

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業
中間評価報告書
(案)

平成27年8月
産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成26年4月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業は、究極の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技術（IGFC）とCO₂分離・回収を組み合わせた石炭火力発電の実現を目指し、第1段階としてIGFCの基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電（酸素吹IGCC）の実証試験を、第2段階として、当該IGCCの実証試験設備にCO₂分離・回収設備を設置し、CO₂分離・回収型IGCCの実証試験を、さらに第3段階では、当該設備に燃料電池を組み込んだCO₂分離・回収型IGFCの実証試験を実施するため、平成24年度より実施しているものである。

今回の評価は、この石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業の中間評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業中間評価検討会（座長：堤敦司 東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター特任教授）を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ（座長：渡部 俊也 東京大学政策ビジョン研究センター教授）に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成27年8月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

委 員 名 簿

座長	渡部 俊也	東京大学政策ビジョン研究センター教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太田 健一郎	横浜国立大学工学研究院グリーン水素研究センター長 ・特任教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所人間・生活研究本部長
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター副所長・教授
	高橋 真木子	金沢工業大学工学研究科教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所主任研究員
	森 俊介	東京理科大学理工学研究科長 東京理科大学理工学部経営工学科教授

(座長除き、五十音順)

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業中間評価検討会
委員名簿

座長	堤 敦司	東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター特任教授
	内山 洋司	筑波大学 名誉教授
	梅田 健司 ^{※2}	電気事業連合会 技術開発部長
	東嶋 和子	サイエンス・ジャーナリスト
	藤井 俊英 ^{※1}	電気事業連合会 技術開発部長
	村岡 元司	株式会社N T T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

(座長除き、五十音順)

※1：6月末まで、※2：7月から

事務局：経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業評価に係る省内関係者

【中間評価時】

(平成27年度)

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課 覚道 崇文 (事業担当課長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 岩松 潤

【事前評価時】 (事業初年度予算要求時)

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課 安居 徹 (事業担当課長)

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業中間評価

審 議 経 過

○第1回中間評価検討会（平成27年6月22日）

- ・評価の方法等について
- ・プロジェクトの概要について
- ・評価の進め方について

○第2回中間評価検討会（平成27年7月14日）

- ・評価報告書(案)について
- ・「第3章評価」に対する研究開発実施機関からの意見について

○第3回中間評価検討会（書面審議：平成27年7月23日～27日）

- ・第2回検討会及びプロジェクトの概要について（改訂版）を受けた評価の見直しについて
- ・評価報告書(案)について

○産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

（平成27年8月6日）

- ・評価報告書(案)について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ 委員名簿

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業中間評価検討会 委員名簿

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業評価に係る省内関係者

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業中間評価 審議経過

	ページ
中間評価報告書概要	i
第1章 評価の実施方法	
1. 評価目的	1
2. 評価者	1
3. 評価対象	2
4. 評価方法	2
5. プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準	2
第2章 プロジェクトの概要	
A 第1段階中間評価	
1. 事業の目的・政策的位置付け	8
2. 研究開発等の目標	13
3. 成果、目標の達成度	15
4. 事業化、波及効果について	37
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	40
B 第2段階事前評価	
1. 事業アウトカム	48
2. 研究開発内容及び事業アウトプット	51
3. 当省(国)が実施することの必要性	57
4. 事業アウトカムに至るロードマップ	58
5. 研究開発の実施・マネジメント体制	59
6. 費用対効果	61
第3章 評価	
A 第1段階中間評価	
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	63
2. 研究開発等の目標の妥当性	65
3. 成果、目標の達成度の妥当性	66
4. 事業化、波及効果についての妥当性	67
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	69
6. 総合評価	71
7. 今後の研究開発の方向等に関する提言	73
B 第2段階事前評価	
1. 事業アウトカムの妥当性	75
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	77
3. 当省(国)が実施することの必要性	79
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	80
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	81
6. 費用対効果の妥当性	82
第4章 評点法による評点結果（A第1段階中間評価）	83

参考資料

- 参考資料 1 経済産業省技術評価指針
- 参考資料 2 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準（平成 25 年 4 月）
- 参考資料 3 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準（平成 27 年 4 月）
- 参考資料 4 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金事前評価報告書

中間評価報告書概要

中間評価報告書概要

プロジェクト名	石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業
上位施策名	
事業担当課	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 本事業では、石炭火力発電から排出される CO₂ を大幅に削減させるべく、究極の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（IGFC）と CO₂ 分離・回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。 (a) 第 1 段階：酸素吹 IGCC 実証 IGFC の基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電（IGCC）の実証試験設備（166MW）を建設し、性能（発電効率、環境性能）・運用性（起動停止時間、負荷変化率等）・経済性・信頼性に係る実証を行う。 (b) 第 2 段階：CO₂ 分離・回収型 IGCC 実証 第 1 段階で構築した IGCC 実証試験設備に CO₂ 分離・回収設備（CO₂ 回収率※15%）を組み入れて、CO₂ 分離・回収型石炭火力発電システムとしての性能・運用性・経済性・信頼性に係る実証を行う。 (c) 第 3 段階：CO₂ 分離・回収型 IGFC 実証 第 2 段階で構築した CO₂ 分離・回収型 IGCC システムに燃料電池を組み込み、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認し、最適な石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）システムの実証を行う。 ※CO₂ 回収率〔IGCC 全体の CO₂ 回収割合〕： $(\text{分離・回収された CO}_2 \text{ ガスの C 量} / \text{IGCC 全体ガスの C 量}) \times 100$	

第 1 段階

予算額等（補助）（補助率：1/3）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価年度	事後評価年度	事業実施主体
平成 24 年度	平成 30 年度	平成 27 年度	—	大崎ケルゾエン 株式会社
H25FY 予算額	H26FY 予算額	H27FY 予算額	総予算額	
7, 000, 000	6, 270, 000	5, 950, 000	29, 870, 000	
H25FY 実績額	H26FY 実績額	H27FY 実績額		総執行額
6, 997, 007	6, 235, 726	—		14, 602, 653

第 2 段階

予算額等（補助）（補助率：2/3）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価年度	事後評価年度	事業実施主体
平成 28 年度	平成 32 年度	—	—	大崎ケルゾエン 株式会社
H28FY 予算額	H29FY 予算額	H30FY 予算額	総予算額	
1, 180, 000	3, 540, 000	3, 720, 000	18, 333, 000	

目標・指標及び成果・達成度

A 中間評価

1. 全体目標に対する成果の達成度

酸素吹 IGCC の実用化に向け以下に示す目標を達成すべく、酸素吹 IGCC 実証試験設備（166MW）を建設し実証試験運転を行う。

熱効率	目標	送電端効率 (HHV) : 40.5%程度
	設定根拠	実用化されているガスタービンのなかでも最高効率である 1,500℃級ガスタービンを採用した酸素吹 IGCC 商用機(石炭処理量 2,000～3,000t/d) が実現した場合に、送電端効率 (HHV) 約 46%が達成される見通しを得るため。 ※商用機の 1/2～1/3 倍の規模で 1,300℃級ガスタービンを採用する実証試験設備により送電端効率 (HHV) 40.5%を達成すれば、1,500℃級ガスタービンを採用する商用機(石炭処理量 2,000～3,000t/d) で送電端効率 (HHV) 約 46%を達成する見通しを得ることが出来る。
環境性	目標	SOx : 8ppm (O2=16%) NOx : 5ppm (O2=16%) ばいじん : 3mg/m ³ N (O2=16%)
	設定根拠	我が国における最新の微粉炭火力は世界的に見ても最高水準の環境諸元を達成しており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には同等の環境諸元を達成することが求められるため。
プラント制御性運用性	目標	事業用火力発電設備として必要な運転特性・制御性を確認する。(負荷変化率 1～3%/分)
	設定根拠	我が国における微粉炭火力はベースからミドル電源として運用されており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には同等の制御性、運用性が求められるため。
設備信頼性	目標	商用機において年利用率 70%以上の見通しが得られること。(長時間耐久試験 5,000 時間)
	設定根拠	我が国における微粉炭火力は年間利用率 70%以上で運用されており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には信頼性が求められるため。
多炭種適用性	目標	炭種性状適合範囲の把握。
	設定根拠	酸素吹 IGCC 商用機には、微粉炭火力に適合し難い灰融点の低い亜瀝青炭から、微粉炭火力に適合する比較的灰融点の高い瀝青炭までの適用炭種の広さが求められるため。
経済性	目標	商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しが得られること。
	設定根拠	国内外において酸素吹 IGCC 商用機の普及を促進するためには、発電原価が微粉炭火力と同等以下とすることが求められるため。

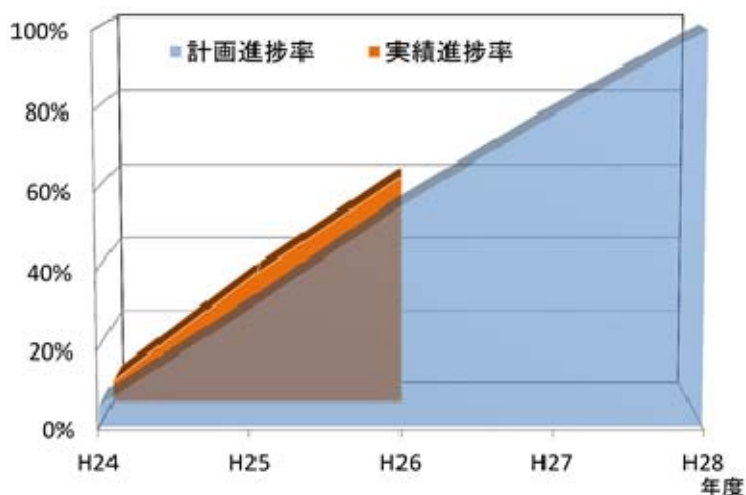
酸素吹 IGCC 実証試験設備は、敷地の大半が造成済みであり、既設設備を利用することが可能で、より合理的に実証試験を行うことが出来る中国電力株式会社大崎発電所構内に建設している。

実証試験設備の建設は平成 25 年 3 月に着工し、平成 29 年 3 月の実証試験開始を

目指し、平成 27 年 3 月末現在、機械・電気設備の大物機器の据え付けを完了し、現
地での配管溶接工事等を進めている。

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
計画工程	土木・建築工事着工						
	工事設計	土木・建築工事					
		据付工事着工			受電	ガス化炉火入	
	設計・製作		据付工事			単体 試運転	総合 試運転
				実証試験			
実績工程	3月 ▼土木建築工事着工		5月 ▼排熱回収ボイラ搬入	9月 ▼ガスタービン・発電機搬入	10月 ▼蒸気タービン(車室)搬入	11月 ▼熱回収ボイラ搬入	12月 ▼蒸気タービン(車軸他)搬入
				12月 ▼ガス精製設備主機搬入	12月 ▼ガス化炉搬入	1月 ▼空気分離設備主機搬入	
				7月 ▽水圧試験	11月 ▽受電		

実証試験設備の機器製作および現地工事は順調に進捗し、プロジェクト開始時点
(平成 24 年度)の実証試験設備工事計画進捗率に比べて平成 26 年度終了時点まで
の実績進捗率は上回っており、プロジェクトを前倒しで実施している。



2. 目標及び計画の変更の有無 なし

B 第2段階事前評価

1. 全体目標

石炭火力として備えるべき運用性、信頼性を有する CO₂ 分離・回収型 IGCC を構築し、商用化の目途を得ること、さらに CO₂ を回収しても微粉炭火力並みの発電効率を目指すことを目標とする。

基本性能 (発電効率)	目標	新設商用機において、CO ₂ を 90%回収しつつ、発電効率 40%(送電端、HHV)程度の見通しを得る。
	設定根拠	CO ₂ 回収時のエネルギーロスによる発電効率の低下という課題に対し、CO ₂ を 90%回収(全量ガス処理)しながらも、現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率 40%程度の見通しを得ること、低炭素且つ高効率の CO ₂ 分離・回収型 IGCC の普及につながる。 IGCC 実証機に CO ₂ 分離・回収装置(CO ₂ 回収率 15%規模)を付設して試験を実施し、発電効率 39.2%程度(送電端、HHV)を達成すれば、商用機で発電効率 40%程度の見通しを得ることができる。
基本性能 CO ₂ 回収効率 CO ₂ 純度	目標	CO ₂ 分離・回収装置における CO ₂ 回収効率：90%以上 回収 CO ₂ 純度：99%以上
	設定根拠	革新的低炭素型石炭火力の実現の為に CO ₂ 分離・回収装置単体における回収効率は 90%以上を目標とする。 CO ₂ 地中貯留から求められる可能性がある CO ₂ 純度について、湿式物理吸収法を使って定常運転時、体積百分率 99%以上を目標とする。
プラント 運用性 信頼性	目標	CO ₂ 分離・回収型 IGCC システムの運用手法を確立し、信頼性について検証する。
	設定根拠	商用機において、CO ₂ 分離・回収型 IGCC システムを構築するには、プラントの起動停止や、発電所特有の負荷変動等に対し、IGCC 本体に追従した CO ₂ 分離・回収装置の運用手法を確立し、信頼性を検証することが必要である。
経済性	目標	商用機における CO ₂ 分離・回収の費用原単位について技術ロードマップに示された費用原単位をベンチマークとして評価する。
	設定根拠	CO ₂ 分離・回収型 IGCC を普及させるに当たっては、費用原単位評価が必要であり、CO ₂ 分離・回収設備建設時期や発電所敷地等の制約に応じた評価を実施することで、経済的な方式を選択できること。

評価概要

A 中間評価

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

CO₂を大幅に削減する高効率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実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指すという事業の目的は明快であり、地球環境問題への対応とエネルギーの安定供給を両立させるといふ我が国の基本政策と合致しているとともに、国のエネルギー基本計画との関連も明確である。

一方、当該技術は、国際展開による普及も必要と考えられるがそのためには、先ず、国内での実証試験を実施し、技術を完成させることが重要となる。CO₂削減の究極的な技術開発で有り、特に低品位炭を利用できる技術であることから、石炭使用量の多い発展途上国での適用も期待できる事業で有り、国際貢献面を考えても、国が実施すべき重要な事業と考えられる。なお、石炭ガス化燃料電池複合発電技術は、ガス化、ガスタービン、燃料電池、ガスクリーニングなど多くの要素技術から成っており、それらを組み合わせて完成させる。事業が長期に渡るため、今後の技術革新をも取り組むことができるような柔軟な開発体制とすることが望ましい。また、複合化は、それだけ技術の信頼確保とコスト低減の面でリスクも大きい。

2. 研究開発等の目標の妥当性

事業アウトプット指標および目標値については、実証段階から商用段階に進む際に、ユーザーとして重要視する「経済面」・「設備信頼面」・「運用面」について全て設定をされており、例えば、商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となることなど、明確な根拠に基づく適切かつ具体的な数値目標が設定されている。

なお、今後、再生可能エネルギーのさらなる増大が予想され、その場合、IGCCをベースロード電源としてだけでなく、ミドルロード電源として運用していくことや、バイオマスや廃棄物も利用していくことを意識した技術開発を行うことも重要である。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

現在は施設の建設段階であり、開発目標として設定されたものは、多くが実証設備を設置した上で検証していくもので、この段階で達成度を評価できる項目は少ない。その中で、経済性に関する設備費については、予算が当初計画以下となっている事、設備の搬送方法に工夫を行い、工程短縮化を図る等のことが行われ、計画進捗率56%に対し実績進捗率60%と前倒しのスケジュールで進捗していること、論文発表および講演などの情報発信は順調に進められており評価できる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事業実施者の親会社である電力会社が、事業化を図っていくこと、海外展開を図ることが記載されている。波及効果として、経済効果や雇用創出効果が記載されている。また、本事業の第1段階に続き、第2段階、第3段階とステップを踏んだ明確な研究開発のロードマップが描かれている点も評価できる。

一方で、既存のIGCCと比して技術的優位性はあるものの、経済性など飛び抜けて優れているとは言い難く、事業化までに、基礎研究も含めた継続的な技術開発を行い、開発される革新的技術を取り込んでいく体制を構築していくべきである。

なお、現在多数計画されている石炭火力に導入する可能性の検討や、本事業で扱う石炭だけではなく、バイオマスなどへの応用について机上やF/Sによる検討を行っても良いのではないか。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

商用段階での採用可否は「経済性」が大きな要素となるが、事業発注者である経済産業省石炭課が事務局となって、第三者にて構成されるコスト検証委員会があることは高く評価できる。また、事業費総額は若干ではあるものの、削減できている。

事業主体者に対し、第三者的な有識者による技術検討委員会を設置し、定期的に計画について審議・評価を受ける体制も評価に値する。また、実施者は、最終ユーザーである電気事業者により設立された会社であり、妥当な体制であると評価する。

一方、第2段階、第3段階との接続性に配慮する必要がある。特に燃料電池に関しては未だ研究段階であり多くの解決すべき課題が残されている。

また、どのように技術を普及させていくかのマーケティング的視点を加味することも望まれる。

6. 総合評価

事業の目的・政策的位置付けは明確で妥当であり、事業は計画通り着実に進められている。

エネルギー自給率の低い我が国では、石炭火力発電は将来にわたって必要とされる重要な電源のひとつであるが、地球温暖化問題が深刻化する中、世界的に効率の低い石炭火力に対する改善が求められており、二酸化炭素の分離・回収を取り入れた高効率発電技術の実用化は事業の政策的な意義が高い。

また、目標の設定方法は客観性があり、目標実現に向けた実行体制についても着実に実行していく体制が組まれているものと思料する。

ただ、民間企業での取り組みには限界があるため、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。さらに、計画推進に際し、モジュール化工法で工程の最

適化を図る、競争入札で建設費の削減を図る、などの工夫もしている。

一方、研究開発は長期に渡るため、開発途中に生じる状況の変化にうまく対応していくことが重要である。基礎研究を継続的实施していくとともに、そこで得られる革新的技術を IGFC に取り込めるような柔軟な開発戦略が求められる。負荷追随性の確保や、利用炭種のさらなる拡大、バイオマスなどの混焼などを検討し、今後の不確実性に対して柔軟に対応して開発を行っていくことが求められるし、電力を取り巻く状況に合わせて、計画の見直しを検討する必要もある。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

第2段階、第3段階で基礎的研究も取り組み、実証試験に取り込める体制を構築すべきと考える。

日本発として世界へ向けて発信できる技術であるので、今後の実証試験において得られた知見・技術・ノウハウ等も、知財化を確実に行っていただきたい。

国際展開を考えると、燃料の多様化と柔軟な運用性の確保により、海外でも優位性を持つことができることから、褐炭などの利用炭種の拡大や、バイオマス等を混焼する技術開発、負荷追随性の確保、低負荷でも効率の低下が少ないようにする技術開発は非常に重要である。

新興国や途上国をはじめとして、世界中で石炭火力に対してそのCO₂排出量の削減が求められている中、「石炭を高効率で利用することでCO₂排出量を大幅に低減する技術開発を行っている」ということを、社会一般に対して、さらに積極的に発信していただきたい。

技術的・経済的にリスクが大きい事業であり計画を適切に見直していく必要がある。

B 第2段階事前評価

1. 事業アウトカムの妥当性

エネルギー基本計画の中に、石炭火力発電は「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価されていることに加え、国際的な石炭火力におけるCO₂排出量を削減しようとする流れにあり、CO₂分離・回収は、より必要性を増しており、国の政策との整合性も高く、極めて妥当であると判断できる。

一方で、実用化に至るまで長期間を要する事業であり、さらなる高効率化、多炭種対応およびCO₂分離・回収の革新的技術創出のために基礎的研究を持続的に実施し続ける体制が望ましい。

2. (1) 研究開発内容の妥当性

CO₂の分離・回収を行うエネルギー・コストの低減（効率向上）に資する研究開

発を行うことは妥当である。

なお、今回採用する物理吸収法は、効率面で化学吸収法とさほど差は無い。システムの組み方などが大きな影響を与える側面もあるため、今後の技術革新を常に調査し、必要に応じて取り込む柔軟な対応が望ましい。

2. (2) 事業アウトプットの妥当性

高効率 CO₂ 分離・回収システムの実証は、低炭素 IGCC/IGFC 技術の確立およびその海外展開に不可欠であり、また、IGCC 設備の効率目標 46%から考えると、CO₂ を 90%回収後の発電効率が 40%程度（送電端 HHV）と、チャレンジングな目標設定をしており、事業アウトプットは妥当なものである。

なお、プラント全体の運用性・信頼性・経済性についても具体的数値で指標設定が可能であれば、設定いただきたい。

3. 当省（国）が実施することの必要性

本事業は高い技術的難度に加えて、CO₂ の分離・回収はそのままでは市場原理が働かない技術であることから、民間企業での取り組みには限界があり、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。また、国際展開を考えた場合、石炭火力には CO₂ 分離・回収が必須であり、我が国の国際競争力を高めるとともに、世界に対して地球環境対策に大いに貢献することができる。

一方で、当初計画を遂行すればよいというのではなく、常に需要動向を勘案し、前倒しで成果が出せるような迅速さがほしい。

4. 事業アウトカム達成に至るロードマップの妥当性

Cool Earth およびエネルギー関係技術開発ロードマップから考えて、本事業も第 1 段階から継ぎ目なく実証試験を行うことで、関係技術を短期間で実証するロードマップとなっており、妥当なものである。また、我が国のエネルギー基本計画とも合致している。

将来の事業化に向けて、種々の技術開発課題に取り組むべきである。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

電気事業者自身が主体となった事業であり、コスト検証委員会および技術検討委員会を設けるなど、委員会による評価検証が行われており、透明性が高く、より実効的な実施体制となっている。

一方で、知財戦略や、マーケティング的視点を加味することが望まれる。

6. 費用対効果

妥当な CO2 排出削減効果、経済効果、雇用創出効果が記載されており、目標とする経済性の達成に向けた努力を期待する。

一方で、費用対効果については、「IGCC/IGFC と親和性が高いと思われるバイオマスの利用」による CO2 削減効果も取り込むべきである。

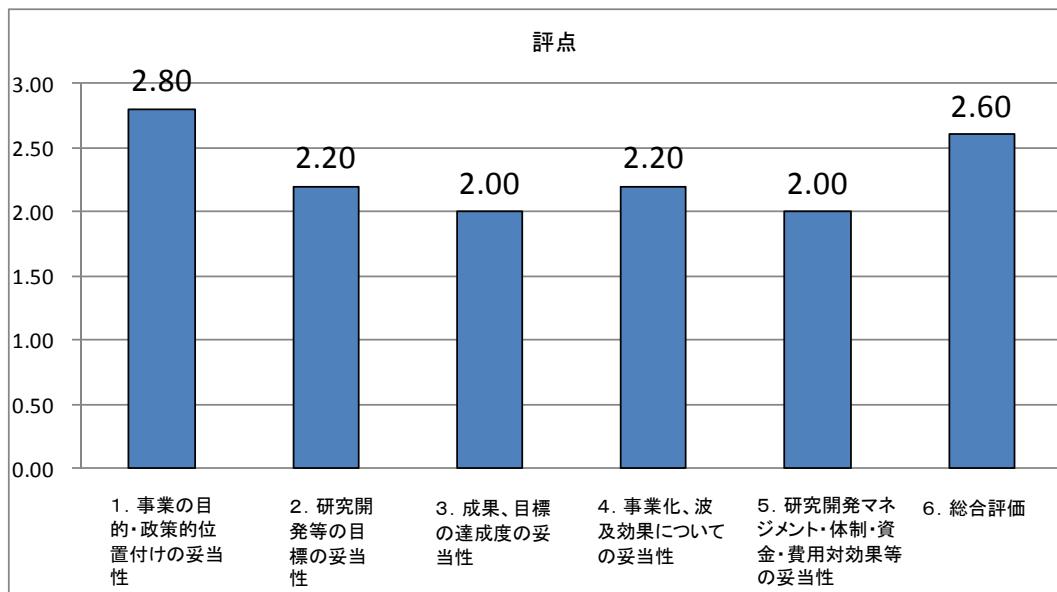
また、新興国や途上国へ展開することを踏まえると、建設費の更なる低下は大きなアピールポイントとなる。

評点結果

評点法による評点結果

(石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.80	3	3	3	3	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.20	3	2	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.20	2	2	2	3	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
6. 総合評価	2.60	3	2	3	3	2



第 1 章 評価の実施方法

第1章 評価の実施方法

本プロジェクト評価は、「経済産業省技術評価指針」（平成26年4月改定、以下「評価指針」という。）に基づき、以下のとおり行われた。

1. 評価目的

評価指針においては、評価の基本的考え方として、評価実施する目的として

- (1) より良い政策・施策への反映
- (2) より効率的・効果的な研究開発の実施
- (3) 国民への技術に関する施策・事業等の開示
- (4) 資源の重点的・効率的配分への反映

を定めるとともに、評価の実施にあたっては、

- (1) 透明性の確保
- (2) 中立性の確保
- (3) 継続性の確保
- (4) 実効性の確保

を基本理念としている。

プロジェクト評価とは、評価指針における評価類型の一つとして位置付けられ、プロジェクトそのものについて、同評価指針に基づき、事業の目的・政策的位置付けの妥当性、研究開発等の目標の妥当性、成果、目標の達成度の妥当性、事業化、波及効果についての妥当性、研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性の評価項目について、評価を実施するものである。

その評価結果は、本プロジェクトの実施、運営等の改善や技術開発の効果、効率性の改善、更には予算等の資源配分に反映させることになるものである。

2. 評価者

評価を実施するにあたり、評価指針に定められた「評価を行う場合には、被評価者に直接利害を有しない中立的な者である外部評価者の導入等により、中立性の確保に努めること」との規定に基づき、外部の有識者・専門家で構成する検討会を設置し、評価を行うこととした。

これに基づき、評価検討会を設置し、プロジェクトの目的や研究内容に即した専門家や経済・社会ニーズについて指摘できる有識者等から評価検討会

委員名簿にある5名が選任された。

なお、本評価検討会の事務局については、指針に基づき経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部石炭課が担当した。

3. 評価対象

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業（実施期間：平成24年度から平成32年度）を評価対象として、研究開発実施者（大崎クールジェン株式会社）から提出されたプロジェクトの内容・成果等に関する資料及び説明に基づき評価した。

4. 評価方法

第1回評価検討会においては、研究開発実施者からの資料提供、説明及び質疑応答、並びに委員による意見交換が行われた。

第2回評価検討会においては、それらを踏まえて「プロジェクト評価における標準的評価項目・評価基準」、今後の研究開発の方向等に関する提言等及び要素技術について評価を実施するとともに、評価報告書(案)を審議した。また、第1回評価検討会における委員意見に対する、研究開発実施機関からの意見を聴取した。4段階評点法による評価については、各委員がこの意見を踏まえて再度確認を行い、変更する際には事務局に連絡を行うこととなった。また、評価報告書（案）の内容等については、評価点に関する事項を見直すこと及び、当日の説明を踏まえたプロジェクトの内容・成果等に関する資料を見直すことを前提に、最終的には座長に一任となった。

第3回評価検討会は、第2回評価検討会で委員に説明した内容を含む改訂を行った「プロジェクト概要」の資料を送付し実施した。一部委員から、評価の見直しについて意見が寄せられ、これを踏まえた評価報告書(案)を、座長確認により確定した。

また、評価の透明性の確保の観点から、知的財産保護、個人情報で支障が生じると認められる場合等を除き、評価検討会を公開として実施した。

5. プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準

今回の評価検討会においては、本プロジェクト第1段階の中間評価と第2段階の事前評価の要素を併せ持って実施した。各段階における評価項目・評価基準は以下の通り。

現在実施中の第1段階については、経済産業省産業技術環境局技術評価室において平成25年4月に策定した「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準について」のプロジェクト評価（中間・事後評価）に沿った評価項目・評価基準とした。

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

- (1) 事業目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。
 - ・事業の政策的意義（上位の施策との関連付け等）
 - ・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）
 - ・社会的・経済的意義（実用性等）
- (2) 国の事業として妥当であるか、国の関与が必要とされる事業か。
 - ・国民や社会のニーズに合っているか。
 - ・官民の役割分担は適切か。

2. 研究開発等の目標の妥当性

- (1) 研究開発等の目標は適切かつ妥当か。
 - ・目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
 - ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

- (1) 成果は妥当か。
 - ・得られた成果は何か。
 - ・設定された目標以外に得られた成果はあるか。
 - ・共通指標である、論文の発表、特許の出願、国際標準の形成、プロトタイプの作製等があったか。
- (2) 目標の達成度は妥当か。
 - ・設定された目標の達成度（指標により測定し、中間及び事後評価時点の達成すべき水準（基準値）との比較）はどうか。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

- (1) 事業化については妥当か。

- ・事業化の見通し（事業化に向けてのシナリオ、事業化に関する問題点及び解決方策の明確化等）は立っているか。
- （２）波及効果は妥当か。
- ・成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。
 - ・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

５．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

- （１）研究開発計画は適切かつ妥当か。
- ・事業の目標を達成するために本計画は適切であったか（想定された課題への対応の妥当性）。
 - ・採択スケジュール等は妥当であったか。
 - ・選別過程は適切であったか。
 - ・採択された実施者は妥当であったか。
- （２）研究開発実施者の実施体制・運営は適切かつ妥当か。
- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか、いたか。
 - ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか、いたか。
 - ・目標達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携／競争が十分に行われる体制となっているか、いたか。
 - ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組を積極的に実施しているか、いたか。
- （３）資金配分は妥当か。
- ・資金の過不足はなかったか。
 - ・資金の内部配分は妥当か。
- （４）費用対効果等は妥当か。
- ・投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。
 - ・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。
- （５）変化への対応は妥当か。
- ・社会経済情勢等周辺の状況変化に柔軟に対応しているか（新たな課題への対応の妥当性）。
 - ・代替手段との比較を適切に行ったか。

6. 総合評価

また、平成28年度より開始予定の第2段階については、経済産業省産業技術環境局技術評価室において平成27年4月に策定した「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準について」のプロジェクト評価（事前評価）に沿った評価項目・評価基準とした。

1. 事業アウトカムの妥当性

- (1) 中間評価時点においてなお、事業の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
 - ・事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- (2) 中間評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
 - ・市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

- (1) 中間評価時点においてなお、研究開発内容が明確かつ妥当であること。
 - ・研究開発要素が明確であること。国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性（特許取得等）及び経済的優位性（上市・製品化、市場規模・シェア等）を確保できるものであること。目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
- (2) 中間評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
 - ・中間評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。
- (3) 中間評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、

関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプの作成等が実施されていること。

- ・未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

3. 当省（国）が実施する事の必要性

- (1) 中間評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該研究開発課題（プロジェクト）を実施することが必要であることが明確であること。成果は妥当か。
- ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。
 - ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。
 - ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの（知的基盤）の形成に資する研究開発の場合。
 - ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。
 - ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

- (1) 中間評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。
- ・知財管理の取扱
 - ・実証や国際標準化
 - ・性能や安全性基準の策定
 - ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組
 - ・成果のユーザー事業化については妥当か。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

- (1) 研究開発の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。
- ・研究開発計画
 - ・研究開発実施者の適格性
 - ・研究開発の実施体制（チーム構成、プロジェクトリーダー、連携や競争

を図るためのフォーメーション等)

- ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動
- ・資金配分
- ・社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応研究開発計画は適切かつ妥当か。

(2) 事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、具体化されていること。

6. 費用対効果の妥当性

(1) 投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

第2章 プロジェクトの概要

A 第 1 段階中間評価

1. 事業の目的・政策的位置付け

1-1. 技術に関する施策の概要

1-1-1. 石炭に関する施策

石炭は、国内の一次エネルギーの約1/4、発電電力量の約3割を占める重要なエネルギー源であり、国際的に見ても新興国を中心にエネルギー需給が増大していくなか石炭需要も引き続き拡大していく方向。その一方で、CO₂発生量が多く、地球環境問題への対応がせまられており、石炭の低炭素利用が喫緊の課題となっている。

また、石炭は安定供給性の面で他の化石エネルギーより優れているが、有限な可採埋蔵量のうち約半分は、高水分含有等の性質からハンドリングが難しく、活用されていない、亜瀝青炭・褐炭等の低品位炭である。今後の世界的需要増に対応し、我が国のエネルギーセキュリティを向上することが課題である。一方、海外の動向として、石炭火力発電の市場は拡大し国際競争の激化が進む中、国内に蓄積された優れたインフラシステム等を輸出することによる我が国の経済発展への貢献が期待されている。そのために、これまで同様、最先端技術開発、現地適用化技術等の推進が必要である。

以上のことから、石炭利用に伴う環境負荷の低減、エネルギーセキュリティの確保等を目的とした、「石炭火力の低炭素化」、「低品位炭の多目的利用」、「海外への技術展開・貢献」、「環境対策」等を目的とした、『クリーンコール技術の開発』は、我が国の環境及びエネルギー政策上極めて重要な施策である。

本事業は、『クリーンコール技術の開発』の目的のうち「石炭火力の低炭素化」に該当し、究極の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（IGFC）とCO₂分離・回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指すもの。

1-1-2. 石炭火力の低炭素化に関する施策

世界の温室効果ガスの排出を2050年までに半減するという長期目標を達成するため、当省は「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」（2008年（平成20年）3月）を策定し、重点的に取り組むべき革新的なエネルギー技術を「21」分野選定。「21」分野の技術には、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」が含まれている。

その後、「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」（2013年（平成25年）6月）において、クリーンで経済的なエネルギーが供給される社会の実現に向け、「高効率石炭火力」について、以下のアクションプランが提示されている。

- ・1,500度級の石炭ガス化複合発電（IGCC）について、2020年代の実用化を目指す（発電効率39%程度→改善後46%程度）。
- ・石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）について2025年までに技術を確立し、2030年代の実用化を目指す（発電効率39%程度→改善後55%程度）。

さらに至近では図1-1に示すように、第四次エネルギー基本計画を踏まえて、2014年（平成26年）12月にまとめられた「エネルギー関係技術開発ロードマップ」において、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」のロードマップが整理されている。

また、本年（2015年（平成27年））6月にとりまとめられた「長期エネルギー需給見通し（案）」（7月に最終決定）において、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効利用を推進する。」と整理されたことを受けて、6月から産学官の有識者からなる「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」を4回にわたって開催し、石炭火力やCO₂回収・利用（CCUS）を含む次世代火力発電関連技術を早期に技術確立し、実用化するための技術ロードマップの中間とりまとめを行ったところ。この中間とりまとめの

中では、火力発電全体の平均発電効率を大幅に向上させるために、各技術の更なる性能向上を追求しつつ、究極的な発展系である燃料電池複合発電技術の可能な限り早期の確立を目指す方針が示された。石炭火力関係の個別の開発方針は以下の通りである。

- ・ IGCC について 2018 年頃技術確立、量産後従来機並みの発電単価を実現。
- ・ IGFC について 2025 年頃技術確立、量産後従来機並みの発電単価を実現。
- ・ CCUS について、物理吸収法を 2020 年頃技術確立、回収コスト 2,000 円/t を目指す。

9. 高効率石炭火力発電

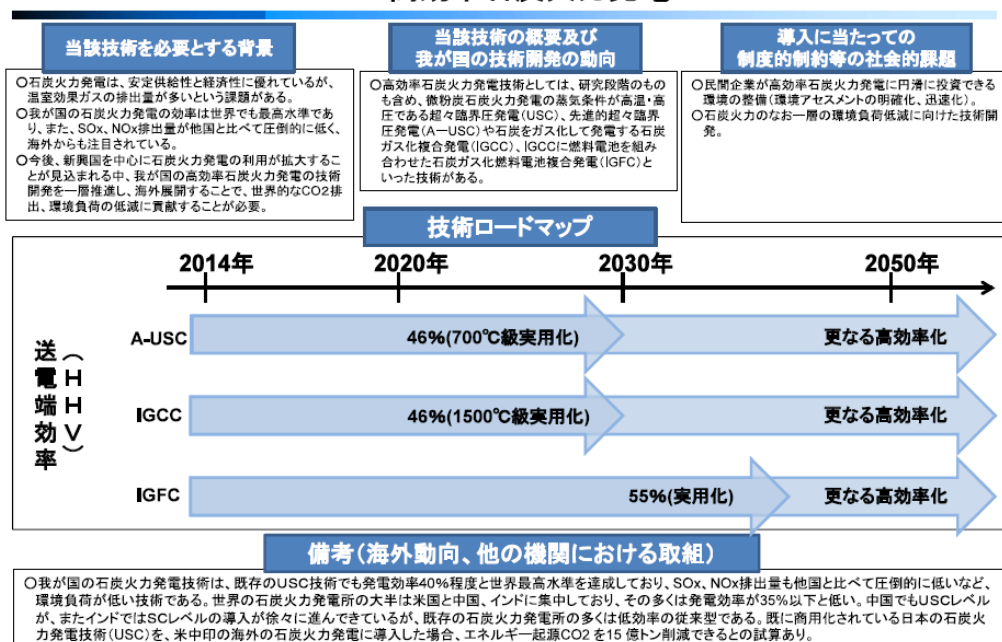


図 1-1 エネルギー関係技術開発ロードマップ

1-2. 事業の目的

1-2-1. 事業の目的

本事業では、石炭火力発電から排出される CO2 を大幅に削減させるべく、究極の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（IGFC）と CO2 分離・回収を組合せた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。

なお、平成 26 年 4 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」における石炭の位置づけは、「温室効果ガスの排出量が多いという課題があるが、地政学的リスクが化石燃料の中で最も低く、熱量あたりの単価も化石燃料の中で最も安いことから、安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価されており、高効率火力発電の有効利用等により環境負荷を低減しつつ活用していくエネルギー源である。」とされており、また平成 27 年 7 月に決定された「長期エネルギー需給見通し」においても、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効利用を推進する。」と整理されているところであり、これらの方針に沿った技術開発である。

（１）第 1 段階：酸素吹 IGCC 実証

IGFC の基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電（IGCC）の実証試験設備（166MW）を建設し、性能（発電効率、環境性能）・運用性（起動停止時間、負荷変化率等）・経済性・信頼性に係る実証を行う。

（２） 第２段階：CO₂分離・回収型 IGCC 実証

第１段階で構築した IGCC 実証試験設備に CO₂ 分離・回収設備を組み入れて、石炭火力発電システムとしての性能・運用性・経済性・信頼性に係る実証を行う。

（３） 第３段階：CO₂分離・回収型 IGFC 実証

第２段階で構築した CO₂ 分離・回収 IGCC システムに燃料電池を組み込み、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認し、最適な石炭ガス化燃料電池複合発電（CO₂ 分離・回収型 IGFC）システムの実証を行う。

１－２－２．事業の必要性

石炭は、他の化石燃料と比べ、可採年数が約 113 年と長く、世界各国に幅広く分布する等、安定供給性が高く、経済性に優れることから、エネルギー自給率が極めて低い我が国にとって重要な一次エネルギー源である。

平成 26 年に閣議決定された「エネルギー基本計画」において、石炭火力発電所は、「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価され、「IGCC 等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発・実用化を推進する」ことが盛り込まれた。更に、平成 27 年 7 月に決定された「長期エネルギー需給見通し」においても、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、2030 年の石炭火力の比率を 26%程度とする方向性が示された。今後、再生可能エネルギーが増加していくなかでも、コストが低廉な電源から稼働させるなどの運用（メリットオーダー）が全国大で進められるため、経済性の優れる石炭火力は、ベースロード電源として高稼働で運用されと考えられ、特に高効率な IGCC はベースロード電源としての期待が高い。

一方で、石炭は他の化石燃料と比べ燃焼時の単位当たり CO₂ 排出量が大きく、地球環境問題での制約要因が多いという課題を抱えている。「長期エネルギー需給見通し」でも、2030 年度の 2013 年度比 26%の温室効果ガス削減目標の達成に向けて、石炭火力の高効率化が行われることが前提となっており、一層の CO₂ 排出量の抑制が求められている。エネルギー基本計画においては 2020 年頃の二酸化炭素回収貯留（CCS）技術の実用化を目指した研究開発を行うこと、長期エネルギー需給見通しにおいては、二酸化炭素の回収貯留（CCS）及び利用に関する技術について、2030 年度以降を見据えて開発・利用の促進を図ることが盛り込まれている。

したがって、石炭火力発電の高効率化及び CO₂ 排出量削減の観点から本事業を実施する必要性がある。

１－３．国が実施することの必要性

石炭は化石エネルギーの中でも供給安定性・経済性に優れたエネルギーであり、今後も利用されていくものと見込まれる。一方で、石炭は熱量あたりの CO₂ 排出量が他の化石エネルギーと比べて多く、引き続き利用していくためには、低炭素化を目指した高効率な石炭ガス化複合発電技術（酸素吹 IGCC、IGFC）や CCS を組み合わせた低炭素化が重要。また、これまでほとんど利用されていない亜瀝青炭等の低品位炭も火力発電燃料として利用することが将来的に重要。

前述のとおり、当省では「Cool Earth－エネルギー革新技术計画」を設定し、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」を含む「21」分野の技術開発をもって温室効果ガス削減目標達成に向け取り組んでいるところ。本事業は、当該計画に掲げられた石炭火力発電の高効率化に位置付けられており、本事業の成果を市場展開することにより我が国の発電部門における温室効果ガス排出量の大幅な改善が期待できる。また、エネルギー基本計画においても、石炭火力発電のベースロード電源としての重要性が評価されてい

る中、一刻も早く本事業の成果を市場へ展開することが望まれる。

更に第四次エネルギー基本計画を踏まえて、2014 年（平成 26 年）12 月にまとめられた「エネルギー関係技術開発ロードマップ」においても「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」が国際展開も見据えた形で整理されている。

また、本年（2015 年（平成 27 年））6 月にとりまとめられた「長期エネルギー需給見通し（案）」（7 月に最終決定）において、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効活用を推進する。」と整理されたことを受けて、同年 6 月から産学官の有識者からなる「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」を 4 回にわたって開催し、石炭火力や CO₂ 回収・利用（CCUS）を含む次世代火力発電関連技術を早期に技術確立し、実用化するための技術のロードマップの中間とりまとめを行ったところ。今後とも、官民一体となり技術開発を加速化させることとしている。この中間とりまとめの中でも、当該技術は第 1 段階が「中型酸素吹 IGCC 技術実証」、第 2 段階が「物理吸収法技術実証」、第 3 段階が「小型 IGFC 技術実証」として次世代火力発電技術の早期確立、実用化に向けた工程表に記載されており、次世代の石炭火力発電の中核的な技術として位置付けられたところである。

以上のとおり、従来の石炭火力発電設備より高効率かつ低品位炭を含む多炭種に対応可能な本技術の実証は、今後のエネルギー・環境政策における重要政策の一つである石炭火力発電の高効率化を実現するための鍵となるものであり、極めて重要な事業である。

また、酸素吹 IGCC、CO₂ 分離・回収型 IGCC の開発は、「科学的価値の観点から見た先導性」、「研究開発費」、及び「環境問題への先進的対応」という観点からも国が支援する必要性は引き続き高いと考えられる。

【科学的価値の観点から見た先導性】

本事業において実証を行う酸素吹 IGCC の核となる酸素吹ガス化炉（EAGLE 炉）は、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達成する他、多炭種適用性、信頼性の点で海外の先行ガス化炉を凌駕することが期待できることから、実用化した場合には世界的に普及を拡大していくことが望める。さらに、酸素吹 IGCC では、燃焼前の石炭ガスから効率よく CO₂ を回収できるため、革新的低炭素石炭火力の実現に不可欠な発電技術である。

【研究開発費】

本事業を実施するためには、実際に商用機発電所の約 1/3 規模の実証試験設備を構築する必要があるため、民間企業単独では費用負担、実証試験リスクが大きい。

【環境問題への先進的対応】

国内において一定割合の石炭火力を含むエネルギーミックスを前提に温室効果ガスの削減目標（2030 年度に 2013 年度比 26.0%）案が議論されている中、第 2 段階の CO₂ 分離回収の実証は、地球環境問題に対応する為に、重要な技術開発であるが、効率の低下につながり市場原理に基づく研究開発の実施インセンティブが働かないことから、国の主導が必要である。本事業の成果は、我が国における電力供給の一翼を担う石炭火力発電設備として普及見込みであるとともに、国際展開することにより地球規模の気候変動対応にも貢献可能である。

更に、本技術は国際展開によって、地球環境問題に貢献可能であるが、国際展開にあたっては、国内での技術確立が前提となる。国内においても、2030 年度に運転開始から 40 年を超える石炭火力は約 1,000 万 kW に達すると見込まれており、リブレースに際しては、BAT（Best Available Technology：適用可能な最新技術）が基本となる為、IGCC は既設リブレースでの BAT 適用オプションとして従来以上に重要になるものとする。しかしながら、現状において、国内での新設・リブレース需要が少なく、技術確立の機会が少ない状況を鑑みた場合、国費を投入した早期の実証試験の実施が必要である。

