

「クリーンコール技術開発/②石炭利用環境対策事業」
（中間評価）事業評価分科会
資料5



「クリーンコール技術開発/②石炭利用環境対策事業」 （中間評価）

（2016年度～2021年度 6年間）

事業概要 **（公開）**

NEDO 環境部

2019年10月25日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

1. 事業の必要性

- ◆ 事業実施の背景と事業の目的
- ◆ 政策的位置付け
- ◆ NEDOが関与する意義
- ◆ 事業の目標

2. 事業の効率性

- ◆ 枠組み・実施計画
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業費用
- ◆ 実施の効果（費用対効果）
- ◆ 情勢変化への対応、見直し

3. 事業の有効性

- ◆ 全体目標と達成状況
- ◆ 項目毎の目標と達成状況
- ◆ 各個別テーマの成果と意義
- ◆ 成果の普及
- ◆ 波及効果

1. 事業の必要性

◆事業実施の背景と事業の目的

【背景】

石炭は、経済性、供給安定性に優れたエネルギー資源であり、石炭火力は重要なベースロード電源との位置付け。世界的にも新興国を中心に利用が拡大していくと見込まれており、貴重なエネルギー源

石炭の効率的利用のため基盤データの整備が必要

石炭利用に伴い発生するCO₂、SOX、NOX、ばいじんの発生が拡大

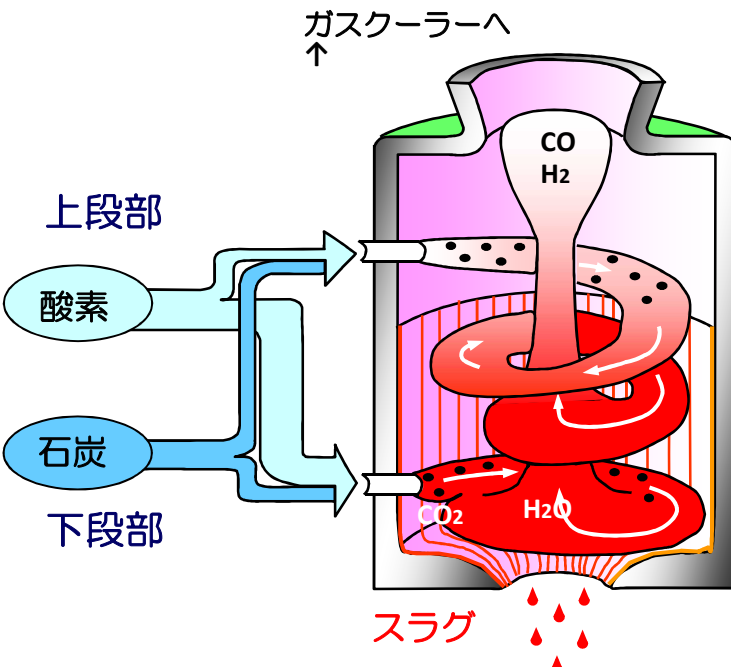
石炭需要の拡大により石炭灰やスラグの発生量が拡大

今後とも石炭を活用し、エネルギー需給安定化に貢献していくためにも、環境対策や石炭灰・スラグの削減・有効利用方策の確立が必要である。

【目的】

石炭の効率的利用、環境対応向上等を目的として、石炭利用の環境対応に関する調査・技術開発を実施することを通じて、エネルギーセキュリティの向上に資する。またインフラ輸出による日本の輸出拡大に貢献する。

【参考】石炭溶融スラグとは



ガスクーラーへ
↑

上段部

酸素

石炭

下段部

CO
H₂

CO₂ H₂O

スラグ

炉内温度分布

1200 1600
炉内温度 (°C)

[上段部]
低い酸素状態とすることで炉内全体の酸素供給量をコントロールし、高効率ガス化を実現

旋回流でガス化に必要な微粉炭粒子の炉内滞留時間を確保

[下段部]
高い酸素状態で灰溶融温度以上の高温を維持し、灰(スラグ)を安定排出

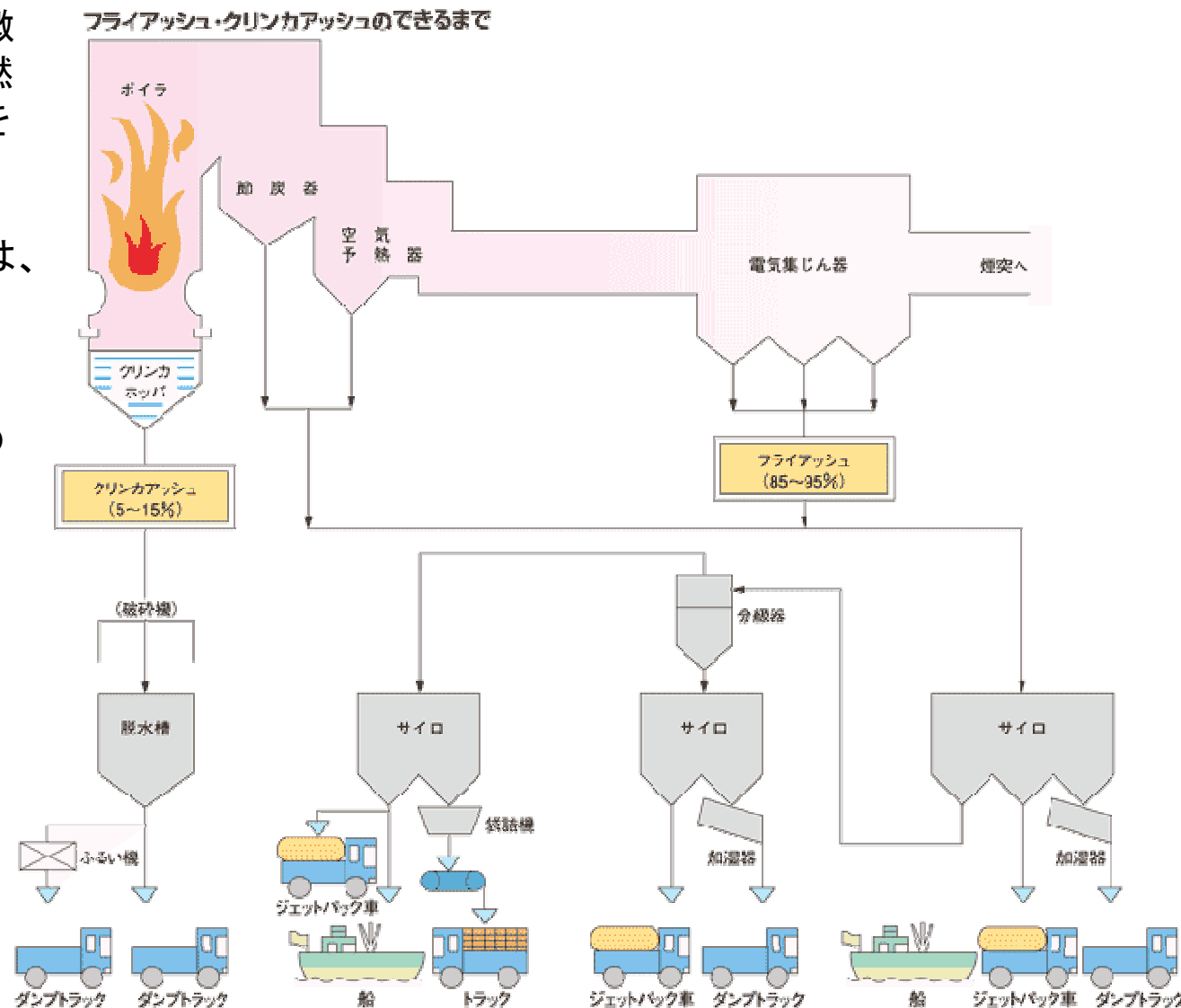
- ▶ 上段部と下段部の酸素供給量を制御することで炉内に適正な温度勾配(上段:低温、下段:高温)を付け、「高いガス化効率=高い発電効率の実現」と「スラグの安定排出」を両立し、「高灰融点炭(多炭種)であっても高効率ガス化が可能」である。
- ▶ 旋回流により微粉炭粒子の炉内滞留時間を確保することでガス化反応を促進し、ガス化効率を高めている。
- ▶ 石炭中灰分は、ガス化炉内で溶融し、ガラス状のスラグとして排出される。

【参考】石炭灰とは

・石炭火力発電所では、微粉砕した石炭をボイラで燃焼させ、そのエネルギーを電気に変える。

・燃焼で発生した石炭灰は、採取される設備で大きく2種類に分かれる。

・ボイラにおいて石炭中の灰粒子が溶融固化し、ボイラ底部に落下した塊状の灰を**クリンカアッシュ**といい、燃焼ガスとともに浮遊する灰を電気式集じん器で集めた細かな粒子を**フライアッシュ**という。

