

「クリーンコール技術開発／①低品位炭利用促進事業」
(事後) 事業評価報告書

平成30年11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. 必要性	1-1
2. 効率性	1-3
3. 有効性	1-5
4. 総合評価／今後への提言	1-6
5. 評点結果	1-8
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／①低品位炭利用促進事業」の事後評価報告書であり、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／①低品位炭利用促進事業」（事後評価）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。

平成30年11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／①低品位炭利用促進事業」
（事後評価）事業評価分科会

審議経過

● 分科会（平成30年10月12日）

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. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

「クリーンコール技術開発／①低品位炭利用促進事業」（事後評価）

事業評価分科会委員名簿

（平成30年10月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	なるせ いちろう 成瀬 一郎	名古屋大学 未来材料・システム研究所 副所長 /大学院工学研究科 機械システム工学専攻 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 環境エネルギーシステム専攻 /工学部 化学生命工学科 教授
委員	さいとう あや 齋藤 文	みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第2部 エネルギーチーム 課長
	やました とおる 山下 亨	出光興産株式会社 石炭事業部 石炭・環境研究所 所長

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. 必要性

資源が少なく災害の多い我が国においては、偏りのないエネルギーポートフォリオを組むことが必須である。石炭も重要なエネルギー源の1つであり、エネルギーセキュリティ向上の観点から低品位炭の利用促進を図ることは非常に重要であり、事業の位置付け、必要性は明確である。

一方、事業目標として内部収益率（IRR）9.5%が掲げられているが、数値目標を設定する場合は、設定根拠を明記すべきであり、そうすることにより前提条件の変化に応じた管理目標の見直しも可能になると考えられる。エネルギー資源は、景気動向や国際情勢等の外部環境の変化により価格が変動するものであるため、当初から原油や天然ガスの価格依存性を検討しておき、将来予測や感度分析を実施することを盛り込んでおくべきであった。

〈肯定的意見〉

- ・ 資源が少なく災害の多い我が国においては、偏りのないエネルギーポートフォリオを組むことが必須であり、石炭も重要なエネルギー源の1つであることはエネルギー基本計画等で謳われているとおりである。本事業は低品位炭の有効利用を拡大するための技術開発を目指すものであり、エネルギーセキュリティはもちろん、我が国の技術の競争力強化のためにも必要である。
- ・ エネルギーセキュリティ向上の観点から低品位炭の利用促進を図ることは非常に重要であり、事業の位置付け、必要性は明確である。また、本事業は社会に利益をもたらす高い公共性を認めることができ、NEDOが事業を実施する必要性も高いと考えられる。
- ・ エネルギー基本計画のうち長期エネルギー需給と石炭政策の観点で、低品位炭利用拡大の必要性は明らかで、本事業の位置づけと必要性は明らかである。そのための利用技術開発は基盤となるものであり、NEDOが事業を推進する必要性がある。将来的に国民に利益をもたらす目的と目標が明示されている。
- ・ 政策的な位置づけは明確である。低品位炭の利用促進自身は国内外で重要な事業といえる。エネルギー安全保障確保の観点からも大変有意な事業である。

〈改善すべき点〉

- ・ 事業目標として掲げた内部収益率（IRR）9.5%は決して高い数値ではなく、実用化に際して最低限クリアしなければならない値との認識である。数値目標を設定する場合は、事業原簿に設定根拠を明記すべきで、そうすることにより成果で得られた数値の評価が明確になると考えられる。また、IRRに大きく影響する原料価格は変動するのが当然なので、当初から将来予測や感度分析を実施することを盛り込んでおくべきであった。
- ・ 客観的な価格目標は、初期条件、境界条件によって変化する。また、常に変動する。その時間項の影響が考慮されていない。もちろん、すべてを予測することは不可能である。ただし、理由を説明した上でなら、目標値を状況に応じて変化させてもよいと考

える。その上で、新たなビジネスモデルを構築すればよい。

- 石炭利用に関しては、事業期間中に社会における認識の変化があり、事業目標、管理等の見直しがあってもよかつたのではないか。
- ほとんどのプロジェクトにおいて、NEDOの目標価格がいつの価格、ならびに、例えば原油価格が幾らの時の条件なのかが不明である。当該技術に対して原油や天然ガスの価格依存性を定量的に評価できないか（重回帰分析による感度解析）。
- 設定する目標価格は1つではなく、幅を持たせ、感度分析等を行うとよかつた。
- 価格設定、例えば、原油や天然ガスの価格は、過去の最大値、平均値および最小値を設定し、それぞれで評価すればよいのではないか。
- 低品位炭といえども市場に低品位炭が導入されつつあると、価格が上昇する可能性がある。このような経済性に対する予測・対策が明確でない（例：低品位炭の価格の将来予測）。NEDOとしてどこまで牽引するか（実用化、商用化）が不明。また、「有効利用技術の確立」の定義が不明であり、実現していないのに内部収益率を定量的目標にしてよいか理解しづらい。また、産業の活性化に関する説明も必要である。
- 近年はエネルギー情勢や環境情勢が大きく変化しているため、事業の必要性について見直す点がないか、毎年度基本計画をチェックする姿勢が必要である。ただし、本事業については当初基本計画どおりの必要性があつたと評価する。
- 低品位炭を含む、石炭利用そのものの必要性に関する議論が必要である。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の技術開発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が必要となるのではないか。
- 実施テーマの中には海外の石炭ユーザーを対象としたものもあり、事業目的として日本のインフラ輸出拡大などの産業活性化も掲げられているので問題はないものの、低品位炭利用促進の主目的である日本のエネルギーセキュリティ向上に必ずしも直結しない事項も一部含まれているように感じる。事業目的として2つの項目を掲げた場合には、両方を満たすテーマを選定することにより、事業全体の方向性が更に明確になると思う。

2. 効率性

事前に調査を行って客観的な製品価格の目標値を設定したことにより、各実施者がそれを実現するための製造設備の改良や運用条件の最適化を行い、製造コストの低減に成功したことの意義は大きい。

また、実用化にあたっては、技術課題をクリアするだけでなく、原料供給から製品ユーザーまでのバリューチェーンが構築できているかが重要であるが、そのビジネスモデルをシンクタンクが検証して各社にフィードバックするという実用化を意識した事業推進がなされており、実施体制においても、メーカーとユーザーが連携した編成となっており、開発技術の普及に寄与するもので妥当である。

一方、低品位炭利用促進事業全体のロードマップがなく、個別テーマの開発ステージを明らかにした、開発から事業化までのタイムスケジュールが明確ではなかった。また、個別テーマの開発技術について、低品位炭利用の原料供給から製品までのライフサイクル全体における、競合技術、競合資源・エネルギーとの比較があればよかった。

〈肯定的意見〉

- ・ 本事業では、技術開発にとどまることなく、ビジネスモデルを構築することにより実用化を意識した事業推進がなされたことは大いに評価できる。特に、NEDO が調査を行って客観的な製品価格の目標値を設定したことにより、各実施者がそれを実現するための製造設備の改良や運用条件の最適化を行い、製造コストの低減に成功したことの意義は大きい。したがって、実施計画、体制とも有効に機能したと考える。
- ・ 技術の実用化にあたっては、技術課題をクリアしているだけでなく、原料供給、ファイナンス、製品利用者などのバリューチェーンが構築できているかが重要だが、その構築状況を NEDO が検証したことも、実用化を加速させることに貢献していると思う。各社がビジネスモデルを構築し、それをシンクタンクが検証して各社にフィードバックするというサイクルを NEDO がマネジメントして何度か実施しており、これによりビジネスモデルの改善が進んだことも良い。NEDO がプロジェクトマネジャーの役割を發揮した好事例と考える。したがって、事業の実施方法は妥当で効率的であり、NEDO の運営・管理も良好だった。
- ・ 実施方法については、低品位炭利用技術全般を網羅しようとした幅広い観点からの課題選定であり妥当である。その実施体制はメーカーとユーザーが連携したテーマが多く、開発技術の普及に寄与するもので妥当である。
- ・ 実施計画についてはそれなりに詳細に組み立てられており、評価に値する。バリューチェーンの構築を実施方法に取り入れた点は大いに評価できる。
- ・ 実施計画において、ビジネスモデルとバリューチェーンを考えて、実現可能性調査まで行なう計画とし、実際に実行できたことは大いに評価できる。この点で NEDO の運営・管理は優れていた。また、事業実施効率の向上に大いに貢献した。
- ・ 価格目標、バリューチェーンの構築を管理項目として NEDO が管理することで、事業化の可能性を向上させ、効率的に事業を推進することができた。

- ・ 事業費は各実施者にバランス良く配分されており、総額も事業効果と比較して妥当だと考えられる。

〈改善すべき点〉

- ・ 個別のテーマにおいて、開発から事業化・普及までのタイムスケジュールが明確ではなかった。低品位炭利用促進事業のロードマップを **NEDO** が作成し、個別の技術の開発ステージを明らかにすべきである。また、開発技術と市場（ユーザー）ニーズが合致していることを明示すると良かった。
- ・ ライフサイクルアセスメント的に考えると、当該技術と既存技術、類似（対抗）技術の比較が必要であろう。石炭ではなくバイオマスや太陽光等を使用するという代替資源・エネルギーの問題も考慮する必要がある。
- ・ ビジネスモデルは、時、場所等によって変化する。しかし、その都度、修正することは可能である。ビジネスモデルの第 0 次案から最終案まで時系列的な変遷が明示されるとよい。また、技術実証の定義が曖昧である。
- ・ 同類の技術開発があり、また、国も共通しているプロジェクトがある。社会情勢の変遷を含め相互に情報交換する機能を作ることも **NEDO** の重要な役割と考える。ただし、知的財産（秘密保持契約）の問題はある。
- ・ 事業者どうしの情報共有の場があるとよかったかもしれない。
- ・ 一部の技術については採算性試算まで実施し、事業効果を定量的に考察している。これはビジネスモデルを構築・改善する上でも有効と考えられるため、できるだけ全ての技術を対象に同様の前提条件で採算性試算が実施出来たら良かったと思う。特に、製造者とユーザーの双方が実施者に入ることで試算の確度が上がるため、実施者選定の際に考慮すべき事項だと思う。

3. 有効性

内部収益率（IRR）9.5%の目標は概ね達成され、有望な2つの技術については次フェーズのNEDO事業に進んでいる。また、それぞれのテーマにおいて、今後の事業化にあたっての課題が明確になっており、評価できる。

一方、事業開始時点は競合する石油・天然ガス価格が高い時期であったため、これらが下落した昨今の市況では、事業目標を達成してもすぐには実用化に至らない状況になってしまったことは残念である。また、達成価格に対するスケールメリットの影響度合いや、各テーマの開発技術が完成して実用化した場合の、日本のエネルギーセキュリティ向上に対する貢献度合いも、ある程度定量的に検討しておくよかった。

〈肯定的意見〉

- ・ 内部収益率（IRR）9.5%の目標は概ね達成され、有望な2つの技術については次フェーズのNEDO事業に進んでいる。また、事業化にあたっての課題や前提条件も明確になっており、評価できる。
- ・ 個別のテーマそれぞれにおいて、開発技術普及時の目標価格を想定しながら、改良開発や技術開発向上を図った工夫は大いに評価できる。この点で、社会・経済の波及効果は定量的であった。
- ・ 各段階でそれなりの成果を挙げているものと評価する。
- ・ コスト目標は概ね達成の見込みであり、有効な事業であったと考えられる。
- ・ 継続事業を実施している事業が複数あり、今後の発展が期待される。

〈改善すべき点〉

- ・ 事業開始時点は競合する石油・天然ガス価格が高い時期であったため、これらが下落した昨今の市況では、事業目標を達成してもすぐには実用化に至らない状況になってしまったことは残念である。
- ・ 達成価格については、おそらくスケールメリットが含まれた価格であると考えられる。その点についても現実的なスケール効果かを確認しておく必要がある。
- ・ 困難だとは思いますが、各技術が完成して実用化した場合、日本のエネルギーセキュリティがどれだけ向上するのか、ある程度定量的に評価する手法を考案しておくべきである。
- ・ 低品位炭利用技術のロードマップが明らかでないため、技術普及の未来像を把握しにくく、社会・経済への波及効果を期待できる時期が明確ではない。

4. 総合評価／今後への提言

すべてのテーマが有意な成果をあげることができたと考える。実用化にあたっては、技術開発だけでなく、原料供給からユーザーまでのバリューチェーンが構築できているかが重要である。本事業では、ビジネスモデルを事業当初から念頭に置き、NEDOが製品の価格目標を設定することにより、実施者に製造設備改良や運用条件最適化といった技術対応を促し、製造コストを低減することができたことは大いに評価できる。また、構築したビジネスモデルの検証にシンクタンクを参加させたことは、本事業の成功の一因であると考えられる。

一方、事業目標である内部収益率（IRR）の設定においては、原料や競合品価格に対する感度分析や将来予測を含んだ採算性評価を当初から実施すべきであった。また、ユーザーが実施者に入ると、製品にユーザーニーズが反映され、事業採算性についても確度が高くなる。そのため、今後の特に早期の実用化を目指す事業には、ユーザーや海外のカウンターパートを巻き込んだ体制を取っていることを採択基準の一つとしてはどうか。

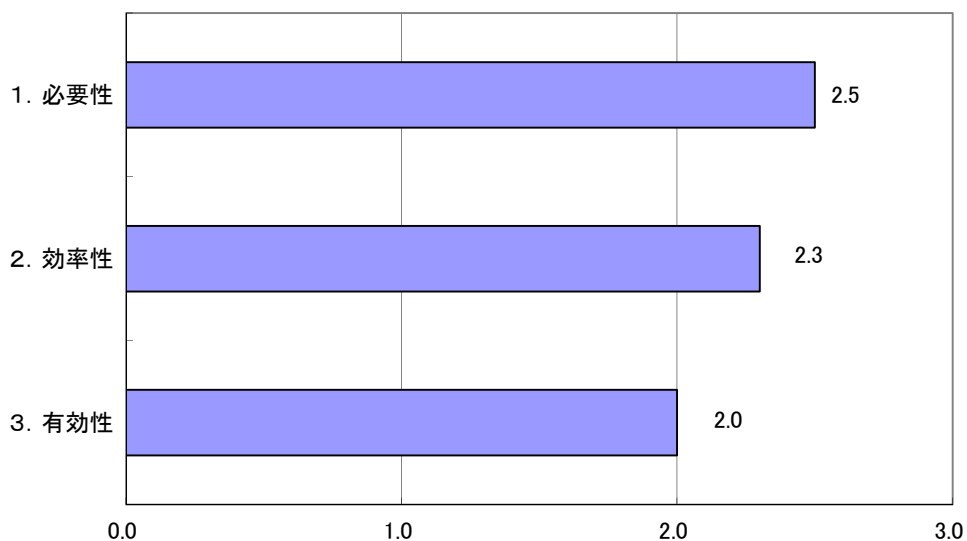
〈総合評価〉

- すべてのテーマは、それなりに有意な成果をあげているものとする。しかし、すべての技術が商用化されるとは、必ずしも思えない。特に海外での技術案件については、まだNEDO等からの支援が必要になるものとする。例えば、商用化した場合、その利益の一部をNEDOに還元できる（NEDOが投資）等の仕組みがあると興味深い。
- 技術開発だけでなく、実用化に向けたビジネスモデルの構築に対して、NEDOが製品価格の目標を設定したり、原料供給、ファイナンス、製品利用者などのバリューチェーンの構築状況を検証したりするなど積極的に関わることによって、実施者に製造設備改良や運用条件最適化といった技術対応を促し、コスト低減に貢献したことは大いに評価できる。
- ビジネスモデルを事業当初から念頭に置き、NEDOが価格目標を設定することの意義は大きい。より現実的な、事業検討が可能となったものと思う。
- 全体のビジネスモデル検証にシンクタンクを参加させたことは本事業の成功の一因であると考えられる。必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を設置し、NEDOがプロジェクトマネジャーとしてシンクタンクの検証結果を各社にフィードバックしたことで、各社のビジネスモデルの改善が進んだことも良かった。
- 世界的に石炭利用に対して厳しい状況の中、継続事業実施につながった事業や実際の事業開始に近い2つの技術実証については特に、我が国のエネルギーセキュリティ強化や国際競争力強化につながることを期待したい。
- 本事業は、必要性、効率性、有効性の観点でいずれも基準以上の運営・管理がなされていたと評価できる。

〈今後への提言〉

- 本事業は **NEDO** がビジネスモデル構築に大きく貢献した好事例だと思う。ただし、原料や競合品価格に対する感度分析や将来予測を含んだ投資採算性評価を当初から実施するようすべきであったと思うし、内部収益率（IRR）何%を目標とするかについても、もっと突っ込んだ議論がなされるべきであったと感じる。例えば、ファイナンスや経営コンサルティングの専門家に事業に参加してもらい、事業化のアドバイスを得るといったアプローチがあっても良かったのではないかと思う。プロジェクトマネジャーとしての **NEDO** の役割をさらに強化・効率化することにより、技術の事業化がより加速することを期待している。
- メーカーだけでなくユーザーが実施者に入っているテーマについては、製品の要求品質にユーザーニーズが反映されており、事業採算性についても確度の高い試算がされていたと感じる。早期の実用化を目指す事業の場合には、ユーザーや海外のカウンターパートを巻き込んだ体制を取っていることを採択基準の一つに据えることも検討すべきと思う。
- 社会・経済への貢献時期を明示することによって、事業の必要性、有効性はより具体性をもち、国民の理解は進むものと考ええる。これより個別の事業においてもロードマップを示すことが必要であると提言する。
- あらゆる技術を開発する際には、その技術の持続性を担保（コスト依存ではないようなもの）できるような仕組みを、開発段階で作る必要がある。
- 時間軸を意識したビジネスモデルも重要である。
- 低品位炭の有効利用に関するロードマップがあってもよいだろう。
- 良い技術であっても商用化のハードルを超えられない事例は過去に多くある。複数の企業、多くのメンバーが事業に参画している場合には、オープンなディスカッションを **NEDO** が喚起し、新しいアイデアの創出やイノベーションを起こすきっかけとなるとよいのではないか。
- 事業者が主体的に CO₂ 排出量低減も目指した技術開発を行ったとのことは良い傾向であったが、サプライチェーン全体での CO₂ 排出量の評価に関しては、**NEDO** 事業では必須とすべきではないか。CO₂ 排出量低減コストを内部化し、さらなる低コスト化を目指すことで、さらなる日本の競争力強化につながるのではないかと思う。
- 言葉の定義、使い方を明確にした方がよい。（技術開発、技術確立、技術実証、実用化、事業化、商用化等）

5. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)			
		A	A	B	B
1. 必要性	2.5	A	A	B	B
2. 効率性	2.3	B	B	B	A
3. 有効性	2.0	A	B	B	C

(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：平成 30 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／低品位炭利用促進事業	PJコード： P10016, P16003
推進部	環境部	
事業概要	<p>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。</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（1/2 助成）により実施する。</p> <p>(1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討【委託事業】</p> <p>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。</p> <p>(2) 低品位炭利用促進技術開発【委託事業】</p> <p>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。</p> <p>(3) 低品位炭利用促進技術実証【助成事業（1/2 助成）】</p> <p>① インドネシアにおける褐炭改質スラリーによる発電実証事業</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	

	<p>② 産炭国における低品位炭利用（促進）ガス化技術実証</p> <p>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。</p> <p>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。</p>					
事業期間・予算	<p>(1) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討</p> <p>事業期間：平成 26 年度～平成 29 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>					
		平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	合計
	予算額	300	300	120	-	720
	執行額	382	250	234	-	866
	<p>(2) 低品位炭利用促進技術開発</p> <p>事業期間：平成 26 年度～平成 29 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>					
		平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	合計
	予算額	-	570	340	110	1,020
	執行額	-	339	277	175	791
	<p>(3) 低品位炭利用促進技術実証</p> <p>事業期間：平成 26 年度～平成 29 年度</p> <p>契約等種別：助成・補助（助成・補助率 50%）</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>					
		平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	合計
	予算額	-	200	240	250	690
	執行額	201	213	228	296	938

**事業の位置
付け・必要性**

(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」（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。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。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。経済産業省 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（平成 26 年 7 月）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。

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、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) 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。

(3) 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。

	<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が日本の低品位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、低品位炭利用に関する調査・技術開発・実証を実施する。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。</p> <p>事業の目標</p> <p>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) 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討</p> <p>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。</p> <p>(2) 低品位炭利用促進技術開発</p> <p>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。</p> <p>(3) 低品位炭利用促進技術実証</p> <p>① インドネシアにおける褐炭改質スラリーによる発電実証事業</p> <ul style="list-style-type: none"> > 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 <p>② 産炭国における低品位炭利用（促進）ガス化技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> > 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 > プラント安定運転を実証し、事業化に繋げる
<p>事業の成果</p>	<p>別紙参照</p>

<p>情勢変化への 対応</p>	<p>一部の産炭国では閉山や生産休止が相次ぎ、長期の価格低迷により炭鉱開発が滞り、将来的な供給能力に関して不透明さが増している。こうした中、今後もインドを中心にアジアにおいては電力用一般炭の需要増加が見込まれるため、このまま炭鉱開発の停滞が続いた場合、世界の需要が回復したときに供給が需要に追いつかなくなるおそれがある。</p> <p>また国内では、原子力の再稼働状況や再エネの導入状況によって、石炭火力においても調整電源としての役割が徐々に求められるようになってくる。このように、石炭の消費量は他の電源稼働状況により変化するため、短期・スポット取引により石炭を需要に合わせて調達するニーズが高まってくると考えられる。</p> <p>一方で、スポット取引を行うプレーヤーや取引量が限られているため、石炭価格が一国の政策動向や自然災害等による影響を受けやすいこと等が懸念されている。また、石炭メジャーによる高品位炭の権益の寡占化が進めば、将来の価格交渉へ影響がでることも懸念される。</p> <p>これらの課題を解決し、石炭を経済合理的かつ安定的に調達するためには、低品位炭の活用を拡大することにより石炭調達の柔軟性を確保すること等が重要となってきた。 (経済産業省, 石炭マーケット研究会 報告書, 2018年4月)</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 ・ 事後評価：平成 30 年度、外部評価

