

研究評価委員会  
「超ハイブリッド材料技術開発」(中間評価)分科会議事録

日 時:平成21年7月6日(月)10:00~18:00

場 所:コンベンションホールAP浜松町 地下1階 B・C会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 遠藤 剛 近畿大学 分子工学研究所 副学長/所長  
分科会長代理 坪川 紀夫 新潟大学 大学院自然科学研究科 科長/教授  
委 員 白杵 有光 (株)豊田中央研究所 取締役/先端研究センター、研究部担当  
委 員 中村 修平 三重大学 大学院工学研究科 教授  
委 員 前 一廣 京都大学 地球環境学堂地球親和技術学廊 教授  
委 員 安田 武夫 安田ポリマーリサーチ研究所 所長  
委 員 吉永 耕二 九州工業大学 工学部物質工学系 教授

<オブザーバー>

遠藤 秀雄 経済産業省 製造産業局 化学課 技術担当課長補佐  
石黒 格 同上 技術企画・調査係

<推進者>

寺本 博信 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 部長  
山森 義之 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 主任研究員  
田谷 昌人 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 主査  
國谷 昌浩 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 主任  
加藤 知彦 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 主任  
木場 篤彦 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 職員  
太田 興洋 (独)NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部 プログラムマネージャー

<実施者>

阿尻 雅文 東北大学 多元物質科学研究所 教授  
村松 淳司 東北大学 多元物質科学研究所 教授  
及川 英俊 東北大学 多元物質科学研究所 教授  
高見 誠一 東北大学 多元物質科学研究所 准教授  
杉原 興浩 東北大学 多元物質科学研究所 准教授  
蟹江 澄志 東北大学 多元物質科学研究所 准教授  
戒能 俊邦 東北大学 多元物質科学研究所 名誉教授  
有田 俊彦 東北大学 多元物質科学研究所 助教  
新原 皓一 長岡技術科学大学極限エネルギー密度工学研究 C 特任教授  
中山 忠親 長岡技術科学大学極限エネルギー密度工学研究 C 准教授  
安藤 慎治 東京工業大学 大学院理工学研究科 物質科学専攻 教授  
金子 賢治 九州大学 大学院工学研究院材料工学部門 准教授  
高橋 賢次 住友大阪セメント(株) 新規技術研究所 主席研究員  
福岡 孝博 日東電工(株) 基幹技術センター 主任研究員

石戸谷 昌洋 日油 (株) 研究本部 研究開発推進部 M&D 担当部長

小橋 仁 日油 (株) 研究本部 研究本部長

竹澤 由高 日立化成工業 (株) レジンテクノロジー開発センター 主管研究員

藤田 浩史 住友ベークライト (株) 情報通信材料総合研究センター 研究部長

飯田 勝康 (株) アイテック 代表取締役

七條 保治 新日鐵化学株式会社 技術本部先進化学研究所 部長

稲村 実 電気化学工業 (株) 電子材料研究センター 主任研究員

博多 俊之 戸田工業 (株) 創造本部 部長

上野 真孝 (財)化学技術戦略推進機構( (株) アイテック) 研究員

岡田 拓也 (財)化学技術戦略推進機構( (株) アイテック) 研究員

三谷 佳史 (財)化学技術戦略推進機構(戸田工業 (株) ) 研究員

前田 重之 (財)化学技術戦略推進機構 (住友ベークライト (株)) 研究員

宮田 建治 (財)化学技術戦略推進機構(電気化学工業 (株)) 研究員

山縣 利貴 (財)化学技術戦略推進機構(電気化学工業 (株)) 研究員

上田 正孝 (財)化学技術戦略推進機構 (日東電工 (株)) 研究員

中川 孝行 (財)化学技術戦略推進機構 (新日鐵化学 (株)) 研究員

森下 丈弘 (財)化学技術戦略推進機構 (日油 (株)) 研究員

福島 敬二 (財)化学技術戦略推進機構 (日立化成工業 (株)) 研究員

柳澤 恒夫 (財)化学技術戦略推進機構 (住友大阪セメント (株)) 研究員

佐賀山 遼子 (財)化学技術戦略推進機構 研究員

宗内 誠人 (財)化学技術戦略推進機構 研究開発事業部 事業部長

市川 和義 (財)化学技術戦略推進機構 研究開発事業部 技術部長

本田 一匡 (独)産業技術総合研究所 環境安全管理部 (計測フロンティア研究部門) 審議役

野中 秀彦 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 主幹研究員  
(同研究部門 活性種計測技術研究グループ 研究グループ長)

鈴木 良一 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 極微欠陥評価研究グループ  
研究グループ長

小池 正記 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 光・量子イメージング技術研究グループ  
研究グループ長

渡辺 一寿 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 光・量子イメージング技術研究グループ  
主任研究員

後藤 義人 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 ナノ移動解析研究グループ  
研究グループ長

林 繁信 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 ナノ移動解析研究グループ 主任研究員

兼松 涉 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 不均質性解析研究グループ  
研究グループ長

