

研究評価委員会
「機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発」 (中間評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2021年9月14日 (火) 10:00～17:25

場 所：NEDO ミューザ川崎 23階 2301～3 会議室 (オンラインあり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 中村 正治 京都大学 化学研究所 教授
分科会長代理 齊藤 隆夫 株式会社高砂ケミカル 会長
委員 袖岡 幹子 理化学研究所 袖岡有機合成化学研究室 主任研究員
委員 野村 幹弘 芝浦工業大学 工学部 応用化学科 教授
委員 林 雄二郎 東北大学 大学院理学研究科 化学専攻 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 シニア・フェロー
委員 矢野 孝彦 大正製薬株式会社 医薬渉外部 グループマネージャー

<推進部署>

今田 俊也 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
関野 雅史(PM) NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
日高 博和 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括主幹
尾畑 英格 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
久保 公弘 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
西原 俊一 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
北堀 友也 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主任
小澤 奈央 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 職員

<実施者>

山本 尚(PL) 中部大学 教授
小林 修 産業技術総合研究所 特定フェロー
石谷 暖郎 東京大学 特任教授
服部 倫弘 中部大学 特任講師
松方 正彦 早稲田大学 教授
武藤 明德 大阪府立大学 教授
外輪 健一郎 京都大学 教授
殿村 修 京都大学 助教
都留 稔了 広島大学 教授
内川 治 東和薬品株式会社 原薬事業本部長
藤谷 敏彦 東和薬品株式会社 プロセス研究第二部 部長
赤松 久 東和薬品株式会社 プロセス研究第二部第二課 主査
宮田 淳司 東和薬品株式会社 原薬企画・管理部 次長
十河 秀行 東和薬品株式会社 一般社員

小澤 和弘 東京理化器械株式会社 部長
森井 康晴 東京理化器械株式会社 グループ長
嘉藤 彰史 富士フイルム株式会社 研究マネージャー
谷 真樹 クミアイ化学工業株式会社 室長
濱田 祐介 クミアイ化学工業株式会社 センター長
芳賀 沼司 三井化学株式会社 生産技術研究所 主席研究員
佐藤 一彦 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 研究センター長
小野澤 俊也 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 主任研究員
川崎 慎一郎 産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門 主任研究員
甲村 長利 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 研究チーム長
他

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員
田辺 敬一郎 NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.0 現地調査会代替プレゼン
 - 6.1 プロジェクト全体
 - 6.2 研究開発項目①「高効率反応技術の開発」
 - I. 反応・新触媒の開発
 - 6.3 研究開発項目①「高効率反応技術の開発」
 - II. 高効率反応器モジュールの開発
 - 6.4 研究開発項目②「連続分離精製技術の開発」
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
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

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

評価事務局より実用化の定義に関して補足説明を行ったほか、事前配布された資料説明及び質疑応答のとおりとし、議事録への公開・非公開部分についての確認を行った。
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事前配布された資料のとおりとした。

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

推進部 部長より本分科会の全体像の説明が行われた後、推進部署より資料5-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し

実施者より資料5-2に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.3 質疑応答

【中村分科会長】 山本PL どうもありがとうございました。

それでは、質問に入っていきます。事前に質疑応答票等を送付し回答を得ていますが、これらを踏まえ、ご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。委員の方々よろしくお願いいたします。

【齊藤分科会長代理】 高砂ケミカルの齊藤です。質問よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 お願いします。

【齊藤分科会長代理】 まず、関野 PM から説明いただいた資料 5-1 の部分です。質問票の際には、つたない質問の仕方になってしまいましたが、詳しい説明とご回答をいただきありがとうございました。

追加の質問になります。公開資料の 24 ページ、研究開発マネジメントのところにある今後の動向と情勢の把握についてです。コロナ対応が結構大変だと思いますが、それと併せて、最近、半導体材料の入荷困難さが、いろいろなプロジェクトを進める上で非常に課題になってきています。実際に企業活動のほうでも、もう 6 か月以上先でも半導体材料が入らないということで、丸々 1 年という回答をいただいたところもありました。ですので、その辺のケアをお願いしたいというコメントになるのですが、いかがでしょうか。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 半導体材料が入らないことに関連して、プロジェクトに何か影響を与えているかという認識で合っていますか。

【齊藤分科会長代理】 そうです。十分にケアをしていただければと思っているのですが。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 この辺について、実施者のほうから何かありますか。半導体に関してそういった懸念等があれば、お願いします。小野澤さん、いかがでしょうか。

【産総研_小野澤】 産総研の小野澤です。ご指名いただいたので、少しコメントをさせていただきます。

正直に申しますと、今のところ我々が使っている物で、特に半導体が直接影響しているという部分はあまりございません。PC を買うときに多少入荷が遅れるという事例はありますが、研究の本質にはあまり関係がないものと思っています。ただ、1 つ付け加えますと、海外の製品、分析装置等を導入しようと思った際に、どうしても輸入に時間がかかるため、納期が遅れるというケースがあります。ですので、その辺りを NEDO 様のほうでも臨機応変に対応していただけると、我々も研究を進めやすくなると思います。個人的な感想になってしまいましたが、以上です。

【齊藤分科会長代理】 ありがとうございました。

【中部大学_山本 PL】 山本ですが、よろしいでしょうか。

半導体のそういった材料に関して非常に重要なポイントは、どういう impurity が入ってくるかだと思います。例えば、ppm 単位でも入っては困る。こうしたことを考えてほしい。そういった情報を与えていただくと、多分、このメンバーの中のどなたかが、かなりつつこんだ研究ができると思います。今後はこういった不純物の限度などの情報が非常に重要になってくるため、ぜひ、そういった情報を私どもにも与えていただきたいですし、そうしたことが相成れば、大変すばらしいと思っております。

