

「超ハイブリッド材料技術開発」
中間評価報告書（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）	1 2
評点結果	1 9

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」(中間評価)
分科会委員名簿

(平成21年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	えんどう たけし 遠藤 剛	近畿大学 副学長／分子工学研究所 所長
分科会長 代理	つばかわ のりお 坪川 紀夫	新潟大学 大学院自然科学研究科長 教授
委員	うすき ありみつ 臼杵 有光	株式会社豊田中央研究所 取締役 ／先端研究センター、研究部担当
	なかむら しゅうへい 中村 修平	三重大学 大学院工学研究科 教授
	まえ かずひろ 前 一廣	京都大学 地球環境学堂地球親和技術学廊 教授
	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
	よしなが こうじ 吉永 耕二	九州工業大学 大学院工学研究院物質工学系 教授

敬称略、五十音順

事務局：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価広報部

プロジェクト概要

		最終更新日	平成21年6月25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	プロジェクト番号	P08022
担当推進部/担当者	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6月現在) 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</p> <p>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（図3-1）。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</p> <p>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>		

事業の目標

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。

- 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、具体的な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。
- 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。
- 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。
- 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。

研究開発項目①「超ハイブリッド材料創製技術開発」

[中間目標（平成21年度末）]

(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 ≥ 3 OW/mK、耐熱性 $\geq 300^\circ\text{C}$ 、絶縁破壊電圧 ≥ 30 kV/mm、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 ≥ 4 OW/mK、

接着強度（熱サイクル1000回後） ≥ 1 MPa (at 260°C)

<絶縁タイプ> 熱伝導率 ≥ 7 W/mK、体積抵抗率 $\geq 10^{11}$ $\Omega \cdot \text{cm}$ (at 150°C)、

接着強度（熱サイクル1000回後） ≥ 1 MPa (at 260°C)

[3]高放熱性材料

熱抵抗値 $\leq 0.03^\circ\text{C} \cdot \text{cm}^2/\text{W}$ （厚さ10–100 μm ）、硬化前粘度 ≤ 200 Pa \cdot s

[4]高耐熱材料

貯蔵弾性率の低下率（室温と 300°C での値の比較） $\leq 10\%$

熱膨張係数 $\leq 2.0 \times 10^{-6}$ K^{-1} 、硬化前粘度 ≤ 200 Pa \cdot s

(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 ≤ 1.42 、鉛筆硬度（JIS K5600） ≥ 3 H、全光線透過率 $\geq 90\%$

易成型性 MFR（メルトフローレイト JIS K7210） ≥ 10 g/10min

[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 ≥ 1.6 、鉛筆硬度（JIS K5600） ≥ 3 H、全光線透過率 $\geq 90\%$

易成型性 MFR（メルトフローレイト JIS K7210） ≥ 10 g/10min

(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 ≥ 2 OW/mK、成形粘度 ≤ 1000 Pa \cdot s、耐衝撃性 ≥ 15 J/m、

比重 ≤ 3.5 、体積抵抗率 $\geq 10^{12}$ $\Omega \cdot \text{cm}$ 。

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。

[最終目標（平成23年度末）]

(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 ≥ 4 OW/mK、耐熱性 $\geq 400^\circ\text{C}$ 、絶縁破壊電圧 ≥ 50 kV/mm、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 ≥ 6 OW/mK、

接着強度（熱サイクル1000回後） ≥ 1 MPa (at 260°C)

<絶縁タイプ> 熱伝導率 ≥ 15 W/mK、体積抵抗率 $\geq 10^{11}$ $\Omega \cdot \text{cm}$ (at 150°C)、

接着強度（熱サイクル1000回後） ≥ 1 MPa (at 260°C)

事業の目標	<p>[3]高放熱性材料 熱抵抗値$\leq 0.01^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ (厚さ$10\text{--}100\mu\text{m}$)、硬化前粘度$\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$</p> <p>[4]高耐熱材料 貯蔵弾性率の低下率 (室温と300°Cでの値の比較)$\leq 10\%$ 熱膨張係数$\leq 1.5\times 10^{-6}\text{K}^{-1}$、硬化前粘度$\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$</p> <p>(II) 光学材料分野</p> <p>[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≤ 1.4、鉛筆硬度 (JIS K5600)$\geq 4\text{H}$、全光線透過率$\geq 90\%$ 易成形性 MFR (メルトフローレイト JIS K7210)$\geq 10\text{g}/10\text{min}$</p> <p>[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≥ 1.7、鉛筆硬度 (JIS K5600)$\geq 3\text{H}$、全光線透過率$\geq 90\%$ 易成形性 MFR (メルトフローレイト JIS K7210)$\geq 10\text{g}/10\text{min}$</p> <p>(III) その他工業材料分野</p> <p>[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$\geq 4.0\text{W}/\text{mK}$、成形粘度$\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$、耐衝撃性$\geq 2.4\text{J}/\text{m}$、 比重$\leq 2.5$、体積抵抗率$\geq 10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$。</p> <p>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> <p>研究開発項目② 「相反機能発現基盤技術開発」 [中間目標 (平成21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」の達成目標に掲げる相反機能の発現手法を提供し、中間目標達成に寄与する。 [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」 [中間目標 (平成21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」の達成目標に掲げる相反機能の発現する材料を合成するプロセス技術を提供し、成果物を供試し、中間目標達成に寄与する。 [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	H 1 9	H 2 0	H 2 1	H 2 2	総額
	①超ハイブリッド材料創製技術開発	353	222	136		828
	②相反機能発現基盤技術開発	159	109	68		364
	③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発	155	208	230		605
	④材料設計に資する統合評価・支援技術開発	133	81	66		280
	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	H 1 9	H 2 0	H 2 1	H 2 2	総額
	一般会計	800	620	500		1920
	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	0		97
	総予算額	800	717	500		2017
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、(財)化学技術戦略推進機構、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)、日本油脂(株)、新日鐵化学(株)、住友大阪セメント(株)、(株)アイアテック、(株)戸田工業、三菱化学(株)(大阪大学、関西大学、大阪市立工業研究所、油化電子(株))、東レ・ダウコーニング(株)(東京大学)				
情勢変化への対応	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。					
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(予定)				

