

総合科学技術・イノベーション会議が実施する
国家的に重要な研究開発の評価

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」
の評価結果(案)

(評価専門調査会調査検討結果)

平成29年11月16日
総合科学技術・イノベーション会議
評価専門調査会

目次

	(頁)
1. はじめに	1
2. 評価の実施方法	3
2. 1. 評価対象	3
2. 2. 評価目的	4
2. 3. 総合科学技術・イノベーション会議による評価等の 実施	4
2. 4. 評価方法	5
2. 5. 評価対象案件の実施府省等における評価	5
3. 評価結果	7
3. 1. 本事業の評価結果	7
3. 2. 第1次中間評価での指摘事項への対応状況	11
参考資料	14

1. はじめに

総合科学技術・イノベーション会議では、「総合科学技術・イノベーション会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価について」（平成17年10月18日総合科学技術会議決定、平成29年7月26日一部改正）（以下「評価に関する本会議決定」という）に基づき、新たに実施が予定されている国費総額約300億円以上の研究開発のうち科学技術政策上の重要性に鑑み、評価専門調査会において評価すべきものと認めて事前評価を行ったものに対しては、研究開発継続期間中に中間評価を実施することとしている。

評価に当たっては、府省における評価の結果も参考にしつつ、評価専門調査会が、専門家・有識者の参加を得て調査検討を行い、総合科学技術・イノベーション会議はその報告を受けて結果のとりまとめを行うこととしている。

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」については、平成23年度に総合科学技術会議（当時）において事前評価を実施しており、その中で、「第2段階、第3段階については、現時点で詳細な計画が立てられていないことから、経済産業省においては、第2段階、第3段階への移行前に、他のプロジェクト等におけるCO₂分離・回収技術や燃料電池の開発状況を十分に踏まえた上で評価を行う必要がある、また、同省における評価結果を基に、総合科学技術会議としても必要な評価を実施する」とされている。

これを受け、平成28年度からの第2段階への移行を前に経済産業省において中間評価が実施されたことを踏まえ、平成27年度に総合科学技術・イノベーション会議において中間評価（以下「1次中間評価」という。）を実施している。

本研究開発は、平成28年度から国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）の事業として研究開発を実施している。研究開発の評価は、NEDOの研究評価委員会において被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を設置し、同分科会において被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価結果は研究評価委員会において確定されることとなっている。

今般、平成30年度からの第3段階への移行を前にNEDOにおいて中間評価が実施されたことから、第1次中間評価からの進捗及び第3段

階の実施計画等を確認するための中間評価を実施した。

総合科学技術・イノベーション会議は、本評価結果を公表するとともに、経済産業大臣に通知し、研究開発の推進等、本評価結果の施策への反映を求めることとする。

2. 評価の実施方法

2. 1. 評価対象

- 名称：「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」
- 実施府省・機関：経済産業省及びNEDO
- 実施期間及び予算額：平成24年度～平成33年度
 - 第1段階 平成24年度～30年度 事業費837億円
(うち国費279億円)
 - 第2段階 平成28年度～32年度 事業費275億円
(うち国費183億円)
 - 第3段階 平成30年度～33年度 事業費70億円
(予算要求中)
- 事業計画内容：

本事業は、石炭火力発電から排出されるCO₂を大幅に削減するため、商用機の1/2～1/3スケールに相当するデモンストレーションスケールの実証事業により、高効率石炭火力発電技術である、「石炭ガス化燃料電池複合発電」と「CO₂分離・回収」を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の技術を確立し、商用スケールでの実用化を目指すものである。

本事業の実施期間は10年間（平成24年度から平成33年度まで）であり、第1段階から第3段階で構成されている。第1段階（平成24年度から平成30年度）では酸素吹石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated Coal Gasification Combined Cycle）の実証（以下「第1段階（酸素吹IGCC）」という。）、第2段階（平成28年度から平成32年度）ではCO₂分離・回収技術を組み入れたシステムの実証（以下「第2段階（CO₂分離・回収技術の組み入れ）」という。）、さらに第3段階（平成30年度から平成33年度）では、第1段階（酸素吹IGCC）と第2段階（CO₂分離・回収技術の組み入れ）を組み合わせたシステムに燃料電池を組み込んだ石炭ガス化燃料電池複合発電システムの実証（IGFC：Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle）（以下「第3段階（燃料電池の組み入れ）」という。）を行う計画となっている。

なお、平成10年度から平成26年度にかけて、NEDOによる研究開発プロジェクトとして、「多目的石炭ガス製造技術開発(以下「EAGLEプロジェクト」という。))が北九州市若松区の電源開発株式会社若松研究所において実施されている。EAGLEプロジェクトでは、本事業の1/8スケールのパイロットプラントを使った第1段階(酸素吹IGCC)及び第2段階(CO₂分離・回収技術の組み入れ)の技術的検討が行われている。本事業は、このEAGLEプロジェクトの成果を応用してスケールアップし、商用機スケールの課題を抽出するとともに、O&M(運用[Operation]と保守[Maintenance])の知見を収集することで、実用可能な技術として確立することを目的としている。