グリーンコール技術開発／低品位炭利用促進事業
事業の成果

1. 低品位炭利用促進事業 研究開発項目一覧

研究開発項目	件名	実施期間	実施者
低品位炭利用促進事業可能性に関する検討 [調査：委託]	バリューチェーンの客観的検証及び事業の競合状況調査	H26 ～28年度	三菱総研
	低品位炭利用による改質PCI炭製造事業のビジネスモデル実現可能性に関する検討	H26年度	三菱重工、 三菱商事
	豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討	H26年度	川崎重工、 J-POWER
	インドネシア褐炭からのA-SCC(高機能代替強粘結炭)事業可能性調査に関する検討	H28年度	エネ総工研、JCOAL、 九州大学、 千代田コーテック
	インドネシアにおける褐炭利用改質事業のビジネスモデルに関する検討	H28年度	宇部興産、 月島機械、 JCOAL
低品位炭利用促進技術開発 [技術開発：委託]	豪州褐炭由来電力向け改質炭製造プロセスの研究開発	H26 ～29年度	新日鉄住金エンジニア、 九州電力、東京電力
	インドネシア・スマトラ地域における未利用低品位炭からのSNG供給CO ₂ -EOR事業に関する研究開発	H26 ～28年度	三菱重工、日揮
	中国の石炭ガス化市場へのECOPRO適用に向けた研究開発	H26, 27年度	新日鉄住金エンジニア
	インドネシアの低品位炭を利用した製鉄コークス用粘結材製造に関する技術開発	H27 ～29年度	神戸製鋼
	低品位炭自然発熱の評価基準確立に関する研究開発	H27 ～29年度	九環協、JCOAL
低品位炭利用促進技術実証 [技術実証：助成]	インドネシアにおける褐炭改質スラリーによる発電実証事業	H26 ～28年度	日揮
	産炭国における低品位炭利用(促進)ガス化技術実証	H28, 29年度	IHI

2. 低品位炭利用促進事業 研究開発成果

2.1 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討

(1) バリューチェーンの客観的検証及び事業の競合状況調査

地域遍在性が高く、価格のボラティリティーも高い原油や天然ガスと比較して、低品位炭は安価に生産可能であり、かつ供給ポテンシャルも豊富にある。こうした背景から、低品位炭の改質や乾燥技術が開発されてきたが、十分に価格競争力を持つビジネスモデルを構築できていなかったため、商用化には至っていない。

平成 24 年、平成 25 年に行った調査では、過去の研究開発を客観的に検証し、今後想定されるビジネスモデルを検証した。この結果、過去の研究開発においては、原炭の調達価格を安く、最終製品の価格を高く設定する傾向が見受けられ、これが商用化を阻む最大の要因であることが特定された。そこで本調査では、平成 27 年度と平成 28 年度にて「①バリューチェーン検証」、「②競合プロジェクト調査」、「③価格調査」、「④評価委員会運営」を実施した。

本調査は調査対象としてインドネシアに焦点を当てた。調査対象技術は以下の通りである。(a) TIGAR (IHI)、(b) 褐炭改質 (宇部興産)、(c) HPC (神戸製鋼所)、(d) A-SCC (エネルギー総合工学研究所)。それぞれについてバリューチェーン分析、競合分析、コスト分析により評価を行った。さらに、これら調査結果を評価委員会で報告した。今後の主な課題としては石炭調達に係る交渉、調達や最終製品に係る価格戦略、コスト削減などが挙げられた。石炭ガス化技術、改質技術に関しては、インドネシアで強力な競合相手は見当たらなかった。並行して、低位推移しつつも上昇の兆しを見せる石炭価格の推移を今後も見守る必要がある。

(2) 低品位炭利用による改質 PCI 炭製造事業のビジネスモデル実現可能性に関する検討

本調査は低品位炭 (褐炭) を付加価値の高い PCI (Pulverized Coal Injection) 炭に改質して、エンドユーザーに供給するビジネスモデルの実現可能性について検討を行ったものである。

低品位炭からの PCI 炭製造事業を経済的に成立させるためには、産炭地において安価に原炭を調達し、現地において改質 PCI 炭製造までを実施し、付加価値を高めた状態で消費地に輸送する必要がある。このための低品位炭候補としてインドネシア Kalimantan 島の褐炭、オーストラリア Victoria 州の褐炭を対象とし改質特性の評価を行った。この結果、インドネシア褐炭で約 530℃、オーストラリア褐炭で約 500℃の温度レベルで乾留することにより PCI 炭の要求仕様である発熱量 29.3MJ/kg (7000 kcal/kg)、揮発分 20~25%の値を達成できることを確認した。また、インドネシア Kalimantan 島、オーストラリア Victoria 州において炭鉱、輸送インフラ、ユーティリティー等の現地調査を行い、原炭コスト、輸送コストおよび輸送安定性、設備建設費等の観点から事業性の比較・検討を行った。この結果、PCI 炭製造事業が成立可能なインドネシア Kalimantan 島の炭鉱を最有力候補として選定した。

低品位炭の改質には、乾燥 (Dryer)、乾留 (Pyrolyzer)、冷却・不活性化 (Quencher, Finisher) 設備から構成される三菱重工の改質プロセスを適用するが、従来の亜歴青炭 (含水率約 28%、発熱量約 20.0MJ(4800kcal/kg)) を対象とした火力向け一般炭に対して、改質 PCI 炭製造で対象とする低品位炭は含水率が約 60%と高く、発熱量は約 10.0MJ/kg

(2400kcal/kg)と低いため Dryer の負荷増大、Pyrolyzer の高温化、Finisher の負荷増加に対応しなければならない。本調査では対象となる低品位炭の乾燥、乾留、不活性化特性データを取得し、改質 PCI 炭製造に適するプロセスを決定した。また、プロセス実現のための課題と、それに対する打ち手として、Dryer に対しては大型化による基数低減、Pyrolyzer に対しては外熱および内熱併用式 Pyrolyzer、Finisher に対しては上流の冷却部(No.2Quencher)への予備不活性化機能付与による設備のコンパクト化などの複数の打ち手を抽出し、要素試験およびシミュレーションによる検討を行い、各プロセスに有効な打ち手の絞り込みを行った。課題解決により低品位炭改質技術を確立させることはプラントコストの低減にも寄与でき、その結果として PCI 炭製造事業の経済性向上に貢献できることを確認した。

また、低品位炭から製造した改質 PCI 炭が高炉へ適用できることを評価しておく必要がある。このため対象となる低品位炭から改質 PCI 炭を製造し、高炉条件模擬燃焼試験炉を用いて着火性、燃焼性データを取得した。この結果、従来の PCI 炭とほぼ同等の燃焼特性を有することを確認し、改質 PCI 炭が高炉に適用し得る目途を得た。また、改質 PCI 炭は灰含有率が低い(3~7%)、灰融点が高い(1250~1350℃)といった特性を有しており、レースウェイでのシェル層厚み低減による高炉操業安定性や熔融スラグによる持ち出し熱損失の低減、灰融点調節用フラックスの低減などが見込める。今後、更に定量的な利得の評価を行い経済性向上への寄与度を評価する。

技術開発の成果を想定し設備コストを低減した改質プロセスを適用した改質 PCI 炭製造量 1500ton/day の設備費、現地調査結果による輸送コスト、ユーティリティコストの値を用いて改質 PCI 炭の製造コストの試算を行い、インドネシア Kalimantan 島の褐炭では、条件によっては、本調査で設定した PCI 炭価格(US\$ 104/ton FOB)を下回り、PCI 炭製造ビジネス事業の成立の見込みがあることが判明した。

今後は、本調査で抽出した技術課題に対する技術開発項目の検証を行い、低コストで改質 PCI 炭を製造するための改質 PCI 炭製造技術の確立に取り組んで行く必要がある。また、本調査において構想した改質 PCI 炭製造事業の運営に適するバリューチェーンの構築についても、引き続き取り組んでいく必要がある。

業化に向けた技術開発、バリューチェーン構築を、着実に進めて行くようにしたい。

(3) 豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討

“豪州の低品位炭から CO₂ フリー水素を製造して、その水素を日本に輸入して使用する”というバリューチェーンの構築を目指し平成 22 年度に事業化調査を行い、平成 25 年度には、炭鉱から製造設備、輸送インフラ、製品需要者までを含むビジネスモデルの検討を行い、実現可能性を検証した。本 NEDO 事業では、ビジネスモデルの改善を目的として、以下の項目について調査、検討を行った。

CCS (カーボンネットプロジェクト) との連携・調査では、カーボンネットプロジェクトが計画通り進捗していること、水素プロジェクトとの連携に前向きであることを確認した。また、CO₂ の暫定仕様の提示を受け、問題ないことを確認した。炭鉱・権益調査では、3つの既存炭鉱を評価し、ロイヤル炭鉱を最適な炭鉱として選定した。一方、権益を取得して炭鉱の自主開発の可能性を調査し、可能であるが既存炭鉱を利用するよりも割高になることがわかった。

オフテイク調査では、将来の予想電源構成から水素発電が担う役割を想定し、求められる発電コストを計算し、水素価格を設定した。水素発電は、2030年にはピーク電源対応の石油火力の代替、2050年にはピーク・ミドル対応の天然ガス火力の代替として位置付けられ、CO₂対策費や将来の燃料価格を考慮したそれぞれの発電単価を下回るのに必要な水素価格を算出して、2030年および2050年の目標水素価格を52.6、34.1円/Nm³に設定した。

コストダウン検討では、ガス化・ガス精製、水素液化設備、水素積荷基地の最適化および褐炭自家発電設備の導入の検討を行った。ガス化・ガス精製では、2種類のガス化炉にて概念設計、コスト試算を行い、EAGLE炉では、過去のFS結果と比較してCAPEXで36%のコストダウン、OPEXで23%のコストアップ、KBR炉では、CAPEXで34%のコストダウン、OPEXで26%のコストアップとなった。水素液化設備では、欧州で実施されたFSの結果および水素積荷基地の最適化検討の結果を反映してコストの再検討を行い、CAPEXで20%、OPEXで8%のコストダウンを達成した。水素積荷基地では、過去のFSからの技術進展、技術開発結果、等を反映して再度概念設計およびコスト試算を行い、CAPEXで26%、OPEXで15%のコストダウンを達成した。褐炭自家発電設備の導入では、文献調査の結果、過去のFSで採用した電力単価70\$/MWhに対して、2030年には65.16AUD/MWh、2050年には55.85AUD/MWhで電力供給できる見通しを得た。

以上のコストダウン結果を反映してサプライチェーン全体のCAPEXおよびOPEXを算出して製造原価を計算し、2030年の目標水素価格に対する評価、検討を行った。その結果、EAGLE炉、KBR炉のいずれの場合でも、製造原価が目標水素価格を下回る見込みとなり、EAGLE炉の方がより有利であることがわかった。一方、技術および経済性の両面から、課題の抽出、解決策および計画案の策定を行い、策定した技術開発目標を全て達成した場合には、2050年に製造原価が目標水素価格を下回る見込みとなった。一方、水素・燃料電池戦略ロードマップには、2030年にプラント引渡しコストで30円/Nm³程度を達成すると記載されており、そのためには2050年の技術開発・コストダウン目標を前倒しで達成する必要がある。以上の結果から、本プロジェクトは、ビジネスモデルとしては非常に優れているものの、実現のためには、さらなる技術開発やコストダウンが必要であり加速させる必要があることがわかった。

(4) インドネシア褐炭からのA-SCC(高機能代替強粘結炭)事業の可能性調査

本業務は、銑鉄製造に必要な高品位のコークスを製造するために使われる強粘結炭の使用量を大幅に削減することが可能となる高機能代替強粘結炭(A-SCC; Advanced Substitute Coking Coal)を低品位炭から製造するプラントを、インドネシアに建設、運転するプロジェクトの国際実証事業としての妥当性を検討したものである。具体的には、南カリマンタンで産出するアダロ炭を用いる小型実験装置による試験によりA-SCCを製造し、コークス製造においてその添加効果を確認するとともに、ジャワ島チレゴンのインドネシア国営鉄鋼会社クラカタウ・スチール社(KS社)製鉄所のコークス炉近傍でA-SCCを製造するシステムの国際実証事業としての妥当性を検討する業務である。

本業務では、KS社の原料調達部門であるクラカタウ・ナショナル・リソース社(KNR社)と連携し、一般財団法人エネルギー総合工学研究所がアダロ炭からA-SCC試料を作製し、一般財団法人石炭エネルギーセンターがインドネシアにおける資源動向及び、市場動向を調査し、千代田ユータック

株式会社が水素化重質溶剤を製造するとともに、今回の実証装置の概念設計、建設費推算を実施し、国立大学法人九州大学が将来の市場拡大のためのデータベースを作成し、一般財団法人エネルギー総合工学研究所がこれらに基づく経済性評価を実施した。なお、コークス化性の評価は株式会社神戸製鋼所に再委託して実施した。

まず、昨年度使用した溶剤留分を水素化して水素化重質溶剤を製造した。つぎにアダロ炭を用いて、小型実験装置により A-SCC の試料を製造した。A-SCC の添加効果を確認するためにコークス化試験を行った。昨年度は A-SCC の添加量の 4～25 倍の非微粘結炭を添加してもコークス強度を維持できる可能性があることが判った。今年度の試験では、試験に用いた配合炭のコークス強度が高く、A-SCC の添加効果を定量的に把握することができなかった。

次に、収率および、原料石炭の価格、製品 A-SCC 販売価格の見直すことで、A-SCC の添加効果が 10 倍あれば IRR9.5%を達成することが可能となり、A-SCC には事業性があることが確認できた。

原料炭の価格は、昨年後半に豪州 FOB 基準で 330US\$/ton まで上昇した。今後も、中長期的には、世界の鉄鋼需要の伸びや強粘結炭の資源制約とともに価格が上がると考えられ、本検討において本技術が有用であることが示された。

(5) インドネシアにおける褐炭利用改質事業のビジネスモデルに関する検討

インドネシアは、経済成長の進展に伴い、石炭の国内需要量の増加が継続しており、瀝青炭から中品位炭への燃料転換も進んでいる。電力事業及び一般産業においては、瀝青炭から亜瀝青炭への転換が進んでいる。インドネシア政府は、経済成長と CO₂ 排出量の増加抑制とを両立させた Green Economy Growth を推進しており、褐炭への燃料転換やその利用拡大においては、CO₂ 排出量増加を抑制するための信頼性が高い技術の実用化・普及が望まれている。一方、日本は現在インドネシアより年間 3,000 万トンの亜瀝青炭を輸入している。中品位炭のピークアウトに伴って、亜瀝青炭に代わる代替石炭燃料の確保はエネルギーセキュリティー上からも喫緊の課題である。

本業務では、インドネシア褐炭の改質事業への適用を目指し、宇部興産が独自に開発した褐炭改質技術（全水分 50%程度の褐炭を原料として日本で流通している亜瀝青炭と同等のハンドリング性（粉化性、再吸水性、自然発熱性を抑制）を有する高品質ブリケットを製造する改質技術（破碎・乾燥・粉碎・高圧 2 段成型で構成されるプロセス、乾燥工程に月島機械製乾燥機（STD）を採用、褐炭乾燥時の高密度化現象を利用して高密度ブリケットを製造））を適用した改質事業ビジネスモデルの事業性を検証し、本事業の実現可能性を評価した。

本ビジネスモデルで適用する褐炭改質事業において一層のコスト低減が見込める要因（事業化時点で想定する規模での原料褐炭生産コストならびに輸送コストなどの低減効果）を抽出して、改質事業規模の最適化（規模拡大）による炭鉱コスト（採炭・輸送インフラ）と改質設備コスト（設備費・ユーティリティコスト）の低減策を織り込んだ事業性の評価を実施すると共に、ビジネスモデルの妥当性を評価するため市場規模とバリューチェーンの客観的検証、事業の競合状況の調査並びに製造される最終製品（改質炭製品）価格の客観的調査等を行った。

以上の整理によって、ビジネスモデル実現に向けた事業形態の具体化を行った結果、所期の事業実現のための目標値である石炭市況（BM）を USD80/t、製品価格を USD57/t（石炭市況に連

動する市場評価価格を前提) とした場合の、純利益製品トンあたり USD15-20/t ならびに IRR20%が達成できることを確認した。

2.2 低品位炭利用促進技術開発

(1) 豪州褐炭由来電力向け改質炭製造プロセスの研究開発

本研究開発は豪州ビクトリア州に賦存する低品位炭（褐炭）を瀝青炭並みの品質に改質することにより、一般炭代替燃料として日本で利用することを目指し、改質炭製造プロセスの確立に、技術および経済の両面から取り組んだものである。豪州褐炭は埋蔵量が多く、灰分や硫黄分が少ないというメリットを持つが、自然発熱性が高く、貯蔵や長距離輸送が困難であることや、水分が多いために重量当たりの発熱量が低く、輸送効率が非常に悪い等のデメリットがあることから、主に炭鉱に隣接する山元発電での利用に留まっている。この豪州褐炭を改質することにより、安全に輸送可能な高発熱量かつ低灰分・低硫黄分の発電用一般炭代替燃料を製造する事業の実現に向けた技術開発は、我が国のエネルギーの長期安定確保に資するため、取組む意義が非常に大きいと考えられる。

対象とするビクトリア州の褐炭は水分（50%）及び揮発分（50%）が高く、発熱量は 12.3MJ/kg と低いことを特徴としており、改質炭製造プロセスは乾燥、乾留、成型および乾留炭の自然発熱抑制処理で構成される。乾燥については、乾燥装置の最適化により 2 段乾燥システムを採用し、一次乾燥用に低温排熱を利用した低温流動層乾燥装置を開発した。乾留については、乾留の際に発生する乾留ガスを燃料として利用する外熱キルン方式を採用し、乾留条件と乾留炭性状の相関を明らかにした。自然発熱抑制については、低温酸化処理方式を採用し、低温酸化処理条件と改質炭の自然発熱特性の相関を明らかにした。成型については、乾留炭の成型に有効なバインダーとして PVA を採用し、成型条件の最適化を実施した。また改質炭の評価としては燃焼性・灰付着性の評価及び最終荷姿における安全性の評価を行った。燃焼性については、燃焼試験により改質炭の揮発分と燃焼性能の相関を明らかにするとともに、灰付着性を定量的に把握することにより、改質炭は瀝青炭以上の価値を有することを確認した。

最終荷姿における安全性評価については、小規模空気酸化試験およびシミュレーションを実施し、自然発熱抑制処理の効果が十分であることを確認した。

本研究では、改質プロセスの最適化、燃焼性評価、灰付着性評価、および安全性評価により、目標品質は確保され、解決すべき技術的課題に関してはロイヤン炭を用いてほぼ解決の目処がたった。また、本研究を商用化するために必要な改質炭製造コストの低減についても、指定された(株)三菱総合研究所（以下「MRI」）の調査 1）を用いた前提条件において目標値であった 90 USD/t 以下を達成した。

今後は、前述製造コストは改質炭製造量が 1000 万 t/年規模で必要なインフラの開発を前提に算出しているが、事業化に当たっては既存インフラで対応可能な商用化立上げ期など各段階におけるコスト試算などを詳細に行う必要があると考えられる。

(2) インドネシア・スマトラ地域における未利用低品位炭からの SNG 供給 CO2-EOR 事業に関する研究開発

インドネシア・スマトラ島の未利用低品位炭を活用した石炭ガス化による合成天然ガス（SNG）製造プラントと、プラントで生成される CO₂ を利用した EOR との複合事業の経済性改善のための技術開発を行った。具体的には、SNG 製造・供給事業で大量に副生する CO₂ 排出対策が必須であり、更に同事業の経済的成立のためには、副生する CO₂ の有償販売が望ましく、南スマトラ地域の老朽油田に CO₂-EOR を適用する場合に必要な技術評価とともに経済性を評価し、副生 CO₂ の必要取引価格を抽出した。さらに SNG 製造プロセスの更なるコスト低減を目指し、最新の CO 転化触媒の SNG プラントへの適用性、SNG 製造プロセスの副生物の売却可能性の検討を行った。

① インドネシアの油田に関する CO₂-EOR の評価・開発最適化に係る技術の開発

選定油田の CO₂-EOR 評価のため、一連の技術開発・検討が実施された。具体的には、地質モデル構築、貯留層・流体特性評価と流体モデル構築、油層モデル構築、生産予測シミュレーションと可採量評価、施設概念設計とコスト評価、EOR プロジェクトの経済性評価、パイロットテストや CCS 展開に関し検討した。

精度高い EOR 評価の基礎となる地質/油層モデル構築のためワークフローを設定、入力データも適正化し、生産履歴を再現する油層モデルが構築された。生産予測から、老朽油田における CO₂-EOR の増産効果と高回収率が確認された。また効率よい油回収のため、坑井数/配置、圧入レート/方法の生産への影響を検討した。一方でパイプラインを含む施設コストがかさむことから EOR プロジェクトの経済性は低く、周辺油田への CO₂-EOR 展開やパイプライン輸送コスト分担等による経済性改善が求められる。

② 未利用低品位炭からの SNG 供給・CO₂-EOR に関する技術改善他による経済性検討

SNG 製造プロセスのエネルギー合理化の観点から、最新 CO 転化触媒の SNG プラント適用を検討した。その結果、触媒反応で使用する蒸気量は数十 ton/hr 単位で低減でき、設備での熱回収量等も考慮すると約 4 億円/年低減できることに加え、触媒コストも 20%以上低減(蒸気配管コストダウンなど含め CAPEX 3 億円相当)できることも確認できた。

さらに、SNG 製造プロセスの副生物利用による SNG コスト低減方法を検討した。副生成物の年間売上は約 US\$420 万、製造 SNG 基準で表せば約 US\$0.1/MMBtu となり、SNG 製造コスト US\$8/MMBtu の想定下で、1.3%程度のコスト削減効果が期待できることが判った。

以上を鑑み、SNG プロジェクトの IRR 目標 9.5%を達成するために必要な CO₂ 販売価格は、US\$8.5/ton から US\$7.5/ton に改善させることができた。