【齊藤分科会長代理】 ありがとうございます。私も企業側からの参加ですので、企業秘密のぎりぎりまで情

報提供をさせていただき、十分に注視していきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

【NEDO 材ナノ部_今田部長】 一つ、材ナノ部の今田から補足をさせていただきます。実は、このプロジェクト自体は、さほどコロナによって調達しなければならぬ機械設備の納入やその後のセットアップに大きな遅れは生じておりません。ですが、他のプロジェクトでは、海外から輸入するような機器の日本への持ち込みだけでなく、そのセッティングをするための技術者が日本に来てもらうことがかなり遅れてしまったという事例がございます。このような事例が起こった場合には、経産省の皆さんとも相談をしながら、例えば、優先的にビザを発給いただき、日本でのセットアップを行う。そういった対応で、プロジェクトの遅延を極力最小限にするよう日々マネジメントをしています。もし、このプロジェクトの中で同様の事態が起こった場合、もしくは、それに限らず様々なケースで柔軟に対応していきたいと考えています。ありがとうございました。

【齊藤分科会長代理】 ありがとうございます。多分、最終的にはシステムのコントロールを総括的に構築するものと思いますが、いわゆる PC 関係のシステム構築の材料は、もう今1年ぐらいい入らないような状況になっていますので、十分にご注視をお願いしたいです。よろしくお願いいたします。

【中村分科会長】 齊藤分科会長代理ありがとうございました。今の質問と山本 PL の回答から少し考えたのですが、半導体材料そのものが入らないというよりも、それが造られるときに、フォトレジやそういうプロセスで使われる化合物の合成などに問題があるのか。例えば、そういうものの流通に問題があるのかという話になれば、今回のプロジェクトの中でも、フォトレジ用のモノマー等の合成など、いろいろと考えられると思います。そういった社会情勢の急な変化に対応して、一気にフローで展開していくというような考え方も臨機応変にできていいのではないのでしょうか。その点はいかがでしょうか。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 そういった製品スペックについては、今、基盤研究の段階なのですが、商品化を見据え、今後そういうところも検討課題にしていきたいと思っております。

【中村分科会長】 ありがとうございます。

【中部大学_山本 PL】 先ほど企業秘密に属するところがたくさんあると言われましたが、そのとおりだと思っています。ただし、フローこそ、そういった不必要な不純物を除去するシステムを中に取り込むことができる非常に数少ない合成手法ではないか。うまくいけば、大変大きな需要が待っているのではないかと考えています。

【中村分科会長】 確かに、有機半導体等は非常に ppm, ppb オーダーで不純物制御をしなければいけません。そういう意味では、とても適しているのではないかと私も感じました。ありがとうございます。

それでは、ほかの委員の方々からは何かございますか。

【産総研_小林】 よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 どうぞ。よろしくお願いいたします。

【産総研_小林】 少し話が飛んでいますが、1点説明をいたします。先ほどコロナで影響を受けている半導体について齊藤分科会長代理からお話がありましたが、試薬レベルでも多少影響が出ています。例えば、試薬が入ってきにくくなっているといった影響があり、今の基礎研究のレベルでは何とか融通ができています。それでやっています。また、後半に出ていた半導体材料を実際にフロー合成できないかということですが、それはぜひターゲットとして選んでいき、つくっていきたくて考えています。以上です。

【中村分科会長】 小林さん、ありがとうございました。

ほかの委員の方々から、何かありますか。

【野村委員】 芝浦工大の野村です。よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 野村委員、よろしくお願いいたします。

【野村委員】 まずはコメントですが、全体的にいろいろな分野で進展が見られ、素晴らしいと感じました。

これも質問というよりはコメントに近いかもしれませんが、技術の種類が非常に多く、反応ものすごく種類があつて、分離系もいろいろとあり、それでモジュールまであつてということで、ぱっと聞いたところでは技術レベルの理解がこちらもなかなか追いつかないところがありました。ですので、今後先にいくにつれては、それぞれの出口に対して今どれぐらいの位置まで来ているのかということをおお程度見て分かるような形で説明いただくと非常にうれしいです。ありがとうございました。

【中村分科会長】 野村委員、ありがとうございます。

【中部大学_山本PL】 そうですね、確かに難しかったかもしれません。私の説明の中で申し上げたと思いますが、いろいろな技術が必要になってくるのです。単一の技術で済むものではなく、ある意味で言えば、科学技術のデパートのような感じになってしまう必要があります、これは小林先生も非常にご苦労されているところだと思っています。たとえ一つのプロセスがうまくいっても、それが別の同じような反応プロセスではうまくいかないケースというのも必ず出てくるでしょう。そういった様々ある不満足な点の一つずつ解決していくしかないのではないかと思います。

【野村委員】 これもコメントに近いのですが、何かサクセスストーリーのように1つの形でつながったものが出来ましたとなると、そういったものの全てが納得できるようになると思います。状況は非常によく分かりました。ありがとうございます。

【中村分科会長】 野村委員、ありがとうございました。

【林委員】 林です。質問よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 林委員、よろしくお願いします。

【林委員】 すばらしい成果が上がっていて、楽しく聞かせていただきました。

資料の18ページ目ですが、事業の目標に「反応試剤、反応溶媒・共生生物等目的物質からなる複雑な混合物から、目的物質を高効率、高速かつ連続的に分離精製を行う」とあります。合成では副生成物とかが非常に残るものですが、今回CO₂や、流しながらの蒸留という新しい手法を見いだされてすばらしいと思いました。ですが、実際の化合物を扱っていると、性質が非常に違うといった化合物が多いと思うのです。実際、晶析や結晶化などいろいろな手法が必要になると思いますが、そういう意味で、前回書類のほうでもお聞きしました iFactory のほうでは、実際にもう晶析化や結晶化などが結構進んでいると思っています。このプロジェクトでは、その辺りはどのように対応する予定になっていますか。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 書面で差し上げた回答自体は公開資料になるのですが、iFactory に関する質問への回答は、実施者のほうから非公開にしてほしいという要望がありました。ですので、今の公開セッションの中では回答を控えさせていただきます。

