

「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・テクノロジー実用化可能性調査／
クリーン・コール・テクノロジー推進事業」
(事後) 事業評価報告書

平成29年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 必要性	1-1
2. 効率性	1-4
3. 有効性	1-6
4. 総合評価／今後への提言	1-10
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、事業評価は、被評価案件ごとに当該技術等の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会の下に設置し、研究評価委員会とは独立して評価を行うことが第43回研究評価委員会において承認されている。

本書は、「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」の事後評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、研究評価委員会において設置された「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」（事後評価）事業評価分科会において評価報告書を確定したものである。

平成29年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」事業評価分科会

審議経過

● 分科会（平成28年11月28日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の詳細説明

非公開セッション

6. 全体を通しての質疑

公開セッション

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他、閉会

「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」(事後評価)

事業評価分科会委員名簿

(平成28年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	しみず ただあき 清水 忠明	新潟大学 工学部 化学システム工学科 教授
分科会長代理	あべ たかゆき 阿部 高之	新エネルギー開発株式会社 技術顧問
委員	うめだ けんじ 梅田 健司	電気事業連合会 技術開発部 部長
	たつみ たかお 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
	みやがわ ともりのり 宮川 智紀	株式会社三菱東京UFJ銀行 ストラクチャードファイナンス部 プロジェクトファイナンス室 資源グループ 次長
	むらおか もとし 村岡 元司	株式会社NTTデータ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティング本部 本部長 パートナー

敬称略、五十音順

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 必要性

日本を含めた世界のエネルギー供給に対して石炭は大きな割合を占めており、クリーンで高効率な石炭利用技術を開発するとともに、我が国の石炭調達先の多様化に向けた検討は極めて重要である。また地球温暖化防止・環境負荷低減のために、我が国の優れた石炭利用技術を海外に普及させることも重要である。国のエネルギー基本計画や世界的規模での石炭利用の観点から、本事業によるクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の方向性付けや開発計画などの検討は政策に沿った必要な措置であり、事業の目的は妥当であった。さらに、石炭利用技術の開発は大規模となり、開発リスクを伴うことから民間企業だけでは実施が困難であり、NEDOが実施する必要があった。

一方、CO₂削減や環境負荷低減への対応などが求められ、世界的にCCT関連の技術開発が進んでいる中で、国際競争力の強化を図るためには、今後は最新の技術情報等の収集分析から日本が先導的な役割を果たせる技術を絞り込めるような調査を実施するといった観点も必要であろう。

また、対象とするCCTの技術目標・適用先（範囲）・位置付けをさらに明確化することが必要と思われる。化石燃料と再生可能エネルギーなどの二者択一でなく、再生可能エネルギーとの協調を図りつつ、現時点から中長期にかけて必要な石炭エネルギーの有効利用技術の位置付けと方向性を明示して、各界へ周知徹底を図る必要があると考える。

<肯定的意見>

- 日本のエネルギー供給に対する石炭の占める割合から考えて、クリーンで高効率な石炭利用技術を開発するとともに、石炭調達先の多様化に向けた検討は極めて重要であり、本事業の位置づけ及び必要性は明確である。また、国内だけでなく、諸外国へクリーンで高効率な石炭利用技術を普及させることは、国境を越えた汚染である酸性雨の防止や二酸化炭素排出低減にもつながるとともに、我が国の産業の競争力を高める上で必要と考えられる。しかし、石炭利用技術の開発については、大規模技術であることから開発リスクが伴い、民間の力だけでは困難なものもあるので、技術の達成可能性・経済性・日本に対する利益等の観点も含めて適切に開発項目・案件を選択した上で、NEDOによる支援を必要とするものがあると考えられる。評価対象になった期間に行われた推進事業、実用化可能性調査のいずれも、上記の観点から適切なそれぞれの目標を持って行われてきており、必要性の観点からは適切と考えられる。
- 石炭は地球上の貴重なエネルギー資源であり、高効率利用および低品位炭の活用は我が国として必要な技術開発である。また地球温暖化問題の対策から考えて、我が国の優れた石炭利用技術を海外に普及させることも重要である。エネルギー資源の乏しい我が国は、エネルギーミックスを政策の基本としており、その一端を担う石炭の技術開発はNEDOの事業として実施すべきである。

- 国のエネルギー基本計画や世界的規模での石炭利用の観点から考えると、本事業によるクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の方向性付けや開発計画などの検討は、政策に沿った必要な措置と考えられ、事業の目的は妥当と言える。また、CCTについては、技術開発の困難さや事業収益性などの観点から、NEDOを中心とした事業を実施し、順次展開を図るという流れも妥当と考えられる。
- CO₂排出量のみならず、SO_x/NO_xや排水等の環境負荷の一層の低減を図るため、高効率燃焼技術や転換技術等の CCT 事業開発を推し進める事は我が国のみならず、世界的にもエネルギー供給安定性や発電コストを鑑みれば、必要不可欠と思われる。
- 石炭関連の技術開発のみならず、海外 CCS の関連する情報収集や他国との競争力強化案の検討等、幅広く実施されている点でも評価できる。
- 「石炭火力の普及・促進」という位置付けは明らかであった。市場動向の観点で、中国・韓国に対する石炭火力技術輸出の国際競争力強化の点で、必要性は明らかであった。必ずしも民間ベースでは採算性が見通し難い技術開発案件で、NEDOが実施する必要性はあったと思われる。「CO₂排出量の低減」「環境負荷低減」「国際競争力強化」の3点では、事業の目的は妥当であったと思われる。「基礎的情報や最新情報の収集・解析」という目標は妥当であったと思われる。
- 石炭には埋蔵量が豊富で偏在性が少ないという特徴があり、エネルギーセキュリティの面から、その有効活用技術を確保することは重要である。一方で、石炭には単位発熱量当たりの CO₂ 排出量が多いという課題があり、この課題を克服するために環境負荷低減のための技術の実用化が必要である。クリーン・コール・テクノロジー推進事業は、かかる課題を解決するための事業であり、その必要性が高いことは明らかである。また、エネルギーに関する政策が世界的に大きく変動する中、将来の必要性を見越して技術オプションを確保しておくことはエネルギー資源の乏しい我が国には重要である。一方、政策変動の影響が民間事業にも影響する可能性があり、石炭の環境負荷低減のための技術開発にはそれなりのリスクが存在する。このため、技術開発リスクを低減し、民間企業におけるクリーン・コール技術の利用を促進するためには、公的機関の支援が必要であると考えられる。

<改善すべき点>

- 技術開発の推進においてリスク回避の点から NEDO 等から公的な支援をする必要性は十分あるが、どこまで達成したら支援を終えて独り立ちできるかの判定基準が分かりにくい。
- 石炭に関する評価は、地球温暖化に絡んで近年特に厳しくなっている。今後石炭を活用するためには CCS との併用が必須の条件となると思われる。そのため今後の事業においては、CCS 併用を条件とする石炭利用を事業の目的に取り入れるべきであると考えられる。その際、我が国と海外での石炭利用では環境問題対応およびエネルギー輸送に大きな違いがあるので、事業の目的・目標の設定においては事

業対象を明確に区別しておく必要がある。

- CO₂ 削減や地球環境問題への対応などの観点から、世界的に CCT 関連の技術開発が進んでいる中で、最新の技術情報等の収集分析から、日本が先導的な役割を果たせる技術を絞り込めるような調査を実施するといった観点も必要ではないか。総合的に見て、進めるべき技術・やめておく技術、の取捨選択を行い、メリハリをつけることも必要と思われる。
- CCT の定義が明確ではないように見受けられ、CCT の技術・適用先（範囲）を示すことが大事だと思われる。そういった意味では、各事業のうち、(1)-(a)⑤や(1)-(a)③を先導的に実施した方が適切だったのではないか。
- 化石燃料の中で最も CO₂ 排出の多い石炭利用に関して、その位置付けがややもすれば、不明確となる傾向にある。化石燃料あるいは再生可能エネルギーなどの 2 者選択でなく、再生可能エネルギーとの協調を図りつつ、現時点から中長期にかけて必要な石炭エネルギーの有効利用を明示して、各界へ周知徹底を図る必要があると考える。
- World Energy Outlook 等の 2040 年以降までの長期的な一次エネルギー/発電燃料の動向を主とすれば、石炭は 20-30%以上を占めており、重要な一翼を担っている。この石炭を使用せずという事は原発や天然ガスをほぼ倍増する事を意味して、現実的には困難と思われる。石炭等の化石燃料を使用しつつ、省エネ、再生可能エネ、CCS により CO₂ 削減することが唯一の解となっている点を確認したい。
- 石炭の需給については国内外、短中期から超長期と分けて議論する必要性が有り、注意して欲しい。石炭を高効率に使用するという省エネと CCS が本事業に合致している事を社会的に認知してもらう様により一層推進していく様に願いたい。
- 市場動向の観点で、エネルギーセキュリティ面での石炭権益確保の点で、必要性は薄れてきている。「エネルギーセキュリティ」「CCT 可能性調査」の 2 点については、石炭需要減少・利用可能な瀝青炭の増加の環境下で、必ずしも事業の位置付けとの整合性は見出せない。
- クリーン・コール・テクノロジー推進事業については、目的・目標の設定が、ややあいまいである。また、低品位炭の利用促進とクリーンな技術開発は、必ずしも一致しないことが懸念される。

2. 効率性

調査事業毎に適切な実施企業等を選定し、成果を生み出せるようマネジメントを行っている。石炭エネルギーは利用量が多く受益者も多岐にわたることから、開発した技術が将来に実用化したときの成果と比較して、投じた予算は適切な規模であると考えられる。コスト高で最終的には事業化困難という結果になった一部の事業の反省を踏まえて、定量的な収益の指標を提示し、計画当初から経済性見通しを立てさせる方針を一部取り入れたことは、事業の実施体制の見直し例として評価する。

一方、石炭に対する社会の姿勢が厳しくなる等、石炭技術開発に係る環境が短期間に変化している。また、本評価の対象となる期間では、CCTは定常的な運転における効率とクリーンさが重要な指標となっていたが、再生可能エネルギーの導入の増加に伴って石炭火力も部分負荷運転での運用が要求されることが予想される。今後は、要求される性能・仕様について適切に見直しをして事業目標などへ反映することが必要である。例えば、技術開発のロードマップを再検討する頻度を見直す等、対応方法について検討いただきたい。エネルギー価格の急変に対する経済性・採算性の評価方法の見直しについても、対処方法を整理することが必要と思われる。

<肯定的意見>

- ・ 個別の事業が終了した後、次のプロジェクト等に事業の成果が有効活用されている例が多く、おおむね適切に技術が発展していると言える。コスト高で最終的には経済的に実現困難と思われるという結果につながった事業もあるが、その反省を踏まえて定量的な収益の指標を提示して計画当初から経済性見通しを立てさせる方針を一部取り入れたことは、事業の実施体制の見直し例として評価に値すると考えられる。また、その収益の指標も民間企業が現段階で投資をするには収益性が低い、技術開発によっては民間事業ベースの収益が達成できる可能性があるレベルに設定されており、公的な資金による産業育成として適切に設定されていると考えられる。また、日本の技術の競争力強化についても、単なる技術的側面だけではなく、ビジネスモデルも含めた広い視野からの検討が行われており、これまでの反省に基づいた適切な見直しが行われていると考えられる。以上のことから、実施体制にPDCAサイクルが組み込まれていることがわかり、実施体制が適切に構築されていると考えられる。
- ・ 投じた予算との関連から見ると、石炭エネルギー技術は最終的に扱う燃料の量が多く受益者も多岐にわたることから、その技術が将来に実現したときの成果と比較して考えるならば、適切な規模であると考えられる。
- ・ 実施された事業においては、事業の実実施計画・体制・予算に関して問題は無いと考える。情勢変化に対応した見直しは、マイナーな改善であり問題はない。
- ・ 個々の案件別に外部有識者による採択審査委員会での審議を実施しており、事前に計画や実施体制については確認・是正を行っており、妥当かつ効率的であったと考えられる。

- ・ 事業(1)-(a)③、④は CCT 推進事業・実用化可能性調査という分野に限らず、プロジェクトマネジメントという観点から見て、有効な事業だったと言える。
- ・ 各事業の計画は事業原簿の位置付け・必要性などに合致しており、実施体制等も概ね妥当と思われる。特に低品位炭利用促進に関する検討は、新たな取組として評価できる。実施体制は事業の当事者でないコンサルを主とする事業体で、技術、市場、過去の事業成果や課題等を体系的に整理して、国プロの有るべき支援対象や目標設定からの提言をまとめている。従来はメーカー主導だった事業を客観的に評価している事が今後の事業推進に有効と思われ、これらの成果を具体的に生かして頂きたい。
- ・ 実施計画は、公募により NEDO の審査を受けた委託事業として実施した点で、妥当であったと思われる。
- ・ 調査事業毎に適切な実施体制を有する実施企業等を選定し、成果を生み出せるよう指導を行っている様子がうかがえる。また、各事業の成果は、次の調査事業や実証事業等に活かされているケースが多い。

<改善すべき点>

- ・ 本評価の対象となる期間については、CCT は定常的な運転における効率とクリーンさが重要な指標となっていたが、再生可能エネルギーの導入の増加に伴って部分負荷運転での運用が要求されることが予想される。今後は、要求される性能・仕様については適切に見直しをして事業目標などに反映されたい。
- ・ 事業による効果は、まだ実施後の間がないので評価は困難である。今後の事業計画においては事業の継続を前提とせず、明確に将来性を見極められない事業は廃止を含めて検討すべきである。世間の石炭に対する評価は最近厳しくなる等、石炭技術開発に対する環境や期待は短期間に変化して来ている。技術開発のロードマップは10年とは言わず数年毎に再検討が必要である。
- ・ 昨今の原油や石炭等のエネルギー価格の急変に対して、事業の経済性や採算性等の評価方法が個別対応にならざるを得なかったと思われる。対処方法を整理する等、課題は有るとと思われる。事業の IRR を 9.5%以上と明確に設定する事は評価できるが、事業の位置付けによっては、ある程度の幅を持たせれば、柔軟に対応可能と期待できる（今後の検討課題とも思われる）。
- ・ 海外向けの石炭火力発電の場合、最先端の高効率のみ融資が許可できない等の制約が有り、欧州向け、米国向け、東南アジア向け等で海外へ輸出可能な技術（CCS ready 有無を含めて）を事前に整理して効率的に推進できる様に準備願いたい。特に海外での石炭関連への融資可否等について、最新動向を把握する必要があると思われる。

- 委託業務発注に先立つ採択審査委員会で事前に実施体制を確認する点は妥当であるが、委託事業が必ずしも成果に繋がっていない場合もあることから、採択後の事業進捗について、NEDO が専門家の観点で PDCA 管理を行うことも検討に値すると思われる。
- 費用対効果の分析は、必ずしも十分ではない。

3. 有効性

事業全体の目的がエネルギーセキュリティの改善、CO₂排出量削減や国際競争力強化という長期の目標なので、最終目標の達成度の評価・判断は困難であるが、対象事業毎の目標はほぼ達成されており、且つ得られた成果が全て次の事業に展開していることから、有効性があったと十分評価できる。また、技術開発だけでなくビジネスモデルも含めた収益性の視点からプロジェクトの採択が行われるなど、実施者が事業化への意識を十分に持ってプロジェクトに参画するようになってきていることは、開発された石炭利用技術の実用化・事業化につながると期待できるものであり、評価すべきである。

一方、社会・経済への波及効果が期待できる段階までは事業化が実現したとはいえない。また、昨今、石炭利用はCO₂排出が相対的に多いものとみなされており、石炭利用の促進が社会から肯定的にとらえられているわけではない。そのため、CCTの推進によってCO₂排出量の削減・汚染物質の低減による社会への貢献があり、さらに海外展開により相手国における環境改善・エネルギー利用の高効率化につながることを社会に対して一層アピールすることが必要である。さらに、今後同様の事業を実施する際には、IEA（国際エネルギー機関）やGCCSI（グローバルCCSインスティテュート）の調査は必須と思われるが、近年状況変化が急峻になっているので重要なベンチマーキングは毎年行い、動向をいち早く反映できる体制として欲しい。

<肯定的意見>

- ・ おおむね個別のプロジェクトは次のプロジェクトに引き継がれており、発展していると考えられる。技術開発だけでなくビジネスモデルも含めた収益性の視点からプロジェクトの採択が行われるなど、プロジェクトに参画する者が事業化への意識を十分に持って参画するようになってきていることは、実現性のある石炭利用技術開発につながるものであり、評価すべき点である。
- ・ 個々の事業によって実用化の評価は異なるものの、各開発技術の可能性評価は進んでおり、クリーン・コール・テクノロジー推進の大きな目標は達成しつつあると評価できる。
- ・ 個々の実施項目は、計画通りに研究開発の方向性の検討、ロードマップへの反映および次ステップの検討へ活用・展開・反映されており、目標とした成果が得られていると言える。
- ・ 大崎クールジェン（OCG）に関係する事業については、いくつかの意義ある成果が得られており、OCG実証事業の最終第3段階までの円滑な推進に資するものと考えられる。
- ・ 事業全体の目的がエネルギーセキュリティ改善、CO₂排出量削減や国際競争力強化なので、最終目標の達成度評価は困難であるが、途中段階の事業毎の目標はほぼ達成されており、且つ得られた成果が全て次に展開しているとの事なので、十分評価できると思われる。

- ・ 引続き、社会・経済へ貢献できる様に具体的に推進していく事を関係者の健闘に期待したい。
- ・ 「基礎的情報や最新情報を収集し、次のプロジェクトに繋げていく」という観点で、最終目標を達成していると思われる。
- ・ 定めた目的や目標については、最終的に達成できている。

<改善すべき点>

- ・ 昨今の社会情勢において石炭利用技術は CO₂ 排出が相対的に多いものとみなされており、石炭利用の促進が社会から肯定的にとらえられているわけではないことを考えると、CCT の推進によって現在よりは同一の出力に対する CO₂ 排出量の削減・汚染物質の低減による社会への貢献があることを社会に対して一層アピールすることが必要と思われる。特に諸外国への石炭利用技術の移転がネガティブな印象で語られる場合が見られるので、技術移転が相手国における環境改善・エネルギー利用の高効率化につながることをアピールすることが必要と思われる。
- ・ 石炭に対する厳しい評価に対応するためにも、石炭利用の重要性および環境問題への対応等について、政府、NEDO および関連団体による、より活発な石炭利用促進の PR 活動が必要であると感じている。
- ・ CCT の概念（効果・現状・今後の展開）を国内外に広くアピールし、社会的認知度を向上させる取組に期待したい。
- ・ 事業(1)-(a)③、④は CCT 推進事業・実用化可能性調査という分野に限らず、プロジェクトマネジメントという観点から見て、有効な取組であり、NEDO 事業における他分野への水平展開を考えてもよいのではないか。
- ・ 社会・経済への波及効果までの全体評価としては困難ではあるが、当事者や石炭事業者等には成果として公表されており、次の事業提案等につながっている。一方でその範囲が限定されている点について改善される事を期待する。石炭のみならず、エネルギー産業や電力ユーザーや一般消費者の方々へ石炭を含めた包括的なエネルギー需給の現状を正確に認識いただける様な事業を手掛けて頂きたい。
- ・ 個別の事業に関しては、モンゴル乾留ブリケットの検討は当初よりコスト的に既存燃料からブリケットに置換えられない可能性もあるが、環境対策等で必要として様々な検討を行ってきた。結果は最適なプロセスを作成でき、サイトも決められたが、収益性を得る事が出来ず、断念せざるを得なかった。課題としてコストダウン等が残ったが、本当の課題は環境対策が進まないことに有る。課題を技術的な事に絞り込まず、普及促進方策なども総合的に取り入れる事も要望する（ある程度、取り入れていたと思っているが、資料では見えず、敢えて追記した）。石炭ガス化クリーンアップ要素研究は目標が明確で判り易く、確実に進捗していると思われるが、step3 の SOFC との円滑な連携が可能となる様に準備願いたい。未利用炭調査は我が国のニーズやオフテーカー・ユーザ等を中心にして取り纏められているが、産炭国や炭鉱側単なるコスト分析のみならず、施策やニーズ等を更に深掘してほしい。各