Ⅲ. 研究開発成果について	① 超ハイブリッド材料創製技開発		
目 標	研究開発成果	達成度	
電気・電子材料分野 パワーデバイス周辺材料 (1) 熱伝導率 中間目標値 30W/mK 最終目標値 40W/mK (2) 耐熱性 中間目標値 300°C 最終目標値 400°C (3) 絶縁破壊電圧 中間目標値 30kV/mm 最終目標値 50kV/mm (4) 成形性 易成形性	超臨界法による、粒子表面改質で高充填化、および相分離構造等による熱伝導パスの形成で、35W/mKを得た。 更なる高熱伝導性フィラーの適用や高充填化、構造制御による熱伝導パス形成を進める。 現有樹脂にて達成。 耐熱性ポリマーを探索・適応予定。 現状25kV/mmを得た。プロセス改良により更に向上予定。 樹脂とフィラー間の特性差を極小にする表面改質技術とプロセス改良により向上させる。 表面改質フィラーにより、高充填でも粘度の上昇を押さえ流動性を確保できた。	達成 達成 達成見込み 2010・3 達成	
IC パッケージ周辺材料 封止材 (1) 熱伝導率 中間目標値 7W/mK 最終目標値 15W/mK (2) 密着強度 中間目標値 1Mpa 最終目標値 1Mpa (3) 体積抵抗率 中間目標値 $10^{11}\Omega\text{cm}$ 最終目標値 $10^{11}\Omega\text{cm}$ IC パッケージ周辺材料 接着剤 (1) 熱伝導率 中間目標値 40W/mK 最終目標値 60W/mK (2) 密着強度 中間目標値 1Mpa 最終目標値 1Mpa	現在6W/mKを達成。表面修飾フィラーによる粘度低減効果で、高充填化ができ熱伝導率向上可能。 高熱伝導フィラーの採用と、表面改質による界面抵抗低下で更に熱伝導率を向上させる。 260°Cの条件にて、6Mpaを達成。 熱伝導率向上とのトレードオフ解消技術を開発継続する。 $10^{14}\Omega\text{cm}$ を達成した。 他の高熱伝導フィラー併用時の低下抑制技術を開発する。 38W/mKを得ている。若干の高充填化により達成可能表面修飾フィラーの配合率、プロセス最適化により達成予定。 260°C4Mpaを達成。 フィラーの高充填化による低下を防止技術を開発。	達成見込み 2009・12 達成 達成 達成見込み 2009・10 達成	
高放熱性材料技術開発 中間目標 1) 熱抵抗値 $\leq 0.03^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 2) 硬化前粘度 $\leq 200\text{Pa}\cdot\text{s}$ 最終目標 1) 熱抵抗値 $\leq 0.01^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 2) 硬化前粘度 $\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$	1) $0.79^\circ\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 2) $800\text{Pa}\cdot\text{s}$	1) 未達 2) 未達 東京大学での基盤技術の結果を反映して材料化開始予定)	
高耐熱性材料技術開発 中間目標 (1) 貯蔵弾性率の低下率 $\leq 10\%$ (2) 熱膨張係数 $\leq 2.0 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ (3) 硬化前粘度 $\leq 200\text{Pa}\cdot\text{s}$ 最終目標 (1) 貯蔵弾性率の低下率 $\leq 10\%$ (2) 熱膨張係数 $\leq 1.5 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ (3) 硬化前粘度 $\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$ (4) 成果物の供試	1) 76% 2) $5.0 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ 3) $41\text{Pa}\cdot\text{s}$ 粘度の値を多少犠牲にし、ポリシロキサン成分の架橋密度を増加させることにより熱膨張係数、弾性率低下率を大きく低下させることは可能 (4) 供試した	(1) 達成見込み (2010年3月) (2) 達成見込み (2010年3月) (3) 達成 (3) 達成	

