

## 研究評価委員会

### 「グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発/資源生産性を向上できる革新的プロセス及び 化学品の開発/副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」(事後評価) 分科会 議事録

日 時 : 平成26年10月30日(木) 10:00~17:20

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 西原 寛 東京大学 大学院理学系研究科 化学専攻 教授  
分科会長代理 黒田 泰重 岡山大学 大学院自然科学研究科 教授  
委員 岡 伸樹 三菱重工業株式会社 技術統括本部 長崎研究所 化学研究室 主任  
委員 中村 貴義 北海道大学 電子科学研究所 附属グリーンナノテクノロジー研究センター 教授  
委員 松村 晴雄 株式会社旭リサーチセンター 調査研究部門 主席研究員/常務取締役  
委員 三浦 則雄 九州大学 産学連携センター プロジェクト部門 教授  
委員 向井 紳 北海道大学 大学院工学研究院 有機プロセス工学部門 化学工学分野 教授

##### <推進者>

安居 徹 NEDO 環境部 部長  
佐藤 公一 NEDO 環境部 統括主幹  
山野 慎司 NEDO 環境部 主任研究員  
土屋 裕子 NEDO 環境部 主査  
森 一也 NEDO 環境部 職員

##### <実施者※メインテーブル着席者及び発表者>

北川 宏 京都大学 大学院理学研究科 化学専攻 教授 (PL)  
北川 進 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 拠点長  
田中 晃二 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 特定教授  
魚谷 信夫 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 特任教授  
小林 浩和 京都大学 大学院理学研究科 ナノ物質化学特別講座 特定准教授  
堀毛 悟志 京都大学 大学院工学研究科 合成・生物化学専攻 助教  
三浦 雅典 株式会社クラレ くらしき研究センター 合成研究所 研究員  
渡邊 賢広 昭和電工株式会社 先端技術開発研究所 触媒開発グループ 研究員  
増森 忠雄 東洋紡株式会社 機能材開発研究所 AC 開発グループ リーダー  
三津家 由子 昭栄化学工業株式会社 技術部

##### <評価事務局等>

大宮 俊孝 NEDO 技術戦略研究センター 研究員  
佐藤 嘉晃 NEDO 評価部 部長  
保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹  
成田 健 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・必要性及び研究開発マネジメントについて
  - 5-2 研究開発成果及び実用化に向けての見通し及び取り組みについて
  - 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 全体概要説明
  - 6-2 CO<sub>2</sub>ガスの分離・精製材料基盤技術開発
    - 6-2-1 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>分離用 PCP の開発
    - 6-2-2 メタン精製用 PCP の開発
    - 6-2-3 CO<sub>2</sub>/エチレン分離用 PCP 及び構造異性体混合物からの特定構造炭化水素分離精製用 PCP の開発
    - 6-2-4 PCP による微量ガス分離材の開発
  - 6-3 回収 CO<sub>2</sub>ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発
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、その他
10. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
  - ・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に基づき評価事務局より説明。
  - ・西原分科会長挨拶
  - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進者)
3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2に基づき分科会の公開について説明があり、議題6.「プロジェクトの詳細説明」、及び議題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。また、資料3に基づき、分科会に

おける秘密情報の守秘及び非公開資料の取扱いについての、補足説明があった。

#### 4. 評価の実施方法について

評価の手順及び評価報告書の構成について、評価事務局より資料 4-1～4-5 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

##### 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて

推進者（NEDO土屋主査）より資料6に基づき説明が行われた。

##### 5.2 研究開発成果及び実用化の見通しに向けての見通し及び取り組みについて

推進者（NEDO土屋主査）より資料6に基づき説明が行われた。

##### 5.3 質疑応答

【西原分科会長】 どうもありがとうございました。

それではこれからご意見、ご質問等を受けたいと思いますが、いま大きく三つの項目を説明していただきました。最初が、本事業の位置付け・必要性について、2 番目が研究開発マネジメントについて、最後が研究開発成果についてということでした。最後の研究開発成果のもっと具体的な、技術的な内容について午後の非公開セッションで行うということですので、特に最初の二つを中心にいろいろご意見をいただきたいと思います。

