

研究評価委員会
「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」(事後評価) 分科会
議事録

日 時：平成24年10月19日(金) 10:20~17:10

場 所：WTCコンファレンスセンター RoomB (世界貿易センタービル3階)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	松永 守央	九州工業大学	学長
分科会長代理	下津 正輝	前 徳島文理大学 理工学部 機械創造工学科	前 教授
委員	泉 政明	北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科	教授
委員	日比野 高士	名古屋大学 大学院環境学研究科 都市環境学専攻	教授
委員	平田 好洋	鹿児島大学 大学院理工学研究科 化学生命・化学工学専攻	教授
委員	森 利之	独立行政法人 物質・材料研究機構 環境エネルギー材料部門 電池材料ユニット 燃料電池材料グループ	グループリーダー
委員	吉武 優	燃料電池開発情報センター	常任理事

<推進者>

徳岡 麻比古	NEDO	新エネルギー部	統括主幹
山本 将道	NEDO	新エネルギー部	主任研究員
町井 謙二	NEDO	新エネルギー部	主査
堀内 賢治	NEDO	新エネルギー部	主査
齋藤 春香	NEDO	新エネルギー部	職員

<実施者>

横川 晴美	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	招聘研究員
堀 雄一	京セラ(株) SOFC開発部 セル開発課	課責任者
松崎 良雄	東京ガス(株) 商品開発部 SOFC PG	チームリーダー
上野 晃	TOTO(株) 燃料電池企画部	部長
山下 晃弘	三菱重工業(株) 技術統括本部 長崎研究所 化学研究室	主席
富田 和男	三菱重工業(株) 原動機事業本部 新エネルギー事業推進部 開発一課	主任
川田 達也	東北大学 大学院環境科学研究科	教授
佐々木 一成	九州大学 水素エネルギー国際研究センター	センター長・主幹教授
川畑 勉	九州大学 水素エネルギー国際研究センター	テクニカル・スタッフ
江口 浩一	京都大学 大学院工学研究科	教授
鹿園 直毅	東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携センター	教授
山本 融	電力中央研究所 エネルギー技術研究所 エネルギー変換領域	上席研究員
堀田 照久	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 燃料電池材料グループ	研究グループ長
倉本 浩司	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 クリーンガスグループ	主任研究員

小林 由則	三菱重工業（株）原動機事業本部	新エネルギー事業推進部	次長
安藤 喜昌	三菱重工業（株）原動機事業本部	新エネルギー事業推進部 開発一課	課長
山下 敏	東京ガス（株）商品開発部	S O F C P G	グループ マネージャー
川端 康晴	東京ガス（株）ソリューション技術部	コージェネレーション技術グループ	係長

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
 松下 智子 NEDO 評価部 職員
 梶田 保之 NEDO 評価部 主査

<一般傍聴者> 1名

議事次第

(公開の部)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
 2. 分科会の公開について
 3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
 4. プロジェクトの概要説明
 - 4.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化、事業化の見通し」
- 非公開資料取扱いの説明

(非公開の部)

5. プロジェクトの詳細説明
 - 5.1 基礎的・共通的課題のための研究開発
 - 5.1.1 筒状平板形セルスタック開発（京セラ）
 - 5.1.2 筒状横縞形セルスタック開発（東京ガス）
 - 5.1.3 小型円筒形セルスタック開発（TOTO）
 - 5.1.4 円筒横縞形セルスタック開発（三菱重工業）
 - 5.1.5 基盤コンソーシアム（横川PL）
 - 5.2 実用性向上のための技術開発

超高効率運転のための高圧運転技術の開発（三菱重工業）
6. 全体を通しての質疑

(公開の部)

7. まとめ・講評

8. 今後の予定
9. 閉会

議事録

【公開の部】

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・事務局梶田主査より、分科会の設置について資料1-1及び1-2に基づき説明があった。
- ・松永分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
- ・配布資料の確認（事務局）

2. 分科会の公開について

事務局より資料2-1に基づき説明し、今回の議題のうち議題5「プロジェクトの詳細説明」および議題6「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5、資料4に基づき説明し、了承された。

4. プロジェクトの概要説明

推進者（NEDO 新エネルギー部 山本主任研究員）とプロジェクトリーダー（産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 横川招聘研究員）より資料6に基づき説明が行われた。

- (1) 事業の位置付け・必要性
- (2) 研究開発マネジメント
- (3) 研究開発成果
- (4) 実用化、事業化の見通し

説明に対し以下の質疑応答が行われた。

（松永分科会長） ありがとうございます。ただいま NEDO と横川先生から事業の位置付け・必要性、研究マネジメント、成果そして見通しについて説明をいただきました。いまから委員の方に意見と質問をお願いしますが、技術の詳細につきましては午後の議題 5 で議論をさせていただきたいと思っておりますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性そしてマネジメントについて意見、質問をお願いいたします。

（下津分科会長代理） 素晴らしい成果が上がってきているというのは非常に嬉しいことだと思います。先ほど横川先生の説明で最後のほうにコストダウンと規格の話がありました。最近日本が弱くなってきているのは、日本は非常にいいものを作るけれども韓国・中国に比べコストが高いので、もう少しレベルを落としてもいいのではないかという話も出ています。特に SOFC は材料絡みの問題で、材料は絶対に劣化するもので、劣化が許されないということはあり得ないという気もします。コ

コストを下げるというのには製法以外に材料も相当大きいと思います。コストダウンをうまく行う方法をいま何か考えていますでしょうか。今はいちばんいいものを狙って作っているのでしょうか。