○ 実施研究機関：大崎クールジェン株式会社^(注)

(注) 電源開発株式会社と中国電力株式会社が50%ずつを出資して設立した本事業の実施会社

株式会社日立製作所(第2段階のみ)

2. 2. 評価目的

総合科学技術・イノベーション会議は、実施計画等を検証し、その検証結果を今後の実施計画の改善等に活かしつつ、検証結果を公表することにより、国民に対する説明責任を果たすとともに、国の研究開発評価に係る知見の蓄積と評価手法の継続的な改善のため、本評価を実施した。

2. 3. 総合科学技術・イノベーション会議による評価等の実施

総合科学技術・イノベーション会議は、平成23年12月に事前評価を行い(当時は、総合科学技術会議)、プロジェクト開始2年目にあたる平成25年には、事前評価のフォローアップを行っている。

加えて、平成27年12月には、第2段階(CO₂分離・回収技術の組み入れ)に入る前年度ということで第1次中間評価を実施している。

第1次中間評価では、進捗及び今後の実施計画を確認した結果、事業全体に関しては、概ね妥当な内容と評価されているものの、今後事業を進めるにあたり早急に解決すべき課題として、商用スケールを見据えた課題への取り組みや海外展開戦略などの指摘を行った。

2. 4. 評価方法

「評価に関する本会議決定」に基づき、評価専門調査会がNEDOにおける評価結果を含め調査検討を行い、その結果を受けて総合科学技術・イノベーション会議が評価を行った。

評価専門調査会での調査検討においては、国家の基本計画や関連する上位政策・施策等の推進といったより大局的・俯瞰的観点での評価に力点を置くことを念頭に、事業における直接的な成果（アウトプット）に係る専門的評価については、実施機関における評価等の妥当性を確認することでその結果を活用することとし、国家の基本計画や関連する上位政策における事業の位置付けや社会への効果・効用（アウトカム）とそれを達成するための道筋に対する評価を中心に調査検討を実施した。

このため、NEDOから実施計画や評価結果の内容等についてヒアリングを行うとともに、NEDOにおける評価において外部評価を行ったNEDO研究評価委員会「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」（中間評価）分科会の分科会長である新潟大学教授 清水 忠明氏を臨時委員として招聘して、評価内容に係る意見等を聴取するなど、以下の項目及び第1次中間評価において指摘した事項について調査を実施した。

- ① 評価対象案件の実施府省等における評価の妥当性
- ② 関連する上位の政策・施策等の目標を達成するための道筋を踏まえた中間評価時での成果と目標の達成状況
- ③ 中間評価以降の成果予定と目標の達成見込み
- ④ 今後の波及効果の見込み
- ⑤ 研究開発マネジメントの妥当性

2. 5. 評価対象案件の実施府省等における評価

NEDOでは、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、平成29年5月からNEDO研究評価委員会に設置された「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」（中間評価）分科会において中間評価が行われ、第53回研究評価委員会（平成29年10月11日）で評価結果内容が了承されている。

2. 5. 1 NEDOにおける中間評価結果

NEDOにおける中間評価結果としては、「本事業全般について、順調に開発が進められ、第1段階の進捗としては十二分なものであり、今後の実証試験での運用ノウハウの積み上げや、第2・第3段階の着実な推進が期待される」との評価を受けており、今後は、「目標達成のために、各プロセス間での情報共有や性能指標の相互確認とともに、他の要素技術開発との連携も行いながら推進していくことが期待されている」との提言を受けている。一方で、「将来の国内及び海外の事業展開に向け、知的財産戦略を明確化すること、本システムの優位性を明確にして具体的な戦略やビジネスモデルを検討すべき」との改善点の指摘も受けている。

2. 5. 2 NEDO研究評価委員会のコメント

NEDO研究評価委員会において、「本分野における社会情勢や研究開発動向を踏まえて、早期実用化に向けた研究開発の加速化と、プロジェクト内及び他プロジェクト間での具体的連携を進められたい。」とのコメントを受けている。

3. 評価結果

3. 1. 本事業の評価結果

全体的評価としては、エネルギー基本計画等関連する上位の政策・施策等の目標達成に向けて概ね妥当な内容となっているものと評価できる。しかしながら、今後事業を進めるにあたり解決すべき課題等があり、本課題等に対する指摘事項については、3. 1. 1以降で2. 4. 評価方法に基づく①から⑤の各調査項目における評価結果に関して詳述する。また、第1次中間評価での主な指摘事項に対する対応状況の調査結果については、3. 2で詳述する。

なお、解決すべき課題等の指摘事項については、残りの研究開発実施期間において、最終目標に向けた中間マイルストーンとしての定量的なKPI等の設定のもと、国民に対する説明責任を果たすために、今後よりNEDOでの厳格な評価に努め、情勢の変化等による目標の再設定、体制の変更、事業の加速・中止を含めた計画変更の要否を中間評価の実施等により定期的に検討していくべきである。

