

研究評価委員会
第1回「燃料電池先端科学研究事業」(事後評価)分科会
議事録

日 時 : 平成22年 11月8日 (月) 10:30~16:20

場 所 : TOC有明 4階 EAST E-5ホール

出席者(敬称略、順不同)

分科会長 谷岡 明彦 東京工業大学 大学院理工学研究科 有機・高分子物質専攻 教授
分科会長代理 山口 周 東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授
委 員 田畑 健 (社)日本ガス協会 技術開発部 部長
委 員 福長 博 信州大学 繊維学部 化学・材料系 材料化学工学課程 准教授
委 員 森 利之 (独)物質・材料研究機構 燃料電池材料センター 副センター長
委 員 湯上 浩雄 東北大学 大学院工学研究科 機械システムデザイン工学専攻 教授
委 員 割石 義典 (株)本田技術研究所 四輪開発センター 第1技術開発室 第1ブロック
主任研究員

<オブザーバー>

千田 知宏 経済産業省 資源エネルギー庁 新エネルギー対策課 燃料電池推進室 係長

<推進者>

和泉 章 NEDO 新エネルギー部 部長
細井 敬 NEDO 新エネルギー部 主任研究員
小上 泰司 NEDO 新エネルギー部 主査
飯尾 雅俊 NEDO 新エネルギー部 主査

<実施者>

長谷川 弘 技術研究組合 FC-Cubic 専務理事 (PL)
山本 義明 技術研究組合 FC-Cubic 研究所長
関口 伸太郎 技術研究組合 FC-Cubic 業務推進部長
中村 栄伸 (独)産業技術総合研究所 研究業務推進部 主査
八木 一三 技術研究組合 FC-Cubic 触媒研究グループ長
大平 昭博 (独)産業技術総合研究所 ユビキタスエネルギー研究部門 電解質材料研究グループ長
近藤 敏啓 お茶の水女子大学 大学院人間文化創成科学研究科 理学専攻 准教授
三宅 幹夫 北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 教授
陸川 政弘 上智大学 理工学部 物質生命理工学科 教授

<企画調整者>

加藤 茂実 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

寺門 守 NEDO 評価部 主幹
森山 英重 NEDO 評価部 主査
松下 智子 NEDO 評価部 職員

一般傍聴者 9名

議事次第

【公開】

- 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
- 4.評価報告書の構成について
- 5.プロジェクトの概要説明（説明、質疑応答分）
- 6.プロジェクトの詳細説明（説明、質疑応答）
 - 6.1 コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明
 - 6.2 コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明
 - 6.3 セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

【非公開】

- 7.全体を通しての質疑

【公開】

- 8.まとめ・講評
- 9.今後の予定、その他
- 10.閉会

議事録

【公開】

- 1.開会、分科会の設置、資料の確認
 - ・開会宣言
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料 1-1、1-2 に基づき事務局より説明。
 - ・谷岡分科会長挨拶
 - ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介
 - ・配布資料確認
- 2.分科会の公開について

事務局より資料2-1及び2-2に基づき説明し、議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3.4. 評価の実施方法及び評価報告書の構成について

評価の手順及び評価報告書の構成を事務局より資料3-1～3-5、資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

5. プロジェクトの概要説明（説明、質疑応答分）

推進者より資料5-2に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。ただいまのご説明に対しまして、ご意見ご質問等がございましたら、お願いいたします。技術の詳細につきましては後ほど、議題6で議論いたしますので、ここでは主に事業の仕分け、必要性、マネジメントについてご意見をお願いいたします。どなたか、いらっしゃいますか。お声がないときは、こちらから指名させていただきますので、よろしくお願いいたします。いかがでございますか。では、山口先生、いかがですか。

【山口分科会長代理】 細かいところからちょっとお聞きしたいのですが、全体の計画の中で、各大学と非常にうまくやっておられると思うのですが、このテキサス大学の位置づけ、これはなかなかよくわからないところがございまして、なぜ海外の大学なのかということと、ほかの大学と取り組みの上でどういうふうな違いがあるのかということも、もしご説明いただければ非常にありがたいのですが。

【長谷川専務理事】 プロジェクトリーダーから説明させていただきます。

先ほども少し申し上げましたように、モデリングというのが一番大切でございまして、この部分で、やはり米国、カナダが進んでおります。特に我々が選びましたテキサス大学はもともと、この研究者は企業におりまして、燃料電池スタックを開発していた方でございます。非常によく状況を理解して動いていただいていると。特に日本で遅れていますのは、高温、すなわち水が蒸気になりやすい環境で、どういうモデルをつくったらいいのだろうかというところに対して、我々は世界中にリクエストしましたところ、この方からアンサーがあったということが正直なところでございます。

一番苦労しました点は、日本と予算時期が違うということ。スタートが10月にならざるを得ないということが非常に苦労したわけでございますが、私どもは海外の大学のノウハウを日本に定着させるという目的で、あえてNEDO事業さんの中で海外の大学を選んだ次第です。

【谷岡分科会長】 それは例えば海外の大学の優れたそういうものを持ってきて、日本の大学でも定着させると。人材育成をするのかどうか。あるいは企業の人材育成をするのか。大学の人材育成をするのかというのは、どちらのほうを。

【長谷川専務理事】 私どもは両方だと考えております。

【谷岡分科会長】 ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

【割石委員】 22ページのところなのですが、目的・目標を確認させていただきたいのですが、反応メカニズムの解明というところが大きな目的・目標になっているのでしょうか。

【細井主任研究員】 一つは、そのとおりです。メカニズムの解明ですね。もう一つ前には、そのメカニズムを解明するための測定・計測手法の開発ということも含まれております。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【湯上委員】 このページに出ているのでお伺いしたいのですが、革新的な計測技術の開発もターゲットの1つだと思うのですが、今回、特許としては出されていないということなのですが、革新的な計

測技術と言われると、やはり特許があってもいいのかなというのが率直な感想です。既存のデバイス
を改良して使うというのは、ある意味、革新的というか、改善的というか、そういうような印象もあ
るなという正直な印象を受けました。

【谷岡分科会長】 その辺で私もちょっと思うのですが、特許を出してしまうと、中身が全部ばれてし
まいますよね。そういうのはいかがなのですか。

【長谷川専務理事】 正直申しますと、分科会長さんがおっしゃるとおりで、ノウハウのかたまりでご
ざいまして、よく質問を受けて、なぜこのAFMで、ほかの皆さんが見れないのに、うちが見れたか
と、「見たいという執念です」なんてお答えしていた次第なのですが、これはうまく各企業さん
に技術移転ができればと思っております、知的財産として公開するものは、論文で出されるものは
論文にしましたが、そのノウハウの部分は少しNEDO事業さんの中で企業展開を考えたいというの
が正直なところでございます。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【森委員】 進め方の件でお伺いしたいのですが、電極触媒、電解質ということで、基礎的なメカニズ
ムの解明をなさっていますが、大きな目標に燃料電池の企業の方へ開発するのに大いに役に立つとい
う研究をされるということで、そうしますと、電極と電解質の界面の研究とか、電極は電極で、電解
質は電解質でとなりがちだと思うのですね。私もよく、そういうプロジェクトをやっていると、電
極の方は電極ですと、電解質は電解質の構成に向けて走ると。界面はどうするのだというのは
なかなか難しいのだと思うのですが、このプロジェクトを運営されていく上で、どのように工夫され
て、電極の班と電解質の班が協力して、界面をつくっていくということ、それが電池の中でものすご
く大事だと思うのですが、マネジメントの上でご苦労されたところがあれば教えていただければと思
うのですが。

【長谷川専務理事】 本日の委員会の最終で現場をご案内いたしますが、3つの班は、私どもは、実は
私自身も企業出身者でございますので、大部屋にしてございまして、各班が全部一カ所に集中してお
ります。そういうことでお互いに議論している中が隣の班に聞こえるわけでございます。そこから議
論が始まるということを期待してマネジメントしております。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【福長委員】 この場でお聞きするのがふさわしいのかどうか、よくわからないのですが、NEDOの
事業として、今、これは基礎科学の部分をやられるということなのですが、今回、NEDOの中での
年度展開のご説明はあったのですが、ほかの国の予算、例えばJSTとかでやっているようなものど
かの棲み分けというか、つながりというか、そういったところはどういうふうになっているのでしょ
うか。

【細井主任研究員】 文科省さんとの棲み分けという観点で、基礎のほうは文科省さんという考え方
があると思うのですが、応用基礎、もしくは開発というステージも基礎がちゃんとわかっていないと、な
かなか産業界に出るものが出にくいのではないかなと考えておまして、我々は基礎も踏み込んでや
っていると。ただ、全く基礎単独でやらずに、その他の開発のステージにいるプロジェクトもしくは、
そういう産業界の実施者たちと連携させながらやるということで、効果を出していると考えておりま
すが。

【和泉部長】 私どもは産業技術の開発でございますので、科学の探求をしているわけではございませ
ん。きょうのご説明にもありまして、だれがどういうふうにも成果をうまく使っているのかとい

うところに焦点を当てています。逆に言いますと、実際に産業をやられている方のニーズをどううまくサイエンスアプローチにつなげるかというマネジメントをやっていますので、そういう意味で、私どものR&Dのところは、まさにマネジメント及び研究の進め方として、産業に根ざしたやり方です。その中で、サイエンスをどう折り込むかという考え方でやっているとご理解いただければと思います。

【福長委員】 NEDOの中で、こういった基礎科学のところをおやりになるのは非常にいいと思うのですが、NEDO以外のところでも、そういったアプローチでやられているところがあるのであれば、もう少しそこのつながりというようなことはどうでしょうか。

【和泉部長】 もちろん、例えば今回も大学で参加されているところは、そういうポテンシャルを持っていらっしゃる場所です。そういう意味からして、もともとポテンシャルを持っていらっしゃるご参加いただいている方自身が、ほかの省庁あるいは大学が独自でやられている方との連携があると思うのです。このプロジェクト単独で見ますと、そこは先ほど申し上げましたように、アウトプットのところを念頭に置いてやっていると、ご理解をいただければありがたいと思います。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【田畑委員】 今の話に関連するのですが、革新的な計測技術を開発するというところで、かなり足の長いというか、時間のかかる、なおかつ、なかなかすぐには産業界に利用するレベルまでいかないものを含んでいると思うのですが、そういったものの中でNEDOさんが研究開発のマネジメントとして工夫されたところとか、どういうNEDOさんのポテンシャルを生かして、どういうふうにされたのかというところについてコメントをいただきたいのですが。

【細井主任研究員】 ご指摘のように、足の長いというところでございまして、この事業は経産省さんも含めると5年の事業でございまして。ただ、何を工夫するかというと、産業界のニーズにマッチしているか、マッチしていないかというところでございまして、途中の過程でもいろいろ産業界とディスカッションをして、じゃ、この技術はもっと進めたほうがいい、いや、これは違うのではないかとか、もう少しそこのところは深く詰めたほうがいいと。そういったところをタイムリーに、我々としては情報をとっていつているわけです。今回、5年の事業が終わりまして、次の事業へステップとして進んだわけですが、そのときももう一度、この成果を一般の有識者といたしますか、産業界の方々とディスカッションして、必要でないもの、必要なもの、もっとここを加速するべきものというものを聞き取りしてやっているといたるところですね。いかにそこのところを産業界と共有できるか。必要性とか、重要度、そこのところは特に工夫というよりも、普段からやっている産業界との対話、それを重視しているとうご理解ください。

【和泉部長】 補足させていただきますと、今の説明通りなのですが、要するに実施者の研究者の皆様が自発的な関心で研究の方向性を、こう進めたいという考え方と、それから実際に産業界から見て、こういうことのほうが役に立つのだというところを、どういうふうに折り合っていただくかというのが一つ、大きなマネジメントです。これは先ほどからご説明していますように、産業技術のプロジェクトならではの大きな工夫のポイントだと思ひまして、そのバランスをどうやってうまくとるかということでございまして。

どんなにいいと言われる、そのいい技術の開発というのが、だれから見てもいいのかというのが大きなポイントでございまして、それはいわゆるサイエンス的に、世の中のサイエンスの進歩のために貢献するという観点からいいということと、産業界から見て、将来にうまく実用化をして使うという意味からいいというのは、同じいいでも意味が違ふと。そこを研究者の方のインセンティブもまた失って

