

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

(エネルギーイノベーションプログラム)
「**戦略的**石炭ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT)」
<Strategic TEchnical Platform for Clean Coal Technology>

(中間評価)

(2007年度～2011年度 5年間)

5. プロジェクトの概要説明資料 (公開)

2009年8月6日(木)

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
環境技術開発部

1

1. 事業の位置付け・必要性

(1) NEDOの事業としての妥当性



【背景】

国の戦略重点科学技術としてCCTは重要と位置付けられている。
世界をリードしている環境対策技術の優位性を保つとともに次世代の高効率
利用技術の基盤となる技術シーズの発掘も不可欠である。良質の石炭
資源の入手も徐々に難しくなることから、石炭適用範囲の拡大は今後の
地球環境問題やエネルギーセキュリティにとって重要である。

【市場ニーズ(目的)】

- ・水銀対策の必要な北米の微粉炭火力の除去技術開発。将来の環境対策を考慮した微量成分の分析法や挙動の解明。
- ・高灰融点炭やガス化効率の向上のため、次世代ガス化技術の開発。

【技術ニーズ】

- ・微粉炭火力での水銀排出規制(カナダ、米国)対応および環境対策技術の世界トップの維持。
- ・次世代高効率ガス化のための低温ガス化技術の開発。

- (i) 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発
- (ii) 次世代高効率石炭ガス化技術開発

2

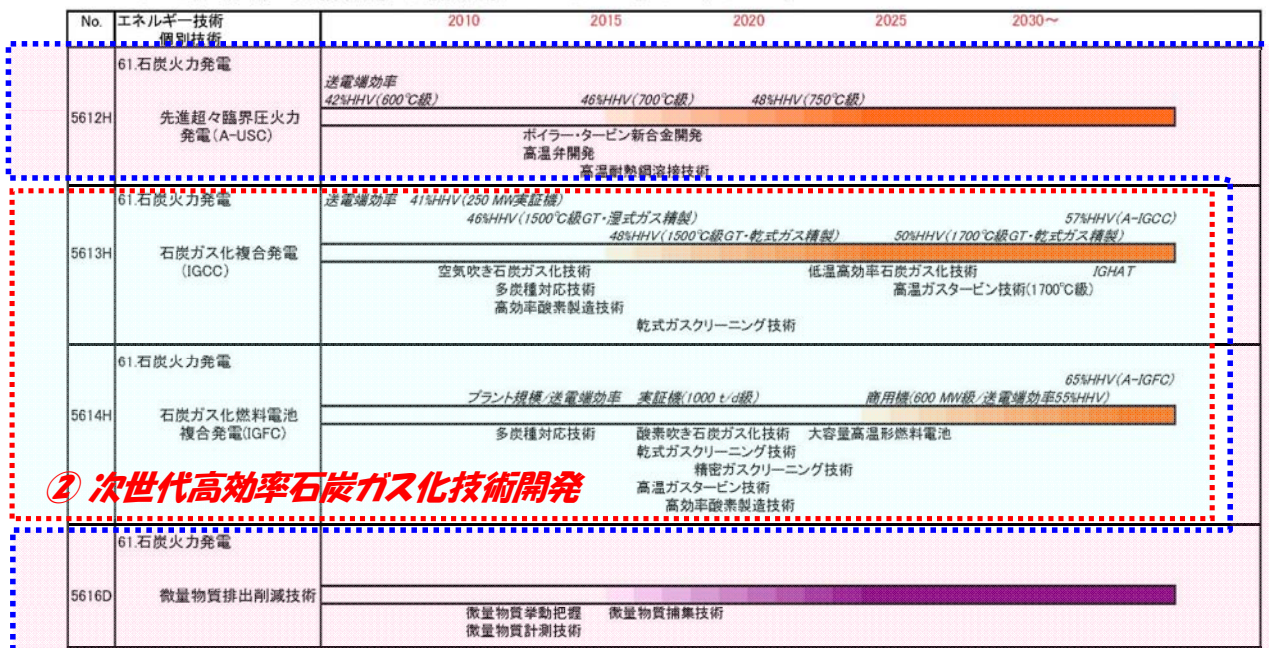
1. 事業の位置付け・必要性
(1) NEDOの事業としての妥当性



< 技術戦略マップ2009 / エネルギー分野 >

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)

【抜粋】



② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

事業原簿 技術戦略マップ2009 (961頁)

1. 事業の位置付け・必要性
(1) NEDOの事業としての妥当性



NEDOの中期目標 (抜粋)

< 4 > 環境調和型エネルギー技術分野 ① 技術開発/実証

NOx / SOx / 煤塵等、地域の環境問題への対応に関する世界トップクラスの技術を有している。…(略)…石炭等の化石エネルギーの利用効率をより一層高めることも重要…水銀等の微量金属の排出規制強化も重要な課題…(略)

第2期中期目標期間においては、地域の環境問題への更なる対応、CO2問題等地球規模の環境問題への対応…(略)

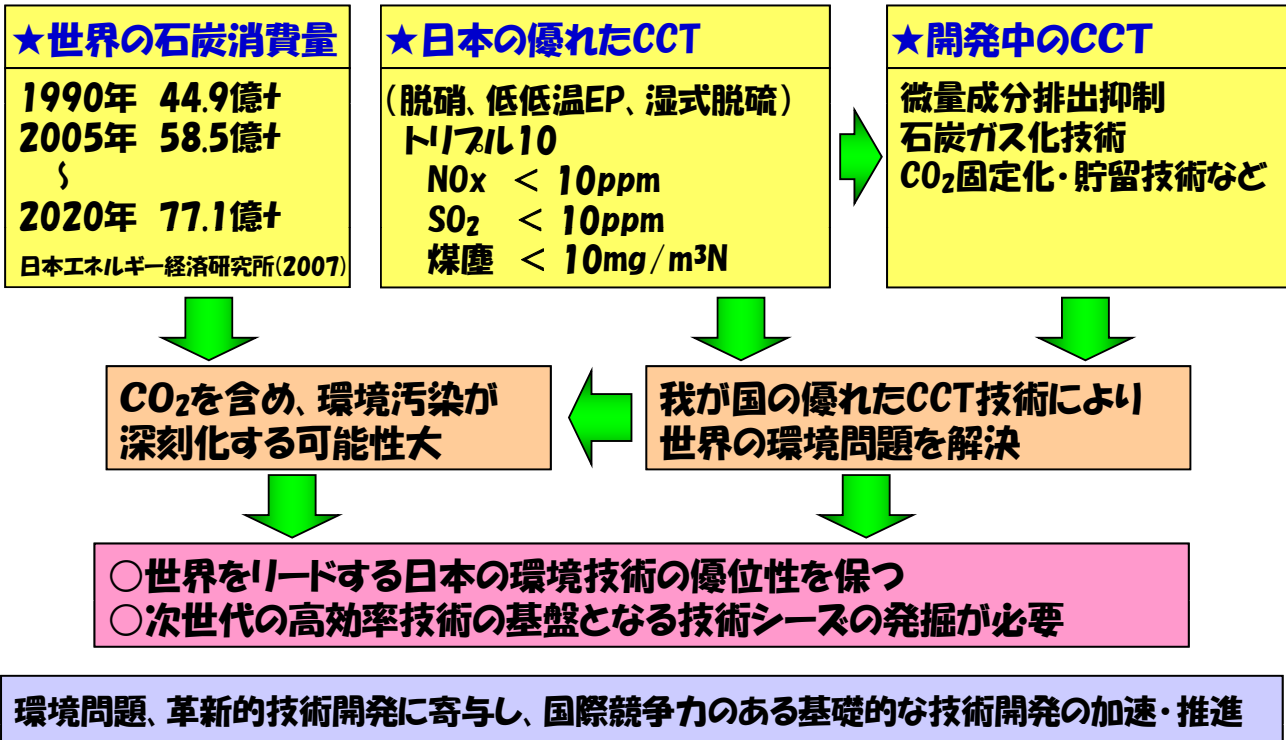
本事業は、「水銀等の微量金属の低減技術開発」/ CO2等の環境負荷低減のための「次世代高効率石炭ガス化技術」の基盤技術開発であり、世界トップレベルの環境技術の維持を目的にしたものであり、NEDOの中期目標に適合している。

公益性は大きい効果が実証に至るまでのリスクも大きく、民間企業だけでは実施困難でありNEDOが実施する必要性や位置付けは明確である。

公益性：環境問題、エネルギーの安定供給の解決に貢献。

リスク：開発期間が長い。実証試験(フロント評価)のために莫大な資金が必要。

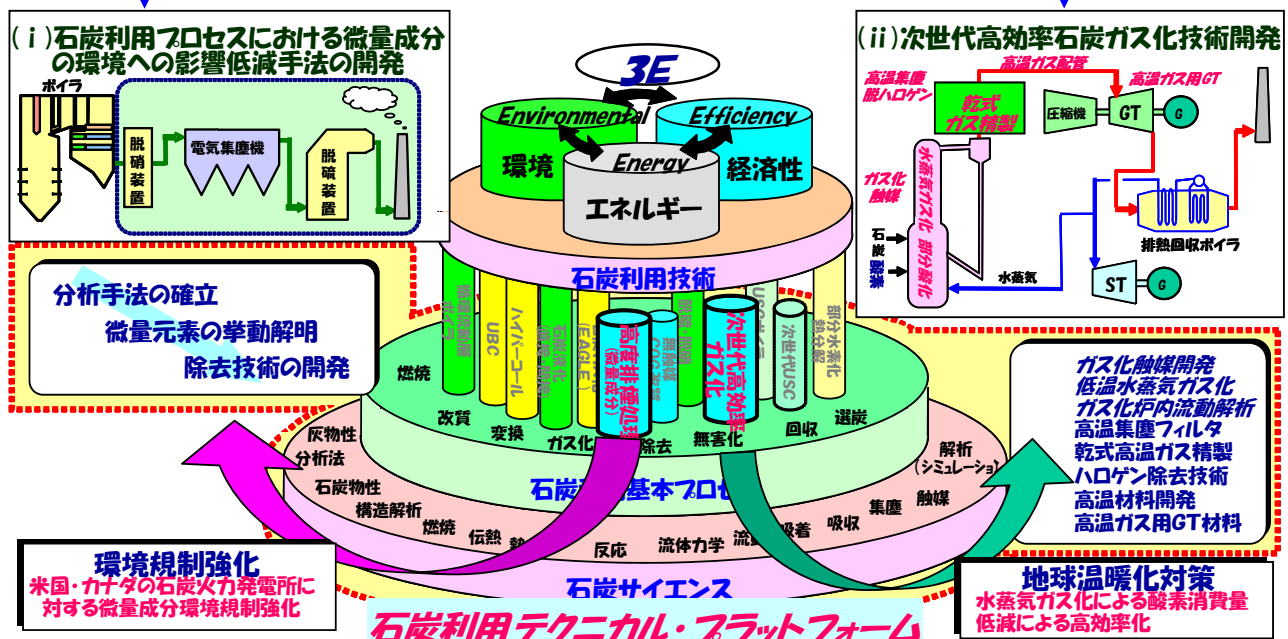
1. 事業の位置付け・必要性
(2) 事業目的の妥当性



1. 事業の位置付け・必要性
(2) 事業目的の妥当性

革新的ゼロエミッション火力発電技術

- (i) 微量物質排出削減技術
(ii) 次世代高効率石炭ガス化技術



1. 事業の位置付け・必要性

(2) 事業目的の妥当性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

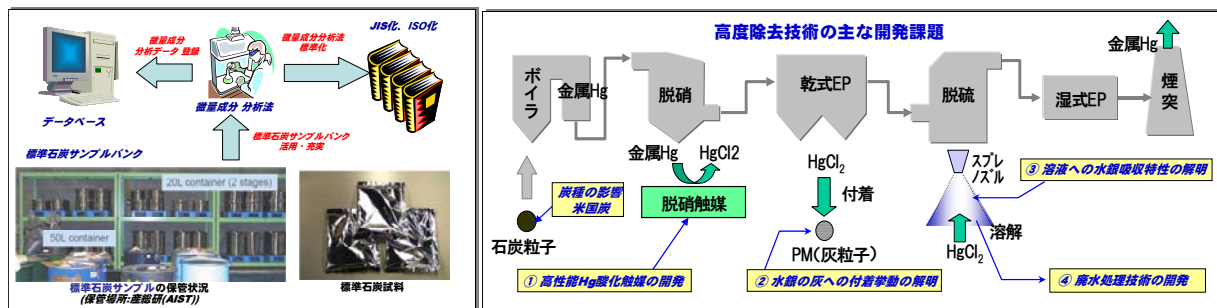
【事前調査】

平成17年度：CCT推進事業

石炭利用プロセスにおける微量成分に関するアジアを中心とする動向調査

平成18年度：石炭利用プロセスにおける環境への影響低減手法の調査

挙動解明に係る調査／計測・分析手法に係る調査／高度除去技術に係る調査



微量成分の挙動解析に不足している項目

	石炭		反応過程の知見			排煙処理設備			除去技術評価手法
	含有量	含有形態	揮発化	酸化反応	凝縮	脱硝装置	電気集塵器	湿式脱硫装置	
水銀	○	○	○	○	○	○	○	○	×
セレン	○	×	○	○	×	×	×	×	×
ホウ素	○	×	○	○	×	×	×	×	×

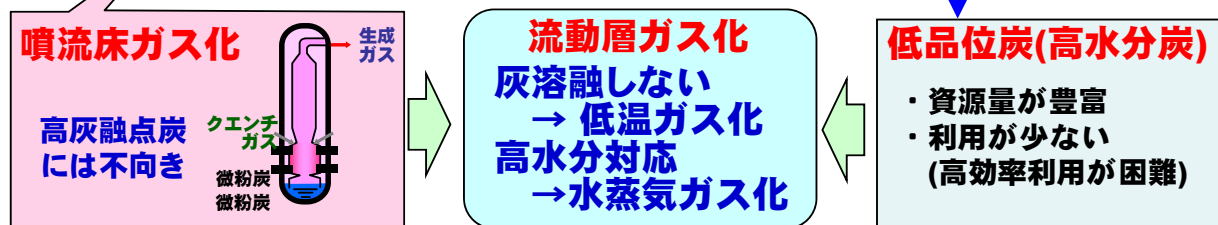
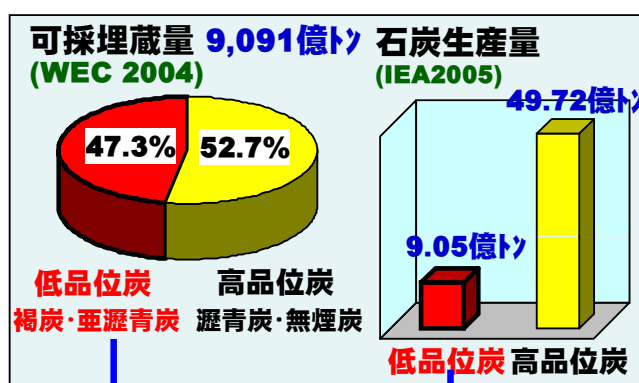
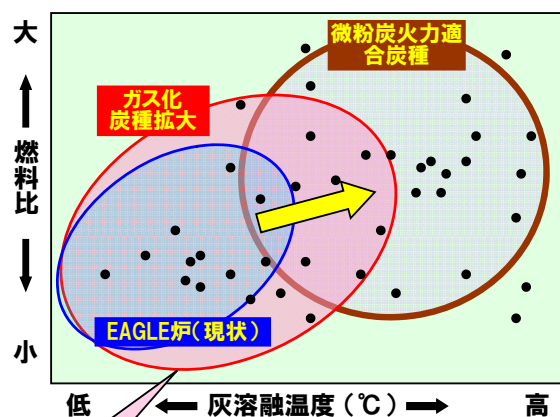
1. 事業の位置付け・必要性

(2) 事業目的の妥当性

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

【事前調査】

平成16～18年度：次世代高効率石炭ガス化発電プロセスの開発に関する調査



2. 研究開発マジメント

(1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

- ① ガス状物質の一部は公定法が存在せず、
固体の石炭は、国際規格ISO、国内規格JISとも存在せず、
実施者によって異なる手法を用いているのが現状である。
標準化を目的とした分析技術の課題の整理と解決を目指す。
- ② 微量成分の分析データを加えてデータベースの拡充を図り、規格化に
資するデータの蓄積を行う。

(2) 高度除去技術

[最終目標（平成22年度）]

目標値：石炭火力発電設備の煙突出口濃度 $3\mu\text{g-Hg/kWh}$

設定根拠：カナダの石炭火力発電所向け基準（世界的に最も厳しい排出基準）
への対応技術を開発しておく必要性から設定。

[中間目標（平成20年度）]

石炭火力発電設備の煙突出口濃度 $3\mu\text{g-Hg/kWh}$ に向けた除去システムの選定

2. 研究開発マジメント

(1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(3) 石炭多消費国向け除去技術の開発 (平成23年度)

現在：委託先 公募中

目標：石炭多消費国向けの除去技術を開発する。

設定根拠：国連環境計画（UNEP）において、排出の抑制や輸出入の規制を
目的とした条約制定の決定や2013年の調印を目指した交渉が始
まるなど、排出抑制に対する国際的な枠組みへの対応を視野に
設定。

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

[最終目標（平成23年度）]

目標値：ガス化温度 900°C 以下のガス化プロセスの開発

設定根拠：発電効率65%以上（送電端）を成立させるための
石炭ガス化条件

[中間目標（平成20年度）]

ガス化温度 900°C 以下のガス化プロセスの開発に向けたプロセス選定

2. 研究開発マジメント (2) 研究開発計画の妥当性

1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

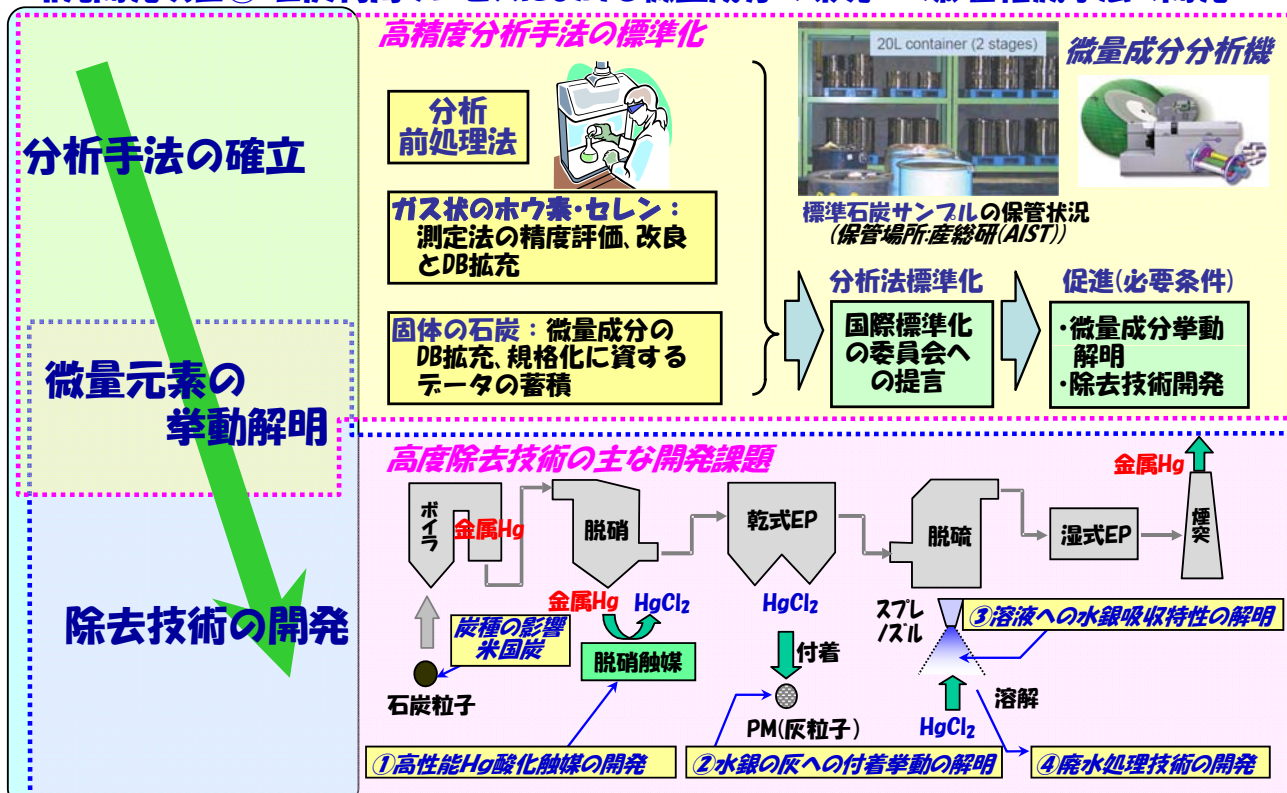
- ① 分析技術は、ガスとして存在する物質の一部は公定法が存在せず、固体の石炭は、国際規格ISO、国内規格JISとも存在せず、実施者によって異なる手法を用いているのが現状である。したがって、精度、再現性、さらに運用面で種々の問題が起きているため、これらの**標準化を目的とした分析技術の課題の整理と解決を目指す**。
- ② 今後、国際的な標準化として認定されるように、**微量成分の分析データを加えてデータベースの拡充を図り、規格化に資するデータの蓄積を行う**。

2) 高度除去技術

- ① 高精度なサンプリング、分析技術を踏まえ、石炭火力発電設備の**煙突出口濃度 $3\mu\text{g-Hg/kWh}$** を目標値とする高度微量成分除去技術を開発する。
- ② 各種調査を踏まえて、ラボ試験、小型炉燃焼試験などで炭種・運用条件等の影響に関する試験などを行い、大型燃焼炉や排煙処理試験装置等における除去方式の選定や操作条件などの検討を行う。

2. 研究開発マジメント (2) 研究開発計画の妥当性

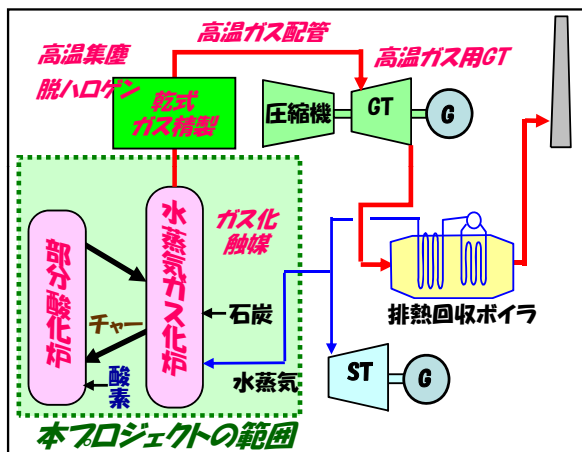
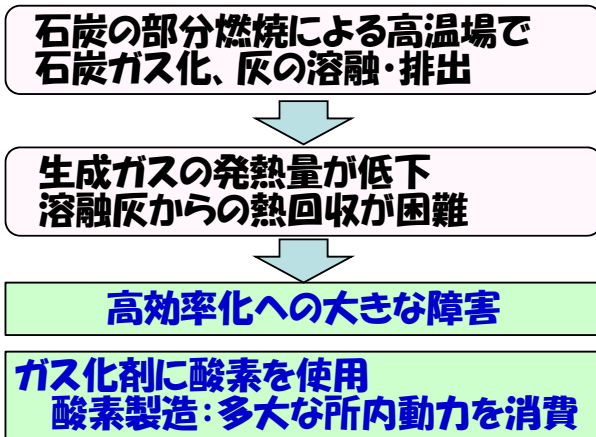
研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発



2. 研究開発マジメント (2) 研究開発計画の妥当性

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

噴流床ガス化技術



低温水蒸気ガス化や触媒ガス化などの新たなガス化プロセスに向けて、次の研究開発を行なう。

- (1) 低温ガス化 : 流動層ガス化、水蒸気ガス化の基礎プロセスの開発。
- (2) 触媒ガス化 : 低温ガス化に必要な低コストの触媒の探索および開発
- (3) 炉内流動解析 : 高速に移動する流動媒体の伝熱・流動などの解析
- (4) システム検討 : 高効率化を達成可能なシステムの最適化と効率の検討

2. 研究開発マジメント (2) 研究開発計画の妥当性

研究開発スケジュールと実施内容

(金額:百万円)

	H19年度	H20年度	H21年度		H22年度	H23年度	H24年度	合計金額	
			当初	補正				現状	補正含
戦略的炭化ガス化・燃焼技術開発	92	164	561	(499)				818	(1,317)
1. 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発	60	130	284	(499)				474	(973)
(1) 微量成分の高精度分析手法に資するデータ蓄	17	24	43	(27)				84	(111)
・コールパンクの拡充 ・石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 ・ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 ・排ガス内のホウ素、セレンの挙動の調査 ・国連環境計画の水銀・石炭パートナーシップへの対応									
(2) 高度除去技術	44	106	241	(332)				390	(722)
・ラボ試験 ・小型燃焼炉試験 ・大型燃焼炉試験 H22年度前倒し分 追加分: 石炭多消費国 ・廃水処理技術の開発				(232)					
(3) 石炭多消費国向け除去技術の開発				(140)				0	(140)
・水銀シミュレータの開発 ・石炭多消費国向けの除去技術の開発		公募中							
2. 次世代高効率石炭ガス化技術開発	32	34	278	-				344	(344)
(1) 低温ガス化									
・水蒸気ガス化およびチャー燃焼の基礎研究 ・常圧ホットモデルによる熱分解炉検討 ・常圧ラボスケール熱分解炉ホットモデル試験									
(2) 触媒ガス化									
・触媒ガス化の基礎特性および実用的な触媒探索 ・ケミカルループを用いたCaの触媒的利用ガス化技術									
(3) 炉内流動解析									
・コールドモデルによる大量粒子循環システムの開発 ・高速高濃度粒子循環の評価のためのシミュレーション									
(4) システム解析									
・効率化を達成可能なシステムの最適化と効率の検討									

