

「超ハイブリッド材料技術開発  
(ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発)」  
事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿 .....	1
プロジェクト概要 .....	2
評価概要（案） .....	9
評点結果 .....	12

## はじめに

本書は、第31回研究評価委員会において設置された「超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）」（事後評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年8月17日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第34回研究評価委員会（平成25年1月15日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年1月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造  
制御による相反機能材料技術開発）」分科会  
（事後評価）

分科会長 木村 良晴

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による  
相反機能材料技術開発）」（事後評価）

### 分科会委員名簿

（平成24年8月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	きむら よしはる 木村 良晴	京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 教授
分科会長 代理	まえ かずひろ 前 一廣	京都大学 大学院工学研究科 化学工学専攻 教授
委員	かみや ひでひろ 神谷 秀博	東京農工大学 大学院生物システム応用科学府 教授
	くろす としき 黒須 俊樹	株式会社 日立製作所 電力システム社 電機システム事業部 パワーデバイス本部 主管技師長
	ごとう もとのぶ 後藤 元信	名古屋大学 大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 分子化学工学分野 教授
	たかはし よしかず 高橋 良和	富士電機株式会社 技術開発本部 電子デバイス研究所 Si デバイス開発センター センター長
	やすだ たけお 安田 武夫	安田ポリマーリサーチ研究所 所長
	やました たかし 山下 俊	東京理科大学 理工学部工業化学科 准教授

敬称略、五十音順

## プロジェクト概要

		最終更新日	平成24年8月8日
プログラム（又は 施策）名	ナノテク・部材イノベーションプログラム		
プロジェクト名	超ハイブリッド材料技術開発 （ナノレベル構造制御による相反機能 材料技術開発）	プロジェクト番号	P08022
担当推進部/担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 沖博美（平成23年4月～現在） ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 田谷昌人（平成21年4月～平成23年3月） ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 小林和仁（平成20年4月～平成21年3月） 経済産業省 製造産業局 化学課（平成19年4月～平成20年3月）		
0. 事業の概要	<p>従来実現が不可能と考えられていた、相反する複数機能（トレードオフ機能）を両立できる材料を、異種素材の組合せ（ハイブリッド化）により実現するための技術を開発する。</p> <p>要素技術として、異種材料間の界面挙動の制御と最適化により、ナノレベルよりもさらに微小な原子・分子レベルでのハイブリッド化構造・配列制御のための合成技術を開発する。従来の単一材料では実現困難であったトレードオフの性能を引き出すことで、電気・電子材料、光学材料等を出口イメージとした、高機能革新部材製造に必要な技術基盤を開発する。</p> <p>ユーザーニーズに対応した総合的機能を発現し得る異種素材のハイブリッド化を設計、提案できる能力養成プログラムを研究開発プロジェクト実施と並行して実施することにより、我が国材料産業の人材育成にもつなげる。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>1. 事業の位置付け 本プロジェクトは、『情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどあらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新（ジャンプアップ）をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能にすること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の一環として取り組むものである。極めて広範囲な産業領域に波及する材料・部材領域について、ユーザー製造業等との連携（川上・川下連携）を促進するプロジェクト体制（垂直連携）で実施することで、高度な部材産業群の「すり合わせ力」を一層強化する。</p> <p>2. 必要性 我が国の材料産業は、国際的に高い技術力と競争力を有し、経済社会の発展を支えている。しかし、川下産業との取引のオープンに伴いユーザーとの連携の希薄化が進行する一方で、汎用的な材料技術はアジア諸国の技術力向上によるキャッチアップが進行している。そのため我が国において産学官を含む連携の強化（川上川下の垂直連携、材料創製と加工の水平連携など）を図ること、次世代の材料分野での高付加価値化に資する高度な技術開発が、今後のイノベーション促進に必要不可欠な課題となっている。すなわち、材料技術の高度化・高付加価値が、国際競争力を強化し、新たな市場や雇用を創出する厳選として期待されている。</p> <p>材料産業の急速な発展を背景に、部材分野における半導体関連部材（パワーデバイス材料）、光学部材（空間光制御部材）、ディスプレイ部材（低屈折率材料）などの位置付けられる有機・無機ハイブリッド材料は大幅な性能向上が期待されている。しかしながら、有機材料に無機材料を混ぜていくと、無機材料の性質が付加されるものの、有機材料の長所が失われる。したがって、単なるハイブリッド化ではなく、従来材料ではなし得なかったトレードオフ（相反機能）をナノレベルでの制御・実現する難易度の高い技術開発が必要である。また、産業界の強いニーズである新規製品・サービスを創造するためには、従来の試行錯誤的な材料開発手法ではリソースの投資効率鈍化やエネルギーや環境への負荷増大が避けられなかった。</p> <p>この背景、理由により民間投資のみに任せるのではなく、NEDOにて産学の科学的知見、研究開発力を結集して、新しいパラダイムに基づく、有機・無機ハイブリッド材料の開発を推進し、これを産業技術へ繋げていくと共に、社会の共通基盤として情報の整備、提供を通じて科学的知見の基づいた正確かつ適切な認識の醸成を図る事業方針に基づき、国家的、集中的プロジェクト実施が必要である。</p>		

