

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
／④次世代火力発電基盤技術開発
3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 4) 燃料電池石炭ガス適用性研究事業」(事後評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2022年8月30日(火) 13:00～17:10

場 所：NEDO川崎本部 2301～2303 会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 二宮 善彦 中部大学 工学部応用化学科 教授
分科会長代理 松岡 浩一 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門 研究
部門長
委員 稲葉 稔 同志社大学 大学院理工学研究科 電気化学研究室 教授
委員 田中 優実 東京理科大学工学部 工業化学科 准教授
委員 森田 寛 エネルギートランスフォーメーション研究本部 研究統括室(兼務) エネルギー化
学研究部門 副研究参事
委員 米田 雅一 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社 サイエンスソリューション部 部長
委員 渡邊 守康 電気事業連合会 技術開発部 部長

<推進部署>

上原 英司 NEDO 環境部 部長
福原 敦(PM) NEDO 環境部 主査
在間 信之 NEDO 環境部 統括調査員
阿部 正道 NEDO 環境部 主任研究員
鈴木 恭一 NEDO 環境部 統括主幹
吉田 准一 NEDO 環境部 主幹
戸島 正剛 NEDO 環境部 主査
皆川 江理科 NEDO 環境部 主任

<実施者>

小林 由則 三菱重工株式会社 GTCC 事業部 燃料電池事業室 技監・技師長
富田 和男 三菱重工株式会社 GTCC 事業部 燃料電池事業室 主席PJ 統括
河戸 希美 三菱重工株式会社 GTCC 事業部 燃料電池事業室 主任T 統括
武信 弘一 三菱重工株式会社 GTCC 事業部 燃料電池事業室 主席技師
菅谷 聡 CECYLLS 株式会社 経営管理室 兼品質保証室 室長
名久井 博之 電源開発(株) 若松研究所 所長代理
小川 直也 電源開発(株) 若松研究所 課長

<オブザーバー>

桑原 崇浩 経済産業省 資源エネルギー庁 石炭課 係長

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長

佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員

日野 武久 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 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 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 ガスタービン燃料電池複合発電技術開発
 - 6.2 燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究
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。
 - ・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

評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。
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行われた事前説明のとおりとした。
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5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 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し

引き続き推進部署より資料5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。

5.3 質疑応答

【二宮分科会長】 ご説明ありがとうございました。これから質疑応答に入ります。技術の詳細につきましては議題6で扱うため、ここでは、主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについての議論をしてまいります。それでは、事前にやり取りをした質疑応答も踏まえ、ご意見、ご質問はございませんか。松岡様、お願いいたします。

【松岡分科会長代理】 産総研の松岡です。ご説明ありがとうございました。まず、知財戦略をしっかりと取り組まれている印象を受けました。先日の見学会でもいろいろ拝見をさせていただき、非常にノウハウも多々積み上げられているように思います。その部分で伺いますが、ノウハウにする部分と知財にする部分ということでご説明があったかと思いますが、それはどういった判断基準にて行われているのでしょうか。

【三菱重工_富田】 三菱重工の富田のほうからお答えいたします。ノウハウとするかどうかというのは、事業者様によっても判断基準が違うと思いますが、我々の燃料電池におきましては、特に電池本体の部分は、他社様も相当、世界的に知財が出されており、数値限定とか非常に細かなところまで特許になってございます。それを出しておかないと我々が他社様に侵害を訴えられてしまう分野というものは出ておりますので、そういうところに関してはかなり細かなところまで知財化をするようにしておるところです。それに対し、カートリッジとかセルの形からしてなかなか他社様と重ならないようなところ、そういった観点においては、あまり公開するというよりも、この間の現地調査会でもご覧になっていただきましたように、補修の技術等といったようなものは公開するのではなく、ノウハウとして保存をするような形で取っております。また、システムは他社様も結構出願されていきますので、セルとかシステムで他社様と共通しそうなところで我々の事業の侵害になりそうな部分に関しては出願、そうではない部分はノウハウといったようにすみ分けて取り組んでおる状況です。

【松岡分科会長代理】 分かりました。ご説明ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかにいかがでしょうか。田中様お願いいたします。

【田中委員】 東京理科大学の田中です。FCの耐用年数を15年と見込まれていますが、プラントのランニングコストに15年ごとのSOFCモジュール更新に係るコスト等は加味されているのですか。