【林委員】 そうですか。でも、考えられてはいるわけですね。それから、「連携等を取ったらいかがですか」とお書きして、その点に関して回答をいただきました。iFactory のほうは既に終了したプロジェクトになると思いますが、そちらの成果をぜひとも活かしていただきたいです。そちらも連続化しなければいけないとなれば、これはこれで大変かもしれませんが、ぜひともすばらしい成果につなげていただきたいと思います。私からは以上です。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 これは省エネ部のほうで実施をし、今年度終了する予定です。省エネ部とも話をした上で、どういった形の連携が可能かということに関して、話をする機会を設けたいと思います。現状としては、事業のフェーズがかなり違うこともあり、連携するのはもう少し先かなというような話になっています。また、iFactory のほうの中間評価には、こちらもおブザーバーとして参加をさせていただきました。状況について確認をしつつ、今後も連携という形で可能性を探っていきたいと思っています。

【林委員】 逆の言い方をすれば、iFactory のほうでは、今回のような蒸留、あるいは抽出などは検討されていたのですか。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 すみません、その辺りが非公開の部分となります。

【林委員】 公開できない領域になるのですね。

【NEDO 材ナノ部_関野 PM】 実施者のほうから、技術的な内容に関しては非公開にしてほしいと言われてい
ます。ですので、また改めて午後のセッションでお願いできればと思います。

【林委員】 分かりました。では、午後のセッションでまた伺いたいと思います。ありがとうございます。

【中村分科会長】 林委員、ありがとうございました。

それでは、ほかにかがでしょうか。

【松村委員】 旭リサーチセンターの松村です。よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 松村委員、よろしくお願ひします。

【松村委員】 コメントと質問のどちらに当たるか分かりませんが、2つあります。1つ目は、今回の説明資
料についてです。例えば7ページで、「バッチ法ではラセミ化が進行」と書いてありますが、なぜだろ
うかという印象を受けます。ほかのところでも、触媒開発なのに触媒の開発のポイントみたいな部分
があまり説明されておらず、なぜだろうかと思いました。事業原簿見れば、例えば、先ほどのバッチ法
に関しては「反応時間が短いからラセミ化が抑えられた」と書いてあります。そこを読むと分かるので
すが、今回の説明だと分かりにくく、節々で疑問に感じる部分が多くありました。

2つ目は、先ほど野村委員からもありましたが、実際に物を造るときには、1段ではなく2段、3段、
あるいはもっと段数が多いと思いますが、あるターゲット物質を決めて、それを実際にやってみたよ
と。5段階あるのを一気に5段はできないので、2段と3段に分けてやってみたよということでも構い
ません。何かそういうことを示していただけると、確かにフロー法というものの良いのだなと分かりま
す。今は単一反応を確立することが大事なので、それはそれですごく良い成果が出ていると思いま
すが、その先、本当にできるのだろうかという感じがします。

【中村分科会長】 松村委員、ありがとうございました。

【中部大学_山本 PL】 よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 どうぞ。お願ひします。

【中部大学_山本 PL】 私は、フローとフラスコ反応は同じではないということをよく経験します。小林先生
なんかもそうおっしゃるのですが、反応速度自身がフローとバッチでは違っているということすら見
つかっているのです。そうなると、フローの場合の反応速度がなぜ違うのかという研究を本当はしな
ければいけません、それを研究するのは大変なことだと思っています。ただし、もしフローをさらに
さらに広めていこうとすると、フローの良さというものをもう少し明瞭にしなければいけません。単
に連続型で流れて造るから良いというものではなく、どこが本当に良いのかということを示す必要が
あり、これは非常に新しい分野になるのではないかとすら思っているところです。

【中村分科会長】 山本 PL ありがとうございます。確かに、今おっしゃったように、フローで実際に何が
起きているのかを調べるのはなかなか簡単ではないかもしれません。ですが、例えばマルチスケール
の量子化学計算を用いることで、流路全体から、さらに小さいスケールまでを大規模コンピューティ
ングしてみるということも、いろいろな情報が得られて面白いのではないかと少し思いました。

【産総研_小林】 小林です。ちょっと発言してもよろしいでしょうか。

【中村分科会長】 どうぞよろしくお願ひします。

【産総研_小林】 今の質問と山本先生の話に関連するのですが、多分、フローとバッチはかなり違うものだ
と思ったほうが良いです。それに対する反応機構や反応速度の解析も研究が進捗しており、非常に興
味深い結果も出ているので、午後のセッション内ではその点も少しお話ししたいと思います。また、こ
ういうフロー反応を連結して実際の機能性化学品が出来るということは、全てとは言えなくとも、論
文や基礎研究レベルでは示されています。その上でこのプロジェクトが立ち上がっており、現段階は

まず、基幹5反応をしっかりやろう。そして、本年度からは、今度はそれをつなげていこうという段階です。できることは既に実証されているので、それを広げてくために、今は基礎をやっている段階であることをご理解いただきたいです。

【中村分科会長】 ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。

【矢野委員】 大正製薬の矢野です。よろしいでしょうか。

【中村分科会長】 矢野委員、よろしくお願ひします。

【矢野委員】 それでは、質問とコメントをさせていただきます。まず、コメントになりますが、こういったコロナの状況において、サプライチェーンの不安というところが医薬品において非常に大きく注目をされています。やはり、こういった新しい技術の要る国内で、地方スケールでの、大量にいろいろな医薬品原料から医薬品となるような物を供給される体制が国内にきちんとつくられるということは、非常に期待されることです。今のコメントを基に質問を2点させていただきます。

1点目は、先ほどからほかの委員の先生方からもご指摘されているように、実際にこれを進めていく成功事例というものをつくれる必要性を感じます。その中で、やはり先生方は、どうしても競争領域のことも考えてしまうのですが、我々製薬メーカーで言えば、基礎医薬品というものがありまして、こういう流通上絶やしてはいけないような基礎医薬品を安定的に供給できるような体制という形で、まず非競争領域として進めることができるのではないかと考えています。ですので、企業側の立場として考えると、先ほどからほかの先生がおっしゃっているように、やはり成功事例が幾つか出てくることによって、企業側も取り組もうという姿勢がより積極的になるものだと思います。そういった点での取組を今のような非競争領域の中でできないでしょうか。厚労省やほかの省庁の先生方との話も必要になるとは思いますが、ぜひご検討いただければと思います。