私のほうから最初に、確認ですが、土屋さんが途中で、最終目標を示しながら、特に分離後の CO<sub>2</sub> 濃度のところで、99%とおっしゃったのですが、資料には 99.9%と書いてあります。実は非常に大きな差があるのですが、それは書いてあるとおりでよろしいのですか。

【土屋（推進者）】 はい、書いてあるとおりで。

【黒田分科会長代理】 NEDO のプロジェクトですので、最後のあたりにも関係しますが、実証レベルというのはなかなか解釈が難しいのですが、そういうことで大きなくくりでお聞きしたい。

研究開発マネジメントのところで、「既存技術と競合可能なレベルのプロセス」というような表現があり、触媒の材料をつくったというところで、たとえば、ギ酸生成は 95%以上、ただしメタノールをつくりたいということだと思っております。これから 3～5 年をかけて今後実証化に持ち込むということですが、具体的に使うことができる可能性、今後の見通しはどのようなのでしょうか。

【土屋（推進者）】 午後の非公開セッションにおいて、各参画企業から詳しく紹介させていただけると思えます。いま公開情報を基に申し上げられることとしては、まず分離においては、分離性能の相当よい材料が得られております。またコストにおいても従来技術と競合可能なレベルまで達することができると思えます。そのあとの実用化に関しては、担当している各企業の努力と同時に、さまざまな要素もありますが、ただ単純にコストとか性能という点だけで評価してみると、既存技術には絶対負けていないレベルまでは行っていると思っております。

【三浦委員】 欧米のプロジェクトのご紹介がありました、本プロジェクトとの比較ではいかがでしょうか。

【土屋（推進者）】 最近の欧米国家プロジェクトは、あまり情報が開示されておらず、具体的にこういうすばらしい成果が上がったというのはホームページなどを見てもなかなか得られないようになっております。その点、日本の国家プロジェクトは大変正直に全部開示してしまいます。

欧米のプロジェクトの一例を挙げますと MACADEMIA などは、本プロジェクトと期間、事業規模が非常によく似ています。ただ参画メンバーを見ると、アカデミアが中心であって、まだまだ基礎的な要素が強いのではないかという印象を受けます。われわれの副生ガスのプロジェクトは参画企業がこういった方向で実用化したいという明確な開発ターゲットを持って基盤技術を開発していますので、

実用化を考えたという点では、日本のこのプロジェクトのほうがレベル的には上ではないかと考えております。

【北川（宏）（実施者）】 プロジェクトリーダーの北川から少し補足させていただきます。たぶんニーズ、シーズが日本とヨーロッパ、アメリカでそれぞれ違います。日本は少しヨーロッパと似ているところがあります。たとえばアメリカではいまシェールガスが産出されていますので、メタン貯蔵、特に自動車の貯蔵材の開発に非常に熱心です。一方、日本の場合は、そういうニーズがなく、CO<sub>2</sub>を削減するという国の目標があり、そこからスタートしているため、どうしても触媒プロセスのほうに注力しているところがあります。

そういう観点では、ヨーロッパ、たとえばドイツなどとも割と似ています。ただBASFは市場をアメリカにもしっかり持っていますので、特にメタンの貯蔵材の開発に主眼をおいています。日本の場合は、ヨーロッパ、アメリカにない技術、特に北川進先生の技術ですが、ゲートオープン機能を持つ柔軟性のある多孔体があります。たとえばゼオライトとか活性炭の場合はもともと穴が開いた状態ですが、われわれが主に開発したのは、もともと閉じていて途中で開く、そうすると非常にエネルギーをかけずに吸収・放出できるということで、そういった材料の開発を中心に進めて、非常に高い分離能を出すことができました。そういった量産技術、ペレット化技術に関しては、欧米には完全に勝っているとわれわれは思っています。

最初の黒田分科会長代理のご質問ですが、国としてやらねばならないことと、企業・大学がやりたいこととは、若干ずれてしまうことは、どうしてもあります。当初そういうところも若干ありましたが、中間評価、もしくは技術検討委員会などでいろいろアドバイスをもらい、すり合わせの結果、NEDOの指導に従って、テーマの絞り込み、変更をしてきました。PCP (Porous Coordination Polymer：多孔性配位高分子)/MOF (Metal Organic Framework：多孔性金属錯体)のポテンシャルは非常に高いので、より企業が出口でやりたいことに徐々にシフトさせていただいたと考えています。