	目 標	研究開発成果	達成度
III. 研究開発成果 について	光学材料分野 低屈折率光学材料 (1) 屈折率 中間目標値 1.42以下 最終目標値 1.40以下 (2) 鉛筆硬度 中間目標値 3H以上 最終目標値 4H以上 (3) 成形加工性(MFR JIS k7210) 中間目標 10g/10min 最終目標 30g/10 min 高屈折率光学材料 (1) 屈折率 中間目標値 1.6以上 最終目標値 1.7以上 (2) 光線透過率 中間目標値90%以上 最終目標値90%以上 (3) 成形加工性 MFR10g/10min以上 MFR30g/10min以上	ノニオン界面活性剤と中空シリカ等の適応で1.38~1.40の低屈折率材料を得た。 硬膜設計により3Hを達成。 膜物性強化のための最適化を進める。 30g/min以上の流動性確保。 高屈折率ナノ粒子の表面改質により、樹脂中への完全分散が可能となり1.78の光学材料を開発した。 同上理由により光線透過率90以上を達成。 ナノ粒子表面改質技術により、樹脂中への高充填化が粘度の上昇を抑えてたっせいで、30g/10min以上の流動性確保できた。	達成 達成 達成 達成 達成
	その他工業材料分野 放熱性材料 中間目標値 熱伝導率 $\geq 20\text{W/m}\cdot\text{K}$ 成形粘度 $\leq 1000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 耐衝撃性 $\geq 15\text{J/m}$ 比重 ≤ 3.5 体積抵抗率 $\geq 10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 最終目標値 熱伝導率 $\geq 40\text{W/m}\cdot\text{K}$ 成形粘度 $\leq 100\text{Pa}\cdot\text{s}$ 耐衝撃性 $\geq 24\text{J/m}$ 比重 ≤ 2.5 体積抵抗率 $\geq 10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$	高充填—高熱伝導コンセプトに基づき、中間目標を達成した。 [低粘度] 熱伝導率=24W/m·K 粘度=170Pa·s 比重=1.8 衝撃強度=22J/m 電気抵抗=10 ¹⁴ Ω·cm [高熱伝導] 熱伝導率=41W/m·K 粘度=450Pa·s 比重=1.9 衝撃強度=33J/m 電気抵抗=10 ¹⁴ Ω·cm (最終目標に対する見通し) 高充填—高熱伝導コンセプトの解析とともに、各種基盤技術を適用することにより、最終目標値の達成が見込まれる。	達成
②相反機能発現のための基盤技術開発			
	有機・無機材料の界面制御 超臨界法による粒子界面制御 有機修飾量の定量化、修飾機構の解明、修飾条件の最適化を開発し、超臨界法での界面制御基盤技術を構築する。 分子レベルでの面特異吸着による界面制御 高熱伝導粒子であるh-BN粒子の合成と表面修飾、形態制御。 ナノ空間制御 低屈折率樹脂中の均一分散 単分散シリカナノ粒子の合成と形態制御	In-situ表面修飾の機構解明と最適条件の探索を行った。表面ゼータ電位をコントロールすることが重要であること確認。表面修飾チタニア粒子、表面修飾ルチオニア粒子の形成に成功し、高屈折率光学材料へ提供した。超臨界法での解離平衡・等電点評価や速度論的解明を計算機科学手法 高度水熱合成技術により、h-BN粒子の合成と表面修飾に成功し、高熱伝導材料開発へ提供した。形態制御技術へと開発により面等特異性を向上させる。 構造指向材を用い、水熱合成反応で単分散シリカ合成に成功した。低屈折樹脂中での分散制御性を向上させる表面改質技術へ繋げる。	達成 達成 達成

	目 標	研究開発成果	達成度
Ⅲ. 研究開発成果 について	ナノ構造制御 ナノ粒子表面の有機修飾 メカケミカル分散による表面修飾法開発 2段階重合法への適応性向上	会合チタニアナノ粒子を少量の表面改質剤で高濃度、透明な分散液として得ることに成功。高屈折光学材料開発へ提供した。	達成
	前駆体法による金属/無機ナノ粒子分散薄膜材料開発 ビルドアップ法による金属ナノ粒子の樹脂薄膜中への均一分散と2重パーコレーション構造の最適化	金属ナノ粒子との親和性を制御したポリイミド前駆体構造の設計合成を行った。 マイクロ相分離した高分子薄膜中の親和性部位に金属銀ナノ粒子の偏析に成功した。マイクロ相分離構造については熱伝導パス形成にも有効な技術手段として提供。	達成 達成
	ナノ空間・構造制御手法最適化技術 表面修飾ナノ粒子と媒体との相互作用評価 表面修飾ナノ粒子の分散性の定量的評価と相図の作成 パターン基板と表面修飾モデル粒子との相互作用解析による分散因子検証	ナノ粒子系熱力学(相平衡・相分離構造)の確立を目指し開発を進めた。表面改質剤の有機溶剤中の分散安定化について、溶解度パラメータを用いた傾向を把握した。 親水・疎水パターン基板の設計作成完了。モデル粒子の特性解析を行った。	達成 達成
	マイクロ相分離による材料開発及びIn-situ光学測定法 マイクロ相分離構造の生成条件の探索と制御 高分子複合系における配向構造制御基盤技術確立	2種のポリイミドを用いたマイクロ相分離構造形成に成功した。またIn-situ観察としての光学計測定法を確立した。延伸速度等の条件にて、構造の制御が可能となってきた。熱伝導材料特に熱伝導パス形成への基盤技術として提供する。	達成
	絶縁性と高熱伝導性を有する無機材料の開発 a) BNナノ粒子、BNナノシートの合成条件確立。 b) 表面修飾可能な非酸化物無機ナノ材料を開発。 c) 電気絶縁表面被覆法の開発。	a) 高結晶高純度BNナノシートの合成に成功。 b) Si ₃ N ₄ ナノワイヤー合成に成功。 c) Agナノロッド、Auナノシートの合成に成功。AgナノロッドのTi(iOPr)4絶縁被覆に成功。	達成見込み(平成21年3月)
	液晶性エポキシ樹脂の開発 a) 高熱伝導で力学延伸や磁場配向に適した液晶性エポキシ樹脂の開発・合成を行う。	・ドメイン高配向が可能な主鎖にターフェニル骨格を有する液晶エポキシの合成に成功。 ・高配向と易成形性が期待されるターフェニル型ツインメソゲンエポキシの合成にも着手、高重合度のエポキシモノマー含有で液晶性発現を見出す。	達成
無機材料の表面修飾技術開発 a) 無機ナノ粒子表面への官能基導入手法確立。	・BN粒子表面へのエポキシ基含有鎖の導入条件確立。 ・BN粒子表面修飾により粘度低下、力学強度(引張剪断強度)向上、熱伝導率向上を確認。	達成	

