

海外における系統電力の 低炭素化のための取組状況

平成22年1月13日

地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会
エネルギー供給WG（第1回）

海外における系統電力の低炭素化のための取組状況

- 石炭火力は以前として各国の主要電源だが、ドイツや英国等は発電電力量全体に占める割合が減少傾向にある。
- 石炭火力比率が減少している国において、増加する電力需要はガス火力、原子力等により賄われている。再生可能エネルギーの割合は微小ではあるが、近年増加傾向にある。
- 石炭火力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、CCTの優先順位は高い。
- EUでは新設石炭火力に対し、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。

	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以上の新設化石燃料プラントを対象に、CCS設備設置のためのスペースを確保すること(CCS-ready)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づけ。 	<ul style="list-style-type: none"> ■国内石炭産業を保護するため補助金制度を運用していたが、2000年から補助金額の削減が開始、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考えられる。 	<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。
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"> ■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。 ■EUI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。
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。 		

海外における系統電力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)
米国	<ul style="list-style-type: none"> ■石炭は全体の約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による電力も増加傾向にある。 	<ul style="list-style-type: none"> ■オバマ政権はCCSプロジェクトに24億ドルの予算を計上。 ■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に関して複数の野心的施策を掲げている。 ■カリフォルニア、モンタナ、ワシントン州でCO2排出規制を発電所に対して課している。 	<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している。
豪州	<ul style="list-style-type: none"> ■産炭国であり、電力供給の約8割を石炭火力発電が占める。 ■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"> ■豪州政府は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づけ、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、およ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"> ■経済産業省から出されている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CCS研究開発の中心。長岡市において国内初のCO2の帯水層への圧入を実施。

1. EU ～政策・技術開発動向（IGCC/CCS等）～

政策動向

- 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。
 - CCS (Carbon dioxide Capture and Storage: 二酸化炭素の回収・貯留)の法的枠組みを設定。
 - 定格出力300MW以上の新設化石燃料プラントを対象に、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(CCS-ready)を義務化。
※上記「実現可能性(環境面・技術面・経済面)」の定量的な判断基準は本指令内では明確になっておらず、EU単位および各国単位で今後詳細な検討が行われる。
 - 革新的なCCS技術への資金供給を実施。
- 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)を創設。

技術開発動向

- 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(クリーン・コール・テクノロジー)を採用。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、コプロダクション等。

A-USC(Advanced Ultra Supercritical)
: 先進超々臨界圧
IGCC(Integrated Coal Gasification Combined Cycle)
: 石炭ガス化複合発電

