

「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／  
革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」  
事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき研究評価委員会において設置された「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」(事後評価)の研究評価委員会分科会(第1回(平成26年11月13日)及び現地調査会(平成26年10月16日))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第42回研究評価委員会(平成27年3月26日)にて、その評価結果について報告するものである。

平成27年3月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／  
革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」分科会  
(事後評価)

分科会長 三浦 孝一

「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭

ガス化技術開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成26年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	みうら こういち 三浦 孝一	京都大学 エネルギー理工学研究所 特任教授
分科 会長 代理	もりとみ ひろし 守富 寛	岐阜大学大学院工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 教授
委員	しみず ただあき 清水 忠明	新潟大学 工学部化学システム工学科 教授
	たつみ たかお 巽 孝夫	国際石油開発帝石株式会社 経営企画本部 シニアコーデ ィネーター
	ほんじょう たかし 本庄 孝志	地球環境産業技術研究機構(RITE) 専務理事
	まきの ひさお 牧野 尚夫	電力中央研究所 エネルギー技術研究所 首席研究員

敬称略、五十音順

# 「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭 ガス化技術開発」(事後評価)

## 評価概要 (案)

### 1. 総論

#### 1. 1 総合評価

HYCOL時代からの長きに亙る日本のガス化技術の集大成であり、CO<sub>2</sub>分離回収技術と発電効率改善に焦点を当てており、目標設定も事業化計画も時宜を得た内容であった。設定された目標は計画通り全て達成されており、十分評価に値する。研究成果もこの規模としては十分と判断できる。

STEP1開始の平成10年からSTEP3終了の平成26年まで延べ17年にわたる長期間であったが、社会情勢等の変化に対してSTEP毎に目標設定が見直されて、全体を通して適切に管理されていたと思われる。また、将来の実用化の道筋もつけられている。ただし、競合の実証化、商業化の状況をみれば、結果論ではあるが経済指標を目標設定に入れるべきではなかったか、もう少し広く要素技術を取り上げるべきではなかったか、スケジュールをもう少し前倒しできなかったか、と思われる。

当該技術は石炭のクリーンで効率的な利用を推進し、地球環境問題の解決に貢献するものであり世界的に求められている技術である。多大な資源を投入して得られた貴重な技術が、可能な限り早急に世界中に普及することを期待する。

#### 1. 2 今後に対する提言

優れた日本の石炭ガス化技術と最先端のCO<sub>2</sub>分離・回収技術を融合し、新たに他で開発された技術についても積極的に取り上げて、世界のリーディングプロジェクトとなるような実証事業を期待したい。実用化に向けて、一層のコスト削減努力と、長時間運転の安定性確認に取り組んで頂きたい。

総論に留まらず各論での成果報告、特に、海外展開できるように英文の成果報告書のとりまとめを、また、CO<sub>2</sub>分離・回収技術のISO化に、この成果を反映する取組を期待する。

このような大規模で長期的な事業を今後実施する場合には、技術のみならず、契約や知財、ビジネスモデルなどの陣営も当初より組み入れて推進することを検討願いたい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

安定的な化石燃料資源である石炭を高効率かつクリーンに電力に転換するとともに、地球温暖化防止のためCO<sub>2</sub>分離回収技術を開発することは、NEDOの方向性と一致している。発電設備の高度化は公共性が高く、CO<sub>2</sub>分離・回収技術は市場原理だけでは進まないもので

あり、いずれも、技術開発には多額の資金と長い期間が必要であることから NEDO が長年にわたって支援したのは妥当であった。

日本が優位性を有する石炭ガス化技術と CO<sub>2</sub>分離・回収技術を組み合わせた研究開発は、日本の長所を活かすものとして評価できる。ただし、我が国の技術の優位性を担保する意味で、開発をよりスピード化する戦略も必要であり、また、他技術との比較、差別化を定量的にアピールすべきと思われる。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

噴流床型の石炭ガス化ガスから CO<sub>2</sub> を分離回収する技術開発の確立という観点から妥当な目標であったと判断する。ただし、他の CO<sub>2</sub> 回収技術と明確に比較できる技術目標、及び、CO<sub>2</sub>回収コストなどの経済指標も必要だったのではないかと。

実用化に向け様々な実験検討を行い、次のステップに着実につなげられる高い成果を得ていることから、おおむね適切なタイムスケジュールで行われたと考えられる。ただし、CCS の実用化が急がれている状況の下、開発スケジュールをもう少し前倒しできなかったか、という印象も受ける。

高い技術力と事業化能力を有する企業が選定され、プラントメーカー、発電事業者が良く連携し、効率的に研究開発が推進された。指揮命令系統なども明確な実施体制である。

研究開発成果の実用化に向けたマネジメントについては、今後のガス化実証機に引き継がれることが十分に期待できるので、妥当であると考えられる。なお今後の計画では、商業化や普及促進を進めるためにプロセス性能だけでなく、経済性や運転性等を含めた総合的な比較検討を行えるよう進めることが必要と思われる。開発期間中においても、設備費用や償却年数などの商業的要因の比較検討を行うことが望ましく、そのため技術検討委員会には事業化等に意見を述べる民間の委員も選任することを検討願いたい。

情勢変化に対応して、必要になった技術課題を加速資金の投入によって解決したことは評価できる。

## 2. 3 研究開発成果について

設定された目標は達成されたと判断する。酸素吹き高圧石炭ガス化の特性を生かした CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>S の高効率低エネルギー消費型同時除去の方式が提案されたとともに、エネルギー効率を向上させる方法がいくつか提案されたことの意義は大きい。