(産総研・横川 PL) 企業側の人々が答えたほうがいいのかもかもしれませんが、最初のプライオリティをどこに置いたかという点、耐久性と信頼性の確立をいちばん最初に置いてシステムを作ってきたと思います。ただし初期導入をした後は低コスト化になると思います。しかし低コスト化でもかなりの場所で、皆さまざまそれぞれがどこをどうすればコストがどれくらい下がるかということを考えていると思います。このプロジェクトで身にしみて理解したことは、性能がよくなると劣化もよくなります。いいものを作っていくこと、あるいは性能を上げていくということが、コンパクトにもなりますし、低コスト化にもつながるという意味で、技術的な検討をすれば達成出来ることなのです。そういう意味で、性能を上げていくこと、あるいは技術的な先行投資の重要性というのがあるのではないかと考えます。このプロジェクトの成果というのが、劣化機構を解明することによって総合的理解が進んでいますので、性能向上あるいは劣化現象の経過ということについても、総合的なアプローチをとることができそうですし、企業側があるアイデアを持って他を見たときに、即それが良いか悪いかを判断出来る、コメントが出来ると、そういうようになっていくのではないかと感じています。

(NEDO・山本主研) NEDO としても、例えば家庭用コジェネレーションですと最終的には1台100万円以下、事業用や産業用のコジェネレーションは、規模にもよりますが、例えば1kW当たり約30万円で作ることが出来ればいいかなというコスト感を持っています。一足飛びにそこにはまだ行けませんが、段階的に民間企業のいろいろな努力も含めて達成していただければありがたいと思っています。このプロジェクトの中においては、先ほどの電解質材料とか電極材料ももっと安いコストで見出せばいいと思っておりますし、もう少し低コストが狙えるような新しい材料で、これをちょっと試したいとか、それを実際にセルに組み上げてみて評価してもらいたいというニーズがあれば、これからの次のプロジェクトの中も含め、そういう低コスト化に向けた新しい評価なりについての対応をしっかりと考えていかなければいけないと思っておりますし、そこは今後の課題としてNEDOとしても認識しています。

(松永分科会長) いまの説明と質問に関係しますが、先ほどアメリカとヨーロッパの現状を説明されましたが、彼らのコスト意識はどのレベルにあるのかという情報はお持ちでしょうか。

(産総研・横川 PL) いちばん有名なのは、アメリカのSECAというプロジェクトはかなりの低コスト意識を持っています。原料のコストをある程度想定して全体がその何倍ぐらいのコストになるかということで、全体的に計画をして金属を使ってセラミックスの量を少なくするというようにそのところまでの発想をしています。日本はどちらかというとセラミックスのSOFCセルを作るというほうに重きを置いていて、金属を導入すると劣化要因がかなり大きくなるので信頼性が下がってしまうという、まだそういうトレードオフ的な感じを持っておられる方が多いと思いますのでそのようになります。ヨーロッパも基本的には日本と同じようなことを考えていると思いますが、全体的に稼働温度が低下していくというのは、ある程度背景としては低コスト化を想定していると思います。日本のスタックの開発はどちらかというと高温の領域もまだ残っているので、そういう意味ではコストというのはこれからの課題になるかと思えます。セラミックス技術の中での低コスト化というのは、後で企業の方にお聞きになっていただければ分かると思いますが、かなり進展をしていると思っています。

(森委員) 資料の33/68ページで、事業化に向けた知財のマネジメントを2011年までに特許出願52件というように発表され、前半のほうではアメリカ、ヨーロッパの開発の例を引かれ、日本が必ずしも優位にいつまでもいられる状況でもないという説明をされました。業績のところを見ますと、すべてが国内出願という状況です。本当にそこに市場があつて、そこに大きくコミットして、国内の利益を損なわれないようにしなければならぬということであれば、EUとアメリカに対して絶対に1つは国際

出願があつてしかるべきです。それが業績の中に1つもありません。民間にすれば費用が莫大にかかりますので、民間にいたときには70ほど出願させていただいてしましたが、国内の出願でさえ審査請求に回すのはせいぜい20、国際出願はわずか5でした。重役に説明しましたので、相当に大変な思いをしなければいけないというのも分かった上で申し上げますが、それこそが民間のやる気であつて会社が認めた仕事です。ですから、原則は1年以内に出しなさいということかもしれませんが、いくつか纏めてでもいいので、やはりふしめふしめでEUやアメリカに対して国際出願をするというように指導していくといえますか、重役になぜ必要なのかということは何度も聞かれてそれを説明しなければいけませんから、おそらく何も言われなければそんな大変なことは多分しないと思います。しかしそれはマネジメントとしては、本当に必要なものであればあえて苦言を呈してでも権利化すべきであるということ、何らかの形でチェックを働かせないと、開発の初期の段階を国のお金を使って民間の経費を節減しているわけですから、その分をフィードバックしなさいというような指導は当然という気がいたします。

(NEDO・山本主研) ご指摘ごもっともであると受け止めています。私どもNEDOも先ほど特許出願に係るいろいろなコストの面、企業における戦略の面などもある程度お聞きしながら見てきてはおります。ご指摘の点も含め、NEDO側、国側も投資側としてそういったところをもう少し積極的に議論すべきという点については、そこも含めて今後さらに検討を進めていきたいと思ひます。

(森委員) ヨーロッパやアメリカは嘗々と築いてきましたから真似するということは多分ないと思ひます。問題なのは中国など、出てきて買ってきて開けてみて作ればよいと思ひている人たちです。その人たちの目はヨーロッパに向いていますので、そこに権利がないとせつかくここで国がお金をかけて出しても、彼らを買ってみて、バラして、売りますということがないようになしたい。

(NEDO・山本主研) そこは今後民間企業の皆さまとも真剣に議論をさせていただきたいと思ひます。

(TOTO・上野部長) TOTOでございます。国際出願に関しましてはご指摘のとおりだと思ひております。TOTOは後期の2年間で参加させていただいておりまして、家庭用の燃料電池、特にSOFCはご指摘のとおり特にヨーロッパが日本の次に大きな市場だと認識しております。NEDOプロに入る2年前に自社研究でやっておりました分ではいくつか国際出願しているものも当然あります。この2年間のNEDOでの成果物として出願させていただいた中で国際出願に展開出来ているものはありませんが、指摘のとおりだと思ひていますので、海外に対しての出願活動も積極的にこれからやっていくようにいたします。

(泉委員) 三菱重工の250kWのコンバインドサイクの組み立てが来月終わるといふ話があつたと思ひますが、その後の試験はどれぐらいの実験期間を設けるのかについてお聞かせください。