以上から、SNG + EOR プロジェクトの経済的成立つき、以下課題が判明した。

- ・ SNG プロジェクトとして、CO₂US\$7.5/ton での EOR プロジェクトへの売却が必要。
- ・ SNG プロジェクトで発生する CO₂ の全量隔離には、複数油田に対し EOR プロジェクトを、併行して実施展開する必要あり。
- ・ EOR プロジェクトについて、CO₂ を USD7.5/ton で購入する条件下で経済的に成立させるためには、大幅な設備費削減、或いはパイプラインに係る施設・輸送のプロジェクト外事業とする取り扱い等の対応が必要と思量。
- ・ 従って、原油価格などの市場動向およびインドネシアの環境規制も併せて鑑みるに、現時点で SNG+EOR プロジェクトの推進は困難と言わざると得ない。

(3) 中国の石炭ガス化市場への ECOPRO 適用に向けた研究開発

新日鉄住金エンジニアリング株式会社（以下 NSENGI）が開発を進めている石炭ガス化技術 ECOPRO®は、経済産業省の支援を得た一般財団法人石炭エネルギーセンター事業として、2006～2009 年度に 20t/d のパイロットプラント規模での基本プロセスの開発を完了した。次ステップは、商業化の前段として、約 10 倍にスケールアップする実証機規模での開発を計画している。

NSENGI は、商業化への直結を狙い、既に石炭ガス化マーケットが成立している中国において、大手石炭会社を共同実施者として実証試験を推進すべく協議を進めている。共同実施者は、将来褐炭からの代替天然ガス（Substitute Natural Gas 以下 SNG）製造事業を計画しており、既に褐炭権益も確保した上で、褐炭からの SNG 製造に適した石炭ガス化技術を模索していた。中国において安定的に褐炭をガス化する技術はまだ確立されていないとの認識をもっており、ECOPRO®の特徴(*)と、パイロットプラント、実証プラントを通じて、同社褐炭の適用性を確認できる点等への強い期待が共同実施に踏み込む判断のポイントとなっている。2014 年度調査により、既に石炭ガス化技術が普及している中国市場ではあるが、様々な技術課題があり、中国政府の方針に合致した性能を有するガス化技術であれば、後発であっても参入余地ありと判断される結果を得た。

(* ECOPRO®の特徴：1) エネルギー効率が高いこと。2) 生成ガスにメタンを含有しており SNG 製造に有利なこと。3) 褐炭のガス化に適していること。)

2015 年度本研究開発においては、かかるスケールアップ実証を円滑に実施し、迅速かつ確実に商業化に直結させる為に、技術確立、実証準備を推進し、実証対象石炭の特徴を踏まえた安定操業技術確立と次スケールアップ実証へ着手できる準備を整えることができた。まず、中国褐炭の高灰分かつ灰分変動が大きいという特徴に対して、オフライン試験、パイロットプラントガス化試験等により安定操業対策を検証し、安定操業の目的を得た。また、スケールアップ課題（微粉炭均一分散化、バーナー大型化等）に対して、大型コールドモデル試験、燃焼試験等により課題を検討し、200t/d 規模実証機的设计、操業における懸念事項を払拭することができた。加えて、中国におけるガス化関連市場動向、低環境負荷等の政策、の最新情報を調査し、直近景気動向を折り込んだ上でも本ビジネスモデルの実現性が得られることを再確認した。

直近の事業環境の変化（中国経済成長鈍化、資源価格低下、環境負荷低減政策）の中でも以前高効率な石炭ガス化技術の確立と商業化は必要とされており、早期に当該技術の実証・商業化を推進していく意義は大きい。

(4) インドネシアの低品位炭を利用した製鉄コークス用粘結材製造に関する技術開発

本事業では、低品位炭（亜瀝青炭）の利用促進を目的として、低品位炭を高温で溶剤抽出して製鉄コークス製造用粘結材を製造・販売する新たな事業モデルについて検討した。この事業モデルを成立させるための主な技術課題は、①亜瀝青炭を原料としたハイパーコールの粘結材としての性能確認、②小型溶剤抽出設備による製造試験、③副生炭の成型性、貯炭・輸送安定性の確認、であり、それらに関する実験的検討を行った。さらに、④実用化計画立案の一環として、商業機の概念設計や経済性試算を行うとともに、実用化に向けた課題を整理した。本事業の成果は以下のとおりである。

劣質炭を増配した配合炭に対し、亜瀝青炭ハイパーコールを添加した結果、瀝青炭ハイパーコールと遜色ない品質が得られた。さらに、亜瀝青炭ハイパーコールの添加による内部ガス圧、膨張圧への影響は少なく、収縮性は増加する傾向が確認された。ベース配合と亜瀝青炭ハイパーコール添加配合のコークス強度が同等となるケースにおいて、亜瀝青炭ハイパーコール価格は最大で 380USD/ton と算出された。

亜瀝青炭を原料とした場合、粘結材の収率は原料銘柄に依存して 20% 台まで低下した。粘結材の性状は瀝青炭を原料とする場合に比して、軽質かつ高流動性となる傾向があった。操業条件としては瀝青炭と同じく 380℃、60 分の条件が好適であった。亜瀝青炭の抽出過程でも、瀝青炭と同様に、抽出溶剤に相当するナフタレン類が 4-5% 生成することがわかり、溶剤循環の成立には支障はないと考えられた。

副生炭成型物の引張強度は、原炭との混合により強度の向上が可能であり、目標引張強度 7kg/cm² の達成が可能であることを確認した。発熱予測シミュレーションにて安定貯炭期間の予測を行ったところ、安全に貯炭できる期間は約 2 週間と判断され、亜瀝青炭ユーザーにとっては実用範囲と判断された。原炭と比較して副生炭の分散度は高く発塵性が強いと考えられたが、ラボ試験の結果から、5~10% 程度の加水で発塵抑制が可能と推定した。

インドネシア石炭会社などへのプラント立地条件や石炭性状に関する調査結果、及び技術開発結果に基づき、対象とすべき石炭品位およびプラント立地候補を設定した。商業機概念設計とプラントコスト、プロセスコスト試算を行い別途算出した顧客価値を用いて、実用化時の経済性を評価した結果、NEDO 所定の投資条件で IRR 9.5% 以上を実現できることを確認するとともに、事業実用化のための前提条件と課題を提示した。

亜瀝青炭を原料として製鉄コークス用粘結材としてのハイパーコール製造が可能であり、性能は従来検討してきた瀝青炭からのハイパーコールと遜色が無いこと、及びハイパーコール製造時に発生する副生炭もボイラー燃料として販売可能な性状を有していることを確認した。ハイパーコールの顧客価値およびハイパーコール製造コストから、亜瀝青炭を原料としたハイパーコールの製造販売事業は実用化可能な経済性を有することが分かった。

実用化に向けての課題は、ハイパーコール製造販売事業に興味を示している石炭会社との協議継続による立地、契約条件の設定と亜瀝青炭を原料としたハイパーコール性能、副生炭の貯炭安定性、ハンドリング性およびハイパーコール製造技術のスケールアップ検証を目的とした、パイロットプラント試験に向けた取り組みである。

(5) 低品位炭自然発熱の評価基準確立に関する研究開発

低温領域での水分を伴う低品位炭の自然発熱昇温性を調べるために、文献調査を行い、断熱式の昇温測定法であり湿炭試料を測定できる R70 法をベースモデルとして計測機を設計、製作した。前処理方法についても検討し、粉碎時間が自然発熱性に影響を与えることから、粉碎時間短縮のため、粉碎方法の簡便化と反応容器の小型化を行った。本装置を用いて、JCOAL コールバンク登録試料から選定した標準炭試料、実際に現場で使用されている実用炭試料の昇温計測を行い、温度プロファイルから自然発熱性の違いを明らかにした。

水分が自然発熱に与える影響を検討するため、70℃低温真空乾燥によって含水率を調整した試験も行った。乾燥炭の場合、40℃から150℃までの昇温時間は最大でも瀝青炭で50時間程度であったが、湿炭の場合、含水率の高い褐炭で120時間以上要した。なお、これらのデータはデータベース化し、炭種ごとの温度プロファイルを把握できるようにした。このほか、排気中の連続ガス測定を行った。その結果、主にH₂O、CO₂、COの発生がみられたほか、塩素系成分と考えられるガスも検知された。

得られた温度プロファイルについては、数値モデル化を行った。数値モデルによって乾燥炭結果から任意の含水率における温度プロファイルを予測した。本モデルでは、①水分の蒸発に伴う潜熱と②石炭の酸化に伴う発熱を考慮したほか、③含水率調整試験の結果から得られた水分による自然発熱促進効果と抑制効果も取り入れている。この結果、標準炭と実用炭の計測による昇温プロファイルが概ね再現された。また、数値モデル化に伴い、50~90℃、0~80%RH条件における球形試料からの水分蒸発挙動とガス生成についても検討した。実験結果から、任意の温度湿度雰囲気での乾燥速度を提案している。ガス生成からは自然発熱によるCO生成反応が50~70℃の間に起きることを明らかにした。

実際の貯炭現場への計測機の適用性を検討するため、1,000tの実貯炭パイル試験を行った。計測機による測定結果と実貯炭パイル試験結果のいずれも同様の昇温傾向が認められ、本計測値から実貯炭での昇温推定が可能と考えられた。今後は、装置による計測データと実貯炭での計測データを広く蓄積することが課題である。実貯炭パイル試験では、温度プロファイルから同炭種ながら自然発熱性が大きく異なる2つの石炭が確認された。自然発熱性の違いを検討するため、示差走査熱量測定(DSC)、生成ガスの分析、比表面積の測定を行った。反応サイト種類と量は同等であり、中間酸化物を形成した後の反応が自然発熱性に影響を与えていることが示唆された。

実際の貯炭現場では発熱前に対策を実施するため、各炭種のプラトー領域に達するまでの時間やその長さが把握できれば、貯炭分を焚き切るまでの時間の把握や散水頻度の検討に適用できる。本計測機において複数の標準炭、実用炭の測定により、石炭の自然発熱昇温性の序列を得ることができ、本計測機を貯炭管理に活かせる可能性が示唆された。

本測定法の有効性が示されたことから、自然発熱に係る特許と法整備状況の調査、南アフリカを対象としたISO動向調査、本手法の測定ニーズや適用先について中国、オーストラリア、インドネシアにて海外調査を行い、本手法のISO化までの実施計画を作成した。

このほか、本測定法に係る特許と法整備状況の調査、南アフリカを対象としたISO動向調査、本手法の測定ニーズや適用先について中国、オーストラリア、インドネシアにて海外調査を行い、本手法のISO化までのロードマップを作成した。

2.3 低品位炭利用促進技術実証

(1) インドネシアにおける褐炭改質スラリーによる発電実証事業

平成26年7月4日から平成28年4月10日までに以下の研究開発項目を実施した。

- a) 発電設備の建設
- b) PLNのグリッドへの接続
- c) 発電実証(従来褐炭CWM)

① 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

平成 26 年度に褐炭 CWM 発電設備を建設後、平成 27 年 5 月 22 日に PLN のグリッドに接続、送電を開始した。その後、PLN から要求された、15 日間の全負荷連続運転試験と、3 カ月間の設備稼働率実証試験を実施し、それぞれ PLN の合格基準をクリアした。

② 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、負荷追従速度等の確認

発電負荷 100%、75%、50%それぞれにおける燃料消費率、負荷追従性について確認した。

③ 離島の電力需要の変動に追従可能な運用方法を確立

離島の電力需要の変動は、各離島で異なるが概ね夜間(離島住民の活動する夜間の時間帯)にピークを迎える。

当助成事業において取得した褐炭 CWM 発電の負荷変化率、最低負荷のデータ等を参考とすることで、各離島における電力需要に応じた発電設備の計画を構築できることが確認された。

なお、褐炭 CWM 発電をベース電源として利用し、負荷変動時は既設のディーゼル発電で対応する運用方式も有力な選択肢となっている。

④ 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

負荷変動時の燃焼特性改善と負荷変動に対応するためには、バーナーの選定を含むボイラー制御システムの構築が重要である。実証試験を開始するにあたり、バーナーチップ選定および 1 次/2 次空気のダンパー調整し、安定燃焼を実現した。さらに、負荷変化試験の結果、本発電実証で採用したボイラー制御システムが適切に機能していることが確認できたことから、同システムを参考に商業機設計へ反映する予定である。

バーナーについては、平成 28 年 1 月 11 日から同 4 月 10 日に実施した 3 カ月間の 1 剷動率確認試験においてその耐久性(バーナーを長期使用した際の燃焼状態の確認およびバーナーチップの摩耗状況・交換頻度の確認)を確認した。

平成 28 年度に実施した新規候補褐炭を原料とした CWM 発電実証では、平成 28 年 9 月末までに総発電量 55 万 kwh の発電実績を達成し、従来褐炭 CWM と同様に安定的なボイラー燃焼と発電が可能であることを確認できたことで、同炭種の商業機での採用に見通しを得た。

(2) 産炭国における低品位炭利用(促進)ガス化技術実証

① 多炭種(肥料工場想定石炭及びバイオマス含む)によるプラント運転評価

プラント適用性評価としてインドネシアの多炭種での実証運転及びパリ協定を受けて客先ニーズが非常に高まっているバイオマスを用いた実証運転を行った。将来のユーザー候補である肥料工場が予定する褐炭が決まらなかったため、その代替として、カリマンタン島褐炭での試験は実施済みであることから、スマトラ島褐炭 2 炭種を用いた運転及び木質バイオマスの専ガス化及び共ガス化運転を実施し、安定運転ができることを確認するとともに、各プラント性能・機器信頼性データの取得を行った。

② プラントメンテナンス手法・運用方法の炭種変更試験等の影響の確認・評価

炭種を変えた試験を行い、炭種による運転パラメータの違いや運転終了後のプラント状態の違いを確認・把握した。また、その知見を用いて、将来の商用化に向けた炭種の違いによるプラントメンテナンス手法・運用方法の違いを確立した。

③ 運用性／経済性評価まとめ

実証事業の集大成として、実証試験の成果に基づき経済性、運用性、メンテナンス性などの総合評価を実施し、FS、FEED の受注につながる設計手法、運用手法、メンテナンス手法、経済性評価についてまとめた。また、その結果を用いて将来のユーザー候補に対して二塔式ガス化炉の適用性のアピールを行った。

④ 褐炭ガス化特性データの蓄積

顧客にて将来のアンモニアもしくは尿素の製造プラントにおいて採用すると想定される褐炭が決まらなかったため、その代替として、カリマンタン島褐炭での試験は実施済みであることから、スマトラ島褐炭 2 炭種を選定し、分析及びガス化基礎特性確認試験を実施し、褐炭ガス化特性データの蓄積を図った。その他入手できた褐炭やバイオマスについても、データの蓄積を図るため、分析及びガス化基礎特性確認試験を実施した。

⑤ 低品位炭市場調査、ガス化市場調査他

次に示す商用化に資するマーケティング情報その他の情報の蓄積を図った。

- ・ インドネシアエネルギー市場調査
- ・ トルコ、ブルガリアといった東欧諸国におけるガス化市場調査
- ・ 競合他社ガス化炉技術調査
- ・ 他社商用ガス化炉設備（Shell 製、中国製など）の PJ 体制の調査
- ・ ガス化炉の上流側である褐炭搬送技術、及び下流側である粗ガス精製/排水処理技術の最新技術調査

さらに第三者からなる大学等の有識者で構成する評価委員会を設置し、ガス化技術ならびに事業化に向けた助言、評価を得た。

⑥ インドネシア肥料工場への TIGAR 導入に関する事業性検討

KUJANG 肥料工場の事業性検討では、最終製品である H₂ と CO の要求仕様に基づき、それらを満たすようマテリアルバランスを組み、TIGAR の容量を決定した。決定された容量を用いて、システム、レイアウト、ユーティリティなど技術的検討を行った。このとき、最終製品である高純度の H₂ や CO をシンガスから分離精製するシステムについて検討した。事業性の検討にあたっては、事前に顧客と十分協議し、顧客の意向を反映した事業期間、金利等の条件を設定した。当初の事業スキームにおいて、事業性が目標値を満足しなかったため、さらに顧客と協議を行い、課題等を抽出し、検討を行った。最終的に、経済性を満足する事業スキームをまとめ、顧客に報告を行った。

KALTIM 肥料工場の事業性検討では、アンモニア製造工程の Primary Reformer 用燃料として、既存の天然ガスから TIGAR で製造したガス化ガス（シンガス）への代替を図る検討を行った。

本検討では、KALTIM 肥料工場 3 号機の Primary Reformer 用燃料と、KALTIM 肥料工場 2 号機及び 3 号機の Primary Reformer 用燃料の 2 ケースのシステム、レイアウト、ユーティリティなど技術的検討を行った。シンガスの組成、発熱量は、天然ガスの組成、発熱量と異なるため、Primary Reformer の改造が必要となってくるが、これを外注にて検討した。また、排水処理系統、ユーティリティ系統については、実証機の不具合等を商用機設計に反映するべく、エンジニアリングメーカーと協調して、システム検討を実施した。事業性の検討にあたっては、事前に顧客と十分協議し、顧客の

意向を反映した事業期間、金利等の条件を設定した。当初の事業スキームにおいて、事業性が目標値を満足しなかったため、さらに顧客と協議を行い、課題等を抽出し、検討を行った。最終的に、経済性を満足する事業スキームをまとめ、顧客に報告を行った。

以上

2. 分科会における説明資料

次ページより、事業の推進者が、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 低品位炭利用促進事業 (事後評価) (2014年度～2017年度 4年間) 事業概要 (公開)

NEDO 環境部
2018年10月12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

目次

1. 事業の必要性

- ◆ 政策における事業の位置付け
- ◆ 事業の必要性
- ◆ NEDOが事業を実施する必要性
- ◆ 事業の目的・目標

3. 事業の有効性

- ◆ 目標達成度

2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

1. 事業の必要性

- ◆ 政策における事業の位置付け
- ◆ 事業の必要性
- ◆ NEDOが事業を実施する必要性
- ◆ 事業の目的・目標

3

◆ 政策における事業の位置付け

➤ 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）

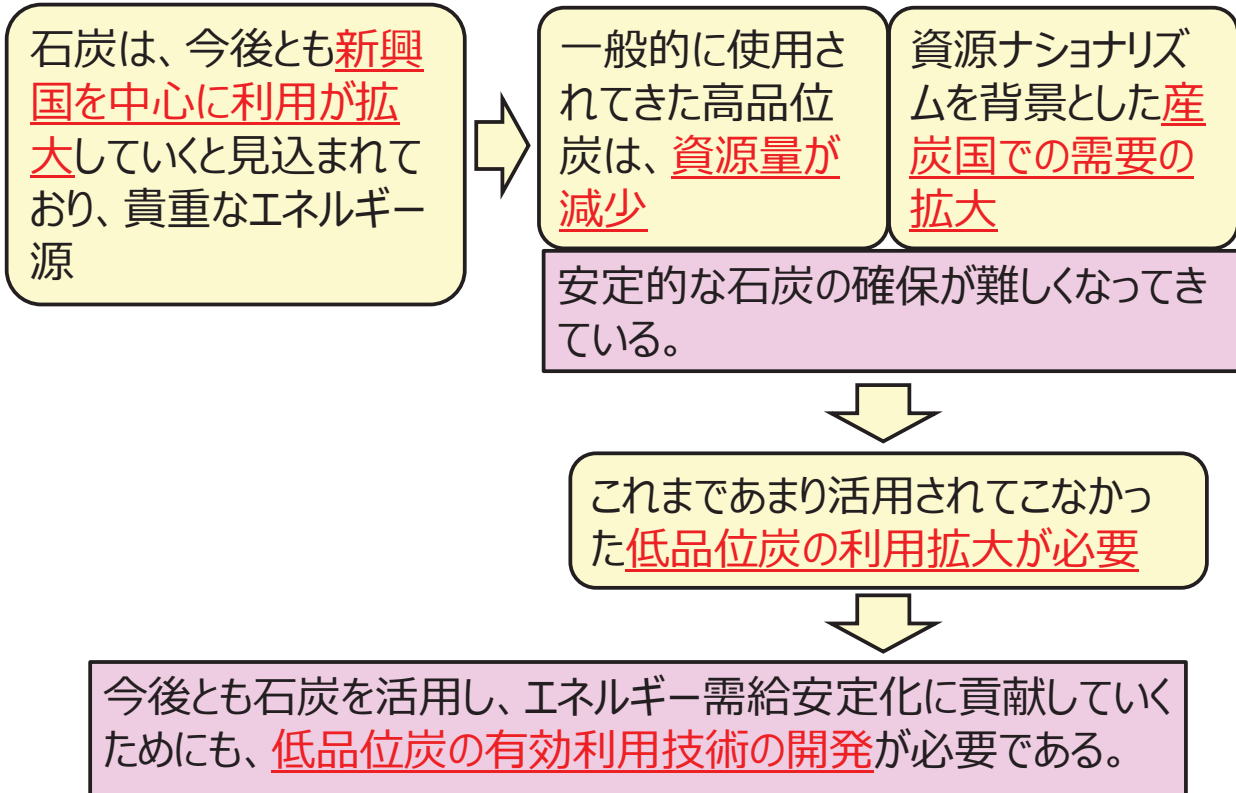
- ✓ 3E+S(安全性、安定供給、経済効率性、環境適合)がエネルギー政策の基本的視点
- ✓ 化石燃料の低廉かつ安定的な供給に向けた資源確保の取組を強化

➤ 今後の石炭政策のあり方について(総合資源イノベーション調査会, 2014年7月)

- ✓ 石炭資源の有効活用を図るため、亜瀝青炭や褐炭といった未活用の低品位炭へ石炭利用を拡大。

4

◆事業の必要性



5

◆NEDOが事業を実施する必要性

➤ 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るもの
 - 今も変わることがない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

**NEDOが
日本の低品位炭利用促進を牽引する必要性は高い**

6

【参考】低品位炭利用促進事業の位置付け



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												

◆事業の目的・目標



New Energy and Industrial Technology Development Organization

【目的】

- エネルギーセキュリティの向上
 - ✓ 石炭を安価で安定的に使用することが可能となる
- 産業の活性化
 - ✓ 日本のインフラ輸出拡大
 - ✓ 日本の技術導入による石炭消費国の産業活性化

