

研究評価委員会  
「超ハイブリッド材料技術開発」(中間評価)分科会議事要旨

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 臼杵 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  
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  
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

<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 主査  
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  
(J C I I、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) ②相反機能発現のための基盤技術開発
      - (1-3) ③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
      - (1-4) ④材料設計に資する統合評価・支援技術開発
      - (1-5) ①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) ②相反機能発現のための基盤技術開発
      - (1-2) ③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
      - (1-3) ④材料設計に資する統合評価・支援技術開発
      - (1-4) ①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)③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発

(1-3)①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

## 議事要旨

<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。

主な質疑内容：

- ・日本が競争優位に立つことは重要なことと認識しているし、概要報告を聞いて立てそうな気がした。他社でまねの出来ない技術という話をされたが、産業はグローバル化しており、知的財産権を取得したうえで世界各地で汎用的に作る仕組みが必要。そういう観点で進めれば、さらなる発展に繋がるし日本として更なる競争優位に立てると思うとのコメントに対し、日本初、世界初の技術が出来つつあるし、知的財産確保についても順調に進んでいる。知財を確保したうえで世界に発信できる基盤技術にしていくことが重要なポイントとの考え方で、研究を進めていくとの回答があった。
- ・中間目標、最終目標の設定根拠は何か。基盤技術の開発だというのが、実用化と最終目標との関係はどうかとの質問に対し、18枚目のパワーデバイス材料の場合は、アルミナ相当・セラミックス代替可能という非常に高い熱伝導率を目標に掲げた。国プロとして、革新的に高い目標にすべきだということで決めた。20枚目の光学材料では、屈折率1.7が設定値であるが、ジルコニアやチタニアを分散させて確保しようとするとう充填率が数十%になる。極めて高濃度で均一分散する必要がある。光学材料以外に、誘電体や磁性体等の分散にも全く同

様な展開ができるので基盤技術としての目標設定値という意義もある。それから、熱伝導材料も基盤技術として考えた時、フィルターの表面修飾を高濃度で行うプロセス技術、単に分散させるだけでなく、パーコレーション構造を作らせる技術は、新しい基盤技術になり、電気伝導度材料開発などのもつながる。いろいろな分野への応用できる基盤技術が、この達成目標値によってクリアできるのではないかと考えているとの回答があった。

