

**研究評価委員会**  
「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/  
石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」(中間評価)分科会  
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2020年7月14日(火) 14:00~17:42

場 所 : NEDO川崎 2301~2303会議室(オンラインあり)

**出席者(敬称略、順不同)**

<分科会委員>

分科会長	清水 忠明	新潟大学 工学部 工学科 化学システム工学プログラム 教授
分科会長代理	中澤 治久	一般社団法人 火力原子力発電技術協会 専務理事
委員	倉本 浩司	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門 エネルギー変換プロセスグループ グループ長(リモート参加)
委員	咲間 修平	ENEOS株式会社 中央技術研究所 ソリューションセンター 解析グループ グループマネージャー(リモート参加)
委員	関根 泰	早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 応用化学 教授(リモート参加)
委員	西村 邦幸	株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー事業本部 主席研究部長
委員	義家 亮	名古屋大学 大学院工学研究科 機械システム工学専攻 准教授(リモート参加)

<推進部署>

田中 秀明	NEDO 環境部 部長
高橋 洋一(PM)	NEDO 環境部 主査
在間 信之	NEDO 環境部 統括調査員
牛嶋 隆士	NEDO 環境部 主査

<実施者>

木田 一哉(PL)	大崎クールジェン株式会社 社長
三沢 信博	大崎クールジェン株式会社 技術部 部長
中田 博之	大崎クールジェン株式会社 総務企画部 研究企画グループ マネージャー
歌野 雅一	大崎クールジェン株式会社 技術部技術グループ マネージャー
飯田 浩道	電源開発株式会社 火力建設部 部長
大亀 博史	大崎クールジェン株式会社 技術部保守グループ マネージャー
芳賀 剛	大崎クールジェン株式会社 技術部建設グループ マネージャー
富田 和男	三菱日立パワーシステムズ株式会社 新事業ビジネスユニット 燃料電池事業室 開発G グループ長
佐々木 崇	株式会社日立製作所 研究開発グループ 制御イノベーションセンタ 産業システム制御 研究部(リモート参加)

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部 部長
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査
川井 佳子	NEDO 評価部 主査

## 議事次第

(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. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - 5.1 b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
  - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1 酸素吹 IGCC 実証
  - 6.2 CO<sub>2</sub> 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証
    - a) CO<sub>2</sub> 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証
    - b) 低温作動型サワーシフト触媒実証研究
  - 6.3 CO<sub>2</sub> 分離・回収型 IGFC 実証
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

## 議事内容

(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 に基づき事務局より説明があった。
  - ・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、既に資料2 及び3 に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。議題6.「プロジェクトの詳細説明」、議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。
4. 評価の実施方法について

評価事務局より、既に資料4-1~4-5 に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済み

であるとの説明があった。

## 5. プロジェクトの概要説明

### 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

### 5.1 b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

評価事務局より、既に資料5に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。

推進部署より補足説明があり、実施済みの事前説明と併せて、その内容について質疑応答が行われた。

**【川井主査】** 5.1a およびbのプレゼンテーション資料は事前に郵送し、スライドショーもメール送付をさせていただきます。また事前に質疑応答もさせていただきますが、さらに当分科会にて質疑応答をいただければと思います。

**【清水分科会長】** それでは質疑応答の前に、推進部署から補足説明がありましたらお願いします。

**【高橋主査】** 質疑応答の前に、今回、公開資料については事前にプレゼンテーション資料を送付しておりますが、少しお時間いただきまして補足をさせていただきます。

この事業は2016年から始まっていますが、最近、火力発電、特に石炭を取り巻く状況が非常に大きく変化しています。これはプレゼンテーション資料にも記載しましたし、事前レクでも皆さまにお話ししたところです。これに対して、NEDOとしても適切に対応していく必要があるということには、責任を感じています。プレゼンテーション資料の提出後、この7月に大きな動きがいくつかございましたので、それについて私の知っている範囲で簡単に補足をさせていただきます。資料を用意しておりませんので、口頭での説明とさせていただきます。

やはり一番大きな話は、センセーショナルな報道になりましたが、7月3日に梶山経産大臣が記者会見で発言された件についてであり、非効率の火力発電をフェードアウトしていくと大々的に報道されました。これにつきましては、既に2018年に策定されたエネルギー基本計画の中で、石炭火力については、高効率化、次世代化を推進するとともに、よりクリーンなガス利用へのシフトと非効率石炭のフェードアウトに取り組むとされていますし、また、規制的措施の実効性を高めるために、非効率な石炭火力に対する、新設を制限することを含めたフェードアウトを促す仕組み等を作っていくとされています。われわれとしては、2年たって、ようやく具体化が始まったという感じで捉えています。

具体的に大臣が指示されたのは、2030年度に向けた非効率石炭火力のフェードアウトを確かなものにするための新たな規制的措施の導入、もう一つが、非効率石炭の早期退出を誘導するための仕組みの創設、最後に、非効率な火力電源を抑制しつつ、再エネ導入を加速化するような基幹送電線の利用ルールの抜本見直し、この三つについて、地域の実態等も踏まえつつ、早期に検討を進めるべきというところでは。