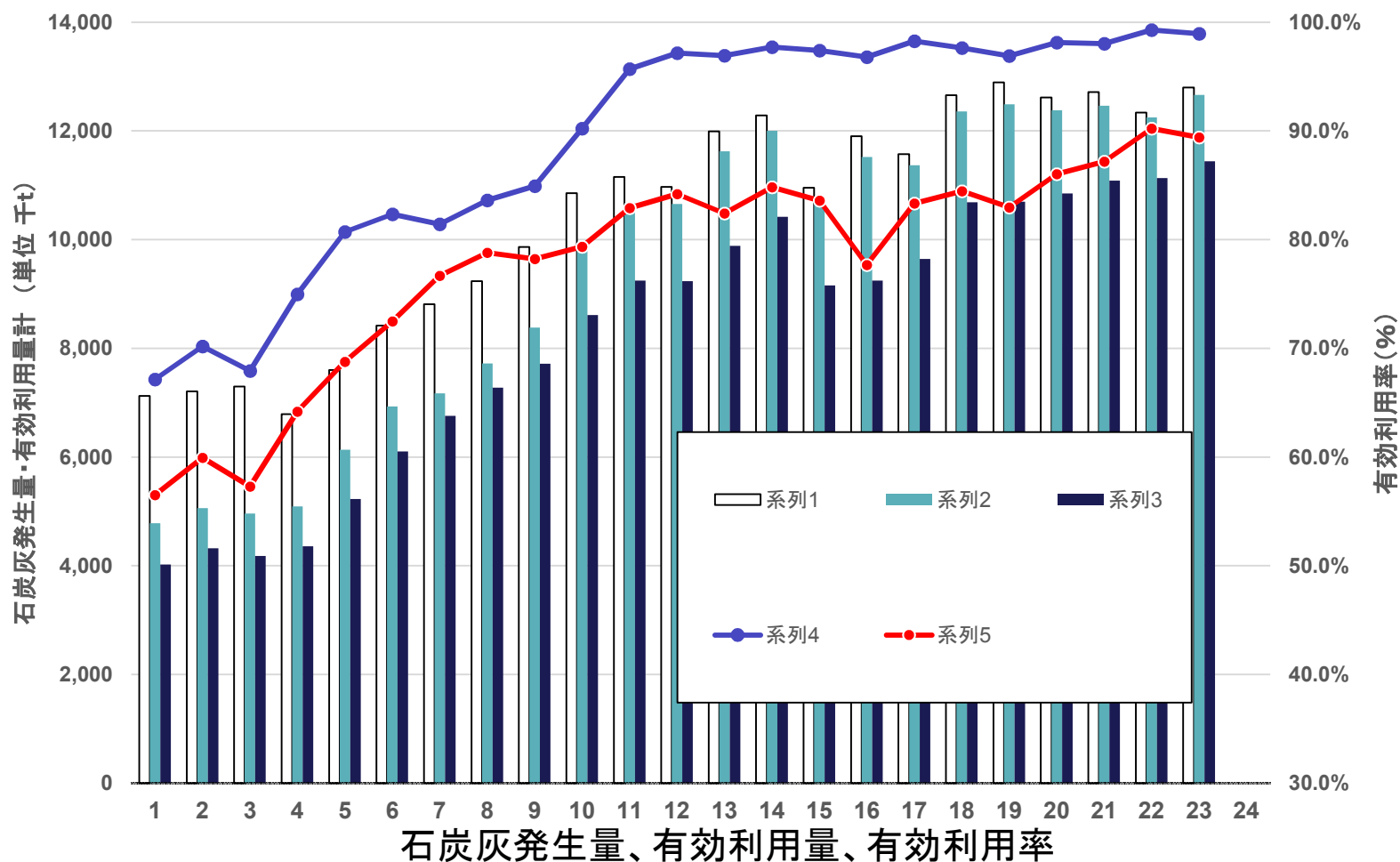


【参考】石炭灰発生量、有効利用率



New Energy and Industrial Technology Development Organization

・2017年度の石炭灰発生量1,280万トンのうち、埋立処理・他を除いた有効利用量は1,144万トンであり、有効利用率は89%である。



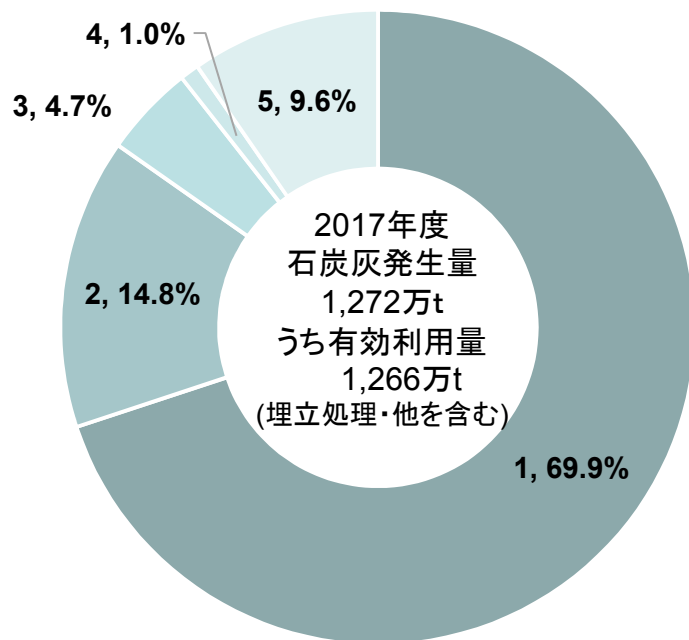
出展：石炭灰全国実態調査報告書(平成29年度実績)をもとに、NEDOにて作成

【参考】石炭灰の有効利用化内訳



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- ・2017年度の石炭灰の有効利用化内訳は、セメント分野が69.9%で最大であり、埋立他が9.6%を占める。
- またセメント分野には、海外輸出分を含む。



*環境省公表値。ただし2003～2005年の輸出報告量は韓国の統計を使用。

石炭灰の有効利用化内訳

出展：石炭灰全国実態調査報告書(平成29年度実績)をもとに、NEDOにて作成

石炭灰輸出量の推移(暦歴 千t)

出展：METI 平成26年度石油産業体制等調査研究(石炭安定供給のための石炭灰環境負荷低減・利用可能性調査)調査報告書

【参考】石炭灰の有効利用化 埋立

New Energy and Industrial Technology Development Organization

・電気事業に由来する石炭灰は、公有水面埋立が土地造成として認められているが、管理型海面最終処分場の形態で行われるため、廃掃法と公有水面埋立法等に従う必要がある。建設コストが高く、長期にわたる排水処理等の維持管理を行う必要があるため、石炭灰の廃棄場所には制約がある。



現処分場
埋め立て進捗率は約86%
(2014年3月末)

次期処分場
工事着手時期: 2017年度(予定)

使用開始時期: 2021年度(予定):

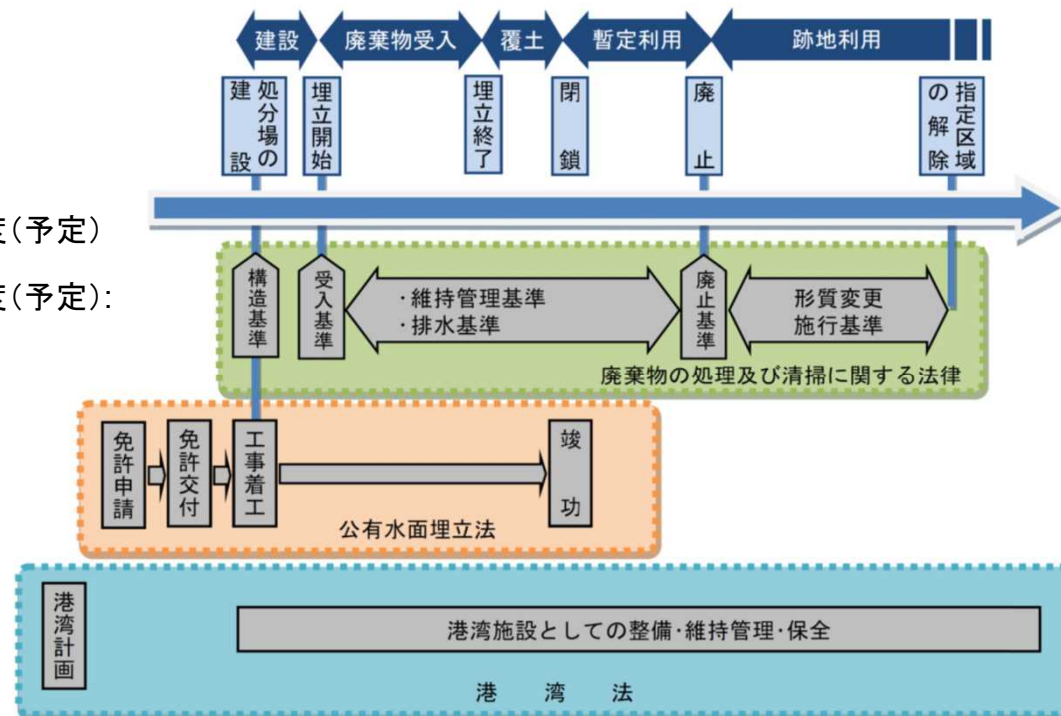
中部電力 次期石炭灰処分場の計画

出展: 中部電力プレスリリース (2014年4月)
https://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3239666_19386.html



管理型海面最終処分場の構造模式図

出展: METI 平成26年度石油産業体制等調査研究(石炭安定供給のための石炭灰環境負荷低減・利用可能性調査)調査報告書
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000918.pdf



管理型海面最終処分場に関する法令

出展: 国土交通省 港湾における管理型海面最終処分場の早期安定化に関する技術情報集
<http://www.mlit.go.jp/common/001193397.pdf>

1. 事業の必要性

◆政策的位置付け

➤ エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）

- ✓ 石炭は、安定供給性や経済性に優れた重要な**ベースロード電源**の燃料
- ✓ 環境負荷の低減を見据えつつ活用していくエネルギー源

➤ 長期エネルギー需給見通し（経済産業省, 2015年7月）

- ✓ 3E+S(安全性、安定供給、経済効率性、環境適合)がエネルギー政策の基本的視点
- ✓ 化石燃料の低廉かつ安定的な供給に向けた**資源確保の取組**を強化

➤ 資源の有効な利用の促進に関する法律（資源有効利用促進法,2001年制定, 2014年改正）

- ✓ 石炭灰は「**再生資源としての有効利用を促進しなければならない指定副産物**」に位置付けられ、副生成物の発生抑制及びリサイクルの推進として、建築資材等 有効利用用途の拡大が求められる。

➤ 環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法,2001年制定,2015年改正）

- ✓ 石炭灰有効利用製品である、**フライアッシュセメント、フライアッシュ吹付コンクリート**、は、**国等が優先的に調達していく特定調達品に指定**されている。

1. 事業の必要性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆NEDOが関与する意義

➤ 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 (2017年6月)

- ✓ 我が国は資源の大部分を海外からの輸入に頼らなければならない
- ✓ 資源の安定・安価な調達は、国民生活や経済活動を下支えするもの
→ **エネルギー安全保障確保**の重要性



我が国におけるエネルギーセキュリティの向上

→ **高い公共性** → **社会全体に利益をもたらす**

意義

- エネルギー・地球環境問題の解決を担う組織であるNEDOは、産学官の技術力・研究力を最適に組み合わせ研究を推進できる。
- 公共性の高い日本の石炭利用の環境対策を牽引する必要性は高い

1. 事業の必要性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆事業の目標

【アウトプット目標】

- 石炭灰の有効利用技術を確立し、有効利用率を100%まで向上させるなど、石炭の有効利用技術の確立（事業開始時 有効利用率87.2%⇒100%）

[中間目標（2019年度）]

1) 石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術の確立に向けた知見を得る。

石炭灰の有効利用、及び削減に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。

また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データをとりまとめる。

2) 石炭利用技術開発

石炭灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。

1. 事業の必要性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆事業の目標

[最終目標（2021年度）]

1) 石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術の確立を目指す。

石炭灰の有効利用、及び削減に寄与する技術の確立を目指す。

また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データをとりまとめる。

2) 石炭利用技術開発

石炭灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。加えて、石炭ガス化溶融スラグを使用したコンクリートの信頼性・性能を示し、また設計・施行指針を作成することで、石炭ガス化溶融スラグの製品化用途の提案をする。

【参考】石炭利用環境対策事業の位置付け



New Energy and Industrial Technology Development Organization

NEDOにおけるクリーンテクノロジー分野の研究開発			'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	
			H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	
CO ₂ 排出削減対策	1.次世代火力発電等技術開発事業	1-1 発電効率の向上	主にMETI事業											
		1-2 CO ₂ 分離・回収システム												
		1-3 CO ₂ 有効利用技術												
		1-4 負荷変動対策事業												
		1-5 競争力強化												
	2.CCS研究開発・実証事業関連事業													
	3.環境調和型プロセス技術開発事業													
環境対策	4.石炭利用環境対策事業	4-1 低品位炭利用促進事業												
		4-2 石炭利用環境対策事業												