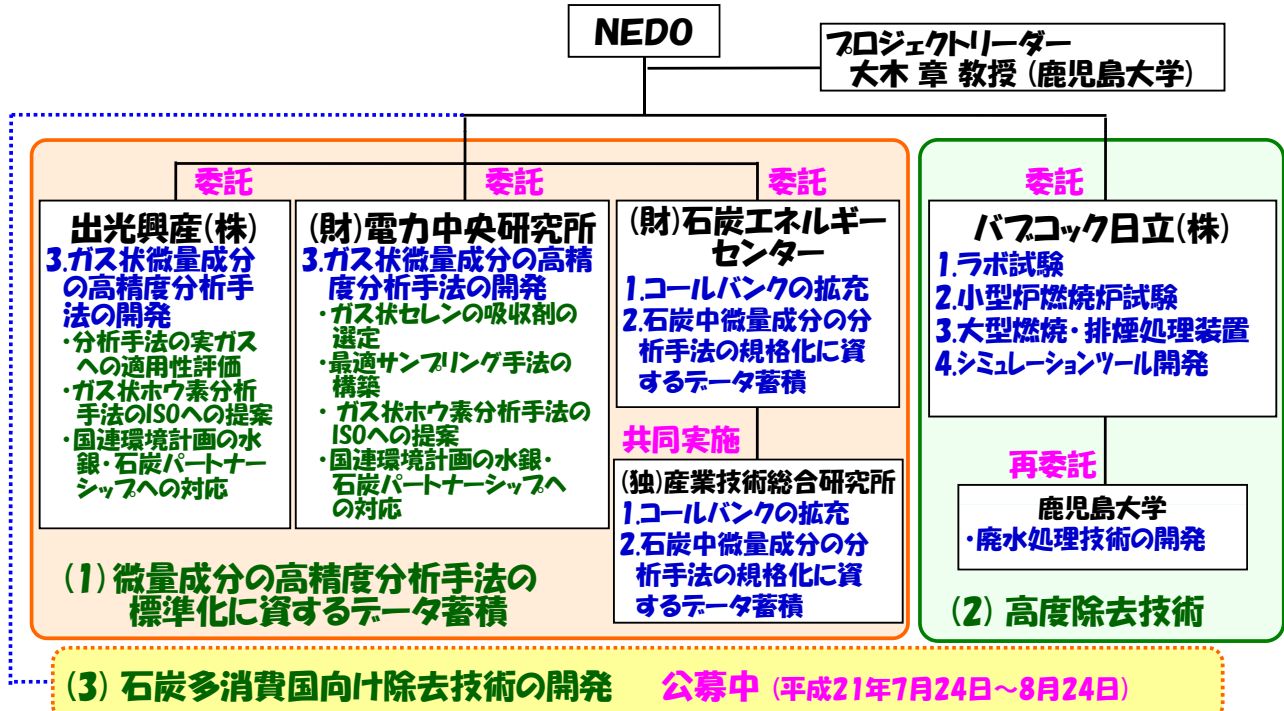
2. 研究開発マジメント

(3) 研究開発実施者の事業体制の妥当性



研究開発実施者：公募により決定（平成19年6月15日～7月17日）

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発



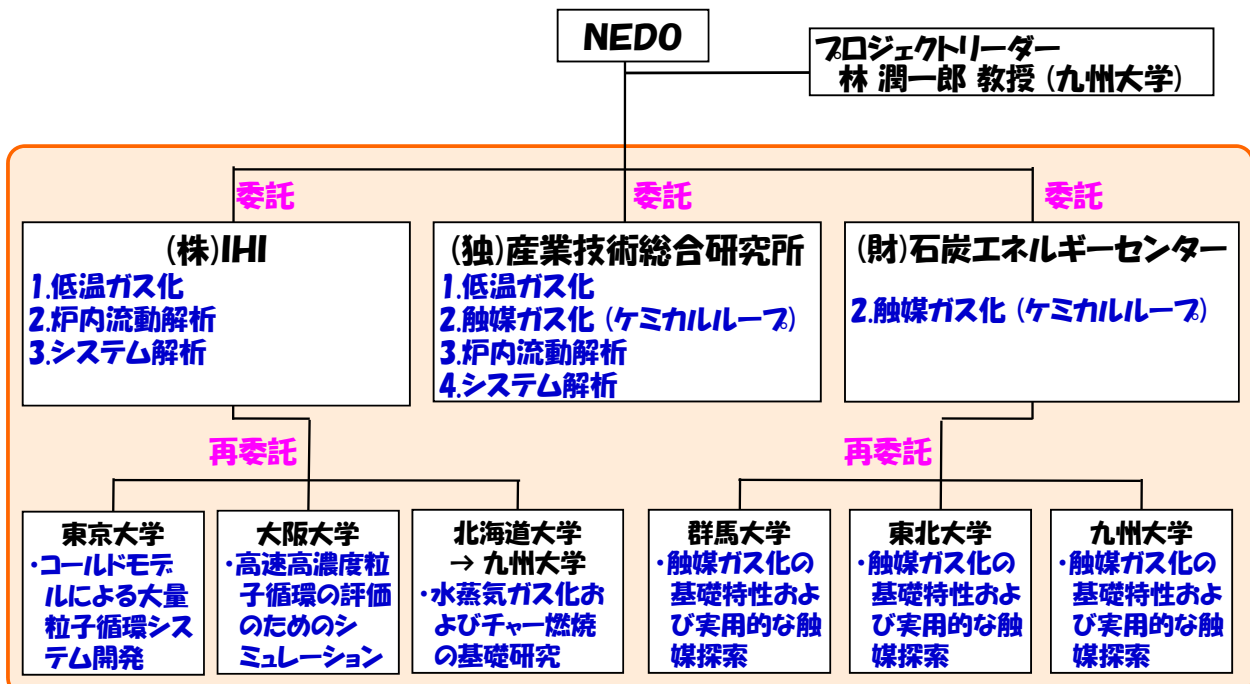
2. 研究開発マジメント

(3) 研究開発実施者の事業体制の妥当性



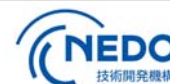
研究開発実施者：公募により決定（平成19年6月15日～7月17日）

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発



2. 研究開発マネジメント

(3) 研究開発実施者の事業体制の妥当性



研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

全体計画（1回／年）

PJ全体の計画、進捗を確認する

プロジェクトリーダー：大木 教授（鹿児島大学）

開発責任者：藤原 所長（出光興産）

NEDO



推進会議（4回／年）

事業の計画、進捗、関連情報の交換

出光興産、電力中央研究所、石炭エネルギーセンター、産業技術総合研究所

オブザーバー：NEDO、IHI、岡山大学

外注委託

ISO化の可能性調査（委員会、3回／年）

ホウ素、セレンのISO化、JIS化の提案書作成、審議提案
産業環境管理協会

17

2. 研究開発マネジメント

(3) 研究開発実施者の事業体制の妥当性



研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

検討委員会（2回／年計画）

第三者で構成され、NEDOとともに研究の方向、計画、成果を審議する。

委員長：持田 勲 特任教授（九州大）

三浦 孝一 教授（京都大）、岡崎 健 教授（東工大）

守富 寛 教授（岐阜大）、梅景 俊彦 教授（九州工大）

白井 裕三（電中研）、有森 映二（JPOWER）



ワーキンググループ会議（5～7回／年）

各委託先、再委託先及びNEDOによる研究開発成果、進捗状況の討議、確認

（委託先内にプロジェクトマネージャを設置：IHI）

18

2. 研究開発マネジメント

(4) 情勢変化への対応等

(1) 「Cool Earth – エネルギー革新技術計画」策定 (平成20年3月5日)

平成19年5月、総理のイニシアティブ「美しい星50（クールアース50）」が発表され、「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という長期目標を提案。

(2) 国連環境計画(UNEP)「水銀排出の抑制や輸出入の規制条約」 (平成21年2月20日)

- ・国境を超えた汚染の広がりが懸念される水銀について、排出の抑制や輸出入の規制をするための条約を制定することが2009年2月20日決定。
- ・国連環境計画(UNEP)の管理理事会(約150カ国が参加ナイロビ)で、2013年の調印をめざして交渉を始めることで合意
- ・中国、インドも水銀を対象を絞った条約の制定に向けた委員会設置を受入。

(3) 基本計画の変更

「研究開発項目①「石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発」に
「(3) 石炭多消費国向け除去技術の開発」を追加」 (平成21年7月)

国連環境計画(UNEP)において、排出の抑制や輸出入の規制を目的とした条約制定の決定や2013年の調印を目指した交渉が始まるなど、排出抑制に対する国際的な枠組みへの対応を視野に設定した。(平成21年度補正予算による)

4. プロジェクトの概要説明

(2) 「研究成果」、「実用化の見通しについて」

研究開発項目①

石炭利用プロセスにおける微量成分の
環境への影響低減手法の開発

1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

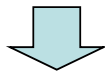
「社会的・経済的背景」

石炭を取りまく環境問題

Phase1 NOx、SOx、煤塵... 酸性雨
Phase2 CO₂、CH₄、N₂O... 地球温暖化
Phase3 Hg、B、Se... 微量成分



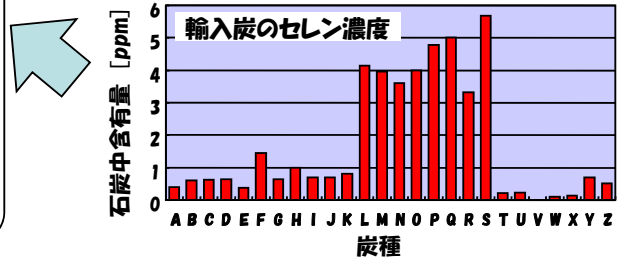
- 国連、欧米を中心に微量成分問題に関心が高まる
- 炭種によって輸入できない石炭もある



将来的に良質な石炭資源の入手が難しくなることから微量成分の観点でのエネルギー・セキュリティの確保に寄与する技術開発が必要

★我が国の環境基準、排出基準

規制項目	排水(排煙脱硝装置より)			石炭灰	
	環境基準	排出基準(有害物質)	排出基準(その他)	埋立基準(遮断型)	埋立地の地下水基準
カドミウム(Cd)	0.01	0.1		0.3	0.01
鉛(Pb)	0.01	0.1		0.3	0.01
六価クロム(Cr ⁶⁺)	0.05	0.5		1.5	0.05
砒素(As)	0.01	0.1		0.3	0.01
総水銀(Hg)	0.0005	0.005		0.005	0.0005
アルキル水銀	不検出	不検出		不検出	不検出
セレン(Se)	0.01	0.1		0.3	0.01
フッ素(F)	0.8	15(海域) 8(海域以外)			0.8
ホウ素(B)	1	230(海域) 10(海域以外)			1
亜鉛(Zn)			2		
溶解性鉄(Fe)			10		
溶解性マンガン(Mn)			10		
クロム(Cr)			2		
銅(Cu)			3		



1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

分析手法の確立

微量元素の挙動解明

除去技術の開発

高精度分析手法の標準化

分析前処理法



ガス状のホウ素・セレン：測定法の精度評価、改良とDB拡充

固体の石炭：微量成分のDB拡充、規格化に資するデータの蓄積



標準石炭サンプルの保管状況(保管場所:産総研(AIST))

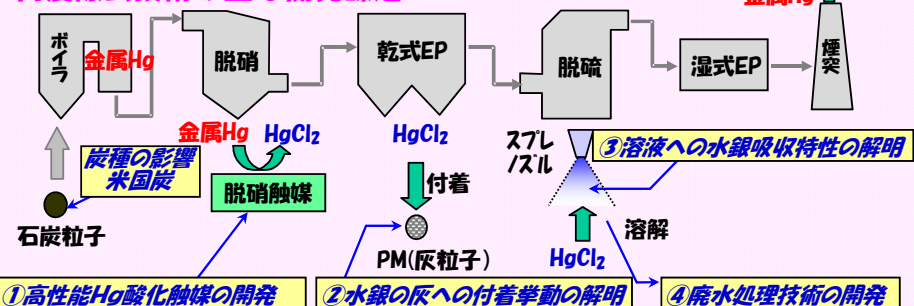
微量成分分析機



分析法標準化
国際標準化の委員会への提言

促進(必要条件)
・微量成分挙動解明
・除去技術開発

高度除去技術の主な開発課題



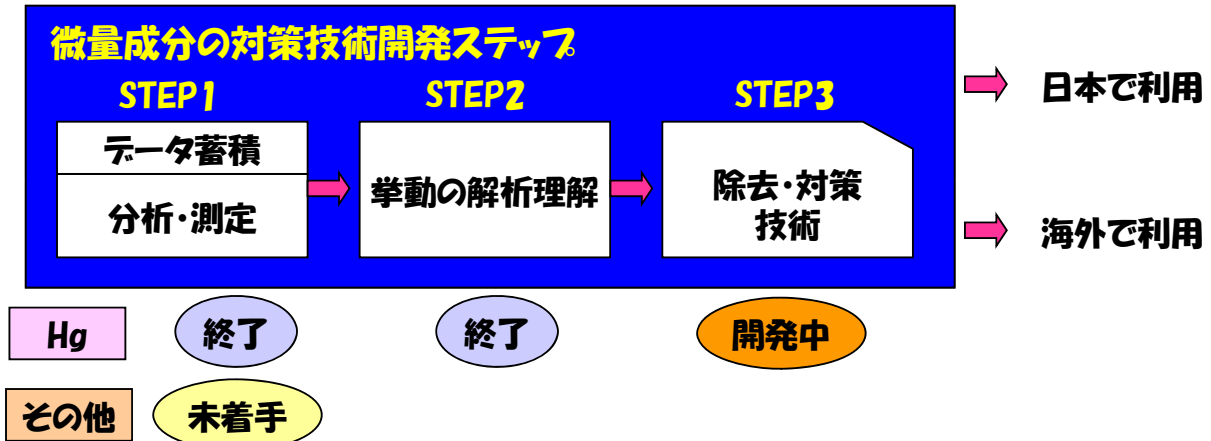
1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

「事業目的の妥当性－微量成分研究の方向性」

微量成分は未知な研究分野のため、優れた除去技術開発には下記が必要

- ・ 我が国で使用される石炭中の含有量のデータ蓄積
- ・ 国際標準化された分析・測定技術
- ・ 利用システムにおける挙動の解析技術



1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

「事業目的の妥当性－2. 石炭中の微量成分分析」

従来の石炭処理法の問題点

乾式酸化分解法

(燃焼により石炭を灰化、アルカリにより灰を溶融し、硝酸で溶解) 感度→低 効率→低

湿式酸化分解法

(HClO₄, HCl, HF, H₂SO₄, H₃BO₃等複数の酸を用い石炭を完全に分解)

- ・ マイクロ派照射酸処理法+ICP-AES/MS -フッ酸を使わなくても多くの微量金属の定量分析を可能とした



マイクロ波支援分解法

従来の分解用試薬:



- ・ 強酸(フッ酸)が必須
- ・ 腐食の問題、感度が低い
- ・ 分析時の塩素の干渉

Laitinen, Lachas, Rodushkin らが提案した新たな分解用試薬:



マイクロ波加熱を採用したフッ酸を用いない穏和な処理法の確立

ICP-AES(OES):誘導結合プラズマ発光分光分析
Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (optical emission spectrometry)

ICP-MS:誘導結合プラズマ質量分析
Inductively coupled plasma mass spectrometry

産総研の分析手法

- ・ マイクロ波加熱を応用したマイルドな処理法(低環境負荷)
- ・ 各国法より優位な高感度分析が可能
- ・ 国際標準法としてISO提案

分析法の国際標準化

- ・ ISO提案

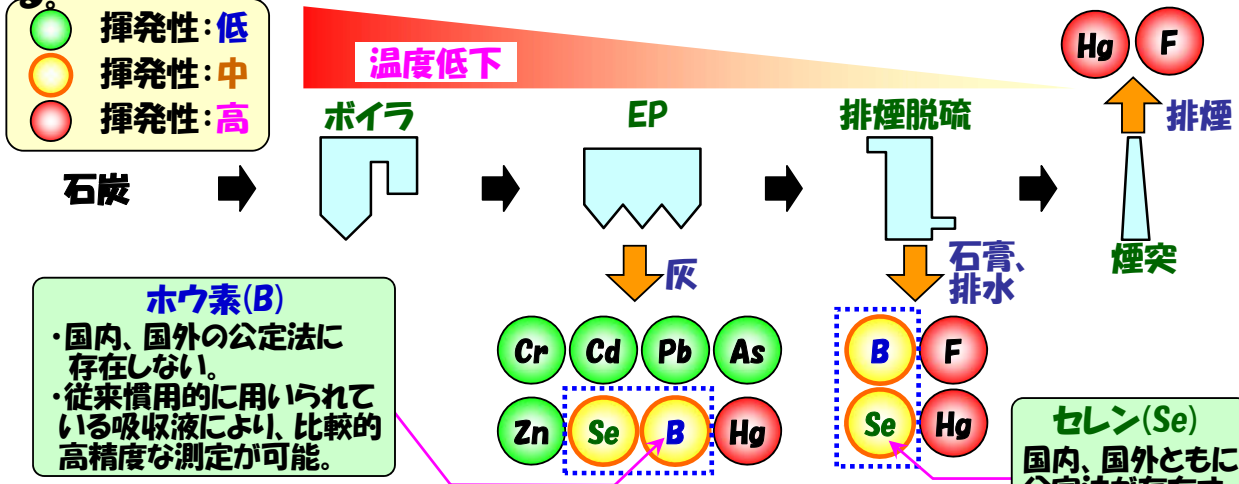
1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

「事業目的の妥当性－3. ホウ素、セレン(1)」

・石炭中の**セレン(Se)**、**ホウ素(B)**は水銀と同様に揮発性が高く、石炭燃焼過程でガス状に揮発した後、一部は灰の表面に濃縮し、一部は、後段の湿式脱硫装置で捕捉される。

・**ホウ素、セレン**は、灰表面からの溶出の問題、排水処理性能の問題が知られている。



ホウ素(B)
 ・国内、国外の公定法に存在しない。
 ・従来慣用的に用いられている吸収液により、比較的高精度な測定が可能。

セレン(Se)
 国内、国外ともに公定法が存在するが、十分な精度が得られない。

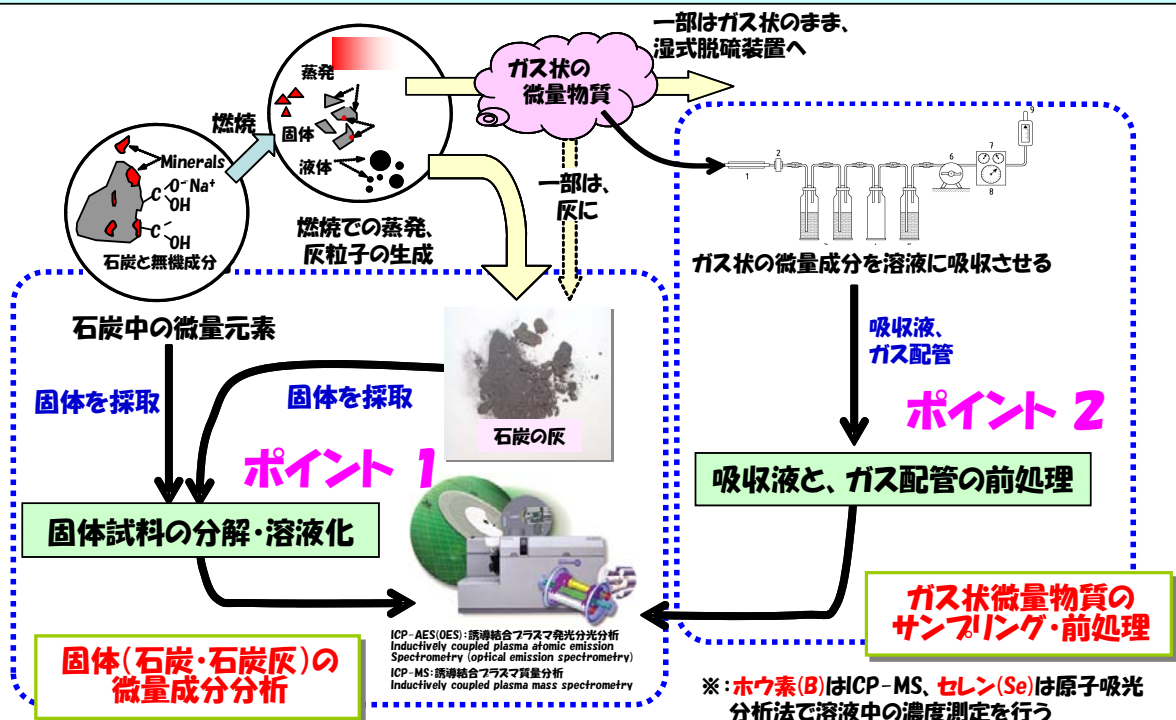
将来のエネルギー・セキュリティ確保に向けた多炭種対応には **ホウ素、セレンの対策技術が必要** → まずは**分析・測定技術の開発**

1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

事業目的の妥当性－分析・測定のポイント

石炭中微量成分とガス状ホウ素(B)、セレン(Se)の分析・測定技術開発のポイント

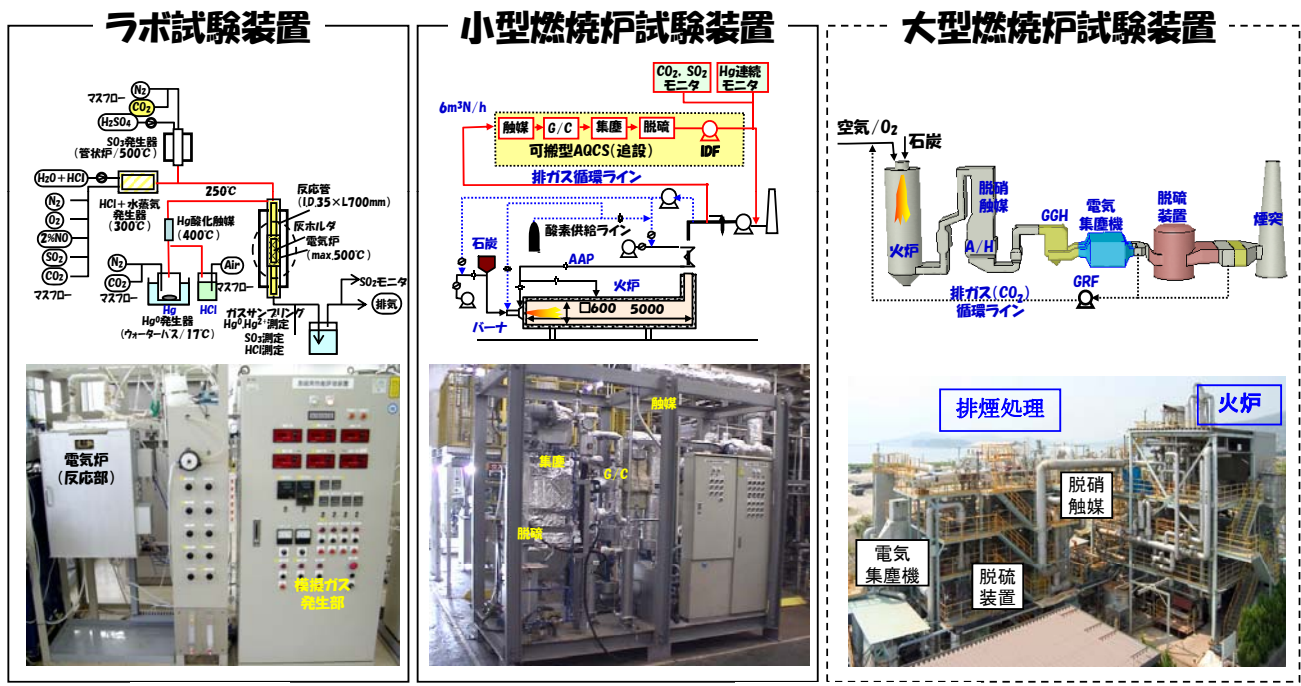


※: **ホウ素(B)**はICP-MS、**セレン(Se)**は原子吸光分析法で溶液中の濃度測定を行う

1. 事業の位置付け、必要性

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

除去技術開発の試験装置



事業原簿 65頁 27

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(1) 目標達成度

項目	最終目標	中間目標	成果	中間目標に関する達成状況	全体としての目標達成
コールバンクの拡充	石炭データ: 109炭種 微量データ: 109炭種	石炭データ: 100炭種 微量データ: 40炭種	石炭データ: 100炭種 微量データ: 40炭種	○	順次分析実施
石炭中微量成分の分析手法の規格化	ISO規格提案	ISOガイダンス提案	ISOガイダンス提案終了 ガイダンスとして受理	○	ISO本規格提案準備中
ガス状ホウ素・セレンの規格化	ISO規格提案 JIS規格提案	ホウ素分析手法のISO新規提案	ホウ素分析手法の新規提案終了	○	ISO規格提案準備中

記号 ○ は、中間目標が達成済みであることを示す

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(2) 成果の意義

特性	効果
コールバンクの 拡充 石炭109炭種のデータベース 微量成分109炭種のデータベース 石炭試料の提供	データベースと試料の提供により - 国際競争力のある基礎的な技術 開発の加速 - 技術シーズの発掘に資する
石炭中微量成分の 分析手法の規格化 国際標準化に資する	微量成分の分析精度の向上 - 我国の手法が国際標準となるこ とで技術開発の競争力強化に資 する
ガス状ホウ素・ セレンの 高精度分析手 法の開発 国際標準化・国内標準化に 資する	- 標準化により我国の手法が 普及する - ホウ素・セレンの燃焼時の挙動 解明に資する - ホウ素・セレンの対策技術開発 に貢献

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(3) 標準化の取組

(4) 成果の普及

1. コールバンクの拡充

(1) コールバンクデータベース登録ユーザー数: 407ユーザー

(2) 試料提供件数

平成17年度: 220検体 平成18年度: 181検体

平成19年度: 458検体 平成20年度: 202検体

・普及方法 JCOALのホームページ上で関連研究者向けに公開中。

2. 石炭中微量成分の分析手法の規格化

(1) ISO23380:2008 "Selection of methods for the determination of trace elements in coal", October 2, 2008. (2008年10月2日付 発行)

(2) ISO/TC27 "Solid mineral fuels"技術委員会において、本プロジェクトで標準化活動を行った石炭中微量元素の分析ガイダンスが発行された(2009)

3. ガス状ホウ素・セレンの高度分析手法の開発

(1) ガス状ホウ素測定法をISOのNWIIに提案。(2008)

(2) ガス状セレン測定法の国際標準化に向けた準備を実施。(2009)