③相反機能材料創製プロセス基盤技術開発

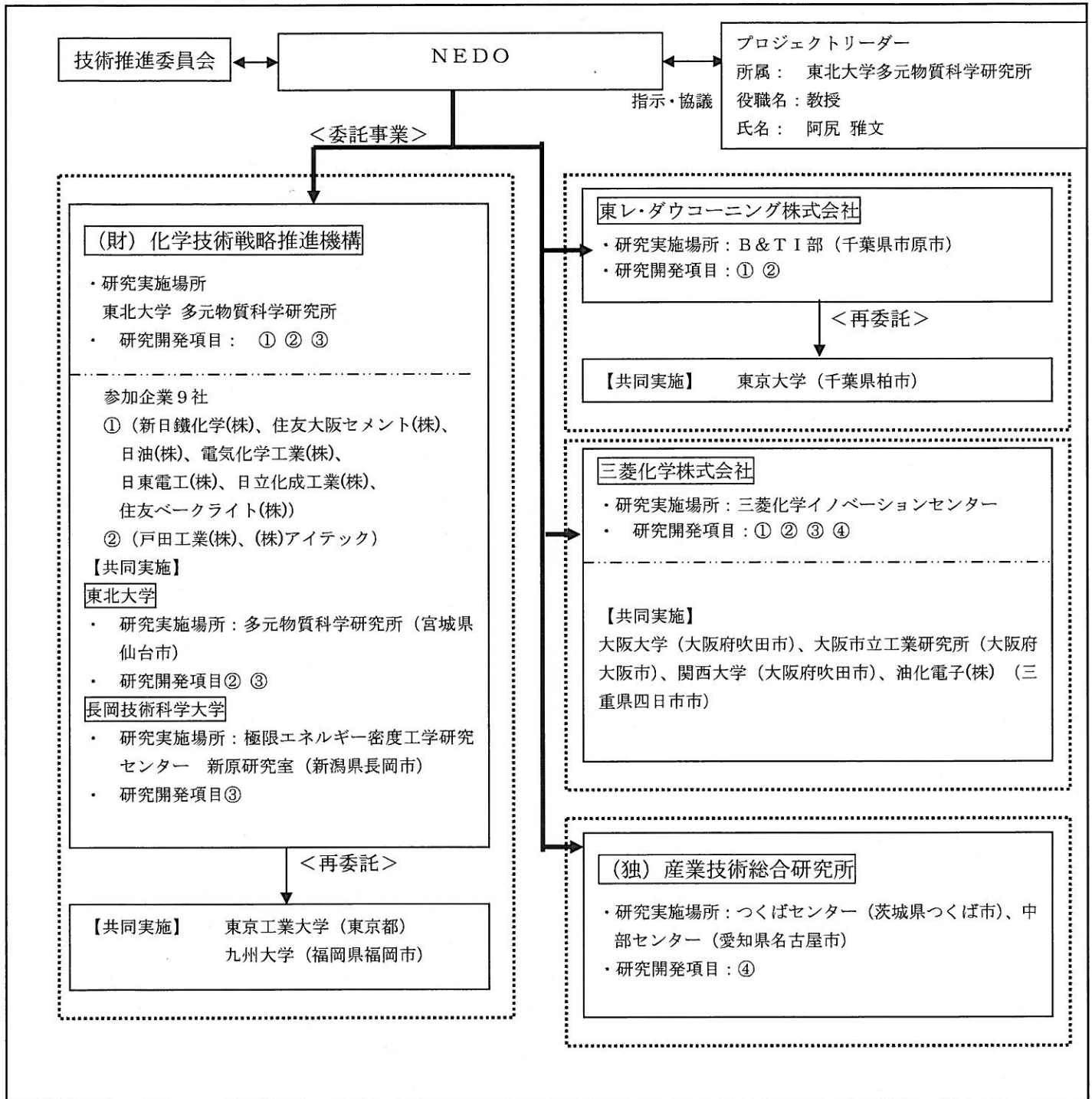
目 標	研究開発成果	達成度
官能基導入無機ナノ粒子等合成プロセス技術 1; 超臨界法を用いた表面修飾粒子の効率的な形成プロセスの構築。 2; 高速大量に形成した表面修飾粒子の材料創製技術への提供。 3; 実用化に向けたスケールアップ10t/年能力の構築 4; 安定性、再現性、生産性を満足したトータルシステムとしての構築。	・ 超臨界法によるナノ粒子合成基盤技術開発0.1t/年能力装置完成 流通式装置を開発すると共に、合成時の課題を装置開発へフィードバックを行った。1t/年能力装置システム化H21 完成 ・ 超臨界水熱合成装置の開発 流通式装置のスケールアップに関連する必要な装置を開発実行し、中量規模の装置を完成させた。 ・ 超臨界水反応による高速大量表面修飾プロセス開発 表面修飾シリコニア粒子、チタニア粒子を形成し、光学材料開発へ提供した。 BN粒子の表面改質も進めた。	達成

