

## 「クリーンコール技術開発」基本計画

環境部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## ①政策的な重要性

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」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。世界的に見ても、今後と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であることに変わりはない。従来より一般的に使用されてきた高品位炭は、資源量が減少してきており、資源ナショナリズムを背景とした産炭国での需要の拡大により、安定的な確保が難しくなっている。そのため、これまであまり活用されてこなかった低品位炭の利用拡大が必要となっている。総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会鉱業小委員会にて示された「今後の石炭政策のあり方」においても、中長期的に安価で安定的な石炭供給を確保していくために、これまで未活用であった低品位炭の活用を視野に入れていくことが必要としている。

また、石炭利用に伴って発生するCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、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ブ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。

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。

## ②我が国の状況

低品位炭の利用については、これまでも低品位炭の乾燥や改質に関する検討や実証試験等が行われてきたが、その製造コストに比して付加価値が低く、事業採算を取ることが難しい状況にある。また、低品位炭を原料とする水素、合成天然ガス（SNG）、尿素、メタノール等の高付加価値製品の製造についても、技術面から事業化の可能性が確認されているものの、原料となる低品位炭価格の上昇や市況変化による同製品の販売価格の変動に対して十分競争力のあるビジネスモデルが構築できず、実際の事業化には至っていない。しかし、エネルギー源の多くを海外からの輸入に依存する我が国において、将来的にも安定的な石炭供給を確保していくためには、これまで主に利用されてきた高品位炭のみではなく、低廉で資源ポテンシャルのある低品位炭の活用を図っていく必要がある。

また、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。

### ③世界の取組状況

低品位炭は、埋蔵量が多い米国や中国などの生産地域を中心に、主に発電用途として、山元での地産地消に限定されていた。近年、豊富に賦存する安価な低品位炭への注目は高まっており、乾燥・改質による石炭品位の改善やハンドリング性の向上といった技術開発、並びに石炭から水素や一酸化炭素を製造するガス化技術（燃料転換技術）等が、低品位炭を豊富に埋蔵する国を中心に進められている。

また、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。

### ④本事業のねらい

本事業では、石炭の効率的利用、環境対応等を目的として、低品位炭利用に関する調査・技術開発・実証、及び石炭利用の環境対策に関する調査・技術開発を実施する。これらの取組により、石炭の安定調達性が増し、石炭を安価で安定的に使用することが可能となり、我が国におけるエネルギーセキュリティーの向上に資する。また、インフラ輸出による日本の輸出拡大に貢献できる他、石炭消費国の産業活性化にも貢献できる。

## (2) 研究開発の目標

### ①アウトプット目標

ビジネスモデルとして内部収益率（IRR）9.5%を満足する低品位炭の有効利用技術の確立や石炭灰の有効利用率を100%まで向上させるなど、石炭の有効利用技術の確立を目指す。

なお、研究開発項目ごとに目標を設定し、別紙に記載する。

### ②アウトカム目標

低品位炭の有効活用については、2012年度にNEDOが実施した調査研究において、全世界で54兆円程度の潜在市場規模があると試算されており、2030年にシェアの5%程度、2.5兆円レベルの市場を目指す。

### ③アウトカム目標達成に向けての取組

適切なコスト分析と出口を強く意識した体制を遂行し、事業の有効性を高めていき、実用化につなげる。

## (3) 研究開発の内容

低品位炭の改質や低品位炭からのSNG製造等、未利用資源である低品位炭の有効活用における課題を解決するための技術開発等を実施する。また、石炭灰や溶融スラグの有効利用に関する調査及び技術開発並びに排煙処理技術等の環境対策に関する調査等を実施する。

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（1/2、2/3助成）により実施する。

### 研究開発項目① 低品位炭利用促進事業

- 1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討 [委託事業]
- 2) 低品位炭利用促進技術開発 [委託事業]
- 3) 低品位炭利用促進技術実証 [助成事業 (1 / 2 助成) ]

#### 研究開発項目② 石炭利用環境対策事業

- 1) 石炭利用環境対策推進事業 [委託事業]
- 2) 石炭利用技術開発 [助成事業 (2 / 3 助成) ]

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本事業は、NEDOが単独ないし複数の企業、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。）から、原則公募によって実施者を選定し実施する。ただし、移管事業に関してはこの限りではない。

NEDOは、プロジェクトの進行全体の企画・管理やプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、必要に応じてプロジェクト・マネージャー（以下PMという）を任命する。また、各実施者の研究開発ポテンシャルを最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー、以下PLという）を指名する。