・普及方法 ISOのホームページ上で、発行されたガイダンスや、提案状況は公開中。

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(5) 成果の最終目標の達成可能性

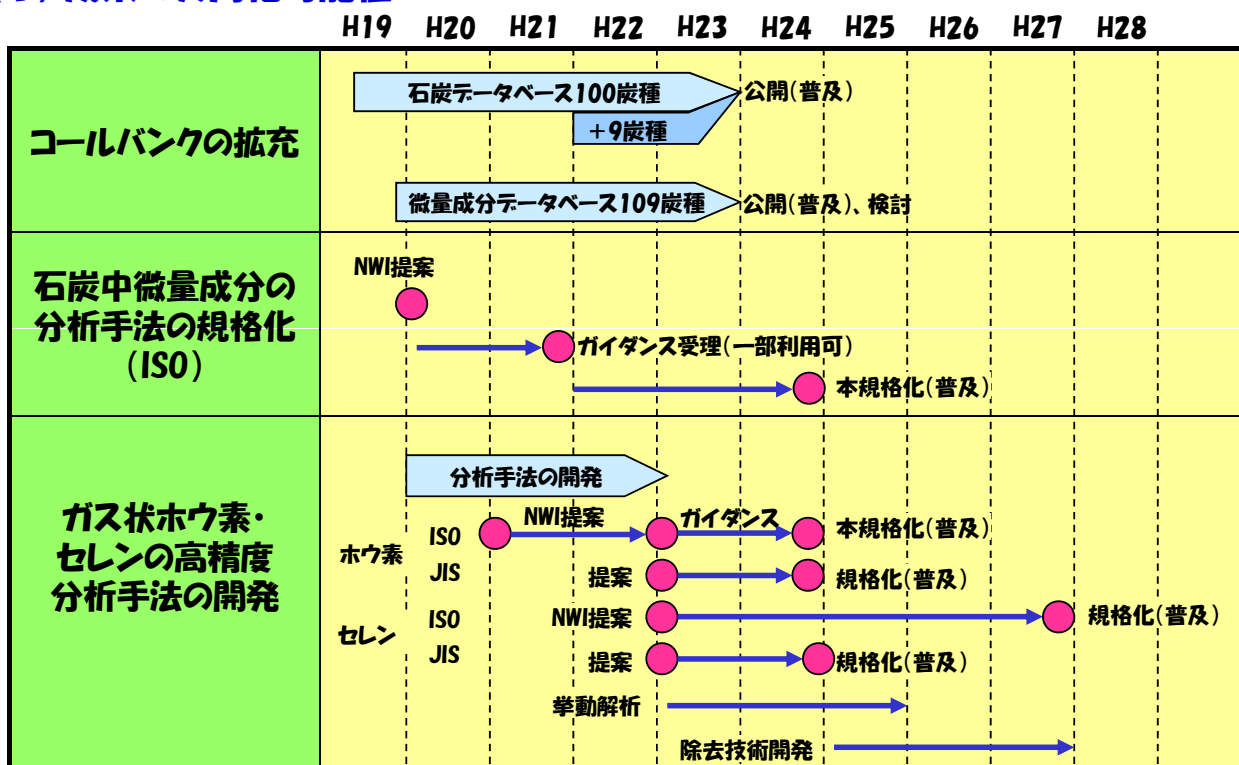
項目	最終目標	達成見込み	課題と進捗
コールバンクの拡充	石炭データ: 109炭種 微量データ: 109炭種	○	コールバンクのデータベースのさらなる拡充を目指し、コールバンクの既存一般分析に加えて、産総研法による微量成分分析を行いデータベースの更なる拡充を産総研との共同実施にて進める。
石炭中微量成分の分析手法の規格化	ISO規格提案	○	AIST法による国際標準の確立のために、国際ラウンドロビンテスト等を通じ、精度、再現性、操作性等の検証を順次進める。 必要な他の組織とも共同して、石炭中微量成分の分析方法の標準規格制定(ISOまたはJIS)に向けた作業を継続する。
ガス状ホウ素・セレンの規格化	ISO規格提案 JIS規格提案	○	ガス状ホウ素の測定法に関しては、NWIが採択された場合、採択されなかった場合のそれぞれの対応を行うとともに、日本工業規格(JIS)への提案に向けて、必要なデータを蓄積し、規格化を目指す。 ガス状セレンの測定法については、データを蓄積し、開発した測定法を平成23年度までにISOへの提案を図る。

4. 実用化の見通しについて

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(1) 成果の実用化可能性



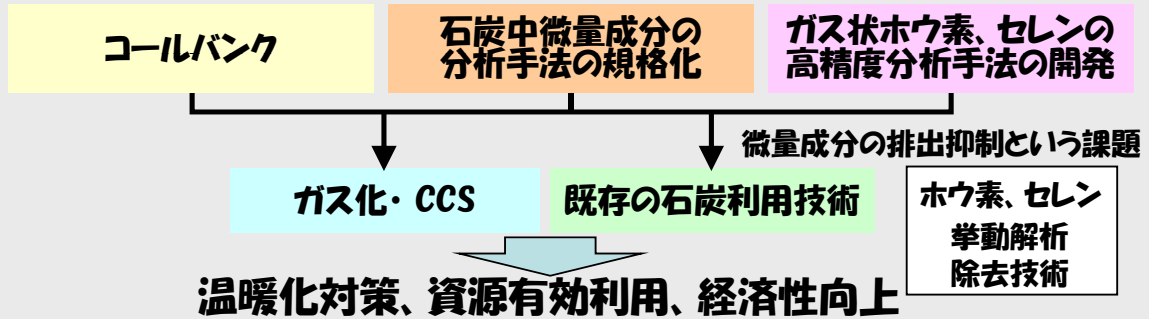
4. 実用化の見通し

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

(4)波及効果

- ・ コールバンクの活用によるCCT技術開発の促進
- ・ 微量元素分析技術の利用による微量元素対策技術の促進
- ・ ガス状ホウ素、セレンの挙動解明除去技術の開発



(5)今後の方向性

1. 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積の推進
 - ・ コールバンクの拡充
 - ・ 石炭中微量元素分析手法の規格化
 - ・ ガス状ホウ素・セレンの高度分析技術の開発
 - ・ 国連環境計画の水銀パートナーシップへの対応(H21、追加)
2. 排ガス内のホウ素、セレン挙動の調査(H22、追加)

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

(2) 高度除去技術

(1) 目標達成度

中間目標	試験内容 (年度)	項目	達成状況	評価
水銀排出量 3 μg/kWh	19~20年度	水銀除去システムの選定	小型炉試験により、 脱硝触媒+集塵器+脱硫装置 の組合せにより、 水銀排出量3 μg/kWh以下を確認	◎
	ラボ試験 (19年度)	触媒部酸化特性評価	HCl, SO ₂ 等の影響評価	○
		灰付着特性評価	温度, 未燃分等の影響評価	○
		脱硫液吸収特性評価	L/G, pH等の影響評価	○
		酸素燃焼時の評価	各機器の特性評価	○
		機器構成の検討	除去率向上構造を検討	○
	小型燃焼炉 (20年度)	触媒部酸化特性評価	3炭種での特性評価	○
		灰付着特性評価	3炭種, 温度等の影響評価	○
		脱硫液吸収特性評価	3炭種, L/G等の影響評価	○
		酸素燃焼時の評価	各機器の特性評価	○
		システムの評価	目標値を達成できる構成を提案	○
	廃水処理技術 (19~20年度)	脱硫廃水中の有害元素除去技術	キレート繊維によりHg, B等の有害元素除去を確認	○
		石炭灰中の有害元素除去	酸洗浄により有害元素除去を確認	○

3. 研究開発成果について

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発
(2) 高度除去技術

(2) 成果の意義

- ・カナダ、米国等では発電所から排出される水銀量の規制強化が進んでおり、本研究の成果をPRすることで、実用化の可能性は高い。
- ・石炭火力の増設が急ピッチで進んでいる中国、インド等においても、本技術の転用が可能である。

(3) 知的財産権等の取得及び標準化の取組

特許出願状況

出願日	出願番号	名 称
2009.02.02	P2009021630	石炭焚ボイラの排ガス処理装置

他5件出願準備中

(4) 成果の普及等

社外発表等

日 付	発表機関	タイトル
2009.4.23 ~24	MEC6 (Mercury Emissions from coal, 6th International Experts) Workshop	Advanced AQCS for Controlling Mercury

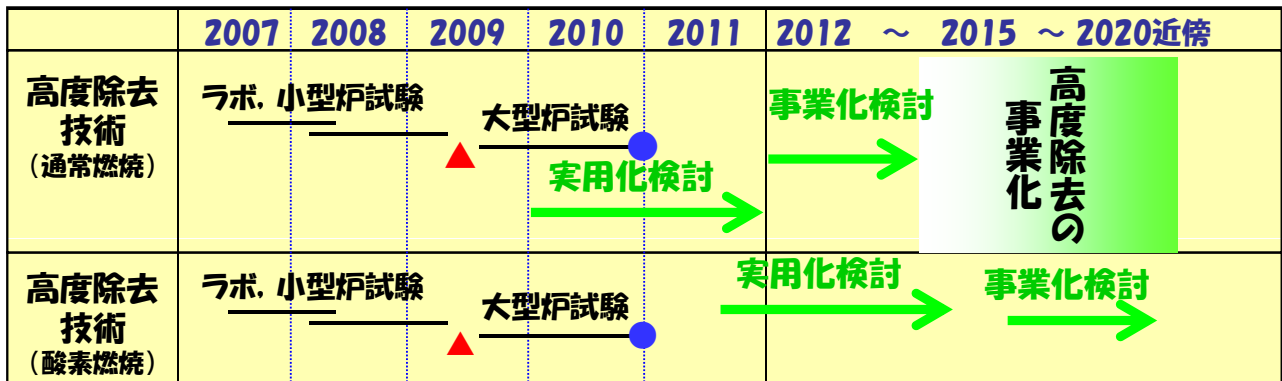
4. 実用化の見通しについて

研究開発項目① 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発
(2) 高度除去技術

(1) 成果の実用化可能性

実用化までのシナリオ

▲:基本原理確認 ●:基本技術確立



(2) 波及効果

本研究は、石炭焚発電所から排出される石炭灰、脱硫石膏を利用する分野等に関連する。

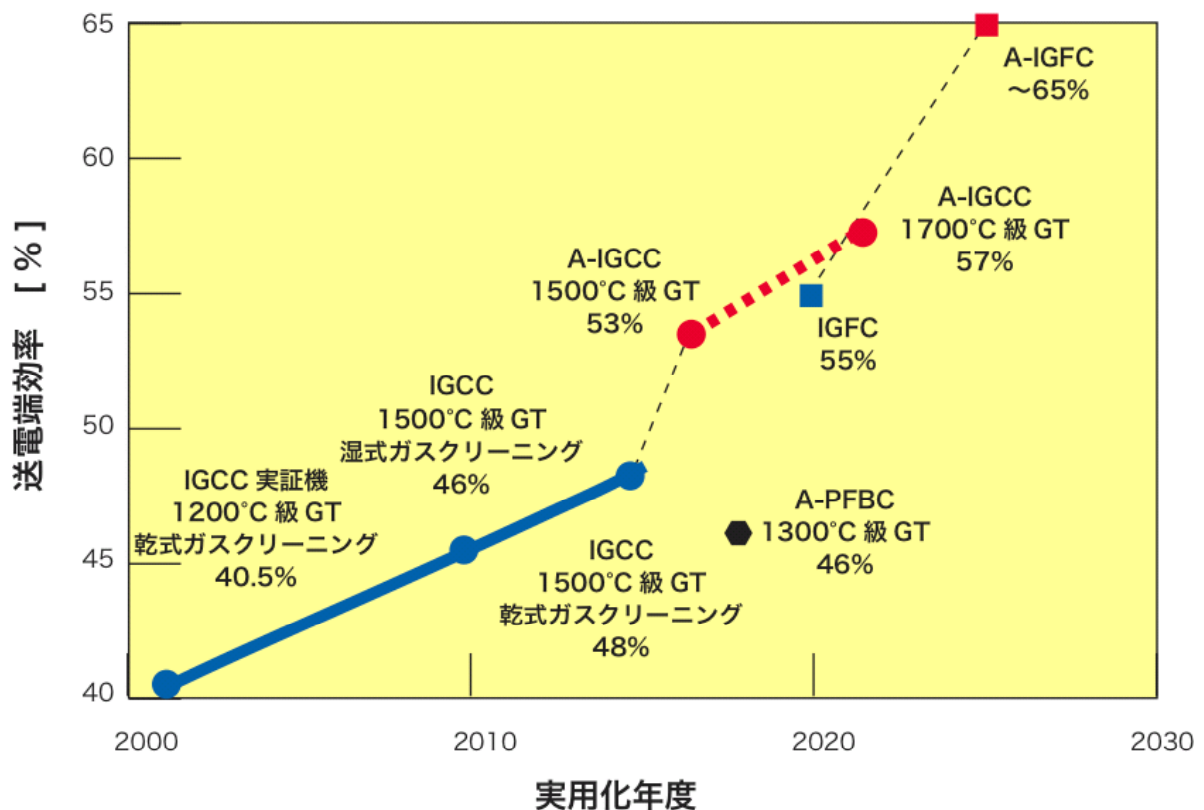
4. プロジェクトの概要説明

(2) 「研究成果」、「実用化の見通しについて」

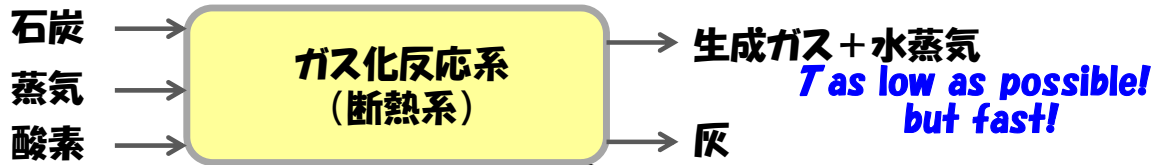
研究開発項目②

次世代高効率石炭ガス化技術開発

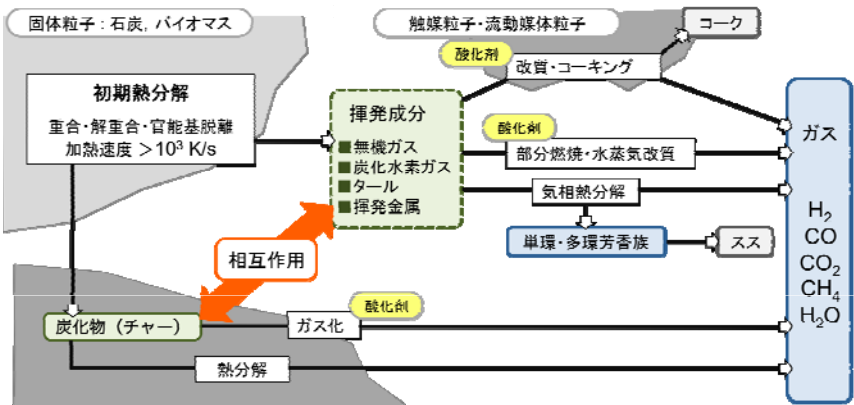
次世代ガス化炉 (A-IGCC) 効率ロードマップ



次世代ガス (反応・反応器システム検討)



新反応系
 石炭Positive物性の活用
 中間生成物挙動の制御
 反応の時空制御
 気固流動



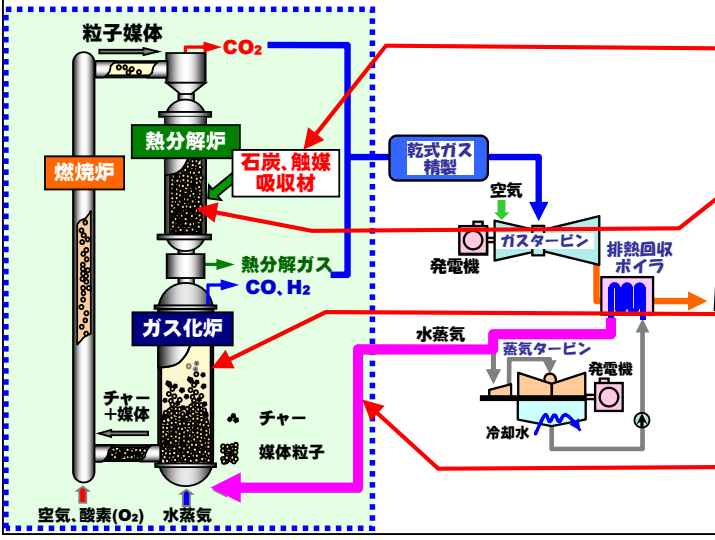
次世代高効率ガス化システムの選定

ガス化効率アップ(↑)条件

※「CO₂回収型次世代IGCC技術開発」で実施中

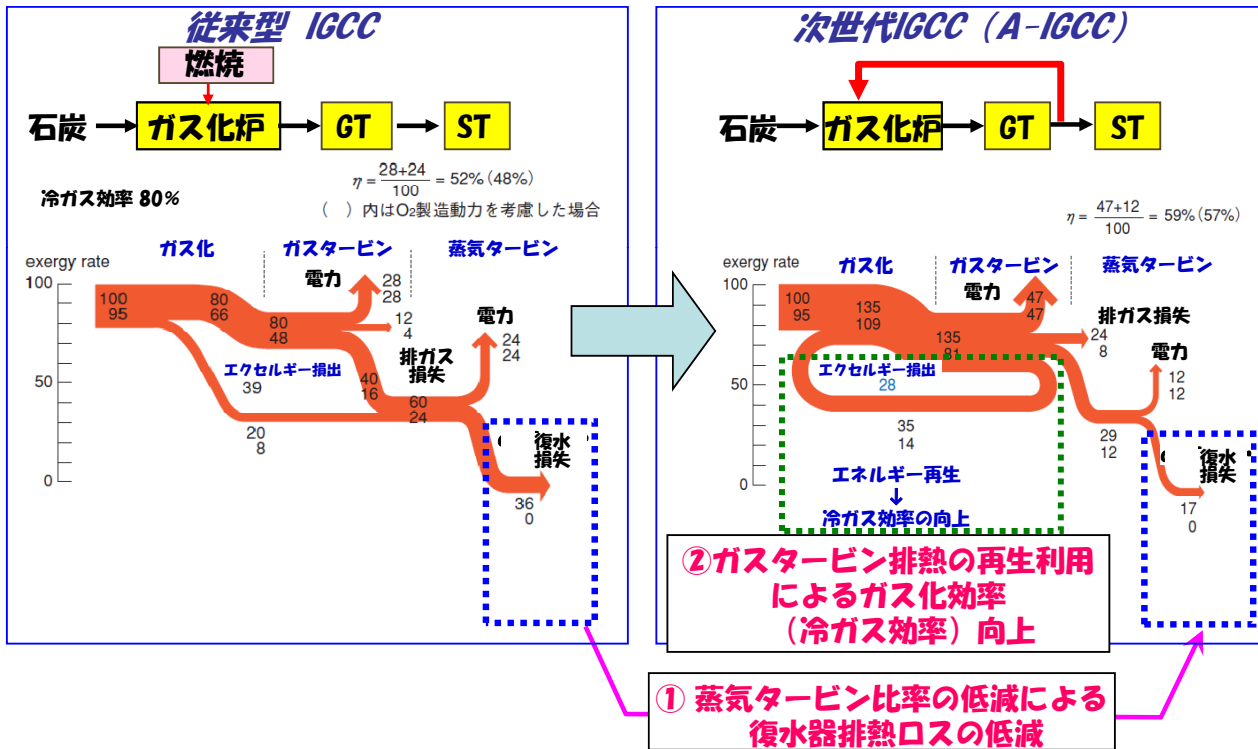
ガス化剤: 酸素 (O ₂) ↓	水蒸気 (H ₂ O) ↑	二酸化炭素 (CO ₂) ↑
温度: ガス化温度 ↓	灰溶融 ↓	

最適なシステム



- ④ 高活性特性
→ 高活性・高反応性
- ③ 循環流動層 + 熱分解炉離型ガス化炉
熱分解過程分離による反応速度向上、
タール改質
- ② 低温ガス化炉、水蒸気ガス化
800~900℃ 低温ガス化による冷ガス効
率向上
- ① ガスタービン排熱循環
ガス化炉部分酸化量削減による冷ガス
効率向上
熱エネルギー → 化学エネルギー

次世代ガス化炉 (A-IGCC) コンセプト

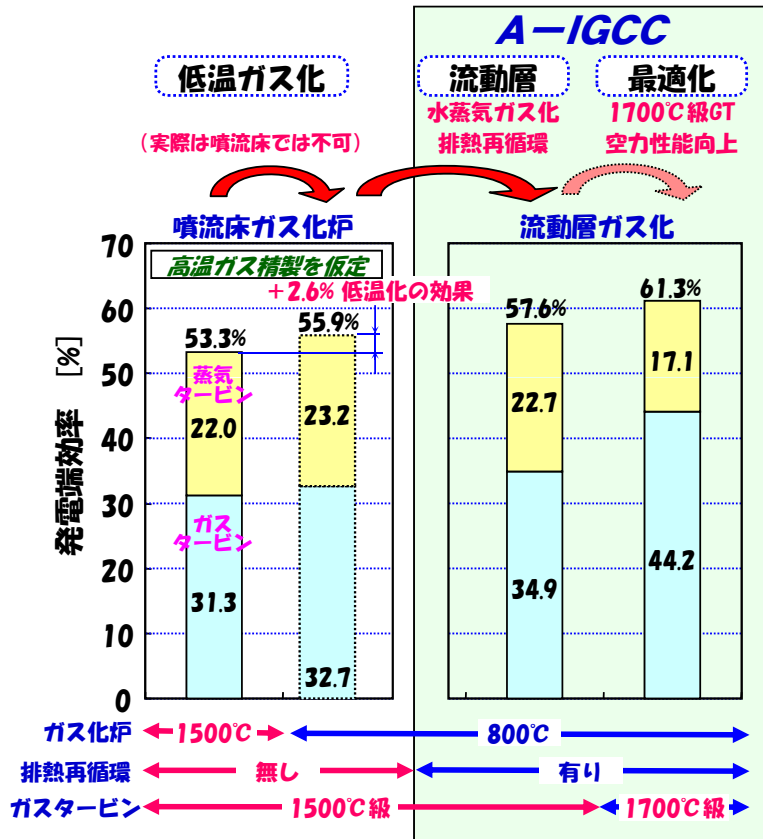


総合効率で従来よりも最大9%の効率向上が可能

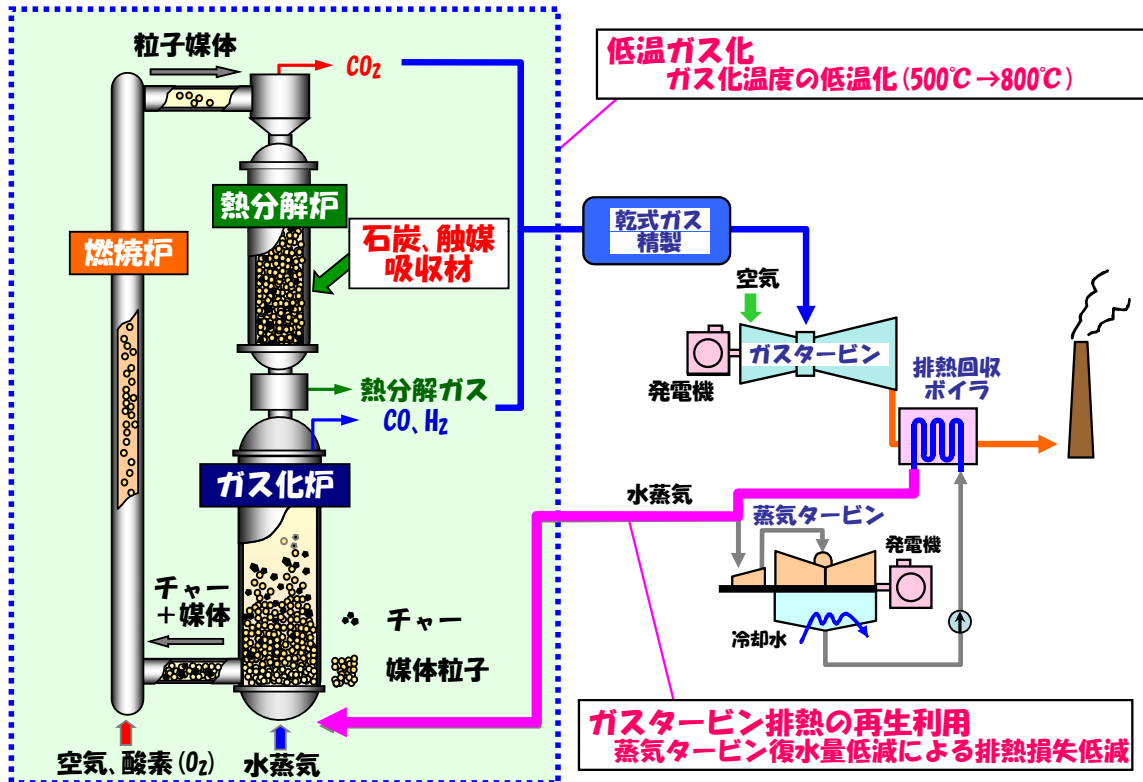
発電効率の試算

ガス化反応系、GT、ST、FC組み合わせた全体システムについて解析を実施し、コンポーネントの最適組合せ、操作条件を抽出。

システム効率を定量的に計算し、効率に及ぼす各種要素の影響を定量的に明らかにし、A-IGCC、A-IGFCの設計指針を得る。



次世代高効率ガス化システムの概要



次世代高効率ガス化システムの概要

項目	特徴
①ガス化システム	ガスタービンの排熱をガス化炉に戻す(排熱再循環) ・ガス化炉における発熱分(部分酸化)が減り、 冷ガス効率* が向上する。 ガスタービン比率向上と合わせ、トータルとして発電効率が向上できる。 ・熱エネルギー(排熱)を化学エネルギーに変換→ エクセルギー(エネルギーの質)が再生される。
②ガス化条件	低温ガス化炉(700~900℃)、蒸気ガス化 ・噴流床炉に比較し、昇温に必要な発熱分(部分酸化)を減らすことが可能となり、 冷ガス効率が向上する。 ・ガス化剤を酸素から蒸気により酸素製造動力の低減が可能。 ・触媒利用によりさらなる低温化が期待できる。
③ガス化炉構造	循環流動層ガス化炉 + 熱分解炉分離(ダウナー型) ・ガス化反応(吸熱)、部分酸化反応(発熱)を個別にコントロール。 ・熱分解炉分離により、 低温ガス化のデメリットとなる反応速度低下を抑制、さらにタールを改質。 ・部分酸化炉排ガスからCO ₂ 回収可能。
④炭種	低品位炭の利用(褐炭+亜瀝青炭) ・上質な瀝青炭が逼迫していく中、 低品位炭をエネルギー源として有効利用する。 ・低温ガス化炉との組合せにより、 ガス化反応に対する高活性特性を有効に利用。

