

研究評価委員会
「グリーン・サステイ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／
触媒を用いる革新的ナフサ分解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9月1日(月) 10:00～16:45
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 田川 智彦 名古屋大学 大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 教授
分科会長代理 筒井 俊雄 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 井内 謙輔 公益社団法人 化学工学会 安全部会 事務局長
委員 関根 泰 早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 応用化学科 教授
委員 福岡 淳 北海道大学 触媒化学研究センター 教授
委員 藤川 貴志 株式会社 コスモ総合研究所 技術調査部 主席研究員

＜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
並木 泰樹 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のみ＞

増田 隆夫 北海道大学 大学院工学研究院 教授 (PL)
小松 隆之 東京工業大学 大学院理工学研究科 教授 (SPL)
辰巳 敬 東京工業大学 理事・副学長 (前PL)
横井 俊之 東京工業大学 資源化学研究所 助教
窪田 好浩 横浜国立大学 大学院工学研究院 教授
佐藤 剛一 産業技術総合研究所 コンパクト化学システム研究センター チーム長
井上 佳尚 三井化学株式会社 R&D 戦略室 主席部員
岡部 晃博 三井化学株式会社 生産技術研究所 主席研究員
秋山 聡 三井化学株式会社 生産技術研究所 研究員
畠 秀幸 東洋エンジニアリング株式会社 プロセスシステム部 部長付
森谷 篤 東洋エンジニアリング株式会社 プロセスシステム部 担当次長
松本 正人 触媒技術研究組合 ナフサ接触分解プロセス部 部長

＜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
梶田 保之 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 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 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

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発
 - 6.2 高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発
 - 6.3 実用化に向けての見通し及び取り組みについて
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
 - ・田川分科会長挨拶
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進者）
 - ・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。
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」、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)「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
推進者より資料6に基づき説明が行われた。
 - (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」
実施者より資料6に基づき説明が行われた。

(3) 質疑

(1)、(2)の説明内容に対し質疑応答が行われた。

【田川分科会長】 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化に向けての見直し及び取り組みについてご説明いただきました。ただいまから 40 分程度でご意見、ご質問等いただくこととなりますが、技術の詳細については後ほど議題 6 で議論いたしますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメントについてご意見をお願いしたいと思います。それでは、ご意見、ご質問等お願いいたします。

【関根委員】 開発の方向性としては、コーク（炭素質の固体）発生を抑制していき、出てきたコークは再生で取り除いていくことで、全体としてはコークのないプロセスをつくっていくということかと思いますが、コークをつくらないのか、それともわざと柔らかくつくっておいた後で取れやすくするという考え方が混在しているように見受けられますが、全体のイメージとしてはどうお考えでしょうか。

【増田（実施者：PL）】 コークの付着場所は基本的に細孔内ではなくゼオライト結晶の外ですし、成形触媒については今回説明を省いておりますが、通常はメソ孔（直径 2～50nm の細孔）をつぶしていくハードなコークができるので、その生成速度を抑制するという技術開発としました。さらに、コークを燃焼するとき水素由来のスチームが出てくることによって脱アルミ等の劣化が進むので、脱アルミしにくいゼオライトを開発するというコンセプトです。

【筒井分科会長代理】 私は一時期石油関連の企業に在籍しておりましたので、その観点で、こういう技術開発が日本で行われていること、及び、それに適した皆様が開発に参加されていることにまず敬意を払いたいと思います。いろいろな状況はありますが、できれば我が国で、世界の中で最も進んだプロセスとして実用化するための技術基盤ができることを願っております。

このプロセスの事業目的というか全体を規定している前提は、固定床を使うというコンセプトにあるのではないかと。たとえばゼオライトのタイプを Beta より ZSM-5 を優先して選んだのも、固定床のサイクルタイムが基本にあると理解いたしました。したがって、先行技術である KBR 社の流動床プロセスに対して、日本では今回の固定床の技術のほうが非常にファミリアで、分解炉も使えるという利点もあるかもしれませんが、本方式を選定した最大の理由は何かをお聞きします。技術的理由だけでなく事業化の理由があるのかもしれませんが、コンセプトとしてすでにある方式ではない新しい方式の技術をつくるということだったのか、我が国の既存プラント、インフラを最大に利用するということだったのか、経済性、開発時間、オペラビリティ（操作性）なのか、いくつも考えられるかもしれませんが、まずこのへんの前提をお聞きしたいと思います。