【NEDO環境部_福原PM】 ご質問ありがとうございます。今回の運用コストについて、まず2030年の燃料電池耐用年数については燃料電池ロードマップを基に15年という形で示しておりますが、IGCCとIGFCのコストの比較としましては、経済産業省発電コストレビューシートを用いた上で出しております。一方で、FCの単体としての費用を出させていただいておりますので、それに関わる入替えコストなどといったものは今回のところでは組み込んでございません。

【田中委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかにいかがでしょうか。稲葉様お願いいたします。

【稲葉委員】 同志社大学の稲葉です。ご説明ありがとうございました。私が非常に期待するところは、GTFCが水素社会に運用可能といったところです。そのGTFCの優位性、例えば発電効率が非常に高いといった特徴に関しては、純水素燃料においてもそのまま高い効率を維持できるものなのか。あるいは、ほかの水素を燃料として使った発電方法としての課題、そういったところについても少し教えてください。

【三菱重工_富田】 三菱重工のほうから回答をいたします。今現在のカートリッジ、モジュールは水素の到来以前からやっておりましたので、メタンや都市ガスの内部改質を中心としたものにしてございます。ただ今回、若松研究所様のほうで水素をやっていただきまして、今OCG様のほうでも検証をしていたところですので。それらの成果を用いて、水素の場合は改質の吸熱がなくなっていくますから、

それに適用した熱バランスにもう一度見直していく必要があると考えております。その場合、改質吸熱を伴うメタンほど高効率というのは厳しい可能性があると考えておりますが、もう少し改善ができるのではないかと考えておりますので、そのような取組、水素に適用したシステムといいますか、熱バランスを改善したものにセルとカートリッジの構造と仕様を検討していくことで、そのような GTFC、大型のものにも将来適用できる可能性があるのではないかと考えている次第です。

【三菱重工_小林】 少し補足をさせていただきます。燃料電池単体で見ると、先ほど説明しましたように燃料改質というメリットがなくなる分、PEFC タイプなどと同じような効率になるという事ですが、ガスタービンのような熱サイクルとコンバインドすることでさらに効率がアップする。このメリットは水素になっても変わらず生きている。それが高効率を達成できる SOFC の水素利用のコンバインドであると考えております。

【稲葉委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかにいかがでしょうか。米田様お願いいたします。

【米田委員】 最後のスライドの成果の実用化の見通しに関してですが、恐らくメインの目標は、GTFC や将来的な IGFC による火力発電の低炭素化といったところに必要な燃料電池技術ということで、非常に高い技術として理解いたしました。この業務・産業用燃料電池として展開する可能性というところですが、ここは今回の燃料電池セルスタックについて、米国ですと今は Bloom Energy とかが数百メガワットぐらいまで市場に入っていますが、そういったところと市場を競争するのか。または別の領域、市場セグメントで競争するのか。そのあたりについての見解を伺います。

【三菱重工_富田】 非常に難しいご質問ですが、Bloom 様も発電出力としては、数百キロワットからメガワットぐらいまで組合せて出されておりますので、そのようなニーズを持たれているお客様の市場に導入する場合には真っ向勝負になるかと考えております。あと、まだその辺のクラスのものでも Bloom 様はモノジェネになっておりますので、コジェネのユーザー様に対しては我々のシステムの導入というのも図っていただけるチャンスはあるのではないかと。また、大容量にした場合にも、Bloom 様はまだそういうハイブリットには取り組まれておりません。ですので、先ほど小林のほうから紹介させていただいたようなメリットを訴求していくことができると考えてございます。

【米田委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかにいかがでしょうか。渡邊様お願いいたします。

【渡邊委員】 電気事業連合会の渡邊です。研究開発の実施体制といいますか、トラブル管理についてどのような連携をされておるのでしょうか。また、現地説明会では、いろいろな不適合によって当初計画よりも非常に遅れたとのことで、この大崎、IGFC の第 3 段階に間に合わせるために大変ご尽力、ご苦勞をされたものとお聞きいたしました。その部分で、三菱重工様側と電源開発様側の実施体制においては、こういうトラブルの情報をどのように共有されて管理されていたのかなど、そういったところを伺えたらありがたいです。よろしく申し上げます。

【NEDO 環境部_福原 PM】 実施者様と我々 NEDO との間では、常にいろいろな情報交換をさせていただいております。通常であれば、月の管理とともに進捗のほうも含めて確認しておりました。実施者様からの状況によりましては、先ほどありましたように不適合のところなども出てまいります。そういった見込みも含めていろいろな情報をいただいているといった形です。今回、財源投入実績の部分にもありますが、それにつきまして、計画のほうを事業者とも一緒に再度検討していくなどを行っており、財源投入によって実施期間のほうを延長するなど、その辺も含めまして最後の研究開発がなされるようにと推進してまいりました。

