

平成24年度 事業原簿（ファクトシート）

作成日：平成24年4月1日作成
更新時期：平成25年5月 現在

制度・施策名称	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／ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発／次世代高効率石炭ガス化技術最適化調査研究	PJコード：P07021		
推進部	環境部			
事業概要	エネルギーイノベーションプログラムに位置づけられる石炭ガス化及び石炭燃焼技術分野において、環境問題への対応、革新的な効率向上が期待される技術、あるいはエネルギー・セキュリティーに寄与する技術について、海外との競争力強化を念頭に基礎的な技術開発を加速・推進するとともに、本格的なプロジェクト研究につながる技術シーズを発掘することを目的として実施する。			
事業規模	事業期間：平成24年度～平成25年度 契約等種別：委託 勘定区分：エネルギー需給勘定 [単位：百万円]			
		H24年度 (実績)	H25年度 (予定)	合計
	予算額	88	70	158
	執行額	30	－	30
1. 事業の必要性				
<p>エネルギーイノベーションプログラムにおいて、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、その有効かつクリーンな利用を図るとしている。環境に配慮し効率的に石炭を利用する技術である Clean Coal Technology (CCT) は、2006年5月の「新・国家エネルギー戦略」において重要であると位置付けられている。現在、世界をリードしている我が国の環境対策技術の優位性を保つとともに、次世代の高効率利用技術の基盤となる技術シーズの発掘を行うことが重要となる。世界的なエネルギー需要の増加に伴い、将来的には良質な石炭資源の入手が難しくなることへの対応から、地球環境問題を考慮しつつ、我が国のエネルギー・セキュリティーの確保を図ることも重要である。</p> <p>この様な状況の下、地球環境問題及びエネルギー・セキュリティーの観点から、更なる高効率石炭利用発電システム及びゼロエミッション型の石炭高効率利用プロセスについて調査する本事業の実施は、必要である。</p>				
2. 事業の目標、指標、達成時期、情勢変化への対応				
①目標				
次世代における石炭ガス化技術を導入し、開発中の IGCC(石炭ガス化複合発電)、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電システム)の効率を凌駕するシステム及びゼロエミッション型の石炭高効率利用プロセスの構築を目指す。				
②指標				
後継プロジェクトへの活用度。				
③達成時期				
平成25年度末				
④情勢変化への対応				
CCT 関連会議で政策担当者、技術者等とプロジェクト推進のための情報交換などを実施し、都度プロジェクト計画を見直す。				

3. 評価に関する事項
① 評価時期 ・ 毎年度評価 : 平成24年度5月 ・ 事後評価 : 平成26年度
② 評価方法 (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 : 外部評価 (外部の専門家を活用)

平成24年度 事業評価書

平成25年10月5日作成

制度・施策名称	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／ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発／次世代高効率石炭ガス化技術最適化調査研究	PJコード：P07021
推進部	環境部	
0. 事業実施内容		
<p>東日本大震災の影響により、我が国のエネルギー政策も大きく見直しを迫られる状況にあり、G8サミットでの総理の冒頭発言（2011年5月）では、今後、①原子力の安全性の向上、②化石燃料の環境負荷の低減、③再生可能エネルギーの拡大、④省エネルギーの追求の4つを柱としてエネルギー基本計画の見直しを行い、その中で、化石燃料について、環境への負荷を大胆に削減する方針である。また、化石燃料が中長期的にも世界のエネルギーの6割を占めることが見込まれる中、化石燃料の徹底した効率的利用を進め、二酸化炭素の排出削減を極限にまで図って行くとしている。</p> <p>石炭の利用とともに、CO₂を回収し、地下に貯留・固定化すれば、石炭のゼロエミッション利用が期待される。これに向けたこれまでのCO₂分離回収技術は、石炭の燃焼排ガスあるいは石炭ガス化プラントの合成ガス中からのCO₂分離回収をするため、ガス処理量が多く、非常に大きなエネルギーロスが発生する。そこでCO₂分離回収によるエネルギーロスの少ない高効率な化学燃焼石炭利用技術について各種調査を実施した。平成24年度の実施内容は以下のとおりである。</p> <p>① 技術開発動向調査 世界中で開発されている化学燃焼石炭利用技術（燃焼、ガス化）の開発動向を調査し、技術の特長、開発資金、技術開発の到達度、課題、実用化の見込み等の観点から、それぞれのプロジェクトを評価した。</p> <p>② プロセス基礎検討 プロセス解析と効率検討のためのバランス計算を行い、全体システム構成を検討した。また、想定システムにおいてマーケット調査を実施した。</p> <p>③ 検討結果に基づく、技術開発ロードマップ作成 既存の小型装置試験及び動的反応解析により石炭と酸素キャリアの基礎反応特性を把握した。また、システム付属設備の開発動向を調査し、開発に向けた技術課題を抽出して技術開発ロードマップを作成した。</p>		
1. 必要性（社会・経済的意義、目的の妥当性）		
<p>近年、地球環境問題（CO₂問題）の高まりから、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）やG8、あるいはEUや米国においても、石炭火力発電に対しては効率向上に加え大幅なCO₂削減を行うためにはCO₂回収・貯留（CCS）を行うことが必要であるとの認識が広まりつつある。このような背景の下、2050年に向けた二酸化炭素の大幅削減目標を達成するためには、3E（供給安定性、経済性、環境適合性）の同時達成が可能となる革新的な技術開発が必要であり、とりわけ石炭のクリーン利用が重要となる。具体的には、高効率な石炭火力発電技術とCCS技術は最重要の技術であり、本事業を実施することにより、国が策定したCool Earth-エネルギー革新技术開発ロードマップに沿った技術開発や、総合資源エネルギー調査会クリーンコール部会で示されたCool Gen計画、更には2010年6月に策定されたエネルギー基本計画の着実な進</p>		

