

研究評価委員会
「有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発」(中間評価)分科会
議事録

日 時 : 平成 28 年 10 月 28 日 (金) 12 : 30 ~ 18 : 00

場 所 : WTC コンファレンスセンター Room B

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	上田 渉	神奈川大学 工学部 物質生命化学科 教授
分科会長代理	染宮 昭義	元 神鋼リサーチ株式会社 産業戦略情報本部 技術アドバイザー
委員	岩原 孝尚	株式会社カネカ 先端材料開発研究所 高度専門研究者
委員	河内 敦	法政大学 生命科学部 環境応用化学科 教授
委員	飛田 博実	東北大学 大学院理学研究科 化学専攻 教授
委員	中村 正治	京都大学 化学研究所 教授

<推進部署>

坂内 俊洋	NEDO 環境部 部長
石井 紳一	NEDO 環境部 統括主幹
吉澤 由香	NEDO 環境部 主任研究員
佐藤 秀治 (PM)	NEDO 環境部 主査
山栗 綾香	NEDO 環境部 主任

<実施者>

佐藤 一彦 (PL)	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター センター長
黒田 一幸	早稲田大学 理工学術院 教授
大洞 康嗣	関西大学 化学生命工学部 教授
海野 雅史	群馬大学 大学院工学研究科 教授
島田 茂 (SPL)	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター ケイ素化学チーム チーム長
浅川 真澄	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 副研究センター長
深谷 訓久	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 触媒固定化設計チーム 主任研究員
中島 裕美子	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター ケイ素化学チーム 主任研究員
五十嵐 正安	産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター ヘテロ原子化学チーム 主任研究員

<評価事務局等>

加藤 知彦	NEDO 技術戦略研究センター 研究員
徳岡 麻比古	NEDO 評価部 部長
保坂 尚子	NEDO 評価部 統括主幹
駒崎 聰寛	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」
「研究開発成果」「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」
 - 5.2 質疑

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 「研究開発成果」について
 - 6.1.1 プロジェクト全体の研究開発成果
 - 6.1.2 金属微粒子触媒を用いたケイ素-炭素結合形成技術
 - 6.1.3 規則構造ポリシロキサン合成技術
 - 6.2 「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」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、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
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (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に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【上田分科会長】 本プロジェクトに係る評価の手順、評価項目、評価基準、評価報告書の構成について説明がありました。評価委員の皆さん、何か質問がありますか。

私から一つだけ聞いておきたいことがあります。説明された評価項目や評価基準に標準的という言葉を使っていますが、必ずしも標準に従う必要はありません。このプロジェクトの特性をあらゆる評価の基準があってもよいと思うのですが、あえてそうしない。今回はどのような基準、どのような設定なのか、背景があれば教えてください。

【徳岡部長】 私から説明します。私ども NEDO の評価部は長い間評価を実施してきました。この評価を実施するにあたり、あらゆることを想定し、網羅的に評価項目・基準を並べたものがあります。それをもとに推進担当部署とこの項目は削除しよう、この項目は追加したほうがよいと打ち合わせを行います。先ほど説明した実用化に向けての取り組みは、プロジェクトごとにすべてカスタマイズしています。

【上田分科会長】 その実用化について、岩原委員、何か意見がありますか。

【岩原委員】 実用化の定義を分科会の中で一致させておかないと、評価がぶれてしまいます。実用化の基準、具体的にはどういうことをもって実用化のめどがついたとするか、説明が後ほどありますか。

【徳岡部長】 このプロジェクトは今スクリーンで示していること（「実用化」の考え方：当該研究開発で開発された技術によって製造されたサンプルの顧客への提供が開始されることをいう。）をもって、実用化としています。

【上田分科会長】 かなりスペシファイされた実用化の考え方だと思いますが、これが一つの基準になります。ご意見があればお願いします。

【岩原委員】 スケールのイメージはいかがですか。ラボサンプルでよいということですか。

【佐藤 PL】 私たちは、この定義にかかわらず、実用化は最終的にはできたものを販売することだと思います。ただ、そこまでこのプロジェクトの期間内に実現するのは難しいことから、そこに向かって、正しい方向にベクトルが向いているか、そういう指標です。我々はそれが正しいと思っていますが、そうではないという意見があれば、いろいろ出していただいて、修正できればと思っています。サンプル提供できたので実用化だと言い張るつもりはありません。この期間内に必ず実用化する。できれば早くスピナウトして実用化を進めていこうとも思っていません。正しい方向に研究開発が向かっているか確認する指標の一つ、そういった観点でご指導いただければと思います。