3. 1. 1 評価対象案件の実施府省等における評価の妥当性

実施府省・機関における本事業の評価は、本研究開発課題を設定し推進する主体が平成28年度に経済産業省からNEDOに変更となったことから、NEDOが評価の実施主体となり、NEDO技術評価実施規程に基づき、本事業の中間評価が行われている。評価に当たっては、本事業の成果（アウトプット）とその効果・効用として現れる価値（アウトカム）を時間軸に沿って示した「道筋」における位置付けも踏まえ、本事業に応じた評価項目・評価基準を設定し、外部の専門家・有識者で構成された「研究評価委員会」及びその下部の、より専門性の高い「分科会」を設置して外部評価が行われている。当該評価結果は国民に公開されるとともに、事業毎に策定されている基本計画に反映していることから、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日内閣総理大臣決定）に沿った評価が適切に行われており、評価結果についても特段問題となる点は見受けられなかった。

また、本事業は、実施期間が10年間の長期間にわたる研究開発であり、事業期間を第1段階から第3段階に分けて各段階での達成度を評価してから次の段階に進む方法を導入し、情勢の変化や各目標の達成状況

を把握して進められており、経済産業省では、NEDOにおける評価結果を踏まえた予算要求や上位の施策への反映を行う体制となっており、適切な評価の実施体制が執られている。

3. 1. 2 関連する上位の政策・施策等の目標を達成するための道筋を踏まえた中間評価時での成果と目標の達成状況

「エネルギー基本計画」（平成26年4月閣議決定）の中では、石炭は安定供給性や経済性に優れたベースロード電源の燃料として再評価されており、同計画を踏まえた「長期エネルギー需給見通し」（平成27年7月経済産業省決定）において、石炭火力の高効率化を進め、環境負荷の低減と両立しながら活用することで、平成42年度（2030年度）の石炭火力の比率を26%程度とする方向性が示されている。

また、平成27年12月に採択された国連気候変動枠組条約パリ協定においては、日本の削減目標として、平成42年度（2030年度）に平成25年度比26%の温室効果ガスを削減することとしており、同協定を踏まえ、平成28年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」においては、温室効果ガスの排出削減対策・施策として火力発電の高効率化が位置付けられている。

これら政府の計画に関連して、経済産業省は「エネルギー革新計画」（平成28年4月）及び「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」（平成28年6月）を策定しており、同技術ロードマップにおいては、本事業で開発中の酸素吹IGCCを平成30年度頃に技術確立、IGFCを平成37年度頃に技術確立と位置付けている。

さらに、本事業は、「第5期科学技術基本計画」（平成26年1月閣議決定）及び同計画を踏まえた「科学技術イノベーション総合戦略2017」（平成29年6月閣議決定）において、エネルギーバリューチェーンの最適化の中で高効率火力発電システムに係る技術開発として重きを置くべき取組に位置付けられているほか、政府の成長戦略である「未来投資戦略2017」（平成29年6月閣議決定）においても、エネルギー・環境制約の克服と投資の拡大や日本のエネルギー・環境産業の国際展開の推進に係る施策の中で「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」を踏まえた高効率火力発電技術の確立や導入に向けた取組が成果目標（平成37年度頃までに段階的に次世代火力発電の技術確立を目指す）とともに位置付けられている。

これら政府の計画や関連する上位の政策・施策等の目標を達成するた

め、第1段階から第3段階の各段階で目標と実用化に向けたスケジュールが定められ、第1段階の当初目標である送電端効率40.5%（発電端効率48.0%）を達成する等本事業は計画した目標を達成してきており、今後の最終成果目標の達成も大いに期待できる状況にある。一方、現行のエネルギー基本計画が策定された平成26年以降、社会経済情勢は変化してきており、今般、エネルギー政策基本法に則し、本年8月に次期「エネルギー基本計画」の検討が経済産業省総合資源エネルギー調査会基本政策分科会で開始された状況であることから、次期エネルギー基本計画における石炭火力の位置付けを踏まえて、本事業の目標や実施計画を柔軟に見直すことが必要である。

3.1.3 中間評価以降の成果予定と目標の達成見込み

本評価以降、第2段階及び第3段階の実証試験が実施され、高効率発電である酸素吹IGCCやIGFCの実用化・商用化が図られていく見込みとなっている。中間評価以降の実実施計画については、推進に向けた対応が検討されており、進捗も含め妥当と評価できる。しかしながら、平成30年度に開始される第3段階（燃料電池の組み入れ）に向けた技術課題については、燃料電池の大容量化・高圧化及び石炭ガス化ガスへの適用性と整理されており、本課題の解決に向けては、本事業での実証試験とともに、NEDOにおいて併行して燃料電池の大容量化・高圧化や石炭ガス化適用性基盤に係る技術開発事業が実施されている状況から、燃料電池メーカーとの連携体制によってよりスピード感をもって研究開発に取り組むことが重要である。