(NEDO・山本主研) 計画ではいまごろには出来ていて、今年度が最後ですが、当然5,000時間ですとか、なるべく1万時間に近いところまではデータをとりたいと思ひていましたが、ちょっと手間取つて遅れています。そのため、今年度内には2,000~3,000時間ぐらいしかデータをとることは出来ないのではないかと見通してあり、このプロジェクトの最終的な目標の観点からは不十分だと思ひています。ですから、このプロジェクトが終わつた後に継続してこの設備を使って、耐久性にある程度目処がつけられるような5,000時間とか1万時間とか、そこに向けてどのように継続的にデータを取るかについて、今後NEDOと三菱重工で費用負担も含めて相談させていただきます。そこはしっかりと目処がつくところまでやっていきたいと思ひております。

(泉委員) 是非、長期にお願いします。

(三菱重工・小林次長) 三菱重工の小林です。いまご指摘いただいた点と、それから山本様からお話をいただいたことに関して補足を加えます。もともと8月ごろから運転を開始しようといふ話があつた時期もありました。ただ、その加速するための原資、資金面で十分な体制が組めないまま進んでしまつ

たという我々プロジェクトマネジメント上の問題もあり、現在、運転開始が11月中旬ということで現地の据え付け、運転調整を行っています。その後、どの程度長期に運転が出来るかというのは、システムをいじめるような試験も含めて試験計画、工程を練っておりまして、その計画および進捗状況次第ではなるべく長い時間引っ張ろうということを考えております。先ほど山本様からお話があったように、今年度は十分な時間はとれそうもないということで、25年度に引き続き何らかの形で試験運転を継続させていただきたいということをお打ち合わせ、検討をさせていただいています。

(日比野委員) NEDOにお聞きしますが、家庭用に関しましてはこのSOFCの他にPEFCも動いていると思いますが、NEDOとしてはどちらを選ぶのか、もしくはその住み分けが出来ているのかということをお聞きしたいと思います。

(NEDO・山本主研) まず私どもはミレニアムが始まった2000年当初のころから、この家庭用燃料電池をどのように出していくかという議論を政府とともにしてまいりました。まずは低温作動で実用に近いと見ていた固体高分子型から実用化していこうということで先行的に取り組みまして、大規模実証もしまして世に出していったわけです。それと並行してSOFCは耐久性についてももう少し頑張らなければいけないということで検討をし、研究開発もやってきましてある程度見えてきたものですから、この5年間で次にこのSOFCの家庭用のコジェネレーションを出していこうということでその結核の研究と実証をさせていただいたわけです。技術的にPEFCが先行してきたということはあります。では両方出てきたので今後NEDOとしてはどうするのかということにつきましては、たしかにこの高効率でコンパクト化が期待出来て、選ぶ材料によってはさらに低コスト化が期待できるSOFCは次世代機としてNEDOは重視しています。ただ、当面はPEFCも100万円を切るようなところまでの低コスト化は継続いたしまして、2015年以降20年に向けてはまず主体はこの固体高分子形である程度は市場を引っ張っていくのかなと思っています。それとラップしながら、並行的により次世代機としてこのSOFCが成熟していけば、最終的にはその市場の一定の部分がどんどんSOFCに置き換わっていくのかと見ております。いずれにしても2020年ごろまでを見越しては、PEFCの低コスト化とこのSOFCの高耐久化も含めて信頼性を高めていくというところは並行して取り組ませていただいて、ポテンシャルにおいてはPEFCの次にはSOFCがどんどん性能面でも高いところまでいける可能性はあるなという意味で、いまは両にらみで研究と実証に取り組ませていただいているところでございます。いまの段階でどっちがどっちという判断はしておりません。

(日比野委員) よくわかりました。二重投資になるようなイメージもあります。PEFCの場合は自動車がありますから、自動車のほうで頑張っていただければいいかなと思います。ただ研究開発として自動車用と家庭用とではPEFCの設計が全然違いますから、国の政策としてPEFCを切るのであれば潔く切ったほうがいいと。

(NEDO・山本主研) このプロジェクトの横で、固体高分子形燃料電池プロジェクトの運営で実は悩んでいます。悩んでいるというか、2015年までにはいろいろ補助金を出して、量産化効果も見込んで、100万に近いところまで持っていくというシナリオでやっていますが、2015年以降どうするのだと、研究開発をどこまでやるという議論があります。大雑把に言うと、研究開発の面では、特に家庭用コジェネレーションの分野では研究開発は一段落つきつつあると思っています。自動車用としてはまだまだ改善が必要なので、自動車用の中で低コスト化と高耐久化、さらなる高温低加湿運転のようなところも突き詰めていき、自動車向けの研究にある程度重点化し、その成果から転用できるものは定置型のものにも転用してもらおうというような形で、このコジェネレーションに特化した研究開発というのは徐々に薄くしていくのかなというように考えております。

(森委員) やはり低コスト化についてですが、SOFCのほうのブレークダウンした低コスト化に向けての戦略をお聞かせいただければと思います。

(産総研・横川 PL) 前期に低コスト化の課題として2つやりました。金属インターコネクターと原料粉の共通化です。その時にはランタンマンガンナイト系を使ったものが複数社いて、あるいはコバルトフェライトが複数社いたりしたので、ゆくゆくはそういう低コスト化を図るためには原料の統一をせざるを得ないだろうというところまでいきました。前期の成果としては共通化を図りました。お互いに歩み寄って、例えばマンガンナイト系で多少組成が違っていたのを統一してもいいですねという話にもなりましたし、かなりそういう意味では成果は上がったと思います。ですから、本当にSOFCの低コスト化をやる時には原料の話、スタックでその材料を使う量の問題、何回シンタリングをするのか等の製造法、それから1kWを作るのをどれくらいのを焼かなければいけないのか等の性能の問題のように各段階でありますので、それについてなるべく複数のスタックメーカーの中で共通できるものは共通していこうというのが前期のNEDOの考え方で、それがある程度はうまくいったと考えています。