なお、研究開発項目ごとのPM、PLは以下のとおり。

#### 研究開発項目① 低品位炭利用促進事業

PM：NEDO 中田博之、PL：NEDOにて選定

#### 研究開発項目② 石炭利用環境対策事業

PM：NEDO 西海直彦

### (2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### ①進捗把握・管理

PMは、PLや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

#### ②技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策の分析及び検討を行う。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間については、研究開発項目①「低品位炭利用促進事業」は2016年度から2017年度までの2年間、研究開発項目②「石炭利用環境対策事業」は2016年度から2021年度までの6年間とする。

なお、研究開発項目②2)「石炭利用技術開発」については、1982年度から2015年度までは経済産業省により実施したが、2016年度からNEDOが実施する。

#### 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、事業の意義、及び目標達成度や成果に係る技術的意義、並びに将来の産業への波及効果等について、事業評価実施規程に基づき、事業評価を実施する。

なお、評価の時期については、当該事業に係る技術動向、政策動向や当該事業の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。評価の時期は研究開発項目①は、事後評価を2018年度に実施する。また、研究開発項目②は、中間評価を2019年度、事後評価を2022年度に実施する。

#### 5. その他の重要事項

##### (1) 委託事業成果の取扱い

###### ①成果の普及

得られた研究成果については、NEDO、実施者とも普及に努める。

###### ②標準化施策等との連携

得られた研究成果については、標準化等との連携を図り、我が国の優れた低品位炭利用技術、環境対策技術等を普及させるために、必要に応じて、標準化への提案等を積極的に行う。

###### ③知的財産権の帰属

研究成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

なお、海外動向や国際展開を見据えた知財管理を行うとともに、海外における知財の確保を積極的に推進する。

###### ④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①1)、2) および研究開発項目②1) は、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

###### ⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目②1) の2019年度以降に開始する事業は、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

##### (2) 基本計画の変更

PMは、当該事業の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、基本計画を見直す等の対応を行う。

(3) 根拠法

本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一号ハ、第三号及び六号イに基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2016年1月、基本計画制定。
- (2) 2016年4月、別紙 研究開発項目① 2. 具体的研究内容 3) 低品位炭利用促進技術実証に②追加。3. 達成目標に②追加。
- (3) 2016年9月、別紙 研究開発項目① 2. 具体的研究内容 3) 低品位炭利用促進技術実証の②及び3. 達成目標 3) 低品位炭利用促進技術実証の②にCWM発電実証に適応するバーナー開発等の研究開発項目を追加。
- (4) 2016年11月、3. 研究開発の実施期間、研究開発項目①「低品位炭利用促進事業」の研究期間の変更(短縮)。また、4. 評価に関する事項、研究開発項目①は中間評価を削除し、事後評価を前倒し。上記変更に伴い、1. 研究開発の目的・目標・内容、(2) 研究開発の目標、②アウトカム目標の市場規模を半減。
- (5) 2018年2月、研究開発項目②「石炭利用環境対策事業」に石炭の発熱性に係る調査事業を追加。また、実施項目②2)のうち、「石炭ガス化溶融スラグの有効利用」に係る事業を研究開発項目②1)に移動(誤記修正)。
- (6) 2018年5月、2. 研究開発の実施方式のうち、研究開発項目②「石炭利用環境対策事業」のPMを変更。5. その他重要事項に知財マネジメントに係る運用およびデータマネジメントに係る運用の追記。また、研究開発項目②に係る2. 具体的研究内容および3. 達成目標の加筆。研究開発スケジュールのうち、研究開発項目②1)の記載文章を修正。研究開発スケジュールの誤記修正。
- (7) 2019年10月、3. 研究開発の実施期間のうち、研究開発項目②「石炭利用環境対策事業」の期間を変更。4. 評価に関する事項のうち、研究開発項目②の評価の事項を変更。また、研究開発項目②に係る2. 具体的研究内容、3. 達成目標の中間目標・最終目標の追記変更、研究開発スケジュールの記載文書の修正。年度表記を西暦に変更。

## 1. 研究開発の必要性

我が国においては、地域偏在性が低く、かつ、価格が安定した石炭は、今後とも重要なエネルギー源である。しかしながら、これまで広く国内で用いられてきた一般炭は、世界的に資源量が減少してきており、また、産炭国における石炭需要の拡大により、安定的な供給が難しくなっている。このような現状の下、これまであまり活用されてこなかった低品位炭の利用拡大が、我が国においても重要な課題となってきた。

## 2. 具体的研究内容

本事業は低品位炭利用技術の実用化に向けて、炭鉱業者から最終製品のユーザーまでのすべての関係者を包含するビジネスモデルを構築し、そのモデルを実現する上で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。