3. 研究開発成果について

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

(1) 目標達成度

開発目標項目	最終目標	中間目標(H21)	現状成果
システム検討	ガス化温度900℃以下のガス化システム開発	ガス化温度900℃以下のガス化システムの選定	最適なガス化炉、GT、STの組合せを選定、検討中
低温ガス化	ガス化温度900℃以下の低温ガス化炉開発	ガス化温度900℃以下の低温ガス化炉の選定	循環流動層+熱分解分離ガス化炉を選定、検討中
炉内流動解析	循環流動層粒子フラックス350kg/(m ² ・s)達成装置の構築	循環流動層粒子フラックス200kg/(m ² ・s)条件の達成、シミュレーション技術検討	コールドモデル試験開始、熱分解炉(ダウンナー)構造の検討
触媒ガス化	750℃触媒水蒸気ガス化プロセスの構築	850℃における触媒水蒸気ガス化プロセスの構築	850℃以下で高活性特性を示す触媒の検討

3. 研究開発成果について

研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

(3) 知的財産権等の取り扱い (4) 成果の普及等

IHIから出願(2009.7)

特許	: 1件
学術論文(査読有り)	: 7件
総説、著書	: 3件
国際会議、フロシーディングス	: 8件
国内会議、口頭発表	: 17件

4. 実用化の見通し

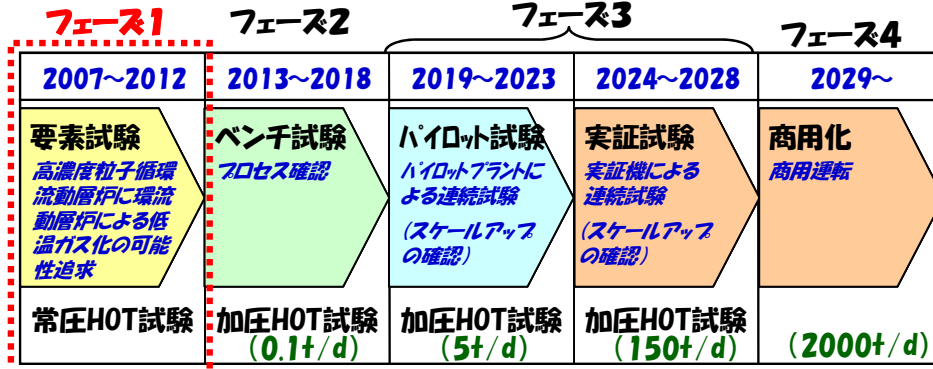
研究開発項目② 次世代高効率石炭ガス化技術開発

(1) 成果の実用化可能性

A-IGCCの開発にあたっては、研究開発段階毎にフェーズを分割し、それぞれの目標達成度により次期フェーズへの進捗を判断する。

- フェーズ1 : 原理実証(常圧)
- フェーズ2 : ベンチスケール試験(加圧)
- フェーズ3 : スケールアップ(パイロット試験、実証試験)
- フェーズ4 : 商用化

事業化までのシナリオ



スケールアップ: 10倍(大型炉)~50倍(小型炉)
 各フェーズ毎に5年間の研究期間が必要

(エネルギーイノベーションプログラム)
「戦略的炭炭ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT)」
<Strategic TEchnical Platform for Clean Coal Technology>

(中間評価)

(2007年度～2011年度 5年間)

6. プロジェクト詳細説明資料 (公開) ①

(1) 炭炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発

① 微量成分の高精度分析手法に資するデータ蓄積

2009年8月6日(木)

出光興産(株)
(財)電力中央研究所
(財)炭炭エネルギーセンター(JCAOL)

1

1. 事業の位置付け、必要性
事業の背景、目的、実施項目

背景

微量成分の挙動解析、除去技術開発には、高精度の分析・測定技術が必要であるが、固体の炭炭、ガス状物質の一部は公定法が存在しなかったり、精度の上で課題を残す。

目的

固体の炭炭、ガス状ホウ素・セレンの分析・測定方法の標準化に資する手法の開発を実施する。

項目

1. コールバンクの拡充
2. 炭炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積
3. ガス状微量成分の高精度分析手法の開発

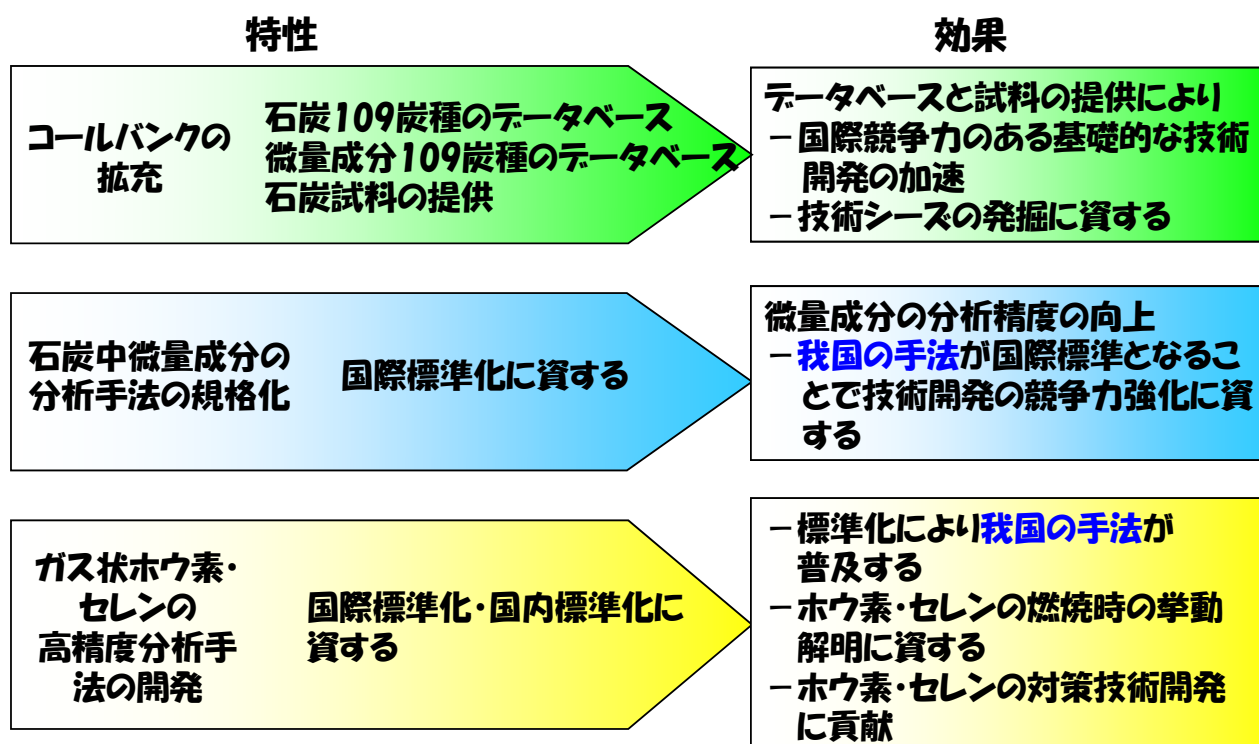
2

3. 研究開発成果 「これまでの達成度」

項目	最終目標	中間目標	成果	中間目標に関する達成状況	全体としての目標達成
コールバンクの拡充	石炭データ： 109炭種 微量データ： 109炭種	石炭データ： 100炭種 微量データ： 40炭種	石炭データ： 100炭種 微量データ： 40炭種	○	順次分析実施
石炭中微量成分の分析手法の規格化	ISO規格提案	ISOガイダンス提案	ISOガイダンス提案終了 ガイダンスとして受理	○	ISO本規格提案準備中
ガス状ホウ素・セレンの規格化	ISO規格提案 JIS規格提案	ホウ素分析手法のISO新規提案	ホウ素分析手法の新規提案終了	○	ISO規格提案準備中

記号 ○ は、中間目標が達成済みであることを示す 3

3. 研究開発成果 「成果の意義」



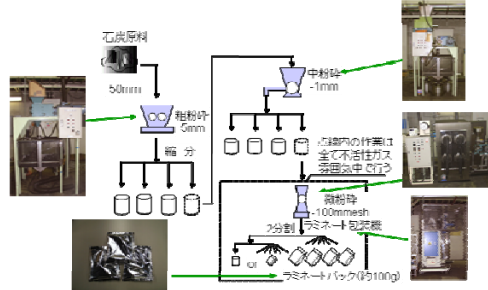
3. 研究開発成果

(a) コールバンクの拡充 我が国のデータベース

我が国のデータベース「コールバンク」
石炭試料の提供 + 分析値の提供
日本国内で使用される100炭種

「コールバンク」の現状
・我が国の基礎研究開発に有効活用
・一般分析データのみ
(微量成分研究への対応が必要)

試料炭の提供



分析値の提供

石炭利用基盤技術データベース

本システムは、平成7～16年度に、NEDOとCCUJ(現JCOAL)で行った「石炭利用基盤技術開発」プロジェクトの中で得られた「石炭の基礎物性」、「反応特性」及び「報告書」をデータベースにまとめたものです。この「石炭利用基盤技術データベース(COAL DB)」が、これからの石炭分野の発展のために、効果的に利用されることを期待しています。

(財)石炭エネルギーセンター 技術開発部長 秋本明光

石炭利用基盤技術データベース

利用する

3. 研究開発成果

(a) コールバンクの拡充 コールバンクの現況(分析値の提供)

既存のコールバンク(試料炭100炭種 + 一般分析値)へ
① 新規の9炭種 ② 微量成分の分析値 を加え拡充を図る

試料の石炭の保管 分析の実施

既存のコールバンク

石炭	100炭種
一般分析	100炭種分

分析値のWeb上での提供

一般分析値の提供システム

コールバンク(終了時)

石炭	109炭種
一般分析	109炭種分
微量成分分析	109炭種分追加

※: 9炭種の追加は、近年使用が増加している亜れき膏炭などを追加

一般分析値の提供システム

微量成分分析値の提供システム追加

3. 研究開発成果

(a) コールバンクの拡充 コールバンクの現況(試料炭の提供)

・ 試料

- 平成19年度現在、

米国炭	10炭種	中国炭	18炭種
豪州炭	29炭種	インドネシア炭	19炭種
ロシア炭	7炭種	南アフリカ炭	6炭種
ベトナム炭	1炭種	カナダ炭	3炭種
コロンビア炭	2炭種	日本炭	5炭種

の合計100種を保管。

- 元素分析、工業分析、マセラル分析、灰の組成・性状分析等のデータベースを構築。
- Brain-CプログラムのフォローアップおよびSTEP-CCT関係試験研究機関のニーズに応じて配布。
- 銘柄ではなくSSナンバーで管理。

・ 供給形態

- 粒 度: -5mm、-1mm、-100メッシュ
- 重 量: 約100g
- 容 器: ラミネートパック

7

3. 研究開発成果

(a) コールバンクの拡充 コールバンクの現況(分析値の提供)

分析値の提供

(1) コールバンクデータベースへの登録ユーザー数

407ユーザー

(2) 試料提供件数

平成17年度: 220検体 平成18年度: 181検体

平成19年度: 458検体 平成20年度: 202検体

一般分析値のデータベースについては、JCOALに所定の申込をしたうえでパスワード発給を受け、ウェブサイトからアクセス可能である。現在拡充を行っている微量成分の分析データが蓄積され、技術的にも問題ないと判断される時期に内容や方法を関係機関と協議して公開する予定である。

8

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 石炭中の微量成分分析

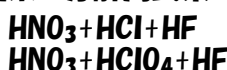
従来の石炭処理法の問題点

乾式酸化分解法
(燃焼により石炭を灰化、アルカリにより灰を溶融し、硝酸で溶解) 感度→低 効率→低

湿式酸化分解法
(HClO_4 , HCl , HF , H_2SO_4 , H_3BO_3 等複数の酸を用い石炭を完全に分解)

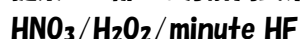
マイクロ波支援分解法

従来の分解用試薬:



強酸(フッ酸:HF)が必須
腐食の問題、感度が低い
分析時の塩素の干渉

Laitinen, Lachas, Rodushkin らが提案した新たな分解用試薬:



マイクロ波加熱を採用したフッ酸
を用いない穏和な処理法の確立

産総研の分析手法

- ・マイクロ波加熱を応用したマイルドな処理法(低環境負荷)
- ・各国法より優位な高感度分析が可能
- ・国際標準法としてISO提案

分析法の国際標準化

- ・ISO提案

・マイクロ波照射酸処理法+ICP-AES/MS
-フッ酸を使わなくても多くの微量金属の
定量分析を可能とした



ICP-AES(OES):誘導結合プラズマ発光分光分析
Inductively coupled plasma atomic emission
spectrometry (optical emission
spectrometry)

ICP-MS:誘導結合プラズマ質量分析
Inductively coupled plasma mass
spectrometry

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 石炭中微量成分の分析方法(産総研法)

- ・ **マイクロ波照射酸処理法+ICP-AES/MS**
- **フッ酸(HF)を使わなくても**
多くの微量金属の定量分析を可能とした

ICP-AES(OES): 誘導結合プラズマ発光分光分析
Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry
(optical emission spectrometry)

ICP-MS: 誘導結合プラズマ質量分析
Inductively coupled plasma mass spectrometry



3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 産総研(AIST)法と従来法の比較

マイクロ波照射酸処理法+ICP-AES/MS(産総研法)

フッ酸を使わなくても多くの微量金属の定量分析を可能とした

- 第1周期：なし
第2周期：Be, B, F 赤字は本法で着目した微量元素(17個)
第3周期：C I
第4周期：Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br
第5周期：Rb, Sr, Zr, Mo, Cd, Sn, Sb, I
第6周期：Cs, Ba, Hf, Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi

海外において国内標準とされる代表的な多成分同時分析法

Eschka法+水素化物生成冷蒸気原子吸光法(HGAAS)

→ As, Se, Sb(米、豪など、最大3種)

灰のHCl+HNO₃+HF 分解と原子吸光法(AAS)

→ Ba, Be, Cr, Co, Li, Mn Ni, Pb, Sr, V, Zn (米、豪など、最大11種)

灰のHCl+HNO₃+HF分解等とICP-AES/MS法

→ As, Be, Bi, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Th, U, V, Zn(米、豪など最大16種)

*ICP法を用いる場合、多成分の同時分析が可能であるが、ホウ素等については単元素の従来型の分析法を併用してデータ取得する必要あり。

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 石炭中の微量成分分析

石炭中の微量成分分析の手順

- ① 石炭を粉砕し、適量を採取
- ② 試薬(酸、アルカリ)を加え分解・完全溶液化
- ③ 分析装置に溶液を注入、測定

従来法には課題が多い

従来の石炭溶液化手順の課題

- ・ 比較的安全な試薬を使用する方法は感度が低い
 - ・ マイクロ波加熱により分解効率を高める方法でも腐食性の高い試薬※が必要
 - ・ 標準化がされていない
- ※:フッ酸(HF)、過塩素酸(HClO₄)など

産総研(AIST)法の利点

- ・ 産総研法 マイクロ波利用石炭前処理法+誘導結合プラズマ(ICP)法
- ・ 安全性 マイクロ波加熱を応用し、腐食性の高い試薬を使用せずに石炭を分解可能
- ・ 高感度 従来の方法より、高感度の分析が可能

本事業での位置づけ

産総研法による石炭の
微量成分分析の実施

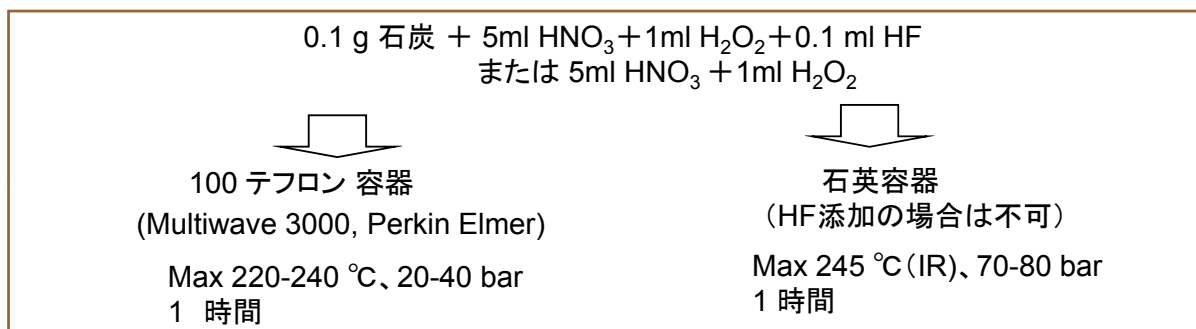
- ① コールバンクの微量成分分析値としての利用
- ② 微量成分分析のデータを蓄積し、ISO標準化に資する



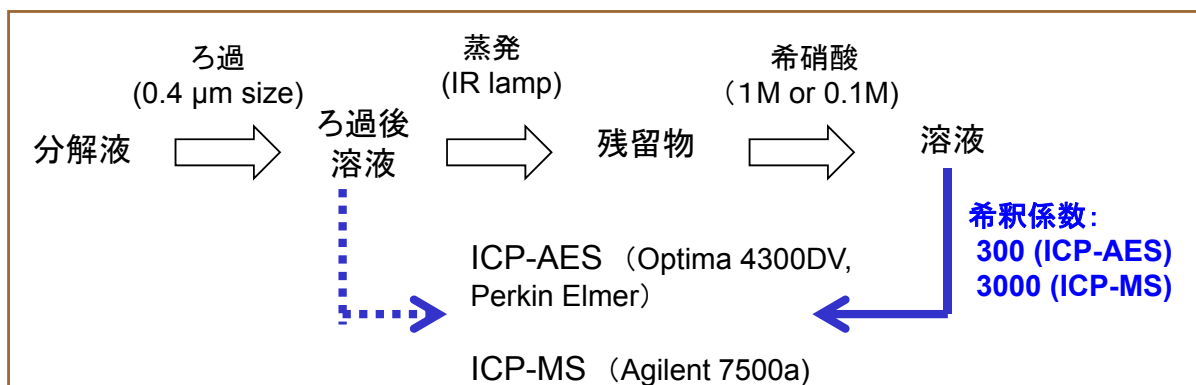
3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 前処理の手法

● マイクロ支援石炭分解



● 分析用溶液



13

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積 標準試料SRM1632c中の微量金属の分析結果

元素	参照値 (μg/g-coal)	HNO ₃ +H ₂ O ₂ +HF		HNO ₃ +H ₂ O ₂	
		分析値 (μg/g-coal)		分析値 (μg/g-coal)	
		ICP-AES	ICP-MS	ICP-AES	ICP-MS
Li	8	na	7.69 ±0.03	na	8.6 ±0.2
Be	1	0.88 ±0.02	1.01 ±0.03	0.92 ±0.06	1.04 ±0.04
V	23.7 ±0.5	23.0 ±2.1	23.1 ±0.2	21.7 ±0.7	24.9 ±0.2
Cr	13.7 ±0.1	13.1 ±0.9	13.7 ±0.4	12.3 ±0.2	15.0 ±0.3
Mn	13.0 ±0.5	12.0 ±1.3	13.3 ±0.1	11.8 ±0.1	14.1 ±0.1
Co	3.5 ±0.2	4.1 ±0.3	3.30 ±0.03	3.7 ±0.2	3.56 ±0.03
Ni	9.3 ±0.5	10.4 ±1.0	10.6 ±0.2	10.0 ±0.5	11.7 ±0.3
Cu	6.0 ±0.2	4.7 ±0.9	5.9 ±0.2	4.6 ±0.4	6.3 ±0.2
Zn	12.1 ±1.3	12.3 ±4.0	15.2 ±0.5	14.7 ±3.7	15.7 ±0.3
Ga	3	4.03 ±0.08	3.69 ±0.04	3.8 ±0.1	4.11 ±0.06

緑字: 認証値 (certified value)

分解温度: 220°C

na: 分析値なし

—: 検出限界以下

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積
標準試料SRM1632c中の微量金属の分析結果

つづき (SRM1632c)

元素	参照値 ($\mu\text{g/g-coal}$)	HNO ₃ +H ₂ O ₂ +HF		HNO ₃ +H ₂ O ₂	
		分析値 ($\mu\text{g/g-coal}$)		分析値 ($\mu\text{g/g-coal}$)	
		ICP-AES	ICP-MS	ICP-AES	ICP-MS
As	6.2 \pm 0.2	5.8 \pm 0.5	6.0 \pm 0.1	5.4 \pm 0.2	6.4 \pm 0.1
Se	1.33 \pm 0.03	—	1.6 \pm 0.4	—	1.4 \pm 0.6
Rb	7.5 \pm 0.3	na	6.90 \pm 0.05	na	7.31 \pm 0.02
Sr	63.8 \pm 1.3	59.6 \pm 1.2	na	50.3 \pm 0.5	na
Cd	0.072 \pm 0.007	0.22 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.25 \pm 0.01	0.13 \pm 0.02
Cs	0.594	na	0.65 \pm 0.02	na	0.68 \pm 0.01
Ba	41.1 \pm 1.6	37.8 \pm 1.4	na	34.3 \pm 2.0	na
Pb	3.79 \pm 0.08	2.9 \pm 0.2	4.0 \pm 0.1	2.77 \pm 0.01	4.3 \pm 0.1

緑字: 認証値 (certified value)

分解温度: 220°C na: 分析値なし —: 検出限界以下

フッ酸 (HF) の添加が不要

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積
微量元素の分析データの収集

- ・ 産総研法による分析
 - ICP法で測定可能な元素を対象
 - H19までに10炭種データベース化
 - H20: 30炭種取得済み(計40炭種)
 - H21~: Hg分析値のクロスチェック
- ・ JIS/ISO化に向けた国内外機関との連携
 - 豪州 (AS)、米国 (ASTM)、オランダ (NEN)等
 - 国内大学・研究機関

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量元素成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積
ISO/TC27における推移

FDIS 23380 Guide to the trace elements in coal

- ・ SC5/WG8で審議。2005年東京会議で日本提案の分析方法をガイドへ取り込むことになり、FDIS投票時にAnnex Bに盛り込まれていた。2007年ロッテルダム会議では、特定の方法のみを記載するのは、ガイドの性格にそぐわないとの意見が多数を占め、Annex Bは削除することが決議された。
- ・ 他案件の紛糾から決議が凍結されている間に、プロジェクトリーダーのメールによる討議が提起され、本プロジェクトはガイドであることから、広く手法を記載するべきとの合意が形成され、産総研法がAnnex Bに記載された、ほぼもとの形で再度FDIS投票が行われることとなった。
- ・ *ISO23380:2008、2008年10月2日付で発行*
 - *Selection of methods for the determination of trace elements in coal*

17

3. 研究開発成果

(b)石炭中微量元素成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積
本事業の将来展開

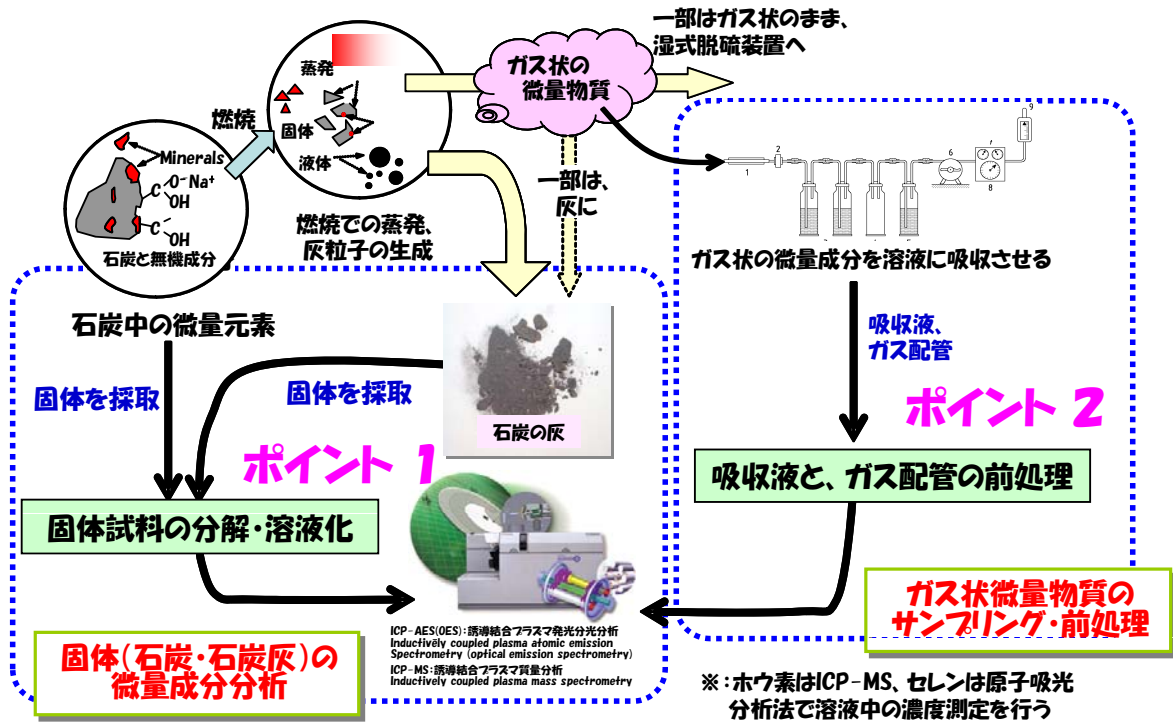
- ISO23380:2008の本規格案策定
 - 関係機関によるクロスチェック
 - 産総研コールバンクからの共通試料の活用
 - 米国・豪州・オランダ等の各国機関との研究協力
 - ラウンドロビンテスト
- JIS規格化への活動
 - ロッテルダム会議の議論から
 - 国内規格の後ろ盾重要
 - 国内の関係研究機関との連携