これを受けて、まさに昨日の話ですが、経産省で第26回電力・ガス基本政策小委員会が開催されています。こちらでは、大臣発言を受けて基本的な考え方を整理し、検討の方向性、論点について議論をして、合意が得られたということです。今後、先ほど申し上げた三つの観点に沿って適切な場において具体的な規制や取り組みについて議論することが決まったという状況です。われわれとしても、この議論の行方は引き続きウォッチしていく必要があると考えています。

もう一点は、7月9日の政府の経協インフラ戦略会議で、今後のインフラ海外展開に関する新戦略の骨子が定められています。この中で、いろいろなインフラ輸出に関して戦略が定められていますが、その中の『環境性能の高いインフラの推進』からいくつか抜粋します。まず、「脱炭素移行政策誘導型のインフラ輸出支援」を推進するというのが基本方針となります。これに対して石炭火力は、相手国が我が国の脱炭素に向けた方針を理解しており、かつ相手国から我が国の高効率石炭火力発電

へ要請があった場合、相手国側の状況も踏まえ、OECDのルールも踏まえつつ相手国のエネルギー政策、気候変動対策と整合するような形で、超々臨界、USC以上であって、わが国の最先端技術を活用した環境性能はトップクラスのもの導入を支援するとされています。具体的には、発電端のHHV（高位発熱量基準）と聞いていますが、発電効率で43パーセント以上のUSC（超々臨界圧火力発電）、もしくはIGCC（石炭ガス化複合発電）といった技術については輸出を促進していくと明記されています。

さらに混焼技術やCCUS（二酸化炭素回収・利用・貯蔵）、カーボンリサイクル等によって、発電電力当たりのCO2排出量がIGCC並みとなるものについても、導入を支援していくとなっています。

正直言いまして、これらの動きはこの1~2週間のことなので、今日ご評価いただくわれわれの事業にどう影響するかというのは、まだ分からないところがあります。少なくともこういった非効率石炭火力をフェードアウトしていくという動きの中で、われわれの行っているIGCC、IGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）のような高効率技術は、まだまだ重要な取り組みと位置付けられるのではないかと考えています。こういった状況下において、もちろん政策の動きは適宜ウォッチしながら、経済産業省と連携を密にして進めていきますが、われわれはきっちりこの仕事を仕上げて成果を出し、その成果を内外にアピールしていくという点において、むしろわれわれの責任は深まってきているのではないかと考えています。こういったところを踏まえて、今日は事業の進捗について質疑をお受けするわけですが、このような政情変化も踏まえ、この事業がどうあるべきかという観点からもご議論いただけたらと考えています。私からの補足説明は以上です。

## 5.2 質疑応答

【清水分科会長】 ありがとうございます。それでは今の補足説明や事前にやりとりした質疑応答も踏まえ、ご意見、ご質問等、委員の皆さまからお願いします。委員の皆さまの中で、今まで質問を出されて、その後、回答もありましたが、これに関する質問等はございますか。

【清水分科会長】 私も新聞報道を見た限りですが、この1週間ぐらいの動向で、やはり高効率火力発電の必要性は従来どおりに推進をするというのが政府の方針と考えてよろしいでしょうか。特にIGCCを含めて、CO2回収を付けたもの、あるいは将来IGFCによるさらなる高効率を図る。これについては従来どおりまだ推進をするというのが政府の方針であると理解してよろしいでしょうか。

【高橋主査】 私の立場からは非常に答えにくい質問ですが、政府の話なので、われわれもその辺りが非常に気になっています。今の文脈から想像するしかありませんが、高効率発電自体がなくなるという話ではなく、非効率発電はやめていくとなると、高効率発電へのシフトはある程度進んでいくだろうと考えています。その中で、まずUSCが第一候補になるのでしょうか、IGCC、IGFCは日本が先行して開発している技術なので、こういった技術を持っていることをアピールしていくのが、日本全体のプレゼンスを高めることになるのではないかと考えています。政策面でどのような影響があるのかについては、今後の政府側の動きを引き続きウォッチして、適切に対応したいと考えています。

【清水分科会長】 私も新聞を読んだだけですが、やはりUSC以上であれば、この後もまだ使い続けるという文脈で書かれていたようなので、それよりも高い発電効率を目指すという方針は変わらないと読み取れました。皆さんも大体そのようなお考えでいらっしゃるのでしょうか。今回のIGCCもそうですが、やはりUSCを超えたものであれば、この先も維持可能と考えてよろしいですか。

【田中部長】 われわれも大臣の記者会見の結果を含め、ホームページで公表されている情報から判断するしかないのですが、高効率のものについては引き続き研究開発を進めて、将来、事業化に取り組むという方針だと理解しております。さらに大崎クールジェンのプロジェクトは分離回収も含まれていますので、CO2の有効利用、事業の名前にも入っているカーボンリサイクルの重要性については、今回の一連の報道や動きの中でも引き続き大事だと認識されていると理解しています。高効率のものは引

き続き大事だという観点と、分離回収してカーボンリサイクルを進めていくという観点、その二つは少なくとも経産省、政府も変わらずに進めていくと思っています。そういった意味でこのプロジェクト自体の重要性は変わらないと考えています。

【富永課長補佐】 資源エネルギー庁の富永です。田中部長からご発言いただいたとおりで、高効率石炭火力発電の必要性、IGFC 技術開発の重要性が変わるものではないとご理解いただければと思います。