【中部大学_山本PL】 よろしいでしょうか。

今の成功事例を示す必要があるということは、そのとおりだと思います。小林先生が幾つか、結構複雑な医薬品をこのフローで一挙に合成をされるといった事例を示しています。そういう意味で言えば、医薬品なんかは確かにそのとおりですが、今後マテリアルにおいても成功事例を出していけるのではないかと期待しているところです。

【矢野委員】 ありがとうございます。では、2つ目の質問として、特許について伺います。今回の発表の中にはありませんでしたが、海外との競争力に関しても調査をされているのでしょうか。今回特許を取られた反応によって、要は成果の普及において、ほかの国からの特許が今回の成果を邪魔するようなことはないのでしょうか。その点についてお願いします。

【中部大学_山本PL】 少しお話してもよろしいでしょうか。

【中村分科会長】 お願いします。

【中部大学_山本PL】 フローのシステムにおいて、特許を出すことが良いのか、それともノウハウでとどめておくほうが良いのか。この点はものすごく微妙なところです。米国の例で見ると、論文発表はしない、あるいは発表をしない。特許も取らないという形で流れていくことが結構あります。私は、必ずしもフローで、特許で全てプロテクトをできるとは思っていません。したがって、基幹概念といったものは確かに必要だと思いますが、ノウハウのところは、むしろノウハウにとどめておく。もしかすると、そのほうが良いのではないかと考えています。その辺りは、先生方によって様々な意見があると思いますが、いかがなものでしょうか。

【中村分科会長】 いかがでしょうか、矢野委員。よろしいですか。

では、袖岡委員よろしくお願ひします。

【袖岡委員】 よろしくお願ひします。基礎反応の開発という観点からいくと、非常にすばらしい反応を幾つも短期間に開発されていてすばらしいと思うのですが、恐らく、これはものすごくたくさん条件を

試したり分析したりということが必要なのではないかと思います。反応開発を加速するための分析の仕組みや、あるいは先ほどプロセスインフォマティクスという新しいプロジェクトが始まるというお話もありましたが、何か基礎反応の開発自体を、もしくは触媒の開発自体を加速するようなことというのでも少し考えられているのでしょうか。それで、こういったすばらしい結果が出ているのでしょうか。その点を少しお伺いしたいです。

【中部大学_山本PL】 ちょっとご質問に答えることはなかなか難しいかもしれません。それというのは、触媒といっても、これが良いということをはなかなか言えないからです。幾つも幾つもトライアルアンドエラーをせざるを得ません。だからこそ、こういった非常に面白いシステムが見つかっている。その点から言うと、論理の先っぽではなく、論理の超えたところで何か勝負をしているような、私はそういうところがあるような気がしてなりません。そして、むしろそれが海外との競争力にも非常に役立つのではないかと考えています。ただ、先ほど申し上げたように、せっかく見つかったいろいろなシステムが全部オープンになることはあまり良くないとも思うのです。内向きの考え方もかもしれませんが、そういうことも考えています。

【産総研_小林】 小林です。開発の現場から少し今の質問にお答えいたします。フローの結果は、もちろん担当して研究をしている方たちに非常に頑張っていたというところは間違いありません。ですが、バッチに比べて楽なことも結構あるのです。例えば、溶媒や濃度などをバッチでスクリーニングしようとする、一つ一つフラスコにかけていかなければいけません。ところが、フローだと、例えば濃度は流速を変える。例えば2時間おきに流速を変えれば、4点ぐらいすぐにとれてしまう。溶媒も同じです。そういった意味で効率のよいところがある上で、ああいった結果が出ているということもあります。ただ、いろいろデータも蓄積されてきているため、そういうデータベースを活かしながら、例えばAIを使っていくなど、今後インフォマティクスのほうもぜひ組み込んでいく。方法論自体、他の追随を許さないような方法になってきているので、さらに開発を加速させていくと非常に良いのではないかと考えています。

【袖岡委員】 ありがとうございます。よく分かりました。

【中村分科会長】 ありがとうございます。委員の皆様から質問等をいただきました。

1つ、私のほうからもコメントをさせていただきます。山本PLのあった特許について、確かに反応等のノウハウというのは特許よりも中に秘めておいたほうが良いような気もします。また、製造法なので特許化が難しいのかなとも思います。ですが、ぜひとも装置類やモジュールに関しては、どんどん国際特許を出していただき、世界中でそういう装置を使いたいというところがあれば、そこが利用できるという形も一つ良いのではないかと感じました。

そして、松村委員や矢野委員からも上げられていたように、何か1つ、一点突破的に芽を出すというところ。山本PLの発表の中にあつたグラニオールやシトラールにするという酸化反応がありました。このプロジェクトでは多段階反応をつないでいくというのが本番なのかもしれませんが、既に1段階で、例えばシトラール、こういう香料としての化合物がつけられることが分かっています。この化合物は、手元のこういう本を見ると、2019年日本の生産1.5トンで、つくっている会社がBASF ジャパン、クラレ、高砂香料などです。いろいろな合成方法があると出ていますが、こういうところに、もう既にこういう合成をアプライしてみても、実際にコストとしてどうなるのか。さらに問題点があるのならどうなるのか。そういうことを実際に解決してしまうことも一つだと思います。全体が出来ることを待たずしても、どんどんできることから進めていくということは、ほかの委員の方々からも指摘あつた点だと思いますが大事です。これはコメントですので、特にご回答は不要ですが、そういったことを念頭に置いていただけたらと思います。

では、ここでセッション5。「プロジェクトの概要説明」を終了いたします。

(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

【中村分科会長】 ここからは、再び公開セッションになります。皆様の発言は公開され、議事録にも記載されることをご留意ください。それでは、議題8.「まとめ・講評」に入ります。矢野委員から始まり、最後に私という順番になります。