Activity 6: Clean Coal Technologies

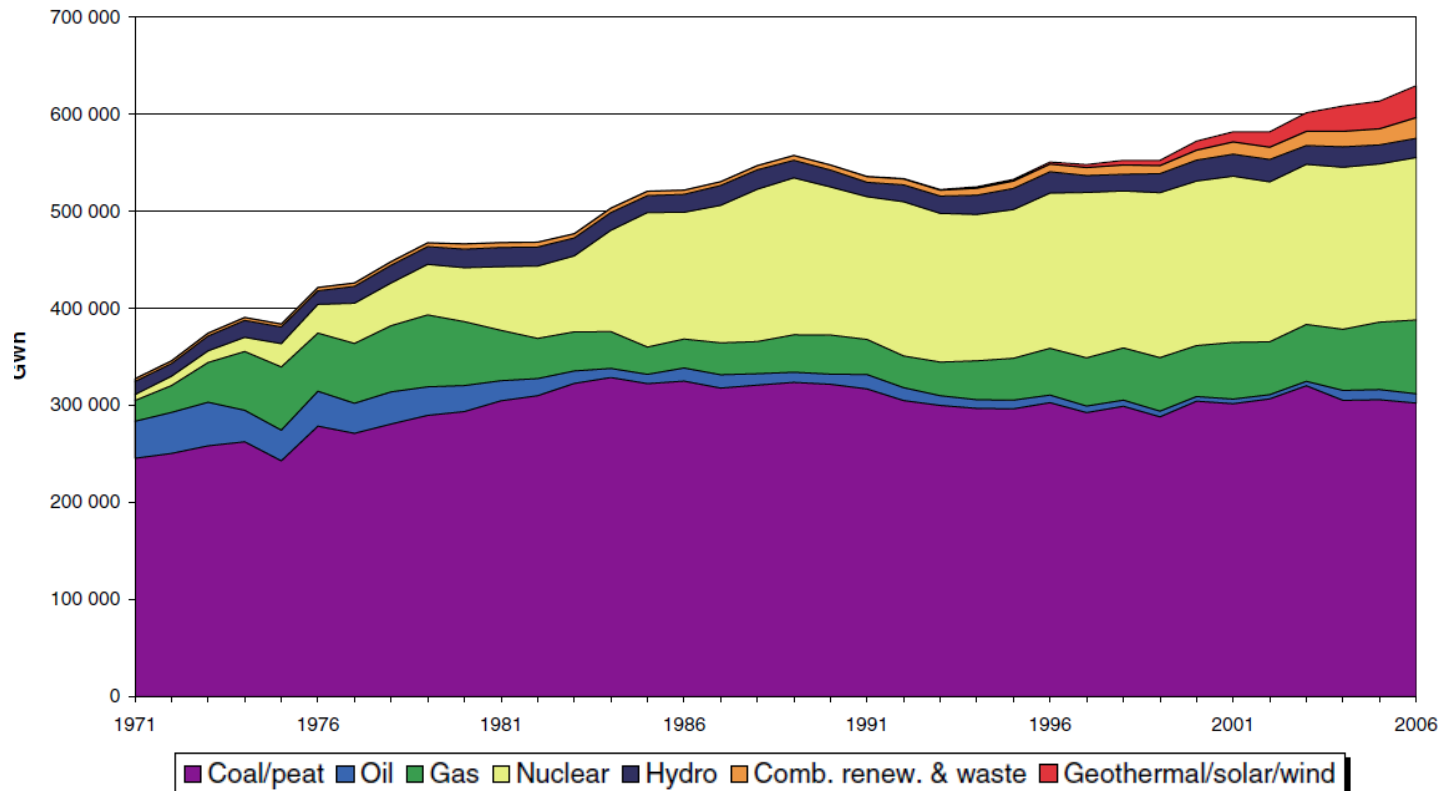
- Conversion Technologies for Zero Emission Power Generation
 - Pulverised Fuel Combustion / USC
 - Integrated Coal Gasification Combined Cycles
 - Application of Fluidised Bed Technologies
- Coal Based Poly Generation
 - Conversion processes (liquefaction, gasification) coupled with CCS
 - Efficient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

図 FP7におけるCCTの概要

2. ドイツ ～ 電源構成の推移 ～

- 発電電力量に占める石炭火力の割合は、1970年代の約70%から近年は約50%まで減少。1980年頃から300TWh前後で横ばい。
- 1973年に約1割を占めていた石油火力は、近年1%にまで大幅に減少。
- 増加する電力消費量は、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。

図 電源構成の推移



2. ドイツ ～石炭火力に係る政策・規制動向～

政策動向

■ドイツの国内炭は輸入炭の3倍の生産コスト。国内石炭産業を保護するため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を開始し、将来的には本補助金制度を停止することが決定。

