

「クリーンコール技術開発／②石炭利用環境対策事業」
(中間) 事業評価報告書

2020年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 総合評価／今後への提言	1-1
2. 各論	1-3
2. 1 必要性	
2. 2 効率性	
2. 3 有効性	
3. 評点結果	1-9
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、事業評価は、被評価案件ごとに当該技術等の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会の下に設置し、研究評価委員会とは独立して評価を行うことが第43回研究評価委員会において承認されている。

本書は、「クリーンコール技術開発／②石炭利用環境対策事業」の中間評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、研究評価委員会において設置された「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）事業評価分科会において評価報告書を確定したものである。

2020年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「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

審議経過

● 分科会（2019年10月25日）

すべて公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明
6. まとめ・講評
7. 今後の予定
8. 閉会

「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）

事業評価分科会委員名簿

（2019年10月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	にのみや よしひこ 二宮 善彦	中部大学 工学部 応用化学科 教授
分科会長 代理	かんばら しんじ 神原 信志	岐阜大学大学院 工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 教授
委員	さいとう あや 齋藤 文	みずほ情報総研株式会社 グローバルイノベーション&エネルギー部 エネルギービジネスチーム 課長
	さかなくら ひろふみ 肴倉 宏史	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 循環利用・適正処理処分技術研究室 室長
	ふじわら なおき 藤原 尚樹	出光興産株式会社 石炭事業部 石炭技術統括マネージャー

敬称略、五十音順

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 総合評価／今後への提言

第5次エネルギー基本計画において、2030年の電源構成比率の見通しが示されており、石炭火力に一定の役割が求められ、本事業の必要性は明らかである。石炭情勢が大きく変化する中でも、クリーンコール技術開発事業及び、そのうちの石炭利用環境対策事業は、NEDOが継続的かつ積極的に実施するべきである。石炭利用環境対策推進事業及び石炭利用技術開発の計10テーマは、広範囲の内容を含んでいるが、所定の期限を踏まえながら着実に実施されている。

一方で、石炭からのCO₂排出量のさらなる削減が求められる中、将来のわが国の石炭エネルギーの位置づけを推定しながら、NEDO事業が企業の石炭関連事業を継続するに資する技術開発であることを示すことが重要である。

また、テーマ選定の理由を明確にするために、事業実施に先立って、事業の方針や戦略性を明らかにしておくことが望まれる。

さらに、石炭灰からの新規の工業製品製造の創出など、我が国における石炭火力発電が果たす前向きな役割をPRすることが重要である。

〈総合評価〉

- ・ 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、本事業で実施されている「環境対策や石炭灰・スラグの削減・有効利用方策の確立」を継続的に行っていくことが重要であり、高く評価できる。
- ・ 石炭情勢が大きく変化する中でも、クリーンコール技術開発事業およびそのうちの石炭利用環境対策推進事業はNEDOが継続的かつ積極的に実施するべきである。
- ・ 気候変動の観点から脱石炭の流れはあるものの、世界全体では石炭需要は増加していく見込みであり、本事業は我が国の高度な石炭火力発電技術にさらに付加価値を与えることが大きく期待される事業である。本事業は、埋立地の制約や国内処理量の増加といった社会情勢の変化に対応しながら当初想定した成果がしっかりと出ており、新しい事業の計画も適切であると考えられる。
- ・ 石炭利用環境対策事業8テーマ、石炭利用技術開発2テーマの計10テーマは広範囲の内容を含んでいるが、所定の期限を踏まえながら着実に実施されている。
- ・ 本事業は我が国の石炭の安定利用やセキュリティーの面から必要性が高く、テーマも大気環境のみならず温暖化対策にも資するものであり効率性も高い。また終了した事業成果は実用化に向けた取り組みがなされており有効性も高い事業である。

〈今後への提言〉

- ・ 2030年の電源構成比率が石炭(26%程度)、再エネ(22~24%程度)などの見通しが示された。我が国においては石炭火力発電に匹敵する新たな再生可能エネルギー源が見通せていない現状では、石炭火力に一定の役割が求められ、本事業の必要性は明らかである。しかしながら、一方では、温暖化対策の新しい枠組み「パリ協定」により石炭からのCO₂排出量のさらなる削減が求められ、ヨーロッパ諸国を中心に石炭火力発電

所の運用停止や全廃の議論も進められている。我が国においては石炭火力発電が果たす積極的な役割を一層 PR する必要がある。例えば、石炭灰からの新規の工業製品製造の創出など、前向きの役割を PR することが肝要と考える。

- 今後、個別の調査テーマや技術開発テーマ選定をどのように設定していくか、将来のわが国の石炭エネルギーの位置づけを推定しながら、基軸を見直す時期に来ていると考える。
- 石炭利用技術には、社会・経済に大きな波及効果を及ぼす「挑戦的研究」（イノベーション研究）が今後特に必要となる。石炭利用環境対策事業に、未来志向の技術開発テーマを1つぐらい設定すると良いと考える。
- ESG 投資が拡大する中、企業が石炭関連事業を継続するために求められる点は何かをよく議論し、それらに資する技術開発であることを示すことで、本事業の必要性、有効性がより明確化されるのではないかと思う。
- また、本事業の普及により、社会コストや CO₂ 排出量の削減のみならず、土地や資源の利用削減という効果もあると考えられる。具体的な効果として何があるのか、またそれらがどの程度の効果があるのか等に関する整理や定量的評価を行いアピールすることで、本事業の成果、費用対効果がより広く理解されるのではないかと思う。
- テーマ選定の理由を明確にするために、事業実施に先立って、事業の方針や戦略性を明らかにしておく必要があると思われます。
- 本事業が温暖化対策に資するものであることを明確にするとともに、テーマ選定の公平性の確保や実用化の状況を確認する仕組みが必要である。

2. 各論

2. 1 必要性

第5次エネルギー基本計画において、2030年の電源構成比率の見通しが示されており、石炭火力に一定の役割が求められている。このような中、石炭の効率的利用、環境対応、石炭灰削減・有効利用の観点で、石炭利用環境対策事業の必要性は明らかである。3E+S（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合）をより高度化する本事業の目的は妥当であり、公共性の高さから、NEDOが実施する必要性は明らかである。循環型社会の形成という側面において、資源化を進めることにより埋立てをゼロにするという点で、特に、本事業の早急な社会実装の必要がある。

一方で、石炭需要や石炭灰発生量の予測は、本対策事業の必要性をより定量的に位置づけるものであることから、様々なシナリオに沿った定量的な予測の実施が望まれる。

〈肯定的意見〉

- 東日本大震災により停止した原子力発電所の再稼働の見通しが未だ不透明であるが、第5次エネルギー基本計画（経済産業省：2018年7月発表）では2030年の電源構成比率が石炭（26%程度）、再エネ（22～24%程度）、原子力（20～22%程度）などの見通しが示された。我が国においては石炭火力発電に匹敵する新たな再生可能エネルギー源が見通せていないので、石炭火力に一定の役割が求められており、本事業の必要性は明らかである。
- 石炭灰の利用拡大を目指し、工業製品として規格化（JIS化）などに着目した事業の目的は妥当である。今後、国際規格であるISOの取得などが望まれる。
- 政策（第5次エネルギー基本計画）におけるクリーンコール技術開発の位置づけ、そのうち石炭利用環境対策事業の位置づけは明確である。
- 石炭利用基盤技術、海外技術移転、石炭灰利用拡大の観点で、石炭利用環境対策事業の必要性は明らかである。
- 石炭利用環境対策事業は、3E+Sをより高度化する事業であり、NEDOが実施する必要性は明らかである。
- 石炭利用環境対策事業の目的（3E+Sの高度化）は妥当である。
- 中間目標および最終目標ともに全体の事業目標としては妥当である。
- 石炭需要はアジアを中心に引き続き増加する見込みであり、バリューチェーン全体で付加価値を上げるという点で重要な事業である。循環型社会の形成という側面においても、資源化を進めることにより埋立てをゼロにするという点には特に、本事業の社会における早急な必要性があると考えられる。
- 石炭火力発電の重要性、エネルギー安全保障確保の重要性から、本対策事業の必要性は十分明らかであると考えます。
- 本事業は政策面からは石炭の安定利用、エネルギーセキュリティとCCTの海外展開において必要なものである。また公共性が高くNEDOが実施する必要性も高い。事業の目的、目標も我が国における各関連産業の課題解決において妥当なものである。

〈改善すべき点〉

- 化石燃料からの CO₂ 削減の流れ、ならびに再生可能エネルギー大量導入時代における石炭火力発電所の役割が徐々に変化しており、この流れの中で石炭火力発電のあり方を問いかけることが重要であり、事業の目的・目標を掲げるべきである。
- 石炭利用環境対策推進事業および石炭利用技術開発のそれぞれの位置づけは明確であるが、個別の研究テーマの選定理由やロードマップを説明する資料があればさらに明確になる。
- アウトプット目標（将来の有効利用率 100%）は非常に高い目標で望ましいが、その根拠（どのような技術でそれぞれ何パーセントを目標とするのか）を具体的に示す説明があればなお良い。
- 「有効利用率を 100%まで向上」させるための具体的な用途や方策があるとなおよかった。
- 石炭需要や石炭灰発生量の予測は本対策事業の必要性をより定量的に位置づけるものであることから、様々なシナリオに沿った定量的な予測を行う必要があると考えます。
- 本事業は環境面において煤塵、NO_x、SO_x などの大気汚染の削減だけでなく、地球温暖化に関連した CO₂ の削減に寄与するものであることを明確にすべきである。

2. 2 効率性

石炭の効率的利用、環境対応、石炭灰削減・有効利用の3つの観点で設定された実施計画や実施方法などは妥当と判断される。事業の実施体制は、その研究開発分野でトップランナーが集結しており妥当である。テーマには、CO₂の排出源であるセメントを利用しないフライアッシュコンクリートの開発など、我が国のみならず国際的にも必要とされているCO₂の排出削減につながるものが選定され、評価できる。

一方で、事業開始時のテーマがロードマップに沿わない場合は、必要に応じて、ロードマップの見直しがなされることを望む。また、費用対効果における導入ポテンシャルに関しては、製品の製造コストやCO₂削減量などを用いて定量化されることを期待する。

〈肯定的意見〉

- ・ 石炭の効率的利用、環境対策、石炭灰削減・有効利用の3事業とも、実施計画や実施方法などは妥当と判断される。また、プロジェクトマネージャーにより適切に企画・管理がなされ、技術的成果および政策的効果に反映されたと判断される。
- ・ 事業の枠組みとその実施計画は明確で妥当である。
- ・ 事業の実施体制は、その研究開発分野でトップランナーが集結しており妥当である。
- ・ 費用対効果は具体的に提示されており、かつ石炭利用への大きな情勢変化を考慮しながら事業を推進していることから、実施方法、効率性ともに妥当である。
- ・ 実施体制に、本事業で開発する技術を利用・普及することを可能にする企業が入っており、技術がすぐに社会において利用されることが期待できる。また、「埋立処理場のひっ迫」や「国内での（石炭灰の）処理量の増加」に対応するとともに、技術の早期普及につながる新しい事業を開始または計画しており、本事業の成果が社会課題の解決に早期につながるものと考えられる。
- ・ 基盤データ整備、環境対応、石炭灰削減・有効利用の3つの枠組みを設定し、効率的に事業に取り組んでいることが理解できます。
- ・ 事業のテーマは従来技術に比べて高効率のIGCCの普及に資するものであり、またCO₂の排出源であるセメントを利用しないフライアッシュコンクリートの開発など、我が国のみならず国際的にも必要とされているCO₂の排出削減につながるものが選定されており、事業の計画、体制ともに問題ない。

〈改善すべき点〉

- ・ 石炭灰有効利用率を、事業開始時は87.2%（2015年）の値を使用しておきながら、最終年度の利用率は100%と仮定しており、事業の効率性との観点からは「実施の効果（費用対効果）」の算出根拠が不明瞭である。
- ・ 情勢変化に対応する事業実施計画等の見直しは、現時点（中間評価）までには必要なかったものとするが、今後開始する研究テーマにおいては一度点検すべきである。
- ・ 「実施の効果（費用対効果）」における導入ポテンシャルに関しては、製品の製造コス

トや CO₂削減量などを用いて定量化してもよかったのではないか。

- 実施の効果（費用対効果）の説明は、概算過ぎると考えられます。発生量の見通しも含めて、より詳細な仮定を置いた計算を行うべきと考えます。
- 各テーマの選定においては、現在は NEDO 内部で実施されているが、公平性の面から外部の有識者による評価や選定が必要である。また必要なテーマについては事業開始時のロードマップに沿わない場合はロードマップの見直しが適宜必要である。コールバンクの拡充では NEDO や国プロの研究開発のなかで得られた新たな石炭品質データを取り込んで拡充していくことが必要である。

2. 3 有効性

個別テーマの中間目標は概ね達成されており、最終目標への課題も明確である。また、終了した事業テーマの成果は、実施者が継続して事業化に取り組んでおり、事業の有効性は高い。さらに、埋立地の制約や国内処理量の増加といった社会情勢の変化に対応しながら当初想定した成果がしっかりと出ている。

今後、それぞれの石炭灰有効利用技術が、有効利用率 100%というアウトプット目標にどの程度貢献するのか具体的に説明されることが望まれる。

〈肯定的意見〉

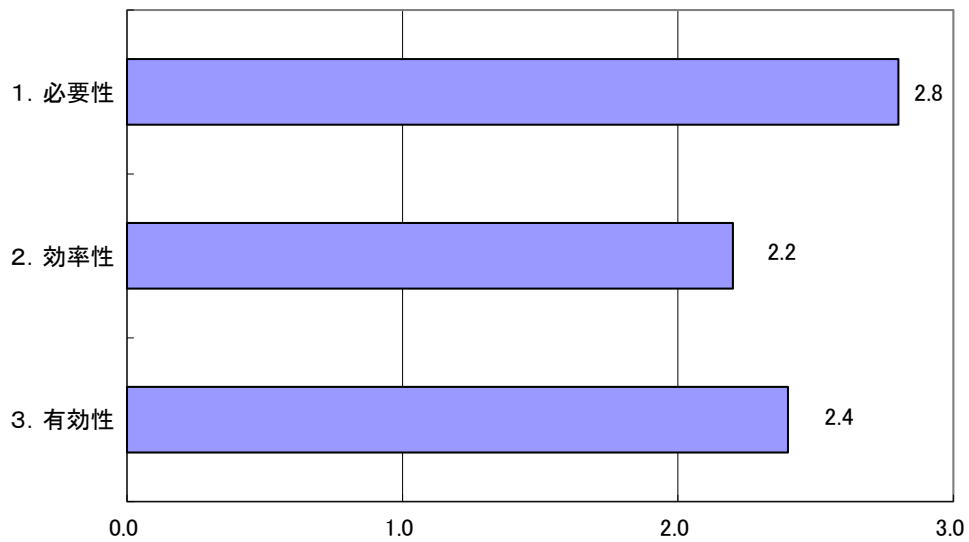
- ・ 個別テーマ毎の目標は明確で、終了したすべての事業で「達成」されている点が評価できる。惜しむらくは、「大きく上回って達成」した事業がなかった点である。今後の課題と解決方針が明確化されている事業が 5 事業ある点も評価できる。
- ・ 終了した調査事業の目標と成果、達成状況は明確にまとめられており、目標を達成したと評価できる。
- ・ 継続中の技術開発のうち、シリカヒューム代替品開発は最終目標を達成できることが期待できる。
- ・ 現在実施している事業に関しては、中間目標を達成しており、最終年度も達成するものと考えられる。
- ・ いずれのテーマも、順調に目標を達成していること、もしくは達成見込みであることが理解できました。
- ・ 個別テーマの中間目標は概ね達成されており、最終目標への課題も明確である。また終了した事業の成果は、事業者が継続して事業化に取り組んでおり、事業の有効性は高い。