【目標】

- ビジネスモデルとして内部収益率(IRR)9.5%以上
- 低品位炭の有効利用技術の確立

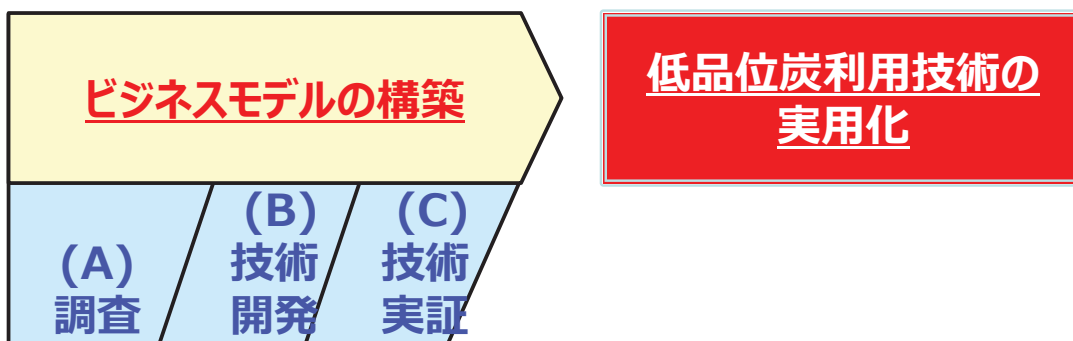
2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

9

◆ 実施計画：研究内容_全体

- 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**
- そのモデルを実現する上での技術的課題を明らかにする
- 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。



- A_ 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討 (**調査**)
- B_ 低品位炭利用促進 **技術開発**
- C_ 低品位炭利用促進 **技術実証**

10

【参考】研究開発項目と件名



New Energy and Industrial Technology Development Organization

研究開発項目	件名
A_調査 低品位炭利用促進 事業可能性に関する 検討 [委託]	全体_ビジネスモデル検証 バリューチェーンの客観的検証及び事業の競合状況調査
	1_PCI 低品位炭利用による改質PCI炭製造事業のビジネスモデル実現可能性に関する検討
	2_豪州水素 豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討
	3_A-SCC インドネシア褐炭からのA-SCC(高機能代替強粘結炭)事業可能性調査に関する検討
	4_祢ア褐炭 インドネシアにおける褐炭利用改質事業のビジネスモデルに関する検討
B_技術開発 低品位炭利用促進 技術開発 [委託]	1_豪州褐炭 豪州褐炭由来電力向け改質炭製造プロセスの研究開発
	2_SNG/EOR インドネシア・スマトラ地域における未利用低品位炭からのSNG供給 CO2-EOR事業に関する研究開発
	3_ECOPRO 中国の石炭ガス化市場へのECOPRO適用に向けた研究開発
	4_HPC インドネシアの低品位炭を利用した製鉄コークス用粘結材(HPC)製造に関する技術開発
	5_自然発熱 低品位炭自然発熱の評価基準確立に関する研究開発
C_技術実証 低品位炭利用促進 技術実証 [助成]	1_CWM インドネシアにおける褐炭改質スラリー(CWM)による発電実証事業
	2_TIGAR 産炭国における低品位炭利用(促進)ガス化(TIGAR)技術実証

11

【参考】ビジネスモデル



New Energy and Industrial Technology Development Organization

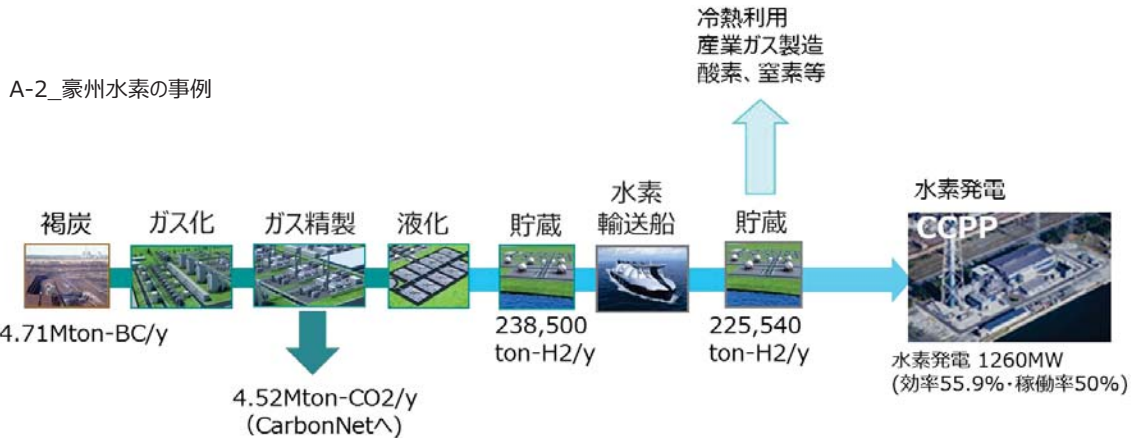
件名	実施場所	原料	処理	製品	顧客
A-1_PCI	インドネシア	褐炭	乾燥	高炉吹込み還元剤	当該国の製鉄所
A-2_豪州水素	オーストラリア	褐炭	ガス化	水素燃料	日本の発電所・ 水素ステーション
A-3_A-SCC	インドネシア	褐炭	液化	粘結材 (コークス原料)	国内外のコークス会社
A-4_祢ア褐炭	インドネシア	褐炭	乾燥	亜瀝青炭代替	当該国・日本の発電所
B-1_豪州褐炭	オーストラリア	褐炭	乾燥	瀝青炭代替	日本の発電所
B-2_SNG/EOR	インドネシア	褐炭	ガス化	SNG, EOR用CO2	当該国のガス会社、 当該国の石油会社
B-3_ECOPRO	中国	褐炭	ガス化	SNG	当該国のガス会社
B-4_HPC	インドネシア	亜瀝青炭	溶媒抽出	粘結材 (コークス原料) 亜瀝青炭代替	国外のコークス会社、 国内外の発電所
C-1_CWM	インドネシア	褐炭	液化	電力(CWM発電)	当該国の電力会社
C-2_TIGAR	インドネシア	褐炭	ガス化	ガス化プラント	当該国の肥料工場

※ 全体_ビジネスモデル検証とB-5_自然発熱は、項目全体の検証と共通基盤技術開発であることから、特定のビジネスモデルはない。

12

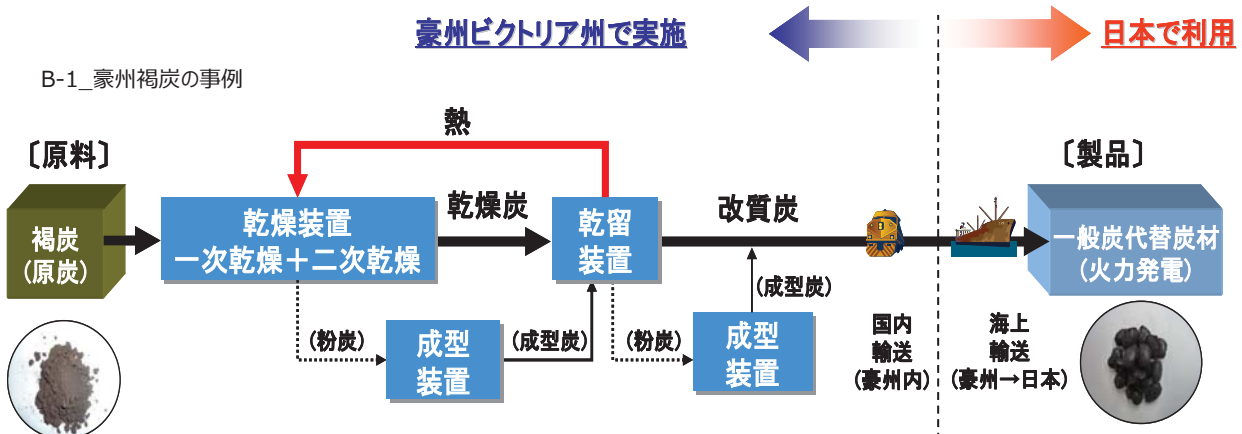
◆実施計画：研究内容_A 調査

- ▶ 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。
- ▶ 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。
- ▶ 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。



◆実施計画：研究内容_B 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。
- ▶ 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。

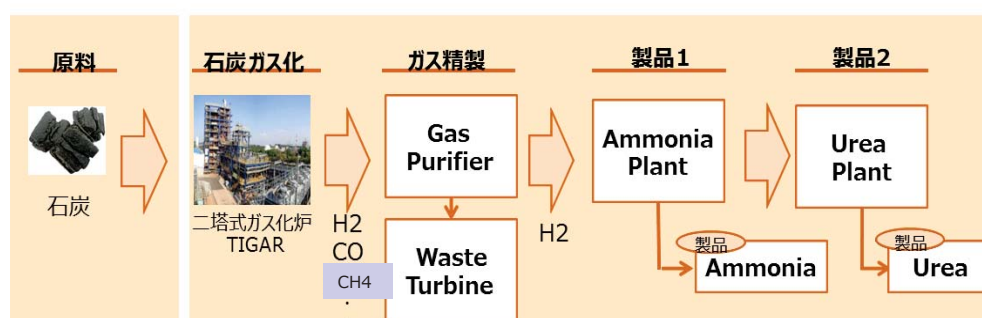


C-1_褐炭改質燃料発電技術実証

- 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。
- 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。
- 褐炭CWMによる発電でも**離島の電力需要の変動に追従**できる様に、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。

C-2_産炭国におけるガス化技術実証

- 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。



研究開発項目	件名	2014年度 平成26年度	2015年度 平成27年度	2016年度 平成28年度	2017年度 平成29年度
A_調査	全体_ビジネスモデル検証	検証	検証	検証	
	1_PCI	調査			
	2_豪州水素	調査			
	3_A-SCC			調査	
	4_禰ア褐炭			調査	
B_技術開発	1_豪州褐炭	調査	技術開発		
	2_SNG/EOR	調査	技術開発		
	3_ECOPRO	調査	技術開発		
	4_HPC		調査	技術開発	
	5_自然発熱		共通基盤の技術開発		
C_技術実証	1_CWM	技術実証			
	2_TIGAR			技術実証	

17

2. 事業の効率性

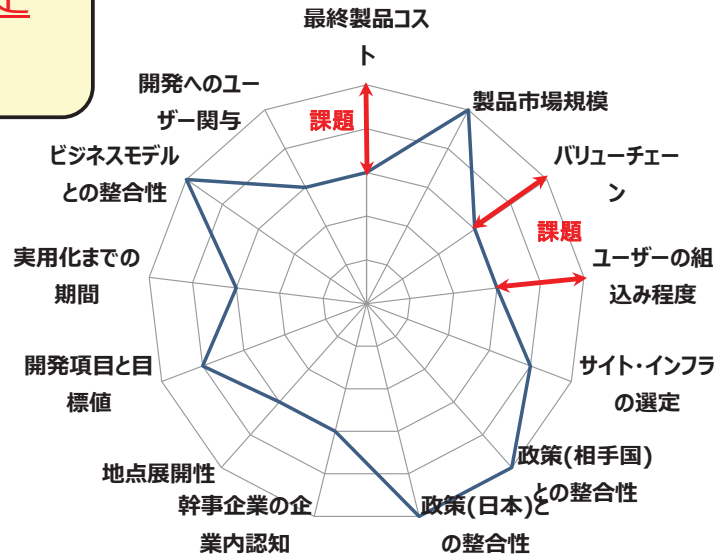
- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

◆実施方法：研究開発マネジメントの検証

- 過去の低品位炭研究開発を客観的に検証*1,2
- 以下の研究開発マネジメントが重要と判明

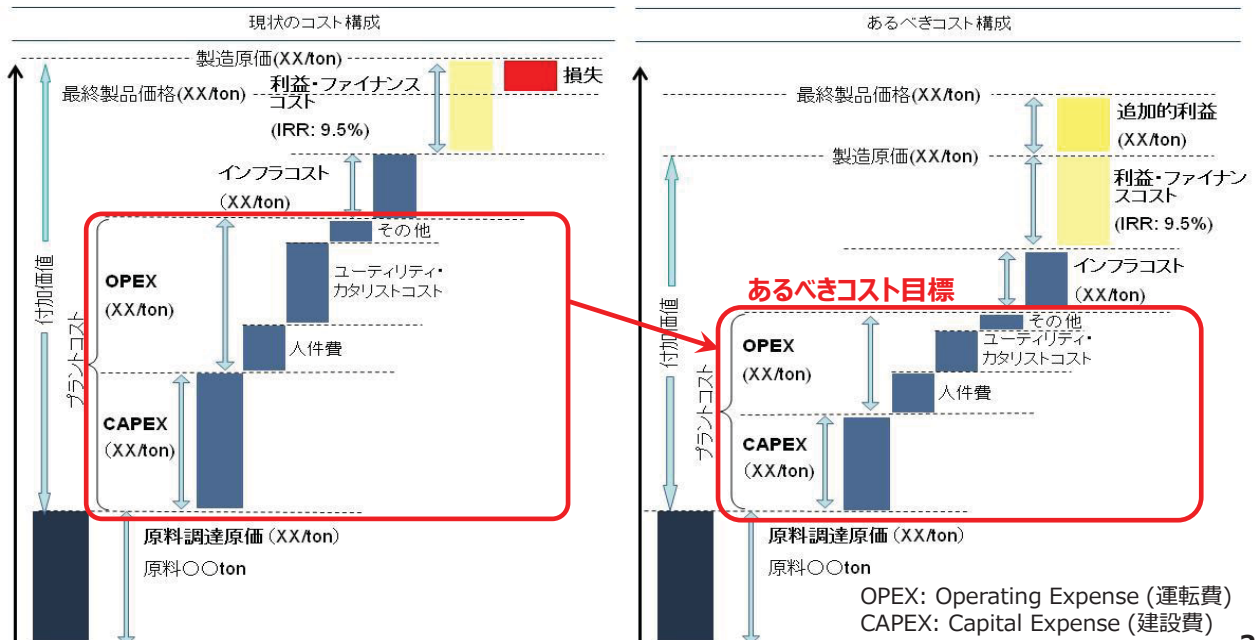
- ◆ 客観的な価格目標の設定
- ◆ バリューチェーンの構築

- * 1 低品位炭利用促進事業に関する検討 (2012年度)
- * 2 未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討 (2013年度)



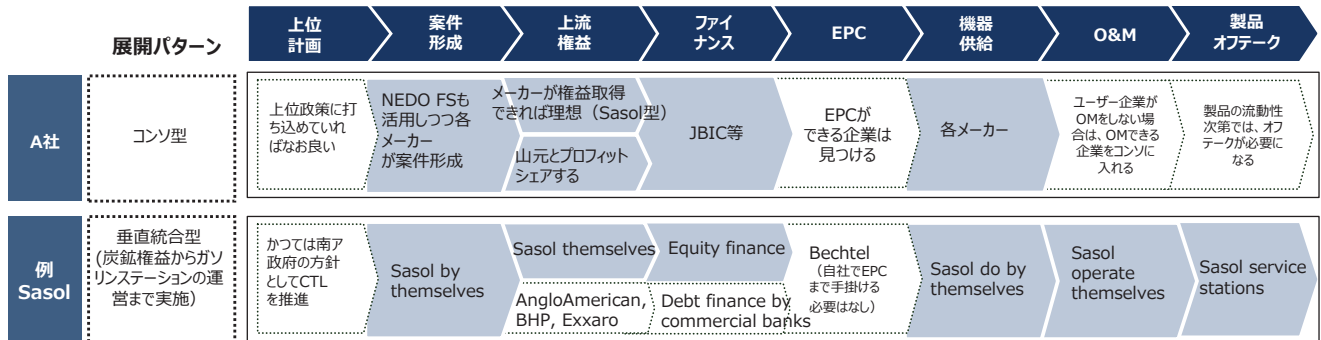
◆実施方法：客観的な価格目標の設定

市況、ヒアリング等により、客観的な原料調達コスト・製品価格をNEDOが設定



◆実施方法：バリューチェーンの構築

- バリューチェーンの構築状況を、以下のフォーマットで可視化
- 原料の供給元や、ファイナンス、製品のオフテーカーが定まっているなど、バリューチェーンの要所を押さえられる体制を組んでいるか、NEDOが検証



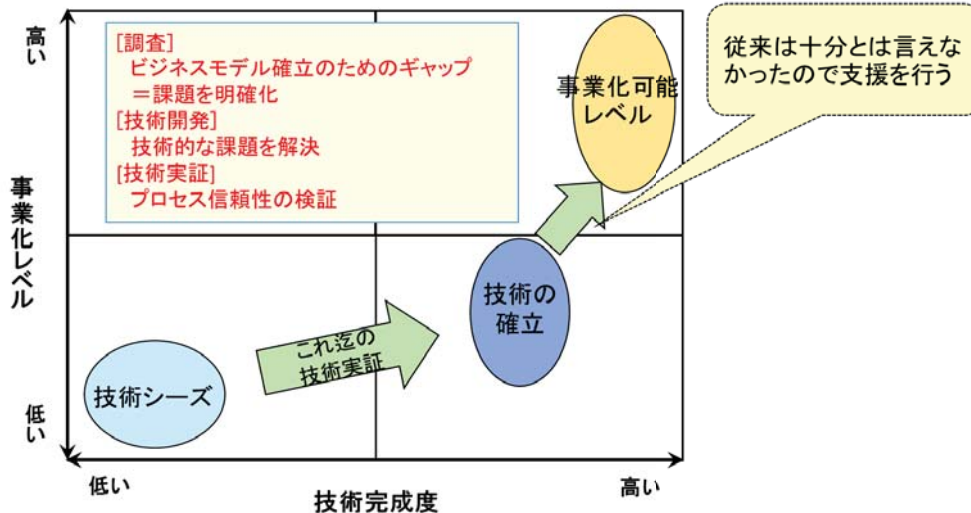
◆実施方法：研究開発マネジメントの改善

NEDOの研究開発マネジメント

- ◆ 客観的な価格目標の設定
- ◆ バリューチェーンの検証

事業化可能性のレベルを向上させる

低品位炭利用技術の技術完成度と事業化レベルのイメージ



- 各研究開発項目の実施者をホームページから公募
- 採択の可否は、外部有識者による採択審査委員会および契約・助成審査委員会を経て決定
- 実施にあたり、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

	'14年度	'15年度	'16年度	'17年度	'18年度
委員会 開催実績	2月	11月	6月 12月*1	6月 10月	6月*2

* 1: B-4_豪州褐炭については、'16年12月の委員会で、「事業化検討の精度を上げるために1年延長もよい」、とのご意見を頂いたことから、研究期間を2年から3年に計画変更を行った。

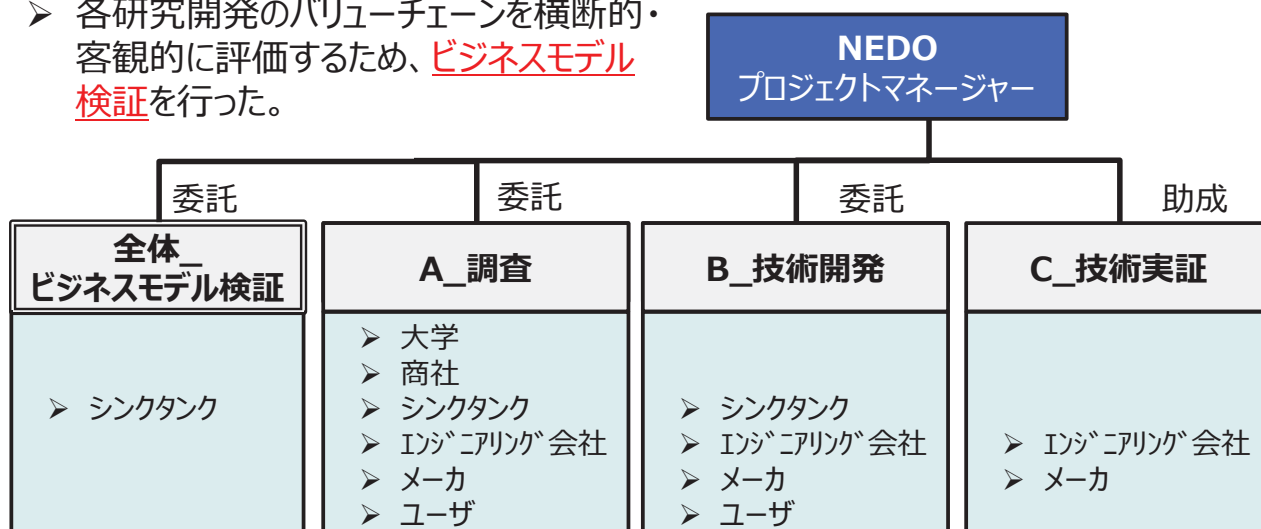
* 2: '18年6月の技術検討委員会は、'17年度に終了した件名について最終評価を行った。

2. 事業の効率性

- ◆実施計画
- ◆実施方法
- ◆**実施体制**
- ◆事業によりもたらされる効果

◆実施体制：体系

- 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。
- 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ため、必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を指名した。
- 各研究開発のバリューチェーンを横断的・客観的に評価するため、ビジネスモデル検証を行った。



◆実施体制：実施者

研究開発項目	件名	実施者
A_調査	全体_ビジネスモデル検証	三菱総研
	1_PCI	三菱重工、三菱商事
	2_豪州水素	川崎重工、JPOWER
	3_A-SCC	エネ総工研、JCOAL、九州大学、千代田ユータック
	4_禰ア褐炭	宇部興産、月島機械、JCOAL
B_技術開発	1_豪州褐炭	新日鉄住金エンジ、九州電力、東京電力
	2_SNG/EOR	三菱重工、日揮
	3_ECOPRO	新日鉄住金エンジ
	4_HPC	神戸製鋼
	5_自然発熱	九環協、JCOAL
C_技術実証	1_CWM	日揮
	2_TIGAR	IHI