	目 標	研究開発成果	達成度
Ⅲ. 研究開発成果 について	高分子中ナノ粒子等分散・配向・配列プロセス技術開発 材料機能を向上させるために、樹脂中のフィラーを1次粒子レベルまで分散させ、液晶等の使用も考慮しながら光、磁場、電場、応力等の外力により樹脂中のフィラーを配向・配列させるプロセスを開発する。	<ul style="list-style-type: none"> 高分子中ナノ粒子等分散・配向・配列プロセス基盤技術開発 <ul style="list-style-type: none"> 光、電場、磁場を用いた高分子中ナノ粒子の分散状態の制御を可能とする技術開発。液晶付与したチタニア粒子での磁場配向に成功。 液中レーザーを用いた銀ナノシート形成技術開発 <ul style="list-style-type: none"> 液中レーザー法によって厚さ30nmのナノシートの合成に成功した。開発したナノ秒パルス電源を用いBNナノシートの配向制御を可能とした。 延伸熱処理による無機ナノ粒子の配向・配列制御技術開発 <ul style="list-style-type: none"> 相分離挙動を示す高分子を用い銀ナノ粒子の偏析構造の形成に成功した。 プロセス最適化技術開発 <ul style="list-style-type: none"> スケールアップ時の諸問題を解決するIn-situ観察として高速VTRを用い可視化に成功した。流れの可視化結果を踏まえた粒子形成シミュレーション技術により、超臨界装置混合部での渦の発生が認められ、粗大粒子や閉塞の原因となること判明した。 	達成
	プロセス最適化	<ul style="list-style-type: none"> スケールアップ時の諸問題を解決するIn-situ観察として高速VTRを用い可視化に成功した。流れの可視化結果を踏まえた粒子形成シミュレーション技術により、超臨界装置混合部での渦の発生が認められ、粗大粒子や閉塞の原因となること判明した。 	
	浸漬型ナノ被覆プロセス技術開発 a) 液晶性エポキシ延伸紡糸の基礎検討と技術の見極め。 b) 塗布性や接着性の確認および熱伝導率の見極め。	a) 長さ378mのヒーターが必要(現実的に不可能)であること判明。 b) 熱伝導率の目標値100W/mKに対して20W/mK程度の結果となった。	平成20年度末で事業中止。 (理由)技術的難易度が非常に高いことを確認したため。
	ハイブリッド材料成型ナノプロセス技術開発 a) ハニカム構造による熱伝導性改善効果を確認する。 b) 市販材料を用い、成型プロセス側から高熱伝導性の検討を行う。 c) 磁場発生装置を用い液晶エポキシ樹脂の基礎検討を行う。	a) 表面修飾BN粒子被覆フェノール樹脂粒子のハニカム構造で熱伝導率2倍(35vol%時)。 b) 櫛型構造成型体で熱伝導向制御の可能性を見出した。 c) 液晶エポキシ樹脂の熱特性を磁場配向により評価し、約2倍の高熱伝導率化を達成。	達成
	官能基導入無機ナノ粒子等合成プロセス技術 シリカ系ハイブリッド 1)ハイブリッド微粒子構造に対する合成条件依存性 2)粒子構造が材料物性に与える影響 金属系ハイブリッド 1)表面修飾剤、金属種の影響 2)合成手法が表面修飾、粒子径、金属酸化状態に及ぼす影響 3)流通式装置によるプロセス提案	1)表面修飾率が制御されたポリシロキサン修飾ナノ粒子の合成に成功 2)シリカナノ粒子を硬質ポリシロキサンに良分散させる技術提案 1)エポキシシロキサンの高い表面修飾効果を確認 2)二段階加熱反応による表面修飾、酸化状態の制御を確認 3)流通式装置による製造のための要素技術を確立 急速昇温を行う混合手法の最適化が、高温高圧水を用いた微粒子合成に広く重要であり、流体シミュレーションと組み合わせることにより、混合状態と粒子生成反応の関係性を明らかにし、一般的な設計指針を得る。	1) 達成 2) 達成 1) 達成 2) 達成 3) 達成見込み(2010年3月)

		④材料設計に資する統合評価・支援技術開発	
		目 標	研究開発成果
Ⅲ. 研究開発成果 について	材料構造の計測・解析 H23年度末の最終目標: 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。 計測制御により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。		電気・電子材料分野 ・ TEMにより粒子表面が設計通り修飾されていることを確認。 ・ 未修飾粒子ではナノ空孔が深くまで発生しており、界面熱抵抗悪化の原因となることを指摘。
	計測データの統合解析 (材料機能インフォマティクス) H23年度末の最終目標: 本開発項目で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。		光学材料分野 ・ TEM、固体NMRIにより粒子表面修飾、結合状態、粒子分散状態への影響を確認。粒子修飾の指針となるデータを提供。 ・ ナノ空孔と屈折率に相関。ナノ空孔の低減が屈折率低減の鍵となることを指摘。 ・ 他の手段では見えないナノ粒子の分散ゆらぎを確認。光線透過率低下を引き起こすことを指摘。 技術動向調査 ・ 特許情報を収集、解析し、プロジェクト内に提供。
	超ハイブリッド材料における熱物性計測法の開発 a) 高熱伝導性ナノ粒子の薄膜、粒子-樹脂複合構造の熱物性評価手法を整備。 b) 熱物性データを材料開発へとフィードバック。		解析技術環境整備 ・ 異種データを統合的に取り扱うための情報処理環境を整理。 多階層データ収集の選定指針とその統計処理アルゴリズムの ・ データの質を高めるための超解像手法やゆらぎのマイクロ、マイクロデータを統合解析する空間統計学(ハリオグラム)を材料構造ゆらぎに初めて適応。 統合解析手法の整備の加速、統計的なデータ収集・解析を開始 熱物性データベースを統合処理、体系化のフレームワークとして試行導入し熱物性データなどを蓄積した。微視的解析では分子レベルでの考察を行い、理論限界を解析し熱物性測定実データから、巨視的評価解析を試行し、高次のゆらぎ特性に系を特徴づける情報が含まれる可能性を見出した。
			達成 達成 達成 達成見込み H22年度9月末 達成
	投稿論文	「査読付き」67件、「その他」14件	
	特許	「出願済」6件、「登録」5件、「実施」0件(うち国際出願0件)	
	その他の外部発表 (プレス発表等)	「新聞発表」4件、「雑誌等」4件 「学会発表」81件	
Ⅳ. 実用化見通し について	電気・電子材料・その他工業材料についてはパワーデバイス用の放熱シート、封止材、接着材の実用化を目指す。適用可能製品としての市場規模としてパワー半導体が10兆円(2050)、照明用LEDが4000億円(2013)と予測されている。 光学材料については反射防止材、LED用封止材、レンズ材料を目指す。反射防止関連で1350億円(2006)、LED用封止材240億円(2013)、レンズ関連20億円(2013)の市場規模である。		
Ⅴ. 基本計画に関する事項	作成時期	平成19年3月 経済産業省制定 平成20年3月 NEDO制定	
	変更履歴	平成20年7月 改訂(イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1)研究開発の目的」の記載を改訂)	