また、第2段階（CO₂分離・回収技術の組み入れ）についても今後本事業での実証試験が開始され、IGCCにおけるCO₂分離・回収技術が確立されていくことが見込まれるが、分離・回収した後のCO₂の取り扱いについては、他用途への使用や貯留が有力視されているものの、本事業の開発対象外となっており、有力となるCCS（Carbon dioxide Capture and Storage：CO₂の回収、貯留）技術については、我が国でも未だ技術が確立されていない状況にある。本事業の成果を社会実装につなげていくためには、酸素吹IGCCとCCSのパッケージ化、さらには酸素吹IGCCに燃料電池を組み込んだより高効率で環境負荷の少ないIGFCとのパッケージ化を実現していくことが肝要である。このため、本事業と併行して進められているCCSや燃料電池に関する他の研究開発事業と本事業が連動し、プロジェクト全体での社会実装に向け

た成果（アウトプット）を検証しつつ推進していくべきである。

3. 1. 4 今後の波及効果の見込み

本事業による技術の確立により、上位計画の目標である平成42年度（2030年度）における石炭火力の比率26%程度及び平成25年度比26%の温室効果ガス削減の達成とともに、国際的なエネルギー需要や地球温暖化対策にも寄与することが見込まれるが、そのためには政府と関連する民間企業との間で実用化に向けた取り組みをより具体的に進め、国内外における石炭火力発電所の更新・新設時に本事業により開発された技術が採用され普及していくことが肝要である。

国内への事業展開については、平成28年4月に電力供給業におけるベンチマーク制度の見直しが行われ、石炭火力は超々臨界圧発電（USC）並みの発電端効率42%の効率基準が設定されて高効率化が促進されているが、酸素吹IGCCやIGFCの技術確立に伴う同基準の見直しや、電力供給業における高効率発電システム採用のインセンティブを付与する等の課題があることから、政策面での産業化や普及の検討も技術開発と併行して進める必要がある。

海外への事業展開については、今後石炭火力発電の国際的な需要は拡大する見通しであり、本事業で確立した我が国の高効率石炭火力発電を普及することで、エネルギー問題やCO2排出削減に大きく寄与するとともに、我が国産業の国際競争力向上に貢献することが大いに期待される。インフラ事業の展開においては、技術力以上にO&Mを含めた事業採算性が大きく求められていることから、現時点において政府関係者の招聘、我が国専門家の派遣や政府ハイレベルの対話等を通じた理解促進、事業可能性調査、支援体制の整備等が進められ、海外パートナーシップの構築についての計画が示された点は評価できる。 今後は、より具体的な海外展開戦略とするため、経済産業省主導のもと、技術動向や競合国との事業採算性に係るベンチマーク調査などを通じた国際情勢の把握に努めつつ、本事業により技術開発される酸素吹IGCCと先行する空気吹IGCCや先進超々臨界圧（A-USC）等の先端高効率化技術との棲み分けを含めて戦略を策定して実施していくべきである。 また、本事業により創出される技術やノウハウについては、関係各社での競争領域と協調領域の見極めをしつつ、デジュール標準とともにデファクト標準獲得も考慮した知的財産戦略についても配慮して戦略を策定するべきである。

3. 1. 5 研究開発マネジメントの妥当性

研究開発の実施体制については、実施研究機関（プロジェクトリーダー：大崎クールジェン株式会社）とマネジメント機関であるNEDOとの間で適切な実施体制が整備されている。

NEDOにおける研究開発評価においては、上述の外部有識者で構成された研究評価委員会を設置して、外部評価による中間評価（概ね3年毎）及び事後評価を実施している。また、別途設置された外部有識者によるコスト検証委員会においては、実施体制、コスト削減、事業計画等についての検証が、技術検討委員会においては、事業の進捗に応じた技術的課題に対する助言が行われ、その結果を実施研究機関の事業計画や助成金等に適時反映されている。以上から、適切なマネジメント体制が整備され、実施されているものと評価できる。

経済産業省においては、電力供給業における温暖化対策の実行性を向上させるため、省エネ法と高度化法の規制措置を設け、石炭火力等の高効率化を推進しており、現在、見直しの議論を開始している次期エネルギー基本計画においてもIGFC等の革新技术の必要性を検討し、政策面へのフィードバックを行うとしている。

本事業の効果・効用（アウトカム）を達成するためには、本事業の関係機関である経済産業省、NEDO及び実施研究機関の3者が緊密に連携したマネジメント体制において、情勢の変化に対して臨機応変に実施計画を見直し、事業化に向けた関連施策の実施や、知的財産戦略を含む海外展開戦略の具体化を図っていくことが重要である。