【松村委員】 スライドの23ページと24ページにクラレと昭和電工が開発したシステムがあります。たぶん既存の装置に比べてエネルギーを使わないので、ランニングコストが安くなると思いますが、その装置を入れ替えるのに初期投資が必要だと思えます。概算でいいのですが、初期投資が何年ぐらいで回収できるかという計算をしたことがあれば教えていただきたい。日本の化学産業は新しい装置を入れることがなかなか難しいので、それがあれば採用しようかなという気になるかもしれないので。

【土屋（推進者）】 それは午後の非公開セッションで説明します。

【向井委員】 開発目標の選択率は分野によってたぶん定義がいろいろあると思うのですが、ここで用いられている選択率の定義はどういうふう考えたらよろしいのでしょうか。

【土屋（推進者）】 初めは二酸化炭素の還元を電気で行うということで、電流効率として80%以上という値になっていました。そのあと中間評価の際に、やはり（二酸化炭素の）原料化のところまでギ酸は基幹化学品としての用途に限られるので、もう少し前段にどういう化合物ができるのかも含めて検討したら如何かと言われました。そのため溶液中のギ酸に加えて、気相中のメタノール合成も付け加えています。こちらに関しては電流効率ではないので、この値は用いていませんが、得られた化合物の中でメタノールがどれぐらいできたかという選択率だけを申し上げると、これに近いような値が得られています。それに関しては午後、詳細に説明いたします。

【岡委員】 いろいろいい材料が出ているかと思えます。材料の製造は、今後企業が3年から5年かけて実用化されて、それぞれ融合したり、その材料を使っていったりするわけですが、その材料はどこで製造されるのでしょうか。

【土屋（推進者）】 参画企業によっても異なるかと思うのですが、自社開発される場所もあれば、製造のレシピをきちんとつくって外注することをお考えの企業もあると思えます。

【中村委員】 説明の最後に3～5年後に実用化ということがありました。このプロジェクトの目的としては、先ほど出てきた数値目標を達成するということで評価されるべきなのか、それともこれなら3～5年後をめどに実用化できるということで評価するべきなのか。これは評価部に聞いたほうがいいのかもしれませんが。

【佐藤（評価事務局）】 冒頭、評価の4軸と称して、事業の目的、マネジメント、成果、実用化の見通し、一応この4軸は直交系を成しているとわれわれは考えておりますので、特に事後評価においては、まずその最終目標をしっかりと達成しているかどうか、これが1点です。その目標を達成していて、しかもその目標のレベルは、世界に冠たるもの、今後の実用化に資するだけのレベルのものか。

二つ目が実用化に向けての見通しということですので、午後のセッションで、企業は今後こういう計画で実用化に持っていきますという計画を示していただければと思います。それでどれぐらいの生産量や経済規模などかをご覧ください、その妥当性については各委員の知見、そこには推測も入りませんが、それらをもって、これは見通しとして高い、低いという評価をいただくことになっています。

【中村委員】 午後に説明があるのかもしれませんが、目標と実用化に向けた事例でクラレの分離の話などが出ましたが、その数値と実際実用化に必要な性能と、あまり連動していないように思います。「そこまで高い性能が要るのか」という気もしましたのでお聞きしたかったのですが。

【土屋（推進者）】 まず数値ですが、こちらは公開されているもので、設定根拠は先ほども申し上げましたように既存の材料を上回るレベルということで設定しました。このぐらいの数値を出せないとPCPという新しい材料は、従来の吸着材料等々に置き換えることができないのではないかと考えて、こういう数値設定にしています。

一方、これだけでは不十分で、たとえば副生ガス分離においては、クラレはCO<sub>2</sub>/メタンを分離するのですが、それに特有の数値目標があって、それらは午後の非公開セッションで、非公開の最終目標値として提示して、その達成状況、実用化の見通しについて述べる予定です。

【中村委員】 この数字の持つ価値の大きさというのはわかります。この価値をよりわかりやすくするためにも、研究開発が始まる以前には、このへんまでしかできていないとか、それに比べてこれだけ上げるといふ言い方をしていただくと、このプロジェクトの優秀さのようなものがわかると思うのですが。

