

研究評価委員会
「固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発」(事後評価) 分科会
議事録

日 時 : 2019年9月18日(水曜日) 9:30~17:35

場 所 : WTC コンファレンスセンター Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	山口 周	独立行政法人 大学改革支援・学位授与機構	研究開発部	特任教授
分科会長代理	中川 紳好	群馬大学 大学院理工学府	環境創生部門	教授
委員	伊藤 響	中部大学 工学部	創造理工学実験教育科/応用化学科	
委員		大学院 工学研究科	応用化学専攻/創造エネルギー理工学専攻	教授
委員	重松 佑亮	一般社団法人 日本ガス協会	天然ガス普及ユニット	技術開発部 新技術開発グループ 副課長
委員	霜鳥 宗一郎	東芝エネルギーシステムズ株式会社	水素エネルギー事業統括部 磯子燃料電池センター	燃料電池設計部 部長
委員	須田 聖一	静岡大学 大学院総合科学技術研究科	工学専攻	電子物質科学コース 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

<推進部署>

古川 善規	NEDO	次世代電池・水素部	部長
原 大周(PM)	NEDO	次世代電池・水素部	主任研究員
蕪澤 仁	NEDO	次世代電池・水素部	主査
吉積 潔	NEDO	次世代電池・水素部	主査
戸塚 大輔	NEDO	次世代電池・水素部	主査
金子 泰	NEDO	次世代電池・水素部	主査
湯山 佳菜子	NEDO	次世代電池・水素部	主査

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

堀田 照久(PL)	国立研究開発法人	産業技術総合研究所	省エネルギー研究部門	副研究部門長
横川 晴美	東京大学	鹿園研究室	シニア協力員	
麦倉 良啓	一般財団法人	電力中央研究所	エネルギー技術研究所	横須賀地区 研究参事
石原 達己	九州大学	工学研究院	応用化学部門	教授
江口 浩一	京都大学	物質エネルギー化学専攻		教授
鹿園 直毅	東京大学	東京大学生産技術研究所		教授
川田 達也	東北大学	大学院環境科学研究科		教授
堀田 照久(PL)	国立研究開発法人	産業技術総合研究所	省エネルギー研究部門	副研究部門長
山地 克彦	国立研究開発法人	産業技術総合研究所	燃料電池材料グループ	グループ長
麦倉良啓	一般財団法人	電力中央研究所	エネルギー技術研究所	研究参事
山本 融	一般財団法人	電力中央研究所	エネルギー技術研究所	上席研究員
浅野浩一	一般財団法人	電力中央研究所	エネルギー技術研究所	上席研究員

江口浩一	京都大学 物質エネルギー化学専攻 教授
岩井 裕	京都大学 航空宇宙工学専攻 准教授
鹿園直毅	東京大学 東京大学生産技術研究所 教授
横川晴美	東京大学 鹿園研究室内 シニア協力員
川田達也	東北大学 大学院環境科学研究科 教授
佐藤一永	東北大学 大学院工学研究科 准教授
村松真由	慶應義塾大学 理工学部 専任講師
墨泰志	日本特殊陶業株式会社 燃料電池事業部 P-SOFC 部 主管
志垣秀和	日本特殊陶業株式会社 燃料電池事業部 T-SOFC 部 副主管
龍崇	日本ガイシ株式会社 研究開発本部 SOFCプロジェクト グループマネージャー
伊波通明	株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 マテリアル技術センター 応用材料開発部 シニアマネージャー
藤本 哲朗	京セラ株式会社 総合研究所 SOFC 開発 1 課 責任者
樋渡研一	三菱日立パワーシステムズ株式会社 燃料電池事業室 開発設計グループ グループ長
岸沢 浩	三菱日立パワーシステムズ株式会社 主席プロジェクト統括
武信 弘一	三菱日立パワーシステムズ株式会社 燃料電池事業室 兼 グローバル戦略本部 主席技師
宅和雄也	大阪ガス株式会社 商品技術開発部燃料電池開発 T 係長
小椋裕介	東邦ガス株式会社 技術研究所 燃料電池技術グループ 係長
石原達己	九州大学 工学研究院応用化学部門 教授
谷口俊輔	九州大学 水素エネルギー国際研究センター 教授
徳永幸博	三浦工業株式会社 FCC 技術部 部長
福原広人	三浦工業株式会社 FC 事業開発課 課長
迫田純	三浦工業株式会社 FC 事業開発課
大栗延章	富士電機株式会社 技術開発本部 先端技術研究所 エネルギー技術研究センター 熱エネルギー技術研究部 熱・化学プロセスグループ 主任
横山尚伸	富士電機株式会社 発電プラント事業本部 エンジニアリング統括部 燃料電池技術部 主席
高木義信	日立造船株式会社 環境事業本部 開発センター SOFC プロジェクト 主管技師
酒井良典	日立造船株式会社 環境事業本部 開発センター SOFC プロジェクト G 長
萩原康正	株式会社デンソー サーマルシステム先行開発部 NEGP 特開室 室長
山田兼二	株式会社デンソー サーマルシステム先行開発部 NEGP 特開室 担当次長
長田康弘	株式会社デンソー サーマルシステム先行開発部 NEGP 特開室 担当課長
向原祐輝	株式会社デンソー サーマルシステム先行開発部 NEGP 特開室 担当係長
竹村晋一	トヨタ自動車株式会社 プラント・環境生技部 技術総括室 技術企画 1 グループ 工場計画室 技術 3 グループ 主査 担当部長