はいけない。やる気のこと大事なので、そこのところと産業界からの要望をどうミックスしていくかというのが一番、マネジメントで難しいところで、その工夫の一つとしてございますのは、先ほど58ページのスライドでありましたように、具体的にどの会社に、どう技術を移転するかというのを、私どもの中で公募してやったというのが、これは多分、ほかのプロジェクトではないやり方だと思います。もう一つのこととして、仮に産業界として、総論でいいと言っても、具体的にだれがどうそれを使われるのですかというところを、どうやって今度は詰めるかが大きなポイントになります。そういう意味で、具体的な技術移転のところを、これ以外にもありますが、先ほど長谷川さんから説明がありましたように、具体的にこういうところとつながりを持ってやっているのだという、その接点。それから先ほどありました、途中でご説明がありましたシンポジウムとかで、それを具体的にどう成果を使えるものとしてつないでいっていただくかと。そういう将来のポテンシャルユーザーと具体的にどこまで議論をしながら、R&Dのマネジメントができるかというのが一番大きなポイントかと理解しています。

【田畑委員】 今、細井さんから全体として5年のプロジェクトだったという話があったのですが、これはもともと経済産業省から直接で2005年からでしたでしょうか。そこから始まって、2008年からNEDOさんのプロジェクトになったわけですが、そのときに要は具体的な方針修正とか、そういったところとしてどういうことがあったのかというのを、もしお聞かせ願える範囲でお聞かせいただけたらありがたいのですが。

【細井主任研究員】 1つは、先ほどから出ているように、これがサイエンスの部分に近いところで、スライドで8ページになりますが、経済産業省さんの3年の事業では、産総研さん単独で実施していましたが、NEDO事業となった時点で、新たに実施者として上智大学さん、お茶の水女子大学さん、北陸先端大さんを加えました。そういう意味で、産総研さん単独でやるよりも、もう少しモデル材料の作製のところを強化しました。2つ目は、先ほどから出ているように、固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発などの、他の事業と連携させたといったところかと思えます。そして、長谷川さんにはプロジェクトリーダー会議等に参加していただいたり、共同研究契約を山梨大学と結んで進めたというところで、そういう意味でのシナジー効果が得られるような体制が築かれました。それと、この事業単独で弱かった部分のモデル材料を強化して、NEDOとして進めたといったところかと思えます。

【長谷川専務理事】 実施者として一番うれしかったのは、公募制で、最初から体制の中にお入りになっていないけれども、非常に関心をお持ちの企業さんに、事業期間内に技術を移転できたというのが非常に今回の中のヒットではないかなと、実施者側からは思っております。

【谷岡分科会長】 今の和泉部長のご意見もございましたが、日本の大学は特に、これは我々の経験することですが、出世をしようと思うと、まず論文を書いて、評価を高くすることが第一で、こういうふうなある目的を持って進めるということは非常に難しいことなのですよね。その中で、ここをうまくマネジメントしていくのは、ほんとうにここのマネジメントで、要するに燃料電池を将来、どういうふうに展開していくかということで、基礎の段階からどうやって展開していくかということでも非常に重要なことだと思うのですが、そこら辺で一番ご苦労なされた問題点、例えば大学と大きなトラブルがあったとか、その辺のお話があればおもしろいのですが。大学の先生方はやりたいというお気持ちは持っていらっしゃるけれども、大学の事務とか、いろいろなところ、あるいは大学の執行部とトラブルがあったとか、そういうことはございますか。難しければいいですが。

【長谷川専務理事】 実施者として一番苦勞したのは、まずFC-Cubicは産総研の中になかった組織でございまして、先ほどお話ししたように2005年に唐突にできた組織でございまして、まず皆さんに認知していただくのが非常に大変でございました。特に海外の技術を獲得する、言葉は不適切かもしれませんが、海外の技術者と研究交流するということに、我々のポテンシャルを示す必要がございましたので、最初はなるだけ論文をたくさん出すようにということで、認知度を上げていき、やがて企業の皆さんと襟を開くというような形に展開していったところでございます。大学の先生方、並んでいらっしゃる先生方は非常に各大学の中で実力をお持ちでございまして、私どもは大学さんと大きなトラブルを起こしたことは今のところございません。

【和泉部長】 よろしいでしょうか。今のお話で、なかなか個別具体的なトラブルはないかもしれませんが、一般的に私どものほかのプロジェクトでも、最近、大学の先生に入っていただく機会が多くございまして、今、ご指摘の点は非常に大事な点だと思っています。ただし、先生方にも考え方がいろいろございまして、中には、そういうふうに目的として使うということが明確なことのほうが研究のやり方として考えやすいのいいとおっしゃる方もいらっしゃいまして、そういう方のご理解を、どうこれから深めていくかが、私どもの立場だと思っています。

先ほどから繰り返し申し上げましたように、私どもは将来的に、いつかの段階で産業界に使っていただかないと困るわけです。それに向けてどういうふうに取り組んでいただくかということをお願いするのと、ただ、その中で発想のポイントでは、大学の先生方の優れた発想あるいは研究の蓄積をどう生かすのと、そのバランスをどうとるかというところでございます。これは多分、私も大学は工学部で勉強いただきましたが、それはあまり過去行われていないことだと思いますので、そのご理解をいただくには、私どもも一定の努力をしないといけないというところがございまして、産業界側からも、大学の先生方の発想を尊重しながら、成果を出していくということをご理解いただかないといけない。まさに産業界と学との間に私どもが入って、相互のご理解を得ながら、マキシマムな成果を出していくことに努力するのが一番大事なことなのかなと今考えているところでございます。

【山口分科会長代理】 マネジメントに関してちょっとお伺いしたいのですが、これだけ見ますと2年という非常に短い期間ですよね。途中で修正とか、マネジメントとしてどうするかという軌道修正みたいなことは具体的に幾つか、この中であったのですか。

【長谷川専務理事】 一番大きなターニングポイントは、経産省さんからの直接事業とNEDOさんの事業に変わったときに体制を変えました。

【山口分科会長代理】 そうですが、ここは2年の評価ですから、その中ではどうだったのですか。

【長谷川専務理事】 2年の中ではFCCJさんからのリクエストを受けまして、少しずつ軌道修正をしていって、例えばもう少し具体的に申しますと、温度範囲であるとか、そういう条件をどんどん変えていったという状況でございます。

【山口分科会長代理】 先ほどどなたかのご質問にありましたが、こういう場合には最初の絞り込みが相当大事でして、ターゲティングというのですか。基礎科学とはいえ、おっしゃるように、ある意味で出口がはっきりしたようなものをターゲットにした基礎をやってほしいと。それで、こういうふうな絞り込みをしたと思うのですが、これについては、どのぐらいの時間とサーベイをされて、こういうふうにと落とし込まれたのかと。そのプロセスをぜひ教えていただきたいのですが。

【長谷川専務理事】 非常に難しいご質問ですが、私自身がもともと企業で燃料電池のシステムの開発をしておりました。ある程度最終ターゲットは絞り込まれてきたわけですが、いきなりジャンプはで

きませんので、現状の技術で、どうやって、そこへアプローチしていくのかというので、ステップバイステップで決めていったというのが正直なところでございます。

【和泉部長】 先ほどからお話が出ていますように、このプロジェクトは最初の3年間、経産省のほうで進めていただいたものですので、ある意味、私どもでそれを引き取らせていただいた時点で、普通の5年間のプロジェクトのいわば中間評価をして、そこで見直しをしたというのに実際は近いのではないかと理解していますので、その段階での見直しが一番大きなポイントになります。したがって、その前からつながっている部分がありますので、そのところは、その前の成果も見ながら、さらにどういうことをやれば一番よいかということで絞り込む、あるいは実施者のところに大学の方に入っただけ、そういうマネジメントをしたというのが実態的なところでございます。

【谷岡分科会長】 ほかにございますか。

このプロジェクトは実は、非常にうまく説明していただいたのですが、実際のところ、ほんとうは非常に難しいプロジェクトだと思うのです。大学があって、産総研があって、企業があって、そこをうまくどうやってつないでいて、シーズを実用化につなげるかということで、ほんとうは並大抵のものではないと思うのですが、これは多分、日本で今一番欠けている問題点だと思うのですがね。そのこの1つのモデルケースかなと思っているのですが、そういう意味で、こういうところで実際、正直なお話をさせていただくと、今後、非常に大きな参考になるかと思うのです。最近、事業仕分けとかといってあるのですが、基礎は大事だと一方でおっしゃって、こっちはほうでは、絶対、ものになるものをやれといって、全然意見が合わないというのが多々あると思うのですが、そこで、こういうプロジェクトをどうやって運用した結果、基礎から実用化に至るまでつなげたかということをやっているような1つのモデルケースにしていただければ非常にありがたいのですが。そういう意味で、非常に今、おもしろいお話を伺えたと思います。

何かほかにもございますか。ないようでしたら、この辺で次に進めさせていただきます。では、事務局にお返しいたします。

6.プロジェクトの詳細説明

6.1 コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明
実施者より資料 6-1 に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、ご質疑等をお願いいたします。はい、どうぞ。

【山口分科会長代理】 大変すばらしい研究だと思うのですが、赤外分光についてちょっと詳しく教えていただきたいのですが、これは普通、ラディカルがなかなか見つからないという場合、時間分解というのは、おっしゃるとおり難しいじゃないですか。なぜ定常法ではだめで、こういう時間分解でない見つからないのですか。

【八木グループ長】 定常法で見ようと思いますと、電位がある状況下で、いろいろなサイトでいろいろな反応がフェーズを変えて起こっているわけで、中間体の濃度というのがある程度ばらばらに、いろいろな種類の間体がさまざまに出て、低濃度であるために検出できないのだと考えました。

【山口分科会長代理】 そうですか。中間体というのは実際、何種類ぐらいあるのですか。

【八木グループ長】 実際には……。

【山口分科会長代理】 定常法だと、いずれにしても定常濃度に達するわけですよ。それは当然、酸素

濃度なり、いろいろなものによって変わってくるわけでしょうが、条件を変えれば、それは個別に分離してみるには定常法のほうが、一般的に考えますと、合理的のように感じるのですね。

【八木グループ長】 実際には、非常に遅い金のような系では私どもも中間体を検出することができまして、OOH種というものをとらえておりますし、タンパクの場合には実は時間分解を使って初めて、酸素の吸着中間体が確認されています。

なぜ中間体が見えないかというのと、例えば蓄積されたとしても、次の段階に行っちゃって、すぐ見えなくなってしまうというのが一つあります。シトクロームcオキシダーゼのようなタンパクの場合は、吸着した中間体を見るためには、マイクロ秒程度の時間分解能を使わないと、結局、見えなかったという実例がありまして、シトクロームcオキシダーゼよりも活性の高い白金では、もっと速く反応が進行してしまうということが想定されています。

【山口分科会長代理】 もしそうだとすると、速度論的にいったら、そこは律速ではないということになりますよね。

【八木グループ長】 そうです。

【山口分科会長代理】 ですから、速いものを見ても仕方がないので、何が遅いかというのをまず調べるのが先決なのではないでしょうか。

【八木グループ長】 何が遅いかということに関しても、実は研究例は数多くあるのですが、報告例はほとんどないです。

【山口分科会長代理】 実際に例えば偏光変調とか、いろいろな方法があると思うのですが、そういう定常的な測定法では引っかけられないものなのですか。

【八木グループ長】 定常的な手法で報告があるのは、やはり金と、アルカリ中の白金で1例あるのですが、それは少し怪しいという結果が報告されていまして、私どもがなぜ時間分解をやらざるを得なかったかというのと、かなり長い間研究されていたにもかかわらず、確とした中間体が全く確定していないというのが、今でもそうなので、それともう一つ、シトクロームcオキシダーゼというタンパクでは、中間体の挙動がほぼ全部解明されていて、そのときに使われた時間分解能が数十マイクロ秒という時間分解能で測定されていますので、それにならって、それよりも速い系をつくらうということに注力したということになります。

【山口分科会長代理】 ですから、普通……。わかりました。時間分解ができれば、これはそれに越したことはないので、緩和時間から何から、みんな求まりますよね。そうすると、どこが律速段階になっているかも非常に明確になると。今回は、何か報告書を見ますと、OOHが見つかったと書いてありますが。

【八木グループ長】 金についてはOOHが見つかりました。

【山口分科会長代理】 それ以外のラディカルだと見つからないのですか。

【八木グループ長】 ほかのラディカルに関しては、ちょっと今回の資料にはつけてなかったのですが、事業原簿には出しているのですが。

【森山主査】 事業原簿の何ページになりましょうか。

【八木グループ長】 細かいことは書いていないのですが、事業原簿の3-12ページに概略を示しているのですが。これは金の場合なのですが、実際には、このちょこっとしたピークがOOH種なのですが、実はその隣に斜めに吸着した酸素が見えています。ただ、その途中のOO⁻というところは見えていなくて、プロトンと電子が同時に移動しているか、あるいは高速にすぐ次の過程が進んでいると