【渡邊委員】 ありがとうございます。

【二宮分科会長】 ほかにいかがでしょうか。森田様お願いいたします。

【森田委員】 電力中央研究所の森田です。質問票にも記載いたしましたが、ガス精製の不純物除去について伺います。例えばH₂S、1ppb以下とあるのですが、これは実際に1ppb以下というのを測られているものなのですか。それとも検出限界以下であるといった理解になるのでしょうか。

【電源開発_小川】 電源開発 若松研究所の小川です。ただいまのご質問ですが、実際に1ppb以下ではなく、要は検出下限値検出限界以下ということになっております。ですので、1ppbを検出しているものではないです。

【森田委員】 では、具体的に分析値の値というところでは出ていないということでしょうか。

【電源開発_小川】 おっしゃるとおりです。NDとなっております。

【森田委員】 分かりました。私自身ずっと燃料電池をやっているところもありまして、1ppb以下というのは果たして現実的なものであろうかという気がしております。例えば、硫化水素1ppmぐらいであれば経験的に、入れた瞬間には性能は落ちるものの、その後はその性能値をずっとキープしているという印象を持っております。ですので、この辺の不純物の許容値をあまり高い値に置いてしまうと、後々自分たちの首を絞めることにもなるかと思えます。また、実運用の観点から、検出限界値以下を管理値にするというのは果たしてどうなのかとも思う次第です。むしろ、検出器で測定できる1ppm以下のレンジで、何ppbならオーケーというような管理値（履歴管理が可能な）を設定すべきではないでしょうか。また、カーボン析出の話について資料を拝見すると、スケジュールの関係もあるとは思いますが、丸一日程度の試験ということで、この時間レベルでは検証したというの言いづらいのではという気もしました。不純物とカーボン析出については、昔の議論を思い起こすと、もしかすると硫化水素のような不純物が入るとカーボン析出は起こらないのではないかという見解も記憶しております。この辺のガス組成とガス不純物に対する考え方については、相互作用といったことも考慮に入れてフレキシビリティかつリアリティのあるレベルで開発を進めていただけたらと思います。

【二宮分科会長】 よろしいでしょうか。実施者側からコメントは特にございませんか。

では、私のほうからは2点ほど伺います。まず1つ目ですが、前の2019年度の中間評価のときにもあったように、1つのモジュールの性能を上げて、結果として今回1基当たりのGTFCは最大どのぐらいまで上げるというのが1つの目標になるのでしょうか。今は、多分ハーフサイズで0.5MWかと思っておりますが、では1基当たり最終的にはと。今回2.2倍の出力の量産技術を進めておられるということですから、1基当たり1MWまでいくという理解になるのでしょうか。

【三菱重工_富田】 そのご理解で合っております。

【二宮分科会長】 そうしますと、100MW級ということを見ると100基必要になるということでしょうか。

【三菱重工_富田】 SOFCで100MWをそろえるとなると、そのようになります。

【二宮分科会長】 最終目標としては100MW級のGTFCをとということだと、基本的にこのガス化炉の周りに100基のGTFCが並ぶと。これはなかなかスケールアップが難しいのですが、結局100基並んだ状態によって、やっとなら実用化ができるものであると。そういう理解で合っているのでしょうか。

【三菱重工_富田】 GTFCの100MWの場合にSOFCの必要な台数となると、先ほどNEDO様の検討とかもございましたが、そこまでの台数ではありませんので、そのガスタービンとマッチするSOFCの台数分を並べさせていただくことにはなると思っています。

【二宮分科会長】 そうしますと、例えば最終的にSOFC、いわゆるIGFCを何キロワットにするのかという問題があるかと思えます。今IGCCですと確か500MWであると。勿来とかで今ちょうど実用化されているものが。そのあたりのイメージが分かりにくいので、もし実用化として考えた場合、今の500MW級のIGFCの実用化を仮定とすると結果としてSOFCの台数はどのぐらいがその周りに並ぶのでしょうか。

【三菱重工_小林】 現在の実力2.2倍で単純計算をしますと、500MWのうちの約4割弱ぐらい、200MWぐらいがSOFCの担当分になるのでしょうか。そうしますと、現在の実力であれば1モジュール、1MWですか

ら 200 台。表現が難しいのですが、立体駐車場のようイメージでモジュールが並んでいるような姿を想定せざるを得ません。しかし、そこまでの大容量化が進む頃には現在到達している 2.2 倍の出力がさらに向上し改善されていると考えます。ですので、今の台数よりもさらに少ない燃料電池の容器数で済むものと考えております。