<評価事務局>

梅田 到	NEDO 評価部 部長
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査
後藤 功一	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・事業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 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究 (委託事業)
 - 6.2 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証 (1/2 助成事業)
 - (イ) 固体酸化物形燃料電池を用いた5 kW級業務用システムの実証評価
 - (ロ) 中容量常圧型円筒形SOFCシステムの実用化技術実証
 - (ハ) 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) による業務用・産業用システム実証および事業化検討
 - (ニ) 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) を用いた業務用システムの技術実証
 - (ホ) 円筒形SOFC-マイクロガスタービンハイブリッドシステムの市場投入に向けた技術実証
 - (ヘ) 燃料リサイクル機構を用いた高効率固体酸化物形燃料電池実用化技術開発
 - 6.3 次世代技術開発 可逆動作可能な固体酸化物型燃料電池による低コスト水素製造および高効率発電を利用した電力貯蔵 (委託事業)
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

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6「プロジェクトの詳細説明」および議題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

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(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「プロジェクトの概要説明資料（公開）」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。

(2) 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

推進部署より資料5「プロジェクトの概要説明資料（公開）」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。

【山口分科会長】 どうもありがとうございました。

技術の詳細については議題6で扱いますので、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議論させていただきたいと思います。ただいまの説明に対しまして、ご意見、ご質問等ありましたら、よろしく願いいたします。先生方のほうで何かご質問ありますでしょうか。どうぞ。

【須田委員】 丁寧なご説明ありがとうございます。

国家プロジェクトを実施する中で環境の変化があり、それに対応するために実施途中でも実施内容を変えていく必要があったとお話があったと思います。環境の変化には多分2種類があって、研究成果としての大きなブレークスルーがあった場合と、社会情勢とか施策という外部環境による場合があると思います。

このうち懸念されるのは、社会情勢や施策といった外部環境による場合だと思っています。例えば、日本のコアテクノロジーになり得る開発項目でかなり深掘りして取り組む予定であったが、施策等の外部環境によってリソースが割かれてしまい、深掘りできなかった。そういった状況変化への対応に対する負の面が少し心配に感じます。それぞれマネジメントの立場としては、その辺はどういう観点から取り組まれているのか、優先順位もあると思いますが、お聞きしたい。

【原PM主研】 ご指摘ありがとうございます。

この辺は私どもとしても非常に留意してございます。なぜ国家プロジェクトで進めなければいけない

いのかというところは、まさにサイエンスに立脚したということが絶対必要だと思ってございます。特に更なる高性能化はですね。

それから、基礎基盤の研究開発はきちんと取り組んでいかなければいけないと思ってございます。その点を非常に重視してございます。

なので、実は次のプロジェクトを企画立案させていただいていると申し上げたところでございますけれども、基礎基盤は重視して取り組んでいきたいと思ってございます。そして、いろいろなアイデアを取り込みつつ、プロジェクトの中で、競争環境も構築しつつ、進めさせていただければと考えてございます。

【山口分科会長】 ほかに、いかがでしょうか。どうぞ。

【田中委員】 スライド2ページめの事業の目的のところ、朱文字で低コスト化と高耐久化の両立と書かれています。高耐久化に関しては、目標がきちんと設定されていますが、低コスト化に関しては高効率化と読みかえて進めてこられたということでしょうか。

【原PM主研】 低コスト化に関しての国の目標は、例えば2020年断面で100万円/kWとか、いろいろに設定してございますので、そういったところに向けて低コスト化は低コスト化として明確な目標を進めて取り組んでいます。

他方、SOFCの性能は、よく言われるのは、効率、コスト、耐久性という3つの指標でございますので、特にSOFCは高効率はもちろん目標を設定し、そのほかに低コスト化と耐久化も例示しています。

【古川部長】 ちょっとわかりにくいかもしれませんが、先生のご指摘のとおりです。基本的には業務用ですから、長時間使えることが、同じコストであっても低コスト化につながりますので、高耐久化の中に包含する形で低コスト化を位置づけております。

【田中委員】 わかりました。ありがとうございます。

【山口分科会長】 ほかに何かご意見、ご質問等ございますでしょうか。

【霜鳥委員】 スライドの55ページのところで、このようなスキームで、劣化解析を多く実施して、それを産業界のほうにフィードバックをして回すということでしたが、7年という非常に長きにわたってプロジェクトを進行されてきて、大体ざっくり言って、どのぐらいの頻度でこのサイクルが回ったのかというのをお聞きしたいと思います。こういうスキームは企業から見ると、活用して、新しい製品に結びつけられるというのは非常に重要だと考えています。また、このようなスキームで、回っていないと感じたときの課題がございましたら、合せて教えていただきたいと思います。