- 高い目標設定を既に達成しているものもあり、非常に良い進捗だと思うが、最終的には、コストが問題になる。コストダウンの検討はどうかとの質問があり、JCII テームの方で超臨界プロセスを開発しており実用化の見通しと合わせて、市場規模対応の生産量でコスト評価をしている。熱伝導度材料の初期段階 10 トン/年、高・低屈折材料（反射防止フィルム）の 10 トン/年は、現在の運転規模であり、コスト的にも十分見合うという結果が出ている。レンズはもう少し大きな市場で 100 トン/年以上になり、どこまでスケールメリットが出てくるかがポイント。海外を含めエンジニアリングメーカーと協議を進めている。通常の超臨界プロセス異なり、高温・高圧でも非常に小さなプロセスであり、スケールアップすると周辺の分離・リサイクルプロセスのコストが支配的になり、通常のケミカルプラントのコストに近づく。100 トン/年でも十分に視野に入るのではないかと回答があった。
- 必要性の観点では、世の中の製品・商品は全てほとんど複合材である。エコマテリアル創生材料ということで、耐熱、耐久、熱、光に目を向ける全体プロジェクトは意義がある。高熱部材、反射防止材料を目指し非常に順調に進んでいる。疑問点として、熱伝導率という数値プラス界面の熱抵抗を抑えることが大事な技術ではないかと思う。エポキシ樹脂は、パワーユニット等の用途で 150°C の耐熱レベルで用いられているが、もう少し耐熱温度を上げられれば、電流密度が上げられ、CO<sub>2</sub> の抑制にもなり意義があるとのコメントがあった。界面の熱抵抗は複合材料開発で非常に大きなファクターである。どれだけ下げられるかがキーポイントであり、そのために粒子表面に分子を化学結合で高密度にどれだけはやせられるか検討している。絶縁破壊に対してミクロの空隙は電界集中に繋がり、それも同時に解決できるのではないか。耐熱材料に関しては、より耐熱性の高い材料開発、あるいは材料の利用などを視野に入れてやっているとの回答があった。
- 本プロジェクトは、テーマが少し広がり過ぎりすぎているのでは。選択と集中が必要である。あと 2 年しか開発期間がない。また、どこが基盤技術でどこが工業化の見通しなのか、区別化したプレゼンテーションにしてほしい。それから、工業化は、見通しでは甘い。甘い逃げられる。コストも考慮した市場調査をしてほしい。本プロジェクトは基盤技術開発が目的としているが、NEDO の研究開発は、最終的には工業化に貢献することが目標ではないかとのコメントがあり、それに対し、先に述べたように市場調査、原価計算を含めて実用化に向けてさらにしっかりやっていくとの回答があった。ハイブリッドはクリエイティブなオリジナリティが大事である。プロジェクトが終了して、目的は何だったのだろう、という批判があるかもしれないとのコメントに対して、日本発、世界初のオリジナルな共通基盤技術開発に焦点を絞ることが重要である。後半、コスト、工業化を見据えてその基盤技術の確立を目指した研究をさらに進めていくとの回答があった。
- 全体としては進捗している印象である。ステージゲート方式で、実用化に進めるグループは助成研究に進むが、高熱伝導材料は 3 つのグループが取り組んでいる。助成との関係で、絞られてくるのか。また、或る樹脂と金属フィルターのコンビネーションでは最終目標を達成しているようだが、全体としてもっとコンビネーションがあるような気がする。共通基盤技術を確立していくために、他のコンビネーションはないのかとの質問があり、熱伝導材料は、選択と集中を考えていく。重複があれば、選択、あるいは融合させるなど、委員・NEDO の意見を聞きながら行っていく。また、基盤化するための研究についても、表面修飾と材料に関しては、どういう条件であれば、どういう化学結合ができるか。表面チャージと有機分子の解離のマッチングの重要性といった機構が分れば、基盤技術になる。現在メカニズムの解析をしている。設計の観点からは、どういう修飾基を付ければ、何に分散できるかが分かることは重要であり、これは、溶剤への分散、高分子への吸着、親和性の

評価に繋がっている。最終的には、これらの研究成果は、ナノ粒子の熱力学、評価方法に落とし込める。それが材料設計のための共通基盤技術になると考えている。今後さらに基盤技術の中心に据えて研究していくとの回答があった。さらに、ドラスティックにこのコンビネーションがよいとなれば、材料系をごそつと変えるのかとの質問に対し、各社、得意分野、戦略があり、おおよそどのような樹脂材料が良いか選定している。さらに、目的とするハイブリッド材料の狙いにあったフィラー材料を選定したうえで、界面制御の基盤技術を導入してより高度なものにしていくように進めているとの回答があった。

- ・プラスチックでは、1980年代はABC（アロイ・ブレンド・コンポジット）、1990年代からナノが始まり、そして今はナノが盛りである。ナノアロイを東レが取り組んでおり、実際のエンブレに应用されている。本報告を聞いて、基盤技術として面白いが、実際にどれくらい使われるのか今後注視したい。熱硬化樹脂は全体として減っていく傾向ではあるがスーパーエンブレ（耐熱）などをマトリックスにしたものをもう少し取り組んでいくのがよいのではとのコメントがあった。
- ・超ハイブリッドという言葉はどう捉えるのか。ハイブリッドを超えるのか。機能が超えるのかとの質問があった。経済産業省・NEDOが作成した基本計画で初めて定義しているとの回答があり、その内容を紹介した。それを受けて、発表の1枚目で、定義をきちんとしてほしかったとのコメントがあった。