国によって意思決定の階層が異なるので、対象国へアプローチする際、事前に NEDO と協議して重層的に進めて欲しい（評価委員にとって見えにくい）。石炭火力の競争力強化の検討は体系的に整理されているが、結論は LTSA が有効との提言案ともあり、概ね妥当と思われる。しかし一部では既に民間が LTSA を取り入れて推進している事を勘案すれば、どの当りで事業として困難なのか、競合他国が LTSA を以てどの様にアプローチしているのか等、もう一步の深堀が必要と思われる。

- IEA や GCCS の調査は必須と思われるが、近年変化が急激にきているので、重要なベンチマーキングは毎年行い、動向をいち早く評価できる体制として欲しい。更に我が国にとって、注目すべく、豪州や尼国等がこれらに対してどのように受け取っているか等も精査して欲しい。社会・経済への波及効果が期待できるまでの「推進事業」「実用化可能性調査」は、実現しなかったと思われる。
- 本事業に関連して、開発された技術が市場で普及する等の成功例が、いまだ、生まれていない。

4. 総合評価／今後への提言

石炭を効率的かつCO₂排出と環境負荷を抑制しつつ利活用するCCTの推進事業、実用化可能性調査は、我国のエネルギー技術開発にとって必要であり、さらに我が国の優れたCCTを海外に普及させることは、エネルギー資源の有効利用および地球環境維持のために喫緊の課題であることから、今後も継続して本事業の推進を期待する。また、CCTに関しては、解決すべき技術的課題が未だ多く規模も大きい事業であり、民間の力だけで推進するのは困難である。国際的な技術競争力においてアドバンテージを獲得するためにも、今後もNEDOが主体的に携わるべき重要な事業と言える。

2050年までにCO₂の排出量を80%削減することがパリ協定の中で謳われており、2020年までにそのためのロードマップを作成することになっている。その様な大幅なCO₂排出削減のためには発電プラント等の高効率化のみでは不十分であり、革新的な石炭利用プロセスを開発していくことが必要である。NEDOの石炭事業としても、パリ協定の目標達成に向けたロードマップ作りと革新的石炭利用プロセスの検討が必要と考える。その過程で、日本が先導して進めるべきものを取捨選択し集中した推進をすることも考えられる。

石炭関係者のみならず、エネルギー産業や電力ユーザー、学会や一般消費者の方々へ石炭を含めた包括的なエネルギー需給の現状を誤解無く、正確に認識いただき、その上でCCTの全体像と個々の実施項目のつながりがわかる様な事業を手掛けていただきたい。

<総合評価>

- 単なる技術開発から、ビジネスモデルまでを含めた総合的な視点からのプロジェクトへの転換を含めて、事業の適切な見直しが行われており、おおむね適切な事業が行われていると考えられる。
- 石炭は地球上の貴重なエネルギーであり、石油の生産増加が今後期待できない現在、有効な資源として効率良く有効に使い続けるための研究開発は継続して実施していく必要がある。また我が国の優れた石炭利用技術を海外に普及させることも、エネルギー資源の有効利用および地球環境維持のために喫緊の課題である。さらに、莫大な埋蔵量がある低品位炭の有効利用技術は、地球上の有限なエネルギー資源のひとつとして低品位炭を活用していくために重要な技術開発である。NEDOのこれらの石炭利用に関連した研究開発は、我が国のみでなく世界的に必要なものであり、今後も継続して実施することが求められている。
- 概ね計画通りに進捗が認められ、個々の実施項目については目標を到達し、次ステップへと展開していることから、成果としては十分と考えられる。
- CCTに関しては、技術的課題が未だ多く規模も大きい事業であり、民間の力だけで推進するのは困難である。国際的な技術競争力においてアドバンテージを獲得するためにもNEDOが主体的に携わるべき重要な事業と言える。

- CO₂ 排出量の多い石炭を効率的に利活用できる CCT 事業の推進事業、実用化可能性調査は我国のエネルギーにとって必要であり、今後も継続して本事業の推進を期待する。我国が今まで長年確立してきた CCT 技術は国内のみならず、海外で特に実効性が高くなり、改めて各位の奮起を期待したい。
- 石炭利用を前提とした「CO₂ 排出量の低減」や「環境負荷低減」を目指す技術開発を支援する意義は見出せるので、是非そういった技術開発を実現してもらいたい。
- 目標を設定し、同目標の達成に向けてきちんと調査を行い、最終的な成果を出していくためのプロジェクトマネジメントについては、ある程度、実現されているものと思料する。

<今後への提言>

- 今後の自然エネルギー導入の増加に伴う出力変動幅の増大を考えると、石炭エネルギー利用についても負荷追従性・部分負荷運転等が要求されることが考えられ、そのための技術課題の抽出・必要な技術開発なども視野に入れて、プロジェクトの目的等の事業内容を適宜見直されたい。また、自然エネルギー出力変動によって化石燃料利用側が部分負荷運転することによる効率低下が起こり、そのため自然エネルギー導入による効果を一部相殺することについても定量的な影響を評価するなどをして、自然エネルギー導入側に対して出力安定を求めるなどの働きかけをすることも考えられる。
- 石炭に関する評価は、地球温暖化に絡んで近年特に厳しくなっている。しかし残り少ないと考えられる化石エネルギー資源として有効に活用する必要性は高い。そのため CO₂ 排出問題をクリアできる石炭利用技術の活用が今後ますます求められる。特に一次エネルギーの殆どを海外からの輸入に頼らざるを得ない我が国においては、環境維持と石炭活用の両立を技術的に解決しなければならない。石炭の有効活用についてはこれまで各種技術開発がなされているが、CO₂ 排出対策として実践的に有効である CCS が日本国内において量的にどの程度可能かが明確ではない。可能性は色々調査されているが、国土の狭い我が国で CCS の適地がプロジェクト毎に石炭使用量に見合う分を確保できるか、まだ不明である。最近では、海外の再生可能エネルギーを現地で水素や有機ヒドライド等のエネルギーキャリアに転換して、我が国へ輸入し利用することが研究されている。石炭においても海外山元で水素や DME 等に転換することがこれまで研究されて来た。この場合、その転換時に発生する CO₂ を広大な土地を有する産炭地で CCS 固定化し、エネルギーキャリアとして我が国へ輸入するシステムが、前述の環境維持と石炭活用の両立の一案として考えられる。エネルギーコストが高くなるのは避けられないが、有効な石炭資源を活用するために必要であろう。

- パリ協定の中では 2050 年までに CO2 排出 80%削減が謳われており、2020 年までにそのためのロードマップを作成することになっている。その様な大幅な CO2 排出のためには発電プラント等の高効率化のみでは不十分であり、革新的な石炭利用プロセスを考案し要素技術を開発していくことが必要である。NEDO の石炭事業としても、パリ協定の目標達成に向けたロードマップ作りと革新的石炭利用プロセスの検討を始めることが、そろそろ求められるのではないかと考える。
- CCT 全体を俯瞰した際には全体像の把握が難しく、是非、個々の実施項目の繋がり、全体像がわかるようなものも想定しながら、漏れなくかつ効率的に、今後の事業を展開していただきたい。また、技術としては種々あると思われるが、世界的な情勢が時々刻々と変化していく中で、日本が先導して進めていくべきものを取捨選択したうえで、集中して進めるものもあってもよいと思われる。なお、個別のプロジェクトの成果報告から事業全体を評価する、という今回のスタイルは、評価が難しく、進め方・運営方法・報告書スタイル等、検討の余地があると思われる。
- 石炭のみならず、エネルギー産業や電力ユーザー、学会や一般消費者の方々へ石炭を含めた包括的なエネルギー需給の現状を誤解無く、正確に認識いただける様な事業を手掛けて頂きたい。
- 「エネルギーセキュリティ」の観点での低品位炭利用促進事業は、パリ協定後の石炭需要見通しを踏まえて、その必要性を改めて検討してもらいたい。
- 石炭を含め、エネルギービジネスは政策の影響を強く受けており、米国における新大統領の就任など、影響の大きな社会的なイベントが生じた場合、その影響の具体的な内容の分析等を行い、進行中の事業であっても、計画の見直しを図るなど、柔軟な対応が必要になってくる可能性がある。

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

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CO₂、SO_x、NO_x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>①CO₂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CO₂の分離・回収設備を追設する場合と、CO₂の分離・回収付きのIGCCを新設する場合がある。各ケースでCO₂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]																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>～H23年度 (総額実績)</th> <th>H24年度 (実績)</th> <th>H25年度 (実績)</th> <th>H26年度 (実績)</th> <th>H27年度 (実績)</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>予算額</td> <td>2,837</td> <td>100</td> <td>127</td> <td>129</td> <td>15</td> <td>3,208</td> </tr> <tr> <td>執行額</td> <td>2,289</td> <td>88</td> <td>117</td> <td>66</td> <td>15</td> <td>2,575</td> </tr> </tbody> </table>		～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
		～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]																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>H26年度 (実績)</th> <th>H27年度 (実績)</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>予算額</td> <td>202</td> <td>75</td> <td>277</td> </tr> <tr> <td>執行額</td> <td>202</td> <td>75</td> <td>277</td> </tr> </tbody> </table>		H26年度 (実績)	H27年度 (実績)	合計	予算額	202	75	277	執行額	202	75	277										
	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CO₂やSO_x、NO_x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。CO₂対策としては、高効率石炭火力発電技術及びCO₂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、CO₂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>①CO₂分離回収システム最適化調査研究</p> <p>CO₂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CO₂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CO₂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CO₂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、SOFC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。

⑥CO₂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CO₂分離回収技術の整理、各技術の特徴とCO₂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CO₂回収後のkWh当たりのCO₂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

①CO₂分離回収システム最適化調査研究

IGCCに設置するCO₂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CO₂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、CO₂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。CO₂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CO₂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、CO₂回収率15%程度のCO₂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CO₂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

2. 分科会における説明資料

次ページより、事業の推進者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「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」 事業評価

2016年11月28日

(国)新エネルギー・産業技術総合開発機構
環境部 クリーンコールグループ

1.事業の位置付け クリーン・コール・テクノロジー推進事業



- 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。
- 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。
- この様な状況の下、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。

1.事業の位置付け

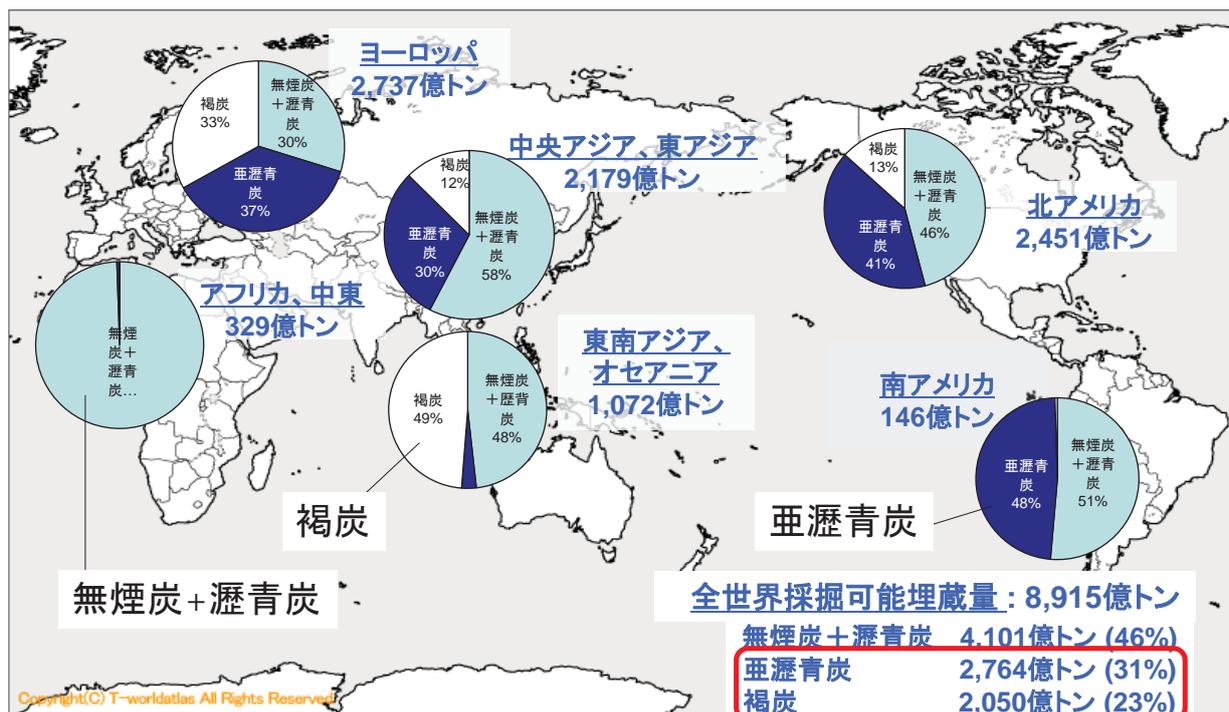
クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査



- 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CO₂やSO_x、NO_xの削減等、地球環境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。
- CO₂対策としては、石炭火力発電技術の高効率化及びCO₂回収・貯留技術（CCS）の導入が有効な手段として期待されており、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、中国などで既に計画されているなか、我が国においても今後CCSを含むCCT技術の実用化に向けた取組が求められている。高効率石炭火力発電技術とCCSの導入にともなう市場規模については、2020年にCCS付のIGCCが7,000億円程度、このうちCCS設備費の占める割合は15%前後の約1,000億円と試算される。その後、燃料電池の開発の進展に伴い、IGCCがIGFCに置き換わるものと仮定すると、2050年には5兆円程度、また燃料電池の占める割合はこのうちの10%前後の約6,000億円と試算される。
- これらの技術開発の推進には、事前の実用化や適用可能性調査により、経済性や社会受容性の妥当性を評価し、技術開発項目及び開発計画等の検討を行うことが求められている。
- 本事業は、より高度のCCT技術の開発に先立ち、開発する技術について具体的な試設計の実施、想定価格の設定、市場性、社会受容性、技術開発項目、開発計画等の検討を行うものである。

2

世界の石炭採掘可能埋蔵量



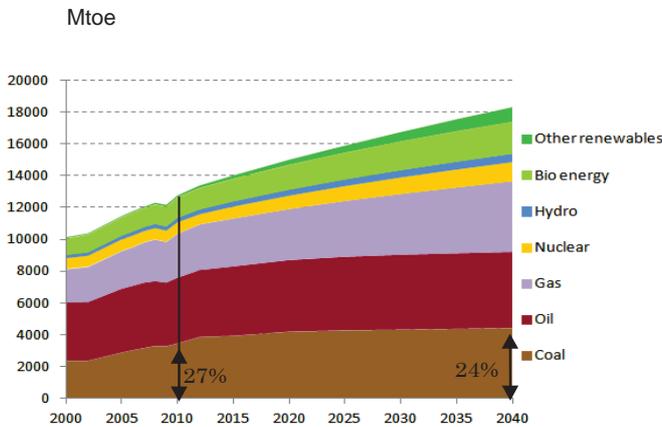
出典：WEC 2013 Survey of Energy Resources

3

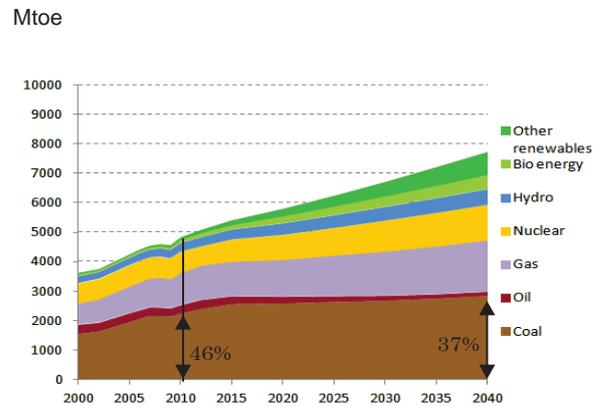
2040年までの世界の石炭需要見通し



- 石炭は、石油や天然ガスなど他のエネルギー源に比べて、地域偏在性が低く、かつ、安価で比較的価格も安定。
- エネルギー需要全体の伸びに併せて拡大の見通しであり、今後とも重要なエネルギー源として期待されている。



World primary energy demand by source



World power generation by source

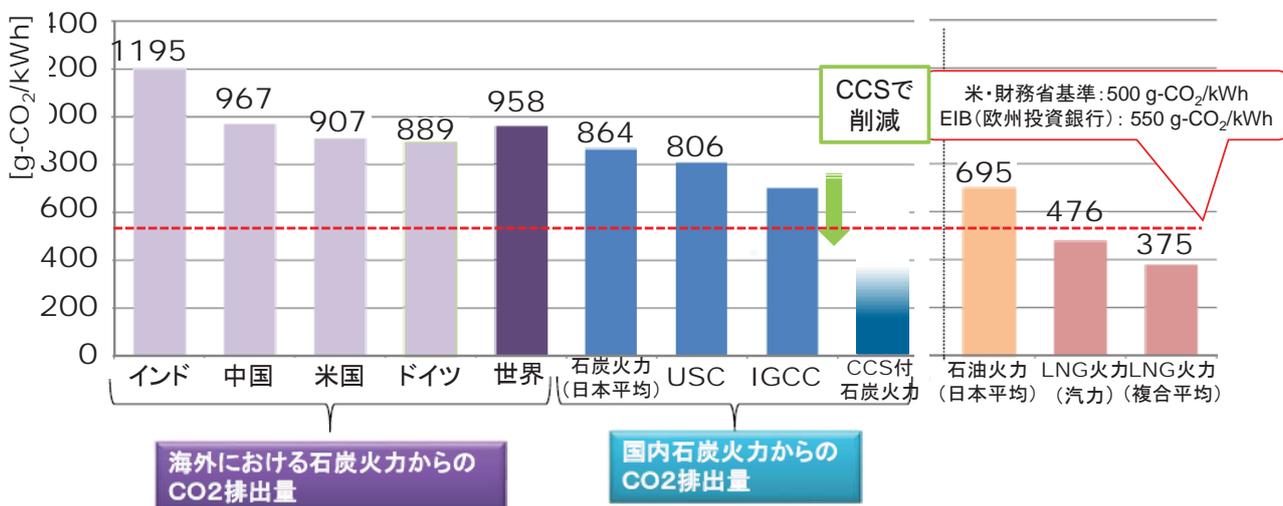
出典: World Energy Outlook 2002, 2004, 2007-2012, 2014