(平田委員) まず基盤のほうの研究で高温・長時間のデータをとられたということは、これは非常に素晴らしいことだろうと思います。そして、そこで起きている現象が事細かに理解出来たということは非常に成果の大きなところだろうと思います。その一方で、研究の中身については暫定版のものをいただいて見ましたところ、研究の攻め方というところですが、例えばアメリカ側のそういうような攻め方と高圧のセルにしる非常に似ているところが多いと思います。今回のこのNEDOの研究とどちらが早いのかは分かりませんが、もしアメリカが早いのであればそれをお手本にしてやっているのではないのか、要するにオリジナリティをもってきちっとやっているのかということが第1点です。それから今回のNEDOの戦略の立て方ですが、私に言わせると荒っぽいと思います。なぜかというと、今回分解して見ているのは京セラのタイプですが、これを見る限り京セラは2001年から独自で始めて、そして市販までやってきています。あるいは東京ガスのほうのJXでしょうか、それも国の予算をそれほど受けずにおそらく開発されてきたはずですが、そうすると、国民の税金をどのような開発に投入したほうが、(以下のカッコ「」の部分削除してください。文意が通りません。「例えば家庭に付けるなり、どこかに付けるなりしたときに」)最も経済的に効果的なフィードバックが出来るのかということです。いまはいろいろなセルをラインに並べて「ヨーイドン」と一緒に全部走らせています。しかし既に走っているのもあれば、いまから走らせるのもあるわけですから、それに対する細かな戦略、あるいはタイプごとの戦略を立てないともまずいのではないのでしょうか。というのは、途中で止めたセルというのがあって、あれは基礎研究に戻せとおっしゃっていますが、それを基礎に戻す基盤のグループがちゃんといるにもかかわらず、なぜそちらのほうで受け皿をとらないのかと。ですから私に言わせると、ある程度走っていて、この前のプロジェクトでもある程度見きわめが出来そうなものにはこういう戦略を立てて、こちらのほうにはもう少し後押しするといったように、進めるべきだろうと思います。これは結果論になりますが、今回ばらしてみたら、タイプごとにウイークなところが全部違って、トラブルの原因になるところが全部違って、それは結果として基盤のほうできちっと解析されたからそれが言えるのですが、タイプも違いますし、作り方も違うわけですから同じ取扱いは出来ないわけです。ですから、次のステップにあるのかもしれませんが、それに応じた細かな戦略というのを立てなければいつまでも遅れたものは遅れたものになってしまいます。そのあたりの立て方がちょっと弱いと思います。それからセラミックスの破壊力学でもう明らかですが、ワイブル係数でバラツキを評価できることが分かっているわけです。ですから今回のSOFCでも性能のいいものはずっとよく、悪いものは当初からすぐにダウンしてしまいます。ですから機械的特性においてバラツキが出るようなことがワイブル係数の m で代表されますが、今後は1台ではなく百台、千台、1万台と作っていくわけですから、それにおけるバラツキをどう評価するのかということを確認する必要が当然出てくるだろうと思います。今回は東北大が頑張っておられて、力学的なところでのダメージはほとんどないと書かれていますので、電気的な問題に相当するワイブルをどういうふうに取り込む

のか、それをしないとセラミックスで作る限りは均一なものはおそらくできないと思います。そのへんを感じました。今回はもう 5 年過ぎたわけなのでしょうがないかもしれませんが、そのように全部十把一絡げの戦略で全体を見てやられているので、どこがこのタイプであれば弱くなるのかということ、あるいはそれはどこを後押しするのかということ、そこに対する事業化の戦略を NEDO のほうで立てないとまずいのではないかというのが私の感触です。

もう 1 点は、午後のほうになるのかもしれませんが、今回パーフェクトに近いものに作ったというのはコンバインドの三菱重工の SOFC だろうと思います。あちらのほうはシャットダウンを何回やっても問題ないということでしたし、時間当たりの劣化電圧も全然下がってきません。逆にいうとそういうものはものすごく先を走っていますし、容量としても非常に大きなものが走っています。ですから、そういったトラブルが出ていないものと、まだトラブルが出ているものが明らかにあるわけですから、進めるための戦略の差別化をする必要があるだろうという気がします。

(NEDO・山本主研) ざっくり言いますと、この NEDO プロの基盤研究の、特に高耐久化のところではいろいろな企業に入らせていただいています、基本的には各社のセルスタックの実用化に向けた研究を NEDO プロの中で一緒にやっているというのではなく、材料やセルの耐久性評価に重点を当てて実施してきています。型式が全然違いますから、それぞれの型式についてどういう課題をどこまで設定してというところは、先ほどの NEDO の説明では不十分でしたし、実際に私の頭にはそこまで細かいストラテジーがあるわけでもありませんが、基礎基盤のところの材料やセルの耐久性評価のスタディの中で企業の課題に対して対応していくということがいちばんと考えていました。ですから、今後においては本当にそれだけでいいのか、それぞれの型式の弱みみたいなものを考えて、もう少しブレークダウンした形でこのプロジェクトの設計等をすべきではないかということについては、今後のプロジェクトの検討の中において参考にさせていただきたいと率直に思っております。過去の経緯を知っていらっしゃる横川さんから補足いただければと思います。

(産総研・横川 PL) SOFC の研究開発の困難なところというのは、いま平田先生がおっしゃったように、SOFC でもいろいろな考え方があって、いろいろな施策・デザインがあって、稼働温度も違いますし製造手順も違います。では、どれがいちばんいいかというのは誰も知らないわけです。同じレベルで揃ったことがありませんし、比較したこともありません。では比較すればいいかということ、比較して絞り込んでいけるかということもそういうものでもありません。過去の NEDO の SOFC のプロジェクトはどのようにやってきたかということ、必ず自社開発で先行しているプレーヤーがその時の NEDO のいちばん最先端のプロジェクトを担ってきています。ですからずっと通して見るとプレーヤーがどんどん変わってきています。例えば三菱重工さんと先ほど出ましたが、重工さんは最初は自社開発から始まりました。その時に NEDO でやっていたところは別のところがやっていました。しかし、NEDO としてはその都度、その都度の課題というのが何かということを見極めて、それを解決するにはどうしたらいいかということをやってきましたので、そういう意味では NEDO のマネジメントとしては一貫しています。NEDO がいちばん恐れるのは最後にプレーヤーがいなくなることです。幸い日本のスタック開発の意欲は非常に強いので、その都度、その都度やってきています。京セラさんも自社開発ですが、この信頼性評価の前のプロジェクトから NEDO のこのプロジェクトの中には参画をしていただいたということです。