【土屋（推進者）】 中間評価のときには、こちらの最終目標よりも少し低めの数字を使っていました。具体的な数字はすぐに出ないのですが、それに関しては事業原簿に中間目標の数値と併せて記載しています。既存の材料に対してどのぐらいのレベルになっているのかというの、たぶん公開か非公開、どちらかの事業原簿には記載があると思います。

【西原分科会長】 PCPはこれまでにない材料ということで、従来の材料ではまったく考えられないような新しいことができることも一つのいいところだと思います。NEDOのプロジェクトとしては、これまで実際にいろいろ工業化され、実用化されているものにどう応用していくかということで目標を立てられたということだと思います。実際にいろいろなものをつくられている中で、これはまったくこれまでにないような新しい産業を興せるとか、実用になるというようなことも、もしかしたら出てきているのではないかと思います。それはプロジェクトの成果のところからは除かれているのかもしれませんが、そういうものが特許などに実際に反映されているのか、そういうことがあったのか、そのへんの取扱いについても教えていただければと思います。

【土屋（推進者）】 おっしゃるようにPCPは新しい材料なので、開発していく中で、これは思ってもみなかったということが実際にあります。それに関しては、一部の企業では研究開発項目に付け加えるとか、NEDOの実施計画書の範囲の中ではどうしても実施できないので、独自に実施しているとか、そういう例もすでにあります。

特許化に関しては、プロジェクトの実施計画書があって、その中に記載されている研究開発項目に

該当するものに関しては NEDO に届出をしていただいています。それ以外のものに関しては、NEDO に届出する必要はありませんので、各企業独自の判断で特許出願されていると思います。

【西原分科会長】 もう 1 点、マネジメントのことです。戸嶋先生を委員長とする技術検討委員会は年 2 回ペースでということ、おそらく 10 回弱ぐらい開かれたのでしょうか。そこで言われたことをお聞きしたいのですが、スタートから終わりまで 5 年間ありますので、おそらく世界の情勢も変わってきて、最終目標にしているものの価値とか、もっと違う価値のものにシフトしたほうがいいとか、いろいろなことがあると思います。ここの技術検討委員会が何かそういう意味でのサジェスションなど、新しい技術の方向性なども含めたいいいアドバイスになったこととか、よかったことについてお話しただけならばと思います。

【土屋（推進者）】 まず技術検討委員は、いわば「辛口の身内」という立場であって、NEDO が主催する技術検討委員会において、忌憚のない意見をいただくという役目をお願いしている先生方です。このプロジェクトのはじめの 3 年間は、材料開発がまず主体でしたので、その材料開発に関してご助言をいただきました。後半 2 年間は、各参画企業が実用化を考え始めて、実用化に向けた検討を深めているというところで、たとえば室井先生は触媒がご専門なので、触媒として見るのだったらこういうデータを採るべきである、こういう開発を加えたほうがいい等のご意見をいただき、反映させていただきました。

染宮先生からは、PCP は新しい材料なので、企業と大学の 1 対 1 ではなくて、企業同士の横連携を取れないかというアドバイスもいただいて、たとえば PCP の共通特許をみんなで出願する等にも反映しています。

実用化に関して、たとえばクラレの例で申し上げますと、バイオガスの微量成分には PCP の性能を劣化させる可能性があるガスが含まれています。それらを除去するときこういった方法があるから、そちらも検討してはどうかといったご助言をいただき、それも検討内容に反映させていただきました。

PCP は粉末ですので、実際に使うときは粉としてそのまま使うというやり方もありますが、ペレット化や、シート上に PCP を塗るなど、加工をして使ったほうがいいから、そのあたりの検討に早めに着手するべきだというご助言をいただき、それはプロジェクト後半の 4 年目、5 年目に着実に反映しています。

【西原分科会長】 かなり具体的なコメントで、それが反映されていることがよくわかりました。どうもありがとうございます。

【黒田分科会長代理】 特に質問というわけではないのですが、先ほど開発の最終目標として数値的な値がスライド 13 で出ていました。これは驚異的な数字で、私は大変驚いているのですが、たとえば 99.9% 以上とか、30kJ/mol、あるいは 25kJ/mol の吸着熱で分離が可能だとか、分離度 300 以上の値です。これは対象が何によるかはいろいろありますが、300 という値は極めて素晴らしいです。あとはこれが具体的に実用化にどのように反映されていくかというあたりが大きな問題だと思うのですが、数字的には大変驚いています。