発電時におけるCO2発生量の比較



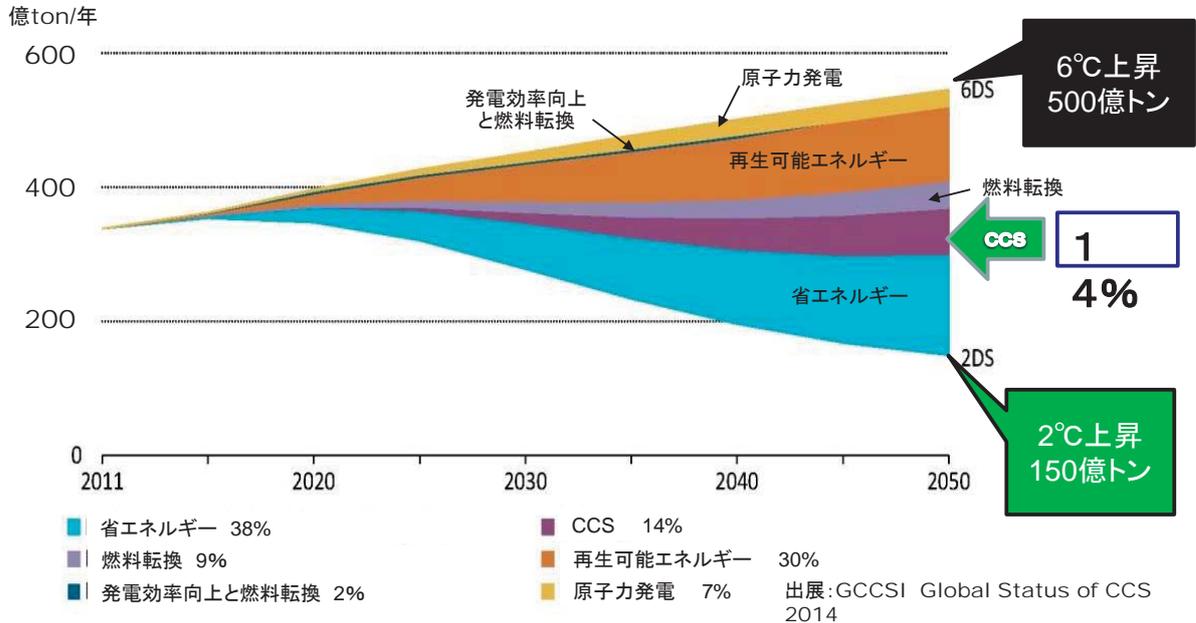
- 効率のよい超超臨界石炭火力発電においても、LNG火力発電に比べおよそ2倍のCO₂を排出。
- 石炭火力最も発電の利用にあたっては、更なる効率の向上とCO₂の貯留・利用が必要。

発電燃料別 kWh 当たりのCO₂発生量



出典: 電力中央研究所(2009)、各研究事業の開発目標をもとに推計。海外については、CO₂ Emissions Fuel Combustion 2012

- 炭酸ガス発生抑制を行わない場合には2050年に500億トンに年間CO₂発生量は増加し世界の平均気温は約6℃増加する。
- IEAのモデルでは平均気温の上昇を2℃に抑えるために年間CO₂発生量を約150億トンに削減する必要があり、CCSはこのCO₂削減量の14%を担うとされている。



CCSの課題

政策課題

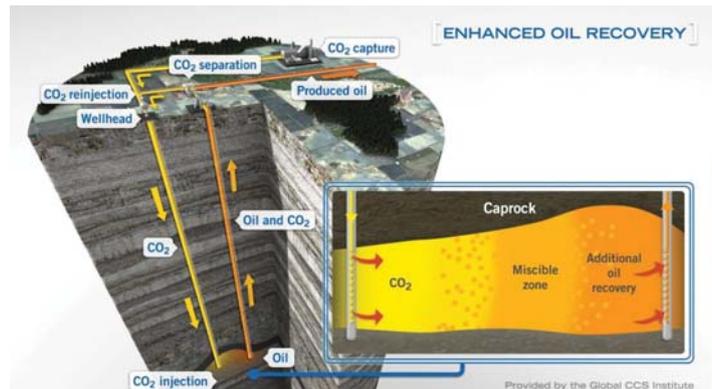
- 現状はCO₂が売れるCO₂/EORが主に実施されている
- CCSは帯水層貯留の場合コスト増加のみで事業の経済性が無く、政策的措置がとられた場合にのみ実現される。
- CO₂/EOR以外の帯水層貯留は、長期間のCO₂貯留のため、PA(社会的受容性)に十分留意して、地域住民のコンセンサスを得て進める必要がある。

技術課題

- 分離・回収は既存技術の組合せで現状でも実現可能な技術であるが、コスト負担低減が課題
- 貯留技術は数百万トン/年の大規模貯留時の貯留CO₂貯留範囲予測の高精度化とサイト閉鎖後の低コスト、継続的CO₂挙動監視技術の開発が必要



CCSの概要(帯水層貯留)



CO₂/EORの概要(枯渇油田の再生)

1. 事業の位置付け 事業の目標



■ クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査の目標

- (1) CO₂分離回収システム最適化調査研究
CO₂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CO₂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CO₂分離回収コストを把握する。
- (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
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。

事業	年度	H24 2012	H25 2013	H26 2014	H27～ 2015～
CO ₂ 分離回収システム最適化調査研究			←————→		OCG第2段階反映
燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術適用性調査		⋄-----⋄	←————→		⋄-----⋄

燃料電池向け石炭ガス化ガスクリーンナップ



2. 事業概要

- (1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業
 - (a)クリーン・コール・テクノロジー調査事業
 - ①モンゴルにおける乾留ブリケット製造事業に係る合理化検討
 - ②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンアップ要素研究
 - ③低品位炭利用促進事業に関する検討
 - ④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討
 - 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
 - ⑥CO₂分離回収技術の検討
 - ⑦石炭火力発電所での低品位炭及びバイオマス燃焼混焼の経済性検討
 - ⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討
 - (b)国際会議調査事業
 - ①IAE Clean Coal Center
 - ②Global CCS Institute調査事業
-
- (2)クリーン・コール・テクノロジー事業化可能性調査
 - ①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討
 - 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

(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業

(a)クリーン・コール・テクノロジー調査事業

(1)-(a)①モンゴルにおける乾留ブリケット製造事業に係る合理化検討



背景

モンゴルでは都市部への人口集中により、ゲル地域の低品位炭の直接燃焼に起因する大気汚染、それに伴う呼吸器疾患など健康被害の拡大が深刻な問題となっている。

講じられている対策

- モンゴル政府は、かかる大気汚染の発生を抑制させる為、各種支援策・関連法規を整備し、様々な解決策を模索している。
- 数ある解決策の中でも乾留ブリケットの製造・普及は環境改善への即効性が見込まれ、モンゴル政府も補助金を出して促進している。
- 日本政府は様々な施策を通じ、モンゴル政府の取組を支援している。
- 本FS事業は日本政府の施策に則り、多くの機関や企業と協力しながら乾留ブリケットの製造・普及を促進するものである。

(1)-(a)①モンゴルにおける乾留ブリケット製造事業概要



(1)-(a)①モンゴルにおける乾留ブリケット製造事業概要(成果)



- バガヌール炭を用いて乾燥、乾留、成形の試験を実施することにより、最適な乾留ブリケット製造プロセスを作成した。
- 試験結果を基にしたスケールアップ設計をすることにより、商業規模プラントの機器リスト、レイアウト図、イニシャルコスト、ランニングコストを作成した。
- 現地調査を実施しプラント最適地の検証をした結果、バガヌール炭鉱近郊をプラント建設候補地として設定した。
- 算出した商業プラントのイニシャルコストとランニングコストを基に経済性検討を実施した。
⇒ 現状収益性は必ずしも高くないことが判明したが、一方で経済性向上のための方策もつかむことが出来た。

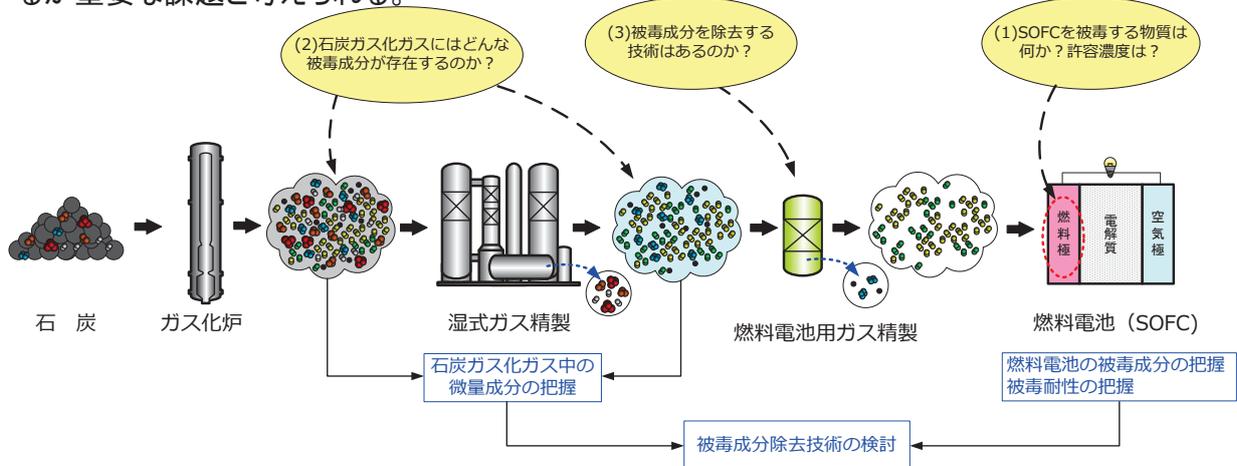
※本件、海外実証事業に移行。

(1)-(a)②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンアップ要素研究事業概要



(課題)

- IGFC実現に向けては、石炭ガス化ガスに含まれる燃料電池の被毒成分を如何に低減・除去するが重要な課題と考えられる。



- (1) 燃料電池 (SOFC) の被毒成分の把握
- (2) 石炭ガス化ガスに含まれる被毒成分の把握
- (3) 被毒成分除去技術(燃料電池用ガス精製)の検討

← 本研究の目的

(1)-(a)②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンアップ要素 研究事業概要 (SOFC被毒成分)



アルカリ 金属	アルカリ 土類	希土類	チタン族	土壌金属	クロム族	マンガン 族	鉄族(上3元素) 白金族(下3元素)			銅族	亜鉛族	アルミニ ウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン	希ガス
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8			1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 水素																	2 He ヘリウム
2 3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ほう素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
3 11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
4 19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
5 37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニア	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテチウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
6 55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	L ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスマチウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
7 87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	A アクチノイド	104 Rf ラファエリウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボグム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt メイトネウム	110 Ds ダームスタチウム	111 Rg レンゲチウム	112 Cn クハネチウム						
		L ランタノイド	57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユーロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットリウム	71 Lu ルチウム
		A アクチノイド	89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリフォルニウム	99 Es アイザックソンニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデルレービウム	102 No ノーベリウム	104 Lr ローレンシウム

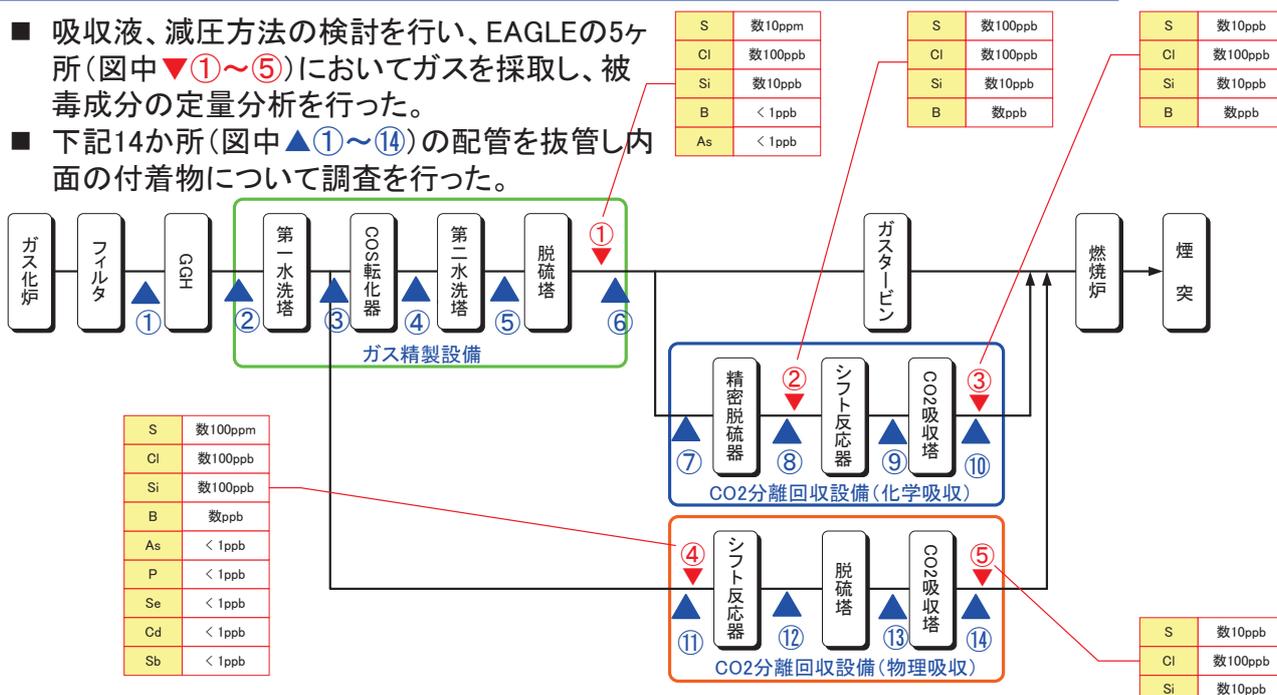
○ SOFCの被毒元素として
報告のあるもの

- SOFC被毒物質を元素で整理すると、S, B, P, Cl, As, Se, Cd, Sb, Si(9元素)が被毒成分として報告されている。
⇒ **本調査の測定対象**
- また、発電性能を長期に渡って維持するための許容濃度は数ppb~数ppmレベルになると推定されている。

(1)-(a)②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンアップ要素 研究事業概要 (ガス分析、配管内調査)



- 吸収液、減圧方法の検討を行い、EAGLEの5ヶ所(図中▼①~⑤)においてガスを採取し、被毒成分の定量分析を行った。
- 下記14か所(図中▲①~⑭)の配管を抜管し内面の付着物について調査を行った。



- ガス分析の結果、燃料電池の燃料としてガスを供給する可能性のある精製ガス(②、③、⑤)にも、硫黄、塩素、ケイ素、ホウ素が微量に含有していることを確認した。
- EAGLE配管内面の付着物を調査したところ、硫黄やケイ素などの被毒成分が含まれていることを確認した。

(1)-(a)②IGFC向け石炭ガス化ガスのクリーンアップ要素 研究事業概要(成果)



- 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CO₂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、SOFC被毒成分が複数あることが分かった。

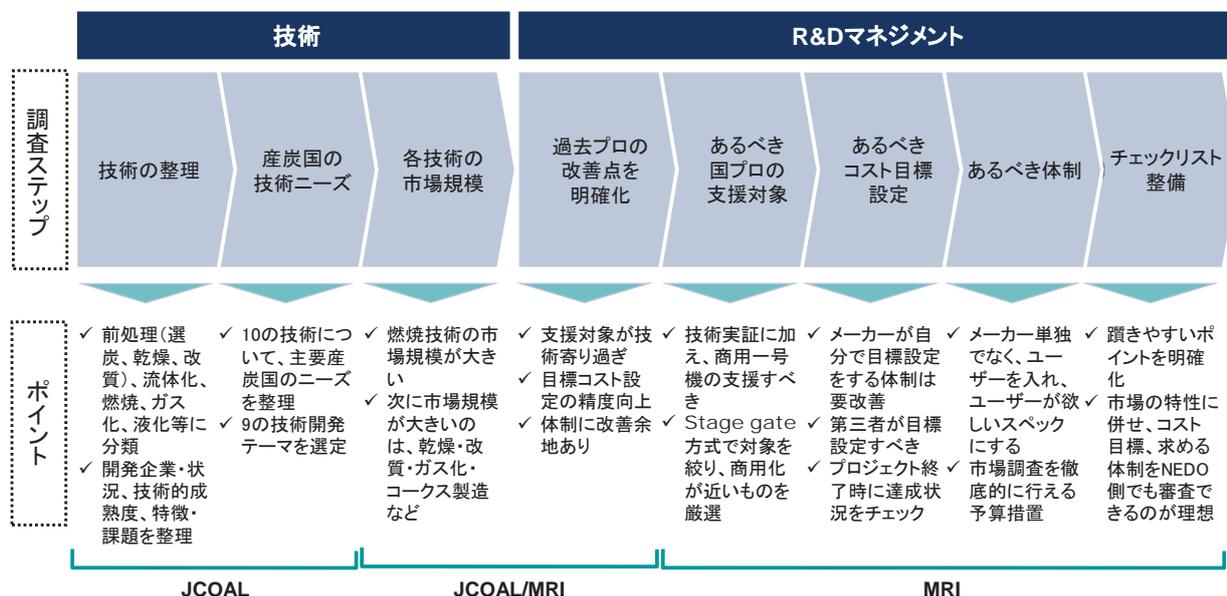


- 本研究成果は、燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術適用性に反映し、現在燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術要素研究に活用されている。

(1)-(a)③低品位炭利用促進事業に関する検討事業概要



- 調査アプローチとキー・ファインディングス
 - CCTを体系整理し、技術の市場規模をまとめた。過去の国プロを振り返り、改善点を把握。次世代の国プロを成功させるためのポイントを提言。
 - 支援対象の再定義、客観的なコスト目標の設定、ユーザーを含む体制がポイント。



(1)-(a)③低品位炭利用促進事業に関する検討事業概要 (成果)



■ 過去のプロジェクトの経験を踏まえた提言

- 1 事業評価にリソースを割く

本来は、メーカーのシーズ起点ではなく、市場ポテンシャル、技術の低コスト化の見通しなどを客観的に踏まえて、実証すべき技術を選ぶべき。事前に市場調査を徹底し、事業の評価を深める機会を設けるべき。
- 2 勝てるビジネスモデルを事前に考え抜く(バリューチェーンを事前に構築することが重要)

これまででは、技術実証試験の後から、売り先を見つけたり、ビジネスモデルを構築しはじめたケースが多々あった。実現性の高いビジネスモデルがあることは、商業化の成功には不可欠であり、実証試験の前に、「勝てる」ビジネスモデルを考え抜く機会を設けるべき。
- 3 コストマネジメントツールの開発