【西村委員】 石炭火力全般について言えば、もちろん高効率の石炭火力という意味ですが、やはり日本のエネルギーセキュリティーを考えれば非常に重要です。ヨーロッパを中心に日本の石炭火力廃止への圧力はあります。しかしながら、ガスも安いというヨーロッパの事情と日本は異なることから国際的には理解されにくいところはあると思いますが、エネルギーセキュリティー上、日本にはこのような高効率の石炭火力が大切だと考えています。逆に、だからこそ、このような日本の状況を日本国内に対しても海外に対してもきちんと説明していくことが重要だと思います。

もう一つ、事前質問の内容にも絡みますが、スケールアップ効果については、私が知っている範囲では基本的にスケールが 2 倍になればコストはその 0.6 乗になるのが通例と考えていたところ、0.5 乗ぐらいになっていました。全体的に一律にスケールアップ効果を適用したのではなく、個別の機器ごとにコストを算出したというお答えをいただきましたが、個別では 0.5 乗が成立するものであっても、それらを総合的に組み立てるときには必ずしもそうではないという可能性も出てくると思います。その点にも留意して今後もコストの積み上げをしっかりとやっていただければと思います。日本にとってエネルギーセキュリティーが大事だといっても、やはりコストが既存の石炭火力と同様に安いのだという説明をしていかないと合意も得られにくいので、そういったことをしっかりお願いしたいと考えています。

【清水分科会長】 ありがとうございます。今のコストの観点については、非公開セッションでの議論になると思います。コストの積み上げに関しては、国民に対する説明をしっかりとすべきというご意見でよろしいでしょうか。

【西村委員】 結構です。

【義家委員】 石炭が、長い目で見て少しずつフェードアウトしていくのは、どうしようもない流れだと思います。その中で、あと何年これをつないでいくかという、残りの数え方になってくるだろうと思います。そういった場合に、例えば 2050 年、2060 年頃に役目を終える高効率な発電プラントを、今、世に出すということが目的だとすれば、もういろいろな技術開発を待っている暇もなく、例えば USC が作れないような国であれば、IGCC を一つのパッケージとして世に出していくことも重要になるわけです。そうすると、今回のプロジェクトの中で、第 1 段階というのは、実は結構、重要になってきたのではないのでしょうか。要するに、第 3 段階までいって、全部で考えて、最後の答えではいどうぞではなくて、第 1 段階の一つの答えが、今すぐ世に問い掛けていくような一つの成果になっていくのではないかと考えています。

【三沢部長】 今のご質問は、恐らく開発成果の位置付け、商用化への流れがどうなるかということだと思います。われわれ、第 1 段階で、目標にも掲げておりますいくつかの項目を全て達成しています。運用性、信頼性、経済性についても同様で、その段階で商用機に向けて、100 パーセントとは言えませんが、ある程度十分な成果を得られたと考えています。それをもとに商用機の検討に入る段階に移ることができていると考えています。実際の取り組み状況については、OCG（大崎クールジェン株式会社）の両親会社、両出資者のほうで検討していますので、非公開セッションのときに回答いただきたいと思います。繰り返しますが、OCG は、第 1 段階では IGCC として商用化に向けた非常に重要な成果を得られたと考えています。

【清水分科会長】 他の委員の皆さまから、質問、ご意見はございますか。今の義家委員からは、第 1 段階のかなりの成果が出て、既に商用化できるのではないかとということで、そうしますと、もし作るとしたら後何年ぐらいでできるかという話にもなるかと思いますが、3,000 トン/日級の商用機になりますと、大体どれぐらいの時間というタイムスパンになるのでしょうか。

【三沢部長】 まだ検討中ですが、一般的にアセスメントや設計の手順といった火力発電の建設に伴うプロセスを考えると、商用化の時期としては、大体 2020 年代の終わりぐらいに一つの可能性があるのではないかと思います。

【清水分科会長】 以前の計画から少し増えたところとして、二酸化炭素の、分離した後の高純度化による他用途への利用が、今回、新たに加わりました。そのためのプロセスとして、石炭ガス化プロセスから出てくる二酸化炭素を使うということで、今までは他の、例えばアンモニア合成から出てきた二酸化炭素を使っていました。やはりどう違うのかを、国民の皆さまに説明していただきたいと思っています。同じ二酸化炭素なのに、なぜここで改めてプロセスを検討する必要があるのか。その必要性についてご説明いただけますか。

【高橋主査】 本事業では、もともと分離・回収した CO<sub>2</sub> は使わずに廃棄する予定でした。一方、NEDO としては、この事業外ではありますが、出てきた CO<sub>2</sub> を貯留する、あるいは利用するという技術開発を、今、活発に行っています。本事業についても、そういった技術と、やはり何らかの形でつなげていく必要があると考えています。ただ、例えば貯留、利用はまだ研究ベースなので、こういった助成事業と直接絡めるのはなかなか難しく、ある程度、線を引かなくてはなりません。その中で、CCUS を実現するためには、やはり CO<sub>2</sub> をどうやって輸送するかが大事になります。今回、得られた CO<sub>2</sub> を液化するプロセス開発を事業として加えました。液化すること自体は非常に一般的な技術ですが、本事業で事視している高压の IGCC に高压に向いている物理吸収の CO<sub>2</sub> 分離回収を組み合わせたシステムについては、CO<sub>2</sub> 純度を上げる際に液化プロセスと組み合わせることでトータルでエネルギーコストが下げられるのではないかと、つまり、今の IGCC プラス物理吸収 CO<sub>2</sub> 分離回収プラス液炭というのは、輸送を考えた時に開発要素があると判断し、この事業の中でシームレスに行ったほうが、効率がいいだろうということで、この項目を加えたという事情があります。