2. 事業の効率性

◆ 枠組み・実施計画

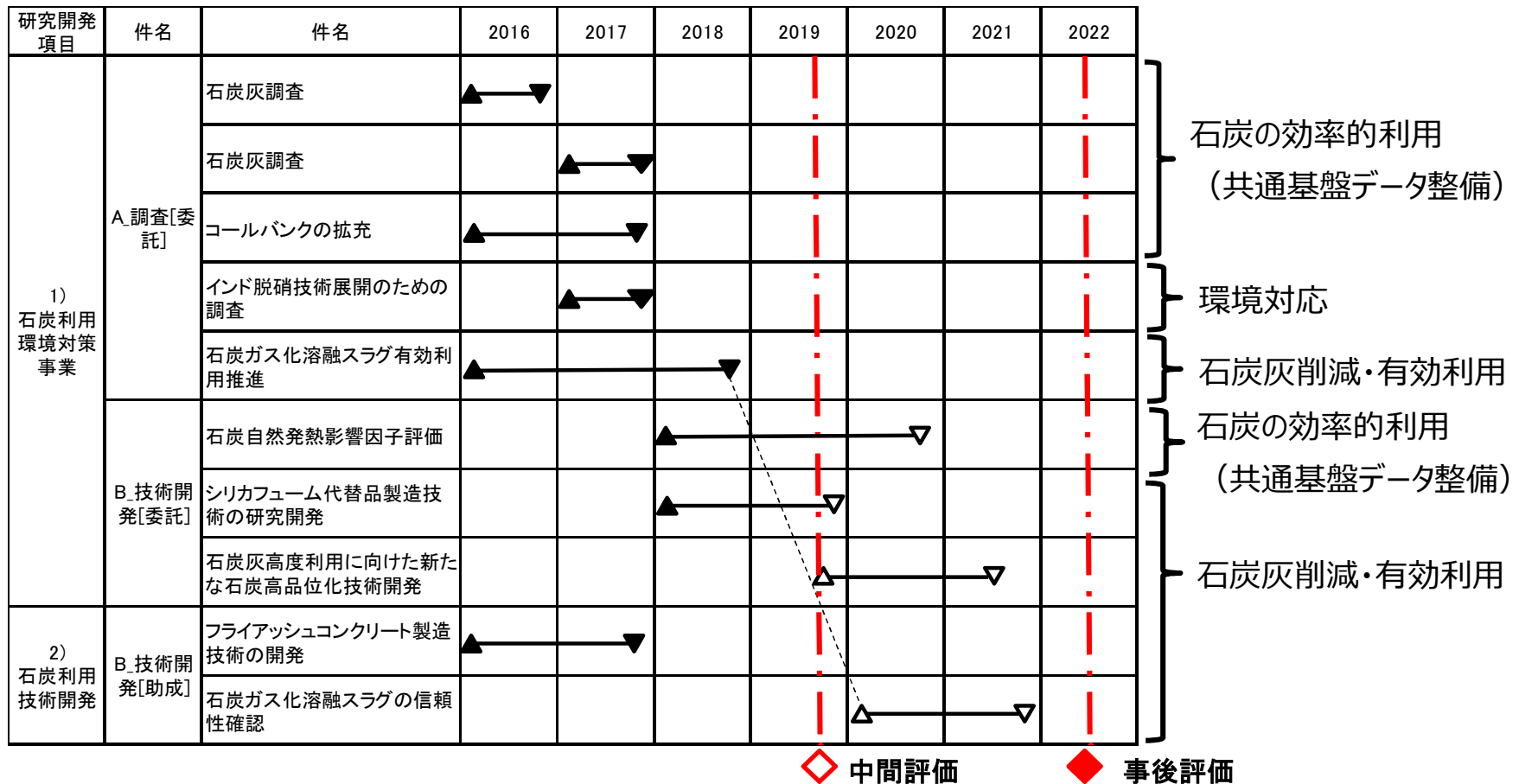
事業テーマ枠組み

- 石炭の効率的利用（基盤データ整備）
 - 石炭灰調査
 - コールバンク拡充
 - 石炭自然発熱影響因子評価
- 環境対応
 - インド脱硝技術展開のための調査
- 石炭灰削減・有効利用
 - 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進
 - フライアッシュコンクリート製造技術の開発
 - シリカフェーム代替品製造技術の研究開発
 - 石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発
 - 石炭ガス化溶融スラグの信頼性確認

2. 事業の効率性

◆ 枠組み・実施計画

- ・実施期間：2016～2021年度
- ・石炭利用環境対策事業：8テーマ、石炭利用技術開発：2テーマで実施



2. 事業の効率性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆実施体制

- プロジェクトの進行全体の企画・管理や技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、プロジェクトマネージャーを任命した。

研究開発項目	件名	実施者
石炭利用環境対策推進事業	コールバンクの拡充	JCOAL、産総研
	石炭灰調査事業	JCOAL
	インド脱硝技術展開のための調査事業	MHPS
	石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進事業	JCOAL、電中研
	シリカフェーム代替品製造技術の研究開発	JCOAL（宇都宮大学）、電中研、福島エコクリート
	石炭自然発熱影響因子評価	日本製鉄、電中研
	石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位技術開発	（今後決定予定）
石炭利用技術開発	フライアッシュコンクリートの製造技術	JCOAL、電中研（中川ヒューム管工業）
	石炭ガス化溶融スラグの信頼性確認	（今後決定予定）

2. 事業の効率性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆事業費用

・総事業費：7.2億円（2016～2018度（評価対象年度）については3.6億円）

（単位：百万円）

略称	年度						総額	事業総額
	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
石炭灰調査	10.0						10.0	10.0
石炭灰調査		20.0					20.0	20.0
コールバンクの拡充	32.9	39.5					72.4	72.4
石炭自然発熱影響因子評価			8.1	83.0	54.6		145.7	145.7
インド脱硝技術展開のための調査		48.5					48.5	48.5
石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進	34.7	65.3	25.0				125.0	125.0
シリカフェーム代替品製造技術の研究開発			19.1	14.9			34.0	34.0
石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発				20.0	50.0	50.0	120.0	120.0
フライアッシュコンクリート製造技術の開発	28.2	31.5					59.7	59.7
石炭ガス化溶融スラグの信頼性確認				20.0	30.0	30.0	80.0	80.0
	105.8	204.8	52.3	137.9	134.6	80.0	715.3	715.3

2. 事業の効率性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆実施の効果（費用対効果）

●石炭灰有効利用量増加による効果

①石炭灰有効利用量増加による効果

石炭灰有効利用率を事業開始時87.2%（2015）から、100%となったと仮定する。
2017年度の石炭灰発生量1,280万t/年を用いると、**石炭灰廃棄低減量は164万t/年**。
国内石炭灰埋立費用を約15,000円*1とすると、**246億円/年の費用削減効果**が見込める。

*1 社団法人土木学会/石炭灰有効利用分科会報告書（平成15年）によると、1t当たりの処理費は1～2万円とされていることから、15,000円/tと仮定した。（<http://committees.jsce.or.jp/enedobo/system/files/01.pdf>）

●石炭溶融スラグ有効利用増加による効果

2021年度以降、大型IGCCプラント営業運転開始後、スラグ発生量は20万t/年であり、全量を有効利用するとして、**スラグ廃棄低減量20万t/年**。

現在の廃棄処理費用を¥15,000/tとみなし、石炭溶融スラグ有効利用製品の販売費¥1,500/t、製造コスト¥5,000/tとすると、処理コスト¥11,500/t（¥15,000－（¥5,000－¥1,500））の削減見込みとなり、**約23億円/年の処理費用削減効果**が見込める。

●事業費用（NEDO負担）総額（2016年度～2021年度）： 7.2億円

2. 事業の効率性

◆情勢変化への対応、見直し

- 温室効果ガス削減の動きに合わせ、**脱石炭の世界的な広がりがある状況**であるが、新興国では安価で安定的な資源である石炭に頼らざるを得ない状況がある。**我が国においても、石炭火力は重要なベースロード電源との位置付け**であり、引き続き石炭利用に関する事業は継続すべきと考えている。
- 従来の石炭火力に比べて高効率で、かつCO₂排出量の少ないIGCC(石炭ガス化コンバインドサイクル発電)の大型プラントが2020年度に商業運転開始を見込んでおり、現在廃棄物として処理されている**スラグが大量に発生する予定(20万t/年)**で、その為にも**スラグの有効利用技術開発は至急の課題**である。
- 埋立処理場がひっ迫しているなか、石炭灰の処理としてセメント原料、コンクリート混和材として**輸出(127万t/年)**されてきたが、**最大の輸出相手国の規制により国内での処理量が増加する可能性**があり、石炭灰削減、有効利用技術の開発は至急の課題である。
- 上記を踏まえて、新たな事業の取組みを実施する。

3. 事業の有効性

◆ 中間目標と達成状況

1) 石炭利用環境対策事業

中間目標	達成状況
石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術の確立に向けた知見を得る。	<ul style="list-style-type: none">・石炭灰の発生・利用、市場調査等をもとに石炭灰有効利用における技術を整理し、分野別中長期ロードマップを作成した。・低品位炭を中心にコールバンクを拡充した。・自然発熱因子特定に係る基礎的なデータを取得した。・インドにおける脱硝技術適用の目処を得た。
石炭灰の有効利用、及び削減に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。	<ul style="list-style-type: none">・安価なシリカフェーム代替品の製造技術の開発の目途を得た。・セメント不使用フライアッシュコンクリートの製造技術を開発した。
新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。	<ul style="list-style-type: none">・石炭ガス化溶融スラグについてJIS化のためのデータ取得を行い、JIS化素案作成の目途を得た。
石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データを取りまとめる。	<ul style="list-style-type: none">・国内の事業者へ実態調査を行い、取りまとめたデータを一般公開した。

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆ 中間目標と達成状況

2) 石炭利用技術開発

中間目標	達成状況
セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。	<ul style="list-style-type: none">・高耐酸性の性能を有するセメント不使用FAコンクリートの製造技術を開発した。・高い耐酸性を生かし、用途先として下水道資材に適用可能。

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆ 個別テーマ毎の目標と達成状況

事業項目		目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
1) 石炭利用環境対策事業	A. 調査 [委託]	1. 石炭灰調査① (終了事業)	石炭灰の発生・利用動向、市場化及び有価利用技術に関する基礎調査を行い、有効利用先を整理する。	○	-
		2. 石炭灰調査② (終了事業)			
		3. コールバンクの拡充 (終了事業)	過去NEDO事業で構築した石炭データベースについて、炭種の拡大を図り、ユーザーの利便性を向上させたデータベースを構築する。	○	-
		4. インド脱硝技術展開のための調査 (終了事業)	我が国の脱硝技術をインド国にて展開・普及するための調査を実施する。	○	NEDO事業終了後に事業者が事業化に向け、試験を継続。
		5. 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進 (終了事業)	石炭ガス化溶融スラグの骨材としての性状と安全性を評価し、JIS素案を作成する。	○	事業者でJIS制定作業を実施中。土木・建築の「設計・施行指針」の制定を新規事業で実施予定。