【原PM主研】 横川先生、いかがでしょう。

【横川シニア協力員】 耐久性のプロジェクトのPLをやっていた横川ですけれども。基本的に3,000時間とか5,000時間を1つの単位としておりますので、多いときで1年に2回ぐらいはやります。運転中にその都度、500時間あるいは1,000時間おきに性能をチェックして、どの部位がどれだけ劣化したかを逐一追っていきます。5,000時間を測定した後に解体して、劣化が見込まれる部位を各研究機関に渡して、それを詳細に解析して、またその幾つかの研究機関の結果を全部もとに戻して、もう一回総合的に判断して、こういうことが起こっているのだろうという判断をして、次のサイクルに回すということですね。

早ければ、数カ月後にはその結果が出ますので、比較的早く改良——改良できるかどうかは試作の会社側の事情によりますけれども、いろいろな条件を変えて測定するなり、そういうことでは、半年ぐらいずつ進展をどんどんしていくというふうに考えていただければいいかと思います。

【山口分科会長】 ありがとうございます。どうぞ。

【重松委員】 次期プロジェクトのお話があったと思うのですが、SOFCについては、様々な規模・容量のシステムが開発されている中で、さらに、各メーカーの開発スピードも異なることから、性能とかコスト

についても一概に目標を設定するのではなくて、市場規模であるとか、あとは、ユーザのニーズも踏まえて、それぞれのシステムの重点課題に対して開発を進めていく、支援を進めていくべきかと考えております。

そういった意味での質問になるのですが、後継プロジェクトを立ち上げる場合、NEDO から全体として見たときに、現段階でそれぞれのシステムにどういった部分で課題が残っていて、具体的にどの部分で国による技術的な支援が必要であるかというところを、現時点でどのように考えていらっしゃるか教えていただければと思います。

【原PM主研】 ありがとうございます。

まさに今のお話のとおり、課題共有フォーラムと先ほど申し上げましたけれども、そういった取組により、民間からのご意見やユーザニーズと、実際にプロジェクトの中でどのような研究開発が進んでいるのかの差分をいろいろ議論させていただいて、その中で、例えば、更なる高効率化、田中委員からもご質問ございましたとおり低コスト化と同義でございますけれども、そういったところの支援が必要だと認識しています。

それから、今、SOFC がどのような商品価値を持つかは、やはり電力系統にリニューアブルエネルギーが入ってくるところで負荷変動を持たせるというデルタの価値といった議論が出てまいりまして、そういった意味で負荷変動の耐久性の必要性が出てまいりました。従って、次のプロジェクトでは、SOFC の用途の拡大を支援します。多様なところで使える高効率な発電体として機能を持たせていきたいというような議論になってございます。基礎のところを捉まえつつ、いろいろな可能性を探っていく取組を進めていきたいと思っております。

【古川部長】 若干補足をさせていただきますと、新しいプロジェクトでも、100%の委託でやる基礎研究の部分と、実用化を目指した助成事業の部分と、2つで構成する予定にしております。今、原が説明したのは、補助の部分でございます。SOFC につきましても、共通課題として、基礎に立ち戻ってやるべき部分がございますので、そちらはそちらでテーマ設定をさせていただき予定にしております。

【山口分科会長】 はい。

【田中委員】 今、ニーズと負荷変動というお話ありましたが、まずはどういうところにSOFCを使うかというニーズありきで、どういう負荷変動がかかって、それに対してどういう評価をしていくかということを考えなければいけないと思います。ニーズが固まっていない状況で、負荷変動に関する評価基準をつくるとなると、かなり発散しそうな感じがしますが、その辺のお考えはいかがでしょうか。

【原PM主研】 そこも議論していかなければいけないと思います。例えば、再生可能エネルギーが導入されてきたときに、どのような負荷変動があり得るのかということも、評価手法としては議論していかなければいけないなと思っておりますので、共通基盤の評価手法の構築として取り組んでいかなければいけないなと思っております。

【古川部長】 今の議論も重要なのですが、多分、次期プロの話になってきますので、まだ決めたものではございません。そういった業界からの声も上がっているという状態なので、おっしゃるようなことも十分問題としてあると思っておりますので、そこはもう少し皆さんのご意見を聞きながら、適切な目標を設定するなどして、新しいプロジェクトに反映していきたいと思っております。今日のご指摘も当然のことながら次期プロの考え方に反映させていただきますので、よろしくお願いいたします。

【田中委員】 わかりました。

【山口分科会長】 ほかに、よろしいですかね。

【中川分科会長代理】 事業の位置づけの中で、水素社会というところがうたわれて、その水素社会に向けたいろんなプロジェクトがあり、それに沿った形で今事業が進められているというようなお話があったかと思っております。

SOFC の 1 つの特徴としては、燃料の多様性というふうなお話がありました。水素に限らずといひましようか、一酸化炭素をそのまま使うという方向も SOFC ならではの特徴だというふうに理解をしています。

