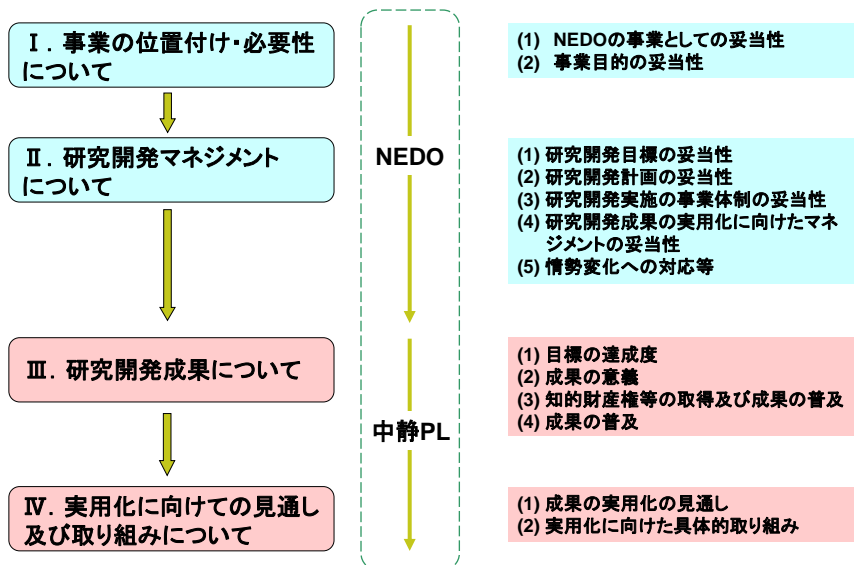


(エネルギーイノベーションプログラム)  
「革新的CO2回収型石炭ガス化技術開発」(事後評価)  
(平成22年度～26年度 5年間)

### プロジェクトの概要(公開)

平成26年11月13日(木)  
(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部  
電源開発(株)  
(株)日立製作所

### 発表内容



1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆社会的背景と事業の目的

【社会的背景】

温室効果ガスの削減目標を実現する革新的な技術開発が必要とされ、世界的に需要が拡大する石炭利用技術の高度化として、石炭ガス化複合発電の発電効率向上とCO<sub>2</sub>分離・回収コストの低減を目指した技術開発を着実に実行することが求められている。(「低炭素社会づくり行動計画」等)



- クリーン燃焼技術(IGCC、IGFC)
- CCS(CO<sub>2</sub>分離回収貯留技術)

【事業の目的】

本プロジェクトは「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**」と「**ガス精製技術(脱硫・脱CO<sub>2</sub>)の開発**」であり、その成果は電力用のみならず、化学原料用、水素製造用、合成液体燃料用等への適用も視野に入れた開発である。

1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆政策的位置付け

- 総合科学技術会議第18回基本政策専門調査会(平成18年3月15日)  
(戦略重点科学技術)
  - ・ クリーン・高効率で世界をリードする石炭ガス化技術の開発
- Cool Earth - エネルギー革新技術計画(平成20年3月5日)
  - ・ 高効率石炭火力発電
  - ・ 二酸化炭素回収・貯留(CCS)
- 低炭素社会づくり行動計画(平成20年7月29日閣議決定)  
(石炭利用の高度化)
  - ・ 発電効率を高め排出量を削減できるクリーン燃焼技術の開発を推進
  - ・ 排出された二酸化炭素を大気中に出さずに地中に埋め戻すCCS技術の開発を推進
- エネルギー基本計画(平成22年6月18日閣議決定)  
(石炭)
  - ・ CCSやIGCC等地球環境と調和した石炭利用技術の確立
- 日本再興戦略(平成25年6月14日閣議決定)
  - ・ 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:現状39%程度→改善後55%程度)
- エネルギー基本計画(平成26年4月11日閣議決定)  
(石炭)
  - ・ 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下げするための技術(IGCCなど)等の開発をさらに推進

1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆技術戦略マップ2009(エネルギー分野)上の位置付け

⑤「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」  
に寄与する技術の技術ロードマップ (7/13)(8/13)(13/13)

【抜粋】

No.	エネルギー技術 個別技術	2010	2015	2020	2025	2030～
61	石炭火力発電	送電効率率 41%HV(250 MW実証機)	48%HV(1500°C級GT-湿式ガス精製)	48%HV(1500°C級GT-乾式ガス精製)	50%HV(1700°C級GT-乾式ガス精製)	57%HV(A-IGCC)
5613H	石炭ガス化複合発電(IGCC)		空気吹き石炭ガス化技術 多炭種対応技術 高効率酸素製造技術		低温高効率石炭ガス化技術 IGM/T 高温ガスタービン技術(1700°C級)	
61	石炭火力発電					57%HV(A-IGCC)
5614H	石炭ガス化燃料電池 複合発電(IGFC)		プラント規模・送電効率率 実証機(1000 t/日級)		商用機(600 MW級/送電効率率55%HV)	
63	石炭利用技術					
5634L	石炭ガス化多目的 利用技術		多炭種対応技術 バイオマス等とのハイブリッドガス化技術 ガススクリーニング技術 代替天然ガス製造			石炭ガス化コプロダクション
80	CO2回収貯留			IGCCでの実証試験		
5801D	CO2分離回収技術	分離回収コスト 4,200円/t-CO <sub>2</sub>	2,000円/t-CO <sub>2</sub>	1,000円/t-CO <sub>2</sub> (さらに分離膜の費用化で1,500円台に)		
			ガス化ガス・改質ガスからのCO2分離 【CO2回収技術】 膜分離技術 化学吸収法 物理吸収・吸着法	高効率酸素製造技術		