【松村委員】 NEDO のこういう評価分科会では、特許が出ていないと叱責される。このプロジェクトはたくさん出ていて大変よいと思います。ただ逆に特許は、情報を開示してしまうので、ほかの人に真似をされてしまいます。あえて特許にしなかったことがいくつかあって、自分たちの技術を守るようになっていくところを教えてください。

【土屋（推進者）】 おそらく企業の方針によって、これは特許化する、これはマル秘のノウハウとして開示しないという方針で、特許出願されていると思います。特許出願されたものに関しては、NEDO に届出をいただいており、その件数を合計すると 100 件です。したがっておっしゃるように企業の方針でノウハウとしてお持ちになっている技術もおそらくあると思います。

【北川(宏)(実施者)】 おっしゃるとおり、たとえばわれわれの最大のライバルは BASF 社ですが、BASF も特許出願を戦略的・積極的に進めていますから、われわれも対抗しないといけないところもありますので、そこはもちろん戦略的に出願しました。その一方で、欧米の企業が気づいていない技術がありますから、おっしゃるとおり、実際、企業では一部出願していない技術があります。

【三浦委員】 PCP が優秀な材料であることがよくわかりました。そういう材料を用いて、いま CO<sub>2</sub> の分離をかなりメインにやっておられるようですが、ほかのいろいろな分離の必要性のあるガスもあると思います。そういうものについても今後材料を変えれば、様々な分離ができるという可能性はあるということでしょうか。

【土屋(推進者)】 十分ございます。PCP は構造を申し上げなかったのですが、金属イオンと有機配位子からなります。その組み合わせを変えることによって孔のサイズ、フレキシビリティ、吸着する材質などを自由に設計することができる、選択設計性の高い材料です。したがって目的とするガスに合わせて、こういう材料を組み合わせればいいということが自由にできるので、将来の用途拡大は十分あると思います。

【三浦委員】 私どもは無機系の研究者で、たとえば酸化物系などでは金属のイオンを変えることによってかなりドラスティックに特性が変わったりする場合がありますが、PCP もポリマーに金属イオンを入れて特性をいろいろ変えることができるということで、非常に可能性が高いことがよくわかりました。

【中村委員】 マネジメントのところで聞き逃したかもしれないのですが、最初の3年半、京大の集中研で、後半は各企業に戻ってという話だったのですが、その後半のときの京大の役割を教えてください。

【土屋(推進者)】 集中研がなくなったわけではなくて、まずそこに共通設備が置いてあり、参画企業の方々もいつでも自由に入出入りしてデータ収集、および京大の先生方とのディスカッションができるような設備になっていました。また京都大学のほうがまずこの PCP という基盤技術をお持ちでしたので、企業の研究員の方々が集中研から自分たちの分担研にお帰りになっても、研究開発を進めていくうえで新たな課題、どうしても解決が難しそうな案件が出てきた場合、即時に京都大学と相談して、たとえばシミュレーションを活用して材料設計をするとか、耐久性に関して京都大学の実験データを基に自分たちで改良する等、強固な連携が図られています。

【中村委員】 京都大学のほうは主体的には研究していなかったように聞こえるのですが。

【土屋(推進者)】 いえ、そうではありません。

【中村委員】 そのへんはどういうことをやられていたのかお伺いしたい。

【北川(宏)(実施者)】 集中研は最後までしっかりと残しています。後半になると、集中研に技術員を3~4名雇って、企業から依頼合成とか依頼分析があったときに、すぐ対応できるような状態で、最後まで集中研を置いて各社のいろいろな課題の解決に即座に対応できるようにしました。同時に京都大学も分担研です。もちろん私の研究室、北川進先生の研究室も分担研ですから、NEDO の中で企業側のニーズに応えるようにわれわれの研究のほうも進めて、最後まで京都大学としての集中研とそれぞれの分担研を残したかたちで進めています。