(非公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

省略

## 7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

## 8. まとめ・講評

【清水分科会長】 それでは公開セッション議題 8、まとめ、講評です。義家委員から始めて、最後に私という順序で講評をいたします。

【義家委員】 脱炭素の要求は年々高まっていて、われわれ研究者や開発者が、当初、想定していたよりも、石炭火力の使命を果たす期間はどんどん短くなっていると思います。そういう中で、IGFC・CCS というこのプロジェクトの最終目標に向けて、全成果を集約していくような時間的な余裕はなく、もったいないと思います。特に CCS (二酸化炭素回収・貯留) や CCUS の辺りの時間スケールはまだはっきりしない以上、やはり IGCC、IGCC・CCS、IGFC、IGFC・CCS という各段階で、リアリティーを持った形で世の中に提供していくべきだろうと思います。最初にも言ったとおり、第 1 段階の成果は重要だし、そこは丁寧に説明していいと思います。ただ、そこで環境性能の評価等とつじつまが合わないようなことは避けていただきたい。第 1 段階で完了したことが、第 2、第 3 の中でまた振り出しに戻らないように、一つ一つ丁寧に結び付けて、つじつまの合わないことがないようにしていただきたいと思います。

【西村委員】 いろいろ困難なことはあったと思いますが、事業そのものは順調に進んでいるという認識を持ちました。ただ、石炭火力を取り囲む状況は、本事業が始まったときとは大幅に変わったことを認識しなければいけないと思います。いくら日本がエネルギーセキュリティに脆弱であっても、それだけでIGCCを導入するという正当性は証明できないと考えています。これをクリアするためには、IGCCの経済合理性が担保されていることが必須です。例えば40年間にわたるメンテナンス費用の推定も含め、今回の事業で得られた知見を用いて、商業機についての経済性検討の精緻化、ブラッシュアップといったところに期待しています。また、そういった検討については、対外的に信頼性を持って説明できるようなものにしていただければと考えています。

【関根委員】 今日のお話を伺って一番感銘を受けたのは、酸素吹だと負荷変動に追従できるというお話、これは素晴らしいと思いました。空気吹だとそうはいかないというところで、酸素吹がしわ取りに対応できるというのはすごいことだと感じました。そういう点で、IGCCを石炭火力として考えたときは、非常にハイスペックな、高価な高級品というイメージです。ブランドバッグのように、なかなか普及しないけれどもすごいというイメージなのですが、大崎クールジェンは、これからカーボンリサイクルのショーケースになっていくということも期待されています。その辺も含め、日本の総力を挙げて、石炭から、負荷変動可能な石炭の酸素吹のIGCC、さらにそこからカーボンリサイクルのショーケースにつながっていくところを見せられると素晴らしいと思いました。

【咲間委員】 技術的には素晴らしいと思いましたが、今後、ますます不確実性が増していく世の中に対して、経済性評価の部分で一ケースだけで試算されている点に気掛かりなところがありました。足元でもかなり周りの状況が変わってきている、ある意味面白い分野だと思いますので、外部環境の変化に合わせて感応度分析をいろいろなシナリオで想定して行い、ストーリーをたくさん作る、出口がたくさんあって、魅力的な技術だとアピールするためには、さまざまな感応度分析がコマーシャルとして必要ではないかというイメージを持ちました。非常に面白い技術だと思いますので、引き続き頑張ってくださいと思います。

【倉本委員】 改めてIGCC、EAGLEプロジェクトから考えても、とても時間が流れているのですが、確実に前に進んでいることは間違いない、日本の技術力は大変素晴らしいと思っています。IGCC、CO<sub>2</sub>回収付き、IGFCとレベルがあるわけですが、理想的なプロセス像と現状の乖離の部分をもう少ししっかり明示しながら進めていかないと、どの部分の、どの問題を、どう取り組んでいるのかが見えにくいと思いました。例えばIGFCの燃料電池については、ガス化で出てくるガスの量に対して、まだ対応できる量が非常にすごく少ないのだらうと思っています。それをどこに落とし込んでいくのかを明示した上で、乖離がどのぐらいあるのかも明示しながら進めていけるといいと思いました。それから回収したCO<sub>2</sub>の話ですが、例えば燃料にするとか、ケミカルにするとすると、結局、どうしても水素が出てくることになります。そうすると、水素をどこから持ってくるのか、またこの問題にたどり着くわけです。先ほど、このIGFCをどこに置くのかという議論が出たと思いますが、そこと絡んでくるので、やはり皆で知恵を出していかなければなりません。CO<sub>2</sub>を運ぶのか、水素を運ぶのか、プラントがそこに寄り添っていくのかという非常に難しい問題が残っていると思います。海外に出てきてもらうのかも含めて、答えのない答えを求めていかなければならないので、忍耐強く皆で考えていかなければいけないと思います。

個人的にはやはり非常にハイスペックだと思っています。そこからくるコストの増加の部分はどう埋めていくかが、先ほどの現状と全体の乖離の埋め方にも関わってくると思います。このハイスペックに見えるものが、だんだんハイスペックではなくなる、そういうSOFCの使いこなしを進めていく必要があります。そのためには経験値を積み重ねていくということだと思いますので、やはり忍耐強く進めていかなければならないと思っています。