事業原簿 P. 14

5 / 39

1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆エネルギーイノベーションプログラム基本計画での位置付け(平成21年4月1日)

4-V-iv. 石炭クリーン利用技術

(1) 革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト

①概要

石炭の高効率な利用を図るために、

- i. 酸素吹きによる石炭ガス化発電の開発実証及び化学吸収法によるCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の実証
- ii. 石炭ガス化発電からCCSまで一貫したトータルシステムの設計等
- iii. 次世代IGCC(石炭ガス化複合発電)など革新的な石炭ガス化技術にかかる先進基盤研究を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、パイロットプラントにおいて、高圧の石炭ガスからCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の確立及びガス化炉の信頼性向上へ向けて、3炭種以上の適応炭種拡大試験を実施する。

③研究開発期間

2007年度～2012年度



エネルギーイノベーションプログラムの目標達成に寄与する研究開発

事業原簿 P. 14

6 / 39

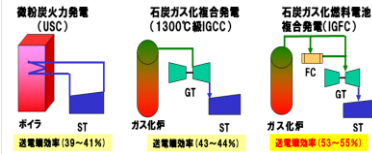
1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆NEDOが関与する意義

[STEP1] (H10~H18)

- ・高効率で合成ガス(CO+H<sub>2</sub>)を製造できる**最も先進的な酸素吹ガス化炉の開発**。
- ・幅広い用途への適用が可能な**石炭ガス高度精製技術の確立**。

ST, GT, FC (燃料電池)との組合せにより、  
既設石炭火力と比較し**約30%のCO<sub>2</sub>発生量低減可能な高効率発電**が期待できる技術



[STEP2] (H19~H21)

- ・ゼロエミッション化への取り組みとしてCO<sub>2</sub>分離回収貯留技術(CCS)への適用に向けた**石炭ガス化プロセスからのCO<sub>2</sub>の分離回収技術(化学吸収法)**の確立
- ・幅広い石炭性状までの**石炭ガス化への適用炭種拡大**

[STEP3] (H22~H26)

- ・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**」の開発。
- ・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。
- ・シフト反応器の効率改善(シフト反応の低温化)。

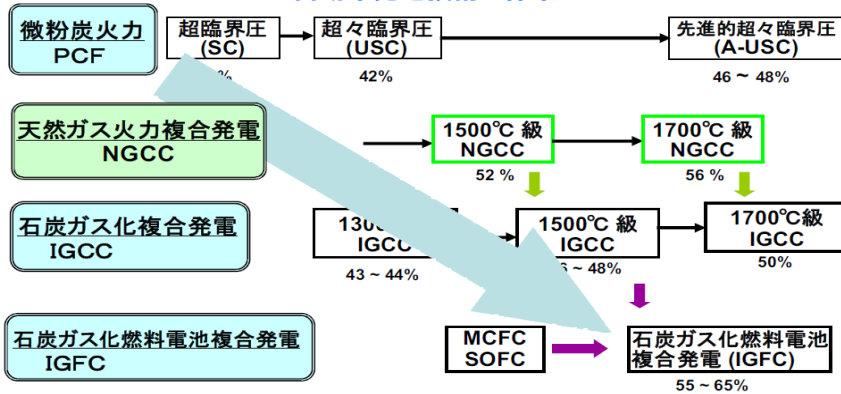
- ・安価で安定供給可能な石炭の環境に調和した**利用技術開発**
- ・酸素吹IGCC、IGFC等高度石炭利用技術の**根幹となる技術**
- ・石炭からのCO<sub>2</sub>排出量削減に大きく寄与することができる**技術**

開発・実用化には大規模な試験開発が必要であり、多くの時間と費用を要し、リスクも大きいことから、**NEDOがこれまでの知見・実績を活かして関与すべき事業で2/3のNEDO負担(実施者負担1/3)は妥当である。**

1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆実施の効果

高効率発電技術の体系



(出典: 鉱業分科会クリーンコール部会資料)

- ・本ガス化炉適用のIGFCは、**最大30%の高効率(既設石炭火力(USC)比)**が期待でき、**石炭資源の枯渇延命化、CO<sub>2</sub>排出量削減に大きく寄与**できる。
- ・高効率とCCS技術とを組み合わせた**ゼロエミッション化**にも期待。

1. 事業の位置付け・必要性について  
(1) NEDOの事業としての妥当性

◆実施の効果

リプレース対象火力発電所試算例

- ・2020までに運開35年以上を経過する火力発電所
  - ・石炭火力 5.7GW (石炭火力比19%、全火力比5%)
  - ・石油火力 36.0GW (石油火力比93%、全火力比28%)
- ・2030までに運開35年以上を経過する火力発電所
  - ・石炭火力 14.4GW (石炭火力比48%、全火力比11%)
  - ・石油火力 38.5GW (石油火力比99%、全火力比30%)
- ・火力発電所からのCO<sub>2</sub>排出量
  - ・石炭火力:約2.1 億トン/年
  - ・石油火力:約0.54億トン/年

➢ 本技術開発適用の市場規模としては、  
2030年までに運開35年経過の石炭、石油火力で約50GW、  
その2割としても、約10GWという大きな市場規模である。