- 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。等々

規制動向

■現時点でCO2に関する規制はない。

■現時点でCCSに関する規制はないが、欧州のCCS指令に合わせて今後自国内の法整備を進めると考えられる。

図 石炭生産量の推移

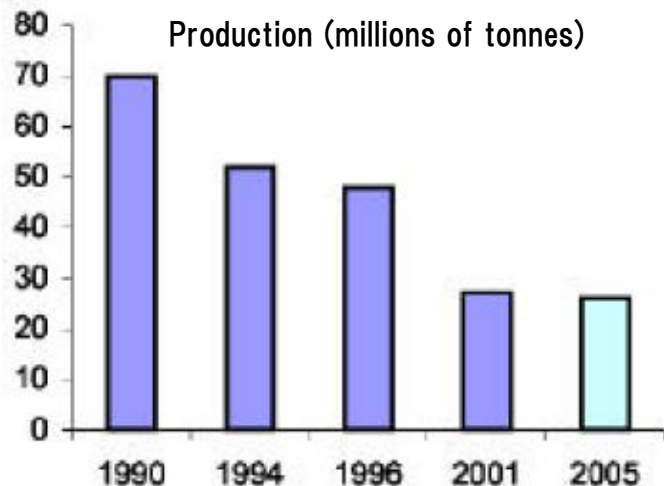
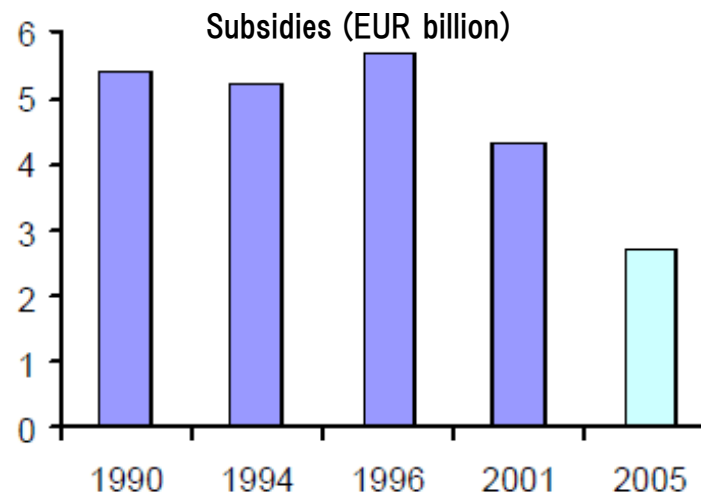


図 補助金額の推移



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。

2. ドイツ ～技術開発動向（IGCC/CCS等）～

- 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削減技術開発研究を実施。
- 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。IGCCの発電効率目標は、CO₂分離なしの場合、2010年50～52%、2020年54～57%、2025年57～62%を掲げる。
- 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。基礎技術開発、CO₂貯蔵候補地の調査等を実施中。CCS貯留地は内陸部地下にて検討中。
- 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。回収されたCO₂は、発電施設の地下1000メートルにある岩石層に液化した状態で備蓄される。

