

## 事業原簿

作成：平成28年11月

上位施策等の名称	エネルギーイノベーションプログラム	
事業名称	ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／クリーン・コール・テクノロジー推進事業、及びクリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査	PJコード： P92003 P10016
推進部	環境部	
事業概要	<p>(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業</p> <p>石炭利用に伴うCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等、地球環境問題への対応、エネルギー需給の安定化への対応等を図るため、我が国の石炭利用技術分野における最新技術の普及可能性、技術開発動向等の調査を実施する。また、国内外の石炭エネルギー技術開発活動への参加又は会議等の開催を通じ、研究開発要素の高い課題又は最新の技術情報等の収集分析及び関係者への情報提供を行う。</p> <p>(2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査</p> <p>①CO<sub>2</sub>分離回収システム最適化調査研究</p> <p>将来CCSが実用化された際に、脱硫設備が付いた既設IGCCにCO<sub>2</sub>の分離・回収設備を追設する場合と、CO<sub>2</sub>の分離・回収付きのIGCCを新設する場合がある。各ケースでCO<sub>2</sub>の分離・回収部分のエネルギー効率及び建設コストが異なるため、それぞれの構成システムの最適化を調査する。</p> <p>②燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術適用性調査</p> <p>石炭は主成分の炭素、水素、酸素の他、硫黄、窒素など多種類の微量成分を含有するため、ガス化過程において揮発し石炭ガスに様々な微量成分が混入する。特に、B、Cd、Si、P、S、As、Se、Sb、Clといった微量成分は燃料電池の電極材料の劣化要因となり、燃料電池の性能低下を招くことが懸念されている。このため、石炭ガスを燃料電池に適用するためには、微粒子や硫黄化合物の他、多種類の微量成分を精密除去する必要がある。</p>	

	このため、石炭ガス化ガス中の微量成分（被毒成分）を高度に除去する技術と燃料電池側の要件を調査し、ガス精製システムの仕様を決定する。						
事業期間・ 予算	(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業 事業期間：平成24年度～平成27年度 契約等種別：委託 勘定区分：一般勘定、電源勘定、エネルギー需給勘定 [単位：百万円]						
		～H23年度 (総額実績)	H24年度 (実績)	H25年度 (実績)	H26年度 (実績)	H27年度 (実績)	合計
	予算額	2,837	100	127	129	15	3,208
	執行額	2,289	88	117	66	15	2,575
	(2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査 事業期間：平成26年度～平成27年度 契約等種別：委託 勘定区分：一般勘定、電源勘定、エネルギー需給勘定 [単位：百万円]						
			H26年度 (実績)		H27年度 (実績)		合計
予算額		202		75		277	
執行額		202		75		277	
事業の位置 付け・必要 性	<p>(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業</p> <p>石炭は埋蔵量が豊富で広範な地域に賦存し経済性に優れていることから、我が国においては、石油ショック以来石油代替エネルギーの重要な柱のひとつとして石炭が位置付けられ、その導入が図られてきた。また、我が国の1次エネルギーに占める石炭比率は20%であり、石炭は今後とも重要なエネルギー源とされている。</p> <p>しかし、石炭は単位発熱量当たりの二酸化炭素排出量が他のエネルギー資源より多い等、環境負荷が高く、近年の地球環境問題への高まりから、石炭の有する課題(地球温暖化、酸性雨、取扱いの困難さ、石炭灰処理)の克服が必要不可欠となっている。</p> <p>このような状況の下、環境負荷の一層の低減を図るため、高効率燃焼技術、転換技術等、クリーン・コール・テクノロジー(CCT)の開発の推進を図ることは必要な措置である。また、CCTに関連する開発可能性調査の実施及び基礎的情報を収集し、民間企業等へ提供するこ</p>						