では、矢野委員から講評をよろしくお願いたします。

【矢野委員】 大正製薬の矢野です。本日は、不均一触媒系を用いた少量高品質な機能性化学品の生産を連続的に行う技術ということで、とても興味深くお話を拝聴させていただきました。途中、小林先生の話でもございましたように、この技術レベルは、現在、非常に日本が世界をリードしているところですが、今日のお話を聞いてとても心強く感じました。一方で、こちらの事業が最終的なゴールと考えますと、やはり一つ一つの技術を今後集結して最適化していくことが必要かと思えます。これまでのように、技術で勝って事業で負けるという日本ではこの分野はいけないと思えます。たとえバトン形式といえども、成果の進捗が今回非常に進んでいるだけに、より強固な産学連携の枠組みがつくられるようNEDO様には頑張ってくださいたいです。また、今回の小林先生の発表の中にあつたように、早く企業の意見を取り入れて実施すべきというところがあれば、ぜひ、それはNEDO様から後押しをお願いいたします。特に、反応器モジュールと精製分離のシステム化のところは、最終的に企業が受け取るに当たって必要などころでもあります。この辺りのサポートの加速が必要であれば、ぜひとも厚く考えてほしいと思えます。以上です。

【中村分科会長】 矢野委員、ありがとうございました。次に、松村委員からお願いします。

【松村委員】 旭リサーチセンターの松村です。今日は、触媒開発も装置開発も非常に良い成果を出していると感じ、心強く思いました。説明を聞くだけでは、先生方がいとも簡単に非常に高い反応性の触媒を開発したというような印象を受けもしますが、実は後ろですごい努力をされている。そのことも感じ取りました。特に、東大の石谷先生のところの学生さんは大変だろうなと思いつながら聞いていました。

また、今日の説明を聞くまでに資料を見せていただきましたが、プロジェクトの名前が「機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発」となっており、その後、オンデマンド型プロセスということで、反応器が3つ並び、分離精製の装置がついていて、あたかも原料を入れると綺麗に生成された製品が出てくるようなイメージを持ちました。反応速度はそれぞれ違い、溶媒も違うのだから、それは嘘だろう、無理なのではないかという印象でしたが、今日のお話を聞くと、フロー自体は反応速度が非常に速いとか、安全であるとか、バッチだとできないような副産物を抑えられるなど、非常に良いものだと思います。ですから、もっとフローの良いところを宣伝していただければと思います。そうすると、私も「ああ、そうか」と思えますし、ほかの素人の方にもよく理解してもらえないのではないのでしょうか。以

上です。

【中村分科会長】 松村委員ありがとうございました。続きまして、林委員からお願いします。

【林委員】 東北大の林です。本日は、フローの新しいものづくりに関して、すばらしい進展をいろいろと聞かせていただきありがとうございました。今日の話聞いていて、ものづくりの大切なキーワードの一つは、やはり触媒かなと思いました。今日の説明の中でも、触媒の劣化の問題をいろいろなところで克服されていたと思います。それからイールドもものすごく高かったということで、すごい反応系触媒が見つかっているのだなと感じました。ですが、少し思ったこととして、フロー系に適応するには、今日も TOF などがありましたが、反応のスピード、時間というのはすごく重要だと思います。反応をどんどん早くしなければ、やはりフローでは適応できないのではないかと思います。そういう触媒もどんどん開発されていくとは思いますが、ぜひともすばらしい触媒を今後とも開発していただきたいです。そして、次の段階として、今度は反応を組み合わせて連携させる。これも一つ大きなチャレンジングな問題かと思えます。今日の話でも出てきましたが、同じ溶媒系を使うか、溶媒をどう変えていくか。それから、反応試剤も 1 対 1 にしなければいけない。ちょっと多く使うと、その反応試剤が次に残ってしまう。もちろん前にいろいろな物が残っているけれども、その次の触媒反応がダメージを受けるなど、まだ、これからだとは思いますが、そういったチャレンジングな問題があっても、このメンバーであれば、それらを克服できると思います。そして、フローの連結に関しても新しい境地をつくっていただけると期待しています。また、分離と精製に関しても非常に多くの進歩があり、とても楽しみになりました。最後に一つ言うとするれば、1 番、2 番、3 番に関して、連続分離やモジュール設計等の連携を強くしていただき、1 番で見いだした反応を実際に流して最後に出てくるといった、そういう形まで持って行ってもらいたいです。「この分野は日本にとって確かに非常に重要な分野です。日本が先頭を切っています。」という小林先生の言葉はとても力強いものでした。それをさらに一層強めていただき、日本が一番に世界をリードすることを続けていてもらいたいです。以上になります。

【中村分科会長】 林委員ありがとうございました。続きまして、野村委員からお願いします。

【野村委員】 芝浦工業大学の野村です。本日は、機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発ということで、お話を聞かせていただきました。特に触媒、モジュール、分離と全ての面で非常に進展を感じ、うれしく思いました。私は分離が専門なので、その観点で申し上げます。発表の中ではあまり触れられていませんでしたが、先ほど触媒がすごいと挙げられていたように、分離膜の 3 点、炭素膜・ゼオライト膜・シリカ膜の性能も世界のトップを走っています。また、最後に出てきた横型蒸留というのも非常にユニークで、これもとても注目できる場所かと思えます。このように、個々の技術がすばらしいというのは感じたので、先ほど林先生もおっしゃっていたように、それら 3 つを合わせて、何か国民の皆さんにも「こんなにすごいんだよ」ということが見えてうれしいです。これは欲張った意見かもしれませんが、個々の技術がとても良いだけに、そういうデモンストレーションの見せ方を工夫すると、もっと皆さんから支持が集められるのではないのでしょうか。本日は 1 日どうもありがとうございました。今後も含めて引き続き頑張っていたいただければと思います。以上です。