アメリカやヨーロッパに加え中国及び韓国等の新興国においても IGCC の技術開発・実証が進められており、迅速かつ着実な予算確保は我が国の国際競争力を維持する上で必要であり、産業政策の観点から重要である。

2. 研究開発等の目標

2-1. 研究開発内容

最新の微粉炭火力発電（USC）は、石炭を燃焼し発生した蒸気のみで発電を行うが、酸素吹IGCCは、固体燃料である石炭を酸素で高効率にガス化した後、ガスタービンと蒸気タービンの組み合わせで高効率複合発電を行うものである。また、酸素吹IGCCでは、微粉炭火力発電では利用できない灰溶融点の低い石炭（低品位炭）を活用できる。つまり酸素吹IGCCは、これまで利用できなかった低品位炭を用いて高効率発電を実現する技術である。さらに酸素吹IGCCは、燃焼前の石炭ガス化ガスから効率良くCO₂を回収できるため、革新的低炭素石炭火力の実現に不可欠な発電技術である。

本事業において実証を行う酸素吹IGCCの核となる酸素吹ガス化炉（EAGLE 炉）は、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達成する他、多炭種適用性、信頼性の点で海外の先行ガス化炉を凌駕することが期待できることから、実用化した場合には世界的に普及を拡大していくことが望める技術である。

本事業における酸素吹IGCC実証（第1段階）に類する事業としては、平成11年度から平成22年度まで当省にて実施した「噴流床石炭ガス化発電プラント実証」（出力規模が250MW級の空気吹IGCC実証）が挙げられる。

酸素吹IGCCはIGFCの基幹技術として位置付けられ、空気吹IGCCよりも石炭ガス化ガス中の燃料成分（CO、H₂）の割合が高い。つまり石炭ガス化ガスの発熱量が高く、ガスタービンの高温化（1,700℃級等）にも容易に対応可能であり、IGCC単体でも更に高効率化できるポテンシャルを有している。ガス化技術単体で比較しても、酸素吹ガス化は、石炭ガス化ガス中のN₂成分が空気吹ガス化より少ないため、合成燃料製造〔水素、GTL（液体燃料）、SNG（合成天然ガス）〕など、発電用途のみならず産業用途への活用も可能であることに加え、炭種適合範囲も広い。よって酸素吹IGCCは、空気吹IGCCより市場規模が大きく、炭種制約も少ないため、国産IGCCを世界に普及させることができる技術と言える。

また、本事業におけるCO₂分離・回収型IGCC実証（第2段階）は米国Tampa、Kemperと2つの実証計画が進んでいるが、前者は乾式脱硫の実証を目的としておりCO₂分離方式としては化学吸収法を採用していること、後者は空気吹IGCCを対象とし低いCO₂回収効率であることが本事業と異なり、本事業のような高効率を目指したものではない。また、CO₂分離・回収型IGFC実証（第3段階）に類する事業は無い。

2-2. 研究開発の目標値

酸素吹 IGCC の実用化に向け表 2-1 に示す目標を達成すべく、酸素吹 IGCC 実証試験設備 (166MW) を建設し実証試験運転を行う。

表 2-1 酸素吹 IGCC 実証試験 開発目標

熱効率	目 標	送電端効率 (HHV) : 40.5%程度
	設定根拠	実用化されているガスタービンのなかでも最高効率である 1,500℃級ガスタービンを採用した酸素吹 IGCC 商用機 (石炭処理量 2,000～3,000t/d) が実現した場合に、送電端効率 (HHV) 約 46%が達成される見通しを得るため。 ※商用機の 1/2～1/3 倍の規模で 1,300℃級ガスタービンを採用する実証試験設備により送電端効率 (HHV) 40.5%を達成すれば、1,500℃級ガスタービンを採用する商用機 (石炭処理量 2,000～3,000t/d) で送電端効率 (HHV) 約 46%を達成する見通しを得ることが出来る。
環境性	目 標	SOx : 8ppm (O ₂ =16%) NOx : 5ppm (O ₂ =16%) ばいじん : 3mg/m ³ N (O ₂ =16%)
	設定根拠	我が国における最新の微粉炭火力は世界的に見ても最高水準の環境諸元を達成しており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には同等の環境諸元を達成することが求められるため。
プラント制御性・運用性	目 標	事業用火力発電設備として必要な運転特性・制御性を確認する。(負荷変化率 1～3%/分)
	設定根拠	我が国における微粉炭火力はベースからミドル電源として運用されており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には同等の制御性、運用性が求められるため。
設備信頼性	目 標	商用機において年利用率 70%以上の見通しが得られること。(長時間耐久試験 5,000 時間)
	設定根拠	我が国における微粉炭火力は年間利用率 70%以上で運用されており、酸素吹 IGCC 商用機を導入する場合には信頼性が求められるため。
多炭種適用性	目 標	炭種性状適合範囲の把握。
	設定根拠	酸素吹 IGCC 商用機には、微粉炭火力に適合し難い灰融点の低い亜瀝青炭から、微粉炭火力に適合する比較的灰融点の高い瀝青炭までの適用炭種の広さが求められるため。
経済性	目 標	商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しが得られること。
	設定根拠	国内外において酸素吹 IGCC 商用機の普及を促進するためには、発電原価が微粉炭火力と同等以下とすることが求められるため。

3-1-2. 全体設備設計検討

(1) 全体設計

a. 地点

(a) 実証試験の実施計画地点

広島県豊田郡大崎上島町中野 6208 番地 1

中国電力株式会社 大崎発電所構内

(b) 敷地形状

対象事業実施区域：大崎発電所敷地面積 約 50 万 m²

そのうち、実証設備設置予定地 約 5 万 m²

実証設備は、図 3-1 に示す対象事業実施区域のうち、大崎発電所 1-2 号機の建設が予定されていた（平成 20 年 6 月に建設計画中止）区域に設置している。

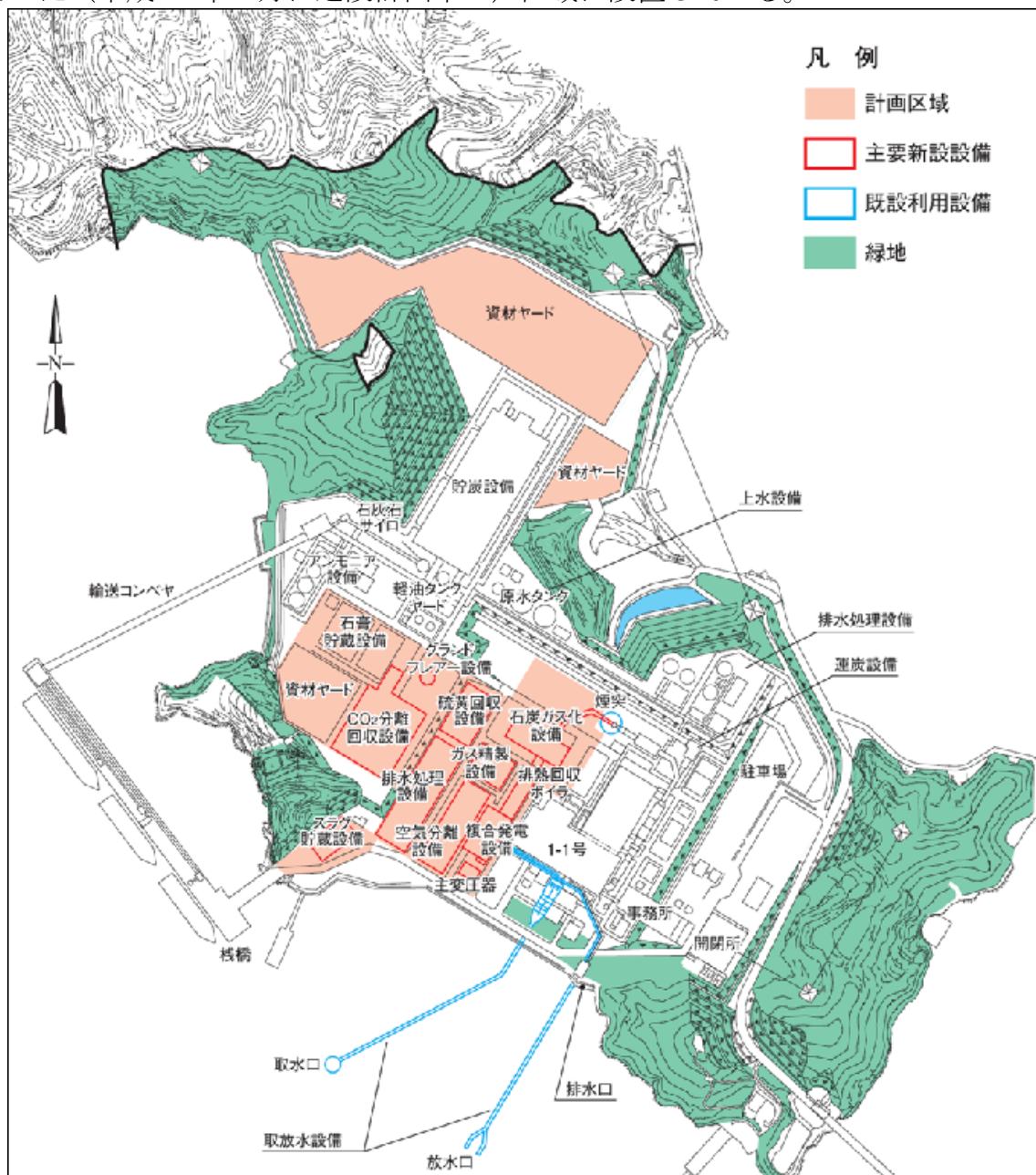


図 3-1 敷地形状図

b. 環境諸元

(a) ばい煙

石炭火力発電設備として、最高水準の環境性能を満足するべく、ばい煙諸元を表 3-2 のとおり設定した。

表 3-2 ばい煙諸元

項目		単位	計画値	環境保全対策
硫黄酸化物	排出濃度	ppm	10	湿式化学吸収法および湿式石灰石膏法による脱硫
	排出量	m ³ N/h	12	
窒素酸化物	排出濃度	ppm	6	ガスタービン（GT）低 NO _x 燃焼器および乾式アンモニア接触還元法による脱硝
	排出量	m ³ N/h	8	
ばいじん	排出濃度	mg/m ³ N	5	サイクロン・キャンドル型フィルタによる乾式脱じん
	排出量	kg/h	6	

注：排出濃度は乾きガスベースで O₂=16%換算値にて示した。

(b) 排水

大崎クールジェン㈱および中国電力が広島県および大崎上島町と締結している「環境保全に関する協定書」の記載値以下となるようにするとともに、大崎発電所構内から海域へ排出する排水量は、実証設備および大崎発電所からの排水量の合計が日最大量 650m³/日以下とするよう運用する計画である。

c. 実証試験プロジェクトの全体工程

土木工事着工：平成 25 年 3 月

機電工事着工：平成 26 年 6 月

ガス化炉火入：平成 28 年 6 月（予定）

実証試験開始：平成 29 年 3 月（予定）

d. 設備計画

(a) 石炭ガス化方式

石炭ガス化方式は、ガス化効率が高く、燃料電池を組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）による飛躍的な発電効率の向上が期待できるとともに、発電以外の産業への幅広い分野に適用が期待できる酸素吹方式を採用する。

酸素吹石炭ガス化方式は石炭のガス化剤に酸素を使用する方式で、石炭ガス化ガスの主成分が一酸化炭素（CO）と水素（H₂）であることから、IGCC 用のみならず IGFC 用または合成燃料・化学原料製造などの多目的用として開発が進められてきた。

本実証試験では、パイロット試験で開発および検証が進められた EAGLE 炉をスケールアップして、実証規模での検証を行う。

(b) 炭種

設計炭は、EAGLE パイロット試験の成果を踏まえ、高効率・安定運用を見込むことができ、かつ各設備の容量計画に用いる炭種とし、表 3-3 に示す A 炭、B 炭、C 炭の 3 炭種とす

る。特に、EAGLE パイロット試験で豊富なデータを有する B 炭を性能確認炭とする。

A 炭： 水分が多く、発熱量が低い炭（亜瀝青炭）

B 炭： 性能確認炭（亜瀝青炭）

C 炭： 硫黄分が高く、灰分が高い炭（瀝青炭）

表 3-3 炭種性状一覧表

			設計炭		
			性能確認炭		
銘柄			A 炭	B 炭	C 炭
項目	ベース	単位			
発熱量	恒湿	MJ/kg	22.6	25.2	27.4
全水分	到着	%	31.5	27.4	14.5
水分	恒湿	%	17.6	13.1	9.01
灰分	恒湿	%	3.0	1.7	6.01
揮発分	恒湿	%	39.8	42.9	40.70
固定炭素	恒湿	%	39.6	42.3	45.07
全硫黄	恒湿	%	0.13	0.12	0.70
燃料比	恒湿	—	0.99	0.99	1.13

(c) 出力規模

出力規模は、パイロット試験により得られた知見に基づき、石炭ガス化設備・ガス精製設備・複合発電設備等全体システムの連携を考慮した適正なスケールアップについて検討を行い設定した。

一般的に、ボイラやガス化炉等、一定の容積、圧力条件下で燃焼やガス化などの熱反応を伴う設備をスケールアップするにあたり、技術開発の設備（パイロット規模）に対し経験的知見からも 10 倍以内のスケールで実証設備を構築している。

先行機のスケールアップ実績および本実証機スケールアップ計画を図 3-2 に示す。実証設備は、スケールアップ実績である EAGLE 炉（150t/d）の 10 倍以内とし、その中で選定可能な高効率ガスタービン出力を考慮し、石炭処理量を 1,180t/d に設定している。また、実証設備から商用規模へのスケールアップも海外先行機と同程度の比率とすることが可能である。

この規模でもっとも高効率な発電システムが実現可能なガスタービンとして、タービン入口温度が 1,300℃級である 100MW 級ガスタービンを採用する。さらに、ガス化炉ならびにガスタービンの下流に設置する排熱回収ボイラから発生する蒸気流量等を踏まえ、発電システムとして最適な蒸気タービンを選定した。これにより、大気温度 5℃においてガスタービン出力は 108MW、蒸気タービン出力は 58MW より、実証設備の合計出力は 166MW となる。

海外先行機とのスケールアップの比較					(石炭処理量)
GE炉	パイロット	→	実証機	→	実証機
	165 t /d	約6倍	1, 000 t /d	約2. 3倍	2, 300t/d (Tampa)
Shell炉	パイロット	→	実証機		
	250 t /d	約8倍	2, 000t/d(Buggenum)		
EAGLE炉	パイロット	→	実証機 (本実証事業)	→	商用機
	150 t /d	約8倍	1, 180t/d	約2. 5倍	3, 000t/d級
出典：” Gasfication Technology Status-December 2006 Product ID Number 1012224” Electric Power Research Institute (EPRI)					
(参考) 国内空気吹先行機のスケールアップ					(石炭処理量)
勿来IGCC	パイロット	→	実証機	→	商用機
	200 t /d	約8. 5倍	1, 700t/d	約2倍	実証規模の約2倍と想定
勿来IGCC 出典) 日本ガスタービン学会誌 Vo137 NO.2 (2009年3月)					

図 3-2 先行機の実績と本実証機のスケールアップ計画

(d) 基本仕様

実証設備の基本仕様を表 3-4 に示す。

ガス化炉は EAGLE 炉をスケールアップした酸素吹一室二段旋回型噴流床ガス化炉である。ガス化炉へ高圧で微粉炭を吹き込むための石炭前処理設備、ガス化用酸素の供給設備として、深冷分離方式の空気分離設備を設置する。ガス精製設備の方式には、パイロット試験で検証した湿式化学吸収法および湿式石灰石石膏法を適用する。このほか、ガス化炉へ高圧で微粉炭を吹き込むための石炭前処理設備、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて高効率発電を実現する複合発電設備、主変圧器のほか、取放水設備、排水処理設備、燃料設備、グランドフレア等の付属設備などで実証設備を構成する。これら設備の一部は、実証試験実施地点の既設発電所の設備を共用する。

表 3-4 酸素吹石炭ガス化複合発電実証設備の基本仕様

主要機器	基本仕様
石炭前処理設備	微粉炭搬送：差圧搬送制御方式
石炭ガス化設備	酸素吹一室二段旋回型噴流床方式
空気分離設備	加圧深冷分離方式
ガス精製設備	湿式化学吸収法（MDEA） 湿式石灰石石膏法
排熱回収ボイラ（HRSG）	再熱複圧自然循環型
ガスタービン（GT） 蒸気タービン（ST）	1 軸型コンバインドサイクル発電方式 ガスタービン：開放サイクル型 蒸気タービン：再熱復水型
発電機	全閉横置円筒回転界磁形同期発電機
主変圧器	導油風冷式
排煙脱硝装置	乾式アンモニア接触還元法
排水処理設備	プロセス排水処理設備
	排水処理設備（ドラムブロー水，生活排水処理）
取放水設備	深層取水（海底取水管方式）／水中放水
付属設備	グラントフレア
	軽油サービスタンク
	運炭設備 新設部分：ベルトコンベヤ方式
	運炭設備 既設部分：ベルトコンベヤ方式
	屋内式貯炭場
	軽油タンク
	自然循環式所内ボイラ
	鋼製自立形煙突

注：黄色箇所は、新規建設設備を示す。

(2) 全体配置図

a. 計画条件

実証設備の機器配置は図 3-3 に示す通り、大崎発電所 1-2 号機の建設が予定されていた区域を含む造成済みの空地を有効に活用するとともに、大崎発電所から燃料の石炭や上水等のユーティリティの供給を受けることにより、運炭設備および港湾設備等の新たな建設工事を行わないこととしている。また、煙突および復水器冷却水取放水設備については、大崎発電所の既設設備を利用することにより、新たに大規模な土地の造成を行わない計画とする。

上記理由により、実証設備の機器配置については新規にプラントを計画する場合に比べて一定の制約が発生するものの、既設設備を最大限活用することによって、設備費用を極力低減している。

b. 主要機器配置の考え方

実証試験設備の全体配置は、大崎発電所既設設備の共用、建設工事の円滑化等を考慮の上、各設備を最適配置し合理化に努めるとともに、関連法規に準拠した離隔距離確保する。

- (a) 設備配置の基本的な考え方は、大型設備であるガス化炉設備およびコンバインド設備の配置を決定したうえで、その他設備を最適配置する。
- (b) 既設流用する石炭コンベヤの位置を考慮して石炭前処理設備を配置し、石炭前処理設備にガス化炉設備を隣接させる。
- (c) 復水器冷却水取放水設備、開閉所との繋ぎ込みおよび煙突位置を考慮し、コンバインド設備を大崎発電所 1-1 号機建屋と隣接する形で配置する。
- (d) グランドフレア設備については、周辺設備での影響および安全性を考慮して配置する。
- (e) 設備の保安区画は「発電用火力電気設備に関する技術基準を定める省令（経済産業省）」で規定されている設備間距離が保たれるよう配置する。

設備名		考え方	
	石炭前処理設備	既設石炭コンベヤを延長して石炭を受入れる計画であることから、石炭コンベヤ延長距離が最短となり、かつ微粉炭乾燥用排気ダクトの繋ぎ込みを考慮した位置に配置する。	
	石炭ガス化設備	石炭前処理設備からの石炭供給距離の短縮化を図るため、排熱回収ボイラ設備（HRSG）煙道を挟んで石炭前処理設備に隣接して配置する。	
	ガス精製設備	ガス化炉設備および複合発電設備との中間プロセスとなることから、取合い配管が最短となるようガス化炉設備の南側に配置する。また、可燃性ガスを取扱う設備のため、火気取扱設備であるガス化炉、ガスタービンより 8m 以上の離隔距離を確保する。	
		ガス精製設備からの精製ガスをガス化炉設備へ再供給するため、それぞれの設備に近接するように、道路を挟んで、各設備の西側に配置する。	
		入口側ガスの腐食性が高いため、ガス精製設備から硫黄回収系統までのダクト敷設距離が短くなるよう、ガス精製設備の北西側（RG 圧縮機の北側）に配置する。	
	複合発電設備	ガスタービン（GT） 蒸気タービン（ST） 発電機	複合発電設備の配置は、ガス精製からの燃焼ガス供給系統、ガスタービン排ガス系統、循環水系統、主変圧器配置の全体最適化を検討し、実証試験設備の南西位置に配置する。
		排熱回収ボイラ（HRSG）	HRSG～煙突の繋ぎ込み距離および微粉炭乾燥用排ガスダクト（HRSG～ミル）が最短となるよう前処理設備の南側に配置する。
	排水処理設備（新設）	主としてガス化炉設備とガス精製設備排水を処理することから、両設備近傍となるガス精製設備の南西側に設置した。	
	空気分離設備	他設備との全体バランスを考慮し、ガス精製設備南側に配置する。酸素が支燃性であることから、可燃性ガスを扱うガス化炉設備とガス精製設備より 8m 以上の離隔距離を確保する。	
	電気設備	主変圧器	開閉所への繋ぎ込みを配慮し、複合発電設備の南側に配置する。
		所内変圧器	IPB 分岐長さが最小となるよう主変圧器の西側に隣接して配置する。
	付帯設備	煙突	大崎発電所 煙突外筒を利用して設置する。
		ベントガス処理設備（グランドフレア）	グランドフレアからの熱的影響を考慮し高さのある工作物に対して距離を取った位置に配置する。

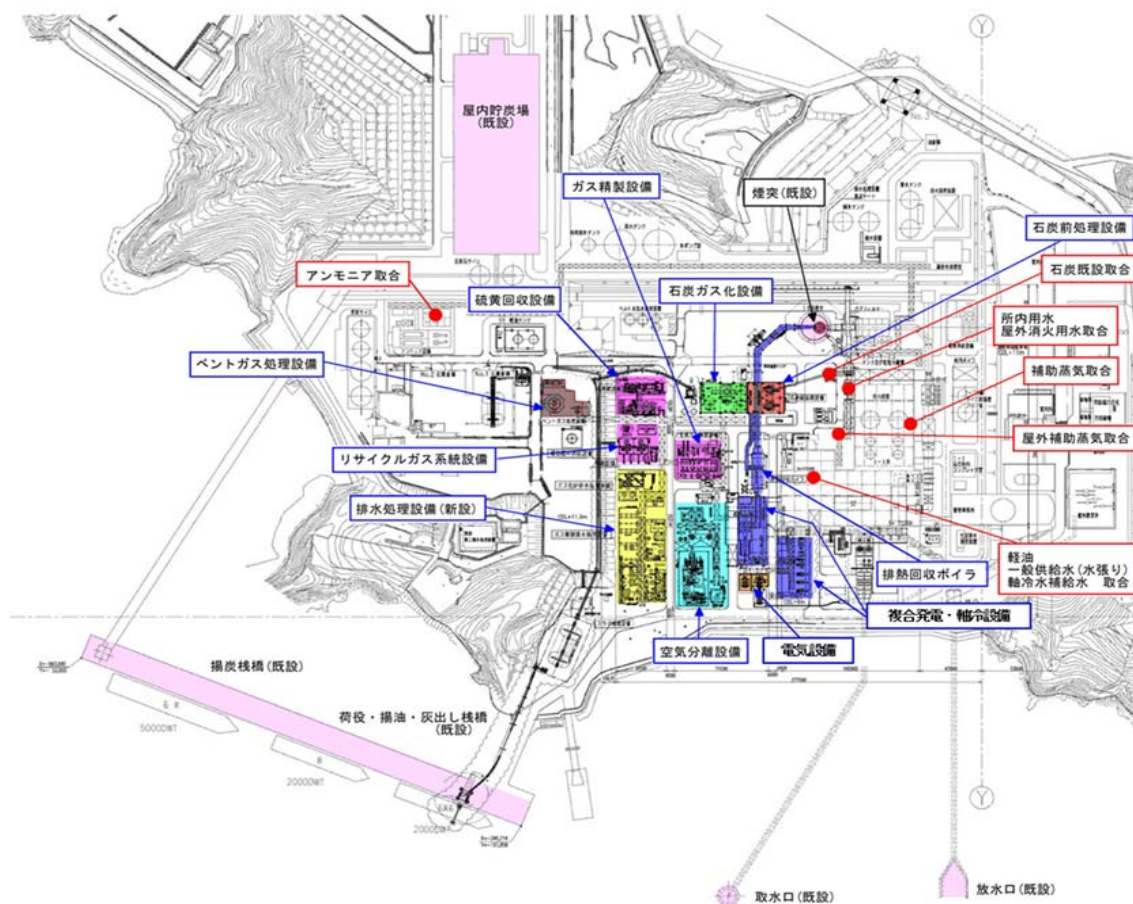


図 3-3 全体配置図

3-1-3. 個別設備設計検討

(1) 石炭前処理設備

石炭は石炭前処理設備で粉碎乾燥させて微粉炭とし、搬送用媒体として純度 99.5vol%以上の窒素を用いた差圧搬送によってガス化炉へ供給する。燃料搬送方式には微粉炭と水を混ぜたスラリー方式もあるが、同方式はスラリー中水分の蒸発潜熱が大きいため、ガス化炉の冷ガス効率を高めることができるドライフィード方式を採用する。

また、ガス化炉および熱回収ボイラ（SGC）を出た生成ガスに含まれるチャーは、サイクロンおよびチャーフィルタにて加圧下で回収され、N₂ 気流搬送によって、ガス化炉のチャーバーナに供給される。

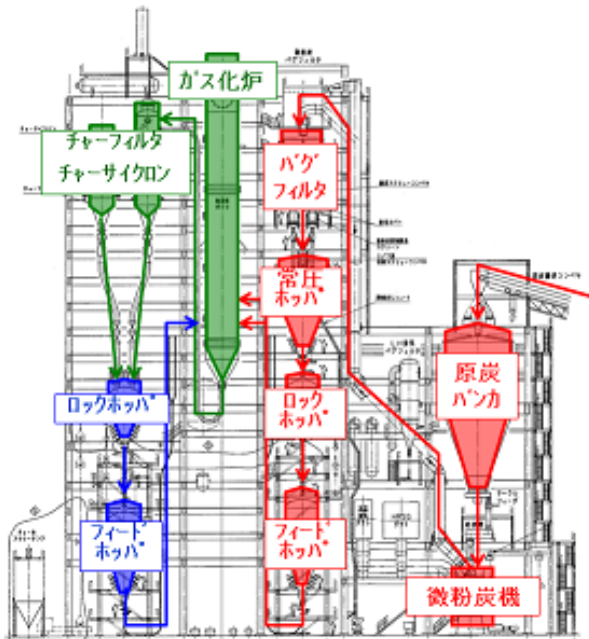


図 3-4 石炭前処理設備機器配置図



図 3-5 石炭前処理設備建設状況

(2) 石炭ガス化設備

ガス化炉は、酸素吹一室二段旋回型噴流床ガス化炉で、ガス化剤は純度 95.0vol%以上の酸素である。

ガス化炉の炉壁は、水冷管で冷却されており（水冷壁）、高温度に耐えられるよう設計されているのと同時に、炉内のガス化反応で生じた熱を水冷管で回収して蒸気を発生させる。温度が特に高いガス化部の内面には耐火材が施工されているが、ガス化運転中は耐火材表面にスラグが付着し、水冷壁の冷却によって一部が固化し、コーティング層を形成して耐火材および水冷壁を保護する（スラグコーティング）。

ガス化炉で生成した高温の石炭ガス化ガス（生成ガス）の顕熱を回収するため、ガス化炉上部の熱回収部および、ガス化炉後段に熱回収ボイラ（SGC）を配置し熱交換により飽和蒸気を生成、複合発電設備の排熱回収ボイラ（HRSG）で発生する高圧飽和蒸気と合流後、HRSG 過熱器で過熱され、蒸気タービンへ供給される。

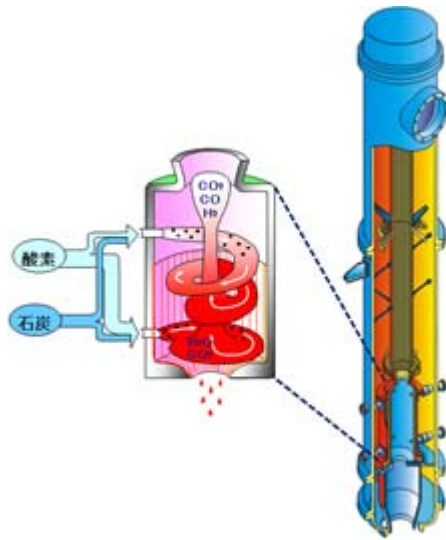


図 3-6 石炭ガス化炉断面図 (EAGLE ガス化炉)



図 3-7 石炭ガス化炉

(3) ガス精製設備

a. 生成ガス精製系統設備

石炭ガス化設備からガス精製設備に供給された生成ガスには、硫化水素 (H_2S)、残留ダスト、ハロゲン系成分、アンモニア (NH_3) 等が含まれる。これら成分は、腐食や吸収塔吸収液 (MDEA) の劣化要因となる。また、 NH_3 は、ガスタービンにおいてフューエル NO_x を生成させる。このため、ベンチュリースクラバを設置し生成ガス中のダストを除去、棚段式の水洗塔においてハロゲン、 NH_3 を水洗除去する。

生成ガス中の硫黄分の形態は、硫化水素 (H_2S) および硫化カルボニル (COS) である。生成ガスからの硫黄分除去には、パイロット試験で使用実績がある触媒による COS 転化方式と湿式化学吸収方式を組み合わせる。吸収塔吸収液 (MDEA) は、 H_2S を吸収するが COS は吸収しない特性があるので、吸収塔の上流で COS 加水分解反応 ($\text{COS} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2$) により COS を H_2S に転化する。

COS 転化触媒は、パイロット試験で使用実績がある酸化チタン系触媒を使用する。この触媒はハロゲンによる被毒に対して比較的耐性のある触媒であるが、ハロゲン存在下に長時間晒されることにより劣化を生じ得ることから、 COS 転化器の信頼性を優先し、 COS 転化器はハロゲンを除去する第一水洗塔下流側に設置する。

吸収塔で H_2S を吸収した吸収液は、再生塔で脱圧、加熱されて H_2S を脱離し、脱離した H_2S は硫黄回収系統へ送られ、石膏として固定化、回収される。

吸収塔出口の精製ガス温度は約 50°C まで低下するため、ガス精製入口ガス／ガス熱交換器でチャーフィルタ出口ガス (ガス精製入口ガス) と熱交換し、約 340°C まで上昇させ、ガスタービン燃焼効率を上昇させ、燃料消費流量低減を図る。

b. リサイクルガス系統設備

ガス精製設備の吸収塔出口精製ガスの一部は、チャーフィルタの逆洗ガス、ガス化炉および SGC のスートブローガスなどとして利用するため、リサイクルガス圧縮機でそれぞれの機器に昇圧供給する。

c. 硫黄回収系統

硫黄回収系統は、ガス精製設備の再生塔で脱離された H_2S を含む酸性ガスを受け入れ、再生排ガス処理炉において硫黄分を SO_2 に酸化する。燃焼ガスは次工程の硫黄回収吸収塔へ供給する。

硫黄回収吸収塔の吸収液は高濃度のカルシウムや亜硫酸を含むため、亜硫酸カルシウムなどの付着によるスケリングが運転の障害になる場合がある。このため、硫黄回収吸収

塔には、スケーリングによる運転障害を生じにくいスプレー塔を適用し、石灰石石膏法により、 SO_2 を石膏として固定し、脱水機で水分除去し、製品石膏として回収する。

再生排ガス処理炉において、 SO_2 の一部は SO_3 となる。石灰石石膏法では SO_3 の除去率が低いことから、湿式電気集じん器により SO_3 を除去する。



図 3-8 ガス精製設備建設状況



図 3-9 硫黄回収設備建設状況

(4) 複合発電設備

ガスタービンは 100MW 級 GT を用いる。燃焼器には分散混合型燃焼器を適用し、燃焼速度の速い燃料ガスに対して、耐逆火性と低 NO_x の両立を可能としている。

ガス化炉上部熱回収部および SGC 給水は HRSG で予熱された給水が送られる。また、HRSG への給水は、各設備の蒸気加熱器から回収したドレンで加熱した上で供給する。

蒸気サイクルは再熱複圧とする。HRSG では、石炭ガス化設備で発生した高圧蒸気を HRSG で発生した高圧蒸気と混合、過熱器を通過させた後、高圧蒸気タービンへ供給する。高圧蒸気タービンを出た蒸気は HRSG で発生した中圧蒸気と混合、再熱器通過後、中低圧蒸気タービンを駆動し、復水器（真空度 722 mmHg）で冷却され復水となる。また、HRSG は脱硝設備を有し、燃焼ガス中の NO_x を低減する。



図 3-10 複合発電設備建設状況



図 3-11 排熱回収ボイラ建設状況

（５）排水処理設備

新設するプロセス排水処理設備は、実証プラントの石炭ガス化設備、生成ガス精製系統、硫黄回収系統で発生する、COD、NH₃等を含む IGCC 特有の排水を、排水基準を満足する水質にまで処理するための設備である。

IGCC 特有の排水に含まれる各対象成分に応じて、凝集沈殿、分解、ろ過、中和処理等の単位操作を適切に組み合わせた高度排水処理プロセスで除去した後、海域に排出する。

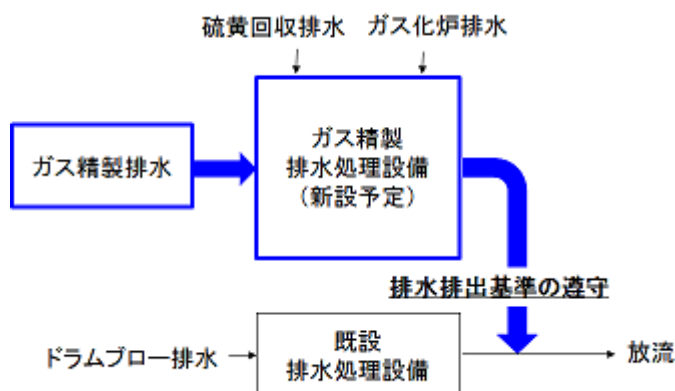


図 3-12 排水処理フロー図

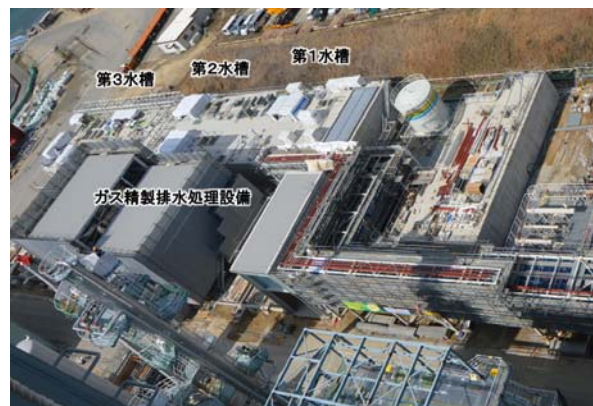


図 3-13 排水処理設備建設状況

（６）空気分離設備

大容量空気分離設備で実績の多い深冷分離方式を採用し、純度 95.0vol%以上の酸素および純度 99.5vol%以上の窒素を製造する。酸素はガス化炉における酸化剤として、窒素は石炭搬送・チャー搬送用等として供給される。

ガスタービン燃焼器に低 NO_x 型の分散混合型燃焼器を採用したことにより、NO_x 低減用の窒素噴射が不要となり、また、ガスタービン圧縮機からの抽気が不要なことから、空気分離設備の空気源としてガスタービン圧縮機抽気は使用しない。これに伴い、空気源が大気になることから、空気分離設備の運転圧力を低下させ、原料空気圧縮機の負荷を軽減する。

低温部での水分、CO₂ 等の凝結を防止するために、原料空気は吸着塔（MS 吸着器）で凝結分除去の前処理を行う。寒冷発生源には空気昇圧膨張タービンを適用する。

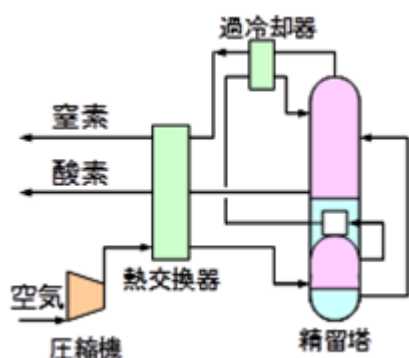


図 3-14 深冷分離方式系統構成



図 3-15 空気分離設備建設状況

（７）EAGLE 成果による設計反映事項

実証試験設備の設計にあたり、EAGLE パイロット試験の成果を最大限反映しており、実証試験においてこれらについて検証する。主な反映事項について、表 3-5 に整理する。

表 3-5 EAGLE 成果による設計反映事項

設備	項目	内容
石炭前処理設備	微粉炭・チャー搬送方式	・差圧搬送方式の採用
石炭ガス化設備	ガス化炉隔壁部の環境改善	・ガス化部隔壁部の正圧化 ・SGC 連通部陣笠の採用 (2 重化)
	ガス化部温度監視方法	・可動式熱電対の採用
	スラグタップ保温対策	・スラグ流下促進ノズルの設置
	鉄スラグ生成対策	・ガス化部底面の構造変更
ガス精製設備	腐食防止対策	・塔槽類及び熱交換器の最適配置 ・適切な材料選定
複合発電設備	GT 燃焼器燃焼方法	・燃焼方法改善による環境負荷低減
排水処理設備	排水処理方法	・ガス精製排水の高度処理

3-1-4. 建設進捗状況

(1) 全体概要

IGCC実証機の建設は平成25年3月に着工し、平成29年3月の実証試験開始を目指し、石炭前処理設備、ガス化炉設備、ガス精製設備、複合発電設備、排水処理設備、空気分離設備ほか各設備の工事を進めている（図3-16参照）。平成27年3月末現在、機械・電気設備の大物機器の据え付けを完了し、現地での配管溶接工事等を進めている。これまで、延べ作業人数約127千人にて安全第一で工事を進めている。

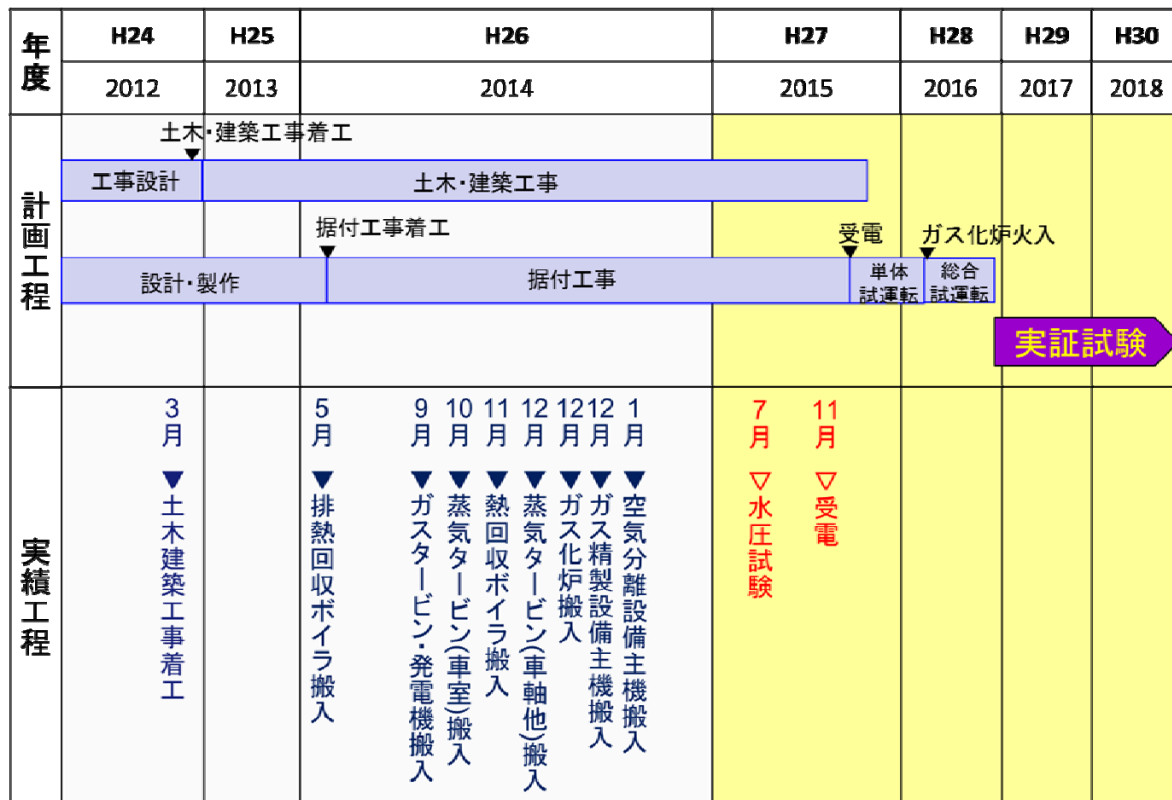
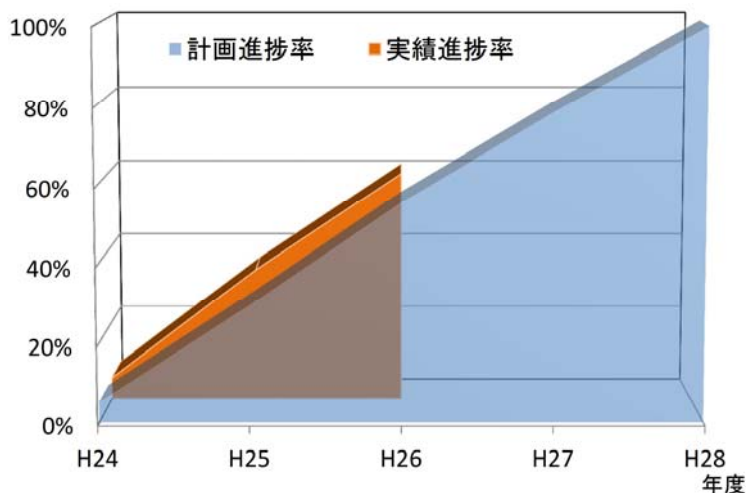


図 3-16 プロジェクトスケジュール

実証試験設備の機器製作および現地工事は順調に進捗し、図3-17に示す通り、プロジェクト開始時点（平成24年度）の実証試験設備工事計画進捗率に比べて平成26年度終了時点までの実績進捗率は上回っており、プロジェクトを前倒しで実施している。

今後は平成27年7月の水圧試験以降、機器単体試運転、総合試運転を行っていく。



$$\text{実証試験設備工事進捗率} [\%] = \frac{\text{該当時点での実証試験設備工事費支払総額}}{\text{実証試験設備工事費総額}} \times 100$$

