

「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トータルシステム調査研究」

事業評価（事後評価）報告書

平成 26 年 6 月

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

クリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会

## 目次

はじめに	3
クリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会 委員名簿	4
審議経過	5
評価	6
事業原簿	15

## はじめに

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）においては、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トータルシステム調査研究に関する調査研究に係る事後評価について審議を行うために、当該研究の外部の専門家、有識者によって構成されるクリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会を設置した。

本報告書は、「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トータルシステム調査研究」の事業評価（事後評価）報告書であり、同事後評価委員会に諮り、確定されたものである。

平成 26 年 6 月

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
クリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会

クリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会  
委員名簿

（平成25年8月現在）

[委員長]

清水 忠明 国立大学法人新潟大学 工学部 化学システム工学科  
教授

[委員]

赤松 史光 国立大学法人大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻  
マイクロ機械科学部門  
教授

巽 孝夫 国際石油開発帝石株式会社 経営企画本部 事業企画ユニット  
シニアコーディネーター

牧野 尚夫 一般財団法人電力中央研究所  
首席研究員

## 審議経過

平成 25 年 8 月に「クリーンコール技術開発（CCS 技術）に関する事後評価委員会」を開催し、審議を行った。

# 評 価

# 事業評価書

平成26年6月24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トータルシステム調査研究	PJコード： P08020
推進部	環境部	
総合評価	<p>(ア)総括</p> <p>CCS 技術は、我が国の CO<sub>2</sub> 削減目標を達成するための革新的技術の一つとして位置づけられ、発電から CCS までのトータルシステムの日本での実施可能性 FS を実施することが急務となっていたことから、本事業は、時宜を得た検討であると言える。</p> <p>特に、実施した勿来の特定サイトでの発電から CO<sub>2</sub> 貯留に至るトータルシステムの概念設計は、日本での CCS の早期実現のための検討に、極めて有用な情報を提供し、22 年度に実施した各調査項目の実証機ベースでの概念設計及び経済性データは、我が国における CCS の有効性評価に、極めて有用な情報を提供している。</p> <p>また、海外では、大規模な CCS の実証事業が数多く始まろうとしている状況の中で、我が国においても、このような取り組みに対する国際競争力強化の一貫としても、早急に、日本でのゼロエミッション型の石炭火力発電技術のフィジビリティ・スタディーを完結させる必要があったので、本事業を継続して実施する意義は大きいと言える。</p> <p>(イ)今後の展開</p> <p>本事業の成果として、今後日本で CCS を実現する場合の事業の意義、実施する場合の課題整理が行われた。本結果は、今後 CCS を事業として進める場合の我が国におけるゼロエミッション石炭火力の導入普及の実現施策を支援する政策提言としてまとめたので、今後、政府政策決定者の政策決定時の判断の助けとする。</p> <p>また、今後日本における CCS 実現のための検討が本格化した際に、定量的な技術検討の基盤として本事業の結果を活用し、技術開発の成果を定量的に評価するツールとして活用していく。</p> <p>【事後評価委員会評価】</p> <p>(ア) 必要性事業の意義</p> <p>原子力発電に対して強い逆風が吹いており、さりとて再生可能エネルギーの導入が進まないか、あるいは価格が極めて高い我が国において、化石燃料を使いつつ CO<sub>2</sub> 大気排出を確実に減らすことのできる方法として、CCS は重要な技術である。石炭は他の化石燃料と比較して炭素の含有割合が多く、燃料の単位発熱量当たりの CO<sub>2</sub> の排出量が多く CCS の効果が高い。このような石炭を出発燃料とした CCS について、石炭ガス化、ガス燃料の利用(発電)、分離から始まり、CO<sub>2</sub> の輸送から最後の貯留までを包括的かつ体系的に俯瞰し、適用可能性及びコストを予測することは、本技術の実用化のためのステップとして欠くことができない。特に、信頼性にも大きな重点を置いている我が国の厳しい技術的視点で評価しておくことは非常に重要であると考えられる。</p> <p>本調査研究は、このような包括的検討を行うことを目的としており、CCS を通じた地球環境の保全に対して大きな意義を有する。また、昨今、大雨、台風、ゲリラ豪雨、等の自然災害の発生頻度が激増しており、CO<sub>2</sub> 排出量低減は緊急の課題である。このような状況では、CCS 設備設置の採算性はともかくとして、環境保全のために CCS の導入が世界的合意に至った際に迅速に対応するためにも、本事業は必要不可欠である。</p> <p>FS の結果、我が国周辺で大規模に CO<sub>2</sub> を貯留可能な地域は限定されており、既設石炭火力発電所からの距離もあり、経済的でないことを把握することができた。この結果をもって、どのように展開していくべきか、広義な観点からも議論すべきである。CCS を単なる経済的観点のみならず、環境改善、産業振興等を含めてバランスよく、検討さ</p>	