【中澤分科会長代理】 このプロジェクトの成果は、直近でも既に大幅なCO<sub>2</sub>削減につながる技術も入っていますし、遠い将来になりますが、CO<sub>2</sub>を全量使うことができれば、石炭火力でありながらカーボンフリーと言えるようなことにもなると思います。その辺は、やはり時間軸をよく考えながら進めてい

かなければいけないと思います。カーボンフリーにするためには、当然いろいろな課題がありますが、再エネの方にも、水素をどこから持ってくるのか、完全にカーボンフリーな電気はどこから作るのか等の課題が沢山あるので、どちらが早く実用化できるのかという時間軸での競争だと思えます。本事業は、コストから言っても、技術から言っても、ある程度は見えてきていますので、そこは諦めずに進めるべきだと思います。現実として出ている成果と、今後はこうなるのではないかという想定の数値が、説明の中で混ざってしまっていました。ぜひそこは整理して、国民にも説明して、日本石炭技術はいけるのではないかと思わせないと、石炭排除だという話になってしまいますので、そこはぜひ頑張ってくださいと思います。

最後に、やはりこれは今まで以上に社会実装を期待されていると思います。そうなりますと、今回、試験の中で行っていただきますが、運用性とか信頼性といった、スペックではない現実的な部分のノウハウが非常に生きてくると思いますので、今後の試運転の中でもそういうノウハウは大切にしていっていただければと思います。ぜひ頑張ってくださいと思います。

**【清水分科会長】** 社会的背景がかなり変わって、この1週間でも相当に変わりましたが、日本のエネルギーセキュリティー、どこから燃料を持ってくるか、どういう燃料を持ってくるか、これは相変わらず残っている課題です。その中においても、先週来、石炭火力を止めるなどというニュースが出ているように、高効率の石炭火力はまだ必要とされるというのは論をまたないところです。ただし、やはり一般社会に対する説明という形で、どのようなメリットがあるか。あるいは競合する技術、例えば二酸化炭素分離ですと、純酸素で燃やしてCO<sub>2</sub>だけを取るという技術もあれば、バイオマスだったら非常に小さいといった中で、これの持つ位置付けを、社会に対してうまく説明していただきたいというのが一つあります。そのためには、他の技術との比較、強いところ、弱いところ、どういうシナリオで導入するか、そこを十分説明していただきたいと思います。

非常に良かったのは、ブラックアウトを想定して、出力0パーセントで動かして、しかもすぐに立ち上げできるような試験をした。これは北海道のあの事例を十分組み入れて、安定供給をするためにこれだけの運用試験をしている。これは非常に社会に対してアピールすべきことではないかと思えます。このように社会で起きたいろいろなトラブルを常に取り込んで、それに対する解を常に用意しておくという姿勢は、非常に高く評価されると思います。最終的にはいかにエネルギー効率を良くしていくかというのが、CO<sub>2</sub>問題の一つの解決でもありますので、それに加えてCO<sub>2</sub>も捕集できるという技術は今後も必要とされますし、日本だけがCO<sub>2</sub>を減らしても、世界のCO<sub>2</sub>問題ですから、世界に対してこれをいかに提供していくか。そのストーリー付け、適切な場所を見つける、そういう方向にも、今後、展開して行っていただきたいと思います。

**【川井主査】** ありがとうございます。それでは最後に推進部田中部長およびPLの木田様からひと言ございますか。

**【田中部長】** 今日は本当にお忙しいところ、委員におかれましてはいろいろな観点からご指摘いただきまして、誠にありがとうございました。また、ウェブ会議でやりにくかった点もあったと思いますが、ご理解いただければと思います。いろいろなご指摘をいただきました。最後に講評のコメントをいただきましたが、今はあくまでも中間評価という段階ですので、われわれとしてもいろいろなご指摘を踏まえ、今後、このプロジェクトの最終的な目的の達成に向けて、関係者の皆さまがたと一緒に取り組んでいきたいと思っています。

具体的にという意味では、まず社会実装をしなければいけないというご指摘があったと思います。それはそのとおりで、そのためにはコストを下げなければいけないということだと思いますし、負荷変動、柔軟性への対応等、世の中のいろいろなニーズも踏まえて進めていかなければいけない。さらに運用性とか信頼性といった泥臭いところも大事だというご指摘もございましたが、そういうところも含めて、今後さらなる実証を進め、ノウハウ等もためながら、より具体的に社会実装に向けて取り組んでいきたいと考えています。

また、時間軸的なご指摘もありました。確かに、今、まずできることとしては第1段階の成果もあ



ると思います。それが社会実装を早めに行うことができるのではないかとご指摘もありました。それはそのとおりだと思います。それに加えてもう少し先の長い、カーボンリサイクルや CO2 のキャプチャーのこと、さらにそれをショーケースで見せていく。大崎クールジェンの拠点化という話とどうつなげていくかといったところも非常に大事な点だと思っていますので、今後、関係者の皆さまがたとしつかり議論しながら進めていきたいと考えています。

あと、PR やいろいろな説明の仕方については、われわれとしても資料の作り方を含めて、やや分かりにくい点があったと思っています。今回はあくまでも中間評価ということですが、最終的にこれを世の中に見せていかなければならないということになると、当然、どういうふうに見せるのかという見せ方も非常に大事だと思っています。本日いろいろなご指摘をいただいていますので、誤解のないようにうまく見せていく工夫をしていきたいと考えています。