〈改善すべき点〉

- ・ 脱灰法による石炭利用の高度化において、本事業のメリットが「山元/炭鉱」と「我が国」において、ウイン・ウインの関係にあることを示す丁寧な説明が必要である。
- ・ 石炭自然発熱影響因子評価の最終目標をもっと具体的に示すべきである。
- ・ シリカヒューム代替品開発がアウトプット目標（将来の有効利用率 100%）にどの程度貢献するのか説明できる資料があればなお良い。
- ・ 新規予定事業である「石炭ガス化熔融スラグの信頼性確認」については、国内の IGCC が 2021 年度に運転開始することから 2021 年度の早期に必要な技術であると考えられるため、達成時期の前倒しを検討してほしい。
- ・ 石炭ガス化スラグの環境安全性評価では利用有姿ではなくスラグ単味の評価のみ行われています。スラグの安全性が高いからと伺いましたが、同じロジックを石炭灰には適用できない懸念があります。どちらも同じ評価軸（利用有姿）での評価を基本とすべきと考えます。
- ・ 事業成果の実用化において、そのスケジュールや達成状況を確認し公開する仕組みが

必要。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	A	A	B
1. 必要性	2.8	A	A	A	A	B
2. 効率性	2.2	A	A	B	B	C
3. 有効性	2.4	A	B	A	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

1. 必要性

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

3. 有効性

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

2. 効率性

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

事業原簿

作成：2019年10月

上位施策等の名称	なし	
事業名称	クリーンコール技術開発/②石炭利用環境対策事業	PJコード： P92003、P16003
推進部	環境部	
事業概要	<p>本事業は石炭の環境対策等を目的として、石炭利用に伴い発生するCO₂、SO_x、NO_x、ばいじん等への対策や、石炭需要の拡大により増大する石炭灰やスラグの有効利用のための技術的課題を明らかにした上で、その課題の解決を目指し、必要に応じ技術開発や技術実証を行う。</p> <p>実施に当たっては、各研究開発の性質に合わせ、委託事業又は助成事業（2/3助成）により実施する。</p> <p>(1) 石炭利用環境対策推進事業【委託事業】</p> <p>石炭利用時に必要な環境対策に関わる調査を実施する。また、今後のCCT開発を効率的に支援するコールバンクの拡充及び石炭の発熱性に係る調査・技術開発を行う。</p> <p>石炭灰の発生量や有効利用に関する実態調査等を行う。具体的には、国内石炭灰排出量・利用量を把握するとともに、海外の石炭灰利用技術及び利用状況等を調査する。また、石炭灰利用及び削減に係る技術開発を行う。</p> <p>さらに、石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品として規格化することにより、スラグ製品としての新しい販路を開拓し、石炭灰有効利用の用途を広げる。</p> <p>(2) 石炭利用技術開発【助成事業（2/3）】</p> <p>石炭灰の利用用途拡大に関する技術開発を行う。</p> <p>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の開発を実施する。加えて、低品位フライアッシュの硬化体原材料としての適用範囲を把握し、有望視される用途（土木分野、建築分野、環境分野等）に適した硬化体製造技術を確立する。</p> <p>石炭ガス化溶融スラグを利用したコンクリート構造物を製造し、強度、組成、耐久性などに関する評価試験を実施し、信頼性・性能の確認を行う。また、コンクリートを使用する際のガイドラインとなる設計・施行指針を作成する。</p>	
事業期間・予算	<p>(1) 石炭利用環境対策推進事業</p> <p>事業期間：2016年度～2021年度</p> <p>契約等種別：委託</p> <p>勘定区分：一般勘定、電源勘定、エネルギー需給勘定</p> <p style="text-align: right;">[単位：百万円]</p>	

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
	予算額	80	60	75	60	-	-	275
	執行額	93	173	52	98	-	-	416
(2) 石炭利用技術開発								
事業期間：2016年度～2021年度								
契約等種別：助成								
勘定区分：一般勘定、電源勘定、エネルギー需給勘定								
[単位：百万円]								
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
	予算額	20	20	0	40	-	-	80
	執行額	20	20	0	0	-	-	40
事業の位置付け・必要性	(1) 政策的な重要性							
	<p>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、「エネルギー基本計画」（平成30年7月閣議決定）においても、石炭火力は重要なベースロード電源と位置付けられている。先進国を中心に世界的には、温室効果ガス削減のため石炭利用が急速に減少する傾向である一方で、安価で安定的な資源として新興国を中心に石炭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であることに変わりはない。その為にも、石炭利用に伴って発生するCO₂、SO_x、NO_x、ばいじん等への対応や、石炭需要の拡大に伴って、増大する石炭灰及びスラグの有効利用方策を確立することが大きな課題である。</p> <p>そのため、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、より高度なクリーンコールテクノロジーの開発が必要である。</p>							
事業の位置付け・必要性	(2) 世界の取組状況							
	<p>近年の世界的な環境志向の高まりを受け、環境装置の需要は急激に高まっている。特に、中国では環境規制が大幅に見直されており、他国で開発された環境装置を新たに導入している他、自国において、低コスト環境装置の開発が盛んに行われている。</p>							
事業の位置付け・必要性	(3) 我が国の状況							
	<p>我が国においては、石炭の排ガスに関して、世界的に見ても非常に厳しい環境基準（環境保全協定値）が定められ、その基準が遵守されている。そのような背景から、脱硫、脱硝、ばいじん処理技術等、高度な環境保全技術が過去から培われており、日本の強みが発揮できる分野のひとつである。一方、石炭利用に伴い排出する石炭灰については、主にセメントの原料として、これまでは有効利用されてきたが、近年セメント生産量は減少傾向にあり、セメント原料に代わる石炭灰の利用方法の確立が喫緊の課題である。</p>							

	<p>(4) NEDO が関与することの意義</p> <p>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我が国にとって、資源の安定・安価な調達には国民生活や経済活動を下支えするものであり、エネルギー安全保障の確保の重要性は、今も変わることがない（総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会, 2017年6月）。</p> <p>我が国におけるエネルギーセキュリティの向上は公共性が高く、社会全体に大きな利益をもたらすことから、NEDOが日本の石炭利用促進を牽引する必要性は高い。</p>
<p>事業の目的・目標</p>	<p>事業の目的</p> <p>本事業では、石炭の効率的利用を目的として、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。</p> <p>事業の目標</p> <p>ビジネスモデルとして石炭灰の有効利用率を100%まで向上させる石炭の有効利用技術の確立を目指す。</p> <p>なお、研究開発項目ごとの目標を以下の通り設定した。</p> <p>(1) 石炭利用環境対策推進事業</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(2) 石炭利用技術開発</p> <p>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認し、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。</p>
<p>事業の成果</p>	<p>別紙参照</p>
<p>情勢変化への対応</p>	<p>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。</p>

	<p>石炭灰の処理としてコンクリート混和材として輸出されてきたが、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見込みであり、よりいっそうの石炭灰削減、有効利用技術の開発は至急の課題である。</p> <p>上記を踏まえて、新たな事業を実施する。</p>
<p>評価の実績・予定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毎年度評価：内部評価 ・ 中間評価：2019 年度、外部評価 ・ 事後評価：2022 年度、外部評価

グリーンコール技術開発／石炭利用環境対策事業
事業の成果

1. 石炭利用環境対策事業 研究開発項目一覧

研究開発項目	件名	実施期間	実施者
石炭利用環境対策推進事業 [調査・技術開発：委託]	石炭灰調査	2016年度	JCOAL
	石炭灰調査	2017年度	JCOAL
	コールバンクの拡充	2016 ～2017年度	JCOAL、産総研
	インド脱硝技術展開のため調査	2017年度	MHPS
	石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進	2016 ～2018年度	JCOAL
	シリカフェーム代替品製造技術の研究開発	2018 ～2019年度	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	2018 ～2020年度	電中研、日本製鉄
石炭利用技術開発 [技術開発：助成]	フライアッシュコンクリートの製造技術	2016 ～2017年度	JCOAL、電中研（中川ヒューム管工業）

2. 石炭利用環境対策事業 研究開発成果

2.1 石炭利用環境対策推進事業

(1) 石炭灰調査〔2016年度〕

本事業では、石炭灰の限定された利用方法や有価需要、処分費の高騰および石炭灰処分場の逼迫等のリスクを低減するために、新たな技術開発動向を調査するとともに、既存の有効利用分野の拡大、及び、新たな有効利用先を開拓するために、その技術の適用性やコスト予測等について評価・検討を行った。

① 石炭灰性状調整技術の調査（JIS 灰化）

①－1 JIS 灰の有効利用が進んでいる四国地方および大阪圏における生コンクリート工場や地方自治体の取組み状況を調査し、JIS 灰有効利用の推進のための要件を取りまとめた。

①－2 石炭灰の基礎性状分析のうち、火力発電所から副生されるフライアッシュ原粉を気流分級して得た粒度分布の異なるフライアッシュ細粉および粗粉について品質を評価するとともに、細粉を混和したセメントモルタルの流動性を評価した。

② 石炭灰改質技術の調査（高品質化）

②－1 フライアッシュにおける環境規制対象物質のうち、特に水銀量に着目し、水銀除去技術に関する文献調査を実施するとともに、未燃炭素量の低減技術に関する文献を調査した。

②－2 ゴミ溶融炉（スラグ）の実態・動向調査

多くが停止に追い込まれているゴミスラグの有効利用を継続している千葉市および盛岡市のゴミ熔融炉についての現場調査を行い、ゴミスラグ化のメカニズムとスラグの有効利用の取組み（ノウハウ）を調査した。

③ 石炭灰の有効利用に関する実態調査（対象：平成 27 年度実績）

③－ 1 アンケート調査

電気事業者以外の日本全国の 1 1 4 事業所にアンケート用紙を送付し、そのうち 9 7 事業所から回答を得た。石炭灰の発生量、有効利用量、分野別利用量のアンケート集計と実態把握を行った。

③－ 2 一般産業事業者（自家発電）からの現地ヒヤリング調査

住友共同電力(株)壬生川火力発電所を訪問し、石炭灰の有効利用についてヒヤリング調査を実施した。

④ 海外動向調査

ECOBA 国際会議に参加し、日本の石炭灰有効利用状況や取組み情報を発信し、意見交換を行った。また、ヨーロッパにおける石炭灰の有効利用状況について関係団体 VGB にヒヤリング調査を実施した。

⑤ 成果の普及活動

⑤－ 1 既成灰編ガイドラインの普及活動

本ガイドラインを仕上げ、製本印刷（300 部）し、普及セミナーを東京で開催した。

⑤－ 2 既刊の石炭灰混合材料の有効利用ガイドラインの改訂方針検討委員会を設置して、JCOAL にて既に発刊している石炭灰混合材料有効利用ガイドラインの 3 部作の改訂方針を決定した。

⑤－ 3 石炭灰 Q&A 集の作成等

委員会を設置して、石炭灰 Q&A 集、石炭灰調査事業のフォローアップ、石炭灰有効利用に関する中長期ロードマップ作成について、審議・検討を行い、Q&A 集を完成した。

(2) 石炭灰調査〔2017 年度〕

本年度の石炭灰調査事業では、以下の 3 つの課題に取り組んだ。

(1) 石炭灰有効利用の中長期ロードマップの作成

石炭灰有効利用は、現状、セメント原材料としての利用に一極集中している。この状況では、セメント原材料への有効利用量は、セメント生産量に影響を受けやすく、日本国内の景気動向によりセメント生産量が減少し、セメント原材料として利用されるフライアッシュの有効利用量が減少する可能性も高く、現状の有効利用状況を見直し、景気動向に影響を受けないシステムを構築する必要がある。そこで、中長期ロードマップの作成に当たっては、セメント、コンクリート、土木・建築、農林・水産の分野別に市場規模を調査し、有効利用の目標値を想定した。また、その目標を達成するために、利用拡大に向けた技術開発・事業性・法規制の各側面から、課題を洗い出し、優先順位をつけると共に新たな技術開発テーマを提言した。

(2) 技術調査

将来的なコンクリート混和材用配合指針の整備に向けて、フライアッシュコンクリートの製造技術及び空気量の確保を容易にする技術開発として、現状混和材用として使用できないフライアッシュについて、最新 AE 剤を使い空気量の確保が可能かを検証した。JIS 規格品でなくても、粒度が規格内に収まっているフライアッシュであれば、空気量の確保が可能であるが、コスト面や AE 剤量を簡易的に推測する手法の構築が課題となった。

また、国内動向調査として、生コン事業者、石炭灰リサイクル事業者の取組み事例を調査し、今後の普及拡大に向けた取組みや課題を調査した。

(3) 基礎調査

中長期ロードマップを達成するためには、一部専門家のみならず広く一般の理解が重要となるため、以下の成果普及活動を実施した。

- ・石炭灰シンポジウムの開催
- ・石炭灰 QA 集の HP 掲載
- ・石炭灰混合材料有効利用ガイドラインの統合改訂
- ・建設リサイクル技術展示会等への出展並びに情報収集

以上 4 点の取組みを通じて、石炭灰有効利用に関する取組状況を情報発信し、課題解決に向けた活動を実践した。

(3) コールバンクの拡充

NEDO は、世界で産出される石炭分析値のデータベースを作る業務を継続的に行っている。実施者は 2 つの機関である。それぞれ、石炭エネルギーセンター (JCOAL) と、産業技術総合研究所 (AIST) である。石炭を収集し、粉碎保存し、各種分析を行い、分析データおよび石炭サンプルを提供する業務である。これをコールバンクと称している。2015 年度から 2017 年度までの事業期間内に、新たに 33 炭種をコールバンクに追加した。2014 年度までの収集方針は瀝青炭を目標としていたが、この事業期間においては褐炭を収集の目標とした。背景には、褐炭の利用拡大がある。日本政府は高効率発電技術を世界に広めることを目標としている。そのためには褐炭の知識を深める必要がある。さらに、“水素社会”を構築する土台も褐炭が担っている。33 炭種の実試料を高純度窒素雰囲気下に保管するとともに、SSE ナンバーで管理した。分析内容は、元素分析、工業分析、溶融点計測、灰の組成、微量元素分析等である。これらの分析値のデータベースを構築した。大半の分析データは WEB 上で公開した。石炭試料は企業、大学、研究機関等に供給できる形態で保管した。

(4) インド脱硝技術展開のための調査事業

本事業では、インドの高灰分インド炭焼き火力発電所において、脱硝触媒（選択式還元触媒）の適応性を評価するとともに、排ガスモニタリング状況・電力セクター調査、および各種技術検討を行った。

NTPC Limited, Sipat 火力発電所 4 号機(660MW)にスリップストリーム反応器試験設備 (SSR)を設置し、運転時間による触媒性能評価を行った。本試験では、ボイラ出口ダクトより実ガスを

分岐して SSR に導入後エアヒータ出口に戻すフローにて、インド炭焼き排ガスの触媒への影響を確認し、SCR(選択式触媒還元)技術の適用性およびコスト予測等について評価・検討を行った。

1.高灰分インド炭焼き火力発電所実ガス(SSR)実験

1-1 SSR 試験設備を NTPC/SIPAT 火力発電所に設置し、高灰分排ガスによる脱硝触媒の耐久性を評価した。排ガス分析を 2 回行い、約 1,700 時間運転後触媒サンプリング試験を実施した。先端部にわずかな摩耗を認めたと、触媒性能に影響は見られなかった。

1-2 石炭灰の基礎性状分析し、品質評価を行った。触媒性能に影響を及ぼす灰中のアルカリ含有量は低く、ヒ素付着は微量でプラント運転中の触媒性能への影響は見られなかった。脱硝触媒は、SiO₂ 含有率が高く粒径が大きい灰が飛散する状況下では高い摩耗の可能性があるが、試験では SiO₂ 含有率は高く、飛散灰の平均粒径が 100 μ m を超えており、微量ながらもヒ素付着が認められた為、今後経過観察が要される。

1-3 灰分の流動性と凝集性の観点から、石炭灰がホッパや他の SCR システムに及ぼす影響を確認。結論として、今回採取した石炭灰サンプルでは問題はなかった。

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上記インド NTPC / Sipat 火力発電所にて実施した。現地既設分析計の仕様確認及びポータブルアナライザでの測定データとの比較、メンテナンスを含めた運用の確認を行った。排ガスモニタリングの状況についてヒアリングを実施し、現状のメンテナンス方法や将来的な取り組みに関して発電所側に改善提案を行った。

3.電力セクター調査

電力セクターの状況・背景をインターネットや文献より調査した。電力供給不足に関しては、インド国政府の指導下、徐々に改善されていることを確認し、現状電力セクターにおける課題を纏めた。