(平田委員) 後半のところですか、初めからですか。

(産総研・横川 PL) いえ、前プロジェクトからセルの劣化解明の対象にしています。ですからその成果として、京セラさんの改良したセルで実証機にも入れていますし、その実証機でやったものを我々がまたやっていますので、そういう意味ではある程度自社開発で出来るものと、NEDO が関与しなければいけないことの仕分けというのはかなり SOFC の場合は出来ています。全部国が面倒をみてきている

わけではありません。NEDO として共通課題的にやること、例えば耐久性に重点を置くというようにやっていますので、マネジメントとしては、PEFC に比べてかなり少ない金額を SOFC で割り振っている割には効果的なプロジェクトの成果は上がってきていると思っています。そういう意味で NEDO のマネジメントとしては他の国と比べても問題はないと思います。いちばん先にオリジナリティというのがありましたが、劣化について言えばオリジナリティというよりは誰かが解明した劣化機構があれば、それは使っても当然いいものですから、このプロジェクトでもアメリカの SECA のプロジェクトやヨーロッパの Euro SOFC の成果も全部取り入れてやっています。幅を広げて事例を多くすればするほど理解は深まってきますので、そういう意味ではオリジナリティというよりも、総合的な理解がどこまでできているかというほうがはるかにスタックメーカーにとっては重要なことになるとなっています。

(NEDO・山本主研) 先ほど京セラさんはもともとオリジナルで研究をしていて、NEDO プロとの関係がどうだったかというのがありましたが、京セラから今回の NEDO プロの中でどのようなスタディがあって、どのように貢献したかというのを、午後の部でもありますが一言コメントだけさせていただきます。

(京セラ・堀) 京セラの堀と申します。先ほどのコメントですが、我々が最初に入りましたときは耐久の劣化がありました。この耐久劣化に関しまして、何が主原因であるかというところを NEDO プロのほうでいろいろ確認していただきまして、やはり実抵抗のオーム抵抗の劣化が主要因であるということを見ていただきました。その原因については、先ほど横川先生からもありましたが、ストロンチウムジルコネートの生成を抑えるほうがよいと、そしてその部分の界面の制御が必要だろうという助言を頂き、その部分の改良を進めました。また、午後からも少しお話いたしますが、集電金属の抵抗増が原因であるということで、その部分の改良を進めました。ですから、改良方法については京セラ独自のものもありますが、その原因を特定していただいたおかげで耐久向上が早く解決出来たと思っています。

(松永分科会長) 説明にもありましたように、基本的に横川先生が PL で入られて、やはり同じ場で議論された成果が全体としては出ており、その意味でマネジメントとしての成果は出ていると思います。

(産総研・横川 PL) 個別課題については、基盤側とスタック側でかなり綿密な打ち合わせをし、基盤側のフィードバックをかけていますし、いまおっしゃられたように、他のスタックの情報をワーキンググループという会合の中でやっていますので、2段階ぐらいのレベルでやっています。そういう意味では各スタック側から見れば自分のスタックの欠点なり改良すべきことが分かりますし、プロジェクトの中でいえば他のところの課題を PL なり産総研がかみ砕いて一般的課題として、あるいはその対策として一般化して述べていますので、それは普遍的に取り入れることが出来るようにしています。先ほどプラットフォーム機能と言いましたが、そういう意味では 1 つの場を作って、非常にうまく機能していると考えただけならいいかと思います。

(森委員) 全体的なことということでちょっと指摘をさせていただきたいと思います。他の皆さんがおっしゃっているように、劣化の機構の解明とその改善という非常に難しい仕事で確たる成果を上げられていて驚くばかりでございます。論文についても非常に多くの論文を出されておりますし学会発表も積極的にされていて、なかなか出来ないことだなと驚くばかりですが、それが素晴らしいだけに、ちょっとあえて苦言なのかもしれませんが、事業原簿という形で NEDO が出版されるわけですが、この最初に書いてあるリストが、例えば論文の数が 216 (152)、それが後ろにいきますと私が数えても 160 ちょっとぐらいです。どちらにも該当しません。しかもその 1 つ 1 つを見ていきますと書き方がまちまちであり、かつ提出先に互換の情報があつたりなかつたり、または多年度にわたって同じボリュームが載っていると、場合によっては著者が日本語と英語の両方で 2 回出てきたり、また英語のジャ

一ナルでありながら日本語で引いたり、英語でジャーナルをスペルアウトして出してきたりしています。一般的に言いますと、1つでも自らの業績にあいまいなサイトがあれば内容を信用しないというのが常識です。集まってきたデータを NEDO さんが留めてファイルして出しましたというのは分かりませんが、やはりどこかで統一させて、不備であればこうしてくださいというフィードバックをかけて、せっかく素晴らしい、価値あるデータが集まっているわけですから、それを社会に公開する事業原簿で、これが間違えますと決算書と帳簿が違うというようなお粗末な話ですから、それだけは出す前にしっかりとチェックしてください。いまの事業原簿はちょっとミスが多すぎます。公開された学会発表まではチェック出来ませんが、ここまで違えますとでは学会発表は正しいのかという話にもなりません。もうちょっと言いますと、せっかくこういう難しい仕事で受賞されているのが3件もありますが、その3件がいったいどこにリストされているのかというと、発表されていた横川先生が1件説明されただけで後の2件はアピールがありません。どういうところで仕事をされて、こういう仕事で賞まで取られたのかということこそ是非発表すべきですが、後ろにもありません。ですからそういうところを出す前にしっかりとチェックしてください。暫定版を頂いたときにずいぶんすごいなと思いましたが、ここに至ってもまだ変わりませんから、このままおいておくとも分このまま出ていってしまうと思いますが、やはりそれはよろしくないと思います。NEDO の責任をもって、これを正しいもの、しっかりしたものにして、そして価値ある成果が価値あるものであるということでアピール出来るようにされることが是非必要だと思いますので、最終的に私のところに来るときには是非直してください。そうでないとやはりおかしいと思います。