れることを期待する。

(イ) 効率性 (手段の適正性、効果とコストとの関係に関する分析)

本調査研究では、CCSに関連する多くの技術内容に関して、幅広い分野の専門家の参加と、それぞれの適切な作業分担で、CCSにおける各ステップの概念設計などを通じて具体的なコストの推算とCO<sub>2</sub>貯留サイトの利用可能性を評価している。

この調査研究を通じて、石炭ガス化複合発電を出発点とし、そこからCCSの貯留サイトまでの具体像が与えられ、コストの内訳が明らかになった。この手段は適切であり、正確かつ効率的な検討の実施という観点からも、得られた成果は今後、CCSを実際に行うかどうかの判断に対する貴重な資料を提供するものとして大きな効果があったと思われる。

炭素税等のCO<sub>2</sub>排出に伴うペナルティを導入することにより、CCSの導入に伴う費用の増加が実質的には無くなるような、法的整備を早期に行う必要があり、政策提言に加えるべきである。CO<sub>2</sub>1トン当たりいくらの炭素税(円/tonCO<sub>2</sub>)が徴収すれば、CCSを行わない場合に対して、コスト的に優位になるかといった視点で経済性評価を行うことで、“CO<sub>2</sub>に高価値をつけた事業”を創出し、どの程度のCO<sub>2</sub>販売価格となれば、事業採算性がとれるのかについて検討すべきである。また、CCSの普及を促進するために、FIT制度を導入した際に、どの程度の電力価格となるかについても明記すると、より効果的である。更に、CCSに関わる要素技術は進歩・変遷が激しいので、それらを刻々と反映し、常にその時点での最適な評価を行える方法を考慮すべきである。

我が国周辺のCO<sub>2</sub>貯留サイトの調査については、やや限定的であり、広範囲な調査や活断層の取り扱いの精査等が今後必要と思われる。

また、Oxy-Fuel 燃焼等の他のCCSプロジェクトとの効率等の評価・比較を行って、本プロジェクトの有用性を明示することや、CO<sub>2</sub>地底隔離の有効性を、他の手法(海洋溶解(ロンドン条約で禁止)、CO<sub>2</sub>ハイドレートとしての海底隔離)と比較して、本プロジェクトの有用性を明示することで、更に説得力が増すと考えられる。また、我が国独自のCCS技術を展開していくとのシナリオがあるが、海外技術との比較精査やCCS進捗調査(積極的でない地域も含めて)を客観的に行う必要もあると思われる。

(ウ) 有効性 (目標達成度、社会・経済への貢献度)

本調査研究により、CCS付発電のコスト内訳及びCO<sub>2</sub>貯留適合サイト、並びに運搬手段の具体像が明らかになるとともに、コスト負担スキームに関してFIT等の手段の比較がなされた。

各要素技術に関する評価は、幅広い視点からの確かつ正確に行えている。これにより、CCS導入が社会・経済に与える影響の定量的予測の資料ができるようになったことは、社会・経済に対する大きな貢献である。

システム検討結果を基に、経済検討や感度分析も実施され、コストダウン項目も検討しており、この検討によって、具体的な費用や設備像を把握する事ができ、当面の目標は達成したと思われる。また、地震国である日本において、安定した貯留を目的とし、貯留層付近の断層までも考慮したことで、実現性の高い推定がなされたと考えられ、社会への貢献が大きいと思われる。

現在、EU-ETSなどの取引されているCO<sub>2</sub>価格と今回のCCS処理費については、かなりの乖離があることが明らかになっており、地球温暖化対策という極めて広範囲な地域での問題に対して、本技術をもってどのように貢献できるか、地球規模で検討することが求められる。