4.インド石炭性状と排ガス成分の関連性検討

石炭性状と排ガス成分の関連性を見るため、工業分析、元素分析、発熱量、水銀および灰組成について分析を行った。使用されている石炭は硫黄分が少なく、燃料費(固定炭素/揮発分)は低めで、亜瀝青炭または瀝青炭に分類される石炭であり、燃焼性は特に問題とはならない。また、山元からの石炭運送費等の比較評価も行った。

5.インド炭焼き脱硝装置のフィージビリティ・スタディ及びビジネスモデルの検討実施

今回得られたガス性状、石炭性状、灰分性状等より触媒への影響と仕様を検討し、その運用検討とフィージビリティ・スタディを行った。これを踏まえて、触媒量、反応器構造と設置場所を計画した。

(5) 石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進事業

石炭ガス化複合発電技術 (IGCC) は、平成 30 年 7 月に閣議決定された第 5 次エネルギー基

本計画の中で、「発電効率を大きく向上し、発電量当たりの温室効果ガス排出量を抜本的に下げることのための技術として開発を更に進める」とあり、同発電システムは CO2 の濃縮や分離が容易に行えることから、カーボンサイクルの観点からも将来有望な技術である。

一方、石炭ガス化炉で石炭中の灰分が溶融、発生する水砕スラグは、廃棄物として扱われており、発電原価に対する処理費用の割合も大きく、国が推進する IGCC の導入、内外への普及に対して大きな障壁となっている。

本調査事業では、石炭ガス化溶融スラグの有効利用を推進するため、コンクリート用細骨材としての規格化を目指し、常磐共同火力（株）勿来 10 号機(250MW)と大崎クールジェン（株）IGCC 実証試験設備(166MW)から発生する石炭ガス化溶融スラグを用いて、細骨材とするための磨砕特性、骨材としての性状及び環境安全性の評価、コンクリート配合試験による細骨材性能の把握・評価を行うと共に利用拡大化方策を検討した。

石炭ガス化炉における溶融・水砕スラグは、細骨材粒度よりは大きく、針状粒子を含むことから粉砕および角取りが必要であり、磨砕処理を必須行程とするため、磨砕試験を含む以下の検討を行い規格化に必要な性状データを得た。

本事業で採用した「遠心式自己磨砕装置」はスラグ相互の衝突を利用する方式であり、針状スラグが無くなるとともに粒形が球形に近くなった。スラグの供給量と磨砕の周速により粒度分布の調整が可能であり、天然砂と同等の粒度分布を得られることが確認できた。

骨材としての物性は、粒子形状が球形に近いことからワーカビリティが良くなると共に、天然骨材と同等の密度で代替材料として使用し易く、吸水率が低いことが分かった。

化学性状としては、特定有害物質の含有量や溶出量が少なく、環境安全品質基準より低いことから製品の環境安全性が担保されていることが明らかとなった。

コンクリート試験では、流動性が良く、単位水量が削減できると共に、吸水率が低いことから乾燥による収縮が減少し、ひび割れ抵抗性が向上した。一方、空気連行性の低下やブリーディング量の増大が見られ、対凍害性が低下する傾向にあったが、混和剤の使用等による配合設計や施工法の工夫により対応が可能であり、細骨材代替としての使用に問題ないことが明らかとなった。

規格化に向けては、スラグ品質の安定性とユーザーニーズに合致することが必要であり、要求品質として密度や粒度の重要性を現地生コン工場の調査により把握した。密度や成分組成は、供試炭性状から推定が可能なこと、粒度は磨砕プロセスにより調整可能なことを明らかにした。本事業の成果を基に JIS 原案の素案を作成し、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。

更なる利用拡大化方策としては、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、耐久性の確認であり、今後の必要な取組みを検討し、実施計画をとりまとめた。

(6) シリカフューム代替品製造技術の研究開発

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（フライアッシュ）を効率よく微粉砕するための手法を研究し、実用的な石炭灰微粉砕システムを開発した。

① 石炭灰微粉砕機の調査

実用規模で運用実績があり、石炭灰の超微粒子化（サブミクロン程度の領域まで）粉砕機としての採用が見込める微粉砕機について、スケールアップ性能や経済性などを含む実用性の観点から、候補となる機種を2機種（ビーズミル並びにジェットミル）選定した。

② 微粒子石炭灰の試作

シリカフェーム代替品（本研究開発では、後述のとおり、高強度コンクリート分野及び高耐久性コンクリート（ジオポリマー）分野の2領域を想定する）としての性能評価に供試するため、粉砕条件の異なる微粒子石炭灰（平均粒径：1, 3, 8 μ m程度）を試作した。

引き続き、試作品の品質評価（平均粒度・粒度分布・粒子形状などの粒度特性と組成分析など）を行うことで、基礎データを集積中である。

③ 石炭灰微粉砕システムの研究開発

前項②の「微粒子石炭灰の試作」を通じて、実用機のスケールアップ等のための設計データを収集する。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）等のための基礎データとしても活用する。

このうち、ビーズミルによる粉砕機運転データによる予備検討の結果、粉砕粒度と動力原単位（小型試験機での値）との間の対応を解析した。

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
本研究開発で対象とした製品事業領域（高強度コンクリート分野及び高耐久性コンクリート（ジオポリマー）分野の2領域）各々に対し、必要に応じたシリカフェーム代替となる「微粒子石炭灰」の製造品質を把握し、製造技術（石炭灰の効率的な微粉砕システム）を確立する計画を進めている。
現在、粉砕機（2機種）と、粉砕粒度（3条件）を変化させた石炭灰微粒化品を試作し、代替品としての各種コンクリート品質の評価を継続中である。

3：シリカフェーム代替品製造プラントのシステム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、事業化の前提となる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進めた。

① シリカフェーム需給環境の把握

シリカフェームの国内における需給環境に関する調査を継続した。

② コンクリート分野全般における石炭灰（フライアッシュ）の利用実態把握

電力会社のコンクリート分野における石炭灰利用（コンクリート混和材）の実態調査を実施し、集計作業を進めた。また、コンクリート製造者（生コン会社）へのヒアリング調査（東北・四国・九州の3地域で実施済み）により、実態調査及び課題抽出などを行った。

(7) 石炭自然発熱影響因子評価

A. 乾燥炭の自然発熱影響因子評価

① 自然発熱試験* 1（一般財団法人電力中央研究所）

本プロジェクトで使用する石炭として、電力および鉄鋼業界での使用実績を考慮し、亜瀝青炭 1 種類、瀝青炭 2 種類を選定した。亜瀝青炭については、電力および鉄鋼業界で使用実績の豊富な X 炭とした。瀝青炭については、これまでに、R70 法により十数種類の石炭の自然発熱性を評価した実績から、自然発熱性の異なる Y 炭および Z 炭とした。本プロジェクトに供与する X 炭、Y 炭、Z 炭の乾燥炭を用いて、R70 法による自然発熱性試験を実施し、Y 炭と Z 炭で自然発熱性が異なることを再確認した。

来年度以降、これらの 3 炭種を用いて様々な条件下で、自然発熱性評価試験を実施する。

*1 炭種選定を含む。（一般財団法人電力中央研究所および新日鐵住金株式会社）

② 石炭性状の測定（一般財団法人電力中央研究所）

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

③- 1. 化学構造の解析（新日鐵住金株式会社）

自然発熱前の石炭の化学構造を把握するため、気乾乾燥後、粉碎した石炭について、固体 NMR 測定に着手し、上記 3 炭種のうち、X 炭と Y 炭について ^{13}C NMR 測定を行った。 ^{13}C NMR 測定は、静磁場強度 11.7 T（テスラ）の下で、所定のパルスシーケンスを用いて実施した。 ^{13}C 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- 2. その他の石炭構造の解析（一般財団法人電力中央研究所）

自然発熱前の石炭（X 炭、Y 炭、Z 炭）について、自然発熱性に関連性の高い細孔や表面積の情報を把握するため、気乾乾燥後、粉碎した石炭試料の細孔分布、比表面積を測定した。

マクロポアからメソポアについては水銀圧入法で、マイクロポアについては CO_2 によるガス吸着法で測定した。水銀圧入法は、水銀圧入式細孔分布測定装置（Auto Pore IV, micrometrics 社製）を用い、ガス吸着法は、吸着式細孔分布測定装置（BELSORP MAX, マイクロトラックベル社）を用いた。比表面積は、TriStarII（micrometrics 社製）を用いて N_2 吸着による BET 法で測定した。

以上の測定から、自然発熱前の石炭試料の細孔分布と比表面積を把握した。

2.2 石炭利用技術開発

(1) フライアッシュコンクリートの製造技術

① 建設資材として求められる性能および、経済性を確保したセメント不使用フライアッシュコンクリートを製造する技術の開発

製造条件（使用材料種類、配合、養生条件）を様々な変化させ作製したコンクリート等硬化体について、生成物、空隙構造、強度等の各種性質および性能を評価・分析し、上記課題を解決する製造方法の開発に取り組み、課題を解決する最適な製造方法を開発した。開発した製造方法は、従来の水ガラス使用型の製造方法に比べ、原材料コストが 1/2 以下であり、大幅に製造コストを低減す

ることに成功した。また、水ガラス使用型では、混練から硬化までの時間が短いため、作業時間の確保や製造設備のスケールアップが問題となるが、本事業で開発した製造方法では、硬化までの時間が長く、従来のセメントコンクリートと同等の作業時間の確保が可能となったことから、製造設備のスケールアップに対して対応可能となった。

② フライアッシュ品質に合わせ、コンクリートの配合を調整し、一定の性能のコンクリートを製造する技術の構築

多様な品質のフライアッシュを使用し作製したコンクリート等硬化体について、強度等の各種性質および性能を評価・分析し、上記課題を解決する手法の構築に取り組んだ。

上記アプローチにより検討した結果、セメント不使用フライアッシュコンクリートの性能に対して支配的影響を及ぼすフライアッシュの品質を特定した。この知見を利用し、コンクリートに対する要求強度およびフライアッシュの特定の品質に基づき、コンクリート配合の内粉体水比を調整し一定性能のコンクリートを製造する手法を構築した。

③ 大型製造機器を用い、一定品質の大型コンクリート製建設資材を製造する技術の確立

材料計量から混練、養生、脱型までの生産サイクルを想定し、実際の製品工場プラント一式を使用した製品試作試験を行い、課題を抽出した。その後、抽出した課題の解決方策を実験室において考案し、考案した解決方策の効果を工場試験において検証するサイクルによって、課題解決を進めた。また、実際の製品の性能実証のため、試作製品の試験施工を行った。検討の結果、「実プラント、製造ラインの適用に対する問題」、「蒸気養生槽実機の適用に対する問題」および、実プラント使用試験の結果から抽出された「製品型枠からのコンクリートの離型性の向上」という問題をそれぞれ解決し、工場設備を用いた実製品製造技術の構築を果たした。

また、製品型枠からのコンクリートの離型が困難であるという問題を解決すべく、「セメント不使用フライアッシュコンクリートに適する離型剤」の模索を行い、実験室において基礎検証し、工場での製品試作試験で実証を図るというアプローチを繰り返した。検討の結果、市販の水溶性離型剤が適することを実験室において見出し、製品試作試験において実製品型枠での実検証を行った。その結果、脱型が難しい形状を有する暗渠型枠であっても、同離型剤を使用することによって問題なく離型が可能となることを実証し、離型性問題の解決を果たした。

本事業では、実プラントを用い試作した製品を試験施工し、実環境における実用性および耐久性を実証する試験も実施した。2016年12月、地熱発電所構内において、70～90℃の熱水が流下する排水溝用途として、セメント不使用フライアッシュコンクリート製のU字溝を10m程度試験施工した。また、耐久性を比較するため、セメントコンクリート製U字溝も同時に施工した。その後、約1年が経過した2017年11月に、各製品の状況を確認した。セメントコンクリート製U字溝では、U字溝内側側面においてコンクリート表面に荒れや風化が生じ、熱水が流下する底面部では組織の剥離・剥落が生じていた。一方、セメント不使用フライアッシュコンクリート製は、内側側面が施工時と変わらず綺麗で滑らかな表面を保っており、底面部においても変状が生じていなかった。この試験結果より、セメント

不使用フライアッシュコンクリート製は、セメント製であれば劣化する高温環境であっても健全性を維持可能であり、高い化学的耐久性を有することが実証された。

④ 競争力強化のため、開発する建設資材に付与すべき性能等仕様の分析

各種資材の営農等仕様を調査・分析し、それら競合製品との差別化を図り、競争力を強化するために求められる仕様を明らかにした。

セメントを使用しないフライアッシュコンクリートの特徴である高い耐酸性を活かした用途先として下水道資材に着目し、下水道資材の要求仕様及び競合製品について調査した。近年、下水道管渠の劣化が問題となっており、今後、修繕や入れ替え工事の増加が予想される。本技術は遠心力成型への適用はまだ対応できないため、マンホール等の部材にいかにして食い込んでいくかが重要である。競合製品に対抗するには腐食環境対応Ⅲ種以上かつ耐用年数延長のコストパフォーマンスを具体的に示していく必要があると考えられた。

一般資材への適用についても考慮し、コンクリート二次製品の製造方法、現状の製造動向、要求仕様について調査した。コンクリート二次製品の製造量は、工事発注件数の減少に伴い、減少の傾向にあるが、道路用製品は他製品に比べ製造量が多く、施工実績の蓄積等に適すると考えられる。工事使用にあたっては、各製品の JIS 規格に準じた性能を有することが最低条件であり、本技術で種々の製品の試作及び性能確認試験の実施が今後も必要であると判断された。

実用化を見据え、各都道府県のリサイクル認定制度、フライアッシュ混合コンクリート二次製品の認定実績及びコンクリート二次製品の立地状況について調査した。

以上

2. 分科会における説明資料

次ページより、事業の推進部署が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「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 / 45

目次

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

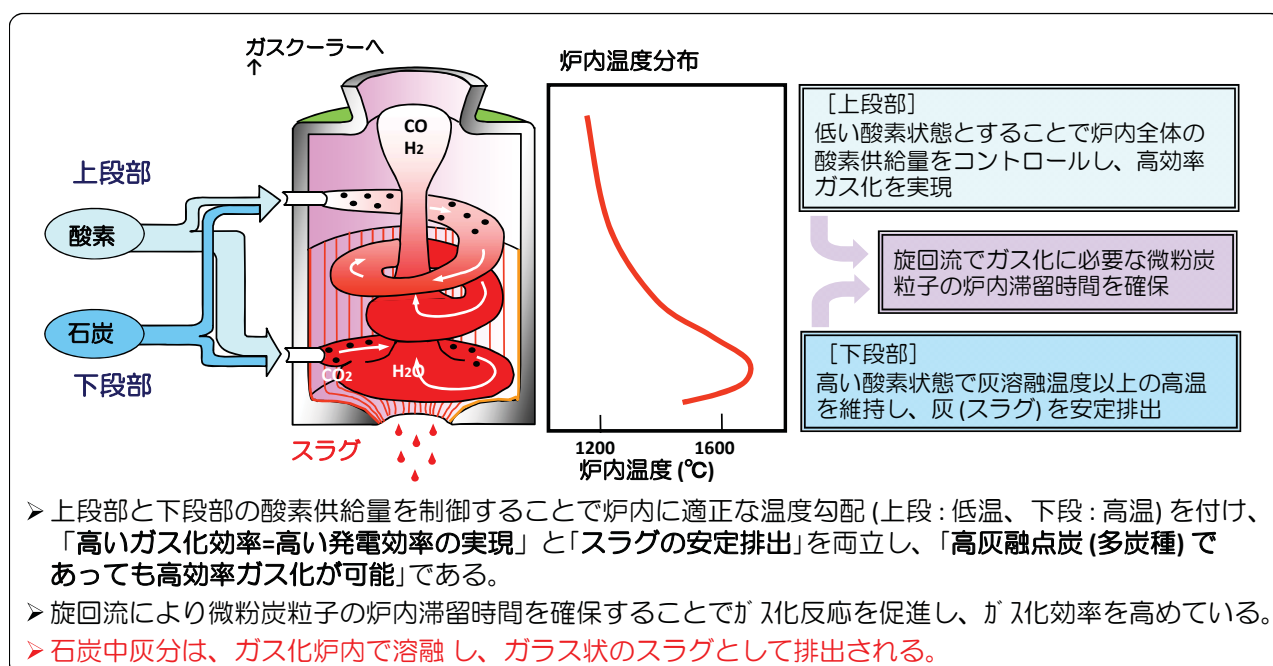
今後とも石炭を活用し、エネルギー需給安定化に貢献していくためにも、**環境対策や石炭灰・スラグの削減・有効利用方策の確立**が必要である。