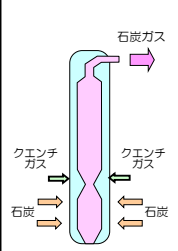
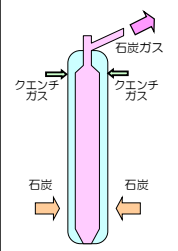
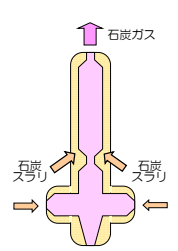
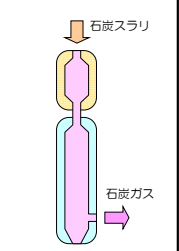
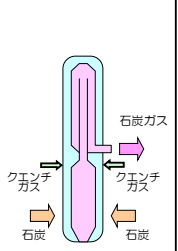
・本ガス化炉適用のIGCC、IGFCは、既設石炭・石油火力(蒸気タービン利用)と  
比べ高効率であり、リプレース適用により  
石炭資源の枯渇延命化、CO<sub>2</sub>排出量削減への多大な貢献が期待される。

(※ 火力発電設備容量出典：平成19年度電力需給の概要)

事業原簿 P.16 (※ CO<sub>2</sub>排出量出典 : IEA “CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion” 2004edition)

1. 事業の位置付け・必要性について  
(2) 事業目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向(酸素吹石炭ガス化技術)

若松 (EAGLE炉)	Buggenum (Shell炉)	Wabash River (E-Gas炉)	Tampa (GE炉)	Puertollano (Prenflo炉)
				
ガス化開始: 2002.3 出力: - 石炭処理量: 150 t/d ガスタービン: H14 炭素転換率: >99%	ガス化開始: 1993.12 出力: 253 MW (net) 石炭処理量: 2,000 t/d ガスタービン: V94.2 炭素転換率: >99%	ガス化開始: 1995.8 出力: 262 MW (net) 石炭処理量: 2,540 t/d ガスタービン: 7FA 炭素転換率: >99%	ガス化開始: 1996.7 出力: 250 MW (net) 石炭処理量: 2,300 t/d ガスタービン: 7FA 炭素転換率: 95 - 98%	ガス化開始: 1997.12 出力: 300 MW (net) 石炭処理量: 2,600 t/d ガスタービン: V94.3 炭素転換率: >99%
冷ガス効率: 82%	冷ガス効率: 76 - 77%	冷ガス効率: 72 - 81%	冷ガス効率: 73 - 75%	冷ガス効率: 74 - 76%
クエンチガス: 0 - 10% (*1)	クエンチガス: 165%	クエンチガス: -	クエンチガス: -	クエンチガス: 200%

\*1: 生成ガスに対する流量比

事業原簿 P.20

1. 事業の位置付け・必要性について  
(2) 事業目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向(燃焼前CO<sub>2</sub>分離回収技術)

プロジェクト	Buggenum	Tampa	Puertollano	Kemper	EAGLE	
場 所	オランダ	米国FL州	スペイン	米国MS州	若 松	
実施者	NUON	TECO	ELCOGAS	Southern	NEDO / J-POWER	
ガス化炉	Shell 炉	GE 炉	Prenflo 炉	KBR 炉×2	EAGLE 炉	
石炭処理量	2,000 t/d	2,300 t/d	2,600 t/d	13,800 t/d	150 t/d	
送電端出力	253 MW	300 MW	300 MW	582 MW	-	
CCS	Capture	CCS	Capture	CCS	Capture	
CO <sub>2</sub> 回収量	26 t/d	820 t/d	100 t/d	8,200 t/d	24 t/d	24 t/d
CO <sub>2</sub> 回収率	80 - 85 %	90 %	90 %	65 %	90 %	90 %
運転開始	2011	2013	2010	2014	2008	2012
シフト反応	Sweet	Sour	Sweet/Sour	Sour	Sweet	Sour
反応器数	3	N/A	2	2	3	3
CO <sub>2</sub> 分離回収	物 理	化 学	化 学	物 理	化 学	物 理
吸収液	Genosorb	aMDEA	aMDEA	Selexol	Ucarsol	Selexol
CO <sub>2</sub> 貯留先	-	帯水層	-	EOR	-	-

国内外の技術開発動向、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、本事業の目的(酸素吹IGCC及びCO<sub>2</sub>分離・回収技術の開発)は妥当である。

2. 研究開発マネジメントについて  
(1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と根拠 STEP1(平成10~18年度)

項 目	開 発 目 標	目 標 設 定 根 拠
1.石炭ガス化性能 (1) ガス発熱量 (2) カーボン転換率 (3) 冷ガス効率 (4) ガス化圧力	10,000kJ/m <sup>3</sup> N以上 98%以上 78%以上 2.5MPa	HYCOLの成果を踏まえ、世界トップクラスのガス化技術の確立を目指し設定。 ガスタービン入口圧力を考慮して設定。
2.ガス精製性能 (1) 硫黄化合物 (2) ハロゲン化合物 (3) アンモニア (4) ばいじん	(燃料電池入口) 1ppm以下 1ppm以下 1ppm以下 1mg/m <sup>3</sup> N以下	米国DOE「FUEL CELL HANDBOOK」に記載の燃料電池の被毒レベルに関する情報他を基礎として目標設定。
3. 連続運転性能	1,000時間以上	初期トラブルを克服できると判断される時間。
4. 多炭種対応	性状の異なる5炭種以上の石炭ガス化データ取得	多炭種特性(燃料比、灰溶流点、発熱量、灰分の特性)を把握し、ガス化炉設計データの精度向上を図るため、目標として設定。
5. 大型化対応	10倍程度のスケールアップデータを取得する	一般的にガス化炉を含む燃焼装置では、スケールアップは10倍程度が可能とされている。

2. 研究開発マネジメントについて  
(1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と根拠 STEP2(平成19～21年度)