II. 研究開発マネジメントについて

<p>事業の目標</p>	<p>①超ハイブリッド材料創製技術、②相反機能発現基盤技術、③相反機能材料創製プロセス基盤技術、④材料設計に資する総合評価・支援技術の4技術を確立し、これまでにない相反機能の両立を可能にした超ハイブリッド材料を実現し、我が国材料産業発展に大きく貢献する。 以下、最終目標（平成23年度末）の概要を記載する。</p> <p>① 超ハイブリッド材料創製技術開発 研究開発項目②相反機能発現基盤技術開発、研究開発項目③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発、研究開発項目④材料設計に資する総合評価・支援技術開発の成果をもとに、具体的にいくつかの部材について従来材料では実現できなかったトレードオフを解消するとともに、市場評価が可能な成果物を供試し、市場（ユーザー）から、客観的実用化研究課題を抽出する。また、単なる相反機能の解消ではなく、相反機能を制御・実現する技術を開発する。</p> <p>② 相反機能発現基盤技術開発 従来材料では実現できなかったトレードオフを解消するため、相反機能発現に必要な界面制御、分散、配向制御等の基盤技術を開発・確立する。</p> <p>③ 相反機能材料創製プロセス基盤技術開発 官能基導入ナノ粒子等の高効率合成プロセス及び均一分散・配向・配列プロセス基盤技術を開発し、これらプロセスが連動した相反機能材料創製プロセス基盤技術を開発・確立する。</p> <p>④ 材料設計に資する総合評価・支援技術開発 相反機能を発現する、材料・部材の基本構造の特性解析及び設計に関する総合評価・支援技術を開発・確立する。</p> <p>研究開発項目① 「超ハイブリッド材料創製技術開発」</p> <p>（1）機能合目的的達成手法の提案 以降の（I）～（III）に示す分野の部材について、下記の最終目標値を達成する一手法以上を提案すること。ただし単に目標値を達成するのではなく、相反機能を合目的的に実現する手法であること。 [最終目標（平成23年度末）]</p> <p>（I）電気・電子材料分野 [1]パワーデバイス周辺材料（モーター、自動車電装品） 熱伝導率<math>\geq 40\text{W/mK}</math>、耐熱性<math>\geq 400^\circ\text{C}</math>、絶縁破壊電圧<math>\geq 50\text{kV/mm}</math>、易成型性であること。 [2]ICパッケージ周辺材料（熱伝導材料、封止材） 〈非絶縁タイプ〉熱伝導率<math>\geq 60\text{W/mK}</math>、 接着強度（熱サイクル1000回後）<math>\geq 1\text{MPa}</math>（at <math>260^\circ\text{C}</math>） 〈絶縁タイプ〉熱伝導率<math>\geq 15\text{W/mK}</math>、体積抵抗率<math>\geq 10^{11}\Omega\cdot\text{cm}</math>（at <math>150^\circ\text{C}</math>）、 接着強度（熱サイクル1000回後）<math>\geq 1\text{MPa}</math>（at <math>260^\circ\text{C}</math>） [3]高放熱性材料 熱抵抗値<math>\leq 0.01^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}</math>（厚さ10–100<math>\mu\text{m}</math>）、硬化前粘度<math>\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}</math> [4]高耐熱材料 貯蔵弾性率の低下率（室温と<math>300^\circ\text{C}</math>での値の比較）<math>\leq 10\%</math> 熱膨張係数<math>\leq 1.5 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}</math>、硬化前粘度<math>\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}</math></p> <p>（II）光学材料分野 [1]低屈折率材料（機能性光学薄膜、ディスプレイ基板、光導波路） 屈折率<math>\leq 1.4</math>、鉛筆硬度（JIS K5600）<math>\geq 4\text{H}</math>、全光線透過率<math>\geq 90\%</math> 易成型性 MFR（メルトフローレイト JIS K7210）<math>\geq 30\text{g}/10\text{min}</math> [2]高屈折率材料（機能性光学薄膜、ディスプレイ基板、レンズ） 屈折率<math>\geq 1.7</math>、鉛筆硬度（JIS K5600）<math>\geq 3\text{H}</math>、全光線透過率<math>\geq 90\%</math> 易成型性 MFR（メルトフローレイト JIS K7210）<math>\geq 10\text{g}/10\text{min}</math></p> <p>（III）その他工業材料分野 [1]放熱性材料（液晶画面用LED放熱用、燃料電池車・ロボット駆動部放熱用） 熱伝導率<math>\geq 40\text{W/mK}</math>、成形粘度<math>\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}</math>、耐衝撃性<math>\geq 24\text{J/m}</math>、 比重<math>\leq 2.5</math>、体積抵抗率<math>\geq 10^{12}\Omega\cdot\text{cm}</math></p> <p>（2）市場評価可能とする成果物の供試 上記の目標達成を客観的に判断できるように、市場評価が可能な条件（形態・数量）を明らかにし、成果物を供試する。市場評価を受けて、実用化するための課題を客観的に抽出する。</p>
--------------	---