【中村委員】 要は、最後まで新しいものを見つけようとか、そういうこともされていたということでしょうか。

【北川(宏)(実施者)】 私は、これだけは徹底したのですが、大学の役割は企業のニーズに対してどれだけ応えらえるかというところがあります。われわれがしたい研究をやっているわけではなくて、少なくとも京大の集中研、分担研は、企業のニーズ、たとえば水に対して弱いといった問題に対しては、われわれが基礎研究をしっかり行ったということです。

【黒田分科会長代理】 確認したいのですが、途中で膜という話、それから塗布するという話をご説明であ

ったと思います。そういう PCP の膜の分離材としての材料は、実際に分離に成功されているのですか。そういうものをつくって分離材として確認はされているのでしょうか。

【土屋（推進者）】 午後の非公開セッションで詳しくご紹介したいと思います。

【西原分科会長】 よろしいでしょうか。午後の実際の研究、技術開発の部分が非常に楽しみだと思いますが、それは非公開セッションでということをお願いしたいと思います。

(非公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

## 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

【西原分科会長】 それでは会議を再開します。公開セッション、議題 8「まとめ・講評」に入ります。評価委員から講評をいただきたいと思います。

【向井委員】 MOF、PCP の論文は、いままでいろいろ読ませていただいたりはしていたのですが、非常に短期間にこういう実用化目前のレベルまで来ていることに、今日私は非常に驚きました。冒頭でも申し上げましたように、私は炭素材料、規則的な構造がないものを主に研究していますが、フレキシビリティがある代わりに、設計がなかなか難しいという材料です。今日お話を聞かせていただくと、非常にフレキシビリティがありながら、精密な制御ができるところに非常に感銘しました。私自身、これから研究の対象を考えていけないといけないのかなという印象を持ちました。

これから実用化を目指すにあたって、初期投資の問題がありますし、既存の材料と入れ替えるとなるとかなりハードルは高いと思います。ただ日本発の技術として、ここはぜひとも実用化まで持って行っていただきたいと思っています。今日はいろいろ勉強させていただきました。どうもありがとうございました。

【三浦委員】 私は専門外だったのですが、PCP/MOF など今回初めて勉強させていただきました。こんなすばらしい材料があることをまったく知りませんでした。

ただ、午前中も申し上げましたが、私どもが使っているペロブスカイト型の複合酸化物などでは、いろいろな種類の金属イオンを入れて機能性を出し、非常にドラスティックに特性を変えることができます。それとは全然違いますが、構造だけでなく、様々な金属を入れることによりすぐくバリエーションがある材料であることに、本当に感心しました。

そういうものの中から 5 年間で非常に多様なものを探索されて、大変苦労されていると思うのですが、すばらしい材料を見つけられています。炭化水素の構造異性体分離などではある程度設計指針が出てきたようなものもあると思いますし、まったくそういうものでなくて 0 から 1 が見つかったようなものもありますので、これは非常にすばらしい研究成果ではないかと思います。

日本初の研究として、iPS 細胞のようにオール日本でやっていただいて、世界に負けない成果を出されて、ノーベル賞も近いと思いますので、ぜひ今後も頑張ってくださいと思います。いろいろ勉強させていただきました。ありがとうございました。

【松村委員】 本当にたくさんのいい成果が出ていますし、特許の戦略も含めたマネジメントもしっかりされていて、非常にいいプロジェクトだったと思います。先ほどありましたように日本発の技術ということでぜひとも実現していただきたい。そのためには、これから実証試験などをするとき、また NEDO が引き続き支援をしていただければと思います。



そのときに考えなければいけないのは、よく普及活動とって新聞等で発表しますが、それではなかなか広まらない。実際には成功例がないと、いくら机上で計算をしても、会社のトップはそれを採用しないので、ぜひとも早いうちに成功例を出していただきたいと思います。ありがとうございました。

【中村委員】 私は MOF や PCP のサイエンスについてはある程度ファミリアだったのですが、今回応用の分野でここまで進んでいるのかと思って、非常に驚きました。個々の実用化に向けた成果もそうですが、その中で、また一方で先ほど北川宏先生もおっしゃったように、炭化水素の構造異性体分離、あるいは  $N_2$  と  $O_2$  の分離などは、たぶん医療現場でも非常に重要であり、そういう新しいものも出てきて、ますます今後に期待できると思います。釈迦に説法だとは思いますが、こういう成果が出るのは、両北川先生、田中先生のサイエンスの土台があって初めてできているのだと思いますので、そちらのほうもこれからますますご発展していただければ嬉しいと思っています。