考えている状況です。

【山口分科会長代理】 まだいいですか。あと一つ二つですが、極めて細かい話なので申しわけないのですが、これはどうやってアイデンティファイされたのですか。

【八木グループ長】 1つには、重水で実際の実験を行ったということと、それから、量子化学計算で大体のバンド位置が合っていることを確認しています。

【山口分科会長代理】 私がいただいた資料では、同位体を使った測定のこと書いてなかったので、その辺のところは詳しくやられないと、そういうことが全然決まらないはずだなと思ったものですか。

【八木グループ長】 酸素の同位体を使うことも計画していたのですが、実際にはそこまでは追いつめていないのですが、OODとOOHの違いは見えているので、それで同定としてはOOHにしています。

【山口分科会長代理】 そうですか。 ^{18}O はやらなかったのですか。

【八木グループ長】 ^{18}O まではやっていないです。

【山口分科会長代理】 わかりました。どうもありがとうございました。

【谷岡分科会長】 ほかにございますか。

【田畑委員】 すみません。2つ質問させていただきたいのですが、1つは、今のご説明のこの部分とモデル触媒の部分の関係なのですが、これはもともとこのプロジェクトの計画において、私のイメージは、モデル触媒をつくって、この研究をされるのかなと思っていたのですが。

【八木グループ長】 おっしゃるとおりです。

【田畑委員】ということは、やはりそこまでは行かなかったというのが、この結論ですか。

【八木グループ長】 マイクロ流路が結局、専任の研究者を雇うまでうまくいなくて、時間分解能が得られたのが最終年度の末ぐらいだったのですね。その時点でモデル触媒をいろいろ担持する方法を取り組み始めて、実際には金の上に白金を薄く積んだモデル触媒は実験を行ったのですが、キューブであるとか、いただいたものについては、この期間内には終わっていないということです。

【田畑委員】 もう一つは、いただいたものの7枚目ですか、中間体が検出されていないので、それに組み込まれたということなのですが、要はもちろん非常に難しい実験をやられているので、そこに至るところまでもかなりしんどかったというのはよくわかるのですが、仮に中間体が見つかったとして、この後、どういうふうに結びつけようとしていたのかと。逆に言いますと、要は何のために中間体を見つけようとしていたのかということで、それによって研究手法が変わってくるかなと思うのですが。

【八木グループ長】 おっしゃるとおりでして、触媒で反応機構がわかったから、それはそのまま触媒の性能向上には結びつかないというのはよく存じております。私どもが最初からねらっていた研究系は、もともと金と白金では生成物が違うことはわかっていますが、なぜ違うかということはあまりわかっていなかった。そのときに時間分解して中間体が少しずつ変わっていくという過程が見えると、まず金と白金では大きな違いがあって、そのときに電子状態が大きく、その吸着構造には作用すると考えられますから、例えば金の上に白金を1層のせた系、2層のせた系、3層のせた系という形で測定をやっていけば、そのときの電子構造の違いと吸着構造の違いがダイレクトに検出されて、そこから触媒設計につながるのだらうと目論んでいたわけですが、実際には1層積んだところまでしか測定はいかなかったということです。

実際には、その当時からどんどんコアシェルモデルは報告されていまして、何を付けるとよくなるということはいろいろ言われていたので、それをそのまま取り込んでやっていくのがもともとの発想だったのですが、電気化学マイクロ流路自身、アウトソーシングでやると1枚200万円という話になりまして、それではやっていけないということで、私どものところで実際につくる過程が入ってきまして、それがちょっと想定外のスケジュールの遅れになってしまいました。答えになっているでしょうか。

【田畑委員】 わかりました。

【谷岡分科会長】 森先生、よろしくお願いします。

【森委員】 物材機構の森でございます。電極触媒はちょっとやっているのですが、年数が浅いので、私は不勉強なので、教えていただきたいのですが、私の理解ですと、モデル触媒、モデル担体といいますのは、表面、界面がはっきりとわかっているものを使うのがモデルだと。それがゆえに計算の方も安心して計算できるという気がいたしますが、例えば、いただいた厚いほうの資料の1.2-15にメソポアを使われて、大変これに力を入れていらっしゃると思うのでお聞きしたいのですが、私も非常に興味がございますが、メソポアのところにナノ白金粒子を穴に入れます。お見せいただいた1.2-15を見ますと、暗視野像が載っておりますが、横に書いてあるイラストとどう対応するのかはちょっと話は別としまして、凝集体の穴の中のTEMで白金粒子の分布を見ることはやはり無理ですよ。透過しませんからね。外側にいたら、やはり穴に入れて、アイオノマーと非常に理想的な状態で結びつけることはできないと。へりもだめなのかなと思いますと、どういうものをつくられたのか、このデータだけでは、私に限らず、多分、だれもがわからないようなデータが載っておりますし、その後の研究とのつながりも必ずしも判然とはしないということで、モデルとおっしゃるからには、つくられたもののキャラをもう少し整理されて、それが次のデータにどうつながるのかということ。その辺のデータのつながりをしっかりと報告書に書かれたほうがよろしいかなと思います。そうしませんと、これだけを聞きますと、何をつくられたのかなというのがわからないのと、それから、どうして次の発想になるのかなというのがもう一つ読み取れない部分がございます。

【八木グループ長】 すみません。説明不足な部分と、状況が最初の想定とは変わってきた部分がありまして、メソポーラスカーボンとか、カーボンエアロゲルというのは、実はナフィオンがどういうふうに電極反応に作用するかということを知るためのモデルです。ここに示しているTEM像というのは、切断して中に白金があることを確認したものなのですが。

【森委員】 透過しますか。切断した破片のすべてを透過しますか。

【八木グループ長】 はい。

【森委員】 厚みをどのぐらいにされたのですか。

【八木グループ長】 100、50ミクロンです。

【森委員】 粉をですか。

【八木グループ長】 粉というか、粉をレジに入れまして、それを50ミクロンで切ったものです。

【森委員】 採されたのですね。

【八木グループ長】 はい。それを使って触媒を、ナフィオンの入れ方を変えてやると、ナフィオンのつき方が大きく反応に影響することがわかりましたので、それをナフィオンが電極性能に及ぼす効果を調べるためのモデルとして作製しました。

これはなぜこういうことを始めたかといいますと、私ども分光研究だけでやろうとしたわけですが、

実際には途中から、アイオノマーというのが一体どういう役割をしているのかということが電極触媒研究において非常に重要な流れになってきて、この主題とは直接は関連しないのですが、触媒層にスケールアップしていったときには必ずやらないといけないという研究でしたので、モデル触媒という形でひっくるめて載せさせていただいたというのが現実です。

【森委員】 よくわかりました。あと、今のことにちょっと関連させていただいて、例えば同じように1.2-16に、サイクリックボルタモグラムをお出しになっていて、非常にわかりやすいように見えますが、上のほうで水素の脱離に起因するピークが大きくなっていて、効果があると多分考察されているのだと思うのですが、私はちょっと不勉強なので教えていただきたいのですが、白金メソポアカーボンのほうでは、この手の過塩素酸ですか、白金の酸化と還元起因するピークが、私は目が悪いのかもしれませんが、はっきりとしないのに対して、バルカンのほうは多少なりとも見えていますよね。ちょっと私は素人なりに危惧しますのは、ナフィオンをつけておりますから、ナフィオンの中にも水素の吸着・脱離に起因しそうなプロトンが山ほどあるわけですね。そうすると、白金の周りにそういうものがコンデンスした状態を、単にそれを見ているのか、触媒のほんとうに高いのを見ているのか、穴の中に強引に入れてしまうがために、1つの活性金属の周りに非常に多くのプロトンを背負わせてしまっていて、その場を見ているだけなのかというのは、どうやって判断していったらいいのですか。

【八木グループ長】 一応、これはサイクリックボルタモグラムだけの結果を示していますが、実際に定常電解で水素発生、水素酸化というものを見ておまして、ターフェルを書いています。そのターフェルを書いていることで、その結果から、傾きが非常に大きかったので、面積当たりの水素発生能や水素酸化能というのが、このケースでは高くなっていると結論しています。

【森委員】 この報告書だけで詳細な研究を知ることは多分難しいとは思いますが、やはり多くの方が、このデータを見て、それを技術的な参考にしようというときに、できましたということだけだと、どうできたのかということがですね。特に基礎研究の部分ですから、少々わかりにくいと思うので、少しその辺、可能な範囲で補われたほうがよろしいのではないかなと思います。

【八木グループ長】 ありがとうございます。

【森委員】 あと、すみません。話が少し広がってしまうようですが、これは特許も出されているようですね。多分、メソポアを出された？

【八木グループ長】 そうです。メソポーラスカーボン配向膜です。

【森委員】 それで出されたのですか。何かいただいた資料にいろいろ書いてあってわからないのですが、たしか海外にも出されたようにどこかに書いてあったように。

【八木グループ長】 それは、METIの研究のときに、このメソポーラスカーボンに白金を担持した触媒を国内特許申請しておまして、それを国際特許に出したと。

【森委員】 この期間中に出されたと。

【八木グループ長】 はい。

【森委員】 それはたしかEUとか、欧米と書かれていたような、どこかで見たような気がします。

【八木グループ長】 そうです。

【森委員】 別の分科会でもちょっとお話しさせていただいたことがあるのですが、確かに市場はEUと欧米が圧倒的に大きいという認識だと思うのです。しかし、つくれる人たちとか、それを試しに使ってみようという人たちは世界中どこにでもいて、我々が一番危惧するのは、アジア、韓国、まあ、

中国は特許が難しいため、対応しないとしても、インドとか、そちらのほうがむしろ——メソポアはインドは大盛んじゃありませんか。そういう人たちが、いい仕事があると。じゃ、やってみようといったときに、我々としては何も打つ手がないと。どうぞ使ってくださいということでもいいのだろうかということですね。こういう価値ある成果であればあるほど、それが外に出たときに、国民の皆さんの税金と時間とメンバーの、これだけ優秀な方を集めた成果が、あつと言う間に第三国に行って活用されているということに歯止めがかからないというような状況はよろしくないと思いますので、NE DOさんも含めてなのかもしれませんが、特許戦略といいますか、使われるところにだけ出せばいいというわけでもなくて、使われるところはそこなのかもしれませんが、つくるところは大概外なわけですよ。製造方法じゃなくて、物で出されていると思いますから、実際にそこで何かが出てくれば押さえられますよね。もうやめなさいと。おたくでつくったに違いないとって押さえられるわけですから、その辺、少し戦略として考えていただいて、非常に価値ある成果が容易に外に漏れないように。そうはいっても発表はしますから、漏れていくわけですが、権利として押さえられるようなことを少しお考えになっていただいたほうがよろしいかなと思います。

【八木グループ長】 ありがとうございます。

【森委員】 あと、蛇足ですが、もう一点だけ。非常にFC-Cubicさんは、ほかのグループに比べて論文発表も多くて立派だなと思うのですが、こういったことを勉強させていただく上で、リストを拝見しますと、せっかくだくさん書かれているのに、号巻ページの情報があつたりなかったり。あるほうが少なく、ないほうがほとんどですよ。容易には検索できない状況にあるわけです。やはりそれはリストをまとめられる上では、私が今さら申し上げるまでもなく……。

【八木グループ長】 もっとアクセシビリティの高い書き方をしろということですね。例えばDOIナンバーとか、そういったものを載せたほうが良いと。

【森委員】 いや、ページ号巻がちゃんと正確に記載されていること。それから、リストを拝見させていただくと、どうもお茶の水女子大学の先生のも入っているようですし、7回の国際会議の文献があるというのも、査読があったから載せられたのだと思うのですが、やはり数ではないので、きちんとした価値ある情報がきちんと国民の皆さんにもう一度閲覧できるという形で、はっきりと仕分けされているといえますか、そういう形のほうがよろしいと思いますので、ぜひ成果の公表の、特許も成果の公表ですが、論文リストの公表もまた同じですので、ぜひ気をつけていただきたいと思います。

【八木グループ長】 ありがとうございます。

【谷岡分科会長】 ほかに。はい、どうぞ。

【割石委員】 構造制御をした白金ナノ粒子の調製のところで質問があるのですが、これは非常に高い選択率で合成されていて、すばらしい研究だと思っております。MEAにして実際に性能と耐久性みたいなものを調べてみたいというのが気持ちとしてあるのですが、量的にはどのぐらいの量ができるのでしょうか。

【三宅教授】 北陸先端大の三宅です。量的には、私どもの今の段階では大学の研究ですので、あまり考えておりませんが、基本的には非常に簡単な溶液を攪拌するだけの反応ですから、スケールアップすることは容易にできると思っております。