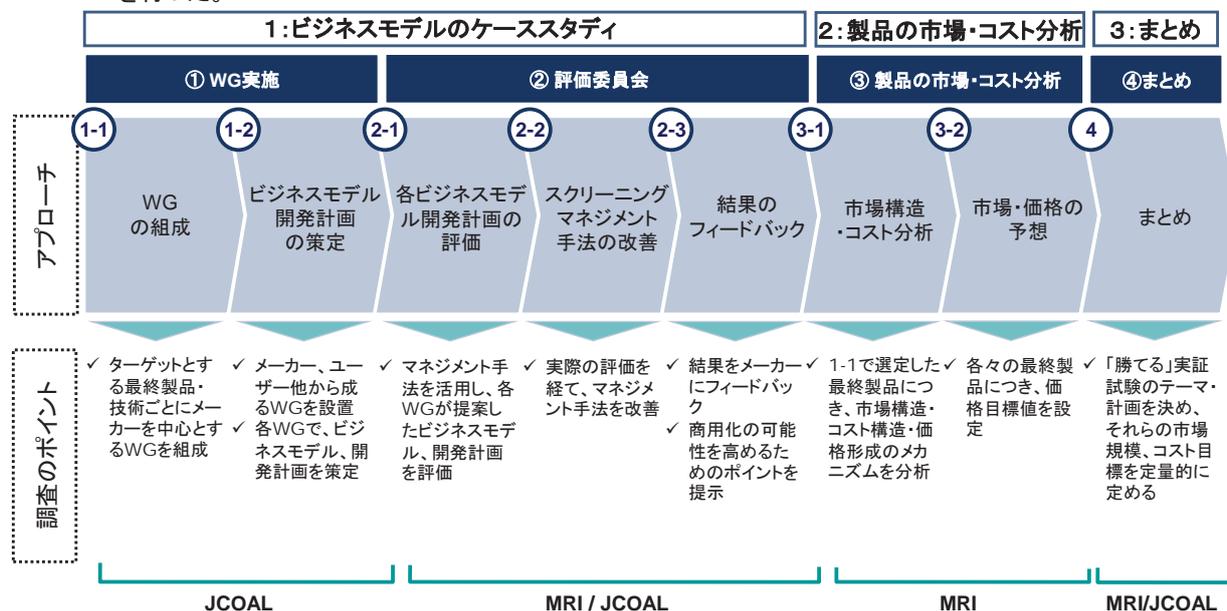
コスト目標の設定が、商業化を阻んだ最大要因。従って、原炭価格、最終製品価格の動向や、インフラコストなど周辺コストも含めた、コストマネジメントができるツールを開発し、NEDO側からもコストのマネジメントを強化すべき。

(1)-(a)④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討 事業概要



■ 調査フローと主なアプローチ

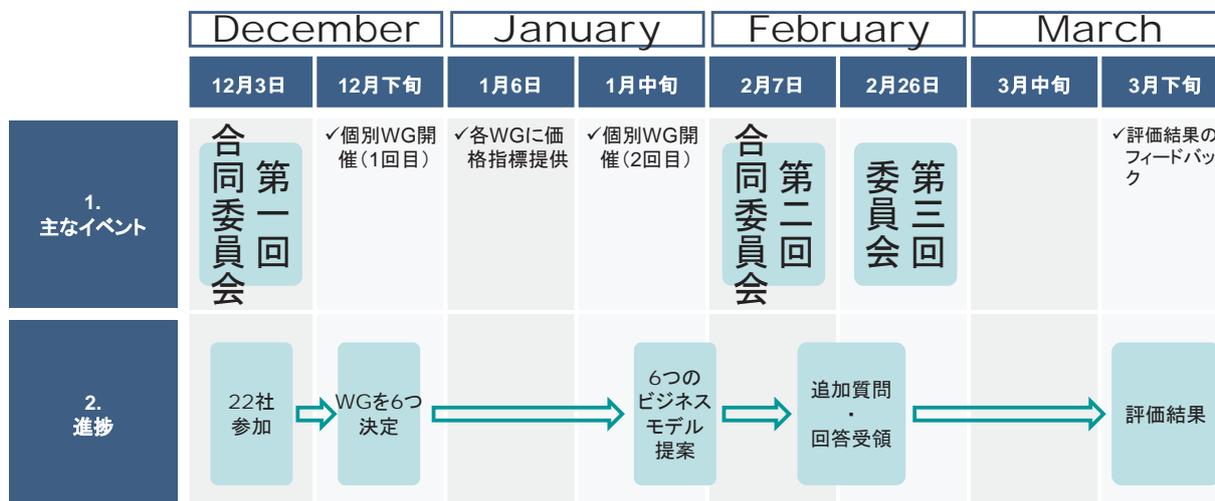
- 本調査のフローと主なアプローチは以下のとおり。
- 平成24年度調査にて提言したスクリーニング手法が機能するか検証するため、平成25年度調査では実際に事業を検討している案件に対し本スクリーニング手法を適用し、有効性の検証と改善点の検討を行った。



(1)-(a)④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討 事業概要



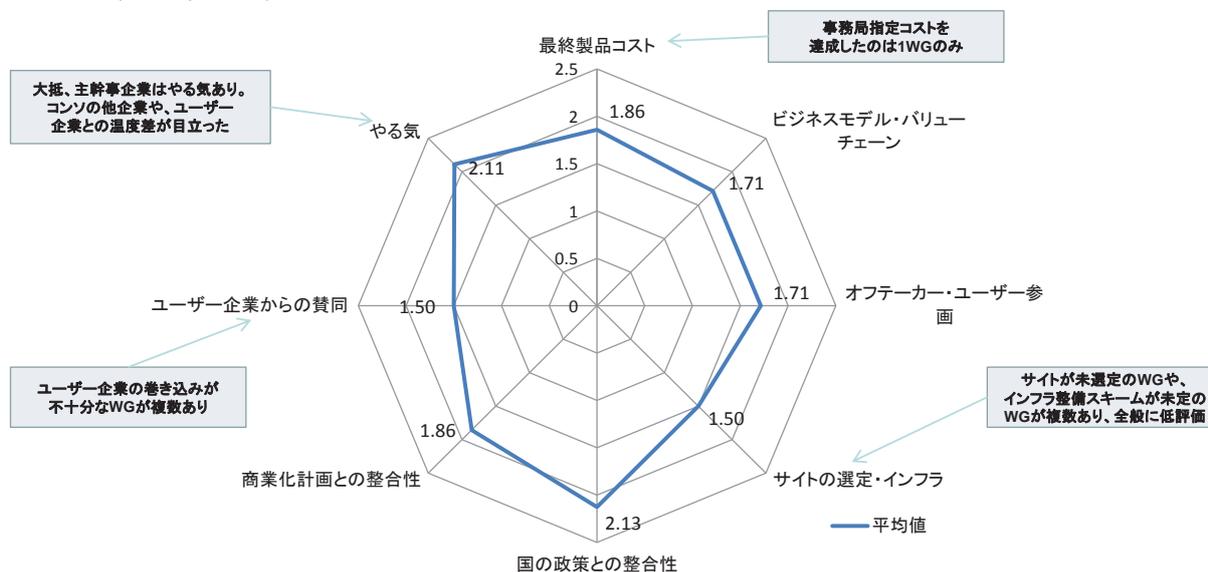
- WG組成から評価委員会による案件評価までの流れ
 - 低品位炭を活用した研究開発に興味がある企業を、調査団が関係企業に直接声掛けした他、ウェブサイトを通じ募り、20社以上が興味を示した。最終的に、メーカー、ユーザー、商社などから成る6つのWGが組成された。
 - 各WGにて低品位炭を活用した実証試験・ビジネスモデルの提案を取りまとめ、2014年2月以降、2回の評価委員会で評価した。



(1)-(a)④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討 事業概要(成果)



- WGの評価サマリー
 - 各WGの評価結果の平均値は以下のとおり。
 - 全般的に、最終製品コストの事務局提示コスト目標への未達、最終製品のユーザー企業を巻き込んでいないケース、サイトのインフラ整備の具体的なスキームを構築していないケースがあり、これら項目で点数差が開いた。



(1)-(a)④未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討事業概要(成果)



■ 本評価手法そのものの評価、改善点は以下の通り

1 ビジネスモデルの評価手法としては適切

事務局が共通の原炭コスト、インフラコスト、最終製品価格目標を提示したことで、横並び比較が可能となったのは大きな成果。技術的に実現可能なコストで目標が達成でき、バリューチェーンが組め、金融機関もOKならば事業化の前提は揃うと考えて良い。

2 改善点1: 目標コスト・技術的な性能等の技術的な実現可能性の検証の必要性

事務局が目標コストを提示した結果、技術的な実現可能性の根拠が不十分でも「目標コストが達成される」と提案したWGがあった。提案されたコストや性能が、技術的に実現可能なのか検証する評価項目の追加が必要。

3 改善点2: ユーザー視点での競合技術との比較、EPC売り用の評価指標の必要性

本評価手法は、炭鉱からEPC運営までの垂直統合が前提。EPC売りには追加の評価指標が必要。特に、技術の買い手の立場から見ると、バンカブルかだけでなく、競合技術よりも安く、優れているかもポイントに。

4 改善点3: 商用化までの時間軸の違いは考慮すべき

WGの中には10年以上先の商用化を提案しているものもあった。そうした提案は具体的なバリューチェーン構築が間に合っておらず、本評価手法では低評価になる傾向が強い。本評価手法を適用するプロジェクトは、実証試験後に速やかに商用化できるものに限定すべき。

26

(1)-(a)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



背景

1. 我が国における石炭の位置付け

石炭は我が国において重要な基幹エネルギーの地位を占めており、その輸入量も増加傾向にあることから、その重要性はますます高まっている。

- ▶ 我が国の一次エネルギー総供給量に占める石炭の割合 21.0%(2009年度)^{(*)1}
- ▶ 発電量に占める石炭火力の割合 25%(2011年度)^{(*)1}

2. 海外における石炭利用技術ロードマップの例

- ▶ IEAもCO2削減への取組の中で、石炭の高効率利用の重要性を認識しており、2012年12月にHigh Efficiency, Low Emissions Coal Technology Roadmapが作成された。^{(*)2}
- ▶ 豪州も褐炭の有効利用を目的としたロードマップの作成を計画し着手^{(*)3}

3. 本調査の目的

NEDOでは、平成18年に、「日本のクリーン・コール・テクノロジー」を作成したが、種々環境変化や技術開発の進捗を考慮に入れ見直しを行う必要が生じている。そこで、石炭利用技術分野の技術を把握し取りまとめることを目的として本調査を実施する。

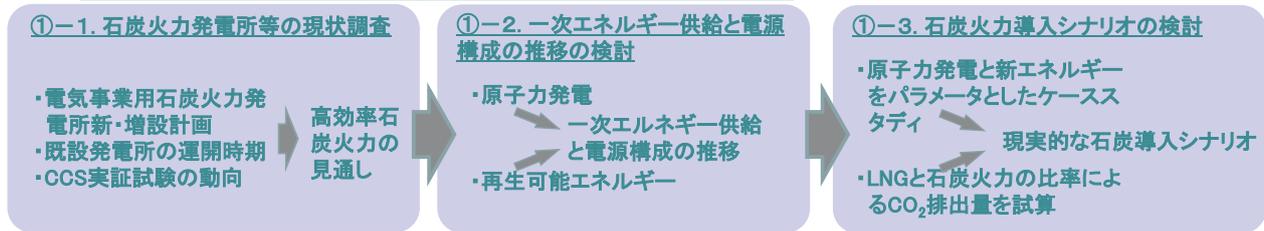
- (*1) 2012年版 エネルギー白書2012
- (*2) 2012年12月 IEA Technology Roadmap: High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation
- (*3) 2011年6月21,22日にVictorian Brown Coal Roadmap Stakeholder Workshopを開催(於: Melbourne)

27

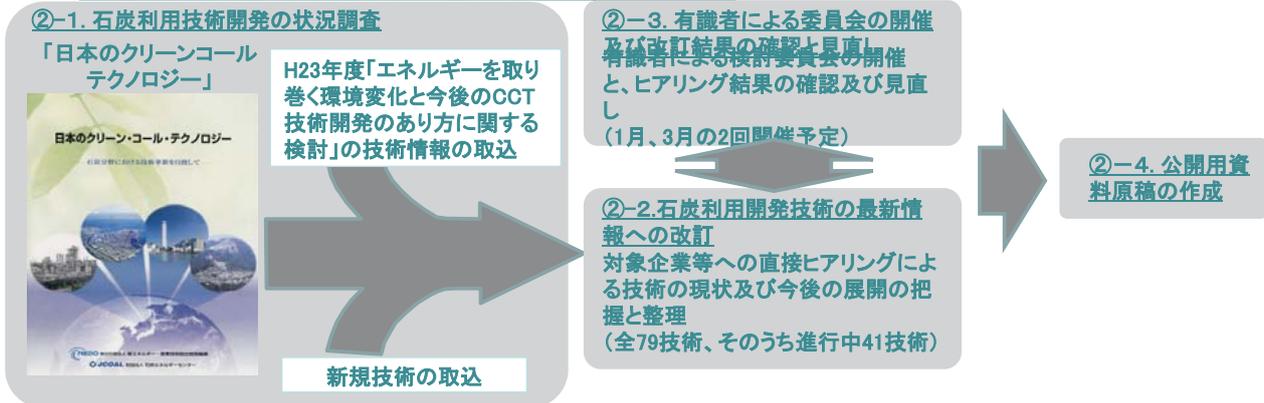
(1)-(a)⑤エネルギー需給における石炭の役割と今後のCCT技術開発のあり方に関する検討事業概要



■ 一次エネルギー供給における石炭の役割



■ 石炭利用技術分野の技術ロードマップ



(1)-(a)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事業概要(成果)



■ 一次エネルギーにおける石炭の役割

- 原発の復帰時期とその電力量をパラメータに、長期ビジョンに立った電力構成を推測・解析した。その上で一次エネルギー供給における石炭火力の役割、高効率石炭火力発電の導入シナリオを検討した。
- 2020年に2005年比でCO₂を3.8%削減することは(COP19、ワルシャワ、2013.11)、原子力発電の再稼働が100%のケース1でのみ達成可能である。ただし、産業別のCO₂削減目標を見直すことで違った結果も得られるため、この考察には注意が必要である。
- 2025年までは、本解析で想定した原子力発電の再稼働ケースによらず、石炭火力の新設計画が少ないため、石油火力とLNG火力に頼らざるを得ない。言い換えれば、2025年までは貿易赤字解消の手立ては見当たらない。
- 2025年以降は、石炭火力発電の新たな導入シナリオとCCSの導入(ケース2'(CCS))を図ることで、約0.5兆円の燃料費削減が可能である。

(1)-(a)⑤エネルギー需給における石炭の役割と今後のCC1

技術開発のあり方に関する検討事業概要(成果)

■ 石炭利用技術分野の技術ロードマップ

- 平成18年3月刊行「日本のクリーン・コール・テクノロジー」記述の技術は時間が経過し取り巻く環境も大きく変化していることから、分類の見直しを行った。

利用分野

A_多目的石炭利用技術、B_高効率利用技術、C_CO₂対策技術、D_排煙処理・ガスクリーニング技術、E_石炭灰有効利用技術、F_エネルギーチェーン・システム

要素技術

01_石炭ガス化・水素化技術、02_石炭液化技術、03_熱分解技術、04_粉体化・流体化・共利用技術、05_脱灰・改質技術、06_燃焼技術、07_製鉄技術、08_排煙処理・ガスクリーニング技術、09_石炭灰有効利用技術、10_その他

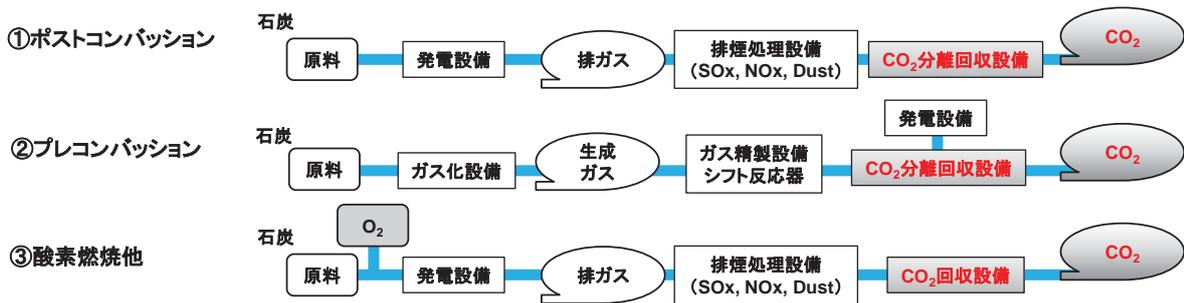
■ 主な変化点

- 石炭直接液化技術、改質技術、燃焼関連では流動床関連の技術に完了技術が多い。
- 多目的利用の一部ガス化技術は、例えばHYCOL→EAGLE→大崎クールジェンのようにプロジェクトが発展して高効率発電技術へと受け継がれている。
- 石炭液化BCLの灰化技術はフェロコクスに受け継がれており、要素技術の開発が生かされている例である。
- 低品位炭を利用した石炭改質技術については現在インドネシア等でUBC,TIGAR,JCF、各種褐炭乾燥などステージは異なるが、プロジェクトが進展している。
- CO₂対策技術は燃焼関連を中心に研究開発が継続されており、今後のCO₂分離回収の政策の進展とともに実用化に向けて進展するものと考えられる。
- CO₂以外の環境関連では既にNO_x、SO_x除去は実用化されているが、近年水俣条約の水銀が注目されており、既に我が国技術は実用化段階である。

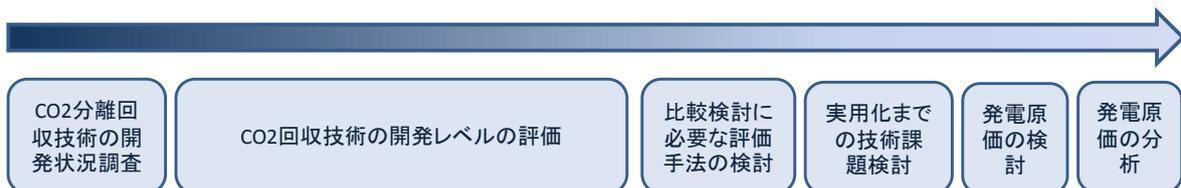
30

(1)-(a)⑥CO2分離回収技術の検討事業概要

- 以下の3方式に大別される、石炭火力発電方式に適用されるCO2分離回収技術を調査する。



- 調査した個別技術について下記フローにより、開発レベルの評価、課題・発電原価を検討し、CO2排出量と発電原価を分析する。



31

(1)-(a)⑥CO2分離回収技術の検討事業概要(成果)

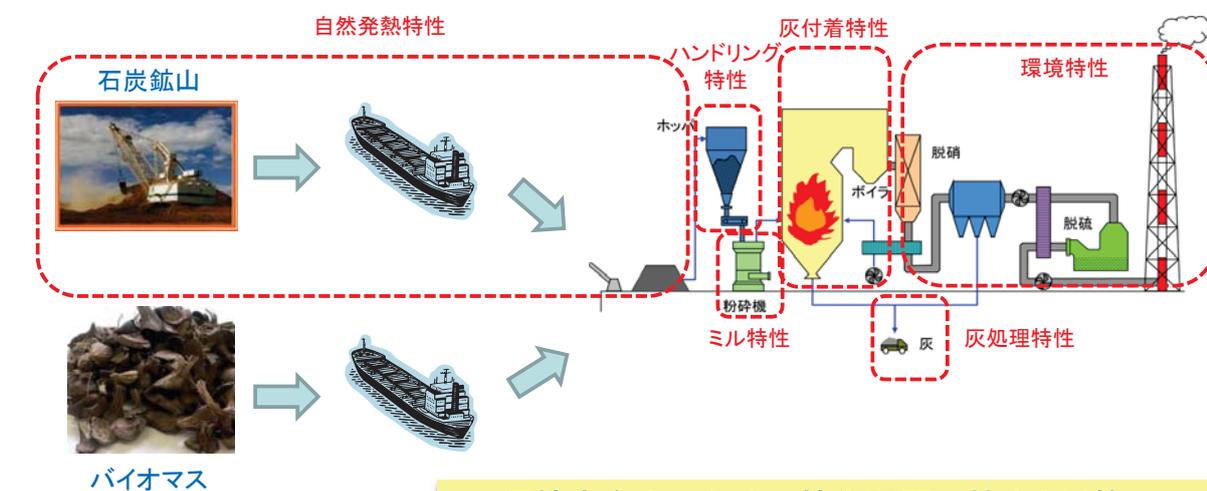
本調査は、化学吸収法や物理吸収法、膜法などのCO2分離回収技術の整理、各技術の特徴とCO2回収エネルギーの比較、及び進捗状況や実現可能性を調査した。また、NGCC、IGCC、微粉炭火力で1,000MW級発電所に適用した場合のCO2回収後のkWh当たりのCO2発生量と発電コストの関係を求め、比較検討した。本結果はCCS技術開発の方向性検討に反映した。