年度	H24	H25	H26	H27	H28
計画進捗率 [%]	5	30	56	79	100
実績進捗率 [%]	5	34	60	－	－

図 3-17 実証試験設備工事進捗率の推移

(2) 建設状況

a. 設備全体

平成 25 年 4 月 25 日及び平成 27 年 3 月 25 日に煙突から見た設備全体の写真を示す。



平成 27 年 3 月 25 日に西側から見た設備全体の写真を示す。



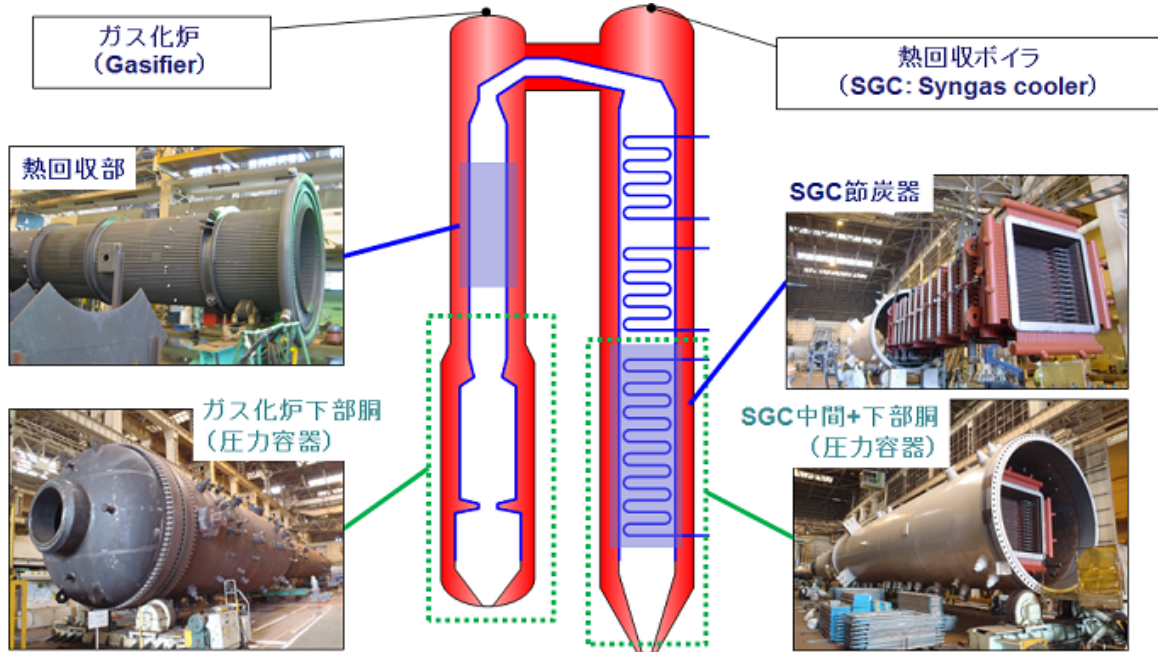
b. 土木・建築進捗状況

主な土木・建築工事は石炭ガス化設備基礎とタービン建屋工事である。石炭ガス化設備基礎は、幅約 28m、長さ約 69m、厚さ 2.5m の直接基礎である。岩盤が傾斜していることからラップルコンクリートを使用し、石炭ガス化設備の設置に間に合うように施工を実施した。タービン建屋は、延床面積約 2,800m²、高さ 12m の屋外式タービン建屋である。

c. 機電工事進捗状況

(a) 石炭ガス化・前処理設備

IGCC 設備の心臓部であるガス化炉、SGC は、MHPS 呉工場にてガス化部、熱回収部、圧力容器を製作、組立を実施した。組立が完了したガス化炉、SGC は海上輸送にて大崎地点に到着。ドーリーで構内輸送後、ジャッキアップシステムにて、ガス化炉架構内に設置された。



(b) 複合発電設備

HRSR は MHPS フィリピン工場で作製、2 分割でモジュール化され、約 10 日間をかけて日本まで海上輸送された。

複合発電設備のうち、ガスタービン及び発電機は、MHPS 日立工場で作成、海上輸送された。構内輸送はメガベントと呼ばれる専用架台に直接ガスタービン、発電機を載せ、ドーリーでメガベントごとタービン建屋まで移動させた。この工法によりタービン建屋廻りでの作業工程を短縮でき、全体工事工程の合理化を図った。



(c) ガス精製設備、空気分離設備等

ガス精製設備の主要な塔槽類、熱交換器は工場で作製、モジュール化して搬入された。空気分離設備は、主に海外工場で作製、モジュール化して搬入された。

平成 27 年 2 月で、ほぼ全ての大型設備の搬入、据付が完了し、現在機電工事は配管、ケーブル敷設他、7 月の水圧、11 月の受電に向けて最盛期を迎えている。

3-2. 試運転・実証試験計画

図 3-18 に試運転・実証試験工程を示す。平成 27 年 11 月の受電以降、機器単体試運転、連携システム運用調整を目的とした総合試運転を実施する。さらに、平成 29 年 3 月から実証試験を実施する。実証試験を行うにあたっては、実証試験設備の起動、停止及び通常運転時の操作手順や異常時の操作手順等について検討を行い、運転に用いる手順書、マニュアル類として纏め、安全でより効率的に実証試験運転を行う。また、計画通りに実証試験を行うために必要な設備点検及び修繕を行う他、設備の耐久性を評価するために必要な設備点検を行う。実証試験期間内に行う試験を以下に示す。

(1) 運転最適化試験

酸素吹 IGCC 実証試験設備について、各設備の調整を行ったうえで、事業用火力発電設備としての基本性能（発電効率、環境性能等）を確認する。

(2) 信頼性確認試験

商用機において、従来の石炭火力と同等の年利用率 70%以上の見通しが得られることを目標に、1,000 時間及び 5,000 時間の長時間耐久性確認試験を行う。

(3) 多炭種適用試験

炭種性状適合範囲の確認を行うことを目標に、微粉炭火力に適合し難い灰融点の低い亜瀝青炭及び微粉炭火力に適合する比較的灰融点の高い瀝青炭を利用した多炭種適用試験を行う。

(4) 運用性確認試験

事業用火力発電設備として必要な運転特性・制御性（出力変化速度：1～3%/分等）の確認を行うことを目標に運用性確認試験を行う。

(5) 総合評価

実証試験運転や設備点検・保守の実績を取り纏め、総合評価を行う。

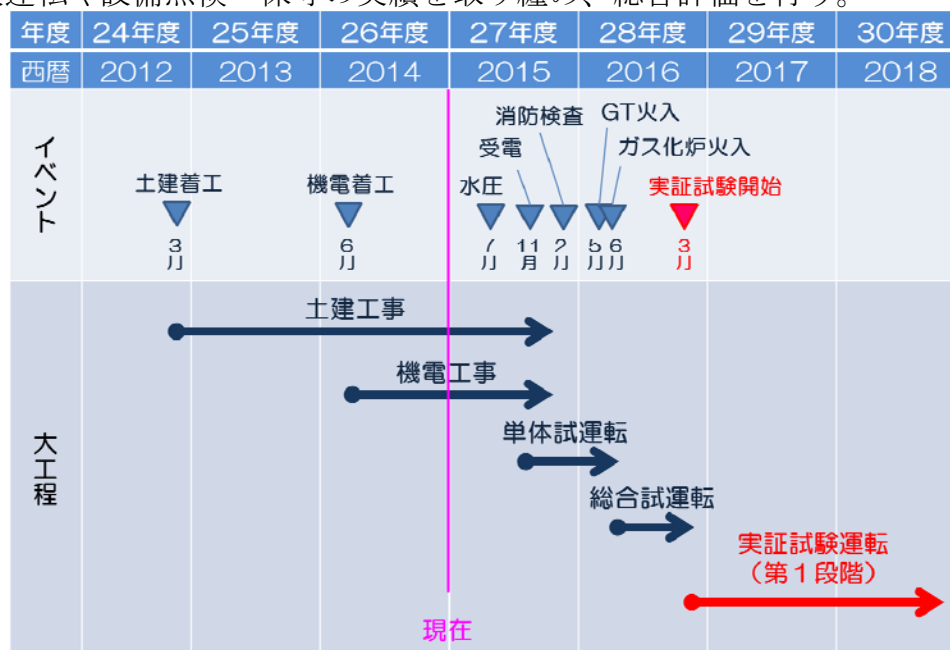


図 3-18 試運転・実証試験工程

3-3. 国内外 IGCC 動向調査

3-3-1. 世界の石炭ガス化技術の変遷

石炭ガス化技術の変遷を図 3-19 に示す。図は、石炭ガス化炉の特徴と開発経緯を大まかな年代別に整理したもので、固定床や流動床の石炭ガス化炉開発は、1925 年の大正末期にまで遡る。固定床の代表であるルルギ炉は、1925 年から現代に至るまで商用機として健在であり、その代表格がチェコの Vresova IGCC である。

現在石炭ガス化技術の主流となっている噴流床ガス化技術は、1950 年代に独の Coppars・トチェック炉と米テキサコ炉が開発され、Coppars・トチェック炉はその後シェル炉とプレンフロー炉として、Buggenum IGCC、Puertollano IGCC で実証されている。またテキサコ炉は、名前を GE 炉に変え Tampa IGCC として実証されている。1975 年代になると米ダウ炉、東独 GSP 炉が開発され、ダウ炉は E-GAS (Conoco) 炉として、Wabash River IGCC として実証され、GSP 炉は、GSP (Siemens) 炉となっている。

一方わが国の石炭ガス化技術は、1980 年代に水素製造用として、HYCOL 炉のパイロットプラントを開発し、その後燃料電池用石炭ガス化複合発電パイロットプラントとして EAGLE に引継がれ、2016 年には石炭処理量 1,180t/d の実証プラントが大崎 IGCC として運転を開始する予定である。空気吹 IGCC の技術開発は、クリーンコールパワーで国の補助事業として 2007 年度より実証試験を開始、2010 年度に終了 (250MW) し、IGCC 技術の成熟化に向けた検証を 2013 年 3 月に完了し、同年 4 月から商用機として運転を開始し、世界最長の連続運転時間 (3,917 時間) を達成している。さらに、福島県に商用規模 (500MW 級) 2 基の建設計画がある。

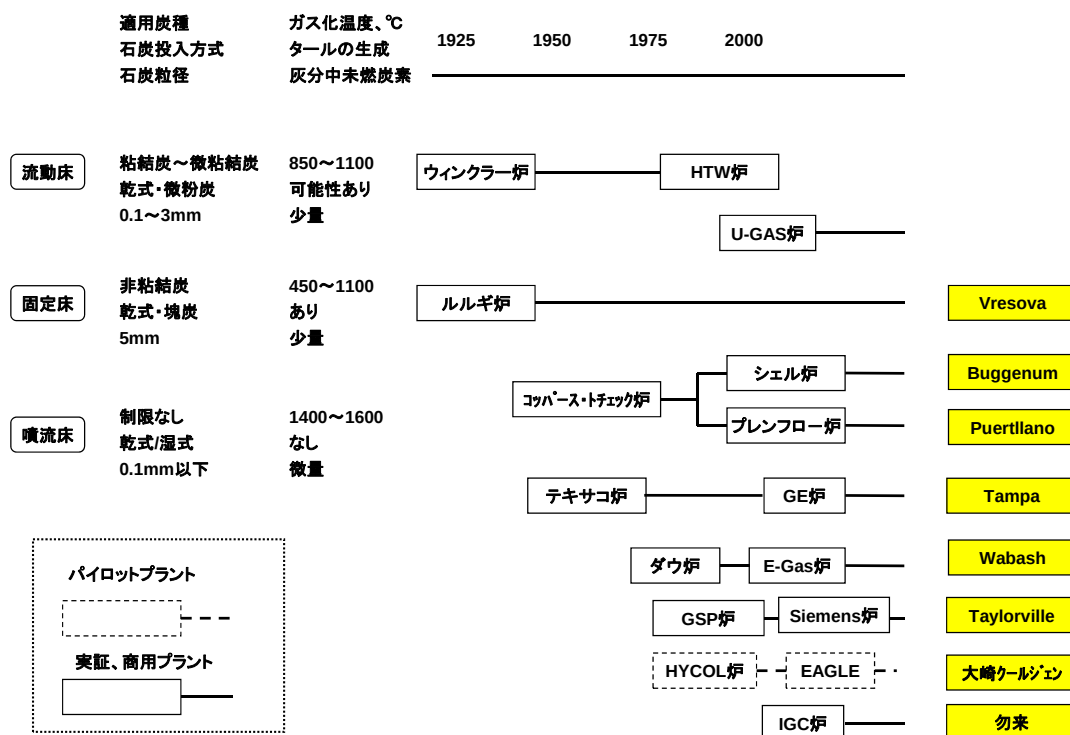


図 3-19 石炭ガス化技術の変遷

国内外 IGCC 調査結果を表 3-6 に示す。

表 3-6 国内外 IGCC 動向調査結果

プロジェクト名称	Buggenum	Wabash River	Tampa	Puertollano	Edwardsport	Kemper	クリーンコールバー (常密共同火力)	国産酸素吸IGCC 商用機※	大崎ケルジエン
プロジェクト国	オランダ	アメリカ	アメリカ	スペイン	アメリカ	アメリカ	日本	日本	日本
実証機・商用機の別	2013年4月閉鎖	実証機	実証機	実証機	商用機	商用機	実証機	—	実証機
ステータス	閉鎖	商用運転中	商用運転中	商用運転中	商用運転中	建設中	商用運転中	—	建設中
実証試験期間	1994年1月～ 1998年1月	1995年10月～	1996年9月～ 2001年9月	1997年12月～	2012年9月～	—	2007年9月～2010年6月 2010年7月～2013年3月	—	2017年3月～
商用運転開始日	1998年～2013年4月	2000年～	2001年～	1998年～	2013年6月～	2016年～運転開始予定	2013年4月～	—	—
事業費総額	現地通貨 850Mギルダー	438.2MUS\$	606.9MUS\$	110.490Mペセタ	3,550MUS\$	6,170MUS\$	896.4億円	—	—
プラント建設費	現地通貨 —	—	—	—	—	—	—	—	—
事業費総額	円 510億円	499億円	738億円	884億円	3,668億円	5,206億円	896.4億円	—	895億円
プラント建設費	円 —	—	—	—	—	—	—	—	—
為替レート	60円/ギルダー	113.96円/\$	121.54円/\$	0.8円/ペセタ	103.34円/\$	84.38円/\$	—	—	—
補助金額	現地通貨 不明	219.1MUS\$	151MUS\$	4,958Mペセタ	593.5MUS\$	270MUS\$	—	—	—
補助金額	円 補助金あり	250億円	183億円	39.6億円	612.6億円	227.8億円	252.15億円	—	298.3億円
補助率	% 不明	50	24.9	4.48	16.7	4.4	30	—	33.3
ガス化炉	Shell炉	Dow(E-Gas)炉	GE(Texaco)炉	PRENFLO炉	GE炉	KBR炉	電中研/三菱炉	EAGLE炉	EAGLE炉
概略図									
ガス化方式	1室1段	2室2段	1室1段	1室1段	1室1段	高速循環流動床	2室2段	1室2段	1室2段
石炭供給方式	ドライフィード	スラリーフィード	スラリーフィード	ドライフィード	スラリーフィード	ドライフィード	ドライフィード	ドライフィード	ドライフィード
ガス化炉 炉壁	水冷耐火壁	耐火材	耐火材	水冷耐火壁	耐火材	耐火材	水冷耐火壁	水冷耐火壁	水冷耐火壁
ガス化剤	酸素	酸素	酸素	酸素	酸素	空気	空気	酸素	酸素
冷ガス効率	81～76%	81～72%	75～73%	76～74%	75～73%	—	77～75%	83%	82%
使用炭種	海外炭 18炭種 高灰溶融点炭は 融点降下剤必要	地元(インド)炭 現在はベトローグス専 焼	地元炭 (Pittsburgh#8他) 現在はベトローグス混焼	地元高灰分炭と ベトローグス混焼	インドナラ炭 ミッドウェスタン炭	ミシシッピー褐炭	設計炭 中国炭に加え コビエ7、D7、インドナラ7、 米園カダ等 合計9炭種	海外炭 (インドナラ7炭)	インドナラ7炭他 (第1段階で4炭種)
排水処理	—	蒸発乾固	蒸発乾固	蒸発乾固	河川放流	—	—	海域放流	海域放流
石炭処理量	t/日	2,000	2,600	2,300	2,600	1.5Mt/年	4,600	1,700	2,400
発電出力(計画値)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
発電端(Gross)	MW	284	—	—	—	784	914	250	369
送電端(Net)	MW	253	262	250	—	618	582	220	319
送電端効率(HHV)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計画	%	41.4	37.8	39.7	41.5	38.5	28.1%CO2 65%回収後	40.5	45.6
実績	%	41.4	39.7	37.5	41.7	—	—	40.8	—
連続運転時間実績	3200時間超	1,800時間程度	2500時間程度	1,000時間程度	1,000時間程度	—	3917時間	—	目標:5,000時間

※商用機は、大崎クールジェンプロジェクトをスケールアップした場合の試算。

3-4. 情報発信活動

国内外へ向けた IGCC 技術の情報発信実績を以下に示す。

3-4-1. 論文発表等

a. 国内投稿 (6件)

平成24年度 (1件)

	日付	題 目	投稿先
1	1/1	大崎クールジェンプロジェクトの概要	火力原子力発電 2013年1月号

平成25年度 (3件)

	日付	題 目	投稿先
1	5/1	大崎クールジェンプロジェクトの概要及び今後の計画について	日本エネルギー学会誌 2013年5月号
2	10/1	大崎クールジェンプロジェクトの概要 ～石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業～	季報 エネルギー総合工学 Vol136 No. 3
3	10/1	大崎クールジェンプロジェクトの概要と今後の計画について	クリーンエネルギー (2013. 10月号)

平成26年度 (2件)

	日付	題 目	投稿先
1	10/1	Outline of the OSAKI COOLGEN project (The Oxygen-Blown IGCC demonstration project)	日本機械学会 2014年10月号
2	11/1	大崎クールジェンプロジェクトの概要 ～石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業～	電気評論 2014年11月号

b. 海外投稿 (1件)

平成26年度 (1件)

	日付	題 目	投稿先
1	11/1	THE OSAKI COOLGEN PROJECT	The global Status of CCS 2014 (GCCSI)

c. 国内発表 (13件)

平成24年度 (4件)

	日付	題 目	発表先(主催者)
1	9/11	大崎クールジェンプロジェクトの紹介	日本機械学会 2012年度年次大会
2	10/4	大崎クールジェンプロジェクトの概要	平成24年度 火力原子力発電大会
3	10/11	大崎クールジェンプロジェクトの概要及び今後の計画について	エコテクノ2012 クリーンコールテクノロジーセミナー (経済産業省九州経済産業局他)
4	12/26	大崎クールジェンプロジェクト概要	群馬大学 第15回環境エネルギーセミナー特別講演 (群馬大学)

平成25年度 (1件)

	日付	題 目	発表先
1	7/17	大崎クールジェンプロジェクト ～石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業～	中国地域エネルギー・温暖化対策推進会議 (経済産業省中国経済産業局他)

平成26年度(8件)

	日付	題 目	発表先(主催者)
1	7/15	大崎クールジェンプロジェクト ～石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業～	CCTワークショップ2014 (JCOAL)
2	8/29	大崎クールジェンプロジェクト ～酸素吹IGCC実証試験事業～	広島経済同友会環境エネルギー委員会 (広島経済同友会)
3	9/10	OSAKI COOLGEN PROJECT	石炭ガス化技術国際シンポジウム (NEDO)
4	10/23	大崎クールジェン酸素吹IGCC実証プロジェクトの 概要および実証設備建設の進捗状況	第51回石炭科学会議 (日本エネルギー学会)
5	10/23	大崎クールジェンプロジェクトの進捗状況 ～石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業～	火力原子力発電大会中部大会
6	11/23	酸素吹IGCC実証プロジェクト ～大崎クールジェンプロジェクト～	グリーン・イノベーション2014 (日本能率協会)
7	2/18	大崎クールジェンプロジェクト	平成26年度 第1回石炭エネルギー委員会 (新エネルギー財団)
8	2/20	大崎クールジェンプロジェクト	コプロワークショップ (東京大学エネルギー工学連携研究センター)

d. 海外発表(5件)

平成24年度(1件)

	日付	題 目	発表先(国名、主催者)
1	10/31	Osaki Coolgen Project Update	Gasification Users Association (GUA) Meeting (米国、EPRI)

平成25年度(2件)

	日付	題 目	発表先(国名、主催者)
1	10/16	Osaki CoolGen Project Update	Gasification Users Association (GUA) Meeting (米国、EPRI)
2	10/25	Outline of the Osaki CoolGen Project (IGCC Demonstration Project)	ICOPE(International Conference on Power Engineering) (中国、日本機械学会他)

平成26年度(2件)

	日付	題 目	発表先(国名、主催者)
1	6/24	High Efficiency Low Emissions coal thermal power generation Technology (The Osaki Coolgen Project of Oxgen-blown IGCC Demonstration)	第4回日豪石炭ワークショップ (豪州、JCOAL)
2	10/29	Osaki CoolGen Project Update	Gasification Users Association (GUA) Meeting (米国、EPRI)

e. 国内報道対応(16件)

平成24年度(5件)

	掲載/放送日	内容	メディア媒体
1	10/10	プロジェクト内容	ガスエネルギー新聞
2	11/30	プロジェクト内容	日刊工業新聞
3	1/6	プロジェクト概要、建設工事着工	NHKニュース
4	2/10	プロジェクト概要、展望〈社長インタビュー〉	中国新聞
5	3/1 3/2	土建着工安全祈願祭	3/1 NHKニュース、中国放送、テレビ新広島 広島テレビ 3/2 電気新聞、中国新聞、日本経済新聞 読売新聞、朝日新聞、山陰中央新聞 山陽新聞、フジサンケイビジネスアイ

平成25年度(1件)

	掲載/放送日	内容	メディア媒体
1	7/6 7/13	プロジェクト概要、建設工事状況 〈社長インタビュー〉 大崎上島町の期待 〈高田町長インタビュー〉	RCCラジオミライレポート

平成26年度(10件)

	掲載/放送日	内容	メディア媒体
1	6/30	プロジェクト内容	エネルギーフォーラム
2	6/4	ガス化炉工場製作公開	電気新聞、中国新聞、朝日新聞、NHKニュース
3	6/5	機電着工安全祈願祭	電気新聞、中国新聞
4	9/10	プロジェクト内容	月刊エネコ（フジサンケイビジネスアイ）
5	12/10	プロジェクト内容	電気新聞、中国新聞、日刊工業新聞、NHKニュース
6	1/20	ガス化炉搬入	月刊Wedge
7	1/27	プロジェクト内容	電気新聞記事広告
8	1/30	プロジェクト内容	日刊工業新聞記事広告
9	2/1	プロジェクト内容	月刊投資経済
10	3/21	地球温暖化防止に寄与する発電技術 (IGCCの仕組み、CO2削減率)	広島ホームテレビ地球派宣言

f. 海外報道対応(1件)

平成26年度(1件)

	掲載/放送日	内容	メディア媒体
1	2/13	日本のクリーンコール技術	Australian Financial Review

g. その他(2件)

平成24年度(2件)

	日付	題 目	発表先(主催者)
1	5/14	石炭ガス化技術と大崎クールジェンプロジェクト	日本計画研究所エグゼクティブセミナー (日本計画研究所)
2	3/22	石炭ガス化技術と大崎クールジェンプロジェクト	エネルギー総合工学研究所第321回月例研究会講演 (エネルギー総合工学研究所)

3-4-2. 特許出願

本事業の実施に必要な知財は、前身の EAGLE プロジェクト等において出願（40 件）している。本事業開始以降、新たな知財は得られていないが、創出された場合は速やかに特許出願を行う。

4. 事業化、波及効果について

4-1. 事業化アウトカムの内容

本事業は高効率石炭火力発電である酸素吹 IGCC の実証試験（第 1 段階）の後に CO₂ 分離・回収設備（CO₂ の輸送・貯留・利用実証を除く）を組み入れて実証試験（第 2 段階）を行うとともに、更に燃料電池を組み込んだ CO₂ 分離・回収型 IGFC の実証試験（第 3 段階）を実施するものである。

本事業の第 1 段階が終了する 2018 年度（平成 30 年度）以降、既に天然ガス焚で実用化している 1,500℃級ガスタービンを酸素吹 IGCC に適用することにより、送電端効率(HHV)：46%の酸素吹 IGCC が実用化され、本事業の第 2 段階が終了する 2020 年度（平成 32 年度）以降、低炭素を目指した高効率の CO₂ 分離・回収型石炭火力が実現できる見込み。また、NEDO が事業用燃料電池開発ロードマップに示す大型燃料電池を開発し、本事業の第 3 段階が終了する 2021 年度（平成 33 年度）以降、石炭火力発電の飛躍的な高効率化を可能とする CO₂ 分離・回収型 IGFC が実現できる見込みである。

4-2. 事業化に向けたシナリオ

本事業は、石炭火力の低炭素化を達成するため不可欠なものであり、事業終了後の早期商用展開に向け、実証試験目標の確実な達成を目指し国の支援の下、必要な資源を投入していく。早期普及拡大によるコスト低減を目指して成果を積極的に公開するとともに、知財の実施許諾や技術提携等を含めた横展開を図る。あわせて、発電用途のみならず多用途利用も視野に入れ、有効性を PR することで酸素吹石炭ガス化技術の普及拡大を図る。

エネルギー政策の検討も踏まえた国の地球温暖化対策の目標・計画の策定と併せて、電気事業における自主的枠組の早期構築が求められる中、今後、石炭火力においては、現在の USC を超える低炭素化技術が求められる蓋然性が高い。さらに、近年、中国、インド等の石炭需要の拡大により高品位炭の可採年数が急激に減少している背景を受け、今後は低品位炭への需要拡大が見込まれ、高効率で多炭種対応性に優れる酸素吹石炭ガス化技術のニーズが高まると想定している。

本事業終了後、事業実施者の親会社である電源開発(株)・中国電力(株)は本事業の完遂成果を将来の低炭素石炭火力として導入を図るべく積極的に検討を行う。続いて、他の電気事業者等が導入していくことが考えられる。

※電源開発・中国電力は、多くの石炭火力（設備出力両社計：11,002MW、国内石炭火力発電の約26%：平成23年度時点）を保有している。

また、我が国内の商用機運転実績を背景に、海外市場に対して「高効率化、CO₂ 削減等」の従来石炭火力との優位性をアピールし、低廉な低品位炭に適した発電方式として、今後、電力需要が拡大し、石炭火力発電の普及拡大が見込まれるアジア・大洋州を中心に海外普及を図る。

具体的には、電力、肥料向け等、相手国のニーズの把握、技術の優位性・信頼性について理解を促進するため実証試験の成果を積極的に発表・PR する等、相手国との交流を図る。従来から、今後の国際展開を見据え、アメリカ・オーストラリア等での国際会議において、プロジェクトの概要や進捗状況について発表、産炭国であるオーストラリアのメディア視察受入を行っており、今後も継続的に行っていくほか、親会社とも協調しながら、産炭国に加え石炭輸入国（台湾等）等の海外電力会社および電力技術者の見学受入を積極的に実施していくこととしており、平成 27 年 6 月には JICA 研修事業の一環としてモンゴル等の

電力技術者の受入を実施している。

また、相手国のニーズにより本技術の特長を活かした設計・建設に加え、実証試験等を通じて培った運用・管理を含むシステム提案を行うことで、我が国独自の高性能酸素吹石炭ガス化技術と、我が国が誇る O&M 技術をパッケージ化し、官民一体（メーカー含む）となったオールジャパン体制でのインフラシステム輸出につなげるべく、国の政策へ貢献していく。

なお、経済産業省では、東南アジア等の新興国で、エネルギー輸入依存度が高まり、インフラ整備支援が期待されている中で、高効率で信頼性の高いエネルギーインフラ整備を進めるため、日本が有する豊富なエネルギー政策分野の経験や全分野での優れた技術を総動員して、アジアなど新興国のニーズに応じて、エネルギー問題の包括的な解決策をワンストップで提供する「Enevolution」イニシアティブを平成 27 年 5 月に立ち上げ、このための組織として、資源エネルギー庁内に「エネルギー産業国際展開推進室」を設置した。また、具体的な取組みの中で、産業界のみならず、国際開発金融機関等と一層連携し、徹底的な案件発掘とパッケージを促進するとされており、高効率かつ信頼性の高い IGCC の海外展開への期待は更に高まると考えられる。

4－3．知財戦略

知財戦略として、「戦略性を持った権利確保・普及展開」と「出口を見据えた研究開発マネジメント」を検討していくことが必要と考える。

前者は、国内の石炭火力新設・リプレースへの適用、海外へのインフラ輸出を視野に入れて、特許権の取得、権利の保護、展開戦略等について事業の進捗に合わせて詳細検討していく方針である。

後者は、当該技術は電力分野のみならず化学工業分野への事業展開も可能であることから、エンジニアリング体制を踏まえた知財の所有等について、事業者（電力会社）のみならずメーカーも成果普及に携わることができる仕組みを検討しているところである。

国内においては、他の電力事業者やメーカーなどへの展開を図るために、成果報告会等における情報提供・共有などを積極的に行うとともに、今後の事業進展に合わせて更なる普及展開策を図っていく。本事業において得られる知財は、他企業等からの要望に応じて、実施許諾や技術提携等による積極的な横展開を図っていく。

海外においては、今後、石炭火力の普及が見込まれるアジア・大洋州を中心として展開していくことを考えており、相手国のニーズを把握しつつ、オールジャパンでシステムインフラ輸出を実現しようとする動きを見ながら、国際特許を含め、対象国における戦略的な知財の取得に取り組み、国際競争力を確保する。

また、本実証事業において今後発生する知的財産に関しては、大崎クールジェン内に知財担当窓口を設置した上で、両親会社（中国電力、電源開発）の知財管理部門と一体となって、特許管理、知財の横展開を実施する。

4－4．事業の波及効果

4－4－1．CO2 排出量の抑制

石炭火力発電の高効率化により CO2 排出量の抑制が可能となる。更に CCS を組み合わせた場合は CO2 排出量を大幅に抑制することが可能となる。

＜CO2 排出量の抑制効果＞

現状の最新鋭微粉炭火力（送電端効率(HHV)：40%※）の CO2 排出原単位は 0.8kg-CO2/kWh

であるが、IGCC(送電端効率 (HHV) :46%)では 0.7kg-CO₂/kWh、IGFC (送電端効率(HHV) :55%) が実現した場合は 0.6kg-CO₂/kWh、更に CCS を組み合わせた場合は 0.1kg-CO₂/kWh 程度と大幅に減少する。

※BATの参考表【平成 26 年 4 月時点】(経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしている最新鋭の発電技術) より

4-4-2. その他の波及効果

本実証において、酸素吹き石炭ガス化技術、IGCC、CO₂ 分離・回収型 IGCC 技術が確立すると、褐炭等低品位炭を利用した水素製造による水素社会の構築、電力と化学原料製造による電力需給に対応したコプロダクション等、多岐にわたる関連技術への波及が期待される。また、ガス化燃料にバイオマス等を利用することによって再生可能エネルギーの有効活用も可能となる。

本事業が対象とする酸素吹きガス化は、空気吹きガス化と比較して、石炭ガス化ガス中の N₂ 成分が少なく燃料成分濃度が高いため、合成燃料製造など、産業用途への活用にも有利である。具体的には、石油精製産業では脱硫用に水素 (H₂) を利用できること、化学産業では石炭ガス中の一酸化炭素 (CO) と水素 (H₂) から合成燃料を含む多様な製品を製造できること、ガス産業はメタン (CH₄) 等の SNG (代替天然ガス) を製造できること、などが期待される。

電源開発では、既に NEDO 委託事業として、EAGLE 炉を用いて豪州のビクトリア褐炭から水素 (H₂) を製造し、貯蔵、輸送、利用までが一体となった液化水素のサプライチェーン構築を目指す研究開発にも取り組んでいる。

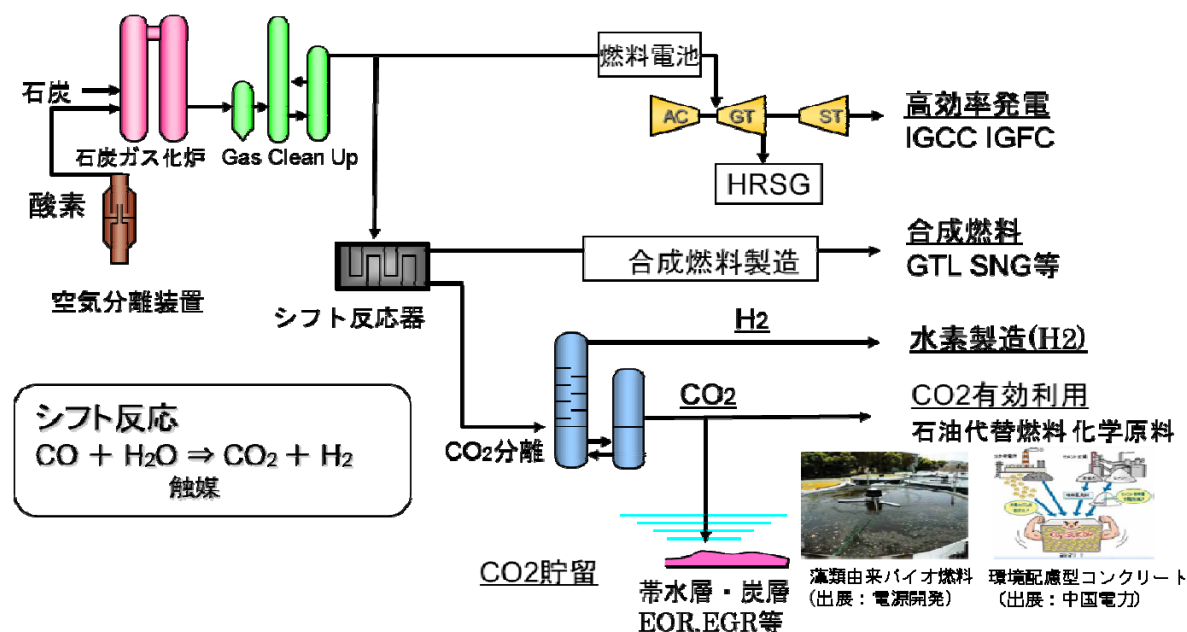


図 4-1 酸素吹きガス化炉の技術の多様性イメージ

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

5-1. 研究開発計画

本事業は、EAGLE プロジェクト※¹及び燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究※²、燃料電池研究開発で確立した技術を段階的に実証プラントに組み入れ、性能、経済性、信頼性等に係る実証を行うもの。

具体的には、図 5-1 の通り、第 1 段階として燃料電池との親和性が高い酸素吹 IGCC の実証を行い、その後、CO₂ 分離回収技術の実証（第 2 段階）を行った後に、燃料電池を組み込み IGFC としての実証（第 3 段階）を実施する。

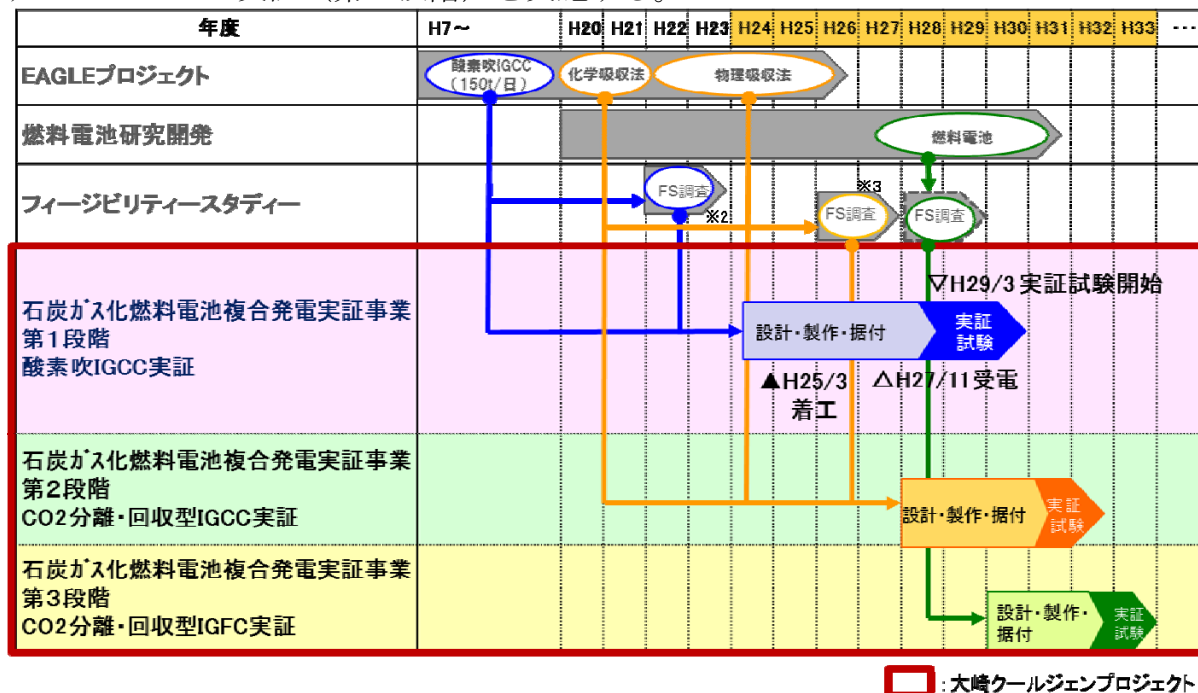


図 5-1 酸素吹き石炭ガス化技術プロジェクト全体工程

※1 EAGLE プロジェクト

IGFC の実現に向けた酸素吹 IGCC の研究開発をパイロット規模で実施

- 事業期間：平成 7 年度～平成 26 年度
- 石炭処理量：150 t / 日
- 総事業費：約 427 億円（補助率：2/3）

※2 燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究を NEDO 共同研究事業として実施

酸素吹 IGCC/IGFC と高効率 CO₂ 分離・回収技術の最適モデルについて調査検討を実施

- 事業期間：平成 22 年度～平成 23 年度
- 総事業費：約 15.7 億円（補助率：2/3）

※3 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検討

- 事業期間：平成 26 年度～平成 27 年度
- 電源開発・中国電力が NEDO 委託事業として共同で実施中

5-2. 研究開発の実施体制

5-2-1. 実施者の適格性

本事業を実施することを目的として、中国電力と電源開発の共同出資により大崎クールジェンが設立され、事業実施者となっている。

中国電力が自社の発電所敷地、発電所の付帯設備を提供し、電源開発はこれまでの技術開発で得られた技術ノウハウ等を提供する。

また、中国電力と電源開発は、本プロジェクトに係る基礎的研究開発を行い技術的なサポートを行っている。

本事業は、酸素吹 IGCC について、事業用火力発電設備としての実用化へ向けた最終段階の検証を行うものであり、検証された技術の普及促進の観点からも酸素吹 IGCC が実用化した場合にその運用を行うと想定される電気事業者が主体となり事業を実施することが望ましい。

5-2-2. 実施体制

本事業は図 5-2 の体制で実施している。大崎クールジェンと出資会社である中国電力及び電源開発との間で研究委託契約を締結し、実証事業費のうち補助金(補助率:1/3)を除いた 2/3 については両出資会社からの分担金で賄い実証事業を確実に遂行する。

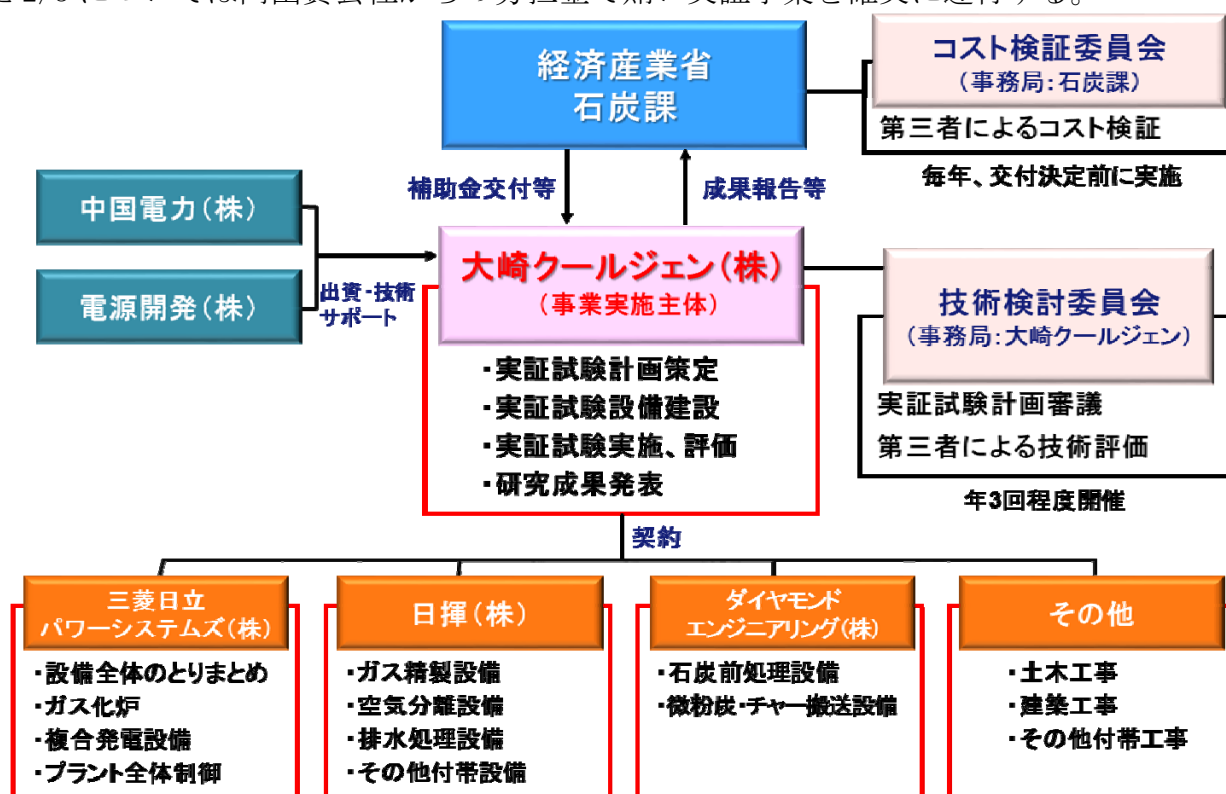


図 5-2 研究開発実施体制

実証事業の実施にあたり学識経験者（6 名）からなる「技術検討委員会」を設置した。年間に 3 回開催し、事業実施計画検討、事業進捗状況確認、事業実施結果について評価を行う他、実証試験においてトラブルが発生した場合には解決策等の助言を行っている。「技術検討委員会」における評価結果について実証試験計画へ反映させることで、より効果的に実証事業を実施している。

技術検討委員会はこれまでに計 7 回開催し、委員の意見・助言を踏まえ、設備計画や実証試験内容に反映した。

5-2-3. 国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動

プロジェクトの進捗にあわせて、見学対応、ホームページ（日本語、英語）やプロジェクトガイド（建設情報発信誌）を通じたプロジェクトの情報発信を実施。さらに地元の高

等専門学校との「発電所内 3D 案内システム共同研究開発」などを通して、本事業の理解普及活動を実施している。

(1) 見学者対応

平成 27 年 3 月までの実績：151 件、1,001 名

(2) 地元とのコミュニケーション

第 1 回大崎上島町産業文化祭すみれ祭り説明パネル出展(平成 26 年 2 月)

第 2 回大崎上島町産業文化祭すみれ祭り説明パネル出展(平成 27 年 2 月)

(3) 発電所内 3D 案内システム共同研究開発

地元大崎上島町の独立行政法人国立高等専門学校機構広島商船高等専門学校と共同で、「発電所内 3D 案内システム共同研究開発」を実施。3D グラフィクスで実証試験発電所を再現し、タブレット端末などを使い、あたかも発電所内を歩いて見学しているかのように体験できるシステムを開発。

5-3. 資金配分

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業は、総合科学技術会議および産業構造審議会の事前評価を経て、経済産業省補助事業として、平成 24 年度から開始している。第 1 段階は、平成 24 年度から平成 30 年度までの期間を予定しており、酸素吹 IGCC 実証試験設備の設計および建設を行い、平成 29 年 3 月から実証試験を開始することを目指し、効率的な事業運営を実施した。工程及び事業費の年度展開を表 5-1 に示す。総事業費は約 900 億円であり、国から 1/3 の補助を受けている。

平成 25 年度の行政事業レビュー(秋のレビュー)において、本実証事業については、PDCA サイクルが十分に機能しているとは言い難く、「第三者の専門家を入れた国によるコスト検証の仕組みの導入などによるコスト削減を図るべきではないか。」との指摘を踏まえ、「コスト検証委員会」を設置し、平成 26 年度以降の毎年の補助金交付決定前(1~3 月)に、国として、第三者によるコスト検証を実施している。

平成 26 年度および平成 27 年度の交付決定を受けるにあたって、コスト検証委員会で、実施体制、コスト削減、事業計画について検証が実施され、全体として妥当(十分)との判断を頂いている。

本事業の総事業費は、事業開始時点では 903 億円としていたが、平成 26 年度から新規に発注を行うものについて競争入札を実施したことに加え、一部設備の仕様の詳細精査、現地工事の最適化等により、総事業費を約 8 億円削減、約 895 億円となる見込みである。

表 5-1 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業の工程および事業費

【億円】

年度		平成24年度 (2012年度)	平成25年度 (2013年度)	平成26年度 (2014年度)	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	合計
第1段階 酸素吹IGCC 実証	事業費	41.1	183.0	194.1	183.9	183.0	60.9	57.0	903.0
	累計	41.1	224.1	418.2	602.1	785.1	846.0	903.0	
	配流経反映		事業費	186.1	183.9	183.0	60.9	57.0	895.0
			累計	410.2	594.1	777.1	838.0	895.0	
	現状	事業費	41.1	209.9	187.1	178.5	160.5	60.9	895.0
	累計	41.1	251.0	438.1	616.6	777.1	838.0	895.0	
			3/1着工 ▽	機電着工 H26.6 ▽	水圧 H27.7 受電 H27.11 ▽	ガス化炉点火 H28.6 ▽	実証試験開始 H29.3 ▽		
			酸素吹IGCC詳細設計・建設				実証試験		
	実施内容		・設計 ・製作 H25.2から (一部設備) ・土木工事 H25.3着工	・設計 ・製作 ・土木工事 ・機電工事	・設計 ・製作 ・土木工事 ・機電工事 ・水圧試験 ・受電	・機電工事 ・試運転調整 ・設備竣工	・基本性能確認 プラント性能 環境性能 ・多炭種適用性確認 ・設備信頼性確認 長時間耐久試験 ・制御性、運用性確認 負荷変化率 起動停止時間 ・経済性評価		