	<p>とにより技術開発のリスクを低減させ、CCTの実用化につなげていく必要があることから当該事業の実施は必要である。</p> <p>(2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査</p> <p>石炭は、石炭火力発電を中心に、今後とも世界的に需要が拡大し、世界の一次エネルギーに占める割合が高くなると見込まれているが、一方、石炭利用に伴い発生するCO<sub>2</sub>やSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等の有害物質による地球環境、及び地域環境問題への対応が課題であり、今後のエネルギー需給の安定化のためにも、より高度なクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の開発が求められている。CO<sub>2</sub>対策としては、高効率石炭火力発電技術及びCO<sub>2</sub>回収・貯留技術（CCS）が期待され、その組み合わせによる大規模実証プロジェクトも、欧州、米国、豪州、中国などにて計画されており、我が国においても今後CCSを含むCCT技術の実用化が行われる事が求められている。</p> <p>これらの技術開発の推進には、事前の実用化可能性調査により、開発した技術の価格、市場性、社会受容性、技術開発項目及び開発計画等の検討を行い、必要な時期に必要な技術を適正な価格で開発することが必要となる。</p>
<p>事業の目的・目標</p>	<p>(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業</p> <p>石炭利用技術分野において、エネルギーセキュリティー、CO<sub>2</sub>排出低減、環境負荷低減、国際競争力の強化を図るために必要となる基礎的情報や最新情報の収集・解析、及び将来におけるCCTの導入可能性について関連技術の適応性、課題等の調査を行う。また、海外（特に、中国や東南アジア諸国）との技術協力を通して、我が国の優れたCCTの導入に向けた取組を行う。</p> <p>(2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査</p> <p>①CO<sub>2</sub>分離回収システム最適化調査研究</p> <p>CO<sub>2</sub>分離回収システムのケーススタディ結果を踏まえて、最適なCO<sub>2</sub>分離回収となるIGCCシステムの概念設計・試設計を行い、エネルギー効率及びCO<sub>2</sub>分離回収コストを把握する。</p> <p>②燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術適用性調査</p> <p>燃料電池の長期安定稼働実現に向け、石炭ガス化ガス中の微量成分（被毒成分）を高度に除去する技術と燃料電池側の要件を調査し、燃料電池用クリーンナップ装置の概略仕様を決定する。</p>

事業の成果	<p>(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業</p> <p>(1)-(a) クリーン・コール・テクノロジー調査事業</p> <p>①モンゴルにおける褐炭ブリケット製造事業に係る合理化検討(H24年度)</p> <p>モンゴルの大気汚染の環境改善に資するため、モンゴル国内のバガヌール褐炭を原料に日本の乾燥・乾留・ブリケット製造技術を用いたセミコークスブリケット製造工場(年産20万トン)の事業化検討を行った。機器の海外調達、製缶品・架台の現地調達、モンゴル工事業者の選定、安価なバインダー調査を行うと共に、ファイナンスの検討を実施した。現状、経済性に課題があり事業化に繋がらなかった。こうした状況を踏まえ、事業化に繋がらなかった要因分析の深堀の必要性を再認識し、案件採択時の評価手法の見直しに反映した。</p> <p>②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンナップ要素研究(H24年度～H26年度)</p> <p>ガス分析方法評価検討を行い得られた成果を用い、多目的石炭ガス製造技術開発(EAGLE)パイロット試験設備で生成される実際の石炭ガス化設備後段のガス精製設備下流の精製ガスやCO<sub>2</sub>分離回収後の水素リッチガス中の微量成分の測定、配管内面の付着物について調査した結果、SOF<sub>2</sub>被毒成分が複数あることが分かった。</p> <p>本研究成果は、燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術適用性に反映し、現在燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術要素研究に活用されている。</p> <p>③低品位炭利用促進事業に関する検討(H24年度)</p> <p>本調査では、低品位炭の技術を整理し、産炭国の炭質などから各国の技術ニーズを検討し、これらのマッチングから各技術の市場規模を推定した。</p> <p>また、過去の我が国の低品位炭高付加価値化技術開発を振り返り商用化が遂げられなかった要因を明確化した。本調査結果をベースに次年度の未利用炭調査とビジネスに関する検討に繋げた。</p> <p>④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討(H25年度)</p> <p>平成24年度に策定したビジネスモデル評価方法に基づき、製品、サイト及び需要者等を特定した高付加価値製品の事業について、ケーススタディを行うことで、評価方法の妥当性を評価し、課題があれば</p>
-------	--

評価方法をブラッシュアップした。検討結果でより商用化の可能性を向上させることが確認されたことから、本ビジネスモデル評価手法は、以後の低品位炭利用促進事業に展開し活用している。