- ・石炭ガス化複合発電におけるCO2分離回収システム最適化に関する検討事業
- ・クリーン・コール・テクノロジーロードマップの検討
- ・革新的CO2分離回収技術に関する調査

(1)-(a)⑦石炭火力発電所での低品位炭及びバイオマス燃焼混焼の経済性検討事業概要

- 石炭火力発電所において、低品位炭およびバイオマス燃料の混焼率を向上するには、技術的および経済的な課題をクリアする必要がある。
- 本検討では、低品位炭及びバイオマス燃料の品質や需給環境を踏まえ、技術課題の抽出と対策検討を実施し、低品位炭及びバイオマス混焼の追加対策コストを含めた経済性を試算する。



バイオマス
(出典：バイオマスボイラー普及促進会HP)

- 混焼率向上のための技術課題の抽出と対策
- 経済性試算

(1)-(a)⑦石炭火力発電所での低品位炭及びバイオマス
燃焼混焼の経済性検討事業概要(成果)



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、石炭市況レベルの上昇と共に、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。



・微粉炭火力発電の速やかな低炭素化実現に向けた調査

(1)-(a)⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討
事業概要



- 我が国の石炭火力発電所は、高い発電効率を誇るなど技術的に優れているが、海外製プラントと比較しコストが高く、国際的な競争力には改善の余地がある。そこで本調査では、本邦メーカーの勝敗パターンを分析し、競争力強化のためにあるべきビジネスモデルを提案する。
- 併せて、あるべきビジネスモデルを実現するにあたり、必要な技術開発要素を特定し、技術的側面からも我が国の競争力強化を図る。

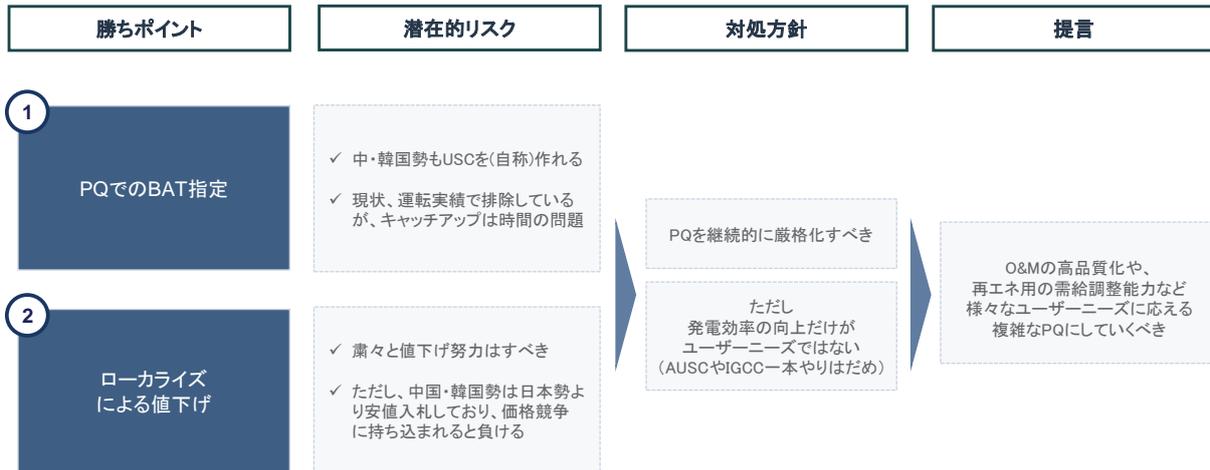


(1)-(a)⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討 事業概要(成果)



提言

- PQ (Pre-Qualification: 事前資格審査)を継続的に厳格化しなければ いずれ負ける。
 - PQの要求基準を変えなければ、いずれは中・韓勢が追いつく。日本勢が勝った案件でも、日本勢は最安値入札ではなかった案件が多く、中・韓勢がPQを満たした場合、価格競争に持ち込まれ負ける。
 - 従って、今後も勝ち続けるためには、PQを継続的に厳格化する必要がある。PQ厳格化にあたっては、発電効率のみならず、O&M品質や、需給調整能力など、様々なユーザーに応えるべく、PQを複雑化することで、容易に追いつけないようにすべき。

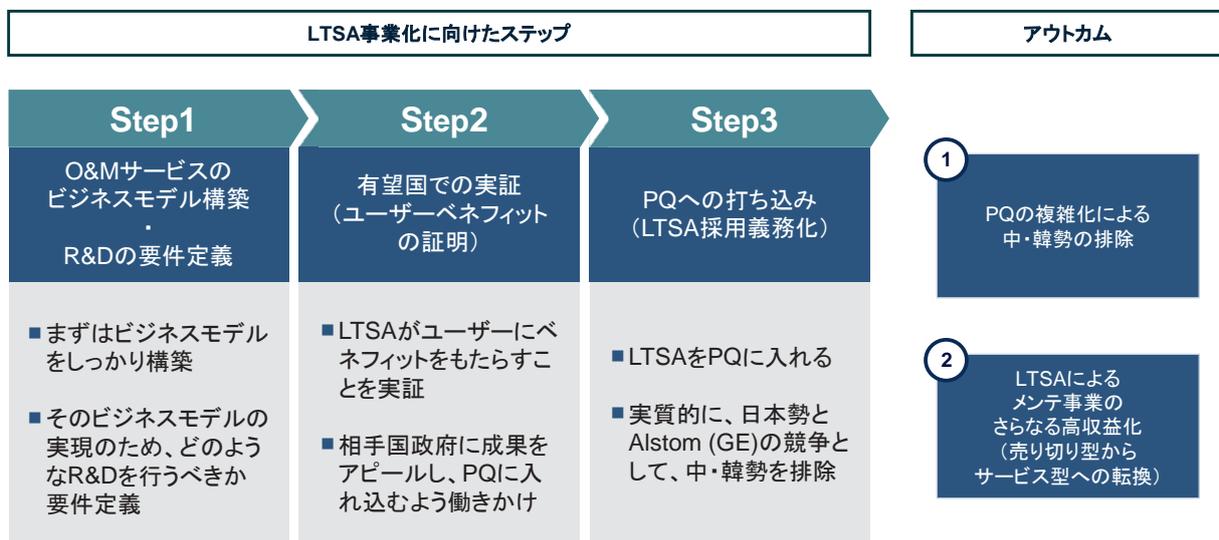


(1)-(a)⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討 事業概要(成果)



提言

- 石炭版LTSA (Long Term Service Agreement: 長期保守契約)をPQに入れ込み 新たな勝ちポイントにする
 - 最終的には、LTSAをPQに入れ込み、中・韓勢の排除に使うことを目標とすべき。
 - また、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る。

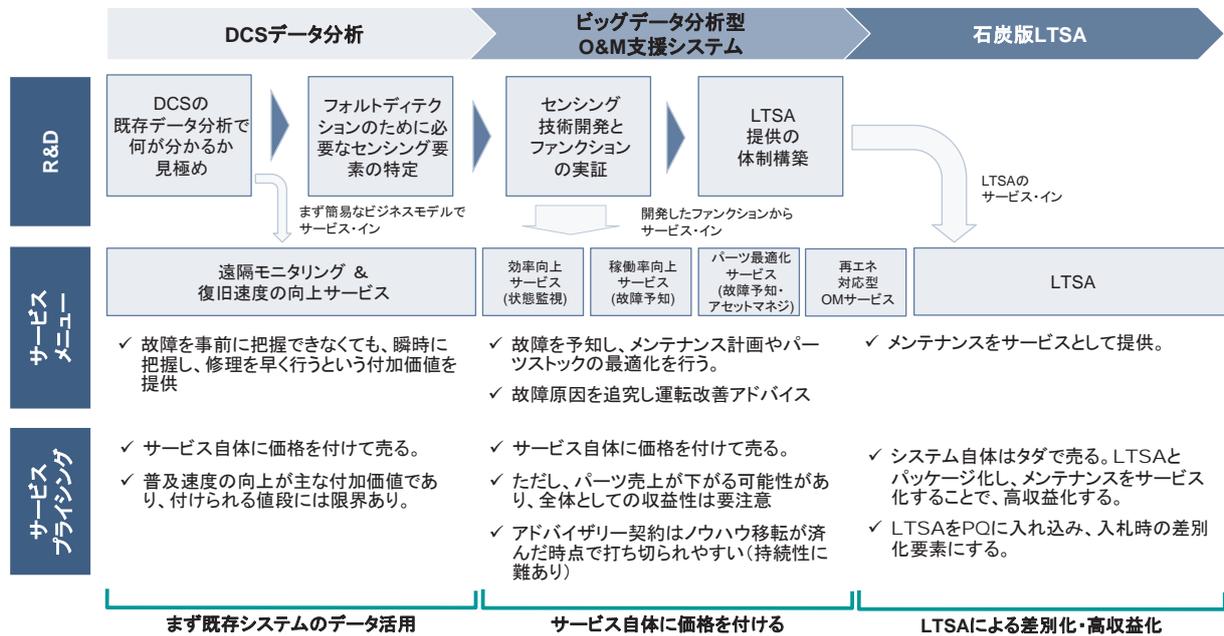


(1)-(a)⑧日本の石炭火力発電技術の競争力強化の検討 事業概要(成果)



参考

- LTSAの実現に向け順を追って技術開発を行いサービス・インする
 - 当初はDCS(Digital Control System)データを遠隔で監視するサービスから開始し、「O&M支援システム」、「石炭版LTSA」まで順序だって技術開発とサービスイン。最終的には石炭LTSAを実現する。



(1)クリーン・コール・テクノロジー推進事業

(b)国際会議調査事業

(1)-(b)①IAE Clean Coal Center調査事業



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、我が国の代表者としてMETIの代行で幹事会合(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すると共に、NEDOの研究開発計画の参考とした。



Executive Committee 2016年10月26・27日(London)

40

(1)-(b)②Global CCS Institute調査事業



Global 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、我が国の代表者としてMETIと共に特に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・テクノロジー事業化可能性調査

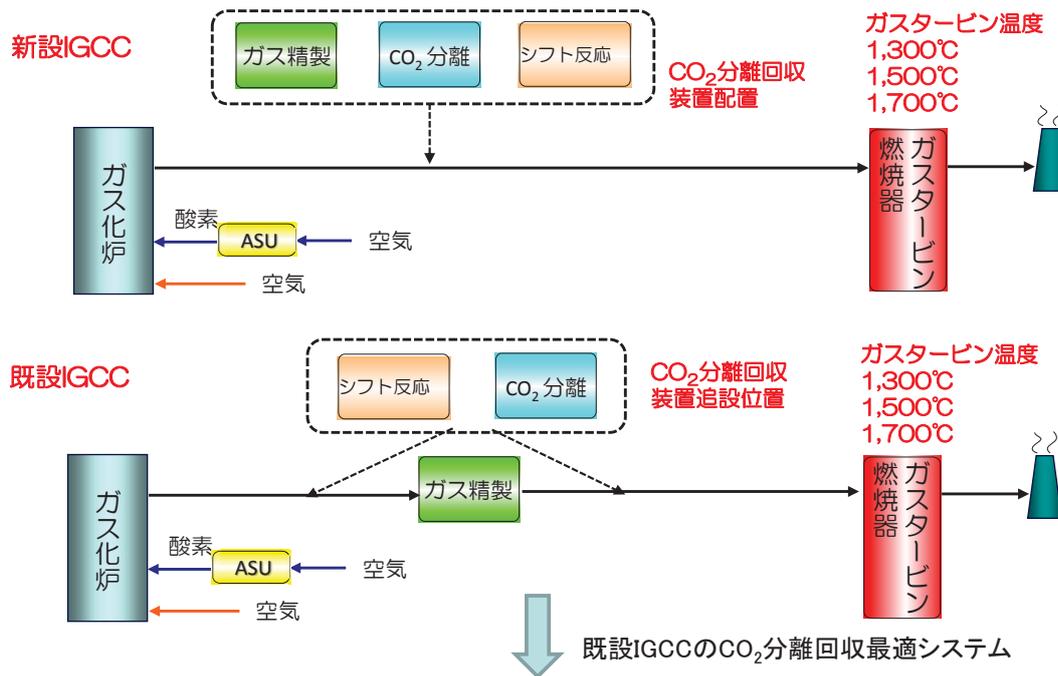
- ①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討
- ②燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術適用性調査

(2)-①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討事業概要

方式	概念図
燃焼前回収 (Pre-Combustion) 加圧工程 (2.5MPa)	
燃焼後回収 (Post-Combustion) 常圧工程 (0.1MPa)	<p>燃焼前回収は、加圧下で処理するため処理ガス量が少なく、ガス中のCO₂が高濃度で分圧が高いことから、最も効率的にCO₂を分離回収可能な手段である</p>
酸素燃焼 (Oxyfuel) 常圧工程 (0.1MPa)	

(2)-①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討事業概要

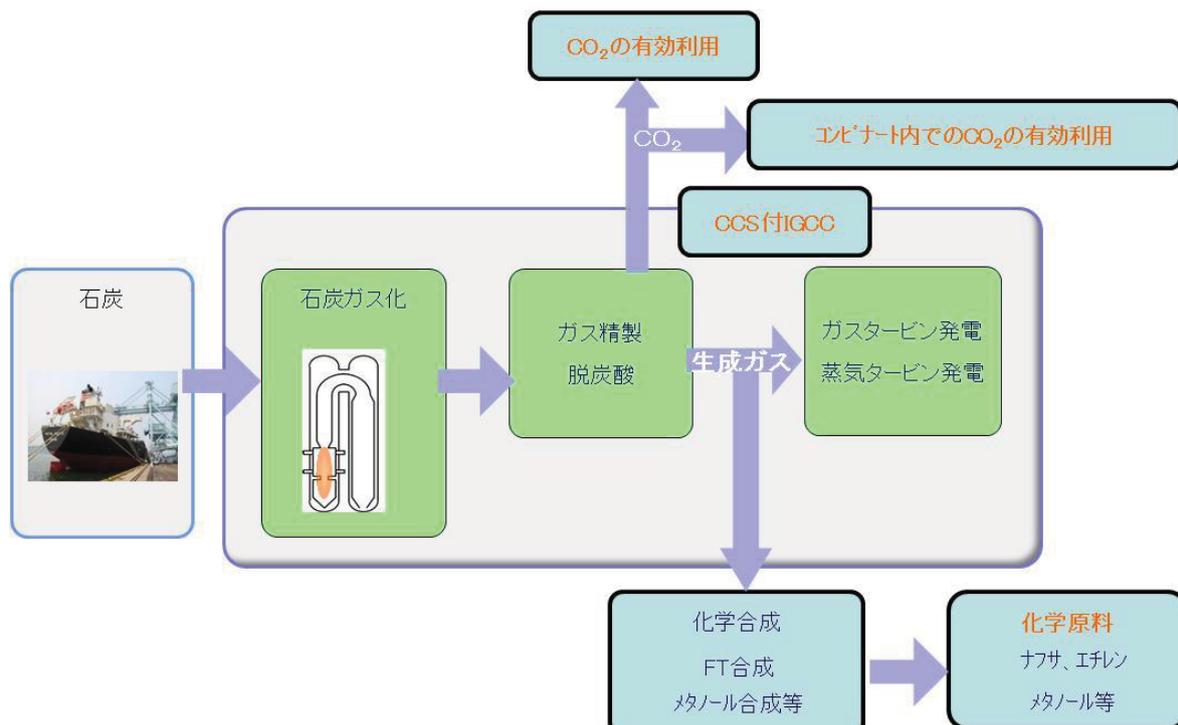
- 送電端効率とコストから最適システムを検討する。



- 大崎クールジェン(既設)向けのCO₂分離回収最適システムの試設計を行う。

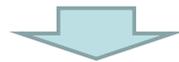
(2)-①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討事業概要

- 酸素吹きIGCC用途の市場調査



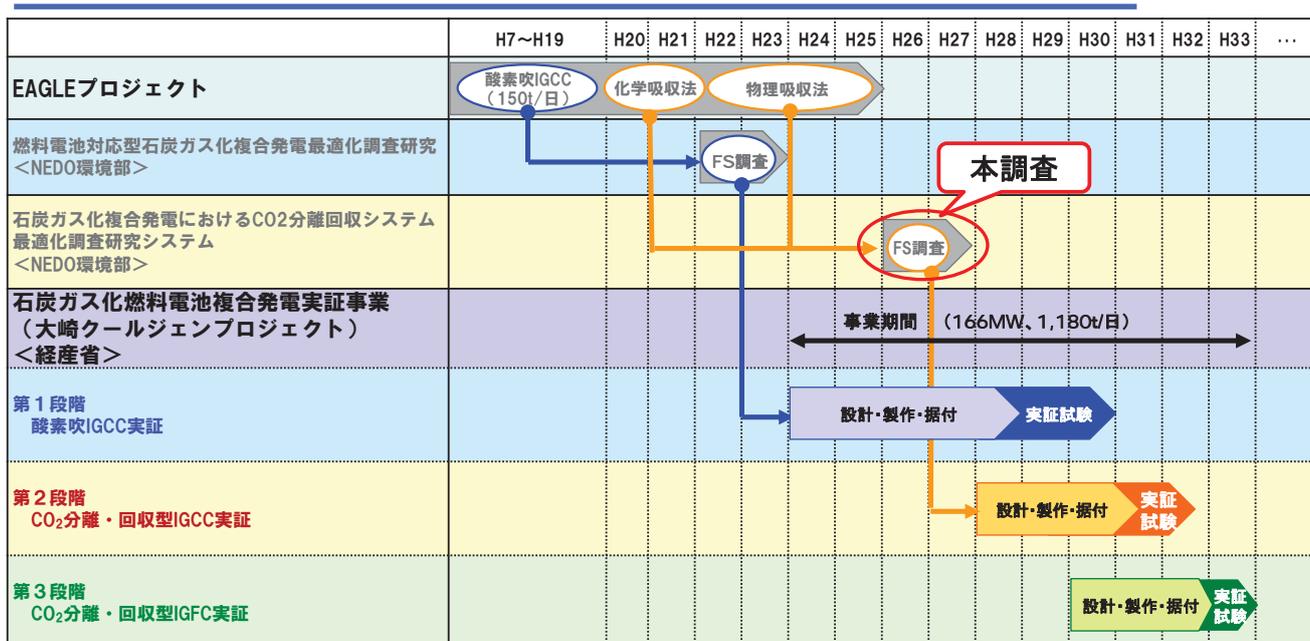
(2)-①石炭ガス化複合発電におけるCO₂分離回収システム最適化に関する検討事業概要(成果)

- IGCCに設置するCO₂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CO₂分離回収設備を追設する場合、回収率30%以下で対応不可能な制約は無いことを確認した。また、CO₂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。
- 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。CO₂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CO₂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、CO₂回収率15%程度のCO₂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。