知的財産権の取得は、適宜特許が出願されておりおおむね妥当と思われるが、物理吸収に関しても知財化する必要があるのではないかと。先端的な技術開発なので、秘匿されるべき技術と権利化されるべき技術を識別して、今後、優位に展開されることを期待したい。

成果の普及については、学会発表・プレス発表等の形で適宜プロジェクトの成果発表がなされているが、学術論文が少ないように思う。成果は学術的にも重要な内容を含んでいるので、今後、学術論文としての発表を期待したい。

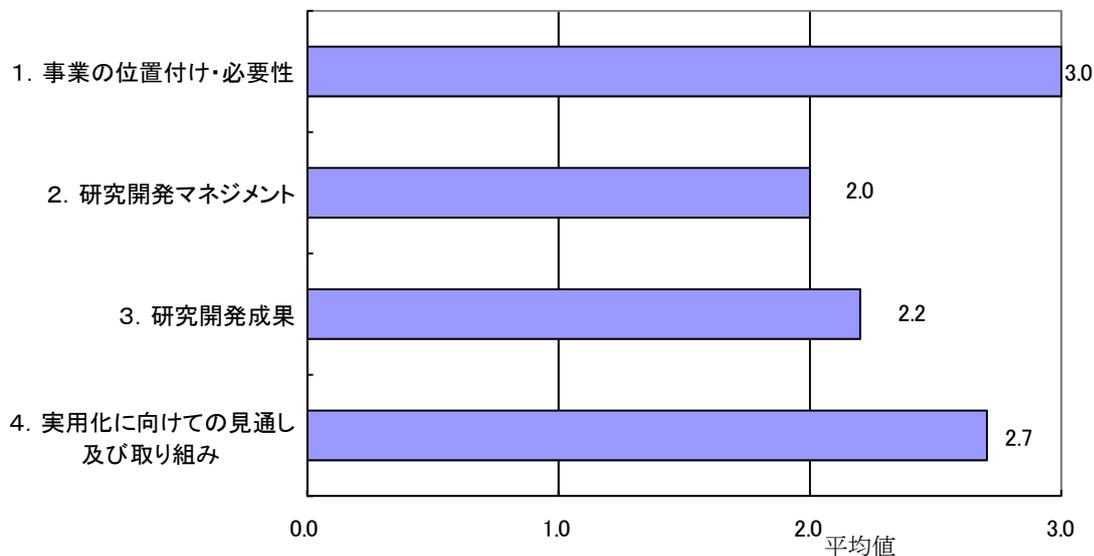
## 2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

本プロジェクトの前身の **STEP1**、**STEP2** の成果に基づいて大崎クールジェンプロジェクトが 2012 年より開始され、さらに、2016 年度以降には **STEP3** の成果に基づいた CO<sub>2</sub> 分離・回収設備の増設も計画されており、本プロジェクトの成果の実用化へのマイルストーンは明確と判断する。

国内外での実用化を念頭におけば、使用される炭種は多種に広がり、海外の場合は特に低品位炭が採用される可能性が高い。今後の実証事業では商業化される時期やクライアント等を念頭に置き、対象となると想定される幅広い炭種を含めるように留意願う。特にガス化後流のシフト反応に大きく影響される硫黄濃度に注意して頂きたい。

近い将来に本技術を世界中に普及するという観点からの検討も並行して進められること、また、実証事業を支える支援研究の体制も整えられることを期待する。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.0	B	A	A	C	C	B
3. 研究開発成果について	2.2	A	B	B	B	B	B
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.7	A	A	A	B	B	A

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

### 〈判定基準〉

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について            |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                |
| ・重要 →B             | ・よい →B                   |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                 |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D             |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                   |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                   |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当であるが、課題あり →C        |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D               |

研究評価委員会「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／  
革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」  
(事後評価) 分科会

日時：平成26年11月13日(木) 13:00～17:45

場所：WTC コンファレンスセンター Room B  
(世界貿易センタービル 3階)

議事次第

(公開セッション)

- |                               |             |       |
|-------------------------------|-------------|-------|
| 1. 開会、資料の確認                   | 13:00～13:05 | (5分)  |
| 2. 分科会の設置について                 | 13:05～13:10 | (5分)  |
| 3. 分科会の公開について                 | 13:10～13:15 | (5分)  |
| 4. 評価の実施方法について                | 13:15～13:30 | (15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明                |             |       |
| 5. 1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント   | 13:30～13:45 | (15分) |
| 5. 2 研究開発成果、実用化に向けての見通し及び取り組み | 13:45～14:00 | (15分) |
| 5. 3 質疑応答                     | 14:00～14:30 | (30分) |

休憩 14:30～14:40 (10分)

(非公開セッション)

- |                                           |                 |                    |
|-------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明                            |                 |                    |
| 6. 1 物理吸収法によるCO <sub>2</sub> 分離回収技術実証試験研究 |                 |                    |
| 6. 2 試験設備における材料劣化調査                       |                 |                    |
|                                           | [説明60分、質疑応答45分] | 14:40～16:25 (105分) |
| 6. 3 物理吸収法におけるサワーシフト反応最適化研究               |                 |                    |
|                                           | [説明25分、質疑応答20分] | 16:25～17:10 (45分)  |
| 7. 全体を通しての質疑                              | 17:10～17:25     | (15分)              |

(公開セッション)

- |           |             |       |
|-----------|-------------|-------|
| 8. まとめ・講評 | 17:25～17:40 | (15分) |
| 9. 今後の予定  | 17:40～17:45 | (5分)  |
| 10. 閉会    |             |       |

研究評価委員会 「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト／  
革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」  
(事後評価) 現地調査会

