

噴流床石炭ガス化発電プラント実証
プロジェクト評価（中間）報告書

平成20年4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17年3月29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17年4月1日改定）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、「噴流床石炭ガス化発電プラント実証」プロジェクトは、石炭の高効率発電技術を確立することにより、長期にわたるエネルギーの安定供給と環境に調和した石炭の有効利用を図るため、既存の石炭発電技術（微粉炭火力技術）に比べ、飛躍的な熱効率の向上が期待できる石炭ガス化複合発電技術（IGCC）について、微粉炭を空気により高効率にガス化する噴流床方式による技術等を開発し、商用機の1/2規模のIGCC実証プラント（250MW）を建設して、運転試験を行うことにより、商用IGCCを導入するのに必要な信頼性、耐久性、高効率性、経済性等を検証するため、平成11年度より実施しているものである。

今回の評価は、この「噴流床石炭ガス化発電プラント実証」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電力技術評価委員会（座長：正田 英介 財団法人 鉄道総合技術研究所会長）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20年4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**

小委員長	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学部 教授
	伊澤 達夫	東京工業大学 理事・副学長
	菊池 純一	青山学院大学法学部・大学院法学研究科 ビジネス法務専攻 教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学 教授
	辻 智子	株式会社ファンケル 取締役執行役員 医薬事業開発室長
	富田 房男	放送大学北海道学習センター 所長
	畑村 洋太郎	工学院大学国際基礎工学科 教授
	山地 憲治	東京大学大学院工学系研究科 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

(敬称略：五十音順)

事務局：経済産業省 産業技術環境局 技術評価調査課

**電力技術評価委員会
委員名簿**

座長	正田 英介	財団法人 鉄道総合技術研究会
委員	栗原 史郎	一橋大学大学院商学研究科 教授
〃	徳田 君代	九州工業大学情報工学部機械情報工学科 教授
〃	福島 透	電気事業連合会技術開発部 部長
〃	吉田 博夫	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門ターボマシングループ長
〃	渡辺 紀徳	東京大学大学院工学計研究科 教授

(敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省 資源エネルギー庁 電力基盤整備課

噴流床石炭ガス化発電プラント実証プロジェクトの評価に係る省内関係者

【中間評価時】（平成19年度）

資源エネルギー庁 電力基盤整備課長 吉野 恭司（事業担当課長）

産業技術環境局 技術評価調査課長 齋藤 圭介

【中間評価時】（平成16年度）

資源エネルギー庁 電力基盤整備課長 草桶 左信（事業担当課長）

産業技術環境局 技術評価調査課長 陣山 繁紀

【事業初年度予算要求時】

資源エネルギー庁 電力技術課長 薦田 康久（事業担当課長）

噴流床石炭ガス化発電プラント実証プロジェクト評価（中間）

審議経過

- 第1回電力技術評価委員会（平成20年1月11日）
 - ・評価の在り方及び評価の手順等について
 - ・評価報告書の構成(案)、評価コメント、評点法等について
 - ・プロジェクトの概要説明について
 - ・要素技術の詳細説明について
 - ・質疑応答

- 第2回電力技術評価委員会（平成20年2月15日）
 - ・評価報告書(案)について
 - ・質疑応答

- 産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成20年4月24日）
 - ・評価報告書(案)について
 - ・質疑応答

審議の結果、評価報告書（案）は、原案のとおり了承された。

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

電力技術評価委員会 委員名簿

噴流床石炭ガス化発電プラント実証プロジェクトの評価に係る省内関係者

噴流床石炭ガス化発電プラント実証プロジェクト評価（中間） 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	
1. 事業の目的・政策的位置付け	5
2. 研究開発等の目標	7
3. 成果、目標の達成度	10
4. 事業化、波及効果	20
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	25
第3章 評価	
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	28
2. 研究開発等の目標の妥当性	30
3. 成果、目標の達成度の妥当性	31
4. 事業化、波及効果についての妥当性	33
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	35
6. 総合評価	37
7. 今後の研究開発の方向等に関する提言	38
第4章 評点法による評点結果	40
今後の研究開発の方向等に関する提言に対する対処方針	

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	噴流床石炭ガス化発電プラント実証			
上位施策名	燃料技術開発プログラム			
事業担当課	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力基盤整備課			
プロジェクトの目的・概要				
<p>石炭の高効率発電技術を確立することにより、長期にわたるエネルギーの安定供給と環境に調和した石炭の有効利用を図るため、既存の石炭発電技術（微粉炭火力技術）に比べ、飛躍的な熱効率の向上が期待できる石炭ガス化複合発電技術（IGCC）について、微粉炭を空気により高効率にガス化する噴流床方式による技術等を開発し、商用機の1/2規模のIGCC実証プラント（250MW）を建設して、運転試験を行うことにより、商用IGCCを導入するのに必要な信頼性、耐久性、高効率性、経済性等を検証する。</p>				
(単位：千円)				
予算額等				
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成11年度	平成21年度	平成16年度 平成19年度	平成22年度	㈱クリーンコー ルパワー研究所
H19FY 予算額	H18FY 予算額	H17FY 予算額	総予算額	総執行額
1,596,000	7,000,277	8,191,191	26,000,000	21,128,000
目標・指標及び成果・達成度				
(1) 全体目標に対する成果・達成度				
<p>平成16年8月に着工し、ガス化炉設備、ガス精製設備、複合発電設備、排熱回収ボイラに区分して建設を進め、平成19年9月20日にガス化炉点火を行い、実証機建設が完了した。</p> <p>平成19年9月20日のガス化炉点火から実証試験が開始され、平成19年度においては、石炭ガス化調整試験を実施しており、計画通りの石炭ガスの発生や補助燃料を使用しない石炭ガス専焼発電運転を的確に行えることを確認した。</p>				