【増田 PL（実施者）】 反応器形式の選定がコンセプトにおいて一番重要な位置になると思います。最初に固定床のリフォーマー型を選んだのは、たとえば 30 万～60 万トン/年のプラントを新設するのは現状では特に日本国内ではかなり困難なので、老朽化したものを改良して一部今回の NCC プロセス（ナフサ接触分解プロセス）に置き換えていくのが投資効果としては一番高いだろうというコンセプトです。既存のインフラを活用するために、今回反応器のパイプの長さ及び太さは既設の熱分解ナフサクラッカー、スチームクラッカーとほぼ同等のサイズを用いる前提で考えております。また、先行する FCC 型（流動床型）については、触媒活性はまだ本プロジェクトの開始時のような活性の状況を繰り返し使っているのではないかとという予測がありました。さらには、流動床を新設するのは非常に大きなコストがかかり、今回も触媒成形にかなり時間を要し、技術的なハードルが高かったのですが、それを維持しながら流動床に用いるハードなペレット、触媒粒子をつくるのはさらに 2 段階高いという予測がありました。

【島部長付（実施者）】 補足として、FCC 型はご存じのように再生塔からの触媒のロスが 1 日当たりインベントリーの 1%あり、言い換えれば、3 カ月で触媒をリプレースするのと同じになります。最終的

に選ばれた触媒は第三元素担持の触媒なのでそういうロスがかなり大きくなってしまふこと、先ほど増田 PL がご説明した既設熱分解プラントとのインテグレーションなど、いろいろな意味で固定床がベストだと判断しております。

【筒井分科会長代理】 私も石油会社に在籍していましたので、そのへんはよくわかります。FCC 型のようにキロあたり 300 円の触媒が使えるのであれば率先して使いますし、逆に言うと、ZSM-5 をもう少し大量使用できるようにコストダウンできないかということもありますが、触媒コストの観点からはそのとおりでと思います。

【藤川委員】 事業の位置付け・必要性のところ、費用対効果について NEDO にお話を聞きたいのですが、資料 6 の 11 ページで粗利益が 100 億円/年とメリットが非常にあると感じております。その中で、最後に足元の状況だと日本でプロピレンの需要が減っているのでは時期尚早というお話もありましたが、最近では石油化学業界でもエチレンプラントの統廃合が進んでいます。その状況下で、こういったプロセスを早い段階で実用化していくべきではないかと思いますが、NEDO としてはどのようなマイルストーンというか、今後のイメージを描いているのでしょうか。

【並木主査 (推進者)】 いまの日本の化学産業は、おっしゃるようにエチレン生産能力年間 700 万トンに対して需要が年間 500 万トンと非常にアンバランスな状況だということが課題の一つとしてあります。それから、先ほども実用化のところ増田 PL から話があったように、いまは多岐にわたる化学原料ができていて、たとえばシェールガスや天然ガスの随伴ガスによるエチレン製造といった非常にコスト的に安いものもできています。そういうことから、化学品の原料については、いま混沌としている状態であると私どもは認識しています。

ただ、将来的に特に日本の化学産業、石化会社が全部海外に出ていってしまうという状況になったら別ですが、たぶんそうはならないだろうと考えると、ハンドリング性の非常によいナフサを原料にして日本でエチレン等を製造するという事業は残るだろうと考えている。各産業界の方の考え方もあるので、それがいつとは言えませんが、一つの契機は、日本国内のプラントがある程度整理されて、なおかつ老朽更新等の設備を変えるタイミングが来るなど、周辺環境を整えば、その段階でこの技術が生かせるようになるのではないかと考えております。

もう一つは、日本で老朽更新が来るまでずっと待っているかどうかという話でもないので、海外においてナフサ原料の安い地域でこの技術を活用したいという話があれば、開発した実施者の皆さんとの相談も必要ですが、この技術を展開していくという話もあるかと考えております。明確なマイルストーンは示せませんが、以上のように考えております。

