対し、2020 年時点ではガス火力を 29%、石炭火力を 22%まで削減し、再生可能エネルギーを 31%まで急拡大させる目標を提示している。

英国ではこのように、石炭から天然ガスへの燃料転換ではなく、火力発電そのものの低減、CCS の率先導入など、CO₂ を徹底的に排出削減しようという積極的な試みを進めている。

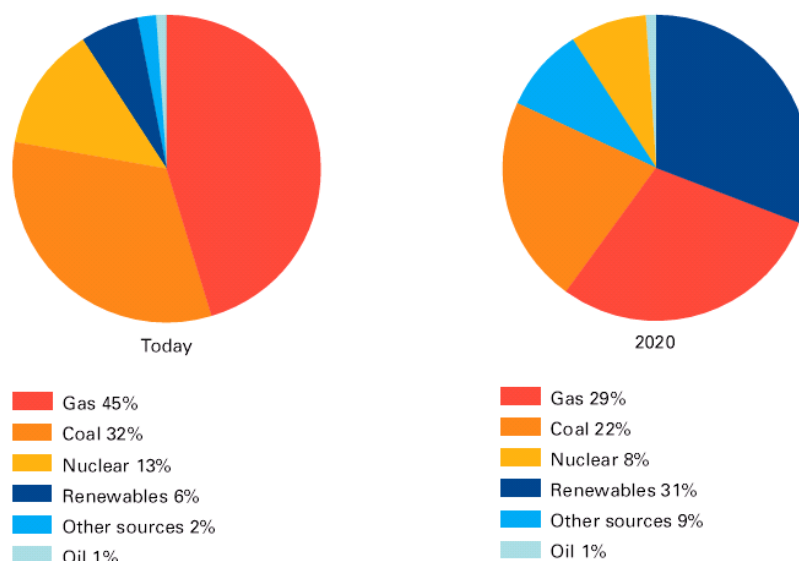


図 4-12 英国での発電電力量割合 (電源構成) の将来目標

出典) The UK Low Carbon Transition Plan (DECC, 2009.7)

(5) 米国

①火力発電の低炭素化に関する政策

石炭火力は、全体の約 50%を占める主要電源であり、電力需要の増加に伴い発電電力量も増加している。

近年は、ガス火力・原子力の発電電力量が大幅に増加する一方、石油火力は大幅に減少している。再生可能エネルギーによる電力も増加傾向にある。

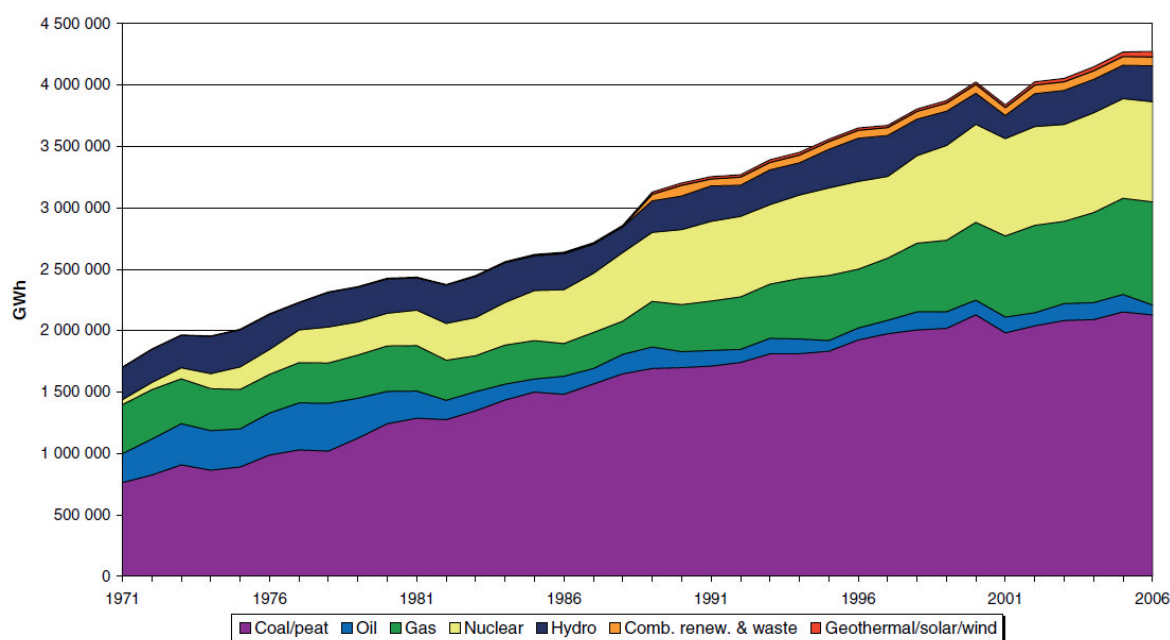


図 4-13 米国の発電電力量構成の推移

出典) IEA (<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>)

オバマ政権は CCS プロジェクトに 24 億ドルの予算を計上した。米国エネルギー省は、以下に示す CCS 関連の 4 つのイニシアティブに取り組んでいる。

- 炭素隔離リーダーシップフォーラム (Carbon Sequestration Leadership Forum : CSLF) : 米国が、炭素隔離技術の開発と応用を促進するための国際協力を推進する場として提案した組織。CO₂の回収、地中貯留等に関する多数のプロジェクトに対して支援を実施。
- 地域的炭素隔離パートナーシップ (Regional Carbon Sequestration Partnerships) : カナダを含む 7 つの地域から構成される炭素隔離技術開発に関する産官学共同のパートナーシップ。
- FutureGen クリーンコール・プロジェクト (FutureGen Clean Coal Projects) : 石炭をガス化燃焼し、得られた水素で発電するとともに、CO₂を分離回収して地中隔離するプロジェクト。

- 炭素隔離中核プログラム (Carbon Sequestration Core Program) : エネルギー生産によって発生した CO₂ を対象とした革新的な回収手法や再利用・貯留技術の開発プログラム。

また、ゼネラル・モーターズやフォード、デュポン、ゼネラル・エレクトリックなど大手企業からなる USCAP (US Climate Action Partnership) は、CO₂ 排出目標の設定及び CCS への補助の拡充などを提唱している。