事業の目標	<p>研究開発項目② 「相反機能発現基盤技術開発」          [最終目標 (平成 23 年度末)]          研究開発項目①「超ハイブリッド材料創製技術開発」の最終目標に達成する相反機能の発現機構を明らかにし、それに基づき相反機能発現材料のナノ空間・構造制御手法を確立する。</p> <p>研究開発項目③ 「相反機能材料創製プロセス基盤技術開発」          [最終目標 (平成 23 年度末)]          研究開発項目①「超ハイブリッド材料創製技術開発」の最終目標に達成する相反機能の発現する材料を合成するプロセスを確立する。</p> <p>研究開発項目④ 「材料設計に資する統合評価・支援技術開発」          [最終目標 (平成 23 年度末)]          相反機能材料の表面・界面、バルク・深さ方向の構造及び状態をナノレベルまでの分解能で複合的・多元的に解明できる計測手法を構築する。得られた計測結果に開発部材の機能評価、相反機能発現・相反機能材料創製過程における評価から得られる分解能、雰囲気などが異なる階層的なデータを統合、情報科学的に処理し、機能発現に関わる経験則などの新しい知識体系として取り出すための手法を開発する。得られた結果を超ハイブリッド材料の設計に反映させる。</p>							
	事業の計画内容	主な実施事項	H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	総額
		①超ハイブリッド材料創製技術開発	353	319	187	207	255	1321
②相反機能発現基盤技術開発		159	109	115	58	123	565	
③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発		155	208	258	105	234	961	
④材料設計に資する統合評価・支援技術開発		133	81	69	49	58	391	
その他								
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位:百万円)	会計・勘定	H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	総額	
	一般会計	800	620	590	420	543	2973	
	特別会計 (一般・電源・需給の別)	0	0	0			0	
	加速予算 (成果普及費を含む)	0	97	39		128	264	
	総予算額	800	717	629	420	671	3237	
開発体制	経産省担当原課	産業製造局 化学課						
	プロジェクトリーダー	国立大学法人 東北大学 多元物質科学研究所 教授 阿尻雅文						
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	東北大学、東京工業大学、長岡技術科学大学、九州大学、(独)産業技術総合研究所、(一財)化学研究評価機構(参加企業:日東電工(株)、日立化成工業(株)、電気化学工業(株)、住友ベークライト(株)、日油(株)、新日鐵化学(株)、住友大阪セメント(株)、(株)アイテック、(株)戸田工業(~H22)、三菱化学(株)(香川大学(H23~)、大阪大学(~H22)、関西大学、(地独)大阪市立工業研究所、油化電子(株)(~H21)、東レ・ダウコーニング(株)(東京大学(~H21))						