現在の考え方として、水素重視といひましようか、例えば、CO なんかは水素に変換して使うというふうな、そういった方向になっているのか、今後、そういった多様性をどうやって取り入れてやっていこうと考えているのか。資料の中では、石炭との複合発電とかという話も出てきているのは理解しているのですが、このプロジェクトとしてどう考えているか、ご説明いただければと思います。

【原 PM 主研】 ありがとうございます。

これらのプロジェクトもその一つですが、我が国政府の方向性として、水素社会の実現に向けて、どのような形で貢献していくかというところでございます。最終的には、水素がインフラの中で自由自在に使えるような世の中になれば、それが一番利活用されるという方向はあり得ると思います。

ただ、今この瞬間は、もう既にインフラが構築されている天然ガスとか、そういったものを活用しつつ、究極的な CO₂ 排出がなくなっていく世の中を目指していくというところを、エネルギー業界とディスカッションをして全体的に最適化しつつ、探りながら進めていくのだろうと考えてございます。

【中川分科会長代理】 よくわからなかったのですが。後で技術的な話が出てくるので、そういったところでお聞かせいただければと思っているのですが、試験項目として、例えば、燃料ガスとしては、水素リッチといひましようか、水素 100% に近いような形を考えているのか、あるいは、CO が何% か含まれているような形で考えているのか。そういったことで言うと、どんなものかお聞きしたいと思ひました。

【古川部長】 現行実施しているプロジェクトでは、燃料は純水素ではございませぬ。都市ガスの改質等が中心です。将来像といたしましては、水素が安価に大量に供給することができれば、純水素型の燃料電池ということになってくると思ひております。

一番のメリットは、やはり CO₂ の回収がしやすいというところになってくると思ひます。分散型として、従来の化石エネルギー改質型を使った場合、現場で CO₂ が大気に放出されてしまいますので、それを大気から回収するよりも、一気に化石燃料から水素をつくって、そこで大量に CO₂ を吸収して、固定化するなり、リユースするなり、そういう形につくっていくという方向が国の流れというふうに考えております。

ただ、現行のプロジェクトでは、そこまでではなくて、従来の都市ガス等を使った SOFC ということになってございませぬ。

【中川分科会長代理】 ありがとうございます。

【山口分科会長】 伊藤先生。

【伊藤委員】 技術的な内容から離れまして、答えにくい質問かも知れませぬが、事業費あるいは研究開発に関わる費用についてお伺ひします。資料によりませぬと、6 ページ、7 ページ、8 ページ、特に 6 ページ、7 ページには海外の研究開発費の状況が示されております。聞き落としたのですが、これらは各国における年間の研究開発費で、韓国については今後 10 年間の費用ということで 1,840 億円となっております。これに対しまして、10 ページに、7 年間の NEDO プロジェクトの費用総額はいくらで、そのうち NEDO のご負担分がいくらというように書いてあります。国内だけでなく、海外での SOFC の開発状況を知っておくことも大事だと思ひますし、海外では SOFC の研究開発にどのぐらい投資しているかという点も気になります。また、資料の 8 ページには、日本の他の燃料電池や SOFC に関わる事業として、JST、SIP から国土交通省などでも研究開発が進められているように示されております。

各国の研究開発費と NEDO における SOFC 研究開発に関わる事業費とを単純に比較できるとは思ひませぬが、NEDO 以外の国内の燃料電池あるいは SOFC の研究開発との関係も勘案して、実際のところ、例

例えば、国の SOFC 開発事業に対する予算は大体どのぐらい投じられていると考えれば宜しいのでしょうか。

加えて、NEDO 以外にも SOFC あるいは燃料電池の開発研究を実施しているとのことですが、NEDO 事業以外のこれらの事業や研究開発との連携なり協力なり、あるいは、ここには垣根がありますというような課題、こういった垣根は基本的にはあってはいけないと思いますけれども、これら全体を見渡した場合には、どのような関係にあるのかと思いました。いかがでしょうか。

【原 PM 主研】 SOFC に関しては、毎年私どもで 10 億円程度のプロジェクト予算を供出させていただいております。水素・燃料電池の分野で大体 300 億円ぐらいの今年の予算の中で、そのうちの PEFC、SOFC で、全部で 40 億円程度というふうにお考えいただければと思います。

ほかのところとの連携というのは、いろいろな国の協議会の中で私どもプレゼンテーションさせていただいたり、お互いに意見交換をしていますので、そういったところで連携はしてございます。が、まだ十分でないところもあるかもしれないので、それは引き続き意見交換を続けていこうかなと考えてございます。

【伊藤委員】 ここから先はコメントになるかもしれませんが。私自身、ずっと SOFC をつかず離れずで見ているような立場にもありますけれども、次のプロジェクトを組まれるときは、基礎研究を進めながら応用技術の開発も発展させていくということですので、それなりにコストも必要になる開発事業になってくるはずで。そういう点からすれば、手厚い予算の確保に向けても是非努力していただきたいと思います。以上でございます。