表 4-5 オバマ大統領の主なエネルギー政策

大項目	内容
温暖化関連	<ul style="list-style-type: none"> ・ 100%オークションキャップアンドトレードを導入して、2050 年までに 1990 年比 80%削減を達成する。 ・ 気候変動枠組条約に参画し、温暖化政策で世界をリードすると同時に、新興国の積極的な協力を求める。
産業振興	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10 年間で 1,500 億ドルの投資を行い、500 万の新雇用を創出する。 ⇒投資先：プラグインハイブリッド車の導入促進や、再生可能エネルギーの商業化の支援、省エネルギーの奨励、低排出石炭火力発電所、次世代バイオ燃料、新世代の電力系統など ・ 米国企業のクリーンテクノロジー関連技術の競争力を確保する。
自動車	<ul style="list-style-type: none"> ・ 100 万台のプラグイン電気自動車を 2015 年までに導入することを目標として、先進自動車 (150 マイル/ガロンの燃費) や先進電池の開発への投資を行う。 ・ すべての新自動車フレキシブル燃料に対応し、次世代バイオ燃料 (セルロース系エタノール、バイオブタノール等) とそのインフラを構築する。 ・ 燃費基準を毎年 4%向上させ、2015 年に 5%、2020 年に 10%の炭素を自動車燃料から削減する。
国内資源活用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 未開発の国内石油、天然ガス資源を開発する。
エネルギー利用の多様化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2012 年までに電力消費量の 10%を再生可能エネルギーにする (RPS)。 ・ CCT を開発、促進する。 ⇒CCS などゼロ炭素設備への民間投資を促し、5 箇所の CCS を付帯した商業規模の石炭火力発電の運転を目指す。 ・ 原子力発電を核燃料処理の安全確保を行った上で拡大する。
省エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 省エネの促進により、1.1%の電力需要増加に対して、2020 年までに 15%削減する。 ・ カーボンニュートラルの建物の導入により、今後 10 年で、新築で 50%、既築の 25%で省エネを図る。 ・ 系統の信頼度、安定性を確保することにも寄与するスマートグリッドへ投資する。

出典) BARACK OBAMA AND JOE BIDEN: NEW ENERGY FOR AMERICA

2005年に成立した2005年エネルギー政策法（Energy Policy Act of 2005）においては、石炭の新規技術開発に対して予算措置及び税控除がなされた。

FutureGen プロジェクトの計画変更後（Restructured FutureGen）、CCS について大きな動きは見られないが、今後の動向が注視される。

クリーンエネルギー関連の雇用創出、エネルギー安全保障確保、地球温暖化対策を目的とした、ワックスマン・マーキー法案が、2009年6月26日に下院を通過、現在上院にて審議中である。本法案では、CCS に関して主に以下の施策を掲げている。

- 商用展開に向けた国家戦略の策定
- 実証試験のための支援組織（炭素貯留研究所：Carbon Storage Research Corporation）の創設及び化石燃料を用いる電力会社からの技術開発資金の調達
- 新設石炭火力に対するCO₂排出基準の設定（開始時期：CCS 実用化の4年後、基準値：2019年までに承認される事業はCO₂発生量50%削減、2020年以降に承認される事業はCO₂発生量65%削減）

表 4-6 2005年エネルギー政策法における主な予算措置及び税制優遇（石炭関連）

主な項目	内容
クリーン石炭火力発電イニシアティブ (Clean Coal Power Initiative : CCPI)	2006～2014 年度に年間 2 億ドルを予算措置。 この内、70%を石炭ガス化技術に、30%をその他のプロジェクトに配分
エネルギー優遇税制	2006 年度から 10 年間で総額 145 億ドルが認可され、直接の拠出は 22 億ドル、減税が 123 億ドル。この内、クリーンコールの開発・利用分が 29 億ドルとなっている。

表 4-7 Restructured FutureGen の概要

<ul style="list-style-type: none"> ・ 補助総額：2.9 億ドルで費用の 50%を上限 ・ プラントサイズ：商用規模 (>300MW) ・ 補助対象：複数プラントの CCS 部分 ・ 目標 CO₂回収率：90%以上 ・ 年間 CO₂貯留量：約 100 万トン（炭酸塩固定） （100 万トンを超える量は石油増進回収） ・ 水素製造の付帯：なし ・ 運転開始時期：2015－2016

石炭火力発電所に対する取組は州によって姿勢が異なっている。カリフォルニア、モンタナ、ワシントン州では、CO₂ 排出規制を発電所に対して課しており、多くの石炭火力発電所の建設計画が中止されている。

表 4-8 主な州の石炭火力に対する取組－1

州	制度	根拠法	主な動き
アーカンソー	石炭発電の建設、運営、所有に際して、公益事業委員会は連邦政府がGHGに関する規制を行う可能性があるため、承認に対してはより詳細な資料が必要とされており、石炭発電を採用した理由、複数の規制シナリオを検討、IGCCなどの検討、などの追加資料を提出する必要がある	Arkansas PSC Docket No.06-154-U, Order No.5(2007年2月)	
カリフォルニア	emissions performance standardを次のように規定している ・長期の金融取引契約が認められる発電所は、GHG基準を満たす必要がある。(基準は天然ガスコンバインドサイクルよりも少ない排出量(=100ポンドCO ₂ /MWh))	SB1368	
コロラド	CCSを付帯したIGCCに対してインセンティブを与えている	Colo. Rev. 40-2-123(2006年)	2007年11月にXcel Energyが229MWの石炭発電を停止し、天然ガス発電、および再生可能エネルギーで代替すると発表した。
デラウェア	デラウェアパワーアワードによる供給計画で、IGCCを盛り込むことに対してインセンティブを与える	HB6	
フロリダ	原子力発電と並んでIGCCに対してインセンティブを与える	HB549 (proposed)	2007年5月にフロリダ州公益事業委員会はフロリダパワーアワードの980MWの石炭発電所の建設の承認を下さなかった。 それに続いて、テイラーエネルギーセンター (Taylor Energy Center: フロリダ州の地域コンソーシアム)は800MWの石炭発電所の建設許可を取り消した。 オーランドユティリティ委員会とサザンカンパニーは285MWのIGCC建設を廃止し、代わりに天然ガス発電所の建設を計画している。 タンパ電力は630MWのIGCC発電をキャンセルした。 これらの動きの背景には、GHGに対する法規制と、IGCCは経済的に現実的ではないことが挙げられている。
イリノイ	Coal Revival Programにおいて、ガス化技術の活用を中心にインセンティブを与える	Public Acts 92-0012, Public Acts 93-0167	
インディアナ	Sox, Noxを低減するCCTに対してインセンティブを与える CCTの適用範囲については、将来的に規制が予想される排出規制に対する技術を含む(例えばCO ₂)ように拡大するように提案されている	IC 8-1-2-6.1, IC 8-1-2-6.6, IC 8-1-2-6.7, IC 8-1-2-6.8, IC 8-1-2-8.7, IC 8-1-2-8.8, IC 8-1-2-22.5, SB206 (proposed)	