【中村分科会長】 野村委員ありがとうございました。続きまして、袖岡委員からお願いします。

【袖岡委員】 理研の袖岡です。よろしくお願ひします。本日の話を伺い、改めて固体触媒を用いたフロー合

成の重要性を再認識いたしました。固体触媒反応開発の狙いも極めて明確で、既に優れた成果がたくさん出ていて、大変インプレッシブでした。特に、反応自体を廃棄物や溶媒の再利用までも考慮して選択されているという点が、SDGsの観点からも素晴らしいと思いました。実際の企業での実用化に向けた検討も進みつつあるようですから、プロジェクトとしてはかなり予定以上の進展をされているのかなと思います。また、本プロジェクトは、やはり触媒反応を開発するだけではなく、分離精製技術も含めてシステムとして開発しようとしているところが大変素晴らしいです。冒頭で、山本先生から「特許を取らずにノウハウとして強みにする。それが戦略として大事ではないか」という話がありましたが、恐らく今日お話をされたような固体触媒の調製というのは、まさにノウハウの塊かとも思いますので、このプロジェクトから生まれた成果が日本の化学産業の強みになって、山本先生おっしゃるように、中国やインドで受託合成されていた有機化合物の合成を日本に取り戻す基盤技術になるということを大いに期待したいです。以上になります。

【中村分科会長】 袖岡委員ありがとうございました。続きまして、齊藤分科会長代理からお願いします。

【齊藤分科会長代理】 発表者の皆様、準備も含めまして、本日は長い時間にわたりお疲れ様でした。本当に貴重な話を伺うことができました。私も触媒化学を結構やっていましたが、昔の経緯も含め、本当に日本では触媒が強いのだなという印象を受け、非常に安心いたしました。これまでも幾つかプロジェクトを聞いてまいりましたが、これだけの成果が出て、まとまったプロジェクトというのではないように感じます。

少しだけ補足しますが、小林先生が最後に「10 キロ出来ればいいのではないか」というようなことをおっしゃっていましたが、これはまさに大正解です。我々もこういったプロジェクトをやる際には、医薬品の上市された物がどれぐらいの生産量があればいいのかということで、10 キロ出来れば、今上市されている7割をほぼカバーできるという結果も持っています。ですので、自信を持ってこの装置組みで進めていってください。ただ、1点だけ、連続フローになると、どうしても計装点数がやたらと増えていきます。これはしょうがないことなのですが、そのPLC ボックスやCPUの電気使用量などもかなり大きくなってくると思いますので、その辺も含めて、小型機メーカーさんをはじめ、省エネとして、実は電気量をもっと下げてもきちんとしたコントロールができるということも少し踏まえて頑張ってください。また、成果等は素晴らしいものだと思います。途中、もうちょっと何か一つの化合物で分かりやすくというところもありました。それとは逆の話になってしまいましたが、分かりやすい成果を求め過ぎると、今までに世界でやられてきたプログラム、例えば、F3 factory、これはターゲットを絞り過ぎて、応用性を欠いたがゆえにもう一度やり直しになったということもあります。ですので、小林先生をはじめとして、広げるだけ広げて、もう何でもできるみたいなどころまで広げていただき、最終的な1年、2年で、どこを絞っていくのかというのをやられてはいかがでしょうか。そして、これからも未来の子供たちのためにどこまでも心血を注いでいただきたいです。以上になります。

【中村分科会長】 齊藤分科会長代理ありがとうございました。それでは、最後に私からの講評になります。

最初に述べましたように、このフロー合成技術、有機合成技術は非常に日本にとっても重要ですし、世界にとっても重要なものです。私は、このプロジェクトの実現に向けて後押しをするというようなことを念頭に置きながら委員を引き受けたのですが、正直、もしこれの調子があまり良くなかったらどうしようかなと思っていたところもございました。ですが、今日の発表では、全くそのような心配が要らないぐらい素晴らしい結果をたくさん見せていただきました。本当に心強いです。

細かい話になりますが、一つ思ったところとしては、分析のところでしょうか。今回その部分はあまり時間を取って説明をされなかったと思います。化合物、もしくは反応の分析技術をオンラインで進めていくと、生産という面だけではなく、科学としても何か新しい現象や、それに対する理解が膨らんでいくのではないかと期待しました。そして、これは先ほどの齊藤分科会長代理の話とは逆行してしましますが、まずは5つぐらいインパクトのある本当に大事な化合物をターゲットとして出していただき、それをフローでやる場合にはどういうふうなアプローチで行い、どういうところに問題があるかをちょっと示していただきたいといった質問票を書かせていただきました。今日の発表の中で、幾つかの化合物が既に医薬品・農薬のターゲットとして定められていて、それに向けて一緒にプロジェクトに参画されている企業の方々を取り組み始めているということが分かりました。これは、本当に国民に期待を持たせるような成果が半ばからどんどん出てきて、ますますこのプロジェクトを大きくしていくのではないかと期待しています。NEDOさんには様々なプロジェクトがあり、先ほど iFactory も出てきましたが、例えば、マイクロ波の合成やマテリアルインフォマティクスなど様々あると思います。そういうものが総力を結集し統合され、次世代の化学産業をつくっていく形になれば良いのではないのでしょうか。

また、これは私事になりますが、私は腎臓結石でシスチン尿症という病気を持っています。これに使う薬剤のチオプロニン、というアルファ-メルカプトプロピオン酸とグリシンのアミドなのですが、これがファイザーさんの合成のGMP問題で生産されなくなってしまい、今供給不足になっています。ですので、できれば、この化合物もターゲットに入れていただき、私にもその薬が供給されるようになってくれたのならありがたいなとちょっと思いました。先ほどもありましたが、そういう問題点も早めにどんどんクリアをしながら進めていけたら良いと思います。最後に、NEDOの皆さん、発表者の皆さん、評価委員の皆さん、長い時間にわたって今日はどうもありがとうございました。以上です。