### 1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討

付加価値が高い化学製品や改質炭等の炭鉱山元での製造を目指す事業を対象に、現状の分析を行うとともに、炭鉱から製造設備、輸送インフラ整備、製品需要者までを含むビジネスモデルの検討を行う。また、このビジネスモデルの実現に向けた経済面及び技術面からの課題の抽出と解決策の策定等の実現可能性調査を行う。

### 2) 低品位炭利用促進技術開発

ビジネスモデルを実現するにあたり、技術開発項目とロードマップが明確化できる案件について、ビジネスモデルが実現可能なプラントコストを目指した技術開発を行う。また、低品位炭利用によるビジネスモデル実現に資する基盤技術として、自然発熱に係るメカニズムや特性評価に係る技術開発を行う。

### 3) 低品位炭利用促進技術実証

①低品位炭は水分、灰分が多く、自然発熱性が高いことから、その利用方法は限られており、一般に産炭国での活用が主流である。産炭国で事業として成立する見込みのある案件について、実証規模のプラントを用い実証試験運転を実施する。

実証試験では、長時間運転等を通じ、プラント性能・機器信頼性の検証、並びにプラントの運用性を確立し、プラント安定運転を実証する。

②離島が多くディーゼル発電に頼っているインドネシアでは、その高コストの対策として離島でのディーゼル発電の代替計画が検討されているが、同国には水分を多く含む褐炭の賦存量が多いことから、熱水改質技術を適用することが可能な褐炭CWMを発電に適用できる機会がある。

ディーゼル発電は、現在離島での変動の激しい電力需要に合わせて発電を行っているが、褐炭CWMによる発電でも離島の電力需要の変動に追従可能とする様に、発電出力変化試験、最低発電出力試験等によりプラントの運用性を把握する。発電出力の追従については、出力制御等の改良や負荷変化に対応できるバーナー等の開発を行う。

### 3. 達成目標

[最終目標（2017年度）]

#### 1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討

低品位炭を原料とした化学製品等の製造システムの概念設計を行うとともに、ビジネスモデルを構築する。

#### 2) 低品位炭利用促進技術開発

製品仕様にカスタマイズしたプロセスを構築するとともに、ビジネスモデルが実現可能なプラントコストを達成する。また、低品位炭利用に係る基盤技術として、自然発熱の評価手法を確立する。

#### 3) 低品位炭利用促進技術実証

①プラント性能・機器信頼性の検証、並びにプラントの運用性を確立し、プラント安定運転を実証し、事業化に繋げる。

#### ② [最終目標（2016年度）]

- ・インドネシアで、褐炭から製造したCWMを燃料とした発電実証の実施
- ・燃料製造から発電までのトータルシステムとしての出力下限、燃料消費率、負荷追従速度等を確認
- ・離島の電力需要の変動に追従可能な運用方法を確立
- ・負荷変動時の燃焼特性改善と負荷変動に対応できるバーナー開発等を行う

## 研究開発項目② 「石炭利用環境対策事業」

### 1. 研究開発の必要性

石炭は、経済性、供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり、「エネルギー基本計画」においても、重要なベースロード電源と位置付けられており、今後とも新興国を中心に世界的に利用が拡大していくと見込まれている。一方、石炭利用に伴い発生するCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、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方を確立することが喫緊の課題である。

### 2. 具体的研究内容

#### 1) 石炭利用環境対策推進事業

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。

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。

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、スラグ製品として新しい販路を開拓し、石炭灰有効利用の用途を広げる。

#### 2) 石炭利用技術開発

石炭灰の利用用途拡大に関する技術開発を行う。

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。

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。

### 3. 達成目標

#### [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取りまとめる。

##### 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。



[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取りまとめる。

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。

研究開発スケジュール

◇中間評価、◆事後評価

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
研究開発項目① 低品位炭利用促進事業			◆				
1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討	ビジネスモデル実現に向けた実現可能性調査						
2) 低品位炭利用促進技術開発	ビジネスモデル実現のための技術開発						
3) 低品位炭利用促進技術実証	実証試験による信頼性検証、プラント運用性の確認						
研究開発項目② 石炭利用環境対策事業				◇			◆
1) 石炭利用環境対策推進事業	石炭発熱性調査・先導研究、スラグの規格化、石炭灰発生量及び有効利用実態調査、石炭灰利用・削減技術開発等						
2) 石炭利用技術開発	セメント不使用フライアッシュ製造技術開発				石炭ガス化溶融スラグの信頼性確認		