出典) Pew Center, “Coal Initiative Report、Asia-Pacific Economic Cooperation, “How can environmental regulations promote clean coal technology adoption in APEC developing economies?”、その他資料より MRI 作成

表 4-9 主な州の石炭火力に対する取組－ 2

州	制度	根拠法	主な動き
カンサス	CCSに対する規制およびインセンティブを定めている	HB2419 (proposed), HB2429 (proposed)	2007年10月に州の規制機関は、CO2の有害性を理由に、サンフアワー電力によって計画されていた2つの700MW超臨界方石炭発電の承認をしなかった。最高裁判所が大気浄化法 (Clean Air Act) の大気汚染ガスとしてCO2を含めたことが影響している。
ケンタッキー	環境に関する規制を定めることで石炭発電設備に対する許可を促進している	KRS 224. 10-225	
ミネソタ	石炭を利用した高効率コンバインドサイクル発電やIGCC、CCSを促進している	216B.1693, 216B. 1694	
モンタナ	2007年以降に建設される石炭発電については、CO2排出量の半分以上の捕獲・貯蔵を義務付けている CCSに対する規制およびインセンティブについては各種提案されている	HB25, HB24(proposed), HB55(proposed), HB227(proposed), HB282(proposed), HB105(proposed), HB282(proposed)	
ニューメキシコ	2017年以降、もしくは運転開始から18か月後以降に、CCSにより、CO2排出量を1100ポンド/MWh以下に抑えることを条件に、2015年までに建設を開始する石炭発電所に対して税控除を行う	SB994(2007年)	
ニューヨーク	CCSの付帯を前提としたクリーンコール発電に対してインセンティブを与える	Advanced Clean Coal Power Plant Initiative	
ノースダコタ	CCSに対する規制を定める	NDCC 49-19-01, NDCC 49-05-16	
オレゴン	天然ガス発電の排出量について規定している(上限を0.675ポンド/MWh) 他の化石燃料については未規定	ORS 469.503, OAS 345-024-0500	
ロードアイランド	CCT(天然ガス発電と同等の排出量)を促進している	RI Gen. Laws 42-98-2, RI Gen. Laws 42-98-3	
テキサス			11プロジェクトについて反対運動がなされた結果、TXUは2007年2月に8プロジェクトの計画を取りやめた。
ユタ			EPAパネルは、州内の石炭火力発電の拡張に対して反対を表明し、地域EPAで再検討を行うこととなった。
ワシントン	カリフォルニア州と同様にemissions performance standardを規定し、ベースロードの発電所の排出上限は1100ポンドCO2/MWhとしている	ch. 173-407 WAC(2008年)	2007年11月に、州の規制機関はIGCCの計画を却下した。
ウェストバージニア	クリーンコールへの投資や電力調達に対してインセンティブを与える CCSについては検討中	WVC 24-2-1 Senate Concurrent Resolution No.54(proposed)	
ワイコンシン	IGCCに対してインセンティブを与える	Docket 9300-GF-176(proposed)	
ワイオミング	CCSを付帯したIGCCに対してインセンティブを与える	Wyoming Integrated Coal Gasification Demonstration Program	

出典) Pew Center, “Coal Initiative Report、Asia-Pacific Economic Cooperation, “How can environmental regulations promote clean coal technology adoption in APEC developing economies?”、その他資料より MRI 作成

石炭技術開発については、DOE や CURC において各種ロードマップが発表されている。

- 「Clean Coal Technology Roadmap」 (DOE, CURC, EPRI, 2001 年)
- 「Strategic Plan」 (DOE, 2006 年)
- 「CURC/EPRI Clean Coal Technology Roadmap」 (CURC, EPRI, 2007 年)

また、Restructured FutureGen において、複数 CCS プロジェクトに対して総額 2.9 億ドルの補助を発表している。

表 4-10 CURC/EPRI によるロードマップ (2007)

PC and IGCC Systems	Year				
	2005	2010	2015	2020	2025
Emissions					
PM, lbs/MWhr	0.09	0.04-0.09	0.02-0.04	0.04-0.02	0.01-0.02
SO ₂ , lbs/MWhr	0.8-0.3 (90-99%)	0.2-0.4 (90-99.6%)	0.2-0.04 (95-99.9%)	0.1-0.02 (97-99.9%)	0.07-0.01 (98-99.9%)
NO _x , lbs/MWhr	0.5-0.4	0.3-0.2	0.2	0.2-0.1	0.2-0.1
Mercury, %	80-90%	93-95%	95-99%	97-99%	98-99%
CO ₂ , lbs/MW-hr	1770-1940	1750-1900	1600-1870	1500-1750	1410-1670
Efficiency Btu/kWh (HHV)	38-39%	38-41%	39-43%	42-46%	44-49%

<表中の略語>

CURC (Coal Utilization Research Council) : 石炭利用研究協議会

EPRI (Electric Power Research Institute, Inc) : 米国電力研究所

PC (Pulverized Coal) : 微粉炭火力発電

IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) : 石炭ガス化複合発電

COE (Cost of Energy) : 発電コスト

TPC (Total Plant Cost) : プラント建設費

TCR (Total Capital Requirement) : 特許使用料等を含むプラント資本費

PC & IGCC systems	Year				
	2005	2010	2015	2020	2025
Efficiency	38-39%	38-41%	39-43%	42-46%	44-49%
Cost					
Capital cost, TPC, \$/kw	1260-1720	1265-1590	1240-1540	1220-1350	1200-1330
Capital cost, TCR, \$/kw	1440-1980	1470-1840	1450-1790	1430-1570	1400-1550
COE, \$/MW-hr	42-55	40-47	37-44	34-37	31-33
With Carbon Capture					
Efficiency Btu/kWh (HHV)	27-33%	31-32%	31-35%	33-39%	39-46%
CO ₂ , lbs/MWhr	220-270	220-240	200-220	180-210	150-190
Capital cost, TPC, \$/kw	1950-2370	1790-2200	1590-2120	1510-1810	1340-1610
Capital cost, TCR, \$/kw	2240-2720	2070-2550	1830-2470	1740-2110	1570-1870
COE with CO ₂ capture, but w/o storage, \$/MW-hr	64-69	58-62	46-57	41-49	37-39
Additional cost for CO ₂ storage, \$/MW-hr	2-7	2-7	2-7	2-7	2-7
Total R&D and Demo costs, \$Biln		3.9	3.5	1.9	0.5