冒頭にご説明したように、石炭を巡る状況がいろいろ変わっているのも事実ですが、そういった中でもこのプロジェクトへの期待は引き続き高いと考えています。われわれとしても、今日いただいたご指摘を踏まえ、引き続きしっかり取り組んでいきたいと考えています。今日はどうもありがとうございました。

**【木田社長】** 本日は長時間にわたりありがとうございました。私どもの説明が至らぬ点、質問についても、若干、回答が保留になった部分もありましたが、最後のご講評をいろいろ伺って、実施者として確実に成果を出して、世の中にアピールしていかなければいけないという思いを非常に強くいたしました。実証試験は 2022 年度まで続きます。まずは安全第一に、確実に成果を出していくことを肝に銘じて、今後とも進めてまいりたいと思いますので、引き続きよろしく願いいたします。今日はどうもありがとうございました。

**【清水分科会長】** それでは、以上で議題 8 を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 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 研究評価委員会分科会における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 における研究評価について
- 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 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 資料 7 事業原簿（公開）
- 資料 8 評価スケジュール

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

資料番号 ・質問箇所	質問の内容	回答	委員氏名
事業原簿(公開版)1-5	「C02 回収率」と「C02 回収効率」があつて紛らわしいので、枠外に注釈を書くか、最初の用語説明にて区別をされたい。特に、公開資料においては、読者にわかりやすくすべきである。	プロジェクト用語集に追記させていただきます。 【参考】 C02 回収率：(分離回収されたC02 ガスのC 量／ガス化炉で生成された全石炭ガス化ガスのC 量) × 100 C02 回収効率：(分離回収されたC02 ガスのC 量／C02分離回収装置導入ガスのC 量) × 100	清水忠明
事業原簿(公開版)2-4、3-47 他	C02 液化プロセスをここで研究する必要性について。 1) 物理吸収法で得た C02 の特性は、他の化学吸収法で得たものと違うかどうか。 2) この物理吸収—C02 液化がつながっているシステムにおいて、どの操作を変えるとどのプラント変数が変わって、その結果エネルギー消費が増える・減るについてのストーリーが必要。(ある部分のエネルギー消費は増えるが、別のところで減るので、全体としてどうなるかは試験してみないとわからない、という研究の必然性の説明が必要) 3) 石炭 3000t/D の商用装置ができると C02 発	1) 化学吸収法はアミンとの化学反応によってC02 を分離するため、吸収液から放散されるC02の純度は99%程度になります。一方、物理吸収法の場合、吸収液にC02 を溶解させる際、他の成分も溶解することから、放散したC02 に不純物が含まれやすく、純度は化学吸収法に比べて若干低下します。 2) 本試験では、C02 分離回収設備の運転パラメータを変化させた場合、液化C02 を製造するためのエネルギー原単位がどのように変化するか把握する計画です。例えば、C02分離回収設備においてC02リサイクルガス圧縮機や真空ガス圧縮機の動力を低減させると、放散されるC02 ガス純度が低下するため、液化C02 設備で一定量の液化C02 を製造するために要する動力が増加することが想	清水忠明

	<p>生が大まかに言って 5000t/D くらいになると思われるので、需要からすると発生量はかなり多いと思われる。CCS 用のグレードのある程度低くてもよいと思われるものについての検討は予定されているか？（本研究の実験結果からの推定でも可と思われる）。</p>	<p>定されることから、これらの影響を把握する予定です。</p> <p>3) CCS 用として海洋汚染防止法において化学吸収法でのCO2 純度は99%以上が規定で決められていますので、物理吸収法を採用している本実証試験においても同等の純度が求められると想定して試験に取り組みます。</p> <p>また、実証試験においてパラメータ変化試験ではCO2純度が変化しますが、実ガス中のCO2 以外の物質についても把握します。今後CCS 用のグレードの低い検討がなされる場合は我々が得たデータを提供したいと考えております。</p>	
事業原簿(公開版)2-37	<p>委員リストの中に日立製作所の鈴木氏が入っているが、利害関係者として審議には加わっていないことを明示されたい。(資料公開時に、審議の公平性についての疑念を持たれないため)</p>	<p>2017 年12 月に総合科学技術・イノベーション会議(第34回)実施時、日立製作所鈴木氏は委員でございますが、本事業の利害関係者に該当するため、評価に係る審議には参加しておりません。その旨を事業原簿に追記します。</p>	清水忠明
事業原簿(公開版)p.2	<p>「不可変動率」→「負荷変動率」</p>	<p>訂正させていただきます。</p>	清水忠明
事業原簿(公開版)3-1	<p>「送電端出力 0MW での安定運転」の位置づけが一般にはわかりにくいのではないかと。例えば「アイドル状態」など一般的なイメージしやすい用語はないか。</p>	<p>火力発電で一般的に使われる用語である「所内単独運転相当」と記載し、合わせて用語集にも追加させていただきます。</p> <p><b>【参考】</b> 所内単独運転：送電線事故時に発電所を系統から</p>	清水忠明