【二宮分科会長】 そうしたときに、例えば立体配置が可能だとしても、実際大体どの程度の設置面積が必要かなどがよく分からずにおりました。実用化を多少なりとも意識したときには、どういったイメージになるのかをある程度お示しいただけるとよいと思います。つまり、今 200 台ということになりますと、例えば 50 台並べた場合には 4 階建てぐらいのイメージだということで、そのような結構大きなイメージとして理解いたしました。

それともう一つ、今回水素だけのという部分について非常に興味を持ちました。そのとき、最後のガスタービンの燃焼のところですが、水素のガスタービンというのは、今回燃料電池が出てきた水素ガスでも、そのときは逆に水素しかありませんから、基本的には、特に現状として開始されている水素型のガスタービンで十分これを対応できるという理解であっていますか。

【三菱重工_小林】 こちらも今、国内外で実証しているところでございますが、ご指摘いただいたように燃料電池から出てくる燃料としての水素ということで、これは水素濃度が非常に低いものになります。これを、例えば水を落とすとか、いろいろなシステムとしての工夫をした上でガスタービンに導きますが、恐らくガスタービン側にはパイロットとしての水素が入るような形で安定した着火燃焼といった全体のシステム構成になるものと思っております。

【二宮分科会長】 そうすると、特に燃料電池側から出てくる最終的な排ガスは水素と水蒸気だけであるため、基本的には水蒸気濃度を下げることによって、その後に窒素を入れて燃やせば十分に燃えるということでしょうか。

【三菱重工_小林】 そのように認識しております。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。

【三菱重工_富田】 少し補足いたします。ただいま小林のほうからありました 500MW の 40%というのは、公開資料の 14 ページのところを引用させていただいた数字になります。

【二宮分科会長】 分かりました。

【NEDO 環境部_在間】 すみません、非常に見えにくい絵となっております恐縮ではありますが、資料の 8 ページ目にほんの少しだけ大型の GTFC のイメージを示させていただいておるところです。それと、今回三菱様で造られているのが、基本的には陸上輸送を念頭に置いた圧力容器となっております、技術検討委員会の中でもコメントをいただきましたが、IGFC とかを考えると多分海岸沿いになってくるので、そうなると、単機当たりを 1MW ではなくもっと大きな圧力容器の中に入れるというようなことによって体積効率を考えるとといったことも将来考えられるところだと思います。

【二宮分科会長】 そのときにあるのは、圧力容器の直径を現状よりももっと大きくするのか、それとも単に長さを長くするのかという問題があると思います。それで、直径を大きくすることは、今扱っているセル自体が全部変わってしまいます。基本的に今の話というのは、圧力容器の直径は変えないものの長さを長くするといった意味でしょうか。

【NEDO 環境部_在間】 昔、MCFC など検討していたものは、縦置きにすると。そこに平面的に並べていくという形でした。それは、設置の仕方やガスにどう配分するのかといったやり方によって多分アレンジが変わってくるかと思えます。必ずしも 50 万 kW ぐらいの IGFC に 1MW の容器がずっと並ぶというのが最後までその形になるのかというと、そのときにはもっと最適化・合理化ができていものと考えます。

【二宮分科会長】 当然今のことはよく分かるのですが、ただそれに関する検討が今回のプロジェクトの中

には入っておりませんよね。

【NEDO 環境部_在間】 今回は、中小型というところをまずきちんと行っていくというところですよ。

【二宮分科会長】 その後に最終的な SOFC の検討事項が入ってございましたので、その中には今みたいなどころについて、もう少し将来構想として何か記述があってもいいのではないかと思います。

【NEDO 環境部_在間】 それを踏まえましても、まずは今の単セル、単容器から始まっていくものと思っております。

【二宮分科会長】 分かりました。ありがとうございます。

それでは時間がまいりましたので、以上で議題 5 を終了といたします。

(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

【二宮分科会長】 ここから議題 8 に移ります。講評いただく発言順序につきましては、最初に渡邊委員から始まりまして、最後に私、二宮という順番で進めてまいります。それでは、渡邊様よろしくお願いたします。