【染宮分科会長代理】 前回の評価でも意見を述べましたが、実用化という言葉を使うと、社会での一般概念としての実用化として判断されてしまいます。もともとこのプロジェクトは、プロジェクト終了後5年程度をめどに実用化するという言い方をしています。これまで、プロジェクトの中で実用化しろとは言っていません。プロジェクト終了時点でどのようになっているかを言いたいがために実用化がこのような表現になっているという理解でよろしいですね。前回はそういうことだったと思います。

【佐藤 PL】 はい。私もそう思います。早く市場に出せるものは出していこうと思っていますが、それはなかなか難しいです。

【染宮分科会長代理】 早い分には結構だと思います。

ただ、これはプロジェクトマネージャーに理解しておいてほしいことですが、プロジェクト終了後5年程度で実用化してほしいという、プラントを立ち上げて、代金と引き換えに商品を販売してほしいと NEDO が要求していることになります。そうすると、プロジェクト終了後5年程度で実用化を実現するには、その前の段階から企業で何らかの動きがなければなりません。企業がそういうことをスタートできる状況までこのプロジェクトで持っていくという理解だと思います。

【佐藤 PM】 ご指摘のとおりです。染宮分科会長代理から事前に意見をいただき、実用化の後の入り口という言葉を入れていたのですが、NEDO の他のプロジェクトと記述をそろえるために抜きました。

あくまでも、現段階では、実用化の入り口に到達することが主眼です。

【徳岡部長】 補足します。これは大きな項目として、実用化したかどうかではなく、実用化に向けた取り組み及び見通しです。染宮分科会長代理が指摘されたとおりです。

【上田分科会長】 今回の染宮分科会長代理の発言と、その前の佐藤 PM の発言はしっかりと議事録に反映させてください。今のコメントがわかりやすいと思います。

実用化の考え方という文面は、初めて見る人にとってわかりやすい表現ではありませんが、染宮分科会長代理の説明を聞くとよくわかります。これはこれで残してもよいと思いますが、ただいまのコメントを残しておけば、後で見たときに状況がわかりますので、対応をよろしく願います。

【徳岡部長】 はい、かしこまりました。

【上田分科会長】 ほかに何かありますか。

【岩原委員】 しつこいようですが、実用化するの誰かと考えると、それは企業だと思います。アカデミアで面白いと思っても、企業の観点では難しいということがあります。たとえば製造コストや安全性などの面で課題がいろいろ出てきます。このプロジェクトには企業からも参加されて方がいると思います。その方々が、これであれば取り組んでみよう、体制を整えようなどの具体的な動きがプロジェクト終了時に起こる。そういう状態まで持っていくことができればよいと思います。感想です。

【上田分科会長】 ありがとうございます。しっかり念頭に置いて進めてください。

今議論したように、評価の進め方及び評価書の構成は現状の形ですが、議事録の中のコンセプトとどうか、背景はしっかり認識したうえで取りまとめる形にしたいと思います。評価書をまとめる際も、いろいろな面でコメントを入れてください。基本的には、事務局の説明どおりとします。

なお、委員の皆様につきましては、本日の議事次第第8、「まとめ・講評」の際に、1人2分程度の講評をいただきたいと考えていますので、準備をお願いします。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5-3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。

(2) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

実施者より資料5-4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。

【上田分科会長】 ありがとうございます。技術の詳細は議題6で扱います。ここでは主に事業の位置づけ・必要性、マネジメントについて議論したいと思います。

ただいまの佐藤 PM、佐藤 PL からの説明にご意見、ご質問がありませんか。

【岩原委員】 佐藤 PM が説明した現状認識に関して質問します。例として、シリコンとパラフィンを比較していました。シリコンがキロ1万円(1万円/kg)となっており、あれだけを見ると大きな誤解を与えます。確かにそういう製品もありますが、例えばシーラントの原料などは安く買うことができます。工法もかなり洗練されてきて、工業として成り立っています。そういう価格の認識などもこのプロジェクトの中できちんと合わせておかなければいけないと思います。また、チャレンジングといわれていましたが、そういう安価製品があるということも考えれば、よりチャレンジングなプロジェクトであるという認識が関係者全員に必要です。