18

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

石炭中微量成分とガス状B、Seの分析・測定技術開発のポイント



19

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✚ ガス状ホウ素の測定法について

○最適サンプリング手法の構築

- 配管に石英ガラスまたはPTFEを用い、130℃以上に加熱保温した場合、配管、フィルター、捕集灰へのホウ素の付着、吸着は見られない。

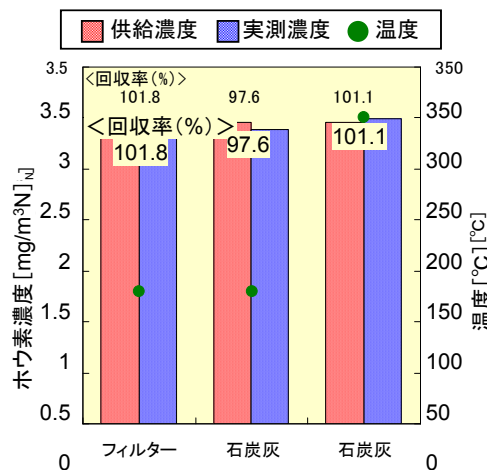


図 測定に及ぼす配管温度の影響
(石炭燃焼排ガス, 吸収液: 硝酸酸性過酸化水素水)

20

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✚ ガス状ホウ素の測定法について

○精度の検証およびISOへの提案

- 最適化した測定法は排ガス中のガス状ホウ素を高精度に測定可能である。
- ISOのNWIへ提案すると共に、本採用に向けた不確かさ等のデータを取得した。

○今後の展開

- ISOの本採用に必要なデータ(測定業者間の誤差等)を蓄積すると共に、国内標準化に向けた準備を行う。

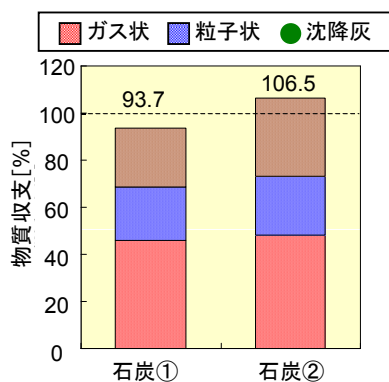


図 測定法の精度
(石炭燃焼排ガス, 物質収支)

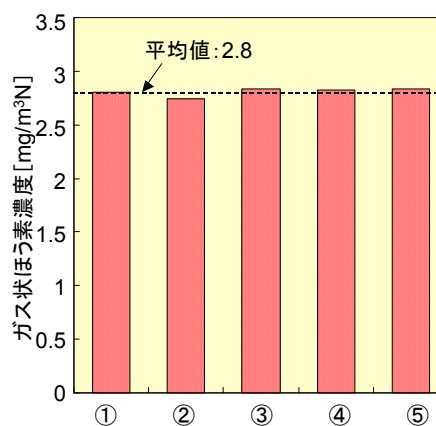


図 ホウ素測定法の不確かさ(繰り返し性)
(石炭燃焼排ガス)

21

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✚ ガス状セレンの測定法について

ガス状セレン測定法について、以下の項目を検討した。

- ①測定法の問題点の明確化
- ②その問題点の対策技術の検討

22

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✦ ガス状セレンの測定法について

○問題点の明確化

➤ 排ガスサンプリング後の配管を、配管ごと固体中セレンの分析方法にて定量した結果、配管からもセレンが検出され、サンプリング時にガス状セレンが配管へ付着することが明らかとなった。

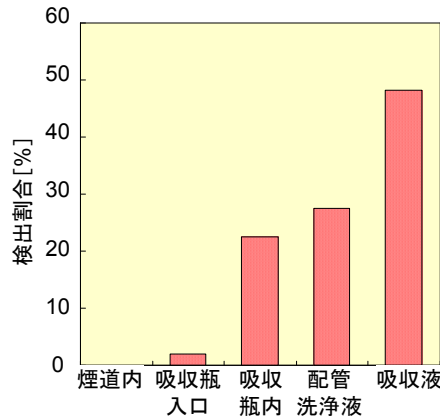


図 セレン検出割合

※検出割合: 検出された全セレン量に対する割合。

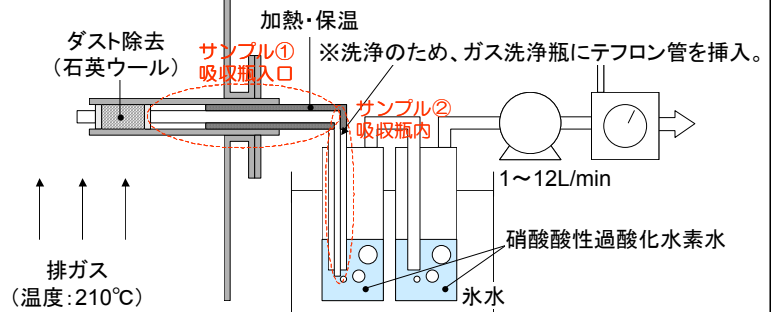


図 燃焼排ガスからのサンプリング装置

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✦ ガス状セレンの測定法について

○問題点の明確化

➤ 排ガスサンプリング後の配管を、配管ごと固体中セレンの分析方法にて定量し、測定精度を検討した結果、 $100 \pm 10\%$ 程度の精度であった。

→測定法の問題点は、サンプリング時におけるガス状セレンの配管への付着であることが明らかとなった。

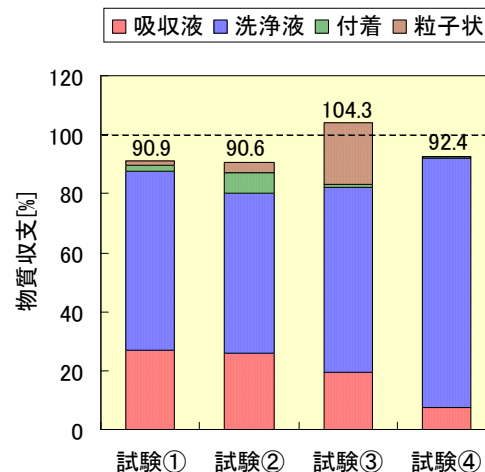


図 測定法の精度

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✚ ガス状セレンの測定法について

○対策技術の検討

➤ 対策技術として、付着セレンに及ぼすサンプリング配管の材質、および加熱保温温度の影響を検討した。その結果、配管に石英ガラスまたはPTFEを用い、配管を200℃以上に加熱保温した場合、200℃加熱部への付着は見られないが、低温となる吸収瓶内の配管への付着は生じる。

→高精度の測定するためには、付着したセレンを定量する必要がある。

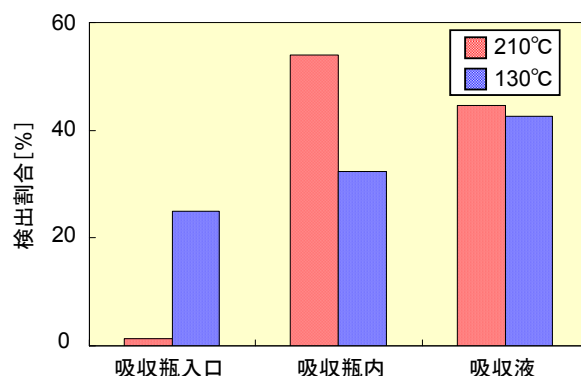


図 測定に及ぼす配管温度の影響

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 最適サンプリング手法の構築

✚ ガス状セレンの測定法について

○標準化に向けた課題

➤ 標準化に適したサンプリング時に配管へ付着したセレンの回収方法の確立。

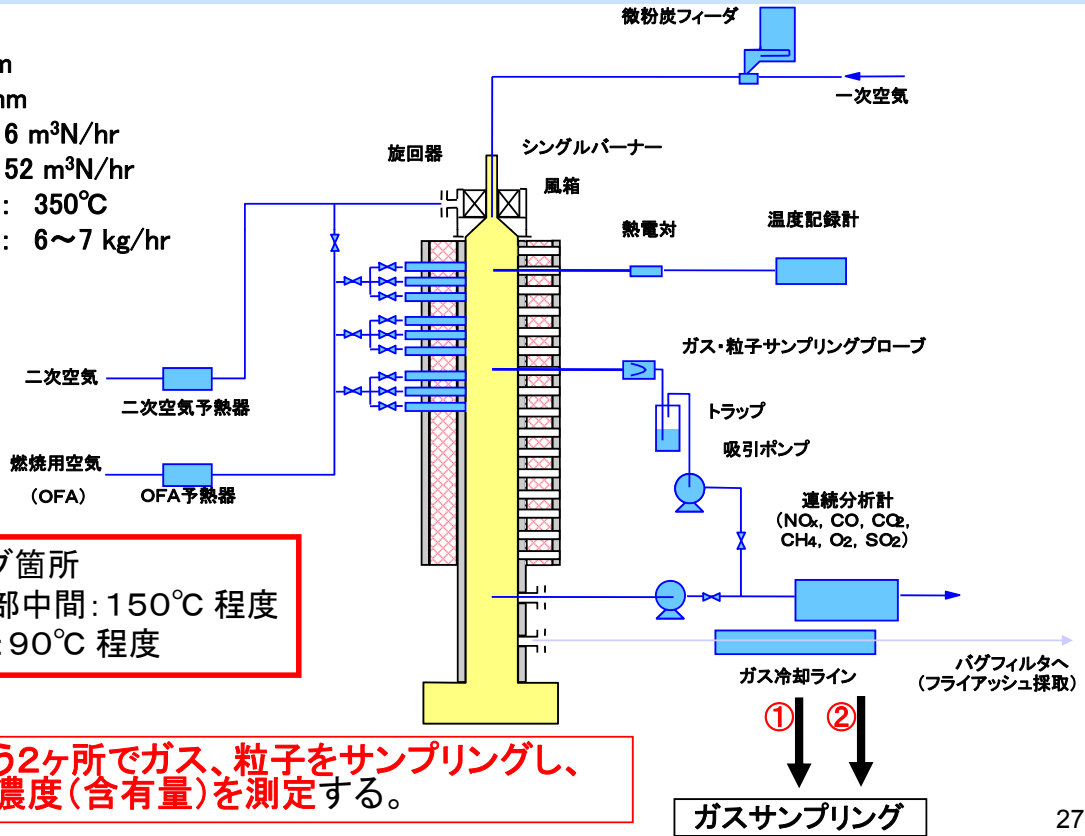
○今後の展開

➤ 付着セレンの回収方法を用いた測定法の測定精度の検証等、標準化に必要なデータを蓄積し、平成23年度までにISOへの提案を図る。

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 分析手法の実ガスへの適用性評価

内径： 300 mm
 炉長： 2800 mm
 一次空気量： 6 m³N/hr
 二次空気量： 52 m³N/hr
 空気予熱温度： 350°C
 石炭供給速度： 6~7 kg/hr



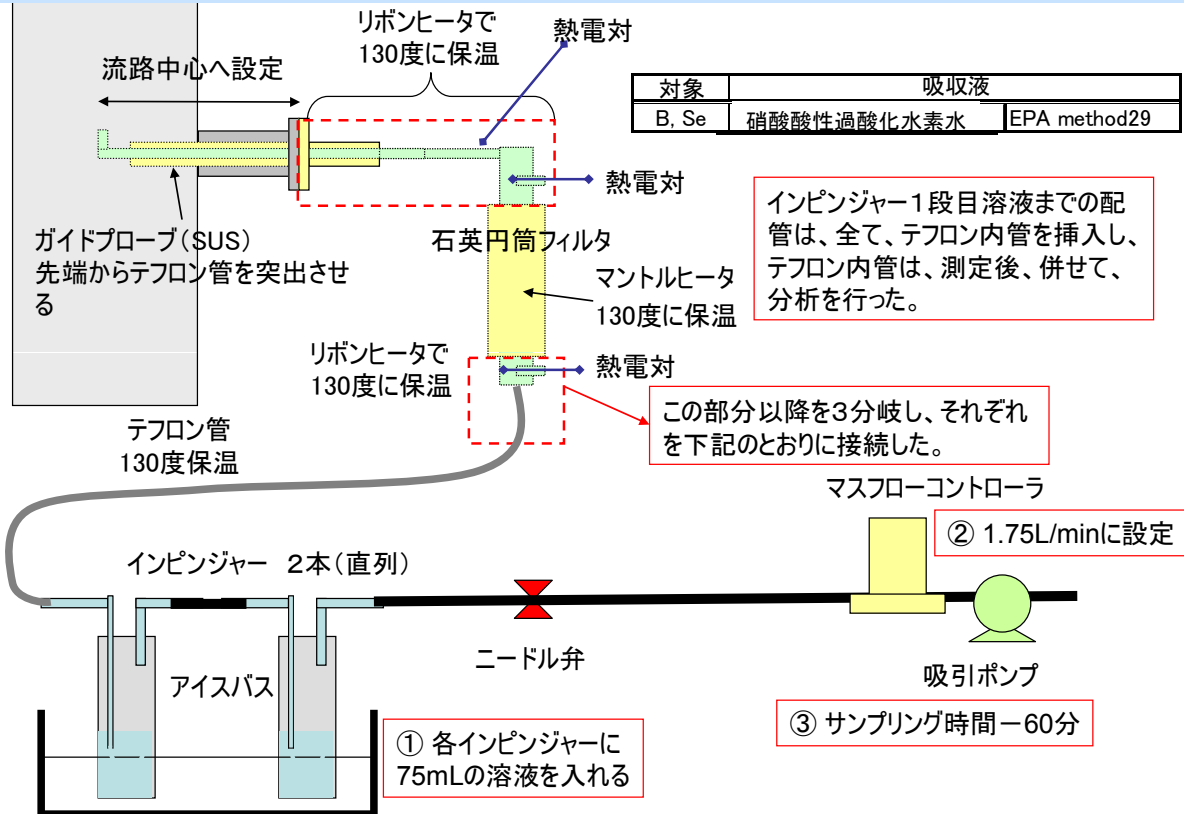
サンプリング箇所
 ガス冷却部中間：150°C 程度
 バグ入口：90°C 程度

温度の違う2ヶ所でガス、粒子をサンプリングし、
 微量成分濃度(含有量)を測定する。

① ②
 ↓ ↓
 ガスサンプリング

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 分析手法の実ガスへの適用性評価



インピンジャー1段目溶液までの配管は、全て、テフロン内管を挿入し、テフロン内管は、測定後、併せて、分析を行った。

この部分以降を3分岐し、それぞれを下記のとおり接続した。

① 各インピンジャーに75mLの溶液を入れる

③ サンプリング時間-60分

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 分析手法の実ガスへの適用性評価

中国産の瀝青炭で実施した

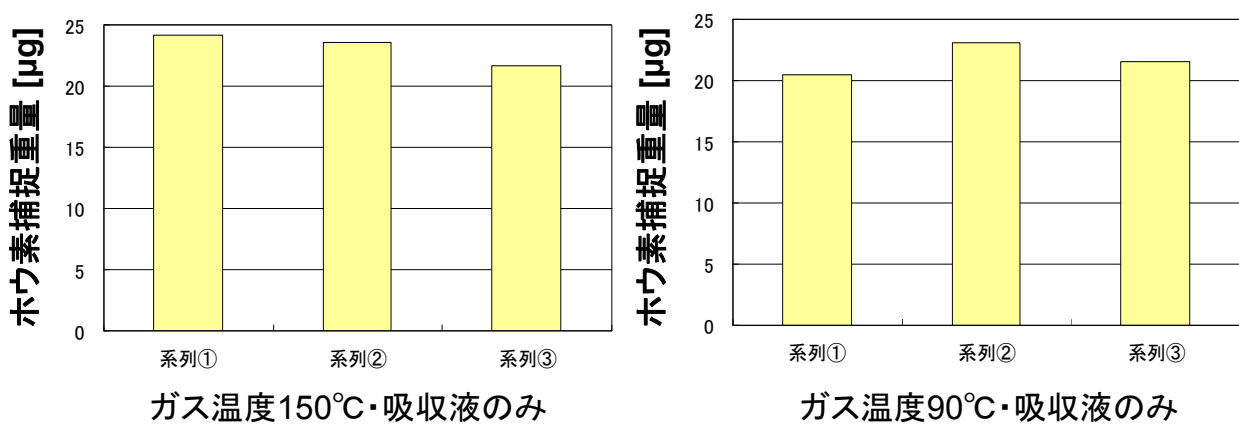
炭種名	瀝青炭C
産炭地	中国
セレン [mg/kg,DB]	(0.65)
ホウ素 [mg/kg,DB]	(45)
燃料比 [-]	2.19

豪州炭に比較して、燃料比が高く、また、灰中のFeO分が多いなどの特徴がある。

29

3. 研究開発成果

(c) ガス状微量成分の高精度分析手法の開発 分析手法の実ガスへの適用性評価



瀝青炭C

2箇所のガス採取部での各3系列について、上記の分析結果を得た。

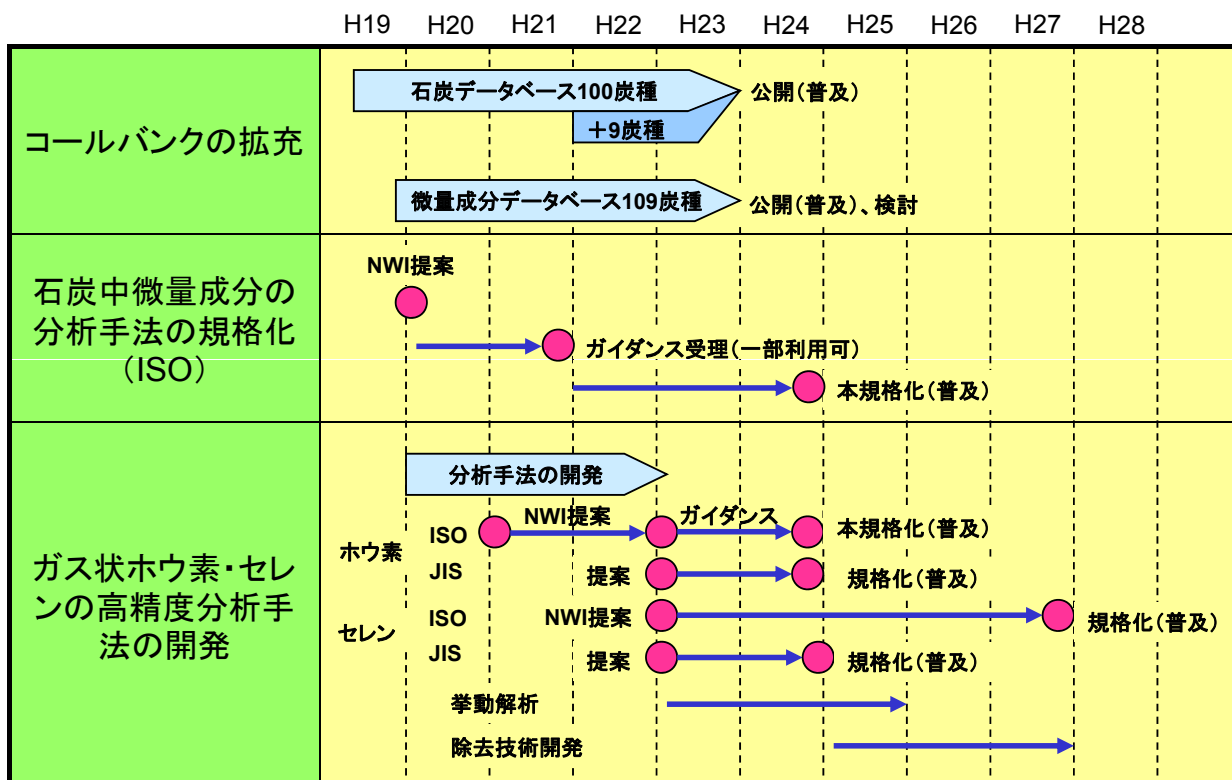
※:分析値は、溶液中のホウ素量を示している。

これらの結果、異なる試験炉においても、同様の方法でのガス状ホウ素測定が可能であることを確認した。

3. 研究開発成果 成果の最終目標の達成可能性

項目	最終目標	達成見込み	課題と進捗
コールバンクの拡充	石炭データ： 109炭種 微量データ： 109炭種	○	コールバンクのデータベースのさらなる拡充を目指し、コールバンクの既存一般分析に加えて、産総研法による微量成分分析を行いデータベースの更なる拡充を産総研との共同実施にて進める。
石炭中微量成分の分析手法の規格化	ISO規格提案	○	AIST法による国際標準の確立のために、国際ラウンドロビンテスト等を通じ、精度、再現性、操作性等の検証を順次進める。 必要な他の組織とも共同して、石炭中微量成分の分析方法の標準規格制定 (ISOまたはJIS) に向けた作業を継続する。
ガス状ホウ素・セレンの規格化	ISO規格提案 JIS規格提案	○	ガス状ホウ素の測定法に関しては、NWIが採択された場合、採択されなかった場合のそれぞれの対応を行うとともに、日本工業規格 (JIS) への提案に向けて、必要なデータを蓄積し、規格化を目指す。 ガス状セレンの測定法については、データを蓄積し、開発した測定法を平成23年度までにISOへの提案を図る。

4. 実用化の見通し 成果の実用化可能性—実用化のシナリオ



(エネルギーイノベーションプログラム)
「戦略的炭炭ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT)」
 <Strategic TEchnical Platform for Clean Coal Technology>

(中間評価)

(2007年度～2011年度 5年間)

6. プロジェクト詳細説明資料 (公開) ②

- (1) 石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発
 ② 高度除去技術

2009年8月6日(木)

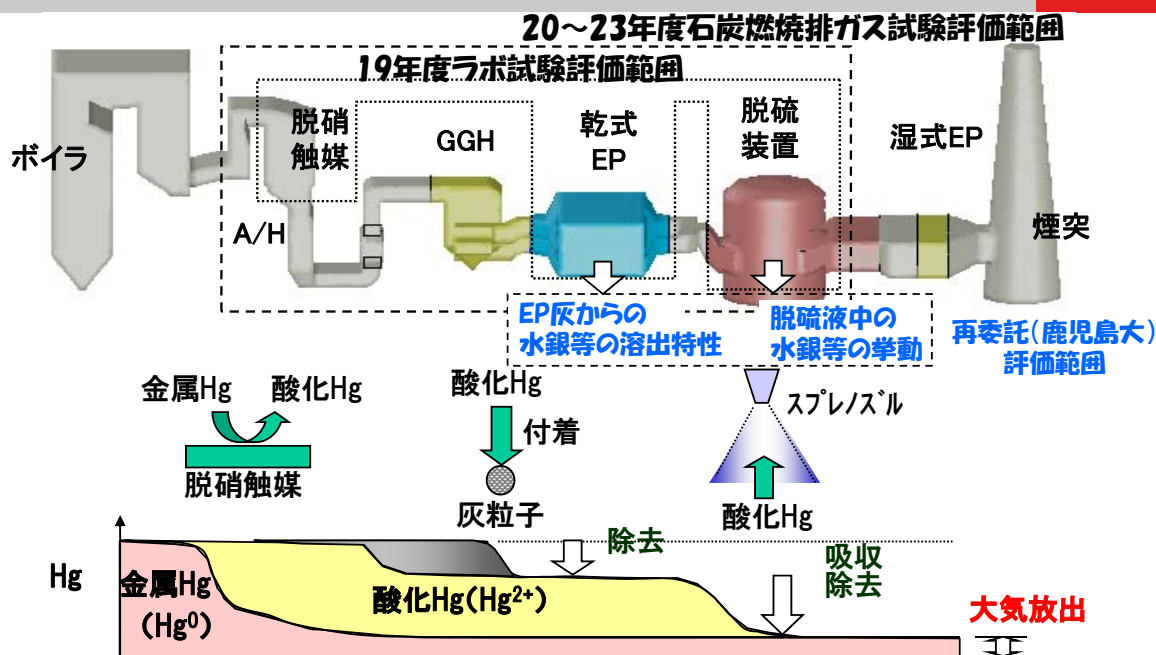
バブコック日立(株)

Babcock-Hitachi K.K.

6. プロジェクト詳細説明

石炭焚ボイラ排ガス中の水銀挙動

HITACHI
Inspire the Next



- ・火炉(ボイラ)で石炭中の水銀は、**除去が困難な金属Hg**として排ガス中に放出される。
- ・脱硝触媒部で金属水銀の一部が灰に付着しやすく、水に溶けやすい**酸化状Hg**に変換
- ・酸化状Hgは、**EP部で灰に付着し除去**、**脱硫部で脱硫吸収液に吸着し除去**
- ・水銀高度除去のために、各機器での水銀除去特性を明確にする必要有り。

Babcock-Hitachi K.K.