日 時 : 平成26年10月16日(木) 13:30~15:45

場 所 : 福岡県北九州市若松区柳崎町 1

調査対象 : EAGLEパイロットプラント試験設備

議事次第

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1. 開会、挨拶      | 13:30~13:40 (10分) |
| 2. プロジェクト概要説明 | 13:40~14:10 (30分) |
| 3. 試験設備の現地調査  | 14:10~15:00 (50分) |
| 4. 補足説明・質疑応答  | 15:00~15:40 (40分) |
| 5. 閉会の辞       | 15:40~15:45 (5分)  |

以上

概要

		作成日	平成 26 年 11 月 13 日
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム		
プロジェクト名	ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト	プロジェクト番号	P10016
担当推進部/担当者	環境部 在間主幹、山本主査		
0. 事業の概要	<p>高効率で最適なCCSシステムとの組合せを目指した次期IGCCに最適なCO2分離回収技術の開発と新規CO2分離回収技術等調査を平成22年度～平成26年度の計画で実施した。</p> <p>事業内容としては、最適CO2分離回収技術として石炭ガス化炉からの実ガスを用いて「物理吸収法」による技術実証を行うこととし、供給石炭ガス化炉にはCCS対応として高効率期待される酸素吹噴流床ガス化炉を用いることとし、併せてCO2分離回収設備とガス化設備・発電システムへの適用性の確認・技術確立を行うこととした。</p> <p>EAGLE(※)ガス化技術は、環境負荷低減、特に地球温暖化ガス発生量の低減を図ることを目的に、高効率で合成ガス(CO+H<sub>2</sub>)を製造することができる先進的な酸素吹1室2段旋回流型噴流床炉による石炭ガス化技術である。</p> <p>併せて、得られた石炭ガス化ガスを高度に精製(除塵・脱H<sub>2</sub>S・脱ハロゲン等)することにより、電力用、化学原料用、水素製造用、合成液体燃料用等幅広い用途への適用が可能で、酸素吹石炭ガス化の特徴を活かし、効率的なCO<sub>2</sub>分離・回収技術の確立を図るものである。</p> <p>本技術を適用し、ガスタービン、蒸気タービンおよび燃料電池を組み合わせることにより、既設石炭火力発電と比較し、約30%のCO<sub>2</sub>発生量低減が期待される。</p> <p>(※ EAGLE: Coal Energy Application for Gas, Liquid &amp; Electricity)</p> <p>これまでに、本技術開発は、石炭処理量150t/日の酸素吹石炭ガス化炉及びガス精製装置を主体とするパイロット試験設備を建設して実施してきた。概要は以下のとおりである。</p> <p>(1) STEP1(平成10～18年度)</p> <p>①パイロット試験設備による研究</p> <p>(a)パイロット試験設備建設(平成13年度)</p> <p>(b)パイロット試験設備運転研究(平成14～18年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・石炭ガス化性能試験 高性能ガス化炉の開発を目指し、石炭ガス化性能試験に取り組んだ。</li> <li>・ガス精製性能試験 石炭ガス化プラントのガスクリーンアップ技術の確立を目指し、ガス精製性能試験に取り組んだ。</li> <li>・連続運転性能試験 プラント信頼性検証を目的に、1,000時間以上の連続運転に取り組んだ。</li> <li>・多炭種対応試験 ガス化特性に影響を与える因子として、燃料比、灰融点、灰分、発熱量をパラメータとした多炭種対応試験でガス化特性を確認した。</li> <li>・大型化対応試験 大型実証機は、さらなるコンパクト化を目指した設計データの取得を必要とするため、空塔速度増大試験、バーナ噴出速度変化試験、一体化粉体弁試験に取り組んだ。</li> </ul> <p>②支援・調査研究(平成10～18年度)</p> <p>EAGLEパイロット試験設備の円滑な運転研究を支援することを目的に、石炭処理量1t/日の加圧ガス化試験炉によるガス化基礎試験、噴流床ガス化シミュレーションモデル解析を行い、EAGLEガス化炉の性能予測、パイロット試験の課題解決に取り組んだ。</p>		