3. 2. 第1次中間評価での指摘事項への対応状況

第1次中間評価では、今後事業を進めるにあたり早急に解決すべき主な課題として、商用スケールを見据えた課題への取り組みや海外展開戦略などの指摘を行った。本評価において、当該指摘事項に対する対応状況について調査を行い、その結果の概要は以下の通り。なお、各指摘事項の対応状況に対する評価結果については、前項3. 1の各項目に記述する。

3. 2. 1 商用スケールを見据えた課題への取り組み

「酸素吹 I G C C におけるコスト面での優位性を確保するため、発電効率のアップと発電コストの実現が必要」との指摘に対しては、現時点において、実証試験において当初目標 40.5%の送電端効率を達成し、商用機で 1500℃級ガスタービン採用による 46%を達成する見通しを得ており、更なる効率向上を目指すこととしている。

また、「発電コストの削減」に対する指摘については、コスト削減に向けた技術の開発及び調査（経済性含む）を行っており、具体的には 1700℃級ガスタービンの技術開発や酸素製造技術の最新動向調査を実施して削減に努めることとしている。

3.2.2 海外展開戦略への取り組み

「酸素吹ガス化技術のもつ優れた特長を活かせる用途を開拓し、空気吹 I G C C との役割分担を含めた海外展開戦略の明確化や海外での事業採算性の具体的な検討を推進すべき」との指摘に対して、海外展開戦略の明確化については、酸素吹ガス化炉の優位性としては、空気吹 I G C C と比較して、発電のみならず石炭ガス化製品（合成燃料、H₂、アンモニア、肥料等）などへの多くの用途に利用可能であり、また、CO₂分離回収等の組み合わせなどを想定していることから、これらのニーズがあるアジア・大洋州等の国への展開を見据えて市場性調査を実施し、事業展開戦略の検討が進められている。海外での事業採算性については、海外市場性調査に取り組んでいるものの、商用化の検討は実証試験結果を踏まえた上で対応することとなっている。

また、「主要な国や機関とのネットワークを生かした政策対話や国際開発金融機関などとの連携による案件発掘と支援のパッケージ化の促進などの対応が必要」との指摘に対しては、昨年策定した「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」において海外展開の取組を位置付け、在外公館などとも連携して、東南アジアを中心に、政府関係者の招聘、我が国専門家の派遣や政府ハイレベルのエネルギー政策対話等の普及活動を通じ、当該技術の環境優位性や性能について理解促進を図り、当該国への普及・展開を行っているなど、積極的に対応している。

3.2.3 CCS技術の確立への取り組み

「将来の国内外での酸素吹 I G C C 普及の鍵となる C C S について、技術的な課題の解決に加え、コスト削減を進めるべき」との指摘に対し

では、国内外の市場性調査やCO₂分離回収型IGCCに係る技術動向調査及びCCS実証事業実施者との情報連絡会を実施し、事業展開戦略の検討を進めている。

3.2.4 知的財産戦略への取り組み

「海外とのパートナーシップの構築や第3国による技術盗用の防衛策を含めたより具体的な知的財産戦略を立案し、実行することが必要」との指摘に対しては、知的財産戦略については、本事業の関係各社との間で将来的な事業展開に活用できる知的財産協定を締結し、その内容に応じて特許化又はノウハウ化による事業展開戦略の検討を進めており、標準化に関しては、別途行われている火力発電に関する規格開発を注視して情報収集など準備を進めている段階にある。なお、本指摘事項については、NEDOにおける中間評価においても指摘されている。

3.2.5 第3段階(燃料電池の組み入れ)に向けた技術課題への取り組み

「第3段階の開始に向けた技術課題及び燃料電池メーカーとの連携体制による研究開発を加速することが必要」との指摘に対しては、第3段階(燃料電池の組み入れ)開始に向けた技術課題を燃料電池の大容量化・高圧化と石炭ガス化ガスへの適用性として整理し、課題解決のため、従前からNEDOで実施していた「燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ要素技術開発」事業に加え、平成28年度より燃料電池メーカー等と連携して、燃料電池の大容量化・高圧化基盤技術開発のための「ガスタービン燃料電池複合発電技術開発」事業、及び燃料電池の石炭ガス化ガス適用性基盤技術開発のための「燃料電池石炭ガス適用性研究」事業に取り組んでおり、その成果を第3段階の設備構成・規模等の計画に反映している。

《参考資料》

- 参考1 評価専門調査会 委員名簿
- 参考2 審議経過
- 参考3 NEDO研究評価委員会 中間評価結果概要

参考1 評価専門調査会 委員名簿

(議員)

会長	久間 和生	総合科学技術・イノベーション会議議員
	原山 優子	同
	上山 隆大	同
	小谷 元子	同
	橋本 和仁	同

(専門委員)