【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。

3

【参考】石炭溶融スラグとは



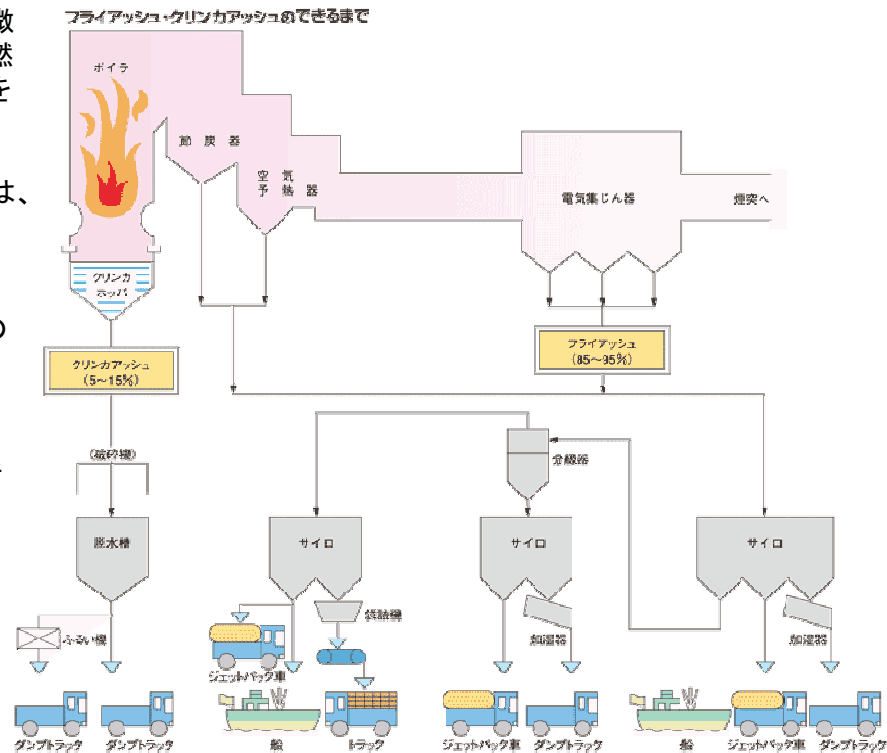
4

【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。

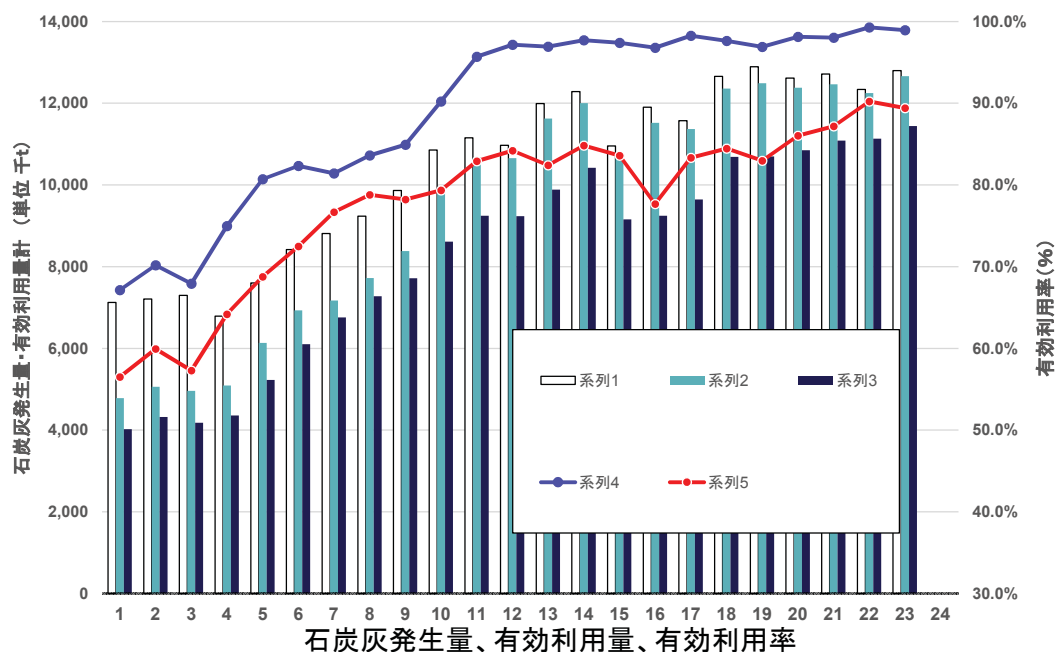
・ボイラにおいて石炭中の灰粒子が溶融固化し、ボイラ底部に落下した塊状の灰をクリンカアッシュといい、燃焼ガスとともに浮遊する灰を電気式集じん器で集めた細かな粒子をフライアッシュという。



出展 日本フライアッシュ協会HP

【参考】石炭灰発生量、有効利用率

・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。



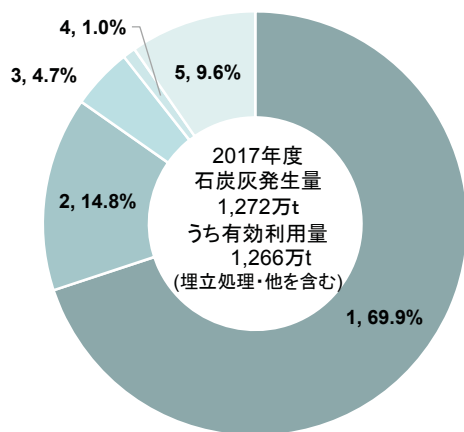
出展: 石炭灰全国実態調査報告書(平成29年度実績)をもとに、NEDOにて作成

【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。



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

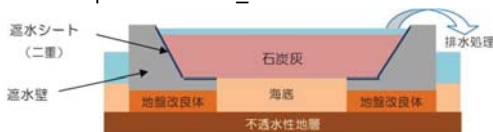
・電気事業に由来する石炭灰は、公有水面埋立が土地造成として認められているが、管理型海面最終処分場の形態で行われるため、廃掃法と公有水面埋立法等に従う必要がある。建設コストが高く、長期にわたる排水処理等の維持管理を行う必要があるため、石炭灰の廃棄場所には制約がある。



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):

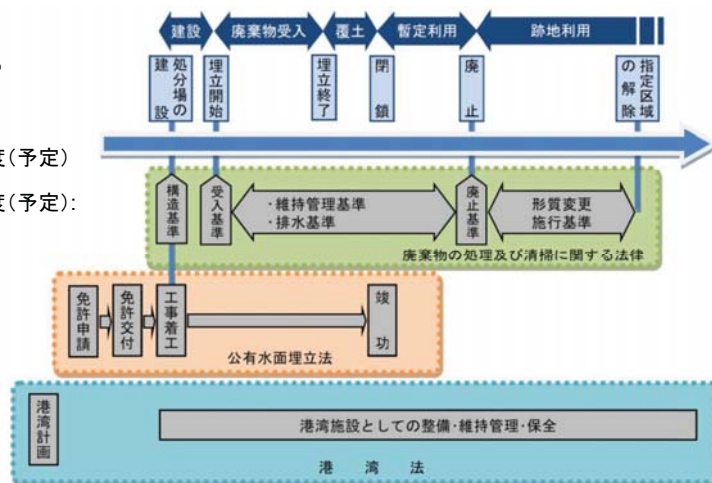
中部電力 次期石炭灰処分場の計画

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



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆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。

https://www.ecomark.jp/search/green_ct_search.php?bcd=016

9

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

10

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。

11

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。

12

【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におけるクリーンコール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



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆ 枠組み・実施計画

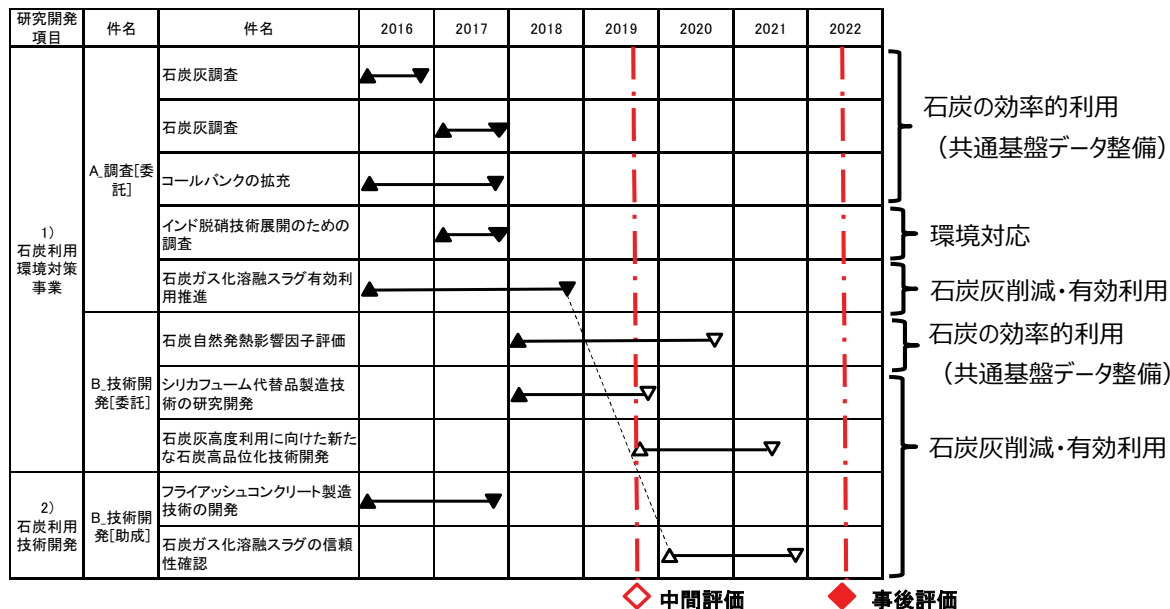
事業テーマ枠組み

- 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

◆ 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
	シリカフュ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化技術開発	(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年度（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
シリカフェウ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

17

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

18

2. 事業の効率性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆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るべきと考えている。

●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。

19

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆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。	・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。	・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。
新たな石炭ガス化熔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。	・石炭ガス化熔融スラグについて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とりまとめる。	・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。

20

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。	新たに33炭種のデータを追加、合計151炭種のデータベースを構築し、Web公開した。	○	-
		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。	インド発電所にて脱硝試験を実施し、我が国の脱硝技術をインド炭に適用可能なことを確認。 展開・普及のための調査を実施。	○	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。	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た。 JIS化のためのデータを取得し、JIS素案作成の目的を得た。	○	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)	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達 23

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)	フライアッシュを主原料とするコンクリートである『セメント不使用FAコンクリート』の製造技術開発および実用化に向けた取り組みを実施する。	<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)	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達 24

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。

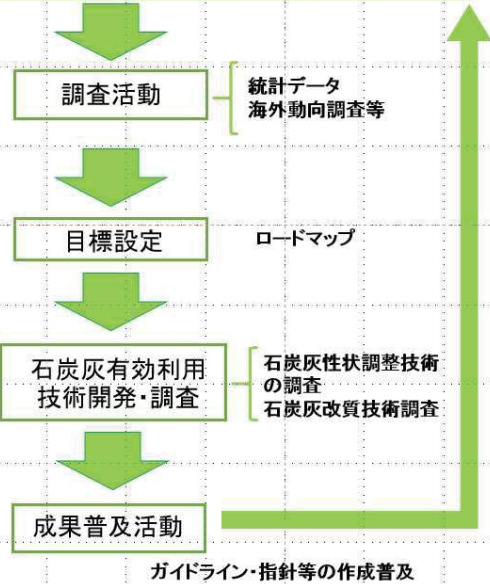
<期間>

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。



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

		現在	2020年	2025年頃	2030年頃
(2) 土木・建築分野		現在	2020年	2025年頃	2030年頃
(3) 農林・水産分野		現在	2020年	2025年頃	2030年頃
地産・推進	土木分	現在	2020年	2025年頃	2030年頃
・啓蒙	土木工	黎明期		発展期	普及期
技術	アスファ	未解決問題の解消		各技術の確立と成果の獲得・増加	地産地消型の全国普及
セメン	建築分	地産地消の事業化			
セメ	推進母体活動	推進母体結成	地産地消の企業誘致	企業間連携の強化	事業拡大
建材ボ	・啓蒙活動	技術資料整理	火力発電所に隣接した地元企業によるプラント誘致	全国で10社	全国で20社
コンク		ガイドライン化	優良事例集の作成	ガイドライン改訂	他分野へ啓蒙実施
国内	コンクリ	各学会への投稿		新技術を盛り込む	
普及活	マウンド礎	啓蒙活動の推進	FRCブロック生産検討	FRCブロックによる受注	地産地消によるマウンド礎の推進
海外	(FAコン)	水産庁・自治体に石炭灰利用8m ³ ブロック製作検討		廉価版の湧昇マウンド適用ブロックの提案・採用	
	藻場礎・増殖礎	可能性検討	認定	試験採用増加	各地での採用増加
	人工干潟	可能性検討	試験施工	効果調査	認定
	浸漉窪地埋め戻し	可能性検討	試験施工	効果調査	認定
	漁港内増殖施設	計画	本格開発	試験施工	効果調査
				新技術認定	各地での採用増加

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Q A集のHP掲載
- ・建設リサイクル技術展示会等への出展

27

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

<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。

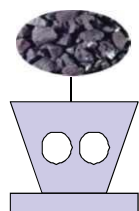
<委託先>

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

入手した石炭試料

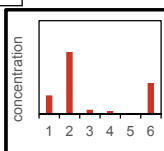


粉碎・縮分

一般分析

微量元素分析

Web上でのデータ公開



試料保管

配布

国内石炭関係者

- ・企業
- ・研究機関
- ・個人事業者

等への提供と活用へ

28

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

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

Industrial Technology Development 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。

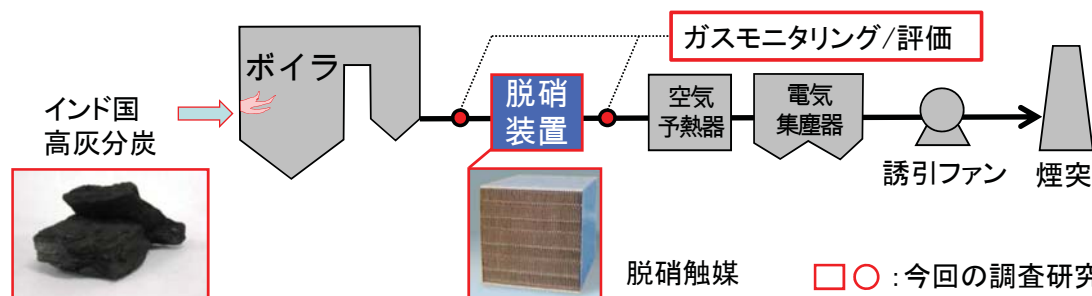
1. インド国の各電力セクターにおける新規制に対応可能な脱硝技術導入への対応状況、及び各発電所におけるインド国の規制や制度への取り組みについて、それぞれ調査する。
2. 発電所現地にて、高灰分を有するインド炭特性及び石炭燃焼により発生する排ガス性状をモニタリングし、石炭/ガスの関連性の確認を行うと共に、インド国の石炭を用いた場合の脱硝触媒への影響について各々調査する。
3. これら調査で得た結果と、実排ガスを用いた評価装置にて得られた脱硝触媒適用結果及びその課題を用い、脱硝装置の実機概念設計を行い、インド国で脱硝技術展開するためのビジネスモデルの提案を行う。

<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



□○ : 今回の調査研究ポイント 30

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(終了事業)