- (2) STEP2(平成 19～21 年度)  
 社会情勢の変化に対応するため、新たな開発課題として高灰融点炭種対応試験、CO<sub>2</sub>分離・回収技術(化学吸収法)の確立、微量物質の挙動調査を設定し、研究開発を実施した。
- ①パイロット試験設備による研究
- (a)ガス化炉改造、CO<sub>2</sub>分離・回収装置追設(平成 19～20 年度上期)  
 高灰融点炭まで石炭ガス化適用範囲拡大を図るため、高耐熱仕様のガス化炉に改造した。  
 また、EAGLE 精製ガスの一部を分岐し、CO<sub>2</sub>分離・回収試験を実施するための試験装置を追設した。
- (b)パイロット試験設備運転研究(平成 19～21 年度)
- ・高灰融点炭種対応試験  
 高灰融点炭を用いた石炭ガス化運転で、運用性、ガス化特性等を把握した。
  - ・CO<sub>2</sub>分離回収試験  
 シフト反応を含め CO<sub>2</sub>分離回収試験により、設備運用性・信頼性を把握した。
  - ・微量物質挙動調査  
 プラント系統内の微量物質マテリアルバランスを把握し、プラント信頼性向上および環境アセスメントに向けた基礎データ取得等、関連調査を行った。
- (3) STEP3(平成 22～26 年度)
- ①次期IGCCに最適なCO<sub>2</sub>分離回収技術の開発  
 次期IGCCの高圧プロセス下におけるCO<sub>2</sub>分離回収技術として「物理吸収法」による実証試験を行い、発電システムとして必要な運用条件を満たす最適なCO<sub>2</sub>分離回収技術を開発する。
- (a)CO<sub>2</sub>分離回収試験装置(物理吸収法)設置及び石炭ガス供給設備整備  
 CO<sub>2</sub>分離回収装置のうち物理吸収法(Sour Gas Shift+Selexol)について、石炭ガス化発電プラントへの適用を目的に、供試ガス1,000Nm<sup>3</sup>/h規模のパイロット試験装置の設計、製作及び据付工事を実施した。また、CO<sub>2</sub>分離回収試験の実施準備として、CO<sub>2</sub>分離回収試験設備に石炭ガスを供給する酸素吹石炭ガス化炉の整備を実施した。
- (b)酸素吹石炭ガス化システム+CO<sub>2</sub>分離回収設備運転研究  
 次世代IGCC(1,500℃超級GT導入)を想定し、高温・高圧プロセスに最適なCO<sub>2</sub>分離回収システムの開発として、物理吸収法によるCO<sub>2</sub>分離回収技術の技術実証を行うこととし、H<sub>2</sub>S存在下でのCOシフト反応、シフト後の酸性ガス(H<sub>2</sub>S,CO<sub>2</sub>)の分離回収特性を検証・把握し、石炭ガス化発電プラントへの適用技術の確立を図った。
- (c)物理吸収法によるサワーシフト反応最適化研究  
 サワーシフト反応における添加水蒸気量が反応特性及び炭素析出特性に及ぼす影響を把握するために、ラボ試験及び実ガス試験を実施した。
- (d)試験設備解体調査  
 酸素吹石炭ガス化設備及びCO<sub>2</sub>分離回収試験設備について主要部分の解体調査を実施した。
- ②新規CO<sub>2</sub>分離回収技術等調査及び有望技術フィールド試験  
 新規CO<sub>2</sub>分離回収技術及びCO<sub>2</sub>回収システムについて調査検討を実施し、性能・信頼性・大型化等に関して評価し、有望な技術について実ガスを用いたフィールド試験を実施した。

I. 事業の位置付け・必要性について

石炭のガス化技術の開発に関しては、総合科学技術会議の第18回基本政策専門調査会(平成18年3月15日開催)の中で、様々な分野の研究課題から戦略重点科学技術(62科学技術)の一つとして選定されており、高効率でクリーンな合成ガス(CO+H<sub>2</sub>)を製造する酸素吹石炭ガス化技術の開発を実施してきた本開発は、この趣旨に沿った技術開発案件と位置付けられる。

本技術開発では、高効率でクリーンな合成ガス(CO+H<sub>2</sub>)を製造することができる先進的な酸素吹1室2段旋回流石炭ガス化技術の開発に取り組んできた。電力用、化学原料用、水素製造用、合成液体燃料用等幅広い用途への適用が可能な技術である。特に電力用途に適用した場合には、ガスタービン、蒸気タービンおよび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 ※1)」により、既設石炭火力発電と比較して約30%のCO<sub>2</sub>発生量低減が期待される送電端熱効率55%以上の高効率発電が可能となる。

酸素吹石炭ガス化技術の開発は、実用化までに多くの時間と費用がかかること、及び安価で安定供給可能な石炭の環境調和を図りつつ利用範囲を大きく拡大できる技術であり、エネルギーセキュリティーの確保というエネルギー政策の観点からも、NEDOの関与が必要とされる事業である。また、あわせて、高度石炭利用技術開発における先導的な役割を果たすことができ、これまでに蓄積した石炭利用技術を活用するとともに、石炭火力関連の技術を結集し、IGFCの早期実用化を目指すことを官民あげて推進することには意義があるといえる。

近年の地球温暖化問題に対する国内外意識の一層の高まりを受けて、従来の省エネルギー・高効率化等によるCO<sub>2</sub>排出量削減への取組みに加え、オプションとしてのCO<sub>2</sub>分離回収・貯留技術(CCS ※2)への期待が高まっている。

前述の第18回基本政策専門調査会においても、CO<sub>2</sub>分離回収・貯留技術は重要な研究開発課題として選定され、火力発電所等からの低コストでのCO<sub>2</sub>分離回収技術の開発は必要とされている。

本開発技術である酸素吹石炭ガス化プロセスからのCO<sub>2</sub>分離・回収は、合成ガス中のCOにシフト反応を施しCO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>へ転換し、分離・回収することが可能であり、微粉炭火力の排ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収に比べCO<sub>2</sub>濃度が高い(処理ガス量が少ない)ということから経済的に有利と考えられ、平成18年度NEDOが実施した本技術事業検討会の審議を踏まえ、STEP2の開発として、平成19年度から3カ年の工程で、高灰融点炭対応の試験研究とあわせて化学吸収法によるCO<sub>2</sub>分離・回収試験研究を実施した。

CO<sub>2</sub>の分離・回収技術の開発については、特に長期開発案件並びに国際的な取組み課題であり、民間主導の経済原則のみで技術開発が進むものではなく、長期的視野に立ったNEDO等の関与が不可欠と考えられ、平成18年度の計画変更(情勢変化への対応)により、新たにCO<sub>2</sub>分離・回収試験研究を実施することとしたものである。

さらに、平成22年度からは、次期IGCCの高圧プロセス下におけるCO<sub>2</sub>分離回収技術として「物理吸収法」による実証試験を行い、発電システムとして必要な運用条件を満たす最適なCO<sub>2</sub>分離回収技術を開発することとした。

これらの取組みにより、国内のエネルギー安定供給や環境影響負荷低減に貢献でき、炭種制約を減らすこと等により、クリーン・コール・テクノロジーとしての石炭ガス化技術の展開の可能性を拡大するものであると共に、国内外の時代の要請に応える技術開発であるといえる。

