

総合科学技術会議が実施する  
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  
実証事業費補助金」  
の評価結果

平成 23 年 12 月 15 日

総合科学技術会議



## 目 次

1.	はじめに.....	1
2.	評価の実施方法 .....	2
2.1.	評価対象の概要 .....	2
2.2.	評価目的.....	2
2.3.	評価方法.....	3
3.	評価結果 .....	6

参考1 評価専門調査会 名簿

参考2 評価検討会 名簿

参考3 審議経過

参考4 第1回検討会 経済産業省提出資料【省略】

参考5 第2回検討会 経済産業省提出資料【省略】



## 1. はじめに

総合科学技術会議は、大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発について、国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進する観点から、自ら評価を行うこととされている(内閣府設置法第26条)。

このため、総合科学技術会議では、新たに実施が予定される国費総額が約300億円以上の研究開発について評価を行い、その結果を公開するとともに、評価結果を推進体制の改善や予算配分に反映させることとしている。評価にあたっては、あらかじめ評価専門調査会が、必要に応じて専門家・有識者の参加を得て、府省における評価の結果も参考に調査・検討を行い、総合科学技術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」は、平成24年度予算概算要求において、経済産業省が新たに実施することとした事業であり、平成24年から平成33年までの10年間の大規模研究開発である。本事業は第1段階から第3段階までの計画構成であり、第1段階(平成24年度～平成30年度)は、国費総額約300億円(事業費約900億円)を見込んでいる。総合科学技術会議では、評価専門調査会に当該研究開発に関係する分野の専門家・有識者を交えて調査・検討を行った。その結果を踏まえて評価を行い、その結果をここにとりまとめた。

総合科学技術会議は、本評価結果を関係大臣に通知し、実施計画や推進体制の改善、予算配分への反映を求めるとともに、評価専門調査会において、その実施状況をフォローアップすることとする。

## 2. 評価の実施方法

### 2.1. 評価対象の概要

○名称:『石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金』

○実施府省:経済産業省

○実施期間及び予算額:

平成 24 年度から平成 33 年度まで(第 1 段階から第 3 段階までの計画で構成)。

第 1 段階(平成 24 年度～平成 30 年度)の国費総額約 300 億円(事業費約 900 億円:補助率 1/3)。

第 2 段階以降(平成 28 年度～平成 33 年度)の詳細計画は未定。

平成 24 年度予算概算要求額約 14 億円(エネルギー特別会計)。

○事業内容:

革新的ゼロエミッション火力発電の実現を目指す観点から、17 万 kW 級酸素吹石炭ガス化複合発電(酸素吹 IGCC)技術の実証を行う(第 1 段階)。また、当該設備に CO<sub>2</sub> 分離・回収設備を組み入れ、CO<sub>2</sub> の分離・回収実証を行う(第 2 段階)。さらに、当該設備に燃料電池を組み込み、究極の高効率発電技術である石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)の実証を行う(第 3 段階)。

### 2.2. 評価目的

総合科学技術会議は、国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進する観点から実施し、評価結果を関係大臣に通知して、当該研究開発の効果的・効率的な遂行を促進することを目的に評価を実施する。

## 2.3. 評価方法

### (1) 評価検討会の設置

評価に必要な調査・検討を行うため、評価専門調査会[参考 1]の有識者議員1名、専門委員3名に、外部より当該分野の専門家・有識者4名の参加を得て、評価検討会を設置した[参考 2]。

当該分野の専門家、有識者の選任においては、評価専門調査会会長がその任に当たった。

### (2) 評価時期

評価結果を推進体制の改善や予算配分に反映させる必要があるため、予算概算要求提出後、10月より調査・検討を開始し、年内に評価結論を得ることとした[参考 3]。

### (3) 調査・検討方法

#### ア. 過程

- ・ 第1回評価検討会において、経済産業省の担当課長他から研究開発等の内容について説明を受け[参考 4]、質疑を行い、イ. の調査・検討項目を念頭に問題点や論点候補について議論した。その後、この議論と評価検討会委員から提出された追加質問に基づく追加説明依頼項目について、経済産業省へ対応を依頼した。また、評価検討会委員からの評価コメントを踏まえ、論点を整理した。
- ・ 第2回評価検討会において、追加説明依頼項目について経済産業省から説明を受け[参考 5]、質疑を行い、問題点や論点を議論した。

- ・ 第1回、第2回評価検討会での調査・検討内容及び、評価検討会委員からの評価コメントを踏まえ、評価結果原案(評価に係る調査・検討結果)を作成した。
- ・ 評価専門調査会において、評価結果原案(評価に係る調査・検討結果)を検討し、評価結果案をとりまとめ、総合科学技術会議において審議の上、決定した。