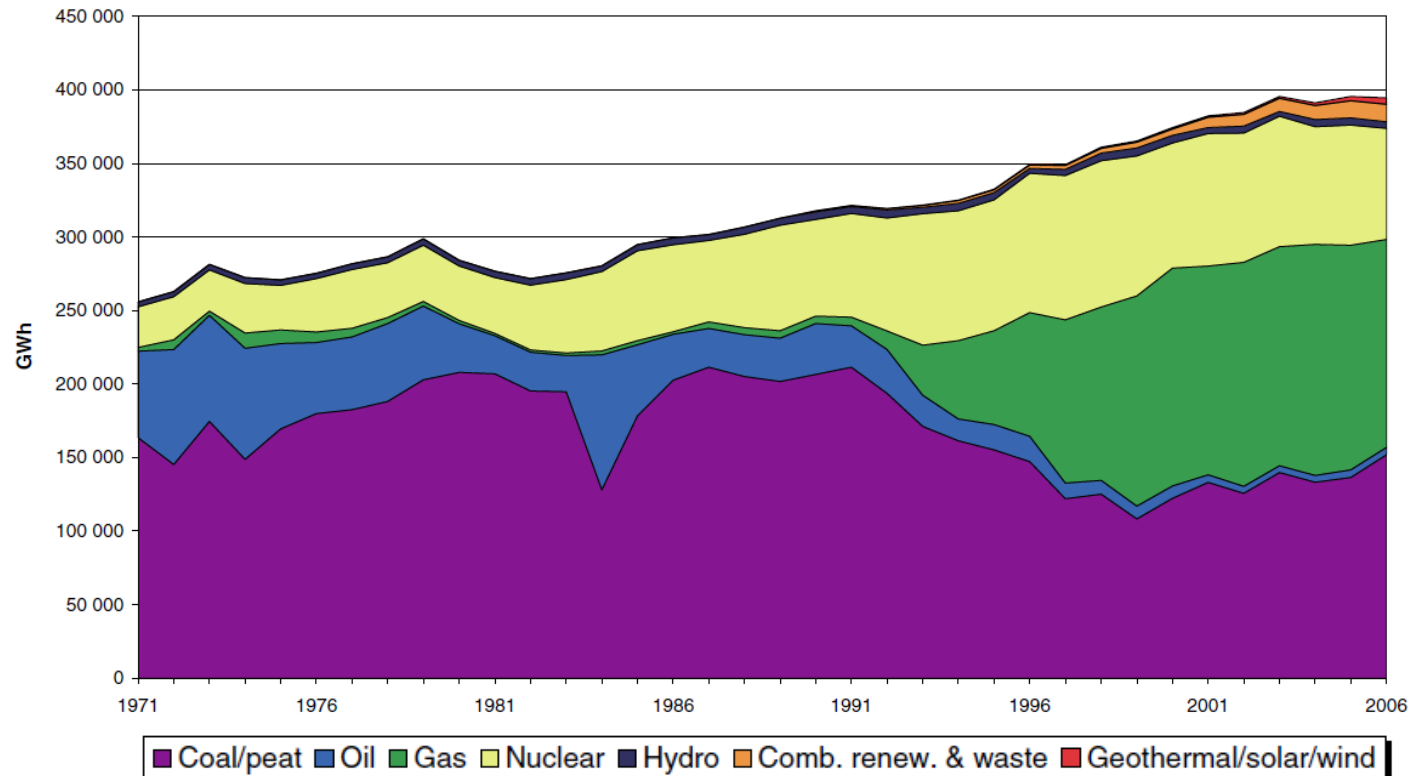
図 RWE PowerのIGCC・CCSプロジェクト



3. 英国 ～ 電源構成の推移 ～

- 発電電力量に占める石炭火力の割合は1970年代の約60%から近年は約35%まで減少。総量も大幅に減少した後、近年横ばい傾向。
- 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。
- 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、原子力は近年減少傾向。
- 太陽光・風力などの再生可能エネルギーが増加。

図 電源構成の推移



3. 英国 ～石炭火力に係る政策・規制動向～

政策動向

- 石炭火力は全発電量の約3分の1を占める主要電源。英国政府は今後も石炭の有効利用を重要エネルギー施策として位置づける方針。
- 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。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する補助金を支給。
- 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」を創設。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。
- 2008年11月にエネルギー法(Energy Act 2008)が成立。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。
- 貿易産業省(現:ビジネス・企業・規制改革省(BERR))は、2007年6月21日に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分野における専門的知見の強化を目指す。

規制動向

- EUによるCCS指令への対応として、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。
- 将来的には全ての化石燃料プラントをCCS-ready義務化対象として検討する方針。

3. 英国 ～技術開発動向（IGCC/CCS等）～

- 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。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(下表参照)。
- 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出をほとんどゼロにすることを目指す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。
- 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。