⑤エネルギー需給における石炭の役割と今後のCCT技術開発のあり方に関する検討（H25年度）

国のエネルギー基本計画（2014年2月）をベースに電源構成の推移を2050年まで推定した。現在の電源構成では2025年までは石油火力とLNG火力に頼らざるを得ない状況。2025年以降は人口減などで電力需要も減り、原子力の自然減分はLNG火力で賄う事も可能であるが、貿易赤字解消には高効率石炭火力とCCSの導入が必要。2035年以降は石炭火力を導入するインセンティブは低く、高効率石炭火力導入には新たな発想のシナリオが求められる。また、「日本のクリーン・コール・テクノロジー」の情報を最新のものに改訂することを目的として、石炭利用技術の最新の状況を整理し個々の技術のその後の状況を調査した。その結果、石炭直接液化技術、改質技術、流動床関連技術の多くは完了しており、多目的利用の一部ガス化技術が高効率発電技術に受け継がれていた。これらの調査結果はクリーン・コール・テクノロジーロードマップの検討に活用された。

⑥CO<sub>2</sub>分離回収技術の検討（H26年度）

本調査は、化学吸収法や物理吸収法、膜法などのCO<sub>2</sub>分離回収技術の整理、各技術の特徴とCO<sub>2</sub>回収エネルギーの比較、及び進捗状況や実現可能性を調査した。また、NGCC、IGCC、微粉炭火力で1,000MW級発電所に適用した場合のCO<sub>2</sub>回収後のkWh当たりのCO<sub>2</sub>発生量と発電コストの関係を求め、比較検討した。本成果はOCG第2段階の検討に反映した。

⑦石炭火力発電での低品位及びバイオマス燃料混焼の経済性検討（H26年度）

本調査は、国内の石炭火力発電所において低品位炭導入に伴う、技術課題や経済性を調査した。また、国内外のバイオマス調達に係る経済性を調査し、バイオマス燃料の安定供給と石炭火力での混焼による経済性メリットを明らかにした。低品位炭利用については、自然発熱性、ミル制御、効率低下等の技術的課題はあるが、石炭市況レベルの

回復と共に、発電コストメリットを享受できる。市況動向を見据えた低品位炭利用の拡大が重要である。国内の木質バイオマスを大量にかつ安定的に調達することは困難、現状北米西海岸からの供給が有望視される。バイオマス燃料の混焼には、技術的にはミル性能限界の考慮が必要があり、バイオマス燃料は高価で発電コストが上昇するが、FIT制度により、一定の経済性は担保される。

本調査は、現状の国内の石炭火力発電の利用推進、普及に資する情報として整理し、今後の研究開発の方向性の検討に活用した。

#### ⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討（H26年度～H27年度）

我が国の石炭火力発電技術は、高い技術力と保守・運転ノウハウがあるにも係らず、新規発電所の国際入札において、諸外国勢に価格で競り負ける事例が少なくないことを踏まえ、日本勢が勝った案件の要因分析を実施した。その結果、PQ〔(Pre-Qualification)〕でUSCの実績が適用されている案件では諸外国勢が排除されていたが、今後、諸外国勢も経験を積み、発電効率は満たすことが想定される。本調査では、諸外国でプロジェクトを獲得するためには、諸外国との差別化が必要で、我が国の強みであるオペレーション品質（高稼働率）及びメンテナンス品質（高効率の維持）をサービスとして提供することが重要であり、メーカーのビジネスモデルを「売り切り型」から「リカリング型」に転換することが提言された。

上記では、PQへ石炭版LTSA（Long Term Service Agreement：長期保守契約）を入れ込むことで諸外国勢を排除すると共に、メンテナンス事業をパーツ売りからサービスに転換することで、高収益化も期待でき、競争力の強化へつなげる方向性も示された。

現在、本調査を踏まえ、ユーザーとメーカー、双方にメリットが見いだせるビジネスモデルの構築、必要な技術開発要素の検討をすべく、石炭火力の競争力強化方針の検討を進めている。

#### (1)-(b) 国際会議調査事業

##### ① IAE Clean Coal Center 調査事業（H24年度～H27年度）

IAE Clean Coal Center (IAE/CCC) では参加各国との Implementing Agreement に基

づき、CCTに関する技術情報調査等を実施し、参加各国に情報提供している。現在の参加各国は、オーストラリア、オーストリア、ドイツ、イタリア、日本、南アフリカ、イギリス、アメリカの8ヶ国と民間企業8社が会員として参加している。

NEDOは、我が国の代表機関として幹事会合(Executive Committee)に参加し、CCT関連の調査事業(会員から提案を募り、会員相互の投票で調査項目を決定)に積極的に多数の案件を提案し採用され、またIAE/CCCが主催する学会等に積極的に参画して、NEDOの活動を広報すると共に情報収集に努めた。得られたCCTに関する報告書等はNEDO内、政府機関等に情報共有化すると共に、NEDOの研究開発計画の参考とした。