※ 平成26年度までは実績額、平成27年度以降は予定額を記載している。

5-4. 費用対効果

本事業において酸素吹IGCC、CO₂分離・回収型IGCC、IGFCが確立し、確立した技術を国内の石炭火力の新設、リプレースに適用することで、国内における石炭消費量の抑制とCO₂排出量削減に貢献する。

さらに、日本の持つ最新のクリーンコール技術を、諸外国の新設火力と老朽化した低効率石炭火力のリプレースに適用することで、諸外国における石炭消費量の抑制とCO₂排出削減に貢献する。

国内において以下の導入効果が見込まれる。

(1) CO₂削減効果

発電効率が現行(USC)の最高レベルの40%(送電端効率(HHV)。以下同じ)から46%(IGCC:1,500℃級GT)まで向上すれば、CO₂排出量は約1割強、55%(IGFC)まで向上すれば、約3割の削減が可能。

さらに、CO₂分離・回収型IGCCについては、CCSと組み合わせることによりCO₂の排出を大幅に抑制することが可能となる。

(2) 経済効果^{※1・2}

石炭火力発電所の建設コストは、約25万円/kWと試算されている。2020年から30年間で出力60万kW級のIGCCリプレース需要を試算すれば14ユニットであり、経済効果は約2兆円となる。

(3) 雇用創出効果^{※3}

出力60万kW級のIGCCにリプレースすることで、1ユニットあたり建設中の4年間に毎年約1,000人規模の雇用が新たに創出される。14ユニットの雇用（4年間）創出効果は約1万4千人と試算される。

また、石炭火力発電所に関連する老朽化した石炭インフラ設備を新設することによる経済効果や、雇用創出効果も期待できる。

※1 発電コスト検証WG（2015年5月11日）資料より

※2 リプレース需要

- 2020年から2050年までの30年間で運転開始後40年を経過する石炭火力発電所は3,400万kWであり、石炭火力にリプレースすると想定。
- 内訳を、酸素吹IGCC/IGFC、空気吹IGCC、USC、A-USCで1/4ずつとすれば850万kW。
- 1ユニットの出力60万kWとすれば、30年間で14ユニットの潜在需要と試算。

※3 エコプロダクツ2009 クリーンコールセミナー資料より

世界においては、図 5-3に示すとおり石炭火力は2014年～2040年にかけて世界全体で約1,360GW（52.4GW/年）が新設され（リプレースを含む）、アジア・大洋州は、約1,100GW増加（42.2GW/年）と増加量の大半を占める。

アジア・大洋州は産炭国も多く、利用する炭種、導入時期、他産業との連携等のニーズに応じた日本の高効率石炭火力発電技術の導入促進で地球環境問題対策に大きく貢献することが期待出来る。

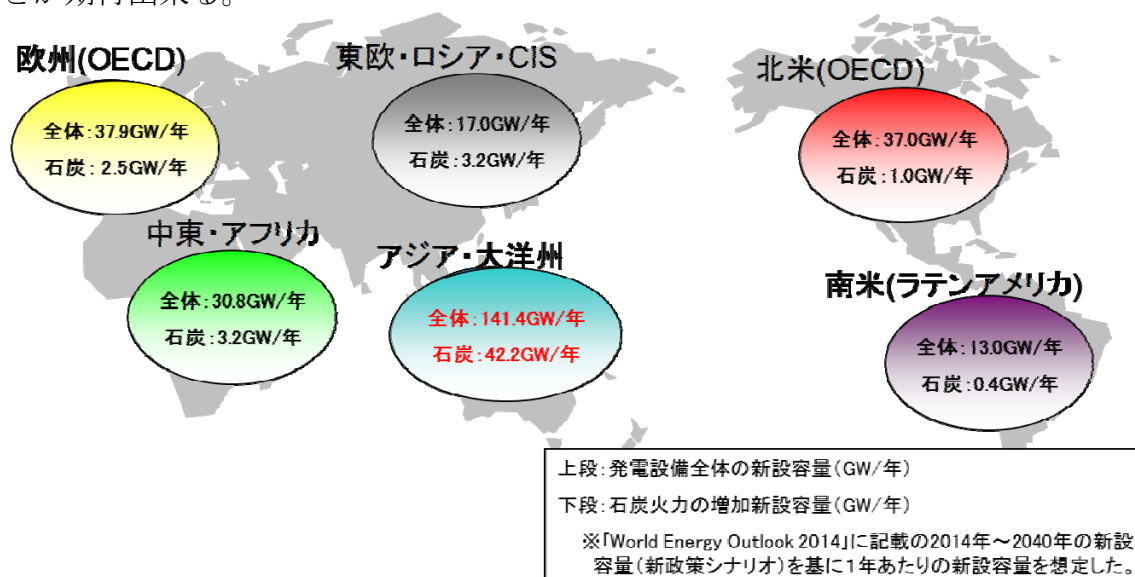


図5-3 世界の石炭火力の導入見通し

5-5. 社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業開始（平成24年度）以降、下記のような情勢変化があり、本実証事業の重要性が一層強くなったと考えられる。

5-5-1. エネルギー基本計画

平成 26 年 4 月 11 日に閣議決定された新しい「エネルギー基本計画」の中で、石炭は、温室効果ガスの排出量が多いという問題はあるが、安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価されている。

第 1 段階で実証する IGCC は、「発電効率を大きく向上させることで発電量当たりの温室効果ガス排出量を抜本的に低下させる高効率化技術として開発をさらに進める。」とされている。

その他、日本の政策等における IGCC の重要な位置づけについて表 5-2 に示す。

表 5-2 日本の政策等における IGCC の位置づけ

日本の政策等	記載内容（抜粋等）
科学技術基本計画 (平成 23 年 8 月 19 日 閣議決定)	「グリーンイノベーションの推進」の中で、石炭ガス化複合発電等と二酸化炭素の回収及び貯留を組み合わせたゼロエミッション石炭火力の実現に向けた研究開発等の取組を推進する。
科学技術イノベーション総合戦略 2015 ～未来創造に向けたイノベーションの懸け橋～ (平成 27 年 6 月 19 日 閣議決定)	重点的取組「高効率かつ高効率かつクリーンな革新的発電・燃焼技術の実現」において、2030 年までの成果目標が以下のとおり記載されている。 ・2020 年代に先進超々臨界圧火力発電と高効率・高信頼性石炭ガス化複合発電を実用化し、輸出促進 ・2030 年代に石炭ガス化燃料電池複合発電を実用化 ・2020 年頃までに二酸化炭素分離・回収・貯留技術を実用化
平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン対象施策の特定について (平成 26 年 9 月 19 日 総合科学技術・イノベーション会議)	＜高効率化かつクリーンな石炭火力発電の実現＞ 本施策では、究極の高効率石炭火力発電技術である石炭火力発電技術である IGFC と CO ₂ 分離・回収技術を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。そのための取組として、IGFC の基幹技術である酸素吹 IGCC を確立させるべく、信頼性、耐久性、高効率性、経済性等を実証する。
環境エネルギー技術革新計画 (平成 25 年 9 月 13 日 総合科学技術会議)	「2030 年頃までに実用化が見込まれる技術」として、高効率石炭火力の更なる高度化と CCS 技術との組合せが記載されており、各技術項目のロードマップ等の「1. 高効率石炭火力」の中で、IGCC および IGFC が記載されている。さらに、「10. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)」では、火力発電システムとのインターフェースの確保が重要とされている。
エネルギー関係技術開発ロードマップについて (平成 26 年 12 月 経済産業省)	技術ロードマップ「9. 高効率石炭火力発電」で IGCC の記載あり。

5-5-2. 電力システム改革

電気事業の自由化は、卸電力自由化は 1995 年より、小売供給自由化は 2000 年の大口需要家を対象に実施されて以降、段階的に実施されており、事業者としても自由化範囲拡大を念頭に競争力（安定性、経済性、環境性）のある電源の開発が必要だという認識のもと、安定供給性や経済性に優れた石炭火力の更なる効率向上を目指し、本事業を立ち上げ、推進してきている。

現在、国が進めている電力システム改革において、2016 年を目途に小売全面自由化、2018 年～2020 年目途に小売料金規制撤廃の法整備がなされている。電力自由化に向けては、競争力のある電源を確保するため、各分野の事業者が多く石炭火力の新増設を計画中である。安全性、経済性、安定供給性ととも環境性、いわゆる 3E+S は我が国のエネルギー政策の基本であり、環境性に優れた本技術の早期実用化が一層重要になってくる。

5-5-3. 海外における石炭火力発電を取り巻く情勢

2015 年 12 月開催予定の気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において CO2 排出削減の新たな枠組みが採択される見通しであり、世界的に環境負荷低減に向けた規制が厳しくなる可能性がある。

米国においては、2013 年 6 月にオバマ大統領が「オバマ大統領気候変動計画（米国）」を発表、その中で石炭火力発電にとっては CCS を設置しなければ現状達成が困難なレベルの CO2 排出基準（環境保護庁規制案：約 0.499kg-CO2/kWh）の制定を検討するとともに、海外の石炭火力発電所の新設に対する公的金融支援を終了するよう他国や国際金融機関にも求めていく旨を表明した。

米国が公的支援の終了を他国へ求めていることに関しては、今後経済発展を進める新興国、途上国がその増大する電力需要に応えるためには、一定程度石炭火力発電プラントの新增設・リプレースに依存せざるをえないことは明らかであり、こうした中、公的金融支援がなければ、高効率な石炭火力発電プラントよりも新興国の低コストながら低効率な発電プラントが導入されることになり、CO2 排出抑制の観点からはむしろ望ましくない結果となる恐れがあることが懸念されている。

一方、イギリスにおいては排出原単位基準（EPS）が制定され、新設の場合は設備の CO2 排出原単位 0.45kg-CO2/kWh という規制値が、カナダにおいては新設の石炭火力発電所、経済的耐用年数に達した古い発電所を対象に 0.42kg-CO2/kWh の排出基準が課されており、CCS 設備を備えない新規石炭火力は建設が困難な状況にある。

こうした CO2 排出規制の強化に向けた検討の動きがある中、エネルギー資源の大半を輸入に頼る我が国においては、安定供給性やコストの面で優れたエネルギー源である石炭火力は今後も必要不可欠な存在であり、今後もその役割を継続的に果たしつつ環境影響を抑制していくためには、高効率の石炭火力発電を利用していく必要がある。

また、アジアなどにおいて LNG（液化天然ガス）はいまだ高価格であり、経済発展を進める新興国、途上国がその増大する電力需要に応えるためには、主に自国産の低廉な石炭を使った火力発電に頼らざるを得ない国も多いこと、さらに、これまで IGCC や CCS の開発を推進してきた米国や欧州において、前者では、シェールガス革命により、後者では再生可能エネルギーの大量導入により、高効率石炭火力の開発・導入が停滞している状況下において、日本で IGCC や CO2 分離・回収型 IGCC、IGFC の開発を進めることは、低廉な低品位炭に適した発電方式として、今後、電力需要が拡大するアジア・大洋州を中心に海外普及が望め、世界的な CO2 排出削減に貢献できることから、重要である。

5-5-4. 国内外の IGCC 技術開発・運転状況

海外における IGCC の実証事業としては、表 3-6 に示されている 1990 年代に実施された Buggenum IGCC（オランダ）、Puertollano IGCC（スペイン）、Wabash River IGCC（アメリカ）、Tampa IGCC（いずれもアメリカ）が 4 大プロジェクトとして知られている。

内、Buggenum（オランダ）は、欧州の再生エネルギー拡大の影響を受け、2013 年 3 月末に廃止されている。また、Puertollano（スペイン）についても、同様の理由により、稼働率が小さい状況であり、廃止も検討されている。一方、Wabash River および Tampa（いずれもアメリカ）については、ガス化しやすいペトコークとの混焼により運転を継続しているが、連続運転時間が 3,000 時間以下と短い。

最近では、Edwardsport（アメリカ）、GreenGen（中国）が運転を開始しており、CO2 分離・回収型 IGCC としては、Kemper（アメリカ）が 2016 年から運転を開始する予定である。しかし、いずれにおいても、連続運転時間は短い。

一方、国内においては、空気吹 IGCC の技術開発（250MW）がクリーンコールパワーで国の補助事業として、2007 年度より実証試験を開始、2010 年度に終了した。その後、IGCC

技術の成熟化に向けた検証を 2013 年 3 月に完了、同年 4 月から常磐共同火力(株)が商用機として運転を開始し、世界最長の連続運転時間 (3,917 時間) 達成している。さらに、福島県に商用規模 (500MW 級) 2 基の建設計画がある。

このような背景において、適合炭種幅が広く、信頼性の高い酸素吹石炭ガス化技術の開発・実証、併せて効率的な CO₂ 分離・回収型 IGCC 技術の確立が求められている。

B 第 2 段階事前評価

1. 事業アウトカム

a. 事業の目的

本事業では、石炭火力発電から排出される CO₂ を大幅に削減させるべく、究極の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（IGFC）と CO₂ 分離回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。

なお、平成 26 年 4 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」における石炭の位置づけは、「温室効果ガスの排出量が大きいという問題があるが、地政学的リスクが化石燃料の中で最も低く、熱量当たりの単価も化石燃料の中で最も安いことから、安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価されており、高効率火力発電の有効利用等により環境負荷を低減しつつ活用していくエネルギー源である。」とされており、また平成 27 年 7 月に決定された「長期エネルギー需給見通し」においても、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効活用を推進する。」「二酸化炭素の回収・貯留（CCS）及び利用に関する技術について、2030 年度以降を見据えて開発・利用の促進を図る。」と整理されているところであり、これらの方針に沿った技術開発である。

(a) 第 1 段階：酸素吹 IGCC 実証

IGFC の基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電（IGCC）の実証試験設備（166MW）を建設し、性能（発電効率、環境性能）・運用性（起動停止時間、負荷変化率等）・経済性・信頼性に係る実証を行う。

(b) 第 2 段階：CO₂ 分離・回収型 IGCC 実証

第 1 段階で構築した IGCC 実証試験設備に CO₂ 分離・回収設備（CO₂ 回収率※15%）を組み入れて、CO₂ 分離・回収型石炭火力発電システムとしての性能・運用性・経済性・信頼性に係る実証を行う。

(c) 第 3 段階：CO₂ 分離・回収型 IGFC 実証

第 2 段階で構築した CO₂ 分離・回収型 IGCC システムに燃料電池を組み込み、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認し、最適な石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）システムの実証を行う。

※CO₂ 回収率〔IGCC 全体の CO₂ 回収割合〕：

$$(\text{分離回収された CO}_2 \text{ ガスの C 量} / \text{IGCC 全体ガスの C 量}) \times 100$$

b. 事業の必要性

石炭は、他の化石燃料と比べ、可採年数が約 113 年と長く、世界各国に幅広く分布する等、安定供給性が高く、経済性に優れることから、エネルギー自給率が極めて低い我が国にとって重要な一次エネルギー源である。

平成 26 年に閣議決定された「エネルギー基本計画」において、石炭火力発電所は、「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価され、「IGCC 等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発・実用化を推進する」ことが盛り込まれた。更に、平成 27 年 7 月に決定された「長期エネルギー需給見通し」においても、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、2030 年の石炭火力の比率を 26%程度とする方向性が示された。今後、再生可能エネルギーが増加していくなかでも、コストが低廉な電源から稼働させるなどの運用（メリットオーダー）が全国大

で進められるため、経済性の優れる石炭火力は、ベースロード電源として高稼働で運用されると考えられ、特に高効率な IGCC はベースロード電源としての期待が高い。

一方で、石炭は他の化石燃料と比べ燃焼時の単位当たり CO₂ 排出量が大きく、地球環境問題での制約要因が多いという課題を抱えている。「長期エネルギー需給見通し」でも、2030 年度の 2013 年度比 26%の温室効果ガス削減目標の達成に向けて、石炭火力の高効率化が行われることが前提となっており、一層の CO₂ 排出量の抑制が求められている。エネルギー基本計画においては 2020 年頃の二酸化炭素回収貯留（CCS）技術の実用化を目指した研究開発を行うこと、長期エネルギー需給見通しにおいては、二酸化炭素の回収貯留（CCS）及び利用に関する技術について、2030 年度以降を見据えて開発・利用の促進を図ることが盛り込まれている。

したがって、石炭火力発電の高効率化及び CO₂ 排出量削減の観点から本事業を実施する必要性がある。

【CCS を取り巻く情勢と第 2 段階の位置づけ】

2015 年 12 月開催予定の気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において CO₂ 排出削減の新たな枠組みが採択される見通しであり、世界的に環境負荷低減に向けた規制が厳しくなる見込みであるものの、将来の CO₂ 排出削減の枠組みが決まらない中、発電と CCS を組み合わせたプロジェクトについては、新規の大型プロジェクトの立ち上げが減り、プロジェクトの進展は減速傾向であり、特に欧州では、経済の停滞や陸域 CO₂ 貯留への住民の反対の影響が大きく、プロジェクトの中止・中断が多発。米国においてはガス価格の低下等も経済性が成り立たない一要因となっている。

一方で、米国、カナダ、英国などで新設火力に対する排出原単位規制が検討、導入されるなか、EOR 機会のもと CCS プロジェクトが進行しているのも事実であり、カナダのバウンダリーダムプロジェクトは、原単位規制の下、既設石炭火力の将来対策オプションを検証するものである。

エネルギー自給率が低い我が国において供給安定性、経済性が優れる石炭の重要性は変わらず、併せて CO₂ 排出削減量目標が議論されている現状において、CO₂ 削減策に対する多様なアプローチをしていく必要がある。

本事業は、エネルギーロスの少ない CO₂ 分離・回収型 IGCC の確立を目的とするものであり、CCS チェーンのなかでも最も重要な基盤技術である発電からの CO₂ 分離回収技術の大幅な効率向上とコスト低減に寄与できる。

c. アウトカムの具体的内容とその時期

世界の温室効果ガスの排出を 2050 年までに半減するという長期目標を達成するため、当省は「Cool Earth—エネルギー革新技术計画」（2008 年（平成 20 年）3 月）を策定し、重点的に取り組むべき革新的なエネルギー技術を「21」分野選定。「21」分野の技術には、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」が含まれている。

その後、「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」（2013 年（平成 25 年）6 月）において、クリーンで経済的なエネルギーが供給される社会の実現に向け、「高効率石炭火力」について、以下のアクションプランが提示されている。

- ・1,500 度級の石炭ガス化複合発電（IGCC）について、2020 年代の実用化を目指す（発電効率 39%程度→改善後 46%程度）。
- ・石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）について 2025 年までに技術を確立し、2030 年代の実用化を目指す（発電効率 39%程度→改善後 55%程度）

さらに、図 2-1 に示すように、第四次エネルギー基本計画を踏まえて、2014 年（平成 26 年）12 月にまとめられた「エネルギー関係技術開発ロードマップ」において、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」のロードマップが国際展開も見据えた形で整理されている。

また、本年（2015 年（平成 27 年））6 月に「長期エネルギー需給見通し（案）」（7 月に最終決定）において、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効活用を推進する。」「二酸化炭素の回収・貯留（CCS）及び利用に関する技術について、2030 年度以降を見据えて開発・利用の促進を図る。」と整理されたことを受けて、6 月から産学官の有識者からなる「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」を 4 回にわたって開催し、CO₂ 回収・利用（CCUS）を含む次世代の火力発電関連技術を早期に技術確立し、実用化するための、技術ロードマップの中間とりまとめを行ったところ。この中間とりまとめの中では、火力発電全体の平均発電効率を大幅に向上させるために、各技術の更なる性能向上を追求しつつ、究極的な発展系である燃料電池複合発電技術の可能な限り早期の確立を目指す方針が示された。石炭火力関係の個別の開発方針は以下の通りである。

- ・ IGCC について 2018 年頃技術確立、量産後従来機並みの発電単価を実現。
- ・ IGFC について 2025 年頃技術確立、量産後従来機並みの発電単価を実現。
- ・ CCUS について、物理吸収法を 2020 年頃技術確立、回収コスト 2,000 円/t を目指す。

11. 二酸化炭素回収・貯留（CCS）

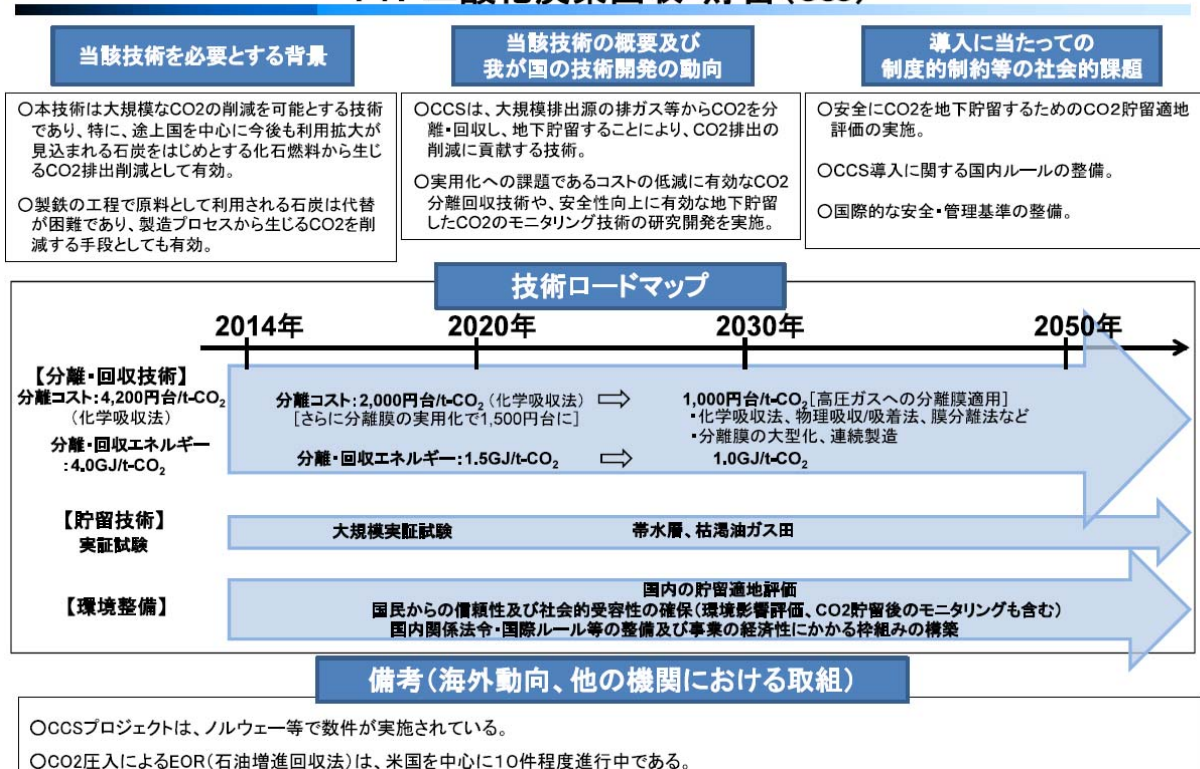


図 2-1 エネルギー関係技術開発ロードマップ

本事業は高効率石炭火力発電である酸素吹 IGCC の実証試験（第 1 段階）の後に CO₂ 分離・回収設備（CO₂ の輸送・貯留・利用実証を除く）を組み込んだ実証試験（第 2 段階）を行うとともに、更に燃料電池を組み込んだ CO₂ 分離・回収型 IGFC の実証試験（第 3

段階)を実施するものである。

本事業の第1段階が終了する2018年度(平成30年度)以降、既に天然ガス焚で実用化している1,500℃級ガスタービンを酸素吹IGCCに適用することにより、送電端効率(HHV):46%の酸素吹IGCCが実用化され、本事業の第2段階が終了する2020年度(平成32年度)以降、低炭素を目指したCO₂分離・回収型石炭火力が実現できる見込み。

また、NEDOが事業用燃料電池開発ロードマップに示す大型燃料電池を開発し、本事業の第3段階が終了する2021年度(平成33年度)以降、石炭火力発電の飛躍的な高効率化を可能とするCO₂分離・回収型IGFCが実現できる見込みである。

d. アウトカムが実現した場合の経済や競争力、問題解決に与える効果の程度

石炭火力発電の高効率化によりCO₂排出量の抑制が可能となる。更にCCSを組み合わせた場合はCO₂排出量を大幅に抑制することが可能となる。

<CO₂排出量の抑制効果>

現状の最新鋭微粉炭火力(送電端効率(HHV):40%[※])のCO₂排出原単位は0.8kg-CO₂/kWhであるが、IGCC(送電端効率(HHV):46%)では0.7kg-CO₂/kWh、IGFC(送電端効率(HHV):55%)が実現した場合は0.6kg-CO₂/kWh、更にCCSを組み合わせた場合は0.1kg-CO₂/kWh程度と大幅に減少する。

※BATの参考表【平成26年4月時点】(経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしている最新鋭の発電技術)より

e. アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標(技術的成果等)の具体的内容とその時期

本事業における酸素吹IGCC実証が終了する2018年度(平成30年度)までに、送電端効率(HHV):46%、CO₂排出原単位0.7kg-CO₂/kWhを達成する酸素吹IGCCの技術確立を目指す。

また、本事業におけるCO₂分離・回収型IGCC実証が終了する2020年度(平成32年度)までに、送電端効率(HHV):40%程度を達成するCO₂分離・回収型IGCC(CO₂回収率90%)の技術確立を目指す。これにより、CCSを組み合わせた場合、CO₂排出原単位は0.1kg-CO₂/kWh程度まで大幅に減少することが期待できる。

2. 研究開発内容及び事業アウトプット

a. 研究開発の意義

最新の微粉炭火力発電(USC)は、石炭を燃焼し発生した蒸気のみで発電を行うが、酸素吹IGCCは、固体燃料である石炭を酸素で高効率にガス化した後、ガスタービンと蒸気タービンとで高効率複合発電を行うものである。また、酸素吹IGCCでは、微粉炭火力発電では利用できない灰溶融点の低い石炭(低品位炭)を活用できる。つまり酸素吹IGCCは、これまで利用できなかった低品位炭を用いて高効率発電を実現する技術である。さらに、酸素吹IGCCでは、燃焼前の石炭ガス化ガスから効率良くCO₂を回収できるため、革新的低炭素石炭火力の実現に不可欠な発電技術である。

本事業において実証を行う酸素吹IGCCの核となる酸素吹ガス化炉(EAGLE炉)は、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達成する他、多炭種適用

性、信頼性の点で海外の先行ガス化炉を凌駕することが期待できることから、実用化した場合には世界的に普及を拡大していくことが望める技術である。

高効率石炭火力発電から更に CO₂ 排出を削減するには、CO₂ 分離回収が不可欠であるが、CO₂ を分離する為のエネルギー損失による発電効率の著しい低下が課題である。一方、本事業で検証する CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC は、高圧・高濃度の CO₂ を対象に高圧プロセスで優位な物理吸収法を用いて効率的に CO₂ を分離し、IGCC システムとの最適化を目指しており、本システムが検証されれば CO₂ 回収によるエネルギー損失を抑え、CO₂ 分離回収をしていない微粉炭火力と同等（送電端効率（HHV）：40%程度）の発電効率を持つ CO₂ 分離・回収型 IGCC の見通しを得ることができる。

物理吸収法は、将来の IGCC の高効率化技術として期待される高温ガスタービンプロセスでは対象ガスの高圧化により、化学吸収法に比べ更なる効率向上が見込める技術である。

これにより、国内の CO₂ 分離・回収型 IGCC の普及に寄与できるとともに、今後電力需要の伸びとともに石炭火力の新設が予想されるアジア・大洋州においても普及が望め、世界的な CO₂ 排出削減に貢献できる技術である。

b. 研究開発の必要性

CO₂ 分離・回収設備を構成する CO シフト反応器、湿式 CO₂ 吸収再生装置は石油精製や化学工業等での実績が豊富であるが、既存の IGCC プラントに組み合わせた実績はないため、IGCC プラントに CO₂ 分離・回収設備を付設し、CO₂ 分離・回収設備が発電プラントの運用に与える影響を評価しておく必要がある。

c. 研究開発の概要

(a) 検証する技術

微粉炭火力発電プラントの運用方法は石油精製や化学工業界における運用とは異なり、電力需要の増減に対応して発電出力を変化させなければならない。このため、発電出力変化幅で 50～100%(定格出力)、負荷変化率が 1～3%/分が一般的である。

IGCC プラントに CO シフト反応器や CO₂ 分離回収装置が付設された場合、安定的に高効率発電を維持し、同時に CO₂ を安定的に分離回収することが求められる。具体的には以下の項目が検証項目となる。

- ① CO シフト反応器（石炭ガス中の CO を H₂ に変換）について、原料ガス量・組成が変動した場合、発熱反応である CO シフト反応器内の温度を安定制御する運転方法を確立すること。
- ② 湿式 CO₂ 吸収再生装置について、原料ガス量の変動に対する吸収液循環量等の最適化をはかり、回収した CO₂ 純度を目標値に維持する運転方法を確立すること。
- ③ 負荷変化時等に CO₂ 回収装置の処理ガスの割合が変動することによる、ガスタービン入口の水素濃度の変動に対し、ガスタービン出口 NO_x の上昇が規制値内となることを確認すること。

また、検証する CO₂ 分離回収システムは以下の通りとする。その他、サワーシフト触媒のパイロット試験を実施する。システム概要を図 2-2 に示す。

実証規模	IGCC ガスからの CO2 回収率 15%相当
CO2 吸収再生方式	物理吸収方式
CO シフト方式	スイートシフト（脱硫後ガス抜き出し）
基本性能	CO2 回収効率(※)90%以上、回収した CO2 の純度は 99%以上

※ CO2 回収効率〔分離回収装置単体の CO2 回収割合〕：

(分離回収された CO2 ガスの C 量/CO2 分離回収装置導入ガスの C 量) ×100

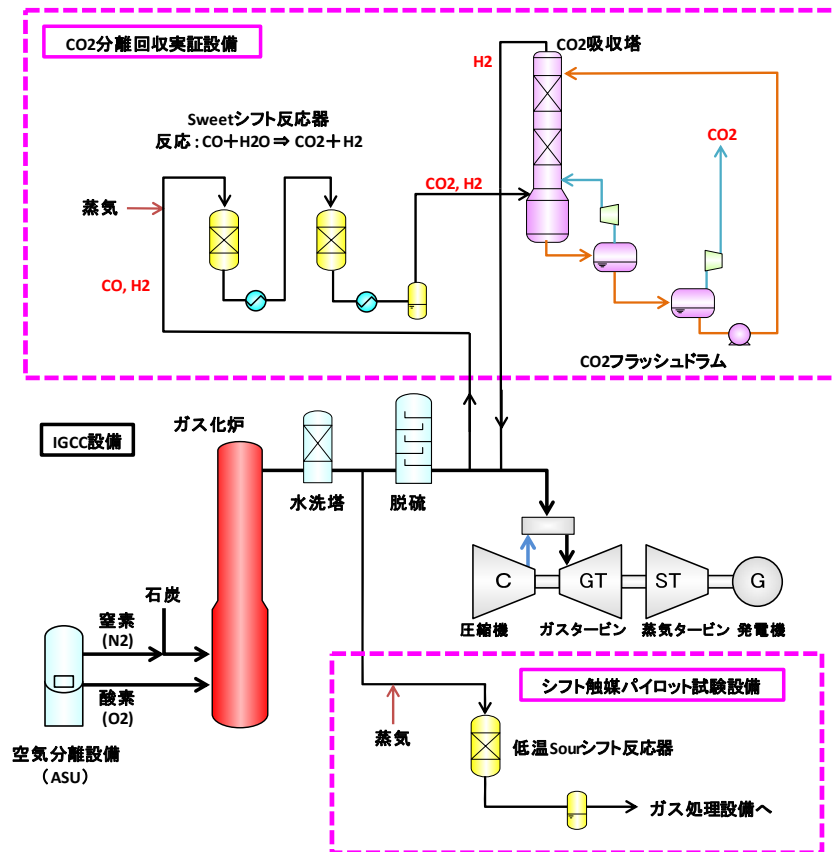


図 2-2 実証システム概要

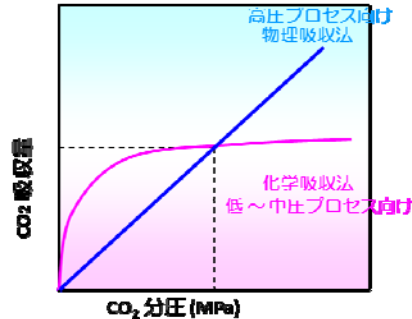
(b) CO2 吸収再生方式

CO2 吸収再生プロセスとしては高圧プロセスに適している「物理吸収法」を採用、プロセスは EAGLE で検証したセレクソール (Selexol) の改良プロセスの実証を行う。以下に採用の理由を記載する。

現在、商用化されている CO2 吸収再生方式としては、化学吸収方式と物理吸収方式がある。

表 2-1 CO₂ 吸収再生方式の特徴

	化学吸収方式	物理吸収方式
概要	アルカリ性溶液にCO ₂ を化学反応によって吸収させ、吸収液を過熱することによりCO ₂ を放出して回収する。	ポリエチレングリコール等の吸収液にCO ₂ を吸収させ、その後減圧(加熱)することによりCO ₂ を放出して回収する。
特性	CO ₂ 吸収量は、吸収液成分の量による CO ₂ 吸収量の 圧力依存性	CO ₂ 吸収量は、圧力が高いほど溶解する。
製品	UCARSOL プロセス等	Selexol プロセス等



EAGLE 成果、システム効率計算結果を図 2-2 に示す。化学吸収法、物理吸収法を比較すると商用機 IGCC (1, 500℃級 GT) では物理吸収法が有利となる結果を得ている。

	発電効率 (送電端HHV : %)	効率低下 (%)
IGCC (CO ₂ 回収なし)	45.6	ベース
IGCC+CO ₂ 回収 (化学吸収法)	37.8 (Step2) 38.3 (Step3)	▲7.8 ▲7.3
IGCC+CO ₂ 回収 (物理吸収法)	39.2	▲6.4

[試算の前提条件]
 ・発電出力
 370MW
 ・1500℃級GT採用
 ・CO₂回収率90%

図 2-3 商用規模の新設 IGCC-CO₂ 回収プラントでの発電効率の試算

また、物理吸収法は、将来の IGCC の高効率化技術として期待される高温ガスタービンプロセスでは対象ガスの高圧化により、化学吸収法に比べ更なる効率向上が見込める技術である。

さらに、本実証では EAGLE で実証したセレクソールの改良法を実証する。セレクソールの改良法は、新しい吸収液 (Selexol Max) を使ったプロセスであり、粘性が低いことから、ランニングコスト、イニシャルコストの低減が見込める。

(c) CO シフト方式

本実証は、脱硫後のガス (H₂S を含まないスイートガス) を対象に、スイートシフト触媒を用いて、シフト反応 ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$) をさせ、生成する CO₂ について物理吸収法を用いて回収する方式を採用する。以下に採用の理由を記載する。

一般に、脱硫後の H₂S を含まないガスを対象にシフト反応を実施するスイートシフトと、脱硫前の H₂S を含むガスを対象にシフト反応を実施するサワーシフトがあり、それぞれに適した触媒を使用している。概要は図 2-3 に示す。

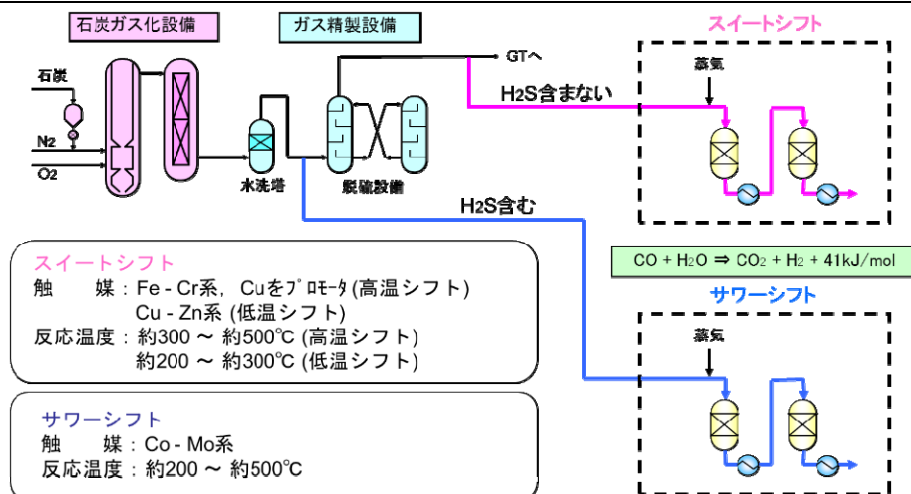


図 2-4 スイートシフト、サワーシフト概要の例

EAGLE 成果等におけるシステム効率計算結果より、新設で発電効率を迫及することを目的とした場合は、脱硫前のガスを対象にサワーシフトを実施することが適しているが、追設の場合はスイートシフトが適していることがわかった。

本実証は追設となること、物理吸収法との組み合わせにおいては、EAGLE において未確認であるシステムであることから、スイートシフト方式を対象とする。

(d) 実証規模

CO₂ 回収装置の実証規模は、以下の要因を勘案し、IGCC からの回収率を 15%とし、CO₂ 回収量年約 10 万トンで行う。

- ① CO₂ 回収プロセスの性能評価に当たって、回収率の規模が 15%（10 万トン/年）あれば、放熱損失の影響も少なく、正確な評価が可能である。
- ② 第三段階の試験装置の設置スペース、および将来の国による CCS, CCU 等の実証への拡張性も考えて一定スペースを確保しておきたい。
- ③ 年 10 万トン規模の CO₂ があれば、国が行う将来の様々な実証にも対応できる。
- ④ 予算を効率的に実証試験に充当するため、検証目的を満足する合理的な規模とする。

d. 研究開発の目標（第 2 段階）

石炭火力として備えるべき運用性、信頼性を有する CO₂ 分離・回収型 IGCC を構築し、商用化の目途を得ること、さらに CO₂ を回収しても微粉炭火力並みの発電効率を目指すことを目標とする。具体的な目標は表 2-2 の通り。

表 2-2 CO₂ 分離・回収型 IGCC 実証試験開発目標

基本性能 (発電効率)	目標	新設商用機において、CO ₂ を 90%回収しつつ、発電効率 40%(送電端、HHV)程度の見通しを得る。
	設定根拠	CO ₂ 回収時のエネルギーロスによる発電効率の低下という課題に対し、CO ₂ を 90%回収(全量ガス処理)しながらも、現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率 40%程度の見通しを得ることで、低炭素且つ高効率の CO ₂ 分離・回収型 IGCC の普及につながる。 IGCC 実証機に CO ₂ 分離・回収装置(CO ₂ 回収率 15%規模)を付設して試験を実施し、発電効率 39.2%程度(送電端、HHV)を達成すれば、商用機で発電効率 40%程度の見通しを得ることができる。
基本性能 (CO ₂ 回収効率、CO ₂ 純度)	目標	CO ₂ 分離・回収装置における CO ₂ 回収効率:90%以上 回収 CO ₂ 純度:99%以上
	設定根拠	革新的低炭素型石炭火力の実現の為に CO ₂ 分離・回収装置単体における回収効率は 90%以上を目標とする。 CO ₂ 地中貯留から求められる可能性がある CO ₂ 純度について、湿式物理吸収法を使って定常運転時、体積百分率 99%以上を目標とする。
プラント運用性・信頼性	目標	CO ₂ 分離・回収型 IGCC システムの運用手法を確立し、信頼性について検証する。
	設定根拠	商用機において、CO ₂ 分離・回収型 IGCC システムを構築するには、プラントの起動停止や、発電所特有の負荷変動等に対し、IGCC 本体に追従した CO ₂ 分離・回収装置の運用手法を確立し、信頼性を検証することが必要である。
経済性	目標	商用機における CO ₂ 分離回収の費用原単位について技術ロードマップに示された費用原単位をベンチマークとして評価する。
	設定根拠	CO ₂ 分離・回収型 IGCC を普及させるに当たっては、費用原単位評価が必要であり、CO ₂ 回収設備建設時期や発電所敷地等の制約に応じた評価を実施することで、経済的な方式を選択できること。

e. 類似の研究開発との比較

本事業における酸素吹IGCC実証（第1段階）に類する事業としては、1999年度（平成11年度）から2010年度（平成22年度）まで当省にて実施した「噴流床石炭ガス化発電プラント実証」（出力規模が250MW級の空気吹IGCC実証）が挙げられる。

酸素吹IGCCはIGFCの基幹技術として位置付けられ、空気吹IGCCよりも石炭ガス化ガス中の燃料成分（CO、H₂）の割合が高い。つまり石炭ガス化ガスの発熱量が高く、ガスタービン的高温化（1,700℃級等）にも容易に対応可能であり、IGCC単体でも更に高効率化できるポテンシャルを有している。

ガス化技術単体で比較しても、酸素吹ガス化は、石炭ガス中のN₂成分が空気吹ガス化より少ないため、合成燃料製造（水素、GTL（液体燃料）、SNG（合成天然ガス））など、発電用途のみならず産業用途への活用も可能であることに加え、炭種適合範囲も広い。よって酸素吹IGCCは、空気吹IGCCより市場規模が大きく、炭種制約も少ないため、国産IGCCを世界に普及させることができる技術と言える。

また、本事業におけるCO₂分離・回収型IGCC実証（第2段階）は米国Tampa、Kemperと

2つの実証計画が進んでいるが、前者は乾式脱硫の実証を目的としておりCO₂分離方式としては化学吸収法を採用していること、後者は空気吹IGCCを対象とし低いCO₂回収効率であることが本事業と異なり、本事業のような高効率を目指したものではない。また、CO₂分離・回収型IGFC実証（第3段階）に類する事業は無い。

3. 当省(国)が実施することの必要性

石炭は化石エネルギーの中でも供給安定性・経済性に優れたエネルギーであり、今後も利用されていくものと見込まれる。一方で、石炭は熱量あたりのCO₂排出量が他の化石エネルギーと比べて多く、引き続き利用していくためには、低炭素化を目指した高効率な石炭ガス化複合発電技術（酸素吹IGCC、IGFC）やCCSを組み合わせた低炭素化が重要。また、これまでほとんど利用されていない亜瀝青炭等の低品位炭も火力発電燃料として利用することが将来的に重要。

前述のとおり、当省では「Cool Earth—エネルギー革新技术計画」を設定し、「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」を含む「21」分野の技術開発をもって温室効果ガス削減目標達成に向け取り組んでいるところ。本事業は、当該計画に掲げられた石炭火力発電の高効率化に位置付けられており、本事業の成果を市場展開することにより我が国の発電部門における温室効果ガス排出量の大幅な改善が期待できる。また、エネルギー基本計画においても、石炭火力発電のベースロード電源としての重要性が評価されている中、一刻も早く本事業の成果を市場へ展開することが望まれる。

更に第四次エネルギー基本計画を踏まえて、2014年（平成26年）12月にまとめられた「エネルギー関係技術開発ロードマップ」においても「高効率石炭火力発電」「二酸化炭素回収・貯留（CCS）」が国際展開も見据えた形で整理されている。

また、本年(2015年(平成27年))6月にとりまとめられた「長期エネルギー需給見通し(案)」(7月に最終決定)において、「火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、その有効活用を推進する。」と整理されたことを受けて、同年6月から産学官の有識者からなる「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」を4回にわたって開催し、石炭火力やCO₂回収・利用(CCUS)を含む次世代火力発電関連技術を早期に技術確立し、実用化するための技術のロードマップの中間とりまとめを行ったところ。今後とも、官民一体となり技術開発を加速化させることとしている。この中間とりまとめの中でも、当該技術は第1段階が「中型酸素吹IGCC技術実証」、第2段階が「物理吸収法技術実証」、第3段階が「小型IGFC技術実証」として次世代火力発電技術の早期確立、実用化に向けた工程表に記載されており、次世代の石炭火力発電の中核的な技術として位置付けられたところである。