## イ. 調査・検討項目

評価検討会においては、(1)の依頼項目について経済産業省から説明を受け、(2)の調査検討項目に係る基本的な項目に加え、評価対象事案に応じた評価の視点を明示し、調査・検討を実施した。

### (1)依頼項目

- ①名称
- ②実施期間、全体事業費(うち国費)、平成24年度予算概算要求額
- ③目的(背景、意義、効果など)
- ④科学技術基本計画における位置付け等
- ⑤実施内容と目標(具体的な実施内容と達成目標、期待する成果など)
- ⑥年次計画(具体的な実施内容、事業費とその用途別内訳など)
- ⑦実施体制
- ⑧推進体制(役割、権限、責任など)
- ⑨研究開発評価(評価者、実施目的、実施時期、事前評価の結果など)
- ⑩関係施策・事業との関係

## (2)調査・検討に係る基本的な項目

### A. 科学技術上の意義

科学技術上の目的・意義・効果等。

### B. 社会・経済上の意義

社会・経済上の目的・意義・効果等。

### C. 国際関係上の意義

国際貢献・役割分担、国益上の意義・効果等。

### D. 計画の妥当性

目標・期間・予算・体制・人材や安全・環境面等からの妥当性。

### E. 運営等

事前評価の実施状況、評価結果の反映の仕組等。

## ウ. その他

評価検討会は非公開としたが、資料は公表に適さないとされた部分を除き検討会終了後に公表。また、議事概要については発言者による内容確認後に非公表情報、発言者の氏名を除き公表。

### 3. 評価結果

#### (1) 総合評価

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」は、酸素吹 IGCC (Integrated Coal Gasification Combined Cycle: 石炭ガス化複合発電) をパイロット規模で研究開発した「EAGLE プロジェクト(平成 7 年度～平成 21 年度)」や、酸素吹 IGCC と高効率 CO<sub>2</sub> 分離・回収の最適モデルの調査検討を実施した「燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究(平成 22 年度～平成 23 年度)」を踏まえて、商用規模の約 1/3 規模(17 万 kW 級)の実証プラントで、性能、経済性、信頼性等の検証を行う新規事業である。

本事業は、経済産業省が実施する事業であり、実施期間は平成 24 年度から平成 33 年度までで、第 1～第 3 段階で構成されている。なお、第 1 段階(平成 24 年度～平成 30 年度)では酸素吹 IGCC の実証、第 2 段階(平成 28 年度～平成 32 年度)では CO<sub>2</sub> 分離・回収技術を組み入れた実証を行い、さらに、第 3 段階(平成 30 年度～平成 33 年度)では、これら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(IGFC: Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle)の実証を目指している。

石炭は他の化石燃料に比べ可採年数が長く、かつ賦存地域が分散していることから、供給安定性が高く、現状、世界の一次エネルギー消費の約 25%、発電電力量の 40%以上を占める重要な化石燃料であり、また今後も新興国を中心に、需要拡大が見込まれている。

こうした中、石炭は単位発電電力量当たりの CO<sub>2</sub> 排出量が多く、地球環境への悪影響が懸念されるため、石炭を高効率かつクリーンに利用する技術の重要性が高まっているが、IGCC は、高効率な発電方式として有望視され、世界各地域で競争的に研究開発・実証が進められている。

我が国においても、石炭ガス化複合発電等と CO<sub>2</sub> の回収及び貯留を組み合わせたゼロエミッション火力発電の技術開発については、第 4 期科学技術基本計画(平成 23 年 8 月 19 日閣議決定)において、安定的なエネルギー供給と低炭素化の実現のための重点的な取組

みとして位置づけられている。

本事業で最終目標としている、第 1 段階(酸素吹 IGCC)及び第 2 段階(CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の組み入れ)で実証したシステムに、第 3 段階で計画している燃料電池を組み込んだ複合発電システムについての評価を以下に記す。

技術システム全体として見た場合には、酸素吹 IGCC+CO<sub>2</sub> の分離・回収+燃料電池という組み合わせにより、システムフロー上の計算では高効率達成される見込みである。したがって、技術システムの将来性から評価した場合には、本事業が目指す石炭ガス化燃料電池複合発電システムの開発は推進すべき一つの方向である。一方、今回の計画で想定されている 17 万 kW 級の IGCC に見合う大規模発電用燃料電池の開発については、現在、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)において開発が進められているが、今後、技術的な検証に基づいて、実現性のある具体的な開発計画を作成する必要がある。