#### <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）

- ・ほぼ順調との印象を受けた。21年度末目標をほとんどが上回っている。しかし、現在の技術の延長線上に、最終目標があるのかどうかの話しがほとんどなかった。今後、その判断と事業化に向けてコストを含めた技術の多様性とか展開が必要。界面制御への分子設計をもう少し頑張らないと最終の実用化の展開がかなり厳しくなるではなかと感じた。
- ・中間段階までは比較的順調である。実用化関連で、最終的にどういう事業に結びつけるかが目的である。今後実用化にドライビングフォースを上げて、色々な例を、取り組んでいかれたらよい。
- ・プロセス、材料で新規なものが開発されており、よかった。中間段階までは順調に進んでいる。本プロジェクトは基盤技術開発と認識している。実用化は助成研究に移って進められるが、開発された基盤技術は参画されていない企業の方もどんどん利用できるようにして、ナノテクの底上げをしてほしい。
- ・全体としてフィラー技術の基盤はしっかりしている。複合材料の研究は樹脂とフィラーが対象である。熱可塑性樹脂で300℃でも耐えるものがあるのはすごい。基盤技術として、高耐熱、放熱（熱伝導）材料について、サイエンスしてほしい。β-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>のワイヤーは、フォローしてほしい。
- ・自動車メーカーの立場から述べる。HEV、EVは、益々増えてくることは間違いない。電子化され、熱の問題が切っても切れなくなる。数年前から取り組んでおり、先見の明がある。デバイス、エレクトロニクスの開発担当者は、既存の材料の中から耐久性、信頼性が確保された優れたものを選ぶ。新しいシーズを持っていても、もう手遅れになる場合がある。良いものができたら、直ぐに持ち込んで、一緒に考えてより良いものにしていくことが大事である。液晶や有機ELのテレビのように、材料によって、ドラスティックな変化が起こることを期待している。高放熱、高屈折材料がデバイスにどんなドラスティックな変化をもたらすかの提案が出来たら良いと思う。本プロジェクトを非常に期待している。
- ・「粉を制するものは材料を制する。」とかつて教わったが、粉の表面改質を制するものは材料を制するという印象を受けた。中間目標の達成状況も順調である。かつては、高機能材料の開発は高分子側からの取り組みが行われた。本プロジェクトは、粉側から取り組んでいる。高分子の方からの取り組みがおろそかになっている感じがする。この高分子には、こういう表面改質をしたらよいということを確認してくれたら、実用化も夢ではない気がした。
- ・ハイブリッドとは、混ぜることである。だから、技術としてサイエンティフィックには、安易に捉えられる。

企業は、ものすごくコストや事業見通しなどを厳しく考え、展開している。基盤技術を考えながら差別化をしてほしい。本プロジェクトの中から、何十億円、何百億円の市場規模の製品を出す意気があるかどうか、企業化のストーリーをどう描くかが重要です。ハイブリッドの論文、特許等は、年間 3000 報とか出ている。市場調査、世の中の動きを調べることはストーリー作りには必須であり、大学で調べるのは難しいので、協力する企業にお願いしてやってもらうのが良いと思う。

基盤となると、ニューマテリアルの開発である。無機はたくさんあり、自然に手に入ってくる。高分子、有機が問題である。無機・有機のハイブリッドであり、有機デリバティブが非常に弱い。MMA、エポキシだけでなく、他の樹脂も検討した方がよい。有機屋と議論して、差別化、位置づけをきちんとすれば、一つか二つ必ず日本を救う技術が出てくるのではないかと期待している。

評価に関しては問題ない。慣れない基盤技術をマスターしてきた。今後、アクセルの踏み方を間違えると、まずくなる。ハイブリッドの世界はものすごい速さで動いている。調査、情報収集をきちんとして、シナリオを書いてほしい。サクセスストーリーを書けるように頑張ってもらいたい。

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