(NEDO・山本主研) 分かりました。もっともですので、きちんと最終的にチェックをして、最終版とさせていただけたいと思います。評価部のほうもよろしいでしょうか。これは最終的にチェックさせていただきたいと思います。

(事務局) 今日の資料はこれですが、最終的にはホームページに公開となりますのでそれまでにチェックというのが入ります。当然、この場で完全になっていなければいけないというのは前提であります。最終的にチェックしていただきますので、先生のご指摘やほかも含め、最後に全部見直した状態で公開とさせていただく予定でございます。

(NEDO・山本主研) 大変失礼いたしました。ありがとうございました。

(泉委員) 今回はセルスタックの耐久性、信頼性について非常に高い成果が得られているというのは納得出来ますが、システムとして売り出していくわけですが、今回のプロジェクトの全体を見ると何となくセルスタックに比重が置かれていて、システムに関してはかなり企業さんの負担に依存しているような形になっているように見えます。先ほどのコストの面についてもそうですが、セルスタックのコストの5万円/kW という目標もたしかにいいのですが、全体のシステムとしてのコスト、そしてシステムとしての性能の信頼性、耐久性を保持するためにはどうしたらいいのかというのをもう少し包括的に出来ないかなと思います。これは次のプロジェクトの仕事なのかもしれませんが、そのあたりに何かお考えがあったらお願いいたします。

(NEDO・山本主研) 今日の発表の中での三菱重工のご提案の中規模・大規模というところの世界においては、システム化が重要であり難しい点なので、そこは広く NEDO としても想定しているところです。家庭用等の小さい規模の燃料電池の研究課題を NEDO として吸い上げる時には、民間企業のご意向もある程度は聞いてはいますが、システム開発の面は、固体高分子形の先行的エネファームでの経験がある方もあり、そこはむしろ官民の役割分担の中では民が取り組むことにし、NEDO には材料セルの評価等の基盤的なところに重点的にサポートしてほしいというご要望があったものですから、いまの形になっています。しかしながら次のプロジェクトに向けて、たしかにシステムの低コスト化はどうするのかというのも課題としては残っておりますので、そこらへんについてのニーズのようなものも

これからいろいろと産業界の皆さまからいねいにお聞きし、次のプロジェクトを検討していきたいと考えています。

【非公開の部】（非公開のため省略）

詳細説明に先立ち、非公開資料の取扱について評価部より説明があった。

5. プロジェクトの詳細説明

5.1 基礎的・共通的課題のための研究開発

- 5.1.1 筒状平板形セルスタック開発（京セラ）
- 5.1.2 筒状横縞形セルスタック開発（東京ガス）
- 5.1.3 小型円筒形セルスタック開発（TOTO）
- 5.1.4 円筒横縞形セルスタック開発（三菱重工業）
- 5.1.5 基盤コンソーシアム（横川PL）

5.2 実用性向上のための技術開発

超高効率運転のための高圧運転技術の開発（三菱重工業）

6. 全体を通しての質疑

【公開の部】

7. まとめ・講評

各評価委員から以下の講評があった。

（吉武委員） SOFC は PEFC に比べますと非常に手がかかるといいますか、小回りのきかないテーマで、PEFC ですと皮の手袋で扱っている感じですが SOFC ですとグローブでやっているような、いろいろな意味ですぐ出来ないし、解析にもちょっと手間がかかります。そういう中で今日はこのチームのプログラムは非常に素晴らしいところにいるということを改めて感じました。今後のビジネスを考えるという観点からしますとコストということだと思っておりますが、今後国内、世界にどのように考えていくかということが次のプロジェクトでは大事で、低コスト化においては先ほども申し上げましたが、やはり劣化対策を考える上での材料の作り込みといったところ、量産を含めて、今後どのように企業と大学等が連携してやるのか、そのあたりを十分吟味していただければと思っています。

（森委員） 今日は1日基礎から応用まで幅広い最先端の研究を聞かせていただきましてありがとうございました。大変勉強になりました。だいぶ視野が広まったわけではなく、広げなければいけないという気がいたしました。ただ、今後のこともあるということですのであえて余計なことも言わせていただくと、大変先端的な仕事の成果が一方で出て、ものづくりの方はやはり日々がんばらなければいけないというときに、成果をうまく翻訳して作る側の方が、これを作ればいいのかと分かってもらうには何か工夫がないと学会でいいことを聞いたというようなかたちで終わってしまい、ものづくりに反映されない場合もあるかと思っておりますので、そういった価値ある非常に素晴らしい成果をものづくりに生かすために現場では何をしたらいいのかということが、うまくサジェスション出来るような工夫も次になされるとかみ合いますので多分すごくいいのではないかと思います。あともう1つ、私も日ご