〔 ※1 IGFC: Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle  
※2 CCS: Carbon Capture and Storage 〕

II. 研究開発マネジメントについて

<p>事業の目標</p>	<p>&lt;STEP1(平成 10～18 年度)&gt;</p> <p>①石炭ガス化性能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス発熱量 : 10,000kJ/m<sup>3</sup>N 以上</li> <li>・カーボン転換率 : 98%以上</li> <li>・冷ガス効率 : 78%以上</li> <li>・ガス化圧力 : 2.5MPa</li> </ul> <p>②ガス精製性能(精密脱硫器出口)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・硫黄化合物 : 1ppm 以下</li> <li>・ハロゲン化合物 : 1ppm 以下</li> <li>・アンモニア : 1ppm 以下</li> <li>・ばいじん : 1mg/m<sup>3</sup>N 以下</li> </ul> <p>③連続運転性能 : 1,000 時間以上</p> <p>④多炭種対応: 性状の異なる 5 種類以上の石炭についてガス化データを取得する。</p> <p>⑤大型化対応: 10 倍程度のスケールアップを目指した大型化対応のためのデータを取得する。</p> <p>&lt;STEP2(平成 19～21 年度)&gt;</p> <p>①高灰融点炭種対応 : 高灰融点炭に適用できる酸素吹石炭ガス化技術の確立を目標に、3 炭種以上の性状の異なる高灰融点炭についてガス化並びに運用特性データを取得する。</p> <p>②CO<sub>2</sub> 分離・回収 : 回収 CO<sub>2</sub> の純度 99%以上。 (化学吸収法)</p> <p>&lt;STEP3(平成 22～26 年度)&gt;</p> <p>① CO<sub>2</sub> 分離回収技術 : 回収 CO<sub>2</sub> の純度 98%以上 (物理吸収法) (石炭ガス化発電システムへの適用性を検証)</p> <p>②発電効率改善 : IGCC(1, 500°C 超級GT)を想定したCO<sub>2</sub>分離回収システムのエネルギーロス低減(化学吸収法と比較して相対比10%の改善)</p>									
<p>事業の計画内容</p>	<p>主な実施事項</p>	<p>H10 -14f y</p>	<p>H15 fy</p>	<p>H16 fy</p>	<p>H17 fy</p>	<p>H18 fy</p>	<p>H19 fy</p>	<p>H20 fy</p>	<p>H21 fy</p>	
<p>[STEP1]</p>										
<p>(1)パイロット試験設備建設</p>										
<p>(2)パイロット試験設備運転研究</p>										
<p>①石炭ガス化性能試験</p>										
<p>②ガス精製性能試験</p>										
<p>③連続運転性能試験</p>										
<p>④多炭種対応試験</p>										
<p>⑤大型化対応試験</p>										
<p>(3)支援・調査研究</p>										
<p>[STEP2]</p>										
<p>(1)ガス化炉改造及び設備建設</p>										
<p>(2)パイロット試験設備運転研究</p>										
<p>①高灰融点炭種対応試験</p>										
<p>②CO<sub>2</sub> 分離・回収試験</p>										
<p>③微量物質挙動調査</p>										

		[STEP3]	H22 fy	H23 fy	H24 fy	H25 fy	H26 fy			
		(1) 次期 IGCC に最適な CO2 分離回収技術の開発	—	—	—	—	—			
		① CO2 分離回収試験装置(物理吸収法)設置及び石炭ガス供給設備整備	—	—						
		② 酸素吹石炭ガス化システム+CO2 分離回収設備運転研究			—	—				
		③ 物理吸収法によるサワーシフト反応最適化研究		—	—	—				
		④ 試験設備解体調査					—			
		(2) 新規 CO2 分離回収技術等調査及び有望技術フィールド試験	—	—	—	—	—			
開発予算 (単位:百万円)	会計・勘定	H10-18fy	H19-21fy	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H22-26fy	総額
共同研究 (NEDO 負担率 2/3)	特別会計 (高度化)	24,252	8,519	2,137	2,835	3,150	1,800	18	9,940	42,711
	加速財源(内数)						81		81	81
開発体制 (STEP3)	経済産業省担当原課	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課								
	プロジェクトリーダー	電源開発株式会社 若松研究所長 後藤 秀樹(H23年1月31日まで) 笹津 浩司(H23年2月1日からH25年6月24日まで) 中静 靖直(H25年6月25日から)								
	運営機関	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構								
	共同研究先	電源開発株式会社 若松研究所 株式会社日立製作所(平成23年度~25年度)								
情勢変化への対応	<p>本事業においては、その時折の社会情勢を勘案し、開発目標を設定して取り組んできた。STEP1ではIGFCに適用できるガス化技術やガス精製技術の開発を実施し、所定の成果を得た。また、STEP2では、社会情勢の変化に対応し、高灰融点炭種対応(炭種拡大)、CO<sub>2</sub>分離・回収技術(化学吸収法)の確立等を開発目標に設定し、所期の目的を達成した。</p> <p>STEP3では、「物理吸収法におけるサワーシフト反応最適化研究」に係る以下の技術課題に対応するため、加速財源の投入を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・触媒上での炭素析出挙動評価</li> <li>・シフト活性への炭素析出量の影響評価</li> <li>・実ガス試験による長時間連続運転</li> </ul> <p>さらに、「革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発」に係る以下の技術課題に対応するため、加速財源の投入を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サワーシフト触媒の性能発現に必要な硫化水素濃度の限界確認</li> <li>・スラグコーティングの不完全事象の原因究明</li> </ul>									
評価に関する事項	<p>平成11年度 STEP1 技術評価検討会 平成15年度 STEP1 中間評価 平成18年度 STEP1 多目的石炭ガス製造技術開発事業検討委員会 (NEDO 自主) 平成19年度 STEP2 中間評価 平成21年度 STEP2 事後評価(前倒し) 平成26年度 STEP3 事後評価</p>									