【山口分科会長】 ほかに、よろしいですかね。

私から 2 つほど、今まで出た質問に関連してお聞きしたいことがございまして、1 つは、やはりコストと高性能化でございます。もちろん、高耐久性が実現されれば、コスト低減につながるわけですが、使う材料なりコンポーネントの値段と性能というのは、ある意味でトレードオフの関係にありますので、その辺に関しては今日ご発言の中ではなかったのですが、その辺に関するシステムとしての見積りといいますか、そういうものに関してはもう既にお持ちだと考えてよろしいのですか。

【原 PM 主研】 コストと性能とのトレードオフとは。

【山口分科会長】 要するに、コンポーネントにお金をかければ高性能化はある程度まで上がるだろうというのは、皆さん、容易に期待できるわけですが、ただし、これは商品ですから、そうもいかないと。そこで、要するに、コンポーネントにかかる費用と性能というのは、ある意味で、一般的なデバイスの場合、必ずトレードオフの関係になりますけれども、これに関するベストソリューションというか、どの辺がいいのだろうということに関しては、もう既に見通しが立っているというふうにお考えですか。

【原 PM 主研】 はい。その辺も含めて民間企業ですとか業界と議論しつつ、国の政策として、先ほどの 2020 年の 100 万円/kW、これはシステムの前算も入っていますけれども、そういったところをディスカッションさせていただいております。

ただし、先生のおっしゃるとおりシステムとしての全体の最適化で、まだ国のプロジェクトでできるのではないかと、低コスト化というところで何か貢献できるのではないかと、システム全体としての取組というのがあるのではないかとというのは、やっぱりまだ意見として出てございますので、そういったところも含めて、次のプロジェクトで取り組んでもらえないかというような意見も聞こえてございます。

【横川シニア協力員】 SOFC の特殊事情をちょっとご説明したほうが良いと思うのですが、固体高分子形の燃料電池なんかと比べると、SOFC というのは、材料も各社によって違っていたし、セルの構造も違っていたし、スタックの構造も違います。当然、その都度のコストに対する考え方も違う。ある

ところは、コストは多少高くても、先に市場導入を優先させるという考え方もあるし、低コストの材料を選んで、時間がかかってもいいけれども、出すときにはもう低コスト化を実現するようなものを目指したいというところもありますので、そういう意味では、幾分そういうバラエティがあるということをご承知おきいただければと。その中で、各社がそれぞれの低コスト化を図っていくと。ですから、耐久性も、その都度、材料とか、それに合わせて原因究明とかをやっているということになります。

【山口分科会長】 いや、なぜこんなことをお聞きしたかという、要するに、想定される運転時間といえますか、それと費用の関係もあって、最終的なベストマッチなところを探すというのは一般的な考え方だと思うので、その辺との関係もあるかなと思って、今ちょっとお聞きしたわけです。

例えば、13万時間を目指す設計と、9万時間、あるいは、その半分では大分使う材料も違うだろうと思われまますので、その辺のコストと性能のベストミックスというか、一番いいところはどこかというところに関する理解は進んだのかなという、それがちょっとお聞きしたかったのです。

【横川シニア協力員】 もう少しご説明すると、NEDOが所掌するのは、先ほどのご説明のように、導入期から多少普及期まで入ってところまでを面倒見るという、そういう考え方です。なぜそうなるかという、エネルギー関係の機器というのは、導入が終わっただけでは、それ自身で自立できないところがあります。当然、導入してからの低コスト化を図っていかなければできない。その低コスト化も、大量生産すればできるかという、そうではない。常に技術革新をしていかなければいけないということですので、そういう意味でも複雑さが——9万時間か13万時間かというときでも、その辺のことを考慮に入れながらやっているということなので、必ずしも耐久性を長くすれば、高い材料を使わなければならないかというわけではないと。必ずその背景には技術革新が必要だということをご理解いただければと思います。

【山口分科会長】 なるほど、わかりました。

時間が過ぎているのですが、もう一つお伺いしたいのですが。今回の全体の概要の説明の中でおもしろいと思ったのは、今までのSOFCというのは、ある意味でコジェネが最も効率がいいということで、だから、そこに特徴を出してということだったのですが。今度、システムとしてのいろいろなパフォーマンスを別な形で活かさないか、要するに、柔軟性とか、別の電源システムに接続するときの特性として、可能性、多様性をどう出せるかというのを多分検討される、あるいは、検討されたということだと思うのですが、そういう理解でよろしいですね。その中で、この高効率発電というのは、モノジェネが出てきたというふうに理解してよろしいのでしょうか。

【原PM主研】 はい、そのとおりでございます。例えば、グリッドの中で使う場合にどのような用途があるのかとか、熱電比率の関係、更なる高効率化でモノジェネの用途が1つのユーザニーズとして出てきましたので、その可能性も探っていきたいなというところでございます。

【山口分科会長】 これは非常に新しいニーズと考えてよろしいですね。今まではあまりそういうことを考えられてこなかったような気がするのですが。この辺の事情のご説明があれば、我々、非常に理解しやすいと思うのですが。