次に、事業計画の詳細が明らかになっている第 1 段階(酸素吹 IGCC)の評価を以下に記す。

高効率の石炭火力発電方式を目指す IGFC を実現するための基幹技術である酸素吹 IGCC については、以下のような特長を有する。

- ① 石炭ガス化ガス中の燃料成分(CO、H<sub>2</sub>)の割合が高く、国産酸素吹ガス化炉の発電用途以外の産業分野への活用(多用途利用)も可能である。
- ② 本ガス化技術は、低品位炭(亜瀝青炭や褐炭)から微粉炭火力で利用される高品位炭(瀝青炭)まで高効率にガス化できるため、産炭国での未利用炭の活用や微粉炭火力のリプレイスにも対応できる幅広い炭種適合性を有している。
- ③ ガス化効率(冷ガス効率)が高く石炭ガス化ガスの発熱量が高いため、高温燃焼が可能である。このため、1,500°C級 GT(ガスタービン)のみならず、さらに高温である 1,700°C級 GT に容易に対応でき、IGCC 単体としても更なる発電効率向上が可能である。

こうしたことから、酸素吹 IGCC を単体で捉えた場合でも、発電事業及び新事業創出という観点から、将来的に有望な技術と位置づけられる。特に、新事業創出という観点からは、豪州、中国等の産炭国において石炭の発電と併せて多用途利用ニーズに対応した新たな市場の獲得という効果が期待できる。

第1段階で実証する酸素吹 IGCC の核となる技術である酸素吹ガス化炉(EAGLE 炉)は、我が国独自の1室2段旋回流方式により世界最高水準のガス化効率をパイロットプラントにより達成しており、また、酸素吹 IGCC の商用規模での実証が先行している欧米で、商用機としての普及が進んでいない理由とされている石炭灰による生成ガスの流路の閉塞への技術的対策が講じられているために、商用化の実現性が高く、世界的に競争力を有する技術と評価できる。

一方で、EAGLE パイロットプラントで確立された技術的優位性を商業規模で実現させるためには、確実に商用機に継承できるプラントの規模で、信頼性、耐久性、高効率性、経済性等を検証する必要があり、厳しい国際競争を考慮すれば、国が主導する形で早急に取り組む必然性があると認められる。

なお、IGCC については、今回実証を行う酸素吹方式とは別に、我が国独自の空気吹方式(常磐共同火力(株)勿来発電所構内で(株)クリーンコールパワー研究所が実施)の実証試験を、国による補助事業として、2007年に開始し、2010年に終了している。この空気吹 IGCC は、経済産業省の同事業の事後評価報告書によれば、40.6%(HHV(高位発熱量)基準)という世界最高の送電端効率を有し、市場導入が可能な技術水準にあるとともに、世界に先駆けて豪州等の石炭火力発電所の依存度が高い地域への導入が見込まれるとされている。

本事業により実証を行うことにしている酸素吹 IGCC は、その普及が2020年代後半になると見込まれることから、既に導入可能なレベルにある空気吹 IGCC について、世界的な高効率石炭火力発電所のニーズに応え、先行的に市場を獲得する取り組みを行っていくことは有効と判断される。

以上のように、本事業における酸素吹 IGCC にCO<sub>2</sub>分離・回収技術及び燃料電池を組み合わせた複合発電システムを構築するとい

うコンセプトは、技術的には、我が国が目指すべき一つの方向であり、現時点で具体的に計画されている第1段階の酸素吹IGCCについては、実施の意義や必要性が高いと認められることから、国として取り組むべきものと判断される。ただし、第2段階、第3段階については、現時点では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CO<sub>2</sub>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り、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。

なお、本事業の実施に当たっては、以下の指摘事項を踏まえた対応を求めるものである。

## (2) 指摘事項

### ①市場導入を念頭においた目標等の設定について

第1段階の酸素吹IGCCの実証に当たっては、事業開始年度(平成24年度)に、事業実施者である大崎クールジェン(株)が「技術検討委員会」を設置して事業実施計画を検討作成し、これを基に、経済産業省石炭課が設置する「事業評価委員会」において、実証事業の目標値、事業スケジュール等の妥当性について審議するとしている。

こうした実証事業の目標値や事業スケジュール等の検討に当たっては、国の実証事業として実施した空気吹IGCCや欧米における酸素吹IGCCの先行事例と比較検討しつつ事業費の精査を行うとともに、酸素吹IGCCは海外との比較では後発事業であるという位置付けも踏まえ、実用化に向けた市場での競争力、システムとしての事業採算性について、明確にする必要がある。

また、本事業を推進するに当たっては、国際競争力を確保することが重要であることから、こうした観点に立って、可能な限り事業期間を短縮していくことを検討する必要がある。

## ②的確な計画の見直しについて

経済産業省においては、石炭課が設置する事業評価委員会が事業開始 4 年目の第 2 段階を開始する前に中間評価を行い、第 2 段階への移行の可否を含めて評価を行うとしているが、その場合の判断基準が現時点では明らかにされていない。