【染宮分科会長代理】 これも少し誤解を招く話ではないかと思いますが、有機ケイ素材料の原料として、テトラアルコキシシランという位置づけで展開しています。これは使うことができるとわかった時点で初めて原料として認められるものです。現時点では、ただの化合物です。原料になるかどうかはわかって

いないということをよく認識しないといけません。先ほど佐藤PLがいわれたように、アルコキシシランにアルキル基やフェニル基が入ったものが1個でも、2個でもできるとなれば初めて原料として認められると理解すべきです。

もう一つは、これからを考えると、より高機能が望ましいのですが、新しいものは世の中になかなか入っていきません。高度成長期のころは物が無いから、とにかく使ってみようということがありました。現在のような状況では、今のカーボンファイバーも普及に何十年もかかっています。新しいものをつくってもそう簡単には市場に出ることができない。言い換えると、既に市場実績のある製品を競争力のある形で投入することができないと、プロジェクト終了後5年で実用化などはとてもおぼつかないと理解しておいてください。

【佐藤PM】 ありがとうございます。そうした点で先ほど少し説明しましたが、エンドユーザーのニーズを一次情報として得ることを念頭に置いて開発を進めています。

【染宮分科会長代理】 しかし、エンドユーザーの意見を取ってくると、現在のものを使っている人は値段くらいしか言わないと思います。今、大量に販売している会社はわかっているので、その会社の意見が最も重要です。

前にも言いましたが、ジメチルジアルコキシシランをつくることができれば、とにかく前に行こうかという気になれますが、それができない限り、前に進もうという気になれません。

【佐藤PL】 ありがとうございます。私の認識も同じです。アルコキシシランから後ろにつなげるには、ヒドロシランにするか、メチルを付けるか、そこを絶対に越えなければいけません。今そこが少し見えてきたところです。

後ろの段階の話はまさにそのとおりです。変なものをつくりました、さあ使ってくださいということでは無理です。それはそれで、すごい技術があることを念頭に置きながら、実は、プロジェクト参画企業などと密に連携しながら、今の製品にこういうものを入れると性能が上がるかもしれないけれど、つくることができないという話を聞いて、個別に作製して提供する。そこも含めて「実用化」とすると、そちらのほうが早いと考えています。

【染宮分科会長代理】 それが「実用化」のスタートです。

【佐藤PL】 こういうすごいものができたから使ってくれといっても、それが無理なことは重々わかっています。

【染宮分科会長代理】 GEがシリコーンをつくってから70年。その間、やはりいろいろなものにトライしたと思います。それで生き残っているものが現製品だということは、新しい分野への参入もそう楽なものではない。やはりこれは歴史があるテーマです。エネルギーの問題や原料の問題で画期的なイノベーションがないと採択されにくい。そこをきちんと満たして決着をつけてほしいと思います。

前回の評価の際にも言いましたが、ジシランやテトラヒドロキシシランが有機ケイ素材料とどう結びつくのか、私にはわかりませんでした。無機で非常に期待できるものであることはよくわかりますし、面白いテーマだと思います。ただ、このプロジェクトは有機ケイ素材料なので、有機ケイ素材料ができて、さらにそれができたというのは○ですが、有機ケイ素材料はできないけれども無機ケイ素材料ができたというのは、プロジェクトとしては×です。そう考えて進めてほしいと思います。

【佐藤PL】 そこは逃げずに向かいます。

【染宮分科会長代理】 お願いします。

【上田分科会長】 ほかにいかがですか。

【中村委員】 これは佐藤 PM にお願ひです。発表スライドの3枚目で、生産量ベースと売り上げベースで、有機ケイ素化合物ですか、最終製品にどのくらい使われているかという円グラフがあります。このプロジェクトで生み出されてくる化合物が現状でどこにどうつながっていくのか。また、今後、こういう新しいものの売り上げが広がっていくかというときに、どの辺に使われていくという予想図があるとわかりやすい。できれば、そのような資料を今度用意してほしいと思います。

【上田分科会長】 ほかにいかがですか。

では、私から質問します。部分的に同じような質問が重なりますが。

まず、言葉をうまくつくってあると思うのは、シリカからの「原料化」、そして「部材化」。最後の「高分子化」は、このターゲットにあまりないのかもしれませんが、「高分子化」を別の言葉で言うと「応用化」というか、「新しい商品になるもの化」になると思います。