CCS技術の普及や処理費などが、どの程度まで社会受容性があるかどうかは、今後の課題になると思われる。また、CCSに関しては、我が国での議論だけでなく、諸外国との意思統一や各国の国情に合わせた検討も重要であるので、多様な条件に対する結果の有効性や汎用性などに特に留意して活用すべきと考える。

(エ) 総合評価



	<p>CCS に関する豊富な諸情報を、体系的に整理してよくまとめ、CCS 付発電の全体像を明らかにした点で、本調査研究は大きな社会的意義を有する。この調査研究の結果と、再生可能エネルギー由来の電力、原子力発電を総合的に比較・検討することで、日本における電力構成の方針を立てる一助になることが大いに期待できる。この成果を用いて、国民経済の発展と地球環境保全の両立を達成する方向性が確立されることを願う。</p> <p>また、CCS 技術は我が国にとって、革新的な技術と位置付けられているが、各々の要素については従来からの技術の延長であり、我が国の産業技術の総合力を発揮できる機会でもある。これほど、広範囲に技術を具体化した経済性検討は類を見ない研究事業であり、今後の課題も見出されている。更に検討を重ねることにより、実用的な CCS が我が国及び海外にも普及されることが期待される。</p> <p>CCS 技術は地球環境問題からみれば必須であるが、一方で、生産的ともいえない所もある。更に経済性と生産性も考慮して、EOR/EGR や CCUS という難易度の高い技術開発、事業開発を促進してもらいたい。</p> <p>現段階では、CO<sub>2</sub> 発生源が IGCC に限定されているが、その他にも既存の石炭火力(微粉炭燃焼など燃焼ベースの汽力発電)への CCS の適用も考えられる。今後、CO<sub>2</sub> 発生源の対象拡大についても検討されたい。また、貯留サイトについても更に探索をする必要があると考えられる。</p> <p>CCS は、これ自体が社会に対して正の価値を生むものではなく、CO<sub>2</sub> 大気放出による負の影響を防ぐものであり、その意味では消防、警察、防災、廃棄物適正処理のようなものである。これらの負の影響を防ぐ事業は、民間だけではできるものではなく、行政の関与を必要とするものである。行政の適切な関与と、そのためのコスト負担に対する、社会の理解を得るための努力を継続的に必要とする。</p> <p>CCS のような技術は、その時期の国際状況や経済状況によって、評価指針が大きく変化するので、多様な評価軸に対応できるような、内容にして行くとともに、我が国だけでなく他の国にも、今回の成果の有効性が伝わりやすいような、工夫を一層加えて行って欲しい。</p> <p>更に世界的な ETS や EOR/EGR などの動向を定期的に調査・把握して、今後の研究開発にいかされることも必要と思われる。</p>
<p>評価詳細</p>	<p>1. 必要性（社会・経済的意義、目的の妥当性）</p> <p>①事業の意義</p> <p>我が国が掲げる CO<sub>2</sub> 削減目標を達成するために、高効率発電技術とともに、CO<sub>2</sub> の分離・回収・貯留（CCS）も視野に入れた革新的な技術開発が必要とされている。こうした背景から、早急に石炭火力から発生する CO<sub>2</sub> を分離・回収・貯留する CCS を含めたゼロエミッション型の石炭火力発電技術のフィジビリティ・スタディーを行う必要性が高まっており、平成 20 年度から、国内における CCS の可能性について複数のサイトを対象としたケーススタディを実施した。このように、トータルシステムとしての CCS 検討に、世界に先駆けて取り組むことは時宜を得ており、必要性が高いと判断している。</p> <p>②目標の妥当性</p> <p>本事業は、平成 22 年度までに、経済性評価の主要な部分を終了させる事を目標としていた。この目標は、特に(5)の特定サイトの検討で、経済性評価終了後すぐに、我が国において本格的な CCS の実証事業への着手するために設定した。特定サイトである勿来沖での実証試験は苦小牧に変更されたが技術の継続性は保たれており、本事業の成果を活用することが効率的であることから、妥当な目標と考える。</p> <p>2. 効率性（事業計画、実施体制、費用対効果）</p> <p>①手段の適正性</p> <p>本事業は、平成 20 年 7 月 15 日に実施体制を決定して、事業に着手した。事業期間は平成 20 年度から平成 24 年度の 5 年間とし、外部有識者からなる技術検討委員会（年 2 回開催）の意見を参考に、毎年、NEDO が事業評価を実施している。平成 22 年度までに、主要な設計業務は完成させ、平成 23 年以降の 2 年間で、トータルシステムの経済</p>