ろから悩んでおりますが、細かい解析を突き詰めていこうとすればするほどなかなか限界がありまして、電位をかけて電荷をかけながら界面を見るにはどうしたらいいのかというのは、固体であればあるほどまた難しい課題であります。やはり通電しながらいろいろな変化が起こるということも今日も発表されておりましたので、本当の意味でのその場、雰囲気と温度ではその場ではなくて、電池ですから電気化学がないといけないのですが、固体、全固体だったりしますと、場と温度と電場、全部かかったときの変化をどう見るのかということもかなり大きなハードルです。しかしそういうことも踏まえてチャレンジングの取り組みがどこか1個でもいいからあるといいのではないのでしょうか。全部は無理だと思いますが、そういうものが1つだけでもあるととても締まるなという気がいたします。あと、加速試験でのシミュレーションとは少し違うと思いますが、材料研究で得られたシミュレーションを、いろいろな物質の移動のシミュレーションとかにどのようなモデルでシミュレーションされるのかというお話を聞けなかったのが、シミュレーションという言葉はあちこちに出てくるのですが、どのようなモデルにされるのですか、研究結果をそのモデルにどうやって反映されるのですかということを伺いたかったなという気がいたしますが、学会の場でもないのでもあまり細かいことをお聞きするのはと思いましたので、こうした材料研究の成果がシミュレーションのどのモデルのどのようなところに反映されていくのかということも発信していただいて、それを踏まえて精度の高い寿命予測が出来るようになったみたいなことがあると、素人としてはとても分かりやすいので、是非考えていただければと思います。以上です。是非続けていただけたほうがよろしいと思います。

(平田委員) まず今回お聞きして燃料電池に対して大きな進展があったということは理解出来ました。当然大学等で出来ない何千時間、何万時間という非常に耐久性のある仕事が行なわれているのだと。またそれを解析したということでは、データそのものは非常に重要なデータが蓄積されたということは理解出来ました。今後に向けてのこともあるので、今後どうするかという話になると思いますが、やはりそれぞれのメーカーが社内で出来ることと、国が関与して進めるべきことの問題を分けないとまずいだろうと。あれもしたいこれもしたいではなく、例えば次のプロジェクトが5年くらい先まで見通せるということでしたので、例えば最後のNEDOの支援だとすると、やはり基盤側のほうの研究はどの会社にも使えるような普遍性のある重要な問題はどれかということ、問題の絞り込みをしなければならいだろうと思います。2つ目は、メーカーが既に、例えば京セラ等が国民にSOFCを提供しているわけですので、そういう意味では国にも責任というものが伴ってきますから、まず、今日はじめに言いましたが、セラミックスというのは作った段階でいいものと悪いものがかなり出てきます。そういう意味ではメーカー側は市販に出す前に、作った段階でこれは1万時間いけそうだなというような良品、不良品の見極めをするような方法を考えなければいけないだろうと思います。3つ目はいま既に高温で作動させていることで、拡散とか化学反応とかさまざまなことが起きることが分かってきたわけですから、既にメーカー側としてはそれをとらえて、現在市販するとしたらその防止策を入れ込む必要が当然あると思います。ですから今日ストロンチウムジルコネートの話も出てきましたが、防止策を既に自社で出す製品の中に、考えられる手を事前に打ち込まないとまずいだろうと考えました。4つ目は、今日の話は全部都市ガス対象の話だったと思います。日本は当然のことながら都市ガスというのはLNGでマレーシア等から液化して持ってきていますが、例えばいろいろな不測事態が起きた場合にLNGが入らない、そうすると他の燃料で石炭ガス化といっても石炭はおそらく中国かオーストラリアから持って来るのでしょうが、そこでの国交が断絶した場合など燃料をどうするかという話が今日はあまりなかったのですが、九大のほうでは佐々木先生が非常に精力的にされておりますが、いろいろな不純物が入ってきます。硫黄も入ってくる。そうすると空気極側がすぐにだめに

なる。今日は空気極の話もありましたが、そのような種々の燃料に対する展開というのは次のプロジェクトの中で徹底的に取り込まないと、おそらく燃料の多様性という SOFC のよさが出てこないだろうと、そんなことを感じました。以上です。

(日比野委員) 全体的にいえることは、中間評価のときにも言わせていただいたのですが、大学の技術が非常によく生かされていて、それが企業の、今回の特に劣化に対する対策によく反映されているという気がしました。そういう点では、特に劣化というところにフォーカスを当てたプロジェクトとしては大変完成度が高いと思っています。このプロジェクトは次に続くということでもありますので、最後に一言、次のプロジェクトへの希望、期待といたしましては、やはり発電効率がまだ 40%そこそこという点で、SOFC の特徴が生かされていないというところがありますので、今後は発電効率のさらなる向上も視野に入れてご検討いただければと思っています。

(泉委員) 中間評価を担当させていただいたのですが、そのときは最後、ここまで発展して纏められるとは思っていなかったのですが、非常に高い成果が得られていると判断出来ると思います。特に劣化機構の解明では多分世界で最先端の結果がいろいろ得られ、高く評価出来ると思いますが、やはり加速劣化試験の確立というのは大変難しいのだなということをいままた実感いたしております。ただ、加速劣化試験法の確立はどこが難しいのかということが明らかになった点は評価出来ると思っております。次期プロジェクトへの提言という意味で、1 つは最初にもお話しさせていただいたのですが、システム研究がちょっと足りないのかなと思います。ほとんど企業の努力に頼っているところで、セルスタックの開発とシステム開発をうまく両立させていくという面からも、システム研究にもう少し力を入れるべきかと思えます。それからもう 1 つは先ほどからいろいろな先生方がおっしゃっているとおり、せっかくここでの成果を、ここにいる企業のメンバーの方々はいままで努力してきたのということもあるかもしれませんが、他の日本の企業、例えばここには加わっていらっしやらない日本特殊陶業さんとか日本ガイシさんとかいろいろございしますが、そういった会社も今後は成果をある程度共有出来て参画出来るようなシステムのようなものがあつたらいいなと思えます。

(下津分科会長代理) 各先生いろいろなことをおっしゃっていただいたので私はもう言うことはありませんが、前回は担当させていただいた立場から言いますと、今回プロジェクトグループの中で連携プレイは今回が一番うまくいっているのではないかという気がしました。学校の先生と企業の実際にやっておられる方とのあいだのコミュニケーションなり、データの共有なりがうまく進んできたという印象があります。今後もこの調子でどんどん進めていただいて、新しい知見を積み重ねていただきたいと思えます。それと、実機のエネファームが最近出ました。ああいうものは 1 つの新しい実験基地であるという位置付けも出来るのではないかと思います。各エネファームを設置している場所でどういう運転をしているのかは知りませんが、その運転経過と出てくる現象は独特のものがあるかもしれません。そのあたりのデータは皆さん全体で共有されて、参考にすべきところは参考にさせていただいて、各企業さんの SOFC なり実システムなりの発展につなげていただければいいかなと思えます。とにかく今日は割にすっきりしたかたちで耳に入ってくる内容が多かったと思えます。