➤ CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証(OCG第2段階)の設備設計に反映

(2)-①日本でのCO₂分離回収型IGCC実証計画



- ・石炭使用量：1,180 t/日
(EAGLEパイロットプラントの約8倍の規模)
- ・電気出力：166 MW
- ・場所：中国電力(株)大崎発電所
(広島県豊田郡大崎上島町)

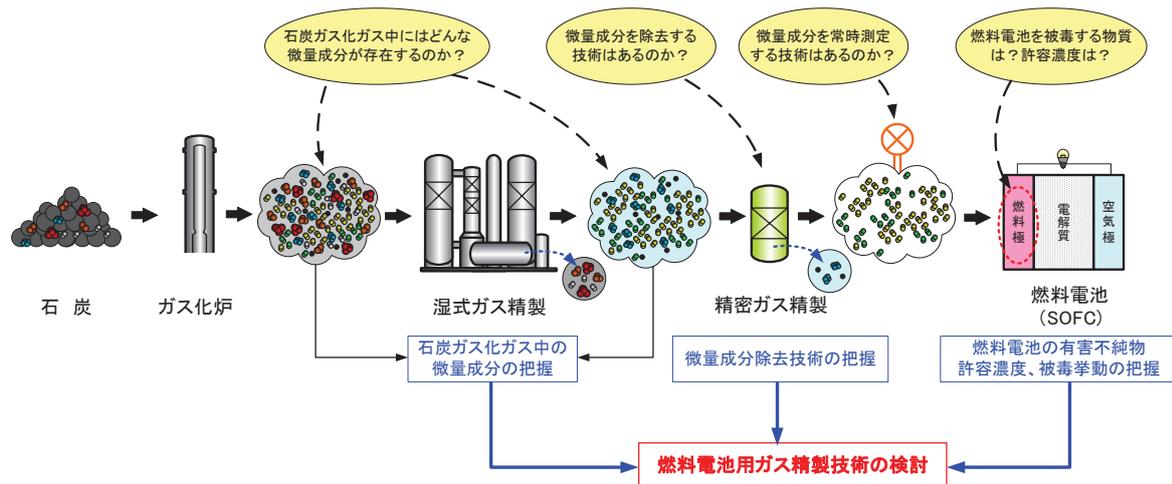
(2)-②燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術適用性調査事業概要

事業の必要性

- Cool Earthエネルギー革新技術開発ロードマップにおいて、2025年頃の究極の高効率石炭火力発電技術として、石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)が位置付けられている。
- 石炭ガス中には、燃料電池の被毒成分が含まれており、石炭ガスを燃料電池に適用するためには、多種類の微量成分を精密除去する必要がある。

事業内容

- 燃料電池の長期安定稼働の実現に向け、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を調査し、石炭ガスを模擬した燃料を用いた試験の検討を行う。



(2)-②燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術適用性調査事業概要(成果)

- ガス分析方法評価試験、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CO₂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、SOFC被毒成分が複数あることが分かった。
- 本研究成果は、燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術適用性に反映されている。

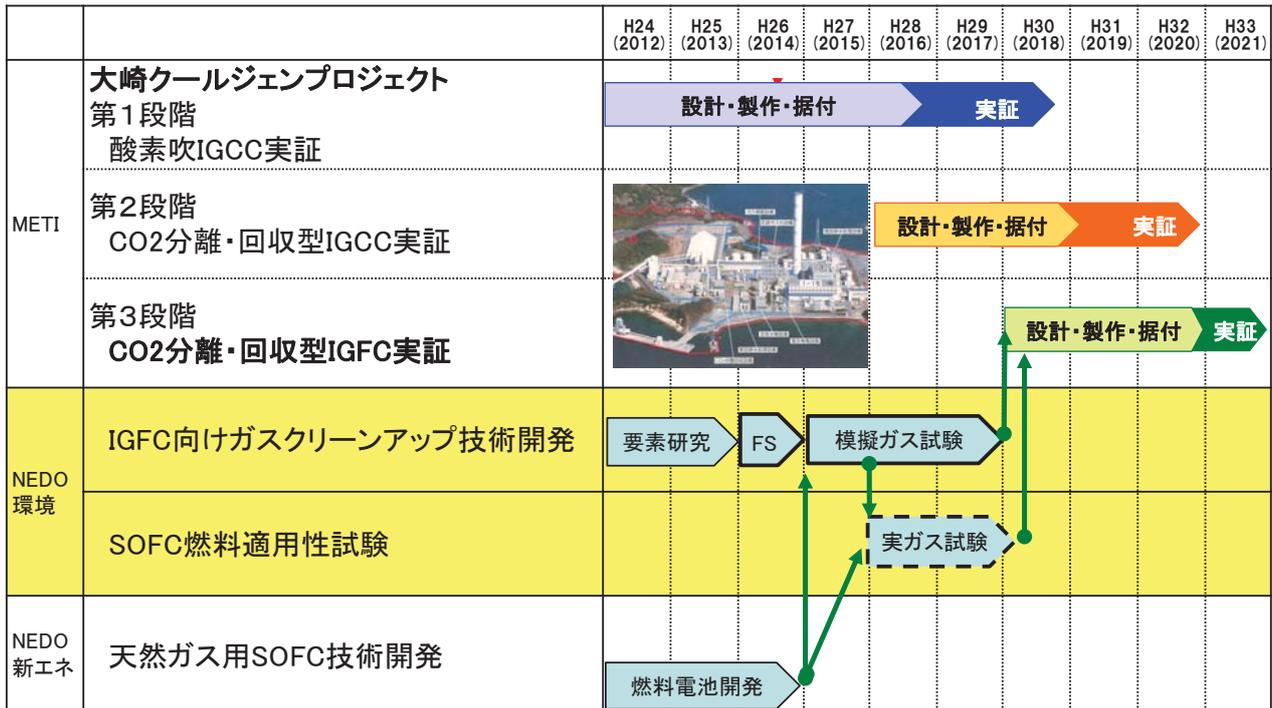


- 燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術要素研究

(2)-②燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術適用性調査事業概要(成果)



- NEDOの取り組みは大崎クールジェンプロジェクトの実証試験にて活用され、IGFCの実現に繋がるものとなる。



50

3.事業規模と実施体制

クリーン・コール・テクノロジー(CCT)推進事業



(1) 事業規模

(百万円)

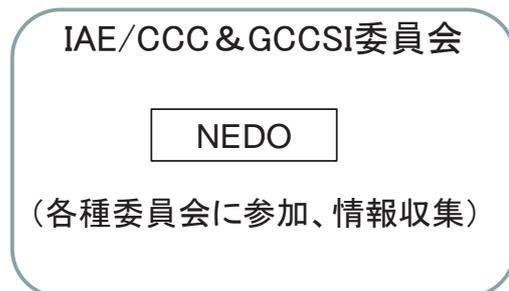
項目 \ 年度	~H23	H24	H25	H26	H27	合計
CCT推進事業	2,289	88	177	91	134	2,719

(2) 実施体制

①CCT調査事業



②国際会議調査事業



51

3.事業規模と実施体制



クリーン・コール・テクノロジー(CCT)実用化可能性調査

(1) 事業規模

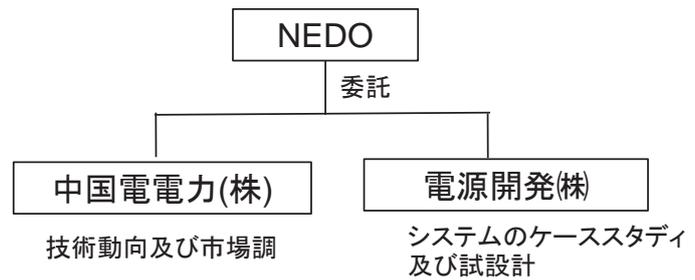
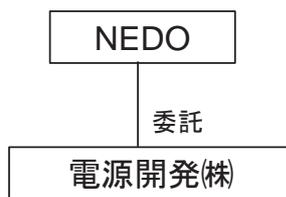
(百万円)

項目	年度	H26	H27	合計
	CCT実用化可能性調査		202	75

(2) 実施体制

①石炭ガス化複合発電におけるCO2分離回収システム最適化に関する検討

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



ご清聴ありがとうございました。

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会

「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」(事後評価) 制度評価分科会議事録

日 時：平成 28 年 11 月 28 日 (月) 13:30～16:20

場 所：NEDO 川崎 2304 会議室

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 ミューザ川崎セントラルタワー23 階

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 清水 忠明 新潟大学 工学部 化学システム工学科 教授

分科会長代理 阿部 高之 新エネルギー開発株式会社 技術顧問

委員 梅田 健司 電気事業連合会 技術開発部 部長

委員 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

委員 宮川 智紀 株式会社三菱東京UFJ銀行 ストラクチャードファイナンス部
プロジェクトファイナンス室 資源グループ 次長

委員 村岡 元司 株式会社NTTデータ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティング本部
本部長 パートナー

<推進部署>

在間 信之 NEDO 環境部 統括研究員

武信 弘一 NEDO 環境部 主査

中田 博之 NEDO 環境部 主査

<評価事務局>

徳岡 麻比古 NEDO 評価部 部長

内田 裕 NEDO 評価部 主査

議事次第

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「効率性」「有効性」
 - 5.2 質疑

【非公開セッション】

6. 全体を通しての質疑

【公開セッション】

7. まとめ、講評
8. 今後の予定・その他
9. 閉会

議事内容

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認
 - ・配布資料確認（評価事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。
4. 評価の実施方法について
 - 評価の手順及び評価報告書の構成について、事務局より資料4-1～4-4の要点をまとめたパワーポイント資料に基づき説明し、事務局案どおり了承された。
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「効率性」「有効性」
 - 推進部署より資料6に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。
 - 5.2 質疑

【清水分科会長】 ありがとうございます。ただいまのご説明に関して、ご意見、ご質問などがあれば、お願い致します。未だかなり時間に余裕がありますので、今までのスライドでちょっと分かりにくいとか、そういうことがあれば、また再生して見ることもできますが、いかがでしょうか。

それではモンゴルにおける乾留ブリケットの製造事業で、かなりコスト高であったということで、やはり収益性の問題があった。これは実証事業に移行となっていますが、今までのコスト高の部分を改善するための何か新しい方策を含めて、実証事業が今進んでいるということですか。

【武信主査】 この事業が終わった後、実際に海外実証の方に移行して、バインダーの部分のコストを下げる努力をしたのですが、なかなかそこが下がりきらなかったという事で、残念ながらそこで中止という形になっております。

【在間統括研究員】 正確には実証事業前調査をさせて頂きまして、その中でコストダウンを図ると同時に、どうしても生炭とブリケットですと値差が出て来てしまうので、その部分についてはモンゴル政府からの補助金制度で何とかカバーできないかというようなことも考えていたのですが、残念ながらその補助金制度がなかなかうまく立ち上がらないということもあって、実証前調査で終了して、国際実証には移行しなかったということです。

【異委員】 モンゴルの乾留ブリケットについては、確か採択する時に、やはりコストがけっこう厳しくなるだろうということがあったのをうっすら思い出しました。ブリケットの場合に一番の課題は、今説明頂いた通り、どういう具合にバインダーをやるか、確かデンプンとか、いろいろな材料を当時間もいろいろ議論して、目標を決めてやったと思います。

一つはブリケットのコストが合わないということと、もう一つはモンゴル政府の補助金がうまく出なかった。この二つでしょうか、そのあたりを確認したいと思います。

【在間統括研究員】 基本的にはその通りです。

【梅田委員】 17 ページで、若干、事業に踏み込んだ質問になるかも知れませんが、燃料電池に対して被毒成分を把握するという事までは良いですが、具体的に実際に採用を計画している燃料電池用については被毒成分がどれぐらい許容できるか。要するにちょっとでもあったらだめということではなくて、許容範囲があると思うのです。そうすると次のステップに行った時に、その除去技術はゼロにしないといけいないのか、許容値以下にしなければいけないのかという目標値にかかわってくると思います。新たな燃料電池に対して、被毒成分のこれはだめだという知見はあると思います。どの程度まで良いかという知見がそもそもあるのか、ないのかというところは若干不安があります。そこら辺をどのようにお考えなのかという事を確認させて頂けますでしょうか。

【武信主査】 ここではある意味、文献ベースみたいなところで、被毒成分のサーベイをしております。実際に適用される SOFC（固体酸化物型燃料電池）がどれぐらい耐えうるかというのは、今のところ文献等でもある程度出て来ておりますが、未だまだそのあたりのデータが不足しているところがありますので、現在、SOFC、燃料電池の適用性の調査ということで、実際に被毒成分の模擬ガスを作って、こんなに小さなセルですが、そういったものに当ててやって、それでどれぐらいの被毒耐性があるかというような基礎調査と、それから実際にある程度の規模のガス化炉から出て来る生ガスを、今は SOFC としては最大容量のものに試してみても、どういった許容特性があるかというところを事業として進めているところです。

【村岡委員】 個別論というより、先ほどご説明いただいた中で、まず 22 ページの低品位炭に関する検討事業概要のところ、過去のプロジェクトの経験を踏まえた提言ということで、このように変えましょうとか、あと 26 ページでは評価手法そのものをこのように変えましたとか、あと 36 ページで、良く言われるようなスペックインと同じように、PQ（Pre-Qualification：事前資格審査）の中

に入れましようとか、それが結論という感じなのですが、いわゆるビジネスとして成功させて行くための物としてかなり重要なのではないかと思っています。

かなりの方がいろいろな委員会で一緒するのですが、事業化で成功した例は正直あまり無いなと思っていて、個人的には何とかもうちょっとうまく出来ないものだろうかという気がしています。

今までどうかという振り返りを一個一個やって、こうしたらどうかということもたぶんあるのですが、もうここ2~3年は世の中が異様に変わっているように思えます。今回、トランプさんが大統領になるので、またもう一回変わるかも知れませんが、正直言うと、石炭についてはかなり逆風ですよね。

先ほどCO₂の排出量の原単位のグラフもありましたが、LNG火力と同じぐらいまでやるとすると、あるいはアメリカのパフォーマンス基準を満たそうと思うと、もう收拾をつけないといけない。それはどれだけIGCCで頑張っても、もっと下げろという話で、結局コストアップ要因が出て来るという事だと思います。

こういうところで他の技術開発プログラムとかの審査を聞いていると、巽さんもよく一緒しますが、なかなか難しいのは、今までの課題があって、それを解決するための積み上げで、こういう技術開発をするというやり方の時間軸と世の中の変化が合っていないのではないかと。要はもっとダイナミックにゴロゴロ世の中が変わってしまっているから、誰が勝つかというと、トランプさんがオバマさんのままの政策を続ければ、日本はかなりアメリカに気を使わなければいけないので、遠慮している間に、気がつくとも、中国が沢山のプラントを売って終わりみたいなことになるということが容易に想像されます。そうならないようにするためには、政策論で何に手を打たなければいけないのかということです。

さっきのPQのところでおもしろいなと思って見ていたのですが、もうちょっとデータを使ってマネジメントをという話は、例えば日本のごみ焼却施設は全部遠隔で操作して1カ所で運営したらどうかというのがありますから、石炭火力発電所については、どこかに集中コントロールセンターを設けて、全部遠隔でオペレーションすることで非常にオペレーションコストが下がるとか、もっと大胆に、勝てるみたいなものをエグジットにする。ただそれも10年かけてやっていけば、誰でも負けてしまう。

中国のやり方を見ていると、作ったものは曖昧でも良いから製品として出して行くみたいなやり方をしている。片やそういう国がある時に、どうやって勝てるのかみたいな所は、今までのものは意味があると思いますが、もうちょっと抜本的にやり方をうまくしながら変えて行くことの検討が要るのではないだろうかというのが1点です。

もう一つは世の中が変わっていますので、パリ協定で一度揺れがあって、今度アメリカの大統領がトランプさんになるとまた揺れがあって、クリーンパワープランとかがいったいどうなっていくのかということも含めて、自分たちの石炭業界がどうなっていくのかということをもう一回洗い直して、戦略を練るということが必要な時期に来ておられるのではないかという気がします。これの直接のコメントというよりは、今お話を伺っていて、全体としてそういう気がします。

さっきのブリケットのお話でも、一生懸命に技術を作ってやったのですが、高くてだめでしたという所は、巽さんの話によると、最初からコストは分かっていたということだとすると、もうちょっとうまく出来なかったのかということもあって、やり方そのものをもうちょっとエグジッ

ト志向で変えてみる。そんな感じのことを考えても良いのかなという気が致しました。これは最後のコメントに近いのかも知れませんが、以上です。

【清水分科会長】 今のはご質問というより、むしろ将来へのコメントという形で、特に今直ぐにご回答頂くというものではないと思いますが、それでよろしいですね。他に質問はありますか。

それでは私の方から、先ほど IGCC の触媒被毒の話が出ましたが、オペレーションに関して言うと、リスク要因になるか、コスト要因になるかという所が一つです。要するにある日突然トラブルが起きて、送電がだめになるのか、それともある程度定期的に交換して行くコストとして、あらかじめ勘定に入れるべきものなのか、ここがちょっと良く分かりません。

昔、加圧流動床燃焼でタービンのブレードが壊れるのはコストだが、途中でフィルターが壊れて灰が飛ぶのはリスクになるということで、どちらの方策が良いかということを経験したことがあると思いますので、やはりこれも被毒がある日突然パタッと起こるような送電のリスクに相当するものか、それとも定期的に交換して行った時にコストを上げる要因になるのか、その所の良く分らなかったのもので、お聞かせ願えますでしょうか。

【在間統括研究員】 燃料電池の電極構造がある物質によって変化し、それによって性能が劣化するという話は理論的にも出来ておりますし、実験的な検証もある程度あるのですが、今までやっていたのがボタン電池といわれるような、もともとの性能が良く分からないものが多かったものですから、ここでは先ずは模擬ガスで実機に近いセル構造を持ったもので、長期運転すると、どれだけ劣化が加速されるかという観点でやっております。ですから途中で突然低下するというよりも、どれだけの耐久性がある範囲の中で担保できるかという観点でやっております。

経済的には、その除去のレベルをどこまで引き上げるのかということと、電池を何年間、何万時間で交換するかという経済性のバランスのところから最適な除去技術という所に踏み込んでやろうと思っております。

現在その実セルでの模擬試験を実施しております、この事業につきましては来年度まで実施する予定で、そこである程度の方向性が見えて来るのかなと思っております。

【武信主査】 それから先ほど先生からご質問がありました突然起こるのではないかという所に関しては、なかなか学会等では出て来にくいところですが、一応今のところ実験的なデータを見ていますと、徐々に被毒して行くというような状況が見受けられますので、急に劣化カーブが変化するというような状況は見られておりません。

【清水分科会長】 そうしますと、定期的な交換をする。その時に交換コストがかかるということと、あとは被毒を避けるために、どこまで落として良いかということで、今度はそっちの方にコストがかかる。そのバランスを今見ておられるという理解でよろしいですね。ありがとうございます。

【阿部分科会長代理】 二つあるのですが、一つ目は石炭火力発電技術の競争力強化の件です。ここに報告されている内容は良く理解出来ますし、従来の NEDO の事業とは少し方向が違うかなという感じもしないでもないですが、実用化という意味で非常に重要な点かなと思います。

前に私も参加した石炭課さんがやられた時も、これと同じような高効率石炭火力の競争力強化みたいな委員会があって、その時も同じような結論で、やはりメンテナンスの問題と、その時にもう一つ強調されていたのはライフサイクルコストを PR ポイントにしてはどうかということでした。