事業原簿 63頁

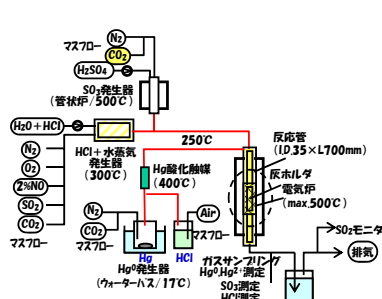
項目	試料名		カナダ		国内使用炭	中国炭	
	ベース	単位	コールパレー	クインサム	サクソール炭	例	
高位発熱量	気乾	kJ/kg	25,970	28,870	29,620	32,447	
全水分	到着	%	6.99	5.08	8.35		
工業分析	気乾試料水分	気乾	6.41	4.05	2.44	1.6	
	揮発分	無水	36.96	37.94	33.29	40.9	
	固定炭素	無水	51.86	53.34	55.21	52.9	
	灰分	無水	11.18	8.72	11.5	4.6	
元素分析	C	無水	69.22	73.22	73.26	81.2	
	H	無水	4.26	4.55	4.63	5.64	
	O	無水	14.28	12.1	8.39	7.1	
	N	無水	0.97	1.16	1.77	1.43	
	S	無水	0.26	0.46	0.45	3.65	
	灰中S	無水	%	0.17	0.21	0.01	
	Cl	無水	mg/kg	25	330	170	
	F	無水	mg/kg	70	60	50	
	Hg	無水	μg/kg	28.3~40.9	26.9~66.8	14.0~36.2	100~200
	水銀発生量*1 (石炭中の全水銀が放出した場合) (μg/kWh)			10.6~15.3	9.1~22.5	4.6~19.7	30~60
目標値3μg/kWhを達成するための除去率 (%)			71.6~80.4	66.9~86.7	34.8~84.8	90~95	

$$*1: \text{水銀発生量 (μg/kWh)} = \frac{\text{石炭中Hg濃度 (μg/kg)}}{\text{石炭中発熱量 (kWh/kg)} \times \text{発電効率 (37\%)}}$$

・石炭中水銀濃度によって、必要な除去率が異なるが、安定に3μg/kWhを達成するには**除去率85%**が必要。(中国炭の場合は、さらなる高度除去及び中国産出炭の調査が必要)

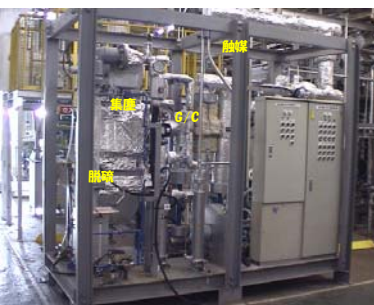
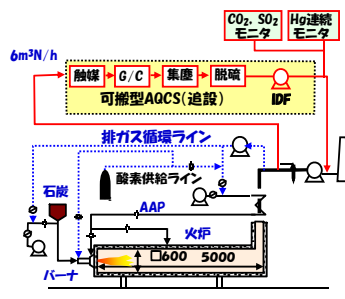
ラボ試験装置

トータルガス量: 3~5L/min
水蒸気発生量: max.600mL/min



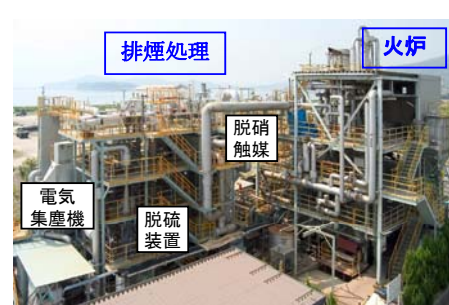
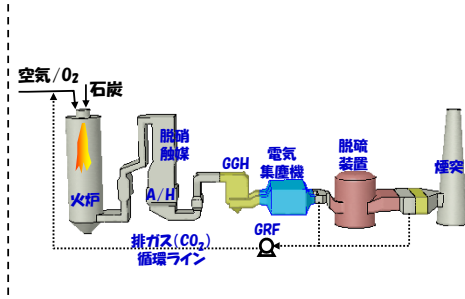
小型燃焼炉試験装置

石炭供給量 : ~ 50kg/h
排ガス量 : ~500m³/h



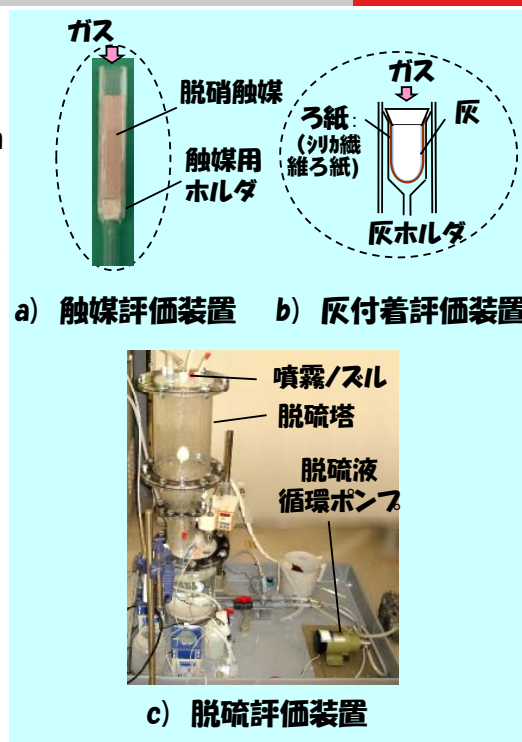
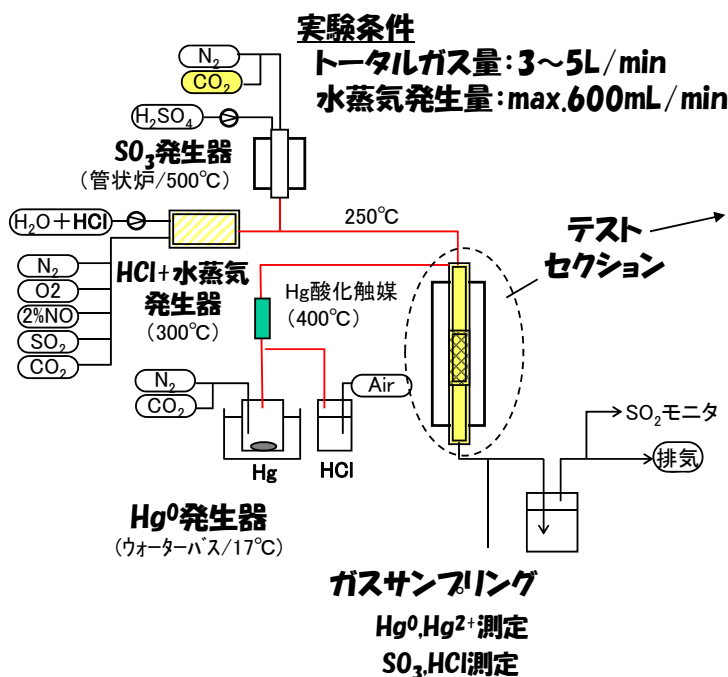
大型燃焼炉試験装置

石炭供給量: 120kg/h
排ガス量 : 1200m³/h



中間目標	試験内容 (年度)	項目	達成状況	評価
水銀排出量 3 μg/kWh	19~20年度	水銀除去システムの選定	小型炉試験により, 脱硝触媒+集塵器+脱硫装置 の組合せにより, 水銀排出量3 μg/kWh以下を確認	◎
	ラボ試験 (19年度)	触媒部酸化特性評価	HCl, SO ₂ 等の影響評価	○
		灰付着特性評価	温度, 未燃分等の影響評価	○
		脱硫液吸収特性評価	L/G, pH等の影響評価	○
		酸素燃焼時の評価	各機器の特性評価	○
		機器構成の検討	除去率向上構造を検討	○
	小型燃焼炉 (20年度)	触媒部酸化特性評価	3炭種での特性評価	○
		灰付着特性評価	3炭種, 温度等の影響評価	○
		脱硫液吸収特性評価	3炭種, L/G等の影響評価	○
		酸素燃焼時の評価	各機器の特性評価	○
	廃水処理技術 (19~20年度)	システムの評価	目標値を達成できる構成を提案	○
脱硫廃水中の有害元素除去技術		キレート繊維によりHg,B等の有害元素除去を確認	○	
		石炭灰中の有害元素除去	酸洗浄により有害元素除去を確認	○

◎:目標を上回る成果 ○:目標通りの成果



・石炭排ガスを模擬したガスを発生し、各テスト装置に供給し、水銀挙動を評価

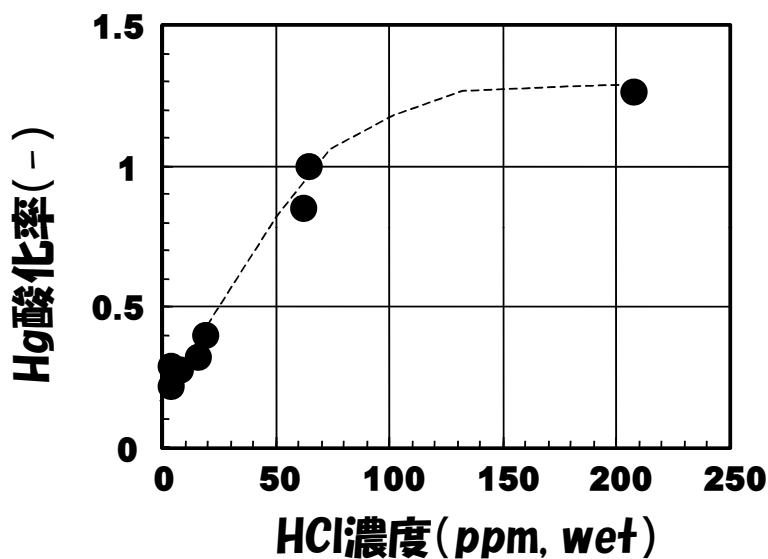


図 脱硝触媒部でのHg酸化特性

・触媒部での酸化率は、0～100ppmの範囲で排ガス中塩素濃度に大きく影響する。(一般に排ガス中の塩素濃度はこの範囲)

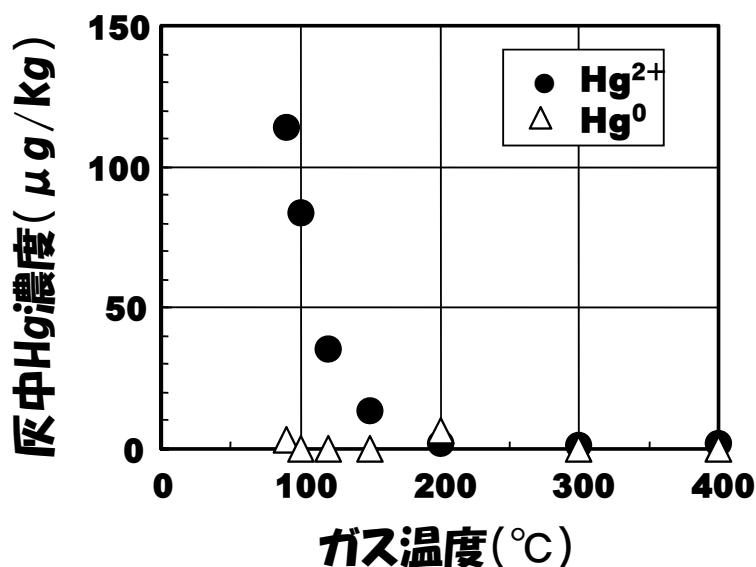


図 灰へのHg付着特性

・集塵器部でHg⁰は除去されない。
 ・Hg²⁺は、150℃以下で灰への付着量が増加する。
 (集塵器前にGGHを設置する方式が有効←水銀除去として世界初の技術)

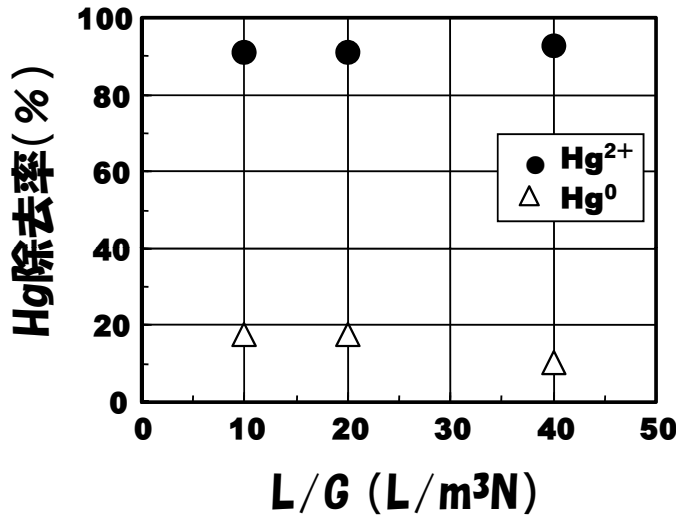
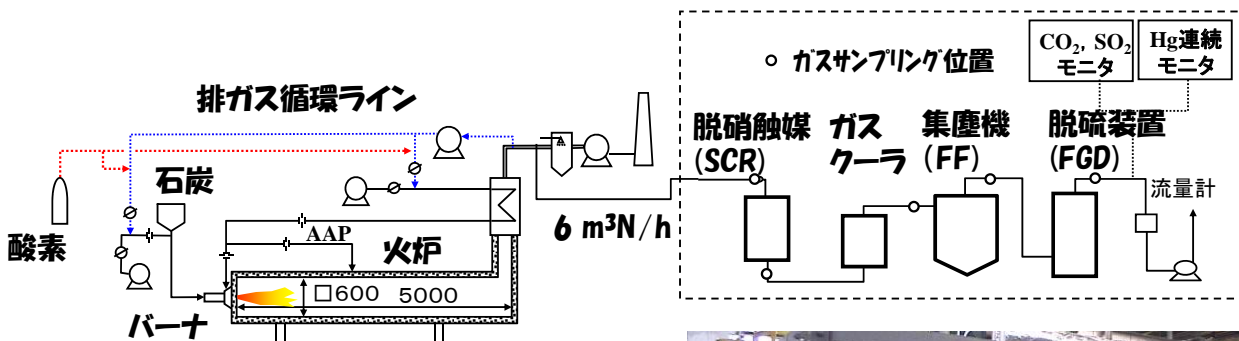


図 脱硫部でのHg除去特性

- ・脱硫部でHg⁰はほとんど除去されない。
- ・Hg²⁺は、90%以上が除去でき、L/Gの影響はほとんどない。

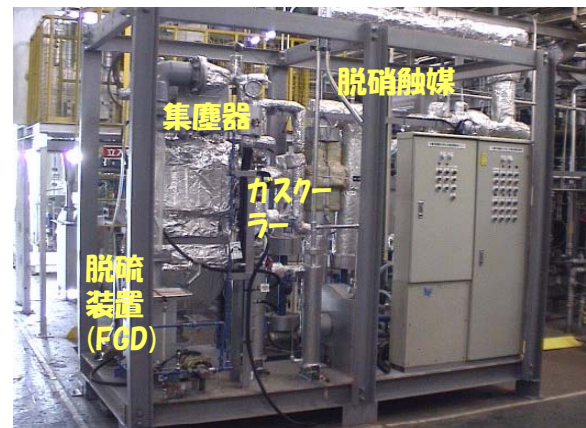
- ・集塵部、脱硫部で除去できるのは、Hg²⁺であり、高度水銀除去のためには、脱硝触媒部での水銀酸化率を高める必要がある。
- ・高度水銀除去システムとして、脱硝触媒+低温集塵器+湿式脱硫装置が有効。



小型燃焼炉仕様

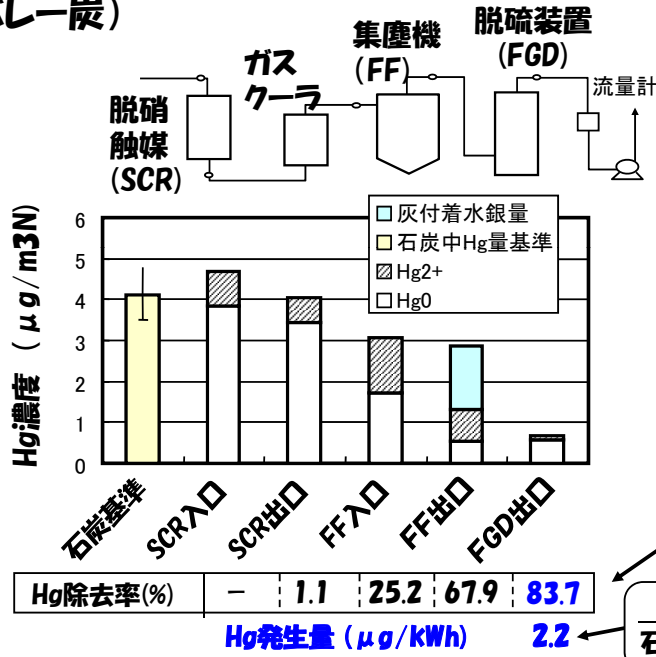
石炭供給量 ~ 50 kg/h
排ガス量 ~ 500 m³N/h

- ・小型炉燃焼排ガス(カナダ炭を含む3炭種)を小型排ガス処理装置に供給。
- ・各機器の排ガス中Hg濃度を分析し、実ガスでの水銀挙動を把握。
- ・各機器の運転条件を変化させ、水銀除去特性を把握
- ・小型燃焼炉を酸素燃焼運転し、その排ガスを使用して、同様の試験を実施。



小型排ガス処理装置

(コールバレー炭)

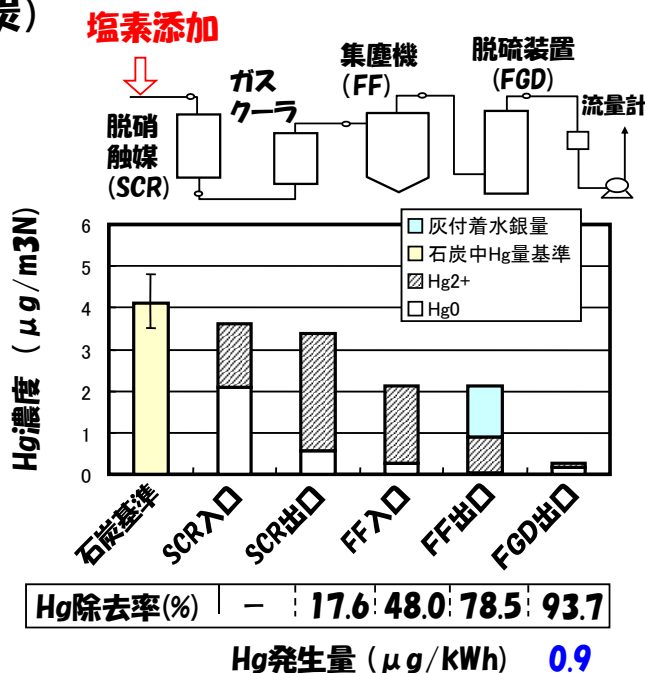


排ガス組成

H ₂ O	8.4 %
SO ₂	150 ppm
SO ₃	13 ppm
O ₂	3.0 %
HCl	2.5 ppm

- ・石炭中の水銀濃度は、±10%程度のばらつきあり。
- ・排ガス中の塩素濃度が低いため、脱硝触媒部での水銀酸化率が低い。
- ・そのため、システム全体での水銀除去率は、83.7%で有り、Hg発生量は目標値をぎりぎり達成。
- ・安定に目標値を達成するためには、触媒部の水銀酸化率を向上する必要有り。

(コールバレー炭)

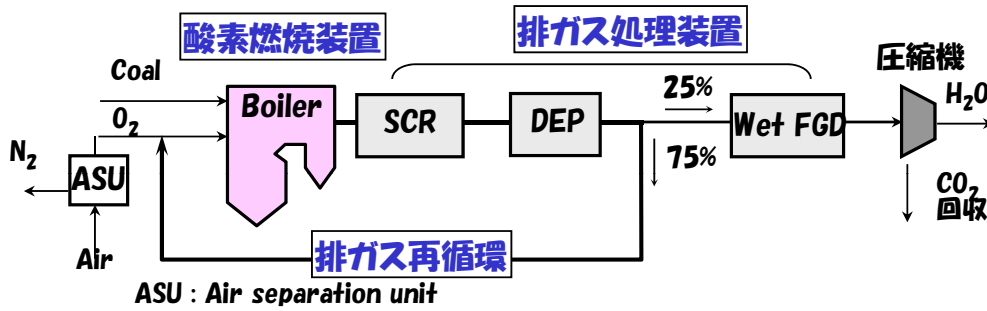


排ガス組成

H ₂ O	8.4 %
SO ₂	150 ppm
SO ₃	13 ppm
O ₂	3.0 %
HCl	120 ppm

- ・排ガス中への塩素添加により、脱硝触媒部の水銀酸化率が向上。
- ・酸化率向上により、システム全体でのHg除去率は93.7%まで向上し、Hg発生量も0.9μg/kWhと、目標値を達成。

酸素燃焼システムフロー



特徴

- ・空気の代わりに酸素を使用することで、排ガス中のCO₂濃度を90dry%以上に高め、直接圧縮、貯蔵する。
- ・酸素燃焼による火炉高温化を防止するため、燃焼排ガスをバーナ部に再循環する。
- ・CO₂圧縮機の腐食原因、漏洩時の人的被害の観点から、水銀除去が必要

排ガス組成(サクソンベール炭)

		通常燃焼時	酸素燃焼時 (循環比:0.75)
ガス組成	水分濃度	8.1	29.6 %
	ダスト濃度	3.1	5.9 g/m ³ N
	SO ₂ 濃度	353	1453 ppm
	SO ₃ 濃度	8.6	70.8 ppm
	O ₂ 濃度	3.6	6.6 %
	HCl濃度	13.7	46.1 ppm

・酸素燃焼 / 排ガス循環運転により、水分、SO₂、SO₃、HCl濃度が高濃度化

通常燃焼時

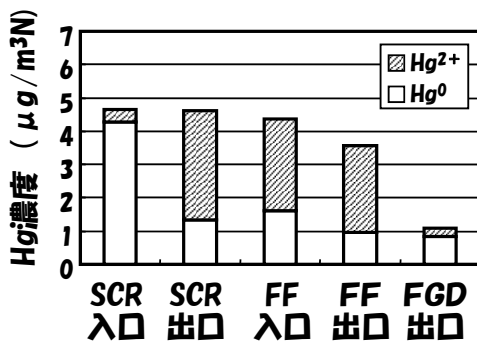


図 通常燃焼時における各機器における水銀挙動(サクソンベール炭) 塩素濃度: 13.7ppm

酸素燃焼時
(循環比:0.75)

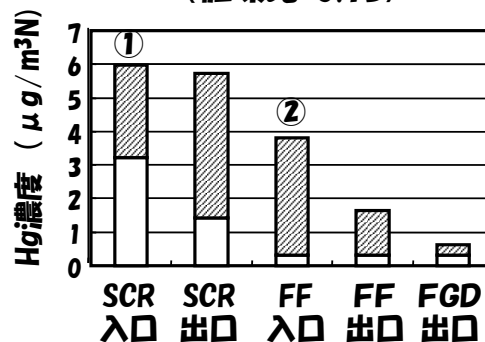
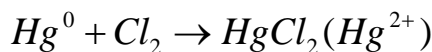


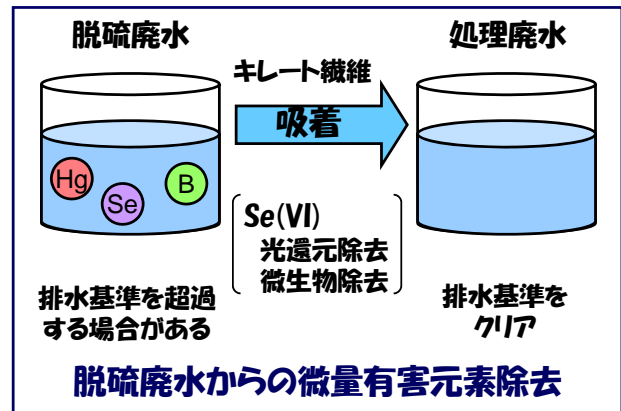
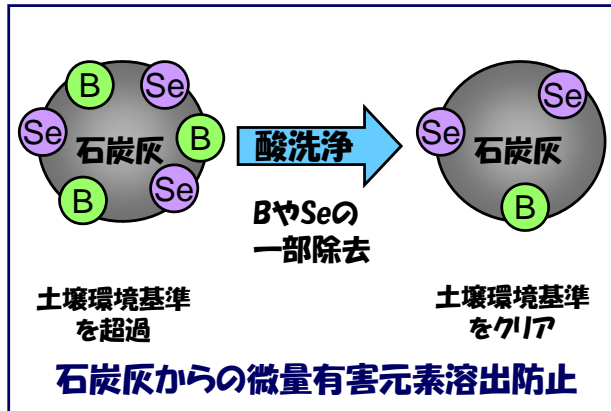
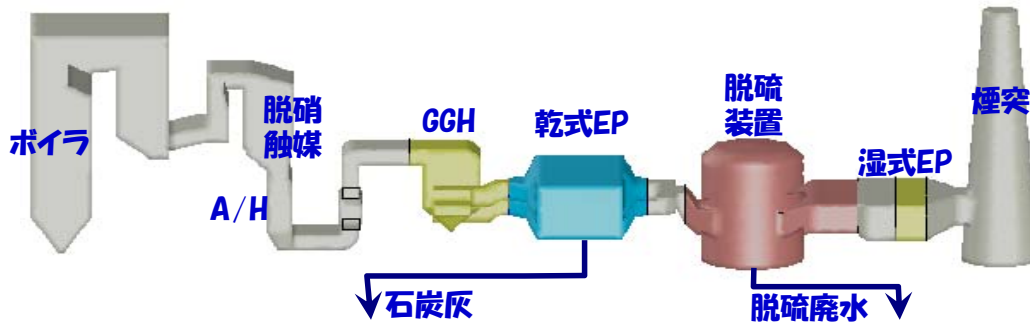
図 酸素燃焼時における各機器における水銀挙動(サクソンベール炭) 塩素濃度: 46.1ppm

・酸素燃焼時では、脱硝触媒(SCR)入口部(図①)及び集塵機(FF)入口部(図②)の水銀酸化率が増加。これは、排ガス中の塩素濃度が増加し、以下の水銀酸化反応が進行したためと考えられる。



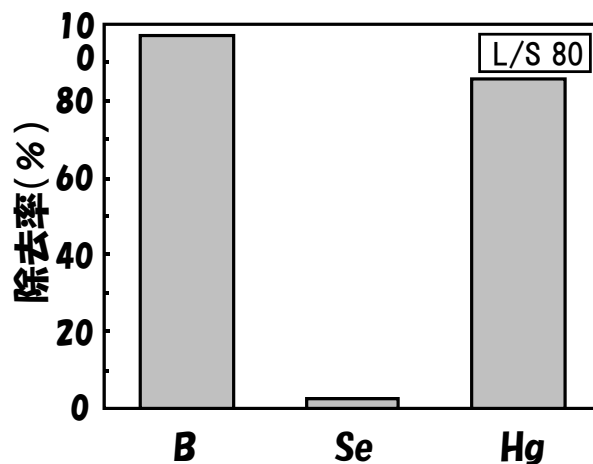
- ・集塵機(FF)、脱硫装置(FGD)における酸化状水銀(Hg²⁺)の除去挙動は、空気燃焼と同じ。
- ・上記の理由により、酸素燃焼時は、通常燃焼時に比べ、高い水銀除去率となると考えられる。

石炭利用プロセスにおける微量成分排出に関する廃水処理技術の開発 (鹿児島大学)



脱硫廃水中の水銀等有害微量元素の分析と廃水処理技術の開発

- ・小型燃焼炉試験で得られた脱硫廃水を模擬した模擬廃水を用いた試験を実施。
- ・キレート繊維を用いることで、B、Hgを80%以上除去できることを確認。



- ・除去が困難なSe(VI)は、光触媒還元法により除去できることを確認。

石炭灰からの有害微量元素の溶出挙動解析

(1)石炭灰(小型燃焼炉灰など)からの溶出試験結果(環境庁告示46号)

・B, Seが土壤環境規準を超過。埋立基準は満足。

単位 : mg/L

溶出元素	A1-PR	A1-PA	A1-IL	A2-03	A2-04	土壤環境基準	埋立基準
As	N.D	0.007	N.D	N.D	N.D	0.01	0.3
B	1.3	96.2	73.3	161	82.6	1	
Cd	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	0.3
Cr	N.D	0.16	0.22	0.26	0.088	0.05(6価)	0.3(6価)
Hg	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.0005	0.005
Pb	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	0.3
Se	N.D	0.004	0.1	0.004	0.005	0.01	0.3