2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

◆ 事業によりもたらされる効果

件名	処理	製品	顧客	エネルギーセキュリティ向上	円高輸出
A-1_PCI	乾燥	高炉吹込み還元剤	当該国の製鉄所	—	○
A-2_豪州水素	ガス化	水素燃料	日本の発電所・水素ステーション	○	—
A-3_A-SCC	液化	粘結材 (コークス原料)	国内外のコークス会社	○	○
A-4_衾褐炭	乾燥	亜瀝青炭代替	当該国・日本の発電所	○	○
B-1_豪州褐炭	乾燥	瀝青炭代替	日本の発電所	○	○
B-2_SNG/EOR	ガス化	SNG, EOR用CO2	当該国のガス会社、 当該国の石油会社	—	○
B-3_ECOPRO	ガス化	SNG	当該国のガス会社	—	○
B-4_HPC	溶媒抽出	粘結材 (コークス原料) 亜瀝青炭代替	国外のコークス会社、 国内外の発電所	○	○
C-1_CWM	液化	電力(CWM発電)	当該国の電力会社	—	○
C-2_TIGAR	ガス化	ガス化プラント	当該国の肥料工場	—	○

◆事業によりもたらされる効果：B-1_豪州褐炭



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- ▶ 豪州ビクトリア州に多く賦存する高水分、低発熱量で自己発熱性を有する褐炭を瀝青炭並みの**高品質炭に改質**し、日本の火力発電用**一般炭代替燃料**として用いる。
- ▶ 採算性試算は以下の通り(豪州褐炭委託費総額：5.1億円)。

商用段階	製造単価 (\$/t)	販売単価*1 (\$/t)	販売量 (百万t/年)	売上 (百万\$/年)	収益*2 (億円/年)
初期	106.6	95	1	95	▲13
中期	93.5	95	5	475	8.3
後期	84.3	95	10	950	120

* 1：一般炭(長期, FOB)の至近10年(2007～2017年)平均価格

* 2：111円/\$

29

◆事業によりもたらされる効果：B-4_HPC



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- ▶ 粘結性に優れたハイパーコール（石炭からの高温溶剤抽出物；HPC）の製造プロセスをインドネシアの低品位炭（亜瀝青炭）に適用し、**製鉄コークス用粘結材**(顧客：高炉・コークス会社) および**発電ボイラー用燃料**（顧客：石炭火力発電所）を製造販売する事業（石炭処理量2,000 t/d）。
- ▶ 採算性試算は以下の通り(HPC委託費総額：2.1億円)。

原炭 (kcal/t)	製造単価 (\$/t)	販売単価*1 (\$/t)	販売量 (千t/年)	売上 (百万\$/年)	収益*2 (億円/年)
5500	251	380	1,095	416	157
4700	286	380	869	330	91

* 1：乾留試験に基づく粘結材の経済価値

* 2：111円/\$

30

◆事業によりもたらされる効果：C-2_TIGAR



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- ▶ インドネシアの褐炭をガス化し、化学原料用ガス、天然ガス代替あるいは液体原料・燃料に転換する**ガス化炉プラント**を、肥料会社などの化学会社へ販売する。
- ▶ 売り上げ見通しは以下の通り(TIGAR 1/2助成総額：4.9億円)。

	製品原価*3 (億円/基)	販売単価*1 (億円/基)	販売数*2 (基/年)	売上 (億円/年)	収益*2 (億円/年)
1年目	540	600	1	600	60
2年目	540	600	1	600	60
3年目	540	600	1	600	60
4年目	540	600	1	600	60
5年目	540	600	1	600	60

* 1：製品原価に10%利益率を計上

* 2：導入先と想定している肥料会社の導入計画の最低規模で試算

* 3：アンモニア1000t/d生産するガス化炉プラントコスト概算値(褐炭価格\$25/t)

31

【参考】事業費用（NEDO負担額）



New Energy and Industrial Technology Development Organization

(単位：億円)

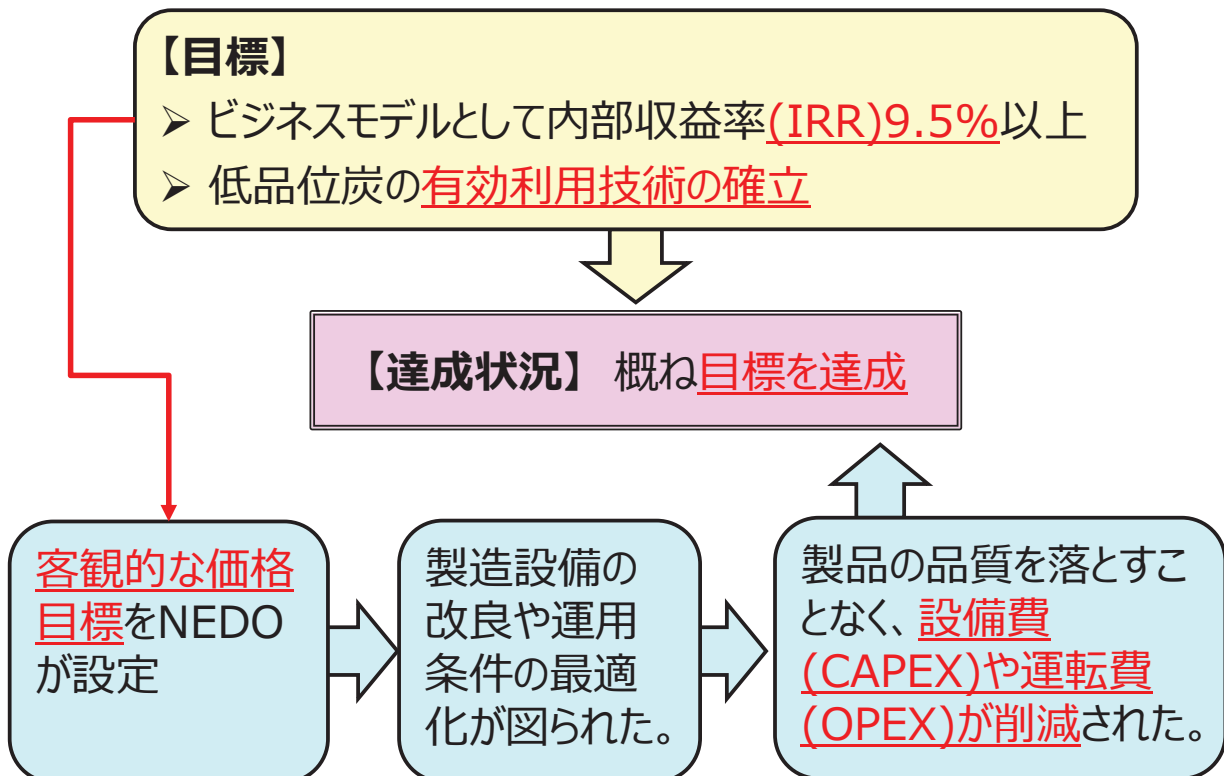
研究開発項目	平成 26年度 '14年度	平成 27年度 '15年度	平成 28年度 '16年度	平成 29年度 '17年度	合計
A 調査 (委託)	3.8	2.5	2.3	-	8.6
B 技術開発 (委託)	-	3.4	2.8	1.8	8.0
C 技術実証 (1/2助成)	2.0	2.1	2.3	3.0	9.4
合計	5.8	8.0	7.4	4.8	26.0

32

3. 事業の有効性

◆ 目標の達成度

◆ 目標の達成度：総括



◆目標の達成度：個別の成果_A 調査



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	技術の確立	従来価格	NEDO設定目標価格	研究成果	見通し価格
A-1 PCI	○	—	\$104/t-PCI	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥機: 2基→1基 乾留機: 3基→2基 バインダーコスト: \$17.2/t→\$2.8/t 	\$99~102/t-PCI
A-2 豪州水素	○	¥58.3~68.5/Nm ³ -H ₂	¥53/Nm ³ -H ₂ @2030	<ul style="list-style-type: none"> ガス化プラント最適化: CAPEX▲20~30% 液化設備最適化: CAPEX▲20%, OPEX▲3% <p>* NEDOの助成を受け「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」を実施中(2016~2019年度)</p>	¥51.6~52.1/Nm ³ -H ₂
A-3 A-SCC	×	—	\$500/t-A-SCC	<ul style="list-style-type: none"> コークスの強度発現効果に再現性が見られず 	\$339/t-A-SCC(副生品控除込)
A-4 衾褐炭	○	—	\$56.0~58.9/t	<ul style="list-style-type: none"> 垂瀝青炭と同等の燃焼性を確認 	\$47.4~51.1/t

35

◆目標の達成度：個別の成果_B 技術開発



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	技術の確立	従来価格	NEDO設定目標価格	研究成果	達成価格
B-1 豪州褐炭	○	\$137/t	\$90/t	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥用蒸気や成型用バインダーの低減等により、運転費を削減 乾燥コスト▲25%, 成型コスト▲\$20/t <p>* NEDOの委託により「石炭火力発電におけるバイオマス利用拡大技術の先端研究」を実施予定(2018~2019年度)</p>	\$84/t
B-2 SNG/EOR	— シミュレーションのみ	\$11.8/MMBtu	\$11/MMBtu	<ul style="list-style-type: none"> CO転化触媒の改良(触媒量・蒸気量の低減)によりSNG製造費を削減 CAPEX▲3億円, OPEX▲4億円/年 	\$8.6~11/MMBtu
B-3 ECOPRO	○	\$10.6/MMBtu	\$10/MMBtu	<ul style="list-style-type: none"> 既存の噴流床ガス化炉を高効率のECOPROにすることにより、原料費・運転費(酸素量)を削減 原料費▲\$0.5, CAPEX▲\$0.1, OPEX▲\$0.2/MMBtu 	\$9.9/MMBtu
B-4 HPC	○	—	\$380/t-HPC	<ul style="list-style-type: none"> 垂瀝青炭HPCの粘結材性能を確認 	\$250~296/t-HPC

36

◆目標の達成度：個別の成果_C 技術実証

New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	技術の確立	従来価格	NEDO設定目標価格	研究成果	達成価格
C-1 CWM	○	—	¢ 30~40 /kWh	• 褐炭CWMを使用した発電実証試験を実施し、顧客(PLN)の基準をクリア	¢ 30~40 /kWh
C-2 TIGAR	○	—	\$444 /t-NH3	• インドネシア褐炭・バイオマスのガス化を実証	\$335 /t-NH3

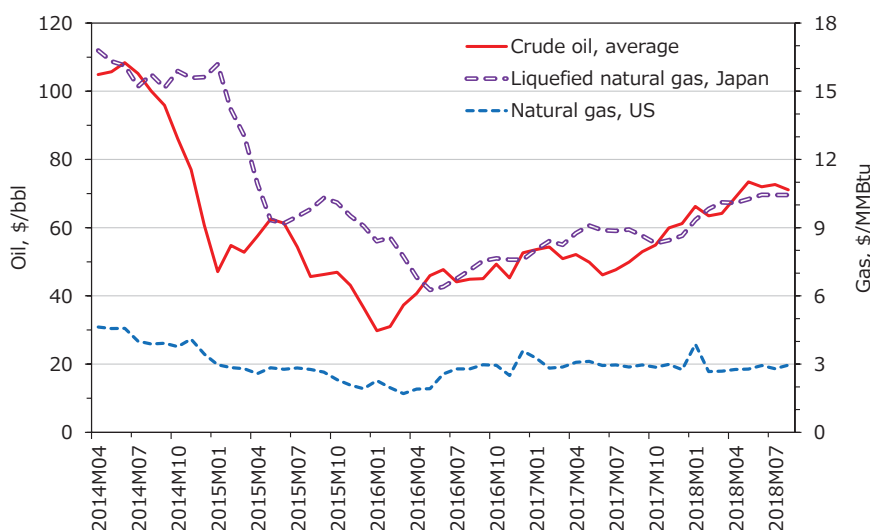
概ね目標は達成したが、事業化にあたりいくつかの課題や条件が抽出された。

◆目標の達成度：事業化の主な課題・条件

New Energy and Industrial Technology Development Organization

近年の原油、天然ガス価格の下落により、ガス化、液化技術の価格優位性を確保することが困難 (B-2, B-3, C-1, C-2)

ユーザー企業を巻き込み、長期的に利益を確保できるバリューチェーンの構築が必要



原油・天然ガス価格の推移

Source: World Bank

◆目標の達成度：事業化の主な課題・条件_A



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
A-1 PCI (MHI 他)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>採算変動リスク項目の洗い出し</u> ➢ PCI炭需要・市場価格動向 ➢ PCI炭製造技術開発の進捗 ➢ 産炭国の石炭政策 ➢ 低品炭利用の法・税制度 ➢ 環境規制など ✓ 確実な収益が見込める事業化スケジュールの策定
A-2 豪州水素 (KHI, JPOWER)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造・輸送・利用までが一体となった液化水素サプライチェーンの構築 ➢ NEDOの助成を受け「<u>未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業</u>」を実施中(2016～2019年度)
A-3 A-SCC (エネ総工研, JCOAL他)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原料炭（特に、粘結炭）価格の将来見通しが不安定 ✓ A-SCCの効果確認 ✓ 0.5～1トン/日規模の実証試験 ✓ <u>当面は競合製品(コールタール類、石油ピッチなど)で需要が満たされている</u> ➢ 技術開発は当面、中止
A-4 禰ア褐炭 (宇部, 月島 他)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PLNが事業主体となれば、石炭市況が\$50/tと低迷してもIRR30%を超える ➢ 現地の協力体制を一層強固なものとしながら<u>事業化に向けた取組みを継続</u> ➢ 原炭価格制度の適正化 ➢ 税制等に関する政府機関への働き掛け ➢ SPC 設立に向けた具体的な協議 ➢ ファイナンス・スキーム構築など

39

◆目標の達成度：事業化の主な課題・条件_B



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
B-1 豪州褐炭 (新日鉄住金インヅ, 九電, 東電)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 販売量が1,000万t/年規模を見込めること（販路拡大） ➢ 既存インフラで対応可能な商用化立上げ期の検討 ➢ 各段階における詳細なコスト試算 ➢ NEDOの委託により「<u>石炭火力発電におけるバイオマス利用拡大技術の先導研究</u>」を実施予定(2018～2019年度)
B-2 SNG/EOR (MHI, 日揮)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 共通社会インフラとしての複数<u>油田CO2配給システムの整備</u> ✓ 原油価格\$80/bbl以上 ✓ CO2単価7.5 USD/t以上の有償化
B-3 ECOPRO (新日鉄住金インヅ)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ガス化プロセスのスケールアップ実証 ✓ SNG販売価格\$10/MMBTU以上 ➢ 実証試験実現に向けて、<u>中国パートナーとの準備・検討を進める</u>
B-4 HPC (神戸製鋼)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 4500 kcal/kg以上の亜瀝青炭の調達 ✓ <u>沈降分離性の改良</u>(沈降槽の削減) ✓ 製造プロセスのスケールアップ実証

40

◆目標の達成度：事業化の主な課題・条件_C



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
C-1 CWM (日揮)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 昨今の原油価格低迷によって褐炭CWM発電価格のメリットが薄れた(100 USD/bbl以上で事業性あり) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2016年、PLNに離島への電力供給事業を提案。 ➢ 現在、<u>PLNからの引き合い</u>を待っている状況。
C-2 TIGAR (IHI)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 褐炭価格\$25/t以下、天然ガス価格\$10/MMBTU超で褐炭ガス化ガスの競争力が出る。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ より<u>一層のコストダウンを図るための検討</u>を進めている。

- エネルギーセキュリティ上、有望な件名については、個別に次フェーズの研究開発において、引き続きNEDOの支援を行っている。
- その他の件名については、市況の回復状況を鑑みて、適宜研究開発の実施を検討する。

41

【参考】 成果の普及



New Energy and Industrial Technology Development Organization

	学会・講演	論文	特許	新聞・雑誌	表彰
全体	34件	12報	18件	9件	2件
内,TIGAR	19件	6報	14件	7件	2件

主な表彰

タイトル	主催	受賞日
第37回優秀環境装置 日本産業機械工業会会長賞	日本産業機械工業会	'11.7.12
平成30年度エンジニアリング特別奨励賞	一般財団法人エンジニアリング協会	'18.8.27

42

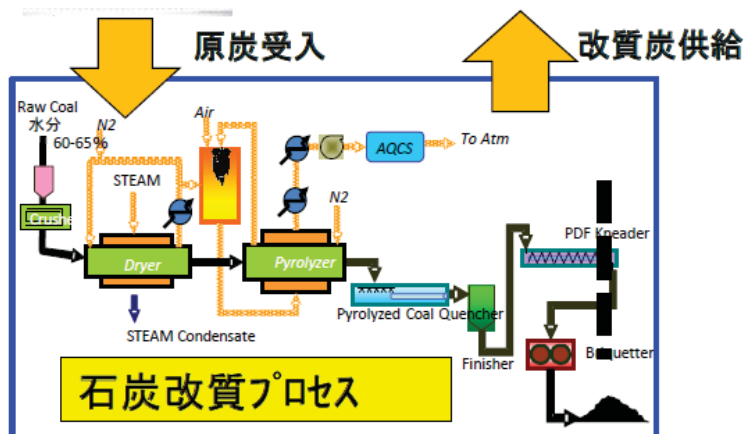
【参考】 研究開発項目ごとの目標達成度

研究開発項目ごとの目標

項目	目標
A_調査	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の<u>製造システムの概念設計</u> ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の<u>ビジネスモデルの構築</u>
B_技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 製品仕様にカスタマイズした<u>プロセスの構築</u> ➤ ビジネスモデルが実現可能な<u>プラントコストの達成</u> ➤ 自然発熱の<u>評価手法の確立</u>
C_技術実証 1_CWM	<ul style="list-style-type: none"> ➤ インドネシアで褐炭から製造したCWMを燃料とした<u>発電実証</u> ➤ 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、<u>負荷追従速度等の確認</u> ➤ 離島の電力需要の変動に追従可能な<u>運用方法の確立</u> ➤ 負荷変動時の<u>燃焼特性改善</u>とバーナー開発
2_TIGAR	<ul style="list-style-type: none"> ➤ プラント性能・機器<u>信頼性の検証</u> ➤ プラント<u>運用性の確立</u> ➤ プラント<u>安定運転を実証</u>し、事業化に繋げる

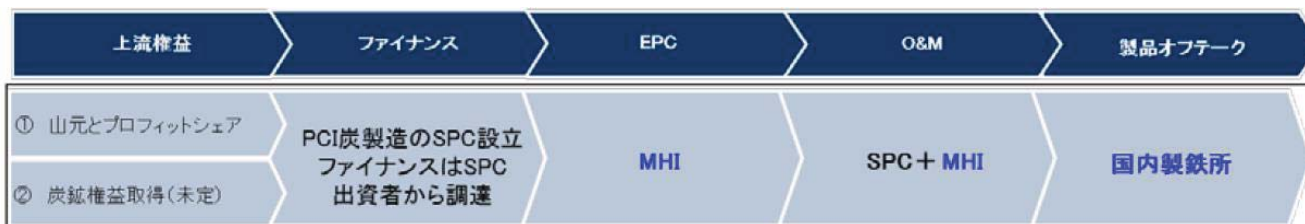
➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の製造システムの概念設計

- ✓ 対象となる低品位炭の乾燥、乾留、不活性化特性データを取得し、改質PCI炭製造に適するプロセスを決定した（PCI: Pulverized Coal Injection: 高炉用J-ーク代替還元剤）。
- ✓ 乾燥機に対しては大型化による基数低減、乾留装置に対しては外熱および内熱併用式、不活性化装置に対しては設備のコンパクト化などの複数の打ち手を抽出し、要素試験およびシミュレーションによる検討を行い、各プロセスに有効な打ち手の絞り込みを行った。
- ✓ 課題解決により低品位炭改質技術を確立させることはプラントコストの低減にも寄与でき、その結果としてPCI炭製造事業の経済性向上に貢献できることを確認した。



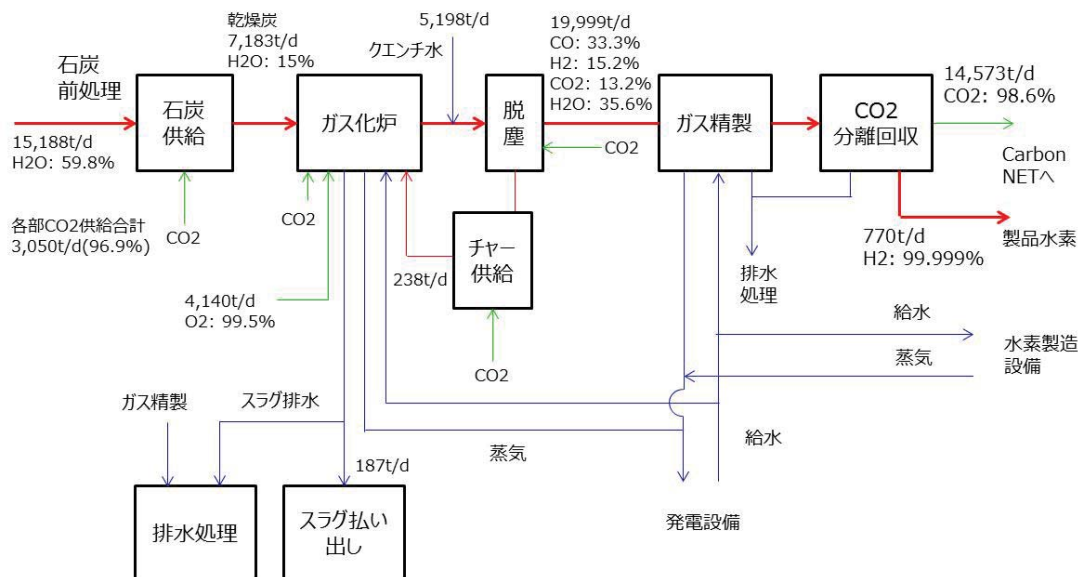
➤ 低品位炭を原料とした化学製品等のビジネスモデルの構築

- ✓ 技術開発の成果を想定し設備コストを低減した改質プロセスを適用した改質PCI炭製造量1500ton/dayの設備費、現地調査結果による輸送コスト、ユーティリティコストの値を用いて改質PCI炭の製造コストの試算を行った。
- ✓ インドネシアKalimantan島の褐炭では、条件によっては、本調査で設定したPCI炭価格(US\$ 104/ton FOB)を下回り、PCI炭製造ビジネス事業の成立の見込みがあることが判明した。