②Global CCS Institute調査事業(H27年度)  
Global CCS Institute(GCCSI)ではCCS技術の世界的な利用促進を図ることを目的に種々の調査及び広報事業を展開している。参加機関は約100機関で、内、政府関係は約10%、産業界が約60%、その他研究機関、業界団体等で構成されている。

NEDOは、我が国の代表機関であるMETIの代行として、特にGCCSI日本事務所に調査項目の提案をして年間計画に盛り込み、打合、勉強会及びGCCSI主催の学会を通して情報収集に努めた。得られたCCSに関する報告書等はNEDO内、政府機関等に情報共有化すると共に、NEDOの研究開発計画の参考とした。

## (2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査

### ①CO<sub>2</sub>分離回収システム最適化調査研究

IGCCに設置するCO<sub>2</sub>分離・回収装置の最適システム及びコストの検討、試設計検討ケース及び検討条件を選定し、各ケースでの機器系統構成を定め、発電効率等を算出し、併せて追設及び新設の代表ケースでの発電コストの比較を行った。SourシフトのシステムはSweetシフトのシステムと比較して、効率面で有利であるものの、発電コストでは新設の場合は有利であるが、追設の場合は不利となった。また、商用システムを想定した場合、系統の高圧化及びシフト蒸気の低減への対応が可能である物理吸収が、化学吸収に比べて有利であることが判った。更に、1,300℃級IGCC実証試験設備にてCO<sub>2</sub>分離回収設備を追設する場合、回収率15%程度で対応可能で

	<p>あることを確認した。また、CO<sub>2</sub>分離回収設備を発電プラントに適用した場合の課題に、負荷追従性への適応があることを確認した。</p> <p>上述検討結果から、新設で熱効率追求を目的とする場合はSourシフト+物理吸収が適し、追設での最適化を目的とする場合はSweetシフト+物理吸収が適すると判断した。CO<sub>2</sub>回収率は、プロセス評価に必要な規模やサイト敷地の効率的な活用等を勘案し、回収率15%程度が適切と判断した。この選定に基づき、1,300℃級IGCC実証試験設備へのCO<sub>2</sub>分離回収設備の追設を想定した、Sweetシフト+物理吸収システム、CO<sub>2</sub>回収率15%程度のCO<sub>2</sub>分離回収設備、および必要な既存IGCC設備の改造に関し、主要設備仕様、プラント性能関連各データ、土木・建築緒元について試設計を行った。</p> <p>本調査結果については、OCG第2段階の設備設計に反映した。</p> <p>②燃料電池向け石炭ガスクリーナップ技術適用性調査</p> <p>本調査では、湿式ガス精製装置で精製された石炭ガス化ガスを対象とし、そのガスから固体酸化物形燃料電池(SOFC)に影響を及ぼす被毒成分(B, Cl, Si, As, Se, P, Cd, Sb)を除去するための乾式ガス精製技術について調査した。さらに、事業規模のIGFCシステムを想定し、SOFCに供給されるガス量から被毒成分を除去するために必要な燃料電池用ガス精製設備の吸着塔や設備構成について試設計を行い、開発課題について整理した。また、熱力学平衡計算を用いて石炭ガス化ガス中での被毒成分の形態を推定するとともに、模擬石炭ガス化ガスを用いた試験において被毒成分を添加する方法として水素化物発生法などの適用性について検討した。さらに、次のステップで想定される模擬石炭ガス化ガスを使用したSOFC被毒耐性試験やガス精製性能評価試験について検討し、試験に必要な模擬ガス供給装置の概念設計を行った。</p> <p>本成果の成果については、燃料電池向け石炭ガスクリーナップ技術要素研究に反映すると共に、OCG第3段階に向けた技術検討に活用している。</p>
<p>情勢変化への対応</p>	<p>(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業</p> <p>地球温暖化問題を踏まえたその年のニーズを勘案し、調査テーマを選定している。(CCT推進の会議等で政策担当者、技術者等とのCO<sub>2</sub>削減のための情報交換など)</p>



	(2)クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査 最新の技術動向を踏まえ調査・検討を進めている。
評価の実績・予定	評価時期及び方法(外部評価又は内部評価、レビュー方法、評価類型) ・毎年度評価：内部評価 ・事後評価：28年度、外部評価