		切り離し、発電所のポンプなど所内負荷だけを負荷として運転を継続する方法。目的として、送電線事故から回復後、ただちに系統に接続し送電できる状態にユニットを保つことにある。	
資料 5・P36	設計段階で、燃料電池セルの温度上昇が問題となっていたが、どのような対策を取ることになったのか。	第3 段階で設置する燃料電池システムは都市ガスを設計燃料として開発されたものであり、セル上でメタンの改質反応を行うように設計されているが、それに水素リッチガスを適用すると改質が生じないためセル温度が上昇します。そのため、燃料系統に設けている再循環流量を増加させ、セル入口の流量を増加することにより、温度上昇を抑えることを検討しております。	中澤治久
資料 5・P42	負荷変化率を大きくして運用した場合に、設備が受けるダメージについて知見はあるか。	一般的にボイラ、蒸気タービン、ガスタービン等は急激な負荷変動時に対して、熱伸びによる疲労が発生し、設備はダメージを受けます。本試験では、各設備において急激な温度変動もなく、また、ガス化炉圧力は安定しており、急激な応力変動は発生しなかったものと評価しています。よって、各設備へのダメージは確認されていないことから、安定した運転できておりました。	中澤治久
資料 5・P50	液化 CO2 製造プロセスは、既存技術ではないか。本研究において克服すべき課題は何か。	本研究では、物理吸収法を用いたCO2分離回収設備と既存の液化CO2 製造プロセスを組合せ、最適なシステムを構築することが課題です。各種運転パラメータを変化した場合のエネルギー原単位を把握し、エネルギー原単位を低減します。	中澤治久

資料 5・P51	SOFC が不具合を起こし運転継続が困難となった場合、プラントとしての運転継続は可能か。	SOFC はプラントの下流に位置する設備であるため、SOFC に不具合が生じてSOFC 設備を停止（非常停止含む）しても、他の設備（IGCC、CO2 分離回収、液化CO2 製造設備）は運転継続可能です。逆に、上流側の設備となるIGCC やCO2 分離回収設備が非常停止した場合、SOFC も非常停止することになります。	中澤治久
資料 7、3-3	上記は CO2 液化プロセスを含めての目標値でしょうか？	第2 段階のCO2 の分離回収プロセスまでであり、CO2 液化プロセスは含まれていません。	咲間修平
資料 7、2-5	CO2 液化プロセス開発について、既存技術に比べて目論見上、コスト削減要素としてCO2 回収系の運転圧（自圧）以外にあればご教授ください。また、コストアップ要因になりえる懸念点があれば教えてください。	液化CO2製造に要するコスト（＝エネルギー原単位）は製造するCO2純度に依存すると想定しています。具体的には、低純度CO2 を製造することを想定した場合、CO2 分離回収設備においてCO2 リサイクルガス圧縮機や真空ガス圧縮機の動力等を低減する、液化CO2 設備の水洗塔や脱臭塔をバイパスする、精留塔の動力を削減するなどでエネルギー原単位の低減が図れると想定しています。一方、カーボンリサイクルや国内流通を想定した高純度CO2 を製造する場合、CO2 分離回収設備で回収するCO2 純度を上げる必要があり、液化CO2 製造設備側でも精留塔の運転条件を上げるなど、結果的にコストアップにつながると考えています。	咲間修平
資料 7、2-5	CO2 製造コストの目標値をご教授ください。	石炭火力において、物理吸収法によるCO2 分離回収設備と液化CO2 製造設備を組合せて液化CO2 を製造した場合のエネルギー原単位（コスト）を把	咲間修平

		握するとともに、システムの最適化が、本試験の目標であり、CO2 製造コストの目標値はありませんが、経済性評価については検討いたします。	
資料 7、 2-2, 2-3	採算性については本プロジェクトでは発電コストで評価されているようですが、IRR（内部収益率）はどの程度でしょうか（様々な前提を置く必要があるとは思いますが）？将来的に技術普及の担い手である民間企業側の投資判断は一般的に IRR を用いると考えるため。	事業者として投資判断を行う場合、事業者毎の判断基準を用いて行いますが、事業者の競争環境に関わる事項であり、具体的数値はお答えすることは出来ません。 なお、（非公開セッション）6. プロジェクトの詳細説明_6.1 酸素吹IGCC 実証の質疑応答にて親会社より商用化検討について補足いたします。	咲間修平
資料 7、 2-2, 2-3	上記に関連し、IRR に影響を与える各要因に対する感応度分析結果をご教授いただきたい？発電設備への投資は一般的に 30~40 年と長期が前提になるため、昨今の脱炭素化やSDGs/ESG、炭素税などの IRR への影響を考慮することは必須と思います。また、このような背景から石炭火力発電投資に対する資金調達コスト(WACC)は今後、上がることが見込まれるため、IRR も相応に高い必要があると考えます。逆にいうと本来はその結果から発電効率などの目標値や設備投資額の目標値を設定すべきとも考えます。	事業性評価に影響を及ぼす各種要因について検討を行っておりますが、詳細については事業者の競争環境に関わる事項であり、お答えすることは出来ません。 なお、（非公開セッション）6. プロジェクトの詳細説明_6.1 酸素吹IGCC 実証の質疑応答にて親会社より商用化検討について補足いたします。	咲間修平
資料 7、 3-28	多炭種適用試験で 4 種類の石炭では問題なかったとのことですが、そのデータから原料石炭	試験した4 炭種については安定運転できることを確認しました。試験データから、機器設計の妥当性が確認されておりますので、商用機の設計に	咲間修平