【渡邊委員】 電気事業連合会の渡邊です。私はユーザーの立場として講評をさせていただきます。電気事業としましては、足下では需給逼迫対応、長期的にはカーボンニュートラルの達成が大きな課題となっております。需給逼迫の対応としては、いかに供給力を確保していくかが重要になっていくと考えます。現在、火力発電につきましては、供給力として重要な役割を担い日本の安定供給を支えております。将来、再エネの大量導入が進めば、こういう火力による発電量は減少が見込まれますが、調整力、慣性力、同期化力を有する火力発電は今後も欠かすことができないものだと考えております。加えまして、ウクライナ情勢により、現在オイルショック以降初めてとなる燃料の供給調達リスクに直面しております。改めて今まで取り組んできたエネルギーミックスの重要性を感じている次第です。また、石炭火力については世界的にも否定的な意見がございますが、電気事業者としては必要な電源だと考えておりますし、ガス化や水素、アンモニアの混焼、それから CCUS など様々な革新的技術の開発を産学官が連携して一体となって進めていくことが重要だと考えます。また、アジアでは新しい火力発電所が非常に多いということもございますので、こういう得られた知見を基に技術協力を進めていく必要がございます。本日、ご紹介いただいたプロジェクトは、電力の安定供給とカーボンニュートラル達成への寄与が大変期待できるとともに、国際貢献といったものも可能なすばらしい技術であると考えております。産学官が連携して進めるプロジェクトとして適切なマネジメントを必要とすることから今回 NEDO 様が関与をされておりますが、大変重要なものであり、事業目的も妥当であると評価いたします。また、今回の SOFC に石炭由来の水素ガスを入れて発電するという試みは世界初のものとなります。そして、それは将来の水素社会、また脱炭素社会を見据えたときに大きな意義がございます。ガス

化技術によって石炭由来の水素を大量につくり、発電利用や外部への供給なども見込まれます。将来的には、CO₂の分離回収と地下貯留、それからカーボンリサイクルなどを組み合わせることで大気中のCO₂を燃焼前よりも減少させる。こういったことの期待が持てます。その一方で、世界初、世界最高水準の技術ではございますが、今後の展開としては、やはり国際標準化が必要となります。国内技術の技術力を高め、海外市場の開拓につなげることも必要だと考えておりますので、引き続き NEDO 様におかれましては、こういった国内メーカーが競争力を確保するための支援をお願いしたいと思っております。最後に、本プロジェクトにおける三菱重工様、電源開発様をはじめ、関係者皆様のご尽力により、基本的な技術課題はクリアされており、技術的には市場投入される段階に至っているものと受け止めております。市場投入に当たっては、さらなるコスト低減といったものがますます必要になっていきます。今後 SOFC のさらなる高性能化、量産化を図るとともに、全体システムの最適化や低コスト化といったことの検討も必要となりますので、こうした技術開発に向けて引き続き進めていただくことをお願いしまして、私からの講評とさせていただきます。以上です。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。それでは、米田様よろしくお願いたします。

【米田委員】 みずほリサーチ&テクノロジーズの米田です。私からは、燃料電池・水素戦略というところでコメントをさせていただきます。先日の現地調査会にも参加をさせていただきましたが、この SOFC のセルスタック開発については、不具合が出ながらもいろいろなノウハウをためられ、しっかりと要素技術を確立しているものと思います。今後、例えば今回あった水素リッチ対応といったところを含め、将来的に IGFC に適用していくという形になりますと、今回の要素技術確立というのは将来の多様化、Hydrogen Ready、あるいは CCUS、CCU、CCU Ready というところの基盤になっていくと思われまして、NEDO 様のご支援もいただきながらその技術基盤の確立ができたのではないのでしょうか。GTFC につきましては、量産技術のベースメントが見えてきたというところで、今後は商品化、市場獲得というところに展開する段階になりますが、特に業務・産業用の燃料電池は国の補助金支援も打ち切られているという状況でございます。私も NEDO 様の定置用燃料電池ロードマップにご協力させていただいている関係であり、ここの領域というのは日本の世界最高水準の SOFC、コジェネとしての燃料電池技術を持っているわけですから、国内あるいは海外への技術の輸出といったところも含めて、今後また企業様を中心として普及拡大に努めていただけたらと思います。今のカーボンニュートラルの中では、やはり一足飛びに CO₂ を削減するというのもなかなか難しい中、IGCC に FC を入れた IGFC というところは高効率の低酸素化といったところもそうですし、あと将来的に CCUS の技術が確立されたときに、カーボンニュートラルに向けて高効率かつ将来的に低コストになれば、非常に国内、海外に向けても火力としてのベースロード電源、調整力といったところで高い期待がされるのではないかと考えます。総じて、今回の要素技術開発においては技術的な細かい評価という部分では難しい点もございましたが、スケジュールの遅延がありながらも今後につながる要素技術開発として評価できるものと受け止めております。以上です。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。それでは、森田様よろしくお願いたします。