以上のとおり、従来の石炭火力発電設備より高効率かつ低品位炭を含む多炭種に対応可能な本技術の実証は、今後のエネルギー・環境政策における重要政策の一つである石炭火力発電の高効率化を実現するための鍵となるものであり、極めて重要な事業である。

また、酸素吹IGCC、CO₂分離・回収型IGCCの開発は、「科学的価値の観点から見た先導性」、「研究開発費」、及び「環境問題への先進的対応」という観点から国が支援する必要性は引き続き高いと考えられる。

【科学的価値の観点から見た先導性】

本事業において実証を行う酸素吹IGCCの核となる酸素吹ガス化炉（EAGLE炉）は、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達成する他、多炭種適用性、信頼性の点で海外の先行ガス化炉を凌駕することが期待できることから、実用化し

た場合には世界的に普及を拡大していくことが望める。さらに、酸素吹 IGCC では、燃焼前の石炭ガス化ガスから効率よく CO₂ を回収できるため、革新的低炭素石炭火力の実現に不可欠な発電技術である。

【研究開発費】

本事業を実施するためには、実際に商用機発電所の約 1/3 規模の実証試験設備を構築する必要があるため、民間企業単独では費用負担、実証試験リスクが大きい。

【環境問題への先進的対応】

国内において一定割合の石炭火力を含むエネルギーミックスを前提に温室効果ガスの削減目標（2030 年度に 2013 年度比 26.0%）案が議論されている中、第 2 段階の CO₂ 分離回収の実証は、地球環境問題に対応する為に、重要な技術開発であるが、効率の低下につながり市場原理に基づく研究開発の実施インセンティブが働かないことから、国の主導が必要である。本事業の成果は、我が国における電力供給の一翼を担う石炭火力発電設備として普及見込みであるとともに、国際展開することにより地球規模の気候変動対応にも貢献可能である。

更に、本技術は国際展開によって、地球環境問題に貢献可能であるが、国際展開にあたっては、国内での技術確立が前提となる。国内においても、2030 年度に運転開始から 40 年を超える石炭火力は約 1,000 万 kW に達すると見込まれており、リプレースに際しては、BAT（Best Available Technology：適用可能な最新技術）が基本となる為、IGCC は既設リプレースでの BAT 適用オプションとして従来以上に重要になるものと考ええる。しかしながら、現状において、国内での新設・リプレース需要が少なく、技術確立の機会が少ない状況を鑑みた場合、国費を投入した早期の実証試験の実施が必要である。

アメリカやヨーロッパに加え中国及び韓国等の新興国においても IGCC の技術開発・実証が進められており、迅速かつ着実な予算確保は我が国の国際競争力を維持する上で必要であり、産業政策の観点から重要である。

4. 事業アウトカムに至るロードマップ

a. アウトカムに至るまでの戦略

本事業は、石炭火力の低炭素化を達成するため不可欠なものであり、事業終了後の早期商用展開に向け、実証試験目標の確実な達成を目指し国の支援の下、必要な資源を投入していく。

早期普及拡大によるコスト低減を目指して成果を積極的に公開するとともに、知財の実施許諾や技術提携を含めた横展開を図る。あわせて、発電用途のみならず多用途利用も視野に入れ、有効性を PR することで酸素吹 IGCC、CO₂ 分離・回収型 IGCC の普及拡大を図る。

b. 成果のユーザの段階的イメージ

本事業終了後、事業実施者の親会社である電源開発(株)・中国電力(株)は本事業の完遂成果を将来の石炭火力として導入を図るべく積極的に検討を行う。続いて、他の電気事業者等が導入していくことが考えられる。

※電源開発・中国電力は、多くの石炭火力（設備出力両社計：11,002MW、国内石炭火力の内約 26%：平成 23 年度時点）を保有している。

また、我が国内の商用機運転実績を背景に、海外市場に対して「高効率化、CO2 削減等」の従来石炭火力との優位性をアピールし、低廉な低品位炭に適した発電方式として、今後、電力需要が拡大し、石炭火力発電の普及拡大が見込まれるアジア・大洋州を中心に海外普及を図る。さらに、2015 年 12 月に開催予定の気候変動枠組条約締結国会議

(COP21) において、CO2 排出削減に向けた新たな枠組みが採択される見通しである等、世界的環境負荷低減に向けた規制が厳しくなる可能性が高く、その対応として、CO2 分離回収をオプションとした IGCC のニーズが高まると想定されるため、相手国のニーズに合わせた展開を図る。

具体的には、電力、肥料向け等、相手国のニーズの把握、技術の優位性・信頼性について理解を促進するため実証試験の成果を積極的に発表・PR する等、相手国との交流を図る。従来から、今後の国際展開を見据え、アメリカ・オーストラリア等での国際会議において、プロジェクトの概要や進捗状況について発表、産炭国であるオーストラリアのメディア視察受入を行っており、今後も継続的に行っていくほか、親会社とも協調しながら、産炭国に加え石炭輸入国（台湾等）等の海外電力会社および電力技術者の見学受入を積極的に実施していくこととしており、平成 27 年 6 月には JICA 研修事業の一環としてモンゴル等の電力技術者の受入を実施している。

また、相手国のニーズにより本技術の特長を活かした設計・建設に加え、実証試験等を通じて培った運用・管理を含むシステム提案を行うことで、我が国独自の高性能酸素吹石炭ガス化技術 と、我が国が誇る O&M 技術をパッケージ化し、官民一体（メーカー含む）となったオールジャパン体制でのインフラシステム輸出につなげるべく、国の政策へ貢献していく。

なお、経済産業省では、東南アジア等の新興国で、エネルギー輸入依存度が高まり、インフラ整備支援が期待されている中で、高効率で信頼性の高いエネルギーインフラ整備を進めるため、日本が有する豊富なエネルギー政策分野の経験や全分野での優れた技術を総動員して、アジアなど新興国のニーズに応じて、エネルギー問題の包括的な解決策をワンストップで提供する「Enevolution」イニシアティブを平成 27 年 5 月に立ち上げた、このための組織として、資源エネルギー庁内に「エネルギー産業国際展開推進室」を設置した。具体的な取組みの中で、産業界のみならず、国際開発金融機関等と一層連携し、徹底的な案件発掘とパッケージを促進するとされており、高効率かつ信頼性の高い CO2 分離回収をオプションとした IGCC の海外展開への期待は更に高まると考えられる。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制

a. 研究開発の実施・マネジメント体制

研究開発の実施体制を図2-5に示す。「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」は、事業用火力発電設備としての実用化へ向けた最終段階の検証を行うものであり、検証された技術の普及促進の観点からも酸素吹IGFCが実用化した場合にその運用を行うと想定される電気事業者が主体となり事業を実施することが望ましい。

今回の提案で実証事業の主体となる大崎クールジェン(株)は、電気事業者である中国電力と電源開発の共同出資により実証事業を効率的に進めるために設立されたものであること、また実証事業に携わる要員は主として両出資会社の出向者であることから、実証事業の確実な実施と得られた成果の普及促進が期待出来るものである。

なお、今回提案の実証事業を実施するにあたっては、出資会社である中国電力及び電

源開発と大崎クールジェンの間で研究委託契約を締結し、実証事業費のうち補助金を除いた費用については両出資会社からの分担金で賄い実証事業を確実に遂行する。更に、両出資会社が行う実証事業に係る基礎的研究開発の成果を踏まえたサポートにより効率的な実証事業を実施する。

実証事業の実施にあたり、第三者の学識経験者からなる「技術検討委員会」を設置、年間に数回開催し、事業実施計画検討、事業進捗状況確認、事業実施結果について評価を行う他、実証試験においてトラブルが発生した場合には解決策等の助言を行う。「技術検討委員会」における評価結果について実証試験計画へ反映させることで、より効果的に実証事業を実施する。

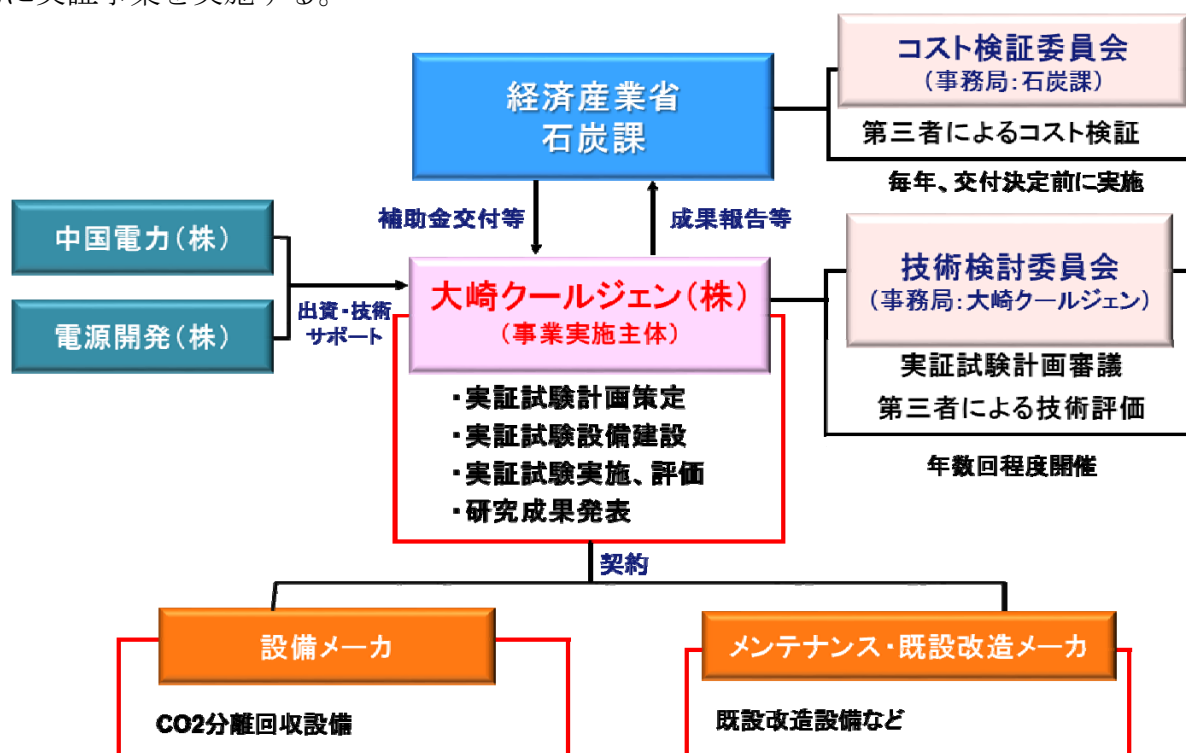


図2-5 研究開発実施体制

b. 知財の取り扱いについての戦略及びルール

CO2分離・回収型IGCCの知財戦略として、「戦略性を持った権利確保・普及展開」と「出口を見据えた研究開発マネジメント」を検討していくことが必要と考える。

前者は、国内の石炭火力新設・リプレースへの適用、海外へのインフラ輸出を視野に入れて、特許権の取得、権利の保護、展開戦略等について事業の進捗に合わせて詳細検討していく方針である。

後者は、当該技術は電力分野のみならず化学工業分野への事業展開も可能であることから、エンジニアリング体制を踏まえた知財の所有等について、事業者（電力会社）のみならずメーカーも成果普及に携わることができる仕組みを検討しているところである。

国内においては、他の電力事業者やメーカーなどへ成果の展開を図るために、成果報告会等における情報提供・共有などを積極的に行うとともに、今後の事業進展に合わせて更なる普及展開策を図っていく。本事業において得られる知財は、他企業等からの要望に応じて実施許諾や技術提携等による積極的な横展開を図っていく。

海外においては、今後、石炭火力の普及が見込まれるアジア・大洋州を中心として展開していくことを考えており、相手国のニーズを把握しつつ、オールジャパンでシステムインフラ輸出を実現しようとする動きを見ながら、国際特許を含め、対象国における戦略的な知財の取得に取り組み、国際競争力を確保する。

また、本実証事業において今後発生する知的財産に関しては、大崎クールジェン内に知財担当窓口を設置した上で、両親会社（中国電力、電源開発）の知財管理部門と一体となって、特許管理、知財の横展開を実施する。

6. 費用対効果

本事業において酸素吹IGCC、CO₂分離・回収型IGCC、CO₂分離・回収型IGFCが確立し、確立した技術を国内の石炭火力の新設、リプレイスに適用することで、国内における石炭消費量の抑制とCO₂排出量削減に貢献する。

さらに、日本の持つ最新のクリーンコール技術を、諸外国の新設火力と老朽化した低効率石炭火力のリプレイスに適用することで、諸外国における石炭消費量の抑制とCO₂排出削減に貢献する。

国内においては、IGCC、CO₂分離・回収型IGCCの導入により以下の効果が見込まれる。

a. CO₂削減効果

発電効率が現行（USC）の最高レベルの40%（送電端効率（HHV）。以下同じ）から46%（IGCC：1,500℃級GT）まで向上すれば、CO₂排出量は約1割強、55%（IGFC）まで向上すれば、約3割の削減が可能。

さらに、CO₂分離・回収型IGCCについては、CCSと組み合わせることによりCO₂の排出を大幅に抑制することが期待できる。

b. 経済効果^{※1,2}

石炭火力発電所の建設コストを約25万円/kWとし、2020年から30年間で出力60万kW級の酸素吹IGCCリプレイス需要を試算すれば14ユニットであり、経済効果は約2兆円となる。さらに、CO₂分離・回収型IGCCについては、CO₂分離・回収設備建設による経済効果が加わる。

c. 雇用創出効果^{※3}

出力60万kW級のIGCCにリプレイスすることで、1ユニットあたり建設中の4年間に毎年約1000人規模の雇用が新たに創出される。14ユニットの雇用（4年間）創出効果は約1万4千人と試算される。更に、CO₂分離・回収型IGCCについては、CO₂分離・回収設備設置分の雇用も加わる。

また、石炭火力発電所に関連する老朽化した石炭インフラ設備を新設することによる経済効果や、雇用創出効果も期待できる。

※1 発電コスト検証WG（2015年5月11日）資料より

※2 リプレイス需要

- 2020年から2050年までの30年間で運転開始後40年を経過する石炭火力発電所は3,400万kWであり、石炭火力にリプレイスすると想定。
- 内訳を、酸素吹IGCC/IGFC、空気吹IGCC、USC、A-USCで1/4ずつとすれば850万kW。
- 1ユニットの出力60万kWとすれば、30年間で14ユニットの潜在需要と試算。

世界においては、図2-6に示すとおり石炭火力は2014年～2040年にかけて世界全体1,360GW（53.9GW/年）が新設され（リプレースを含む）、アジア・大洋州は1,100GW増加（42.2GW/年）と増加量の大半を占める。

アジア・大洋州は産炭国も多く、利用する炭種、導入時期、他産業との連携等のニーズに応じた日本の高効率石炭火力発電技術の導入促進で大きく地球環境問題対策に貢献することが期待出来る。

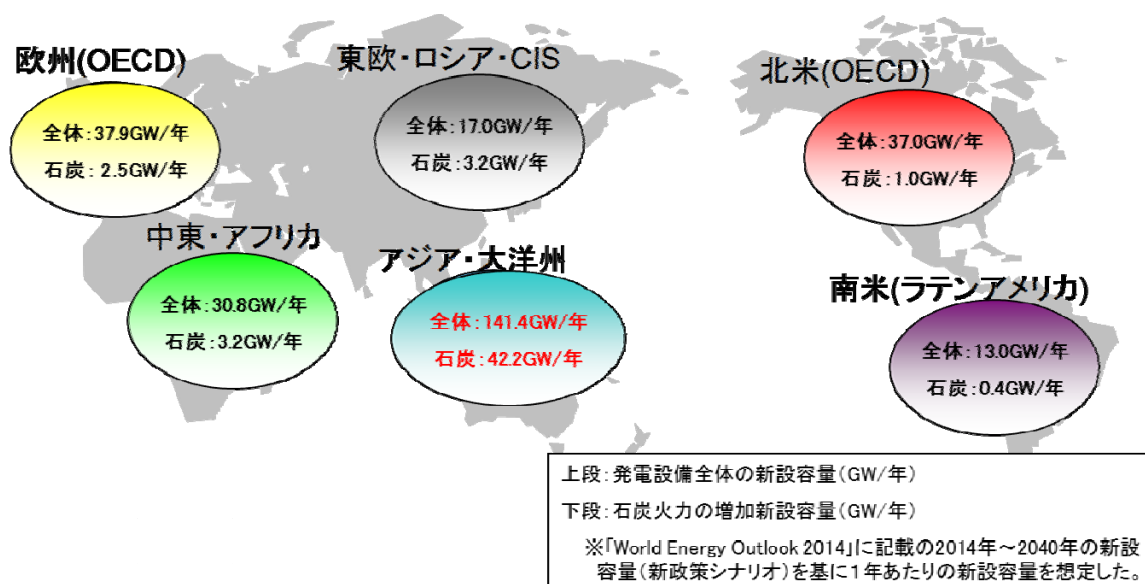


図 2-6 世界の石炭火力の導入見通し

第 3 章 評価

第3章 評価

A 第1段階中間評価

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

C02を大幅に削減する高効率石炭ガス化燃料電池複合発電とC02分離・回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指すという事業の目的は明快であり、地球環境問題への対応とエネルギーの安定供給を両立させるという我が国の基本政策と合致しているとともに、国のエネルギー基本計画との関連も明確である。

一方、当該技術は、国際展開による普及も必要と考えられるがそのためには、先ず、国内での実証試験を実施し、技術を完成させることが重要となる。C02削減の究極的な技術開発で有り、特に低品位炭を利用できる技術であることから、石炭使用量の多い発展途上国での適用も期待できる事業で有り、国際貢献面を考えても、国が実施すべき重要な事業と考えられる。なお、石炭ガス化燃料電池発電技術は、ガス化、ガスタービン、燃料電池、ガスクリーニングなど多くの要素技術から成っており、それらを組み合わせで完成させる。事業が長期に渡るため、今後の技術革新をも取り組むことができるような柔軟な開発体制とすることが望ましい。また、複合化は、それだけ技術の信頼確保とコスト低減の面でリスクも大きい。

【肯定的意見】

- ・C02を大幅に削減する高効率石炭ガス化燃料電池発電とC02分離・回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指すという事業の目的は明快であり、地球環境問題への対応とエネルギーの安定供給を両立させるという我が国の基本政策と合致している。人口減・低成長の時代にあって、国内の新設電源の需要は少なく、国際展開が必要と考えられている。しかし、海外からは技術的に確立し実績のある技術が求められ、先ず、国内での実証試験を実施し、技術を完成させることが重要となっている。このような開発環境では、民間だけで石炭ガス化燃料電池複合発電という巨大技術を開発し完成させることは困難で、何らかの国の関与・支援が必要とされる。
- ・昨年閣議決定されたエネルギー基本計画の中に、石炭火力発電は「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価されているが、温室効果ガスの排出は多くこれを抜本的に下げていくことが課題とされている。その課題解決に向けた、非常に有望な技術開発の一環を本事業が担っており、上位の施策との関連付けは極めて明確である。さらに、エネルギー基本計画の中に「CCS技術の実用化を目指した研究開

発」と明確に示されており、将来のCCSにおけるCO₂の分離・回収に繋がる本事業は、上位の施策との関連付けが明確となっている。

- ・また、本研究に関しては、基盤技術の研究開発から実用化、導入・普及まで長期間を要し、研究開発投資が多額で、かつ高い技術的難易度が求められることから、民間企業での取り組みには限界があり、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。
- ・さらには、本事業あるいは関連する事業で得た技術・ノウハウを用いて、石炭使用量の多い発展途上国での適用も期待できる事業であり、国際貢献面で考えても国が実施すべき重要な事業と位置づけられる。
- ・可採年数が100年以上と長く、地域偏在性の小さい石炭を対象に、弱点であるCO₂排出量が多いという課題解決に資する事業であり、目的は妥当で、政策的位置付けも明確であると考ええる。
- ・評価用資料に提示されている政策的、科学技術的、社会経済的意義に加え、震災後、ベースロード電源としての石炭の評価が高まり、電力全面自由化を見すえて石炭火力の建設計画が急増していることから、高効率化は喫緊の課題である。
- ・高効率石炭火力技術によるCO₂削減の究極的な技術開発である。特に低品位炭を利用できる技術として期待がある。

【問題点・改善すべき点】

- ・石炭ガス化燃料電池発電技術は、ガス化、ガスタービン、燃料電池、ガスクリーニングなど多くの要素技術から成っており、それらをインテグレーションして完成させる。事業が長期に渡るため、今後の技術革新をも取り組むことができるような柔軟な開発体制が望ましい。
- ・過去に実施した空気吹IGCC実証との比較は行われており、本事業の酸素吹IGCCの意義については理解できる。一方で、何故、過去に空気吹IGCC実証を行ったのかという疑問をぬぐいきれない。
- ・複合化による効率の良い発電技術を目指しており、それだけ技術の信頼確保とコスト低減の面でリスクも大きい。とり分け電力自由化が進み、電力需要の低減が予測されている中で電力会社のリスクが大きいため、実用化に向けた再検討が必要となる。

2. 研究開発等の目標の妥当性

事業アウトプット指標および目標値については、実証段階から商用段階に進む際に、ユーザーとして重要視する「経済面」・「設備信頼面」・「運用面」について全て設定をされており、例えば、商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となることなど、明確な根拠に基づく適切かつ具体的な数値目標が設定されている。

なお、今後、再生可能エネルギーのさらなる増大が予想され、その場合、IGCC をベースロード電源としてだけでなく、ミドルロード電源として運用していくことや、バイオマスや廃棄物も利用していくことを意識した技術開発を行うことも重要である。

【肯定的意見】

- ・熱効率、環境性、設備信頼性など、適切かつ具体的な数値目標が設定されており、評価できる。中間目標などは設定されていないが、これは第一段階が試験設備の建設と実証試験の実施が主目的であるためであり、事業の遅延なく進められていることで問題はないと考えられる。
- ・商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となることなど、明確な根拠に基づく具体的な目標が設定されている。
- ・事業アウトプット指標および目標値については、実証段階から商用段階に進む際に、ユーザーとして重要視する、「経済面」・「設備信頼面」・「運用面」について 全て 設定をされており、非常に良いと評価できる。また、全てではないが、具体的な数値を目標に設定して進めている点も高く評価ができる。
- ・当初の計画に基づいてプロジェクトは実施されている。まだ建設が終わっておらず現段階で評価することは難しい。

【問題点・改善すべき点】

- ・今後、再生可能エネルギーのさらなる増大が予想され、その場合、IGCC を石炭火力のベースロード電源と想定しても、ブゲナム廃止で見ると、部分負荷運転をせざるを得なくなる可能性が高い。負荷追従性の試験も重要だが、バイオマスや廃棄物をも利用していくことも重要である。
- ・プラント制御性・運用性についても、微粉炭火力の持つどのレベルの制御性を目指すか、具体的な数値で示した方が良いと考える。なお、本事業で開発する設備は、基本的にはベース電源として運用すると考えるが、将来の環境変化を踏まえ、負荷追従性も意識した技術開発を行う事は意義あると評価できる。
- ・中間評価の時期はある程度成果が得られる建設終了時に行うべきである。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

現在は施設の建設段階であり、開発目標として設定されたものは、多くが実証設備を設置した上で検証していくもので、この段階で達成度を評価できる項目は少ない。その中で、経済性に関する設備費については、予算が当初計画以下となっている事、設備の搬送方法に工夫を行い、工程短縮化を図る等のことが行われ、計画進捗率56%に対し実績進捗率60%と前倒しのスケジュールで進捗していること、論文発表および講演などの情報発信は順調に進められており評価できる。

【肯定的意見】

- ・論文発表および講演などの情報発信は順調に進められており評価できる。
- ・建設は計画通りに実施されているものと判断される。論文等のアウトプットはある程度まで得られている。
- ・現在までは施設の建設段階であり、スケジュール通りに進捗しているものと思料する。設備の搬送方法に工夫を行い、工程短縮化を図る等のことが行われている。論文発表や広告等が行われている。また、コスト縮減に向けて、発注方法を入札形式にする等の工夫も行われている。
- ・開発目標として設定されたものは、多くが実証設備を設置した上で検証していくもので、中間段階で達成度を評価できる項目は少ない。その中で、経済性に関する設備費については、予算が当初計画以下となっている事から、中間段階での評価として「経済性」については達成されていると評価できる。
- ・また、設備の設置工事を含め、計画が順調に進捗している事も評価できる。

【問題点・改善すべき点】

- ・開発目標について、設計段階の検討でも、その達成度が確認できているものがあると考え。それらを検証した上で、必要に応じて対策を行い、次ステップに進むべきと考える。
- ・第一段階の事業目標が試験設備の建設と実証試験の実施であるため、特許などの知財が得られていないのは理解できるが、今後、第2段階、第3段階に進むに当たって、必要な基礎研究を前倒しに進め、強固な知財戦略とするとともに、新たな技術革新を取り込んでいくことが望ましい。
- ・技術が実用化した後には、市場への投入が必要であり、マーケティングを意識した情報発信活動が望まれる。
- ・現段階では評価すべき成果が十分に得られているとは言えない。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事業実施者の親会社である電力会社が、事業化を図っていくこと、海外展開を図ることが記載されている。波及効果として、経済効果や雇用創出効果が記載されている。また、本事業の第1段階に続き、第2段階、第3段階とステップを踏んだ明確な研究開発のロードマップが描かれている点も評価できる。

一方で、既存のIGCCと比して技術的優位性はあるものの、経済性など飛び抜けて優れているとは言い難く、事業化までに、基礎研究も含めた継続的な技術開発を行い、開発される革新的技術を取り込んでいく体制を構築していくべきである。

なお、現在多数計画されている石炭火力に導入する可能性の検討や、本事業で扱う石炭だけではなく、バイオマスなどへの応用について机上やF/Sによる検討を行っても良いのではないかな。

【肯定的意見】

- ・事業化にはまだいくつかのステップを踏む必要があるが、事業化に向けたシナリオは明確に描けている。
- ・本事業については、商用段階のユーザーである電力会社が主体となった事業であり、商用段階で重要となる「経済面」・「設備信頼面」・「運用面」が最終ユーザー視点で実証されるので、事業化の見通しは極めて明確である。また、本事業の第一段階に続き、第2段階、第3段階とステップを踏んだ明確な研究開発のロードマップが描かれている点も評価できる。
- ・波及効果についても、世界的な課題であるCO2削減とエネルギー供給の安定性に向けた効果が十分に期待できる。さらに、本事業で扱う石炭だけでなく、他の燃料源（バイオマスなど）への波及も期待できるのではないかな。
- ・事業実施者の親会社である電力会社が、事業化を図っていくこと、海外展開を図ることが記載されている。波及効果として、経済効果や雇用創出効果が記載されている。

【問題点・改善すべき点】

- ・既存のIGCCと比して技術的優位性はあるものの、経済性など飛び抜けて優れているとは言い難い。事業化までに、基礎研究も含めたサステナブルな技術開発を行い、開発される革新的技術を取り込んでいく体制を構築していくべきである。それによって知財を獲得するとともに、さらなる高効率化低炭素化を図ることが望ましい。
- ・将来の事業化について、“本事業の完遂成果を将来の石炭火力に関する選択肢の一つとして検討を行う”こととされており、自ら設定した目標が達成された場合でも、必ずしも事業化が確約されている訳ではない点は気になる。経済効果や雇用創効果算定の前提条件が、事業化のシナリオと合致しているようには思えない。
- ・理想的には、現在多数計画されている石炭火力に導入できるのが望ましいが、その可

能性は探れないか。導入できるのは、主にリプレースの場合か。

- ・本事業で主に扱う燃料は石炭だけであるが、他の燃料源（バイオマスなど）への応用の可否程度は机上検討を行うか、本事業とは別にF S 事業などを行っても良いのではないか。

（ただし、世界的な環境問題・CO2規制の高まりなどから、本事業の実施を加速する必要があり、他燃料源を使った実証を本事業の中で行う事には、賛成はできない。

あくまでも 検討あるいは他事業でのFSにとどめるべき)

- ・電力自由化が進む中で事業化の見通しには不確実性が大きい。現時点で波及効果は得られていない。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

商用段階での採用可否は「経済性」が大きな要素となるが、事業発注者である経済産業省石炭課が事務局となって、第三者にて構成されるコスト検証委員会があることは高く評価できる。また、事業費総額は若干ではあるものの、削減できている。

事業主体者に対し、第三者的な有識者による技術検討委員会を設置し、定期的に計画について審議・評価を受ける体制も評価に値する。また、実施者は、最終ユーザーである電気事業者により設立された会社であり、妥当な体制であると評価する。

一方、第2段階、第3段階との接続性に配慮する必要がある。特に燃料電池に関しては未だ研究段階であり多くの解決すべき課題が残されている。

また、どのように技術を普及させていくかのマーケティング的視点を加味することも望まれる。

【肯定的意見】

- ・ 開発計画は妥当なものであり、開発実施体制・運営は適切である。
- ・ 商用段階での採用可否は「経済性」が大きな要素となるが、事業発注者である経済産業省石炭課が事務局となって、第三者にて構成されるコスト検証委員会があることは高く評価できる。また、事業主体者に対し、第三者的な有識者でなる技術検討委員会を設置し、定期的に計画について審議・評価を受ける体制も評価に値する。なお、実施者は、最終ユーザーである電気事業者が主体となり設立された会社であり、妥当であると評価する。プロジェクトリーダー他も電気事業者から派遣された人材で構成され、その経験・実績等から、妥当であると評価する。
- ・ 事業費総額は若干ではあるものの、削減できている。また、社会経済情勢の変化として、諸外国ではCO2排出基準が定められるなど、CO2回収の重要性は高まりつつあり、その点において、本事業の意義は高まっている。
- ・ 現在、建設中であり、計画に沿って実施していく必要がある。終了前に状況に合わせて計画の見直しを検討する必要がある。

【問題点・改善すべき点】

- ・ 第2段階、第3段階との接続性に配慮する必要がある。特に燃料電池に関しては未だ研究段階であり多くの解決すべき課題が残されている。石炭ガス化燃料電池発電の効率をさらに引き上げ完成させるには、基礎研究も含めて現段階から取り組んでおく必要がある。
- ・ 「出口を見据えた研究開発マネジメント」の重要性が指摘されているが、出口が必ずしも明確ではなく、どのように技術を普及させていくかのマーケティング的視点を加味することが望まれる。
- ・ 中間報告書 P34 以降に示されるとおり、国内外の学会等において成果や取り組み状

況が発信されており評価ができる。また、マスコミに対しても「報道対応」とあり、十分に対応されている。一方で、地球環境問題から CO2 に対しての風当たりが強くなっている中で、「CO2 を低減させ上手に石炭を活用していく技術開発を行っている」ということを、「対応」でなく「積極的な発信」として、マスコミや一般社会等に訴えていただく事を期待している。

- ・費用対効果を現時点で判断することは難しい。

6. 総合評価

事業の目的・政策的位置付けは明確で妥当であり、事業は計画通り着実に進められている。

エネルギー自給率の低い我が国では、石炭火力発電は将来にわたって必要とされる重要な電源のひとつであるが、地球温暖化問題が深刻化する中、世界的に効率の低い石炭火力発電に対する改善が求められており、二酸化炭素の分離・回収を取り入れた高効率発電技術の実用化は事業の政策的な意義が高い。

また、目標の設定方法は客観性があり、目標実現に向けた実行体制についても着実に実行していく体制が組まれているものと思料する。

ただ、民間企業での取り組みには限界があるため、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。さらに、計画推進に際し、モジュール化工法で工程の最適化を図る、競争入札で建設費の削減を図る、などの工夫もしている。

一方、研究開発は長期に渡るため、開発途中に生じる状況の変化にうまく対応していくことが重要である。基礎研究を継続的实施していくとともに、そこで得られる革新的技術をIGFCに取り込めるような柔軟な開発戦略が求められる。負荷追随性の確保や、利用炭種のさらなる拡大、バイオマスなどの混焼などを検討し、今後の不確実性に対して柔軟に対応して開発を行っていくことが求められるし、電力を取り巻く状況に合わせて、計画の見直しを検討する必要もある。

【肯定的意見】

- ・事業の目的・政策的位置付けは明確で妥当であり、事業は計画通り着実に進められている。
- ・世界的に石炭火力発電に対する逆風が強まる中、CCSを取り入れた高効率発電技術の実用化は事業の政策的な意義が高い。また、目標の設定方法は客観性があり、目標実現に向けた実行体制についても着実に実行していく体制が組まれているものと思料する。
- ・当初の計画通り建設が進行している。モジュール化工法で行程の最適化を図る、競争入札で建設費の削減を図る、などの工夫をしている。
- ・エネルギー自給率の低い我が国では、エネルギーセキュリティの観点から、石炭火力発電は将来にわたって必要とされる重要な電源のひとつである。一方で、地球環境面からCO₂の削減は必須であり、高効率でCO₂の分離・回収に繋がる本事業は双方の課題解決に向けた有効な手段である。一方で、長期間にわたり多額の費用が必要となる事に加え、難易度の高い技術開発が必要であり、民間企業での取り組みには限界がある。こうしたことを勘案すると、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。

- ・まだプラント建設が終了しておらず、現行計画を継続していくべきである。

【問題点・改善すべき点】

- ・研究開発は長期に渡るため、開発途中に生じる状況の変化（外部的要因や技術革新など）にうまく対応していくことが重要である。特に、第3段階におけるSOFC技術は未だ研究開発途上にあり、多くの解決すべき課題が残されている。基礎研究を継続的实施していくとともに、そこで得られる革新的技術をIGFCに取り込めるような柔軟な開発戦略が求められる。
- ・また、今後の再生可能エネルギー導入のさらなる増大の可能性などを考慮すると、IGFCを単に高効率な石炭火力ベースロード電源と位置づけるのではなく、負荷追随性の確保や、低品位炭も利用可能とする利用炭種のさらなる拡大、バイオマスや廃プラなどの混焼などを検討し、今後の不確実性に対して柔軟に対応して開発を行っていくことが求められる。
- ・「出口を見据えた研究開発マネジメント」の重要性が指摘されているものの、出口を見据えて研究開発と並行して需要開拓を進める等のマーケティング的な視点が、やや弱いように思われる。
- ・国内外での石炭火力建設の需要のピークに間に合うよう、スピーディーに成果を小出しにすることも求められるのではないかと。特に、自由化を見すえた石炭火力の建設額増について、USCよりIGCCを使ってもらえるよう、工夫はできないのか？
- ・電力を取り巻く状況に合わせて計画の見直しをする必要がある。
- ・開発目標などは、可能な限り数値として具体的に示していただきたい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

第2段階、第3段階で基礎的研究も取り組み、実証試験に取り込める体制を構築すべきと考える。

日本発として世界へ向けて発信できる技術であるので、今後の実証試験において得られた知見・技術・ノウハウ等も、知財化を確実に行っていただきたい。

国際展開を考えると、燃料の多様化と柔軟な運用性の確保により、海外でも優位性を持つことができることから、褐炭などの利用炭種の拡大や、バイオマス等を混焼する技術開発、負荷追随性の確保、低負荷でも効率の低下が少ないようにする技術開発は非常に重要である。

新興国や途上国をはじめとして、世界中で石炭火力に対してそのCO₂排出量の削減が求められている中、「石炭を高効率で利用することでCO₂排出量を大幅に低減する技術開発を行っている」ということを、社会一般に対して、さらに積極的に発信していただきたい。

技術的・経済的にリスクが大きい事業であり計画を適切に見直していく必要がある。

【各委員の提言】

- ・我が国のエネルギー戦略に合致する重要な開発課題であり、今後とも開発事業を着実に進めていくとともに、さらなる高効率化、低コスト化技術開発を推進し、強い国際競争力を持った技術として完成させていくべきである。そのために次の2点を提言する。

1. より柔軟な研究開発体制の構築

第2段階、第3段階でCO₂分離・回収技術や燃料電池技術などの基礎的研究も取り組み、実証試験に取り込める体制を構築すべきと考える。事業化までにはまだ時間がかかる長期開発であり、開発された新規技術を導入して効率のさらなる向上を図れる柔軟な開発体制が望ましい。

2. 燃料の多様化と柔軟な運用性の確保

褐炭も含めた低品位炭などの利用炭種の拡大を図る（褐炭は輸入が難しいが、今後の国際展開を考えると非常に重要）。さらに、バイオマスを混焼しても効率が低下しないような技術開発を行い、一定量のバイオマスや廃プラなどを高効率で利用できるシステムとする。さらに、負荷追随性を確保するとともに、低負荷でも効率の低下が少ないようにする技術開発を行う。これも国際展開を考えた場合非常に重要である。燃料の多様化と柔軟な運用性の確保により、効率面だけでなく本事業が海外でも優位性を持つことができる。

- ・第2段階・第3段階を含め本事業は、国内外のCO₂を始めとした環境政策の動向により、取り組みを加減速する必要があると考えます。そのため、国が毎年予算を策定す

る際に、状況を踏まえた対応を行っていただきたい。特に、加速のある場合は、機動的に対応いただきたい。

- 一方で、仮にCO2等に関する制約が小さくなった環境においても、CO2削減に向けた将来の動向は不透明であり、取り組みスピードを落とす事はあっても、本事業を取りやめる事のないようにしていただきたい。
- CO2に対する風当たりが強い中、「CO2を低減させ上手に石炭を活用していく技術開発を行っている」ということを、社会一般に対して、さらに積極的に発信いただきたい。
- 事業や企業の活動について、経済性のみならず、環境性や社会性が求められるようになっている状況を踏まえ、研究開発においても環境性や社会性への配慮が求められるようになっているものとする。

また、技術開発・技術実証のためのプログラムであったとしても、事業化に到達することができなければ、せっかくの公的資金が無駄になることから、研究開発と並行して需要開拓を行うなど、マーケティング的な視点を取り入れた活動が望まれる。

- 国内だけでなく、日本発として世界へ向けて発信できる技術であるので、今後の実証試験において得られた知見・技術・ノウハウ等も、知財化を確実に行っていただきたい。
- 技術的・経済的にリスクが大きい事業であり計画を適切に見直していく必要がある。

B 第2段階事前評価

1. 事業アウトカムの妥当性

エネルギー基本計画の中に、石炭火力発電は「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価されていることに加え、国際的に石炭火力における CO2 排出量を削減しようとする流れにあり、CO2 分離・回収は、より必要性を増しており、国の政策との整合性も高く、極めて妥当であると判断できる。

一方で、実用化に至るまで長期間を要する事業であり、さらなる効率化、多炭種対応および CO2 分離・回収の革新的技術創出のために基礎的研究を持続的に実施し続ける体制が望ましい。

【肯定的所見】

- ・ IGCC/IGFC は本来高効率であるため CO2 排出量が少ないというメリットがあるが、酸素吹 IGCC/IGFC では、燃焼前に高効率で CO2 を分離・回収できるため、さらに効率よく CO2 が回収できる。従って、本事業において CCS 技術を組み込むことは低炭素化に非常に貢献することができ、研究開発の意義は大きい。
- ・ CO2を分離・回収する上で、最も効果の高い発電方式の一つである酸素吹IGCCの実証設備を用いて、事業を行う事は、妥当であると評価できる。
- ・ 昨年閣議決定されたエネルギー基本計画の中に、石炭火力発電は「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価されているが、温室効果ガスの排出は多いことが課題とされている。また、エネルギー基本計画の中には「CCS技術の実用化を目指した研究開発」との記載もあり、国の政策との整合性も高く、極めて妥当であると評価できる。
- ・ 評価資料案の通り、国際的な石炭火力 CO2 抑制強化の流れにあって、CCS は、より必要性を増している。
- ・ CO2 排出に関する制約が強化される中、CO2 の分離・回収を取り入れ、0.1 kg-CO2/kWh を実現することができれば、石炭火力発電に対するイメージを改善することが期待できる。
- ・ 世界の IGCC の主流は酸素吹であり、わが国独自の酸素吹技術を構築することは、技術の市場性と国際競争の面から見て妥当である。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・ 本来は、高効率化技術開発の方を CCS 技術開発よりも優先させるべきであり、このことは常に意識しておく必要がある。また、さらなる高効率化お

よび CCS の革新的技術創出のために基礎的研究を持続的に実施し続ける体制が望ましい。実用化に至るまで長期間を要する事業であり、実現した時にはすでに当初目標が陳腐化している恐れがある。

- 目標とする発電効率は高いが、達成できる可能性はどの程度あるのか。市場を考えると、まず第一に大切なのは多くの炭種に適合でき信頼性の高いプラントを開発することであり、効率は商用化が進むに従って徐々に高めていくことではないか。
- 技術の確立時期が、国内外の石炭火力建設の需要期に間に合うようにしないと、アウトカムの最大化が期待できない懸念がある。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

2. (1) 研究開発内容の妥当性

C02 の分離・回収を行うためのエネルギー・コストの低減（効率向上）に資する研究開発を行うことは妥当である。

なお、今回採用する物理吸収法は、効率面で化学吸収法とさほど差は無い。システムの組み方などが大きな影響を与える側面もあるため、今後の技術革新を常に調査し、必要に応じて取り込む柔軟な対応が望ましい。

【肯定的所見】

- ・酸素吹 IGCC/IGFC では、ガス化ガス中の C02 濃度が高く効率よく燃焼前 C02 分離・回収ができるため、CCS 技術の確立は必須である。
- ・C02 分離・回収を行うためには大きなエネルギー・コストが必要で、その低減（効率向上）に資する研究開発を行う事は妥当であり、EAGLE プロジェクトの知見を第一段階で設置した設備に適した形で、第一段階から一貫して研究開発を行う事も妥当である。
- ・C02 排出量の低減に加え、低品位炭を有効利用できれば、エネルギー資源不足の我が国にとってメリットは大きい。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・物理吸収法と化学吸収法とは効率面ではさほど差はない。むしろインテグレーションの仕方などが大きな影響を与える。今後の技術革新（優れた吸収液の開発やシステムインテグレーション）を取り込むために、物理吸収に fix するのではなく、柔軟な対応が望ましい。
- ・効率向上と経済性向上は目標として理解できるが、両者の間にはトレード・オフ関係がある。効率を向上すれば、技術の高度化によって建設費が高くなる。トレード・オフ関係をどのように考えているのか。

2. (2) 事業アウトプットの妥当性

高効率 CO₂ 分離・回収システムの実証は、低炭素 IGCC/IGFC 技術の確立およびその海外展開に不可欠であり、また、IGCC 設備の効率目標 46%から考えると、CO₂ 90%回収の発電効率が 40%程度（送電端 HHV）と、チャレンジングな目標設定をしており、事業アウトプットは妥当なものである。

なお、プラント全体の運用性・信頼性・経済性についても具体的数値で指標設定が可能であれば、設定いただきたい。

【肯定的所見】

- ・高効率 CO₂ 分離・回収システムの実証は、低炭素 IGCC/IGFC 技術の確立およびその海外展開に不可欠であり、事業アウトプットは極めて妥当なものである。
- ・CO₂ 90%回収後の発電効率が 40%程度（送電端 HHV）と、IGCC 設備の効率目標 46%から考えると、そのエネルギーロス率は 6%であり、たいへんチャレンジングな目標設定をされており評価できる。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・プラント全体としての運用性・信頼性・経済性についても目標設定されていることは高く評価できるが、具体的数値で指標設定が可能であれば、設定いただきたい。
- ・経済性について、現時点での設定が難しいことは理解できるが、「商用機における CO₂ 分離・回収の費用原単位を評価する」だけでは、システム全体としての競争力を評価できないのではないかと？
何らかの比較データを提示することはできないかと？

3. 当省（国）が実施することの必要性

本事業は高い技術的難度に加えて、CO₂ 分離・回収はそのままでは市場原理が働かない技術であることから、民間企業での取り組みには限界があり、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。また、国際展開を考えた場合、石炭火力には CO₂ 分離・回収が必須であり、我が国の国際競争力を高めるとともに、世界に対して地球環境対策に大いに貢献することができる。