【藤川委員】 海外にも特許を出願されているので、ぜひとも海外展開も考えていただければと思います。

【福岡委員】 資料 6 の 15 枚目のスライドの研究開発目標についてお尋ねします。上段にエチレン、プロピレン、ブテン、BTX (ベンゼン、トルエン、キシレン) への収率 66%、またはエチレン、プロピレンへの収率 50%と目標が二つあって、先ほどの増田 PL のご説明だと、参加している企業の方々の需要により二本立てにしているということでした。これを見ると、後半の一つでもいいと思いますが、あえてブテン、BTX を入れている理由は何でしょうか。

【増田 PL (実施者)】 ある企業においては BTX まで欲しく、別の企業ではエチレン、プロピレンが欲しいという事情があります。将来、たとえばシェールガスやエチレンなどの低級オレフィンが安く入ってきたときには、BTX は非常に重要な商品となりますので、現在は二本立てにしております。

【福岡委員】 最初のご説明を聞いたときに、28 ページのスクリーニングでは ZMS-5 では結構 BTX の発生割合が多いという印象を持ちましたが、そういう需要があるからということですね。

【増田 PL (実施者)】 これは実験室規模の話で、セミベンチスケール装置になると様子は変わってきます。

【福岡委員】 変わってくるのですか。

【増田 PL (実施者)】 プラットフォームとしての ZMS-5 だけだと需要としては足りないということで、さらにかなり改良を加えております。これは午後にご説明します。

【井内委員】 今後の事業化へのつなぎのための体制をどうするかということについてお聞きします。たとえばエチレンとプロピレンへの収率が 50%というのは、いまのエチレンプラントで言うと 45%を 50%にするのは 1 割以上の向上になりますし、2 日間運転して 8 時間ぐらいで再生してしまうというのも、実際に研究しているとすぐに劣化してしまうので、今回の成果は相当高いレベルで、実用化が近いのではないかと私は見えています。

そういう意味から言うと、これに甘んじることなくずっと研究開発を続けてほしいと思いますが、ただ、次の実証のプラントを建てないと、その間のタイムラグで研究者がどんどんいなくなるので、研究者を維持するための体制は非常に大事だと思います。先ほど海外展開もあると言っていたので安心しましたが、NEDO としてその体制をサポートする手段をどう考えておられるかが一番知りたいところです。

【並木主査（推進者）】 私どもとしても、この研究をここまでやってきたので、次のベンチスケール装置までぜひとも進めたい、そこまでいけばある程度実用化も見えてくると思っていましたが、残念ながら参加している企業で次のステップに進むとは判断できないことから、経産省と相談して開発はここでストップすることを決めました。

ただ、井内委員がおっしゃるように、開発が止まってしまうと、研究者がいなくなって技術が逸散してしまうというのは往々にしてあり得ることなので、現段階でできることを全部やっておこうということで、最終年度の平成 25 年度に非常にスケジュールが厳しい中、増田 PL にリーダーシップを執っていただいて、いままでの技術成果、細かな技術ノウハウをすべて入れ込んだ「技術パッケージ」を作成して、次の研究に備えております。これを NEDO 及び触媒技術研究組合参画企業で保管し、このプロジェクトを再開するときにはそれをベースにして、若干の手戻りはあるかもしれませんが、手戻りを非常に少なくできるようにと考えております。

【井内委員】 いま石油化学会社に対する風当たりは強く、疲弊していて、トップ会社もみな日本から出ていこうとしています。ただ、世界的に見ると、石油精製をやっている限り C5、C6 部分はガソリンとして使えず余りますので、BTX に変える技術はだいぶ出てきていますが、エチレンやプロピレンに持っていく技術はどうしても必要だと思います。この技術開発については石油化学会社に頼らないで、その間を埋めるのはたぶん大学もしくは国の研究機関だと思いますが、研究者をちゃんと維持して、次の世界展開の中でやっていけるような仕組みをつくっていく必要があるのではないかと。そのうちに景気が回復して、石油化学会社への風当たりがよくなってくるとすぐ企業が乗ってきますから、ぜひそこまでのつなぎをお願いしたいと思います。よろしく願いいたします。

【田川分科会長】 マイルストーンについてご質問がありましたが、中間評価の際にも、既存のプロセスの老朽更新の際にチューブの何本かでも置き換えられればというお話があったかと思います。老朽更新ということであれば、ある程度タイムスパンが見えるかと思いますが、そのあたりの時間軸に関して何かもしお考えがあればお聞きしたいのですが。