展を図ることができる。

本事業は、石炭ガス化及び石炭燃焼技術分野において、環境問題への対応、革新的な効率向上が期待される技術、あるいはエネルギー・セキュリティに寄与する技術について、海外との競争力強化を念頭に基礎的な技術開発を加速・推進するとともに、本格的なプロジェクト研究につながる技術シーズを発掘することを目的として実施しており、前述の政策にも合致する本事業は意義のある事業である。

(2) 目的の妥当性

石炭ガス化及び石炭利用技術分野において、我が国の国際競争力強化のために基礎的な技術開発を実施し、環境への対応、効率向上、エネルギー・セキュリティに寄与することを目標とする。

エネルギーイノベーションプログラムにおいて、エネルギーの安定供給を確保し、環境問題への対応を図るため、石炭の利用に係る環境負荷の低減に資する技術開発を推進するとしている。また、石炭を環境に配慮して効率的に利用する技術である Clean Coal Technology (CCT) は、2006年5月の「新・国家エネルギー戦略」において重要と位置付けられている。現在、世界をリードしている我が国の環境対策技術の優位性を保つとともに、次世代の高効率利用技術の基盤となる技術シーズの発掘や、今後、世界的なエネルギー需要の増加に伴い良質の石炭資源の入手が徐々に難しくなることへの対応から、地球環境問題を考慮しながら石炭適用範囲を拡大する技術は我が国のエネルギー・セキュリティの観点からも重要となる技術である。

そこで、世界をリードする次世代の CCT の開発のために、次世代の石炭ガス化技術を導入し、開発中の IGCC(石炭ガス化複合発電)、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電システム)の効率を凌駕するシステムの構築を目指す。また、ゼロエミッション型の石炭高効率利用プロセスの構築を目指すことで、環境対策技術の世界トップの地位を維持する。

このような世界的な競争力維持の観点からも、石炭利用技術分野における最新技術の調査を行うという本事業の目的は適切と考えられる。

2. 効率性(事業計画、実施体制、費用対効果)

(1) 手段の適正性

本事業では国内外の技術を分類し、それぞれの開発資金、到達度、課題、実用化の見込みを調査、評価するとともに、システム付属設備開発動向を調査し全体システムの可能性及び将来のマーケットを検討する。また、小型装置試験を用いて石炭と酸素キャリアの基礎反応性を調査した上でプロセス解析を実施し、プロセスの最適化及び効率向上を検討する。これらの結果に基づいて、今後のCO₂回収型化学燃焼石炭利用技術開発の基盤を構築するため、実用化のための技術開発ロードマップを作成することを目的としている。以下に具体的な調査内容を示す。

① 技術開発動向調査

①-1 欧米を中心とした技術開発動向の調査

欧米を中心に世界中で開発されている化学燃焼方式について石炭燃焼技術や石炭ガス化技術を文献や学会発表を中心に調査し、それぞれのプロジェクトについて技術的な特徴、開発資金、マーケット、技術開発の到達度、課題、実用化見込み等を調査した。