山内 幸彦 (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 副研究部門長

大島 義人 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授

白幡 明彦 東レ・ダウコーニング (株) スペシャルティケミカルズ事業本部 研究開発部門 部門長

内田 広之 東レ・ダウコーニング (株) B&TI 部 部長

原崎 崇 東レ・ダウコーニング(株) B&TI 部 マーケティンググループリーダー

日野 賢一 東レ・ダウコーニング(株) B&TI 部 開発グループリーダー

小川 琢哉 東レ・ダウコーニング(株) B&TI 部 主任研究員

垣内 博行 三菱化学(株) イノベーションセンター 部長代理  
桐谷 秀紀 三菱化学(株) イノベーションセンター 部長代理  
山崎 正典 三菱化学(株) イノベーションセンター 部長代理  
加藤 尚樹 三菱化学(株) イノベーションセンター 部長代理  
石川 広典 三菱化学(株) イノベーションセンター 四日市 R&D センター 部長代理  
楠瀬 尚史 大阪大学 産業科学研究所 助教  
越智 光一 関西大学 化学生命工学部 教授  
上利 泰幸 地方独立行政法人 大阪市立工業研究所 有機材料研究部 研究主幹  
八木 貴志 (独) 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 研究員  
西川 学 油化電子(株) 機能商品開発研究所 新規商品 G グループリーダー  
<企画調整部>  
企画調整部 横田 俊子 (独) NEDO 技術開発機構 企画調整部 課長代理

<事務局>

竹下 満 (独) NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 統括主幹  
寺門 守 (独) NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 主幹  
山田 武俊 (独) NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 主査  
吉崎 真由美 (独) NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 職員  
峯元 克浩 (独) NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 主査

一般傍聴 9名

**議事次第**

<公開の部>

1. 開会 (分科会成立の確認、挨拶、資料の確認)
2. 分科会の公開について
3. 評価の手順と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの全体概要
  - 4.1 事業の位置づけ・必要性、研究開発マネジメント
  - 4.2 研究開発成果、及び実用化の見通しについて

<非公開の部>

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 化学技術戦略推進機構・産総研グループによる説明  
(JCII、産総研、東北大、東工大、長岡技科大、九州大)
    - (1) 研究開発成果について
      - (1-1) 概要
      - (1-2) 相反機能発現のための基盤技術開発
      - (1-3) 相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
      - (1-4) 材料設計に資する統合評価・支援技術開発
      - (1-5) 超ハイブリッド材料創製技術開発
    - (2) 実用化の見通しについて
  - 5.2 三菱化学・産総研グループによる説明
    - (1) 研究開発成果について
      - (1-1) 相反機能発現のための基盤技術開発
      - (1-2) 相反機能材料創製プロセス基盤技術開発

- (1-3) 材料設計に資する統合評価・支援技術開発
  - (1-4) 超ハイブリッド材料創製技術開発
  - (2) 実用化の見通しについて
- 5.3 東レ・ダウコーニンググループによる説明
- (1) 研究開発成果について
    - (1-1)概要
    - (1-2)相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
    - (1-3)超ハイブリッド材料創製技術開発
    - (2) 実用化の見通しについて

<公開の部>

- 6. まとめ（講評）
- 7. 今後の予定
- 8. 閉会

## 議事内容

<公開の部>

1. 開会（分科会成立の確認、挨拶、資料の確認）
  - ・開会宣言（事務局）
  - ・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。
  - ・遠藤分科会長挨拶
  - ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
  - ・配布資料確認（事務局）
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5、「プロジェクトの詳細説明」を非公開とすることが了承された。
3. 評価の手順と評価報告書の構成について  
評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、資料3-5を一部修正することで了承された。  
また、評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。
- 4 プロジェクトの全体概要
  - 4.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント  
推進者より資料5-2に基づき説明が行われた。
  - 4.2 研究開発成果、及び実用化の見通しについて  
実施者（PL）より資料5-2に基づき説明が行われた。  
4.1及び4.2の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

【遠藤分科会長】 どうもありがとうございました。技術の詳細につきましては、後ほどまた議論しますが、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のご意見を、委員の先生方から主に伺いたいと思いますので、どうぞご遠慮なく。

【臼杵委員】 座ったままで失礼します。この分野で、日本が競争優位に立つというのは非常に重要なことだと認識していますし、きょうの話をざっと聞いただけでも優位に立てそうだなという気がしたんですけども、最初のころに、なかなか他社で真似ができないような技術という話をちょっとされていたと思いますけれども、結構こういう技術というのは、産業の分野でいっても、日本だけで物をつくっているわけではなくて、どんどんグローバルな活動をしているわけですね。そういったときに、やはり日本でつくれたものがどんどん世界各地でも汎用的につくれるような仕組みも必要かなと思っています。そういう意味で、日本できちん

と知財をとってにおいて、それがよそでつくっていただけるような仕組みをやっていく必要があると思うんですけども、そういう観点で今後もやっていただけると、さらなる発展性も期待できるかなと思ったんですけどね。

それともう一つ済みません、こういう技術というのは、最初につくるのは非常に難しいんですけども、2度目、3度目でやる人は非常に楽につくれるということがよくあるんですけども、そういう意味で、これをどこでもつくれるような汎用的なプロセス、技術開発も含めて展開していただけると、非常に日本としてもさらなる競争優位に立てるのかなという気がしております。

**【阿尻教授】** どうもありがとうございます。貴重なご意見だと思います。本技術に関しても、先ほどご紹介をさせていただきましたけれども、日本初の、世界初めての技術というものが少しずつできつつあります。これに関しても、知財の確保というのも順調に進んでおりますし、また、これが知財を確保した上でですが、世界に発信できる基盤的な技術にしていくということが非常に重要なポイントだと思いますので、先ほどもちょっと申し上げましたけれども、単に1つの材料を開発するだけではなく、その技術基盤になるような、そういうポイントも絞って研究を進めてまいりたいと思います。ありがとうございます。