(別紙)

「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）」実施体制



- 研究開発項目
- ① 超ハイブリッド材料創製技術開発
 - ② 相反機能発現基盤技術開発
 - ③ 相反機能材料創製プロセス基盤技術開発
 - ④ 材料設計に資する統合評価・支援技術開発

「超ハイブリッド材料技術開発」(中間評価) 評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

情報通信、環境、エネルギー、ライフサイエンスの我が国の重点分野全領域の高度化に資する部材の基盤技術開発であり、国策に適合した公共性が十分ある。エコ・マテリアル創成に向けた耐熱性・放熱性・耐久性、熱・光に対する機能性付与は時宜を得たプロジェクトと考える。これを実現するための鍵となる要素技術について、その目標を的確に設定し、各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。一部のテーマを除いて、成果は各項目ともほぼ中間目標に達しており、世界的に独創性のある一定以上の成果があると評価できる。また、最終目標達成にある程度目処が立っていることも評価できる。

今後は、超ハイブリッド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を力強く提案してほしい。また、工業化を目指すことを視野に入れて、コスト面を考慮した研究開発を進めてほしい。

プロセス技術に関しては、実用化を見据えて、プロジェクト期間中に生産技術としての課題を明確にしていくことが望まれる。すでに最終目標に達している項目もあるので、有望材料に特化して、生産するための課題の抽出と解決へとさらに加速していくことが望まれる。

2) 今後に対する提言

本研究項目は今後の材料技術として重要と考えられるので、残り2年でナノ科学に立脚した基盤技術を体系化していくべきである。そのためにも、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である。また、超ハイブリッド材料のマトリックスである高分子に関する検討は、未だ限定されたものになっており、本技術がより普遍的になるためには、適用される高分子の種類を増やせるような検討を望みたい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

日本の国際競争力の強化、新しい部材の創成という課題に対して、本プロジェクトはその製造技術基盤を確立することを目的としており、時代を先読みしたプロジェクトとして、国策に適合し、かつ公共性の高い事業でもある。また、川上の材料開発において、複合体材料の構成要素であるバインダーとフィラーの各グループが、川下の高い要求スペックに向けて共同参加したことに意義がある。

しかし、基盤技術の応用に関して、現状の材料に留まらず、さらに広範囲な分野への水平展開するための方策を考えていくことが望まれる。今後は、日本発の普遍的な技術として確立すべきである。

2) 研究開発マネジメントについて

事業の終了段階において予想される範囲で目標が設定されており、ほとんどが数値あるいは定量的な設定がなされている。また、数値目標は高く、十分戦略的になっている。新しい材料設計について基礎から製造プロセスまで一貫して推進できるように、各専門分野の研究機関を適切に配置し有機的に連携して研究を推進している点は大きいと評価できる。

しかし、同一テーマでの実施者間の連携関係と、企業間の連携または競争、それらをど

う調整するのかが明確でない。また、知的財産の保護を確保し、各研究グループの成果の相互利用も積極的に行い、より成果の拡大を図ることも必要である。グローバル事業が進む中、日本以外の他国でも特許を取得していただきたい。

3) 研究開発成果について

各課題とも、的確な課題設定がなされ、世界トップレベルでかつ、実用化レベルの目標値が定量的に明確になっている。これに対して、どの研究も中間目標をほぼ達成しており、本事業は順調な進捗にある。新製法の開発などにも顕著な成果が得られている。

しかし、参加企業により、検討される材料(特に有機系材料)が限定されている。より汎用性のある技術としていくためには、有機系材料の選択肢を広げることも必要である。また、放熱性材料開発が他と比べて遅れているので、改善が必要である。一部のテーマでは、知的財産権の取得や論文・学会発表が少ない状況にあるので、これも改善の必要がある。

更には、いくつかのテーマが最終目標を達成する方策を明確にしていないので、最終目標の達成のためにその可能性を具体的に示す必要がある。

今後は、すでに最終目標に達している項目もあるので、実用化への課題の解決へとさらに加速していくことが望まれる。

4) 実用化の見通しについて

産業技術として確立していくためのスキームは出来ている。具体的目標と出口は明確であり、実用化に対する課題の整理も的確でいくつかの材料は実用化に結びつくものと高く評価できる。研究成果による関連分野への波及効果も大きい。

しかし、現在想定している課題に加えて、スケールアップの際に非平衡(速度)過程の適切な制御と品質保証との関連性について注力しておくべきと考える。また、長期運転時に起こりうるトラブルを精査し、それを解決する方策もプロジェクト実施中に明らかにしておくことが肝要である。

技術の波及はそのコストで決まるので、今後コストを考慮に入れた開発が望まれる。また、当該分野における事業化の専門家等に意見を聞き、事業化シナリオの構築に努めてほしい。