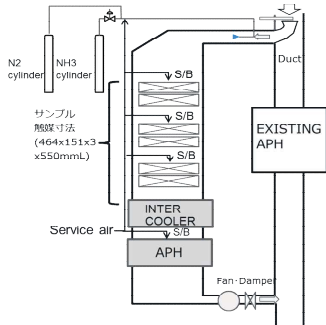
1)-A-4 インド脱硝技術展開のための調査

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

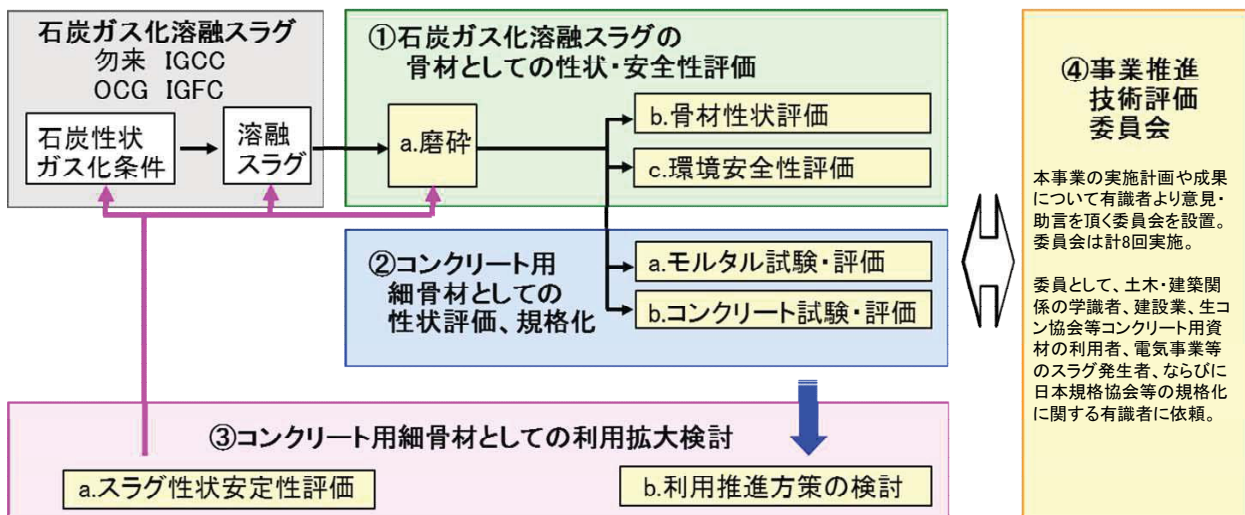
rganization

<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)



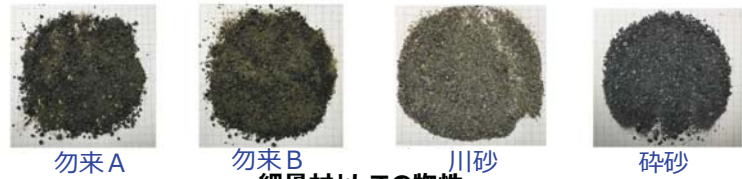
New Energy and Industrial Technology Development Organization

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



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

細骨材として環境安全性評価

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

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

33

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。

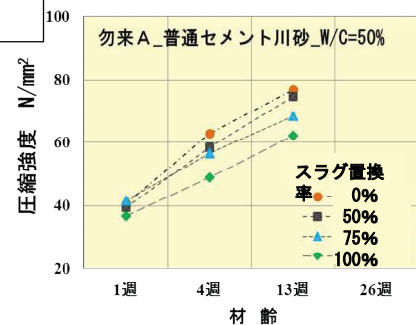


図1 圧縮強度

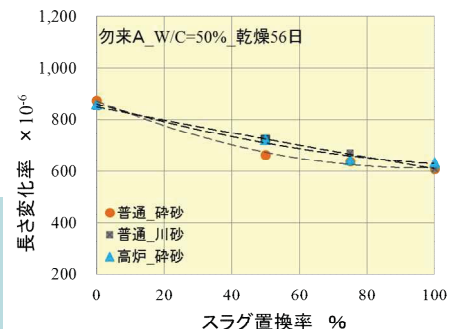


図2 乾燥収縮量

34

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。

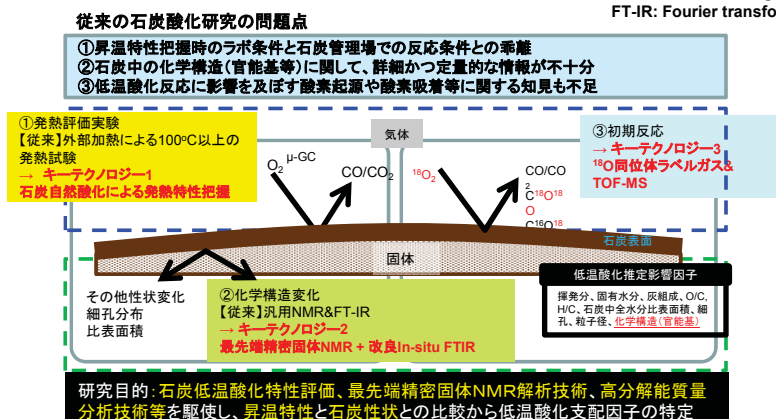
<事業期間>

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



35

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。

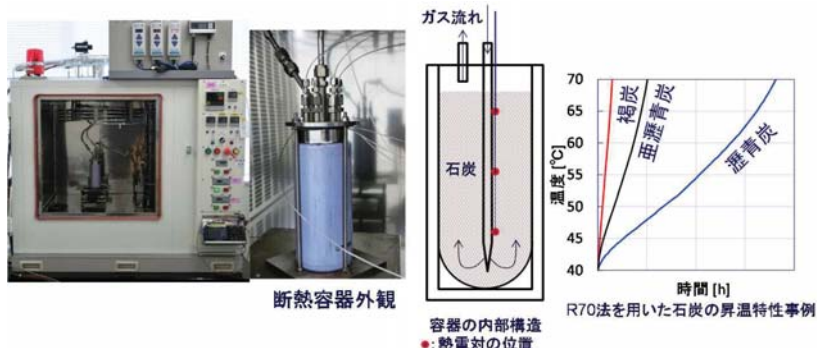


図 自然発熱評価装置 (R70法)

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。

36

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>

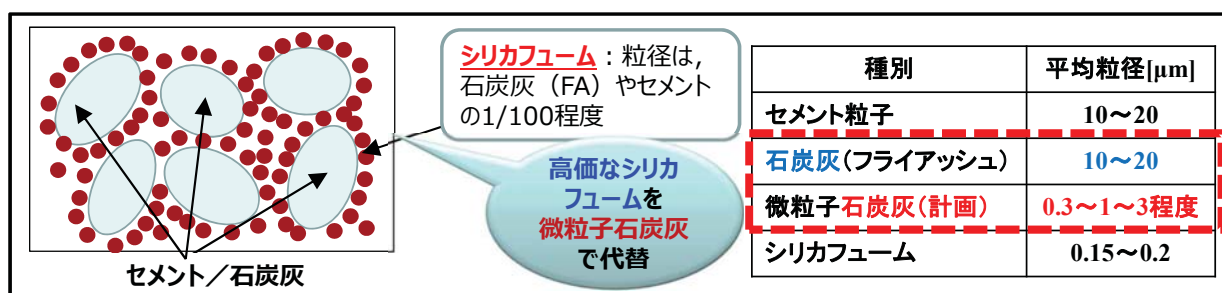
石炭灰（フライアッシュ）を原料に、安価なシリカフューム代替品の製造技術を開発し、高価なシリカフューム（フェロシリコンなどを製造する際の副産物で、サブミクロンのシリカ質超微粒子）の代替品としての普及を図る。特に、高強度コンクリート分野とセメントを使用しないコンクリート（ジオポリマー）分野（高耐久性コンクリート）の2領域を想定し、適切な微粒化システムを構築することを目標とする。

<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



37

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

<成果>

1. 石炭灰からの実用的微粉碎システムの研究開発

石炭灰を効率よく微粉碎する手法を研究し、実用的な石炭灰微粉碎システムを開発

- 粉碎機の選定：乾式粉碎机2機種（ビーズミル・ジェットミル）を選定
- 微粉碎品の試作：平均粒子径1μm程度（製品の50%程度がサブミクロン粒子）までの微粉碎可能性を確認（2機種共）
- 微粉碎システムの開発：粉碎机運転データを基に、実用機スケールアップ等のための設計データを収集。微粉碎机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ュ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ューム代替「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：微粉碎粒度の異なる石炭灰（平均粒子径：1, 3, 8μm）とシリカフューム（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, 3μmの微粒子石炭灰を用いたコンクリートは、シリカフュームと同等性能であると確認 → 「平均粒子径3μm」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3μm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

38

3. 事業の有効性

～各個別テーマの成果と意義～

(継続中事業)



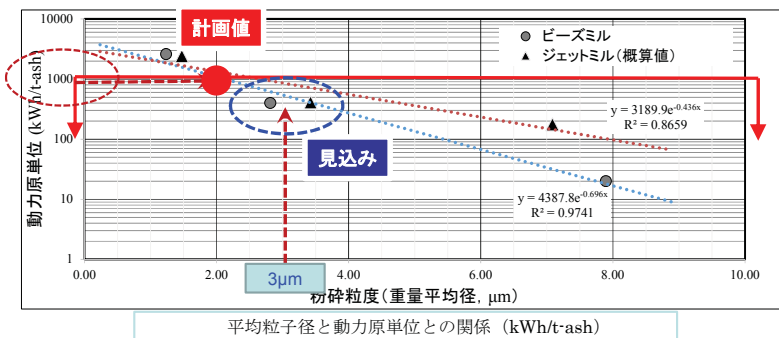
1)-B-2 シリカフェーム代替品製造技術の研究開発

<成果>

3. シリカフェ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



<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

39

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>

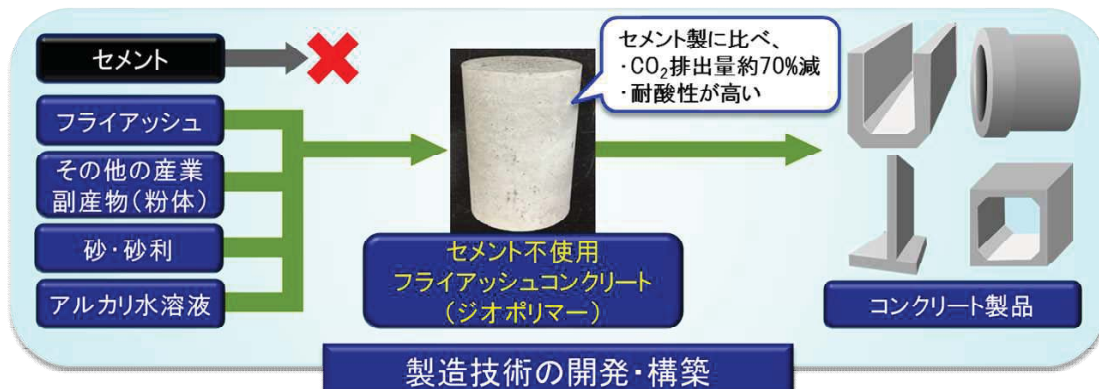
CO₂排出量が多いセメントを使用せず、石炭灰であるフライアッシュ（FA）を主原料とするエコなコンクリートである『**セメント不使用FAコンクリート（通称、ジオポリマー）**』を、マンホール管やU字溝等のコンクリート製品として実用化することを目指し、その**製造技術開発**に取り組む。

<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）



40

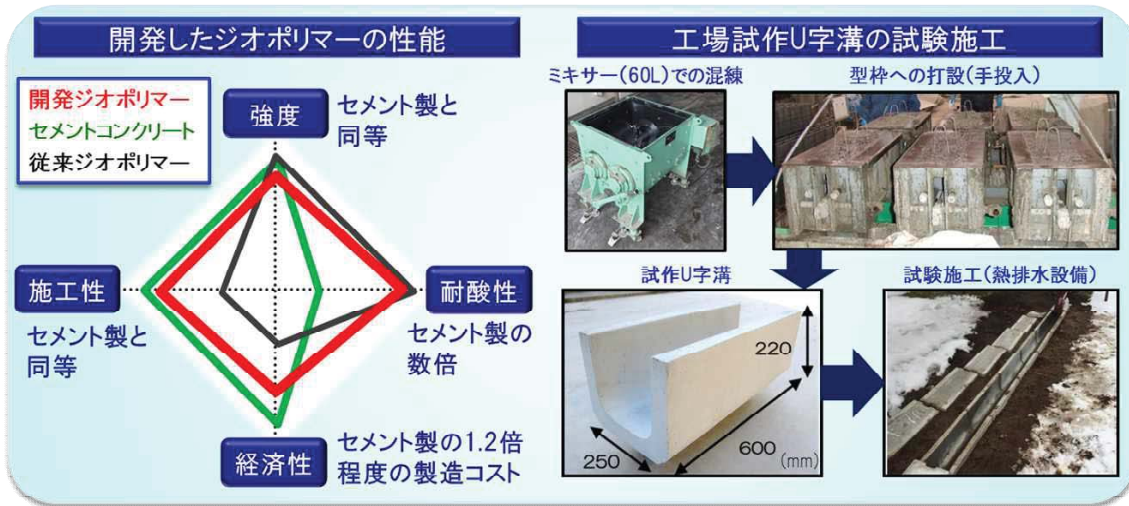
3. 事業の有効性 ～各個別テーマの成果と意義～ (終了事業)



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。



41

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)



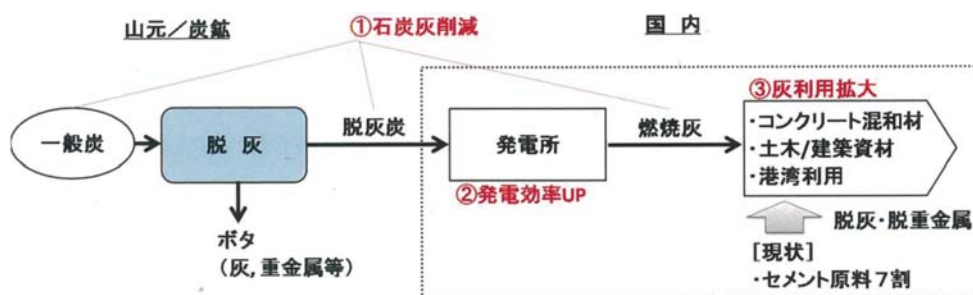
1)-B-3 石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発

<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

42

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

43

3. 事業の有効性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

◆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。

44



ご清聴ありがとうございました

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会
「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
議事録

日 時 : 2019年10月25日(金) 13:30~15:35

場 所 : NEDO 川崎本部 2001、2002 会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 二宮 善彦 中部大学 工学部 応用化学科 教授
分科会長代理 神原 信志 岐阜大学大学院 工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 教授
委員 齋藤 文 みずほ情報総研株式会社 グローバルイノベーション&エネルギー部
エネルギービジネスチーム 課長
委員 肴倉 宏史 国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
循環利用・適正処理処分技術研究室 室長
委員 藤原 尚樹 出光興産株式会社 石炭事業部 石炭技術統括マネージャー

<推進部署>

田中 秀明 NEDO 環境部 部長
在間 信之 NEDO 環境部 統括調査員
布川 信 NEDO 環境部 主任研究員
西海 直彦(PM) NEDO 環境部 主査

<評価事務局>

梅田 到 NEDO 評価部 部長
川井 佳子 NEDO 評価部 主査
福永 稔 NEDO 評価部 主査

議事次第

(すべて公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明
 - 5.1 事業の必要性・効率性について
 - 5.2 質疑応答
 - 5.3 事業の有効性について
 - 5.4 質疑応答
6. まとめ・講評
7. 今後の予定
8. 閉会

議事内容

(すべて公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言（評価事務局）
 - ・配布資料確認（評価事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2に基づき説明し、資料3についてはすべて公開のため説明を省略。
4. 評価の実施方法について
 - 評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。
5. 事業の概要説明
 - 5.1 事業の必要性・効率性について
 - 推進部署より資料5に基づき説明が行われた。
 - 5.2 質疑応答
 - 推進部署からの5.1の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

5.2 質疑応答

【二宮分科会長】 ありがとうございます。

ただいまの説明に対して、ご意見、ご質問などをお願いいたします。

【神原分科会長代理】 事業の必要性という1ページですかね、石炭利用環境対策推進事業の目標ですか、中間目標として、石炭利用環境対策にかかわるコールバンクの拡充というのがあります。冒頭にコールバンクということで、私、非常に重要な事業であると思っているのですけれども、コールバンクのほうは、17ページの予算を見ると、全くもう予算がついていない状況で、現況はどうなっているの