(松永分科会長) 私はいくつか NEDO のいろいろな評価でこういうかたちのグループの評価にかかわったことがあります。実は中間評価の時点でちょっと心配なところがあったのですが、資料を見せていただいたり今日お聞きしたりして、1 つにまとまっているという観点でいうと、プロジェクトそのものは成功だと私も実感しております。特にいろいろな先生方がおっしゃいますが、いままで大学の研究と企業の研究はばらばらで結び付けるのは非常に難しかったものが、こういうかたちでやると非常に大きな成果につながるのだなと思ひ、実証された横川先生には非常に尊敬の念をいただいております。

違う視点で1つお話しさせていただくと、1つは日本のエネルギーとか資源戦略の中でいまの時点ではたしかに燃料電池というのは1つの大きな方法ですが、将来どう転ぶか分からないというのが日本のエネルギー戦略で、そういう意味では燃料電池の位置付け、特にSOFCの位置付けというのはやはり明確な方向性は議論していただいて、先ほどから言っておりますように、SOFCは燃料に多様性があることが昔はいちばんの売りだったと思うのですが、それプラス効率という、もちろんこれは非常に難しい問題だということは分かっておりますが、やはりターゲットを明確にしていくことも必要ではないかと思えます。それからもう1点は、我々大学は最近、特に財務省から国の財政の半分は借金だといつも言われていまして、やはり成果を社会に見せていくという意味でエネファームを京セラさんが出されたというのは非常に大きいと思っておりますし、日本からそういうかたちで出た製品はこれまでにいっぱいあるわけです。ところが、森先生も何回も言っておられて、今日も問題になっておりますが、特許戦略でいつのまにか韓国や中国にもっていかれてしまっているというのが非常にたくさんある製品で起こっているわけで、SOFCは非常に難しい技術なのですが、韓国が圧倒的に追いついたような燃料電池もありますので、そういう意味ではどうやったら成果を日本の国の産業として継続出来るかということは、実は研究段階から考えていかなければいけない時代になっていると思っております。それはもちろん今日のお話の中で国際標準化の話も出ています。そういうところはこのプロジェクト単独ではないのですが、NEDOはその責任を負っておられると思っておりますので、この点にも注力していただきたいと思えます。そういうかたちで、次期プロジェクトの中でまた新たに1つ2つ、商品化に近づくものが出てくると、これはやはり事業として非常に大きな成果になっていきますのでこれからがんばっていただきたいと思えます。

本日は本当にどうもありがとうございます。推進部あるいは実施者の方から最後に何か一言ございましたらお願いしたいと思えます。

(産総研・横川 PL) 今日はいろいろ貴重なご意見をいただきましてどうもありがとうございます。実際私はいまお話のあった中間評価のときにもかなり心配をされて、本当に最終目標に到達出来るのかというご指摘を受けて、それからかなり実施者の中の企業側、大学側の連携もさらに強固にするということが出来ましたので、それもこういう評価委員会の制度の1つのメリットかなと思っております。次期プロジェクトについてもいろいろ貴重なご意見を賜りました。特に実施者側から考えてみると、やはり前プロジェクトから本プロジェクトにかけての8年間、参画したものにとってもかなりの成果が上がってきて、ワンステージ上ったなという感じがします。そういう意味では特に実用化あるいは商品化という、非常にこういう研究のやりにくい状況で次期プロジェクトをやらなければいけないという特殊状況に置かれますが、基盤側を含め、いろいろ提案し、あるいはご批判を受けたようなことをクリアしながら次期プロジェクトをやっていききたいと思っておりますので、今後とも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。

(NEDO・徳岡統括主幹) NEDOでございます。評価委員の皆さまには長時間のご審議大変ありがとうございました。それから実施者の横川プロジェクトリーダーをはじめ、これまで大変ご苦労されたと思えます。ありがとうございます。今日は大変有用なご指摘、コメント、叱咤激励をいただいたと思っております。午前中山本が申し上げましたとおり、次期プロジェクトにどんどん取り入れて反映させていきたいと思っておりますが、次期プロジェクトだけではなく、普遍的なご指摘もいただいていると認識しておりますので、他のプロジェクト、燃料電池のみならず私どもでやっている他のプロジェクトにも是非、有用なご指摘、アドバイス、叱咤激励を取り入れていこうと思っております。申すまでもなくいま我が国のエネルギーは大変重要な局面に立っておるわけでございますが、私ども

NEDO も微力ではございますが技術開発という観点から全力を尽くしてまいりますので、今日ここにいらっしゃる皆さまには今後とも引き続き、ご支援、ご協力を賜りたいと思いますので、よろしくお願い申し上げます。

8. 今後の予定、その他

9. 閉会

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について（案）
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）
- 資料 4 評価報告書の構成について（案）
- 資料 5 事業原簿（公開）
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料（公開）
 - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
 - 4.2 研究開発成果及び実用化、事業化の見通し
- 資料 7-1-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.1 基礎的・共通の課題のための研究開発
 - 5.1.1 筒状平板形セルスタック開発（京セラ）
- 資料 7-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.1 基礎的・共通の課題のための研究開発
 - 5.1.2 筒状横縞形セルスタック開発（東京ガス）
- 資料 7-1-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.1 基礎的・共通の課題のための研究開発
 - 5.1.3 小型円筒形セルスタック開発（TOTO）
- 資料 7-1-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.1 基礎的・共通の課題のための研究開発
 - 5.1.4 円筒横縞形セルスタック開発（三菱重工業）
- 資料 7-1-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.1 基礎的・共通の課題のための研究開発
 - 5.1.5 基盤コンソーシアム
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.2 実用性向上のための技術開発
 - 超高効率運転のための高圧運転技術の開発
- 資料 8 今後の予定