Ⅲ. 研究開発成果について

本研究開発は、平成 18 年度までを STEP1、平成 19～21 年度を STEP2、平成 22～26 年度を STEP3 と分けて、それぞれに開発目標を設定し、試験を実施してきた。各 STEP の取り組みと成果について以下に要約する。

(1) STEP1 の成果(平成 10～18 年度)

① パイロット試験設備による研究(平成 13～18 年度)

計画通り石炭処理量 150 t/日規模のパイロット試験設備の建設を行い、各種ガス化特性試験、ガス精製試験を実施した。

・石炭ガス化性能試験

カーボン転換率、冷ガス効率等高いガス化性能を得ることを確認し、海外先行石炭ガス化プラントと比較して遜色のないレベルであった。

・ガス精製性能試験

石炭ガス化プラントのガス精製技術の確立を目指し、ガス精製性能試験に取り組んだ。硫黄化合物、ハロゲン化合物、アンモニア、ばいじん等いずれも高い除去性能が確認された。

・連続運転性能試験

プラント信頼性検証を目的に 1,000 時間以上の長期連続運転試験を実施し、1,015 時間の連続ガス化運転を達成し、国内のガス化プラントの連続運転記録を更新した。

・多炭種対応試験

石炭ガス化性能に影響を与える灰分、燃料比、発熱量および灰融点をパラメータとして、特性の異なる 5 炭種のガス化試験を実施した。

・大型化対応試験

空塔速度増大、バーナ噴出速度変化、一体化粉体弁に関する各種確認試験を実施し、大型実証機設計のためのデータを取得した。

② 支援・調査研究(平成 10～18 年度)

支援・調査研究は、平成 18 年度までパイロット試験設備による円滑な運転研究を支援することを目的に、石炭処理量 1 t/日の加圧ガス化試験炉によるガス化試験、噴流床ガス化シミュレーションモデルによる EAGLE ガス化炉の性能の予測、基礎試験による課題解決に取り組んだ。

(a) 適用炭種拡大

・候補炭事前評価

パイロット試験の候補となる 18 炭種について、塊炭の粉碎性、微粉炭の流動性を評価した。またチャー物性やスラグ安定流下について評価した。得られた成果を EAGLE の運転条件に反映し、安定運転に寄与した。

・性能予測

各候補炭のスラグ焼結防止炭素濃度、スラグ流下開始温度等の要素試験結果を用いて、噴流床ガス化シミュレーションモデルによる酸素吹ガス化炉の性能の予測と炭種ごとの適正運転条件を提案した。

(b) パイロット試験課題対応

ガス化生成ガス系統に塩化アンモニウム(NH<sub>4</sub>Cl)の析出が観察されたことから、ガス化圧力と同じ 2.5MPa 下における NH<sub>4</sub>Cl 析出に関する基礎試験を実施した。その結果を元に塩化アンモニウム(NH<sub>4</sub>Cl)の析出条件を見極め、析出しない運転方法を提案した。

(2) STEP2 の成果(平成 19～21 年度)

高灰融点炭までの炭種拡大を目的にガス化炉を高耐熱仕様に改造し、高灰融点炭のガス化試験を実施した。また、CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の確立に向けた装置追設および実証試験を実施した。さらに実証機建設を視野に入れたプラント信頼性向上や環境アセスメントに必要な環境影響微量物質について挙動調査を実施した。

・高灰融点炭種対応

ガス化炉を高耐熱仕様に改造し、3 炭種の高灰融点炭(STEP1 より最大で灰溶流点<sup>1</sup>が 100°C 程度高い炭)のガス化性能、運用特性を把握した。

・CO<sub>2</sub> 分離回収(化学吸収法)

要素技術である「CO シフト触媒」および「CO<sub>2</sub> 吸収液」の基本特性、石炭ガス化ガスへの適用性を確認した。また、開発目標である「回収 CO<sub>2</sub> 純度 99% 以上」が可能な運転条件を検証した。さらに、シフト蒸気低減試験、再生蒸気低減試験等を実施し、各運転条件におけるユーティリティ使用量を把握した。