【古川部長】 おっしゃるとおり、お湯と電気という両方でもって総合効率が高いというのがSOFC、作動温度も700、800°Cでございます。ただ、そうすると、お湯を使わない業種にはなかなか入りにくいのです。例えば、入っているところだと、牛井屋さんですとか、お湯を使うところが中心になってきます。けれども、お湯を使わないモノジェネで効率を上げていくことによって、SOFCの用途が広がるという業界の声もいただきましたので、これを開発目標の一つに据えて、後半、18年・19年に可能性を探っているところでございます。

【山口分科会長】 わかりました。

ほかに関心ご質問等ございますでしょうか。

ありがとうございました。ほかにも意見、ご質問等あろうかと思われませんが、予定の時間が参りましたので、ここで終了させていただきたいと思います。

(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

【山口分科会長】 議題8、まとめ・講評に入りたいと思います。

それでは、田中委員から始めて、最後に私という順序で講評をお願いいたします。それでは、田中委員からお願いいたします。

【田中委員】 長い時間、どうもありがとうございました。

SOFCは2011年からエネファームとして市販されているものの、本来SOFCが強いと考えられている業務・産業用途での実用化がなかなか進まないという状況がありました。これを、市販化という形で打破されたというのが、まずは本事業のすばらしい成果であると思います。

また、ユーザーズからモノジェネ化の市場価値を見出して、これに柔軟に対応されたことも非常にすばらしい取組であったと思います。

さらに、企業間に横串を刺すようなオールジャパン体制のコンソーシアムを構築し、劣化現象に関するマクロな部分とミクロな部分をサイエンスに基づいてつなげることで、長時間の耐久性を見通せるような予測手法を構築された、これもすばらしい成果です。

一方で、例えば、劣化については、不連続性の変化に対する予測手法がまだ確立されていないように思われますし、コストダウンについては、考え方がシステムによって違うとのことではありますが、特に、研究開発項目(B)の事業化に向けた取組において、コスト削減がなかなか難しいとおっしゃっておられる事業者も多かったのも、そのあたりをどうしていくかということも、事業化に結びつけていくためには非常に重要であろうと思います。

コンソーシアムというすばらしい組織を構築されて、一丸となってこの事業を進めてきたなかで、今まさにSOFCの事業化に向けた課題が明確化してきた段階だと思えます。次につなげるように、連続的にこのようなオールジャパン体制での取組を進めていっていただきたいと思いました。

以上です。

【須田委員】 今日は、どうもお疲れさまでした。

特に劣化解析というのは、一見簡単なようでその原因を明らかにするのは意外と難しく、さらに時間がかかるというところで、ご苦労されているのだと思います。単セルでの評価は取り組んでいる研究機関もありますが、スタックとかシステムで評価して、それでなければみえてこない課題を抽出し解決する試みはこれまではあまり進んでいなかったように思います。これは、サイエンスの意味でも、これから日本のエネルギーの材料開発にとっても非常に大切なことではないかなと思います。

特に、今日、モノジェネの話もありましたけど、モノジェネへの展開も大きな成果ではないかなと思って、聞かせていただきました。

また、有限要素法を使った ANSYS のシミュレーションも成果として出されていましたが、限定的であったような気がします。例えば、シミュレーションに必要な基礎データの構築などを含めて、より深掘りして劣化などの解析に展開ができれば良いかなと感じました。

以上です。ありがとうございました。

【霜鳥委員】 本日は、ありがとうございました。

耐久性迅速評価のほうで確実に材料評価を実施されて、大学と連携をされて、解明をされて。最初、冒頭に質問させていただいたとおり、PDCA をどのぐらい回されているのかという観点で、それもしっかり回っていると感じました。また、研究開発項目 (B) で、幾つかの実際のシステムメーカーさんがそれを採用されて、スタック単体とある程度同じ劣化をシステムで実現されているということで、確実にすそ野が広がっているということを実感致しました。

一方で、今後は、どちらかという、低コスト化ですとか、あるいは、効率向上、65%というモノジェネという話が出てきていますが、そのときに、今回の構築されたプロトコルを含めて、ぜひそのような新しい方向に応用を期待したいと思います。今後また新しい材料、特にアノードサポートセルとか、プロトン伝導体という話も出てきていますので、そこにもぜひ継続して取り組まれるといいのかなと考えました。

以上でございます。

【重松委員】 本日は、どうもありがとうございました。

皆様の報告を聞かせていただいて、私自身、SOFC の実用化に向けた取組について、より深い理解を得ることができました。

全体として成果については、一部、目標未達の項目はあったかと思うのですが、各実施事業者様が SOFC をより商品とするべくご尽力されて、高い成果が得られたものだと思っております。

特に、この事業、セルスタックの評価からシステムの評価まで、多岐にわたる評価を関連企業様と研究機関様が連携して進められたという点においては、今後のメーカーの実用化促進に大きく貢献するものかなと思っております。