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆個別テーマ毎の目標と達成状況

事業項目		目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針	
1) 石炭利用環境対策事業	B.技術開発[委託]	1.石炭自然発熱影響因子評価 (継続中事業)	自然発熱影響因子を特定し、実運用への適用方法を検討するとともに、実用化に向けた研究課題を整理する。	亜瀝青炭1種類、瀝青炭2種類を選定(乾燥炭)し、 自然発熱性を測定した 。また、それら 原炭の基本性状、石炭構造を把握した 。	△ (2020年度達成予定)	自然発熱途中の石炭構造等を分析し、 自然発熱影響因子を特定する 。 湿炭についても分析・評価する 。
		2.シリカフェーム代替品製造技術の研究開発 (継続中事業)	安価なシリカフェーム代替品の製造技術を開発し普及を図る。	高強度・高耐久性コンクリート分野のシリカフェームに代替可能な石炭灰粒度の目途を得た 。	△ (2019年度達成予定)	高耐久性試験を継続実施、及び事業化に向けた設備規模の検討を実施する 。
		3.石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発 (新規予定事業)	石炭灰の有効利用率を高めるため、脱灰による発生石炭灰量の低減に加え、脱灰がもたらす副次的効果(灰粒子の組成・粒子径変化)による有効利用量の増加を詳細に検討し、最も石炭灰の有効利用率が高まる合理的な石炭利用システムを構築する。	(今後実施予定)	△ (2021年度達成予定)	

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆個別テーマ毎の目標と達成状況

事業項目		目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
2) 石炭利用技術開発	B.技術開発[助成]	1.フライアッシュコンクリート製造技術の開発 (終了事業)	<ul style="list-style-type: none"> ・高耐酸性セメント不使用FAコンクリートの製造技術を開発した。 ・U字溝の試験施工・評価を実施した。 ・実プラントで製品製造する際の課題を抽出した。 	○	製造コストが既存製品より高止まっている。 製造コスト低減等の検討が必要。 ⇒ 1)-B-2 事業で混和剤代替品によるコスト低減を目指す。
		2.石炭ガス化溶解スラグの信頼性確認 (新規予定事業)	コンクリート用細骨材としてJIS化の見通しが得られている、石炭ガス化スラグの信頼性確認と利用指針の確立を行う。	(今後実施予定)	△ (2021年度達成予定)

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(終了事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-A-1/2 石炭灰調査

<概要>

本事業では、石炭灰の有価利用を拡大するために、石炭灰の発生・利用動向、市場化及び有価利用技術に関する基礎調査を行った。

その上で、石炭灰の有効利用に関するロードマップを作成し、有望な技術開発テーマの洗い出しを行った。

<期間>

2016年11月～2017年2月

2017年9月～2018年2月

<委託先>

(一財) 石炭エネルギーセンター

(課題) 石炭灰の利用拡大に係る状況把握、技術開発、阻害要因の分析、普及策の検討等を体系的に行う必要がある。

調査活動

統計データ
海外動向調査等

目標設定

ロードマップ

石炭灰有効利用
技術開発・調査

石炭灰性状調整技術
の調査
石炭灰改質技術調査

成果普及活動

ガイドライン・指針等の作成普及

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～ **(終了事業)**



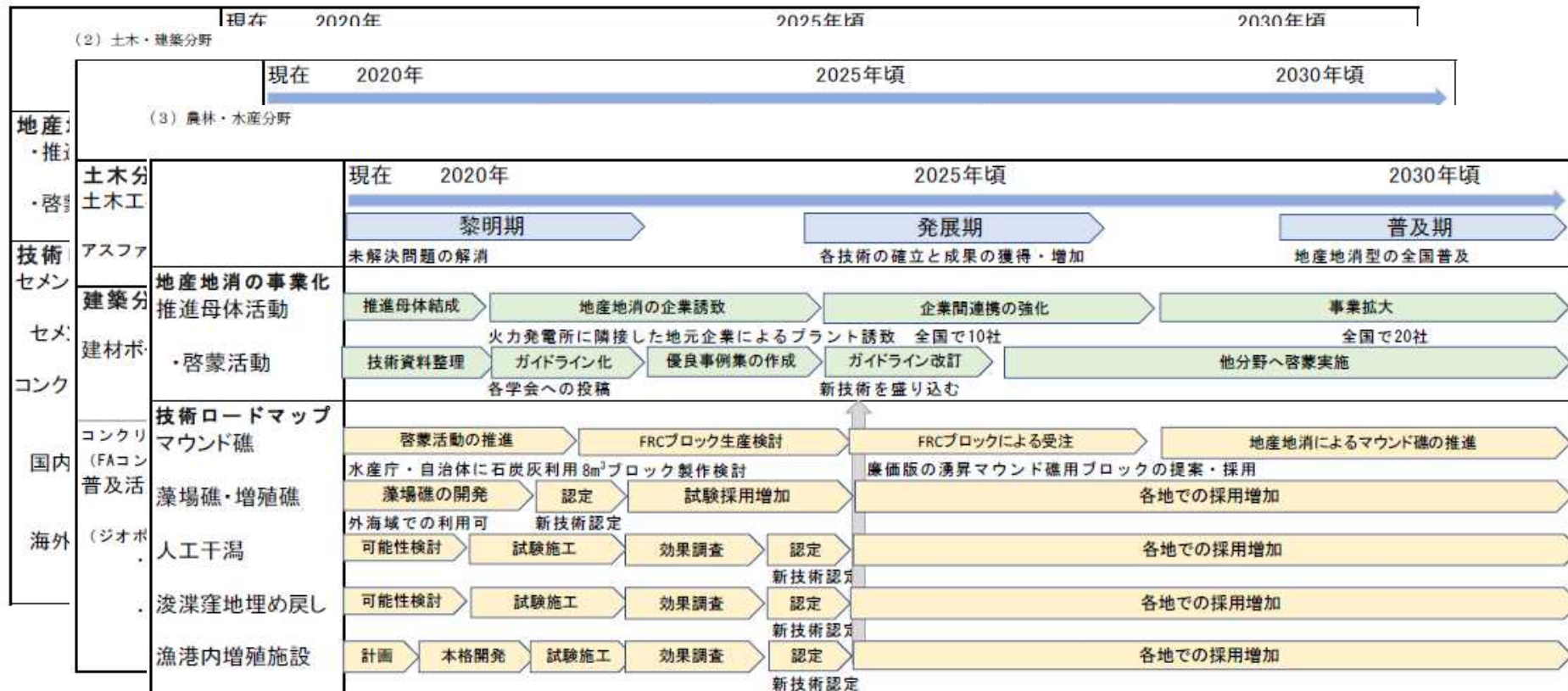
New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-A-1/2 石炭灰調査

<成果>

- (1) 石炭灰有効利用の中長期ロードマップの作成
セメント原材料での利用が一極集中している状況から、分野別（コンクリート分野、土木建築分野、農林水産分野）の**市場希望調査等を実施**し、将来的に有望視される**技術のロードマップを作成**。

(1) セメント原材料・コンクリート分野



3. 事業の有効性 ～各個別テーマの成果と意義～ **(終了事業)**



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-A-1/2 石炭灰調査

<成果>

(2) 技術調査

- ・**コンクリート混和材用石炭灰の性状調整技術他調査**

石炭灰がコンクリート混和材への適用可能性を有する性状であることの確認するための試験の実施、及び混和材としての適用範囲の検証を実施。

- ・**国内動向調査**

石炭灰の利用拡大に向けて、生コン工場・リサイクル業者等へのヒアリングを実施し、技術的課題の調査・整理を実施。

(3) 基礎調査・普及活動

- ・石炭灰シンポジウムの開催

- ・石炭灰混合材料の有効利用ガイドライン（港湾工事編、）の統合

- ・石炭灰QA集のHP掲載

- ・建設リサイクル技術展示会等への出展

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～ (終了事業)



1)-A-3 コールバンクの拡充

Industrial Technology Development Organization

<概要>

本事業は、過去のNEDO事業で構築した石炭データベースについて、褐炭（未利用炭）を中心に炭種の拡大を図り、これまで非公開であった炭種名（炭鉱名）の公開などを含めユーザーの利便性を向上させたデータベースを構築する。また微量元素分析方法について今後のISO/JIS化を視野に入れ、AIST法を改良し高感度化させる。

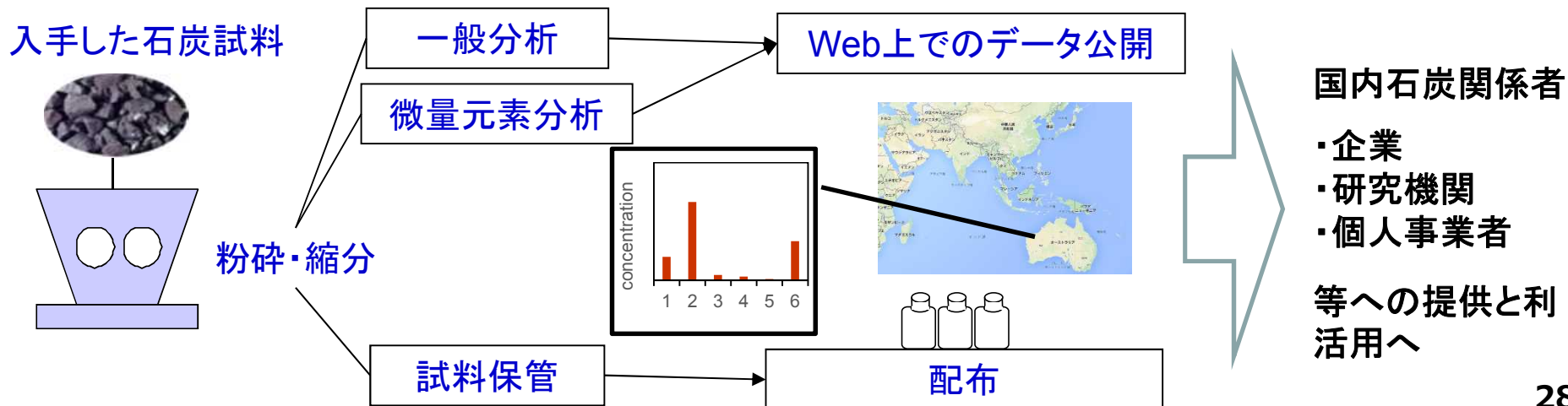
具体的には、石炭収集ではインドネシアや中国、モンゴル等の石炭埋蔵量が多く日本との係わり合いが高い地域の石炭を中心とした収集に加え、ロシアやモザンビーク、ポーランドなどの既存のデータベースに存在しない地域の石炭も収集する。AIST法の改良は微量元素の低濃度域分析値の高精度化のため高感度化に取り組む。