表 英国における主なIGCC(+CCS)プロジェクト

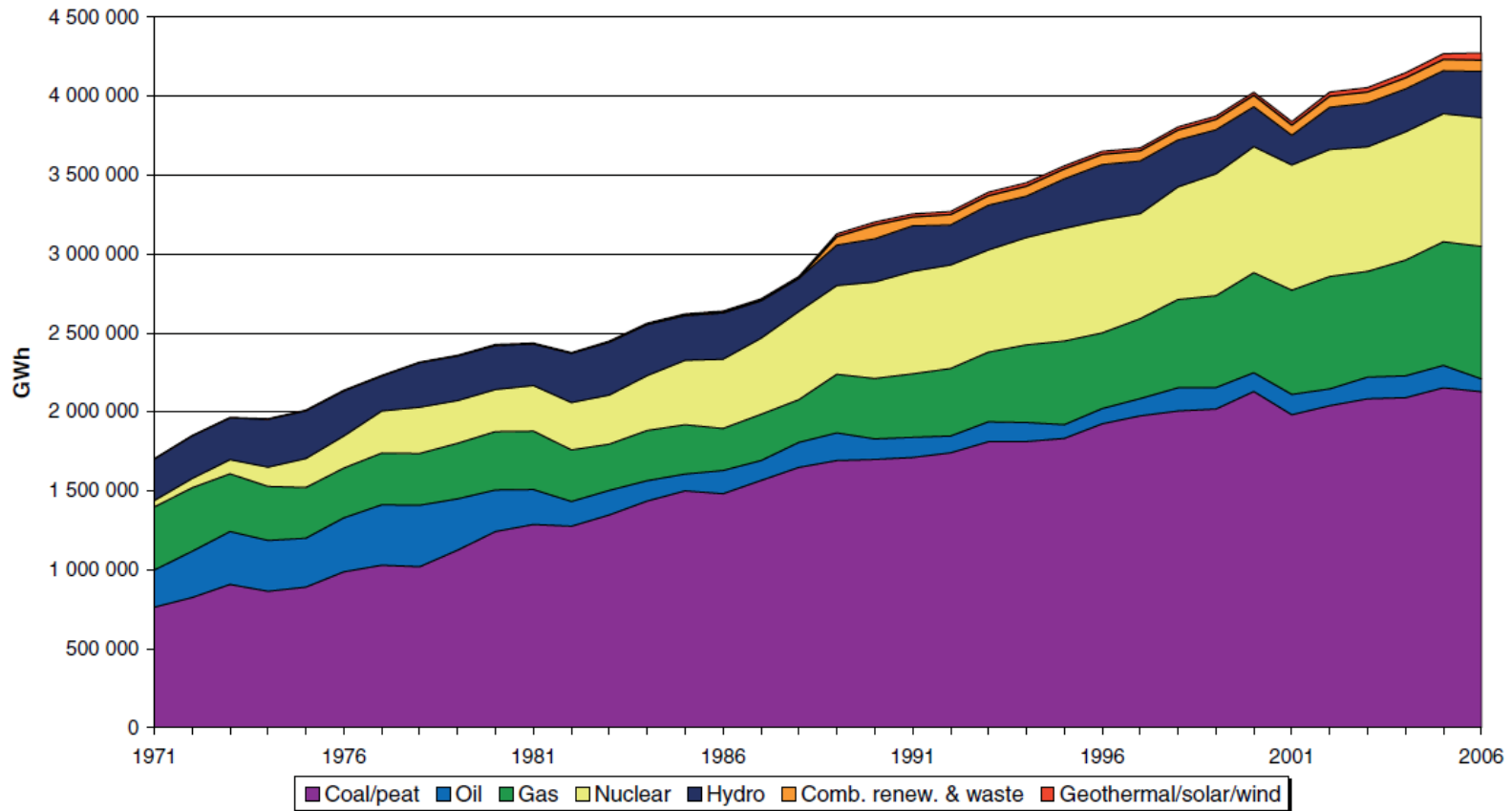
実施主体	運開年	出力[MW]	燃料	CO2回収	その他
Centrica	2012	800	石炭	運開より実施 (回収率85%)	・EORとして貯留
Powerfuel		740	地元炭	運開より実施 (回収率～90%)	・EORとして貯留
E.ON	2012/2013	360	石炭	運開より実施	・発電効率目標35%(LHV)以上 ・EORとして貯留 ・現在事業停止中

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

4. 米国 ～ 電源構成の推移 ～

- 石炭は、全体の約50%を占める主要電源。需要に合わせて発電量も増加。
- 近年は、ガス火力・原子力の発電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による電力も増加傾向。