一方で、当初計画を遂行すればよいというのではなく、常に需要動向を勘案し、前倒しで成果が出せるような迅速さがほしい。

【肯定的所見】

- ・本事業の CCS がいかに高効率でエネルギーペナルティーが少ないとしても、CCS はネットで何も生産しない負の技術であることには変わりなく、本来は、CO₂ を削減することで何らかのインセンティブをつけるべきものである。そのような制度がまだ確立していない以上、民間に押し付けることは良くなく、国が責任を持って実施していくべきである。また、国際展開を考えた場合、石炭火力には CCS が必須とされており、我が国の国際競争力を高めるとともに、世界に対して地球環境問題対策に大いに貢献することができる。
- ・本事業は、高い技術的難易度が求められる事に加えて、将来的にも研究・技術開発に伴うインセンティブが働きにくい CCS に繋がる課題でもあることから、民間企業での取り組みには限界があり、国の事業として実施する必要性は極めて高いと考える。
- ・国内外の新設、リプレースの需要に間に合わせるため、よりスピードアップした、かつ、柔軟な高効率石炭火力の実用化が必要である。国内の商用機運転実績をショールーム的に生かしつつ、海外普及させるためにも、オールジャパン体制が望まれる。2020 年の五輪の機会に「見せる」ぐらいの目標がほしい。
- ・発電効率の観点からは悪化要因となるものの、環境面から必要性の高い CO₂ の分離・回収実証を国が支援することは妥当であると考えている。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・当初計画を遂行すればよいというのではなく、常に需要動向を勘案し、前倒しで成果が出せるような迅速さがほしい。

4. 事業化アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

Cool Earth およびエネルギー関係技術開発ロードマップから考えて、本事業も第1段階から継ぎ目なく実証試験を行うことで、関係技術を短期間で実証するロードマップとなっており、妥当なものである。また、我が国のエネルギー基本計画とも合致している。

なお、将来の事業化に向けて、種々の技術開発課題に取り組むべきである。

【肯定的所見】

- ・Cool Earth およびエネルギー関係技術開発ロードマップから考えて、ロードマップは妥当なものであり、我が国のエネルギー基本計画とも合致している。
- ・第一段階から継ぎ目なく実証設備を活用して実証試験を行うロードマップとなっており、妥当であるとする。
- ・事業実施者の親会社である電力会社が、事業化を図っていくこと、海外展開を図ることが記載されている。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・SOFC を始め技術開発課題がまだ多く残されているためか、目標である IGFC の最終ゴールイメージがまだあいまいである。
- ・仮に、環境問題等で、第一段階～第三段階までの工程を圧縮する場合（より早期にアウトカムの活用が必要となった場合）に、どのようにしたらそれが可能となるか、事前に検討をいただきたい。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

電気事業者自身が主体となった事業であり、コスト検証委員会および技術検討委員会を設けるなど、委員会による評価検証が行われており、透明性が高く、より実効的な実施体制となっている。

一方で、知財戦略や、マーケティング的視点を加味することが望まれる。

【肯定的所見】

- ・電気事業者自身が主体となった事業であり、第三者コスト検証委員会および技術検討委員会を設けるなど、透明性が高くより実効的な実施体制となっている。
- ・EAGLE プロジェクト実施者が十分に関与する実施者であり、さらに、将来的に本事業の成果を活用する電気事業者が関係する取り組みであるので妥当であると考ええる。また、第一段階に引き続き、経済産業省石炭課が事務局となる「コスト検証委員会」にて経済性を、有識者による「技術検討委員会」にて、実証事業の進捗・実証試験の評価がなされ、妥当なマネジメント体制であると考ええる。
- ・技術検討、コスト検討について、委員会による評価検証が行われている。
- ・体制は妥当と判断する。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・将来の費用負担について見通しが明確でない。電力会社からの出資は、プロジェクト全体費用の何割になるのか。また、次の商用機の開発については電力会社による全額負担となるのか。
- ・特許・論文も少なく、知財戦略が弱いように思われる。また、アピールの仕方が弱い。高効率、低炭素などの利点をもっと積極的に国内外に発信していくべきである。
- ・「出口を見据えた研究開発マネジメント」の重要性が指摘されているが、出口が必ずしも明確ではなく、どのように技術を普及させていくかのマーケティング的視点を加味することが望まれる。

6. 費用対効果の妥当性

妥当な CO2 排出削減効果、経済効果、雇用創出効果が記載されており、目標の達成に向けた努力を期待する。

一方で、費用対効果については、「IGCC/IGFC と親和性が高いと思われるバイオマス利用」による CO2 削減効果も取り込むべきである。

また、新興国や途上国へ展開することを踏まえると、建設費の更なる低下は大きなアピールポイントとなる。

【肯定的所見】

- ・ CO2 排出削減効果、経済効果、雇用創出効果が記載されている。
- ・ 目標とする経済性の達成に向けて努力を望む。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・ はやく IGFC の費用対効果が計算できるまでになって欲しい。
「IGCC/IGFC が最も効率よくバイオマスを利用する方法である」ということを主張し、その CO2 削減効果も取り込むべきである（必ずバイオマス混焼試験を実施する必要はなく、FS だけでもよい）。
- ・ 経済効果や雇用創出効果算定の前提条件が、事業化のシナリオと合致していないように思われる。
- ・ 目標とする経済性を今回のプロジェクトだけで達成できるのだろうか。新興国や途上国などでの建設になると建設費は更に安価にする必要があるがその見通しは。

第4章 評点法による評点結果

第4章 評点法による評点結果

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」に係るプロジェクト評価の実施に併せて、以下に基づき、本評価検討会委員による「評点法による評価」を実施した。その結果は「3. 評点結果」のとおりである。

1. 趣 旨

評点法による評価については、産業技術審議会評価部会の下で平成 11 年度に評価を行った研究開発事業（39 プロジェクト）について「試行」を行い、本格的導入の是非について評価部会において検討を行ってきたところである。その結果、第 9 回評価部会（平成 12 年 5 月 12 日開催）において、評価手法としての評点法について、

(1) 数値での提示は評価結果の全体的傾向の把握に有効である、

(2) 個々のプロジェクト毎に評価者は異なっても相対評価はある程度可能である、との判断がなされ、これを受けて今後のプロジェクト評価において評点法による評価を行っていくことが確認されている。

これらを踏まえ、プロジェクトの中間・事後評価においては、

(1) 評価結果をできる限りわかりやすく提示すること、

(2) プロジェクト間の相対評価がある程度可能となるようにすること、

を目的として、評価委員全員による評点法による評価を実施することとする。

本評点法は、各評価委員の概括的な判断に基づき点数による評価を行うもので、評価報告書を取りまとめる際の議論の参考に供するとともに、それ自体評価報告書を補足する資料とする。また、評点法は研究開発制度評価にも活用する。

2. 評価方法

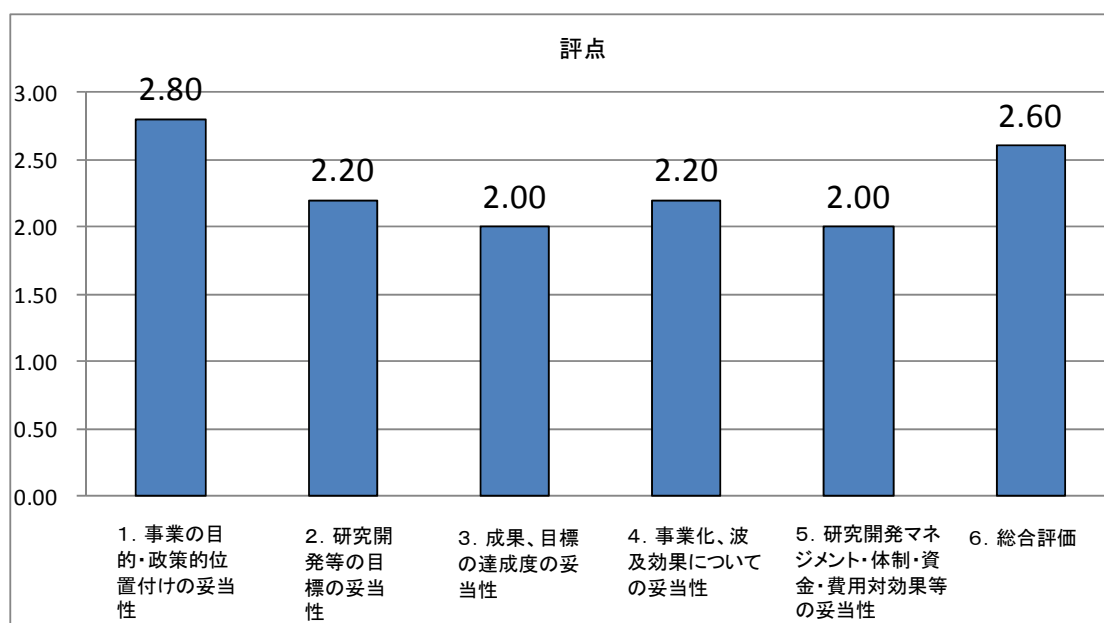
- ・ 各項目ごとに4段階（A（優）、B（良）、C（可）、D（不可）〈a, b, c, d も同様〉）で評価する。
- ・ 4段階はそれぞれ、 $A(a) = 3$ 点、 $B(b) = 2$ 点、 $C(c) = 1$ 点、 $D(d) = 0$ 点に該当する。
- ・ 評価シートの記入に際しては、評価シートの《判定基準》に示された基準を参照し、該当と思われる段階に○を付ける。
- ・ 大項目（A, B, C, D）及び小項目（a, b, c, d）は、それぞれ別に評点を付ける。
- ・ 総合評価は、各項目の評点とは別に、プロジェクト全体に総合点を付ける。

3. 評点結果

評点法による評点結果

(石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.80	3	3	3	3	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.20	3	2	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.20	2	2	2	3	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
6. 総合評価	2.60	3	2	3	3	2



経済産業省技術評価指針

平成26年4月

目次	1
経済産業省技術評価指針の位置付け	2
I. 評価の基本的考え方	6
1. 評価目的	6
2. 評価の基本理念	6
3. 指針の適用範囲	7
4. 評価の類型・階層構造及びリンケージ	7
5. 評価方法等	8
6. 評価結果の取扱い等	9
7. 評価システムの不断の見直し	9
8. 評価体制の充実	9
9. 評価者（外部有識者）データベースの整備	9
10. 評価における留意事項	10
II. 評価の類型と実施方法	12
1. 研究開発プログラムの評価	12
1-1. 複数の研究開発課題によって構成されるプログラムの評価	12
(1) 事前評価	12
(2) 中間評価	12
(3) 終了時評価	13
1-2. 競争的資金制度等の研究資金制度プログラムの評価	14
(1) 事前評価	14
(2) 中間評価	14
(3) 終了時評価	15
2. 研究開発課題（プロジェクト）の評価	16
(1) 事前評価	16
(2) 中間評価	16
(3) 終了時評価	17
3. 追跡調査・追跡評価	18
3-1. 追跡調査	18
3-2. 追跡評価	18

経済産業省技術評価指針の位置付け

経済産業省技術評価指針（以下、「本指針」という。）は、経済産業省が、経済産業省における研究開発プログラム及び研究開発課題（以下、「研究開発プログラム・課題」という。）の評価を行うに当たって配慮しなければならない事項を取りまとめたものである。

本指針は、「産業技術力強化法」（平成１２年法律第４４号）第１０条の規定、「科学技術基本計画」（平成２３年８月閣議決定）、「研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律」（平成２０年法律第６３号）第３４条の規定及び「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成２４年１２月内閣総理大臣決定）（以下、「大綱的指針」という。）に沿った適切な評価を遂行するための方針を示す。

同時に、「行政機関が行う政策の評価に関する法律」（平成１３年法律第８６号）（以下、「政策評価法」という。）に基づく「経済産業省政策評価基本計画」（以下、「政策評価基本計画」という。）に沿った、経済産業省政策評価のうち研究開発に関する部分の実施要領としての性格を持つ。したがって、研究開発プログラム・課題についての評価の結果は、政策評価基本計画に基づき実施される事前評価及び事後評価に適切に反映・活用を図る。

技術評価は、政策評価法上要請される評価を含め政策評価の一環としての位置付けを有することから、本指針は、研究開発プログラム・課題の成果や実績等を厳正に評価し、それを後の研究開発プログラム・課題の企画立案等に反映させる政策サイクルの一環としての評価の在り方について定めるものである。

ただし、研究開発プログラム・課題に係る評価は、研究開発の内容や性格、実施体制等の態様に応じた評価方法に拠るべきであるとともに、評価の厳正さと効率性を両立するためには、評価をとりまく様々な状況に応じた臨機応変な評価手順を設定する必要がある。さらに、評価手法は日進月歩であり、今後よりよい評価手法が提案されることも十分考えられる。したがって、本指針では共通的なルール及び配慮事項を取り上げることとし、より詳細な実施のプロトコルは評価マニュアルの作成等により記述することで、機動的な実施を図ることとする。

当省研究開発機関が自ら実施する評価をその機関の自己改革の契機とするような自律的なシステムの構築に努め、研究開発を実施する当省研究開発機関が、大綱的指針及び本指針に沿って、研究開発評価の実施に関する事項について、明確なルールを定め、研究開発評価の実施及び評価結果の活用が適切かつ責任を持って行うよう、所管官庁としての責務を果たすものとする。

◎本指針における用語については、次に定めるところによる。

- ・研究開発プログラム： 「上位施策の目標達成に向けて複数の研究開発課題を含む各手段を組み立てた計画や手順に基づく取組」及び「上位施策目標との関連性を明確にし、検証可能な目標を設定した研究資金制度」をいう。

（注１）「政策評価の実施に関するガイドライン」（平成１７年１２月１６日政策評価各府省連絡会議了承。以下「政評ガイドライン」という。）においては、各行政機関が所掌する政策を、「政策（狭義）」、「施策」及び「事務事業」の三階層に区分整理するところであり、その定義は次のとおり。

- ・政策（狭義）： 特定の行政課題に対応するための基本的な方針の実現を目的とする行政活動の大きなまとまり。
- ・施策： 上記の「基本的な方針」に基づく具体的な方針の実現を目的とする行政活動のまとまりであり、「政策（狭義）」を実現するための具体的な方策や対策ととらえられるもの。
- ・事務事業： 上記の「具体的な方策や対策」を具現化するための個々の行政手段としての事務及び事業であり、行政活動の基礎的な単位となるもの。

（注２）第４期科学技術基本計画においては、研究開発の政策体系は、「政策」、「施策」、「プログラム・制度」及び「研究開発課題」の四階層に区分整理するところである。政評ガイドラインとの関係では、当該「プログラム・制度」及び「研究開発課題」は、ともに政評ガイドラインにおける「事務事業」に該当するものと整理されているところである。

- ・研究開発課題（プロジェクト）： 具体的に研究開発を行う個別の実施単位であり、当省が定めた明確な目的や目標に沿って実施されるものをいう。

なお、大綱的指針においては、競争的資金制度等の「研究資金制度」における個々の採択課題も「研究開発課題」と称呼されているところであるが、本指針においては、混同を避けるため、当該各採択課題は「研究課題」と称呼するものとする。

- ・研究資金制度： 資金を配分する主体が研究課題を募り、提案された中から採択した研究課題に研究開発資金を配分する制度をいう。競争的資金制度は、これに含まれる。

なお、「上位施策目標との関連性を明確にし、検証可能な目標を設定した研究資金制度（以下、「研究資金制度プログラム」という）」については、大綱的指針における整理に従い、本指針においても「研究開発プログラム」の一つとして取り扱うものとする。

- ・競争的資金制度： 資金を配分する主体が、広く一般の研究者（研究開発に従事している者又はそれらの者から構成されるグループをいう。）、企業等又は特定の研究者、企業等を対象に、特定の研究開発領域を定め、又は特定の研究開発領域を定めずに研究課題を募り、研究者、企業等か

ら提案された研究課題の中から、当該課題が属する分野の専門家（当該分野での研究開発に従事した経験を有する者をいう。）を含む複数の者による、研究開発の着想の独創性、研究開発成果の先導性、研究開発手法の斬新性その他の科学的・技術評価又は経済的・社会的評価に基づき研究課題を採択し、当該研究課題の研究開発を実施する研究者等又は研究者等が属する組織若しくは企業等に研究開発資金を配分する制度をいう。

- ・ 当省研究開発機関： 国からの出資、補助等の交付を受けて研究開発を実施し、又は研究開発の運営管理を行う機関のうち、当省所管の独立行政法人をいう。
- ・ 政策評価書： 本指針において用いる「政策評価書」とは経済産業省政策評価実施要領を踏まえた評価書をいう。
- ・ 政策サイクル： 政策の企画立案・実施・評価・改善（**plan-do-check-action**）の循環過程をいう。
- ・ 評価システム： 評価目的、評価時期、評価対象、評価方法等、評価に係るあらゆる概念、要素を包含した制度、体制の全体をいう。
- ・ 推進課： 研究開発プログラム・課題を推進する課室（研究開発担当課室）をいう。
- ・ 主管課： 研究開発プログラム・課題の企画立案を主管する課室及び予算等の要求事項を主管する課室をいう。
- ・ 査定課： 予算等の査定を行う課室（大臣官房会計課、資源エネルギー庁総合政策課等）をいう。
- ・ 有識者： 評価対象となる研究開発プログラム・課題について知見を有する者及び研究開発成果の経済的・社会的意義につき評価できる者（マスコミ、ユーザ、人文・社会学者、投資家等）をいう。
- ・ 外部評価者： 経済産業省に属さない外部の有識者であって、評価対象となる研究開発プログラム・課題の推進に携わっていない者をいう。
- ・ 外部評価： 外部評価者による評価をいい、評価コメントのとりまとめ方法としてパネルレビュー（評価者からなる委員会を設置（インターネット等を利用した電子会議を含む。）して評価を行う形態）による場合とメールレビュー（評価者に対して郵便・FAX・電子メール等の手段を利用して情報を提供し、評価を行う形態）による場合とがある。
- ・ 評価事務局： 研究開発プログラム・課題の評価の事務局となる部署をいい、評価者の行う評価

の取りまとめ責任を負う。

- ・評価者： 評価の責任主体をいい、パネルレビューによる場合には外部評価者からなる委員会が責任主体となり、メールレビューによる場合には、各外部評価者がそれぞれ責任主体となる。また、評価の結果を踏まえて、資源配分の停止や変更、研究開発プログラム・課題の内容の変更に責任を有するのは研究開発プログラム・課題の推進課及び主管課である。
- ・終了時評価： 事業終了時に行う評価であり、事業が終了する前の適切な時期に行う終了前評価と事業の終了直後に行う事後評価がある。
- ・アウトプット指標： 成果の現象的又は形式的側面であり、主として定量的に評価できる、活動した結果の水準を測る指標をいう。
- ・アウトカム指標： 成果の本質的又は内容的側面であり、活動の意図した結果として、定量的又は定性的に評価できる、目標の達成度を測る指標をいう。

I. 評価の基本的考え方

1. 評価目的

(1) より良い政策・施策への反映

評価を適切かつ公正に行うことにより、研究者の創造性が十分に発揮されるような、柔軟かつ競争的で開かれた研究開発環境の創出など、より良い政策・施策の形成等につなげること。

(2) より効率的・効果的な研究開発の実施

評価を支援的に行うことにより、研究開発の前進や質の向上、独創的で有望な優れた研究開発や研究者の発掘、研究者の意欲の向上を促すことにより、研究開発を効果的・効率的に推進すること。

(3) 国民への技術に関する施策・事業の開示

高度かつ専門的な内容を含む研究開発プログラム・課題の意義や内容について、一般国民にわかりやすく開示すること。

(4) 資源の重点的・効率的配分への反映

評価の結果を研究開発プログラム・課題の継続、拡大・縮小・中止など資源の配分へ反映させることにより資源の重点化及び効率化を促進すること。

また、評価の結果に基づく適切な資源配分等を通じて、研究開発を次の段階に連続してつなげることなどにより、その成果の利用、活用に至るまでの一体的、総合的な取組を推進し、研究開発成果の国民・社会への還元の効率化・迅速化に資すること。

2. 評価の基本理念

評価の実施に当たっては、以下の考え方を基本理念とする。

(1) 透明性の確保

推進課、主管課及び当省研究開発機関は、積極的に研究開発成果を公開し、その内容について広く有識者等の意見を聴くこと。評価事務局においては、透明で公正な評価システムの形成、定着を図るため、評価手続、評価項目・評価基準を含めた評価システム全般についてあらかじめ明確に定め、これを公開することにより、評価システム自体を誰にも分かるものとするとともに、評価結果のみならず評価の過程についても可能な限り公開すること。

(2) 中立性の確保

評価を行う場合には、被評価者に直接利害を有しない中立的な者による外部評価の導入等により、中立性の確保に努めること。

(3) 継続性の確保

研究開発プログラム・課題においては、個々の評価がそれ自体意義を持つだけでなく、評価とそれを反映した研究開発プログラム・課題の推進というプロセスを繰り返していく時系列のつながりにも意義がある。したがって、推進課及び主管課にとって評価結果を後の研究開発プログラム・課題の企画立案等に反映させる際に有用な知見を抽出し、継続性のある評価方法で評価を行うこと。

(4) 実効性の確保

政策目的に照らし、効果的な研究開発プログラム・課題が行われているか判断するための効率的評価が行われるよう、明確で実効性のある評価システムを確立・維持するとともに、研究開発プログラム・課題の運営に支障が生じたり、評価者及び被評価者双方に過重な負担をかけることのない費用対効果の高い評価を行うこと。

3. 指針の適用範囲

(1) 本指針においては、多面的・階層的な評価を行う観点から、経済産業省における研究開発プログラム・課題を基本的な評価対象とする。

(2) 国費（当省予算）の支出を受けて研究開発プログラム・課題を実施する当省研究開発機関、民間企業、大学・公設試験研究機関等について、当該研究開発プログラム・課題の評価の際に、これら機関における当該研究開発プログラム・課題に係る研究開発実施体制・運営面等に関し、国費の效果的・効率的執行を確保する観点から、必要な範囲で評価を行う。

(3) 上記(1)及び(2)の規定にかかわらず、当省研究開発機関が運営費交付金により自ら実施し、又は運営管理する研究開発プログラム・課題については、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）及び大綱的指針に基づいて実施されるものであることから、原則として本指針による評価の対象としない。その他、公的第三者機関において技術的事項も含めて事業内容の評価検討等がなされることとなった研究開発プログラム・課題についても、原則として本指針による評価の対象としない。

(4) 評価の種類としては、この他に当省研究開発機関における研究者等の業績の評価が存在するが、これは当該機関の長が評価のためのルールを整備した上で、責任を持って実施することが基本であり、本指針による評価の対象としない。

4. 評価の類型・階層構造及びリンケージ

(1) 実施時期による類型

評価はその実施時期により、事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価に類型化される。

(2) 評価の階層構造及び施策階層における評価

経済産業省における技術評価は、「研究開発プログラム」階層又は「研究開発課題」階層における評価を基本とするが、政策効果をあげるために特に必要があると認められるときには、「施策」階層において、関連する複数の研究開発プログラム・課題が有機的に連携をとって体系的に政策効果をあげているかを評価することとする。当該「施策（階層における）評価」は、それを構成する研究開発プログラム又は研究開発課題における評価結果を活用し、研究開発プログラムの評価に準じて実施するものとする。

(3) 実施時期による評価のリンケージ

中間評価、終了時評価は、研究開発プログラム・課題の達成状況や社会経済情勢の変化を判断し、計画の見直しや後継事業への展開等の是非を判断するものである。また、事前評価での予想が実際にどのような結果となったか、予算措置は妥当であったか等を確認することにより、事前評価の方法を検証し得るものである。したがって、中間評価、終了時評価の結果をその後の産業技術政策・戦略の企画立案や、より効果的な事前評価の評価手法の確立に反映させるよう努めるものとする。

5. 評価方法等

厳正な評価を行うためには、評価方法、評価項目等に客観性を持たせることが必要であることから、本指針をはじめ評価実施に係る諸規程等を整備の上、公開するものとする。

技術評価室は本指針を踏まえ、評価マニュアル等を策定するとともに、円滑な評価の実施のための指導及び評価システムの維持管理を行う。

(1) 事業原簿

研究開発プログラム・課題の基本実施計画書、政策評価書等をもって事業原簿とする。推進課又は主管課は、事業原簿を作成・改定した場合は、速やかにその写しを技術評価室へ提出する。

(2) 評価項目・評価基準

評価の類型及び研究開発プログラム・課題の態様に応じて標準的な評価項目・評価基準を技術評価室が別に定めることとする。

(3) 評価手法

評価の類型に応じた適切な評価手法を用いるものとする。

(4) 評価の簡略化

評価の実施に当たっては、評価コストや被評価者側の過重な負担を回避するため、研究開発プログラムの評価においては、合理的と考えられる場合には、研究開発課題の評価を省略又は簡略化することができるものとする。また、評価対象となる事業に係る予算額が比較的少額である場合には、評価項目を限定する等の簡略化を行うことができるものとする。

なお、省略及び簡略化の標準的な方法については技術評価室が別に定める。

6. 評価結果の取扱い等

(1) 評価結果の取扱い

評価事務局は、評価終了後速やかに評価書の写しを技術評価室に提出する。技術評価室は全ての評価結果について、これまでに実施された関連調査及び評価の結果、評価の実施状況等を踏まえつつ意見をまとめ、査定課及び政策評価広報課に報告する。

主管課、推進課は、評価結果を踏まえ、必要に応じ、研究開発プログラム・課題の運営見直し・改善等を図るものとする。

(2) 予算査定との関係

査定課は、技術評価室から事前評価、中間評価及び終了前評価の評価書の提出を受けた場合は、技術評価室の意見を踏まえつつ研究開発プログラム・課題の査定等を行う。

(3) 評価結果等の公開の在り方

評価結果及びこれに基づいて講ずる又は講じた措置については、機密の保持が必要な場合を除き、個人情報や企業秘密の保護、知的財産権の取得等に配慮しつつ、一般に公開することとする。

なお、事前評価については、政策立案過程の透明化を図る観点から、評価事務局は予算が経済産業省の案として確定した後に、公開するものとする。

7. 評価システムの不断の見直し

いかなる評価システムにおいても、評価は評価者の主観的判断によってなされるものであり、その限りにおいては、完璧な客観性、公平性を求めることは困難である。したがって、評価作業が終了するごとにその評価方法を点検し、より精度の高いものとしていく努力が必要である。また、本指針については、こうした一連の作業を踏まえ、原則として毎年度見直しの要否を検討する。

8. 評価体制の充実

評価体制の充実を図るため、研究者を評価者として活用するなどにより、評価業務に携わる人材を育成・確保するとともに、評価の実施やそれに必要な調査・分析、評価体制の整備等に要する予算を確保する。

9. 評価者（外部有識者）データベースの整備

技術評価室は、国内外の適切な評価者を選任できるようにするため、及び個々の評価において普遍性・信頼性の高い評価を実現するため、研究開発プログラム・課題に係る外部有識者（評価者）データベースを整備する。

10. 評価における留意事項

(1) 評価者と被評価者との対等性

① 評価者と被評価者との関係

評価作業を効果的に機能させるためには、評価者と被評価者の双方が積極的にその知見と情報を提供し合うという協調的関係と、評価者もその評価能力を評価されるという意味で、評価者と被評価者とが相互に相手进行评估するという緊張関係とを構築し、この中で、討論を行い、評価を確定していく必要がある。この際、評価者は、不十分な成果等を被評価者が自ら進んで提示しない事実があるかどうかを見極める能力が要求される。一方、被評価者は、評価対象の研究開発プログラム・課題の位置付けを明確に認識するとともに、評価結果を正確に理解し、確実にその後の研究開発プログラム・課題の創設、運営等に反映させていくものとする。

② 評価者に係る留意事項

研究開発成果を、イノベーションを通じて国民・社会に迅速に還元していく観点から、産業界の専門家等を積極的に評価者に選任する。

③ 被評価者に係る留意事項

被評価者は、評価を事業の質をより高めるものとして積極的に捉え、評価は評価者と被評価者の双方の共同作業であるとの認識の下、真摯な対応を図ることが必要である。

(2) 評価の不確実性

評価時点では見通し得なかった技術、社会情勢の変化が将来的に発生し得るという点で評価作業は常に不確実性を伴うものである。したがって、評価者は評価の精度の向上には、必然的に限界があることを認識した上で、評価時点で最良と考えられる評価手法をとるよう努めることが必要である。かかる観点からは、厳正さを追求するあまりネガティブな面のみを過度に減点法で評価を行うこととなると、将来大きな発展をもたらす技術を阻害するおそれがある点にも留意する必要がある。また、成果に係る評価において、目標の達成度合いを評価の判定基準にすることが原則であるが、併せて、副次的成果等、次につながる成果を幅広い視野からとらえる。

(3) その他の留意事項

① 評価人材としての研究者の活用

研究者には、研究開発の発展を図る上で専門的見地からの評価が重要な役割を果たすものであることから、評価者としての評価への積極的参加が求められる。一方、特定の研究者に評価実施の依頼が集中する場合には、評価への参加が大きな負担となり、また、評価者となる幅広い人材の養成確保にもつながらないことから、海外の研究者や若手研究者も評価者として積極的に参加させることなどにより評価者確保の対象について裾野の拡大を図るよう努める。

② 所期の成果を上げられなかった研究開発

研究開発は必ずしも成功するとは限らず、また、失敗から貴重な教訓が得られることもある。したがって、失敗した場合には、まずその原因を究明し、今後の研究開発にこれを活かすことが重要であり、成果を上げられなかったことをもって短絡的に従事した研究者や組織、機関を否定的に評価すべきものではない。また、評価が野心的な研究開発の実施の阻害要因とならないよう留意しなければならない。

③ アウトプット指標及びアウトカム指標の活用等

評価の客観性を確保する観点から、アウトプット指標やアウトカム指標による評価手法を用いるよう努める。ただし、論文の被引用度数、特許の申請状況等による成果の定量的評価は一定の客観性を有するが、研究開発プログラム・課題においては研究分野や内容により、その意味は大きく異なり得るものであり、必ずしも研究開発成果の価値を一義的に表すものではない。したがって、これらを参考資料として有効に活用しつつも、偏重しないよう留意すべきである。

④ 評価結果の制度間での相互活用

研究開発をその評価の結果に基づく適切な資源配分等を通じて次の段階の研究開発に連続してつなげるなどの観点から、関係府省、研究開発機関及び制度を越えて相互活用するよう努める。

⑤ 自己点検の活用

評価への被評価者等の主体的な取組を促進し、また、評価の効率的な実施を推進するため、推進課及び主管課は、自ら研究開発プログラム・課題の計画段階において具体的かつ明確な目標とその達成状況の判定基準等を明示し、研究開発プログラム・課題の開始後には目標の達成状況、今後の発展見込み等の自己点検を行い、評価者はその内容の確認などを行うことにより評価を行う。

⑥ 評価の国際的な水準の向上

研究開発の国際化への対応に伴い、評価者として海外の専門家を参加させる、評価項目に国際的なベンチマーク等を積極的に取り入れるなど評価に関して、実施体制や実施方法などの全般にわたり、評価が国際的にも高い水準で実施されるよう取り組む。

Ⅱ．評価の種類と実施方法

1．研究開発プログラムの評価

1－1．複数の研究開発課題によって構成される研究開発プログラム（以下「複数課題プログラム」）の評価

(1) 事前評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

「複数課題プログラム」の創設時（プログラム構成要素として最初に実施する「研究開発課題（プロジェクト）」の初年度予算要求時）に、当該プログラム全体に係る「事前評価」を実施する。

これに加え、既に実施中の複数課題プログラムにおいて、新たな「研究開発課題」を実施する前（初年度予算要求時）に、当該研究開発課題に係る「事前評価」を実施するものとする。

(2) 中間評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

複数課題プログラムを構成する各「研究開発課題」が終了する各年度中に、当該プログラム全体に係る中間評価を実施する。（ただし、当該研究開発課題の終了をもって複数課題プログラム全体が終了する場合にあっては、当該プログラム全体の終了時評価（終了前評価又は事後評価）を行うものとし、前記中間評価は実施しない。）

なお、複数課題プログラムを構成する一の「研究開発課題」の実施期間が5年以上である場合にあっては、必要に応じ、上記中間評価の実施に加え、当該研究開発課題事業の開始から3年程度ごとを目安として、当該プログラム全体に係る中間評価を行うものとする。

(3) 終了時評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

複数課題プログラム全体の終了時に実施する。

ただし、当該プログラムの成果を切れ目なく次の研究開発プログラム等につなげていく場合には、当該プログラムが終了する前の適切な時期に終了時評価（終了前評価）を行うこととし、その他の場合には、当該プログラムの終了直後に終了時評価（事後評価）を行うものとする。

1－2．競争的資金制度等の研究資金制度プログラムの評価

(1) 事前評価

- ① 評価者
外部評価者
- ② 被評価者
推進課及び主管課
- ③ 評価事務局
推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。
- ④ 評価手法
外部評価を行う。
- ⑤ 評価項目・評価基準
技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。
- ⑥ 実施時期
新規の研究資金制度プログラムの創設時（初年度予算要求時）に行う。

(2) 中間評価

- ① 評価者
外部評価者
- ② 被評価者
推進課及び主管課
- ③ 評価事務局
推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。
- ④ 評価手法
外部評価を行う。
- ⑤ 評価項目・評価基準
技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。
- ⑥ 実施時期
実施期間が5年以上の研究資金制度プログラム又は実施期間の定めのない研究資金制度プログラムについて、3年程度ごとに行う。

(3) 終了時評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

研究資金制度プログラムの終了時に実施する。

ただし、当該研究資金制度プログラムの成果を切れ目なく次の研究資金制度プログラム等につなげていく場合には、当該研究資金制度プログラムが終了する前の適切な時期に終了時評価（終了前評価）を行うこととし、その他の場合には、当該研究資金制度プログラム終了直後に終了時評価（事後評価）を行うものとする。

2. 研究開発課題（プロジェクト）の評価

（1）事前評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

新規の研究開発課題（プロジェクト）の創設時（初年度予算要求時）に行う。

（2）中間評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

実施期間が5年以上の研究開発課題（プロジェクト）又は実施期間の定めのない研究開発課題（プロジェクト）について、3年程度ごとに行う。

(3) 終了時評価

① 評価者

外部評価者

② 被評価者

推進課及び主管課

③ 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

④ 評価手法

外部評価を行う。

⑤ 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

⑥ 実施時期

研究開発課題（プロジェクト）の終了時に実施する。

ただし、当該研究開発課題（プロジェクト）の成果を切れ目なく次の研究開発課題（プロジェクト）等につなげていく場合には、当該研究開発課題（プロジェクト）が終了する前の適切な時期に終了時評価（終了前評価）を行うこととし、その他の場合には、当該研究開発課題（プロジェクト）終了直後に終了時評価（事後評価）を行うものとする。

3. 追跡調査・追跡評価

3-1. 追跡調査

終了した研究開発プログラム・課題を対象として、終了後数年間にわたり、その研究開発活動や研究開発成果が産業、社会に及ぼした効果等について調査を行う。

3-2. 追跡評価

終了して数年経った国費（当省予算）投入額の大きな研究開発プログラム・課題を対象として、その研究開発活動や研究開発成果が産業、社会に及ぼした効果等について外部評価を行う。

(1) 評価者

外部評価者

(2) 被評価者

評価対象となる研究開発プログラム・課題に携わった推進課及び主管課

(3) 評価事務局

推進課及び主管課。ただし、必要に応じて技術評価室が行うこともできる。

(4) 評価手続・評価手法

過去の事業原簿等の文献データ、関連部署・機関及びその他関係者等からの聞き取り調査等による情報を基にパネルレビュー又は第三者機関への委託による外部評価を行う。

(5) 評価項目・評価基準

技術評価室が定める標準的な評価項目・評価基準又は評価者が定めるものとする。

(6) 実施時期

研究開発プログラム・課題終了後、成果の産業社会への波及が見極められる時点とする。

経済産業省技術評価指針に基づく
標準的評価項目・評価基準

平成25年4月

経済産業省産業技術環境局

技術評価室

目 次

	ページ
はじめに	1
I. 技術に関する施策評価	3
II. 技術に関する事業	6
II-1 プロジェクト評価	6
II-2 研究開発制度評価	9
II-3 競争的資金による研究課題に関する評価	13
III. 追跡評価	16

はじめに

研究開発評価に当たっては、公正性、信頼性さらには実効性の観点から、その対象となる研究開発の特性や評価の目的等に応じて、適切な評価項目・評価基準を設定して実施することが必要である。

本標準的評価項目・評価基準は、経済産業省における技術に関する施策及び技術に関する事業の評価を行うに当たって配慮しなければならない事項を取りまとめたガイドラインである経済産業省技術評価指針に基づき、評価方法、評価項目等に一貫性を持たせるために、標準的なものとして、技術評価室が定めるものである。

なお、本標準的評価項目・評価基準は、あくまで原則的なものであり、必ずしも全てそのとおりとしなければならないものではなく、適切な評価の実施のために評価対象によって、適宜、変更することを妨げるものではない。

I. 施策評価

【事前評価】

1. 目的

- ・ 施策の目的は特定されていて、簡潔に明示されているか。
- ・ 当該施策の導入により、現状をどのように改善し、どのような状況を実現しようとしているのか。

2. 必要性

- ・ 国（行政）が関与する必要があるか。

（注1） 背景として、どのような問題が当該施策の対象領域等に存在するのか。

また、その問題の所在や程度を数値、データや文献により具体的に把握しているか。

（注2） 行政関与の必要性や妥当性について、その根拠を客観的に明らかにする。

具体的には、妥当性を有することを説明する場合、これらニーズや上位目的に照らした妥当性を可能な限り客観的に明らかにする。また、「市場の失敗」と関連付けて行政の関与の必要性を説明する場合には、「行政関与の基準」の「行政関与の可否に関する基準」により、必要性を明らかにする。

（注3） 行政目的が国民や社会のニーズ又はより上位の行政目的に照らして妥当性を有していること、民間活動のみでは改善できない問題であって、かつ、行政が関与することにより改善できるものが存在することを明らかにする。

3. 施策の概要

- ・ 施策全体としての概要を適切に記述しているか。
- ・ 当該施策を構成する事業を網羅し、個々の事業について記載しているか。

（注） 施策の概要の記載において、施策の中間・事後評価時期を記載する。

4. 目標、指標及び達成時期

（1）目標

- ・ 具体的にいつまでにいかなる事業をどの程度実施し、どの水準から事業を開始し、どの水準の成果を達成するのか。目的と照らして、明確かつ妥当な目標を設定しているか。
- ・ 政策の特性などから合理性がある場合には、定性的な目標であっても良いが、その場合、目的として示された方向の上で目指す水準（例えば、研究開発成果による新規市場の創設効果など）が把握できるものとなっているか。

（注） 目標は、資金提供やサービス提供の量といった施策の実施の直接的な結果（アウトプット）だけでなく、施策の目的を具現化した効果（アウトカム：実施の結果、当該施策を直接に利用した者以外にも生ずる効果等）についても設定する。

（2）指標及び目標達成時期

- ・ 適切な指標を設定しているか。毎年のモニタリングとして測定可能なものとなっているか。
- ・ 当該指標により当該目標の達成度が測定可能なものとなっているか。

- ・目標達成時期は明確かつ妥当であるか。

(注) <共通指標>

- ・論文数及びそれら論文の被引用度数
- ・特許等取得した知的所有権数、それらの実施状況
- ・特に、製品化に際しての実施権供与数、取得実施権料
- ・国際標準形成への寄与

5. 中間・事後評価の時期及び方法

- ・事前評価書に、中間・事後評価の時期を設定しているか。
- ・目標達成や運用の状況を、いつ、どのようにして計測し、また、検証するかを明らかにしているか。
- ・事前評価段階で、評価方法を定めているか。

(注1) 施策の中間評価は、技術評価指針に基づき、4年以上の事業期間である施策について、実施する。

なお、技術評価指針における「中間評価」は、政策評価法上においては「事後評価」のカテゴリに整理される。

(注2) 事業の実施状況モニタリングは、過度のコストを伴う等非現実的な実施が前提とならないように配慮し、各指標値を得る情報源及び入手頻度等は明確にする。

6. 有識者、ユーザー等の各種意見

- ・当該施策の企画・立案過程において参照した外部の意見や要請等を施策全体及び個別事業毎に具体的に記述しているか。

7. 有効性、効率性等の評価

(1) 手段の適正性

- ・目的や目標を達成するために採り得る政策手段にはどのようなものがあるか。その中で、提案している施策が最も優れていると考える根拠は何か。
- ・採ろうとする政策手段が目的や目標の達成に役立つ根拠及び程度を明らかにしているか。

(2) 効果とコストとの関係に関する分析（効率性）

- ・要求予算規模、想定減税規模、機会費用その他の当該政策手段に伴い発生するコストを明確にしているか。
- ・各選択肢についての社会的便益と社会的費用の比較（費用便益分析、費用効果分析、（社会的便益が同等な場合は）コスト分析等）を行っているか。定量的な評価が困難な場合は、少なくとも、各々の想定される結果の長所・短所の定性的な比較に基づいて行っているか。

(3) 適切な受益者負担

- ・政策の目的に照らして、政策の効果の受益や費用の負担が公平に分配されるか。

【中間・事後評価】

1. 施策の目的・政策的位置付けの妥当性

(1) 施策の目的の妥当性

- ・ 施策の目的が波及効果、時期、主体等を含め、具体化されているか。
- ・ 技術的課題は整理され、目的に至る具体的目標は立てられているか。
- ・ 社会的ニーズに適合し、出口（事業化）を見据えた内容になっているか。

(2) 施策の政策的位置付けの妥当性

- ・ 施策の政策的位置意義（上位の政策との関連付け、類似施策との関係等）は高いか。
- ・ 国際的施策動向に適合しているか。

(3) 国の施策としての妥当性、国の関与が必要とされる施策か。

- ・ 国として取り組む必要のある施策であり、当省の関与が必要とされる施策か。
- ・ 必要に応じ、省庁間連携は組まれているか。

2. 施策の構造及び目的実現見通しの妥当性

(1) 現時点において得られた成果は妥当か。

(2) 施策の目的を実現するために技術に関する事業が適切に配置されているか。

- ・ 配置された技術に関する事業は、技術に関する施策の目的を実現させるために必要か。
- ・ 配置された技術に関する事業に過不足はないか。
- ・ 配置された技術に関する事業の予算配分は妥当か。
- ・ 配置された技術に関する事業のスケジュールは妥当か。

3. 総合評価

Ⅱ．技術に関する事業評価

Ⅱ－１ プロジェクト評価

【事前評価】

1. 事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

- （１）事業の必要性はあるか（どのような社会的課題等があるのか）。
- （２）アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期は適切に設定されているか。
- （３）アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度は優れているものか。
- （４）アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期は適切に設定されているか。

2. アウトカムに至るまでの戦略について

- （１）アウトカムに至るまでの戦略に関して、以下の点について適切に計画されているか。
 - ・アウトカムに至るまでのスケジュール
 - ・知財管理の取扱い
 - ・実証や国際標準化
 - ・性能や安全性基準の策定
 - ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組
- （２）成果のユーザーの段階的イメージ・仮説は妥当なものか。
 - ・技術開発成果の直接的受け手は誰か
 - ・社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤーは誰か

3. 次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

- （１）次年度以降に技術開発を実施する緊急性は合理的なものか。

4. 国が実施する必要性について

- （１）科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有している事業か。
 - ・我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野か

- ・他の研究分野等への高い波及効果を含むものか

5. 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

- (1) 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業との関係性は適切か
- ・当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業として何があるか
 - ・上記の関連性のある事業と重複がなく、また、適切に連携等が取れているか

【中間・事後評価】

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

- (1) 事業目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。
- ・事業の政策的意義（上位の施策との関連付け等）
 - ・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）
 - ・社会的・経済的意義（実用性等）
- (2) 国の事業として妥当であるか、国の関与が必要とされる事業か。
- ・国民や社会のニーズに合っているか。
 - ・官民の役割分担は適切か。

2. 研究開発等の目標の妥当性

- (1) 研究開発等の目標は適切かつ妥当か。
- ・目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
 - ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

- (1) 成果は妥当か。
- ・得られた成果は何か。
 - ・設定された目標以外に得られた成果はあるか。
 - ・共通指標である、論文の発表、特許の出願、国際標準の形成、プロトタイプ之作製等があったか。
- (2) 目標の達成度は妥当か。
- ・設定された目標の達成度（指標により測定し、中間及び事後評価時点の達成すべき水準（基準値）との比較）はどうか。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

- (1) 事業化については妥当か。

- ・事業化の見通し（事業化に向けてのシナリオ、事業化に関する問題点及び解決方策の明確化等）は立っているか。
- (2) 波及効果は妥当か。
- ・成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。
 - ・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合、以下の評価項目・評価基準による。

4. 標準化等のシナリオ、波及効果の妥当性

- (1) 標準化等のシナリオは妥当か。
- ・J I S 化や我が国主導の国際規格化等に向けた対応は図られているか。
- (2) 波及効果は妥当か。
- ・成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。
 - ・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