中間評価結果への対応	<p>国策に適合した公共性が十分にある、専門分野の研究機関が有機的かつ競争的に研究を推進する体制で進められている、世界的に独創性のある一定以上の成果があるとの評価が得られた。提言としては下記に示すものをうけ、それぞれに対し計画への反映を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料設計の目的をはっきりさせ、今までにない新規性とコンセプトと力強く提案すること <ul style="list-style-type: none"> <li>→新規性とコンセプトを意識し、コスト面、生産技術面の課題を明確にしながら実用化を目指す。</li> </ul> </li> <li>・プロセス技術に関して、生産技術としての課題を明確にすること <ul style="list-style-type: none"> <li>→大型装置を導入し、超臨界のスケールアップ時の問題点とコスト構造を把握し、対策を講ずる。</li> </ul> </li> <li>・有機合成や高分子合成の専門家を交えて、精密に高分子材料設計を行うべき。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→高分子の専門家を追加。</li> </ul> </li> </ul> <p>また、目覚ましい技術的成果が期待される案件に対しては、更なる追加配分を行い、加速的に研究を進捗させた。</p>	
情勢変化への対応	<p>進捗状況や技術推進委員会の結果をふまえ、当該技術分野における国際競争上の優位性が確立できることが期待されるテーマに関して、研究加速財源の配分を行った。</p>	
評価に関する事項	事前評価	18年度 実施 担当 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課
	中間評価	21年度 中間評価実施
	事後評価	24年度 事後評価実施

# 技術分野全体での位置づけ

(分科会資料5—1より抜粋)