そのときに、部材の取扱いが、実用というか、商品オリエンテッドに扱っているのか、新商品をオリエンテッドに扱っているのかがまだ見えていません。どちらかという、試してみるといろいろなものができたように見えるのかもしれない。そこをうまく解消しておいたほうがいいと思います。その意味では、中村委員がいわれるように、はっきりと図を書いておいたほうがいいかもしれません。

もう一つ別に言うと、部材というか、こういうビルディングブロックをつくらせていくなかで、新しいポリマーが機能として見えてくれば、つくるターゲットがはっきりしてきます。そうすると新商品になって、つくる側も、この機能が出るのであればつくるかという気になると思います。ただ漫然と市場に出すのではなく、付加価値を付けていく。それを合成段階でつくることができれば非常にいいわけです。そういう戦略があつて部材をつくらせているのであればいいのですが、うまくいったものだけが部材になりましたということでは、少し弱い気がします。そこはこれからの研究次第だと思います。

問題は、現時点でどこに注力するのか。加速経費も入ったということでした。現段階では、ケイ素からのアルコキサイドづくりなのか、次のシラン化の技術なのか。恐らく両方かもしれませんが、ジシランがうまくいくという研究は現状の原料でもでき得ることで、うまくいっても現状の追加にすぎません。産業的に成功したときに、それはもともと酸化ケイ素からつくったからうまくいったという筋書きというか、文脈が成立すれば一番いい。そこまで一挙にいかないにしても、佐藤 PL は、現状では人材、資源をどう投入しようとしているのか、説明をお願いします。

【佐藤 PL】 非常に悩ましい問題です。ただ、客観的に見ると、先ほどお答えしたように、アルコキシシランから C(炭素)が結合したシランは通さないと、このプロジェクトの根幹が成り立たないことはわかっています。ジシラン、シランについても、アルコキシシランと水素からシランができるルートがあれば、それはそれでつながるといふこともあります。

また、部材の話として、こういうポリマーをつくらせてこういう機能を得ることができるということは、今のところ誰もわからない部分があります。プロジェクト参画企業にはノウハウがあり、恐らくこういうものを入れるとよいのではないかとあります。ただ、それはオープンにしないで、我々と話し合いながら、では、こういうものができるのではないかと、企業側に寄ったものづくりをしつつ、こういうものもできますということで、今のところは両方で進めています。

プロジェクトが始まった段階ではどこも大事ですが、とりあえず、できそうなところの目星をつけようということで全般的に力を投入してきました。がんばってやらなければいけないところや実用化が近

くなりそうなところが徐々にわかってきたので、これからは力の入れ加減を、本日も意見をいただいて考え直そうと思っています。

【上田分科会長】 ぜひよろしく願います。

少し前段階に戻り、佐藤 PM から説明のあった、珪砂からそういうものをつくったケースがなく、ほとんどゼロ(0)から 1 だと。部材化もほとんどゼロ(0)から 1 だという話がありました。これはどういうサイエンスなのか、技術論なのか、背景の有無などについて、ここの議題とは遠い話になるかもしれませんが、回答をお願いします。

【佐藤 PL】 まず、トライしているプレイヤーがいなかったということが一つです。オールドケミストリーはあります。昔の時代の、有機合成とケイ素の分野が切り離されていなかったころ、私が東北大学の櫻井先生のところにいた頃から、ケイ素のアカデミアの先生方は構造化学のほうで華々しい成果をあげています。三重結合をつくったり、いろいろなものの方向で研究を行っていました。一方、ケイ素化学協会の学会に出席すると、企業はゾルーゲルを研究していました。かなり離れてしまったという気がしていました。企業もアカデミアも両方とも強いので、両方をつなぐとよいのではないかという思いもあって、こういう研究を手がけたいと常々思っていました。

アカデミアでケイ素に携わる先生方はグローボックスで研究していました。基本的な反応は確かに、ヒドロシリル化にしてもう 30 年、40 年。有機合成では一部不斉などがありますが、それ以外の反応もたくさんあり、それらを研究していませんでした。ケイ素化学は炭素の延長のように思われていましたが、私がこれを今見渡してみると、カーボンの感覚で触媒設計してもうまくいかないことが多いのです。このプロジェクトが終わるころに新しいケミストリーができあがってくる感じがあればよいと思っています。