【割石委員】 ぜひスケールアップができれば、MEAにして実際のセルで計測してみたいなと思っております。

【三宅教授】 それはぜひよろしく願いいたします。

【谷岡分科会長】 ほかにいらっしゃいますか。どうぞ。

【湯上委員】 今回、ご発表がなかったのですが、ブロードバンドのSFGを使った研究をされているのですが、これはかなりシグナルをとること自体が難しいと思うのですが、この研究と、それから最初の時間分解のような中間体をつくるということも含めて、全体としてどういうふうなつながりというか、どういうふうなところが。

【八木グループ長】 説明不足で申しわけございません。和周波に関しては、実際に使える赤外波長領域が当時、私どもがこの研究を立ち上げた当時のレーザーですと、中間体を見るとか、そういったレベルの赤外はまだ使えなかった状況だったのです。実際に使えるのは水の領域を見るということでしたので、燃料電池が作動して、カソードで水がどんどんできているときに、界面の水のネットワークがどういうふうにならなくて、あるいは再び復活するのかということに関心があって、和周波を使って測定していたのですが、結果としては、あまり差がなくて、マクロに見る限りは水に関しては、ほとんど構造を保ったままという結果が得られましたので、今の時点では、そういう結論になっています。ただ、結晶を変えれば、赤外測定というか、和周波測定自体を時間分解に組み合わせることが可能ですので、それも考えた上での時間分解能向上というのがねらいとしてありました。まだそこまでは実現していません。

【湯上委員】 ありがとうございます。それから、少し基礎的なところですが、表面のdバンドとの関係で、前の結論とちょっと違うというお話だったのですが、dバンドが全く関係していないのもちょっと考えにくいのかなと思うのですが。

【八木グループ長】 もちろんです。

【湯上委員】 どういうふうにお考えなのでしょう。前と結果が違うということの理由というか、どういうメカニズムというか。

【八木グループ長】 まず、今までの結果との大きな違いは、白金層が構造化されているかどうかということでした……。近藤先生、話されますか。

【近藤准教授】 お茶の水の近藤です。今言われたように、これまでのdバンドの計算はすべて白金の原子あるいはその下地の基板の原子の配列がきちんとした状態での計算結果でした。それに対して、触媒活性のほうの実験結果のほうは、きれいに並んでいない結果を無理やり出していたということで、その計算値と実験値との整合性を問うためにきちんとした原子配列の整った界面をつくったというところが一つです。それがこれまでの結果と違うというのは、これまでの考え方が、先ほども出しましたが、酸素還元反応のメカニズムに関しまして、どこが律速反応かという考え方の根本がちょっと違ったということが一つあると思います。

もう一つは、dバンドの計算のほうなのですが、実際にはdバンドの数字はある程度求まるのですが、それは白金と電解質の界面の平均値でありまして、原子配列によって原子の真上ですとか、原子と原子の間ですとか、サイトセレクトィブにきちんと細かい計算でdバンドのエネルギーを計算しなければいけないということもあるのではないかと考えております。

【八木グループ長】 補足ですが、今までの研究は111面だけでまとめられていたのですが、ほかの配向の面を使うと、やはりちょっとdバンドセンターだけの話ではまとまらないという傾向が見えたので、そういうことを反映しているのかなと考えています。

【谷岡分科会長】 そのほかに何かございますか。どうぞ。

【福長委員】 今回、今まで見えてなかったOOHが見れたということで、それは非常に素晴らしいと

思うのですが、今回やられたのは1層積んだところまでやって、そこまでができたということですね。

【八木グループ長】 1層つけたのですが、そこではOOHは見えなかった。金の表面ではOOHというのは遅いので見えてしまうのですが、白金が1層ついてしまうと、もうOHは多分、我々の想定では金では斜めに立った状態で酸素がつくのですが、白金のときには横に寝てついてしまって、すぐ開裂が起こってしまうから、何もOHに関しては見えていないのではないかと結論しているのですが。

【福長委員】 ということは、金では中間体が見れたけれども、白金では今のところ、そこは捕捉できていないということですか。

【八木グループ長】 そうです。金でも今まで酸性中では速過ぎて見えないという例だったのですが、我々のところでは、ある程度確実なOOHというのが見えることができました。そこに1層つけた白金では、そのバンドには何も見えなくて、ただ、アニオンのところにちょっと変な形のバンドが見えているので、そこは何か影響があるのかもしれないのですが、まだ確実ではないという状況です。

【福長委員】 もともとお聞きしたいと思っていたのは、先ほど出ていた反応機構の中で、中間体が見れていないのであれば、どのパスなのかが4電子反応のときと2電子反応のときで違って、どういときに4電子反応になって、どういときにそうならないのかということまでは今回はわかっていないということですか。

【八木グループ長】 ちょっと力不足といいましょうか、時間不足といいましょうか、金と白金の差は明確に1層の白金であっても強く出るとはわかったのですが、それがなぜ最初、原子間隔もほとんど同じの基板であるにもかかわらず、違いがあるかということ、やはりdバンドの電子状態のエネルギー的な問題と相関があるのだろうと我々としては考えざるを得ないのですが、そこは積み重ねていったときに、もう少し低周波数のバンドが出るとか、そういったことを見ないと単純には結論できません。

2電子還元で過酸化水素が出るパスというのは、酸性溶液中では、まず、これが起こって、その後も電子移動で外れると考えています。

【福長委員】 これは溶液中で観察されたということですね。

【八木グループ長】 溶液中です。

【福長委員】 途中で説明のあったナフィオンをつけて、そのナフィオンがどういう影響を与えるかというのは？

【八木グループ長】 それも最初は検討したのですが、実はナフィオンのC-F伸縮振動バンドが、このOOH種のバンドとぴったり重なって存在するとなかなか難しいですし、それをやるならば、もう少し違う方法を使わないといけないのかなと考えています。

【福長委員】 わかりました。

【谷岡分科会長】 ほかにございますか。

【山口分科会長代理】 今、最後にちょっと出たのですが、事業原簿に書かれておられますが、今後、いろいろな方法も試したいというようなことを書いておられますが、IRはさておき、今、一番いい方法は何だと思いますか。こういうものを調べるのに一番いい方法は何ですか。

【八木グループ長】 こういうのを調べる方法ですか。方法論、それは多分、何を求めるかで違ってくるかと思うのですが、時間分解でやっていくのであれば、和周波が多分、今、一番いいと思います。もう少し遅いレベルであれば、XAFSを使った研究が多分、一番有効であろうと考えます。

【山口分科会長代理】 共鳴非弾性散乱とか、最近、わりといい分光方法がありますよね。ああいう方

法は、こういうのにはあまり使えないものなのですか。

【八木グループ長】 表面がきっちり制御できなくてもよければ、多分、いいのかもしれないです。ただ、我々の場合も金で見た理由としては、111面がすごく多い面だから、きっちりOHだと同定できるような信号が見えたのですが、ランダムな表面だと、多分、全然違う、いろいろなものが見えてしまって、わけがわからないと。

【山口分科会長代理】 いや、同じような試料が使えたとしたらば、ほかの方法でもいいですか。

【八木グループ長】 非弾性散乱は可能ではありますが、表面系で、この感度が得られている例は僕は存じておりませんので、ちょっと簡単にはお答えはできません。

【山口分科会長代理】 わかりました。

【谷岡分科会長】 大変いろいろなことを非常に意欲的にやろうとされていてですね。ただ、人数とか、いろいろな制約があって、すべてができないと思うのです。ですが、これを使われる企業の方にとっては、目標値に達していなくても、ここまでやったら、こういうことが実際にはわかるのだよということを明確にお示しいただくと非常に役に立ってくると思いますし、わかりやすい研究になってくると思うので、またその辺もよろしく願います。

そろそろ時間になりましたが、よろしゅうございますか。

【長谷川専務理事】 すみません。時間を超過しているかもしれませんが、森先生から、今いただきました特許のとり方について、私どもとしては、つくる側はある程度制約がつけられないので、使う側のほうの制約ということで、こういう材料を使っているというシステム屋さんにはEUと米国に多くございますので、そちらのほうを重点的に押さえるほうをとりましたのですが、今後、材料を研究されている先生方から、いろいろアドバイスをいただいて、次のプロジェクトではどういうふうの特許戦略をとったらいいかというのを、またNEDOさんと相談したいと思いますので、いろいろご指導いただけたらと思います。

【森委員】 もとをつくるのは、ほとんどEUではないのですよね。ですから、つくる場所を押さえないとどうしようもないのではないかと思っただけです。

【長谷川専務理事】 いや、使う側で、この材料が特許侵害をしているよという形で使えなくするほうが一番効果的かなと。

【森委員】 それは特許の戦略をどう考えられるかです。

【長谷川専務理事】 ですから、またご指導いただけたらと思います。

【森委員】 そちらとNEDOさんのほうで多角的に考えていただければと思います。

【谷岡分科会長】 よろしゅうございますか。では、どうもありがとうございました。

6.2 コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明

実施者より資料 6-2 に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それではご質疑をお願いいたします。

【森委員】 物質・材料研究機構の森でございます。非常に大変多くの成果を出されていて素晴らしいと思うのですが、報告書の書き方についてお聞きしたいのですが、この厚いほうの報告書の後ろのほうに、できたことと、△なこととか、○×とか、まあ、×はなかったのですが、○と△とかがあるのですが、電気伝導性について○になっていて、その表には80℃と120℃、湿度90%、これは発

電条件なのかな。そこでもやったと書いてあるのかな。ただ、本文には、80℃しかないのですよね。100℃とか、高温でのデータがないのです。できたとおしまいで総括されているのですが、この報告書のつくりではどうできたのかわからないと。

【大平グループ長】 申しわけないです。実際に試みたところは120℃というのが、原簿のほうで目標値になっているかと思うのですが、実際に我々が試したのは、ちゃんときょうお示したような90℃で50%というようなどころまでできたかという、100℃でも試みてはいるのですが、ちゃんと湿度のコントロールができていないというところで、過達とは……。

【森委員】 それで、私は目標値設定の必要性とか、そうでないということに対して踏み込むつもりはないのですが、ただ、世間で言う現状のレベルが、例えば80℃が限界のところへ90℃に挑戦して、なにがしかのデータを得たのだといえ、プログレスがあるじゃないですか、そこに。ですから、目標値を掲げてしまうと、何らかの形でちょっとでもできたということが書かれる場合があって、それはどういう意味なのかということ議論しなければいけなくなってしまうのですが、現状をきちんと整理されて、そして、それよりも進歩させれば、少なくとも私としては、この短期間によくやられたと思うわけですね。ですから、そういう意味で、ぼやっととした形ではなくて、はっきりと目標値はこうであるけれども、現実問題として、これまでに比べて、ここまで進歩したということ強く書ければ、別に目標値に到達しなかったと。100点じゃなかったら0点だとかというような評価はないと思うのですね。進歩が主張できれば。その書き方にされたほうがよろしいのではないですか。そうじゃないと、何でないのに100点、○なんだろうと懐疑的になるだけですね。

【大平グループ長】 はい。ありがとうございます。

【森委員】 あと、それと少し関連するのですが、NMRのDを出されていますね。温度とともに。これも80℃までなのですが、これはトライされて、80℃が装置上の限界というか、100℃はいかないと。

【大平グループ長】 そうですね。通常限界といいますが、今の現段階の測定の限界と。ただ、100℃を越えるところがちょっと難しいというところですよ。

【森委員】 それに対する例えば、こうしたら、2年間では終えられなかったものの、こういうことを措置してやれば、従来は難しいところに対しても切り込めるはずだとか、そういう考察をつけていられれば、何もかもが全部100%到達していなければ、高い点が出せないとか、そういう問題ではありませんよね。出されたはいいけれども、80℃のデータはあるのだけれども、結果がどうだったのかということを見ても簡単に見えない報告書になっているのですよね。それは損ですよ。せつかくこんなにたくさんいい仕事をされていて。ですから、100%到達しなければいけないのだと思いつまらずに、到達したのもあれば、若干していないものもあると。しかし、こうすればいけるはずだということまでわかったとか、分けて書かれれば、すぐ読み手もクリアにわかりますし、それはそれでいいと思うので、そういうふうに書いていただいたほうがよろしいかと思えます。

【大平グループ長】 ありがとうございます。

【谷岡分科会長】 ほかにいらっしゃいますか。はい、どうぞ。

【山口分科会長代理】 大変おもしろい結果で、非常に苦労された跡もわかりますし、具体的にかなり進歩したなという印象なので、非常にすばらしい成果を短期間で出されたと思えます。