それで質問させて頂きたかったのは、この結果から、これをどう次のステップに生かすのか、ス

ペックインするといっても、この成果を具体的にどう生かして行くのかとか、センシングの技術開発が必要でしょうと書かれているのですが、そちらが何か具体的なプロジェクトになっているのかということと、先ほどのスペックインとか、成果全体をどう今後に生かして行くのかという事を先ずお聞かせ下さい。

【在間統括研究員】 先ず競争力が低下して来た状況を把握して、その中でもある国別で言えば日本のシェアがかなり高いというのがありました。それがここに書いてあるような PQ が、きちんと性能が出るとか、USC（超超臨界）の発電経験を何年有しているとか、そのようなものだったわけです。

それに関して、ただ年数だけの問題であれば、直ぐに中国にやられてしまうという所がありまして、それより一歩進んだ日本の良さとか、日本の得意分野に近い物をどうやって PQ に織り込んで行くのかということです。そういった意味で、メンテナンス、ライフサイクルコスト、ロングターム・サービス・アグリーメントといった方策があるなどということですが、どのぐらいそれをやることによって、ユーザーがどれだけメリットを享受できるのか、メーカーがどれだけメリットを享受できるのかということが先ずないと、なかなかそれをもって、これをお試しして下さいという訳にも行かないので、その分析をやって来たところです。

国によっては、年間数億円とか、十何億円ぐらいのメリットが出て来るということが分かって来たのですが、それを実際のフィールドにどう適用していけば、どういうことが分かるのかという所はまだ手が着いていないので、これはメーカーさんとか、ユーザーさん、外国とすぐやってしまうとノウハウを全部取られてしまうので、先ずは国内でそういう事をやれば、どういう事が分かって、どういう事が出来るのかということを精査して行きたいと思っております。

それでどういうセンサをとというのは、残念ながら、まだ具体的には出ておりませんが、運転情報は個々の企業のノウハウにもなるし、ユーザーのノウハウでもあるので、そこに NEDO が立ち入って普遍的な物をやりましょうという訳には行かないという事で、特にセンシング技術は皆さん共通の技術として使えると思っておりますので、そこに特化してうちとしてはサポートして行きたいと思っております。

【武信主査】 補足しますと、これは参考ですが、あそこに DCS（Digital Control System：デジタル制御システム）の既存データ分析で何が分かるかということが書いてあります。ここで考えましたのは、どちらかというとも寿命予測であるとか、どこが壊れそうかというような話ですが、最近新聞にも出てきているのは、GE さんが東電さんとタイアップして、東電さんの管内で DCS のデータを取り込んで、効率をちょっとでも上げるといったような運転の支援を始められるということです。

それに対抗して、MHPS がこれも東電さんとタイアップして、フィリピンにある発電所で同じように DCS を取り込んで、余寿命というよりは効率を上げられるような運転をしようというような動きも出て来ています。そういったことで、これに関連したような所で、ある意味いろいろと国際的な競争もやられているような状況です。

【阿部分科会長代理】 46 ページ目、IGCC の中で二つ質問があるのですが、先ほどお話があったように、石炭に対する逆風その他があって、本当に今後、石炭が使えるのかとか、どう使って行ったら良いのかというのは、先ほどはプロジェクトの進め方で画期的なというのがあったのですが、

石炭の利用方法自体を画期的に変えないと、なかなか難しいのではないかと考えています。

具体的に言うと、高効率で効率を上げるというのは分かるのですが、最近、パリ協定に日本も批准しました。2030年で26%、50年までには80%削減という数字が出ている時に、はたして日本で石炭での発電がそのまま使って行けるのだろうかという、ちょっと疑問があるのではないかと。

その一番のポイントはCO₂の分離・回収で日本のような狭い地域の中でそういう固定化がどの程度出来るのか、場所としてどの程度あるのか、それによって日本の発電に使う石炭の量の何%賄えるのか。賄えるという言い方もおかしいですが、そういう検討を含めてやらないと、本当に今後も石炭を使って行けるということが説得力を持って説明できないのではないかと気がします。

先ほど出して頂いた表の中で、たまたまCO₂の回収率が書いてあって、15%程度が適切と書いてあります。これは大崎のプロジェクトで15%ということですね。

【武信主査】 90%回収とか、そういうことを当然考えるのですが、大崎のサイトの実証試験として最小限の設備で実証してやろうというということで、CO₂の分離・回収装置として実証に耐えうる最少の量はいくらかというのを出して、それがたまたま15%でしたということですね。

【阿部分科会長代理】 だから大崎のプロジェクトで実証するために最適なものが15%ということですか。

【武信主査】 そういう意味です。

【阿部分科会長代理】 一般的に15%が最適だという意味ではないのですね。

【武信主査】 そういう訳ではありません。

【阿部分科会長代理】 それならまだ分かるのですが。

【在間統括研究員】 ちなみにこれは大崎のガス化炉から出て来る15%のガスの90%を回収するという事です。技術としては90%回収です。

【阿部分科会長代理】 そういう意味ですか。分かりました。たまたま大崎の資料を見ると、この次の頁でもCO₂分離・回収型という言い方をしています。要するに固定化という言葉を使っていないのはなぜかと言う事と、大崎の資料を見ても、固定化にはなっていないようで、CO₂を船で輸送するような絵になっています。大崎は固定化をまったく考えていないのですね。将来、石炭を使えるかどうか、本当に固定化まで行かないと、日本ではなかなか使えないのではないかと印象があるので、それでちょっとお聞きしたいと思ったのです。

【在間統括研究員】 CO₂の回収技術につきましては、それがどこから出て来るものなのか、IGCCなのか、あるいはUSCから出て来るものなのかによって、技術の中身がまた変わって来ますが、今苫小牧でやっているように、帯水層にCO₂を貯留するという技術は、基本的にはどこからCO₂が出て来ようと、CO₂であれば良い訳です。

私どもの方では、他の技術でもそうですが、各々のプロジェクトが全部固定化の所まで持って行かなくても、固定化は固定化の技術として、こういうプラントから出て来る、ある程度のCO₂はこういう技術を開発して、この技術を最少化することによって、また別のプロジェクトで帯水層への貯留を最適化する。それらを合わせて最適化と考えております。そういった意味で、ここでCO₂の固定までやれば、どちらかという重複感が出て来ってしまうと考えております。

【村岡委員】 おっしゃる意味は良く分かります。技術開発という点ではたぶんそうだと思いますが、良く分からないのは、最終的には海外と競争して勝てるようなテクノロジーを持つことが目標だと

理解しております、今阿部先生にご指摘いただいている所は、私も全くそうなのですが、結局のところ CO2 を何らかの形で減らさないことには、例えば LNG と競争するのであれば、同じテーブルに載らないということなので、コストファクターの中にカーボンキャプチャーは入ってくる。

それをストレージにするか、ユーティライズにするかというのは別の議論であるというのが、今ご説明のあった所だと思いますが、トータルな仕組みとして、火力とか、あと原発で今言われているようなデコミと放射性廃棄物の処理費用をもっと適正に勘案しなさいという議論があって、要は 1kW 当りで評価するのか、何で評価するのかは別にして、横並びの発電システムで経済性を見るという時に、トランプさんが影響するかも知れませんが、少なくともパリ協定を締結してから今までの流れで行くと、カーボンは何らかの形で減らさざるを得ない。新しく作る物も、今動いている物も、原単位を減らさざるを得なくなって来ている時に、コストファクターの中に入れて、それでもこういう技術開発をやって世界に売って行けるという読みがあるのかということです。

そのグランドデザインがたぶんあって、そういう時にさっきのオペレーションコストをものすごく下げるとか、ユーティライゼーションの所の価値をめちゃくちゃ高めて、CO2 の分離・回収装置を実はコストではなくてプラス分にするとか、いろいろな可能性がない訳ではないと思います。

いわゆる競争力強化の調査は、そんな感じの事を見て、この絵の中で我々はここをやっているのだみたいにしておかないと、僕は全然否定する気はなくて、被毒性の話も良いと思っていて、この技術は良いので、被毒のところに技術だけが売れたとか、パーツが売ればそれで良いという戦略で行くのであれば OK ですが、どうも目指されている所が全体のプラントという感じなので、それならばグランドデザインを描いておく。

ただそのグランドデザインを描く時に難しいのは、世の中がものすごい勢いで変わってしまって、CO2 は Clean Air Act の対象になる訳で毒物扱いですから、ある程度の濃度以上の CO2 は毒物と見られる時代の中で、どうやって行くのかという所が要るのかなという気がちょっとするという事です。

【在間統括研究員】 今回の中ではご報告していないのですが、平成 24 年までに火力のトータルシステムというフィージビリティスタディをやっています、その中で国内において CO2 発生源から貯留源まで、日本の場合ですと船輸送とか、あるいは海岸からのパイプライン注入とか、そういうケース分けをいくつかして、かなり突っ込んだコスト評価をさせて頂きました。

その中で出て来たのは、船輸送だと輸送コストがかなり高くなるけれども、当時のざっくりした評価では kW あたり 20 円以下にはなるだろうということがありました。もう少し精査して行けばもう少し安くなるだろうということで、要は CO2 をかなり削減しつつ 20 円ということは、今の FIT から考えれば、経済的には未だ成り立つのではないかということがありまして、その中で CO2 を回収して輸送の所まで持って行くコストをもっと削減して行かなければならないという事で、今 CO2 の回収技術に関するコスト削減最適化がどうあるべきなのかという所に手を付けているということです。

【村岡委員】 今おっしゃったのは運んで埋めるという前提ですか。貯留する訳ですか。

【在間統括研究員】 今はそうです。CCUS と呼ばれる CO2 のユーティライゼーションについても種々の調査をさせて頂いていますが、需要が大きくないという事です。有価物として処理できるのであれば、例えば CCS の一つの経済的なメリットを高めるための手法にはなると思いますが、日本全体

の CO2 をユーティライゼーションで賄えるかということ、なかなかそういう事にはならないという状況です。ただユーティライゼーションをどういうふうにするかということも、これからの課題と理解しています。

【清水分科会長】 今の最初の方でご説明がありましたが、発電量あたりの CO2 が LNG に比べるとはるかに大きい。それは事実でしょうが、社会インフラといったバックグラウンドがありますから、日本の石炭を全部 LNG に替えられるのかということ、それだけのインフラがあるか、輸出余力があるか、そういった全体像がただ今のご説明では抜けていたのではないかと。石炭を全部やめてしまって、LNG だけにしてしまうというのは現実的には輸入サイドの陸揚げ施設とか、あるいは供給サイドからすると、不可能に近いのではないかと思います。

そういうバックグラウンドがあった上で、現在の石炭輸入インフラを使って、なるべく CO2 を減らそうという戦略なのではないでしょうか。

【在間統括研究員】 基本的にはそういうことです。コストメリットとして CO2 の回収をしなければならなくなった時は、LNG は CO2 を回収しなくて良いというわけにはならないので、そのコストの中で考えると、やはり経済合理性から石炭火力が必要だろうということで、石炭火力からの CO2 削減ということに注目しているということです。

もちろんそこで得られた技術は LNG 火力の方にも適用できると思っておりますし、当然、LNG 火力+CCS のコスト評価もした中で、このような方向性を出しているところです。

【武信主査】 付け加えますと、色々なセキュリティ関係も全部考えられたエネルギーミックスが 2030 年度の石炭火力 26% という所に出て来ているのかなと考えておまして、今の高効率化、IGFC とか、そういった所にどんどん持って行けば、今石炭火力から出ている CO2 の削減量としては政府が目標とするところは不可能な値ではないというような試算もあります。ただそこから次の段階はどうかと言われると、今出ているような CCS の話も出て来るのかなと考えております。

【宮川委員】 今回は最終的に推進対象の事業を、事業の必要性和効率性と有効性ということで評価するという事だと思っておりますが、個別の中身それぞれが必要だったか、効率的だったか、有効だったかというよりは、この全体として取り組まれていることが必要だったか、効率的だったか、有効だったかということだと理解でよろしいですね。

そうすると、おっしゃったように、今エネルギーミックスの中で一定の石炭を今後も政府としては利用して行く。ただ一方で CO2 の問題がある。そういった相反する課題の中で、それを解決するための事業としてこれが本当に必要だったかとか、その目的に対して事業を効率的に行い得たかどうかとか、最終的に事業が有効だったかどうかということを経営を判断するという事でよろしいでしょうか。

そうしますと最終目標を達成しているかというのは、具体的に言うと、非常に壮大な最終目標になると思いますが、これはどういうふうに評価すればよろしいのでしょうか。

【清水分科会長】 その点は事務局からもう一回ご説明いただきたい所なのですが、やはり資料 4-1 にありましたように、PDCA として、前にやったプロジェクトで、もしうまく行かないことがあったとしても、それをもとにして改善ループをやって、次にもっと良いものが出来たかどうか、そういった所も一つのポイントになるかと思っております。事務局の方としてはいかがでしょうか。

【内田主査】 少なくとも今回対象になっている事業で規定されている所の目標が達成できたかという事で判断いただきたいと思います。そうしないとちょっと漠然としすぎるといふ部分がありますので、そういうふうに理解して頂ければと思います。

【宮川委員】 そういう意味で言うと、今日のスライドの1ページ目と2ページ目の所が今回の事業の位置付けの所で、それが最終的に有効だったかという事ですか。

【村岡委員】 私の理解は、事業原簿の3ページに事業の目的・目標と書かれているので、こちらなのでしょう？ そうではないのですか。そしてそれに対する成果が4ページ以降という紐付きかなと思ったのですが。

【内田主査】 おっしゃる通りの理解でよろしいです。

【村岡委員】 私がさっきから言っているのは、むしろこうしたらどうかという事で、別にこちらの話ではないので。

【梅田委員】 予算関係の所をちょっと確認したいのですが、スライドの51ページのところで、推進事業全体の予算が27億1900万円ということで、これは実績だと思いますが、先ほどの事業原簿から見ると、当初予算よりも少し少なくなっている所が見受けられるので、何か説明できる所があれば、少し補足説明を頂ければと思います。

【在間統括研究員】 このクリーン・コール推進事業及び実用化可能性調査を含めて、石炭課さんの方からは、例えばEAGLEのプロジェクトなども含めた全体の予算で頂いておまして、その間の割り振りについては、いったんは決めてありますが、どちらかというミシン目になっていて、どこか足りない所はお互いで補完し合うような格好になっております。

例えば当初、1億円の予算を頂いていたとしても調査が少し安くなったという、その分を別の足りない所に充当するというをやっておまして、そういった意味で予算枠との間に齟齬が若干出るのかなと思っております。

【梅田委員】 我々が全体の評価をする時に、先ほども話がありましたが、効率性という所を見ると、予算通りの執行かどうかというようなども評価項目にある中で、そこら辺の評価がちょっとしにくい。

全体というより、個別のプロジェクトそれぞれを見て総合的に評価して行く中で何らかの物を止めたので安くなったのか、予定通り出来たけれども、効率化で安くなったのかという所の見極めが出来ないと、評価にどう反映すれば良いのか、ちょっと難しいという意味合いでお聞きしたということです。

【在間統括研究員】 その件は、どこにどうなったかということをお答えできるデータが今ありませんので、ちょっと確認させて下さい。

【巽委員】 先程の宮川さんの質問とかなり関連するのですが、事業原簿の目的・目標の所で、クリーン・コール・テクノロジー推進事業では、少なくともCCTの導入可能性について関連技術の適用性、課題等の調査を行うと書いてあります。また海外、特に中国や東南アジアとの技術協力を通じてわが国の優れたCCTの導入に向けた取り組みを行うと書かれています。

これに対して、海外といってもモンゴル、モンゴルは非常に重要な位置付けであると認識しておりますが、モンゴルだけというのはちょっとさみしいような気がします。その辺りはどういう形になっているのでしょうか。ちょっと教えて欲しいのですが。

【在間統括研究員】 どちらかという、この文言は IEA の CCC の中で日本側の提案として、中国の今の効率はどうだとか、東南アジアの USC の導入とか、そういう事を、CCC を通じて日本側の提案と

いう事で調査をして頂いている。それも含めて書いております。

【異委員】 という事は、これは端的に言えば、カバーしていますということですか。

【在間統括研究員】 カバーしています。

【異委員】 分かりました。

【武信主査】 少し付け加えますと、IEA の CCC の方に中国は国としては参加していないのですが、研究機関などは参加しております。東南アジアの方も電力さんとか、その辺りは参加されていて、そう言った所からも情報を収集しているというような状態です。

【異委員】 技術的な事になって申し訳ないですが、②の IGFC 向けの方のクリーンアップの件で 9 元素ということで今回規定されていますが、パワーポイントのどこかに 9 元素と報告されていると書いてありました。先ほどはセルの細かい小さいものでいろいろ評価したものをを用いたと聞きましたが、9 元素で当面は良いのでしょうかと言う事と、もう一つは SOFC も色々な型式がありまして、今トプラナーは三菱重工さんの SOFC ですが、これが今後どんどん改良されて行く見込みがあれば、また変わって来るかなと思っています。その辺りをちょっと教えて下さい。

【武信主査】 ここにある 9 元素は学会ベースでも発表されている SOFC の被毒成分ということでだいたい特定されています。あとはどちらかという、先程も話が出たのですが、値としてどこまで許容されるかどうか。例えば ppm オーダーでいけるのか、ppb までいかないといけないのかといった辺りと、それから劣化速度を今から調べて行くという所がメインになって来ます。

後はなかなか材料自身が画期的に変わるということは非常に難しい話かと思えます。電池側の電極の材料が全く違う物に置き換わるというのはなかなか難しい所があると思えますので、たぶん今の材料に対して、どういう特性があるかという事を見て行く形になるかと思えます。

【清水分科会長】 スライドの 37～38 ページ辺りの火力発電の競争力強化の検討という事ですが、やはりビッグデータ、ボイラオペレーションのデータをオペレーターさんとか、ボイラメーカーさんは持っていると思いますが、それと並んで石炭サプライヤーの商社さん、それから輸入業者さんの出光興産さんなども持っておられると思います。

ここではあまりそういった所が書いていなくて、DCS の所は、うまく動いている時のデータはあるのですが、たぶん失敗した時に何が起こったとか、そういった物は必ずしも残らないのではないかと思う。やはり石炭の場合、灰付着の問題とか、天然ガスには無いような問題がいくつもありませんし、後は伝熱管の摩耗の問題、コロージョンの問題、そういった物も含めて、もうちょっと広い体制という事を何か考えておられるのでしょうか。石炭の輸入業者さんも色々なデータを持っておられる訳で、そういった物も含めて、後はボイラ屋さん、オペレーター屋さん、そこら辺を全部組み込むような事は考えておられるのでしょうか。

【在間統括研究員】 今メインでは発電事業者を対象に考えておられて、DCS に関しても定検以外の停止状況に対してどういう予兆があったとか、そういう所を先ず中心にやろうという事で考えております。

石炭性状による違いを入れるのは、今の所ノーアイデアですので、そこら辺も含めて今後検討さ

せて頂ければと思います。

【宮川委員】 また目的と目標と最終目標の所を、ご回答させて頂くためにちょっと確認をしたいのですが、事業原簿の事業の目的・目標の所で、事業の目的が妥当であったか、事業の目標が妥当であったかということだと思いますが、目的は(1)のクリーン・コール・テクノロジー推進事業の最初に書いてある石炭利用技術分野において、CO₂排出制限、環境負荷低減、国際競争力の強化を図るためという理解でよろしいでしょうか。