【上田分科会長】 ここは私からの期待を込めてですが、今の話と関連して、もともとはシリコンではなくシリコンのケミストリー、金属ケイ素化学という面が多分にあります。それをハロゲンと反応させるプロセスがあり、そこから有機化学に持っていくかというケミストリー展開です。これからアルコキサイドからのケミストリー展開を考えていくとなると、逆を向くわけにはいきません。シランからアルコキサイドに戻っていくことは考えられません。ですから、今、砂から始まるとアルコキサイドのケミストリーから考えることができるので、今までにないケミストリーをたくさん考えなければいけないという背景があるということですね。

【佐藤 PL】 そうです。

【上田分科会長】 もう一つもに戻って質問します。現状では、日本は電気代が高いため、金属シリコンはほとんど外国からの輸入ですね。日本は金属を輸入している国です。この技術が現実化したら、酸化ケイ素からアルコキサイド、シランはどこでつくるのですか。

【佐藤 PL】 それは日本でつくると思います。コルコート社など、実際にプロセスを組むとどうなるか計算を始めています。

【上田分科会長】 まだ先の技術が必要でしょうが、日本でも十分そういうことを成し得る原料があり、電気的なエネルギーはそれほど必要ないから、十分に成立し得るステップであるということができそうですか。

【佐藤 PL】 そうですね。

ここには記載しませんが、もみ殻などからも十分採ることができます。これは NEDO が進め

ているプロジェクトで、マレーシアかどこかで、もみ殻で発電する。このもみ殻から燃焼片が出てくるので、それからつくることができます。

【上田分科会長】 では、不純物が含まれるケミストリーも可能であるという認識を持っているのですか。

【佐藤 PL】 そうですね。我々科学者はピュアにしたいけれど、私はあえてリアルなところで進めたいと思ったので、どこまで行けるか。実際にその辺の砂からできることをこの段階で示したかったのですが、今、そこによりやく近いところまでは何とかなってきた段階です。

【上田分科会長】 大体の技術的背景は理解できました。

マネジメントについては先ほど話をしましたし、技術的な背景についても大体議論できたと思います。

【飛田委員】 白金の代わりに鉄を使って、前よりも性能の高いものを実現したということでした。活性だけでなく、触媒も同じように、あるいは、それ以上にうまく使うことができるかという問題があります。鉄は触媒の寿命などいろいろな問題がある気もします。その辺は解決できそうですか。

【佐藤 PL】 おっしゃるとおりです。ある企業では、鉄をヒドロシリル化に使う場合、触媒がそのまま混ぜ込まれてしまうことが結構あります。そうすると、色がついて云々ということがあります。ただ、それは我々ではわかりません。今来ている企業の方々と、この場合はプラチナが良いか、鉄が良いか、固定化すべきかどうかも含めて議論しています。

誤解がある話をしました。鉄がプラチナを凌駕するまでには至っていませんが、プラチナが普通使われている濃度の 2ppm 程度のところで、鉄でも動く触媒はできました。これは、今日は来ていませんが、中沢先生の仕事です。ただ、活性がないと実用化できませんが、活性があったからといって製品として使用できるかということ、大きな山があり、プロジェクト参画企業側と相談しながら進めています。

(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

【上田分科会長】 議題 8.「まとめ・講評」です。委員の皆様からコメントをいただきます。中村委員から順にお願いします。

【中村委員】 今日、2年間の進捗を見せていただきました。実用化につながりそうな技術が生まれ、しかも、前回に比べて企業との連携が強くなっており、ますます現実味が増してきたと感じました。

冒頭に質問した佐藤 PM と佐藤 PL の連携で現状、何をつくっていくべきか、「何を何からどうつくるか」という基本について、「何から」は間違いなく大事です。「どうつくるか」はいろいろな技術、革新的な技術が出てきており、残る「何を」がどうなっていくかという気がします。それが現行のケイ素化学の中でどういう位置を占めていくか気になりました。そういう話をしようと思っていたところ、よ