【並木主査（推進者）】 詳しいところは石油化学会社にお答えいただいたほうがいいのかもかもしれませんが、老朽更新の細かいスケジュール感は見えておりません。いまも一定時間経過後に熱分解プロセスの反応管は取り換えているようですが、炉そのものを大々的に老朽更新するところまではなかなか至っていません。確かにいまの石油化学プラントは、それなりの年数がたっているプラントもあるかとは思いますが、それらをどこまで使い続けるのか、いまのエチレンの過剰生産にどう対応するのかを含めて老朽更新のタイミングが見えてくると思います。

【田川分科会長】 マネジメントについては、著名な外部有識者からなる技術検討委員会で年 2 回提言をいただいて、反映させたということですが、具体的に、こういう方向転換があった、こういう新しい方向が出たというのがあればお聞かせください。

【増田 PL（実施者）】 細かい話ですが、主に燃焼再生を含めた触媒の劣化の機構や、午後にもご説明しますが、活性点が見かけ上消失しているのに反応条件では活性が維持されるという現象を明確にするこ

と、ゼオライトの合成等いくつかの提言がありました。もう一つは、今回ベンチスケールに行くのはなかなか難しいことがわかりましたので、最終年度の秋ごろに、「技術パッケージ」を完成させて参画した研究部署及び NEDO を含めて共有化した財産にしてほしいということです。そのため、事業原簿とは別に非常に詳細な技術パッケージを作成しました。それを見れば、新たに実施する人も 8~9 割方はすぐトレースできるような状況にまで持ってきておりますので、先ほど井内委員が言われたように、大学を含めて人材育成をしなければいけません、そのときの道しるべは一応ちゃんをつくれたとは思っております。

【並木主査 (推進者)】 それ以外に追加すると、企業から参加した先生方も多く、企業の中では触媒の成形成に関して目標強度を持っているわけですが、それは単純に強度を持つのではなく、たとえば触媒槽に触媒を充填するときの落下強度や、プラントがシャットダウンして脱圧し、高流速で物が流れて圧力損失が非常に大きくなった際の強度はどうするのかなど、非常に細かい中身についてもご指摘をいただいて、検討を加えてきました。

【田川分科会長】 こういう外部の有識者のご意見を積極的に取り込まれたのは、マネジメントとしては非常に有効ではないかと思えますし、非常によく機能したと感じます。

今回期せずしてプロジェクトリーダーが交代したのは、こういうプロジェクトとしては異例のことではないかと思えますが、これについていろいろメリット、デメリットがあったかと思えます。ちょうど研究開発の進み具合で、サイエンスに精通している先生からエンジニアリングもわかる先生にバトタッチしたようにも見えますが、全体のマネジメントをご自身でどう評価しているのかお伺いします。

【増田 PL (実施者)】 なかなか申し上げにくい部分が多いですが、日本でも指折りの強力なリーダーによってプロジェクトが立ち上がり、最初の触媒開発は最適任者の先生がされたので、スクリーニングを含めてかなり進み、それと企業のノウハウを融合していきました。そして、途中で期せずして交代したわけですが、たとえば反応工学的な取り扱いや燃焼再生は計算によるシミュレーション等も随時入ってきて、数値化していく必要がありますので、極力データをプロセス開発に持っていったのと同時に、集中研から要求されるデータを、アカデミアで卒業研究等は関係なしに取得して、フィードバックしてゆくことで、できる限り実用化研究を大学が下支えするような体制にしていきました。あとは、皆さん強力な研究者ばかりですので前進することができました。

【田川分科会長】 こういうフレキシブルなリーダーシップの体制を取るのには、今後こういうプロジェクトを進めていくうえで参考になるのではないかという気もします。

【辰巳 (実施者：前 PL)】 私自身の本意でプロジェクトリーダーを替わったわけではなく、本当は最後まで全うしたかったのですが、私の事情で替わらざるを得ませんでした。いまの理研の事情を見ると明らかですが、大学では研究不正に非常に神経をとがらせていて、私は一昨年の 10 月から研究不正を監視する立場になってしまいました。私自身は、この研究体制の研究者は学術的、あるいは技術的なレベルだけではなく倫理的なレベルから言ってもまったくそういう問題はないとは思っていましたが、コンプライアンスという点からプロジェクトリーダーを継続することは差し障りがあると監事や学長から伺ったため、やむを得ず増田 PL にお願いしたといういきさつです。よろしくご理解いただければと思います。