<委託先>

一般財団法人石炭エネルギーセンター、国立研究開発法人産業技術総合研究所

<実施期間>

2015年10月～2018年2月



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～ (終了事業)



Industrial Technology Development Organization

1)-A-3 コールバンクの拡充

Web公開先：
https://www.nedo.go.jp/library/coal_database.html

<成果>

調査項目	2015fy	2016fy	2017fy	期間合計	コールバンク全体
① 炭種の選定と資料手配					
サンプル炭取得数(過去事業からの累計)	3(121)	6(127)	24(151)	33(151)	151
② 資料の分析及び分析値公開					
②-1 一般分析	3	6	24	33	
②-2 微量元素分析	0	9	8	17×15元素	134
②-3 非AIST法による微量元素分析値の検証	公定法の文献調査	原子吸光法、ふっ酸分解法	原子吸光法、ふっ酸分解法、アルカリ		
②-4 コールバンクの構築とWeb公開	準備期間 →		→ 試用期間		
③ 微量元素分析の高感度化	Hg定量下限を1/5に低減	Se定量下限を1/250に低減	Cd定量下限を1/6に、As定量下限を1/5		
④ 資料の保管および配布	窒素雰囲気にて保管、要請に応じて配布				
⑤ PR活動	各種学会等で発表				

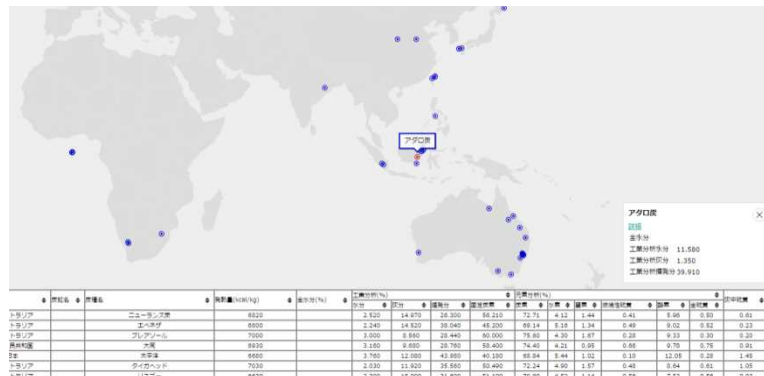
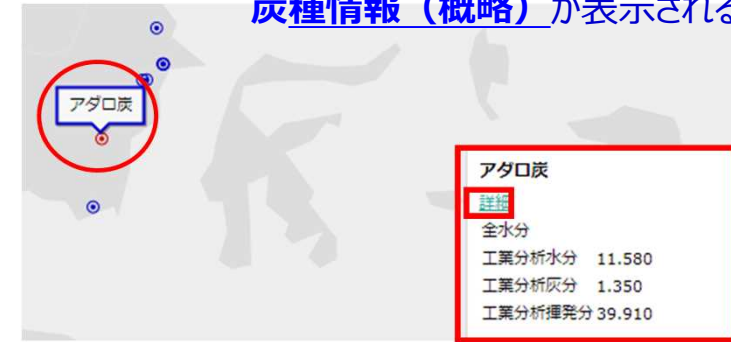


図 構築した新データベース

地図上の炭鉱(青印)をクリックすると炭種情報(概略)が表示される。



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(終了事業)



1)-A-4 インド脱硝技術展開のための調査

ment Organization

<概要>

我が国の脱硝技術を、火力発電所からのNOx排出規制が強化されたインド国の高灰分炭へ技術適用について調査を実施する。

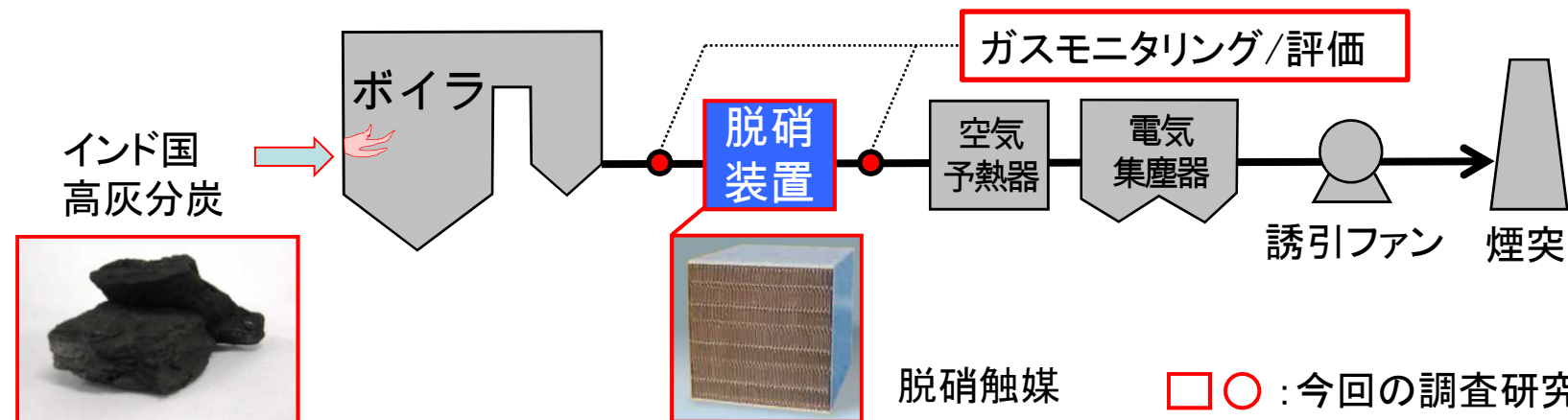
1. インド国の各電力セクターにおける新規制に対応可能な脱硝技術導入への対応状況、及び各発電所におけるインド国の規制や制度への取り組みについて、それぞれ調査する。
2. 発電所現地にて、高灰分を有するインド炭特性及び石炭燃焼により発生する排ガス性状をモニタリングし、石炭/ガスの関連性の確認を行うと共に、インド国の石炭を用いた場合の脱硝触媒への影響について各々調査する。
3. これら調査で得た結果と、実排ガスを用いた評価装置にて得られた脱硝触媒適用結果及びその課題を用い、脱硝装置の実機概念設計を行い、インド国で脱硝技術展開するためのビジネスモデルの提案を行う。

<調査期間>

2017年6月～2018年3月

<委託先>

三菱日立パワーシステムズ株式会社 / 石炭エネルギーセンター



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(終了事業)



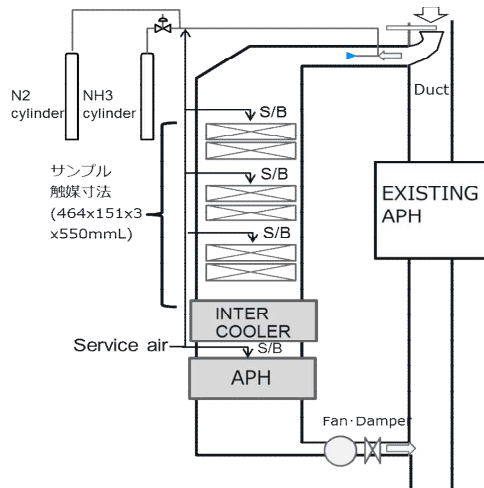
1)-A-4 インド脱硝技術展開のための調査

ment Organization

<成果>

1. 高灰分インド国内石炭焚き火力発電所実ガス試験

インドNTPC/Sipat火力発電所に小型脱硝反応器 (Slip Stream Reactor : SSR) を設置し、触媒への影響を把握するための脱硝試験を実施。



- ・排ガス中のSOxは計画値の範囲であり、触媒は健全な状態で運転されていた。
- ・石炭灰の基礎性状分析を実施した結果、触媒に対する各成分による劣化という見地からは、ほぼ問題ないレベルであった。
- ・石炭灰のホッパ等、脱硝システム機器に対する影響について、灰の流動性や凝集性という観点から確認した結果、問題ないことを確認した。

2. 排ガスモニタリング状況調査

排ガスモニタリング状況調査を同上インド国NTPC/Sipat火力発電所にて実施し、現地既設分析計仕様の確認及びメンテナンスを含めた運用の比較・確認を行い、大きな問題が無いことを確認した。

3. インド炭性状と排ガス成分の関連性検討

入手した石炭の工業分析や元素分析を実施し、これまでのデータとの石炭性状の発熱量と灰分に関する比較検討等を調査した。使用されている石炭は、硫黄分が少なく、燃料比 (固定炭素 / 揮発分の比) は低めであり、亜瀝青炭または瀝青炭に分類される石炭となり、燃焼性は特に問題とならない。

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～ (終了事業)



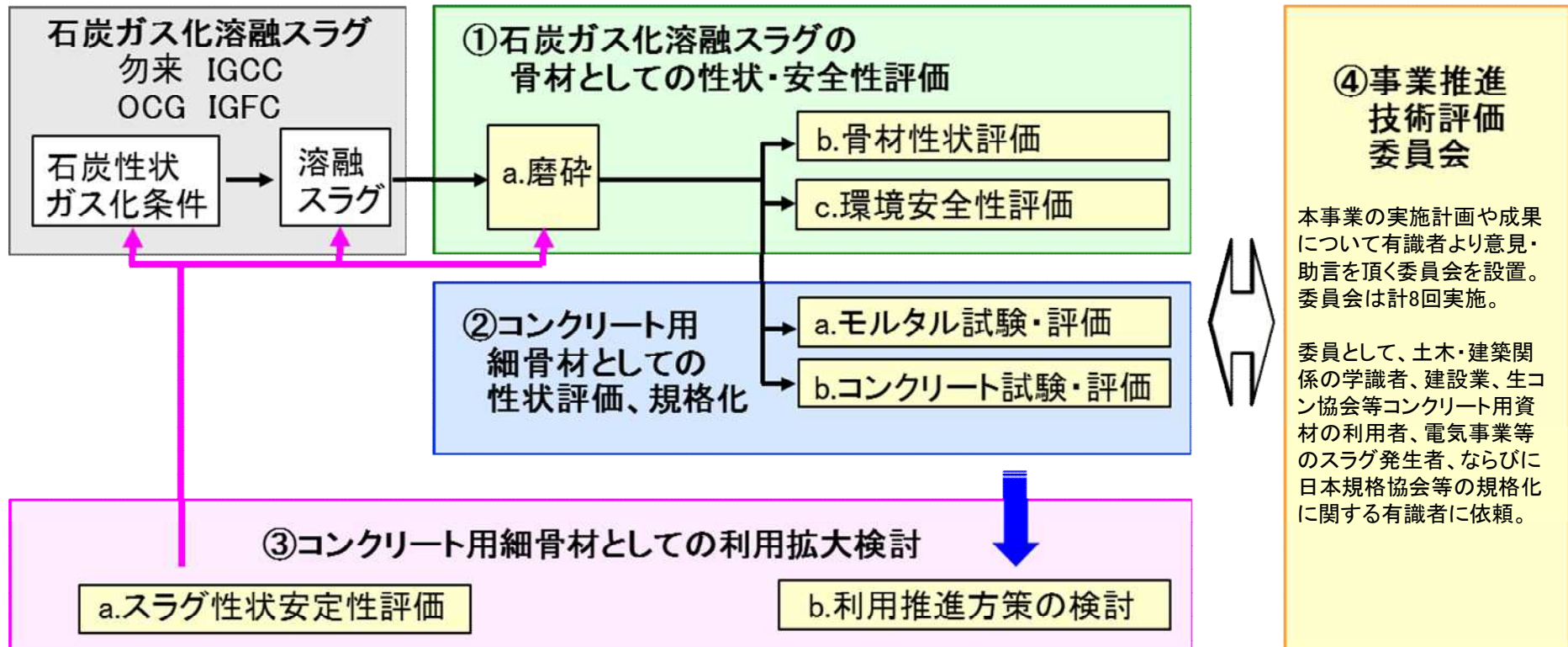
1)-A-5 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進