Note that the roadmap costs are reflective of both the federal and industry commitments expected for both research projects (80% federal – 20% industry) and demonstration projects (50% federal – industry cost share)

出典) ” CURC/EPRI Technology Roadmap Update “ (2007)

②火力発電における石炭からガスへの燃料転換

米国では、1950～60年代以降に石炭火力発電の建設が進み、特に2度に渡る石油危機が勃発した70年代は石炭火力発電の建設が盛んであった。90年代以降は一転して、規制緩和などを背景として、建設費の安い電源が選択されたことから、天然ガス火力発電の建設が大部分を占めている（図4-14）。

石炭火力のリパワリングでは、天然ガスへの転換、木質バイオマスへの転換事例がある。

現在から2030年までの将来における電源新設展望を見ると、CO₂排出量規制等の予測から、再生可能エネルギーに続いて、天然ガス火力の新設が多くなっている（図4-15）。特に、国内産の非在来型天然ガスであるシェールガスの開発が有望視されている。

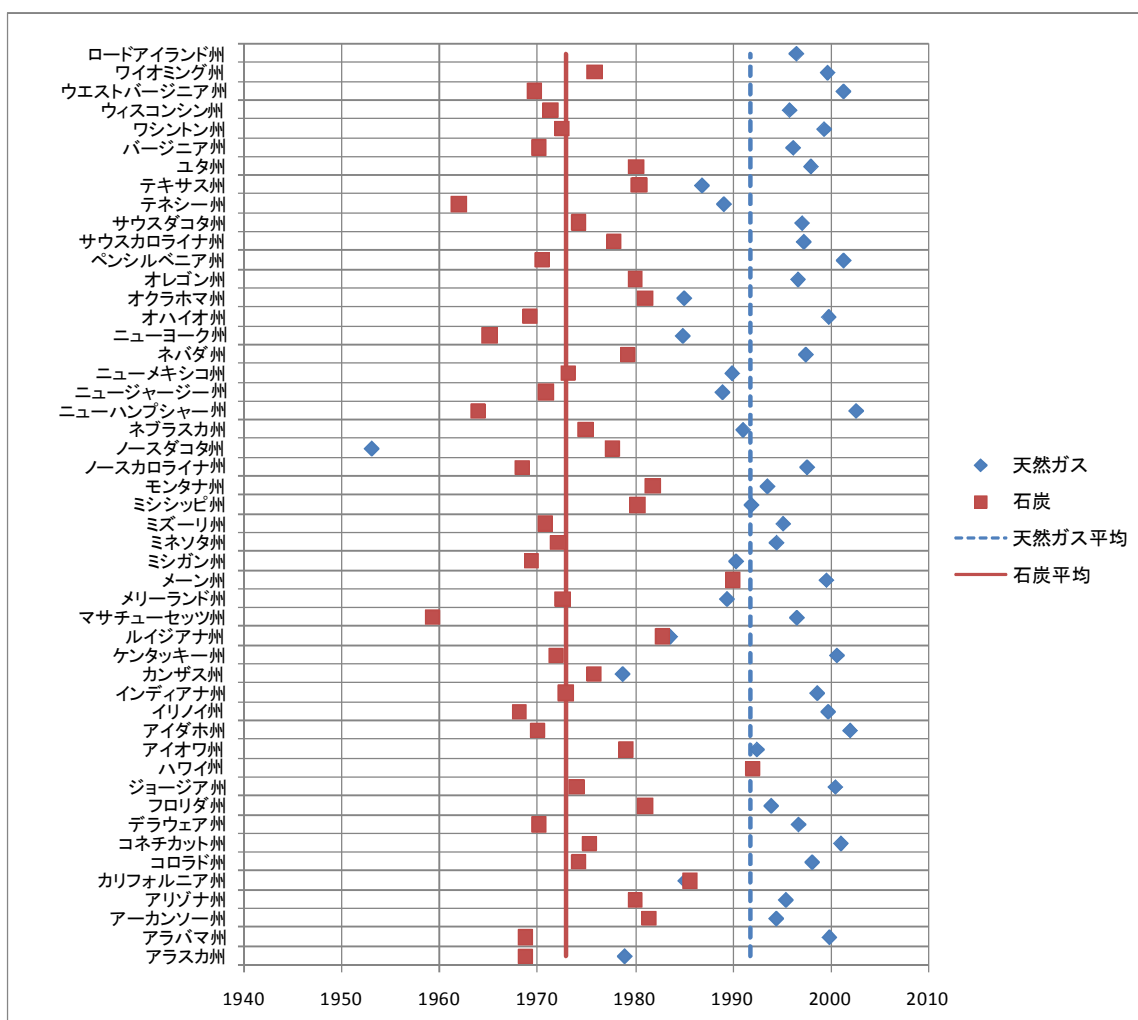


図 4-14 米国での石炭火力と天然ガス火力の運転開始年比較

出典) EIA-860 Database 2007 (EIA) より MRI 作成

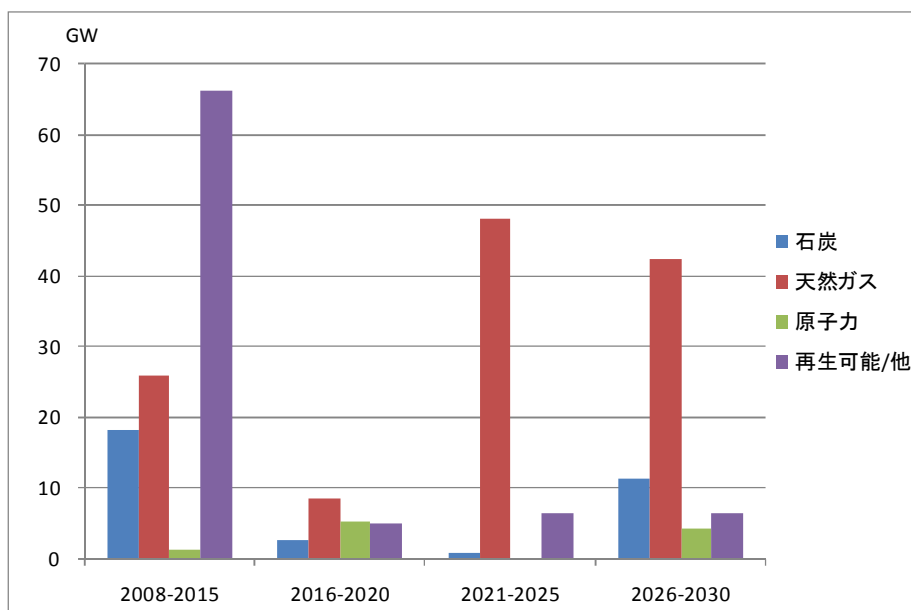


図 4-15 米国での 2030 年までの電源新設展望

出典) Updated AEO 2009 より MRI 作成

③キャップ&トレード制度／オフセット制度

2009 年 3 月、米国は「American Clean Energy and Security Act of 2009」（通称ワックスマン・マーキー法案）を発表した。米国の温室効果ガス排出削減目標として、2005 年比で 2020 年までに 20%削減、2050 年までに 83%削減を掲げ、目標達成のためキャップ・アンド・トレード方式の排出量取引制度の導入を提案した。同法案は、2009 年 6 月に下院本会議で可決した。