(2)酸洗浄の効果

・0.1 M HClにより洗浄処理をした灰は、B, Seの溶出が大きく抑えられた。

特許出願状況

出願日	出願番号	名称
2009.02.02	P2009021630	石炭焚ボイラの排ガス処理装置

他5件出願準備中

社外発表等

日付	発表機関	タイトル
2009.4.23~24	MEC6(Mercury Emissions from coal, 6th International Experts Workshop)	Advanced AQCS for Controlling Mercury

今後の予定

	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
ラボ試験	[Bar chart showing preparation and testing phases across H19 to H23]				
小型燃焼炉試験	[Bar chart showing preparation and testing phases across H19 to H23]				
大型燃焼炉試験	[Bar chart showing preparation and testing phases across H19 to H23]				
廃水処理技術の開発	[Bar chart showing development phases across H19 to H23]				

成果の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成23年度末)	達成見通し
水銀高度除去	排出量 $3\mu\text{g}/\text{kWh}$ を可能とする排煙処理システムの開発	小型燃焼炉を使用した試験で目標値を達成できる見通しを得ており、21~23年度の実機構成と同様の燃焼一貫設備試験により最終目標は達成可能と考えられる。

成果の意義

・石炭焚火力発電所から排出される水銀は、北米だけでなく、近年、エネルギー使用量が急増している中国、インド等においても、重要な問題となっており、これらの地域への技術転用可能なものである。

・CO₂削減技術の一つとして注目されている酸素燃焼石炭焚火力においても、CO₂圧縮機の腐食原因及び圧縮ガス漏洩時の人的被害の観点から、水銀除去が必要であり、本研究は、これら次世代火力システムにおいても重要となる。

(1) 成果の実用化可能性

- ・カナダ、米国等では発電所から排出される水銀量の規制強化が進んでおり、本研究の成果をPRすることで、実用化の可能性は高い。
- ・石炭焚火力の増設が急ピッチで進んでいる中国、インド等においても、本技術の転用が可能である。

(2) 事業化までのシナリオ

▲:基本原理確認 ●:基本技術確立

●:基本技術確立

	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ~	2015 ~	2020近傍
高度除去技術 (通常燃焼)	ラボ、小型炉試験		▲	大型炉試験	●	実用化検討 →	事業化検討 →	高度除去の 事業化
高度除去技術 (酸素燃焼)	ラボ、小型炉試験		▲	大型炉試験	●	実用化検討 →	事業化検討 →	

(3) 波及効果

本研究は、石炭焚発電所から排出される石炭灰、脱硫石膏を利用する分野等に関連する。

(エネルギーイノベーションプログラム)
「**戦略的**石炭ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT)」
<Strategic TEchnical Platform for Clean Coal Technology>

(中間評価)

(2007年度～2011年度 5年間)

6. プロジェクト詳細説明資料 (公開) ③

(2) 次世代高効率石炭ガス化技術開発

2009年8月6日(木)

(株) I H I

(独)産業技術総合研究所

(財)石炭エネルギーセンター

1

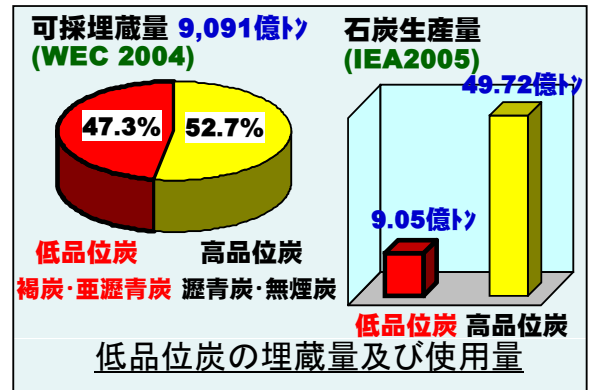
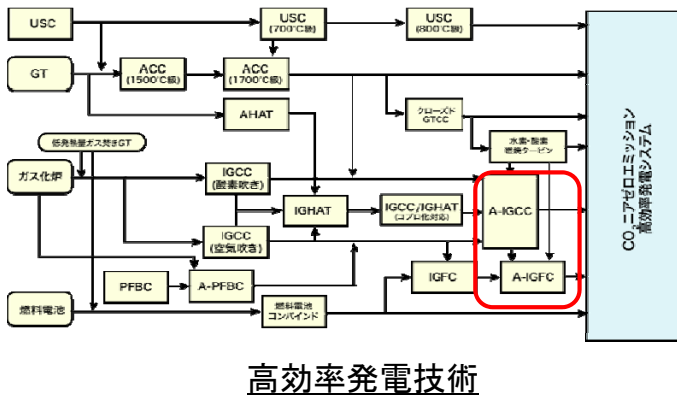
目次

- (1) 研究開発の背景
- (2) 次世代ガス化システムコンセプト、概要
- (3) 研究開発課題と目標
- (4) 個別研究開発目標(中間目標)の達成度
- (5) 成果概要
 - ① システム
 - ② 低温ガス化
 - ③ 流動
 - ④ 触媒
- (6) 特許、論文発表
- (7) 成果の実用化について

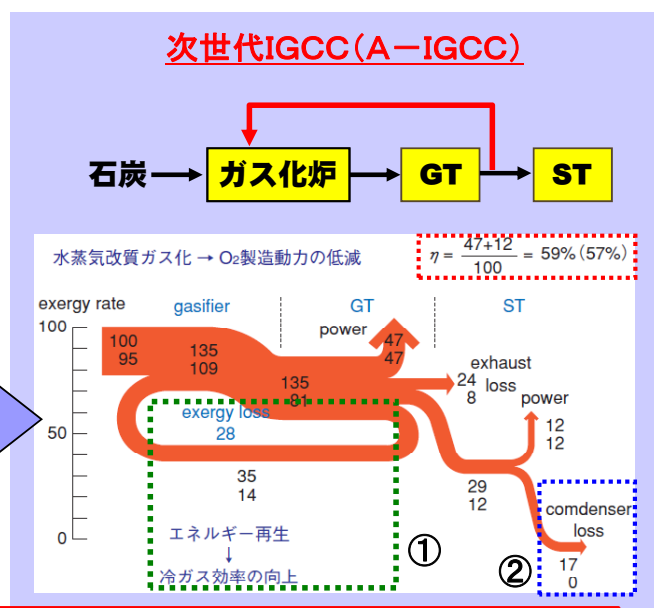
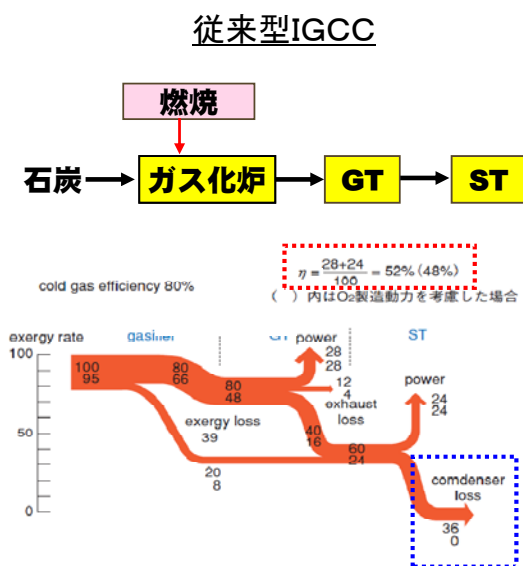
2

(1) 研究開発の背景

- 既存IGCC技術のさらなる高効率化によるCO₂排出量削減
 - 未利用石炭(低品位炭)の利用促進
- 低品位炭の利用が可能な次世代型IGCC/IGFC(アドバンスド-IGCC/IGFC)の基盤技術構築が必要。

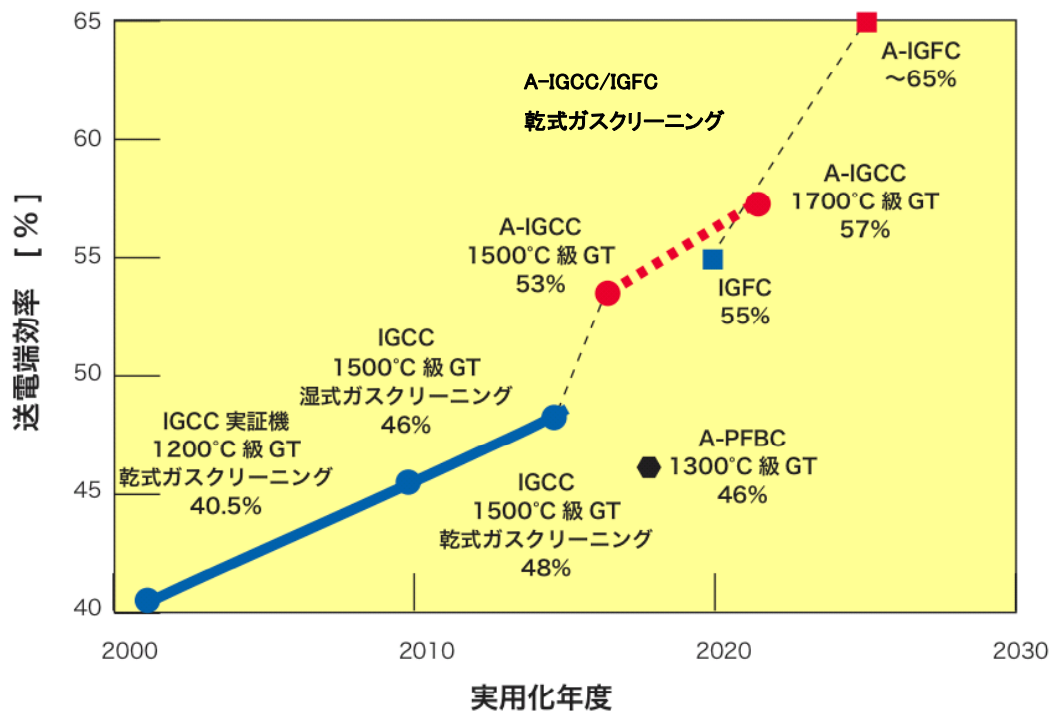


(2) 次世代ガス化炉(A-IGCC)コンセプト

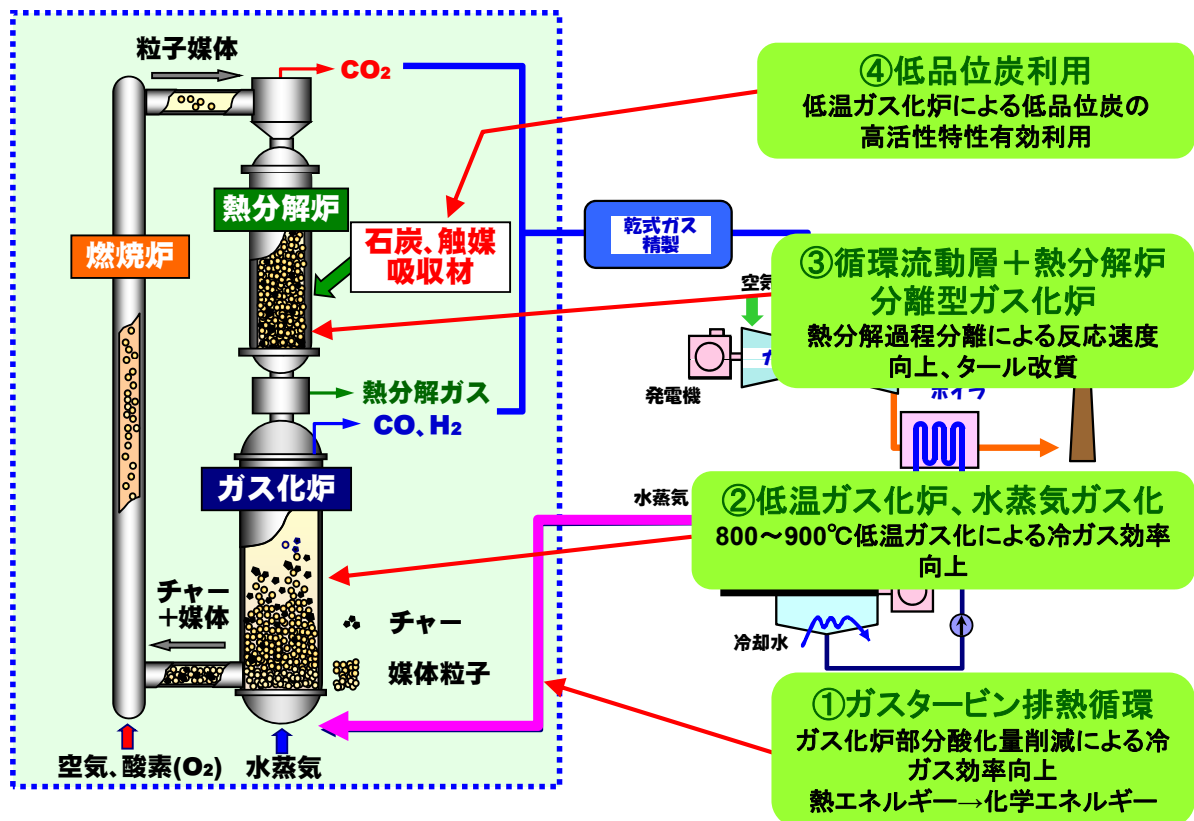


- ①ガスタービン排熱の再生利用によるガス化効率(冷ガス効率)向上
 - ②蒸気タービン比率の低減による復水器排熱ロスの低減
- 総合効率で従来よりも最大9%の効率向上が可能

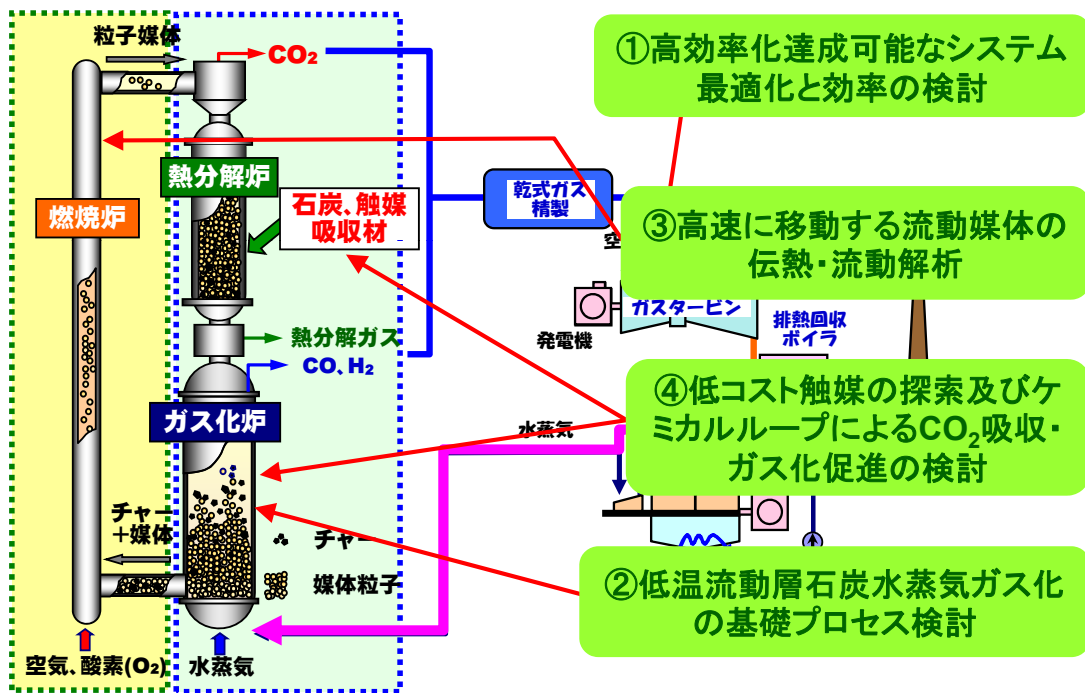
(2) 次世代ガス化炉(A-IGCC) 効率ロードマップ



(2) 次世代高効率ガス化システムの選定



(3) 開発課題と目標



- 最終目標(H24): ガス化温度900℃以下のガス化プロセスの開発
- 中間目標(H20): ガス化温度900℃以下のガス化プロセスの選定

(4) 個別研究開発目標の達成度

開発目標項目	最終目標	中間目標(H20)	現状成果
システム検討	ガス化温度900℃以下のガス化システム開発	ガス化温度900℃以下のガス化システムの選定	最適なガス化炉、GT,STの組合せを選定し効率を試算した
低温ガス化	ガス化温度900℃以下の低温ガス化炉開発	ガス化温度900℃以下の低温ガス化炉の選定	循環流動層+熱分解分離型ガス化炉を選定し、ラボスケール試験によりガス化率の向上効果を確認した
炉内流動解析	循環流動層粒子フラックス350kg/(m ² ・s)達成装置の構築	循環流動層粒子フラックス200kg/(m ² ・s)条件の達成、シミュレーション技術検討	コールドモデル試験によりフラックス211kg/(m ² ・s)を達成した
触媒ガス化	750℃触媒水蒸気ガス化プロセスの構築	850℃における触媒水蒸気ガス化プロセスの構築	4種の触媒において850℃以下で高活性特性を示すことを確認した

プロセス : ガス化反応や蒸気発生、発電など一連の処理過程
 システム : プロセスを実現するための機器構成

(5) 成果概要

- ① システム検討 : 産総研、IHI
- ② 低温ガス化 : 産総研、九大、IHI
- ③ 炉内流動解析 : 東大、産総研、阪大
- ④ 触媒ガス化 : 東北大、群大、九大、
JCOAL、産総研

9

① システム検討(産総研、IHI)

- ガス化装置とGT(ガスタービン)、ST(蒸気タービン)、燃料電池を組み合わせた全体システムについて解析を実施し、最適な組合せ・操作条件を抽出する。
- システムの効率を定量的に計算し、効率に及ぼす各構成要素の条件を定量的に明らかにして、次世代高効率石炭ガス化技術の設計指針を明らかにする。

【中間目標】

ガス化温度900°C以下のガス化システムの選定

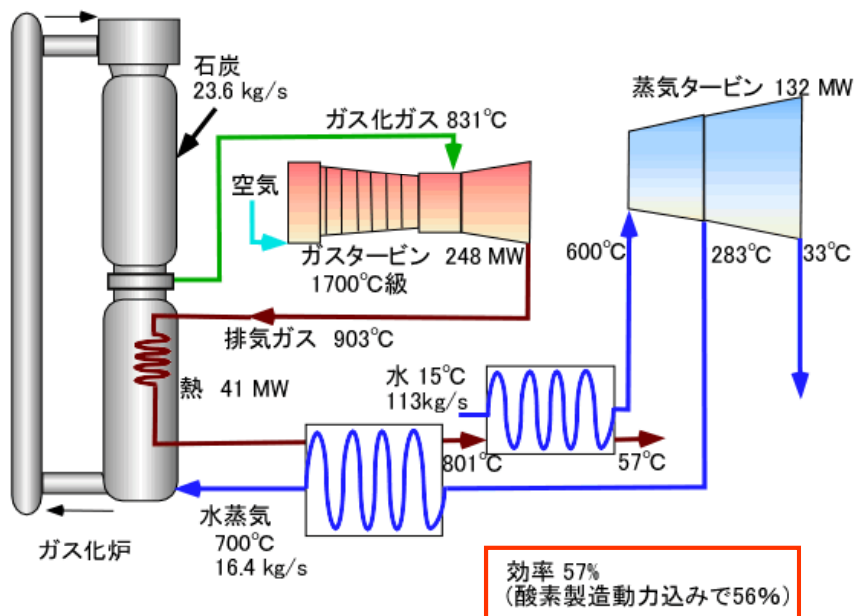
【検討手法】

解析ソフトウェア : ガス化炉(ASPEN PLUS)
+ 全体システム(HYSYS)

10

①システム検討:A-IGCCシステム計算

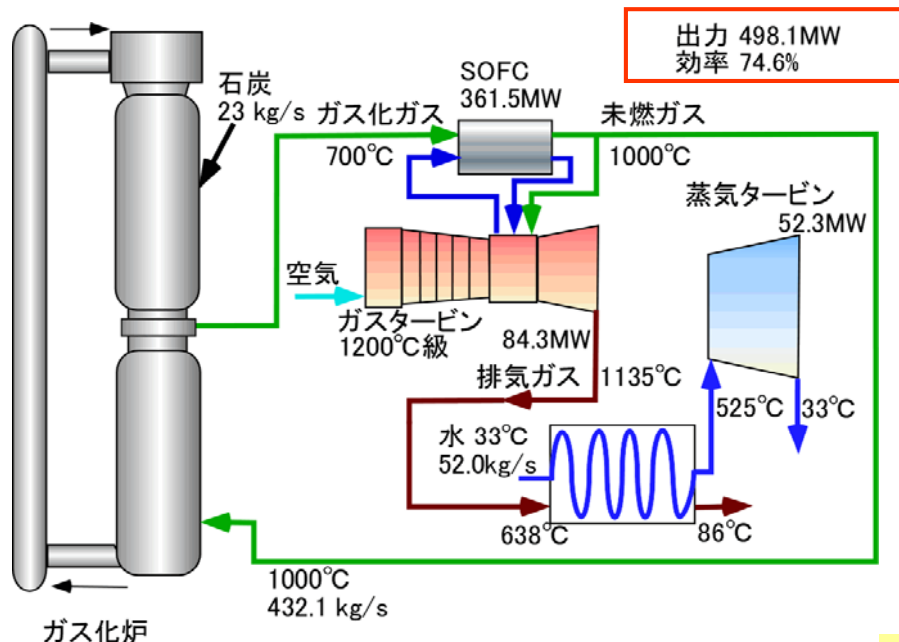
- 1700°C級A-IGCCにおいて、オートサーマル条件に必要なとされる熱の供給方法を検討し、自立の可能性を示した。



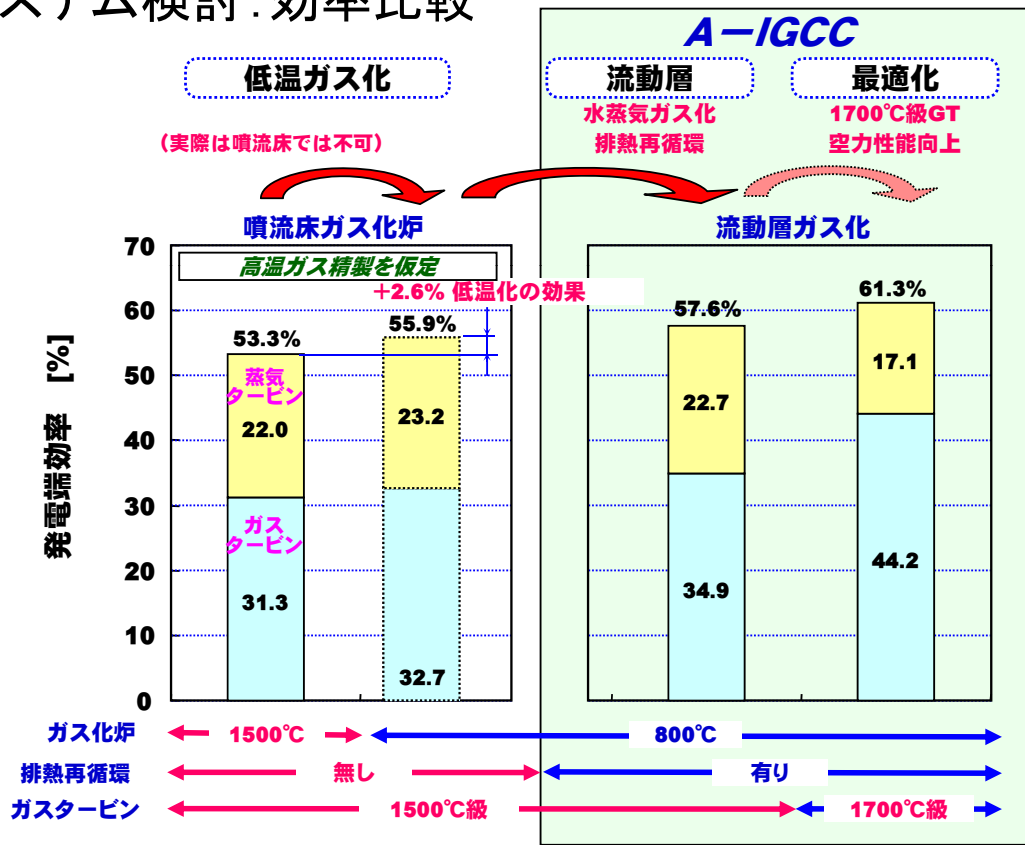
ガス化炉をオートサーマル条件とするためのガス化炉への入熱41MWは、GT出口ガスにより供給可能。1500°C級A-IGCCに対して、タービン入り口温度上昇に対応して圧力比を増大した。最終的に、酸素製造動力込みの効率で56.0%となる。

①システム検討:A-IGFCシステム計算

- ガス化ガス成分に合わせたSOFCモデルを構築中
- 試算では、アノード排ガスをガス化に用いることにより効率向上が可能であることを確認した。



①システム検討:効率比較



事業原簿 77頁

担当:産総研、IHI 13

①システム検討:H21以降の予定

- A-IGCCおよびA-IGFCについて、最適化の検討を進める。ガス化以外の構成要素について開発動向を調査するとともに、その結果を踏まえてガス化温度900°C以下の最適なシステムを選定する。
- 具体的にはクリーンアップ技術、ガスタービン、燃料電池、石炭の脱水・乾燥、酸素製造装置、材料等の開発動向を踏まえて、燃料電池の解析モデル等の改良を進めるとともに、CCSシステムを組み込んだ検討を行う。

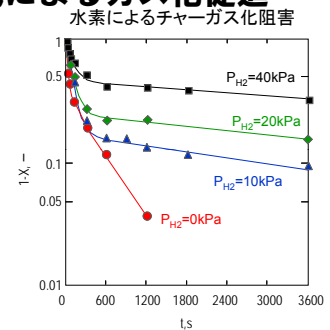
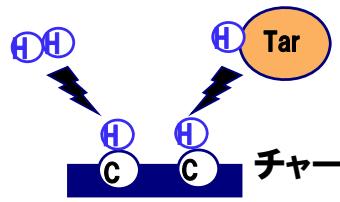
【最終目標】

- ・目標値 :ガス化温度900°C以下のガス化システムの開発
- ・設定根拠:発電効率65%(送電端)を成立させるための石炭ガス化条件

②低温ガス化(産総研、九大、IHI)