**【吉永委員】** 今のコメントといたしますか、ご質問に近いんですけども、ここで中間目標、それから最終目標値というのは、各テーマで書かれているんですけども、これはどういう根拠で設定されているのか。先ほど阿尻先生は、これは基盤技術の開発だということと言われたんですけども、要するに、実用化と最終目標値の関係を、ちょっとご説明いただきたいと思っておりますけれども。

**【田谷主査】** それでは、18ページ、18枚目をごらんになっていただきたいんですけども、これは一例で、パワーデバイス材料ということですけども、これまでパワーデバイス材料に関しては、高温で使われると。あと、熱伝導率も必要ということで、ここにありますような、熱伝導率としてはアルミナ相当・セラミック代替可能という、非常に高い目標を掲げさせていただいております。右下の方に熱伝導率と体積抵抗率という関係を示しておりますけれども、これは従来の方法でメタルフィラーを入れた場合と、セラミックスフィラーを入れた場合ということで、メタルフィラーを入れた場合には、熱伝導率は高いんですけども、体積抵抗率は低いと。逆にセラミックフィラーの場合には、体積抵抗率は高いけれども、熱伝導率は高いということで、目標としては、非常にこれは高い目標なんですけれども、国プロとしてやるためには、これぐらいの非常に革新的な特性をねらったところに目標を設定すべきだという判断のもとに、この目標を設定しております。

**【阿尻教授】** 加えまして、基盤技術という面からの目標値の設定についても考えてみたいと思います。光学材料系の方も、先ほどご紹介ありましたけれども、20ページ目の方に設定値がございます。ただ、この設定値そのものというのは、先ほどもご紹介があったとおりなんですけども、実際に、例えば1.7というものをジルコニア・チタニアの粒子で分散させて確保していこうというふうに考えると、実際の充填率そのものというのが数十%になります。極めて高濃度の充填率を達成しながら、均一分散させるような技術。例えば、今回は光学材料系ですけども、誘電体をそこに分散させる、磁性体を分散させる、あるいは紫外、可視、赤外という吸収を行う場合にも、全く同じような技術というのが展開できる。そのための基盤技術としての設定値というふうな意義というのもあろうかと思っております。

それから、熱伝導材料のほうも、物性値として掲げたのはそのとおりなんですけども、実際には既にある材料系をスラリー供給をしながら、表面修飾を高濃度で行うプロセスの場合の技術ですね。それから、それを分散させるだけではなくて、パーコレーション構造をつくらせるような技術。そこが新しい技術基盤になり、それが例えば、今回のプロジェクトのターゲットではありませんけれども、電気伝導性の材料といったものを開発するといったことにもつながってくる。いろいろな分野への応用が効く基盤技術というものも、この達成目標値によってクリアできるんじゃないかなというふうにも考えております。

**【坪川分科会長代理】** なかなか高い目標設定値をいろいろ挙げておられて、いろいろ既に達成されたものもたくさん出てきて、非常にいい進捗具合だと思うんですけども、私どももこういう材料を扱っていると、必

ず最終的にコストはどうなりますかという話がきます。そういう面で、コストダウンとか、そういうような検討などは進められておられるのでしょうか。

【阿尻教授】 ありがとうございます。こちらの方も重要なポイントで、特にJ C I I のチームの方で、先ほど紹介させていただきましたが、超臨界のプロセス開発も進めておりますので、一番最後にご紹介をさせていただいた実用化の見通しと合わせて、どのくらいのコスト、市場の大きさと必要な生産量に対応したコストといったものがどの程度になるのか、あるいはならなきゃいけないのかといったことを評価しました。

実際には、熱伝導材料は、当初、初期の段階ではあると思いますけれども、おおよそ年間に10 tのレベル。それから、高屈折、低屈折を合わせたような反射防止フィルムも、同じようなレベルの大台になろうかと思えます。これに関しては、このレベルでの運転、現在行っている運転レベルであっても、実際にコスト的にも十分に見合うという結果が出ています。

より汎用的なレンズ等は、もう少し大きいレベルの市場になります。そちらの方に関しては、より大型ということになりますので、実際の超臨界のプロセスをターゲットにした場合に、100 t以上のレベルにまで上げてきたときのスケールメリットがどこまで出るのかというところがポイントになろうかと思えます。ただ、これもここ1年間、海外も含めて、またいろいろなエンジニアリング会社さんとも協議を進めてきたんですが、私の報告の中でちょっと紹介させていただきましたが、このプロセスは、通常は超臨界プロセスと異なり、高温・高圧といっても、本体そのものが非常に小さなプロセスなんです。大型化をしても本体そのものが大きくなり、実際には周辺の分離プロセス、リサイクルプロセスといったところのコストという形になります。そうしますと、通常のケミカルプラントのコスト計算にだんだん近づいてきます。これがまだ100 tのレベルまでいけるかどうかといった検討というのが、このプロジェクトの最終段階までいったときにわかることでありますが、十分に視野に入ることではないかなと考えております。

【中村委員】 今回の発表の内容をお聞きしまして、必要性という観点では、確かに世の中の製品、商品というのは、すべてほとんど複合体ということでありまして、ただ、この複合体の中で、エコマテリアル創製ということで、耐熱性、耐久性、熱、光というような機能に目を向けた全体のプロジェクトというのは、非常に意義のある、必要な内容だと私も思っております。中間評価段階におきまして、川上から既に川下を見据えた放熱部材、それから、反射防止材料というようなものが試供できるような段階にあるということで、非常に順調に進んでいるのではないかと私は思っております。