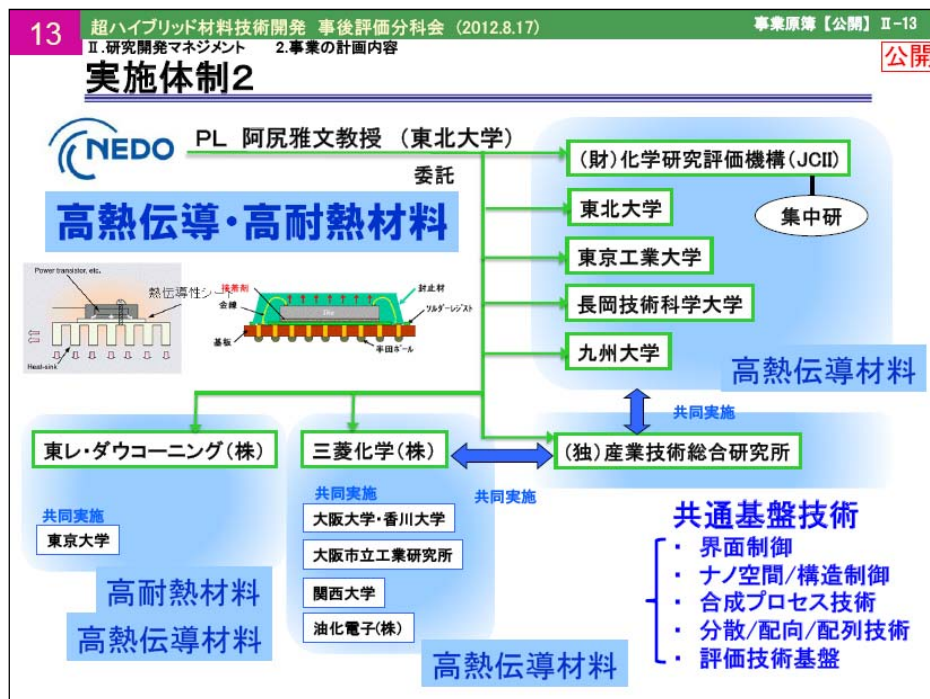
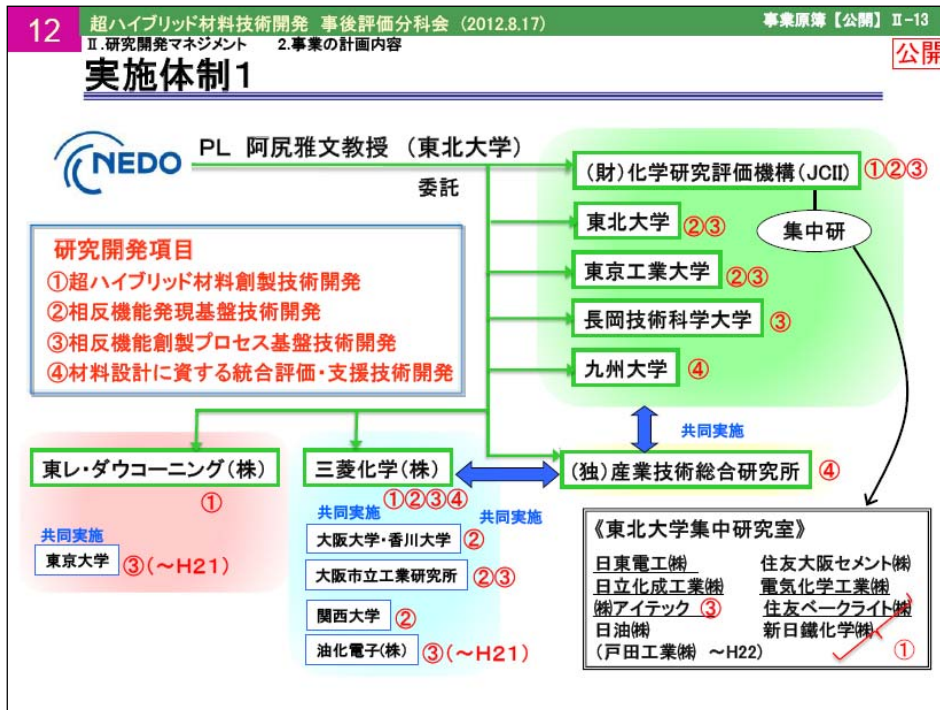
5 超ハイブリッド材料技術開発 事後評価分科会 (2012.8.17)		事業原簿【公開】 I-4
I.事業の位置づけ・必要性 1.事業の背景		
<b>公開</b>		
<b>超ハイブリッド材料への要求</b>		
分野	情報家電・自動車分野	高度情報通信分野
対象材料	<b>高熱伝導・高耐熱材料</b> 【放熱シート】 【封止材】 【接着剤】 	<b>光学材料(高・低屈折率)</b> 【反射防止フィルム】 【レンズ】 【LED封止材】 
ユーザからの要求事項	高熱伝導性 ↔ 易成形性 <b>トレードオフ</b>	高・低屈折率 ↔ 透明性 <b>トレードオフ</b>
従来材料	高分子・金属・セラミック材料単体では実現できない 有機・無機材料を複合するが、トレードオフを解消できない 	
超ハイブリッド材料		