	<p>のスペックとしての限界値を推定できてますでしょうか？使用可能な原料性状の範囲を把握しておくことは、今後の海外への技術輸出が視野に入っていることから、重要と考えます。使用する石炭種は輸出先の国によって変わると思いますし、4種類はあくまで日本での視点とします。</p>	<p>においても、石炭の特性(灰の融点、灰分量、S分、カロリー等)や試験成果に基づいて設計することで幅広い石炭の種類へ対応することは可能と考えております。</p>	
資料 7、3-28	<p>上記に加えて、実証試験で設置される SOFC の出力規模が非常に小さいと思います。本 SOFC の発電規模の設定根拠と本仕様で商業化ベースでの発電効率や運転性、コスト試算できる根拠は？</p>	<p>IGFC やGTFC 向けの大容量燃料電池については、別途NEDO「ガスタービン燃料電池複合発電技術開発」で600kW 級のSOFC モジュールを開発している段階です。今回の第3 段階では上記のSOFC モジュールを2基並列としたシステム構成としております。</p> <p>IGFC については、上記基本単位を複数並列化する構成となるため、2基あれば運用性を確認できます。また、モジュールの発電性能を把握し、シミュレーションを用いて商用機の発電効率等を推算します。経済性については商用機の設備構成やユーティリティ消費量および発電効率等を基に検討する計画です。</p>	咲間修平
資料 7、3-28	<p>一般的に燃料電池の場合、スケールアップメリットはなく、大規模発電には不向きだと思います。逆にスケールアップする際の課題の方が多いと思います、例えば規模によるコストダウン効果がそれほど進まない点やガス流配やスタ</p>	<p>ご指摘のように、燃料電池にはスケールアップの効果は期待できませんが、メーカーではセル性能向上を検討しており、単位体積当たりの出力向上が期待できます。そのため、大規模発電に適用する場合は、同じモジュールの数であっても、出力の向上が見込まれます。</p>	咲間修平



	ック温度分布拡大、性能低下などについてはどのように対応する/試算に織り込む計画でしょうか？（そのような問題はない？）	また、コストについてはメーカーにおいて、SOFCセルの量産技術の確立に取り組んでおり、コスト低減が可能と考えられます。 第3段階では、GTFC向けに新規に開発された600kW級のSOFCモジュールを設置して試験を行うため、ガス流配や温度分布、性能低下について確認を行います。	
資料7、3-28	排水処理設備のエネルギー消費についても発電効率算出に考慮されているのでしょうか？	CO2分離・回収型IGFCについてはCO2分離回収型酸素吹IGCCに燃料電池を組み合わせるシステム構成としており、排水処理など補機動力はCO2分離回収型酸素吹IGCCに含まれています。	咲間修平
全般	シフト触媒の今回の試験における安定性について、実験結果があれば教えてください（頂いた非公開資料にあるデータは以前のもの）。	実証試験における安定性については、7月以降の実証試験で確認する予定です。	関根泰
資料5 P.9  P.10	「海外では中国「GreenGen」がIGFC向け燃料電池の開発を行っているとの情報あり」とあるが、詳しい情報があれば教えていただきたい。 2020年度開始予定の「CO2有効利用拠点における技術開発」は重要な取組みと思う。内容について教えていただきたい。  液化CO2の当面の利用先として念頭に置いて	中国「Green Gen」プロジェクトにおいては、Phase3で燃料電池を組込んだIGFC実証の計画はあるものの、詳細については未だ公開されていません。  CO2が得られる広島県大崎上島を研究拠点として整備し、複数の企業や大学がCO2を原料としたカーボンリサイクル研究の要素技術開発や実証試験を実施する計画となっております。	西村邦幸

<p>P. 36</p> <p>P. 55</p>	<p>いる国内 CO2 市場は例えばどういったものか。</p> <p>見学者のうち海外は 9%であるが、いずれの地域からの見学者が多いのか。</p>	<p>例として、ハウスを用いた菜園ではCO2 濃度を高めて野菜類の成長促進を図っており、農業分野での利用が考えられます。また、CO2 と反応して硬化する特殊混和材を用いたコンクリートである「CO2 - SUICOM」への利用を想定しております。</p> <p>これまで世界各地から見学者が訪れておりますが、近年は東南アジアや豪州からの方が多く見受けられます。</p>	
<p>資料 7・P2-5・表 2-4・低温作動型サワーシフト触媒実証研究</p>	<p>サワーシフト触媒開発の成果は、第 3 段階「CO2 分離・回収型 IGFC 実証」において、どのように具体的に統合されていくのか？プロジェクト期間内に「低温作動型サワーシフトによる CO2 分離回収型 IGCC（あるいは IGFC）商用機」の見通しをたてるとすれば、その具体的課題は何か？</p>	<p>第2 段階のサワーシフト触媒開発は要素試験のため規模が小さく、第3 段階IGFC 実証試験に直接適用することはありません。</p> <p>ただし、CO2 分離・回収型酸素吹IGCC 実証試験の成果を基にサワーシフト+物理吸収法を用いたCO2分離・回収型IGCC/IGFC のシミュレーション検討を行うことを予定しています。</p> <p>商用機の課題については、サワーシフト触媒の長期信頼性が重要であると考えております。</p>	<p>義家亮</p>