しょうか。

【西海 PM】 NEDO 事業としての事業はやっておりません。後ほど個別テーマのところでも説明はいたしますけれども、大体、現状としては、炭種的には 100 を超える炭種です。151 炭種、それが石炭の性状分析と発熱量であるとか、そういうデータを今、公開しているという段階です。

【神原分科会長代理】 わかりました。この中間目標というのは継続されて維持されているということでしょうか。

【西海 PM】 はい。

【齋藤委員】 ありがとうございます。大きく分けて 2 つ、ご質問をさせていただきたいのですが、同じく 11 ページで、石炭利用技術開発は、石炭の利用の拡大のための技術であるというふうに書かれているのですが、日本では石炭火力発電所の、少なくとも発電量は、これから大きく増えることはないと思うので、効率も上がっていくとすると、石炭灰の発生量は減っていくのではないかなと思います。それは先ほど用途の一番大きいものはセメントであったりするというご説明でしたので、その技術によって埋め立てを減らしていくということのほか、セメントのところを新しい用途に変えていくとか、そういったことを想定されているのですか。それとも、海外にこの技術を持って行って、市場を開拓していこうと考えていらっしゃるのでしょうか。

【西海 PM】 今後、これから石炭火力の発電量とか減っていくという話がありましたけれども、そういった意味でも石炭灰の発生量は減るとは思うのですが、実際、石炭灰はセメント分野として、粘土の代替であったりとか、そういった部分で使われているが、それ以外にもフライアッシュコンクリートだとか、別の用途のコンクリートにするとか、そういった部分の用途開発を事業としてやっていっている。

【齋藤委員】 お伺いしたかったのは、今、既に使われている、有効利用されているところがあって、石炭灰の発生量が減っていくとすると、新しい用途に使える量がどれくらい残るのかなと思ったのですが、そこはまだまだあるということになるのでしょうか。今、開発されているものの石炭灰の利用ポテンシャルがどのくらいあって、これを開発したらこれだけの市場が見込めますよというところが、どういうイメージを持っていたらいいのかがわからなかったので、ご質問させていただきました。

【在間統括調査員】 石炭火力から出てくる石炭灰自体は、やはり総発電量はキープ、あるいは少し下がってくるということなのですが、一つには石炭自体の品質が少し悪くなってくると、石炭灰の量が多くなるとか、そういうこともございますし、また国内で考えれば、やはりコンクリートの需要というのは、東京オリンピックに向けて上がってはいるのですが、将来的にはやはり下がっていく方向になっています。

先ほど西海が言いましたように、今まで使われていなかったコンクリートの中でも、フライアッシュコンクリートですとか、そういう特殊用途とか、あるいは粗骨材、いわゆる川砂利のかわりを使うとか、そういうことで利用を拡大する、用途を拡大するというのが、今回の技術開発によって達成しようと思っていることとございます。

また、輸出に関しては、やはりお隣の国との関係もあって、大部分を大体韓国に移していたのですが、それがなかなか今後どうなのだろうということもあって、それでいつまでも埋め立てはできないというところから、そういう用途拡大ということを考えております。ですから、海外に全てやろうということではございません。

【齋藤委員】 ありがとうございます。用途の拡大ということで納得いたしました。

すみません、もう一つ、新たな有効利用技術を開発して、製品をつくって売っていくということで、その売り先のところの検討というのは、この事業の中でなされているのか、それともこれからやっていくのかということと、やはり同じサービスを提供する既存の製品を石炭灰からつくっていく、今あるものを代替していくという形になるのかと思うのですが、やはり CO₂ の観点、どれくらいその製

品をつくる上でCO₂が出ているかというところは、今後ユーザーの方が気にするところかなと思います。もともと石炭のものからつくられているということで。そういったところの評価というのはされているのでしょうか。

【西海 PM】 2つ目のCO₂の排出量という話ですが、事業はテーマごとにいろいろやっておりますが、そういった意味では余り検討はしていないのですけれども、例えばフライアッシュコンクリートの場合、セメントを使用しないという部分は、これはセメントをつくるために焼成する場合にはかなりのCO₂を排出します。それを使用しないという意味では、これに関して言えばCO₂はかなり減るといふこととなります。ただ、全てに対してそういう検討をしているかというところ、ちょっとしていない部分もあります。

【在間統括調査員】 少し補足させていただきますと、やはり先ほどの16ページのところにありましたように、福島エコクリートとか、あるいはフライアッシュコンクリートでいえば中川ヒューム管工業とか、そういうユーザー、あるいはユーザーに供給するということに入れて、市場がちゃんとできるようなサポートをしていきたいということになっております。

それと、石炭灰に関して言えば、この事業の中でCO₂削減をどういうふうにするかというのは具体的にはやっておりませんが、別の事業で、石炭灰に含まれるカルシウムですとかマグネシウムというのがCO₂の吸収剤として使えるということで、それは別途技術開発としては、実を言うとこれからやるところでございまして、そこは当然、石炭灰を別の意味で使う、CO₂削減の用途としてどう使えるかということ、今後検討していこうと思っております。

【齋藤委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 よろしいですか。どうぞ。

【肴倉委員】 いろいろお聞かせいただき、ありがとうございます。

私も石炭灰の発生量の見通しをどう捉えられているかというところを、それが大前提になると思いますので、6ページには2017年までの統計値がありますけれども、今後どうなるかという前提のもとで計画が立てられているという説明があるとよいかなと思っておりました。特に、電力会社から出る石炭灰だけではなくて、鉄鋼会社とか、そういったところでもたくさん出ていると思いますので、どこまでを視野に入れた事業の位置づけかなというところにちょっと興味があります。

あと7ページ目の、これも参考資料ですけれども、一つ確認したかったのは、これは簡単な確認ですけれども、確認量と輸出報告量で、輸出報告量のほうはお話がありましたけれども、確認量というのはどういう数字かなというところも教えていただきたい。

【西海 PM】 これは、輸出する前に事前に環境省への届け出が必要ということで、業者が環境省に見通しとして届け出た量がこの確認量です。この届け出に従って実際に輸出した量が、赤の報告量でございます。

【肴倉委員】 では、実数は赤いほうということですね。

【西海 PM】 そうです。枠として確認量を申請していたということです。

【肴倉委員】 なるほど、わかりました。ありがとうございます。

あと、事業の効率性で18ページの最後で、費用対効果の概算をいただいているのですけれども、これもやはり、先ほどの発生量をどう捉えるかというところにかかわってくるかなと思います。一つ、IGCCという大型のプラントが営業運転を開始されるということなのですが、これと、上の石炭灰有効利用量の増加とのダブルカウントになっていないかなというところが、若干ですけれども、20万トンと164万トンなので、これが少し気になりましたけれども、足し算していいのかもしれませんが、そこを少し整理してご説明いただくといいかなと思っておりました。

【西海 PM】 今のご質問ですけれども、石炭灰は、ここで考えているのは微粉炭焚きの、従来ある石炭火力から出る石炭灰というもので、スラグというのはこれから商業運転を開始しますIGCCのほうから

出てくるものです。そういった意味で、出てくる製品は全く違うということです。

【肴倉委員】 それで、このIGCCに回る分、ほかの微粉炭の石炭灰の発生量が減る可能性があるのかないのかという、そういうところですね。減らない前提だと思うのですが、それをはっきりさせていただければ。

【西海PM】 わかりました。

【二宮分科会長】 よろしいですか。

【肴倉委員】 はい。

【二宮分科会長】 あとありますか。

【藤原委員】 ご説明いただきましてありがとうございます。石炭利用における非常に重要な課題を真摯に取り組まれているなというふうに思いまして、テーマもIGCCに対応したガス化溶融スラグですとか、それからCO₂を大変出しますセメントを使わずにつくるフライアッシュコンクリート、非常に必要な技術に取り組まれているなと思っております。こういった技術が日本の石炭利用の安定、それから海外での技術輸出というふうに必ず役立つと思いますので、非常にいい研究かなと思います。一つお伺いしたいのが、テーマの選定について、ここに石炭ガス化溶融スラグですとか、フライアッシュコンクリートがございませうけれども、この辺のテーマ選定の、クリアになっているというのか、公開されているというのか、公になっているのかという、その選定の過程とかというのはどういうふうな形で進められているかというのと、その辺の評価、そもそもこういうことをやることに対する評価というのはどういうふうにされているかというのを、一つお伺いしたいと思います。

【西海PM】 この10テーマの選定の過程ということですが、NEDOとしましても、もともとの予算執行元の経済産業省、あと業界団体であるとか、いろいろそういう情報を集めまして、こういった活動が必要であろうというところを考慮し、予算との兼ね合いもありまして、検討して決めていくというふうになっております。

【在間統括調査員】 もともと経産省のほうでは石炭灰利用の調査というのをずっとやっております、その中でロードマップをつくったりとか、これからどういうふうにすべきかというところをいろいろと議論させていただいていた中で、これからどういう技術開発が要るかなというところの時点で、NEDOのほうがこの技術開発を担うというような建付けでございました。必ずしもロードマップに全てがちりばめられているわけではないのですが、そういうところの議論を経て、こういうことが必要であるということで実施しているところです。

【二宮分科会長】 よろしいですか。

一つお伺いしたいのですが、事業の効率性、これは18ページのところなのですが、特に今回、そういった有効利用率、事業開始時が87.2%ということから、100%だと仮定ということで、この87.2%というのは、この表でいきますと、87.2%という数字の根拠なのですが、6ページの石炭灰発生量、有効利用率のこの値からとって見るのでしょうか。それで、ご質問したいのは、そうしたときに有効利用率100%までとなったときに、じゃ100%の根拠というのはどこから持ってこられたかということです。というのは、今回の事業目標のところ、アウトプットで100%ということで、また対費用効果100%と仮定するということが書かれてあるのです。まず、その87.2%という数字の根拠というのは、今回いただきました6ページの資料の2015年のところのこの赤い有効利用率、埋立地を除くと、この値が87.2%ということでよろしいのでしょうか。

【西海PM】 そうです。

【二宮分科会長】 そうすると、これが今度100%に行ったというときに、今回、目標として100%は達成したというふうにこれに書いていいの。100%になったというような、目標のところを書いてあるような感じもするのですが、アウトプットの目標、これを100%にするということで、それで最終的に100%という仮定になったということで評価していますけれども、ただ、87.2%を使うならば、今

の2018年の90%となるのか、そこを100%としたという、その根拠についてどういうふうに理解したらいいのかなというところを説明していただけますか。

【西海 PM】 まず、100%にしたというのは、最終的には事業の終了、これは中間なので、2021年の事業終了時点ということで仮定をさせてもらって100%としました。もともとのアウトプット目標の中にも記載してあるように、有効利用率100%まで向上させるということで、石炭の有効利用技術の確立ということで、一応事業をいろいろやっており、100%を目指すための技術をいろいろ開発、調査、もしくは含めて技術開発をやるというふうなことを目指してやっております。その結果として100%というのを目指すという意味で、100%としています。

【二宮分科会長】 ただ、そこはちょっと目標としてはいいのですけれども、ただ対費用効果と、実質の効果ということでなった仮定とするというのはいいのかなと、ちょっとだけ気になったものですから、これを見ると100%になったと仮定、ほぼなっているだろうということ、じゃその根拠はどこにあるのかという、何かそういう数字がどこかに出ていけばいいのですけれども。何らかの形でとか、説明できるような形で。何かこれを見ると、そこはちょっと不十分かなというふうに感じました。

【西海 PM】 おっしゃるとおり、ここでうたっている100%、現時点での根拠というのは特に今はないというところでは。

【二宮分科会長】 わかりました。ほかいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

5.3 事業の有効性について

引き続き、推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

5.4 質疑応答

推進部署からの5.3の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

5.4 質疑応答

【二宮分科会長】 どうもありがとうございます。

ただいまの説明に対して、ご意見、ご質問等をお願いしたいのですけれども、今回、事業が2つありまして、一つはほぼ終了した事業と、もう一つは新規予定事業、及び、継続中という、2つありますので、できればそこを2つに分けて、皆さんにご意見、ご質問をいただいたほうが、全体の議事がはっきりするかなと思います。それで、まず、最初に、終了したという事業、それについてご質問とかご意見等を伺った後に、今度は、継続中については終了のほうで聞いていただいても構いませんけれども、継続中及び特に新規事業についての何かコメント、質問等ありましたらよろしく願いいたします。

では、まず、最初に、終了した事業についてのご質問等ありましたらお願いいたします。どうぞ。

【神原分科会長代理】 先ほども話をしたのですが、コールバンクの拡充ということで、石炭灰のテーマがずっとまだ続くわけですから、石炭もどんどん炭種も変わってきて、性状も変わってくるわけで、基本的な炭質の、特に灰の組成になるわけですから、それをもう今後やらないというようなところはどんな判断から来ているのでしょうか。維持するのはWebですから、それでいいと思うのですけれども、その辺はどうでしょう。

【在間統括調査員】 もともとこれ、BRAIN-C（石炭利用基盤技術開発プログラム）というところで石炭のデータをとるということをやっております、その次に微量成分をどういうふうに除去するかというときに、微量成分をどういうふうに、どういうものが石炭の中にあつて、どの炭種にはどうあるかというのを調査して、データベースとしてありました。その次に必要になってきたのが、低品位炭をどう使うかということで、低品位炭も場所でのいろいろな性状がございますので、それを集めてやって

いくということで、ただ、今後、闇雲にとるといのもいかなものかというもあり、特にここでやめるという話ではなくて、必要に応じてやるのですけれども、継続的に何件ずつという、そういう事業のあり方は見直そうということで、必要であれば今後やるということで、今はちょっと中断しているという状況でございます。

【神原分科会長代理】 よくわかりました。

【二宮分科会長】 これについて、先ほど試料の保管・配付については終わったのですか。それともまだこれについては継続中なのでしょうか。

【西海 PM】 継続中です。

【二宮分科会長】 ということは、今でも例えば試料をどこかにお願いすれば配付していただけるということですか。

【西海 PM】 今、保管はJCOAL でやられています。

【在間統括調査員】 もともと、産総研さんのところでドラム缶単位で大量に持っていたのですけれども、結局5年もたつと全く違うものになっているということがあって、今は小袋に入れたもので、本当にサンプル的なもの、それを配付できるような状況にしております。

【二宮分科会長】 今まだ配付もしているということですか。

【在間統括調査員】 少量ですが。

【二宮分科会長】 少量ならば配付もしていただけるということですか。

【西海 PM】 そうです。

【二宮分科会長】 はい、わかりました。

【西海 PM】 有料で配付ということになっております。

【二宮分科会長】 わかりました。

【在間統括調査員】 NEDO からということではなくて、それを有料にしているのはJCOAL さんのほうで保管してやっているということで、それは実を言うと NEDO 事業ではございません。

【二宮分科会長】 わかりました。どうぞ。

【齋藤委員】 すみません、今のコールバンクなのですけれども、私、全然存在も知らなくて、初めて今回知ったのですが、どういった方が、具体的にどういう目的で使われることが多いのかということと、何かもっとこういうことをしてほしいみたいな意見を受けて、今回こういうことをしましたといったこと、これまでもずっとデータベースがあったということなので、改良した点とか、そういったところはあるのでしょうか。

【西海 PM】 そうですね。使われるユーザーとしては、石炭を使う電力事業者であったり、一般の事業者だと思います。具体的という、今、知見はないのですけれども。

【在間統括調査員】 やはり研究者が多いです。大学とか、企業の研究設備とか、そういうところで。石炭もいろいろな場所によって性状が違ってきますし、同じ炭鉱の中でも場所が違っていると違ってくるかあって、そういった意味で、当たりをつけるというのに大体コールバンクを使っていたいておりまして、ただ、本当に細かなところでやろうとすると、やはりどの部分のどの場所の、例えば炭層でも1盤層と5盤層は全く性状が違ってくるので、そこはもう完全に研究者の方々が入手してやられます。どちらかという、コールバンクというのはこういう性状のものがこういうふうにあつて、まず当たりをつけていただくとか、そういうのに大体多く使われています。