ただ、ここで気になるのは、非常に目標が進んでおりますので、ここで一言ちょっと疑問に思うところは、熱伝導率というような数値プラス、もう一つ界面の熱抵抗をいかに抑えるかというのが、非常に大事なもう一つの技術ではないかと私は思います。

それから、熱の観点で申しますと、今の電気自動車のパワーユニット、半導体の制御系、さらには大型発電機におきまして、エポキシ樹脂が155℃という耐熱ランクで用いられておりますけれども、やはりそこをもう少し温度を上げれば、いわゆる電流密度を上げることができるということで、効率が0.何%上がるということは、非常に炭酸ガスの抑制ということになりますので、こういうエポキシ材料の新規開発というのは、非常に意義のある内容ではないかと思っております。こういうことで、私の意見は、熱と耐久性、それからその制御に関して、ちょっとコメントさせていただきました。

【阿尻教授】 貴重なコメントをどうもありがとうございます。特に熱抵抗の問題でございますけれども、後ほど詳細な検討結果のところでは出てくると思っておりますが、実際に界面抵抗、界面の熱抵抗というのが、熱伝導材料、複合材料開発の上では非常に大きなファクターになるということだと思います。実際にこのプロジェクトの中でも、無機から有機への熱伝導パス、マイクロに見たときの界面の熱抵抗をどれだけ下げられるのかといったところをキーポイントの1つにしております。

そのポイントとして、化学結合をさせて、高密度に分子をどうやって配せられるかといったところにも焦点を当てさせていただいております。この辺のところというのは非常に大きなポイントでありますし、それから、熱抵抗だけではなくて、もう一つは、それそのものが絶縁破壊というものに対しても、マイクロな空隙、

電界集中というものを避けるようなことにもつながるのではないかなど。先生からコメントいただきましたけれども、この辺のところはもう少しクリアに進められればよい成果が上がってくるんじゃないかなと思います。

耐熱材料に関しても、現在進められるところから進めておりますけれども、より耐熱性の高い材料開発、あるいは材料の利用といったものを視野に入れて、研究を進めたいと思います。どうもありがとうございました。

**【遠藤分科会長】** ハイブリッドという材料は、最近、年間3,000報ぐらい出ているんですね、ペーパーとか特許で。聞いていて、やっぱりテーマが少し広がり過ぎているんじゃないかと。選択と集中で持っていくと、あと2年残されたら、どこが特徴がわからない。それから、先生の説明を聞いても、基盤だというけど、どこが基盤で、どこが工業化の見通しなのかという、はっきりした差別化をしないと、我々に対しては、ちょっとコンタミネートしているんですね。この辺をやっぱり区別化したプレゼンテーションが欲しかったというのが、私の感想なんです。

それから、工業化の見通しという、評価としては非常に甘いんですよ、見通しだったら。NEDO側からしたら、これは工業化してほしいと、僕は一旦は思っていると思うんですよ。だけど、見通しだと逃げられるんですよ。だから、やっぱり評価をして、見通しだったら、さっきコストもあった、市場調査はどうなのかということまで踏み込んだ今後の展開をしてほしいと。位置づけということですから、今の質問。技術的には後ほどまた質問があろうかと思いますが、だから、その辺をちょっとご検討して。

時間もないからそうですけども、基盤という、なかなか我々科研費も文部省がやっても、これはみんな基盤ですよ。全部逃げられるんです、はっきりいって。だから、こういうNEDOのプロジェクトというのは、やっぱり昔の伝統からいうと、科技厅がバックグラウンドにありますから、数値目標で見通し、工業化。日本の科学技術に対するコントリビューションですから、この辺はきちっとはっきり区別化したことをしてほしいというのが、僕の意見ですけども。

**【田谷主査】** 貴重なご意見、ありがとうございます。先生のおっしゃるように、今後中間評価以降、その市場、あるいは見通しという意味では、原価とかその辺まで含めてしっかりやっていきたいと思っておりますので、またその節にはご指導いただけるとありがたいと思います。よろしく願いいたします。

**【遠藤分科会長】** 前に僕が評価した精密重合も、経済省の方から、雇用創生は何人いるか、売り上げが何千億あるのかということまで問われたことがあるんですよ。そこは押さえました。だから、そこまで、やっぱりハイブリッドというのは、言うなれば既存の材料ですよ。ハイブリッド化という、たくさんデータが出るんですよ。だから、フォーカスと、クリエイティブな、オリジナリティーなことが大事だと思うので。もう3,000報ぐらい出ていますからね。だから、その辺との差別化。特許もいっぱい出ていますから。ここの位置づけをきちっとしないと、終了のときに何だったんだろうというご批判があるかもしれません。

**【阿尻教授】** NEDOの体制としてもそうですし、それから、私もPLとして、全体のプロジェクトを進めていく上でも、先ほどの先生のコメントというのは、おそらく世界初の日本オリジナルの研究により焦点を絞るということで、実際にそれができ上がったときに、実際に日本初の新しい技術基盤になろうかと思っております。

それから、工業化、コストの話というのも、少しずつというふうに申しあげましたけれども、検討を進めておりますが、後半、まだこれからもプロジェクトが進みますので、その間にぜひそちらも見据えた実効のあるプロジェクトに仕上げたいと思います。ありがとうございます。