性評価の感度分析や、導入による影響評価を進めてきた。

実施体制は、プロジェクトリーダー(PL)として、平成 23 年 1 月までは、九州大学産学連携センター持田特任教授を、平成 23 年 2 月から将来の実用化推進のため(財)エネルギー総合工学研究所小野崎部長に変更し、産業技術総合研究所赤井主幹研究員(平成 22 年 4 月より招聘研究員)をサブプロジェクトリーダー(SPL)として推進した。

例えば、平成 23 年度は、10 月 12 日(第 7 回)、3 月 9 日(第 8 回)に技術検討委員会を開催し、第 7 回は、主に、各調査事業の実施内容を議論し、不明点、エネルギー評価、コスト削減、次年度への反映事項等につき、委員から意見を得た。委員会で、抽出された課題は、第 8 回の技術検討委員会で、対応状況を報告し、必要に応じて計画内容の修正・変更等を行う等、機動的な対応を図り、事業の効率化に努めた。また、技術検討委員会とは別に、全体システム評価 Gr が、各 Gr との円滑な連携を図れるように、FS 連絡会を例年どおり定期的に開催した(23 年度 8 回開催)。これにより、各調査事業間の連携を緊密にし、漏れのない体制を作り、事業の効率化に努めた。以上から、本事業の実施体制は、実証研究を進める上で適正であると判断している。

## ②成果とコストとの関係に関する分析

以下の調査事業(1)~(5)に示す調査項目の効率的な実施により、ほぼ計画どおりの成果が得られた。総論として、費用対効果は、ほぼ満足できるレベルにあると判断する。

### (1)石炭ガス化発電と CO<sub>2</sub> 分離・回収システムの概念設計(平成 22 年度完了)

CO<sub>2</sub> 発生源である石炭ガス化発電、及びそれに CO<sub>2</sub> 分離・回収設備を付加したシステムの概念設計と、それらを組み合わせた最適システムを検討し、商用機規模を決定した。

### (2) CO<sub>2</sub> 輸送システムの概念設計

・輸送システムと貯留候補地の組み合わせが 29 ケース想定されたが、最適ケースを選定するため、各々のメリット、デメリット、経済性等を予備検討し、それぞれを評価した。これにより、ケース検討を 6 件に絞り込む事ができ、事業を効率的に実施することができた。検討の結果、船舶でのハイドレート CO<sub>2</sub> 輸送は、想定の 2 倍以上のコスト高になったため、実証機の検討までに留め、商用機の検討は中止した。

・平成 23 年度以降は、全体コストに占める割合が 50%と多い輸送コスト削減に寄与する案件を、重点的に検討した。

### (3)CO<sub>2</sub> の貯留システムの概念設計と貯留ポテンシャル評価

・貯留候補地毎の最適ケースを選定するため、各貯留地点のメリット、デメリット、経済性等を各々予備評価した。輸送グループとの連携により、ケース検討を 6 件に絞り込み、貯留システムの検討を効率的に実施した。(船舶での液化 CO<sub>2</sub> 輸送ケース、船舶でのハイドレート CO<sub>2</sub> 輸送ケース、パイプラインでの CO<sub>2</sub> 輸送ケース、輸送なしの傾斜井ケースへの絞り込み 等)

・国内貯留候補地 3 地点に加え、貯留量が多いことが後に判明した、地点も新たに追加して検討を行い国内の主要な貯留地点の評価を実施した。

### (4)全体システム評価(発電から CO<sub>2</sub> 貯留に至るトータルシステムの評価)

・上記(1)~(3)を実施する各 Gr との円滑な連携が図れるように、FS 全体スケジュールの作成を行った。また、FS における各 Gr の役割を明確化するために FS 全体概要を作成した。これにより、FS 全体が明確になるとともに、全体の設計業務の効率化につながった。