項目	開発目標	目標設定根拠
1. 高灰融点炭対応	高灰融点炭3炭種以上	微粉炭火力で主として使用されている高灰融点炭を用いたガス化運転を行い、ガス化性能および各種特性を取得・把握する。
2. CO <sub>2</sub> 分離・回収	回収CO <sub>2</sub> 純度99%以上	将来的に地中貯留側から求められる可能性がある純度に対応可能なレベルとして、「回収CO <sub>2</sub> 純度99%以上」を設定。

2. 研究開発マネジメントについて  
(1) 研究開発目標の妥当性

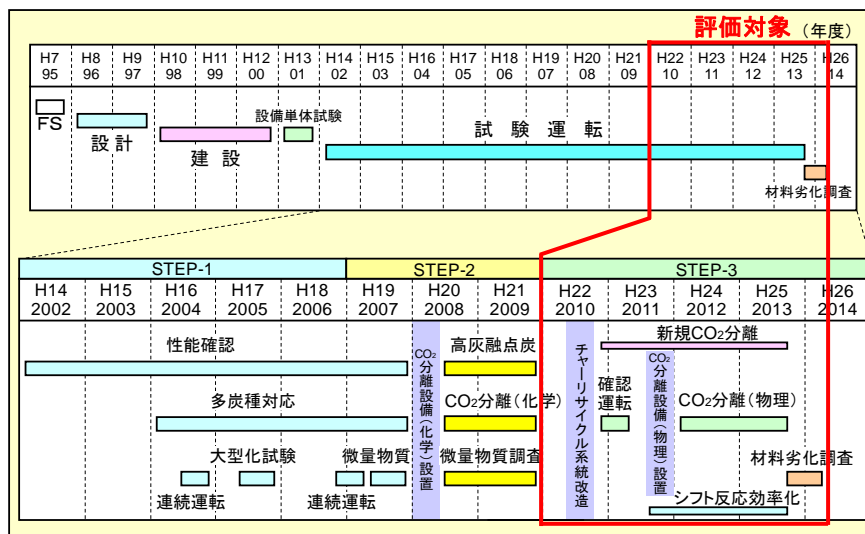
◆研究開発目標と根拠 STEP3(平成22～26年度)

項目	開発目標	目標設定根拠	技術課題
1. CO <sub>2</sub> 分離回収技術(物理吸収法)	回収CO <sub>2</sub> の純度98%以上(石炭ガス化発電システムへの適用性を検証)	物理吸収法は、石炭ガス化ガスでの実績がなく、また化学吸収法と比較して高純度化がやや困難な傾向があるとされていることから純度の定量的目標値として「98%以上」に設定。	石炭ガス化ガスに対して、CO <sub>2</sub> 回収率が90%、回収CO <sub>2</sub> 中H <sub>2</sub> S濃度が20 ppm(または200 ppm)の前提の下で、98%以上の回収CO <sub>2</sub> 純度を得ること。 (ガス化ガスに対してSelexolプロセスを用いて脱硫脱炭酸が行われているプラントは、国内外において尿素製造プラントの1例のみであり、その原料は石炭ではなくペトコーク)
2. 発電効率改善(物理吸収法)	1,500℃超級GTのIGCC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)	事前に行った机上計算の結果、高圧プロセスでは、ベースとなる化学吸収法と比較して相対比10%の改善が見込まれたことから、この値を目標値に設定。	所要のCO <sub>2</sub> 純度・回収率を満たしながら、ユーティリティ使用量を抑制し、消費エネルギー量を最小化すること。 (発電システムにCO <sub>2</sub> 分離回収技術を組み合わせる場合、ユーティリティが余剰であるケミカルプラント等と異なり、ユーティリティ使用量が発電効率に大きく影響)
3. 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	開発段階にある有望な新規CO <sub>2</sub> 分離回収技術の選定及びEAGLE実ガスを用いた有効性の確認	IGCCに、CO <sub>2</sub> 分離回収設備を付設する際に、エネルギー効率の最も優れた設備が求められる。	有望な新規CO <sub>2</sub> 分離回収技術のエネルギー効率の定量的評価。
4. シフト反応器の効率改善	物理吸収法におけるサワーシフト反応での蒸気添加量下限値把握及び送電端効率寄与効果の評価	CO <sub>2</sub> 回収型IGCCにおいて、シフト蒸気量は効率ペナルティへの影響が大きいため、触媒健全性維持の観点から蒸気添加量の削減を検討。	・従来にない低蒸気流量条件(低温条件)での使用においても十分な触媒活性を発現させること。 ・触媒の長期的な健全性を維持するための炭素析出機構の解明とその抑制方法の把握。



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  
(2) 研究開発計画の妥当性

STEP1(平成10～18年度)

項目	研究開発内容
1. 石炭ガス化性能	高効率ガス化炉の開発を目的に、ガス発熱量、カーボン転換率、冷ガス効率、ガス化圧力について開発目標を設定し、機器運転の最適化調整を行い、所期のガス化性能を取得する。
2. ガス精製性能	燃料電池へ適用可能なガスクリーンアップ技術の確立を目的に、硫黄化合物、ハロゲン化合物、アンモニア及びばいじんについて開発目標を設定し、機器運転の最適化調整を行い、所期のガス精製性能を取得する。
3. 連続運転性能	1,000時間以上の連続運転を実施し、機器の信頼性確認、初期トラブルの克服を図る。
4. 多炭種対応	性状の異なる5炭種を用いたガス化運転を行い、ガス化性能、ガス精製性能を取得すると共に、炭種特性を把握する。
5. 大型化対応	空塔速度増大試験、バーナ噴出速度変化試験及び一体化粉体弁試験を実施し、スケールアップデータを取得する。



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



STEP2(平成19～21年度)