【森田委員】 電力中央研究所の森田です。私は電力中央研究所に 30 年ほど前に入りまして、そこからずっと高温形燃料電池の研究開発に従事してきました。入所した当時を思い起こすと、「将来的には天然ガスのトリプルコンバインドが開発され、その後は石炭ガス化炉との組み合わせによる IGFC である」とのビジョンでありました。そのような昔のビジョンを思い起こすと、今回 IGFC の要素技術研究開発の

分科会に携わらせていただいたことに対し、感無量の思いがございます。ただし、あの当時と比べますと、若干状況が違っているように思います。当時は、天然ガスのGTFCが確立し、その普及した技術を使ってのIGFC開発という流れだったと思うのですが、今回の分科会での印象では、GTFCとIGFCの開発時系列がかなり近いとの印象を持ちました。また、火力の高効率機器開発というところに従事する者としては、つい最近までは「高効率火力で低炭素社会に貢献する」という言い方だったのですが、ここ数年（3、4年ぐらい）で一気に低炭素から脱炭素という方向になり、個人的にはかなり面食らう部分もございます。ただし、脱炭素、カーボンニュートラルの社会に移行するトランジション期において、火力の果たす役割は、リアリティの部分としてかなりあるものと考えます。そういう意味では、高効率火力としてのIGFCは、日本において貴重な位置づけにあるのではないかと考えているところです。一方で、トランジション期の火力は、再エネの調整力側に回る技術になっていくので、効率的にスイートな定格出力一定運転のようなプラント運用はできないのではないかと考えています。今回、石炭ガス化の要素研究を拝見させていただくと、精密な流量測定、ガス分析をした上での運用をされている印象です。実証炉、研究炉ではそういう部分がないと運転が難しいとは思いますが、将来的には調整力として出力変動するプラント運用を想定すれば、全部の運転状況が把握できなくてもこの部分だけを押さえれば最低限の運転ができるといったような視点も踏まえて、IGFC、GTFCのシステム開発を進めて欲しいとも思いました。本日の分科会を通じて、GTFCの開発、石炭ガス化の要素研究における皆様のご苦労は重々認識しておりますが、将来的にはあまり細かい部分（流量、ガス組成等）が分からずともきちんと運用ができるようなシステムも念頭に置いていただき、トランジション期の調整力等に活用できれば素晴らしいと思いました。本日はありがとうございました。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中様よろしくお願ひいたします。

【田中委員】 東京理科大学の田中です。本日はいろいろとご説明をいただきまして、ありがとうございます。小規模GTFCについては、試験過程においてトラブルもあったとのことですが、それら一つ一つをクリアにされ、量産、商用化まで見通せるところまで持っていかれたところが非常に素晴らしい成果だと思います。また、GTFCのモジュールをそのままIGFCに使えるかどうかという観点で多角的に試験を実施されて、OCGのプロジェクトに知見を提供する段階まで至ったことも素晴らしい成果だと受け止めております。さらに、出力が従来比で2.2倍の高性能セルも開発されており、これも素晴らしいのですが、基本的にはその部分は形状の最適化で達成されたということでした。私は材料をやる人間ですので、その視点から見ますと、材料の組成や微視的構造、組み合わせも見直されて、20年、30年後という将来的な目線で見るときに、2.2倍と言わず10倍、20倍の性能を出せるセルの開発を目指すような、すぐに成果が出なくとも少しずつ進めていく基礎的な研究も並行して進めていただけると非常に夢があってよいのではないかと感じた次第です。まずは2030年、あるいは2050年に100MW級まで持っていくというところをゴールとし、そこになるべく最短で到達するという考えの下でNEDO様がハンドリングをされてこの事業を進められてきたことは極めて妥当ですが、並行して、中長期的な取り組みとして、SOFCカートリッジの飛躍的な高エネルギー密度化にむけた革新的な材料構成による超高性能セルスタックの開発についても今後の事業として立ち上げていただけると大変ありがたいと思います。