今回、私は日本ガス協会という立場で委員を務めさせていただいております、主に実用化や事業化に向けた課題解決検討状況を、ユーザに近い立場で聞かせていただきました。

その立場のコメントとしましては、システムの開発に当たっては、性能の向上や機器本体の低コストといったのはもちろんですが、設置工事費とか、メンテナンスコストとか、そういったものを含めたトータルの低コスト化、あとは、使い勝手として、小型化であるとか、自立運転機能の追加であるとか、そういった機能の充実化も求められるかと思えます。

その点については、今、実証事業をされているということなので、ユーザの方や設置工事事業者の声を聞くなどして、ユーザの方、ガス事業者の方とも連携して、より魅力的なシステムを開発していただければと思います。

もう1点、家庭用エネファームと違って、まだまだ業務用 SOFC については認知度が低いかなと思っております。そういった意味では、実証の1つの目的として、PR というのも大きな目的の1つとして、今後も取り組んでいただきたいなと思っております。

我々、都市ガス業界としても、非常に大きな期待を寄せている SOFC システムでありますので、今回の実施事業者様におかれましては、今後も実用化、普及促進に向けてご尽力いただければと思っております。

今日はありがとうございました。

【伊藤委員】 本日は、ボリュームのある報告をいただき、いい意味でかなりの疲労感を覚えました。そして、非常に有意義な時間を過ごすことができました。

私自身は、冒頭でも少し触れたかもしれませんが、大学院生時代からずっと SOFC に関わってまいりまして、実はこのプロジェクトの中間評価でも同じように評価委員の委嘱をいただきました。そのときの印象と今日の印象との違いを述べますと、中間評価は事業開始 2~3 年後に開催されましたので、実質的な事業期間が短くて、かなりの内容や項目が開発研究の途上であったと記憶しております。その中間評価のときに比べますと、今回はずいぶんものごとが明らかになってきているなという印象があります。明らかになってきている中でも、やはりここは難しいのだろうなという部分が未達の部分になっており、これらは今後に向けた課題としてより明確になってきたということでもあります。ただし、総じて言えば、全体的にとっても進んだなという印象を持っております。

今回の事業のような開発研究の中では、例えば劣化現象の詳細まではなかなかわからなくて、それを乗り越えるのに大変な苦勞をされるということがよくあったと思います。私個人としては、こういうプロジェクトは——こういうというのは、オールジャパンで、しかも、基盤の方々と実際にものをつくっていく方々と、さらに、それを商品にして売っていくという方々が一緒になってやっていくプロジェクトというのは、今後もぜひ続けていただきたいと考えております。なおかつ、続けるに際しても、不明、難解、解決困難な内容をさらっと流して、つまり後回しにしてそのまま課題として残して、しまうのではなく、着実に一步一步解決しながら進めていただきたいという、そういう気持ちを強く抱いております。

もう一つ申し上げたいのは、よく経験することですが、自宅に省エネルギー関連機器のセールスマンがいらっしやいまして、「お宅にも 1 台いかがですか」ということがあります。お話を伺ったあとで私から一つ、二つ質問しますと、「不勉強ですみません」と仰ってお帰りになるような方がほとんどです。SOFC の世界では、是非そういうことが起きないように実用化、普及化を進めていっていただきたいということです。

SOFC の研究開発は、今までは地面の上に置いて、どちらかというと定置用、がメインで進んで参りましたが、もし今後着手の可能性があるのであれば、空を飛んだり、地面の上を走ったり、水の上を走ったりという移動する、そういうものへの適用、要するに、さらに適用範囲、適用先を拡げていくような開発研究も考えてはどうかと思っております。

以上でございます。

【中川分科会長代理】 今日はいいろいろお聞かせいただきまして、どうもありがとうございました。

実用化を目指して、劣化耐久性に取り組みましたという中身をお示しいただいて、9 万時間の耐久性能の目途が立てられるような形になってきたというようなことがわかりました。

そのために、NEDO が主体になって、国研、大学も含めた体制を組まれて、その中で解析、それをまたスタック設計に反映させるというような仕組みをきっちりつくられて動かされたというのが、やっぱり大きな成果につながったのではないかと思います。

また、複数のメーカーさんが参入されて、そこの中で一体となってやってこられたというようなことも、非常に大きな力になっていたのだろうなという印象があります。

私も昔、SOFC の実験をやっていたことがあるのですが、なかなか再現性のあるセルをつくること自体が難しいというようなことがあったわけです。この SOFC のセラミックスの複数層からなるセルを、ある程度の再現性が得られるような形につくり上げてこられて、ようやくと半導体デバイスみたいなところに近づいてきて、こういった形で劣化評価ができるようになってきたのかなというふうな印象を持っています。

システム的な検討とか、これからまだやるどころというのはあるのだろうと思いますので、これまでの実績をもとにして、さらに進めていただければと思います。その際には、やはり今の研究体制というのでしょうか、こういうのが活かせるような仕組みを残していただければと思います。

業務用のシステム化、また高効率化というところでも、各社さんが非常に工夫されて、高効率化、システムの効率化、低コスト化に尽力されている様子というのも非常によくわかりました。