【田川分科会長】 評価コメントを書く際に、「研究開発成果について」の「成果の普及」というところで「一般に向けて広く情報発信をしているか」という評価項目があります。本件のような、細かい内容をつき詰める技術開発の場合には、一般に向けた情報発信は非常に難しいかと思えますが、もし何かあれば教えていただけますか。

【増田 PL (実施者)】 一般向けというと、たとえば産業界の人からアカデミアまでいろいろありますが、特にアカデミアを中心に、基盤技術の方向性については特許、論文、研究発表等でかなり積極的に情報発信をしてきたと思っております。展示会については、触媒自身を持っていくわけにもいかないの

で差し控えたという事情です。

【田川分科会長】 わかりました。アカデミアへの発表に対して、特段何かもし戦略があれば。

【増田 PL (実施者)】 基本的に大学としては、実際の研究は私どもというよりも学生といろいろコンタクトしてやりますが、5年間ということでしたので、極力ドクターの学生に実施させて5年間同じ人がリーダーシップを取り、その下にマスターの学生や学部生を付け、ブレないようにするという体制、方向性で遂行しました。ここには書いてありませんが、博士の学位論文をいくつか併設しているので、それを一冊見れば5年間の流れが全部わかるようになっております。ほかの大学でも、すべてドクターコースの方を付けております。

【田川分科会長】 先ほど井内委員からお話があったように、開発内容を知っている人がドクターとして高いポテンシャルを持って社会へ出ていくのは非常に大事なことなので、非常にありがたいと思います。

【関根委員】 目標値やデータの取り扱いにおいて、収率、イールド、ディストリビューション、セレクトイビティという単語が原簿及び資料の中に多々出てまいります。おそらくほとんどのデータはカーボンベースで表記しているようですが、場所によってはモルベースですし、イールドという単語は全体の転化率に対するカーボンベースの選択率を掛けた収率であったり、単純にディストリビューションとしてのイールドであったりして、ばらばらに見受けられます。一方で、冒頭で収率目標を66%あるいは50%と出しておられます。このあたりの前提となる収率の目標あるいは評価の一番のベースとなる考え方は、カーボンモルということでしょうか。

【増田 PL (実施者)】 いいえ、ここにある目標値はすべて重量基準です。

【関根委員】 重量基準ということは、ほとんどカーボンモルと一緒になりますね。

【増田 PL (実施者)】 そうなりますが、目標の66%がモルパーセントにすると64%になって、1~2ポイント上げるのにすごい努力が要ります。そうした意味で、実用化、実証、セミベンチスケール装置の集中研の結果はすべてウェイト(重量)でそのまま持っていけるようにして、大学では反応機構解析等を実施するのでカーボンベース、モルベースを使っています。

【関根委員】 カーボンベースと重量ベースはほとんど値が変わらないので構わないのですが、軽質ガスに行く場合に、ただのガスのモルベースでやってしまうとガスのボリュームが2~3倍に増えてきます。一部のデータはそういうかたちに見受けられるので、それについて午後のセッションでクリアに教えていただけるとわかりやすいと思いました。

【増田 PL (実施者)】 わかりました。

【田川分科会長】 ありがとうございます。それでは、ほかにもまだまだご意見、ご質問があろうかと思われませんが、一応時間が参りました。詳細な内容については午後詳しく説明していただきますので、その際改めてご質問を賜りたいと思います。

(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

【藤川委員】 すばらしい研究成果が盛りだくさん出ていて、非常に有意義なプロジェクトだったと思います。特に、中間評価のときに指摘された事項についてしっかりと研究開発に反映し、ステップを踏み

ながら着実に課題をクリアされていると感じました。また、マネジメント面から見ると、プロジェクトリーダーの方が非常に難しいプロジェクトをしっかり把握して、上手に取りまとめられたのではないかと思います。

中間評価の際にも申し上げましたが、今回のプロジェクトで得られた成果は特許出願、論文、学会発表等が約 200 件なされており、学術面での波及効果にも非常に貢献していますし、技術のシーズも相当程度たまっているのではないかと思います。