7 超ハイブリッド材料技術開発 事後評価分科会 (2012.8.17)		事業原簿【公開】 I-5, 6
I.事業の位置づけ・必要性 3.事業の位置づけ・必要性		
<b>公開</b>		
<b>事業の位置づけ・必要性</b>		
<b>国の政策における位置づけ</b>		
<b>イノベーションプログラムの中で実施</b>		
1.「イノベーションプログラム」の中での体系的推進 (Inside Management & Accountability) ● 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。 ● 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。 2.「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (Outside Communication & Networking) ● 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。 ● 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。		
<b>IT IPG</b> ①ITコア技術の革新 94億円 ②省エネ革新 42億円 ③情報爆発への対応 44億円 ④情報システムの安全性等 63億円 21年度予算 244億円	<b>ナノテク・部材 IPG</b> ①ナノテク加速化領域 36億円 ②情報通信領域 28億円 ③ライフサイエンス・健康 ・医療領域 16億円 ④エネルギー・資源・環境領域 78億円 ⑤材料・部材領域 27億円 ⑥共通領域 4億円 21年度予算案 188億円	<b>環境安心 IPG</b> ① 12億円 21年度予算 50億円
<b>エネルギー IPG</b> ①総合エネルギー効率の向上 707億円 ②運輸部門の燃料多様化 278億円 ③新エネルギー等の開発・導入促進 369億円 ④原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保 268億円 ⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用 479億円 21年度予算 1,281億円※2	<b>環境安心 IPG</b> ①地球温暖化防止新技術 60億円 ②3R 33億円 ③環境調和産業バイオ 57億円 ④化学物質総合評価 11億円 ⑤共通領域 4億円 21年度予算案 165億円	<b>航空機・宇宙産業 IPG</b> ①航空機産業の基盤技術力の維持・向上 233億円 ②宇宙産業の国際競争力強化 87億円 21年度予算案 320億円

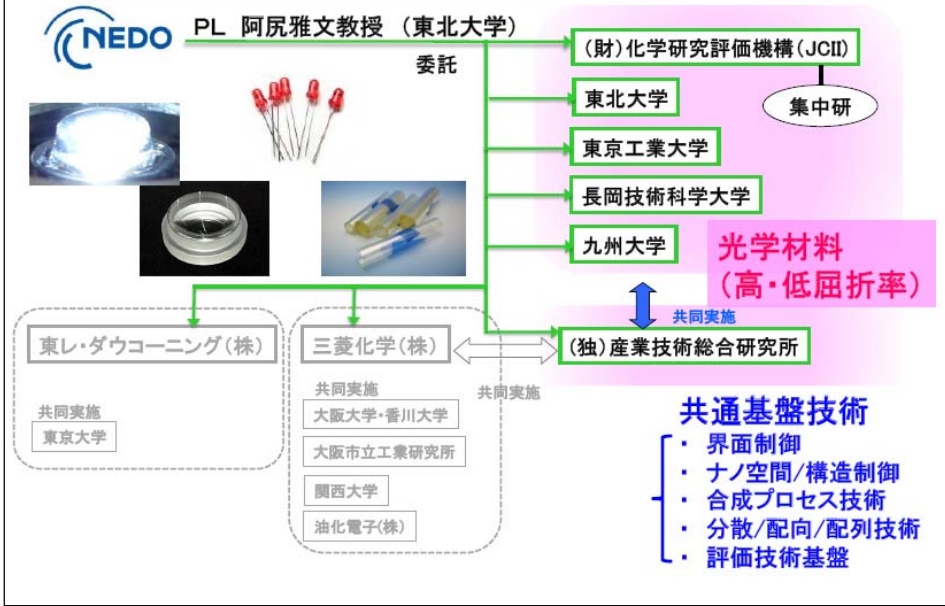


「超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）」

全体の研究開発実施体制



### 実施体制3



# 「超ハイブリッド材料技術開発

(ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発)」(事後評価)