く考え直してみると、このプロジェクトの目標、プロジェクトリーダーの夢は次世代ケイ素化学の構築、刷新なのかと思いましたが。そういう意味では、どういう化合物を作製していくかに、現行こういうものが必要とされているということを超えて、問題解決型ではなく、あえて課題創出型の、社会的課題を解くものを入れてもよい。進め方と、その波及効果という意味で、そういう点があると、科学的にも、産業的にも面白いところに切り込んでいけると感じました。

【飛田委員】 今日の発表を聞いて、二酸化ケイ素からテトラアルコキシランに進む段階は非常に素晴らしい反応を見つけた。それも、有機の脱水剤からもっとシンプルなモレキュラーシーブを使う方法を見つけたことは、本当に素晴らしいと思います。そこは実用化までクリアできると思いますが、その次の段階として大事なものはケイ素炭素結合の形成です。これまで製作されたものを見ても、安定性や性能は最終的に SiC(有機ケイ素)に行く必要があると思います。これから絞っていくとすると、そこを目指して進むべきだと思います。それができれば、②(Si-C 結合形成技術)で進めているものとうまく結びつくと思いました。

直接法でこれまでケイ素化学は研究されてきましたが、今回の方法で、一つでいいと思いますが、直接法なしでできることを見せることができれば、社会全体もそれに注目すると思います。とにかく絞っていく段階と思いました。

【河内委員】 本プロジェクトの目的は重々理解しています。その目標の達成も大事ですが、先ほども申し上げたように、派生してくるものや副産物を拾い上げ、発信していくことが、このプロジェクトのもう一つ大事なことだと考えています。

私は学生のころから有機ケイ素化学に携わっていますが、有機化学、炭素化学に比べると裾野が狭い。今、有機化学をベースとした医薬品や材料などは、広い有機化学の裾野の中から出てきています。その裾野がケイ素は狭く、このようなこともできない、こういうこともできないというものがたくさんあります。このように横断的なプロジェクトでお金をたくさん使って研究していくことで、いろいろ派生したり、副産物的なものがたくさん出てきていると思います。それを少しずつ発信していった裾野を広げていくことに取り組んでほしいと思います。

【岩原委員】 全体の進捗を聞いて、SiC の結合をつくるのがポイントだと思います。それも、SiC の上にメチルあるいはフェニルを 2 個入れる、選択的に高収率で入れることが基本の基本です。後半のプロジェクトの進捗ではユニークで面白い成果も出ていますが、それらを生かすためにも、最も重要な SiC 結合形成技術に関して方法も含めて、いろいろな視点を入れて推進してほしいと考えています。

最初のアルコキシランと最後のジシランはかなり実用に近いので、具体的に成果として、このプロジェクトで取り組んでいる中で前に進めることができればよいと思います。佐藤 PL の考えを前面に出して、「実用化に向けた具体的取り組み」の資料でプロジェクト後半に点線で上に上がっている今後の矢印を、できるだけ実線にしてほしいと思います。

材料の物性に関しては、たとえば黒田先生が開発された精密に制御されたポリシロキサンだと、たとえばこういう物性がよいと言えればよいと思います。一般的にはトレードオフと考えられているような物性の両立、たとえば、熱は流れるけれども、透明性は維持できるなど。またシリコーンは線膨張率が全体に大きいことから、使いにくい部分がたくさんあります。線膨張率を低減したり制御できれば、かなり大きな話だと思います。

接着性は、シリコーン離型剤などに使われているため得意ではない性質と思いますが、鼻葉でいろいろ

ろできると思います。しかしこのプロジェクトで開発されたベースポリマーを使えば、接着のポテンシャルを上げることができないかとの視点でも、少し考えてほしいと思います。

できるものが既存のポリマーだと競合しますが、黒田先生のような新しいタイプのポリシロキサンは、たぶん使い勝手もわかりませんし、競合も今までにないものです。新しい技術、新しい分野は、前ぶど
というか、オープンなマインドで知財戦略を考えていただき、プロジェクト側から世の中に対して積極的な投げかけをして、実用化の確率を上げてほしいと思います。

【染宮分科会長代理】 前回と比較して、ずいぶん前に進んだと思います。同時に、最も難しかったテトラアルコキシランからのジアルキル置換体の誘導は、前回からあまり進歩していません。逆に言うと、問題点がそこに絞られたと感じています。