本プロジェクトの実用化の時期については、予想は非常に難しいですが、非常に大切な技術ですので、冒頭井内委員が言われたとおり、技術が形骸化しないようにしなければならないと思います。そのために、今後も何らかのかたちで国なり NEDO がサポートしていく必要があると思います。本プロジェクトが早い段階で実用化に供されることを心より祈っております。

【福岡委員】 化学と反応工学が非常にうまく調和して、大きな成果を上げたのではないかと思います。原子、分子レベルでのゼオライトの設計、酸点の位置を決めるということは、世界の触媒化学でも非常にターゲットになっているところだと思います。それをまさに反応の中で実現するレベルまで達した例で、出口としても非常にわかりやすい事業になっていると見えました。とかく大学は最近出口の見える研究、イノベーションをやれと言われていますが、そういう意味では、触媒化学の専門であった辰巳先生から反応工学、化学工学専門の増田先生への継承も非常にうまくいき、それがプロジェクトの成長に非常にマッチして成果が出て、目標とされていた数値もすべて達成されていることは、非常によかったです。

プロジェクト開始時期の 2009 年から 2014 年の間にも社会情勢の大きな変化があつて、現在は実用化対応ができないということですが、技術パッケージを組合員が持つておられるし、先ほどあったように国はお金も使っているのだから、ぜひこれを何らかのかたちで生かしていきたい。これは学の分野ではたぶん生きると思っていますので、それぞれの研究者がやるということではありますが、ぜひこのプロジェクトで学術パッケージとしても、まとめられたらいいかというのが私の希望です。そういう大きな成果が上がっているのではないかと感じました。

【関根委員】 このようにプロピレンの収率等を含めて付加価値の高い生成物を選択的につくるということが実現できたのは、非常に喜ばしく思っております。また、一大学、民間一社のレベルでは到底展開できないような、非常に厚みのあるすばらしいイノベーションを実現していると感じました。

出来上がった技術パッケージならびにそこで得られた大学等での基礎的な知見が、今度どのように発展していくかに非常に興味があります。とりわけ技術パッケージ、企業側の実用化に向けた展開に関して申し上げますと、現状の高値のナフサを視野に入れても、それほど高くないプロピレンというマーケットを考えた場合、ぎりぎり損益に乗っているので、ましてや原料に近いところでこの技術を展開すれば、必ずよい結果が得られると考えております。それに対しては、日本の企業がリスクテイクすることはなかなか難しい現状かと思っておりますので、ぜひ NEDO、エネ庁石天課、化学課などがオールジャパンでこういった技術を海外に展開するような後押しの方法を何か考えていただければと思います。また、大学の先生の皆様には、さらにこういったイノベーションを継続していただくと、日本の反応工学、触媒工学、触媒化学、化学工学の分野の厚みが増して、世界におけるプレゼンスが高まると思いますので、ぜひさらなる継続的な発展を期待しています。

【井内委員】 中間評価から相当進歩し、実用化はだいぶ整ってきて、実証プラント、企業化に近づいていると思いますが、ハードルはまだあります。次は、ベンチスケール装置ができる時期を待つのではなく、何らかのかたちで現在から数年間に触媒が 8000 時間もつというところに発展させるのが、日本としての一番のポイントではないかと思います。

その手法として NEDO にお願いしたいのが、一つは、大学もしくは国の研究所で触媒の技術者を維持できる体制をつくっていただきたい。もう一つは、日本ではいまのところ石油化学が低迷していますが、世界のニーズは必ずあるはずですから、東洋エンジニアリングなどエンジニアリング会社に

委託して世界のニーズ、情報を整理して、発展できる機会を積極的に導いていく体制を取ってほしい。三つ目は、世界に発信、展開しようとしたときに、私も結構 NEDO のプロジェクトを実施させてもらいましたが、海外で採用されるためには日本でちゃんと証明されているかどうかが一番問題です。日本で実証実験をやらない限り、海外では躊躇して出てこないと思います。そういう意味から、ベンチスケールの実験が実施され、日本でベンチスケールの研究が推進されるような取り組みを国としてやっていただきたいと思います。