本当に使おうとすると、もっとその場所のものを100kg、200kg使って燃やしてみるとか、そういうことをしないと無理で、そこまではちょっとサポートはできていないというところなんです。

【齋藤委員】 ありがとうございます。

あと、20ページのところに、目途を得たということと技術を開発したという、2つの書き方があって、その違いを教えてくださいたいのですけれども、その後のご説明を聞いていると、技術を開発したと

いうところは、もう少しすると事業が立ち上がるという段階まで来ているというイメージで、目途を得たというのは、そうするとどれぐらいの段階になっているのかを教えてください。

【西海 PM】 例えば、20 ページの上のインドにおける脱硝技術適用の目途を得たというのは、技術的には日本国内にもともとあったものでした。それを海外で適用できるかどうかという確認ですね。確認の意味を持って目途を得たと。ここは技術開発ではない事業でございます。あと、その下の、例えば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というのは、これは実際にもう開発はしました。今後は事業化に向けて事業者等々が実施するべきものであるということで、NEDO 事業としては開発したということで、これは終了というふうに考えております。

【在間統括調査員】 基本的には、西海が言ったとおりでございます。技術開発をして、これからはこの製造方法はできたので、あとは例えばコストダウンするとか、販路を広げるというのは、これは事業者がやってくださいと。今まさにやっている、例えばその上のシリカフェームなどは、こうすれば大体こんなことができるよねと。ただ、まだ物としてきちんとできていないというのは目途ということになって、オンゴーイングなものとして終了したものと、そういうような位置づけになっております。

【齋藤委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 よろしいですか。

ほかいかがでしょうか。どうぞ。

【肴倉委員】 すみません、事業の 26 ページです。石炭灰調査の中で、技術のロードマップを作成されたということなのですが、これとても興味を持って拝見していただけたのですが、これによってどんな見通しが立てられたのかということと、それを、先ほどのコールバンクはウェブ上で公開されているとあるのですが、これはこちらのロードマップのほうは一般の方が見ることは可能なのかどうかということをお教えいただきたいのですが。

【西海 PM】 まず、公開については、これは NEDO 事業なので、NEDO の成果報告書という形で、今、公開はされております。NEDO のホームページからの公開になります。

あと、このロードマップが今後どういう展開をされているかという話なのですが、この中でいろいろセメント分野やコンクリート分野や土木建築分野、いろいろあって、こういう開発をすべきだろうという提言が入っているのですが、その中でいうと、今で言うところではコンクリート分野で、先ほどあったシリカフェームとか、石炭灰の高価値化という意味で、このロードマップの中で拾い上げられたテーマに従って続いている事業というのもしっかりあります。ただ、全てが全てそういうわけではありません。

【肴倉委員】 ありがとうございます。

あと、33 ページのお話をちょっと聞かせていただきたいのですが、ガス化溶融スラグの有効利用の話で、環境安全性の評価というところがあるのですが、これは細骨材としてスラグを使った場合の溶出試験の結果だと思っております。これは、ガス化溶融スラグにやはり石炭由来の微量元素が、こういった項目のものが含まれている可能性があるから行われていると思うのですが、それが細骨材としてはこうだと。ただ、最近では実際使われるときのコンクリート 2 次製品とか、そういった利用有姿のときにどういう結果になるかということも、必ず評価されるようになってきているのですが、そういったところまで評価されているかどうかということ、今もしわかれば教えていただきたいです。

【西海 PM】 今この事業でやったのは、ここまでの細骨材としての評価のみでございます。先ほど言われたコンクリートとしての評価というのは、先ほど説明したように、次の新規事業として、設計施工指針をまとめるという事業を始めたいと思っております。

この事業の中には、一応考えているのは、今回このスラグの事業をやった事業者プラス、あとはユーザーであるゼネコン関係、そういった部分も一応巻き込んでやってみたいと思っておりますので、多

分そういった中で、先ほど言われたような試験なり評価なりというのは実施すべきものだと思っております。

【布川主任研究員】 すみません、1点補足させていただきたいのですが、スラグの数字、確かにここにカドミウム、鉛以下、いろんな物質が数字としては入っているのですが、実はIGCCの熔融スラグというのは、こういう物質が極めて少ないということがわかっています。石炭灰には多少は含まれているのですが、IGCCスラグの場合はさらにもっと桁違いに少ないということが確認できているので、ある意味、まずはここで環境アセス等と言っていますけれども、いわゆる土壌環境基準、溶出ノウハウの試験等を行って、問題がないということがわかったというのが、この事業の中の一つの大きな成果というふうに位置づけております。ですから、もともとないものを、その後コンクリートに使うわけにはないというのは、まずここは基本的にはあるのですが、当然のことながら、製品として使うときにどういうふうな、石炭由来というところがどうしてもありますので、そここのところの確認、検証、あとはきちんと説明する必要があるとは認識しております。

【肴倉委員】 ありがとうございます。そういう意味では少し気になっていたのは、41ページの2次製品でU字溝とか試作されているのですが、この辺のフライアッシュをそのまま混和剤として使われたときのそういった評価というのもされているのかなというところに少し興味がありました。

あともう一つ、これはコメントとして最後につけ加えさせていただきますと、すみません、戻りますけれども、14ページの枠組み・実施計画という中の環境対応で、IGCCのスラグをつくるということ自体が、石炭灰よりも環境安全品質の高い最終的な灰といいますか、残渣をつくっているという意味では、環境対応の一つになるのではないかなというふうな見方をしたい。

以上です。

【布川主任研究員】 今の2つ目のほうですけれども、ご指摘のところはまさにごもっとも。ただ、どうしてもIGCCの場合はガラス化しているので、いわゆる今までの石炭灰、フライアッシュとはどうしても物理的な性状が異なる。結果として使い先もおそらく変わってくると思います。IGCCで使える、石炭灰だからこそ使える部分もありますし、IGCCの熔融スラグだから使えるところもあるということも含めて、きちんと用途を考えていかなければいけないというふうに考えているところでございます。

あと、フライアッシュコンクリートのほうですけれども、フライアッシュのほうは当然のことながら、微量物質はスラグよりももう少し含まれている。当然のことながら、コンクリートにして、そこからいわゆる微量物質が表に出てこないことを確認することも重要です。使い終わった後、それを例えば廃棄する、クラッシュして、それを例えば廃棄物として処理したときに、そこからあったものがまた出てしまうのではないかなというところは、当然のことながら大きな課題になっておまして、そこも念頭に置いた上で、きちんと石炭灰を使えることということで、この有効利用技術のほうは取り組んでいるところでございます。

【二宮分科会長】 よろしいですか。

【肴倉委員】 はい。

【藤原委員】 2つございますけれども、コールバンクにつきましては、中国ですとかオーストラリアは非常に充実しております。資源における安全性ですとか環境性の面でデータベースを拡充していくということで、我が国でも利用するほうでそういうことをやっているのは非常にいい取り組みである。ニーズに応じてどういったデータをつくるのかというのは変遷があったと思うのですが、現時点では、東南アジアですとかそういったところにCCTを展開していくときに、相手国の出てくる石炭を我々の技術で使っていかなきゃいけないということで、NEDOも含めまして、JOGMECとかのほうで、そういった相手国の炭質の評価というのを必ずされると思いますが、そういったもののデータもこの中に加えていただくと、研究開発のほうでは非常に有用かなと。サンプルのほうはなかなか難しい

ですけれども、データだけでも拡充できるようなシステムにしていただければと思います。

2つ目は、それ以外の終了したものは全て事業者のほうに移管されているということで、すばらしい達成度かなと思っておりますが、事業者のほうに移られて実用化を進められているところのフォローアップ等も、スケジュールですとか、どういった見込みがあるのかということも含めてフォローアップしていただいて、公開できるようなシステムにするとよりいいかなと思っていますが、その辺の方向性というのはどういうふうにお考えでしょうか。

【西海 PM】 事業化へのフォローアップですけれども、一応、事業は終わりましたが、追跡調査というのもありますので、NEDOとしてフォローはしていきたいと思っています。

先ほどの説明の中にも少しありましたけれども、例えばインドの脱硝については事業者が今やっているという、そういったフォローアップというか、状況とかは常時ウオッチしてやっております。先ほど言ったフォローアップ調査、そういったものを有効利用しながらフォローはしていきたいと思っています。

【在間統括調査員】 例えばJIS化だとか規格化のほうは、NEDOの事業ではデータを集めるということになっておりますけれども、その後はMETIのほうの規格化の補助を使うとか、そういうほうに移行していているという状況です。

【二宮分科会長】 よろしいでしょうか。

では、ちょっと時間が押しておりますが、早めにスケジュールが進んでいますので、あと残り、時間をちょっと延長するかもしれませんけれども、特に新規事業、予定事業について、何か質問とかコメント等ございましたらお願いいたします。

どうぞ。

【神原分科会長代理】 継続事業も含めてよろしいですね。

【二宮分科会長】 はい。

【神原分科会長代理】 最終目標を達成できるかどうかという観点で見ているのですけれども、シリカフォームとかフライアッシュセメントは非常に明確に資料が書かれていて、そういったことが伝わってきます。

一つ、自然発熱影響因子評価というところが、ちょっと我々のところでは、何か常識的なところのデータしか出ていなくて、あと一、二年で何か特別な結果が出てくるというのがちょっと想像しにくい資料になっているのですが、その辺は何かありますでしょうか。最終目標達成できる見込みという判断をしたところですかね。36ページが、自然発熱影響因子評価という資料になっていますが。

【在間統括調査員】 自然発熱については、先生もよくご存じのところだと思うのですが、従来、水分量でどういうふうに規定しようとか、あるいは工業分析値との関連で揮発分だとか、そういうような相関で見ているのですけれども、この事業の前に、低品位炭の改質炭をちょっと調査していたところ、全く同じデータでも全然発熱性能が違ふとかというデータが出てきておまして、そういった意味で、要は石炭中の官能基の影響が相当大きいのではないかということの問題意識からこれを始めたところで、今、官能基がどういうふうに寄与しているかというところを、NMRだとかそういう分析器を用いて、どういうことをすれば大体どういうことがわかるのかというところを、この2年間でまず仕上げようということを思っています。その後、それを使ってどういうふうに測定する方法だとかという規格化を考えておまして、今は官能基がどういうふうに影響しているのかというところをきちんと把握したいということが、今回の事業の目的になっております。

【神原分科会長代理】 それでは、 ^{13}C NMRで官能基の違いが特定できるレベルまでは来ていると。

【在間統括調査員】 はい、そこまではいきたいと思っています。

【神原分科会長代理】 わかりました。

【二宮分科会長】 ほかにいかがですか。どうぞ。

【齋藤委員】 石炭ガス化溶融スラッグの信頼性確認というのが新規事業で予定されていると思うのですが、18ページに、IGCCのプラントが営業運転開始すると、20万t年間で出てくるということで、21年度にも20万tずつ運転すると20万tずつ出てくるということなので、21年度に達成したら、それを処分したり、活用するのにスケジュール的に間に合うのかどうかと思ったのですが、いかがでしょうか。

【西海PM】 IGCCの大型火力は21年に運開するというので、先ほど説明したように、この信頼性、設計施工指針を固めるということと、もう一つは、NEDO事業は終わっていますけれども、JIS化の話と、2本柱でいこうとしています。JIS化のほうも、今年度から原案作成委員会を立ち上げていまして、来年度早々には提案ということで、そちらのほうも実際、JIS化が整理されるのも2021年とか、多分そのころになると思うので、正直な話、微妙なタイミングかなと思っております。最初に20万t出てきますけれども、その最初のころは、やはり今までどおりの廃棄物処理とか、その方向に行かざるを得ないのかなという、スケジュール感的にはそんな感じがしております。それをなるべく早めるようにということで、JIS化のほうとこの事業も今年度中に立ち上げたいという、そういうスケジュール感では進めております。

【齋藤委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほか、いかがでしょうか。いいですか。よろしいですか。何かコメントありましたら。

【藤原委員】 途中のテーマにつきましては、達成の状況から今後の最終目標に向けての課題というのがかなり整理されていて、順調に進んでいるかなというふうな印象を持っております。中でも、シリカフェームの代替製造技術の研究開発というのは非常におもしろい技術開発でございまして、先ほど在間さんも言われましたように、石炭灰からカルシウム、マグネシウムを取り出して、CO₂と反応させるという炭酸塩というものは、こういった非常に微粒子をつくってきますので、そういったところに応用が可能なおもしろい技術だなということですので、ぜひ前広で広げていただいて、成果を活用いただければと思っております。

以上です。

【二宮分科会長】 1つ、23ページ目のBの3.の石炭灰高度利用に向けた新たな石炭高品位化技術開発のところなのですが、非常にこれはある意味で大事な技術かなと思いつつ、逆に山元とか炭鉱から見ると、何か石炭灰とかボタが出る中、重金属を山元に置いてくると。そうすると何かウインウインの関係じゃないのではないかと。だから、本来ですと、山元や炭鉱のほうもそういうことをすることによって何らかの、例えば灰なり何らかの新しい有効利用があつて、さらに我が国はこれでメリットがあるなど、何かウインウインの関係になるような。何かこれ見ると、一方的に、日本はいいのだけれども、山元はどうなのかなという気がちょっとしたものですから、そのあたり何か検討していただけたらいいのかなと思うのですが、いかがでしょうか。

【在間統括調査員】 ここではまだそこまで自信がないので、書いてありませんが、やはりそういうふうに分離して有効に利用できる材料は、例えば石炭灰の中に含まれていて、かつ有効利用できるような、希少物質ですね、そういうものをうまく抽出できるところまでいけば、かなり価値が上がってくるということと、あとやはり脱灰をして灰分の少ないものというのは、それなりに燃料、カロリーも上がってきますから、その分の経済的なメリットということもあるのではないかとこのように思っております。

【二宮分科会長】 もしありましたら、もう少し、例えば脱灰した後、残った鉱物なり、そこに何らかの価値があるとか、何か希少なり、何らかそこに、こちらにメリットもあると書かないと、これを見ると、今の時代になかなか我が国だけが一方的にメリットがあるような書き方をするのはちょっとどうかなという気がしましたので。そういうようなことを計画されているようでしたら、多少そういうところも加えた形でこういう計画、スキームを書かれるといいかなと。

例えば、オーストラリアだと非常に褐炭で、マグネシウムとか何かが非常に多いのがあり、例えばそれから純粋なマグネシウムを抽出してつくるのかということをやっていることも聞いていますし、何らかの脱灰なりそういうときのメリットも何かここに付け加えて、じゃ山元なり炭鉱にも何かそういうことであるような形にするといいいのかなと、ちょっと思いました。

【布川主任研究員】 量的なお答えにはならないのですけれども、今ここで考えているのが、脱灰をすることによって、従来はそのままではとても輸出はできなかったものを、輸出できるような形で石炭を介して高品位化して出すと。それは今までも地元しか使えなかった石炭を輸出することによって、彼らにとっては大きな収入を得る、エネルギー供給源になるというところが、一つ山元のメリットになるのかなというふうに考えているところでございます。

【二宮分科会長】 ただ、逆に言えば、そういうものを山元に置いてくるということに対する、それは山元の炭鉱だから問題ないという視点もあるかとは思いますが、もし炭鉱に最後捨てるならば、でも何かもうちょっとそうすると、そういう汚いものは山元に置いて、いいものを、輸出するという今のおっしゃるような意味もわかるのですけれども、何らかのそういうような視点もちょっと要るのかなというふうに感じましたので、コメントさせていただきました。

【布川主任研究員】 ご指摘、非常にごもっともですので、この脱灰で出てくる、今この図で書いているボタというものが、実際どういうふうなものであって、それをきちんと使うことができるか、あるいはどういうふうに取り扱うのがいいのかというところを、この事業の中ではきちんと見るようにしていきたいと考えます。ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかによろしいですか。

【藤原委員】 二宮先生の今のコメントは、事業者としてお話ししますと、有害な微量成分を抽出して、分けて出す脱灰の場合は、抽出物の廃棄物が非常に困るのですが、単純な物理脱灰でありますと、石炭周りの周辺の土壌とか、そういったものと同じものですので、処理はそのままという形ですので、技術によって必要性というか、対応策は変わってくると思いますが、このプロジェクト、多分そういう化学抽出して微量元素だけ濃縮されるというようなことではないのかなと思っていますので、このぐらいであれば現場ではそれほど問題にならないかなと思っています。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。ではおっしゃるとおりだと思います。ただ、こういうプロジェクトを書くときに、もう少し配慮があってもいいのかなと思った次第です。