①-2 海外及び国内技術の比較、評価、選定

①-1 項目の調査結果から、有望な化学燃焼石炭利用技術を選定し、その技術構成を更に詳しく調査した。特に、未燃カーボン低減技術、灰分分離技術、熱を取り出す技術等を調査・評価して、今後の化学燃焼石炭利用技術開発に必要な技術構成を検討した。また、化学燃焼技術に関連する特許調査を実施した。

①-3 流動層反応器試験によるプロセス反応条件の検討

平成24年度は小型流動層等を用いたラボ試験を実施し、既往の研究結果と比較・検討することで化学ループプロセスの評価手法を確立した。また、本システムにおいて必須となる

多塔循環式流動層の構成、循環流量、制御性の調査を行い、最適なシステム構成や操作方法を明らかにした。また、酸素キャリア担体粒子製造方法については、最も低コストであると認識されている噴霧造粒法を中心として調査し、天然鉱物や利用可能な廃棄物資源と比較する条件を明らかにした。

② プロセス基礎検討

②-1 システム検討（メーカーレビュー含む）

プロセス基礎検討を基に、全体システム構成を検討する。全体システム構成の検討に当たっては、既存技術調査等により主要機器の技術課題の検討を実施した。

②-2 FS 及びマーケット調査

本調査では、ケミカルルーピング燃焼を用いた 100MWe 級発電ボイラーを対象に FS を実施した。具体的には、世界各国における現行の試験装置及び今後の商業プラント計画を参照し、本発電ボイラーの概略規模を推定した。次に、公開資料（米国 DOE/NETL の報告書など）における石炭ガス化複合発電（IGCC）及び超臨界微粉炭火力（SCPC）の建設費データを活用し、本発電ボイラーの建設コスト、概略の発電コスト、CO₂回収費用を試算した。

将来のマーケットの動向については、本システムの適用対象である事業用発電設備や工業用ボイラーに関して、環境条件、立地条件も含めて調査を実施した。国内マーケットに関しては、発電事業者・ボイラメーカー・小型貫流ボイラー協会等からの情報及び（財）エネルギー総合工学研究所独自のデータベースを活用して調査を行った。海外マーケットに関しては、インドネシアなど石炭火力の適用拡大が今後期待される国を対象に、海外電力調査会の情報などを活用して調査を行った。

②-3 ヒートバラ、マスバラによる効率検討

プロセス基礎検討として、提案されている代表的プロセス（化学燃焼方式の燃焼及びガス化技術）に対し、プロセス解析及び効率計算のためのバランス計算（マス・ヒートバランス）を行い、プロセスの成立可能性を評価した。

③ 検討結果に基づく、技術開発ロードマップ作成

③-1 石炭、キャリアの動的反応解析

今後の技術開発に適用する酸素キャリアと炭種を評価するため、平成 24 年度は小型流動層装置を用いて酸素キャリア粒子（酸化鉄-アルミナ）と石炭の反応性を評価した。また、複数の粒子組成及び石炭種の組み合わせにおいて生成するガス組成を調査した。さらに、安価な天然チタン鉄鉱石（ILMENITE）及び酸化銅（CuO 系）の酸素キャリアとしての利用可能性を調査し、キャリアの賦存量、調達先の観点から、本システムに適合するキャリアの候補を選定した。

③-2 システム付属設備開発動向調査

化学燃焼石炭利用技術を利用して高効率発電を実現するため、化学燃焼プロセスの主要部分だけではなく、その周辺の関連技術の把握も重要である。システム周辺の熱回収技術、ガスクリーンアップ技術、発電技術等の関連する付属設備の開発動向を調査し、化学燃焼技術の発電用途としての可能性を検討した。

③-3 開発に向けた課題整理及び開発ロードマップ作成

CO₂分離型化学燃焼石炭利用技術開発に係る一連の調査検討の結果に基づき、技術開発課題の抽出及び開発計画の策定を実施した。また、実用化の見通しを明確にする技術開発ロードマップを作成した。