**【遠藤分科会長】** どうぞ。

**【前委員】** 全体的には非常に進捗しているという印象なんですけど、2点ほど。まず、今の委員長の話とも関連するんですけども、一応ステージゲート方式で、実用化にいけるグループは助成研究にいくと。その中で、実施体制を見ますと、高熱伝導材料とか、高屈折、光学材料、両方とも——両方とも違うわ、特に高熱伝導材料に関しましては、3つのグループでそれぞれやられているわけです。

その中で、助成との関連の中で、どこが一番近いかというのははっきりわかりませんが、このあたりはあ

る程度絞られてくるのかどうかという点と、それとは逆に、全く反対の話なんですけど、きょう、今ざっとお聞きした話では、例えば、ある樹脂とある金属材料、フィラーなり、そのコンビネーションでのエフェクトが非常によく、中間目標とか、最終目標に達しているよという話だったんですね、概略はそうだったんですよね。全体としまして、もっとコンビネーションがあるような気もするんですよ、当然のことながら。それで、そのあたりに対しての基盤の位置づけですね。だから、今、実際にやっている材料のコンビネーション、ハイブリッドでも何でもいいですが、そのコンビネーションが目標値をクリアしていますよと。それはわかるんですけども、基盤として、そうしたらほかのコンビネーションはないのかというようなあたりについては、今後どう考えているかというのを、ちょっとお聞きしたいと思います。コンセントレーション、両方ありますが。

**【阿尻教授】** 先ほど田谷の方からご紹介させていただきましたけれども、熱伝導材料に関しては、選択、集中といったことも視野に入れています。競争原理を働かせながら、新しいいい材料をつくっていくということですので、もしも重複があるようであれば、プロジェクトの運営体制としても、それを選択していく、あるいは融合させていく、新しい形の組織運営というのが必要だと思います。この辺のところというのは、先生方のご意見もちょうだいしながら、また外部有識者の意見、NEDO内での意見も調整しながら、体制を整えていきたいと思っています。

それから、2つ目のポイントというのは非常に重要なポイントで、先ほど委員長からコメントをいただきました内容にも関係することだと思います。具体的な例を挙げてちょっと申し上げようと思うんですけども、現在進められている表面修飾と分散ということを考えてときに、任意の材料系に対して、例えば、今回の系だけではなくて、磁性材料、誘電材料その他すべてに対して、どういう条件であれば、どういう化学結合の分子を表面に結合させることができるのか。この辺のところ、メカニズム解明のチームが進めつつあります。

これは表面のチャージ、それから、有機分子の解離の状態のマッチングがうまくいかない、どうやらないかという事なんです。これが少しずつわかりつつありますけれども、そこがわかることで、まず結合がわかるということだと思います。どのような分子を結合できるかということが、基盤技術になるんだと思います。

その次は、逆にそれよりも先に設計ということなのかもしれませんけれども、ある表面修飾ナノ粒子を分散させるには、どういう修飾基をつけなければいけないかというポイントに入るんだと思います。こちらのほうも現在進めているところでありますけれども、溶剤への分散状況、それから、高分子の表面への吸着ということの詳細に検討し、それによって親和性の評価というのを進めています。これは最終的には、ナノ粒子が入ったような熱力学、つまり、相分離状態が起きるのか起きないのかといった評価方法のほうに落とし込めれば、これが設計技術基盤になるのではないかと考えています。これについて少しずつ検討を進めているところですけども、非常に重要なポイントだと考え、これからのプロジェクトにおいても、基盤技術の中心に据えて検討を進めてまいりたいと思います。

**【前委員】** もう1点。その中で、もしドラスティックに基盤をやっていく中で、ドラスティックにこのコンビネーションがいいというのが出てきたときに、ごそっと変えるんですか、材料系を。あと2年かもしれません。

**【阿尻教授】** よろしいですか。今のは共通基盤ということでしたので、今のような形で申し上げましたけれども、共通基盤とともに、現在、各社さんがターゲットとしている材料系というのがあります。材料系、先ほどいろいろな評価項目、要求項目がありましたけれども、例えば、耐熱材料であればどのような樹脂を使えばいいかということが、おおよそ自分の得意分野のところであろうかと思っています。例えば、それが決まって、さらに熱伝導材料という形で考えたときには、おおよそボロンナイトライドとか、そういう材料系が選定されます。そうしますと、どのような結合を持たせて、どのような分子を増やせば、あるいはそれにも長い、短いと分布があるのかかもしれませんけれども、いろいろな考え方があろうかと思っています。その辺のところ



がわかってくれば、より高度な設計ができるんじゃないかなと。基盤と、それから、具体的な例というものを並行して検討を進めていけばと思います。

【前委員】 わかりました。そこが一番聞きたくて。各社さんが得意な材料の分野のところで最適値というのが、多分一番実用化に近いと思いますから。ありがとうございます。

【安田委員】 プラスチック関連で、1980年ぐらいにABCというのが言われていて、90年代からナノとかが始まりまして、今はナノが盛りで、今度のを拝見しまして、いわゆる革新的だなと思いました。そういう意味で、東レさんがやっているナノアロイという概念がございまして、これはかなり実際のエンブラに应用されているように思われるんですが、今回の場合、基盤技術として非常におもしろいとは思いますが、どれだけ実際使われている材料に使えるのかなというのが、今後注視したいと思います。