【岡委員】 北川宏先生、進先生、お二人の非常に強いリーダーシップの下、産学が連携して非常によい、今後の希望に満ちた成果が出ていると思っています。この成果は、やはり長期的に日本の産業界にも波及効果があるかと思しますので、ぜひ産業界のニーズ、社会的な課題などを今後も汲み取って取り組んでいただきたいと思います。

あとは異分野との融合ですが、たとえば原子力とか医療、いろいろな分野との融合があるかと思しますので、ぜひそちらへも展開していただければと思います。本日はありがとうございました。

【黒田分科会長代理】 基礎から応用まで、非常に幅広い研究で、NEDO としては非常にいいプロジェクトであったらと私は思っています。あとは、先ほど向井委員もおっしゃいましたが、これから実用化を意識していかないといけない。これは大学レベルではありませんが、やはりそういうことで一つでも二つでも成功例を出していただければ、最終的にも非常にいいプロジェクトだと思います。NEDO のプロジェクトを見ると、いつもと言っては失礼ですが、最後のもう一歩がなかなか難しいような印象を受けていますが、こういうプロジェクトは何か行けそうな気がします。是非ともそういうことを実現していただきたいと思います。

先ほど基礎ということも言いましたが、基礎の面から見ると、非常に新しいこともたくさん出ています。私が今日特に驚いたことは二つあります。一つは  $CO_2$  が  $25\text{kJ/mol}$  ぐらいで吸着して、しかもそれがちゃんと分離ができる。いまだに信じられないような気がします。  $25\text{kJ/mol}$  でドアが開くというのがまだよく理解できていないのですが、何かそのあたりは非常に基礎的なサイエンスがあると思います。

そういう点はぜひ解明していただきたいということと、最後の触媒の話も大変おもしろい研究だと思いますので、MOF の空間だけではなくて、プラス表面も含めてだと思いますが、そういうところを反応場として利用して、触媒反応、あるいは金属の担持体としての役割を解明していただければ、基礎の研究としては非常に面白いのではないかと思います。

北川宏先生がいろいろ研究されているように、ああいうところに合金を載せるとか、今日も酸化物との一種の合金だとは思いますが、そういうおもしろい系に展開していけば、もっと新しいものが出てくるような気がします。そういうことも含めて、基礎・応用の面から、これから一層発展していくことを望んでいます。今日はいろいろ勉強させていただきました。ありがとうございました。

【西原分科会長】 今日は本当に長い時間、大変すばらしい研究成果を報告していただきましてありがとうございました。NEDO のプロジェクトの運営からすると、京都大学と各企業とのバランスが非常にうまく取れて、その情報交換、成果の共有、展開がされていると思います。それはひとえに北川プロジェクトリーダーの強い牽引力と、活力が皆さんに伝わっているのではないかと思います。そこは敬服いたします。5年間、大変お忙しかつたのではないかと思います。

それだけ引っ張って来られた気持ちは、最初におっしゃっていたように、この PCP という日本でサイエンスができたものを、いかに実用に結びつけていくかというところが一番大事なことだろうと思います。私は中間評価のときも評価委員として参加させていただきましたが、そのときに感じたことよりはずっと進んでいて、本当に目の前に見えるところまで来ているという感じを持ちました。これがこのあとどこの会社でもよろしいのですが、本当に製品として生み出されるようになれば、大成功だと思います。ぜひそこをこれからもう一つ頑張っていたいただければと思います。

大変すばらしい成果が出ていると思いますので、今日は聞かせていただいて本当にありがとうございました。

以上が評価委員からの一言ですが、環境部長、またはプロジェクトリーダーから何か一言ございますか。

**【北川 (宏) (実施者)】** 数多くの貴重なコメントをいただいたこと、また最後に社会に向けてしっかりと商品化して、一つでも例が出ればどんどん事業化に進んで行くと思いますので、一同それを肝に銘じて今後も引き続きしっかりと開発をやっていきたくと思います。どうもありがとうございました。