各試験項目と目標、達成状況は、次のとおりである。

試験項目	目標	目標の達成状況
ガス化炉点火(灯油) (RUN-L1)	ガス化炉起動時の点火トーチ及び灯油バーナの点火実動作確認ならびに運転状態量の確認を行う。また灯油燃焼室及びコンバスタ、ディフューザ部の耐火材焼成を実施する。	－達成－ 点火トーチ及び灯油バーナについて、安定した燃焼を継続可能であることを確認した。また耐火材焼成を完了した。
SGC フリーブロー※ ¹ (RUN-L2)	灯油バーナ点火状態にて運転を行い、ガス化炉にて発生した蒸気にてSGC系統のフリーブローを実施する。	－達成－ 灯油バーナ点火状態にて発生した蒸気を使用し、SGC主蒸気配管のフリーブローを完了した。
ガス化炉ランピング※ ² (RUN-L3)	ガス化炉ランピング、ポーラスフィルタ通ガス、ガス精製設備通ガスの実動作確認ならびに運転状態量の確認を実施する。	－達成－ ランピング時の灯油流量、ガス化炉空気流量、バイパス系統圧力の制御が、ガス化炉入力指令に対して問題なく追従すること、及び灯油バーナが安定して燃焼することを確認した。また、ポーラスフィルタやサイクロンでの差圧も規定値以下であり問題ないことを確認した。

※ 1:ボイラ、タービンの主要蒸気配管の内部に付着している異物等を、蒸気を用いて系外に放出すること。

※ 2:ガス化炉圧力を昇圧すること。

試験項目	目標	目標の達成状況
石炭ガス化運転開始 (RUN-1)	ガス化炉燃料切替(灯油→石炭ガス)を実施し、微粉炭供給系統及びチャー系統の実動作確認、プラントの運転状態の確認及び生成ガス分析を実施する。	—達成— ホッパ切替時に微粉炭の流動変動があり、2度ガス化炉がトリップした。微粉炭供給ホッパ圧力調整窒素系統及び微粉炭搬送用流動化窒素系統を見直し、微粉炭の流動変動を±10%以内に収束させ、連続約10時間の石炭ガス化に成功した。チャー供給系については安定供給が可能であることを確認した。
ガス化炉単独調整 (RUN-2)	ガス化炉の運転性を確認するにあたり、運転パラメータ(R/T ^{*3})を変化させる試験を実施し、パラメータの寄与度を確認する。	—達成— R/Tを0.5から0.45としても、生成ガス発熱量、スラグの流下状況に大きな変化はなく、運転可能であることを確認した。
ガスタービン燃料切替 (RUN-3)	ガスタービンへ石炭ガスを一部投入し、ガスタービンの安定運転を確認する。また、燃料の切替時(灯油⇄石炭ガス)に、ガス精製設備が安定して追従することを確認する。	—達成— 石炭ガス発熱量が変動したが、タービン運転状態(軸振動等)、燃焼振動等)は問題なく、燃料切替可能であることを確認した。またガス精製設備も、燃料切替時に追従することを確認した。
50%負荷試験 (RUN-4)	ガスタービンの燃料切替時間を短縮し、安定して運転することを確認すると共に、ガスタービンへ石炭ガスを全量投入し、安定して運転することを確認する。また、50%負荷にて負荷遮断を行い、安全にプラントが停止することを確認する。	—達成— 燃料切替時間を短縮としても、安定して運転できることを確認した。またガスタービンへ石炭ガスを全量投入しても安定して運転できることを確認した。50%負荷遮断試験では、各設備ともにインターロックが働き、安全に停止することを確認した。

※ 3:石炭投入量(T)に対するリダクタ部への石炭投入量(R)との比率

(2) 目標及び計画の変更の有無

無し

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	取得ライ センス料	国際標準へ の寄与
60	29	8	0	0	0	0