例えば、封止材ですからちょっとあれなんですけれども、耐熱のエンブラ関連をベースとしたもの。どうしても熱硬化というのは、まだ今は全体としては減っていくような材料でございまして、やはり耐熱エンブラ、スーパーエンブラ的なものもマトリックスしたような形のものももう少しあったらいいんじゃないかなという気がしました。ただ今後、私自身もハイブリッドというと、確かにトレードオフという意味での導き方で、非常におもしろいやり方だなと思いついておりました。

【阿尻教授】 ありがとうございます。

【遠藤分科会長】 今、ABCというのが出ましたが、高分子学会でもABC研究会というのがありまして、Aはアロイ、ブレンド・アンド・コンポジットという。それが今、ナノテクノロジー研究会に変わりましたので。今、歴史をお話ししたと思うんですけども。だから、まさにこれはハイブリッドですから、アロイかブレンドかコンポジットか、そういうとらえ方もあるかと思っておりますので、どうかご検討ください。

それから、これは余談ですけども、ボンと最初に出したのは、研究推進者というか、超ハイブリッド材料と皆さんがとらえるのは、どうとらえるんですか。言葉の中で、ここって、もやっとしているんですね。超分子とか超分子ポリマーとか、今はやりなんです。だから、超機能材料とかということで、超ハイブリッドって、ハイブリッドを超えるんですか。それとも、超機能を意味しているんですか。これははっきり1枚目にボンと、例えば、阿尻さんはこうとらえていると。

【阿尻教授】 これは実は、NEDO、あるいは経済産業省さんの方の、一番初めに設定をしたとき、これを超ハイブリッドと呼ぶことにしようということが決まっていたと思うんですが、実際には、先ほどありましたように、分子レベルで界面制御を行う。それによって、今までにない相反機能発現を期待できる、そういうハイブリッド材料。これを超ハイブリッド材料というふうに定義して、その開発をねらいましょうというふうに書かれていたんじゃないかと思っております。私も、それが一番重要なポイントじゃないかなと考えております。

【遠藤分科会長】 だから、1枚目にやっぱりボンと定義をね。定義というのはおかしいけど、プロジェクトを実際展開している人は、こうとらえて展開しているんだよという定義というか、概念というか、コンセプトというか、これをやっぱりちゃんと。我々もよく使いました、超機能とか。今はスーパーモレキュールとか、スーパーということがはやって、超分子ポリマーなんて、これはそういうジャーナルもありますからね。そういうことで、超、スーパーをきちっと定義された方が、我々にはわかりやすいし、これから研究者も、分子レベルと今おっしゃいましたけれども、そういうことで進められたら、少しきっちり位置づけがされるんじゃないかなと思いますけれども。

【阿尻教授】 ありがとうございます。これからプロジェクトの成果を公表していかなければいけない段階にありますし、十分にこれが主張のポイントだということを明言できる形で進めてまいりたいと思います。ありがとうございます。

【遠藤課長補佐】 事業原簿というのがお手元にあるかと思うんですが、その30ページぐらいいったところに基本計画というものが載っております、このプロジェクト全体の基本的な計画、これはこのプロジェクトがスタートする前の募集の段階でNEDOが定めたもの。予算要求を我々は行ってきたわけですけども、

その段階で、どういう事業を進めていくかというのを議論しながら、最終的にはNEDOでまとめていただいたものです。この基本計画を見ますと、今、遠藤先生がおっしゃられたようなところを簡単に読み上げさせていただきますと、「本プロジェクトでは有機・無機ハイブリッド材料に着目し、『単なるハイブリッド化でなく、従来材料では成し得なかったトレードオフ（相反機能）をナノレベルでの界面・分散・構造制御で解消し、相反機能を合目的的に制御・実現することができる技術、あるいはそれに資する技術』を、超ハイブリッド材料技術（ナノレベルの構造制御による相反機能材料技術）と定義し」、5つの課題それぞれを設けて、「我が国の材料産業の発展に大きく貢献する」というようなことで考えてございます。お答えになりますでしょうか。

**【遠藤分科会長】** だから、それは読んでみてこれもわかっているんですけども、例えば、阿尻先生がプロジェクトの説明をするときに、ぴしゃっと最初のOHPに、超ハイブリッド材料とは我々はこうとらえているというキーワードを使ってやってほしいと。そうすると、かなりデモンストレーションも明らかになるし、そういう要望なんです。内容は大体僕もわかっているんですよ。わかりながらこういうことを言うことはちょっとおかしいんだけど。位置づけですから、このプロジェクトの位置づけをきちっと明らかにするために、大衆というのは変だけど、素人にもわかるような、我々無機屋でも高分子屋でも有機屋でもわかるようなハイブリッドの材料のとらえ方を、大抵の人はわかっているけど、しかし、超とついた以上は、それに対して研究者はどうとらえているのかという、この推進力をキーワードを使って簡単に定義してほしいという要望なんです。

**【阿尻教授】** そのようにさせていただきます。ありがとうございます。

<非公開の部>

#### 5. プロジェクトの詳細説明

<公開の部>

#### 6. まとめ（講評）

以下の講評があった。

**【遠藤分科会長】** それでは、審議も終わりましたので、各委員の先生方から講評をいただきたいと思います。それでは、吉永先生から、どうぞ忌憚ないご意見を。

**【吉永委員】** きょうお聞きしまして、ほぼ順調に中間評価では進んでいるという印象を受けました。ほとんどのケースでは、21年度の目標をかなり大きく上回っているという話がございます、順調に進んでいるというのは感じましたけれども、現在の技術で最終目標がその延長上にあるのかどうかという、きょうのお話は、そこがほとんどなかったような気がします。幾つかのところではそれが出ましたけれども。その判断と、それから、今後の最後の2年半ぐらいで、最終の事業化に向けたコストを含めた技術の多様性とか、あるいは展開とか、その辺が必要になってくるんじゃないかなと感じました。それには委員長が言われましたように、界面の制御ということで、私も高分子が専門なんですけれども、そこへの分子設計をもうちょっと頑張らないと、最終的な実用のところの展開がかなり厳しくなるんじゃないかなと感じました。