米国において、GHG 削減目標を掲げている州は 23 州存在する（北東部地域 GHG 削減イニシアティブ 10 州、中西部地域 GHG 削減協定 6 州、西部気候イニシアティブ 7 州）。このうち、中期目標（～2020 年）のみ設定している州は 6 州、中期目標及び長期目標（2025 年～）ともに設定している州は 16 州となっている。その中で、発電所に対する CO₂ 排出量の上限・オフセットを掲げている州は 6 州存在する。

規制方法は、一部の発電所に対する総量規制（カリフォルニア州、ニューハンプシャー州）、新設火力に対するオフセット（オレゴン州）、総量規制・オフセット（マサチューセッツ州、ワシントン州）、電力部門に対するキャップ&トレード（フロリダ州）に大別される。

これらが、石炭火力の新設への制約要因や CCS 導入のインセンティブとなっている。

表 4-11 米国各州における発電所に対する CO₂ 排出量の上限やオフセットの設定状況

州	発電所に対する総量規制	新設火力に対するオフセット	総量規制・オフセット	電力部門に対するC&T	内容
カリフォルニア州	○				◆電力小売事業者に対してキャップを設定
フロリダ州				○	◆電力会社に対するGHGのキャップ&トレード制度: Florida Climate Protection Act (2008年6月) ◆最終計画(未決定)では、2010年から施行予定。
マサチューセッツ州			○		◆6ヶ所の既存火力発電所に対して、2006~2008年までに1997~1999年比10%減の排出上限を設定 ◆新設火力に対して、20年間に渡りCO ₂ 排出量を1%オフセットするための資金貢献を要
ニューハンプシャー州	○				◆3ヶ所の既存火力に対して、2006年までに1990年水準まで抑制するようキャップを設定
オレゴン州		○			◆新設火力に対して、CO ₂ 排出量想定値の17%をオフセットするよう要求。
ワシントン州			○		◆新設火力に対して排出上限を設定、州外からの長期電力購入契約に対しても適用。 ◆新設火力に対して、CO ₂ 排出量想定値の20%をオフセットするよう要求。

(6) オーストラリア

オーストラリアは産炭国であり、現在電力供給の約8割を石炭火力発電が占める。石炭は今後40年にわたり、オーストラリア及び世界で重要なエネルギー源であると想定される。

天然ガス埋蔵量も多く、労働党政権はマニフェストにおいて、再生可能エネルギーやCCTが広範に利用可能になるまでは、増大する電力需要への対応としてガス発電の促進を掲げている。

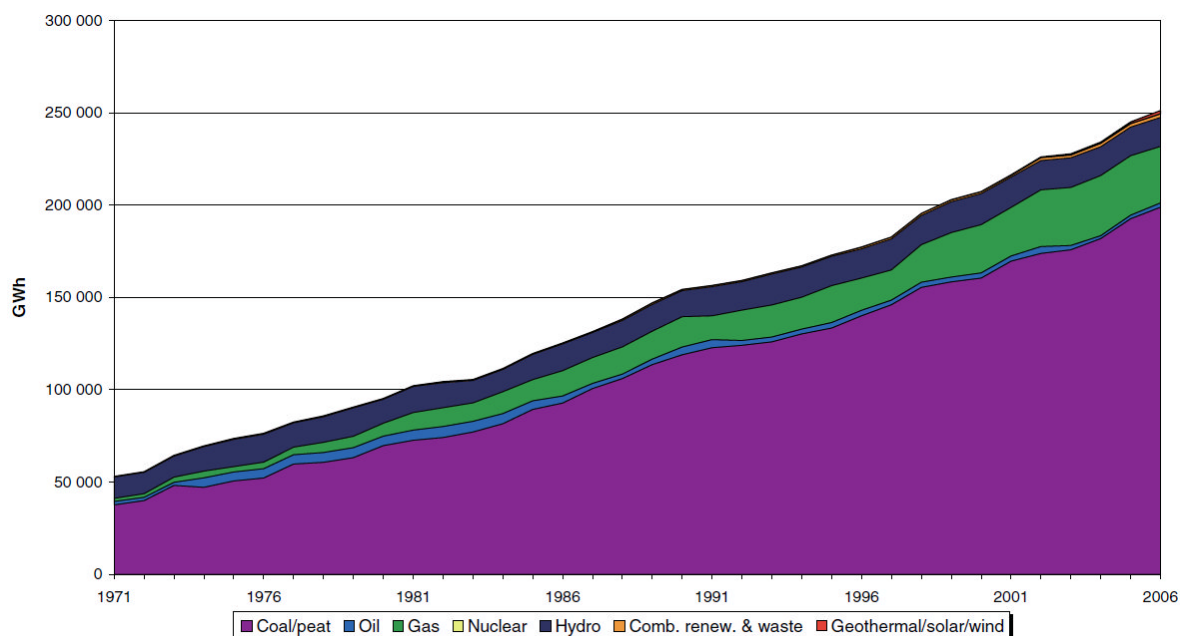


図 4-16 オーストラリアの発電電力量構成の推移

出典) IEA (<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>)