<概要>

石炭ガス化溶融スラグの有価利用推進を目指し、①骨材としての性状と安全性の評価を行う。また、②コンクリート用細骨材としての性状評価を行い、JIS原案作成に必要なデータを取得しJIS素案を作成する。さらに、③同スラグの特性を活かした利用推進方策を検討する。

<期間> 2016年11月～2018年9月

<委託先> 一般財団法人石炭エネルギーセンター



3. 事業の有効性

~各個別テーマの成果と意義~ (終了事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-A-5 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進

<成果>

細骨材としての物性

- 密度が天然骨材と同等
 - ➡ 材料分離の必要が無い
- 吸水率が極めて低い
 - ➡ 単位水量が減らせる



勿来A

勿来B

川砂

砕砂

細骨材としての物性

	勿来A	勿来B	勿来C	砕砂	川砂
種類・産地	勿来発電所 H27年採取	勿来発電所 H28年採取	勿来発電所 H28年採取	笠間産 硬質砂岩	霞ヶ浦産
表乾密度 g/cm ³	2.68	2.68	2.67	2.64	2.64
吸水率 %	0.17	0.15	0.22	1.70	1.33

環境安全性評価

- 特定有害物質の溶出がほとんど無い
 - ➡ 土壌環境基準の溶出に関する基準値以下
 - 本細骨材を用いた製品の環境安全性が担保

細骨材として環境安全性評価

測定項目	原料 勿来A	細骨材 勿来B	細骨材 勿来C	環境安全 品質基準	定量下限値
カドミウム	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.01 以下	0.001
鉛	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.01 以下	0.005
六価クロム	0.020未満	0.020未満	0.020未満	0.05 以下	0.020
ひ素	0.005未満	0.007	0.005	0.01 以下	0.005
水銀(総水銀)	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005以下	0.0005
セレン	0.002未満	0.002未満	0.002未満	0.01 以下	0.002
ほう素	0.20未満	0.20未満	0.20未満	0.8 以下	0.20
ふっ素	0.20未満	0.20未満	0.20未満	1 以下	0.20
総クロム	0.020未満	0.020未満	0.020未満	—	0.020

3. 事業の有効性

~各個別テーマの成果と意義~ (終了事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-A-5 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進

<成果>

圧縮強度

- スラグ置換率の増大に伴い圧縮強度が低下
- ▶ 材齢により強度が増大
1週の40N/mm²でも十分な強度

乾燥収縮量

- スラグ置換率の増大に伴い乾燥収縮率が減少
(セメントや天然砂の種類によらない)
- ▶ 耐久性が向上
乾燥ひび割れ抵抗性が向上
(製品の外観向上に寄与)

- 本事業の成果を基にJIS原案の素案を作成、JIS原案作成委員会を2019年4月より設置する見通しが得られた。
- 土木・建築学会による設計・施工指針の作成と当該スラグ骨材を用いた実規模構造物による施工性、耐久性の確認に必要な取組みを検討し、実施計画をとりまとめた。

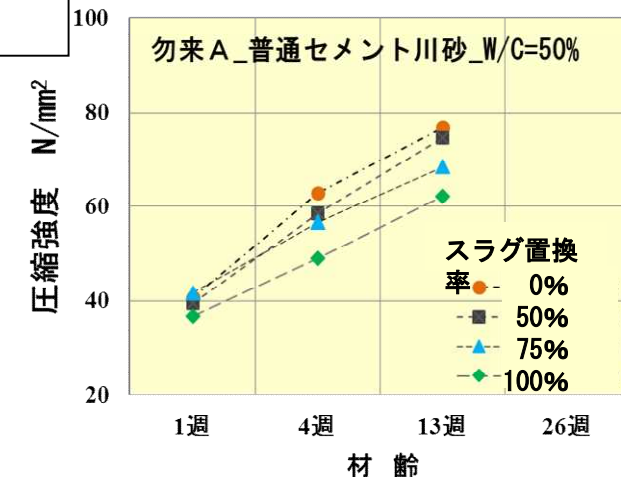


図1 圧縮強度

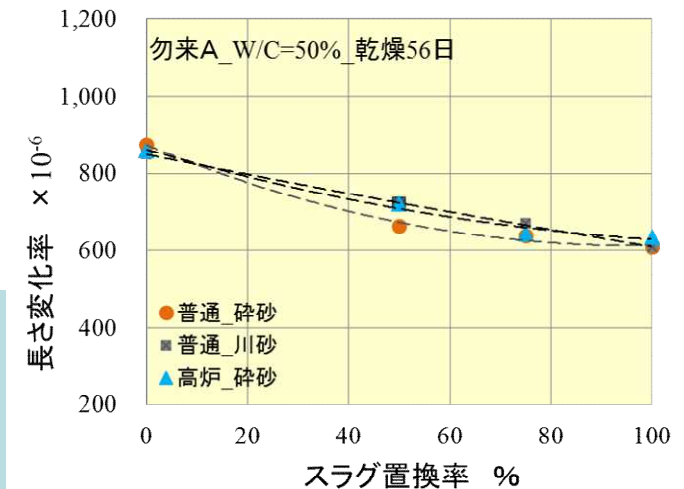


図2 乾燥収縮量

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(継続中事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-B-1 石炭自然発熱影響因子評価

<概要>

①石炭自然酸化反応による発熱特性の解析、②発熱時の石炭の化学構造解析、および③発生ガス分析を実施し、石炭自然発熱現象影響因子解明を目指す。

乾燥炭、石炭中含有水分の異なる湿炭を用いて、40℃～80℃の温度域で各石炭の自然発熱昇温特性を把握すると共に、60℃,70℃,80℃での石炭構造、特に、官能基を中心とした石炭の化学構造を、NMR等で詳細に解析し、GC-MS, 同位体ラベル酸素およびTOF-MSによるガス分析を踏まえて、自然発熱機構の解明および影響因子特定を目指す。

<事業期間>

2018/12 ~ 2021/2

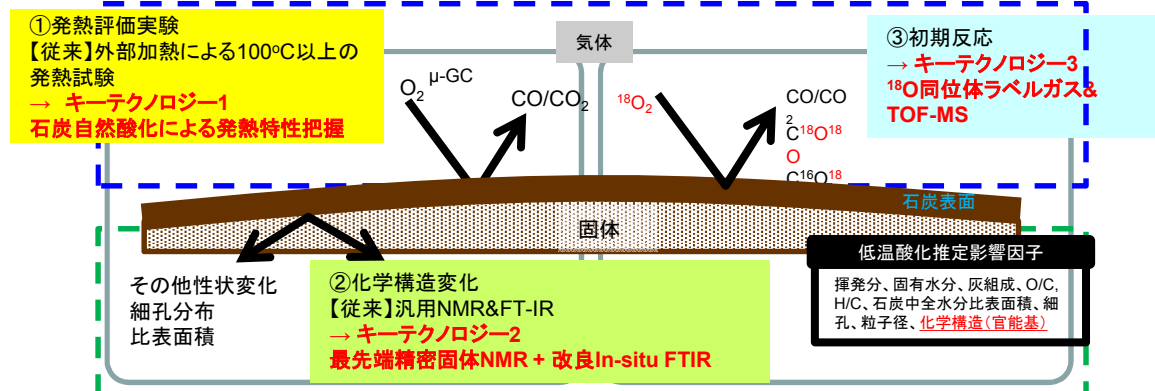
<委託先>

一般財団法人電力中央研究所、日本製鉄株式会社

NMR: Nuclear magnetic resonance
GC-MS: Gas chromatography mass spectrometry
TOF-MS: Time of Flight Mass Spectrometry
FT-IR: Fourier transform infrared spectroscopy

従来の石炭酸化研究の問題点

- ①昇温特性把握時のラボ条件と石炭管理場での反応条件との乖離
- ②石炭中の化学構造(官能基等)に関して、詳細かつ定量的な情報が不十分
- ③低温酸化反応に影響を及ぼす酸素起源や酸素吸着等に関する知見も不足



研究目的: 石炭低温酸化特性評価、最先端精密固体NMR解析技術、高分解能質量分析技術等を駆使し、昇温特性と石炭性状との比較から低温酸化支配因子の特定

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(継続中事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-B-1 石炭自然発熱影響因子評価

<成果>

乾燥炭・湿炭の自然発熱影響因子評価

乾燥炭・湿炭につき、自然発熱過程における石炭性状や石炭構造の変化と自然発熱性との関係を解析。

①自然発熱試験

電力および鉄鋼業界で実績のある、亜瀝青炭1種類(X炭)、瀝青炭2種類(Y炭、Z炭)を選定し、自然発熱評価装置で自然発熱性試験を実施。炭種により自然発熱性が異なることを確認した。