本調査内容は、ゼロエミッション型の石炭高効率利用プロセスの基盤を構築するという事業

計画に沿ったものになっている。また、本調査の実施に当たっては、CCT 開発を実施している企業・大学・研究機関に対するヒアリング等を踏まえ、政府機関、有識者からの集中意見聴取等を行った上、公募を実施し、最も効率的に実施できる事業者を選定した。以上より手段は適正と言える。

(2) 効果とコストとの関係に関する分析

本技術が実用化すれば、CO₂回収型石炭発電プロセスにおいて、CO₂分離・回収設備を必要とせず、CO₂を回収することが可能となるので、CO₂分離回収に伴うエネルギーペナルティーを減らすことが可能となる。したがってCO₂を回収しながら高い送電端効率が期待できる。また本プロセスは、酸素製造装置が不要であり、全体システムの簡素化とコストダウンが見込める。さらに、炉内に脱硫剤を投入することで硫黄化合物の吸収効果もあるため、ガスクリーンアップが不要、又は負担低減といった効果も期待できる。最後に化学燃焼技術の反応器は流動層タイプを利用するケースが多い。流動層タイプの燃焼、あるいはガス化装置では亜瀝青炭、褐炭など未利用石炭の利用が可能であるため、未利用資源の利用とそれに伴う石炭安定供給確保にも貢献できる。

以上のように発電コストの低減や未利用資源の活用の観点からエネルギーセキュリティーに資することができる。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

<目標達成度>

平成 24 年度においては先行する欧米を中心とした技術開発動向を調査し、ALSTOM 社によるパイロット試験について調査を実施した。これら調査結果を基にシステム検討をした結果、プロセス構成を出来る限りシンプルにする必要があるとの結論に至り、燃料反応塔及び空気反応塔を基軸に構成する、目指すべき CO₂回収型化学燃焼石炭利用技術システムを選定した。また、他の石炭火力システムと比較し、CO₂回収率が高い場合には CO₂回収型化学燃焼石炭利用技術が有利になることが分かった。市場ニーズについては、小規模石炭火力（100MW～350MW 程度）において、1989 年以前に運用を開始した発電設備は 18 基、自家発電については 82 基、循環流動床ボイラは 55 基が稼働しており、これらのリプレース需要が見込めることを確認した。また、技術及び市場調査の結果を基に、国内にある中小石炭ボイラーの多くがリプレースする時期の 2026 年頃に実用化することを目指して要素研究、ベンチ試験、パイロット試験及び実証プラント試験を段階的に研究開発していくという技術開発ロードマップを作成した。

以上のことから、平成 24 年度の目標は達成した。

<社会・経済への貢献度>

高効率発電技術と高効率CO₂回収技術についての本調査研究は、将来への高効率石炭火力発電技術及びゼロエミッション化を目指した技術の調査である。本調査研究は国際的な気候変動問題へ対応する化石燃料のクリーン利用へ将来的に寄与することで、社会・経済へ貢献できる。

4. 優先度（事業に含まれるテーマの中で、早い段階に、多く優先的に実施するか）

特になし

5. その他の観点（公平性等事業の性格に応じ追加）

特になし

6. 総合評価

① 総括

地球環境問題（CO₂問題）の高まりから、エネルギー分野では石炭火力発電を中心にした石炭の3E（供給安定性、経済性、環境適合性）の達成が可能となる革新的な技術開発が必要となっており、高効率な石炭火力発電技術とCO₂回収・貯留（CCS）技術が重要な技術となっている。本調査の実施に当たっては、CCT開発を実施している企業・大学・研究機関に対するヒアリング等を踏まえ、政府機関、有識者からの集中意見聴取等を行った上、公募を実施し、最も効率的に実施できる事業者を選定しており、効率的に調査を実施した。本調査では、CO₂分離回収によるエネルギーロスが少ない高効率な化学燃焼石炭利用技術について、国内外の技術を分類し、それぞれの開発資金、到達度、課題、実用化の見込みを調査・評価した。その上で、システム付属設備開発動向を整理し、全体システムの可能性及び将来のマーケットを検討し、ゼロエミッション火力発電における技術シーズの発掘に資する実用可能な技術開発ロードマップを作成した。

以上のことから、平成24年度の本調査事業の目標は達成したと言える。

② 今後の展開

国内にある中小石炭ボイラーの多くがリプレースする時期の2026年頃にCO₂回収型化学燃焼石炭利用技術を実用化することを目指し、平成25年度は、詳細なマーケット評価及び最適システムの選定を実施していく。