個別テーマに関する評価

1. 化学技術戦略推進機構・産総研グループ

	成果に関する評価
相反機能発現のための基盤技術開発	<p>相反する機能を発現するための3種類の制御の視点を明確にし、それに対して、超臨界水という反応場を利用した各速度過程の制御、二段階重合によるナノ構造制御など非常に斬新かつ独創的な方法を開発している点は新規性に富む。しかも、超臨界水熱合成法を利用したナノ粒子の in-situ 表面修飾法を開発し、表面修飾ナノ粒子の量産にある程度の用途を付けたことは評価できる。</p> <p>今後は、表面処理剤の分子設計を行うことにより、多彩な機能を持つナノ粒子の合成に展開すると共に、ハイブリット材料研究開発は企業、大学で多くの成果が創出されていることを考慮して、差別化される真の基盤技術を創り出してほしい。また、超臨界以外の他の手法と比べた時のメリットを明確にして欲しい。</p>
相反機能材料創製プロセス基盤技術開発	<p>超臨界方法で行う官能基導入無機ナノ粒子を回分式から流通式反応装置に移行してプロセス技術開発に目処が立ったことは評価できる。実用化に向けた課題の抽出もしっかり行われており、中間目標は達成されている。今後の研究で最終目標は十分達成できるものと推察される。</p> <p>しかし、プロセス技術に関して、スケールアップした場合に起こりうる諸問題を解決する手段を現在想定しているものに加えて、より厳密な熱制御、混合制御が可能な形式を検討することも視野に入れておくべきであろう。酸処理が工業化するときの高コストの原因と考えられるので、酸を使用しないプロセスをぜひ考えて欲しい。また、分離手法も提案して欲しい。</p>
材料設計に資する統合評価・支援技術開発	<p>TEM、固体 NMR により、ナノ粒子表面修飾、結合上状態、粒子分布状態の評価・支援技術が確立され、材料設計に利用されていることは評価できる。また、データ収集、選定指針、処理に関する基本的なフレームも出来つつあり、中間目標はほぼ達成していると考えられる。</p> <p>しかし、計測、解析結果は部材設計のための設計条件、反応操作条件を提示するところまで明確にすべきである。現在のスケジュールを前倒しにして、他グループに指針を提示できるように進めることを希望する。</p>

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
超ハイブリッド材料創製技術開発	<p>パワーデバイスに関しては、重要なものは中間目標を達成している。トレードオフを解消するための材料開発のロジックも明確で、これを現実に実現する新材料開発の目処が立ったものと判断できる。また、ICデバイスに関しても、相反機能発現のための種々の新手法に成功しており、熱伝導率を除いて中間目標を達成している点は評価できる。</p> <p>しかし、マトリックスの高分子が限定され、特に熱可塑性樹脂での検討が少ない。高耐熱性が必要な場合、どうしても熱硬化性樹脂(エポキシ樹脂)中心であろうが、耐熱性が必要でないものは、成形性等を考慮し熱可塑性樹脂のマトリックスの検討が重要となる。ICデバイスの熱伝導率に関しては、最終目標に対して、まだかなりのハードルがあると考えられる。現在、実施予定の高充填化という加工プロセスの向上だけでなく、粒子そのものの形状設計などと連携しながら進めることが必要と考えられる。超ハイブリッド材料の評価の際に、目標物性を目指して開発することは大事なことはあるが、全般的な物性バランスについても考慮することも必要である。今後は、世の中のハイブリット材料に関する情報収集を徹底的に行い、差別化された材料を提案してほしい。</p>	<p>実用化のターゲットが明確で、既存製品を凌駕するための具体的な数値目標も掲げられている。これに対して、現在の成果ででも十分実用化を期待できるレベルにあると判断できる。また、超臨界水ナノ粒子表面修飾装置によるナノ粒子合成に目途が立ちつつあり、ユーザーへの試料提供に目途が立ちつつあることは評価できる。</p> <p>今後、実用化に際して、ユーザーの意見をフィードバックし、材料の改良と応用面の拡大を図るシステムとして材料評価分科会(連携体仕組み)をさらにうまく活用することが肝要である。</p>	<p>実験室レベルでは発現している機能を大量生産プロセスでも担保できるかが最大のポイントとなる。これに対応するためには、基盤研究段階において、できるだけ多くの基礎データの蓄積が必要のみならず、できるだけ早く連続大量生産プロセスを立ち上げ、プロジェクト中に課題をもれなく抽出しておくことが重要と考える。</p>

2. 三菱化学・産総研グループ

	成果に関する評価
相反機能発現のための基盤技術開発	<p>フィラーの表面改質、低粘度化のためのエポキシ樹脂の無機、有機材料の開発に加えて、無機粒子／樹脂のハイブリッド化の新コンセプトの有用性を明らかにしており、中間評価までの目標がすべて達成されており、高く評価できる。</p> <p>しかし、部材を構成する粒子、樹脂を如何に高性能部材として作り上げていくかの製造法に関して、現在、推進しようとしている凝集粉碎法は、実験室での試料調製の域を出ておらず既存技術範囲である。よって、一次粒子製造法の観点からの改善も求めていくことを希望する。また、新規フィラーとしての「金属ナノロッド、セラミックナノワイヤー、金属ナノフィラー」を用いた機能性複合体への取り組みが見えない。この新規フィラーを活かす取り組みが強く望まれる。</p>
相反機能材料創製プロセス基盤技術開発	<p>ナノ被覆プロセスが技術的に困難と判断し、高フィラー充填への早期の変更をしたことは評価できる。また、ターフェニル型エポキシ樹脂の磁場配向と流動配向制御、およびハニカム構造形成による高熱伝導化が達成されたことも評価できる。</p> <p>しかし、磁場が利く大きさ等を考えると、生産プロセスとして確立するには、いくつかの課題があると考えられる。この点を意識した課題設定と解決を進めるべきである。最終目標はあくまで大量生産技術もセットで材料開発を指向しなければならない。</p> <p>成果の発表数が少ないので、今後改善が望まれる。また、最終目標達成へのシナリオを明確にする必要がある。</p>
材料設計に資する統合評価・支援技術開発	<p>熱物性測定のために多くの種類の測定法について、比較検討し、最適な測定法として熱物性顕微鏡を選択し、さらに今後の研究のためこの測定法の高度化を進めたことは、今後の本事業の進捗に寄与する。</p> <p>しかし、物性評価の対象とプロジェクト内の位置づけが明確でない。また、研究成果の公表が遅れている。実用化されることを考慮し、差別化された材料設計の目標をはっきりしてほしい。</p>