まだまだ改良の余地というのがやっぱりあるなと思いましたが、ぜひ頑張ってくださいまして、システム効率 60%、65%を達成できるような、なおかつ、耐久性を持ったものをでき上がらせていただいて、日本の製品として出していただければと期待しています。

最後に、この検討の中で、今日は細かく出てこなかったかと思うのですが、いろいろシミュレータの開発だとか、そういったこともされているように伺いました。こういったもの、ぜひ、ここで終わるのではなくて、構造解析と、反応解析とか、拡散とか、それを統合したものができれば、それこそ劣化解析というのが、初期条件と運転条件を与えれば将来どうなるかみたいなのがわかるようになると思いますので、そんなところも目指して、今までの成果をつなげるといいでしょうか、活かせるような形で次のプロジェクトを考えていただければと思っております。

本日は、どうもありがとうございました。

【山口分科会長】 今日一日、大変勉強になりました。勉強ってあんまり楽しくないのですが、今日は非常に楽しく聞かせていただきました。

中間評価もさせていただいて、それとの比較で言いますと、やはりものすごく進んだなというのは私は実感として覚えました。

それからもう一つ、現地調査のときに、特に私、強く感じたのですが、中間評価のときは比較的歴史の浅いメーカと、そうではない経験のあるメーカで、出している性能も劣化の特性も違うという、やはりそういう経験の深さというのは随分効いているなと思ったのですが、今回は、それが非常に平準化されている。要するに、比較的歴史の浅いところも非常に大きく進歩して、キャッチアップしてきたということで、日本全体としては非常に実力が上がったなというのを私は感じました。

これはひとえに、こういうコンソーシアムの中で、本来企業の方々というのは競争しているわけですが、いろんな意味で情報を共有したりして、理解がどんどん進んだというふうに私は理解しました。こういうコンソーシアムの中で各参加者が競争しながら、だけれども、いろんな情報を共有して、お互いに進歩していくという、こういう体制というのは非常に大事だと思えました。

前倒しで事後評価をしているというのは、次へつなげるためということとお伺いしましたが、こういうコンソーシアム形式で進めていくということのメリットをさらに活かして、みんなで競争しながら、お互い切磋琢磨して技術を磨いていくということが重要だと思います。

それから個別の研究で言いますと、いろいろいちゃもんをつけたいところもありますし、褒めるところばかりではないのですが、まず 1 つは、劣化についてはものすごく世代が変わったなという感じがします。それは、要するに、個々のフィジックス、個々のケミストリーから、システムとしてものを考えるということをこれから始められるだろうと。

そういう意味では、最近、いろんなアプローチもあります。やはり一個一個の物理現象、化学現象の理解はかなり深まったと思えますし、それらに関するデータもたくさん蓄積されているだろうと思えます。次のステップは、それらを活かして、それでは、システムとしてどういうふうに考えるかというところが、多分次の課題になってくるだろうと思えます。

今まで個々の現象、材料の問題というのはかなりクローズアップされてきましたけれども、今後は、こういう複雑なシステム、あるいは、こういうシステムというのは階層化されていますので、どんどんアトミスティックなところへ行っても、やはり最終的には個々の階層でのシステムというものの考え方を活かして、様々な問題を解決していくという方向に行くのが、これからの方向性ではないかなと私は強く感じました。

今回、大量のデータが蓄積されています。これをどのように活かしていくかというのは、次のプロジ

ェクトで大きい課題になると思います。先ほど言いましたように、問題は階層化されていて、しかも、様々なファクターが効いているということをいかに賢く我々が読み解いていくかというのが、次に重要になってくる方向性だと思いますので、皆様方には、この体制を活かしつつ、そういう方向へ行っていただきたいというふうに私は希望しています。

それからもう一つ、業務用システムの実用化に関しては、私、今日、特別に感銘を受けました。各社が非常に努力をされて、様々なアプローチの仕方での高性能化を図っていらっしゃって、結果として、もう商業化へ向けた方向で、ある程度将来が見えているところまでお聞きしましたので、このプロジェクトが果たした役割は非常に大きいと思います。個々のスタックの性能向上だけではなくて、そういう様々な技術的な工夫といいますか、そういうことが着実に生きて性能が上がってきているという意味で、これからもぜひ頑張っていたいただきたいと思います。

それから、今後の展開については、我々、もっと知恵を出して、ユニークなアイデアを醸成していく必要があると思います。やはり我々、どうしても海外とも競争していますので、海外でどんなことをやっているかというのは随分気にはなりますけれども、単にそういうことに目を奪われることなく、我々がしっかりと、次に何をすべきか、次の課題は何かということを見据えて、次世代に向けた課題を設定するというのを、我々の知恵を出して設定してほしいと思います。

まさに、そういう意味での課題設定というのは、次世代に向けた取組の中で非常に重要だと思います。これは、これだけのいろんな方々がそろっていらっしゃいますので、知恵を出し合って、絞り出して、次へつなげていただきたいと希望します。

以上です。

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 今後の予定

以上