幾つかあるのですが、まず一つは、電気化学的なAFMですね。これは何がニューで、何がスペシャルなのですか。ほかとどこが違うのですか。原理がどこにも一つも見ても書いていないので。後ろ

のほうにACFMとか、いろいろ出てくるのですが、どういう原理で何を測定されたのか、これは実は読んでもわからないのです。それは何か書けない事情でもあるのですか。

【大平グループ長】 いえ、そんなことはないのですが、一応、まだ……何て言うのですかね。多分、もう市販で出るとは思うのですが、マシンとしてACモードに対して、水の電気分解を使いまして出てきたプロトンを検知するというような方法で、通常のコンダクティブAFMをACでやったというようなところがニューだと。

【山口分科会長代理】 そういうことですか。後ろのほうの別のテーマでは、ちゃんとACFMと書いてあるのですが、それはどう違うのですか。

【大平グループ長】 同じものです。

【山口分科会長代理】 そうですか。名前は何か統一なりしたほうがいいような気がしますね。

それから、メカニズムについて非常に興味深い考察をしておられて、プロトン伝導に関してですね。まず最初にお聞きしたいのは、PEFCの場合、今、グロータスだとか、ビークルだとか、いろいろ出てきましたが、どういう伝導形態が一番理想的なのですか。

【大平グループ長】 伝導形態で我々が理想的といいますか、ここでは構造的な解析のアプローチからなのですが、おそらくは水素結合のネットワークができて、それが水がホッピングしていくところなのですが、そもそもそういう電解質膜の中で、そういったネットワークをつくるような構造があるのかどうかと。

【山口分科会長代理】 いや、例えばもっと極端に言いますと、グロータスとビークルとおっしゃっているけれども、どちらがいいのですか。理想的にはどっちが理想的だと考えておられますか。

【大平グループ長】 我々がやっていった中では、グロータスではないかなと思っています。

【山口分科会長代理】 そっちのほうがいいということですね。

【大平グループ長】 はい。

【山口分科会長代理】 いいというのは、望ましいと。その理由は何ですか。

【大平グループ長】 おそらくは、ネットワークができれば、そういったグロータスのメカニズム的なものが発現しやすいのではないのかなと考えています。

【山口分科会長代理】 なるほどね。これは要するに水が移動するかどうかですよね。ここはですから、そういう意味では本来はビークルであっては困るわけですね。プロトンが降りたビークルが片側に寄ってしまうと、いろいろな問題が出てくるわけでしょう。だから、ほんとうは単純なプロトンホッピングであればベストだと。そういう認識でよろしいですね。

【大平グループ長】 はい。

【山口分科会長代理】 ですから、ホッピングのものを探していると。ただ、ホッピングだと、なかなかデロカイゼーションしにくいので、そこを何とかしなければいけないと。その辺が多分、ポイントだと思うのですが。

それで、きょうの発表ではあまりはっきりおっしゃらなかったのですが、ナフィオンはグロータスで、炭化水素系はどうも混合じゃないかというようなお話をしていたのですが、これは常識なのですかね。

【大平グループ長】 いえ、我々が扱っているような電解質膜ですね。申し上げたものはランダム系を解析に使ったのですが、そういったものが、まだ中のネットワークといったものがあまりできていないというところがあるかと思うのです。それでナフィオンのほうが、そういった連続性の高いような

通り道ができていたところ、今のところ、わかってきたと。

【山口分科会長代理】 実際にはナフィオンで水の輸送が相当起っているわけですから、基本的にはナフィオンのピークルのほうが優勢ではないかという認識ではないのですか、これは。もしそうだとすると、今回の発表の内容は随分違った現象を見ておられるのかなという気がしたのですが、その辺については、今、こういう研究がたくさんありますから、そういうものと比較して同じような現象と考えていいのか、それとも全く違う現象を見ていると考えたらいいのかと。

【大平グループ長】 違う現象ではなくて、一般的だと思いますが、NMRからやってみたのは、NMRというのは拡散係数で重心移動をする水を見ているというところで、実際、プロトン伝導で我々が見ていたのは、その寄与分と、さらに動きやすいホッピングの寄与分もあるだろうと考えていまして、その違いが傾きで見たときに、炭化水素系のほうがかなり、材料にもよるのですが、どちらかというとピークルのほうに近いようなものがあると。

【山口分科会長代理】 実際には、例えばプロトンは1種類しかないのですか。それとも何種類かあるのですか。

【大平グループ長】 それは多分、あるかと思って、今、いろいろとそれは次のまだ継続しているテーマの中で、計算科学の先生とかとも一緒にさせていただいて、そういったところの理解を深めているところであります。

【山口分科会長代理】 わかりました。そうすると、炭化水素系ではピークル的に見えているというのは、要するに非常にデロカイゼーションが進むような系だと考えているのですか。どう考えたらいいのですか。

【陸川教授】 見方によると思うのですが、セル単体のようにマクロで見る場合は水の移動ということと考えられると思うのですが、プロトンの移動のメカニズムで考えますと、やはり炭化水素系でも、ナフィオン系でも、そんなに変わってはいない。比較の問題で、少し確かにピークル的なところが出てきてしまうのですが、実際、セルの中で水がどのぐらい移動しますかということになると、ほとんど変わらないのですね。むしろグロータス的な、ピークル的かは湿度によって大きく違ってきますので、水の使われ方の問題かと思えます。

【山口分科会長代理】 そうすると、スルホン酸からどれだけ遠くまでプロトンを介して出てきているかというので決まっていると。何が決めているのですかね、このファクターは。

【陸川教授】 今、大平が説明したのは、どちらかということ、むしろ移動の速度までを言っているわけではなくて、どれぐらい効率的に水というか、プロトンですね。それを輸送するかということになりますので、経路がより垂直的にいくかどうか。それともデッドエンドが多いかどうか。むしろ欠陥と非欠陥の割合がどうかということで議論しているほうがメインになります。

【山口分科会長代理】 そういうことですか。わかりました。

もう一ついいですか。非常におもしろかったのですが、ケミルミで展開を図っておられると。これは時間の分解能と、絵を見せてもらいましたが、空間的な分解能はどれぐらいですか。

【大平グループ長】 時間分解能は、かなりミリ秒でとっているのを積算しているようなイメージで、ここだと多分10秒とか、そういうようなスケールになります。それで空間分解能に関しましては、今のところはマイクロメートルスケールです。もう少し大きい、100ミクロンとかのようなスケールなので、実際の断面とかを見るというか、膜厚方向で光っているものを見るということでは今はなかなか難しいところです。

- 【山口分科会長代理】 具体的にさまざまな実用材でも大体同じように見えるのですか。
- 【大平グループ長】 そうですね。ここでは炭化水素系のものなのですが、フッ素系に関しましても、このような光っているようなイメージといいますか、そういったものは見えると思います。
- 【山口分科会長代理】 わかりました。
- 【谷岡分科会長】 ほかにございますか。どうぞ。
- 【割石委員】 同じところで、化学的劣化イメージングのところなのですが、もう少し具体的な手法が知りたくて、長岡技科大の先生もやられていると思うのですが、手法は違うものなのでしょうか。
- 【大平グループ長】 長岡技科大の先生方は、おそらく色素を使われているかと思うのです。蛍光色素クマリンを使っておられるのですが、我々は蛍光色素を含ませたときに、もしかしたらモルホロジーが変わってしまうのではないかとか、そういった懸念があったので、できるだけ使わずに単膜だけを置いて、まずは光るかどうかといったことを見たかったので、これに関しましては全く膜だけです。何も色素とかは添加しておりません。ただ、何が光っているのだということなのですが、実のところ、例えばラジカルがやってきて、いろいろと今、NMRで構造解析とかをして、出てきた分解物と発光強度の相関とかをとっているのですが、なかなかこれは単純に、こういったものが付加したから発光しているといったところの相関性まではつかめていないところですが、これは単膜を置いて発光の変化を見ている試験であります。
- 【割石委員】 わかりました。もう一つあるのですが、今度は機械的耐久性の検討というところで、ナノインデンテーションを使われて、非常に局所的な劣化をごらんになっているのですが、もう少しマクロ的にMEAの面内で機械的劣化がどのように違うかとか、そういうご研究はされているのでしょうか。
- 【大平グループ長】 MEAとしてですか。今のところは、すみません、単膜でこういうことを2年間でやったのですが、単膜のものに関しましては、マクロなところは通常の引っ張り試験、そういったもので引っ張って、ネッキングが起こるところとかを見ておりました。
- 【割石委員】 この事業原簿の図2.2-9にあるのですが、こういうセルで見た場合のセル面内での機械的劣化のばらつきみたいなものは？
- 【大平グループ長】 少しそれは押さえつける圧力とかがコントロールが難しかったのですが、リブに沿ったような山と谷といいますか、そういったところの違いもインデンテーションを使って見ることはできるようになりました。
- 【割石委員】 ありがとうございます。
- 【谷岡分科会長】 どうぞ。
- 【田畑委員】 この電解質膜のところは、最初の3年でもかなりの成果が出ていたかと思うのですが、どこまで出ていたのかということと、そこからどういう方向性で、こういうテーマを絞り込まれたかというところを簡単にご説明いただければと思います。
- 【大平グループ長】 前の3年間でどこまでということですか。
- 【田畑委員】 どういう成果が前の3年間で出て、そこから、要は産業界なり何なりの要望に沿って、ターゲットを絞り込まれたのだと思うのですが、そこを簡単に。もしかしたら長谷川さんのほうがいかもしれませんが。
- 【長谷川専務理事】 正直申しますと、最初の3年間は見えた、見えたです。AFMで物が見えた。それから、NMRで違うパターンが見えたねというところがございます。この2年間、陸川先生とご一

緒させていただくことによって、構造の非常に再現性のあるデータがとれて、構造に再現性のあるサンプルで正確なデータがとれるようになって、何が起きているかがわかるようになってきたというのが一番のポイントかなと思っています。ですから、きょう、ちょうど最初の午前中のプレゼンテーションで海外とのベンチマークの結果も出ていますが、あの当時は空間分解能だとか、そんな形でしたのですが、今回は解析可能となったことが、この2年間の大きなポイントかなと思っていますので、そこを各企業の方々がうまくお使いいただいているのではないかなと思います。

【田畑委員】 一つは要するに、炭化水素系膜にアプライをしたというところでのいいですね。

【長谷川専務理事】 そうです。

【田畑委員】 わかりました。

【山口分科会長代理】 ついでに、今出たので、プロトンNMRは日本だと東北大学のグループと、ストーンブルックですか、クリア・グレイが随分やっていたと思うのですが、それと比べてどうですか。多分、ナフィオンの解析は河村先生が随分先行しておられたように思いますし、炭化水素膜はどのぐらい今までやられているかわかりませんが、比較してみて、今、競争相手とどういう位置関係にありますか。

【大平グループ長】 確かに今、電解質膜分野でも、かなりNMRを使った評価が、伝導度をはかるよりも、むしろそっちのほうがメインといますか、そういった流れもあるのですが、一つは、やはり今回、スライドの中には載せていないのですが、拡散係数の時間依存性から、より詳細に膜の中の水の制限拡散を見ることで、水の動きやすさといいますか、もう少しポアのサイズといいますか、そういったものも評価できるということと、きょう、ちょっと紹介させていただいたのは、緩和時間といったものを、まだそんなに有効に使っているところがないので、そこに関しましては、特に炭化水素系ではまだあまり報告例がないので、そこは少し優位といますか、やっていける分野ではないのかなと考えております。

【山口分科会長代理】 もう少し同位体を使ったような研究とかやったら、もっとよさそうな感じがするのですね。Dとか、O₁₇とかですね。

【大平グループ長】 かなり高い目標ですね。

【山口分科会長代理】 ただ、それで今、議論してわからない問題はほとんどわかるような気がするのですが、その辺はどうですか。多分、これが次のNMRでのチャレンジだと思うのですが。

【大平グループ長】 そうですね。ありがとうございます。それで実は例えば重水も使ったりとかということで、回転運動とか、そういったものをもう少し細かく見れないかなということは考えておまして、そういったところも今後は念頭に置いて進めていきたいと思っています。ありがとうございます。

【山口分科会長代理】 ぜひ頑張ってやってください。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【福長委員】 今回、NMRとかでいろいろな解析結果が出てきて、モデルの高分子もつくって、計算のほうからもやられていますが、実際のチャンネルの均一性と、ここにあるようなクラスターの大きさとの関係、あと、実際にどういう構造の材料設計をすれば、そういうふうな良好なプロトン伝導が得られるのかとのつながり、というのはどこまで今回わかっているのですか。

【大平グループ長】 ここでは例えば、なのですが、このように理想的な構造は一体何なのかというのは、まだ我々もそんなに答えを持っているわけではなくて、多分、高分子にとってはレンコンのよう