- (1) 研究開発計画は適切かつ妥当か。
- ・事業の目標を達成するために本計画は適切であったか（想定された課題への対応の妥当性）。
 - ・採択スケジュール等は妥当であったか。
 - ・選別過程は適切であったか。
 - ・採択された実施者は妥当であったか。
- (2) 研究開発実施者の実施体制・運営は適切かつ妥当か。
- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか、いたか。
 - ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか、いたか。
 - ・目標達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携／競争が十分に行われる体制となっているか、いたか。
 - ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組を積極的に実施しているか、いたか。
 - ・国民との科学・技術対話を効果的に実施したか、又は実施することとしているか。（ただし、公募要項に当該対話を実施することが明記されている研究開発で、3千万円以上の公的研究費の配分を受ける研究開発を実施する研究者等を対象とする。）ここで、国民との科学・技術対話とは、研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する、未来への希望を抱かせる心の通った双方向コミュニケーション活動をいう（「国民との科学・技術対話」の推進について（基本的取組方針）（平成22年6月19日））。
- (3) 資金配分は妥当か。
- ・資金の過不足はなかったか。
 - ・資金の内部配分は妥当か。

(4) 費用対効果等は妥当か。

- ・投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。
- ・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。

(5) 変化への対応は妥当か。

- ・社会経済情勢等周囲の状況変化に柔軟に対応しているか（新たな課題への対応の妥当性）。
- ・代替手段との比較を適切に行ったか。

6. 総合評価

Ⅱ－２ 研究開発制度評価

※複数の制度の制度構造評価を実施する場合、参考に示す評価項目・評価基準に留意する。

【事前評価】

1. 事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

- (1) 事業の必要性はあるか（どのような社会的課題等があるのか）。
- (2) アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期は適切に設定されているか。
- (3) アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度は優れているものか。
- (4) アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期は適切に設定されているか。

2. アウトカムに至るまでの戦略について

- (1) アウトカムに至るまでの戦略に関して、以下の点について適切に計画されているか。
 - ・アウトカムに至るまでのスケジュール
 - ・知財管理の取扱い
 - ・実証や国際標準化
 - ・性能や安全性基準の策定
 - ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組
- (2) 成果のユーザーの段階的イメージ・仮説は妥当なものか。

- ・技術開発成果の直接的受け手は誰か
- ・社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤーは誰か

3. 次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

- (1) 次年度以降に技術開発を実施する緊急性は合理的なものか。

4. 国が実施する必要性について

- (1) 科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有している事業か。
- ・我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野か
 - ・他の研究分野等への高い波及効果を含むものか

5. 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

- (1) 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業との関係性は適切か
- ・当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業として何があるか
 - ・上記の関連性のある事業と重複がなく、また、適切に連携等が取れているか

【中間・事後評価】

1. 制度の目的及び政策的位置付けの妥当性

- (1) 国の制度として妥当であるか、国の関与が必要とされる制度か。
- (2) 制度の目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。
- (3) 他の制度との関連において、重複等はないか。

2. 制度の目標の妥当性

- (1) 目標は適切かつ妥当か。
- ・目的達成のために具体的かつ明確な目標及び目標水準を設定しているか。特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
 - ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

3. 制度の成果、目標の達成度の妥当性

- (1) 制度としての成果は妥当か。
- ・得られた成果は何か。
 - ・設定された目標以外に得られた成果はあるか。
 - ・共通指標である、論文の発表、特許の出願、国際標準の形成、プロトタイプの

作製等があったか。

(2) 制度としての目標の達成度は妥当か。

- ・ 設定された目標の達成度（指標により測定し、中間及び事後評価時点の達成すべき水準（基準値）との比較）はどうか。

4. 制度採択案件に係る事業化、波及効果等その他成果についての妥当性

(1) 成果については妥当か。

- ・ 当該制度の目的に合致する成果は得られているか。
- ・ 事業化が目標の場合、事業化の見通し（事業化に向けてのシナリオ、事業化に関する問題点及び解決方策の明確化等）は立っているか。

(2) 波及効果は妥当か。

- ・ 成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。
- ・ 当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

5. 制度のマネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

(1) 制度のスキームは適切かつ妥当か。

- ・ 目標達成のための妥当なスキームとなっているか、いたか。

(2) 制度の体制・運営は適切かつ妥当か。

- ・ 制度の運営体制・組織は効率的となっているか、いたか。
- ・ 制度の目標に照らして、個々のテーマの採択プロセス（採択者、採択評価項目・基準、採択審査結果の通知等）及び事業の進捗管理（モニタリングの実施、制度関係者間の調整等）は妥当であるか、あったか。
- ・ 制度を利用する対象者はその目標に照らして妥当か。
- ・ 個々の制度運用の結果が制度全体の運営の改善にフィードバックされる仕組みとなっているか、いたか。
- ・ 成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組を積極的に実施しているか、いたか。
- ・ 国民との科学・技術対話を効果的に実施したか、又は実施することとしているか。（ただし、3千万円以上の公的研究費の配分を受ける研究開発で、公募要項に当該対話を実施することが明記されている研究開発を実施する研究者等を対象とする。）ここで、国民との科学・技術対話とは、研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する、未来への希望を抱かせる心の通った双方向コミュニケーション活動をいう（「国民との科学・技術対話」の推進について（基本的取組方針）（平成22年6月19日））。

(3) 資金配分は妥当か。

- ・ 資金の過不足はなかったか。
- ・ 資金の内部配分は妥当か。

(4) 費用対効果等は妥当か。

- ・ 投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。

- ・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。
- (5) 変化への対応は妥当か。
- ・社会経済情勢等周囲の状況変化に柔軟に対応しているか。
 - ・代替手段との比較を適切に行ったか。

6. 総合評価

(参考) 制度構造評価

<複数制度の俯瞰的評価>

1. 複数制度のバランス、相対的位置の妥当性

- ・他の制度との重複により効率が低くなっていないか。結果的に類似し重複や非効率が目立つ制度となっていないか。
- ・産業技術戦略や内外情勢変化に即した制度の配置、構成となっているか。
- ・目標のレベル、国が関与すべき程度、実用化時期の想定等に関して、複数制度の相対的位置、複数制度間の政策目的に照らした整合性は妥当か。
- ・利用者から見て、制度間の相違（趣旨、対象者、要件等）が分かりにくいものとなっていないか。一方、複数の制度間で申請書類の様式が必要以上に異なり、利用者側に不慣れた負担をしいることとなっていないか。

<個別制度の方向性項目>

2. 俯瞰的にみた個別制度の方向性

- ・内外情勢変化、他の制度との相対関係、個別制度評価の結果等を踏まえ、個別制度の継続、統廃合、新設の必要性はどうか。国の関与の度合いはどうか。
- ・統廃合を行う必要はなくても、運用面における連携、協調の必要性はどうか。

Ⅱ－3 競争的資金による研究課題に関する評価

<ア. 主として技術シーズの創造を目的とする競争的資金制度の場合> 【事前評価】

1. 目標・計画

- ・制度の目的（公募の目的）に照らして、研究開発目標・計画が具体的かつ明確に設定されているか。その目標の実現性、計画の妥当性はどうか。

2. 科学的・技術的意義（新規性、先進性、独創性、革新性、先導性等）

- ・ 最新の研究開発動向・水準からみて新規性はあるか。
- ・ 研究開発内容について独創性はあるか。
- ・ 飛躍的に技術レベルを高めるような技術的ブレークスルーポイントがあるか。

3. 実施体制

- ・ 研究開発代表者に十分な研究開発管理能力があるか。既に、相当程度の研究開発実績を有しているか。
- ・ 研究開発内容に適した研究開発実施場所が選定されているか。
- ・ 研究開発を行う上で、十分な研究開発人員（研究開発分担者）及び設備等を有しているか、また、研究開発を推進するために効果的な実施体制となっているか。

4. 実用化の見通し

- ・ 研究開発の成果が実用化に結びつく可能性があるか。
- ・ 実用化された場合に、産業・社会への波及効果は認められるか。
- ・ 研究開発代表者又は研究開発チームに属する研究開発分担者が、当該研究開発の基礎となる特許を有しているか、又は出願中であるか。
- ・ 国内外で関連の特許が押さえられていないか。

5. 想定される選択肢内の比較

- ・ 事業の提案に当たり、選択肢の吟味を行っているのか。提案する手段が最も優れていると考える根拠は何か。

【中間・事後評価】

1. 目標・計画

- ・ 技術動向等の変化に対応して、事業の目的や計画は妥当であったか。
- ・ 成果は目標値をクリアしているか。

2. 要素技術から見た成果の意義

- ・ 科学的・技術的意義（新規性、先進性、独創性、革新性、先導性等）が認められるか。

3. 実施体制

- ・ 研究開発管理能力、研究開発実施場所、研究設備等実施体制は適切であったか。
- ・ 国民との科学・技術対話を効果的に実施したか、又は実施することとしているか。（ただし、3千万円以上の公的研究費の配分を受ける研究開発で、公募要項に当該対話を実施す

ることが明記されている研究開発を実施する研究者等を対象とする。) ここで、国民との科学・技術対話とは、研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する、未来への希望を抱かせる心の通った双方向コミュニケーション活動をいう(「国民との科学・技術対話」の推進について(基本的取組方針)(平成22年6月19日))。

4. 実用化の見通し

- ・ 成果に関する特許の出願予定はあるか。
- ・ 実用化に向けた具体的な計画があるか。

＜イ. 主として研究開発成果を早期に実用化することを目的とする競争的資金の場合＞

【事前評価】

1. 必要性

- ・ 制度の目的に照らして、国の支援が必要な事業であるか。
- ・ 当該事業に対する社会的なニーズが具体的かつ明確となっており、ニーズを満たすために相当程度有効な事業であるか。

2. 目標・計画

- ・ 制度の目的(公募の目的)に照らして、技術開発目標・計画が具体的かつ明確に設定されているか。その目標や計画は実現性が高い妥当なものとなっているか。
- ・ 実用化(事業化)に向けた具体的な計画を有し、実用化(事業化)の可能性が高いものとなっているか。

3. 新規性、先進性、技術レベル

- ・ 革新的な新製品の開発に取り組むものであるか。
- ・ 既存製品の延長ではあるが経済性の格段の向上や新機能の付加が認められるなど、新規性・先進性を有しているか。
- ・ 技術開発の難易度が既存の技術水準に比して高い事業であるか。

4. 実施体制

- ・ 事業を的確に遂行するために必要な開発体制及び能力を有しているか。既に、関連する研究開発等の事業経験があるか。

5. 実用化(事業化)の見通し

- ・ 当該研究開発の基礎となる研究開発成果が確実なものとなっているか。
- ・ 実用化による産業・社会への波及効果は認められるか。
- ・ 実用化による市場の創出効果が大きい。または市場を占めるシェアが大きい。

- ・実用化した製品が継続的に受け入れられる市場環境にあるか。
- ・事業化に結びつくための生産に必要な資源の確保や、販売ルートを保有しているか。
- ・事業化に結びつくための（競争相手に対する）優位性が存在するか。

【中間・事後評価】

1. 必要性

- ・社会的なニーズを満たすために相当程度有効な事業であったか。国の支援が必要な事業であったか。

2. 目標・計画

- ・技術動向等の変化に対応して、事業の目的や計画は妥当であったか。
- ・成果は目標値をクリアしているか

3. 要素技術から見た成果の意義

- ・新規性、先進性が認められるか。

4. 実施体制

- ・開発体制及び能力は適切であったか。
- ・国民との科学・技術対話を効果的に実施したか、又は実施することとしているか。
（ただし、3千万円以上の公的研究費の配分を受ける研究開発で、公募要項に当該対話を実施することが明記されている研究開発を実施する研究者等を対象とする。）ここで、国民との科学・技術対話とは、研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する、未来への希望を抱かせる心の通った双方向コミュニケーション活動をいう（「国民との科学・技術対話」の推進について（基本的取組方針）（平成22年6月19日））。

5. 実用化（事業化）の見通し

- ・成果に関する特許出願、国際標準の提案の予定はあるか。
- ・実用化に向けたスケジュールや体制は明確になっているか。
- ・実用化による産業・社会への波及効果は認められるか。
- ・実用化による市場の創出効果が大きい。または市場を占めるシェアが大きい。
- ・実用化した製品が継続的に受け入れられる市場環境にあるか。
- ・事業化に結びつくための生産に必要な資源の確保や、販売ルートを保有しているか。
- ・事業化に結びつくための（競争相手に対する）優位性が存在するか。

Ⅲ．追跡評価

Ⅰ．波及効果に関する評価

Ⅰ－１．技術波及効果

（１）実用化への進展度合

- ・プロジェクトの直接的および間接的な成果は、製品やサービスへの実用化にどのように寄与したか、あるいは寄与する可能性があるか。特許取得やその利用状況、市場環境の変化、競合技術の台頭等を踏まえて評価する。

- ①プロジェクト終了後に実用化した製品やサービスは数多くあったか。
- ②プロジェクトの成果から今後実用化が期待される製品やサービスはあるか。
- ③多額の実施料収入を生み出す等、インパクトのある技術が得られたか。
- ④外国での特許取得が行われたか。
- ⑤基本特許を生み出したか。

（２）プロジェクト成果からの技術的な広がり具合

- ・プロジェクトの成果により直接的に生み出された技術は、関連技術分野に技術面でのインパクトを与えたか。派生技術には、プロジェクト実施当時に想定されていたもの、想定されていなかったものを含めてどのようなものがあり、それらはどのように利用されているかを踏まえて評価する。

- ①数多くの派生技術を生み出したか。
- ②派生技術は多くの種類の技術分野にわたっているか。（当該技術分野、他の各種技術分野）
- ③直接的に生み出された技術又は派生技術を利用した研究主体は数多くあるか。
- ④直接的に生み出された技術又は派生技術を利用する研究主体は産業界や学会に広がりを持っているか。（参加企業、大学等、不参加の同業種の企業、その他の産業等）
- ⑤参加企業等が自ら実施する研究開発の促進効果や期間短縮効果はあったか。

（３）国際競争力への影響

- ・直接的に生み出された技術の成果技術や派生技術により、国際競争力はどのように強化されたか。

- ①我が国における当該分野の技術レベルは向上したか。
- ②外国と技術的な取引が行われ、それが利益を生み出しているか。
- ③プロジェクトの技術分野に関連した外国での特許取得は積極的になされているか。
- ④国際標準の決定に対し、プロジェクトはメリットをもたらしたか。
- ⑤国際標準等の協議において、我が国がリーダーシップをとれるようになったか。
- ⑥外国企業との主導的な技術提携は行われたか。
- ⑦プロジェクトが外国の技術政策に影響を与え、その結果技術交流が促進され

たり、当該分野で我が国がイニシアチブをとれるようになったか。

I-2. 研究開発力向上効果

(1) 知的ストックの蓄積度合

- ・特許や、研究者のノウハウ・センス・知識等の研究成果を生み出す源となる知的ストックはどのような役割を果たしたか。それらはプロジェクト終了後も継承され、次の研究の芽になる等、今後も影響を持ち得ることができるか。

- ①当該分野における研究開発は続いているか。
- ②プロジェクト終了後にも、プロジェクトに参加した研究者が派生技術の研究を行っているか。
- ③プロジェクトの終了時から現在までの間に、知的ストックが将来的に注目すべき新たな成果（画期的な新製品・新サービス等）を生み出す可能性は高まっているか。

(2) 研究開発組織の改善・技術戦略への影響

- ・プロジェクトは、研究開発組織の強化・改善に対してどのように役立ったか。あるいは、実施企業の技術戦略に影響を与えたか。

- ①企業を超える研究開発のインフラとして、学会、フォーラム、研究者間交流等の公式・非公式の研究交流基盤は整備され、活用されているか。
- ②企業間の共同研究の推進等、協力関係、良好な競争的關係が構築されたか。
- ③顧客やビジネスパートナーとの関係の変化が、経済性を向上させたか。
- ④技術の管理組織を再編成する契機となったか。
- ⑤研究開発部門の再構成等、社内の組織改編は積極的行われたか。
- ⑥研究開発の予算規模が増減する契機となったか。
- ⑦プロパテント等の特許戦略に対する意識が高くなったか。
- ⑧知的ストックは、企業の技術戦略にどのような影響を与えたか。

(3) 人材への影響

- ・プロジェクトは研究者の効率的・効果的配置や能力の向上にどのように寄与したか。

- ①国内外において第一人者と評価される研究者が生まれたか。
- ②論文発表、博士号取得は活発に行われたか。
- ③プロジェクト従事者の企業内での評価は高まったか。
- ④研究者の能力向上に結び付くような研究者間の人的交流が行われたか。
- ⑤関連分野の研究者増員が行われたか。
- ⑥国内外から高く評価される研究機関となったか。

I-3. 経済効果

(1) 市場創出への寄与

- ・新しい市場を創造したか。また、その市場の拡大に寄与したか。

(2) 経済的インパクト

- ・生産波及、付加価値創出、雇用創出への影響は大きかったか。
 - ①直接的に生み出された技術や派生技術の実用化により、製品の売り上げと利益は増加したか。
 - ②直接的に生み出された技術や派生技術の実用化により、雇用促進は積極的に図られたか。
- (3) 産業構造転換・活性化の促進
 - ・プロジェクトが産業構造の転換や活性化（市場の拡大や雇用の増加等）にどのような役割を果たしたか。
 - ①プロジェクトが、各関連産業における市場の拡大や雇用の増加等に寄与したか。
 - ②プロジェクトが新たな産業の勃興や、既存市場への新規参入、あるいは既存市場からの撤退等をもたらしたか。また、それらが市場全体における雇用に影響したか。
 - ③プロジェクトが生産業務の改善や更新に結びついたことにより生産性・経済性は向上したか。

I-4. 国民生活・社会レベルの向上効果

- ・プロジェクトによって新たな製品・サービスが実用化されたこと、プロジェクトの成果の応用による生産性の向上や顕著なコストダウン、デファクトを含めた規格化を促進したこと等の事例がある場合、それらは、例えば下記に挙げる項目にそれぞれどのような影響をもたらしたか。
 - (1) エネルギー問題への影響
 - ・エネルギー問題の解決に寄与した効果としてどのようなものが考えられるか。
 - (2) 環境問題への影響
 - ・環境問題の解決に寄与した効果としてどのようなものが考えられるか。
 - (3) 情報化社会の推進
 - ・情報化社会の推進に寄与した効果としてどのようなものが考えられるか。
 - (4) 安全、安心、生活の質
 - ・国民生活の安全、安心、生活の質の向上に寄与した効果としてどのようなものが考えられるか。
 - ①国民生活の利便性を向上させた事例が存在するか。
 - ②国民生活の安全性の向上に寄与したか。
 - ③プロジェクトの成果は、身障者や高齢者の多様な生活を可能にしたか。また、個の自立を支援するものであるか。

I-5. 政策へのフィードバック効果

- (1) その後の事業への影響
 - ・プロジェクトの成果や波及効果、改善提案、反省点等がその後の研究開発プロ

ジェクトのテーマ設定や体制構築へ反映されたか。

(2) 産業戦略等への影響

- ・プロジェクトの直接的・間接的な成果が実用化したり、関連の研究開発基盤ができたこと等による、その後の産業戦略等への影響があったか。

Ⅱ. 現在の視点からのプロジェクトの評価

Ⅱ－１. 国家プロジェクトとしての妥当性

- ・国のプロジェクトとしてどのような効果があったか。Ⅰに示した各効果を総合的に評価する。
- ・現在（追跡評価時点）から見て、国が関与する必要性があったか。また、関与の方法や程度は妥当であったか
 - ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。
 - ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。
 - ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの（知的基盤）の形成に資する研究開発の場合。
 - ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。
 - ⑤その他国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

Ⅱ－２. 目標設定

- ・当時の技術動向、市場動向、社会環境、政策目的等から見て、目標設定の方向性とそのレベルは妥当であったか。

Ⅱ－３. プロジェクト実施方法

- ・プロジェクトの計画策定、スキーム（予算制度）、実施体制、運営方法等の実施方法が現在の視点から見て妥当であったか。

Ⅱ－４. Ⅱ－１～Ⅱ－３の評価結果を踏まえ、プロジェクト終了時の事後評価の妥当性

- ・事後評価で行われた評価結果は、追跡評価の時点から見て妥当であるか。

（現在の事後評価項目の例示）

目的・意義の妥当性、目標の妥当性、計画内容の妥当性、国のプロジェクトであることの妥当性、研究開発体制・運営の妥当性、研究開発成果の計画と比較した達成度、実用化の見通し（成果普及、広報体制、波及効果）、総合評価、今後の提言

- ・今後の最終評価において改善すべき評価方法、考慮すべき要因等を提案。

Ⅱ－５．プロジェクト終了後のフォローアップ方法

- ・プロジェクトの成果の実用化や普及に対して、プロジェクト終了後のフォローアップ体制が適切であったか。後継の国のプロジェクトを立ち上げる必要は無かったか。
- ・不適切な場合の改善点、より効果を発揮するための方策の提案。

経済産業省技術評価指針に基づく
標準的評価項目・評価基準

平成27年4月

経済産業省産業技術環境局

技術評価室

目 次

ページ

はじめに	1
I. 研究開発プログラム(複数課題プログラム、研究資金制度プログラム) の評価項目・評価基準	3
I-1. 複数課題プログラムの評価項目・評価基準	3
I-1-1(1) 事前評価	3
I-1-1(2) 中間評価	4
I-1-1(3) 終了時評価	6
I-2. 研究資金制度プログラムの評価項目・評価基準.....	8
I-2-1(1) 事前評価	8
I-2-1(2) 中間評価	9
I-2-1(3) 終了時評価	10
II. 研究開発課題(プロジェクト)の評価項目・評価基準	13
II-1(1) 事前評価	13
II-1(2) 中間評価	14
II-1(3) 終了時評価	16
III. 追跡評価の評価項目・評価基準	18

はじめに

研究開発評価に当たっては、公正性、信頼性さらには実効性の観点から、その対象となる研究開発の特性や評価の目的等に応じて、適切な評価項目・評価基準を設定して実施することが必要である。

本標準的評価項目・評価基準は、経済産業省における技術に関する施策及び技術に関する事業の評価を行うに当たって配慮しなければならない事項を取りまとめたガイドラインである経済産業省技術評価指針に基づき、評価方法、評価項目等に一貫性を持たせるために、標準的なものとして、技術評価室が定めるものである。

用語の解説

本規程における用語については、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成24年12月6日内閣総理大臣決定)及び同解説書並びに「経済産業省技術評価指針」(平成26年4月)に従い、次に定めるところによる。

・研究開発プログラム:「上位施策の目標達成に向けて複数の研究開発課題を含む各手段を組み立てた計画や手順に基づく取組」及び「上位施策目標との関連性を明確にし、検証可能な目標を設定した研究資金制度」をいう。

・研究開発課題(プロジェクト):具体的に研究開発を行う個別の実施単位であり、当省が定めた明確な目的や目標に沿って実施されるものをいう。

なお、大綱的指針においては、競争的資金制度等の「研究資金制度」における個々の採択課題も「研究開発課題」と称呼されているところであるが、混同を避けるため、当該各採択課題は「研究課題」と称呼するものとする。

・研究資金制度:資金を配分する主体が研究課題を募り、提案された中から採択した研究課題に研究開発資金を配分する制度をいう。競争的資金制度は、これに含まれる。

なお、「上位施策目標との関連性を明確にし、検証可能な目標を設定した研究資金制度(以下「研究資金制度プログラム」という。)」については、大綱的指針における整理に従い、「研究開発プログラム」の一つとして取り扱うものとする。

・競争的資金制度:資金を配分する主体が、広く一般の研究者(研究開発に従事している者又はそれらの者から構成されるグループをいう。)、企業等又は特定の研究者、企業等を対象に、特定の研究開発領域を定め、又は特定の研究開発領域を定めずに研究課題を募り、研究者、企業等から提案された研究課題の中から、当該課題が属する分野の専門家(当該分野での研究開発に従事した経験を有する者をいう。)を含む複数の者による、研究開発の着想の独創性、研究開発成果の先導性、研究開発手法の斬新性その他の科学的・技術評価又は経済的・社会的評価に基づき研究課題を採択し、当該研究課題の研究開発を実施する研究者等又は研究者等が属する組織若しくは企業等に研究開発資金を配分する制度をいう。

(注1)「政策評価の実施に関するガイドライン」(平成17年12月16日政策評価各府省連絡会議了承。以下「政評ガイドライン」という。))においては、各行政機関が所掌する政策を、「政策(狭義)」、「施策」及び「事務事業」の三階層に区分整理するところであり、その定義は次のとおり。

- ・政策(狭義):特定の行政課題に対応するための基本的な方針の実現を目的とする行政活動の大きなまとまり。
- ・施策:上記の「基本的な方針」に基づく具体的な方針の実現を目的とする行政活動のまとまりであり、「政策(狭義)」を実現するための具体的な方策や対策ととらえられるもの。
- ・事務事業:上記の「具体的な方策や対策」を具現化するための個々の行政手段としての事務及び事業であり、行政活動の基礎的な単位となるもの。

(注2)第4期科学技術基本計画においては、研究開発の政策体系は、「政策」、「施策」、「プログラム・制度」及び「研究開発課題」の四階層に区分整理するところである。政評ガイドラインとの関係では、当該「プログラム・制度」及び「研究開発課題」は、ともに政評ガイドラインにおける「事務事業」に該当するものと整理されている。

I. 研究開発プログラム(複数課題プログラム、研究資金制度プログラム)の評価項目・評価基準

I-1. 複数課題プログラムの評価項目・評価基準

研究開発プログラム(複数課題プログラム)の評価については、以下によるものの他、当該プログラムの構成要素である個別の研究開発課題の評価については、「Ⅱ. 研究開発課題(プロジェクト)の評価項目・評価基準」によるものとする。

I-1-1(1) 事前評価

【事前評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
事前評価基準1-1	複数課題プログラムの目的を踏まえた事業アウトカム(指標及び目標値)が明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。 当該複数課題プログラムの事業アウトカムと関連性のある省内外の事業と重複がなく、適切に連携等が取れていること。 事業アウトカムを踏まえ、次年度以降に技術開発を実施することが合理的であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【事前評価項目2】	複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性
事前評価基準2-1	複数課題プログラムの内容が明確かつ妥当であること。
	(注)当該複数課題プログラムを構成する個々の事業それぞれの研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
事前評価基準2-2	事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)中間評価時点及び終了評価時点において、複数課題プログラムの進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。

【事前評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
事前評価基準3	次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該複数課題プログラムを実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな

	付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。
--	---

【事前評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
事前評価基準4	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【事前評価項目5】	複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性
事前評価基準5-1	複数課題プログラムの実施・マネジメント体制が明確かつ妥当であること。
事前評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討されていること。

【事前評価項目6】	費用対効果の妥当性
事前評価基準6	投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

I-1-(2) 中間評価

【中間評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
中間評価基準1-1	中間評価時点においてなお、複数課題プログラムの目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注) 事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
中間評価基準1-2	中間評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注) 市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【中間評価項目2】	複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性
中間評価基準2-1	中間評価時点においてなお、複数課題プログラムの内容が明確かつ妥当であること。
	(注) 研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
中間評価基準2-2	中間評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
中間評価基準2-3	中間評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文

	発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプの実現等が実施されていること。
	(注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【中間評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
中間評価基準3	中間評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすなど、当省(国)において、当該複数課題プログラムを実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【中間評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
中間評価基準4	中間評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【中間評価項目5】	複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性
中間評価基準5-1	複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・研究開発計画 ・研究開発実施者の適格性 ・研究開発の実施体制(チーム構成、プロジェクトリーダー、連携や競争を図るためのフォーメーション等) ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応
中間評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、具体化されていること。

【中間評価項目6】	費用対効果の妥当性
中間評価基準6	中間評価時点においてなお、投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

I-1-(3) 終了時評価

【終了評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
終了時評価基準1-1	終了時評価時点においてなお、複数課題プログラムの目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
終了時評価基準1-2	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【終了時評価項目2】	複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性
終了時評価基準2-1	終了評価時点においてなお、複数課題プログラムの内容が明確かつ妥当であること。
	(注)研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
終了時評価基準2-2	終了評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
終了時評価基準2-3	終了時評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプの実現等が実施されていること。
	(注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【終了時評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
終了時評価基準3	終了時評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすなど、当省(国)において、当該複数課題プログラムを実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【終了時評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
終了時評価基準4－1	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー
【終了時評価項目5】	複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性
終了時評価基準5－1	事業実施中における、複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・研究開発計画 ・研究開発実施者の適格性 ・研究開発の実施体制(チーム構成、プロジェクトリーダー、連携や競争を図るためのフォーメーション等) ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応
終了時評価基準5－2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、事業アウトカム達成までの間も含め、具体化されていること。
【終了時評価項目6】	費用対効果の妥当性
終了時評価基準6	投入された国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

I-2. 研究資金制度プログラムの評価項目・評価基準

I-2-(1) 事前評価

【事前評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
事前評価基準1-1	制度の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。 当該「制度」の事業アウトカムと関連性のある省内外の事業と重複がなく、適切に連携等が取れていること。 事業アウトカムを踏まえ、次年度以降に技術開発を実施することが合理的であること。
事前評価基準1-2	事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【事前評価項目2】	制度内容及び事業アウトプットの妥当性
事前評価基準2	事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)中間評価時点及び終了評価時点において、事業の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。

【事前評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
事前評価基準3	次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該制度を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【事前評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
事前評価基準4	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【事前評価項目5】	当該制度の実施・マネジメント体制等の妥当性
事前評価基準5-1	制度の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・制度の運営体制・組織 ・個々のテーマの採択プロセス ・事業の進捗管理(モニタリングの実施、制度関係者間の調整等) ・制度を利用する対象者 ・個々の制度運用の結果が制度全体の運営の改善にフィードバックされる仕組み ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組 ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への対応
事前評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、具体化されていること。

【事前評価項目6】	費用対効果の妥当性
事前評価基準6	投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

I-2-(2) 中間評価

【中間評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
中間評価基準1-1	中間評価時点においてなお、制度の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
中間評価基準1-2	中間評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【中間評価項目2】	制度内容及び事業アウトプットの妥当性
中間評価基準2-1	中間評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)中間評価時点及び終了評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。
中間評価基準2-2	中間評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプの作成等が実施されていること。
	(注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【中間評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
中間評価基準3	中間評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当

	省(国)において、当該制度を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。
--	---

【中間評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
中間評価基準4	中間評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱 ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【中間評価項目5】	制度の実施・マネジメント体制等の妥当性
中間評価基準5-1	中間評価時点においてなお、制度の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・制度の運営体制・組織 ・個々のテーマの採択プロセス ・事業の進捗管理(モニタリングの実施、制度関係者間の調整等) ・制度を利用する対象者 ・個々の制度運用の結果が制度全体の運営の改善にフィードバックされる仕組み ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組 ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への対応
中間評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱についての戦略及びルールが十分検討され、具体化されていること。

【中間評価項目6】	費用対効果の妥当性
中間評価基準6	中間評価時点においてなお、投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

I-2-1(3) 終了時評価

【終了時評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
終了時評価基準1-1	終了時評価時点においてなお、制度の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
終了時評価基準1-2	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【終了時評価項目2】	制度内容及び事業アウトプットの妥当性
終了時評価基準2-1	終了評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)中間評価時点及び終了評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。
終了時評価基準2-2	終了時評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプ作成等が実施されていること。
	(注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【終了時評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
終了時評価基準3	終了時評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該制度を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【終了時評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
終了時評価基準4-1	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱 ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定

	・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー
終了時評価基準4-2	あらかじめ設定されていた事業アウトカムの達成時期における目標値の達成が見込まれていること。
	(注)達成が見込めない場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【終了時評価項目5】	制度の実施・マネジメント体制等の妥当性
終了時評価基準5-1	終了時評価時点においてなお、制度の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・制度の運営体制・組織 ・個々のテーマの採択プロセス ・事業の進捗管理(モニタリングの実施、制度関係者間の調整等) ・制度を利用する対象者 ・個々の制度運用の結果が制度全体の運営の改善にフィードバックされる仕組み ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組 ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への対応
終了時評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、事業アウトカム達成までの間も含め、具体化されていること。
終了時評価基準5-3	事業終了後における、事業アウトカム達成までの間の研究開発の実施・マネジメント体制等が明確かつ妥当であること。

【終了時評価項目6】	費用対効果の妥当性
終了時評価基準6	投入された国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

Ⅱ．研究開発課題(プロジェクト)の評価項目・評価基準

Ⅱ－(1) 事前評価

【事前評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
事前評価基準1－1	事業の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。 当該事業の事業アウトカムと関連性のある省内外の事業と重複がなく、適切に連携等が取れていること。 事業アウトカムを踏まえ、次年度以降に技術開発を実施することが合理的であること。
事前評価基準1－2	事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【事前評価項目2】	研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性
事前評価基準2－1	研究開発内容が明確かつ妥当であること。
	(注)研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
事前評価基準2－2	事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)中間評価時点及び終了評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。

【事前評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
事前評価基準3	次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該研究開発課題(プロジェクト)を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【事前評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
事前評価基準4	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【事前評価項目5】	研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性
事前評価基準5-1	研究開発の実施・マネジメント体制等が明確かつ妥当であること。
事前評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討されていること。

【事前評価項目6】	費用対効果の妥当性
事前評価基準6	投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

Ⅱ-(2) 中間評価

【中間評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
中間評価基準1-1	中間評価時点においてなお、事業の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。 (注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
中間評価基準1-2	中間評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。 (注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【中間評価項目2】	研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性
中間評価基準2-1	中間評価時点においてなお、研究開発内容が明確かつ妥当であること。 (注)研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
中間評価基準2-2	中間評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。 (注)中間評価時点及び終了評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。
中間評価基準2-3	中間評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプの実現等が実施されていること。 (注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

	と。
--	----

【中間評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
中間評価基準3	中間評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該研究開発課題(プロジェクト)を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。 ⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

【中間評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
中間評価基準4	中間評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱 ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー

【中間評価項目5】	研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性
中間評価基準5-1	研究開発の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・研究開発計画 ・研究開発実施者の適格性 ・研究開発の実施体制(チーム構成、プロジェクトリーダー、連携や競争を図るためのフォーメーション等) ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応
中間評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱についての戦略及びルールが十分検討され、具体化されていること。

【中間評価項目6】	費用対効果の妥当性
中間評価基準6	中間評価時点においてなお、投入する予定の国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

Ⅱ－(3) 終了時評価

【終了評価項目1】	事業アウトカムの妥当性
終了時評価基準1－1	終了時評価時点においてなお、事業の目的を踏まえた事業アウトカムが明確であり妥当であること。
	(注)事業アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
終了時評価基準1－2	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)市場規模・シェア、エネルギー・CO2削減量などの事業アウトカムを計測できる定量的な指標が設定されるとともに、目標値及び達成時期が適切に設定されていること。

【終了時評価項目2】	研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性
終了時評価基準2－1	終了評価時点においてなお、研究開発内容が明確かつ妥当であること。
	(注)研究開発要素が明確であること。 国内外他者において実施されている類似の研究開発や競合する研究開発等の現状が把握されており、本事業によって、技術的優位性(特許取得等)及び経済的優位性(上市・製品化、市場規模・シェア等)を確保できるものであること。
終了時評価基準2－2	終了評価時点においてなお、事業アウトプット指標及び目標値が明確かつ妥当であること。
	(注)終了評価時点において、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証し得る、定量的な事業アウトプット指標が提示されるとともに、目標値が適切に設定されていること。
終了時評価基準2－3	終了時評価時点での事業アウトプットの目標値が達成されているとともに、関連する論文発表、特許出願、国際標準の形成、プロトタイプ作成等が実施されていること。
	(注)未達成の場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【終了時評価項目3】	当省(国)が実施することの必要性
終了時評価基準3	終了時評価時点においてなお、次の①から⑤のいずれかを満たすものであるなど、当省(国)において、当該研究開発課題(プロジェクト)を実施することが必要であることが明確であること。 ①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。 ②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。 ③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの(知的基盤)の形成に資する研究開発の場合。 ④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。

	⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。
--	---

【終了時評価項目4】	事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性
終了時評価基準4-1	終了時評価時点においてなお、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、以下の点を踏まえて作成され、必要に応じて改定されていること。 ・知財管理の取扱い ・実証や国際標準化 ・性能や安全性基準の策定 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー
終了時評価基準4-2	あらかじめ設定されていた事業アウトカムの達成時期における目標値の達成が見込まれていること。
	(注)達成が見込めない場合はその原因や今後の見通しについて適切に説明されていること。

【終了時評価項目5】	研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性
終了時評価基準5-1	事業実施中における、研究開発の実施・マネジメント体制等が、事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、以下の点について明確かつ妥当であること。 ・研究開発計画 ・研究開発実施者の適格性 ・研究開発の実施体制(チーム構成、プロジェクトリーダー、連携や競争を図るためのフォーメーション等) ・国民との科学・技術対話の実施などのコミュニケーション活動 ・資金配分 ・社会経済情勢等周囲の状況変化への柔軟な対応
終了時評価基準5-2	事業の目的及び事業アウトカムを踏まえ、知財の取扱いについての戦略及びルールが十分検討され、事業アウトカム達成までの間も含め、具体化されていること。
終了時評価基準5-3	事業終了後における、事業アウトカム達成までの間の研究開発の実施・マネジメント体制等が明確かつ妥当であること。

【終了時評価項目6】	費用対効果の妥当性
終了時評価基準6	投入された国費総額に対して、事業アウトプット及び事業アウトカムが妥当であること。

Ⅲ. 追跡評価の評価項目・評価基準

【追跡評価項目1】	技術波及効果(事業アウトカムを含む。)
【追跡評価項目1-1】	プロジェクトの直接的・間接的技術成果の実用化の進展度合
追跡評価基準1-1	①プロジェクトの終了後に実用化した又は今後実用化が期待される製品やサービスがあること。 ②具体化された知財の取り扱いについての戦略及びルールに基づき、国内外での特許取得等が行われたこと。
【追跡評価項目1-2】	プロジェクトの直接的・間接的技術成果のインパクト
追跡評価基準1-2	①関連技術分野に非連続なイノベーションをもたらしたこと。 ②多くの派生技術が生み出されていること ③適用分野が多岐にわたっていること。 ④直接的・間接的技術成果を利用した研究主体が多いこと。 ⑤直接的・間接的技術成果を利用した研究主体が産業界や学会に広がりを持っていること。 ⑥研究開発の促進効果や期間短縮効果があったこと。
【追跡評価項目1-3】	国際競争力への影響
追跡評価基準1-3	①我が国における当該分野の技術レベルが向上したこと。 ②外国企業との間で技術的な取引が行われ、それが利益を生み出したこと。 ③外国企業との主導的な技術提携が行われたこと。 ④国際標準等の協議において、我が国がリーダーシップをとれる等のメリットもたらしたこと。 ⑤外国との技術交流の促進や当該分野での我が国のイニシアチブの獲得につながったこと。
【追跡評価項目2】	研究開発力向上効果(事業アウトカムを含む。)
【追跡評価項目2-1】	知的ストックの活用状況
追跡評価基準2-1	①プロジェクトの成果である知的ストックを活用した研究開発が行われていること。 ②知的ストックが画期的な新製品やサービスを生み出す可能性を高める工夫がなされていること。
【追跡評価項目2-2】	研究開発組織・戦略への影響
追跡評価基準2-2	①組織内、更には国内外において高く評価される研究部門となったこと。 ②関連部門の人員・予算の拡充につながったこと。 ③技術管理部門・研究開発部門の再構成等、社内の組織改変につながったこと。 ④組織全体の技術戦略・知財戦略の見直しや強化に寄与したこと。 ⑤他の企業や研究機関との共同研究の推進、ビジネスパートナーとの関係の強化・改善等、オープンイノベーションのきっかけになったこと。 ⑥プロジェクトが学会、フォーラム等の研究交流基盤の整備・強化のきっかけになったこと。
【追跡評価項目2-3】	人材への影響
追跡評価基準2-3	①組織内、更には国内外において高く評価される研究者が生まれたこと。 ②論文発表、博士号取得が活発に行われたこと。 ③他の企業や研究機関との研究者の人的交流のきっかけになったこと。

【追跡評価項目3】	経済効果(事業アウトカムを含む。)
【追跡評価項目3-1】	市場創出への寄与
追跡評価基準3-1	新しい市場の創造及びその拡大に寄与したこと。
【追跡評価項目3-2】	経済的インパクト
追跡評価基準3-2	①製品やサービスの売り上げ及び利益の増加に寄与したこと。 ②雇用創出に寄与したこと。
【追跡評価項目3-3】	産業構造転換・産業活性化の促進
追跡評価基準3-3	①既存市場への新規参入又は既存市場からの撤退等をもたらしたこと。 ②生産性・経済性の向上に寄与したこと。 ③顧客との関係改善に寄与したこと

【追跡評価項目4】	国民生活・社会レベルの向上効果(事業アウトカムを含む。)
評価基準4	①エネルギー問題の解決に寄与したこと。 ②環境問題の解決に寄与したこと。 ③情報化社会の推進に寄与したこと。 ④安全・安心や国民生活の質の向上に寄与したこと。

【追跡評価項目5】	政策へのフィードバック効果
追跡評価基準5-1	プロジェクトの成果、改善提案、反省点等がその後のプロジェクトのテーマ設定や体制構築へ反映されたこと。
追跡評価基準5-2	プロジェクトの直接的・間接的技術成果が産業戦略等に影響したこと。

【追跡評価項目6】	以上の評価結果を踏まえた、プロジェクト終了時の事後評価の妥当性																				
追跡評価基準6	終了時評価(事後評価を含む。)の結果が妥当であること。																				
	(注) 今後の終了時評価において改善すべき点、考慮すべき点等があれば提案する。 <参考> <table border="0"> <tr> <td>(平成25年度までの評価項目)</td> <td>(平成26年度からの評価項目)</td> </tr> <tr> <td>①目的・意義の妥当性</td> <td>①事業アウトカムの妥当性</td> </tr> <tr> <td>②目標の妥当性</td> <td>②研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性</td> </tr> <tr> <td>③計画内容の妥当性</td> <td>③当省(国)が実施することの必要性</td> </tr> <tr> <td>④国のプロジェクトであることの妥当性</td> <td>④事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性</td> </tr> <tr> <td>⑤研究開発体制・運営の妥当性</td> <td>⑤研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性</td> </tr> <tr> <td>⑥研究開発成果の計画と比較した達成度</td> <td>⑥費用対効果の妥当性</td> </tr> <tr> <td>⑦実用化の見通し(成果普及、広報体制、波及効果)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑧総合評価</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑨今後の提言</td> <td></td> </tr> </table>	(平成25年度までの評価項目)	(平成26年度からの評価項目)	①目的・意義の妥当性	①事業アウトカムの妥当性	②目標の妥当性	②研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	③計画内容の妥当性	③当省(国)が実施することの必要性	④国のプロジェクトであることの妥当性	④事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	⑤研究開発体制・運営の妥当性	⑤研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	⑥研究開発成果の計画と比較した達成度	⑥費用対効果の妥当性	⑦実用化の見通し(成果普及、広報体制、波及効果)		⑧総合評価		⑨今後の提言	
(平成25年度までの評価項目)	(平成26年度からの評価項目)																				
①目的・意義の妥当性	①事業アウトカムの妥当性																				
②目標の妥当性	②研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性																				
③計画内容の妥当性	③当省(国)が実施することの必要性																				
④国のプロジェクトであることの妥当性	④事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性																				
⑤研究開発体制・運営の妥当性	⑤研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性																				
⑥研究開発成果の計画と比較した達成度	⑥費用対効果の妥当性																				
⑦実用化の見通し(成果普及、広報体制、波及効果)																					
⑧総合評価																					
⑨今後の提言																					

【追跡評価項目 7】	プロジェクト終了後のフォローアップ方法
追跡評価基準7	プロジェクトの成果の実用化や普及に向けた、ロードマップや体制、後継事業の検討など、プロジェクト終了後のフォローアップ方法が適切であったこと。
	(注)フォローアップ方法について改善すべき点、より効果的な方策等があれば提案する。

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金 事前評価報告書

平成25年3月

産業構造審議会産業技術分科会

評 価 小 委 員 会

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日、内閣総理大臣決定)等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」(平成21年3月31日改正)を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

今回の評価は、石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金の事前評価であり、評価に際しては、省外の有識者からなるクリーンコール分野に係る技術に関する施策・事業評価検討会(座長:堤 敦司 東京大学エネルギー工学連携研究センター教授)を開催した。

今般、当該研究開発事業に係る検討結果が事前評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(小委員長:平澤 冷 東京大学名誉教授)に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成25年3月