ラッド政権では、2020年までに国内電力供給に占める再生可能エネルギーの割合を20%まで向上するとの目標を掲げている。

ハワード政権時に導入された再生可能エネルギー義務目標（MRET; Mandatory Renewable Energy Target）は、ラッド政権にも引き継がれ、上記20%目標達成のため、2010年から2020年までの目標値を前政権時の年間95億kWhより強化し、年間450億kWhに引き上げた。

2008年9月、「Global Carbon Capture and Storage Initiative」として、年間100万豪ドルを上限に、新たな国際的CCSイニシアティブに出資することを発表した。

表 4-12 CCT 関連の予算の概要（2008.7.1～2009.6.30）

投資対象	投資額 [100万豪ドル]
国家石炭研究プログラム (National Coal Research Program)	75
国家炭素マッピング及びインフラ計画 (National Carbon Mapping and Infrastructure Plan)	50
クイーンズランド州における石炭ガス化パイロットプラント (Pilot coal gasification research plant in Qld)	50
ニューサウスウェールズ州における CCS を伴う PCC 実験 (Demonstrate post combustion capture (PCC) with carbon capture and storage (CCS) in NSW)	50
ビクトリア州における褐炭を用いた CCS を伴う PCC 実験 (Demonstrate post combustion capture (PCC) with carbon capture and storage (CCS) using lignite coal in Vic)	50
CCT に関する豪中共同協議 (Australia-China Joint Coordination Group on Clean Coal Technology)	20

出典) RET; 資源・エネルギー・観光省 HP 「National Low Emissions Coal Initiative (NLECI)」
(http://www.ret.gov.au/resources/resources_programs/nleci/Pages/NationalLowEmissionsCoalInitiative.aspx)

オーストラリア政府は CO₂CRC (Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies) を設立した。CO₂VRC (Ventilatory responses of CO₂) は、CCS 等に関する研究機関で、国内企業・大学、国際機関や政府研究機関等が参加している。政府/州政府のプログラムや参加団体等からの資金によって運営されている。

現在進められている主なプロジェクトは以下のとおり。

- Otway Project ; 2008年4月から開始された、オーストラリア初の CCS の実証実

験。CO₂圧入が開始されており、今後5～10万トン圧入する計画。

- Callide Oxyfuel Project ; クイーンズランド州の石炭火力発電所において、①酸素燃焼とCO₂の分離・回収、②地中深層部でのCO₂の長期貯留（地中隔離）、の実証実験を行う。2010年後半からCO₂圧入を開始予定。日豪6社が参加し、両国政府等から資金提供を受領。

表 4-13 オーストラリア政府出資のCCSプロジェクト（単位：百万豪ドル）

プロジェクト名	技術	投資額
Otway	CO ₂ 隔離、貯留	約25
Callide A	燃焼前回収(酸素燃焼)	50
Gorgon	CO ₂ 隔離	60
HRL IDGCC	準備完了プラント(IDGCC)	100
Hazelwood	燃焼後回収実験	50
Munmorah (NSW), Tarong(Qld)	燃焼後回収実験	8
Pilot coal gasification plant, Qld	石炭ガス化	50
Post combustion capture plant, Vic	燃焼後回収実証	50
Post combustion capture plant, NSW	燃焼後回収実証	50
National carbon mapping and infrastructure plan	CO ₂ 輸送・隔離	50
National Clean Coal Research Program	各種技術	75

※ IDGCC; Integrated drying gasification combined cycle;褐炭乾燥ガス化複合発電
出典) Carbon Pollution Reduction Scheme Green Paper, July 2008 (オーストラリア政府)

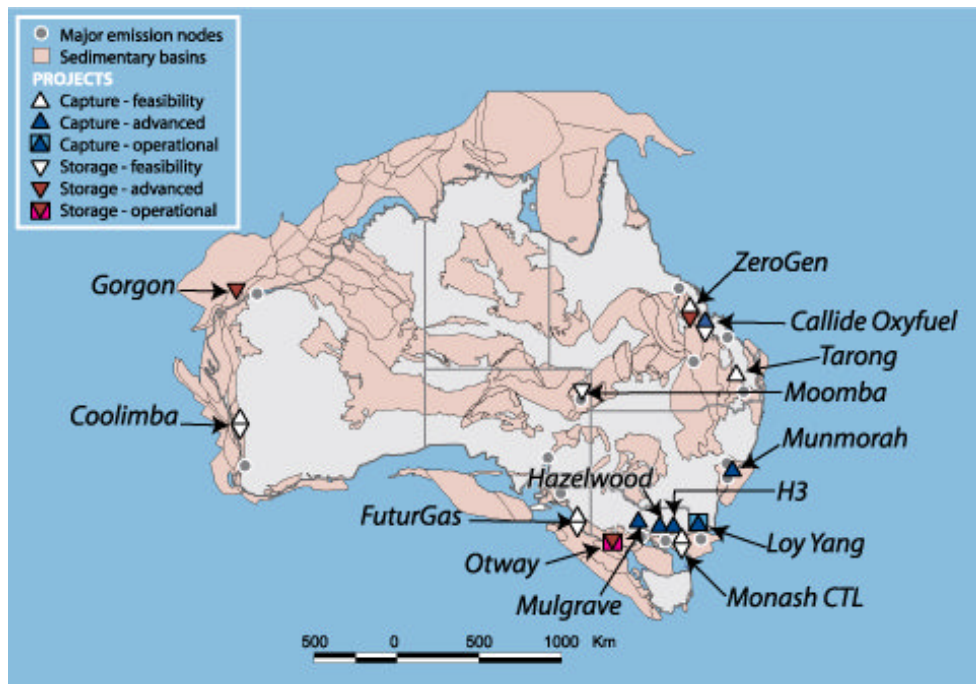


図 4-17 オーストラリアにおける CCS プロジェクト

出典) <http://www.co2crc.com.au/demo/ausprojects.html> (CO₂CRC)

COAL21 は、2003 年に創設された、石炭火力発電起因の温室効果ガス排出削減を目的とした、石炭・電力事業者、政府/州政府、研究機関等のパートナーシップである。事務局はオーストラリア石炭協会 (Australian Coal Association;ACA) が務める。