【筒井分科会長代理】 プロジェクトがスタートした後、社会の状況もいろいろ変化したという非常に苦しい状況下ですが、それは技術開発の常だと思います。その中で、触媒工学、触媒化学の研究者と化学工学、反応工学の研究者が同じ目的で相互作用する仕事ができしたのは、非常に大きな成果だと思います。また、固体酸の働きと制御の技術について非常に進歩があったように思いますし、反応工学的にはいままでも論理的にはわかっていたものを実際にプロセス、プラントの中でどう展開するのかという定量的な検討や、構造設計を含めた展開があったように思えます。学術的な成果と開発のための基礎力、足腰の強さを非常に感じました。

個々の方々はいろいろなペーパーも出されているわけですが、今後はそれらをまとめたものにするのが非常に大事ではないか。かつてアメリカから輸入された石油プロセスや、ハイドロカーボンのいろいろな技術は、API かどこかの出版社によってたとえばハイドロジェネレーション、アルキレーションなどとして、実用化されたものもあるし、されなかったものもありますが、まとめて本になっています。また、私が以前いた石油会社でも、エンジニアリング会社でも、開発者本人たちがしっかり書いたこのようなシリーズがライブラリにちゃんと入っています。また、そのときに得られた物性データは非常に大切なもので、今回も細孔内総括拡散係数のようななかなか取れないデータが取られている。こういったものを客観的な立場でまとめ、将来に残しておくことは大事だと思います。

二つ目は、本研究の技術は、今後直接展開あるいは間接的な応用展開のどちらになるかわからないわけですが、成果を研究者個人の蓄積としてだけではなく、研究開発グループとして、あるいは国として、こういう開発力、技術力という目に見えない力、研究そのものが持っているアクティビティの力が展開できる要素が世界に出てくると思います。確かにシェールガスなど、いろいろな制約要素でどうなるかわからない難しい状況ですが、世界ではいろいろな制約要素や展開要素が出てくると思います。その中で展開できる将来のビジネスモデルを構想しつつ、技術パッケージを、たとえば 500 時間、1000 時間ぐらいの繰り返し運転のデータが追加されれば相当説得力が出るような気がしますので、ぜひそのように作成、展開していただけたらと思います。

【田川分科会長】 まずは、実働しているプロセスを超えるものを、触媒を用いて実現しようというハードルを設定して、それを見事にクリアされたということで、参加された皆様のご努力には敬意を表したいと思います。特に産学連携という話はあちこちであります。学の中でもサイエンス思考をする人たち、エンジニアリング思考をする人たちが力を合わせて触媒の劣化、コーキングに取り組まれたのはなかなかないことですし、日本の学術研究の幅がもう一步広がる予兆ではないかとも思います。

ただ、諸般の事情でプロジェクトとしてはいったんパッケージにまとめてストップということで、連続性がないのは非常に残念ですが、決定なので致し方ないとして、いったんパッケージ化してしまうと技術が風化してしまう可能性もありますので、風化しないで生きたパッケージとして継続できるように、いま各委員がいろいろな視点からおっしゃったような何らかの工夫に努力していただけたらと思います。

パッケージを再開できるということで少しは安心しましたが、再開のタイミングを失うと、なきに等しいものになると思いますので、どういうタイミングで世界に先駆けて再開できるかというアンテナを広げて見ておくのは、非常に大事なことではないかという感想を持ちました。

これも皆さんおっしゃったお話ですが、特に学側の皆さんでこれだけのことを成し得たということで、技術としてのパッケージ化プラス、アカデミア、学問としての体系化の発信をぜひお願いできた

らと思います。私も反応工学の中で暮らしてきた人間なので、非常にすごいことだと思っております。ぜひよろしくお願ひしたいと思ひます。

皆さんがおっしゃったことのもとのようなかたちになってしまひますが、ここまで成果を上げていただいた皆さんに改めて敬意を表するとともに、ぜひこの技術がこの先生きるようなかたちでいったんのピリオドとなるようにお願ひしたいと思ひます。

それでは、分科会側からの講評は終了しましたし、せつかくの場ですので、推進部長あるいはプロジェクトリーダーから一言ありましたらぜひお願ひしたいと思ひます。

【増田 PL (実施者)】 このたびは、本プロジェクトについて綿密に評価していただき、非常に感謝申し上げますとともに、今後の宿題を多くいただいておりますが、一緒にやっていた研究の中で必ず遅滞なく対応したいと考えております。