天野 玲子	国立研究開発法人防災科学技術研究所 審議役
荒川 薫	明治大学 総合数理学部 教授
上野 裕子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員
梅村 晋	トヨタ自動車株式会社 基盤材料技術部長
小澤 一雅	東京大学大学院 工学系研究科 教授
尾道 一哉	味の素株式会社 常務執行役員 イノベーション研究所長
門永 宗之助	Intrinsics 代表
北村 隆行	京都大学大学院 工学研究科長及び工学部長
桑名 栄二	NTTアドバンステクノロジー株式会社 取締役
庄田 隆	第一三共株式会社 相談役
白井 俊明	横河電機株式会社 マーケティング本部 シニアアドバイザー
鈴木 教洋(※)	株式会社日立製作所 執行役常務CTO 兼 研究開発グループ長
角南 篤	政策研究大学院大学 副学長・教授
関口 和一	日本経済新聞社 編集委員
菱沼 祐一	東京ガス株式会社 燃料電池事業推進部長
福井 次矢	聖路加国際大学 学長・聖路加国際病院院長 京都大学 名誉教授
松橋 隆治	東京大学大学院 工学系研究科 教授
安浦 寛人	九州大学 理事・副学長

(臨時委員)

清水 忠明	新潟大学 工学部 化学システム工学プログラム 教授
-------	------------------------------

(敬称略)

(※)本事業の利害関係者に該当するため、評価に係る審議には参加せず。

参考2 審議経過

- 平成 29 年
9 月 20 日 第 122 回評価専門調査会
調査・検討の実施方針の確認等
- 10 月 25 日 第 123 回評価専門調査会
中間評価に係る調査・検討
(経済産業省及びNEDOから事業概要の説明、NEDO
研究評価委員会分科会長から評価内容のヒアリング
を含む)
- 11 月 16 日 第 124 回評価専門調査会
評価結果案の取りまとめ
- 月○日 総合科学技術・イノベーション会議
評価結果案に基づく審議と評価結果の決定

参考3 「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料
電池複合発電実証事業」中間評価報告書概要

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は、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」の中間評価報告書であり、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「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」(中間評価)分科会において評価報告書案を策定し、第53回研究評価委員会(平成29年10月11日)に諮り、確定されたものである。

平成29年10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

研究評価委員会 委員名簿

職位	氏名	所属、役職
委員長	小林 直人	学校法人早稲田大学 研究戦略センター／研究院 副所長・教授／副研究院長
委員	浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発 センター 研究参事
委員	安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (Hi-Mat) 専務理事
委員	稲葉 陽二	学校法人日本大学 法学部／大学院 法学研究科 教授
委員	亀山 秀雄	国立大学法人東京農工大学 名誉教授／シニア教授
委員	五内川 拓史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
委員	佐久間 一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 附属医療福祉工学開発評価研究センター センター長／教 授
委員	佐藤 了平	国立大学法人大阪大学 産学共創本部 名誉教授／特任教授
委員	宝田 恭之	国立大学法人群馬大学 特任教授
委員	平尾 雅彦	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
委員	丸山 正明	技術ジャーナリスト／横浜市立大学大学院非常勤講師
委員	吉川 典彦	国立大学法人名古屋大学 名誉教授

(敬称略、五十音順)

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
「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」
(中間評価)

分科会委員名簿

(平成29年5月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	しみず ただあき 清水 忠明	化学システム工学プログラム 教授
分科 会長 代理	ふじおか ゆういち 藤岡 祐一	
委員	くろさわ さちこ 黒澤 幸子	
	なかざわ はるひさ 中澤 治久	
	にのみや よしひこ 二宮 善彦	応用化学科 教授
	まつおか こういち 松岡 浩一	創エネルギー研究部門 炭素資源転換プロセスグループ グループ長
	よしいえ りょう 義家 亮	

(敬称略、五十音順)

「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」 (中間評価)評価概要

1. 総合評価

技術目標が適切に定められているとともに、順調に開発が進められ、今後の最終目標達成が十分に期待されるレベルにある。酸素吹石炭ガス化 IGCC は、過去の開発プロジェクトの成果を生かして比較的順調に試験が進められており、実用化に向けた有意義な成果が得られ、第 1 段階の進捗としては十二分なものと考えられる。CO₂ 分離・回収型 IGCC についても計画が着実に進められており、今後の目標達成が期待できる。今後の実証試験での運用ノウハウの積み上げや、第 2・第 3 段階の着実な推進を期待する。

一方、将来の国内および海外の事業展開に向け、設計・保守・運用技術の「ノウハウ」をどの企業が主体的に維持・管理するかといった知財戦略を明確化するとともに、競合技術との差別化を図り本システムの優位性を明確にして、具体的な戦略やビジネスモデルを検討すべきである。

今後も長期的な視野に立って、NEDO が先導して合理的な開発を進めていただきたい。目標達成のために、各プロセス間での情報共有や性能指標の相互確認とともに、他の要素技術開発との連携も行いながら推進してもらいたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