後半部分は非常に面白い、いろいろな報告を今日聞いて、この材料は、前半の部分さえ乗り越えれば、良い絵が描けそうだと思います。その辺は、佐藤 PL は重々わかっているので今さら言いませんが、ぜひ、この第3クォーターでクリアしてください。その時点で例のシミュレーションを使って大体のコスト見直しを出せれば、企業もかなりの評価を与えるとします。

産業界も競争の中で活動しているので、これは面白い、これは行けそうと思えば、NEDO プロジェクトよりずっと早く、人・金・モノを投入して取り組みます。問題は、そこに行く決断をするために必要な材料をどう揃えるかです。前回も言いましたが、このプロジェクトに参画している企業の方々と綿密に議論して、どこまで進むことができるか決めてほしいと思います。

ただ、岩原委員がいわれたように、企業はいろいろなことを言いますが、全部対応する必要はありません。これを事業化に持っていくためにどうしてもクリアしなければいけないものは、企業によって異なる部分があります。そこは参画企業とよくすり合わせて進めてください。

【上田分科会長】 本日は、午後から長時間、委員の皆様から積極的にいろいろなご意見をいただき、大変ありがとうございます。また、佐藤 PL をはじめ実施者の皆さん、この中間報告までがんばられたと思います。今日はすばらしい成果を聞かせていただき、これから先はどうしたほうがよいというコメントができたことはよかったですと思っています。

最初にこのプロジェクトの内容を聞いた際に、「砂からシリコーン」という一つのうたい文句というか、わかりやすい言葉がありました。最初のステップである砂がきちんとアルコキサイドに変わる、その次のステップはまだネックが残っているようですが、非常にバランスよく全体のスキームを考えて、計画どおり進めていることは敬服しました。

あとは、本日、皆さんからでてきたご意見を反映し、選択と集中をどこかで行うと思います。先ほど染宮分科会長代理が質問した経費の内容も、これから次のステップで変わりそうです。できればダイナミックにその動きも考えて、最も適切な人を投入し、参画してもらい確実化を図る。こうしたことをぜひとも実施して、日本の技術がここまで来たことを世界にアピールしてほしいと思います。

推進部門と実施部門から一言いただければと思います。

【坂内部長】 本日は、長時間にわたり、上田分科会長をはじめ各委員の皆様から、建設的な、この先何をすべきか、示唆に富むご講評をいただきました。今後の実用化そのものについて、いろいろと考えさせられる議論があり、これまで当然と思い、ある意味、機械的、ルーチン的に考えていたことを改めて考えるよい機会だったと思います。

実用化、社会実装という意味では、NEDO 環境部は環境問題の改善につながる技術が社会的な要請

であり、そのお金をいただいて事業に充てています。少なくとも、この技術を予算の費目である「省エネ」につなげることが必要最低限の我々NEDOの社会要請への回答です。そういう意味から言うと、今後どのような戦略を選択し、それに確実につなげていくかを、今後、佐藤PLとよく考えて進めたいと考えています。

本日は大変ありがとうございました。

【佐藤 PL】 日ごろは我々だけで議論していますが、こういう場で説明をさせていただくと、厳しくも温かく、示唆に富む、思わぬセッションや勇気、叱咤激励をいただくことがあり、大きな刺激になります。我々も、ここにいる皆さんも、実施者側も、取り組まなければいけないことがわかったと思います。それをぶれずに、楽しくも勇気を持ってチャレンジして、次回までにもっと面白い報告ができればと思います。口で言いすぎるとほら吹きと言われますが、そう言われることを覚悟しながらも一生懸命に進めていきますので、引き続き温かく見守って、また叱咤激励やアドバイスをいただければと思います。よろしくお願いします。ありがとうございました。

【上田分科会長】 ありがとうございました。以上で議題8を終了いたします。

9. 今後の予定、その他

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）
資料 5-3	プロジェクトの概要説明資料（公開）プロジェクトの概要
資料 5-4	プロジェクトの概要説明資料（公開）研究開発成果について
資料 6-1-1	プロジェクトの詳細説明資料（研究開発成果について(国研)産業技術総合研究所）（非公開）
資料 6-1-2	プロジェクトの詳細説明資料（研究開発成果について(学)関西大学）（非公開）
資料 6-1-3	プロジェクトの詳細説明資料（研究開発成果について(学)早稲田大学）（非公開）
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて(国研)産業技術総合研究所）（非公開）
資料 7	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