以上でございます。

**【遠藤分科会長】** よろしくお願ひします。

**【安田委員】** 吉永先生のおっしゃるように、比較的中間段階までは順調に進んできていると思います。1つ実用化関連で、ある程度、やはり最終的にはどういう事業に持っていくかというのが一番の目的でございますから、今後、実用化の方のドライビングフォースを上げて、いろいろな例をやっていかれたらいいかと思います。

簡単でございますが。

**【前委員】** きょうはご苦労さまでした。オリジナリティーもあって、かなり新規な、材料面もプロセッシング

もオリジナリティーがあってよかったと思いますし、目標どおり順調に進んでいると思います。

注文は1つだけで、あくまで僕の認識では、このプロジェクトは基盤研究開発という認識です。それと当然、実用化は視野に入れる必要があるんですが、実用化は助成研究とかそのあたりで旅立っていくんだと思いますので、この基盤技術に関しては、最終目標が終わった段階ぐらいで参画されていない企業の方も、どんどん利用していけるというようなものをつくって、ナノテクを底上げしていただきたいと思います。

以上です。

【中村委員】 全体の中間評価段階における評価というのは、皆様お話しなされたことと全く一緒です。基盤技術として、超臨界水熱合成による外場作製ファイラー、in-situファイラー、金属ナノロッド、セラミックナノワイヤー、金属ナノワイヤーというのと、メカノケミカル分散法、2段重合法というものと、もう一つカップリング剤ですね。既存のカップリング剤をファイラーに適用するというようなことで、全体としてファイラーに関する基盤技術はきちっとしているけれども、複合体というのはファイラーと樹脂なんだというところで、樹脂というと、ここで得られた、きょうお聞きしてすごいなと思ったところは、熱可塑性樹脂が明らかにされなかったんですけども、300℃まで耐えるものがある。そこはすごいなとは思いました。

これからもっと基盤技術という観点では、高熱、高充填の熱伝導材料を、もう少しサイエンスしてもらいたいというのが私の希望です。それから、繰り返しますが、B窒化シリコンですか、ああいうワイヤーをさらに組み込んでくるということが大事かなと。フォローしていただきたいということです。

私のところは基盤技術、その辺ですね。以上です。

【臼杵委員】 私は、一応自動車関連の研究所に勤めているということで、そういう立場で発言させていただきますと、やはり途中でも皆さんおっしゃっていましたが、ハイブリッドですとかEVはますます今後増えてくるということは間違いないことですから、そういったときに、車がどんどん電子化されてきて、熱の問題というのは切っても切れない問題ですので、非常に重要な課題に取り組まれているということは、わりと数年前から取り組まれているので先見の明があるなと思っていますし、それなりの成果が出ているので、非常に今後ますます発展していくといいなということで期待しています。

社内をよくデバイスの人とか、エレクトロニクスの人と話をするんですけども、彼らは、今ある材料の中から、わりと耐久性とか信頼性を確保された材料からまず選んでくるんです。やっぱり我々材料屋ですと、将来を見据えて新しいシーズ技術をつくろうということでやっているんですけども、なかなかそれが生まれてからデバイスの人に持っていても手遅れということが結構あるんですね。そういう意味で、どんどんいいものができた時点で、早目早目にデバイスの人たちを巻き込んで、その方たちと一緒に、ほんとうにこれで最適かどうかを議論しながら応用を考えていくといいなと思いました。

私がよく言われるのは、材料によって、デバイスにドラスティックな変化を持たせてほしいと言われるんです。つまり、液晶テレビが生まれたとか、最近ですと有機ELのテレビが将来出てくるだろうとか、これはまさに材料が生まれたからデバイスが画期的に変わった例としてよく言われて、そういうものを期待しているんだと言われるので、こういう高放熱ですとか高屈折率、こういう材料ができたことによって、デバイスにどんなドラスティックな変化がもたらされるかなということを、もっと原点に戻って応用のほうに提案できるようなこともあっていいかなと思いました。非常に期待していますので、よろしくお願ひします。

【坪川分科会長代理】 最後になりますと、もう言うことがなくなっちゃったんですが、私、昔学生のときに、先生に、粉を制する者は材料を制すると教えられました。きょう、その言葉をちょっと思い出したんですが、きょうは粉の表面改質を制する者は材料を制するという話になっているのではないかと、改めて感じました。きょうは超臨界の水熱合成とか、阿尻先生の基盤技術をもとにしたいろいろな表面処理を聞かせていただきまして、それから、中間目標についても大体二重丸がついていて、順調に進んでいるだろうと思いました。

もう一つ、これも既に遠藤先生初め皆様おっしゃったんですが、高分子の側からの見方というので、粉を制する者は材料を制すると先生から言われたときは、昔は高機能材料をつくろうと思ったら、高分子材料の設計ばかりやっていて、粉の方をほとんどやっている人がいなかったんです。そういう時代と、今、はるか