2004 年 3 月、発電燃料としての石炭についての低炭素技術開発の実際的な方法を記した「COAL21 National Action Plan」を発表した。注力して技術開発を実施すべき優先技術を選定している。

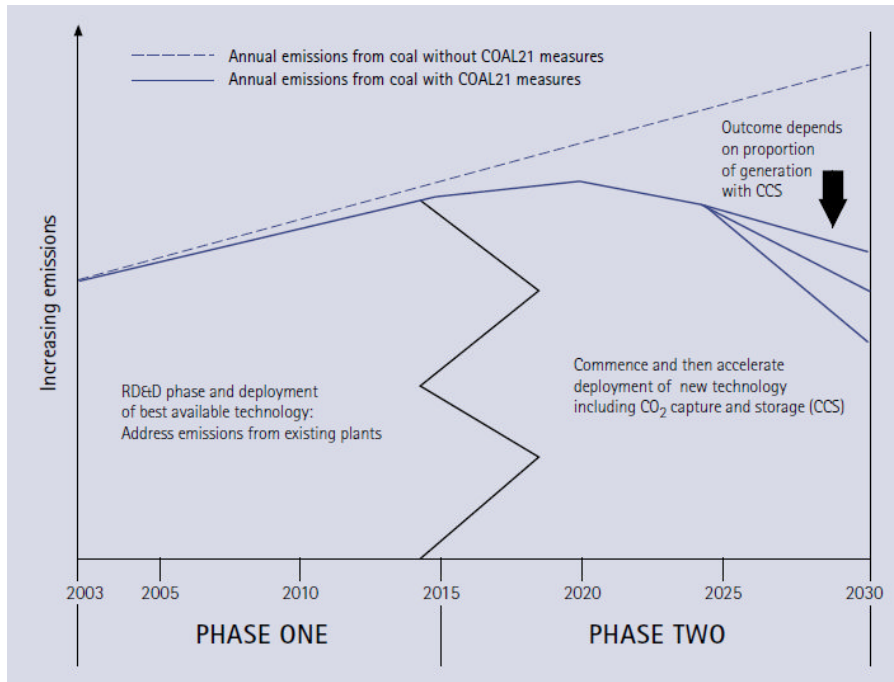


図 4-18 COAL21 の National Action Plan と排出量への影響

表 4-14 COAL21 が選定した優先技術

技術	現状
CCS	<ul style="list-style-type: none"> ・回収:炭素回収は可能であるが、高コスト。 ・貯留:長期貯留に適したサイトの特定が必要。
IGCC(黒炭/褐炭)	<ul style="list-style-type: none"> ・黒炭:豪州では未だ実証されていない。(EU及び米国では実証済み。) ・褐炭:小規模では実証済み。商用規模では未だ。
酸素燃焼	<ul style="list-style-type: none"> ・開発初期段階
褐炭脱水・乾燥	<ul style="list-style-type: none"> ・数多くの技術があるが、さらなる実証実験が必要。
ウルトラ・クリーン・コール(UCC)	<ul style="list-style-type: none"> ・豪州で開発、日本で実験。次の段階のパイロットプラントが必要。

出典) Annual Review 2005 (COAL21)

4.1.3 火力発電の低炭素化の方向性

我が国において火力発電の低炭素化を推進するためには、IGCC など火力発電高効率化技術の開発・導入を推進するとともに、電源計画に炭素価格の要素を加えた検討が必要である。長期的には、国内での導入可能性を検証した上での CCS 導入の推進、電力システムの再構成に応じた火力発電の設備容量・発電電力量の低減などの方策も必要となる。

また、基盤的な施策であるキャップ・アンド・トレード方式による国内排出量取引制度や地球温暖化対策税の導入を契機とした低炭素化の促進を図ることが重要である。

CCS の具体的な導入のあり方としては、関連技術の整備や大規模実証実験を実施しつつ、CCS-Ready を義務付ける等の制度を整えていくことが適切である。ただし、CCS は、貯留の適地に関する地域偏在性が強いこと、実質的な効率低下により化石資源の必要量を増加させること、エネルギー安全保障に資するものではないこと、CO₂ の貯留容量には限界があり “つなぎの技術” であること等に留意する必要がある。

4.1.4 高効率火力発電技術の海外移転による地球規模の削減貢献

日本の高効率石炭火力発電技術の世界全体に適用すると 2030 年において年間約 18.7 億 t-CO₂ の削減効果があるとの試算がある³⁵。「新成長戦略（基本方針）」で掲げる「民間ベースの技術を活用し、世界の温室効果ガスを 13 億 t 以上削減（日本の総排出量相当）」という目標において、日本の高効率火力発電技術の海外移転は主要な達成手段であり、地球規模での排出削減に貢献すると考えられる。

4.2 化石燃料供給（都市ガスの普及と低炭素化）

4.2.1 国内における都市ガスの普及による低炭素化

（1）天然ガスの CO₂ 排出原単位

石炭の CO₂ 排出原単位を 100 とした場合、石油は 80、天然ガスは 60 となり、窒素酸化物、硫黄酸化物についても天然ガスの排出原単位は低い。このように、天然ガスは化石エネルギーの中では比較的クリーンなエネルギー資源であると位置づけられる。



図 4-19 化石エネルギーの CO₂ 排出量原単位等の比較

出典) エネルギー白書 2009 (資源エネルギー庁)