・また、各 Gr から出てくる設計・経済性データを基に、トータルシステムの間接評価を実施し、CO<sub>2</sub> 分離回収設備、輸送設備、貯留設備の建設費、運転費、保全費の試算を基にした CO<sub>2</sub> 処理単価、CCS 付き IGCC の発電単価等の試算を実施。各 Gr に中間段階で概略経済性評価をフィードバックして事業の効率化につなげた。

(5)特定サイトでの発電から CO<sub>2</sub>貯留に至るトータルシステムの概念設計（平成 22 年度完了）

- ・ CO<sub>2</sub>発生源を勿来 IGCC 実証機、CO<sub>2</sub>貯留箇所を枯渇ガス田に特定し、CO<sub>2</sub>回収～貯留までの一貫したシステムの実施可能性調査を実施。
- ・ CCS 実証の早期実施のため、検討期間を 1.5 年前倒し、事業の効率化につなげた。

### 3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

#### ①目標達成度

平成 23 年度は平成 22 年度までの検討結果を基に、経済評価と感度解析を実施した。また、新たな貯留層の貯留ポテンシャルの評価と、輸送システムのコストダウン検討を実施した。以下に、各事業(1)～(5)項目の成果を示す。

#### (1)石炭ガス化発電と CO<sub>2</sub>分離・回収システムの概念設計（平成 22 年度完了）

- ・ 各種技術検討として、IGCC における CO<sub>2</sub>分離回収システムの最適化を行い、CO シフト方式として、脱硫後シフト(スイートシフト)方式と脱硫前シフト(サワーシフト)方式を CO<sub>2</sub>分離回収方式として、化学吸収方式と物理吸収方式を検討し、これら組合せ 4 方式について比較評価した。その結果、実証機設計条件下では、IGCC における CO<sub>2</sub>分離回収として、脱硫後シフト(スイートシフト)方式での化学吸収方式を採用した。
- ・ また、CO<sub>2</sub>分離回収付き IGCC 商用機について、以下の項目について概念設計を実施し設備の建設コストの試算を行った。
- ・ CO<sub>2</sub>分離回収付き IGCC に係る経済性評価は、CO<sub>2</sub>回収率感度解析の結果から CO<sub>2</sub>排出原単位等の評価指標を算定した。これを基に、過去に DOE/NETL 等にて実施された CO<sub>2</sub>分離回収付き IGCC に係る経済性試算結果との比較評価を行なった。
- ・ 実証機及び商用機の概念設計を評価し、CO<sub>2</sub>分離回収付き IGCC に係る FS 等の公知情報を基に、実証機及び商用機の建設費、運転費及び保全費について試算を行ない、得られた結果を「全体システム評価」に提供した。

#### (2) CO<sub>2</sub>輸送システムの概念設計

- ・ 平成 22 年度までに CO<sub>2</sub>船舶輸送の概念設計、CO<sub>2</sub>パイプライン輸送の概念設計、CO<sub>2</sub>の貯蔵基地等の概念設計、輸送システム全体の概念設計を行い、設備コストを算出した。この結果、CO<sub>2</sub>ハイドレート船舶輸送は想定 of 2 倍以上のコストとなることが判明した。
- ・ 全体システムのコスト評価で、輸送システムコストが最も高く、コスト低減の必要があったため、平成 23 年度は建設コストに影響を与える CO<sub>2</sub>貯蔵タンク個数を削減するために輸送船が貯蔵タンクを兼ねるバージ船の検討を行い、推進機関を切り離したプッシャーバージ船を導入した輸送システムを検討した。また、CO<sub>2</sub>の液化動力が大きいため、深冷液化法の検討を行ってコストダウンを図った。
- ・ 平成 24 年度は、輸送システムのコストダウンとして洋上浮体式小型係留装置の概念検討、CO<sub>2</sub>輸送システムに係る各種法規制とコスト削減可能性調査、多地点から CO<sub>2</sub>を輸送基地に運び、輸送量を 2,000 トン/日に増加させた場合について検討した。
- ・ 発電所にレトロフィットで CCS を追加する際に敷地に余裕が無い場合が多いため、洋上 CO<sub>2</sub>処理基地の概念設計を行った。