図 電源構成の推移



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

4. 米国 ～石炭火力に係る政策動向（1/2）～

- オバマ政権はCCS プロジェクトに24 億ドルの予算を計上。
- 米国エネルギー省は、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)
 - 地域的炭素隔離パートナーシップ(Regional Carbon Sequestration Partnerships)
 - FutureGen クリーンコール・プロジェクト(FutureGen Clean Coal Projects)
 - 炭素隔離中核プログラム(Carbon Sequestration Core Program)
- 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排出目標の設定および、CCSへの補助の拡充などを提唱している。

表 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1500億ドルの投資を行い、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年までに再生可能エネルギーを10%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">・省エネを促進することによって、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年で新築の50%、既築の25%の省エネを図る。・システムの信頼度、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。

4. 米国 ～石炭火力に係る政策動向（2/2）～

- 2005年エネルギー法において、石炭の新規技術開発に対して税控除。
- FutureGenが計画変更後（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、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。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）の創設およ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 2005年エネルギー法における主な税控除（石炭関連）

主な項目	内容
クリーン石炭発電イニシアティブ（Clean Coal Power Initiative：CCPI）	2006～2014年度に年間2億ドルを認可。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、として145億ドルを認可。この内、クリーン・コールの開発・利用に29億ドル
発電目的のクリーンコール施設への投資	3種の税控除を提供（16億1,000万ドル）
石炭ガス化発電プラント	コストのうち80%までを連邦が融資保証

表 再構築後のFutureGenの概要

・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CO ₂ 回収率：90%以上
・年間CO ₂ 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

4. 米国 ～石炭火力に係る規制動向（1/2）～

- カリフォルニア、モンタナ、ワシントン州でCO2排出規制を発電所に対して課している。
- 多くの石炭発電の建設計画がキャンセルされている。

表 主な州の石炭発電に対する取り組み

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(=1100ポンドCO2/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ンドライトによる供給計画で、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ンドライトの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。 オーランドユー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CO2)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、MORI作成

4. 米国 ～石炭火力に係る規制動向（2/2）～

表 主な州の石炭発電に対する取り組み

州	制度	根拠法	主な動き
カンサス	CCSI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、サンフラ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 CCSI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ヵ月後以降に、CCSI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	CCSI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、TXUI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 CCSIについては検討中	WVC 24-2-1 Senate Concurrent Resolution No.54(proposed)	
ウィスコンシン	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

4. 米国 ～技術開発動向（IGCC/CCS等）～

■ 石炭技術開発について各種ロードマップを発表。

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

■ 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 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/MW-hr	0.09	0.04-0.09	0.02-0.04	0.04-0.02	0.01-0.02
SO ₂ , lbs/MW-hr	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/MW-hr	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%

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/MW-hr	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)