【田辺主査】 ありがとうございます。

ここで、NEDOの推進部側から、材料テクノロジー部の今田部長よりコメントをいただきます。

【NEDO 材ナノ部_今田部長】 委員の先生方、本日はどうもありがとうございました。本当であれば、コロナの影響がなければ、現地調査にもいらしていただきたかったのですが、その点だけが残念です。本日ご議論をいただいて改めて思ったことは、プロジェクトのアプローチや開発の成果、あるいはフロー合成による効果について、より分かりやすく説明に努める必要性を再認識いたしました。それは、何も今回のような評価の議論の場のみならず、将来のポテンシャルユーザーの皆さんへの訴求にも有用であると改めて感じた次第です。また、本日いただいた貴重なコメント及びアドバイスの数々は、正式には評価報告書の形となってから受け取るものではありませんが、本日の議論を踏まえ、山本PLや小林フェロー、そして実施者の皆様と相談をして、これまで同様に加速予算を確保することも含めてできること、あるいは優先順位の高いものから順次対応してまいりたいと思います。委員の皆様には、本日非常に長い時間をかけてご議論いただき、また、事前にも資料をお目通しいただく等々、これだけのご苦勞をおかけしています。ですので、本日の中間評価分科会に協力いただいたことを振り返った際に、非常に良かったなと思っただけのようNEDOとしても事業化を担う企業の皆さんともよくすり合わせをし、出口志向を持ちながら、しっかりとプロジェクトを推進してまいりたいと思います。引き続きご指導よろしくお願ひいたします。

【中村分科会長】 今田部長どうもありがとうございました。

それでは、ただいまの今田部長のコメントをもって議題8、「まとめ・講評」を終了いたします。

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 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 資料 7-1 事業原簿（公開）
- 資料 7-2 事業原簿（非公開）
- 資料 8 評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発」
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
全体	最終化合物、後期中間体、初期中間体、第一段階原料のいずれかを標的とすることで、合成のスケール感が全く異なると思います。標的としている化合物群を上記カテゴリーに分けて、それぞれの将来的な生産スケールの見積り、現行法からの諸改善点についてご説明ください。	公開可	出来るだけ単離操作は挟まない形でプロセスを考えていますので、原料から最終化合物まで一続きのプロセスになります。また、本 PJ では、少生産量市場向け装置（生産性：数 g/h 程度）の開発と、中生産量市場向け装置（生産性：数 kg/h（少生産量の千倍））へのシームレスなスケールアップに必要な要素技術の抽出・整理を目標にしています。これら技術と送液量や運転時間の調整により幅広い最終化合物に対応可能と考えています。	中村分科会長
資料 4-2 P3	顕著な波及効果について具体的な数値目標があれば教えてください。	公開可	波及効果としての具体的な数値目標は、アウトカム目標のみで設定しています（下記参照）。	齊藤分科会長代理

			<p>(機能性化学品の製造において連続精密生産プロセスが確立した際の波及効果として)</p> <p>【CO2削減効果】</p> <p>491 万トン/年 (2030 年)</p> <p>1,170 万トン/年 (2050 年)</p> <p>(技術適用なしの場合の CO2 排出量)</p> <p>2,275 万トン/年 (2030 年)</p> <p>2,696 万トン/年 (2050 年)</p> <p>【廃棄物削減効果】</p> <p>144 万トン/年 (2030 年)</p> <p>289 万トン/年 (2050 年)</p> <p>* 化学工業における産業廃棄物の排出量 1,190 万トン/年 (2014 年)「平成 28 年度事業産業廃棄物排出・処理状況調査報告書平成 26 年度実績 (概要版)」</p> <p>【獲得市場規模】 3.6 兆円 (2030 年)</p> <p>* 機能性化学品分野、国内メーカーシェア 10%想定</p>	
資料 5-1 P6	不純物排除としての分離精製操作は、バッチで、あれ連続フローであれ必須の工程です。「1 反応工程毎の分離精製を必要としない」連続フロー法とは反応選択率が 100%を指す	公開	副反応等が起きない反応選択率ほぼ 100%の反応・触媒、および前の反応の副生成物(共生成物)や原料が影響しにくい反応・触媒を開発し、精製工程を最小にすること	齊藤分科会長代理

	という事でしょうか？		を目指しています。もちろん、精製プロセスや溶媒置換が必要であれば途中で組み込みます。	
資料 5-1 P7	「連続フロー法」の定義を教えてください。	公開可	不均一系触媒を用いたフロー法による合成法およびそれを連結したものです。	齊藤分科会長代理
資料 5-1 P18	事業目標、仮想 PL 等があれば教えてください。	公開可	まだ要素技術がそろってきた段階であり、個別の装置（モジュール）のエネルギー効率を求めるに至っていません。そのため損益計算書（PL）等は作成しておりません。	齊藤分科会長代理
資料 5-1 P22	統合システム構築は産総研ですか？	公開可	「統合システム」が、連結された各種モジュールの統合制御システムであるとする本 PJ の開発目標には含まれません。しかしながら、開発した少生産量市場向け装置（G-lab）を連結し、ターゲット化合物の合成を実証するのは、集中研（産総研）の担当になります。	齊藤分科会長代理
資料 5-2 P7	原料フェニルアラニンメチルエステルの光学純度を記載ください。	公開可	>99%ee になります。	齊藤分科会長代理
資料 5-2 P13	本装置は濃縮装置としても固体析出のケースも含めて応用可能でしょうか？お教えてください。	公開可	現状では、固体析出への対応はしていません。将来的には対応が求められる課題と認識しています。	齊藤分科会長代理
資料 6-1 P25	通常運転の圧力制御目標を教えてください。	公開可	現状では液体供給の場合は常圧、ガス供給の場合は 1 MPa までを想定しております。	齊藤分科会長代理