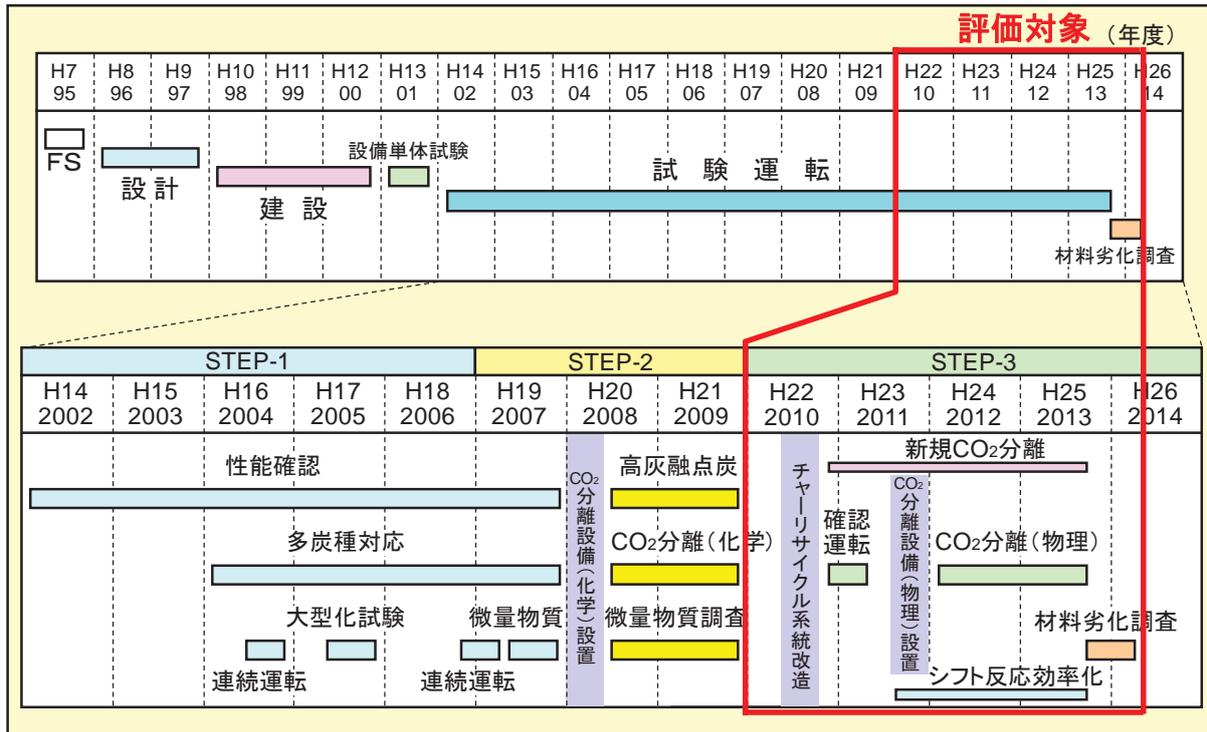
	<p>・微量物質挙動調査 石炭中に含まれる各種微量金属類の系内挙動および系外排出状況を概ね把握した。本挙動調査を通じて、実証機排水処理装置設計のための諸元データを取得するとともに、腐食防止の観点からの機器材料選定のための指針を得た。</p> <p>(3) STEP3 の成果 (平成 22～26 年度)</p> <p>① 次期IGCCに最適なCO2分離回収技術の開発 ・酸素吹石炭ガス化システム+CO2分離回収試験研究 目標値の回収 CO2 純度<math>\geq</math>98%を達成した。 次世代IGCC(1, 500℃超級GT導入)を想定し、高温・高圧プロセスに最適なCO2分離回収システムの開発として、物理吸収法によるCO2分離回収技術の技術実証を行った結果、CO2 化学吸収法(EAGLE-STEP2 結果)と比較して、相対比 17%のエネルギーロス改善に成功した(発電効率で 1.4 ポイント上昇)。 ・物理吸収法によるサワーシフト反応最適化研究 IGCC 単独での送電端効率 45.6%に対し、低温でのシフト活性が低い触媒を適用した条件では 39.2%となった。これに対し、低温作動型触媒適用時は 40.0%に改善できることが判った。</p> <p>②新規CO2分離回収技術等調査及び有望技術フィールド試験 有望な 4 つの対象技術から化学吸収法加熱フラッシュ再生方式を選定し、実ガス試験を通じて使用蒸気量を減らし、EAGLE-STEP2 の結果と比較して、再生熱量をさらに低減できる見通しを得た。(発電効率で 0.4 ポイント上昇)。</p>
投稿論文	<p>(STEP1,2) 論文投稿 34 件 研究発表 46 件 (STEP3) 論文投稿 8 件 研究発表 24 件</p>
特許	<p>(STEP1,2) 出願 27 件 (STEP3) 出願 13 件(国内 11 件/海外 2 件)</p>
その他の外部発表 (プレス発表等)	<p>(STEP1,2) 新聞等掲載 69 件 展示会出展 12 件 受賞実績 2 件 (STEP3) 新聞等掲載 33 件 展示会出展 2 件 受賞実績 1 件</p>
IV. 実用化の見通しについて	<p>本プロジェクトにおける「実用化」の考え方としては、当該研究開発の成果が後継の実証事業である大崎クールジェンプロジェクトで活用されることと定義している。 電源開発(株)と中国電力(株)は、共同で大崎クールジェン株式会社を設立している。その大崎クールジェンプロジェクトでは、現在、EAGLEプラントをスケールアップさせた酸素吹IGCCの大型実証機を建設中であり、完成後に先行してIGCC単独の実証を実施する(第1段階)。第2段階ではCO2分離回収技術の実証を、さらに第3段階では燃料電池を接続したIGFC(Integrated Gasification Fuel cell Combined cycle: 石炭ガス化燃料電池複合発電システム)の実証が予定されている。</p>