【二宮分科会長】 ありがとうございます。それでは、稲葉様よろしくお願ひいたします。

【稲葉委員】 同志社大学の稲葉です。本日は長時間にわたりまして、ご説明いただきどうもありがとうございます。

いました。石炭火力につきましては、カーボンニュートラルと言われ始めてから石炭を使わないよ
うという動きがあったのですが、ロシアのウクライナへの侵攻以降、やはり石炭はしばらく使わな
いといけないという考え方もまたヨーロッパからも出てきていますし、そもそも石炭を非常に大量産
出できる国に関しては石炭を使いたいというのが本音だと思います。そういう意味で、CO₂を分離回収
できて高効率発電が可能な IGFC を開発するというのは非常に意味がありますし、実証に成功して
いただき、日本には非常に優れた石炭火力の技術があることを世界にアピールしていただくと大変よ
いのではないかと思うところです。成果全般については、本プロジェクトにおける実用化というのが、開
発した GTFC を IGFC 実証で使う、適用するというのが目標になっております。そういう意味では、
もう実証試験が始まっているということですから申し分のないものだと感じております。特に、私
個人としては、燃料電池の研究をしているところもありまして、セルの高性能化の技術、それから低
コスト化技術のところ非常に興味を持ちながら伺わせていただきました。ただし、燃料電池はどの分
野もそうなのですが、本格的な実用化にはもっともっとコストを低減しろと常に言われ続けてお
るところがございます。やはりこの GTFC も一層のコスト低減というのが必要かと思
いますので、性能向上というところをもっともっと積極的に取り組んでもいいのではない
でしょうか。私も低温型の自動車用の燃料電池を研究していますが、トヨタ自動車様
をはじめとする自動車メーカー様を中心に、もうとんでもなく高性能な目標を
立てられております。最初は、ちょっとこれは無理ではなかろうかというところ
からスタートをするのですが、やはり高い目標があることでいろいろな考え方が
出てきて、結構解決できる場所もあるように捉えておりますし、これまでにな
いような全く新しい技術なんかも出てくるのです。そういった意味で、目標を
高く掲げるといいうのも結構大事なことだと思っています。ぜひ、セルの
高性能化と低コスト化について今後とも頑張ってください。それから最後に、私
も水素関連の研究をしていますので、今回の水素リッチガス運転の経験を生か
して、将来の水素社会で GTFC が非常に高性能、高効率発電というところ
で貢献いただけることを期待いたしまして、私からの講評いたします。本日は
誠にありがとうございました。

【二宮分科会長】 ありがとうございました。それでは、松岡様よろしくお願
いいたします。

【松岡分科会長代理】 産総研の松岡です。本日はありがとうございました。私
としては、2050 年のカーボンニュートラルに向けて実現しなければいけないことは
当然ですが、やはり我が国の置かれた状況から考えると、エネルギーセキュリ
ティの観点から石炭の利用は避けては通られないことだと個人的には思
ってございます。その中で今、低効率の石炭火力のフェードアウトとかいろ
いろ議論をされておられ、高効率の IGCC、さらには本日ご説明いただいた
IGFC というのは極めて重要なキーテクノロジーであると考えます。も
ともと私は石炭ガス化をやっており、あのガス化ガスを燃料電池に直接
入れるなんていうことが本当にできるものだろうかと思
っていたところもござい
ますが、本日のお話を聞きまして、ガスクリ
ーンナップも非常に性能がよくて驚か
されました。ここまで来たのかとい
う印象です。そして水素リッチガス、メ
タンではなく水素だけでもこれもまた
難しいと思っていたのですが、そこ
もどんどん課題が解決されてきてい
るということですから、本当にすご
いです。今後、高圧化やスケールア
ップに向けてまだまだ課題は残され
ているとは思いますが、今 IGFC の
実証事業が進んでいるものとお聞
きいたしましたので、今日得られた
ような成果を活用していただきなが
ら、そこでのさらなる進展に期待
しております。私からは以上です。

【二宮分科会長】 ありがとうございました。それでは、私からも講評を
させていただきます。私自身、冒頭でお話をいたしましたように、も
ともと学生時代から石炭の研究をや
っておりました。石炭のガス