➤ 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

- ✓ ガス化・ガス精製、水素液化設備、水素積荷基地の最適化および褐炭自家発電設備の導入等のコストダウン検討を行い、製造原価が目標水素価格を下回る見込みとなった。



➤ 低品位炭を原料とした化学製品等のビジネスモデルの構築

- ✓ ビジネスモデルの成立のためには技術開発による大幅なコストダウンが必要であることが判明し、技術的および経済的成立性の両面から、課題の抽出、解決策の策定および解決に向けた計画案の策定を行った。
- ✓ 技術開発目標を全て達成した場合の2050年の製造原価、コスト構造および目標水素価格との比較を行い、技術開発目標を全て達成した場合には、製造原価が最終製品価格を下回り、追加的利得が得られる見込みとなった。

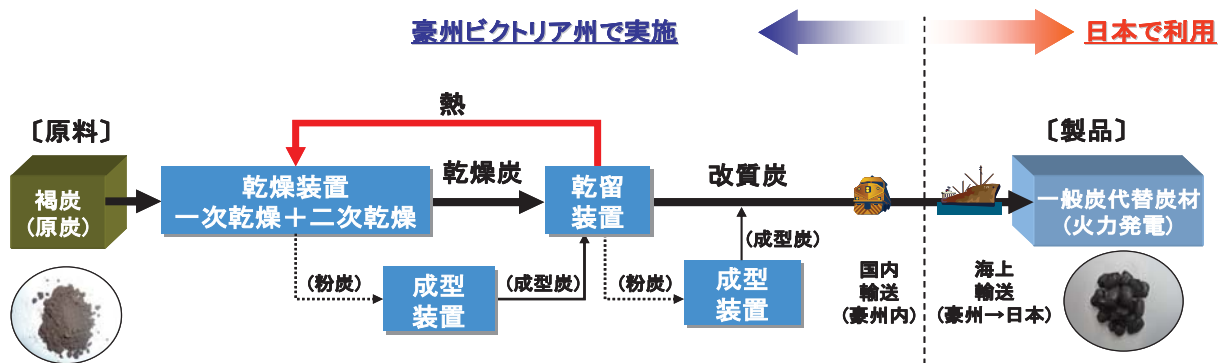
上流権益	ファイナンス	EPC	O&M	製品オフテーク
水素供給事業者 (SPC) が 権益取得	JBIC等 1/2自己資金 1/2融資(JBIC等) 借入利率3%	豪州側：エンジニアリング会社 海上(船)：KHI 日本側：KHI	水素製造：電源開発 海上輸送：シェルなど 受入基地：発電事業者 と岩谷産業のJV 発電所：発電事業者	水素供給事業者が 発電事業社に販売。 ※産業用に岩谷産業が販売
国、JOGMECが権益 取得	15年借入			
山元とプロフィット シェアする	プロジェクト期間30年			

B-1_豪州褐炭(新日鉄住金エンジ)

➤ 製品仕様にカスタマイズした**プロセスの構築**

➤ ビジネスモデルが実現可能な**プラントコストの達成**

- ✓ **改質プロセスの最適化**、**燃焼性評価**、**灰付着性評価**、および**安全性評価**により、目標品質は確保され、ロイヤン炭を用いて解決すべき技術的課題に関してはほぼ解決の目処がたった。
- ✓ 本研究を商用化するために必要な改質炭製造コストの低減(**二段乾燥システム**の**最適化**等による**運転費削減**)についても、前提条件において目標値であった90 USD/t 以下を達成した。



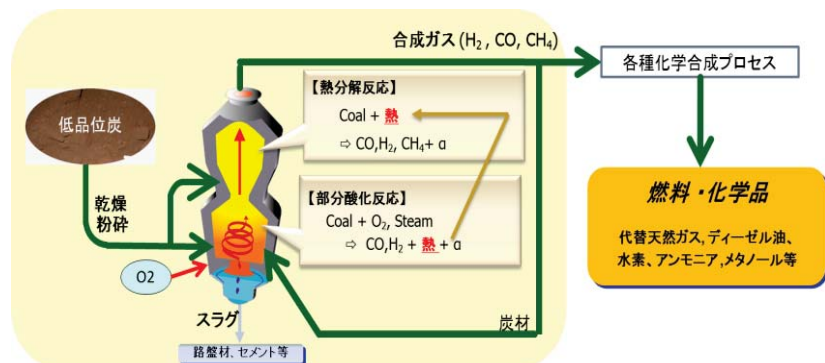
49

B-3_ECOPRO(新日鉄住金エンジ)

➤ 製品仕様にカスタマイズした**プロセスの構築**

➤ ビジネスモデルが実現可能な**プラントコストの達成**

- ✓ 中国褐炭の高灰分でかつ灰分変動が大きいという特徴に対して、**パイロットプラントガス化試験等により安定操業対策を検証**し、安定操業の目途を得た。
- ✓ **スケールアップ課題**に対して**燃焼試験等により課題を検討**し、200t/d 規模実証機的设计、操業における懸念事項を払拭することができた。
- ✓ 中国におけるガス化関連市場動向、低環境負荷等の政策の最新情報を調査し、直近景気動向を折り込んだ上でも本ビジネスモデルの実現性が得られることを再確認した。



50

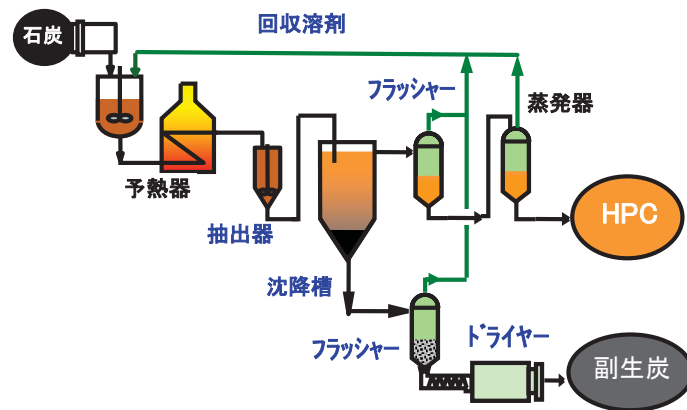
B-4_HPC(神戸製鋼)

➤ 製品仕様にカスタマイズしたプロセスの構築

➤ ビジネスモデルが実現可能なプラントコストの達成

✓ 亜瀝青炭を原料として製鉄コークス用粘結材としてのハイパーコール製造が可能であり、性能は従来検討してきた瀝青炭からのハイパーコールと遜色が無いこと、及びハイパーコール製造時に発生する副生炭もボイラー燃料として販売可能な性状を有していることを確認した。

✓ ハイパーコールの顧客価値およびハイパーコール製造コストから、亜瀝青炭を原料としたハイパーコールの製造販売事業は実用化可能な経済性を有することが分かった。



51

B-5_自然発熱(九環協 他)

➤ 自然発熱の評価手法の確立

✓ 断熱式の昇温測定法であり湿炭試料を測定できるR70法をベースモデルとして計測機を設計、製作した。

✓ 粉碎方法の簡便化と反応容器の小型化を行った。

✓ 1,000tの実貯炭パイル試験を行い、計測機の測定結果と同様の昇温傾向が認められた。

✓ 今後は、評価手法を確立するために、計測機による計測データと実貯炭での計測データを広く蓄積する。

* JCOALにて、経済産業省「省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業」を実施中(2018～2020年度)

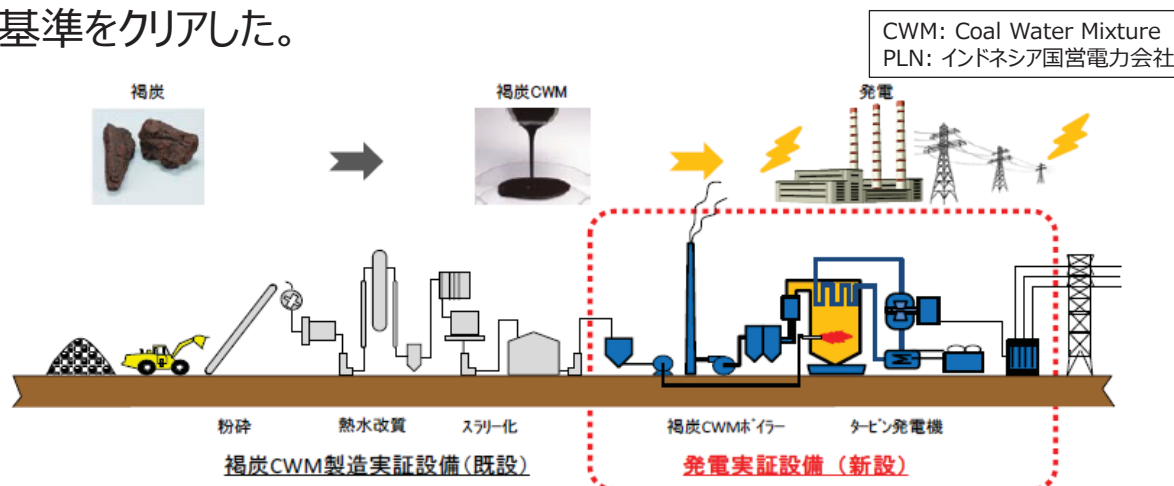


52

C-1_CWM(日揮)

➤ 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**

- ✓ 2014年度に褐炭CWM発電設備を建設後、2015年5月22日に PLNのグリッドに接続、送電を開始した。
- ✓ その後、PLNから要求された、**15日間の全負荷連続運転試験**と、**3カ月間の設備稼働率実証試験**を実施し、それぞれPLNの合格基準をクリアした。



53

C-1_CWM(日揮)

➤ 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、**負荷追従速度等の確認**

- ✓ 発電負荷**100%、75%、50%**それぞれにおける燃料消費率、**負荷追従性**について確認した。

➤ 離島の電力需要の変動に追従可能な**運用方法の確立**

- ✓ 当助成事業において取得した褐炭CWM発電の負荷変化率、最低負荷のデータ等を参考とすることで、**各離島における電力需要に応じた発電設備**の計画を構築できることが確認された。

➤ 負荷変動時の**燃焼特性改善**とバーナー開発

- ✓ **バーナーチップ選定**および**1次/2次空気のダンパーを調整**し、安定燃焼を実現した。
- ✓ 負荷変化試験の結果、本発電実証で採用した**ボイラー制御システムが適切に機能**していることが確認できたことから、同システムを参考に商業機設計へ反映する予定。

54

▶ プラント性能・機器信頼性の検証

- ✓ スマトラ島褐炭 2 炭種を用いた運転及び木質バイオマスの専ガス化及び共ガス化運転を実施し、安定運転ができることを確認するとともに、各プラント性能・機器信頼性データの取得を行った。

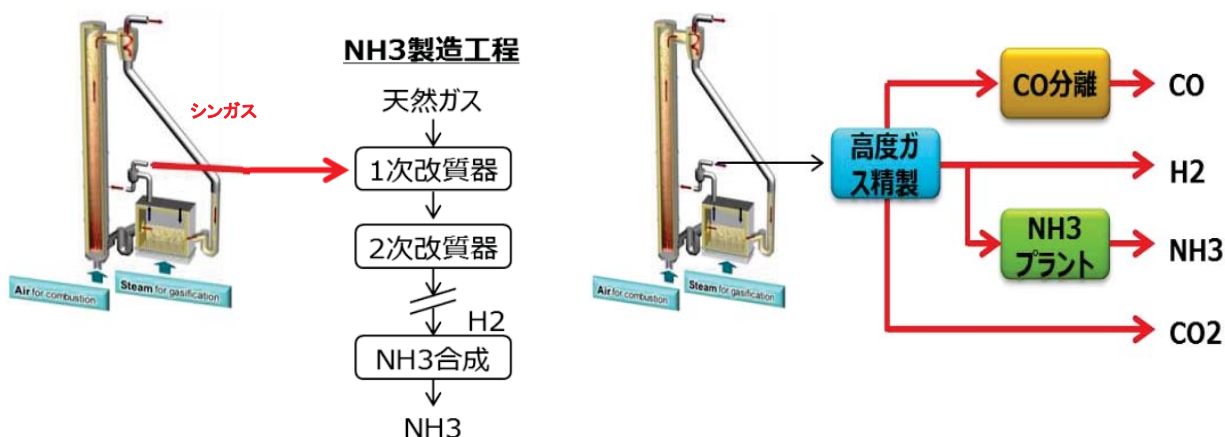
▶ プラント運用性の確立

- ✓ 炭種を変えた試験を行い、炭種による運転パラメータの違いや運転終了後のプラント状態の違いを確認・把握した。
- ✓ その知見を用いて、将来の商用化に向けた炭種の違いによるプラントメンテナンス手法・運用方法を確立した。
- ✓ 実証試験の成果に基づき経済性、運用性、メンテナンス性などの総合評価を実施し、設計手法、運用手法、メンテナンス手法、経済性評価についてまとめた。

TIGAR: Twin IHI Gasifier (二塔式ガス化炉)

▶ プラント安定運転を実証し、事業化に繋げる

- ✓ プラント適用性評価としてインドネシアの多炭種での実証運転及びパリ協定を受けて客先ニーズが非常に高まっているバイオマスを用いた実証運転を行った。



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／①低品位炭利用促進事業」
(事後評価) 事業評価分科会
議事録

日 時：平成30年10月12日(金) 13:30～17:00

場 所：NEDO川崎本部 2104、2105会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 成瀬 一郎 名古屋大学 未来材料・システム研究所 副所長
／大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 教授
分科会長代理 神原 信志 岐阜大学 大学院 環境エネルギーシステム専攻
／工学部 化学生命工学科 教授
委員 齋藤 文 みずほ情報総研(株) 環境エネルギー第2部 エネルギーチーム 課長
委員 山下 亨 出光興産(株) 石炭事業部 石炭・環境研究所 所長

<推進部署>

田中 秀明 NEDO 環境部 部長
名久井 博之 NEDO 環境部 主査
中元 崇 NEDO 環境部 主査
山中 康朗 NEDO 環境部 主査
石渡 岳大 NEDO 環境部 職員

<評価事務局>

上坂 真 NEDO 評価部 主幹
植山 正基 NEDO 評価部 特定分野専門職

議事次第

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」「事業の効率性」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. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

議事内容

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、全て公開とした。
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3-1～3-5に基づき説明した。
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の必要性」「事業の効率性」について
 - 推進部署より資料4に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。
 - 5.2 質疑応答

【成瀬分科会長】 かなりボリュームがありますので、二つに分けて議論させてください。まず事業の必要性に関して、質問やコメントをどうぞ。

【神原分科会長代理】 事業の必要性について、5ページにまとめて書かれています。この通りですが、時々刻々エネルギー情勢も周りの環境情勢もすごく変わっています。この事業の途中で、必要性というのは最初に立てたものがそのままずっと固定されていたのか、それともある程度見直しも加えて、最後にこの姿になっているのでしょうか。

【名久井主査】 基本的にはこのままです。最初にこの事業を行うときに、基本計画を立て、背景は事業を始めた平成26年当時とそれほど変わっていませんでしたので、4年間も基本的に必要性は変わっていません。ただ、いろいろな環境が変わって、特にCO2の排出に対する風向きなどが少々変わっているの

ですが、エネルギーセキュリティーの必要性は変わっておらず、この事業として行うべきであるということはずっと共通していました。

【齋藤委員】 分かりやすい説明をありがとうございました。先ほどCO₂の話があったと思うのですが、今石炭を利用するに当たって、CO₂の話は切り離せないところかと思います。この事業の中でCO₂の排出量をなるべく下げるとか、排出してしまっても回収しやすいシステムであるなどのような目標は入っていないのでしょうか。また、排出量の評価はされているのでしょうか。

7ページ目の位置付けの中にもご説明がありましたが、CO₂排出削減対策は別事業で行われているところかと思うのですが、その辺りの状況が国際的にかなり厳しくなっている中で、必要性という説明の中にCO₂の説明があっても良いのかなと思います。

もう一点、内部収益率を9.5%に設定されているのですが、なぜ9.5%かという点と、これはいつの時点での収益率を想定されているのでしょうか。事業によって異なるのかと思うのですが、簡単に御説明いただくと有り難いです。よろしくお願いします。

【名久井主査】 まず、CO₂の削減目標については、実はこの低品位炭利用促進事業では目標値には入れていませんでした。今回の事業の中でも、特にCO₂を削減するための技術開発は行っていなかったのですが、やはりこういう事業をする中ではCO₂を出しっ放しにするわけにもいかないもので、例えばEORなど、低品位炭を利用する中で出てきたCO₂を排出しないようにする事業や、基本的にガス化については、結果的に低炭素燃料になったということはありません。

今回の事業を公募する上で、低炭素の技術であることという前提条件は特に挙げてはいなかったのですが、事業者としては低炭素燃料をつくる水素やガス化など、基本的にガス化事業というのは低炭素燃料化事業ですが、そういう事業と、出てきたCO₂を貯留するところまで考えている事業もありました。そういう低品位炭利用技術開発の事業も、今まではただ単に脱水するだけとか、ハンドリングをよくするだけという事業もあるのですが、低炭素燃料をつくる事業もあったということで、結果的にそういう技術が社会の要請として出てきたと考えています。

あと、TIGARもガス化ですが、低炭素燃料にすることプラス、バイオマスを加えてガス化するというCO₂削減技術まで踏み込んで研究開発を行いました。というのも、やはりユーザーはただ単に石炭を原料とするだけではなく、再生可能な燃料としてバイオマスも原料にした方が良いというニーズもあって、TIGARは更に低品位炭以外の原料のガス化も技術実証を行っています。

ですので、NEDOの方でCO₂削減という目的や目標では入れていなかったのですが、事業者の方で自主的に低炭素燃料、CO₂排出削減の技術開発も取り込んで行っていました。

あと、IRR9.5%ですが、設定するときはビジネスモデル検証をする上で、事前に2012年、2013年に客観的な価格目標の設定という課題が出ました。ではこの目標はどうやって設定するのかという議論になり、この中でいろいろなシンクタンクと相談して、結果的に9.5%となりました。いろいろな企業で計算の仕方があるのですが、9.5%というのは結構低めのギリギリのところ、少なくとも9.5%はクリアしないと事業にならないというので、まず計算で9.5%に設定しています。

時期としては、特にこの事業を開始する時期での9.5%のIRRです。最終の製品価格は例えば競合の価格が、これも変動するのですが、NEDOがとりあえず「この事業については、この価格で事業化せよ」という指定をしましたので、そのときの価格と原料費です。ですからこの事業を始める平成26年当時の天然ガスや重油の市況から計算した製品価格と原料費を基に設定しました。

IRRは12年間のキャッシュフローを対象期間としました。減価償却期間も12年です。

【石渡職員】 先ほどのところの中でCO₂の話についてですが、この事業のほかにも、NEDOでは石炭に対する取り組みとして次世代火力発電等技術開発が実施されています。そちらの方で石炭火力の高効率化等によるCO₂の削減に取り組んでおり、低品位炭の活用の事業についても、こちらの事業でエネルギー

ギーセキュリティーの確保をした上で、低品位炭についてもゆくゆくは高効率化のような事業につなげていって、その上でCO2の排出削減につなげていくように考えています。

【山下委員】 8ページの事業目的のところで、エネルギーセキュリティーと産業活性化の二つを挙げて、エネルギーセキュリティーについては4、5、6ページでしっかりと御説明いただいていますので、これは疑いもない必要性ということで理解できますが、産業活性化、インフラ輸出についての御説明がこの中に見当たらないように思い、唐突感があります。どうしてこれが目的として挙がっているのか、もう少し御説明いただけますでしょうか。

【名久井主査】 産業の活性化については、低品位炭利用に限らない目的です。エネルギーセキュリティーについては、石炭以外にも天然ガス等がございますが、石炭は特にエネルギーの調達に制約ができないようにというのが目的の一つです。産業の活性化については、この低品位炭利用促進事業の目的にもなっているのですが、実はNEDO自体が産業技術の活性化、インフラ輸出など、これは石炭の利用技術に限らず、そのほかの様々な、例えば燃料電池やITなど、NEDOが環境部以外でやっている事業もそうですが、まず日本のインフラ技術の輸出を拡大するというのが大きなNEDOの役割としてあり、それを低品位炭の利用促進にも入れています。

そういう意味で、今までこの位置付けのところで、確かに石炭の方ばかり御説明していたのですが、まずNEDOの役割として、日本のインフラ技術の輸出があります。あとはエネルギーセキュリティーを向上する上でも、石炭の消費国、例えば低品位炭も、結果的に海外の産業が活性化することによって日本の技術がどんどん輸出される。これらエネルギーセキュリティーとインフラ輸出の二つは非常に関連性があることなのですが、日本の産業技術の技術開発をする上で共通の目標ということで入れさせていただきました。

【成瀬分科会長】 もちろん必要性の肯定的意見はあえて申し上げませんが、必要であるという理解をしています。先ほどもいろいろな委員から出ていましたが、時間軸が曖昧なようです。要するに事業内の時間軸と事業が終わってから将来の時間軸があって、例えば低品位炭を一生懸命世界で使っていこうと考えた場合に、実際にあった例ですが、市場にどんどん低品位炭が入っていったわけですね。そうすると、低品位炭の価格がどんどん上がって、当初の目標からはまずいねという状況に、時間的に経済原理で変わっていったことが過去にあったようです。そういう意味で、私は別にどんどん変わって良いと思います。それに対してどんどん対策を打っていくというか、目標を変えていけば良いような気がするのですが。

ビジネスモデルというモデルは非常に大事ですが、それは初期値のモデル、第0次案のモデルであって、それが技術開発をしていく間に1次案、2次案で、終わったあとに最終案、更に将来的には動いていくという、そんな変遷が見えると非常に分かりやすいし、次の新しいプロジェクトを考える場合には、そういう情報、歴史が役に立つ感じがしました。そのへんの時間項の概念はどんなふうを考えれば良いでしょうか。