低温 (<900°C) における石炭水蒸気ガス化促進

→揮発成分とチャー粒子の共存による水蒸気ガス化阻害低減によるガス化促進

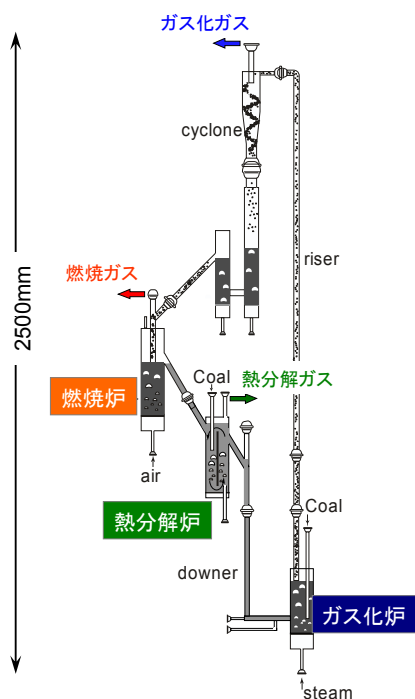


- ✓ 熱分解工程の分離、揮発成分非存在下でのチャーガス化
- ✓ 熱分解炉でのタール改質(揮発成分のタールフリー化)

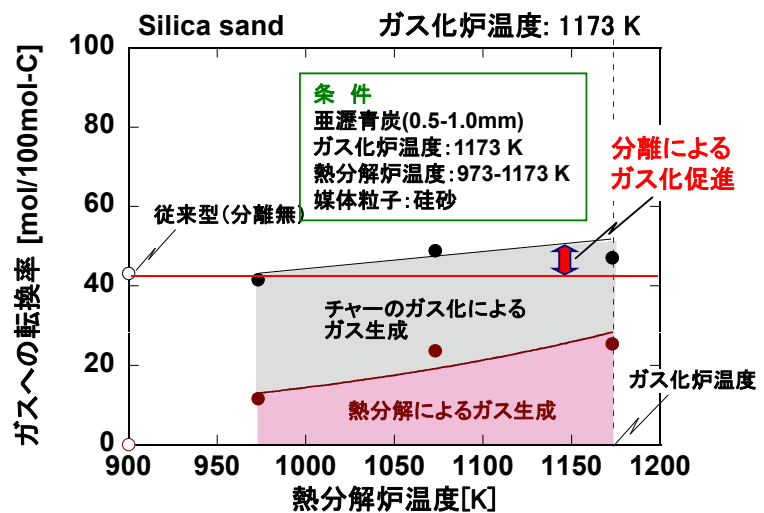
	目標	H19	H20-現在	今後
試作した装置の形式	高濃度・高速粒子循環システム	循環流動層(分離無)	熱分解炉分離型循環流動層	DTF併設循環流動層
熱分解炉での滞留時間	数秒	熱分解とガス化は同時	数分	数秒
石炭中のアルカリ・アルカリ土類金属	ガス化触媒として機能	ガス化触媒として機能	触媒活性低下	ガス化触媒として機能
チャーガス化に及ぼすガス化阻害	阻害無	揮発分による阻害	阻害無	阻害無

15

②低温ガス化: 熱分解炉とガス化炉の分離によるガス化促進の一例



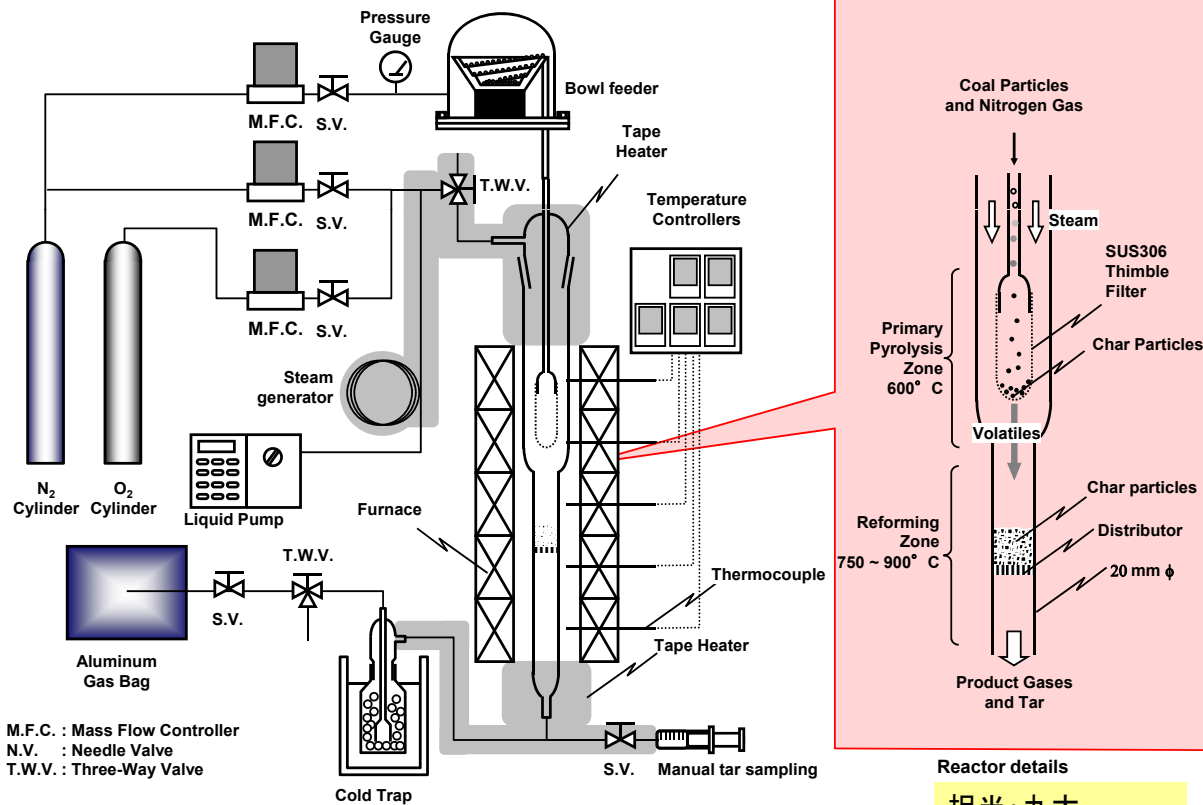
石英製熱分解炉分離型循環流動層装置



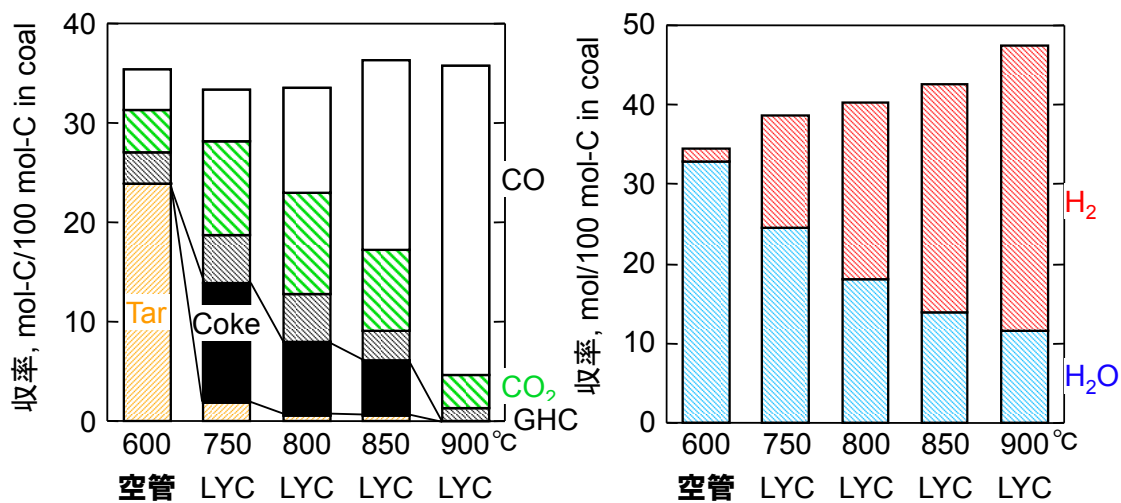
課題

- 1) 現在の装置では、熱分解炉とガス化炉を分離できてはいるが、ダウナーの機能を模擬出来ていないので、装置の改良が必要。

②低温ガス化：チャーによるタール改質



②低温ガス化：タール改質結果



- 750-850°C タールは主にコークに転換
- 900°C チャー・コークの水蒸気ガス化. ベンゼン以外の芳香族を消去

③炉内流動解析(東大、産総研、阪大) 流動媒体の高速高密度循環システム

- $G_s = 200 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (平成20年度目標値)を達成するような二塔式システムの構造の検討

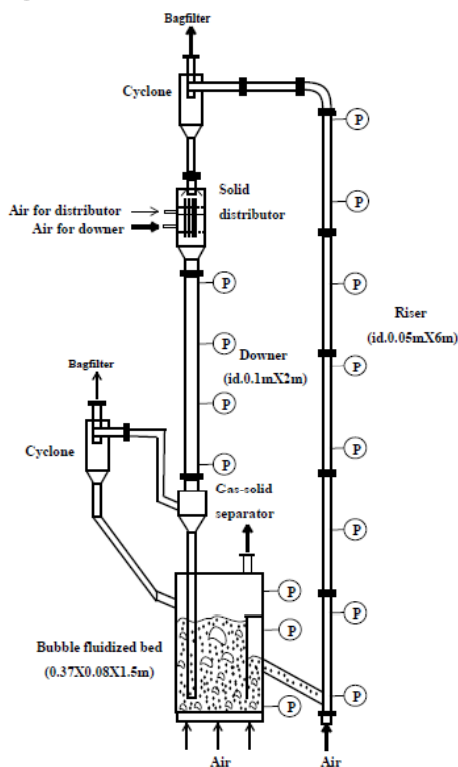
ダウン熱分解炉

- 熱分解炉構造(滞留時間分布・粒子密度・伝熱)
- 石炭粒子供給方法の検討と構造の最適化

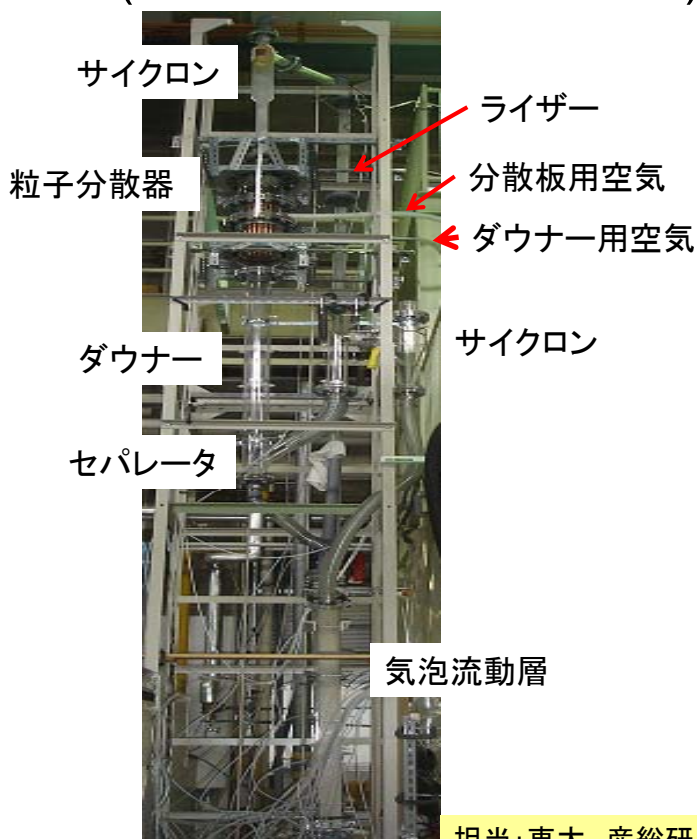
数値シミュレーションによる流動の検討

- ガス化炉・粒子再循環部付近の高濃度流れの検討
- ライザー・ダウンにおける流動の検討
- 数値解析手法(大規模計算, 熱流動モデルなど)の検討

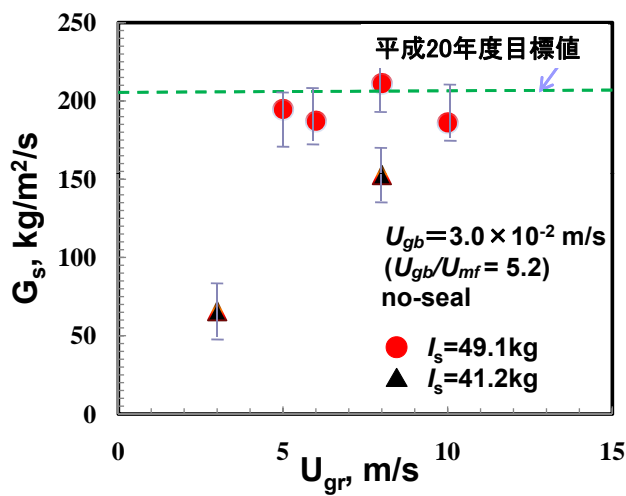
③炉内流動解析: 実験結果(流動媒体の循環システム)



ダウンコールドモデル

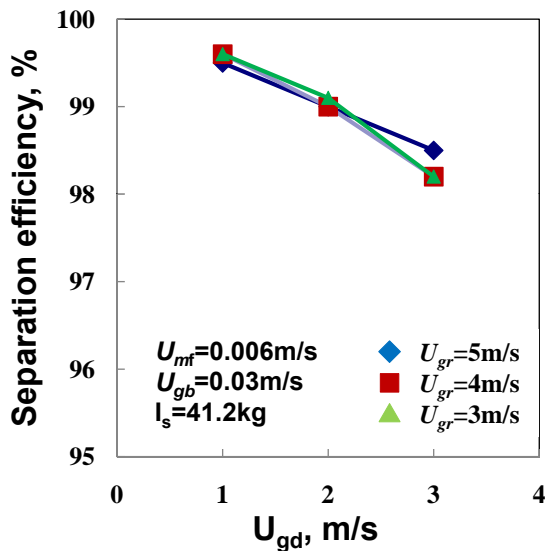


③炉内流動解析：実験結果2(粒子循環と気固分離)



ライザー空塔速度とG_sの関係

$I_s=49.1 \text{ kg}$, $U_{gr}=8 \text{ m/s}$ で
 $G_s=211 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ を達成

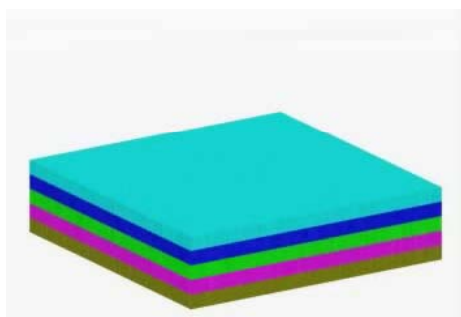


ダウン空塔速度と気固分離効率の関係

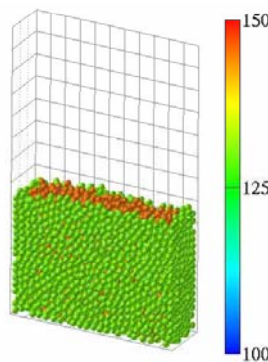
$I_s=41.2 \text{ kg}$, $U_{gd}=1-3 \text{ m/s}$ で分
 離効率98.2-99.6%を達成

③炉内流動解析：数値シミュレーション

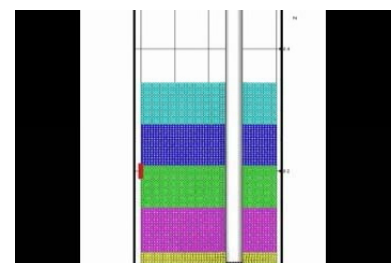
結果の一例(動画)



3次元大規模流動層
 (粒子数 900万個)



熱流動解析



ガス化炉内流動解析

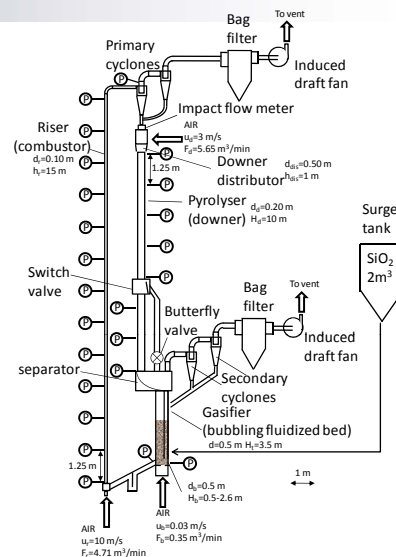
③炉内流動解析：今後の予定

実験

- $G_s = 200 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、高密度輸送を安定して達成可能な、運転条件と装置構造の検討
- ダウナー出口の気固分離度の測定と最適構造の検討
- 粒子滞留時間・伝熱速度の測定
- 石炭の供給方法の検討
- 大型コールドモデルの建設(千葉)

数値シミュレーション

- ガス化炉における粒子滞留時間、高粒子循環量達成に関する検討
- ライザー、ダウナーにおける流動の検討
- 数値解析手法(大規模計算, 熱流動モデルなど)の検討



大型循環流動層コールドモデル
(建設予定)

④触媒ガス化による低温ガス化の検討

目的：

- ①ガスタービン排熱のガス化炉への熱交換を可能とするため、極力低温でガス化できる手法を検討する。
- ②低温ガス化により冷ガス効率を向上させ、さらなる発電効率向上を目指す。

(1)天然鉱物の触媒開発(東北大学)

低コストの天然石灰石やソーダ灰の石炭への担持法および接触ガス化法を開発する。触媒担持および接触ガス化法の最適条件を探索する。

(2)金属精錬廃液等の触媒開発(群馬大学)

Ni精錬で発生する廃液中Niの石炭への担持法および低温接触ガス化法を開発する。Ni担持および接触ガス化の最適条件を探索するとともに、ガス化灰からNiの回収法も検討する。

(3)往還型の触媒開発(九州大学)

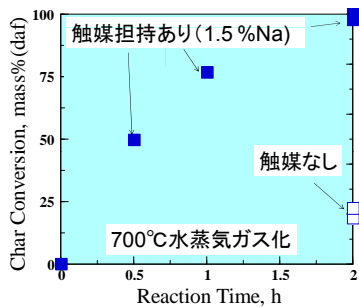
アルカリ金属触媒が担体とチャーの間を往還しながら、チャーガス化とタール改を同時に促進する方法を開発する。触媒損失の最小化、担体種最適化、最適担持率を検討する。

(4)ケミカルループガス化法の検討(JCOAL)

ケミカルループにおける酸化カルシウムガス化促進剤の熱輸送、石炭低温ガス化反応性の促進、繰り返し反応・物性変化を検討するとともに、促進剤再生の最適条件を検討する。

④触媒ガス研究結果および今後の実施計画

(1)天然ソーダ灰を利用したNa担持炭の低温ガス化反応性(700°C水蒸気)



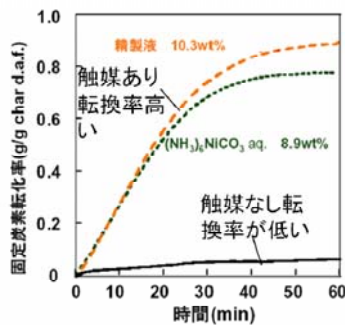
【今までの結果】

触媒研究(1)、(2)及び(3)の結果から、触媒添加によって優れた700°C以下の低温石炭ガス化反応性が示された。また、ケミカルループガス化研究(4)からCaO低温ガス化促進剤の良い繰り返し反応性が示された。

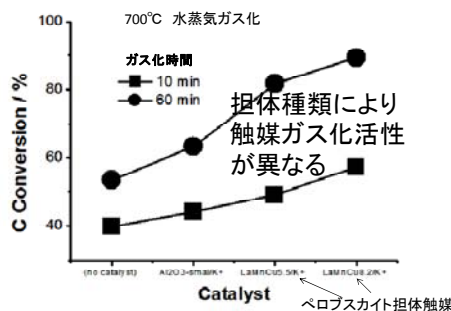
【今後の実施計画】

触媒添加による低温ガス化のタール低減、除去、及び最適な触媒ガス化条件を検討し、ケミカルループガス化促進剤の物性、再生条件を検討するとともに、低温ガス化プロセスを構築する。

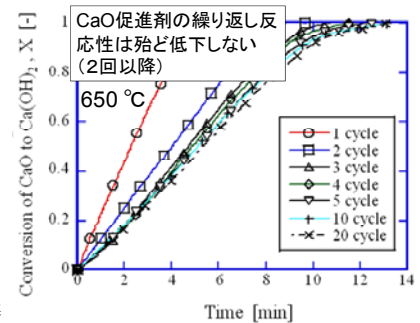
(2)Ni精錬廃液を利用したNi担持炭の低温ガス化反応性(500°C、水蒸気)



(3)各種往還型触媒を利用した低温ガス化反応性(700°C、水蒸気)



(4)ケミカルループガス化促進剤の低温反応性(650°C、水蒸気)



25

(6)特許、論文発表

特許: 1件

学術論文(査読有り): 7件

総説、著書: 3件

国際会議、プロシーディングス: 9件

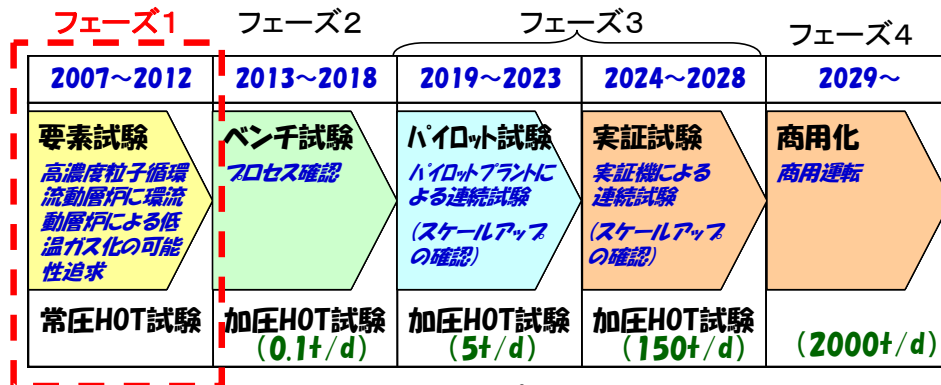
国内会議、口頭発表: 17件

26

(7) 成果の実用化について

A-IGCCの開発にあたっては、研究開発段階毎にフェーズを分割し、それぞれの目標達成度により次期フェーズへの進捗を判断する。

- フェーズ1 : 原理実証(常圧)
- フェーズ2 : ベンチスケール試験(加圧)
- フェーズ3 : スケールアップ(パイロット試験、実証試験)
- フェーズ4 : 商用化



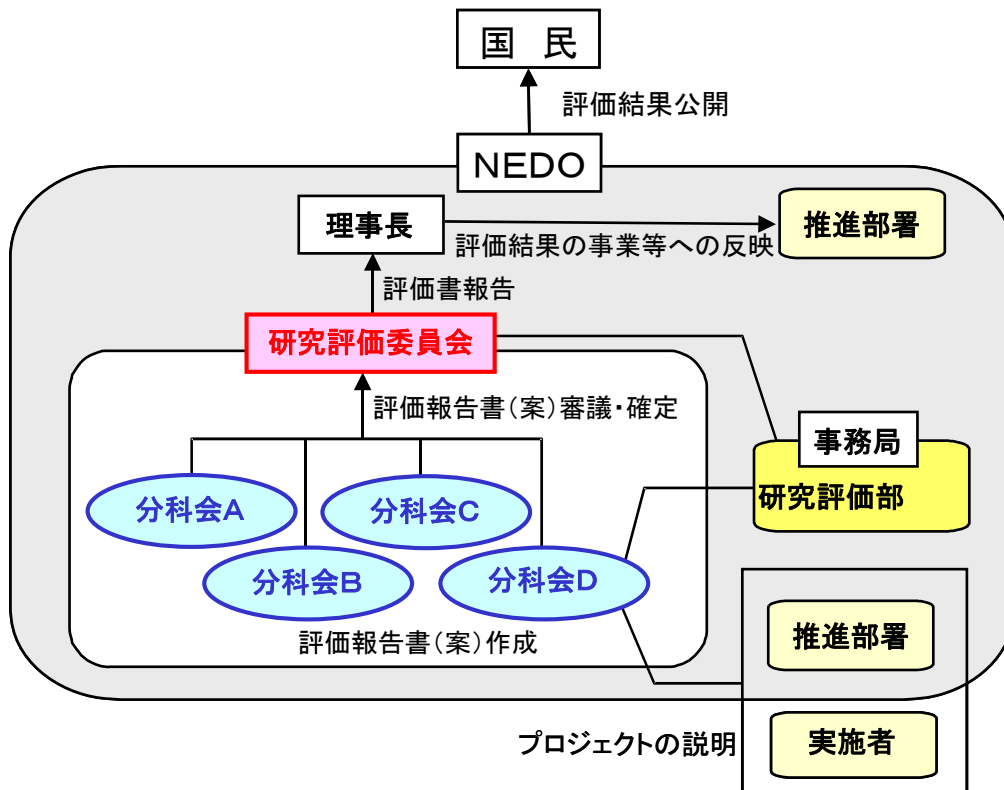
スケールアップ: 10倍(大型炉)~50倍(小型炉)
各フェーズ毎に5年間の研究期間が必要

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、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広報部が担当した。

3. 評価対象

平成19年度に開始された「戦略的石炭ガス化・燃焼技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-4 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

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」の目標達成のために寄与しているか。
- ・民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2)事業目的の妥当性

- ・内外の技術開発動向、国際競争力の状況、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、事業の目的は妥当か。

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

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・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。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・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。
- ・真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・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。

- ・ 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が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

※全体に関する評価、個別テーマ（１）石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発「②高度除去技術」、個別テーマ（２）次世代高効率石炭ガス化技術開発については以下の「基礎的・基盤的研究開発の場合」の基準を適用。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なもの

か。

4. 実用化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・ 出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・ 出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・ 経済的・ 社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※個別テーマ（１）石炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発「①微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積」については以下の「知的基盤・標準整備等の研究開発の場合」の基準を適用。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓する事が期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

・

標準的評価項目・評価基準（中間評価）

2008. 3. 27

【中間評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1・・・、2・・・、3・・・、4・・・が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)・・・、(2)・・・が標準的評価基準、それぞれの基準中の・・・が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの中間評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

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

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、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、事業の目的は妥当か。

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

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 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。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 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。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法をを経由する場合、研究管理法が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 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。
- ・ 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 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。

- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成 21 年 10 月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 峯元 克浩

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162