**【安居 (推進者)】** 今日は西原分科会長をはじめ委員の皆様、10時から丸一日、大変お疲れさまでございます。どうもありがとうございました。これから評価を書いていただくのですが、何か非常にいい評価をいただいたようでございまして、どうもありがとうございます。

また実施者の皆様方、評価委員会慣れされているのかどうかわかりませんが、時間どおりにコンパクトに非常にわかりやすい説明を、準備が大変だったと思いますが、どうもありがとうございました。

このプロジェクトは、北川プロジェクトリーダーのリーダーシップの下、ダブル北川教授率いる理学部、工学部、さらに企業という強力なメンバーで、5年間という大変短い期間ではございますが、当初の目標を大幅に超えるすばらしい成果を出していただきまして、NEDO としても本当に感謝している次第です。

先ほどお話がありましたように、引き続き基礎研究もそうですが、企業の皆様におかれましては早期に実用化、商品化を達成し、利益を得ていただきたいと思っております。先ほど委員の皆様から「異分野の展開も考えて」というお話がありました。環境部はこういったケミカル分野も担当していますが、火力発電所の CO<sub>2</sub> 対策もやっております。素人なりに考えさせていただくと、そういうものの CO<sub>2</sub> 分離回収コストを下げるということも将来的にはありえるのかという期待をしています。

いずれにしてもまずは今日ご参加の化学メーカーをはじめ皆様方にすばらしい実用化に向けてより一層頑張っていたただけることを期待して、推進部からの最後のご挨拶とさせていただきます。本日はどうもありがとうございました。

**【西原分科会長】** どうもありがとうございました。それでは最後ですが、事務局から今後の予定等も含めて事務連絡、および NEDO 評価部の佐藤部長からご挨拶をお願いいたします。

**【佐藤 (評価事務局)】** それでは評価部長から一言御礼を申し上げたいと思います。委員の先生方、ありがとうございました。実施者の皆様方、事後評価にご協力いただきましてまことにありがとうございました。またすばらしい成果を上げられたことに改めて敬意を表したいと思います。

特に産学連携でプロジェクトリーダー、サブプロジェクトリーダーの両北川先生、京大の先生方、集中研も置いていただいて、大変ありがとうございました。こういうかたちで産学連携が成功したプロジェクトを引き受けていただいたプロジェクトリーダーの先生は、もう疲れ切って二度と NEDO プロのプロジェクトリーダーはやらないぞという話を、私は何人かの先生から過去から聞いていますが、また何か機会があれば、ぜひ NEDO 事業にご協力いただきたいと思っております。

企業の皆様には、NEDO の中には、たとえば省エネ効果があるような事業については、実用化実証のために助成を出すような、省エネ部の仕組みもございますので、ぜひそういうものもご利用いただ

いてできるだけ早く実用化、事業化に続けていただければと思います。

今日のPCPの技術を聞いていると、今日お話をされた企業の事業範囲ではなくて、ものすごく広い応用が利くような感じがしますので、ぜひ環境部のほうもこの基礎的な成果を、ぜひ広く広報していただいて、新たな企業のニーズも掘り起こしていただければと思います。本日はまことにありがとうございました。

**【西原分科会長】** それではこれにて終わらせていただきます。長時間にわたりご説明、ご審議を賜り、まことにありがとうございました。これにて終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

## 配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5-1	事業原簿（公開）
資料 5-2	事業原簿（非公開）
	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6	事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、及び研究開発成果、 実用化に向けての見通し及び取り組み プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料 7-1	全体概要説明 CO <sub>2</sub> ガスの分離・精製材料基盤技術開発
資料 7-2-1	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> 分離用 PCP の開発
資料 7-2-2	メタン精製用 PCP の開発
資料 7-2-3	CO <sub>2</sub> /エチレン分離用 PCP 及び構造異性体混合物からの 特定構造炭化水素分離精製用 PCP の開発
資料 7-2-4	PCP による微量ガス分離材の開発
資料 7-3	回収 CO <sub>2</sub> ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発
資料 8	今後の予定
参考資料 1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料 2	技術評価実施規程

以上