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

近年における国際的なエネルギー資源の需給逼迫、価格高騰の中、他の化石燃料と比べて供給安定性や経済性に優れている石炭資源は「エネルギー基本計画」において将来に渡って不可欠なエネルギーとされており、従来の石炭火力発電技術に比べて利用炭種の拡大や環境負荷の低減を図ることを目的に石炭ガス化複合発電技術（IGCC）の実用化を目指す本事業は、国民や社会のニーズに沿ったものと言える。また、石炭ガス化複合発電技術（IGCC）は、「エネルギー技術戦略」や「Cool Earth -エネルギー革新技術計画」においても重要な技術と位置付けられており、とくに本事業で採用している空気吹きドライフィードガス化方式IGCCは、その高効率と信頼性の高さから国際的にも優れた革新的技術である。本技術は、国内のみならず海外、とくにアジア諸国での技術展開により地球規模での環境保全効果も期待されており、技術開発の早期進展、早期実用化のためには国の関与が不可欠である。よって、噴流床石炭ガス化発電プラント実証の目的・政策的位置づけは概ね妥当なものといえる。

なお、将来型より高温のガスタービンとつないだ時のシミュレーションをあわせて行い、本技術のもつ潜在的ポテンシャルを見極めること、また、産業技術としてみた場合にはより広範な原料燃料やガスタービン燃料に多様に対処できる技術を確立し、実証することが必要と考えられる。

2. 研究開発等の目標の妥当性

事業用発電プラントとして求められる要件を整理した上で、商用機へ展開した時の具体的な目標を設定し、これを前提に実証プラントプロジェクトの最終目標が設定されている。本プロジェクトは商用化に向けた最終工程と位置付けられていることから、特に、商用化段階で導入判断の重要な指標となる炭種適合性や経済性についても適切な目標設定がなされており、かつその水準も妥当である。よって、噴流床石炭ガス化発電プラント実証の目標は概ね妥当なものといえる。

なお、長期間に亘る開発でこの間の関連分野の技術進展もあり、実用プラントでの原燃料炭種や運用方法は多様であることから、研究終了時点において、石炭IGCCとしての総合的な成果の整理やIGCC準備委員会の決めた日本の事業用発電プラントとして求められる要件についても見直しを行っておく必要があるのではないかと。また、社会情勢に照らして計画を見直す機会があるなら、熱効率の向上によるCO₂の削減が現時点で緊急であることを十分に配慮して欲しい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

これまでの研究で得られた設計・建設技術の集大成として無事故・無災害で実証機建設が完了し、計画通りに実証試験が開始されたことは、商用化に向けての大きな成果である。実証試験開始直後のトラブルに対しても迅速かつ適切な対応で工程遅れを取り戻していることも評価できる。成果の普及・広報にあたっては、国内外の学会発表など専門家に対する情報発信はもちろん、広く社会の理解を得るための広報活動にも積極的に努めている。実証試験は開始されたばかりであるが、ガス化調整試験においてはガス成分や発熱量はほぼ計画値どおりの良好な結果が得られており、今後の最適化によっては最終目標水準を上回る成果も期待できる。よって、噴流床石炭ガス化発電プラント実証の成果、目標の達成度は概ね妥当なものといえる。

なお、次年度以降の実証に成果を挙げるためにも、試験が計画より早めに進むように努力することが望ましい。また、研究開発、特にシステムインテグレーションなどにおいて、遭遇した技術的問題、見出された新たな課題などを整理し、データベース化しておくことが、将来の実用化に向けて重要である。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事前検証試験で得られた成果が実証機の設計・建設に十分に生かされ、また事業化に不可欠な運転・保守に関する特性データやノウハウが今後の実証試験終了までに蓄積されることから、プロジェクト終了時点で事業化の見通しは立っているものと評価する。また、化石エネルギーの需給逼迫への対応や地球温暖化の抑止の要請が、プロジェクトを開始した当時よりさらに増大しており、その事業の必要性和応用対象は一段と拡大している。本IGCCをさらに高効率・クリーン化した石炭ガス化燃料電池（IGFC）や、電力と化学原料（DME、GTL）とのコプロダクション等への技術波及が、大きく期待できる。よって、噴流床石炭ガス化発電プラント実証の波及効果、事業化については概ね妥当なものといえる。

なお、事業化や波及効果については炭種や生成ガスの所要成分など実証試験の結果を踏まえた幅広い検討が必要と考えられる。また、事業化に際しては、1,200℃級よりも高温のガスタービンとガス化炉との組み合わせになると予想されるので、緻密なシミュレーション分析を行い、世界最高効率を求めて、このシステムの優位性をアピールすることも必要である。

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

商用機のユーザーとなる電力会社等が費用を分担しつつも、研究開発の実施・運営は既存電力会社とは独立した新会社が行っており、機動性の確保、責任の明確化がなされている。プロジェクトは長期に渡るものであるが、資金の過不足もなく、工程が計画通りに着実に進行しているのは、この新会社体制により迅速な意思決定がなされた結果であると評価する。また、近年のエネルギー資源に対する需給逼迫や価格高騰の中で、事業化による投資回収はもちろん、投資に対する経済効果は想定以上に大きなものになると期待できる。よって、噴流床石炭ガス化発電プラント実証の研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等は概ね妥当なものといえる。

なお、高品位炭も含め適合炭種のさらなる拡大等IGCC技術全般に関して、過去の検討結果の整理や技術動向の把握を行っていくことが望まれる。また、脱炭素化にむけての取り組みが、社会情勢の変化に対応して、より強く考慮されるのが望ましい。