項目	研究開発内容
1. 高灰融点炭種対応	微粉炭火力で主として使用されている高灰融点炭を用いたガス化運転を行い、ガス化性能、ガス精製性能を取得すると共に、炭種特性を把握する。ガス化炉の高耐熱仕様改造に向け、平成19年度に設計製作、平成20年度にガス化炉改造を実施する。
2. CO <sub>2</sub> 分離・回収	精製後の石炭ガス化ガスを一部分岐し、回収純度99%以上を目標にCO <sub>2</sub> を分離・回収する。試験実施に向け、平成19年度に機器設計製作、平成20年度に据付工事を行う。
3. 微量物質挙動調査	高温・高圧・還元雰囲気における微量物質挙動調査を実施し、サンプリング技術や測定技術の確立を図り、平成20年度から環境アセスメント基礎資料とするための本格的な挙動調査を実施する。

事業原簿 P. 28

17/39

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



STEP3(平成22～26年度)

項目	研究開発内容
1. CO <sub>2</sub> 分離回収技術（物理吸収法）	次世代IGCC（1,500℃超級GT導入）を想定し、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を確認する。
2. 発電効率改善（物理吸収法）	高圧プロセスに最適な物理吸収法によるCO <sub>2</sub> 分離回収技術について、所要の条件（CO <sub>2</sub> 回収率、CO <sub>2</sub> 純度、回収CO <sub>2</sub> 中のH <sub>2</sub> S濃度）を満たしつつ、CO <sub>2</sub> 回収エネルギーを抑制するプロセス条件を把握し、その実機結果を踏まえて1500℃級ガスタービンを用いたCO <sub>2</sub> 回収型IGCCのエネルギーペナルティを算定する。
3. 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> 回収システムに関し、CO <sub>2</sub> 分離設備が不要な「CO <sub>2</sub> ハイドレート法」や、回収したCO <sub>2</sub> の昇圧ロス低減が可能な「高圧再生型吸収液によるCO <sub>2</sub> 分離回収技術」等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する。
4. シフト反応器の効率改善	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する。

事業原簿 P. 29

18/39

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

◆ 開発予算

年度	STEP1	STEP2	STEP3	総額 (百万円)
	H10-H18	H19-H21	H22-H26	
特別会計	15,629	5,679	6,627	27,935
実施者負担	8,623	2,840	3,313	14,776
総額	24,252	8,519	9,940	42,711

(単位:百万円)

電源開発分	年度	H22	H23	H24	H25	H26	合計
	NEDO負担額	1,425	1,881	2,050	1,180	12	6,548
実施者負担額	712	941	1,025	590	6	3,274	
事業費総額	2,137	2,822	3,075	1,770	18	9,822	

日立製作所分 (※)	年度	H22	H23	H24	H25	H26	合計
	NEDO負担額			9	50	20	
実施者負担額			4	25	10		39
事業費総額			13	75	30		118

合計	年度	H22	H23	H24	H25	H26	合計
	NEDO負担額	1,425	1,890	2,100	1,200	12	6,626
実施者負担額	712	945	1,050	600	6	3,313	
事業費総額	2,137	2,835	3,150	1,799	18	9,939	

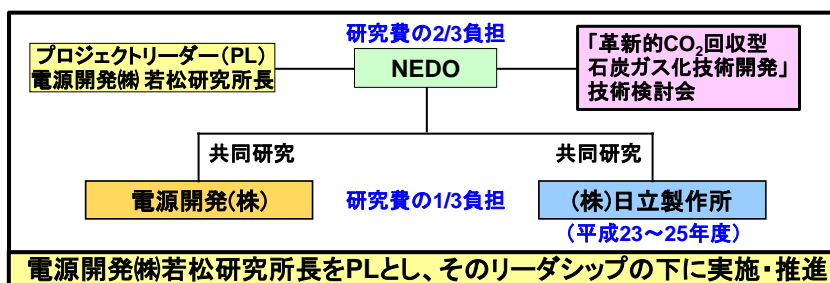
※ シフト反応器の効率改善

事業原簿 P. 29

19/39

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

事業原簿 P. 31

20/39

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

◆プロジェクトにおける知的財産管理について

STEP3(平成22～26年度)

産業技術力強化法第19条第1項に規定する4項目を条件として、知的財産権は全て実施者に帰属。

2. 研究開発マネジメントについて  
 (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

◆実用化に向けたマネジメント

検討会等開催状況 (STEP1, 2)

開催年度	検討会・委員会等	回数	開催日
平成15年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	2回	H15.09.02、H16.01.29
	中間評価分科会	2回	H15.07.01、H15.09.10
平成16年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	2回	H16.10.04、H17.03.10
平成17年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	2回	H17.09.28-29、H18.03.06-07
平成18年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	2回	H18.09.28-29、H19.03.09
	EAGLE事業検討委員会 (STEP2 推進検討)	1回	H18.07.04
平成19年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	1回	H19.11.29-30
	中間評価分科会	1回	H19.12.27
平成20年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	2回	H20.07.03、H21.03.09
平成21年度	EAGLEパイロット試験技術検討会	1回	H21.10.27
	事後評価分科会	1回	H22.01.05

## (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

## ◆ 実用化に向けたマネジメント

## 検討会等開催状況 (STEP3)

開催年度	検討会・委員会等	回数	開催日
平成23年度	「革新的CO <sub>2</sub> 回収型石炭ガス化技術開発」技術検討会	2回	H23.07.14、H24.03.05
平成24年度	「革新的CO <sub>2</sub> 回収型石炭ガス化技術開発」技術検討会	1回	H25.03.07
平成25年度	「革新的CO <sub>2</sub> 回収型石炭ガス化技術開発」技術検討会	2回	H25.11.11、H26.03.06
平成26年度	事後評価現地調査会	1回	H26.10.16
	事後評価分科会	1回	H26.11.13