³⁵ 電気事業連合会による試算

(2) 天然ガスパイプラインとLNG基地

国内における主要な天然ガスパイプラインとLNG基地を次図に示す。都市ガス供給、天然ガス火力発電の拡大に備えて、数多くのLNG基地、パイプラインが計画されている。

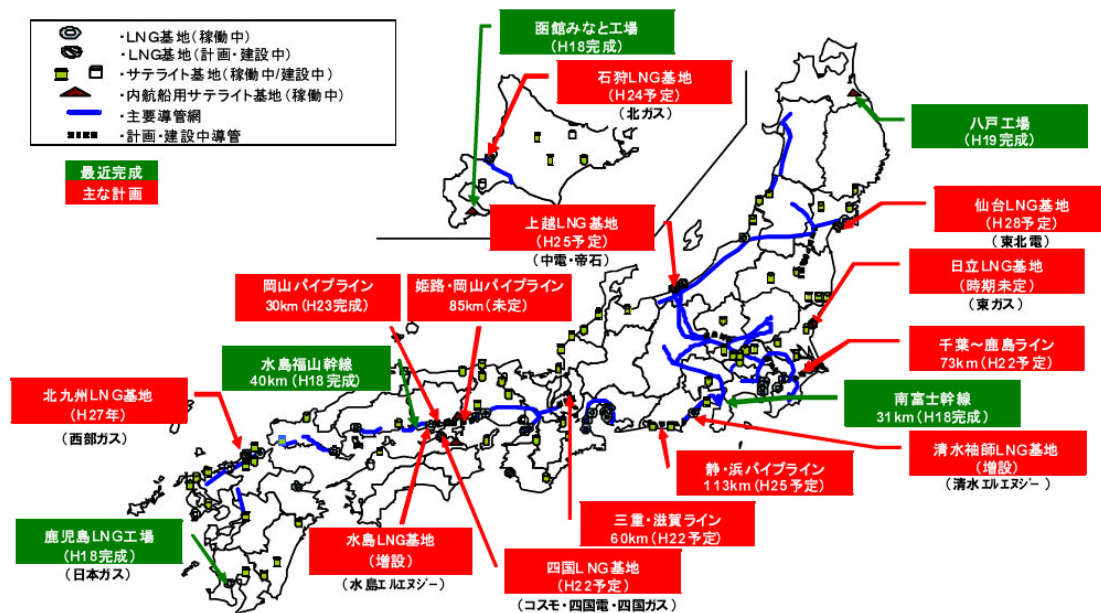


図 4-20 天然ガスパイプライン・LNG基地の整備状況と計画

出典) ガス業界のこれまでの取組み—エネルギーの高度化と低炭素化に向けて (日本ガス協会)

(3) ガス事業の低炭素化への取組

都市ガスの低炭素化に向けた取組として、総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会が「低炭素社会におけるガス事業の在り方について (2009年7月)」を公表した。ガス事業における徹底的な省エネ・省CO₂を実現するために、燃料電池の普及開発、再生可能エネルギーの導入、スマートエネルギーネットワーク³⁶の構築など15種類の具体的な取組を進めることとしている。

³⁶ コージェネレーション設備等の分散型電源、太陽光・風力発電・バイオガス等の再生可能エネルギー、建物間電力・熱融通配管等の熱融通インフラ、エリア最適化用制御システム等により、家庭・集合住宅・地域・都市等、様々なレベルでの需要面・供給面を統合するもの。

表 4-15 ガス事業の低炭素化への具体的な取組

1. 分散型エネルギーシステムの展開	(1) コージェネレーション設備（燃料電池を含む）の普及・開発
	(2) スマートエネルギーネットワークの構築に向けた取組の強化（需要面・供給面の統合に関する実証等）
2. 水素エネルギー社会の構築に向けて	(1) 燃料電池の普及・開発、水素製造技術等の開発
	(2) 水素関連インフラの整備（ローカル水素ネットワークの構築等）
3. 産業部門における天然ガスの高度利用（省エネ・省CO ₂ ）	(1) 高効率機器・燃焼システムの開発・普及
	(2) 中小企業における高度利用の取組
4. 再生可能エネルギー等の導入	(1) バイオガス
	(2) 太陽熱
	(3) 未利用エネルギーの利用等
5. 基盤的取組	(1) 天然ガスの安定供給の確保
	(2) 基盤インフラ整備
	(3) 海外への省エネ技術移転等
	(4) 総合エネルギーサービス事業への展開
	(5) 地域社会・自治体等の取組強化のための枠組みづくり
	(6) 国民への広報・教育

出典) 低炭素社会におけるガス事業のあり方について（総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会）

また、電気やガス、石油事業者といったエネルギー供給事業者に対し、非化石エネルギー源の利用を拡大するとともに、化石エネルギー原料の有効利用を促進することを目的として、エネルギー供給構造高度化法が2009年8月28日に施行された。エネルギー供給事業者に対して、太陽光、風力等の再生可能エネルギー源、原子力等の非化石エネルギー源の利用や化石エネルギー原料の有効な利用を促進するために必要な措置を講じる法律である。

4.2.2 海外における都市ガスの普及による低炭素化の取組動向

欧州及び北米では、国際的な天然ガス幹線パイプラインが縦横に整備されており、天然ガスの生産地やLNG基地と、都市ガス事業や天然ガス火力発電、コージェネレーション設備などの消費地とを結ぶ供給インフラとして機能している。

韓国では、国土全体に天然ガスの幹線パイプラインが整備されており、主要都市の都市ガス事業へ供給されるとともに、天然ガス火力発電にも利用されている。特に近年では、天

然ガスを低炭素エネルギーと位置付け、更なる利用拡大を目指している。そのために、推進する法令と助成制度を導入している。

具体策の一つが、地域冷暖房の推進政策である。規制当局が特定地域を総合エネルギー地域として指定し、その地域における全建物に対し地域冷暖房エネルギーシステムへの接続義務を課している。同時に、融資、税制で優遇するとともに、卸価格での契約を認めるなどの特典を与えている。

表 4-16 韓国における地域冷暖房推進政策

1. 都市開発計画における総合エネルギー対策（2006年）
（1）規制当局が特定地域を「総合エネルギー地域」として指定
（2）指定地域は熱供給ネットワークを含む建設計画を策定
（3）指定地域内の全建物は地域暖冷房エネルギーシステムへの接続義務あり
2. 支援策
（1）融資
・民間80%、中小企業・公共団体90%
・利率：5.0%
（2）税制
・10%課税対象控除
（3）卸価格
・10万kW超のCHPを対象にKOGASと相対契約可能

4.2.3 都市ガスの普及による低炭素化の方向性

天然ガスは石油や石炭と比較するとCO₂排出原単位等が小さく、化石燃料の中でクリーンなエネルギー資源である。

化石燃料の利用の低炭素化として天然ガスの利活用を将来に向けて推進していくために、天然ガスの高度利用を促進することが重要である。そのためには、燃料電池・水素利用技術、高効率機器・システム等の開発・普及を核としつつ、バイオガス・太陽熱・太陽光等の再生可能エネルギーの導入も含めた、総合的な事業展開を図っていくことが求められる。

さらに、天然ガスパイプラインや、熱と電気が有効活用できるスマートエネルギーネットワークの活用推進など、ガス供給インフラの整備等が必要である。