本事業の目的である石炭を燃料とした多炭種対応型高効率発電技術の開発は、日本のエネルギー源の安定的確保にとって重要である。エネルギー源とその調達先の多様性拡大と発電の高効率化は、我が国のエネルギーセキュリティ向上に貢献し、その早期実用化は、経済効率性及び環境適合性を念頭に策定された 2030 年のエネルギーミックスを実現するために是非とも必要である。また、本事業は、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) と IGFC (Integrated coal Gasification Fuel cell Combined Cycle) を組み合わせた究極の石炭高効率利用技術開発として世界最先端技術として推進すべきであり、事業に含まれる CO₂ 分離・回収型 IGCC (Integrated coal Gasification Combined Cycle) や IGFC は温暖化ガス排出削減目標達成に大いに貢献することが期待される。

本事業のような公共性が高い大規模な技術開発は、民間企業が単独で行うには開発リスクが大きく、また、現状では CO₂ 削減技術開発へのインセンティブが明確ではない面もあるので民間のみでの推進は困難であり、NEDO が関与すべき事業として妥当である。

2.2 研究開発マネジメントについて

諸外国あるいは国内において競合する可能性のある技術の現状の調査を適切に行い、必要な達成目標が明確かつ定量的に定められている。第1段階の開発目標を達成できれば、世界でもトップレベルの発電技術となり、十分に戦略的な目標である。また、開発項目及びスケジュールは無理なく適切に設定されており、かつ費用配分も適切である。実施体制については、前身のEAGLE(coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity)プロジェクトに携わってきた実施者の参画により技術・ノウハウが継承されているとともに、事業化に向けて電力会社が参画しており適切である。特に、この事業を実施することを目的とした会社が設立されており、その中での指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していると考えられる。進捗管理スケジュールは、最新の国際的協定の状況などの情勢変化を考慮した上で長期にわたって定められ、現段階まで適切にそれが実施されている。知的財産等に関しては、管理手法・実施者間の共有手法のスキームが明確に定められている。

今後、炭種選定にあたっては、実用化時期や日本への供給可能性を考慮に入れつつ、炭種性状から適切な石炭を見いだして性能と経済性を評価すべきである。CO₂除去後の水素リッチ燃料でのガスタービンの性能評価については、他のNEDO関連事業等との積極的な情報交換も行いながら進めるべきである。また、成果の最大限活用のため地球温暖化対策の方向性に応じた開発目標の適宜見直しや研究開発費の適切配分管理を実施しながら推進すべきである。知的財産については、単純に特許化した件数を増やすのではなく、侵害があった場合の証明の容易さ・困難さを考慮して知的財産を特許化するかどうかを十分検討されたい。

2.3 研究開発成果について

研究開発成果はいずれも中間目標を達成したか、あるいは達成の見込みが十分ある。特に、酸素吹IGCCについては、発電効率や環境性能等のすべての当初目標値をクリアし、着実にスケールアップされ、今後の成果が大いに期待される。また、過去の基盤的成果のもとに、実証規模の大型装置運転や長時間試験での課題と解決法を考慮した計画が立てられており、最終目標の達成は期待できる。競合プロセスとの成果の比較も適切に行われており、本プロジェクトの目標を達成できれば優位性があると考えられる。また、国内・国外の学会誌論文・口頭発表などでの対外的発表に加え、新聞などの各種媒体を通じてのプロジェクト紹介等の情報発信が積極的に行われており、成果の普及に向けた活動が十分行われている。

第2段階以降で目標とされている発電システム全体の送電端効率を達成するためには、個々の反応器・プロセスでどのような性能を必要とするかについて、それぞれの数値目標を明確化されたい。石炭中微量成分の挙動については、物質収支の確立に向けてデータを蓄積されたい。また、商用化に向けては、これからの運転実績が重要であり、信頼性、運

用性、保守性等に留意しつつ、負荷追従特性を含めて幅広く動的データを収集・解析すべきである。石炭ガス化炉から排出されたスラグについては、特性を踏まえた利用法について検討する必要があると考えられる。

知的財産等については、技術の特許化するものとノウハウとして保存するものに分類した上で、確保を進めていただきたい。

2.4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

実施者が電力供給の当事者によって設立された会社であることもあり、石炭火力のリプレースを通じての国内市場における成果の実用化・事業化戦略はある程度明確になっている。具体的な取組として、経済効果については、発電所の建設費ベースでの妥当性ある試算結果に基づき見通しが提示された。酸素吹IGCCは試運転において目標性能を達成しており、今後の実証試験を通じたノウハウの蓄積により商用機へのステップアップの実現性が高まると期待できる。さらに、開発技術が、石炭の調達先の多様化とそれによる石油、天然ガスの価格高騰抑止のポテンシャルも有すると考えられる。同時に発電以外の産業用途への導入および、海外(特に新興国)への展開も視野に入れられている。

実用化・事業化に向けた第2段階以降については、CCSが成立すれば国際社会に貢献できるコンテンツとなり、国家戦略的キーテクノロジーとなりうる。一方、実用化・事業化に向けた進捗の確認・要素技術確立の見通し、EOR等CO₂利用技術の連携等について、設定されるべき具体的な指標(マイルストーン)を明確化すべきであるとともに、海外の競合ガス化炉との差別化を図り、海外展開の可能性検証に着手すべきである。また、CO₂回収に関しては、現状では生成ガスの一部だけを試験に用いているが、今後は生成ガスの全量をCO₂回収装置に供給した場合のガス化炉とCO₂回収の運転の相互影響についてシミュレーションにより課題を抽出すべきである。