【名久井主査】 今回事業を平成26年から4年間でやってきたのですが、その期間でも、おっしゃったように価格も変動しますし、CO2削減の重要性も変わってきて、パリ協定が発効されたり、社会環境の変化もありました。確かにもう少し柔軟に、目標設定や、目的も変えるというか追加で、例えばCO2削減を追加したり、そういう対応も検討する必要があったのかと思います。あと原油や天然ガスの価格が一時下がって、また上がってきたりしています。実は目標価格の設定は今回初めてNEDOが取り組んで、共通の基準で目標価格を設定したのですが、そういう市況の変化ということまで反映させることができませんでした。最初設定したときに、少なくともこの価格より低くならないだろうと予測して設定したのですが、その想定を上回るような価格の変動が出てしまいました。

目標価格については、途中で変えることによって、技術開発の目標が上がったり下がったりするこ

ともあるのですが、市場の変動も、特にコストの評価には非常に大事になってきます。成瀬分科会長がおっしゃる通り、コストだけを目標にする研究開発ばかりあるわけではないですが、低品位炭はコスト勝負のところがありますので、それを評価するためには、そういう経済的な環境の変化もNEDOのマネジメントに生かせれば良かったのかと思いました。

【成瀬分科会長】 結局これは将来使ってもらわないといけないわけで、そうするとむしろ齋藤委員の専門かもしれないけど、将来予測ですよ。将来の予測が当然なれば、技術開発が使えない。そういうことがあって将来の予測が多分できるのかなと。

もう一つ、これは言葉の定義ですが、8ページに「低品位炭の有効利用技術の確立」という曖昧な言葉がある。片方で事業化という言葉があったり、技術実証、技術確立でしたか。実用化、実証化、事業化、商用化など、似たような言葉がありますね。これはどこまで、「有効利用技術の確立」というのか、NEDOとしては商用化までを確立と言うのか、あるいは事業化、技術開発までが確立なのか。そのへんはどのように理解すれば良いですか。

【名久井主査】 調査のところでは実際には机上検討が多いので、シミュレーションの結果、できそうだという程度のところを技術確立にしています。技術開発のところであれば、まだ実証前のラボレベルの技術開発なので、ラボレベルで技術が確立したとしています。最後の技術実証においては、もう商業化前までの技術開発ができたということです。研究開発項目のそれぞれの段階によって技術の確立の程度が変わってきて、その説明はしていませんでした。

後ほど有効性のところで御説明しますが、それぞれの段階の研究内容のところにも記載があります。これは調査だけのところですし、技術開発は、確かに曖昧なところがあるのですが、実証まで行く手前までの技術は開発できているということです。この調査、技術開発のそれぞれの段階で技術の完成度が変わってきています。最終的には実用化というのが研究の目的であるので、この実証が終わればもう実用化のところまでできているということです。

【成瀬分科会長】 実用化は商用化ですか。

【名久井主査】 そうです。社会実装のところを最終的に目指しています。

【成瀬分科会長】 必要性までですが、他によろしいですか。では、次に効率性の方に移ります。いかがでしょうか。

【神原分科会長代理】 効率性の中の実施計画のところ、12、13ページあたりのところですが、ビジネスモデル、バリューチェーンを考えて、最終的に実現可能性調査までやったのは非常に評価できるかと思っています。こういうエネルギーの場合は規模が大きいので、そういうことをはっきりやらない場合がこれまで多かったと思うのですが、このプロジェクトではちゃんとやられたということで評価したいと思います。

一方、11ページ、12ページのビジネスモデルを見ると、先ほどの成瀬分科会長の話にも通じるのですが、タイムスケールが分かりづらい。今すぐであればどの技術なのか、例えば5年後か、10年後かといったところが分かりづらいのですが、今それに対する答えはできますか。

【名久井主査】 確かに一緒にたにしてしまっていますが、社会実装する時期が実はそれぞれバラバラで、特に長いのが、水素などは2050年とか、かなり遠い将来的なものになっています。一方、それ以外については、技術実証はもう実証規模なので比較的早いですし、調査ものもまだ研究段階なので、実際に技術開発して実証となると時間がかかり、特にAのところはまだ5年以上かかるものです。Bについては、これもパイロットプラントぐらい、ほぼ技術的には確立しているところまで行くので、技術実証まであと一歩という段階です。定性的にはA、B、Cでそれぞれ実用化するタイムスケールが、下に行くほど短くなってきているイメージです。

【神原分科会長代理】 一応NEDOとしては、実施計画に当たって、そういったタイムスケールを考慮に入

れながら、こういった課題を選定したということでしょうか。

【名久井主査】 そうです。やはり技術の開発のレベルを見て、これはまだ調査だろうとか判断しています。特に実証になると助成事業になって半分は民間の負担になるので、実用化間近な段階のものは技術実証にして、民間の負担もしていただいています。

まだそこまで行かないもの、Bまでは百パーセントNEDO負担の委託事業になってきます。そういうものはまだ技術的な見極めができず、技術の完成度が低いものは委託としてNEDOで実施しています。特にBかCかというところはNEDOの中で仕分をして、公募するときにはそれぞれ実証で公募したり、委託で公募したりしていますので、公募時点で大分仕分はできています。

【齋藤委員】 Cの実証のところですが、AとBはかなりコストを意識された目標というか計画が書かれているのに対して、Cは技術的な実証がメインになっていますが、コスト目標は立てられていたのでしょうか。既にコストが当初の目標を十分に達成できる見込みがあって、あとは技術実証だけなのかということについて御説明いただければと思います。基本的には今あるものの代替になるので、すぐにということだと、コスト的に少しでも安いものをというところが一つの事業化のステップになっていくのかなと考えましたが、その辺りはどうなのか、教えていただきたいところです。

また、効率性という観点でビジネスモデルをまとめていただいて、すごく分かりやすいのですが、よく見ていると実施場所が重なっていたり、製品が重なっているところ、顧客が重なっているところが幾つかあるかと思います。事業者さんの中で意見交換なりディスカッションをして、お互いの知見を共有して進めていくことはされていたのか、教えていただければと思います。

【名久井主査】 まず、実証試験のコスト目標は設定しています。共通の目標を立てており、基本的に少なくともIRR9.5%をクリアすることという前提条件の下に、発電実証事業であれば発電の単価はこれぐらい、ガス化実証事業であればガスの価格はこれぐらいという目標は、実際にスタートするときにNEDOが決めています。

【齋藤委員】 かなり具体的にどこに入れるかを設定されているように、事業原簿などを見ると書かれていますか。そここのところの電力価格や肥料の価格を想定されているということですか。

【名久井主査】 そうです、その現地の価格です。あと、知見の共有化ですが、事業者ごとにグループで、例えばインドネシアチームやオーストラリアチームでお互いに、特に同じ場所で同じガス化をしたら競合同士になることがあるかと思います。事業をやっているときの知見の共有化というのは、技術検討委員会を定期的に行っていて、年に1、2回、ほぼ全部の事業者が集まって議論しています。ただ、そのときに委員の先生と事業者とのディスカッションが主で、事業者全体でお互いの事業について情報交換するところまでの委員会にはなっていません。

【山中主査】 基本的にそれぞれの事業者の関係としては、秘密保持条項もありますので、業者間の情報の共有はなかなか難しいところがあります。一方で、NEDOがプロジェクトリーダー、マネジャーとしてこの事業を一括で統合していますので、そのへんの情報についてはNEDO側が把握した上で、適切に対処する形でマネジメントしていると認識しています。

【山下委員】 今回のプロジェクトは、ビジネスモデルがキーワードになっていると思います。実用化に向けてしっかりやっていくという強い意志が感じられることは非常に好感が持てます。このビジネスモデルについては、確認ですが、モデル自体を構築するのは実施各社が行われて、全体ビジネスモデル検証を担当されている三菱総研さんがそれを検証しているという理解でよろしいですか。

【名久井主査】 その通りです。

【山下委員】 そのときに三菱総研さんから各実施者へのフィードバック、あるいはそこにNEDOさんも絡んで、いかに各技術を良い方向に持っていかうか、実用化にいかに近づけていくかというやりとりの部分が、全体のプロジェクトの成否にかなり大きく関わっているのではないかと思います。そのへん

は実際どうだったのか、教えていただけますでしょうか。

【名久井主査】 ビジネスモデル検証ということで、シンクタンクが横串を立てて検証しました。それについてはNEDOが関わっていますので、各事業についてフィードバックはしています。三菱総研の方も実施者が構築したビジネスモデルではあるのですが、それを更に第三者的な立場で客観的に、本当にそれは正しいのか、価格の設定は妥当なのか、輸送方法はそれが良いのかなど、いろいろ調査していて、その知見はNEDOを通して各事業者に反映させています。ただ、実際は事業者のビジネスモデルが大きく駄目と言うことは余りなく、それは妥当であるとかどうかという検証結果になっています。客観的な評価の下でビジネスモデルを構築していたという、ビジネスモデルの客観性はここで担保されています。

【山下委員】 例えば何年か続けて行われているような技術の場合、最初のビジネスモデル検証と各実施者のビジネスモデル構築が一往復だけで終わってしまうと、それはよりよいものになっていかないと思います。それが何年かにわたっているようなものであれば、何回か当然やりとりがあって、三菱総研からの示唆によって各社がもう一度ビジネスモデルをアップグレードして改良していくことがなされていたのかどうか。そこにNEDOがきちんと関わっていらっしやっただかどうかについて、もう少し教えていただけますか。

【名久井主査】 ビジネスモデルは当初と最終段階では変わっている事業もあります。特に実施主体、例えばガス化する事業は、誰が行うのかという検討のときに、プラントメーカーが行うのか、それとも現地のエンジニアリング会社が行うのか、電力会社がガス化まで行うなど、いろいろなケーススタディというのは何個かケースがあり、結局絞り込まないものもありました。

結局ガス化は3ケースでビジネスモデルを立てたとか、その3ケースも主体の事業者が替わったりするものは途中でもありました。それによって結構収益性も変わってきます。運転費などが変わってきたりしますので、そういうやりとりはこの事業の4年間の中でやっています。最終的に最終報告ができたときには、これらのケースの中で一番収益が見込めるようなビジネスモデルを示したという結果になっています。

【成瀬分科会長】 齋藤委員から御指摘があったように、私も実は同感です。私の経験を申し上げますと、私はJICAの高等教育開発プロジェクトで、インドネシアの地方大学のどさ回りをしたことがあります。日本のJICAはそれを当然統括しているのですが、同時にJICAインドネシアがオンビリン炭鉱の坑内掘りのプロジェクトをやっている、インドネシアのJICAは両方のプロジェクトを知っているわけです。私はもちろん石炭をやっているんで、偶然オンビリン炭鉱のプロジェクトがあることを知って、教育の方もやっていると。そうすると、インドネシアの先生方が「石炭をやっている人がいますから、そういうのを日本でやっているなら」ということでコラボレーション、いわゆる横のつながりができる。日本だと完全縦割りで、教育プロジェクトと炭鉱プロジェクトは全く別に走っているのですが、現地では実は隣にあるという、そういう経験をしました。

もちろん秘密保持のことや知的財産のことはよく分かり、本当にそれで踏み込む必要はないですが、できる限り横の情報交換についてはNEDOさんの役割という感じがしました。社会情勢は同じで、プロジェクトは関係ないですから、そういうものが横でつながっていくとスムーズにいくのかなという印象を持ちました。

もう一つ、今回拝見すると、普通新しい技術をつくろうというときは、例えば既存の技術、それから類似した、あるいは対抗馬の比較が余りないのかなど。結構ガス化で似たようなことを行われていますが、そういう比較論です。普通はライフサイクルアセスメント的に考えて比較していくのですが。例えば今は石炭ですが、例えばバイオマスや太陽光、電気をつくるのは別に石炭、低品位炭でなくても良いではないかという資源の問題。例えば技術は同じ燃焼でも、燃料は石炭ではなくてバイオマス

という対抗馬もあるわけです。そのへんの比較論が余り見られないのですが、具体的に何かあれば。

【名久井主査】 技術の比較については、例えばこの豪州水素については、石炭から水素をつくる技術はいろいろなガス化技術があります。ガス化炉もいろいろな技術があり、ここでは要は汎用的な技術を使うことを前提で、これはFSですが、ビジネスモデルの調査を行っています。そういう意味で、日本の技術でなくても良いというぐらい、そのときのオーストラリアで一番適する安い炉を使うことで検討しています。特にこのA-2については、一番安い技術でやっています。

それ以外は、実はこの技術について、実施者がメーカーやエンジニアリング会社などで、それぞれが保有している技術の技術開発や技術実証であり、彼らは彼らなりに自分たちのガス化炉、TIGARが良いとかECOPROが良いとか、いろいろあるのですが、彼らはこの技術を使って、目標となるガス化のコストや液化のコストを達成するような技術開発をしています。

TIGARはほぼ完成されているのですが、ほかの技術開発であれば、溶媒抽出であっても溶媒抽出する装置の大きさや加熱の条件、褐炭の乾燥もいろいろな乾燥方法があり、乾燥する技術も三つあります。大体似てはいるのですが、それぞれで実はノウハウがあり、二段乾燥も最初の乾燥でここまで温度を下げて、二段目ではこれぐらい下げて、その熱をこっちに持ってきてとか、いろいろな効率化を図っています。ですので、自分たちの持っている技術をこの研究開発でよりコストダウンするために、運転費や設備費を削減するような技術開発をここでやっています。

そういう意味では、こういうメーカーが関わった技術開発は、技術比較は余りできず、提案したときにはこの技術のコストダウンを図るという事業でした。他のメーカーの技術を開発するというのは、事業者としてはなかなかやりにくいというか、知らないところがありますので、同じ乾燥だったら、この中で更に一番良いのはどれとか、そういうマネジメントができれば良いのかもかもしれませんが、実際はそこまでできませんでした。

【神原分科会長代理】 簡単な質問ですが、28ページのもたらされる効果のところ、B-1、B-4、C-2の三つは書かれているのですが、Aは調査なのでもかく、B-2、B-3について効果はどうだったのでしょうか。予想できないということでしょうか。

【名久井主査】 どの部分ですか。

【神原分科会長代理】 28ページ。29ページがB-1でもたらされる効果が明示されています。B-2、B-3を飛ばしてB-4、C-2になるのですが。あとC-1も抜けていますね。

【名久井主査】 ここは事例として示しています。実はここまでしっかりと収益見通しを出せなかった事業もあります。実際にこの3件については、それぞれの段階で単価と製造量と収益を計算できるところまでの深掘りができていました。他のところは、例えば目標価格までできたところまでは技術開発できています。これぐらいの単価で技術開発できたということは出るのですが、それを何トン売ることかというところまで、細かく研究成果として出し切れていなかったところがありました。実際そこまで出せたところがこの3件でした。

【成瀬分科会長】 変な話ですが、例えば31ページに5年目と書いてありますが、5年後にこうなったと検証するのですか。

【名久井主査】 基本的にNEDOは、事業が終わって5年間は収益があつたら報告してもらうことになっていますので、5年間はモニタリングできます。5年目以降は特に報告の義務はないので、どんどんそこから収益が拡大していくことがあります。

【成瀬分科会長】 5年後に0、0、0というときには、もうちょっと頑張れと。

【名久井主査】 その場合は適宜申し入れています。何もやっていないのでは本当に困るのですが、特にTIGARはIHIがすごくやる気があります。

5.3 「事業の有効性」について

引き続き、推進部署より資料4に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.4 質疑応答

【神原分科会長代理】 38 ページの上を書いてあることですが、「目標の達成度：事業化の主な課題・条件」で、反省の言葉も入りながら、ユーザー企業を巻き込んだ方が良かったのではないかというお話もありました。それ以前に例えばこういった技術が完成したときに、ユーザーとしては使いたいと思うのか、ユーザーのニーズというか、もっと広く言うと市場調査といったことは行ったのでしょうか。

【名久井主査】 それを行っているものもありました。全部ではないのですが、特に一部褐炭の改質については、電力会社も入っているものがあり、それについては実施者がユーザーということがあり、それは比較的评价がしやすいものになります。

それ以外の事業については、鉄鋼メーカーがこういうコークス代替のものもやっていますので、それは比較的体制の中で評価されています。褐炭に電力が入っていたり、ハイパーコールに鉄鋼が入っていたりします。これらの事業は各ユーザー企業の研究開発部が関係者です。豪州水素も製造とユーザーのタグで、こういうところは比較的ユーザーの求める品質やコストなどがかなり反映されたものになります。

逆にそういうものがなく、エンジニアリング会社、メーカーだけというところだと、各実証事業の顧客というのが、特に実証事業になると具体的にどこの国のどこの会社というのが明らかになって、インドネシアの電力会社や肥料工場など、具体的に個別の工場が分かり、そこが求める品質、価格が分かっていますので、それを目標にして開発しています。

【神原分科会長代理】 ユーザーニーズがはっきりしていて、政策的な位置付けははっきりしていて良いのですが、ユーザーがそんなものを使いたくないと言ってしまうとどうしようもない。こういう新しい技術ができて使いやすくなって、使える。では、どこまでいったら使いたくなるかがはっきりすると、非常に分かりやすいと思いました。

【齋藤委員】 聞き逃したかもしれませんが、目標価格の設定方法で、幅があるものとなないものがあると思います。その違いと、見通し価格で桁が3桁出ていますが、そこまでの精度があるものなのか、少し疑問に思ったのですが、いかがでしょうか。

【名久井主査】 設定価格は製造条件によって、褐炭の場合は原料のカロリーの違いによって、製造の単価が変わって来たりします。あと電力料金も、これは NEDO が設定したというよりも、お客さんがはっきりしているので、その実績価格を想定していました。

あと、達成価格が3桁出て、小数点とか有効数字の確からしさですが、これは計算で出しています。こういう試験条件でやったら、アンモニアだったら335ドルでできたということです。いつでもこれが335ドルでできるのではなく、原料の価格の変動など、実際は幅が出てきます。

ただ、今回行った前提条件の原料の価格や人件費の単価、ユーティリティー代、そういうもので計算すると、こういう1桁まで数字は出せたということです。

【山下委員】 NEDO が目標価格を設定したことで、皆さんそれを何とか達成しようとして、新たな技術的なブレークスルーを工夫されて、非常に有効に機能したのではないかと評価します。ただ、もう一つ残念だったのは、原料価格が2014年という一番高いときから始められたので、そこで最後になって、実用化に逆に遠くなってしまったようなプロセスもあったということです。本来であれば原料価格や製品価格は感度分析などをして、変動要因が出たときにそれをどう回避していくかというスタディを、もう一段進めて行くべきだったのではないかと。

御発表がなかっただけで、実際行われているところもあるのではないかと思いますので、そのへん

はいかがだったのでしょうか。

【名久井主査】 この事業を始めたのが2014年なので、実際はこれより4、5年前の価格を見ながら、その先の価格を予測していました。2014年頃が製品価格のピークで、それ以前は少し下がっている時期もあったので、その最低価格を、将来もそれが最低になるだろうという見通しで予測しました。しかし、実際ここまで下がるというのは見通せませんでした。

ただ、おっしゃるように、下がったときにどういう対応をすれば良いのかという、今回の目標設定の柔軟性というところまでは反映しきれていなかったということは確かにございます。最初に事業をするときにガチッと目標価格を決めて良いとは思いますが、技術開発は事業化が最終目的なので、ユーザーが使える価格から大きく変動があったときは目標価格を変えられるようなやり方も、もしかしたらあったのかもしれないと思います。

【山下委員】 もう一つ、先ほどからのお話を聞きますと、プロセスごとに一律の評価軸でやろうとしながら、なかなかできなかったとお話しされていたかと思えます。いろいろな事情はあるにしても、同じ横並びで比較をして、例えば終わった後に次のステージに、「これははいけますね」とか、「これはこういう理由で無理ですね」というところがはっきりしてくる方が良いのではないかと思います。そのへんは努力してもできなかったのか、それともそこまでの関与をしなかったのか、いかがでしょうか。

【名久井主査】 評価軸の一律というのは、どの場面での説明でしたか。

【山下委員】 例えば、この前のセクションでお話しされていたような建設費(CAPEX)、運転費(OPEX)をそれぞれのプロセスで出すに当たって、神原先生がお話しされていたところだと思うのですが、B-1とB-4とC-2はこういった収益構造がしっかり出てきたのだけでも、他のものは出てこなかったというあたりです。

【名久井主査】 ここまでの採算性の試算ですね。ここまで試算するような採算性というのは指定していませんでしたし、途中からも入れていなかったもので、確かに採算性の試算があるものとなないものがあります。それでその評価ができる件名とできない件名ができてしまったのは、我々も改善するところだと思います。

事業によってもたらされる効果は、共通の目的として掲げていたので一覧表として提示したのですが、経済性については、いわゆる単価(最終製品価格)でしか共通の目標設定をしていなかったもので、数量をいっどれぐらい売るといところまでは、今回共通の目標には設定していませんでした。おっしゃる通り、収益というのは単価だけで出るわけではなく、一応この価格だと買ってくれそうだとだけで、どれぐらい買うかという数量の方は、確かに事業をトータルで評価するためには、やはりそういう視点での目標はあっても良かったかと思えます。

【成瀬分科会長】 価格の件で時々よくあるのは、特にCやBの場合ですが、必ず実証機になっていないわけですから、スケールダウンしたような装置で、商用化はこれぐらいの大きさだからこれぐらいになる、という推測が入っていると思えます。そういうものもきちんと把握して、例えば1 t/dの装置でありながら100 t/dで幾らという、そういうこともちゃんと押さえた価格という理解か。単に100倍とか、いろいろなケースがあることを理解した上の価格かということも、結構大事だと思います。そのへんはいかがでしょうか。

【名久井主査】 例えば、TIGARについては、特にここで書いている製品原価はプラントの製造コストなので、これについてはいろいろな前提条件、3で書いているようにスケールアップで1000t/dにしたときのコスト概算値となっています。基本的にパイロットプラントのデータを基にして、これをスケールアップして概算を出しています。

【成瀬分科会長】 逆に、1000 t/dでは良いのですが、今のインドネシアにあるプラントが10 t/dなのか100 t/dなのかというのが大事です。100倍のスケールアップをしているのか、10倍で計算しているのか