なシリンダーがいいのか、それともネットワークで網目につながっているようなものが三次元的に広がっているのいいのかというのはあると思うのですが、少なくともその中のデッドエンドではなくて、ちゃんとつながっているものがあるのだよといったことは、いろいろな電解質膜をやっていく上で少しわかってきたことかなと考えております。ただ、炭化水素系がだめなのかというわけではなくて、1つの方法としては、陸川先生がやられているようなブロックにすることで、ナフィオンに匹敵するような構造制御ができるのではないかなというところが、今、見えてきておまして、そういったところを今後詰めていかないといけないのではないかなと思っております。

【福長委員】 ここで言っている構造とチャンネルというのはどういう関係ですか。

【大平グループ長】 今、チャンネルとかというのは、最近、『ネーチャー・マテリアル』でもかなりまだ議論されているようなレベルなので、今考えているのは、こういった——これはあくまでも、この解析からなのですが、このように広がりを持ったものが均一に中でつながっていて、かつ、その太さといえますか、幅とかも連続性も同じような感じで、三次元で広がっているのだらうと。

【福長委員】 それは主鎖とは別に、主鎖で囲まれている水が移動できるパスというのが、その線で示されているのでしょうか。

【大平グループ長】 主鎖で囲まれている層ですね。ここがいわゆるナフィオンですと、側鎖といえますか、クラスターのチャンネルの部分のようなイメージを、ナフィオンではないのですが、そういったイメージの……。

【福長委員】 下のほうのつながっていない部分は、どうなっているということなのですか。

【大平グループ長】 つながっていない部分は、そこで膨らんでいて、袋小路になっているような部分があるのだらうと。

【福長委員】 それは、どういう高分子の構造だと下のほうになって、どういう高分子だと上になるというようなところはあるのですか。

【大平グループ長】 そこまでを明らかにしたいとは思ってまして、こういった比較のトライを試してみたのですが、一つは、いわゆるPEEKやPESといったエンブレを単にスルホン化したものであれば、そういった構造には行き着きにくいというようなところで、一番最後のサブテーマ4のところでご説明させていただきましたように、ある程度わかったような構造を組み合わせでデザインすることで近づけていけるというようなところではないのかなと思っております。まだ実際にどういった構造が理想的なのかといったところまでは、ちょっと踏み込めていません。

【福長委員】 わかりました。あと、計算のほうで大きなクラスターとか、小さなクラスターというのは、それは今のところどう関係するのですか。

【大平グループ長】 いわゆるやってみたのはこういうものです。ナフィオンはすごく動力学計算もやられてまして、文献もあるのですが、それに対しまして、そういったものと、このランダムな炭化水素を比較したような結果になりまして、計算からは、ちょっと今、ブロックができるかどうかはなかなか……。我々もそんなに計算の専門ではないのですが、動力学で自分たちでできる範囲では、こういったランダムとナフィオンの比較をやったと。

【福長委員】 クラスターが大きいというのは、チャンネルにつながっているというのと同じ意味なのですか。

【大平グループ長】 そうですね。

【福長委員】 わかりました。ありがとうございます。

【谷岡分科会長】 この劣化のところですが、フェントン試薬で実験されていますよね。これはこれで大丈夫だという結論なのですが、実はナフィオンの場合はビニール系のポリマーですから、それでいいと思うのですが、今の新しい炭素系のポリマーは、これは加水分解とかを起こす可能性があるんで、特に100℃以上で酸とか、アルカリの中でやられて初めて耐久性が出てくるのかと思うのですよ。特に自動車なんかですと、100℃以上の可能性がありますので。そこら辺も含めて、耐久性の議論をされたほうが、より具体的で現実的ではないかと思うのですが。

【大平グループ長】 はい。陸川先生、何か。

【陸川教授】 そのとおりで、今のところは、手法を調べているところですので、もう少し加速試験として、または高温のPEFC向けに新たな手法を考えていかななくてはいけない。ただ、やみくもに条件を上げていっても、比較にならないぐらいデータがとれないケースもありますので、一般的な方法から今詰めていっているという段階です。

【山口分科会長代理】 蛇足のコメントで、今、福長先生の議論であったのですが、これはイオン伝導体をやる限りは、一次元のチャンネルの伝導体というのはだめなのですよ。やはり三次元ネットワークか、面でつながなければいけない。それが要するにポリマーで、ちゃんと実現できるかというのがポリマーの課題だと私は理解しているのですが。だから、一次元のチャンネルでやっている限りは絶対にだめで、必ず行き詰まってしまうと。ですから、構造的にいうと、そういうところからアプローチされるのも、もちろんそうされているのですが、分子スケールの話と、もう少し大きいメソスケールの話がどうもつながっていないように私は思っていて、我々が必要なのはメソスケールというか、数ナノメートルから10ナノメートルぐらいのオーダーでの連続性であって、ポリマーの分子の大きさとちょっとスケールが違うのですよね。その辺はどういうふうにしたらギャップが埋まるのかというのは私は非常に興味があるのですが、そういう方向性に関して何かお考えになっていることはございますか。あるいは、この研究から……。

【陸川教授】 非常に難しいご質問だと思うのですが、要は今残念ながら、下からと上からと両方で攻めていって、メソのスケールのところを何とか凌駕しようとしていて、じゃ、メソを一発でやれないかと言われると、正直な話、難しいところがあります。そういうこともありまして、まずポリマーの構造をしっかり決めたいというのがあります。実際、今まで研究をやられているポリマーというのは分子量も全然違いますし、大きさも自由体積も全く違うものを同じように議論していた。例えばプロトン伝導性だったら、いい、悪いというふうに言っていたのですが、それもきっちり決めてしまっただけで、それから手法を確立していくというふうな形になってくるかと思います。実際に今、メソになりそうなものは中性子とか、そういったものでパスを見ていく。EFMなんかもその一つだと思うのですが、残念ながら、三次元のほうの膜厚方向に対しては全く議論ができませんので、バルクの評価ということでは、もう少し詰めていけるのではないかなと思います。

【谷岡分科会長】 ほかにございますか。どうぞ。

【長谷川専務理事】 今、山口先生からご指摘いただいた点は非常に重要なポイントで、次のプロジェクトに実は仕かかっておりまして、そこでいわゆる第一原理の計算から来る非常に分子レベルのお話から、もう少し大きな、今、先生が言われたようなサイズのものは、ちょうど今、計算科学の中でも穴になっておりまして、そこがうまくつなげておりませんので、次のプロジェクトの中では、そのところをどうやって埋めるかを複数の大学の先生のお知恵を拝借しながら、そのところをいかにコネクティングしていくかと。そういうことで実験データと合わせていくのかという検証に入りつつあ

るという状況でございます。

【谷岡分科会長】 ほかにございますか。はい、どうぞ。

【森委員】 簡単なことをお聞きしたいのですが、報告書なものですから、実際には別々に仕事されていても、つながってみたいくなるのですよね。そうして理解しようとしたくなるのですが、この報告書を見させていただくと、例えば図3.29-39で、シミュレーションやモデリングをなさっている方が出力をとられるときには、I Vの点がすごく少ないように見えますので、多分、かなり慎重に定常を探していらしてとっていらっしゃると。一方で出力の特性が高いということを主張したい方は、点で線が書けるような形でも、ともかく条件を振るんだというような感じに見えるのですが、目標によって違うとは思いますが、このグループの中できちんとI Vを議論されて、その傾きからなにがしかのシミュレーションにつなげていくような仕事という一貫性を持たせるのであれば、皆さん、定常測定をするとか、何かないと、見ていて、何でなのかなと。そこでも疑問が生まれてしまいますので、まとめる時のことでしょうか、全然、定常測定がされていないとは思えませんから、分けて話が見えるように書かれたほうがよろしいのではないかと思うのですね。だれだって、みんな、定常測定はしますからね。ただ、使い方によって、データのアピールの仕方だと思うのですが。ただこれだけ見せられると、何でかなと思うところもございますので。

あとそれから、出力のところでも、よかったということが書かれているのですが、それはよかったとしか言いようがないのですが、例えばいろいろ考察されていますよね。水の挙動、プロトン伝導に寄与しない水がガスリークをとめていると。非常におもしろいですよね。そういったことが書かれている一方で、まだセルポテンシャル、OCVに相当するのかな、それが1.0を切っているデータが多いように見えますが。私の目が悪いからかもしれませんが、そういったところも考察でいいのですが、足りないところがあるとすれば何で、それはこのように改善されるはずだとか、何かつながった話がこの中で読み取れると、読んでいてわかりやすいという気がしますね。何か少し加えていただいたほうがよろしいかと思えます。

【大平グループ長】 はい。

【谷岡分科会長】 よろしゅうございますか。かなり議論が沸騰して、時間もオーバーしてまいりましたが。

それでは、この後、15分ほど休憩に入りたいと思います。

6.3 セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

実施者より資料6-3に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それではご質疑等をお願いいたします。

【湯上委員】 実際の環境で測定することは非常に大事なことだと思うので、非常に重要な結果だと思います。今回、論文が少なかったというのは、そういう企業のセルとか、そういうものの試験が多くて、論文はなかなか出せなかったというのもあるのでしょうか。

【山本研究所長】 時間的な問題がありまして、年度内に出せなかったというのが正直なところでございますが、実際、シミュレーション関係というのは、なかなか各企業のノウハウが入っておりまして、実際の設計条件とかがほとんどわからないです。あくまでこれは仮想したものでいろいろ計算させていただいたというところがございますので、逆に、傾向といたしますか、そちらをお伝えするだけでいいのではないかと判断いたします。ですから、この研究発表とかというのはほとんど計測に関するも

のでございます。

【湯上委員】　　そういう計測を使って最終的にシミュレーションされるということなのですが、計測されているのは、どちらかというとマクロな量というか、マクロな大きさですが、実際、計測の中ではマイクロのものは必要ないというか、現段階では、そこに行っていないということなのでしょうか。

【山本研究所長】　　ご指摘のとおりでございます。大きな領域から始めまして、必要な細かい領域まで進めていこうと。最初測定を行いますのはガス拡散層に関する部分でございます。これの延長線上で触媒層まで展開しようということで進めておりまして、一部はそういったところも測定できるものがございます。ただ、そういう領域まで持っていけない測定もございましたので、実は今後の課題といえますか、次期のもので、そこでもやらせていただくような部分もでございます。

【湯上委員】　　わかりました。

【森委員】　　物材機構の森でございます。いただいた資料に、朝の話とかぶるのですが、内容をお聞かせいただいてから伺おうと思ったものですから、今、お聞きしたいのですが、テキサス大学オースチン校のプロフェッサー、ジェレミー・マイヤーさんですか、彼の名前があるのですが、今、こちらのほうで学会発表まで見させていただいて、連名の発表がないように思えるのですね。マクグラス先生という方は入っていますが、ご自身のやり方でシミュレーションされるのもいいですよ。企業ニーズをとってきますから、それはそれでおやりになって、マイヤー先生から習うことも習うということだと思いますが、習っただけでも学会発表ぐらいはできませんかね。人の交流だけでしたら、JSPSでもお金はあるのですよね。NEDOさんも国際共同を持っていますし、別の予算建てがありますから、これでなければいけない理由、ここにどうしても国際交流を入れなければいけなかった理由が、ほんとうにそこにしかなかったとしても、聞いただけではわからないのですよね。そこをどうお考えなのか、ちょっとお聞かせいただきたいのですが。

【山本研究所長】　　申しわけないという言葉になります。これも実は時期的な問題がございまして、実際、とにかくまずモデリングを中心をお願いいたしました。特に高温という領域でございまして、1000℃以上に関する高温部におけるモデリングをお願いしたというところがございます。実際、そのモデリング結果を、こちらが捕捉したデータも含めまして、さらにもう一歩進めるという計画をしていたわけですが、日程的にそこまで持つていくことができませんで、そういう面でこちらの測定データも足りなかったというところで、実は時間をオーバーしてしまいました。これは今後、そういった高温におけるデータの取得も進めてまいりますので、それとあわせまして、こちらのほうは結論とさせていただきたいなと思っております。

【森委員】　　それはできなかったことをどうこう言っているのではなくて、この枠組みは、やはり継続して残さなければいけない必然性があるのでしょうか。それとも別の予算で海外交流はやれますから、そちらで対応して、担当者がポテンシャルを上げればいいことなのか、このプロジェクトの中で取り組まなければいけないのかということの線引きがわからないのですが。