<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

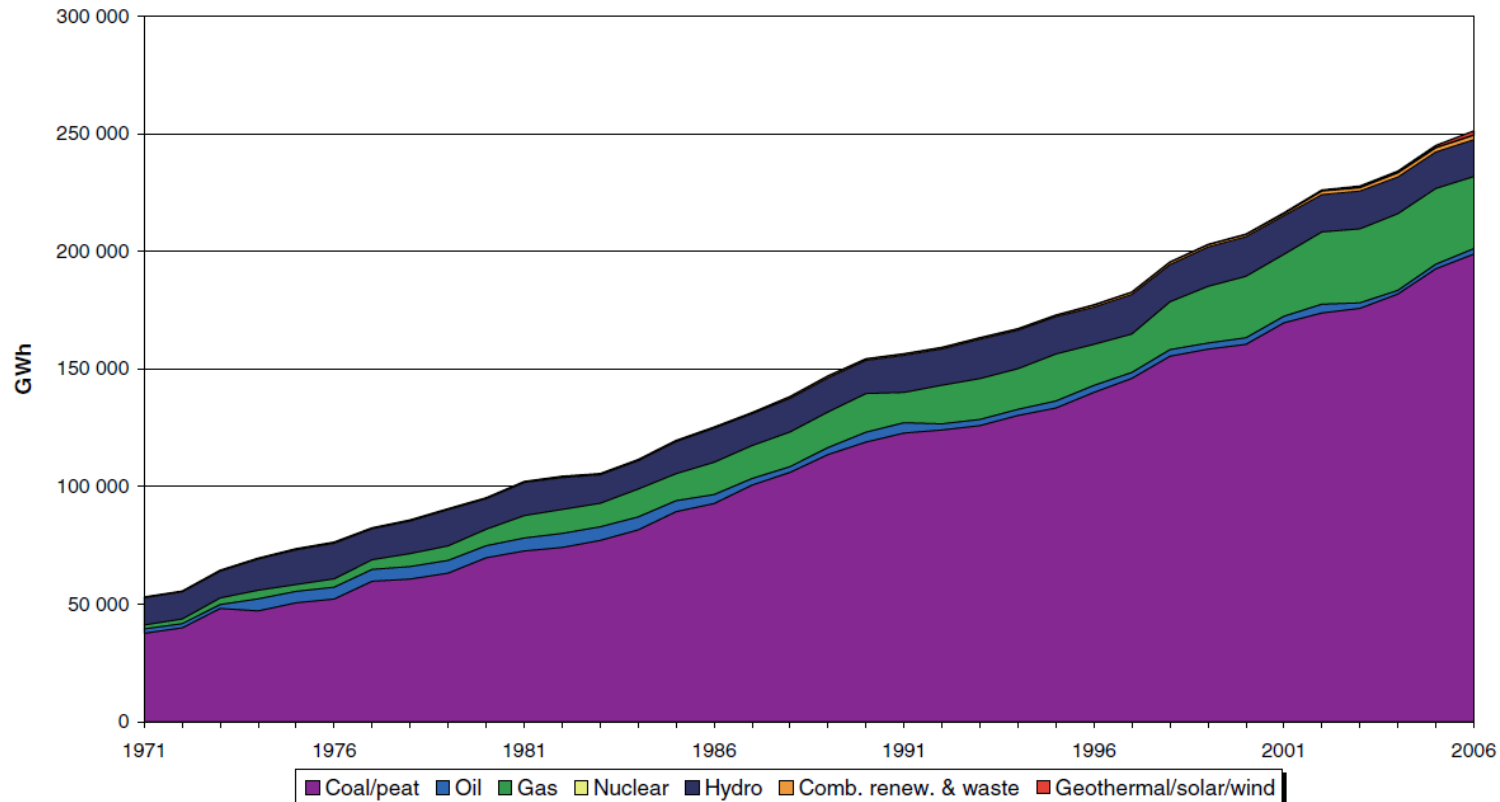
TCR(Total Capital Requirement): 特許使用料等を含むプラント資本費

出典: "CURC/EPRI Technology Roadmap Update" (2007)

5. 豪州 ～ 電源構成の推移 ～

- 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。
- 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、増大するエネルギー需要への対応としてガス発電の促進を掲げている。

図 電源構成の推移



5. 豪州 ～石炭火力に係る政策動向～

- 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。

表 クリーンコールテクノロジー関連の2008-09年予算の概要

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
クリーンコールテクノロジーに関する豪中共同協議 (Australia-China Joint Coordination Group on Clean Coal Technology)	20

5. 豪州 ～技術開発動向（IGCC/CCS等）（1/2）～

■ 豪州政府はCO2CRC (Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies)を設立。CO2CRC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。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。