そして目標は、(1)の推進事業の方で言うと、必要となる基礎的情報や最新情報の収集・解析、その他、課題等の調査を行うということ、要するに調査を行う事が目標という事でよろしいですか。

【武信主査】 次の段階の調査につながっているという所が一つのポイントになるかと思います。

【宮川委員】 そうするとここには書かれていないですが、それが次につながるというのが目標ということですか。分かりました。

それから可能性調査の方は、(1)、(2)があるのですが、たとえばエネルギー効率及びCO₂分離・回収コストを把握するとか、(2)では燃料電池用クリーンナップ装置の概略仕様を決定するというのが目標ということですね。

【武信主査】 そうです。

【宮川委員】 分かりました。そういう意味では、こちらの評価の所の事業の有効性についての最終目標はもともとある目標と同じという事でよろしいでしょうか。

【在間統括研究員】 基本的には調査事業ですので、その次のプロジェクトに有効に活用されるとか、そういう所が達成できれば、それは成果だと思っております。

【宮川委員】 先程と同じで、次につながって行くという所が目標であり、最終目標であるという事です。

【在間統括研究員】 ただ、実用化可能性調査の所は、その次のプロジェクトが決まっておりましたので、その調査結果をうまく次のプロジェクトに反映できるという所が目標です。そのデータをきちんと取るとか、把握するとか、3ページ目の所で言うと、分離・回収コストを把握するとか、仕様を決定すると言うのは、もう次のプロジェクトが決まっておりましたので、そこの基礎的なスタート点に持って行きます。

CCT推進事業の方は、調査をして、どういうことが今後必要になるかという事で、その次のプロジェクトをどうメーキングして行くかという所につなげて行くというものです。

【宮川委員】 分かりました。ありがとうございます。

【巽委員】 スライドの22ページについて、過去のプロジェクトの経験を踏まえて提言するという事で、今回は事業評価、ニーズから持ってくる。ユーザーのニーズをベースに研究開発もコストも詰めて行くという事は、ユーザーサイドにしたら非常に嬉しいことです。確か過去、NEDOはシーズ志向というか、こういうことが出来ますよ、高効率になりますよという事で、それはそれで良いかなと思っておりますが、これは非常に良いと思っております。

その場合に一番問題になるのは、ニーズがキロワット8円であるけれども、いろいろ検討を重ねて、15円になりましたとか、20円になりましたという事で、あるべき姿と出来そうな見込みがだいぶ違うという事でギャップが出て来ると思います。その時にはどういう形でNEDOはマネジメントされるのですか。非常に難しい質問で恐縮ですが、その辺りの考え方を教えて頂きたいと思っております。

【在間統括研究員】 低品位炭の利用促進事業に関してはまずはビジネスモデルが成り立つとか、バリューチェーンがきちんとしているかという事を調査としてやって頂く。その時に出す原炭の価格とか、製品の価格は NEDO が指示した価格で検討してもらおう。その中で結局 IRR9.5%以上を一応目標とさせて頂いていて、触れる所は実は製造コストしかないの、そこにもし大幅に違いがあるのだったら、そのビジネスは残念でしたねとしか言いようがないと思います。

ただ、あと一息、ここさえやっておけば、これはクリア出来るという技術課題を明確にしておいて、目標値を明確にして頂ければ、その次の段階として、この事業の中では研究開発事業を持っておりましたので、そちらの方で対応して頂く。更にそこまでのビジネスモデルも出来たけれども、特に外国ではやってみせなければ、なかなか導入しないという所もあるので、一応、実証事業まで手掛けられるようなシステムも、この事業としては揃えております。それは各々ビジネスモデルが成り立つという事を前提として考えております。

【異委員】 その所でもう 1 件、非常に良い形で分かりやすいのですが、今までの事例で、メーカーさんが例えば IRR9.5%以上位で何とか頑張りますと言う所は非常に良いと思いますが、とても出来ませんよ、それでは大赤字になりますとか、技術開発をしてもだめですという事例は過去にあったのですか。あまり聞いたことがないので、その辺りをちょっと教えて欲しいのですが。

【在間統括研究員】 中にはやはり厳しいものもあるのですが、今技術課題の方に進んで頂いている物は、9.5 は出来ますというところでは、1 個残念なのが、今の原炭価格とか、瀝青炭の価格とか、あるいは SNG (Synthetic Natural Gas : 合成天然ガス) にした場合の天然ガスの価格の値差がなかなか今は出ない状態なので、ビジネスモデルとしては成立するけれども、現状ではなかなか難しいというのが、今の所の情勢です。

【非公開セッション】

6. 全体を通しての質疑

省略

【公開セッション】

7. まとめ、講評

【村岡委員】 今までやって来た事の内容について特にクレームがあるかという、何もなくて、せっかくやるのであれば、ちょっと効果が出た方がよいという思いだけです。エネルギー基本計画に触れたつもりは全く無いのですが、国際競争力の強化で外に対して輸出をするという事を考えると、どうしても色々な事が影響せざるを得ない訳で、そこについての目線はやはり要るのかなということです。

言いたい事はさっき申し上げた通りでして、もうちょっと戦略的に何か考えて、今まで戦略がないという意味では全然ないのですが、やはりスピードがけっこう早まっているので、もうちょっと加速されても良いのかということです。

それから先ほど聞いていて、公開のところで言うのだめかも知れませんが、プラントメーカーさんがそれぞれビッグデータの所をおやりになる。それはその通りだと思うのですが、例えばオペレーションの所でもものすごく競争力を持つとするなら、日本で一致団結をしてやって行くような事

はできないのかとか、そんな話があっても良いのではないかなと、お話を聞いていて思ったという事です。それ以外は先ほど申し上げた通りです。よろしくをお願いします。

【宮川委員】 村岡委員がおっしゃった通り、ものすごくスピードが上がって時代が変わって来ているのかなと思っていて、今日対象になっている調査がそもそもいつ行われたのかと年表を見ると、2012年～2013年の半年間の事業ですから、おそらく4年前と今ではずいぶん状況も変わっていると思っています。

あとはやはりエネルギー基本計画、エネルギーミックスも含めて、良いか悪いかは別にして、やはり石炭を利用するというのは政府の方針ですし、国際競争力をつけて海外の石炭発電を効率化してCO₂を減らして行くというのも、たぶん大きな流れだと思いますので、その大きな流れに沿った事業なのか、もしくは最終目標なのかという所を簡単に取りまとめて頂ければ、さっき異委員もおっしゃっていましたが、それに沿った事業だったかどうかというのを評価する事がたぶんこの目的だと思いますし、たぶん理解しておりますので、簡単にまとめて頂ければ良いのかなと思っています。

【巽委員】 先ほど言った事は自戒の念も込めてという事で、石炭というどうしてもCO₂になるのですが、日本のエネルギー基本計画そのものだけでなく、世界全体を見ても、例えば今の石炭を全部ゼロにして、天然ガスや石油に置き換える事は、とても出来るようなものではありません。水素もしかり、再生可能エネルギーもそうですが、そうは言うものの、CO₂の削減はきちんとやって行かなければいけないというのが一つです。

もう一つは、先ほどのお二人のご意見の通り、本当にここ数年は非常に変わって来ているのですが、そこをどうやってキャッチアップするかという事と共に、エネルギーは原油でも、天然ガスでも、石炭はちょっと違うかも知れませんが、探索して権利を獲得して精製して日本に持って来るまで10～20年単位でかかりますので、非常にスピードの速い動きとともに、エネルギーという非常に長いトレンドの事業について、どうやって行くかという事で、両方見なければいけないので、常に悩みどころなんですが、そこはNEDOと一緒に悩みながら、我々もやって行かなければいけないと思っておりますので、引き続きよろしくをお願いします。

【梅田委員】 今日はたくさんの方の事業の話をお聞かせ頂いたのですが、クリーン・コール・テクノロジーに属する事業、ましてもう一つ上のゼロエミッションの石炭火力技術開発プロジェクトという事で、これを冠とする事業が非常にたくさんあると思います。今回その内の一部をお聞かせ頂いたと認識しておりますが、是非、全体を俯瞰する立場のNEDOにおいては、ぜひ漏れなく、かつ重複なく、プロジェクトをマネジメントするという所を、全体を見ながら進めて頂きたいなという思いが一つあります。

それから一つの事業の中で出て来ましたが、ビッグデータとか、IoTとか、AIとかをこれから進められるという事です。回答の中にもあったように、発電事業者も、保安のスマート化という流れがありまして、今盛んにIoTとか、ビッグデータとか、AIなどを進めている所があります。そういう各事業者が進める部分と、NEDOならではの部分で進められる技術開発と、やはり路線があると思うので、そういう所を上手に棲み分けして、お互いに効率的に技術開発を前に進めて行ければ良いなと感じましたので、意見として述べさせていただきます。

それからこれは我々も考えなければいけないことですが、クリーン・コール・テクノロジー (CCT)

という単語の社会での認知度を今後いかに向上して行くかという事です。これは当然我々もそうですし、国もそうですし、NEDOも非常に重要な役割を背負っていらっしゃるという事で、我々も努力して行かなければいけないと思っておりますが、CCTという単語の認知度向上に活動をこれからも引き続きして行く必要があるなどと思っております。

事業の中でIEAのClean Coal Centerとか、GCCSIなどがありましたが、これからもクリーン・コール・テクノロジーという単語自体の認知度が上がって市民権を得るような活動をお互いに進めて行きたいという事を意見として述べさせて頂きたいと思っております。

【阿部分科会長代理】 個々の事業については特に一つひとつコメントしませんが、もう長い間、石炭のクリーン・コールについてはいろいろなことをやって来ましたが、かなり技術も煮詰まって来たかなという感じもありますし、NEDOのおかげで日本の技術も進んで来たのではないかと考えていて、これは非常に有意義な研究開発ではないかと思っております。

私の感想、コメントとしては、更に今後の話になって行く時に、先程もちよっと言いましたが、2050年に向けて80%削減というすごい目標があって、パリ協定の中でも2020年、3年後ぐらいまでにそのロードマップも作らなければいけないという話になりつつある時に、はたしてどうやって行くのか。

特に日本のように、石炭も全部輸入しなければいけない場合に、私は別に石炭を使うなど言っているのではなくて、石炭をどういう形で日本に運んで来て、それをどう使うか。例えばCO₂の固定化を産炭地でやるのか、日本でやるのか、日本で本当に出来るのか、そういう意味では日本は特殊事情があるのかも知れませんが、日本におけるCCTのあり方みたいな物を2020年までに作らなければいけないのではないかと。

例えばCO₂の固定化も一つですし、後はエネルギーキャリアとして何を使うのか。風力とか、太陽光といった再生可能エネルギーも、最近では海外の再生可能エネルギーを持って来て、エネルギーキャリアに替える。水素も一つかも知れませんが、水素以外にも有機ヒドレートとか、いろいろあって、それをどういう物に使うかという事もあります。石炭についても同じような事が言えるのではないかと。それをそろそろ次のステップとして考えて行かなければいけないのではないかと。

今回の中でもCCTのロードマップの見直しがありましたが、これもやはり3年後には今言ったようなことも含めて考え直す必要があるのではないかなという感想を持ちました。

【清水分科会長】 石炭はいろいろな局面で利用されています。今日の最初にあったモンゴルのように本当に一般市民が使っているレベルもあれば、大規模に使っているレベルもあって、日本では石炭は普通の人は知らない。電気は知っていても、石炭は知らないわけで、石炭から電気が出来ているという認識がなかなか一般には広まっていないので、先程もCCTに対する社会の認知度をどう上げて行くかということがありますが、その必要性もあると思っております。

それからやはり研究開発のスパンというものと、その歩留まりはいろいろ考えた方が良くかなと思います。評価できる所としては、ビジネスモデルを入れるという事で、それはそれで非常に良いのですが、それだとどうしても割と先が見えた話をやることになる訳ですが、それと同時にやはりロングスパンの、本当に出来るかどうか分からないけれども、出来たらすごいなというような所にも研究投資が必要かなと思っております。その棲み分けと、社会に対する説明をするという事です。

ビジネスモデルを入れるというのは非常に良い考えで、それは社会の受入も非常によろしいと思いますが、研究開発にはリスクが必ずあって、民間だけでは負いきれないので、それに公共のお金を投資して、将来に備える。その切り分けをもう少し明確にした方がよろしかったかなと思います。

それから今、阿部委員からご指摘があったエネルギーキャリアですが、産炭地の方でそれなりのプラント、設備投資をしなければいけない。それは逆に言うと、供給先が限られて来るような事もある訳で、エネルギーセキュリティも含めて、石炭の良い所は、最初の事業の必要性にもありましたが、幅広い供給源があるという事で、セキュリティ上も日本にとっては非常にメリットがある。そういった視点との兼ね合いも含めてご議論頂きたいなと思います。

それでは推進部から一言、お願い出来ますでしょうか。

【在間統括研究員】 どうもありがとうございました。ご指摘がありました様に、今回は全体像をなかなか説明しきれなくて、誠に申し訳ありません。我々クリーン・コールグループとしてはいくつかの方針があって、それに沿ってやっておりますが、どういう背景でこれをやって、次にどうつながっていったか。そして最終的な目標、それが 2030 年なのか、2050 年なのかは分らないですが、そういうことも視野に入れてやりつつあるという事が今回の説明の中では不足していたかと思しますので、その点については、あまり壮大にならない範囲で、簡単にまとめさせて頂きたいと思ます。ありがとうございました。

8. 今後の予定・その他

9. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 評価評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDOにおける制度評価・事業評価について
- 資料 4-2 評価項目・評価基準
- 資料 4-3 評価コメント及び評点票
- 資料 4-4 評価報告書の構成について
- 資料 5 事業原簿
- 資料 6 事業の概要説明資料
- 資料 7 今後の予定

以上

参考資料 2 評価の実施方法

NEDOにおける制度評価・事業評価について

1. NEDOにおける制度評価・事業評価の位置付けについて

NEDO は全ての事業について評価を実施することを定め、不断の業務改善に資するべく評価を実施しています。

評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、事後評価及び追跡評価が行われます。

NEDO では研究開発マネジメントサイクル（図 1）の一翼を担うものとして制度評価・事業評価を位置付け、評価結果を被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

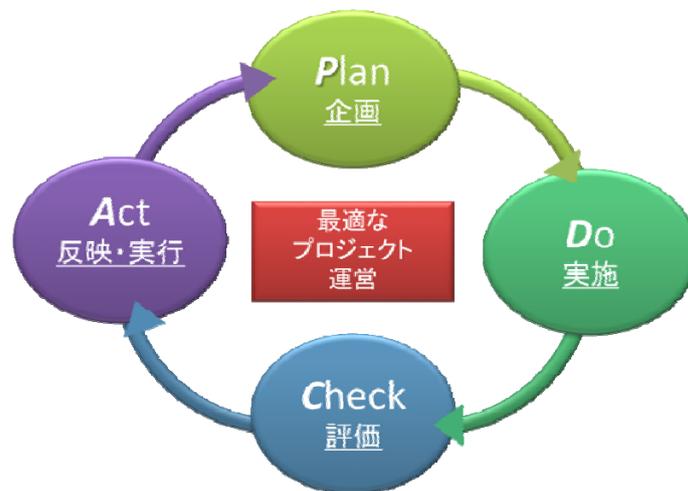


図 1 研究開発マネジメントサイクル概念図

2. 評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために評価を実施しています。

- (1)業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2)社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3)評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 評価の共通原則

評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1)評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。
- (2)評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3)評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用

する。

(4)評価の中立性を確保するため、外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。

(5)評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. 制度評価・事業評価の実施体制

制度評価・事業評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- ①研究評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- ②評価対象事業毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を評価委員とした研究評価分科会を研究評価委員会の下に設置。
- ③同分科会にて評価対象事業の評価を行い、評価報告書が確定。
- ④研究評価委員会を経て理事長に報告。

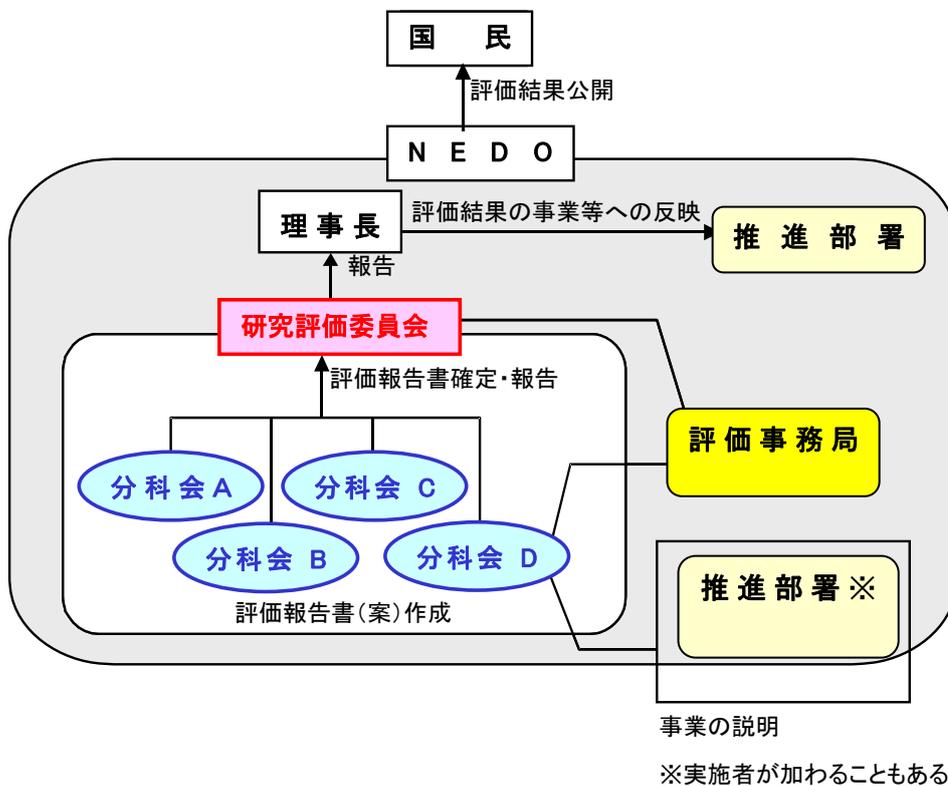


図2 評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、対象技術の専門家、その他の有識者から構成する。

「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・テクノロジー実用化可能性調査／クリーン・コール・テクノロジー推進事業」に係る評価項目・評価基準

1. 必要性（位置付け、目的、目標等の妥当性）

- ・政策における「事業」の位置付けは明らかであったか。
- ・政策、市場動向等の観点から「事業」の必要性は明らかであったか。
- ・NEDOが「事業」を実施する必要性は明らかであったか。
- ・「事業」の目的は妥当であったか。
- ・「事業」の目標は妥当であったか。

2. 効率性（実施計画、実施体制、費用対効果等の妥当性）

- ・「事業」の実実施計画は妥当であったか。
- ・「事業」の実実施体制は妥当かつ効率的であったか。
- ・「事業」によりもたらされる効果（将来の予測を含む）は、投じた予算との比較において十分と期待できるか。
- ・情勢変化に対応して「事業」の実実施計画、実施体制等を見直している場合、見直しによって改善したか。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

- ・最終目標を達成したか。
- ・社会・経済への波及効果が期待できる場合、積極的に評価する。

本評価報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成29年2月

NEDO 評価部
部長 徳岡 麻比古
統括主幹 保坂 尚子
担当 内田 裕

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162