【山本研究所長】　　あくまでお願いしたのはモデリングなのですね。モデリングの結果はいただきました。今後は、それを利用していただくことになると思います。

【森委員】　　結果としてはあるわけですね。ここに載っていなかっただけで。

【山本研究所長】　　はい。結果は出ております。ただ、こちらのほうに加える測定データが不十分であったために、それ以降の検討ができなかったということですね。

【森委員】　　では、当初、こういう期待があつて、それに対して完璧ではなかったけれども、これだけ

のアウトプットを得られたということは、やはり何かここに書いていただいたほうが。何もないと、業績としてもありませんし、結果にもありませんし、ただ交流だけだったら、ほかに予算もありますから、なぜこうなのだろうかということの疑念が残りますので。

【山本研究所長】 申しわけございません。

【森委員】 いや、謝ることではないのですが、それはぜひ書いていただければと思います。

【山本研究所長】 はい。

【細井主任研究員】 すみません。事業原簿とかはまだ書き足りないところもございますので、先ほどからいただいているご指摘も含めて少し加筆させていただいて、公開させていただきたいと思います。

それと一点、テキサス大学につきましては、一応、この事業で、その後はプライベートといいますか、産総研さんとしてのおつき合いはあるのかもしれないのですが、NEDO事業としましては、日本で今後、シミュレーションをしっかりとやろうという形で、その前段階で少しお勉強させていただいたと理解しておりまして、これからは日本の技術で、このシミュレーションの部分もしっかりやっていくつもりでございます。

【谷岡分科会長】 どうぞ。

【割石委員】 同じところで質問があるのですが、高温のモデル化というところなのですが、燃料電池のシミュレーションで難しいところは、100℃以下で水が相変化するところが難しいと思うのです。逆に温度が上がっていくと相変化があまりなくなってきた、逆に簡単になるのではないかなと思ったのですが、特に高温のモデル化のところ、どういうモデルになっているのかをもう少しお知らせいただけませんか。

【山本研究所長】 実はこれは先生にお願いして、いろいろ吟味いただきましたが、今おっしゃったおりの結論になります。確かに高温のほうがモデル的にはシンプルな部分もございます。ただ、過渡的な現象を加えていきますと、膜内とか、そういったところに水の影響が介在しますので、その部分は逆に高温といえども吟味する必要があると。その部分はモデルとしては残っているということになります。ですから、全体的には単純化になると思うのですが。

【割石委員】 もう一点いいですか。最初のほうで水蒸気とか、ガスとか、高温水の透過挙動の計測というのをやられているのですが、一般的にMEAの中は拡散で移動しているのではないかと聞いていますが、透過を測られた理由は何か特別にあるのでしょうか。

【山本研究所長】 ここで重点的に測定しておりますのは、GDLとか、MPLとか、触媒層までの話でございます、そちらのほうはあくまで透過というのが主になると思っておりますが。

【割石委員】 GDL、MPL、触媒層の中も透過が支配的だと？

【山本研究所長】 はい。

【割石委員】 そうですか。

【山本研究所長】 すみません。ちょっと私の言葉が足りなかつたら申しわけございませんが、拡散とか、透過というのが主と考えておりますが。

【割石委員】 濃度で拡散するか、圧力で対流するかというところの質問なのですが。

【山本研究所長】 そうですね。確かに場所によっては変わりますが、基本的にまずGDLで行いましたのは、あくまで透過のほうの主であろうと考えております。確かに触媒層までまいりますと、そういった濃度の拡散要素が大きくなると思います。ただ、ここにつきましてはもう少しお時間をいただきたいなと思っております。あくまでマクロな視点から攻めてきたという順番でございますので、今

はGDL、MPLの範疇というところでございます。

【谷岡分科会長】 よろしいですか。では、どうぞ。

【福長委員】 すみません。今のところがちょっとよくわからなかったのですが、電流が流れるほうに物質が移動する必要があって、拡散層もその分通ってくるので、どこでも流束は一緒で、基本的には拡散で起こるような気がするのですが、対流で起こるのは、横方向なら何となくわかる気がするのですが、消費された以上に何か物の移動が起きているということですか。

【山本研究所長】 確かに流束から見ると一緒ですよ。当然、反応するものが一緒ですから。ただし、その要素によって、透過的な意味合いと拡散的な意味合いがありますよ。物性としては、その両方が出てくるのではないかと思ったのですが。

【福長委員】 駆動力が圧力差なのか、濃度差なのかということですよ。

【山本研究所長】 そういうご質問でしたよね。じゃなかったのかな。そういう質問ですよ。

【長谷川専務理事】 そういう質問です。ドライビングフォースが圧力差なのか、濃度勾配なのかということでした。

【山本研究所長】 そういう意味では、その両方に対して答えを出すことになると思いますが。

【福長委員】 実際に計算してみて、そちらの影響もあったということですか。

【山本研究所長】 すみません。そこまで検討していませんが、両方含んだモデルになっております。

【福長委員】 わかりました。別の質問なのですが、今、多分、国内でシミュレーションとかをやっているところは、面内の温度分布とか、さっきの相変化とか、そういったことが起きるのを考慮した計算とかをやっているような気がするのですが、今回、シミュレーションで明らかにしようとしていたことは、高温でやるところは何を明らかにしようとしてこの計算をされたのですか。

【山本研究所長】 100℃以上の話でしょうか。

【福長委員】 100℃以上の計算をされたということですか、この結果は。

【山本研究所長】 テキサス大さんをお願いしたのは100℃以上の領域の話でございまして、今回ご説明させていただいたモデルは100℃以下といたしますか、80℃ぐらいのものを説明したという内容です。

【福長委員】 100℃以下については産総研さんで計算されているということですか。

【山本研究所長】 はい。

【山口分科会長代理】 二、三点、お聞きしたいのですが、まず水の透過の件で、分圧でも何でもいいのですが、化学ポテンシャルのグラディエントで流れていると。そういう理解でよろしいのですよね。

【山本研究所長】 はい。

【山口分科会長代理】 ある一定の化学ポテンシャルグラディエントを与えたときのパーミアビリティをはかったと。ソリュビリティとか、その辺は別に評価をされたと。溶解度は別に評価をされたと。そういうことですか。

【山本研究所長】 溶解度がやはり影響が出てきますのは、多分、触媒層を入れたところかなと思っています。

【山口分科会長代理】 実際のオペレーションを考えますと、実際、プロトンが流れて、カソード側で水が取り残されて戻ってきますよね。そうすると、単にこちらがカソードで水蒸気ガスが、ガス側で高いからではなくて、電解質側のほうでも水が発生するわけですから、そういうことを考慮に入れた、入れないというので何か変わってくることはございますか。

- 【山本研究所長】 モデル的には、そういったものも含んでおります。
- 【山口分科会長代理】 モデルというのは、後ろのシミュレーションの話ですか。
- 【山本研究所長】 そうですね。シミュレーションもそうです。計測上は、それを分けて測定するという
ことで、要するに例えば、そういうものがないような領域で測定するということになります。
- 【山口分科会長代理】 そうすると、単純な外部の水蒸気分圧差でドライブされるようなものを使って、
電解質内で発生する水は考えないと。
- 【山本研究所長】 測定上はそういうことです。
- 【山口分科会長代理】 それで、そのコンシステントにそのデータはシミュレーションには使えるので
すね。
- 【山本研究所長】 そうです。シミュレーションでは、そういう個別の値が必要になってきます。
- 【山口分科会長代理】 それでシミュレーションのところはどうしても戻ってしまうのですが、どうも
よくわからないのは、どういう計算をしたのか、さっぱり書いておられないので、例えば温度ですと、
どこで発熱が起こって、その原因は何でとか、その辺が見ていてもよくわからないのですよね。これ
は温度は何度ぐらいでやっているのでしたっけ。
- 【山本研究所長】 いわゆるセパレーターで80℃の条件で計算しています。
- 【山口分科会長代理】 ということは、要するにエントロピーで熱が出てくるやつですね。ガスの生成・
消失で熱が出てくると。それから導電率で、IR損で、ジュール熱が出てくると。ほかの界面にイン
ピーダンスを入れたと。
- 【山本研究所長】 はい。
- 【山口分科会長代理】 そのぐらいは大体予想がつくのですが、実際に解析をされた結果を見て、なる
ほど、こんなふうを考えるのかという新しいアイデアはどういうところに入っているのですか。
- 【山本研究所長】 これは基本的には、いわゆるCFDといいますか、流体力学に基づくような式だけ
で行っています。ここでの目標は何かと申しますと、あくまで物質移動の律速がどこで発生するの
かと。先ほど電流密度を上げたいというのが目標ですよというのを最初にご説明いたしました
が、それはどこで起こるのかと。そこの現象にフォーカスして、今後、進めていくというやり方
を行おうとしたわけです。
- 【山口分科会長代理】 なるほど。例えば21枚目の図で、右上のところ
で温度がありますが、下側が温度が高いのはカソード側で発熱している
と？
- 【山本研究所長】 そうです。カソード側触媒層で発熱していること
になります。
- 【山口分科会長代理】 それはだから、ガスの生成・消失と関係して
いると。
- 【山本研究所長】 これは反応熱だと思いますが。言葉が違いま
すかね。反応熱といいますか、水がで
きるときの熱エネルギーとして生じると。
- 【山口分科会長代理】 いや、それは出ないで
しょう。それは発生しない
でしょう。その反応熱をこ
こで入れているのですか。
- 【山本研究所長】 そうです。
- 【山口分科会長代理】 これは何キロジュールぐ
らいあるのですか。
- 【山本研究所長】 いや、何キロジュールとい
っても、実際の先ほどの
実験値がありましたが、
実際の電気エネルギーが
これだけ出ますよと。そ
の残りが熱エネルギー
ですよという計算手法に
なると思いますが。

【山口分科会長代理】　　そういう計算をしておられるのですか。なるほど。わかりました。いや、私もなじみがないので、昔、熱効率を計算したときに、いつもそこら辺で引っかかってしまったので。そういう計算をされたらと。その熱が全部、このカソード側で発生していると。そういう計算をされているのですか。

【山本研究所長】　　はい。

【山口分科会長代理】　　なるほど。わかりました。

【山本研究所長】　　確かにそこだけで100%発生しないというようなモデルも当然あると思いますが、ここでは、そういうやり方です。

【山口分科会長代理】　　なるほど。わかりました。

【谷岡分科会長】　　どうぞ。

【福長委員】　　もともと、カソードの物質移動が大きくなる場所の計算をされるということですよ。ここでカソードによる物質移動が大きくなるのが、水の発生で流路が狭くなるためと考えていらっしゃるのではないなら、ここで大きくなる要因としては何をお考えでいらっしゃいますか。

【山本研究所長】　　水による影響もごさいます。もともと反応ガスの、いわゆる拡散といいますか、透過もありますが、それが供給できなくなると。

【福長委員】　　その供給できなくなるといのは、どの部分が律速になってということですか。

【山本研究所長】　　電流密度が増加していった場合に、その反応すべきものが、この空隙から供給できなくなるといことですが。

【福長委員】　　濃度過電圧が大きくなる領域というのがガスの移動であれば、アノード側もカソード側も同じような感じがするのですが、カソードだと、水が発生してということですよ。

【山本研究所長】　　そうです。

【福長委員】　　その効果というの、今回のシミュレーションの中には入っていないのではないですか。

【山本研究所長】　　液滴としては与えておりません。ですから、それよりは、どちらかというところガスのほうの拡散成分のほうの主で求めています。

【福長委員】　　何が原因で濃度過電圧が発生すると、この計算の中に入っているのかがちょっとよくわからないのですが、ここでは実際に濃度分布がついているのですか。大きくなり過ぎて、供給が足りない状態になっているということなのですか。

【山本研究所長】　　そういうことですが。

【福長委員】　　すみません。私が理解できていないのか……。

【山本研究所長】　　説明が悪いのかな。

【谷岡分科会長】　　山口先生。

【山口分科会長代理】　　私もちょっとさっき、変な言い方をしたのですが、要するにもともと熱として出る部分の大半が電気エネルギーに変換されていて、残りがその他のジュール熱とか何とかになっていると。それを各部分に割り振ったという意味では、反応熱ではないですね。正確に言うと。反応熱の一部ですよ。

【長谷川専務理事】　　反応熱にプラス、いわゆるIR損まで全部入っていると。

【山本研究所長】　　そうですね。

【山口分科会長代理】　　いや、そうじゃないんですよ。反応熱は理論的に発電される電気、全体のエネルギーであって、そのうちの半分ぐらいが電気エネルギーに変換されて、残りが熱として出てきている

と。

【山本研究所長】　　そうです。

【山口分科会長代理】　　それが電解質とか、カソードとかで過電圧になって、そこで発熱していると。そういう言い方なので、反応熱という言い方はやめたほうが良いと思います。それは反応熱が出たら、燃料電池になりませんもの。