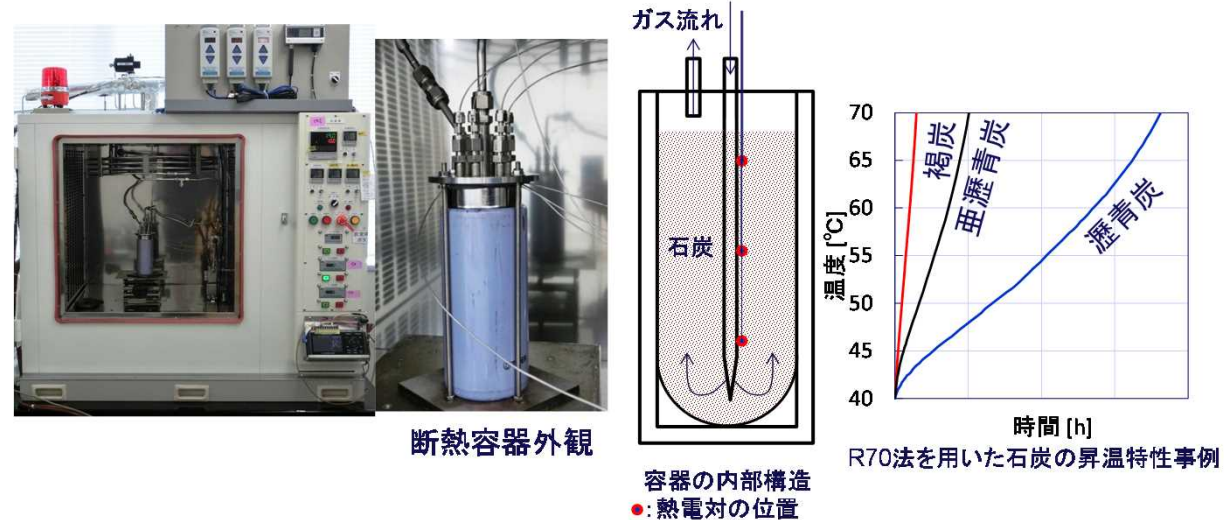


図 自然発熱評価装置 (R70法)

②石炭性状の測定

上記で選定した石炭の自然発熱前の性状を把握するため、3炭種の石炭試料について、石炭性状(元素分析、工業分析、発熱量)をJIS法に基づいて測定した。亜瀝青炭であるX炭は、自然発熱性の一つの指標となる燃料比が小さく、石炭中酸素濃度は高いことを確認した。

③石炭構造の解析

自然発熱前の石炭の化学構造を把握するため、乾燥粉碎したX炭とY炭について、固体NMR測定に着手し¹³C NMR測定を行った。¹³C NMRスペクトルから、各石炭に含まれる脂肪族、芳香族等の化学構造(官能基)を把握した。

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～ **(継続中事業)**



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-B-2 シリカフューム代替品製造技術の研究開発

<概要>

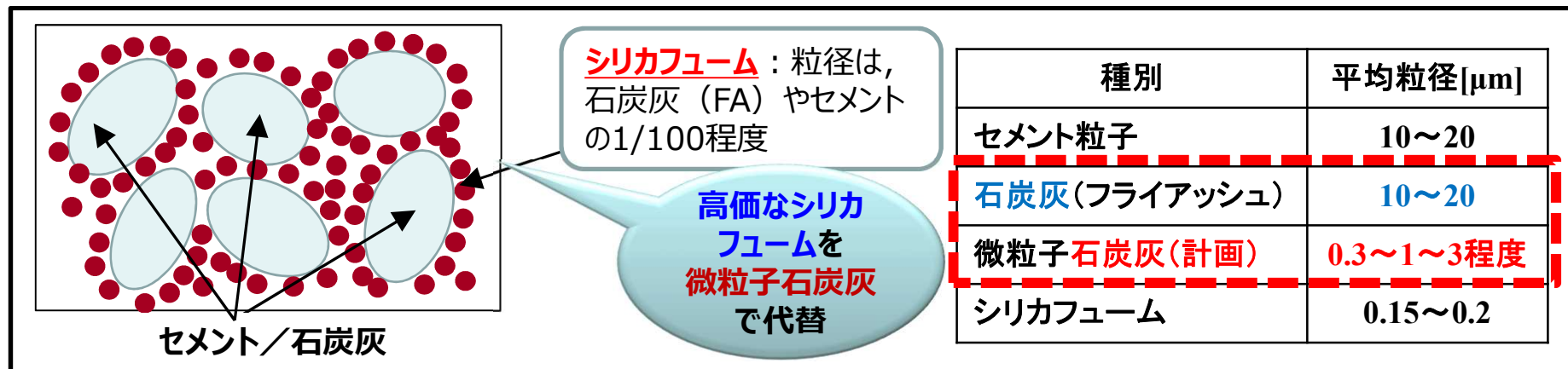
石炭灰（フライアッシュ）を原料に、安価なシリカフューム代替品の製造技術を開発し、高価なシリカフューム（フェロシリコンなどを製造する際の副産物で、サブミクロンのシリカ質超微粒子）の代替品としての普及を図る。特に、**高強度コンクリート分野**とセメントを使用しないコンクリート（ジオポリマー）分野（**高耐久性コンクリート**）の2領域を想定し、適切な微粒化システムを構築することを目標とする。

<期間>

2018年9月～2020年2月

<委託先>

一般財団法人石炭エネルギーセンター（再委託先：宇都宮大学）
一般財団法人電力中央研究所
福島エコクリート株式会社



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(継続中事業)



New Energy and Industrial Technology Development Organization

1)-B-2 シリカフェーム代替品製造技術の研究開発

<成果>

1. 石炭灰からの実用的微粉砕システムの研究開発

石炭灰を効率よく微粉砕する手法を研究し、実用的な石炭灰微粉砕システムを開発

- 粉砕機の選定：乾式粉砕機2機種（ビーズミル・ジェットミル）を選定
- 微粉砕品の試作：平均粒子径1 μ m程度（製品の50%程度がサブミクロン粒子）までの微粉砕可能性を確認（2機種共）
- 微粉砕システムの開発：粉砕機運転データを基に、実用機スケールアップ等のための設計データを収集。微粉砕機システムのコスト試算（設備費及び運転経費の算出）のための基礎データとする。

2. 製品事業領域に応じたシリカフェーム代替品としての性状把握の研究開発

対象製品事業領域（高強度コンクリート分野・高耐久性コンクリート分野の2領域）各々に対し、必要となるシリカフェーム代替「微粒子石炭灰」の製造品質を把握

- **高強度コンクリート分野**：微粉砕粒度の異なる石炭灰（平均粒子径：1, 3, 8 μ m）とシリカフェーム（比較用）を各々用いたコンクリートを試作し、コンクリート品質を比較。平均粒子径：1, 3 μ mの微粒子石炭灰を用いたコンクリートは、シリカフェームと同等性能であると確認 → 「平均粒子径3 μ m」で代替可能
- **高耐久性コンクリート分野**：代替可能性を、コンクリートの「流動性（モルタルフロー）」と「圧縮強度」の性能比較試験の結果から、平均粒子径3 μ mで代替可能な条件を見出した。「耐酸性」評価試験を追加実施することで、高耐久性コンクリートとしての実用性を確認予定

3. 事業の有効性

~各個別テーマの成果と意義~ (継続中事業)



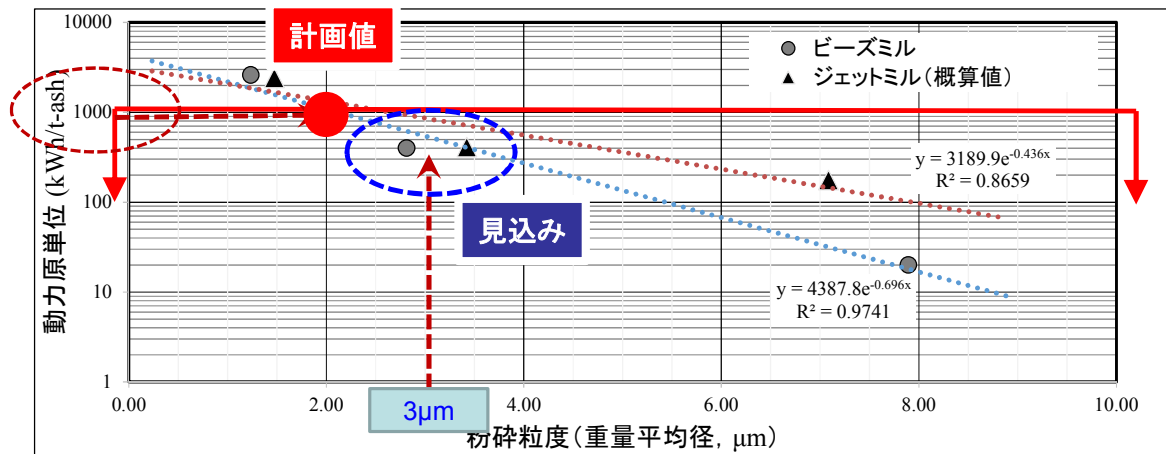
1)-B-2 シリカフューム代替品製造技術の研究開発

<成果>

3. シリカフューム代替品製造プラントの構築における事業性向上のための研究開発

原料調達（入口）から製品販売（出口）に至る一連の**ビジネスモデル**を想定した上で、代替製品の需給バランスや将来動向などの事業環境を把握するための基礎情報の収集と整理を実施中。

- 代替可能な石炭灰微粒子の粉碎粒度：高強度コンクリート分野・高耐久性コンクリート分野の2領域共に、**平均粒子径 3μmで代替可能な見込み**（一部、性能評価試験を継続中）
- 事業性向上策の検討：電力原単位の低減が見込める。**設備規模と設備費の検討**継続中



平均粒子径と動力原単位との関係 (kWh/t-ash)

<計画段階数値目標>

- 設備費：目標800百万円
- 電力原単位：目標製品あたり 1,000kWh/t以下



<これまでの成果>

- 設備費：精査中
- 電力原単位：計画段階の50%程度 (400~500kWh/t) の見込み

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(終了事業)



2)-B-1 フライアッシュコンクリート製造技術の開発

<概要>

CO₂排出量が多いセメントを使用せず、石炭灰であるフライアッシュ（FA）を主原料とするエコなコンクリートである『セメント不使用FAコンクリート（通称、ジオポリマー）』を、マンホール管やU字溝等のコンクリート製品として実用化することを目指し、その製造技術開発に取り組む。