資料5-1のP20	研究開発のスケジュールとして、2024年以降にターゲット化合物の連続精密生産の実証となっていますが、現時点で既にターゲット化合物を想定してそのために必要な素反応や装置の検討を行っているのでしょうか？それともこれまでは基礎的な素反応等の開発にフォーカスしており、今後ターゲット化合物を定めるのでしょうか？	公開可	提案時からいくつかターゲット化合物を想定しています。さらにPJ開始後。企業のご意見なども聞きながらターゲット化合物を追加し、一部反応開発や分離法の検討を開始しております。	袖岡委員
フロー合成全体	フロー合成では、非常に多くの成果が出ているが、触媒容器形状が微妙に異なっている。これは、触媒の形状などの制約があるのか？それとも空間速度などで整理すれば、変更可能であるのか？	公開可	「形状」=大きさ（口径、長さ）のことでしょうか。反応容器サイズが、触媒の形状の制約受けることはありません。基本的には空間速度を保てばサイズは自在に変更可能であると考えています。一方、容器スケールを上げた場合、特に口径の大小により同じ容積を保持しても影響が現れることも予想されます。この辺りに関しては今後注意深く研究する必要があると考えられます。	野村委員
事業原簿 3.2-4、下から3行目	イオン交換によりゼオライト構造中の元素が入れ替わっているのか？	公開可	通常、イオン交換はゼオライト表面のプロトン、あるいはカチオン種との交換を想定します。本研究では、表3.2.1.1-2に示しましたが、ジルコニウム溶液処理によりゼオライト構造中のアルミニウムとの置換が起きていることが示唆されています。処理溶	野村委員

			液は塩化物の水溶液ですので、このような低 pH で脱アルミニウム化が進行することはよくあり、この過程でジルコニウムイオンが格子中に置換されたと考えています。	
事業原簿 3.2-9、4行目	1 段目の分離時の回収率が悪く低濃度になるのか？	公開可	ご指摘の 2 段階反応では溶媒交換（トリフルオロエタノールを減圧留去し、 <i>o</i> -キシレン溶液とする）を行いますが、分離作業はおこないません。すなわち生成物の回収率が悪くなることはありません。この溶媒交換の際、後段の反応に最適な条件とするため、低濃度の溶液に再調製しています。なお本文 5 行目に「回収…劣ること」とありますが、これは、エバポレーターを用いた溶媒であるトリフルオロエタノールの回収のことです。	野村委員
事業原簿 3.2-11、4行目	収率向上の原因は何か？	公開可	アミノ基修飾シリカゲルの好成績に関するご指摘と推察します。本シリカ触媒は第一級アミンが修飾されています。これに対し表 3.2.1.1-6 Entry 5 の DNH タイプは二級アミン型です。これらの明確な差から、詳細はまだ明らかではありませんが、以下のシナリオを想定しています。 1) シリカ表面のアミン官能基が求電子剤	野村委員

			<p>であるアルデヒドとイミン（あるいはその中間体または等価体）を形成する。</p> <p>2) 一方でイミン形成に関与しなかったアミン官能基は、その塩基性を利用してマロン酸エステルを脱プロトン化し、平衡的にエノラートを形成する。</p> <p>3) 1)と2)はいずれもシリカ表面に生成した化学種であり、バルクに比べ近接している。</p> <p>4) 3)の結果として高収率となる。</p>	
事業原簿 3.2-44、3行目	速度定数の違いは、触媒表面の物質移動の違いなのか？	公開	<p>そうではないと考えています。バッチ法では大容積の基質溶液の中に小容積の触媒が分散しています。この場合、触媒と接していない基質溶液の容積は触媒容積より大きいと考えます。一方で、フロー法では反応が起こる反応カラム内の大部分の容積は触媒で占められており、反応は基質溶液が触媒間の隙間などの小容積内を流れていく過程で起こると考えます。この場合、バッチ法と比較して、常に少量の基質溶液が大容量の触媒に接することになることから、反応がより効率的に進行すると考えられます。</p>	野村委員

事業原簿 3.2-45、4行目	導入した触媒の比熱の影響はないのか？	公開可	触媒の比熱は少なからず関係すると考えている。したがって、3.2-45にある式(2)に、反応流体と触媒の平均熱伝導度の項を導入して、シミュレーションを行っています。	野村委員
事業原簿 3.2-50、2行目～	実際の反応ではどれくらいの温度制御が求められるのか？	公開可	実際の生産する化合物によって反応速度定数や活性化エネルギーなどの反応パラメータが違うので、一元的には決められません。目安として±10℃以内を達成できるように、また、できるだけ温度ムラを少なくするような反応器の開発を目指しています。	野村委員
事業原簿 3.2-66、10行目	ここでは、膜分離を行うことが想定されているが、高圧でそのまま膜分離をするのか？それとも圧力を下げて、気相での膜分離を行うのか？	公開可	高圧でそのまま膜分離することを検討しています。	野村委員
資料 5-1 P11	反応モジュールと分離・精製モジュールの連続試験は行うのか。どちらかの速度が律速になると思うが、どうなのか。	公開可	反応モジュールと分離・精製モジュールの連続試験は行います。すでに、反応装置と抽出・分離装置の連続化の検討に着手しております。現状では、どちらかの速度が律速になるようなことはございません。	松村委員
資料 5-2 P15	触媒開発、装置開発を行っているにしては、特許出願が少ないようだが、戦略的なものか。	公開可	特許出願等に関しては、知財プロデューサー派遣事業の利用や知財運営委員会を通して、戦略的に進めています。特許出願の内	松村委員

	また、特許出願の内容は反応に関するものか装置に関するものか。		容は、反応に関するものが3件、装置に関するものが6件になります。	
資料 5-1 P12	目的物を医薬品と機能性化学品としているが、微妙に生産規模が違うように思うが、両者に対応できる装置なのか。	公開可	本 PJ では、少生産量市場向け装置（生産性：数 g/h 程度）の開発と、中生産量市場向け装置（生産性：数 kg/h（少生産量の千倍））へのシームレスなスケールアップに必要な要素技術の抽出・整理を目標としています。これら技術と送液量や運転時間の調整により幅広い生産量に対応可能と考えます。	松村委員

以上