## 評価概要 (案)

### 1. 総論

#### 1) 総合評価

無機微粒子充填法に基づく有機・無機ハイブリッド材料の相反機能を同時に達成できるナノレベルでの構造制御を実現する革新的創製技術を確立した。超臨界下でのナノ粒子の形成法ならびにナノ・マイクロ粒子の表面修飾法を新たに開発し、その充填によるポリマーハイブリッドの材料作製を行った。更に、性能・機能との相関性を克明に解析した。成果は全ての研究で、既往の常識を遥かに超えた最終数値目標に達しており、世界トップの独創性のある成果が得られている。超臨界場を用いた微粒子の表面修飾を商業的に応用できる製造装置も上市できており、この手法が日本の国際競争力の強化に貢献できる独自技術として成立する可能性は高い。研究マネジメントについてもプロジェクトリーダーを中心に光、熱的機能にターゲットを絞って特性の向上を進め、実用化、製品化につなげる明確なシナリオができ、かつ、共通基盤となる材料基礎科学構築の土台も作っており、極めて優れたマネジメントを行ったと評価できる。

各研究とも個別新材料の創製法は確立しているが、生産化を視野に入れた課題整理がされている研究がある一方、一部で十分になされていないものもある。それらの研究では実用化へ向けて生産化のためのより具体的な技術開発項目のロードマップを今後の開発においては明確にしていく必要がある。また、無機系微粒子の各表面修飾法の効率と有効性、マトリックス高分子の寄与の程度、界面構造と相反機能の関係など、学術的に明らかにされた知見を、より一般的な知見として全体をまとめてほしい。

#### 2) 今後に対する提言

新しい有機性表面を有するナノ微粒子が実現したことで、新しいナノサイエンスの展開が可能となり、実用化を目指したハイブリッド材料の科学・技術両分野でのイノベーションが期待される。本事業で開発された技術は、今回対象とした材料だけでなく様々な材料へ応用できるポテンシャルがあるので、さらに具体的な用途、活用する企業を発掘して応用展開し、今後事業化が拡大されることを望む。

プロジェクト終了後、東北大学を中心にスタートしたコンソーシアムで人材の継続的育成と確保をしながら、継続的に実用化に向けた課題への取り組みと、相反する性質を有する物質の界面に関する理論的、本質的解明、基礎的原理といった共通基盤学理を構築することは、きわめて重要である。このような取り組みに対しては、国レベルの予算、研究施設の整備などのサポートを検討して欲しい。

## 2. 各論

### 1) 事業の位置付け・必要性について

ハイブリッド材料のイノベーションを目指して、全方法論を一堂に集めて、あらゆる方向から研究開発を行うというのは、公共性の高い NEDO のプロジェクト以外では実現しない。本プロジェクトは NEDO が関与するのに適した事業であり、化学部材分野の国際競争力の強化という国の産業政策の根幹として取りまねばならない課題に適合している。また、世界的にみても高い目標を設定した次世代材料技術の共通基盤に相当するもので公共性の高い事業である。このような長年の科学技術上の懸案に対する新たな取り組みをサポートしながらイノベーションを実現していく事業は極めて重要である。

### 2) 研究開発マネジメントについて

ユーザーへのサンプル提供や意見聴取など内外の技術・市場動向を分析し、光学及び熱的部材にターゲットを絞り、明確な数値目標や、指標が設定された。数値化された材料性能を研究開発目標に掲げて、それらを達成するため複数のアプローチに基づく種々の方法論が試され、その結果全ての個別テーマで目標値を達成した。また、プロジェクトリーダーの強力な指揮のもと、集中研を始め、15以上に及ぶ研究機関を有機的に連携して新分野の共通基盤の構築、材料開発の進捗を促進している。また、運用上の体制ばかりでなく、学理／材料設計・評価／生産プロセスが三位一体で基礎～実用化まで論理的に推進できる形になっている点は国の基盤研究の見本となりうるものと高く評価できる。研究開発チームはそれぞれの役割が明確で優れたチーム構成であり、開発者同士の競争も十分に行われる体制であり、評価できる。

目標値を達成するには、既知の既存技術に対してどのような方法論が考えられるかが本質である。本事業では、数値目標を達成するに至らなかったアプローチにも優れた成果が多く、技術開発の内容を含めそれらについても明確に示させるようマネジメントする必要がある。