化ということ、ハイコールの頃、勿来の IGCC の灰のトラブル等といった頃からずっとやってきております。そして、通常の IGCC については 50 万 kW の商業炉が実際に日本でも 2 基運転され、私の現役時代に IGCC が実用化されたという思いがあります。そして、今日の燃料電池、酸素吹き IGCC というようになってくると、今、大崎のクールジェンでいろいろ試験をされているところで、まだ実証機として酸素吹き IGCC は実現できておりませんが、お話しを伺いまして、燃料電池について基礎的な小型の GTFC、これはほぼメタンについては、コストの問題はあるにしても実用化に向かうといったところまで技術が成育されてきたと思います。そして次に、今回の IGFC 用の燃料電池がどうなるかといったとき、燃料電池はこのようにどんどん開発はできるものの、実は酸素吹き IGCC が本当にその次の実用化まで達成できるかというのは少しだけ心配もございませぬ。今日は関係者の J-POWER、三菱重工の関係者が参加されておられますが、IGFC を実現するための酸素吹き IGCC を早く商業化することができた上で、この議論が成り立っていくと思ひます。ですが、2050 年ということをお考えれば、酸素吹き IGCC の実用化に向けては、もうあまり時間もございませぬ。繰り返しになります、酸素吹き IGCC を早く実用化まで、関係者の皆様方にはご尽力していただくことが重要だと考へます。特に IGFC というのは、インテグレートした総合的なシステム IGCC のガス化炉です。NEDO 様を含めまして、IGFC 全体を実用化する今後の計画なりプロジェクトをぜひ進行していただけたらと思ひます。そうなれば、この技術が日本初の技術として世界に持っていけることができると思ひますので、ぜひよろしくお願ひいたします。以上です。

【日野主査】 ありがとうございます。それでは、ここで経済産業省の桑原係長、それから NEDO 環境部の上原部長より一言ずついただきます。まずは、桑原様からよろしくお願ひいたします。

【経産省_桑原係長】 経済産業省の資源エネルギー庁 石炭課の桑原です。二宮先生をはじめ、委員の皆様におかれましては、本日、長時間にわたる議論及び評価をいただき誠にありがとうございました。また、既に退出されているとは思ひますが、事業者の皆様、そして NEDO の皆様におかれましては本日ご準備いただきまして誠にありがとうございました。先ほど委員の皆様からのご講評の中でコメントにありまして、化石燃料を取り巻く環境は、脱炭素化に向けて動きが劇的に変化している状況でございませぬ。まさに国際情勢、昨今の電力需給逼迫といったこともあり、石炭火力を含むエネルギーの安定供給の重要性が再認識されているところでございませぬ。また、議論の中にございませぬように、エネルギー基本計画においては、「脱炭素化を見据えつつ、次世代の高効率石炭火力発電技術である IGFC などの技術開発等を推進する」というように位置づけられており、本日議論をいただいた事業の成果によって、今年度より大崎上島で IGFC の実証が始まったものと認識してございませぬ。まずは実証試験をしっかりと実施していけるように考へております。また、IGFC 実証の場から隣接した場所でカーボンリサイクル実証研究拠点を整備しているところでございませぬが、石炭火力の高効率化とともに、カーボンリサイクルを一体的に進めることで、カーボンニュートラルに向けて着実に進めていければと考へております。引き続き皆様よりご指導をいただければと思ひます。簡単ではありますが、以上です。

【日野主査】 ありがとうございます。続きまして、上原部長よろしくお願ひいたします。

【NEDO 環境部_上原部長】 NEDO 環境部の上原です。本日、環境部でこれまで取り組んできた GTFC の技術開発と FC 用の石炭ガス適用性の研究といったところで、プロジェクト終了時の事業評価にご協力をいただきました。そのことに対しまして、まずお礼を申し上げます。IGCC へのインテグレートを念頭に置いて開発をしてきたと同時に、並行的に中小型の GTFC の開発の商用化を見据えた取組をやってきた次第

です。前者の IGCC へのインテグレートについては、繰り返しになりますが、今、広島の大崎上島において取組を進めているところになります。こちらについては、今年度末までの予定で試験を今進めているところです。そちらの事業のほうでも主要な成果が得られるよう、残りの期間は短いですが関係事業者様と共に取組を進めてまいりたいと考えております。また、ここ数年のカーボンニュートラルの動き、足元のウクライナ情勢など、政策環境が非常に目まぐるしく、かつ大きく変わっている状況だと認識しています。NEDO では中長期の視点で、政策にひもづく技術開発に取り組んでおりますので、非常にマネジメントが難しい状況ではありますが、都度、取組の有効性を見返しながらプロジェクトを進めていくことが重要と感じています。環境部では、アンモニア混焼や CO₂ 分離回収技術、そしてカーボンリサイクル技術開発と、様々な技術開発に取り組んでいます。今回ご審議いただいた GTFC や IGCC や IGFC も含め、技術のポートフォリオのバランスをよく維持しながら、カーボンニュートラルに向けたトランジションを乗り越えていく所存です。最後に、PR はしっかりとやるべきだという話もございましたので、この事業の成果をきちんと世に知らしめていくことも取り組んでまいりたいと思います。以上です。

【二宮分科会長】 それでは、以上で議題 8 を終了といたします。

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8	評価スケジュール

分科会前に実施した書面による質疑応答は、全ての質問について質問または回答が非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上