という情報が大事だと思います。1 t/d の物で 1000 t/d の価格を推算するのは、結構無理がある。答えは良いですが、そういうことを押さえられて、現実のプラントは何 t/d で、この値は何 t/d のスケールアップということも、どこかにメモされると良い。

それから、先ほどの NEDO さんの目標価格は、時間、「いつ」が入っていない。1 個だけ、A-2 だけ 2030 年と入っていましたが、あとは全然「時」が入っていないのですが、やはり「時」の話もあって良いという気がしました。

山下委員からもあったように、当然変動するに決まっているので、例えば原油価格が何ドルだったらこうだという基準を与える考え方と、それから最大・最小・中間値、ごみの焼却炉などはそうやって設計するらしいですが、そういうものを与えて、最大値の場合はどうなのだとか、そういう考え方。

NEDO は確か昔、トヨタ自動車にバイオマスの支援をされたと思うのですが、トヨタ自動車はインドネシアでペレットをつくっていました。結構がっちり感度解析をして、向こうで雇う費用がこれだけ上がったならペレットに幾らかかるかとか、本当にきれいに感度解析をして、これ以下でできるという成果を出されている。もし価格が結構大事なら、そこまで踏み込むような仕組みを今後、是非されたいと思います。コメントですので結構です。

【神原分科会長代理】 最後ののですが、低品位炭の利用促進という観点で、ロードマップみたいなものはあるのでしょうか。クリーンコールテクノロジー全体については多分あったような覚えがあるのですが、これ自身ではどうでしょうか。

【石渡職員】 おっしゃるように、高効率に関するロードマップはありますが、低品位炭の活用によるエネルギーセキュリティの向上については、図になっているようなロードマップはなく、飽くまでロードマップとして取りまとめられた中で、「低品位炭の活用によるエネルギーセキュリティの向上も実施していく」という文言でしか書かれてはいないです。

6. 全体を通しての質疑

【山下委員】 今回幾つかのプロセスを採択されて、これをビジネスモデルというくくりで一つのプロジェクトとして進行されたわけですが、個別に行うのではなく、横串を刺したところは非常に評価できると思います。ただ、逆に言うと、個々のところをいかに選択するかという、最初の採択のところのプロセスが、ものすごく重要だったのではないかと思います。

参考のためにお聞きしたいのは、どのくらいの応募があって、最終的な採択のこの数になって、そのときにどういう観点で選ばれたのかをもう一回掘り起こさせていただくと、次に多少なりとも役立つかなと思いますので、御教示いただければ。

【名久井主査】 今回、12 件の研究開発、調査があり、結果的に先ほどの事業者が採択されています。後ほどメールで御回答することになります。手元にはないのですが、確かそれぞれ公募して、1 件だけのもの、2 件、3 件とかそれぞれ応募件数の記録はあります。

【山下委員】 余り細かいデータは特に、単なる興味で聞いただけなので構わないです。採択するとき、一つ一つのプロセスについて有望性を判断して採択するのが普通の採択の仕方だと思うのですが、今回は最初から横串を通してやろうということで、このプロジェクトを進行させようという中で、全体のバランスというか、この調査、技術開発、実証というバランスは多分取られたと思います。その調査の中で、例えば対象国をばらけさせるとか、あるいは全体的なバランスを取りながら、技術的にはこちらが面白そうなのだけど、そちらではなくてこちらを採択したとか、そんなことがあったのかどうか。逆に、あって欲しいなと思ってお聞きしている次第です。

【名久井主査】 対象国としてインドネシアが多かったのは、日本の石炭輸入はそこが多いからです。採択委員会の中で、もう少しオーストラリアを多くというような、対象国のバランス調整というところまでは議論していません。結果としてこうなっているので、考慮していればもう少しバランスが取れるとは思いますが。あと、同じ提案でもほかの技術で、まだ確立されていなくても面白そうな技術だからという視点での採択というのはなかなかされませんでした。評価項目や評価基準は NEDO 側で決めて、重み付けなどをするので、そのあたりで重み付けができなかったところがあるとは思いますが。

対象国や技術が偏ってしまうと、それらが駄目になったら全滅してしまうので。例えばガス化だけだったら、天然ガスの価格が下がったらガス化事業が全滅になってしまうので、そういう意味ではリスクを分散する上でも、いろいろな技術で、いろいろな国でというのは、エネルギーセキュリティを考える上では確かに大事な視点だと思います。低品位炭以外にもそういう観点の評価は必要になってくると思いますので、それはいろいろと参考にさせていただきたいと思えます。ありがとうございます。

【齋藤委員】 有効性の評価の仕方の中に、社会・経済への波及効果が期待できる場合は積極的に評価するということで、もう少し説明しておいた方が良かったと思うことがあれば教えていただきたいです。コストの低いエネルギーを供給するのは、その社会にとって非常に効果があるのは私も理解でき、特に途上国でエネルギーにアクセスできるということは非常に重要なことだと思いますが、それ以外のところで社会・経済への波及効果として、この事業が実用化するとこういう良いことがあるという、特に良い例があれば教えていただければと思います。

【名久井主査】 社会に与えるインパクトで言いますと、水素というのは一つのキーワードになってくるのかなと思います。先ほどの CO2 の話にもなるのですが、今回の低品位炭の利用の中でも、取扱いが難しい低品位炭を取り扱いしやすくしたという、褐炭を改質したとか、水分をとってカロリーを上げて付加価値を上げているというものは、エネルギーセキュリティ上は、使えない資源を使えるようになるので良いのですが、ただそれだけでしかない。

更にもっと、特にガス化すると低炭素燃料にもなりますし、エネルギーセキュリティ以外にも CO2 の削減につながる。今回はそれを目的にはしていないのですが、結果的に CO2 の排出の削減にもつながるような技術は、普及した時にはエネルギーセキュリティ以外の効果が認められるのではないかと思います。

【田中部長】 このプロジェクトの中で、今後を考えた時に結構有望なところという意味で補足したい。今、名久井の方からも水素という話がありましたが、35 ページにある豪州水素というのは、このプロジェクト自体は褐炭を使って水素を出す話で、ここでつくった水素を日本に持ってきて、それを使っていく。熱や電気に使っていこうという実証事業につながっているという意味で、今後非常に期待ができるのではないかと思います。

オーストラリアの方では水素ができるときに CO2 が出ますが、これは埋めることになっています。一応 CO2 フリーの水素というプロジェクトで、オーストラリアでも期待されているし、日本でも期待されていて、今回の調査がその後の実証にもつながっているということです。そういう意味では、これはまだ実証をやっている段階ですが、今後考えていくと非常にインパクトがある事業ではないかという感じがします。

あともう一つ、36 ページに、これも次につながっているという意味では、B-1 の赤いところで書いてあるバイオマスの利用拡大の研究にも、このプロジェクトはつながっています。このバイオマスというところは、ある意味 CO2 の観点から言うと、減っていくということになるので、バイオマスの利用拡大が今後進んでいけば、CO2 の観点からも効果も大きいし、世の中に普及する可能性も非常に大きい。こういったところにつながっていることが、今回のプロジェクトが今後につながっていくという点では、ポジティブな点ではないかなと思っています。

【石渡職員】 先ほど次世代火力の高効率の方のロードマップに、低品位炭に関する記載があると申し上げましたが、ロードマップの方に低品位炭に関する記載はございませんでした。ですので、本日の資料の 4 ページにあるように、「長期エネルギー需給見通し」や「今後の石炭政策の在り方について」に記載があるのみで、どの技術をいつまでにという具体的なロードマップについては現段階では作成していません。訂正させていただきます。

【植山専門職】 先ほど山下委員からの御質問の応募件数とか、具体的な企業名や案件の内容などは出せないのですが、件数ぐらいは出せるかと思しますので、後日、質問票に対する御回答という形で御回答してよろしいでしょうか。

【山下委員】 それで構いません。

7. まとめ・講評

【植山専門職】 先ほどの質疑の中でオブザーバーから補足説明があるということで、分科会長了承の下、オブザーバーから御発言お願いいたします。

【猿橋課長補佐】 経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部石炭課の猿橋と申します。先ほど低品位炭のロードマップのようなものはないかという御質問がございまして、実際ロードマップは今のところございません。

ただ、我々は昨年の秋ごろから石炭マーケット研究会を、内部ではございますが、企業の方々、学術系の方々に御参加いただき、数回行いました。その中で、やはり石炭調達の柔軟性の確保は重要ではないかということがありました。先ほどの低品位炭のメリットというのは、やはり埋蔵量が豊富なので長期安定供給が可能とか、露天掘りなので生産コストが安いということは、石炭購入価格が安い、あとはガス化に向いているのではないかというメリットの議論があり、低品位炭導入を妨げる要因が幾つかあるので、それを解決していきましょうという議論がございました。

中では、技術導入による使用炭種も議論されましたので、そういうところで、我々石炭課として今後の対応ということで、使用可能炭種拡大のための技術開発の拡充が必要ということ、ただいま検討しています。ですので、今幾つかの会社さんに「低品位炭を利用されるに当たり、技術課題はまだありますか」という質問をしたりして、議論を始めているところです。

我々としてロードマップの形をつくるかは難しいところですが、石炭課としてきちんと検討課題に挙げられていることを上げさせていただきたいと思えます。ありがとうございました。

【山下委員】 今回「ビジネスモデル」というキーワードが出てきたと思いますが、その中で NEDO さんが製品価格をしっかりと設定されて、それを出したことで、各事業者もコスト削減のために何らかの技術的なブレークスルーをしなければいけないということで、コストをただ下げるだけでなく、技術的なブレークスルーもそれで進んだというところについて、非常に積極的に評価させていただきたいと思えます。

ただ、少し残念だったのは、先ほど申し上げたような、もう一步踏み込んだ感度解析とか、もう少し

踏み込んで言いますと、例えばベンチャー企業を立ち上げるような観点で、本当に事業として成立するかといった突っ込んだ関わりまでであっても良かったのかなとも思います。少しやり過ぎかもしれませんが。単純に技術開発をするだけではなく、そういった実用化を目指した技術開発の観点で、ビジネスモデルを強く意識されたことは、今回のプロジェクトで非常に革新的だったところではないかなと思います。

それで、幾つかプロセスを選択されていますが、その中で最終的なコスト構造までしっかり出されているところを見ますと、事業者さんの中にユーザーさんもしっかり入っているところが、一つうまくいっている要因になっているのではないかなと思います。使う方が「こういうコストじゃないと使わない」ということを言っていたきながら、どのぐらいの規模感とか、そのへんをつくる側にも、同じ事業者の中でしっかり伝えて一緒にやっている姿は、今後の採択されるときの一つの基準になるのではないかなと思います。

バリューチェーンという観点で申し上げますと、原料もそれに入ってくれば、更に良いと思います。それから、今回はインフラ輸出の観点で、海外での事業も考えると、海外側のユーザーがカウンターパートに入っていると、更に現実味が増してくるのかなと。例えば先ほどのCWMのPLNの購入基準がしっかりあって、それをクリアするための技術開発をしっかりやっていくというところできてくると、非常にかっちりとした形で進んでいくのではないかなと思います。

今回の取り組みを是非次にも生かしていただいて、実用化に向けた技術開発がどんどん進んでいくことを期待したいと思います。以上です。

【齋藤委員】 私も、山下委員がおっしゃったように、ビジネスモデルを当初から念頭に置かれて、NEDOさんの方で価格目標を設定して進めたということの意義は、非常に大きいと感じています。

ただ一方で、どんなに良い技術でも商用化して、市場で普及していくことのハードルの高さは、私よりも皆さまの方がよく御存じかと思いますが、とても難しい、どこにリスクがあるかが非常に分かりにくい。思いもよらないところがあったり、ハードルを越えるのが非常に大変だということがあるのかと思うので、そこをどうやって乗り越えていくかという議論が今後必要になってくるのかなと思いました。

ですので、先ほど分科会長からもお話があったのですが、オープンなディスカッションがこれから非常に重要になってくるのかと思います。特にこの事業は日本の名だたる企業さんが参加されているので、秘密保持などの観点もあるのかもしれないですが、その中で皆さんのアイデアを寄せ合って、日本の産業競争力向上やイノベーションというところにつなげていけると良いと感じたのが1点です。

もう一つが、やはりCO₂の排出削減が非常に重要で、今回目標は設けていなかったという御説明を頂き、事業者の方で主体的にそういった低CO₂排出につながるような技術を進めていかれたということでしたが、今後NEDOさんの方でも、その目標はどの事業にでも立てていかれた方が良いのではないかなと感じました。

これからCO₂が多く排出されている製品はどんどん買われなくなっていく時代になってくるので、LCA的な評価が、買うか買わないかの判断基準になっていくと思います。そういった排出量評価を事業の中で行い、排出削減コストを内部化していく。例えばCCSを行った場合にこれだけコストが上がるとか、あるいは炭素価格、炭素税などを乗せてみるといったような内部化をして、競合の製品と比較していくといったスタディも必要になってくるのかと感じました。

【神原分科会長代理】 山下委員、齋藤委員のお話そのものを私もそう思いました。先ほども質問の中で言ったのですが、この低品位炭拡大をどのように進めていくのか、未来像がNEDOの方から最後に示せれば、もっと良かったかなと思います。情勢も非常に変わりやすいので難しいとは思いますが、今後そういったところでNEDOのリーダーシップを発揮していただきたいと思います。

採択されたテーマを見ると、我々は学術的な目で見たいので、個々のものをもっと評価したかったと

ころ、今日は事後評価ということでそれはいいのですが、あえて見ると、国内での低品位炭利用だけではなく、海外で液体燃料、水素に変えて、これは川重です。IHIは多分意識はしていないけど、例えばこれはアンモニアに変えて、水素キャリアとして持ってくることも考えられる。わざわざ日本に無理やり持ってくることを考えないテーマも入っていて、後付けかもしれませんが、バランスの良いテーマ選定だったのではないかな。

あとは短期、中期、長期ぐらいのばらけたタイムスケールのテーマがあって、それがもっとはっきりしていれば良かったのですが、私の個人的な感じで見ると、非常にバラけて網羅されていたと思います。以上です。

【成瀬分科会長】 今日時間軸をかなり強く意識して、いろいろなお話をさせていただきました。「商用化」と「持続性」という二つのキーワードで少しコメントしたいと思います。

これは、実は先般の評価委員会でもお話したことなので、重複するかもしれませんが。名古屋大学の未来研には天野先生が隣にお見えになるのですが、ガリウムナイトライドの開発で天野先生がいつもおっしゃるのは、「デスバレーを乗り越えた」「死の谷を乗り越えた」と。いろいろな技術があって、全部死の谷で落ちて実用化しない、そんな技術がいっぱいある。天野先生いわく、それを乗り越えられたのは、いろいろな支援、豊田合成も国も含めて。低品位炭もここで終わりではなく、もう一歩何か違う仕組み、NEDOができること、できないことがあると思うのですが、そんな仕組みがあるべきという印象を持ちました。もちろん100の技術が全て商用化するとは思いませんが、やはり何とか考えて、努力をするということが大事だろうと。

もう一つ、私は余りSDGsという言葉は好きではないのですが、持続性を担保できるような技術にしないといけない。何となく微分を考えて、効率がめちゃくちゃ良いと、チャンピオンができましたということいろいろな評価をされてしまうのですが、ではそれを20年使えるのか。そういうこともきちっと、積分での評価というのも大事だなと。今回十数件のいろいろな技術があり、それぞれ個性があって、良いこともあるのですが、そういう観点で見たときにどうなのかも、これから商用化も含めた場合に重要だと感じました。

【田中部長】 NEDO環境部の田中です。今日は本当にお忙しいところお集まりいただき、このプロジェクトについて、非常にいろいろな観点からコメントを頂き本当にありがとうございました。このプロジェクト自体はもう終わっていて、事後評価ということになります。できることという意味では、ここで今日頂いたいろいろなコメントなども踏まえて、今後のNEDOとしてのプロジェクトのマネジメントといったところに活用していくことが求められているのかなと思います。今日頂いたコメントも踏まえ、今後いろいろなところで対応を検討したいと思います。

正直、我々も、NEDOの役割とは何なのだろうということで、いつも悩むところですが、やはりいろいろな環境エネルギーの課題を解決するための技術開発をしているということですが、やはり実用化し、世の中で社会実装されないと意味がないということになります。最後に分科会長からも、死の谷をどうやって乗り越えるかということがありましたが、我々の求められていることは、いかに一つでも多く実用化し、死の谷を乗り越えるような技術をつくっていくのが大事かと思っています。それに向けてしっかり今後もやっていきたいと思っています。

このプロジェクト自体は終わったと申し上げましたが、最後のA、B、CのCは2分の1補助金なので、かなり社会実装に近い部分です。こういったところを中心に、私も補足しましたが、今動いているプロジェクトにつながっているものもありますので、こういったところのフォローアップをしっかりやっていきたいと思っています。

時間軸を意識すべきではないかとか、CO2の観点が大事ではないかという話、また情報交換も大事ではないかという、いろいろな御指摘を頂きました。もちろんいずれもごもっともと思っています。それ

はNEDOのプロジェクトのマネジメントの中で生かしていくことができる御指摘なのではないかと思
いますので、今日頂いた御指摘も踏まえながら、今後のプロジェクトの良いマネジメント、また今後の
社会実装になるべく多くつなげるという目標につなげるように、NEDOとしても努力していきたいと思
っています。本日は本当にお忙しいところ、ありがとうございました。

8. 今後の予定
9. 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 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料3-1 NEDOにおける制度評価・事業評価について
- 資料3-2 評価項目・評価基準
- 資料3-3 評点法の実施について
- 資料3-4 評価コメント及び評点票
- 資料3-5 評価報告書の構成について
- 資料4 事業の概要説明資料
- 資料5 事業原簿
- 資料6 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。

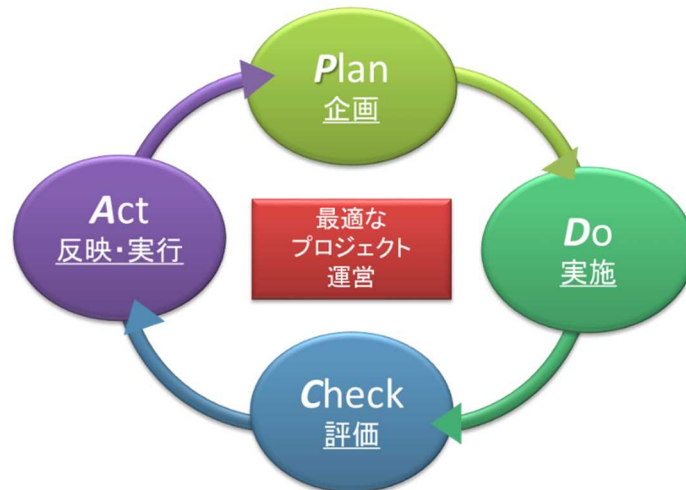


図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

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。

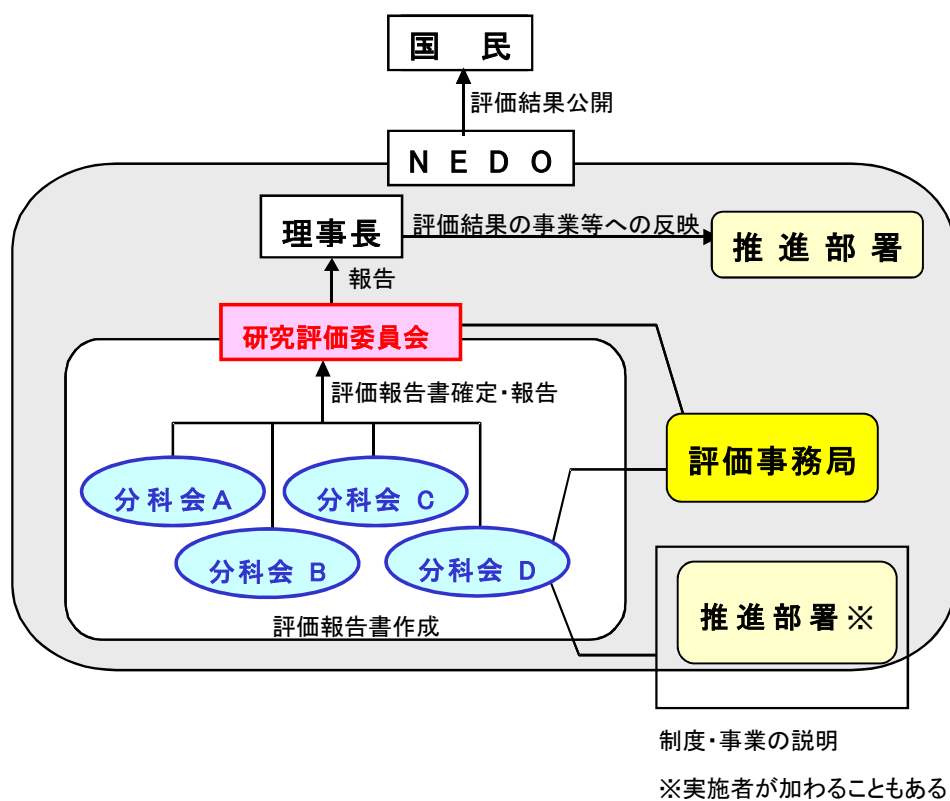


図 2 評価の実施体制

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／①低品位炭利用促進事業」 の事後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であったか。
 - ・ 政策、市場動向等の観点から「事業」の必要性は明らかであったか。
 - ・ NEDOが「事業」を実施する必要性は明らかであったか。
 - ・ 「事業」の目的は妥当であったか。
 - ・ 「事業」の目標は妥当であったか。

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」の実施計画は妥当であったか。
 - ・ 「事業」の実施体制は妥当であったか。
 - ・ 「事業」の実施方法は妥当かつ効率的であったか。
※ 案件ごとのNEDOの運営・管理は妥当であったかの視点を含む。
 - ・ 「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）
 - ・ 最終目標を達成したか。
 - ・ 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。

平成30年11月

NEDO 評価部

部長 保坂 尚子

主幹 上坂 真

担当 植山 正基

* 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。

(http://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 044-520-5161 FAX 044-520-5162