V. 基本計画に関する事項	「多目的石炭ガス製造技術開発(EAGLE)」基本計画(STEP1,2)	
	作成時期	平成10年4月制定
	変更履歴	<p>(1) 平成12年3月、通商産業省とNEDOの役割分担の見直しを受けて、研究開発の目的、内容、目標等の改定。(ガス精製技術開発部分を削除)</p> <p>(2) 平成14年3月、省庁再編に伴う経済産業省とNEDOの役割分担の見直しを受けて、研究開発の目的、内容、目標を統一的に明記する等の改定。</p> <p>(3) 平成15年1月、平成14年度予算比大幅削減という状況を踏まえて、研究開発内容等の改定。</p> <p>(4) 平成16年3月、平成15年度中間評価結果反映により、目的(「燃料電池に利用可能な石炭ガス化技術の開発」を「化学原料用、水素製造用、合成液体燃料用、電力用等幅広い用途へ適用できる石炭ガス化技術の開発」へ)およびプロジェクト名(「燃料電池用石炭ガス製造技術開発」を「多目的石炭ガス製造技術開発(EAGLE)」へ)等の改定。 NEDO独立行政法人化に伴うプロジェクト名、根拠法等の改定。</p> <p>(5) 平成17年3月、経済産業省とNEDOの役割分担の見直しを受けて、研究開発の目的、内容、目標等の改定(ガス精製技術開発部分を追加) 燃料プログラム策定に伴う表題記述の変更。</p> <p>(6) 平成18年3月、実施内容の実態に伴う支援・調査研究の研究内容および研究開発の実施期間に係る記述の変更。 新エネルギー技術開発プログラムに位置付けられたことによる表題の変更。</p> <p>(7) 平成19年3月、平成19年度以降の新たな研究項目実施に伴う研究開発の1. 目的・目標・内容、2. 研究開発の実施方式、3. 研究開発の実施期間、4. 評価に関する事項の記載内容の変更および追記。 燃料技術開発プログラムに位置付けられたことによる表題の変更。</p> <p>(8) 平成20年4月、プログラム名称が燃料技術開発プログラムからエネルギーイノベーションプログラムへ変更となったことによる表題の変更。</p> <p>(9) 平成21年8月、組織改正に伴い、担当推進部が環境技術開発部からクリーンコール開発推進部へ変更となったことによる担当推進部室および担当者名の変更。</p>
「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト」基本計画(STEP3)		
作成時期	平成22年3月制定。	
変更履歴	<p>(1) 平成22年5月、事業項目②ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発 研究開発項目(2)「次世代高効率石炭ガス化技術開発」について、2. 事業の具体的内容に(5)を追加。また、3. 達成目標の表現を一部変更。</p> <p>(2) 平成23年1月、2. 事業の実施方式 (1)事業の実施体制 に研究開発責任者(PL)の氏名を記載。また、事業進捗を反映し、4. 評価に関する事項 の評価時期を一部見直し。</p>	

		<p>(3) 平成23年3月、事業進捗を反映し、4. 評価に関する事項を一部見直し。</p> <p>(4) 平成23年7月、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法改正に伴う根拠条項の変更。</p> <p>(5) 平成23年11月、事業項目②ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発、研究開発項目(1)「革新的ガス化技術に関する基盤研究事業」について、2. 事業の具体的内容、イ)「石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NO<sub>x</sub>技術開発」の内容を一部変更。</p> <p>(6) 平成24年3月、事業項目②ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発に研究開発項目(4)「次世代高効率石炭ガス化技術最適化調査研究」を追加し、本文を見直し。</p> <p>(7) 平成25年2月、事業項目②ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発、研究開発項目(1)「革新的ガス化技術に関する基盤研究事業」ア)「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」の期間延長及び事後評価の前倒し実施、研究開発項目(4)「次世代高効率石炭ガス化技術最適化調査研究」の期間延長、事業項目③クリーン・コール・テクノロジー推進事業の期間延長、業務方法書の改正による改訂。</p> <p>(8) 平成26年3月、事業項目②ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発、研究開発項目(1)「革新的ガス化技術に関する基盤研究事業」ア)「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」の期間延長、研究開発項目(4)「次世代高効率石炭ガス化技術最適化調査研究」の期間延長、事業項目⑤革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発の期間延長、事業項目⑥クリーン・コール・テクノロジー実用化可能性調査の追加及び事業項目⑦低品位炭利用促進技術実証の追加による改訂。</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

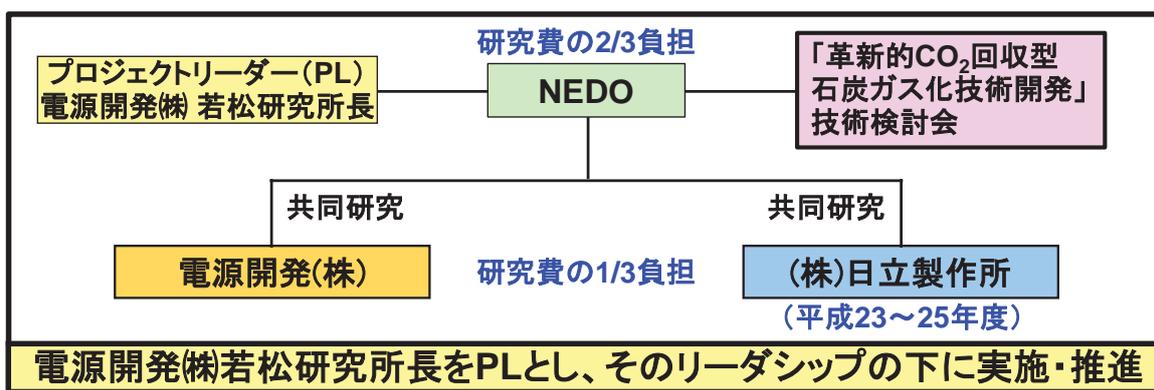
2. 研究開発マネジメントについて  
 (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール STEP3(平成22～26年度6月)



2. 研究開発マネジメントについて  
 (3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

◆研究開発の実施体制 STEP3(平成22～26年度)



技術検討会	外部専門家による技術評価・助言(2回/年程度開催) (大学、国研等の研究者、民間企業技術者らで構成)
NEDO	研究開発全体調整・とりまとめ
電源開発(株)	物理吸収法によるCO <sub>2</sub> 分離回収技術開発と発電効率改善 新規CO <sub>2</sub> 分離回収技術等調査及び有望技術フィールド試験
(株)日立製作所	シフト反応器の効率改善