### 3) 研究開発成果について

開発されたハイブリッド材料の光学的、熱的特性は、ハイブリッド材料の中では世界のトップレベルにあり、他の機能性部材にも応用可能な、汎用性の高い手法を開発しており、他の追従を許さないものである。相反する複数の材料特性を数値化し、それらを同時に達成できるような取組がなされ、全ての個別テーマで数値目標が達成された。得られた成果が基本論理に裏打ちされた新材料開発となっており、新しい技術領域を提示している。超ハイブリッド材料という世界最高水準の技術が、企業での実用化評価を含めた検討により実証された。知財の確保にも、十分な配慮がなされている。

実用化を目指す上でコスト検討、既存技術との比較は非常に重要であるので、開発されたハイブリッド材料でそれらがなされることを望む。

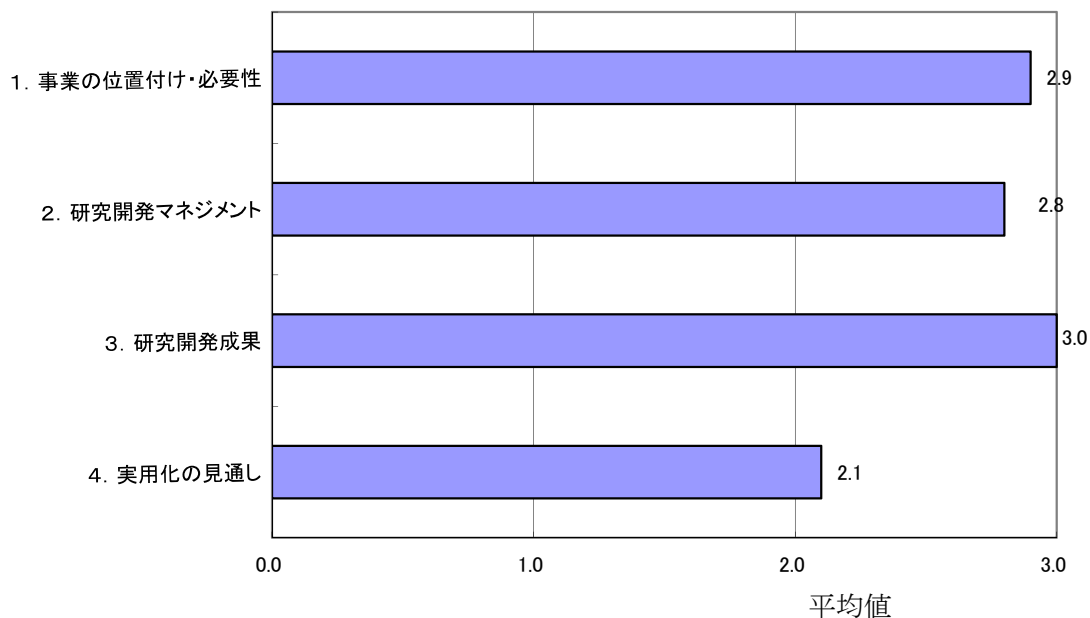
### 4) 実用化の見通しについて

成形性、加工性までの実際に製品製造技術に直結した検討も行っており、ユーザーへのサンプル出荷とその評価結果に基づく改良という製品化に向けたフェーズに入っている。超臨界水中で微粒子の表面改質を大規模に連続的処理する装置が開発され、上市されるに至っており、超臨界水法は事業化にきわめて近い。また *in situ* 破砕法についても、新しい微粒子分散法として確立しつつあり、事業化ができる可能性が大きい。開発されたハイブリッド材料のアプリケーションは従来の延長線上のみでなく幅広く展開できるものと想定される。

しかしながら、技術的容易さ、コストといった点で金属・セラミックなどの競合材料との差別化が強調できれば、本事業の開発材料の特長がより明確になる。

生産化のための技術的課題が明確とは言えないものが一部あったが、今後の事業化に向けてはこの解決に取り組む必要がある。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.8	A	A	A	A	A	A	B	B
3. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
4. 実用化の見通しについて	2.1	A	B	B	B	B	B	B	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D