## [技術検討会委員(五十音順)]

岡田健志	九州電力株式会社
小野崎正樹	一般財団法人エネルギー総合工学研究所
白井裕三	一般財団法人電力中央研究所
関根泰	早稲田大学先進理工学部
鷹薮利公	独立行政法人産業技術総合研究所
宝田恭之	群馬大学理工学研究院
林潤一郎	九州大学先端物質化学研究所
藤岡祐一	福岡女子大学国際文理学部

## (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

## ◆ 知的財産マネジメント

## STEP3(平成22～26年度)

- プロジェクトで得られた発明については、成果として、積極的に特許出願を実施。
- ガス化炉に係る主要技術の特許出願は、STEP1,2で実施。
- STEP3では設備改善、運用改善、シフト反応器の運転方法などで特許出願を推進。
- サワーシフト触媒については、事業開始前に特許出願済。

2. 研究開発マネジメントについて  
(5) 情勢変化への対応等

◆加速財源投入実績

項目	対応	成果
<b>シフト反応器の効率改善</b> 以下の技術課題に対応するための試験を追加した。 ・触媒上での炭素析出挙動評価 ・シフト活性への炭素析出量の影響評価 ・実ガス試験による長時間連続運転	2013年6月 ・加速財源の投入 (17百万円)	・触媒活性に悪影響を与える表面への炭素析出挙動が飽和型であることを明らかにした。 ・析出炭素量が0.5wt%を超えると、触媒活性が低下しはじめることを明らかにした。 ・要素試験で選定した低温作動型触媒が、従来よりも少ない蒸気量(H <sub>2</sub> O/CO=1.2mol/mol)で、1,000時間、初期活性を維持することを確認した。
<b>革新的CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化技術開発</b> 以下の技術課題に対応するための試験を追加した。 ・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 ・スラグコーティングの不完全事象の原因究明	2013年12月 ・加速財源の投入 (65百万円) ・4ヶ月の期間延長	・触媒入口温度、実SVを適切に設定することで、系外からH <sub>2</sub> Sガスを供給することなく、石炭由来の硫黄分のみでサワーシフト触媒の運用が可能であることを明らかにした。 ・低灰分の石炭を適用した際に、メンブレンバ幅広部において冷却が不足し、スラグコーティング層が薄くなることを把握した。

3. 研究開発成果について  
(1) 目標の達成度

◆研究開発項目の目標と達成状況 STEP1(平成10~18年度)

項目	開発目標	達成状況	
1.石炭ガス化性能			
(1) ガス発熱量	10,000kJ/m <sup>3</sup> N以上	10,100kJ/m <sup>3</sup> N以上	目標達成
(2) カーボン転換率	98%以上	99%以上	目標達成
(3) 冷ガス効率	78%以上	82%以上	目標達成
(4) ガス化圧力	2.5MPa	2.5MPa	目標達成
2.ガス精製性能	(燃料電池入口)		
(1) 硫黄化合物	1ppm以下	1ppm未満	目標達成
(2) ハロゲン化合物	1ppm以下	1ppm未満	目標達成
(3) アンモニア	1ppm以下	1ppm未満	目標達成
(4) ばいじん	1mg/m <sup>3</sup> N以下	1mg/m <sup>3</sup> N未満	目標達成
3. 連続運転性能	1,000時間以上	1,015時間	目標達成
4. 多炭種対応	性状の異なる5炭種以上の石炭ガス化データ取得	性状の異なる5炭種の石炭ガス化データ取得	目標達成
5. 大型化対応	10倍程度のスケールアップデータを取得する	スケールアップデータの取得 ・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	目標達成

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度		NEDO 公開	
◆研究開発項目の目標と達成状況 STEP2(平成19～21年度)			
項目	開発目標	達成状況	
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。	STEP1より灰の融点が高い石炭について燃料比が異なる3炭種を選定し、ガス化並びに運用特性データを取得した。 (STEP1に比べ、約100℃程度灰融点の高い炭種まで適用拡大を検証した。)	目標達成
CO <sub>2</sub> 分離回収	石炭ガス化発電システムへのCO <sub>2</sub> 分離回収技術の適用性と運用性を検証する。 回収CO <sub>2</sub> の純度99%以上。	石炭ガス化ガスに適用できるようCOシフト温度制御方法やCOシフト蒸気の低減量を見極めた。また、吸収液については、回収CO <sub>2</sub> 純度に見合った吸収液再生方法を確認した。 回収CO <sub>2</sub> の純度99%以上を達成。	目標達成

事業原簿 P. 40 27/39

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度		NEDO 公開	
◆研究開発項目の目標と達成状況 STEP3(平成22～26年度) 1/2			
項目	開発目標	達成状況	
1. CO <sub>2</sub> 分離回収技術(物理吸収法)	回収CO <sub>2</sub> の純度98%以上(石炭ガス化発電システムへの適用性を検証)	回収CO <sub>2</sub> 純度99%を達成	目標達成 ◎
2. 発電効率改善(物理吸収法)	IGCC(1,500℃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)	CO <sub>2</sub> 化学吸収法(EAGLE-STEP2の結果)と比較して、相対比17%のエネルギーロス改善の見通しを得た。 (発電効率で1.4ポイント上昇)	目標達成 ◎
3. 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	エネルギー効率の最も高いCO <sub>2</sub> 分離回収方法の選定及びEAGLE実ガスを用いた有効性の確認	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)	目標達成 ○