#### (3) CO<sub>2</sub>の貯留システムの概念設計と貯留ポテンシャル評価

- ・ 平成 22 年までに貯留候補と考えられる国内 3 サイトについて、貯留ポテンシャル調査を行い、貯留の可能性の概査を行うとともに、貯留システムの概念設計や貯留システムの経済性評価等の検討を実施。
- ・ 平成 20 年度に構築したツールについて、想定地点の貯留層調査結果より得られた、深度、圧入レート、浸透率等の貯留層データをグリッド化し、データベースを更新した。
- ・ 平成 23 年度は追加選定した貯留候補として福江沖を追加し貯留ポテンシャル調査、

貯留可能性概査を行って経済性検討を実施した。また、事前調査から CO<sub>2</sub> 貯留後のフォローアップまでの流れと課題の整理、コスト削減案の検討を行った。

- ・ これまでに検討した結果で、貯留層経済評価ツールのデータ更新を行い、ツールを完成させ、想定貯留地点での輸送システムも考慮した貯留概念設計を実施して、経済性を評価した。
- ・ CO<sub>2</sub> 貯留ポテンシャル増大のため、従来の深部塩水帯水層に加え、褐炭層について貯留ポテンシャルの概略評価を行い、これらの結果を踏まえて暫定的な貯留地点の CO<sub>2</sub> 貯留可能量の試算を行った。

#### (4) 全体システム評価（発電から CO<sub>2</sub> 貯留に至るトータルシステムの評価）

- ・ 平成 22 年度までに検討を行い、経済性やエネルギー需給への影響を評価するため各 Gr で検討した結果を総合的に評価し、概念設計レベルでのシステム全体の最適な設備選定とその評価を行って、中間目標である全体システムの評価を完了した。
- ・ この結果、発電を除く分離回収、輸送、貯留を含む建設費評価、システムのエネルギー消費評価を行い、建設費では輸送の占める比率が、エネルギー消費では液化昇圧が大きいことが明らかになった。
- ・ 平成 23 年度以降は、今まで検討した、汎用の経済性評価モデル、及びエネルギー需給影響評価モデルによる試解析で、将来の発電計画に対する CO<sub>2</sub> 排出量と CCS の導入の必要量を検討した。また、事業性評価分析ツールを開発し、炭素単価やフィードインタリフ (FIT) を設定した場合の、CCS プロジェクトのビジネスモデルの検討ができるようにし、炭酸ガス大幅削減に対応して電源計画に係るシナリオ分析を行なった。
- ・ ガス化、分離回収、パイプラインの運転、トラブル調査による信頼性向上調査、海外輸送のコスト課題抽出を実施し、新たに分離膜や CO<sub>2</sub> ハイドレート、チルトアンモニア等の CO<sub>2</sub> 新回収技術によるトータルシステムへのコスト影響評価と、燃焼前回収と燃焼後回収、酸素燃焼、CO<sub>2</sub> 回収次世代 IGCC との定性比較調査を実施した。
- ・ 平成 23 年度からは、CCS の標準化動向調査、標準化ニーズ調査標準化提案に向けた検討を行った。CO<sub>2</sub> 削減や CCS に係る国際動向など最新の知見を取り入れ、下記のような、我が国で経済効率的、かつ効果的に実現可能なゼロエミッション火力の導入に関する戦略的検討を行った。
- ・ レトロフィットスタディのフォローアップの実施
- ・ CCS の円滑な導入や国際的ビジネス展開を図るための制度的検討
- ・ 事業性評価分析ツールを利用した資金調達メカニズムやインセンティブの検討等  
また、本フィジビリティ・スタディーの評価結果を踏まえた上で、我が国におけるゼロエミッション石炭火力の導入普及の実現施策を支援する政策提言として取りまとめる「統合報告書（仮称）」を作成した。