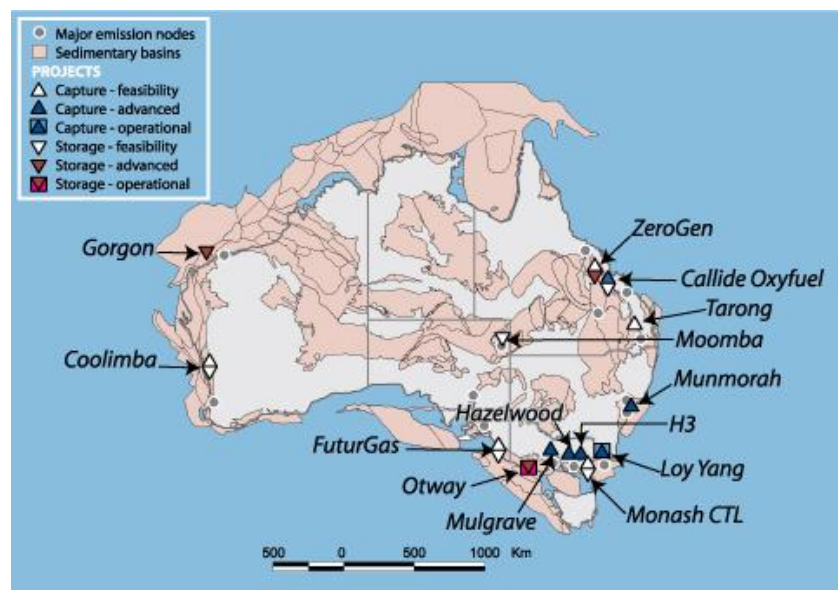
■ 現在進められている主なプロジェクトは下記。

- Otway Project; 2008年4月から開始された、豪州初のCO2地中貯留・隔離の実証実験。CO2圧入が開始されており、今後5万～10万トンを押入する計画。
- Callide Oxyfuel Project; クィ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 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	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

図 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)

※ 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)

5. 豪州 ～技術開発動向（IGCC/CCS等）（2/2）～

■ COAL21

- 2003年に創設された、石炭発電起因のGHG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。事務局はACA (Australian Coal Association; 豪州石炭協会)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。注力して技術開発を実施すべき優先技術を選定。

図 COAL21のNational Action Planと排出量への影響

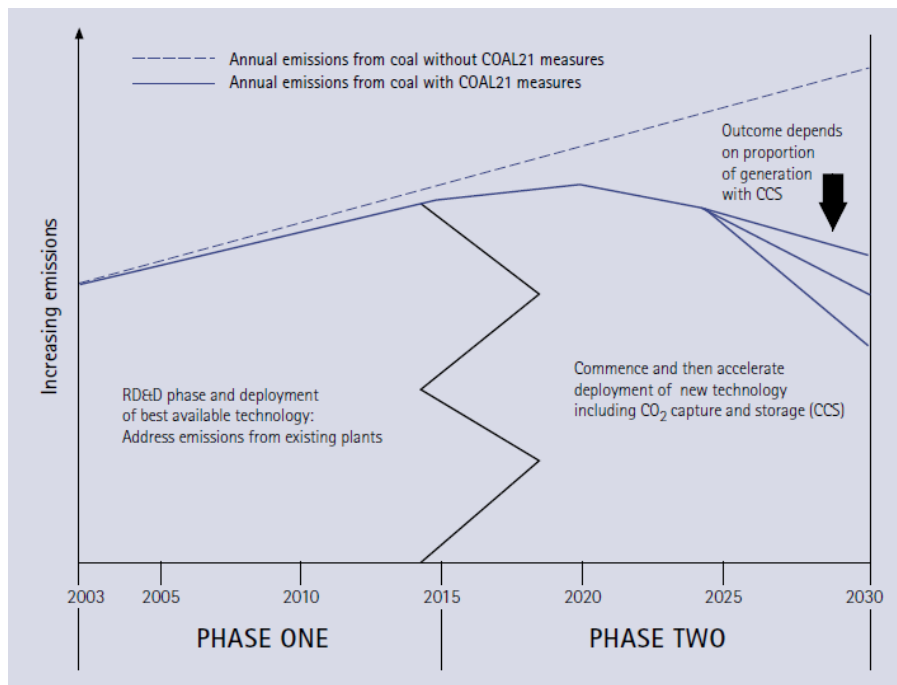


表 COAL21が選定した優先技術

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)