に変わってきたなど。今は粉の方を一生懸命やられるようになったんだなと思いました。ただ、今度逆にそうすると、高分子の方がおろそかになりつつあるようなので、この高分子材料に入れるときは、こういう表面処理をすればいいですよとか、そういうマニュアルみたいなのが、今度二重丸がついたところの次のステップとして、そういうのを確立していただけたら、ほんとうに実用化も夢じゃないような気がいたしました。

以上です。

**【遠藤分科会長】** 各先生からコメントを言われたので、言うことはあまりないんですが、1つ、ハイブリッドと考えたときは、逆にいえば混ぜるんですよ。だから、技術としてというか、サイエンティフィックには、かなり安易としてとらえられるんですよ。既知のものを混ぜるという考え方がみんなそうですから。そうすると、企業とか、そういうものに対しては、ものすごい展開をしているわけですね。これはコストの問題とか、プロセスの問題とか。問題は、基盤をきちっと考えながら、やっぱり差別化ですよ。基盤、企業からの見通し、企業化という位置づけをほんとうにこのプロジェクトの中から、何十億か何百億か知りませんが、1つでも2つでもほんとうに出す意気があるかどうかです。そこはサクセスストーリーです、NE DOに対しても、1つで僕はいいと思っているんです。

だから、ほんとうにこれは各社で世界を見ても、午前中も言いましたけれども、3,000報とかそこらの特許とかペーパーが出ているわけですね。そこにハイブリッド化を、無機とか有機というハイブリッドで、どう皆さん基盤をきちっとしながら企業見通しをつくって企業化するかというストーリーをどう書くかですね。そのためには、市場調査も要ります。それから、世の中がどう動いているかという調査も必要だと思います。だから、その辺を少し企業とやっていくときは企業の方をお願いして、これは大学には無理ですから、ちゃんと位置づけをされたほうがいいと思います。

それから、基盤となると、もう少しニューマテリアル、無機はいっぱいありますから、高分子とか有機、カルボン酸にしたって何にしたって。これは考えてみたら、はっきり有機・無機のハイブリッドなんですよ。言い切れば、ということは、無機は皆さん、自然と入ってきます、ジルコニア何だかんだ。問題は、きょう聞いていて、やっぱり有機デリバティブとか、その辺が非常に弱いということで、調査研究をして、こういうものを使った方がいいんじゃないかと。MMAばかりじゃなくて、エポキシだけじゃなくて、もうちょっとこういうのを使ったらいいんじゃないかというアイデアが出ていくわけですね。その辺をもう少し有機屋とか、そういう方と議論をして、企業に非常に長けた人もいますから、そういう情報をとられながら、差別化、位置づけをきちっとすれば、必ず僕はここの中から、1つ2つは日本を救う技術が生まれてほしいというのが願望ですけども、ぜひそうやってほしいと思います。

評価に関しては全く問題ありません。慣れない方もたくさんいて、ここまで2年半のうちにはかなり基盤技術とか、基盤プロセスということマスターしてきて、今後どうアクセルを踏むか。そのアクセルの踏み方を間違ったらまずいので、市場調査とか調査、そういう情報もきちっとしないと、自分が何だったかということはあるから。これは世界がどう動いているか、日本は動いているか。ものすごい動いているわけですよ、ハイブリッドというのは。ある面では、大学人はプロセスはのぞいていても、皆さん、純粋なるピュアサイエンティフィックじゃないととらえていきますから、そこまでは言わないで、結果オーライでいくには基盤も要る、調査も要る。だから、そのシナリオをぜひ書いて、後に残された2年半をきちっとやっていければ、何かこのプロジェクトのサクセスストーリーが書けると思いますので、ぜひ頑張ってください。

以上でございます。

**【阿尻教授】** 一言。きょう丸々1日かけて、先生方から大変貴重なご意見をいただきました。一番最後の講評のところでもまとめられたと思いますけれども、3つのチームでありますけれども、ぜひこれから先生方のコメントを生かせるように。最後に委員長の方からございましたけれども、日本を救うと。世界に誇れるような新しい産業技術基盤をつくれるように、もう一度体制も見直しながら、最終目標に向かって推進して

まいりたいと思います。どうもありがとうございました。

7. 今後の予定

8. 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  
標準的評価項目・評価基準 (参考)
- 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 5-1-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-1-2 事業原簿 (非公開)
- 資料 5-2 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
- 資料 6-1-1 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
研究開発成果について  
概要
- 資料 6-1-2 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
研究開発成果について  
②相反機能発現のための基盤技術開発
- 資料 6-1-3 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
研究開発成果について  
③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
- 資料 6-1-4 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
研究開発成果について  
④材料設計に資する統合評価・支援技術開発
- 資料 6-1-5 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
研究開発成果について  
①超ハイブリッド材料創製技術開発
- 資料 6-1-6 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
化学技術戦略機構・産総研グループによる説明  
実用化の見通しについて
- 資料 6-2-1 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
三菱化学グループによる説明  
研究開発成果について
- 資料 6-2-2 プロジェクト詳細説明 (非公開)  
三菱化学グループによる説明

- 実用化の見通しについて
- 資料6-3-1 プロジェクト詳細説明（非公開）  
東レダウ・コーニンググループによる説明  
研究開発成果について
- 資料6-3-2 プロジェクト詳細説明（非公開）  
東レダウ・コーニンググループによる説明  
実用化の見通しについて
- 資料7 今後の予定

以上