【藤原委員】 もう少し丁寧に、そこまで書いたほうが。

【二宮分科会長】 ほかに、いかがでしょうか。

では、ありがとうございました。予定時間過ぎておりますけれども、ここで終了したいと思います。ここで休息をとります。

【福永主査】 これより10分間の休憩といたします。再開は、ただいま15時10分ですので、20分までとさせていただきます。よろしくお願いいたします。

6. まとめ・講評

【福永主査】 それでは、再開いたします。

分科会長、進行をお願いいたします。

【二宮分科会長】 では、最後に議題6、まとめ・講評です。藤原委員から始めまして、最後に私という順番で、大体1人2分を目安に講評をお願いいたします。

では、藤原委員、お願いいたします。

【藤原委員】 必要性のところでは、我が国の石炭の安定利用ですとかエネルギーセキュリティー、それからCCTの海外展開の上で、非常に重要なテーマを扱われているなと思っています。

その中で改善していただきたいというのは、各テーマ、今求められておりますCO₂対策につながるものが多いものですので、そこをもう少しクリアにさせていただいたら。例えばIGCC自体ももう既にCO₂削減につきますし、セメント自体も、ここにありますが、CO₂を出さないようなフライアッシュコンクリートもありますので、そういったところをうたっていただくと、もう少し今のあれになるかなというふうに思っています。効率性につきましても、対象がIGCCやセメント粒子なりフライアッシュということで、先ほど言いましたけれども、CO₂対策に寄与するもので、非常に重要なテーマが制定されているなどというふうに思っています。

一方、テーマの選定の過程ですとか、そういった透明性というところで、どういうふうに選定されているのかということについて、もう少しクリアにさせていただいたほうがわかりやすいかなというふうに思いました。

有効性につきましては、各個別のテーマで、終了したものは目標が達成されておりますし、その成果は事業者のほうに確実につながっている。また、中間のものにつきましては、最終成果につながるための課題が明確かなというふうに思っています。

改善すべき点は、もう既にやられていると思いますが、追跡でその事業がどうなっているかというのを調べられているということですが、そこも公開できるようにしていただければと思っております。もう一つは、成果の公表というところで、こういった日本だけではなくて、諸外国にも役に立つ研究成果というのは積極的に報告していただく、あるいは海外との報告会を開催して、有効利用できるような取り組みというのを考えていただければと思います。

以上でございます。

【二宮分科会長】 では、お願いいたします。

【肴倉委員】 本日は初めてかかわらせていただきまして、いろいろな事業が多角的、ダイナミックに展開されているというのはよくわかりました。大変な成果であると思えます。

その中で、石炭灰の発生量の見通しとか、それに対してのロードマップとか、そういったところをもう少し見えるようにご説明いただければ、もう少し理解も進められたかなと思いますので、その辺も重視した、中身としてはもう既にお持ちかもしれないかもしれませんが、説明いただけたらよかったです。また、事業の各個別のところですけども、私の専門が環境安全性というところで、そういったところはガス化のスラグだけじゃなくて、石炭灰そのものも大事なところかと。信頼性を高めるに当たっても必要なところですので、そういうところも注視していきたいというふうに考えております。ありがとうございました。

【齋藤委員】 本日はありがとうございました。

石炭に関しては、皆様ご存じのとおり、気候変動の観点から金融機関を含め、投資が慎重になっている状況の中で、世界での石炭需要はまだ増加していくという見通しになっておりますので、こういったバリューチェーン全体で付加価値を上げていくという取り組みは非常に重要だと思いますし、引き続き成果を楽しみにしております。

特に、海外には石炭火力が、既存のものも、新設もまだあるかと思っておりますので、例えばこういった取り組み、成果を発電設備と一緒に組み合わせて持っていくことで、より日本の製品の市場が増えていくのかなと、優位性も増えていくのかなというふうに思いました。

本日聞いていて一点、こういうふうに技術開発をして、いいもの、いい製品ができて、本当に売れるのかということが気になりました。先ほど二宮先生が山元でのメリットはあるのかというふうにおっしゃっていて、そこも確かに大事だなと思ったのですが、プラス、製品を使う側、今まで使っているものからこちらに変えようというようなことがどういうふうにしたら起きるのかというところで、性能がいいというのはもちろんだと思うのですが、先ほど藤原委員がおっしゃったように、CO₂の排出量が低いのですよというところもいいアピールになるのではないかと思いますので、そういっ

た点も含めて今後検討していくといいと思いました。

以上です。

【二宮分科会長】 どうぞ。

【神原分科会長代理】 必要性、有効性、それから効率性の観点で今日 1 日評価していたのですが、資料が非常によくできていて、わかりやすかったです。評価しやすかったということです。唯一、先ほど質問しましたけれども、自然発熱の達成と評価をどう工夫したかというところがちょっと曖昧かなという印象があったぐらいで、全体的にはよくわかったということです。

さきほど藤原委員のほうからもありましたけれども、そもそもこのテーマをなぜ設定したのかと。これはユーザーニーズなのか、それとも石炭業界全体のシーズというか、そういうものなのかというところの説明があれば、このテーマの重要性がもっと明確になったかなと思います。

それから、あと情勢変化ですよね。対応を見直すということで、資料 19 ページにあるとおりでと思うのですが、これによって新しい事業ですか、新規予定事業が組み立てられたのか、それとも継続中の事業を多少修正したのか、その辺の関連を明確にここに書いてもらえると、もっとよかったなと思っています。

以上でございます。

【二宮分科会長】 どうもありがとうございました。

では、最後ということですが、大体皆さん、全部おっしゃったものですから、特に私から新たに申し上げることは余りないのですけれども、やはり今、石炭に対する情勢というのはかなり変わったなというのは実感しております。特に地球温暖化に対する思いで、今後新規の石炭火力発電所を我が国においてはなかなかつくりづらくなっているという状況において、ただ、一方ではエネルギーのまだ 22%ぐらい、2030 年でも石炭は必要になっているし、原子力によってそれはどうなるかわからないというような状況の中で、このような事業を継続的にやっていくということが、やっぱり非常に重要なのだろうなと思います。そういう意味で、この中において、特に今後の事業、この変化というところで、CO₂ 対策に対する我が国の方向性なり海外のことを含めて、ただそうはいつでも、やはりこういった事業を継続的にやることは非常に大事だということを、誰に言ってもなかなか難しいのかもしれないのですけれども、やはりそういう中にこういう事業を含めて、それは結局我が国なり世界に発信できると。例えばそういうことをぜひ強く書いていただければいいのかなと思います。

特に、その後は石炭灰の問題もやはり重要ですので、特にこういうことも含めて、ぜひ今後もこういう事業を継続できるような形にいろいろ仕組んでいただければいいのかなと思います。ということでコメントとさせていただきます。

ということで、一応講評ということで終わりたいと思います。

【福永主査】 ありがとうございました。

推進部長から一言あればいただきたいと思いますが、いかがでしょう。

【田中部長】 本日は午後 1 時半から約 2 時間にわたりまして、この中間評価ということでいろんなさまざまなご意見、ご指摘をいただきまして、ありがとうございました。

この事業でございますけれども、この中でも議論ありましてとおりで、石炭に対していろいろ情勢は変わっているというのはもちろんそうなのですけれども、一方で、そうはいつでも今後の見通しが、国内でそんなに増えないとはいえ、一定のポーションというのは 2030 年にかけてはあるということも一応想定されますので、そうした中で、いかにこの石炭灰の中から最終処分場に行く量を減らしていくかというところ、これは非常に大事かなと思っておりまして、この点についても我々としては引き続き利用先を拡大していくという観点で、研究開発に取り組む必要があるのではないかなというふうに思っているところでございます。

またもう一つは、IGCC が出てくるということで、これは石炭灰ではなくスラグのほうになるので

すけれども、これについても 2020 年、2021 年から非常に増えていくということがございますので、これに向けて、もう既にちょっと遅いのではないかとご指摘もありましたけれども、我々としてもなるべく早く有効利用先を見つけるというか、有効利用できるような体制にしていきたいなというふうに思っておりますので、そういう意味でこの事業、引き続き継続して、しっかり取り組む必要があるかなというふうに考えております。

1 点ちょっとご紹介という意味では、この中にシリカフェームの話も入っております、なかなか私も個人的にも非常に面白い技術だなというふうに思っているのですけれども、これは実は福島の企業、福島エコクリートという企業も中に入っております、非常に小さい会社なのですが、福島の復興のためにできた会社ということでございまして、実は政府のほうでも復興の取り組みとして非常に重視していて、非常にこれはいいのではないかと評判になっているというものでございます。なので、我々のこのプロジェクト、もちろん環境のため、石炭灰の有効利用のためというような形でやっているのですけれども、こういった復興の観点もあるということも、一つ波及的な効果としてあるのかなというふうには思っているところでございます。

いずれにいたしましても、いろんなご指摘を今日いただきました。これを踏まえて、これもあくまで今日は中間評価ということでございますので、最後にいただいた委員の先生方からのコメントで、この事業自体の必要性とか、こういうところについては、わかりましたというようなコメントをいただいたのかなと思っておりますので、我々としてはこの事業をさらに、今日の評価も踏まえて、よりいい成果が出るように、最終評価に向けて、資料のプレゼンの仕方とかいろんなご指摘もございました。そういうところも含めて対応していきたいなと思っておりますし、この技術自体は、当然日本だけではなくて、海外でも使える技術になるというふうに思っておりますので、そういうところにもつながるような形ということも視野に入れながら、しっかり NEDO としてはプロジェクトをマネジメントしていきたいなというふうに考えております。

引き続きご指導いただければなというふうに思っております。どうもありがとうございます。

【二宮分科会長】 では、以上で議題 6 を終了いたします。

7. 今後の予定
8. 閉会

配布資料

- 資料1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料2 同、公開について
- 資料3 同、秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料4-1 NEDOにおける制度評価・事業評価について
- 資料4-2 評価項目・評価基準
- 資料4-3 評点法の実施について
- 資料4-4 評価コメント及び評点票
- 資料4-5 評価報告書の構成について
- 資料5 事業の概要説明資料
- 資料6 事業原簿
- 資料7 今後の予定

以 上

参考資料 2 評価の実施方法

NEDOにおける制度評価・事業評価について

1. NEDOにおける制度評価・事業評価の位置付けについて

NEDOは全ての事業について評価を実施することを定め、不断の業務改善に資するべく評価を実施しています。

評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、事後評価及び追跡評価が行われます。

NEDOでは研究開発マネジメントサイクル（図1）の一翼を担うものとして制度評価・事業評価を位置付け、評価結果を被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

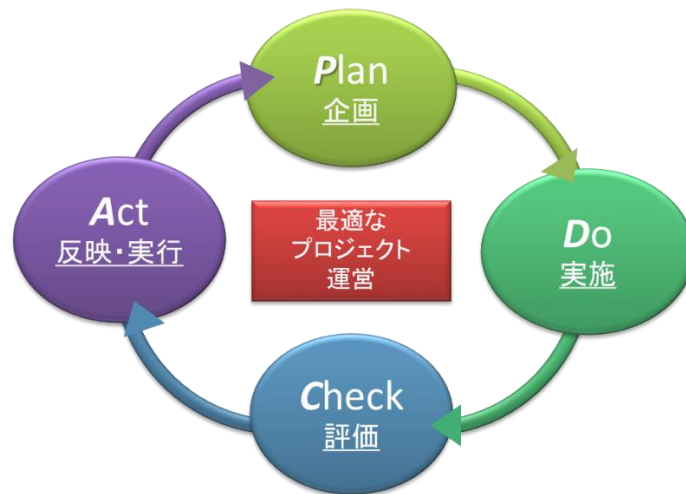


図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

2. 評価の目的

NEDOでは、次の3つの目的のために評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 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。
- (3) 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。

3. 評価の共通原則

評価の実施に当たっては、次の5つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の

重複の排除等に務める。

4. 制度評価・事業評価の実施体制

制度評価・事業評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- ① 研究評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- ② 評価対象事業毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を評価委員とした研究評価分科会を研究評価委員会の下に設置。
- ③ 同分科会にて評価対象事業の評価を行い、評価報告書が確定。
- ④ 研究評価委員会を経て理事長に報告。

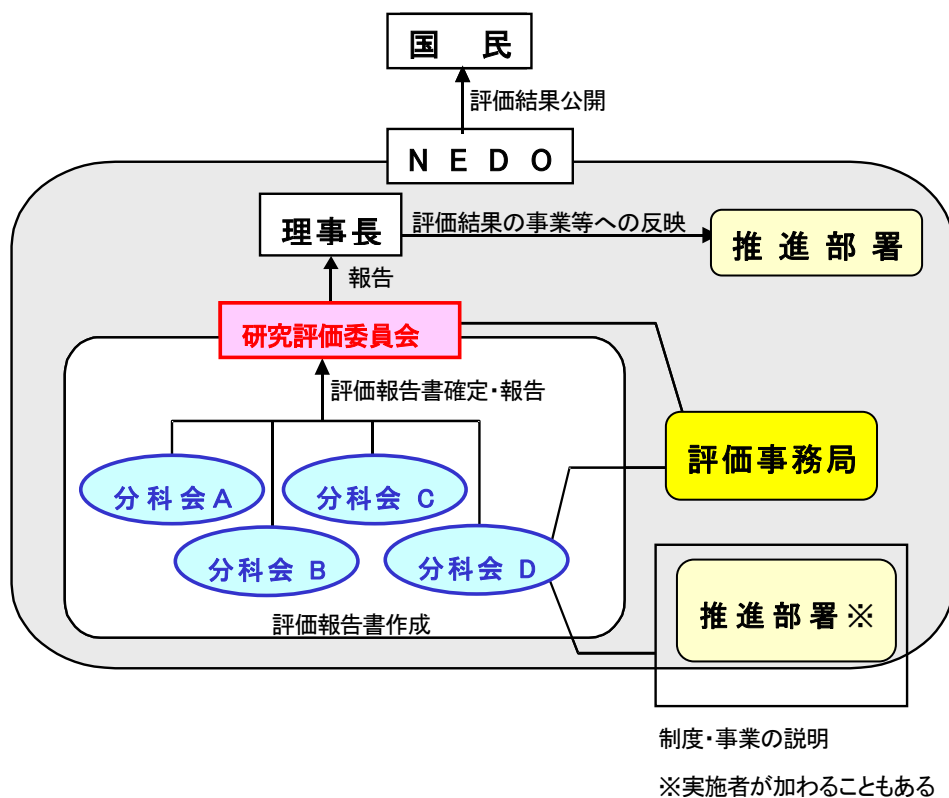


図2 評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、対象技術の専門家、その他の有識者から構成する。

「クリーンコール技術開発／②石炭利用環境対策事業」の 中間評価に係る評価項目・評価基準

1. 必要性（位置付け、目的、目標等の妥当性）
 - ・ 政策における「事業」の位置付けは明らかか。
 - ・ 政策、市場動向等の観点から、「事業」の必要性は明らかか。
 - ・ NEDOが「事業」を実施する必要性は明らかか。
 - ・ 「事業」の目的は妥当か。
 - ・ 「事業」の目標は妥当か。

2. 効率性（実施計画、実施体制、実施方法、費用対効果等の妥当性）
 - ・ 「事業」の実施計画は妥当か。
 - ・ 「事業」の実施体制は妥当か。
 - ・ 「事業」の実施方法は妥当かつ効率的か。
 - ・ 「事業」によりもたらされる効果（将来の予測を含む）は、投じた予算との比較において十分と期待できるか。
 - ・ 情勢変化に対応して「事業」の実施計画、実施体制等を見直している場合、見直しによって改善したか。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）
 - ・ 中間目標を設定している場合、中間目標を達成しているか。
 - ・ 最終目標を達成する見込みはあるか。
 - ・ 社会・経済への波及効果が期待できる場合、積極的に評価する。

本評価報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

2020年1月

NEDO 評価部

部長 梅田 到

担当 福永 稔

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

(https://www.nedo.go.jp/introducing/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 044-520-5160 FAX 044-520-5162