【山本研究所長】　　反応熱はトータルです。

【山口分科会長代理】　　反応熱はトータルの熱エントロピーで、それが水素の酸化反応の反応熱で、そのうちの $\Delta H - T\Delta S$ 分がギブスエネルギーに変換した分の電気エネルギーに半分変換されて、残りがジュール熱、 IR 損とか、カソード化成電圧とかで熱となって消えていると。そういう意味ですよ。

【山本研究所長】　　そうです。

【山口分科会長代理】　　それは正確にしたほうが良いと思うので。

それともう一つ、これはドロップレットの実験は非常に私は興味があるのですが、バルクは非常に大きいものに比べて、これは非常にコンタクトアングルが小さくなっていますよね。これは例えば熱力学的な説明はちゃんとうまくつくものですか。サーフェスエネルギーが上がる、下がるという意味でいうと、例えば、この水の場合には、かなり大きなマイクロメートルオーダーから、随分、見かけ上、コンタクトアングルが下がってきていますが、普通、サーフェスエネルギーの効果はもっと小さくて、100ナノメートルとか、数十ナノメートルぐらいでないと、多分出てこないと思うのですが、これは例えばどんなふうに解釈されるのですか。

【谷岡分科会長】　　よろしいですか、私から。実はこれは、こういう計算をしている人がフランスにいますね。これはGDLの表面ですね。

【山本研究所長】　　そうです。

【谷岡分科会長】　　それで繊維径と中の空間ですね。その間の関係で、大体接触角は決まってくるのですよ。その関係を求めている理論式があって、それに当てはめると、大体これは合うはずなのです。一回計算されてみるといいと思います。

【長谷川専務理事】　　一回計算していますが、結論は空気の接触角をはかっています。

【山口分科会長代理】　　空気の接触角？　　そうですか。

【長谷川専務理事】　　微小水滴にしますと、真の材料物性をはかります。

【山口分科会長代理】　　なるほど。基板との影響はないという意味ですね。そうすると、この非常に小さいやつが、これが正解であると。

【長谷川専務理事】　　正解かどうかをシミュレーションで確認してと。ですから、結局、シミュレーションと計測というのはお互いに補完関係で、先ほど森先生からもちっとご質問があったのですが、モデリングは、表現が悪いのですが、勝手にしてくれるのですね。モデリングの妥当性というのは何かといたら、実測データがちゃんととれるか。それから、実測データ側からいうと、とったデータがモデリングと合うかということで、お互いに補完しないと、実は正解かどうか分からないという仕かけでございますが、今のデータ、先生からご質問のデータについては、実際には拡散層の間にたまっている空気の接触角をはかっている可能性が強くございます。それで、表面にあるテフロンコーティングとカーボン自身の物性と全部を平均和しますと、先ほど谷岡先生がおっしゃったとおりに、きちっとデータと合います。

【山口分科会長代理】　　なるほど。そうすると、これは空気が入っているんで、接触角が小さくなって

いると。そうすると……。

【長谷川専務理事】 いや、空気が入っていますので大きくなっていると。これはハスの葉っぱが、植物の……。

【山口分科会長代理】 なるほど。わかりました。どうもありがとうございました。

【谷岡分科会長】 かなり沸騰しておりますが、そろそろ時間もまいりましたが、いかがでしょうか。何かございますか。では、最後に。

【田畑委員】 ちょっと細かい話なのですが、GDLとMPLの合わせた層で、方向によって拡散係数が変わったと。MPLからGDLというか、カーボンファイバーに行くのと反対とで変わったと。なおかつ、それが圧力によって交差しているというのがあるのですが、これは物理的には何が起きているのですかね。

【山本研究所長】 すみません。とにかく測定結果をそのまま書かせていただきまして、いろいろ議論しているのですが、はっきり説明できないのですよ。申しわけないです。

【長谷川専務理事】 これは推論ですが、表裏に関しては毛細管現象の方向性だと。どういう勾配を持っているかという差。それから、圧力の影響は実はMPLが、後で構造を見てみますと、GDL状レイヤの中に入り込んでいます。めり込んでいます。

【谷岡分科会長】 よろしゅうございますか。ほかに何かございますか。そろそろ時間もまいりましたが。

それではどうもありがとうございました。予定の時間がまいりましたので、議題6の「プロジェクトの詳細説明」を終了させていただきます。

【非公開】

7.全体を通しての質疑

【公開】

8.まとめ・講評

各委員から以下のまとめ・講評があった。

【谷岡分科会長】 それでは審理も終了いたしましたので、各委員の皆様からご講評をいただきたいと思います。それでは、割石委員から順番にこちらのほうに。すみません、突然で。

【割石委員】 きょうはありがとうございました。最先端の技術を聞かせていただきまして、大変参考になりました。思ったのですが、いろいろテーマがあって、サブテーマもいろいろあったのですが、進捗度がかなりばらばらで、よくわかっているところと、あまりわかっていないところの差があるなと思いました。継続があるのだとしたら、優先順位と重要度をもう一回整理して、力を入れるところはもっと力を入れたほうが良いと思いました。きょうはありがとうございました。

【谷岡分科会長】 それでは湯上委員、お願いします。

【湯上委員】 本日はありがとうございました。本事業は基礎のものということで、成果そのものがすぐに実用化ということではないと思うのですが、やはり、こういう基礎の研究の結果を実機の設計に落とし込むのは非常に難しく、その辺で、既に幾つかのテーマが実用化に向け会社で使われているのは非常にすばらしいと思うのですが、今、割石先生が言われたように、少しテーマごとにフェーズがかなりばらついておまして、その辺でほかのテーマも、そういう企業への展開も目指しての基礎

研究のフェーズに行くといいなという印象を持ちました。以上です。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。では、森委員、お願いします。

【森委員】 どうもきょうは1日ありがとうございました。大変勉強になりました。非常にすばらしいデータがいっぱい、きょうは聞かせていただきました。特にその場観察で中間体をきちんと同定していくというようなこと、難しい仕事をきちんとされているので大変驚きましたが、私どもはちょっとその面をかじっておりますので、意味は何となくわかるのですが、実際に会社からニーズ、社会のニーズという形で企業ニーズを拾ってやっていくということになりますと、一般に必ずしも、そういう世界に手を入れたことがない方が、これを見て、そうなんだという、この事業報告書でわからなければならぬとなりますと、せつかく最先端の価値ある結果が、世界で初めてという言葉だけでは十分に伝わらないような気がするのですね。研究ですから、何でも発表すれば、世界で初めてだという方もいますしですね。その周辺の和周波も入れた、あらゆる手段の中で、今までの中で、こんなにすばらしいのだということをもっともっとアピールされて、すばらしいデータを価値ある正しい評価が、だれもが見てわかるような形で、少し補足説明をしていただかないとですね。よほど詳しい人であれば、ほんとうの意味がわかるけれども、一般の私も含めて、猫に小判になってしまうともったいないですよ。ですので、その辺があると、大変、この得られた価値ある結果が、この事業報告書の中で、最終評価の場だから、そういう言い方をしますが、広く世間に受け入れられるようになると思いますので、今、その場分光の話だけをしましたが、それぞれに価値あるデータですから、従来の周囲のこれまでのものに比べてはこうであったと。それに対して、こんなにすばらしいのだということをもっと少し補足の説明を入れていただければ、多分、よりよくこの結果が伝わるのではないかと思います。

いずれにしても、大変すばらしい結果が多くて大変勉強になりました。ありがとうございました。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それでは福長委員、お願いします。

【福長委員】 きょうはどうもありがとうございました。このプロジェクトは多分、NEDOとしても基礎のところをやるということで、でも単に基礎サイエンスのところではなくて、産業界の要望に応じてテーマを設定して、研究者と産業界とのつながりを持つということでやられていると思うので、その取り組み自身は非常にいいと思うので、ぜひ、そのときのマネジメントが大事で、今の進捗のばらつきなんかもあると思うのですが、ぜひこういったプロジェクトを今後も続けて取り組んでもらえればと僕自身は思いました。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それでは田畑委員、お願いいたします。

【田畑委員】 きょうはどうもありがとうございました。私はこれまでに前倒し評価とか、いろいろ出させていただいて、お話は聞いていたのですが、大概の場合、説明は40分ぐらいで、メインのところは大体聞いているのですが、いろいろなテーマをやられていますので、それを一とおり完全に完了した形で聞かせていただいたので、非常に頭の整理ができました。

これにはいろいろ生い立ちがなかなか難しいところから出発しているということがあって、特に長谷川さんは5年間、よく難しいマネジメントをされてきたなと思っております。ただ、私のイメージとしては、先ほども申しましたように、これは最初のテーマ設定というのですかね、そのところが非常に大事だと思っていて、そこがどうだったのかということが、私の個人的というか、評価基準では一応一番大事なのかなと思っています。

いずれにせよ、こういう産業技術の中での基礎科学といいますか、要は経産省さんがやられている

中での基礎科学分野のあり方というのですか、それに対して非常に大きな前例になるのかなと思っていますので、しっかりと評価はさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。それでは山口分科会長代理、お願いします。

【山口分科会長代理】 大変勉強になりました。非常にたくさんのことやっておられるという印象です。どなたかがおっしゃっていましたが、それぞれに進捗度が違っていると。それから、重要度も時代に連れて随分変わってきていると思いますので、最初に、なぜこういうふうに絞り込んだのかということも含めて、今後、こういう研究を継続する上では、その時々にはしっかりと見直しをして、ほんとうに、そういう意味で実際の実用化につながるための基礎を、見通しをよくするための研究をするということをしていただきたいと思います。その中でも幾つか、非常に目を見張る研究成果があがっていると思います。多くの方々は研究者も含めて、もともとはこういう分野のほんとうの専門家ではない方も含めて、短期間に、こういうところまで、よく来られたなと私は強く印象を思いますが、そういう意味で、ほんとうの意味で、ここまで来ましたら、最先端の研究者のグループになっていますので、そういう意味で、より世界をリードするような形で発信していただければ、ありがたいと思っています。

基礎とはいえ、文科省とどう違うのかということところは常に考えなければいけないところで、そういう意味では、ちゃんと出口を見据えた上での基礎をちゃんとやるべきだと思いますし、そういう意味で、特に触媒、表面反応に関する非常に貴重なデータがとれているという点では非常に素晴らしいと思いますし、例えば、そういう反応をどういうふうに理解していったらいいかと。その整理をするための1つの基礎データになるという意味で、非常に重要な結果が得られていると思いますので、これからはぜひ頑張って進めていただきたいと思います。

【谷岡分科会長】 どうもありがとうございました。

それではきょうは、どうも皆様、ありがとうございました。実は1965年でしたでしょうか、ジェミニが飛んで、燃料電池がどうなった、だめだったかという話から始まって、もう45年ですね。よくぞここまで来たなというのと、経営者の感覚でいえば、まだできないのかと。まだ燃料電池は売れないのかと。そういうことを言う人もいるかと思いますが、やはり今のお話を伺っていた印象では、かなり今までわからなかった細かいところまでわかってきて、今後、これをそのまま続けていけばいい燃料電池ができるのか、あるいはそれをもとにだれかが、あっと閃いて、ブレイクスルーがあると。それで何かすごいやつができるような気もするのですね。だから、それはそういうことを見ている人じゃないと、そういうことは思い浮かばないので、ぜひこのプロジェクトの中で、すごいことを考える方がいらっちゃって、何かさらに世界に先がけたものができればいいと思います。やはり我々にとって燃料電池は非常に必要なもので、今後、日本人が生きていく上でエネルギーも何もない国で、これをどうしても使っていかなければならないようになると思いますが、そこまで我々が生きていくかどうかわかりませんが、最後の最後まで頑張っていたいただければと思います。

今の経産省さんのプロジェクトだから、基礎科学の関係というのは、これはよく議論される場所なのですが、私はこう思うのですね。要するに量子力学そのものは黒体放射の議論が出てきたわけです。黒体放射というのは、そもそも製鉄所の溶鉱炉を外から温度をどうやってはかるのかなということから出てきたわけですから、やはりこういう非常に実用的なプロジェクトから、すごい最先端の科学が生まれるということも、また別な燃料電池をいいものにつくるということ以外にある可能性があると思いますので、ぜひそういうことも期待したいと思います。

ほんとうに皆さん、どうもご苦労さまでございました。今後ともよろしく願いいたします。以上でございます。

9.今後の予定、その他

10.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 5-1 事業原簿（公開）

資料 5-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）

資料 6-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）

- (1) コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明

資料 6-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）

- (2) コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明

資料 6-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）

- (3) セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

資料 7 今後の予定

以上