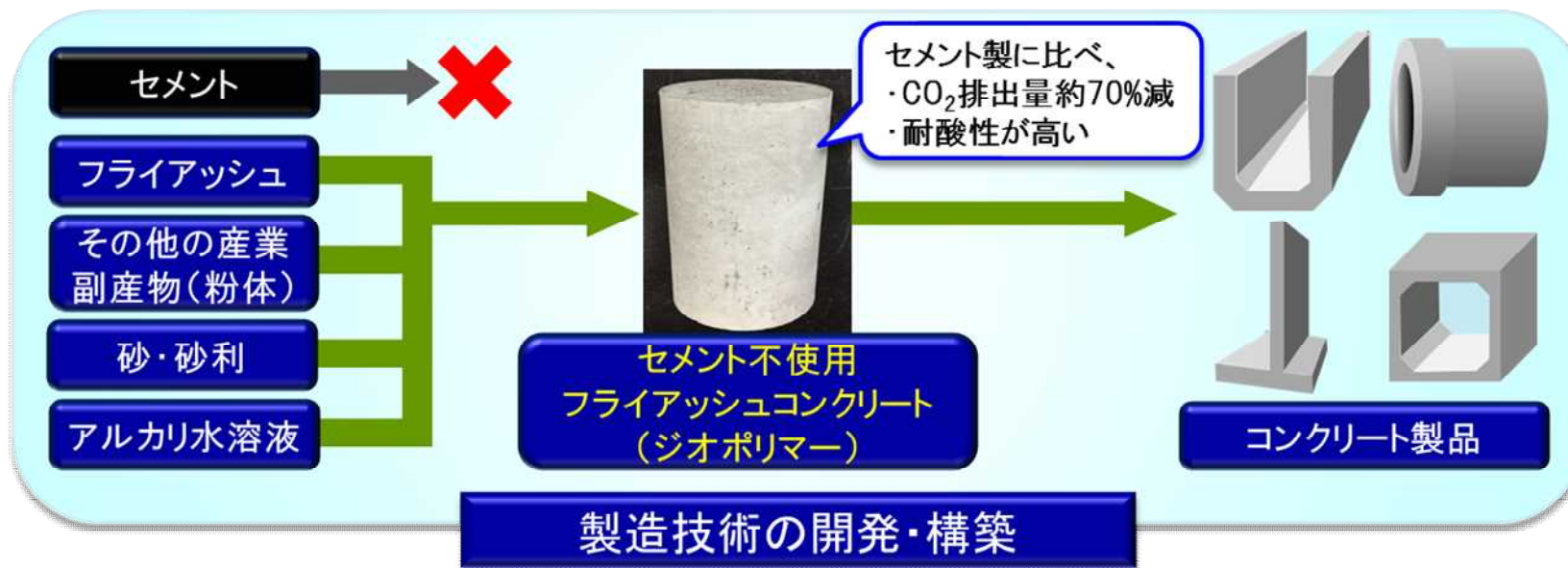
<期間>

2016年11月～2018年2月

<助成先>

一般財団法人電力中央研究所

一般財団法人石炭エネルギーセンター（中川ヒューム管工業）



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

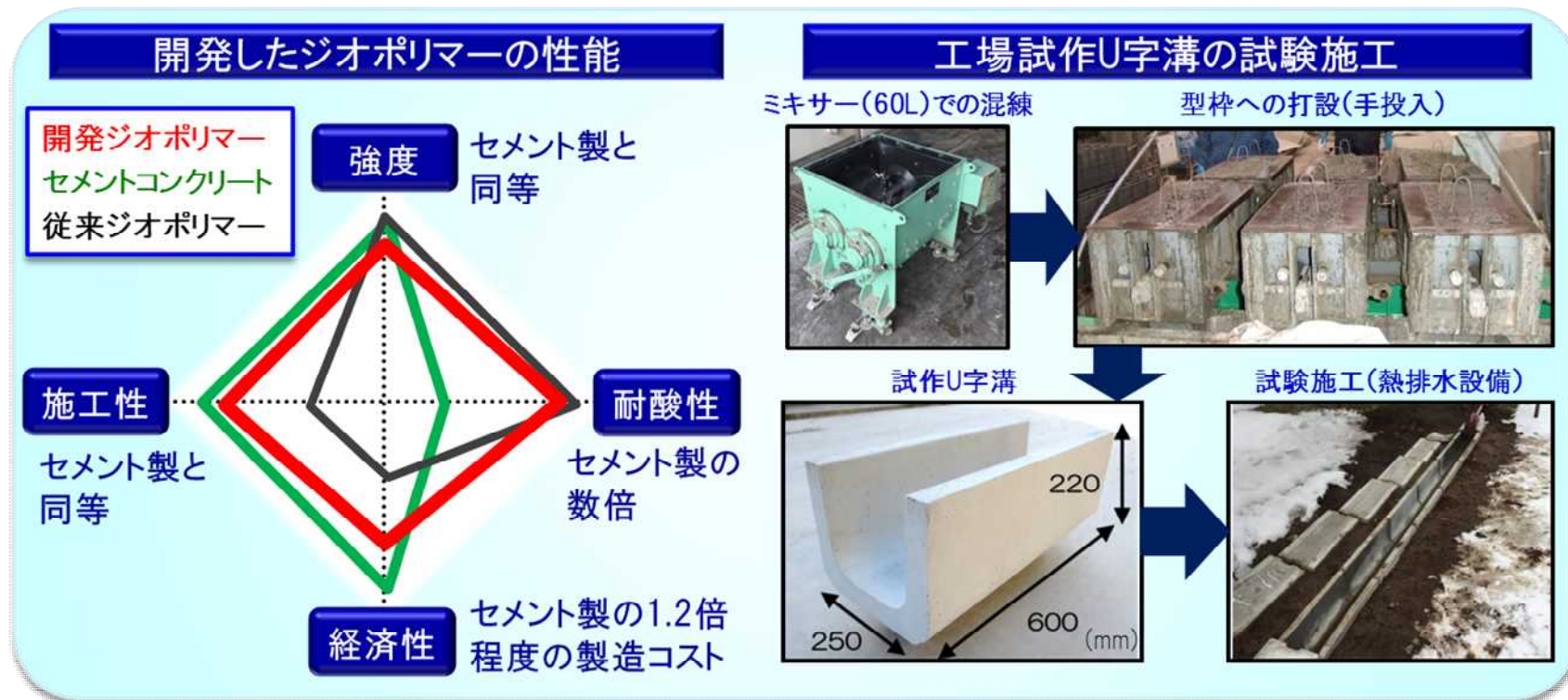
(終了事業)



2)-B-1 フライアッシュコンクリート製造技術の開発

<成果>

- ① 目標を概ね達成する、高耐酸性セメント不使用FAコンクリート（ジオポリマー）の製造技術を開発した。
- ② 発電所管内の熱排水設備として、工場にて試作したU字溝の試験施工を果たした。
- ③ 実プラントで製品製造する際の課題を抽出した。



3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(新規予定事業)



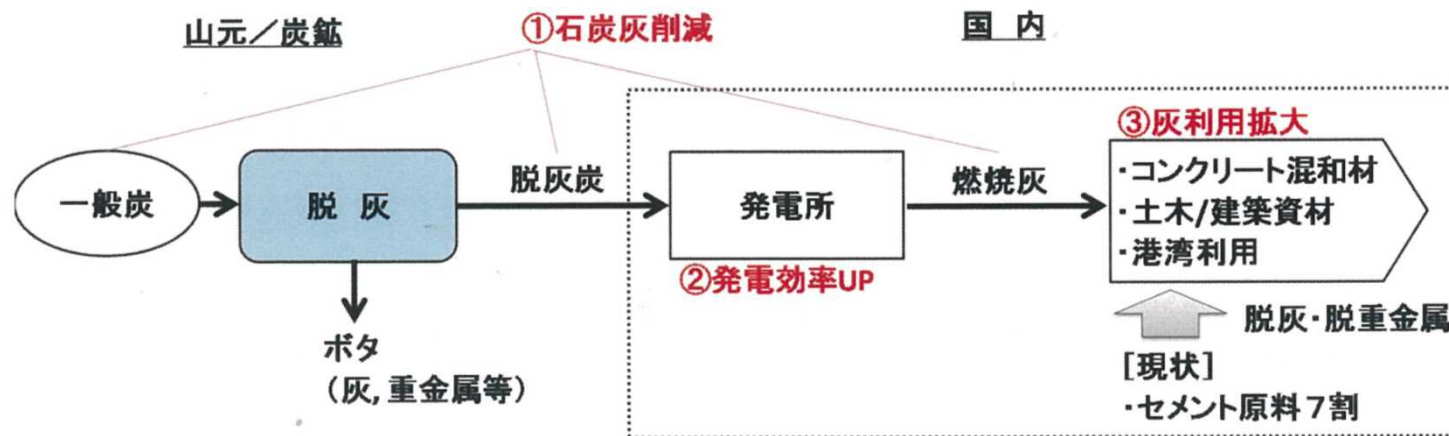
1)-B-3 石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発

<目的>

石炭灰の有効利用率（有効利用した石炭灰量/発生した石炭灰量）を高めるため、脱灰による分母の低減（発生石炭灰量の低減）効果に加え、脱灰がもたらす副次的効果（灰粒子の組成・粒子径変化）による分子の増加（有効利用量の増加）効果を詳細に検討し、最も石炭灰の有効利用率が高まる合理的な石炭利用システムを構築する。

<背景>

石炭火力発電での石炭灰処理費の負担増加（埋立処分場制約、処理コスト高騰）、使用する石炭の高灰化の進行（灰の発生量増加）、主な石炭灰の利用先であるセメント原料利用が鈍化の傾向（有効利用量の減少）が見込まれており、そのため石炭使用後に発生した石炭灰の削減・利用技術開発に加え、新たに石炭利用前処理技術の開発を実施し、石炭灰削減・利用の方策の拡大を目指す。



石炭脱灰スキーム/脱灰効果

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(新規予定事業)



2)-B-2 石炭ガス化溶融スラグの信頼性確認

ent Organization

<目的>

コンクリート用細骨材としてJIS化の見通しが得られている石炭ガス化スラグについて、**実運用条件での細骨材製造と実規模施工により、信頼性の確認と利用指針の確立**を行い、利用拡大を目指す。

<背景>

次世代の高効率・低炭素石炭火力発電技術として、石炭ガス化複合発電（IGCC）は内外での導入・普及が予想され、副生するスラグの利用拡大が、発電原価の低減と資源確保・環境保全を目的に期待されている。また、利用拡大のために骨材としての規格化だけでなく、実規模での信頼性の明示と利用指針の確立が求められている。

【規格化】：JIS化による生コンでの利用保証

JIS A 5011 [コンクリート用スラグ骨材] の追加制定
⇒ 第5部 石炭ガス化スラグ骨材



JIS A 5308 [レディーミクストコンクリート] における骨材の採用
(次期改訂時に盛り込む)



提案事業

【利用拡大】：実運用への対応と設計施工指針の作成

- ①実規模細骨材製造試験：実運用によるJIS適合細骨材製造技術の確立
- ②実規模施工・暴露試験：現場試験による品質変化と耐久性の検討
- ③構造試験：鉄筋を加えたコンクリート構造物での検討

3. 事業の有効性

◆成果の普及

	講演 (セミナー、シンポジウム等)	論文	新聞・雑誌・HP
全体	19件 (2016年：8件) (2017年：4件) (2018年：5件) (2019年：2件)	2件 (2018年：1件) (2019年：1件)	3件 (2017年：1件) (2018年：2件)

◆波及効果

- ガス化溶融スラグのJIS化、施工指針作成により、これまで廃棄物とされていたものの有効利用に繋がり、処理費用削減の経済効果が発生。
- 基盤データ(石炭灰発生量・利用量等、コールバンク)が広く公開されていることにより、石炭利用に関する情報利用が容易になり、石炭の効果的な活用に繋がる。



ご清聴ありがとうございました