#### (5) 特定サイトでの発電から CO<sub>2</sub> 貯留に至るトータルシステムの概念設計（平成 22 年度完了）

- ・ 勿来 IGCC 実証機と、CO<sub>2</sub> 貯留箇所を貯留地として検討されている対象ガス田を特定し、CO<sub>2</sub> 回収～貯留までの一貫したシステムの下記実施可能性調査を行った。
- ・ 平成 20 年度の検討において、選定した CO<sub>2</sub> 分離・回収方式を適用した、プロセス(化学吸収法・物理吸収法)について、勿来 IGCC 実証試験設備で比較評価を行った。この結果、Sweet シフト+aMDEA 法（化学吸収）を選定した。
- ・ 地上設備（脱湿・昇圧）の概念設計では、平成 20 年度に検討した CO<sub>2</sub> 昇圧・輸送システムの概念に基づき、分離回収設備及び圧入井との境界条件に整合した設計条件での検討を進めた。
- ・ 海底パイプラインの概念設計では、輸送量 10 万 t/年規模に対応した CO<sub>2</sub> 輸送パイプラインとして、8 インチの海底パイプラインにつき、国際的標準規格の基準等を用い詳細検討を加えた。
- ・ 貯留層適性及び CO<sub>2</sub> 貯留ポテンシャル詳細評価及び将来予測では、CO<sub>2</sub> 貯留箇所を貯

留地として検討されている、対象ガス田の貯留層物性、生産履歴を再現する貯留層モデルを構築し、CO<sub>2</sub> 地中貯留実証試験のシミュレーションを実施した。

#### ②社会・経済への貢献度

- ・本事業では、IGCCの先進事例である勿来IGCC実証機や、CO<sub>2</sub>貯留地として検討されている、対象ガス田等、具体的な発生源、貯留地を選定した。また、CO<sub>2</sub>を発生源から遠隔にある、貯留地まで輸送する方法として有効と考えられる船舶輸送について、船舶の規模・様式等を検討するなど、将来起こり得るケースを優先して概念設計を実施し、概算コストを算出した。
- ・その結果、各ケースの実施可能性や最適な組み合わせが明確になり、建設コスト等の経済性が、明確になった。また、これらのデータにより、我が国における、CCS導入シナリオを含む、システムの国内、海外での普及シナリオ、CO<sub>2</sub>の削減に向けたCCSの貢献度、貢献時期、更には、我が国への影響について、様々な予測や提言が可能となった。
- ・これらの結果は、今後、社会・経済に対し、大きく貢献できると考えられる。特に、電力需給に関するシナリオ分析の結果は、例えば原子力と再生可能エネルギーのみで、低炭素社会が実現できると言った、単なる積分値や平均値の評価のみに基づいた、安易な分析による電源構成の提言に対して、電源の運用を考慮した、より詳細かつ具体的な政策議論を提起できるものと考えている。

#### 4. その他の観点

平成23年度以降、以下の3点について、優先して進めた。これらは、我が国として、CCSの有効性を早期に実証し、CO<sub>2</sub>削減の早期実現に寄与する必要性があると判断したためである。

- ①特定サイトでの発電からCO<sub>2</sub>貯留に至るトータルシステムの概念設計として、勿来IGCC実証機からのCO<sub>2</sub>を、貯留地として検討されている対象ガス田に貯留するFSを優先して実施した。本事業は、当時実証化が予定されており、実証事業の早期実施のため、FS検討期間を1.5年前倒し実施した。
- ②我が国において、大規模排出源である既設の微粉炭火力発電所に、分離回収設備を追加設置し、CO<sub>2</sub>を回収・貯留する検討をIGCCとの比較のために行う。これは、既設の微粉炭火力発電所の改造が、2020年度までのCO<sub>2</sub>削減に、即効性を有する可能性があるため、追加検討した。
- ③既設の微粉炭火力発電所からは、大量のCO<sub>2</sub>が排出されるため、大容量の貯留ポテンシャルを持つ福江沖サイトの追加検討を実施した。