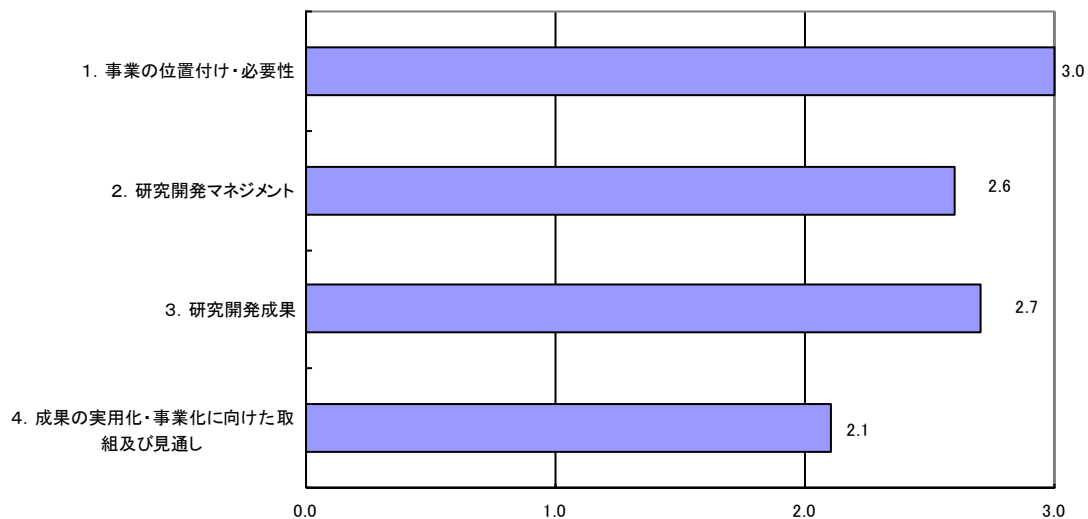
今後は、商用化に向けた特許戦略等の検討を進め、他の次世代火力発電技術との相互取り入れも考慮しつつ、CO₂対策技術の国産化という視点での戦略的な開発を進められたい。ガスタービンの高温化や触媒の開発、CCSのような回収後の技術等については、他のプロジェクトで実施しているものもあるため、他の成果と連動しながら推進し、大きな成果につなげていただきたい。

研究評価委員会コメント

第53回研究評価委員会(平成29年10月11日開催)に諮り、以下のコメントを評価報告書に付記することで確定した。

- 本分野における社会情勢や研究開発動向を踏まえて、早期実用化に向けた研究開発の加速化と、プロジェクト内及び他プロジェクト間での具体的連携を進められたい。

評点結果[プロジェクト全体]



評価項目	平均値	素点(注)							
		A	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	A	A	A	B	B	A	B	
3. 研究開発成果について	2.7	B	A	B	A	A	A	A	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	2.1	B	A	B	B	B	B	B	

(注)素点:各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

研究評価委員会

「次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」

(中間評価) 分科会

日 時 : 平成29年5月12日(金) 13:00～17:45

場 所 : WTCコンファレンスセンター フォンテーヌ

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル38階

議事次第

【公開セッション】

- | | |
|--|-------------------|
| 1. 開会、資料の確認 | 13:00～13:05 (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 13:05～13:10 (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 13:10～13:15 (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 13:15～13:30 (15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | 13:30～14:00 (30分) |
| 5.1 「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」
「研究開発成果」「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」 | |
| 5.2 質疑 | 14:00～14:20 (20分) |

入替 (5分)

【非公開セッション】

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | |
| 6.1 酸素吹 IGCC 実証 | 14:25～15:35 (70分) |
| 発表会社名 大崎クールジェン(株) | (説明 40分、質疑応答 30分) |

休憩 (10分)

6.2 CO2 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| a) CO2 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証 | 15:45～16:10 (25分) |
| 発表会社名 大崎クールジェン(株) | (説明 13分、質疑応答 10分、入替 2分) |
| b) 低温作動型サワーシフト触媒実証研究 | 16:10～16:35 (25分) |
| 発表会社名 (株)日立製作所 | (説明 13分、質疑応答 10分、入替 2分) |

6.3 CO2分離・回収型 IGFC 実証 16:35～17:00 (25分)
発表者名 NEDO 環境部 (説明 13分、質疑応答 10分、入替 2分)

7. 全体を通しての質疑 17:00～17:15 (15分)
(質疑 15分)

入替 (5分)

【公開セッション】

8. まとめ・講評 17:20～17:40 (20分)

9. 今後の予定、その他 17:40～17:45 (5分)

10. 閉会

以上