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

委 員 名 簿

委員長	平澤 冷	東京大学 名誉教授
	池村 淑道	長浜バイオ大学 バイオサイエンス研究科研究科長・学部学部長 コンピュータバイオサイエンス学科教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太田 健一郎	横浜国立大学 特任教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学教授
	中小路 久美代	株式会社S R A先端技術研究所長
	森 俊介	東京理科大学理工学研究科長 東京理科大学理工学部経営工学科教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部主任研究員

(委員敬称略、五十音順)

事務局 ： 経済産業省 産業技術環境局 技術評価室

平成24年度クリーンコール分野に係る技術に関する施策・事業評価検討会
委員名簿

座 長	堤 敦司	東京大学 エネルギー工学連携研究センター 教授
	内山 洋司	筑波大学大学院 システム情報工学研究科 リスク工学専攻 教授
	尾崎 和弘	電気事業連合会 技術開発部長
	東嶋 和子	サイエンス・ジャーナリスト
	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

(委員敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金の評価に係る省内関係者

【事前評価時】

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課長 安居 徹（事業担当課長）

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 岡本 繁樹

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金事前評価
審 議 経 過

○第1回評価検討会(平成24年12月27日)

- ・評価の方法等について
- ・技術に関する施策・事業の概要について
- ・評価の進め方について

○第2回評価検討会(平成25年1月29日)

- ・事前評価報告書(案)について

○産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(平成25年3月15日)

- ・事前評価報告書(案)について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会 委員名簿

平成24年度クリーンコール分野に係る技術に関する施策・事業評価検討会 委員名簿

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金の評価に係る省内関係者

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金事前評価 審議経過

	ページ
第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要	
1. 技術に関する施策の概要	1
2. 新規研究開発事業の創設における妥当性等について	1
3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等	3
第2章 評価コメント	7
第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針	12

技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

1. 技術に関する施策の概要

石炭は、国内エネルギー需給構造の検討においても20～25%を占め、国際的に見ても新興国を中心にエネルギー需給が拡大。その一方で、CO₂発生量が多く、地球環境問題への対応がせまられる中、石炭の低炭素利用が喫緊の課題となっている。（→石炭火力の低炭素化）

また、石炭は安定供給性の面で他の化石エネルギーより優れているが、有限な可採埋蔵量のうち約半分は、高水分含有等の性質からハンドリングが難しく、ほとんど利用されていない、亜瀝青炭・褐炭等の低品位炭である。今後の世界的需要増に対応し、我が国のエネルギーセキュリティを向上することが課題である。（→低品位炭の多目的利用）

一方、海外の動向として、石炭火力発電の市場は拡大し国際競争の激化が進む中、国内に蓄積された優れたインフラ・システム等を輸出することによる我が国の経済発展への貢献が期待されている。そのために、これまで同様、最先端技術開発、現地適用化技術等の推進が必要である。

以上のことから、石炭利用に伴う環境負荷の低減、エネルギーセキュリティの確保等を目的とした、「石炭火力の低炭素化」、「低品位炭の多目的利用」、「海外への技術展開・貢献」、「環境対策」等を目的とした、『クリーンコール技術の開発』は、我が国の環境及びエネルギー政策上極めて重要な施策である。

本事業は、『クリーンコール技術の開発』の目的のうち「石炭火力の低炭素化」に該当し、究極の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（IGFC）とCO₂分離・回収を組み合わせた実証試験を行い、革新的石炭火力発電の実現を目指すもの。

2. 新規研究開発事業の概要及び創設における妥当性について

①事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題への解決や国際競争力強化への対応等）

イ) 事業の必要性（どのような社会的課題等があるのか？）

石炭は、他の化石燃料と比べ、可採年数が約 112 年と長く、世界各国に幅広く分布する等、供給安定性が高く、経済性に優れることから、エネルギー自給率が極めて低い我が国にとって重要な一次エネルギー源であり、発電の分野においても石炭火力発電は発電電力量の約 4 分の 1 を占める重要な電源の一つである。

ただし一方で、石炭は他の化石燃料と比べ燃焼時の単位当たり二酸化炭素排出量が大きく、地球環境問題での制約要因が多いという課題を抱えており、石炭火力発電についても更なる二酸化炭素排出量の抑制が求められている。

なお、わが国は、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災を契機とした原子力発電所の事故を受けてエネルギー政策の見直しを行っており、石炭火力発電についてはより一層重要な役割を担うとの指摘がなされている。

したがって、石炭火力発電の高効率化及び二酸化炭素排出量削減の観点から本事業を実施する必要性がある。

ロ) アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容とその時期

世界の温室効果ガスの排出を 2050 年までに半減するという長期目標を達成するため、当省は「Cool Earth—エネルギー革新技术計画」（平成 20 年 3 月）を策定し、重点的に取り組むべき革新的なエネルギー技術を「21」分野選定。「21」分野の技術には、「高効率石炭火力発電」が含まれている。

～ Cool Earth—エネルギー革新技术計画 ～

【高効率石炭火力発電】

石炭ガス化複合発電（IGCC）については、2010 年頃に発電効率 46%、2015 年頃に 48%を目指す。さらに 1700℃級タービンの開発により 2025 年に発電効率 50%、2030 年以降に発電効率 57%の達成を目指す。

石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）については、2025 年に発電効率 55%、さらに長期的に 65%の達成を目指す。

本事業は高効率石炭火力発電である酸素吹 IGCCの実証試験（第 1 段階）の後に CO₂分離・回収設備（CO₂輸送・貯留実証を除く）を組み込んだ実証試験（第 2 段階）を行うとともに、更に燃料電池を組み込んだ CO₂分離・回収型 IGFCの実証試験（第 3 段階）を実施するものである。

本事業の第 1 段階が終了する 2018 年度（平成 30 年度）以降、既に天然ガス焚で実用化している 1500℃級ガスタービンを酸素吹 IGCCに適用することにより、送電端効率(HV) : 46%の酸素吹 IGCCが実用化され、本事業の第 2 段階が終了する 2020 年度（平成 32 年度）以降、国が主導して実施する CO₂輸送・貯留実証（苫小牧プロジェクト）の成果と組み合わせることで、ゼロエミッション石炭火力が実現できる見込み。また、

NEDOが事業用燃料電池開発ロードマップに示す大型燃料電池を開発し、本事業の第3段階が終了する2021年度（平成33年度）以降、石炭火力発電の飛躍的な高効率化を可能とするIGFCが実現できる見込みである。

ハ) アウトカムが実現した場合の経済や競争力、問題解決に与える効果の程度

石炭火力発電の高効率化により二酸化炭素排出量の抑制が可能となる。更にCCSを組み合わせた場合は二酸化炭素排出量を大幅に抑制することが可能となる。

<二酸化炭素排出量の抑制効果>

現状の最新鋭微粉炭火力（送電端効率(HH)：40%）の二酸化炭素排出原単位は0.8kg-CO₂/kWhであるが、IGFC（送電端効率(HH)：55%）が実現した場合は0.6kg-CO₂/kWh、更にCCSを組み合わせた場合は0.1kg-CO₂/kWh程度と大幅に減少する。

ニ) アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期

本事業における酸素吹IGCC実証が終了する2018年度（平成30年度）以降を目途に、送電端効率(HH)：46% 二酸化炭素排出原単位0.7kg-CO₂/kWhを達成する酸素吹IGCC商用化を目指す。

② アウトカムに至るまでの戦略について

イ) アウトカムに至るまでの戦略（研究開発のみならず、知財管理の取扱い、実証や国際標準化、性能や安全性基準の策定、規制緩和等を含む実用化に向けた取組）

本事業は、石炭火力の低炭素化を達成するため不可欠なものであり、事業終了後の早期商用展開に向け、実証試験目標の確実な達成を目指し国の支援の下必要な資源を投入していく。早期普及拡大によるコスト低減を目指して成果を積極的に公開し、発電用途のみならず多用途利用も視野に入れ、有効性をPRすることで酸素吹IGCCの普及拡大を図る。

ロ) 成果のユーザーの段階的イメージ・仮説（技術開発成果の直接的受け手や社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤーは誰か）

本事業終了後、事業実施者の親会社である電源開発（株）・中国電力（株）は本事業の完遂成果を選択肢のひとつとして将来の石炭火力導入に関する検討を行い、積極的に市場導入を図る。続いて、他の一般電気事業者、卸電気事業者、卸供給事業者（IPP）、特定規模電気事業者（PSS）等が導入していくことが考えられる。

※電源開発（株）・中国電力（株）は、多くの石炭火力（両社計：21ユニット）を保有している。

また、我が国内の商用機運転実績を背景に、海外市場に対して「高効率化、低品位炭利用、CO₂削減等」の従来石炭火力との優位性をアピールし、今後石炭火力発電の普及拡大が見込まれるアジア地区を中心に海外普及を図る。

③ 次年度に予算要求する緊急性について

前述のとおり、当省では「Cool Earth—エネルギー革新技术計画」を設定し、「高効率石炭火力発電」を含む 21 分野の技術開発をもって温室効果ガス削減目標達成に向け取り組んでいるところ。

本事業は、当該計画に掲げられた石炭火力発電の高効率化に位置付けられており、本事業の成果を市場展開することにより我が国の発電部門における温室効果ガス排出量の大幅な改善が期待でき、東日本大震災以降、石炭火力発電の重要性が指摘されている現況下においては、一刻も早く本事業の成果を市場へ展開することが望まれる。また、アメリカやヨーロッパに加え中国及び韓国等の新興国においても ICCC の技術開発・実証が進められており、迅速かつ着実な予算確保は我が国の国際競争力を維持する上で必要であり、産業政策の観点から重要である。

④ 国が実施する必要性について

石炭は化石エネルギーの中でも供給安定性・経済性に優れたエネルギーであり、今後も利用されていくものと見込まれる。一方で、石炭は熱量あたりの CO₂ 排出量が他の化石エネルギーと比べて多く、引き続き利用していくためには、低炭素化を目指した高効率な石炭ガス化複合発電技術（酸素吹 ICCC、IGFC）や CCS を組み合わせたゼロエミッション化が重要。また、世界的に石炭資源獲得競争が激化している現況下においては、これまでほとんど利用されていない亜瀝青炭等の低品位炭も火力発電燃料として利用することが将来的に重要。したがって、従来の石炭火力発電設備より高効率かつ低品位炭を含む多炭種に対応可能な本技術の実証は、エネルギー政策及び環境政策の観点から重要であり必要性は極めて高い。

本事業を実施するためには、実際に商用機発電所の約 1 / 3 規模の実証試験設備を構築する必要があるため、民間企業単独では費用負担、実証試験リスクが大きい。また、本事業の成果は、我が国における電力供給の一翼を担う石炭火力発電設備として普及見込みであるとともに、国際展開することにより地球規模の気候変動対応にも貢献可能であることから費用対効果が極めて高く、国が資金的支援をする必要性は極めて高い。

イ) 科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性（我が国が強みを持ち、世界に勝る技術分野か、また、他の研究分野等への高い波及効果を含む）

最新の微粉炭火力発電（USC）は、石炭を燃焼し発生した蒸気のみで発電を行うが、酸素吹 ICCC は、固体燃料である石炭を酸素で高効率にガス化した後、ガスタービンと蒸気タービンとで高効率複合発電を行うもの。また、酸素吹 ICCC では、微粉炭火力発電では利用できない灰溶融点の低い石炭（低品位炭）を活用できる。つまり酸素吹 ICCC は、

これまで利用できなかった低品位炭を用いて高効率発電を実現する技術である。さらに、酸素吹IGCCでは、CO₂濃度を濃くした石炭ガスから効率良くCO₂を回収できるため、ゼロエミッション石炭火力の実現に不可欠な発電技術である。

本事業において実証を行う酸素吹IGCCの核となる酸素吹ガス化炉（EAGLE炉）は、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達成する他、多炭種適用性、信頼性の点で海外の先行ガス化炉を凌駕することが期待できることから、実用化した場合には世界的に普及を拡大していくことが望める技術である。

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

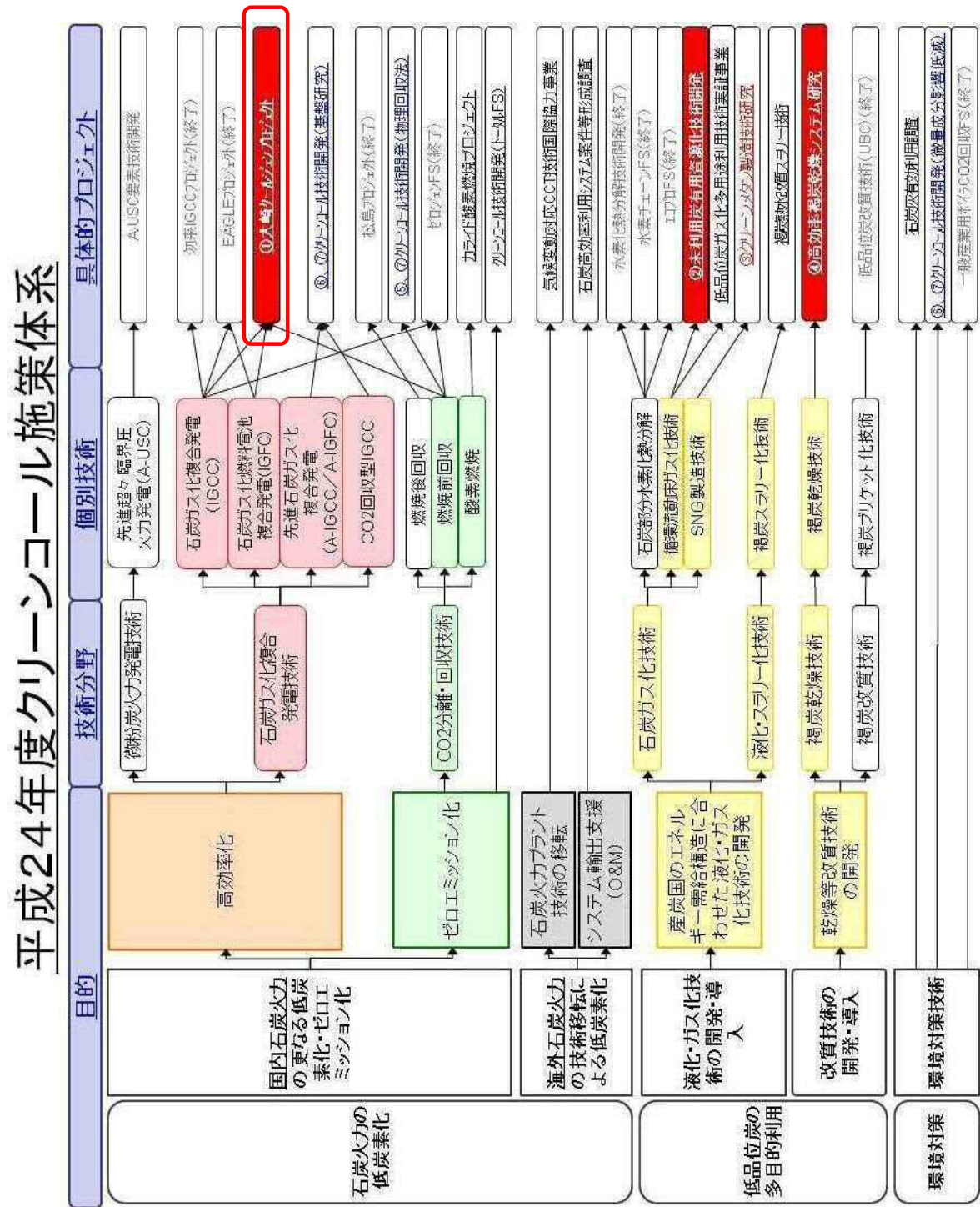
本事業における酸素吹IGCC実証（第1段階）に類する事業としては、平成11年度から平成22年度まで当省にて実施した「噴流床石炭ガス化発電プラント実証」（出力規模が250MW級の空気吹IGCC実証）が挙げられる。

空気吹IGCCは、石炭火力発電の高効率化を早期に実現するために官民共同で進めてきたものであり、従来の微粉炭火力に代わる高効率石炭火力発電として当該技術の成果を早期に享受したい電力会社等のユーザーが導入するものと考えられる。実際に海外において我が国が開発した空気吹IGCCの導入を検討する動きがある。

酸素吹IGCCはIGFCの基幹技術として位置付けられ、空気吹IGCCよりも所内動力は大きい石炭ガス中の燃料成分（CO、H₂）の割合が高い。つまり石炭ガスの発熱量が高く、ガスタービンの高温化（1700℃級等）にも容易に対応可能であり、IGCC単体でも更に高効率化できるポテンシャルを有している。ガス化技術単体で比較しても、酸素吹ガス化は、石炭ガス中のN₂成分が空気吹ガス化より少ないため、合成燃料製造（CTL、DMF）など、発電用途のみならず産業用途への活用も可能であることに加え、炭種適合範囲も広い。よって酸素吹IGCCは、空気吹IGCCより市場規模が大きく、炭種制約も少ないため、国産IGCCを世界に普及させることができる技術と言える。

なお、本事業におけるCO₂分離・回収型IGCC実証（第2段階）及びCO₂分離・回収型IGFC実証（第3段階）に類する事業は無い。

3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等



第2章 評価コメント

新規研究開発事業の創設の妥当性に対するコメント

①事業の必要性及びアウトカムについて

エネルギーセキュリティー向上のためにも石炭は重要なエネルギー資源であるが、単位熱量当たりの CO_2 排出量が多いという課題を抱えており、その解決に向けた技術実証として、本事業を実施することの必要性は高いものと思料する。また、酸素吹ガス化技術は、石炭の低炭素化に加え、多用途利用やトリプルコンバインドへも適用出来るなど拡張性が高く有望な技術といえる。

なお、アウトカムの具体的な内容と時期については、設備費が高価となり経済効果により回収できるまでに時間を要するため、その実現への不確実性も大きい。経済性は技術にとって重要な要素であることから、経済性についても可能な限り、定量的な目標設定を行うべき。

○肯定的意見

- ・55%の高効率発電が可能な **IGFC**の開発は、低炭素化の観点で最も重要かつ必要な課題であり、事業を強力に推進していくことが望まれる。(A委員)
- ・研究者や技術者の高い技術レベルを維持していく上で、事業の必要性は高い。(B委員)
- ・酸素吹き技術は、石炭低炭素化の主要施策に加え、多用途利用やトリプルコンバインドに向けて拡張性が高いため、日本の複数の事業者が競争力を加速する上で、有望な開発事業であり、必要性やアウトカムは妥当である。(C委員)
- ・エネルギーセキュリティー向上のためにも石炭は重要なエネルギー資源であるが、単位熱量当たりの CO_2 排出量が多いという課題を抱えており、その解決に向けた技術の実証のために本事業を実施することが示されており、事業の必要性は高いものと思料する。(E委員)
- ・アウトカムについては発電効率が時間軸に沿って記載されており、特に問題となる点はないものと考えられる。(E委員)
- ・また、アウトカムに至るまでに達成すべき目標として **2018** 年度以降の目標が記載されており、特に問題となる点はないものと考えられる。(E委員)

○問題点・改善すべき点

- ・**IGFC**の核心的要素粗技術である **SCFC**の開発は、直接この事業に組み込まれておらず、他人任せの状態となっているように見える。(A委員)
- ・アウトカムの具体的な内容と時期については素晴らしい目標であるが、その実現への不確実性も大きい。信頼性が高い技術が実現するにはかなりの時間と開発資金が必要となる。開発されたとしても設備費はかなり高価になると予想され、その効率向上による経済効果によって回収できるようになるためにはかなりの時間を要する。効率性だけでは世界市場を確保していくことが難しい時代になっている。本事業はハイリスク、ローリターンになる可能性がある。(B委員)
- ・アウトカムが実現した場合の効果として CO_2 の削減効果は明記されている一方、経済的な側面については特に記載が見られない。質疑応答では回答があったものの、経済性は技術にとって重要な要素であることから、経済性についても可能な限り、定量的な目標設定を行い、その内容を明記することが望まれる。(E委員)

②アウトカムに至るまでの戦略について

石炭火力に精通する電力会社と特有技術を有するメーカーが主体となった実施体制は万全である。

まず親会社が商業的な採用実績をつくり出し、その後、新電力まで含めた事業者へと展開を図っていく戦略は現実的であると思われる。電力会社のみならず化学メーカー等、他ユーザーとの提携について、先見的かつ具体的なアプローチが必要と考える。

一方で、海外展開に関しても、より明確な戦略とアウトカムのイメージが必要であると考えられる。

○肯定的意見

- ・高効率発電技術であり、高効率化により大幅なCO₂排出量の削減につながる。(A委員)
- ・燃料電池、ガス分離技術など次世代共通基盤技術であり、波及効果は大きいと期待できる。(A委員)
- ・実用化までの間に数多くの知財が得られる可能性がある。(B委員)
- ・石炭火力に精通するユーザーと特有技術を有するメーカーが主体となった実施体制は万全である上、イーグル実証機で確立した技術に研究要素を加えた実証事業の進め方は妥当である。(C委員)
- ・技術開発成果を利用して技術導入を図る企業（親会社）を抱えていることは、本事業の大きな特長であると思料する。まず商業的な採用実績をつくり出し、その後、新電力まで含めた事業者へと展開を図っていく戦略は、現実的であるといえる。(E委員)

○問題点・改善すべき点

- ・さらなる技術革新、導入を検討する必要があるのではないか。(A委員)
- ・開発期間は長く、その間に知財は数多く取得できると思うが、それらを維持していく費用を考えると費用対効果は良いとは言えない。本実証事業が研究だけに終わらないように、欧米等の海外での実用化を念頭に実施することが望ましい。(B委員)
- ・関係事業者へのPR、他ユーザーへの関与等も視野に入れているが、電力会社、電力小売事業者、化学メーカー等の提携について、先見的かつ具体的なアプローチが必要と考える。(C委員)
- ・成果のユーザーとして、本プロジェクト実施者の親会社である電源開発、中国電力が挙げられているが、「選択肢の一つとして将来の導入に関する検討を行い、積極的に市場導入を図る」とあり、ユーザーのイメージがあいまいである。将来石炭火力発電の普及拡大が見込まれるアジアなど海外への普及に関しても、より明確な戦略とアウトカムのイメージがほしい。(D委員)
- ・知財戦略、国際標準化については記載がなく、成果の積極的公開やPR等が記載されているものの、戦略的に普及を図っていくための考え方については記載されておらず、技術の実用化や自社グループにおける実績づくりのみならず、マーケティング面についても戦略が必要であると考えられる。(E委員)

③次年度に予算要求する緊急性について

EAGLE技術からの連続性に加え、研究開発のスピードの大小が国際競争力に一定の効力を与えることを考慮すると、緊急性を要すると考える。

Cool Earthなどで重点課題として取り上げられており、**CO₂**排出量削減のためには、高効率石炭火力発電の実用化が強く求められている。また、東日本大震災以降、エネルギー源としての火力の重要性は高まっており、低炭素化のためにも、緊急性は高い。

なお、性能向上を追求するだけでなく、経済性、信頼性、安全性、立地性の面についても追求していくことが求められている。

○肯定的意見

- ・ **Cool Earth**などで重点課題として取り上げられており、**CO₂**排出量削減のためには、高効率石炭火力発電の実用化が強く求められている。また、東日本大震災以降の、原発の稼働停止による電力不足、発電コストの高騰に対応するために、本事業の早期の市場導入が求められている。(A委員)
- ・ これまでの研究の継続を考えれば緊急性は高い。(B委員)
- ・ **EAGLE**技術からの連続性に加え、研究開発のスピード大小が国際競争力に一定の効力を与えることを考慮すると、緊急性を要すると考える。(C委員)
- ・ 記載のとおり、東日本大震災以降、エネルギー源としての火力の重要性は高まっており、低炭素化のためにも、緊急性は高いものと思料される。(E委員)

○問題点・改善すべき点

- ・ 性能向上を追求するだけでなく、経済性、信頼性、安全性、立地性の面についても追求していくことが求められている。(B委員)

④国が実施する必要性について

科学技術の観点から見れば性能向上は卓越性と先導性に優れており、事業規模を考慮すると国の関与は必要である。

なお、これまでの研究開発の継続と研究者や技術者の育成を考えると引き続き開発を継続していく価値がある技術ではあるが、商用化の面では不確実性が非常に大きく開発リスクがある。また、技術的に卓越していても経済性で劣ってしまうと、必ずしもグローバル市場で勝てるとは限らない。経済性まで含めた技術優位性についての目標等を設定することが望まれる。

○肯定的意見

- ・ ICCC は既に世界的には数基の商業機が稼働しており、我が国は 10～15 年遅れを取っているとされている。そのような状況の中、早期に従来の ICCC の効率を大幅に上回る IGC さらには AIGC の技術開発を進め加速化していくことは、産業政策上、国際競争力を確保するために必要不可欠である。(A 委員)
- ・ 科学技術の観点から見れば性能向上は卓越性と先導性に優れているように思える。国や民間に資金的に余裕があれば是非継続してほしい技術開発である。(B 委員)
- ・ 先導性は十分にあり、国益に適う事業であり、また、事業規模を考慮すると国の関与は必要である。(C 委員)
- ・ 酸素吹 ICCC、CCS、燃料電池など複数の要素が組み合わさった実証が計画されており、酸素吹ガス化炉を中心に技術的に見れば世界に勝てる可能性もあり得る。(E 委員)

○問題点・改善すべき点

- ・ 燃料電池、エクセルギー再生化など、次世代の IGC(AIGC) の要素技術開発を強化・推進していく必要がある。(A 委員)
- ・ 商用化を目標とする技術から見れば、性能向上が必ずしも世界に勝てる技術ではない。研究面での波及効果はあるが、商用化の見通しが無い技術は産業面での波及はほとんどない。これまでの研究開発の継続と研究者技術者の育成を考えると引き続き開発を継続していく価値がある技術ではあるが、商用化の面では不確実性が非常に大きく開発リスクがある。(B 委員)
- ・ 基礎的研究としては十分で、スケールアップや装置設計上の課題と対策について、いわゆるエンジニアリングの観点から技術開発要素がある、と理解する。したがって「未来開拓研究」にあたるか、「科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性」があるといえるか、については、判断できかねる。(D 委員)
- ・ 技術的に卓越していても経済性で劣ってしまうと、必ずしもグローバル市場で勝てるとは限らない。技術的な優位性には常に経済性の観点が伴うことから、経済性まで含めた技術優位性についての目標等を設定することが望まれる。(E 委員)
- ・ 地球規模の気候変動対応にも貢献可能であることは理解できるが、費用対効果が極めて高いことについては、さらに詳細な説明等が望まれる。(E 委員)

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

酸素吹 **IGCC** は炭種制約が少なく世界への普及が展望できること等から本実証事業の意義は確認できる。また、酸素吹きと空気吹き技術は相互補完の関係にあり、ユーザーが用途に応じて技術を導入する際、最新技術の選択肢が広がることはユーザーの利益に繋がる。

なお、本プロジェクトは第二段階、第三段階の実証の成果を追求していくスタンスで臨んで欲しい。

○肯定的意見

- ・類似のプロジェクトに、空気吹きガス化炉を用いるものがあるが、このような産業基盤技術は、技術革新の不確実性を考慮してワンセットでなく複数のセットを用意する必要がある。(A委員)
- ・酸素吹きと空気吹き技術は相互補完の関係にあり、ユーザーが用途に応じて技術を導入する際、最新技術の選択肢が広がることはユーザーへの裨益に繋がる。(C委員)
- ・酸素吹 **IGCC** の市場規模が空気吹 **IGCC** よりも大きい可能性が高いこと、炭種制約が少なく世界への普及が展望できること等から本実証事業の意義は確認できる。(E委員)

○問題点・改善すべき点

- ・基礎研究を文科省と、バイオマスなど農水省、国交省などとの連携を検討してほしい。(A委員)
- ・酸素吹きは **IGCC** 単体でも空気吹きより更に高効率化できるポテンシャルとあるが、単体の発電効率はシステム設計や運用等の前提条件により評価は様々であり、本プロジェクトは第二段階、第三段階の実証の成果を追求していくスタンスで臨んで欲しい。(C委員)

第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針

本事業に対する評価小委員会のコメント及びコメントに対する推進課の対処方針は、以下のとおり。

(コメント①) (知財戦略について)

今後、海外に事業展開をするためにも、研究開発成果の帰属をどのようにマネジメントしていくのかという知財戦略を初めのうちに明確に定めるべき。

(コメント②) (今後の見通しについて)

この事業は究極的な技術開発を目指しており、長期的な視点で見る必要がある。日本が一番独占できる方向に持って行くためには、燃料電池の熱利用や冷却に関する技術開発等も前もって取り組むなど、第3段階までの見通しを早急につけるべき。

(対処方針①)

知的財産戦略として、「出口を見据えた研究開発マネジメント」と「戦略性を持った権利確保・普及展開」を検討していくことが必要と考える。

前者は、当該技術は電力分野のみならず化学工業分野への事業展開も可能であることから、事業者（電力会社）のみならずメーカーも成果普及に携わることができるようにエンジニアリングの体制、知的財産の所有等について引き続き検討しているところである。後者は、相手国のニーズを把握しオールジャパンでシステムインフラ輸出を実現しようとする動きを見ながら、海外での特許権の取得、権利の保護、展開戦略等について事業の進捗に合わせて詳細検討していく方針である。

(対処方針②)

現在、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)において、大容量化が可能でありセルの構造が堅牢である等の理由から SOFC (固体酸化物形燃料電池) の研究開発が進められているところであり、この成果も注視しつつ第3段階移行時に開発状況等を評価し、最適な燃料電池について有識者を含めて選定することとしている。この進捗に合わせて、IGFC システムとしての具体的な開発計画を所要のタイミングで作成していく方針である。

石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金

資源エネルギー庁 石炭課
03-3501-1727

参考資料

事業の内容

事業の概要・目的

○究極の高効率発電技術であるIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）とCO₂分離・回収を組合せた革新的石炭火力発電の実現を目指し、基幹技術である酸素吹石炭ガス化技術（酸素吹IGCC）に関する実証試験を行います。

○また、当該IGCC実証設備にCO₂分離・回収設備を設置し、CO₂分離・回収実証試験を行うとともに、燃料電池をIGCC実証設備に組み込んだIGFCシステムの実証を行います。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国

補助（1/3）

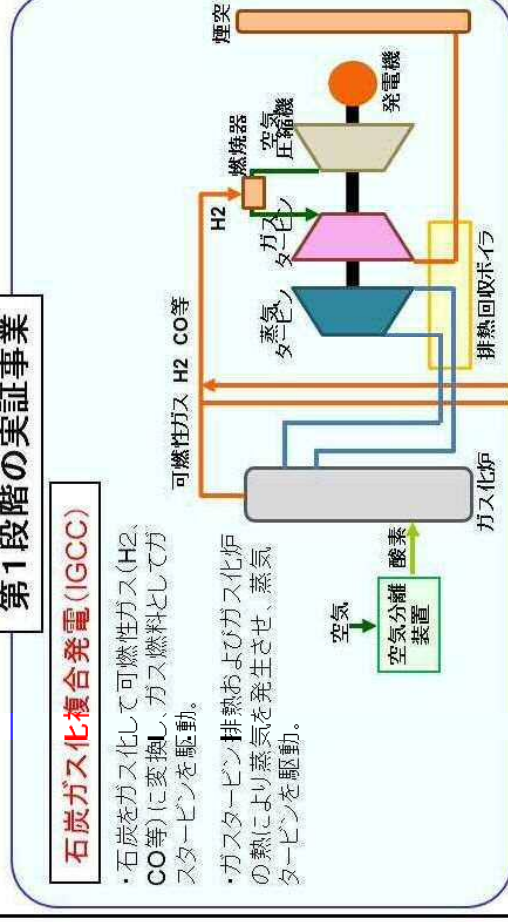
大崎コーポレーション株式会社

事業イメージ

第1段階の実証事業

石炭ガス化複合発電(IGCC)

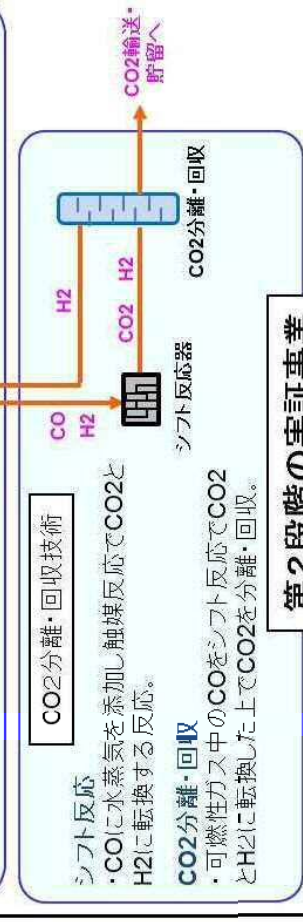
- ・石炭をガス化して可燃性ガス(H₂、CO等)に変換し、ガス燃料としてガスタービン駆動。
- ・ガスタービン排熱およびガス化炉の熱により蒸気を発生させ、蒸気タービンを駆動。



第2段階の実証事業

CO₂分離・回収技術

- シフト反応
・COに水蒸気を添加し触媒反応でCO₂とH₂に転換する反応。
- CO₂分離・回収
・可燃性ガス中のCOをシフト反応でCO₂とH₂に転換した上でCO₂を分離・回収。



燃料電池を組み込み、IGFCシステムの実証を行います

第3段階の実証事業

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。

2.3. 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。

(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。

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(CO₂ 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+CO₂ 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が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角である。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、H₂)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℃級 GT(ガスタービン)のみならず、さらに高温である 1,700℃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。

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 CO₂ 分離・回収技術や燃料電池の開発状況を充分
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。

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

**「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」
のフォローアップ結果**

平成 25 年 11 月 20 日

評価専門調査会

総合科学技術会議では、内閣府設置法第 26 条第 1 項第 3 号に基づき、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、大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発の評価を実施している。

評価の実施に関しては、「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について」(平成 17 年 10 月 18 日 総合科学技術会議決定、以下「評価に関する本会議決定」という。)において、国費総額が約 300 億円以上の新規の大規模研究開発については事前評価を行うこととされている。

また、この事前評価を実施した研究開発については、研究開発が開始された後に、評価専門調査会が、事前評価で指摘した事項への対応状況等の確認を行うためのフォローアップを行うこととされている。

総合科学技術会議は、平成 23 年度に、「評価に関する本会議決定」に基づき、経済産業省が実施する「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」について事前評価を実施した。

本事業は、石炭火力発電から排出される CO₂ を大幅に削減すべく、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実現を目指すものである。

総合科学技術会議が平成 23 年 12 月に実施した事前評価では、「市場導入を念頭においた目標等の設定」、「的確な計画の見直し」、「将来の市場獲得に向けた戦略的な取組」等の指摘事項に対応することを前提に、本実証事業を実施すべきとした。

今般、事前評価における指摘事項への対応状況等の確認を行うフォローアップを実施した。

1. 事業の概要

事業名	担当府省名
石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金	経済産業省

本事業は、石炭火力発電から排出される CO₂ を大幅に削減すべく、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実現を目指すものである。

本事業の実施期間は平成 24 年度から平成 33 年度までで、第 1 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)では酸素吹き石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated Coal Gasification Combined Cycle)の実証、第 2 段階(平成 28 年度から平成 32 年度)では CO₂ 分離・回収(CCS: Carbon Capture and Storage)技術を組み入れた実証を行い、さらに第 3 段階(平成 30 年度から平成 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システム(IGFC: Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle)の実証を目指す計画としている。

事業費については、平成 24 年度から平成 30 年度の第 1 段階に国費総額約 300 億円(全体事業費約 900 億円: 補助率 1/3)を見込んでおり、平成 24 年度は約 13.7 億円の予算で実施されている。第 2 段階以降の予算計画は事業開始時では未定であった。

2. フォローアップの方法等

2.1. フォローアップの方法

評価専門調査会に、評価専門調査会長が指名する専門委員、同会長が選考した専門家から構成するフォローアップ検討会を設置し、経済産業省から、現時点までの事業の実施状況や、事前評価において示された指摘事項への対応状況等を聴取し、その確認を行うとともに今後の課題等を把握した。これに基づき評価専門調査会がフォローアップ結果をとりまとめた。

2.2. ヒアリング項目

- ① 事業の実施概要(目的・目標、事業の体制・計画及び経費、取組状況及び今後の予定・課題等)
- ② 事前評価における指摘事項等への対応状況
- ③ その他

3. フォローアップ結果

事前評価で指摘した事項について、概ね必要な対応が図られているものと認められる。

特に、酸素吹 IGCC の実用化に向けた市場での競争力、事業採算性について明確にする必要があるとの指摘に対し、事業費の精査が行われ、これに基づいた市場での競争力についての検討が行われていると認められる。

こうした対応については、今後も継続的な取組が求められるほか、その他の指摘事項に関するものも含め、今後、対応すべき課題が残されている。

このため、以下のとおり、詳細な対応状況を確認するとともに、今後の研究開発の実施に当たり指摘事項への対応を求めるものである。

3.1. 市場導入を念頭においた目標等の設定について

3.1.1. 市場での競争力、事業採算性の明確化

(事前評価での指摘事項)

第1段階の酸素吹 IGCC (石炭ガス化複合発電) 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)は「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、事業スケジュールの妥当性について審議するとしている。

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。

【対応状況】

現在市場に多く導入されている微粉炭火力や LNG 火力の発電単価と比較し、事業費の精査を行っている。

当該実証事業の核となる酸素吹ガス化炉(EAGLE 炉)は、世界最高水準のガス化効率を達成するほか、多炭種適用性、信頼性等の点で海外の先行ガス化炉を上回るものであり、事業費の精査の結果、コストの面においても競争力の高い発電設備となることから、事業採算性の確保が期待できるとしている。

また、事業の進捗に即して、さらに定量的なデータを蓄積し、実際の運用に向けた試算を行い、競争力や採算性に関する詳細分析を行っていく予定であ

るとしている。

【指摘事項】

事業費の試算、競争力や採算性の分析を行い、コストパフォーマンスも考慮して研究開発を進めていると認められるが、競争力確保のために必要な初期コストの低減に向けて取組を進める必要がある。

また、市場や海外での技術開発の動向を継続的に把握しつつ、予定している競争力や採算性の詳細な分析を進め、コスト等に関する適切な目標の設定や見直しを行うなど、研究開発の実施内容に反映させていくことが求められる。

3.1.2. 事業期間の短縮化

（事前評価での指摘事項）

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。

【対応状況】

経済産業省においては、事業者と請負業者との行程会議の頻度を増す等の手段を検討し、今後も工期短縮に向けた努力を継続し、可能な限り早期の実用化を目指すこととしている。

3.2. 的確な計画の見直しについて

3.2.1. 中間評価結果の事業計画への反映

（事前評価での指摘事項）

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。

【対応状況】

経済産業省においては、本事業の事前評価、3年毎に実施する中間評価

および終了時評価について、産業構造審議会 産業技術分科会 評価小委員会の場で実施することとしている。

評価の実施にあたっては、「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準」(平成 23 年 7 月策定)を踏まえ、事業の目的、事業化の妥当性等の評価項目に基づき、事業化の見通しが立っているか、事業化に向けてのシナリオや、問題点への解決方策が明確か等の観点から、当該事業の継続の必要性、有効性等について判断することとしている。

平成 26～27 年度に予定している「適用技術評価概念設計」においてフィージビリティ・スタディを実施し、商用規模の IGCC に対する CO₂ 分離・回収技術の適用可能性の評価や、その最適な設定についての検証を行う中で、実証に値する技術課題があるかどうかの判断を行うこととしている。

3.2.2. 国の予算計画の見直し

(事前評価での指摘事項)

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。

【対応状況】

本事業の実証運転により発電した電力は、全量を中国電力(株)に売電する計画となっている。

売電によって生じる収入を特定収入として見込み、補助対象経費から控除する等、補助金適正化法等に則り適切に処理する予定としている。

【指摘事項】

4 年目に実施する中間評価において、プロジェクトの全体計画の確認を行った上で事業の有効性、効率性等の観点からの評価を行う必要がある。売電収入の取扱を踏まえた国の予算計画を中間評価に適切に反映させることが望まれる。

3.3. 将来の市場獲得に向けた戦略的な取組みについて

3.3.1. 酸素吹 IGCC、空気吹 IGCC 及び USC の国際展開戦略

(事前評価での指摘事項)

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。

【対応状況】

先進国においては、高効率な石炭火力発電及び CO₂ 分離・回収技術のニーズがある。また、アジア地域を中心とする新興国においては、国内の電力需要の増大、肥料をはじめとする化学産業の市場拡大が見込まれている。これらの先進国及びアジア新興国などのニーズに合わせつつ、海外の競合他社に対する市場毎の競争力の強化を図りながら、以下の内容を中心とした国際展開戦略を検討することで、市場の獲得に努めていくこととしている。

酸素吹 IGCC の国際展開戦略として、電力、肥料向け等、相手国のニーズの把握、技術の優位性・信頼性について理解を促進するため、実証試験の成果を積極的に発表・PR する等、相手国との交流を促進するとしている。

相手国のニーズにより、酸素吹・空気吹 IGCC、USC の特長を活かした設計・建設に加え、実証試験等を通じて培った運用・管理を含むシステム提案を実施するとしている。

【指摘事項】

先進国を中心に CO₂ 排出規制が強化されており、こうした国での石炭火力発電システムの導入時には CO₂ 分離・回収技術との組み合わせが必須になりつつある。このため、本プロジェクトの第 2 段階での開発を予定している CO₂ 分離・回収型 IGCC を想定した、競争力強化方策を含む市場戦略を具体化する必要がある。

3.4. 全体の計画及び技術的課題の事前評価について

3.4.1. 外部有識者による全体の計画及び技術的課題の事前評価

(事前評価での指摘事項)

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。

【対応状況】

経済産業省においては、産業構造審議会 産業技術分科会 評価小委員会において、全体計画の妥当性や技術的課題について評価を受けるとともに、大崎クールジェン(株)においても技術検討委員会を設置し、第三者の有識者から技術的知見に基づく意見・コメント等を求めていくこととしている。

なお、本事業の第 1 段階に関しては、同評価小委員会等により平成 24 年 12 月から 25 年 3 月にかけて事前評価を実施している。

また、経済産業省では実証事業についても研究開発の要素があるものは技術評価の対象としており、産業構造審議会評価 WG(旧評価小委員会)にて審議を行うこととしている。

(参考1) 評価専門調査会 名簿

(議員:4名)

会長	久間 和生	総合科学技術会議議員
	原山 優子	同
	橋本 和仁	同
	平野 俊夫	同

(専門委員:18名)

相澤 彰子	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系教授
天野 玲子	鹿島建設株式会社知的財産部長
石田 東生	筑波大学システム情報系社会工学域教授
伊藤 恵子	専修大学経済学部教授
射場 英紀	トヨタ自動車株式会社電池研究部部長
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
長我部 信行	株式会社日立製作所中央研究所所長
河合 誠之	東京工業大学大学院理工学研究科教授
白井 俊明	横河電機株式会社常務執行役員 イノベーション本部長
高橋 真理子	朝日新聞編集委員
竹中 章二	株式会社東芝執行役常務待遇 スマートコミュニティ事業統括部首席技監
玉起 美恵子	アステラス製薬株式会社研究本部研究推進部課長
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 京都大学名誉教授
松岡 厚子	独立行政法人医薬品医療機器総合機構 規格基準部テクニカルエキスパート
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科教授
村越 千春	株式会社住環境計画研究所取締役副所長

平成 25 年 11 月 20 日現在

(参考2) フォローアップ検討会名簿

久間 和生 評価専門調査会 会長

竹中 章二 株式会社東芝執行役常務待遇
スマートコミュニティ事業統括部首席技監
(評価専門調査会専門委員)

座長 松橋 隆治 東京大学大学院工学系研究科
電気系工学専攻教授
(評価専門調査会専門委員)

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

松村 幾敏 元 JX 日鉱日石エネルギー顧問

吉識 晴夫 東京大学名誉教授

(参考3) 審議経過

平成 25 年

5 月 13 日 評価専門調査会

- 経済産業省から研究開発の概要等のヒアリング
- フォローアップの進め方について(決定)

7 月 24 日 フォローアップ検討会

- フォローアップ検討会における調査検討の進め方
- 経済産業省から研究開発の詳細等のヒアリング及びそれに対する質疑

11 月 20 日 評価専門調査会

- フォローアップ検討会の調査結果の報告
- フォローアップ結果のとりまとめ
- フォローアップ結果を経済産業省に通知