## 事業原簿

## 事業原簿（ファクトシート）

作成日：平成20年4月1日作成  
更新時期：平成25年8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トータルシステム調査研究	PJコード： P08020
推進部	環境部	
事業概要	<p>本事業では、発電からCO<sub>2</sub>の分離・回収・貯留（Carbon dioxide capture and storage, 以下「CCS」という。）CCSまでのトータルシステムのフィジビリティ・スタディー（以下「FS」という。）として、以下の(1)～(5)を行い、総合的な評価を実施する。この際、CO<sub>2</sub>の発生源と貯留サイトのマッチングを考慮し、複数の候補サイトでの実施可能性を検討する。検討の精度を向上させるため、各調査事業の概念設計と経済性評価モデルの構築を行い、併せて国際標準化検討（ポテンシャル評価、リスク評価の手法等）も実施する。</p>	
	<p>①石炭ガス化発電とCO<sub>2</sub>分離・回収システムの概念設計 CO<sub>2</sub>発生源の石炭ガス化発電とCO<sub>2</sub>分離・回収設備の概念設計を行い、それらを組み合わせた最適システムの検討を行う。概念設計は、実証規模設備（1,000～1,500t/d程度）と商用規模設備（3,000t/d程度）について実施する。</p>	
	<p>②CO<sub>2</sub>輸送システムの概念設計 石炭ガス化発電所から距離が離れた海底帯水層にCO<sub>2</sub>を貯留する際には、船舶やパイプラインによるCO<sub>2</sub>の輸送が必要となる。その為、CO<sub>2</sub>の船舶輸送、パイプライン輸送、貯蔵基地等の概念設計、輸送システム全体の概念設計等を行う。</p>	
	<p>③CO<sub>2</sub>の貯留システムの概念設計と貯留ポテンシャル評価 回収されたCO<sub>2</sub>は、長期に亘って安全に地下に貯留する必要がある。このため、貯留候補地サイトについて、貯留ポテンシャル調査を行い、貯留の可能性を明らかにし、CO<sub>2</sub>の貯留システムの概念設計や貯留システムの経済性評価等の調査を行う。</p>	
	<p>④全体システム評価（発電からCO<sub>2</sub>貯留に至るトータルシステムの評価） 我が国の石炭火力発電所は、全国に広く分散し、また、CO<sub>2</sub>の貯留候補地も全国に分散しているため、CO<sub>2</sub>発生源と貯留地を連関させて検討を行う必要がある。そのため、上記(1)～(3)の成果を総合的にとりまとめると共に、より広汎な経済性評価モデルの構築と評価、エネルギー需給影響評価モデルの構築と評価、地中貯留ポテンシャル評価方法などの標準化に係る検討等を行う。</p>	
	<p>⑤特定サイトでの発電からCO<sub>2</sub>貯留に至るトータルシステムの概念設計 CO<sub>2</sub>の排出源を勿来IGCC実証機に、またCO<sub>2</sub>貯留箇所を貯留地として検討されている対象ガス田に特定し、CO<sub>2</sub>回収～貯留迄の一貫したシステムの実証を目指す為の可能性調査を行う。</p>	
事業の位置づけ・必要性について	<p>これまで、我が国では、CO<sub>2</sub>の貯留ポテンシャルについては種々の検討がなされてきたが、石炭ガス化発電システムからCO<sub>2</sub>の分離・回収・輸送・貯留に至る一貫したトータルシステムについて、システムの設計に基づく詳細な評価例はない。一方、CO<sub>2</sub>の貯留に関しては長岡で1万トン規模の模擬ガスによる基礎的試験は実施されてきたが、石炭ガス化システムから回収される実ガスを対象とした詳細検討は行われていない。</p>	
事業の目標	<p>本事業では、発電からCCSまでのトータルシステムのFSを行い、総合的な評価を実施する。具体的には、システムの経済性評価を行い、日本でのCCSの実施可能性を評価するとともに、本システムの導入・普及シナリオを提示し、Cool Earth50の目標実現に資する提言を行う。</p>	

事業規模	事業期間：平成20年度～平成24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]				
		～H22年度 (実績)	H23年度 (実績)	H24年度 (実績)	合計
	予算額	2094	367	411	2,872
	執行額	2065	367	408	2,840
情勢変化への対応	<p>発電からCO2貯留までのトータルシステムに関するフィジビリティ・スタディー事業では、5年間で事業期間としているが、早期に日本での可能性を評価したい場合や早期に実証化を行うことが現実的な場合は、前倒し、加速実施する事もあり得る。</p> <p>事業の進捗状況については、NEDO技術検討委員会や中間評価等の結果を踏まえ、必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。</p>				
評価に関する事項	<p>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）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 毎年度評価：毎年度、内部評価</li> <li>・ 期中評価：22年度、外部評価</li> <li>・ 事後評価：25年度、外部評価</li> </ul>				
事業成果について	<p>本事業の成果として、今後日本でCCSを実現する場合の事業の意義、実施する場合の課題整理が行われた。また本結果は、今後CCSを事業として進める場合の我が国におけるゼロエミッション石炭火力の導入普及の実現施策を支援する政策提言としてまとめた。</p>				