事業原簿 P. 42 28/39

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度		NEDO 公開	
◆研究開発項目の目標と達成状況		2/2	
STEP3:シフト反応器の効率改善(平成23~25年度)			
項目	開発目標	達成状況	
加圧要素試験	低温でのシフト活性が異なる触媒を対象に、炭素析出特性を検証するとともに、触媒への炭素析出メカニズムを明らかにする。	触媒への炭素析出はCOから直接進行し、低温ほど進行しやすいBoudouard反応由来であることを明らかにした。また、低温でのシフト活性が高い触媒の方が炭素析出は抑制されることを確認した。	目標達成 ○
実ガス試験	加圧要素試験にて選定した最も低温活性の高い触媒を対象に、石炭ガス化ガスを用いて最適運用条件における触媒の反応特性を評価する。	低温、低蒸気条件下にて連続試験を実施し、加圧要素試験で選定した低温活性の高い触媒で1000時間後も初期活性を維持していることを確認した。	目標達成 ○
送電端効率評価	運用条件の最適化、及び長時間試験により決定した条件にて、水蒸気添加量削減の効果を送電端効率の観点から評価する。	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。	目標達成 ○
事業原簿 P. 42		◎:大幅達成、○:達成、△達成見込み、×未達	
		29/39	

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度		NEDO 公開	
◆研究開発成果要旨(1/2) STEP3(平成22~26年度)			
EAGLE-STEP3の実機試験結果を反映したCO <sub>2</sub> 回収型IGCC(物理吸収法及び化学吸収法)の効率ペナルティは、EAGLE-STEP2結果(化学吸収法)適用の場合に比して低減した。			
CO <sub>2</sub> 回収を行わない場合の送電端効率:45.6%(高位発熱量ベース、1,500℃級ガスタービン導入想定)			
ケース	条件	送電端効率 (%, HHV)	効率penalty (%)
STEP2成果 比較ケース CO <sub>2</sub> 回収型IGCC (化学吸収法)	CO <sub>2</sub> 回収率:90%、CO <sub>2</sub> 純度:99% Steam/CO比:1.73 吸収塔圧力:3.05MPaG 加熱フラッシュ再生、フラッシュ温度:77℃、L/G:16kg/kg	37.8%	-7.8%
【STEP3成果】 CO <sub>2</sub> 回収型IGCC (物理吸収法)	CO <sub>2</sub> 回収率:90%、CO <sub>2</sub> 純度:99% Steam/CO比:1.60 吸収塔圧力:3.05MPaG H <sub>2</sub> SFD圧力:0.49MPaG CO <sub>2</sub> FD圧力(HP/MP/LP/VP): 1.60/0.415/0.10/-0.06 MPaG L/G:1.4kg/kg(lean)、9.9kg/kg(semi-lean) 液温度(リーン/セミリーン/ローデッド):0℃ リボイラG/L:55.2kg/t	39.2%	-6.4%
【STEP3成果】 CO <sub>2</sub> 回収型IGCC (化学吸収法)	CO <sub>2</sub> 回収率:90%、CO <sub>2</sub> 純度:99% Steam/CO比:1.73 吸収塔圧力:3.05MPaG 加熱フラッシュ再生、フラッシュ温度:66℃、L/G:23.1kg/kg	38.3%	-7.4%
事業原簿 P. 80		30/39	

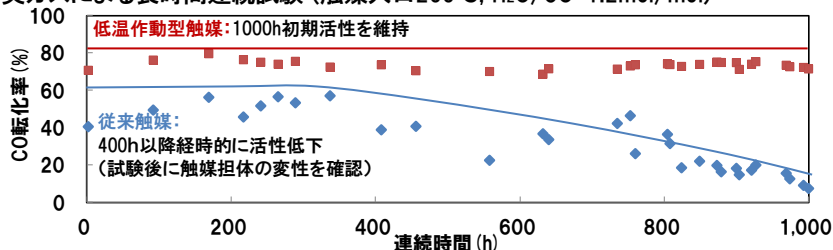


3. 研究開発成果について  
(1) 目標の達成度

◆研究開発成果要旨(2/2)

STEP3:シフト反応器の効率改善(平成23~25年度)

■実ガスによる長時間連続試験(触媒入口200℃, H<sub>2</sub>O/CO=1.2mol/mol)



送電端効率評価	従来触媒	低温作動型触媒
発電規模 (MW)		370
GT温度 (℃)		1500
C回収率 (%)		90
反応器入口温度 (℃) (No.1/No.2/No.3反応器)	225/215/210	200/200/200
シフト蒸気H <sub>2</sub> O/CO (mol/mol)	1.6	1.2
送電端効率 (HHV) (%)	39.2	40.0

事業原簿 P. 83

31/39

3. 研究開発成果について  
(2) 成果の意義

◆プロジェクトとしての達成状況

➢「国産酸素吹噴流床型石炭ガス化炉の開発」及び「CO<sub>2</sub>分離回収技術の石炭ガス化発電プラントへの適用」は、石炭のクリーン利用システムの構築に向けた「資源の有効利用」及び「地球環境問題への対応」の観点から社会的要求に応えた技術開発であり、得られた研究成果の意義は大きい。  
⇒「石炭資源の安定供給確保と有効かつクリーンな利用拡大に貢献」

➢本研究開発で取り組んだ「物理吸収法によるCO<sub>2</sub>分離回収技術」では、1,500℃超級のガスタービン導入を想定した場合のCO<sub>2</sub>回収に伴う効率損失を6.4ポイント(45.6%→39.2%)に抑制できることが分かった。  
➢さらに、低温作動型サワーシフト触媒の活用により、蒸気消費量を合理化した結果、上記効率損失を5.6ポイント(45.6%→40.0%)にまで抑制できる可能性を示せた。  
⇒「高効率なCO<sub>2</sub>分離回収技術の開発」