このプロジェクトについては、2009年から現在のナフサのスチームクラッカーを代替、向上させるということでスタートしました。成熟した技術であるナフサのスチームクラッカーをさらに向上させるのはかなりハードルがきつく、特に対熱分解比の向上は10ポイントでありながらも、その10ポイントがなかなか超えられないことを5年間実感しました。当初プロジェクトリーダーとして辰巳先生が強い意志と使命感を持ってプロジェクトを立ち上げていただきました。逆に言えば、辰巳先生だからこそ、アカデミアの人と企業4社及び触媒技術研究組合を中心として、技術検討委員会、総合調査研究委員会においても多くの外部の先生方が集まってこられたと思っておりますし、私もそのうちの一人でした。

辰巳先生が副学長に就任されたことは、個人的にはめでたいことですが、コンプライアンスとしてプロジェクトリーダーを続けられなくなりました。そのときは青天の霹靂でしたが、ここに集まった研究者及び触媒技術研究組合の方々も、当初の辰巳先生の意思を引き継いで、その目的を目指して頑張っておりまひました。一緒にやっていた研究者及び関連の皆様のおかげで、セミベンチスケールの当初の目標は達成することができました。先ほど井内委員が言われたように、次にベンチスケールで触媒の有効性、長期の活性、劣化を含めて改良しなければいけません、その直前のところまでは何とか到達できたと思っております。

しかし、ナフサの価格の高騰、シェールガス革命等の外乱でベンチに移行することが困難となりましたが、環境が整えば実証に移りたいということで技術パッケージをまとめました。これは今回参画した仲間で共有化し、実証ができるようになれば海外も含めて速やかに移行できるようにしたいと考えております。技術パッケージには、それを見れば近い値はすぐ出せるように詳細を記載されております。そのため、ナフサだけではなく別の系で要素技術を開発するための多くのヒントが入っているので、そういうかたちでも活用していきたいと思っております。この技術パッケージが今後の日本の健全な発展に資するかたちで活用されることを期待しておりますし、風化しないように努め、特に人材育成については継続していきたいと考えております。

最後に、このプロジェクトに参画していただいた NEDO の関係の方々、触媒技術研究組合、アカデミア及び企業の研究者の皆様は非常にすばらしい人たちばかりでした。一緒にこのような研究ができたことを感謝しております。どうもありがとうございました。

【安居部長 (推進者)】 今日は、特に田川分科会長をはじめ委員の皆様方には、午前中から丸一日どうもありがとうございました。そして、今日は事後評価ということで、これから評価を記述いただくわけですが、目標の達成及び目標を上回るような成果が出たということで、当初ご指導いただいた辰巳前 PL、技術パッケージの作成にご尽力いただいた増田 PL と実施者の皆様方には心より感謝申し上げたいと思ひます。

このプロジェクトが始まった5年前、企画から考えると6~7年前には、私も多少関与させていただいておりましたが、当時は、化学産業はいろいろな産業に材料を提供しており、材料面で省エネに貢献していることは間違いないわけですが、さらに化学産業業界としてCO2削減にどういふ貢献が可

能なのかという議論が非常に盛んな時期だったと記憶しております。その後、先ほど来話題に出ているようにシェールガス革命、ナフサの高騰という大きな状況の変化がありましたが、来年の COP に向けて、化学産業業界としてどう CO2 削減に貢献できるのかという議論が、これから出てくると思います。

その一方で、海外で削減した CO2 を日本にカウントする JCM（二国間クレジット制度）というスキームも動いているので、先ほど来ご指摘があるように、日本国内のみならず海外での技術の活用を含めて今後この技術の発展の可能性を経済産業省、化学業界、エンジニア業界とともに NEDO としても追求していきたいと考えておりますので、引き続きご指導を賜りたいと思います。本日はまことにありがとうございました。

9. 今後の予定

事務局より資料8により今後の予定が説明された。

10. 閉会

事務局 NEDO 評価部佐藤部長から挨拶があり、次いで分科会長が閉会を宣言した。

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） |
| 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に向けての見通し及び取り組みについて |
| 資料 7-1 | プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 5.1 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 |
| 資料 7-2 | プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 5.2 高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発 |
| 資料 7-3 | プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 5.3 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| 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