このため、予め、4 年目に行う中間評価の具体的な評価項目、実施時期、実施方法、評価結果の事業見直しへの反映手順等について、全体の事業計画の中で明確に位置付けておく必要がある。

また、第 1 段階の 6～7 年目の実証試験検証段階においては、実証機による連続運転が行われ、売電に伴う収益が得られることも想定されることから、事業開始までに売電による収入の見込みを反映する形で国の予算計画の見直し、あるいは当該収益を適切に国庫へ納付させる等の手続きをとる必要がある。

## ③将来の市場獲得に向けた戦略的な取組みについて

本事業が対象とするような、省エネルギーに資する技術開発は、我が国の優位性を保持することが期待される分野であることから、本事業で開発・実証した技術を、国内市場のみならず、国際市場に波及させていくことが、産業政策や投資の国民に対する還元という観点からも重要である。

このため、経済産業省は、我が国が独自に開発・実証した技術の国際的な評価を高め、産業競争力強化に繋げることに留意しつつ、需要先として想定される市場の規模や競合技術との関係等を常に把握することにより、酸素吹 IGCC、空気吹 IGCC 及び USC(超々臨界圧石炭火力発電)の各々の特長に基づいた国際展開戦略について、検討し示していく必要がある。

なお、今回、総合科学技術会議として事前評価の対象とした「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」に関しては、経済産業省において、社会実証(基本的に確立された基盤技術やその組み合わせの優位性を、国内又は海外において、現実の使用環境に当てはめることで示し、社会への導入普及・システム輸出を図るも

の)にあたるとして、第2段階及び第3段階に移る前に評価(中間評価)を行うとしているものの、事業計画全体についての外部有識者による事前評価は行われていない。

本事業については、第1段階から第3段階までの計画から構成されており、実証事業を行う上でのそれら全体の計画及び技術的課題について、事前に外部有識者による評価を行う必要があったと判断される。

このため、経済産業省においては、今後、実証事業の実施にあたって、こうした指摘を踏まえ、全体計画の妥当性や技術的課題についての的確な評価が行われるよう対応を検討していくことが求められる。



## 《参考資料》

- (参考 1) 評価専門調査会 名簿
- (参考 2) 評価検討会 名簿
- (参考 3) 審議経過
- (参考 4) 第 1 回評価検討会 経済産業省提出資料【省略】
- (参考 5) 第 2 回評価検討会 経済産業省提出資料【省略】



参考 1 評価専門調査会 名簿

会長	奥村 直樹	総合科学技術会議	議員
	相澤 益男	同	
	本庶 佑	同	
	白石 隆	同	
	今榮 東洋子	同	
	青木 玲子	同	
	中鉢 良治	同	
	大西 隆	同	

(専門委員)

浅見 泰司	東京大学空間情報科学研究センター長 教授
阿部 啓子	東京大学大学院農学生命科学研究科 特任教授
飯島 貞代	三菱化学株式会社 三菱化学フェロー、ヘルスケア企画室部長
伊藤 恵子	専修大学経済学部准教授
上杉 邦憲	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 名誉教授
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
尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社相談役
長我部 信行	株式会社日立製作所中央研究所長
河合 誠之	東京工業大学大学院理工学研究科教授
来住 伸子	津田塾大学学芸学部教授
高橋 真理子	朝日新聞編集委員
中馬 宏之	一橋大学イノベーション研究センター教授
中杉 修身	元上智大学教授
中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
福井 次矢	聖路加国際病院院長
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科教授
村上 輝康	株式会社野村総合研究所シニア・フェロー



参考 2 評価検討会 名簿

奥村 直樹	総合科学技術会議 議員
座長 松橋 隆治	評価専門調査会 専門委員
伊藤 恵子	同
中杉 修身	同
君島 真仁	芝浦工業大学 システム理工学部 機械制御システム学科 教授
佐藤 義久	大同大学 工学部 電気電子工学科 教授
松村 幾敏	JX 日鉱日石エネルギー 顧問
吉識 晴夫	帝京平成大学 健康メディカル学部 教授



### 参考 3 審議経過

- 10月11日 評価専門調査会  
評価検討会の設置、評価時期の確認等
- 10月28日 第1回評価検討会  
経済産業省から事業内容のヒアリング、質疑、論  
点の検討  
⇒追加質問を整理し、経済産業省へ対応を依頼  
⇒委員からの評価コメントに基づき論点を整理
- 11月11日 第2回評価検討会  
追加質問事項に対する追加ヒアリング、評価の骨  
子の検討  
⇒評価に係る調査・検討結果をとりまとめ
- 12月 7日 評価専門調査会  
検討会座長から評価に係る調査・検討結果の報  
告、評価結果案の検討  
⇒評価報告書案のとりまとめ
- 12月15日 総合科学技術会議  
評価結果案に基づく審議と評価結果の決定