事業原簿 P. 80, 83

32/39

3. 研究開発成果について



(3) 知的財産権等の取得及び成果の普及

◆知的財産権、成果の普及 STEP1,2(平成15年度以降)

	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	合計
特許出願	2件 (登録1)	3件	4件	2件	8件	4件	4件	27件
論文投稿	8件	5件	5件	3件	4件	8件	1件	34件
研究発表	11件	6件	6件	6件	5件	9件	3件	46件
受賞実績	0件	0件	0件	0件	2件	0件	0件	2件
新聞等掲載	3件	6件	15件	7件	13件	14件	11件	69件
展示会出展	2件	4件	2件	2件	0件	1件	1件	12件

事業原簿 添付資料

33/39

3. 研究開発成果について



(3) 知的財産権等の取得及び成果の普及

◆知的財産権、成果の普及 STEP3(平成22～26年度)

	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	合計
特許出願 (国内/海外)	7件 (5/2)	1件 (1/0)	2件 (2/0)	3件 (3/0)	0件 (0/0)	13件 (11/2)
論文投稿	1件	3件	2件	1件	1件	8件
研究発表	5件	4件	7件	8件	0件	24件
プレス発表等	7件	8件	10件	7件	1件	33件
展示会出展	1件	1件	0件	0件	0件	2件

一般財団法人エンジニアリング協会 特別表彰 平成26年6月23日  
「奨励特別賞：EAGLE CO<sub>2</sub>物理吸収プロジェクトチーム」

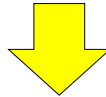
事業原簿 添付資料

34/39

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて  
(1) 成果の実用化の見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることを言う。



すなわち、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を本プロジェクトにおける「実用化」と定義する。

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて  
(1) 成果の実用化の見通し

◆成果の実用化の見通し

商用化に向け電源開発と中国電力が共同でEAGLE後継の大型実証試験を計画。革新的ゼロエミッション型石炭火力発電技術の確立を目指す。

EAGLEパイロットプラント  
石炭処理量 150 t/日

CO<sub>2</sub>分離回収試験  
ガス処理量 約7%



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)

規 模 : 石炭処理量 1,180 t/日(電気出力 166 MW)  
場 所 : 中国電力(株)大崎発電所 (広島県大崎上島町)  
試験開始 : 2017年3月予定(IGCC実証試験)  
試験内容 : ■石炭ガス化複合発電システムのスケールアップ検証  
              ■CO<sub>2</sub>分離回収技術の検証(2019~)

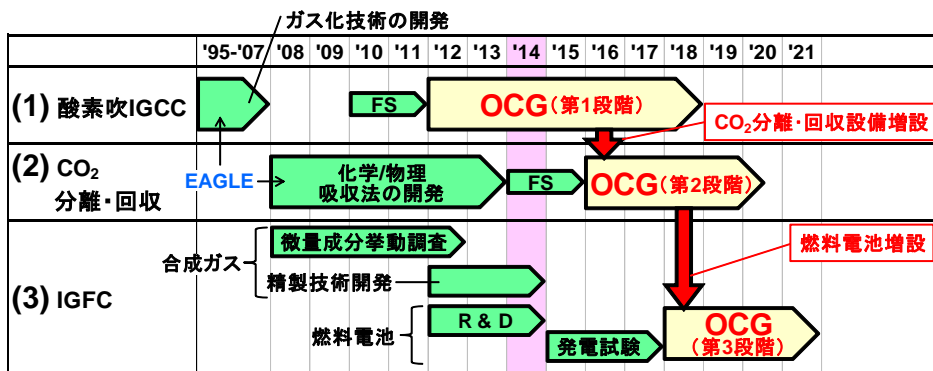
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて  
 (1) 成果の実用化の見通し

◆ 成果の実用化の見通し



4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて  
 (2) 実用化に向けた具体的取り組み

◆ 実用化に向けた具体的取り組み

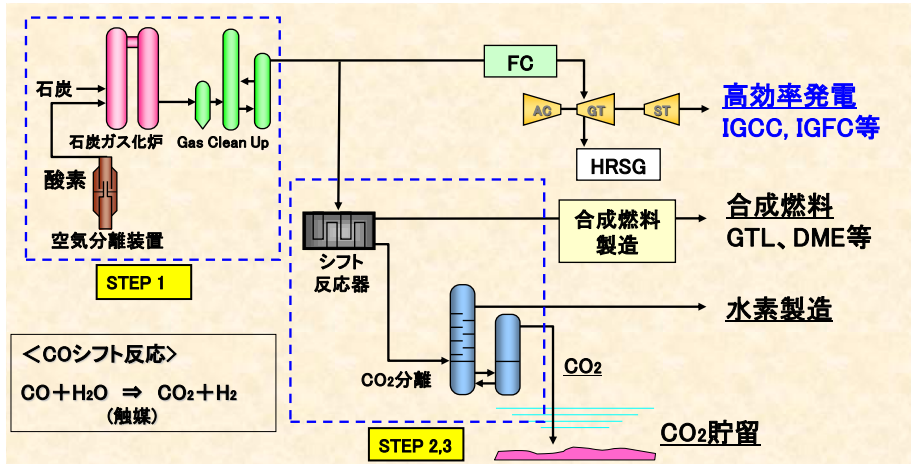


EAGLE: Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity(パイロットプラント事業)

OCG: 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)

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて  
 (2) 実用化に向けた具体的取り組み

◆波及効果 酸素吹石炭ガス化技術の多様性



酸素吹石炭ガス化技術、CO<sub>2</sub>分離回収技術は、発電の他に、合成燃料、水素などの製造システムとしての実用化にも対応可能。