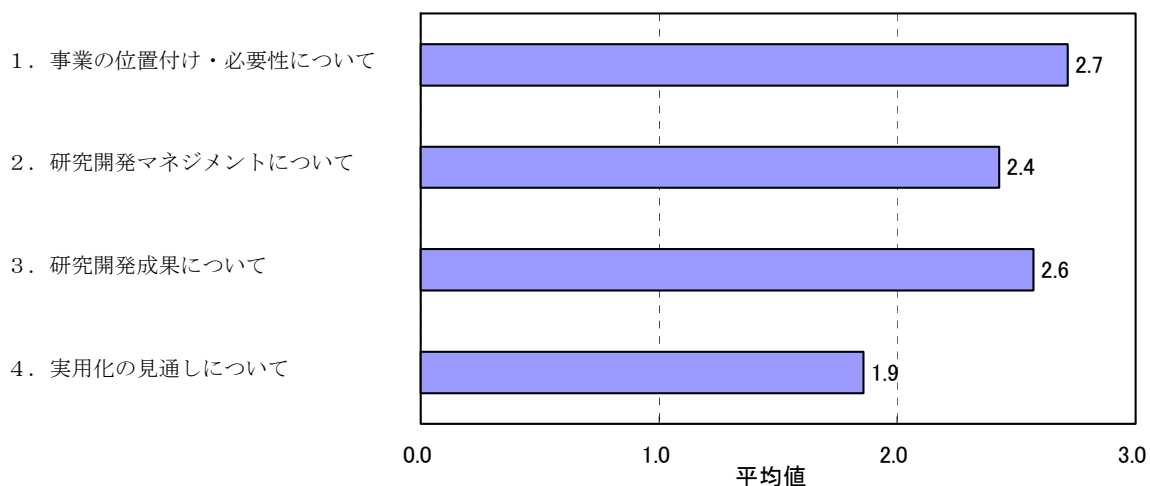
	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
超ハイブリッド材料創製技術開発	<p>中間評価までの目標が達成されていることは評価できる。分散混合プロセス中に凝集粒子が崩壊して、高充填構造に達することを発見されたことは注目に値する。プロセスがシンプルであるので、実用化が期待できる。</p> <p>しかし、多くを指向せず、確実に実用化できる部材を抽出して、集中して実用化研究を推進することが望まれる。また、具体的な製品イメージ（サイズ、形）をもとに部材製造法を考えていくことも重要である。有機材料の範囲、用いる材料の精製度など再現性のある材料創成を望む。</p>	<p>対象としている分野でのニーズは高く波及効果も大きい。また、段階的にターゲットを考えて開発容易なシート製品から着手している点も実用化、事業化の確率を上げていると考えられ評価できる。</p> <p>しかし、ニーズのヒヤリングを進め、動向を分析して実用性のある提案をしてほしい。特に、性能とコスト面から他の材料との差別化できる提案を希望する。</p>	<p>最終目標のクリアを目指すとともに、ニーズにマッチした材料は実用化を目指して、評価サンプルを作成し、市場評価を始める必要がある。</p>

3. 東レ・ダウコーニンググループ

	成果に関する評価
相反機能材料創製プロセス基盤技術開発	<p>高温高圧水の特徴を、ナノ粒子の表面処理とポリシロキサン合成に利用し、耐熱材料や放熱性材料開発へ展開したことは評価できる。反応がシンプルであり、実用化には有利であると考えられる。</p> <p>しかし、ポリシロキサン修飾粒子の界面構造解析が行われていない。今後、高性能化を目指すためには、粒子表面と界面構造の解析は必要である。また、従前の材料との比較及び差別化が望まれる。位置づけ、差別化された材料設計指針など、もう一度見直してほしい。</p>

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
超ハイブリッド材料創製技術開発	<p>具体的に対象製品を決めて、その物性に及ぼす因子の明確化などの基礎的な検討には一定量の成果は認められる。</p> <p>しかし、全体的に中間目標に対して遅れ気味である。しかも、中間・最終目標クリアのための方策の説明が不十分であった。現時点で目標すべき物性に到達していない項目が多く、早急な開発が必要である。現在、想定している解決の方向性だけで十分かどうか、見直しを強化していく必要がある。</p>	<p>高耐熱封止剤のニーズ、市場の大きさ、ターゲットすべき物性目標は明確化されている。また、プロセスはシンプルであるので、実用化には有利である。</p> <p>しかし、実用化のシナリオに具体性がなく、現状では実現性に関して見通しが判断できない。技術的な課題を整理し、至急、具体的な解決手段を明確にすべきである。コストと性能面での、他の材料との差別化が必要である。</p>	<p>中間目標が達成できない場合は、他のグループの実用化に集中、加速することも考慮すべきであろう。その場合であっても基盤技術としても特筆すべきものがあるので、基盤技術体系化の観点で研究は推進するべきである。</p>

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注1)						
		A	A	A	A	B	B	A
1. 事業の位置付け・必要性	2.7	A	A	A	A	B	B	A
2. 研究開発マネジメント	2.4	A	A	A	B	B	B	B
3. 研究開発成果	2.6	A	A	A	B	B	B	A
4. 実用化の見通し	1.9	B	B	B	B	C	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)事業の位置づけ・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない又は失われた →D

(3)研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

(2)研究開発マネジメントについて

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

(4)実用化の見通しについて

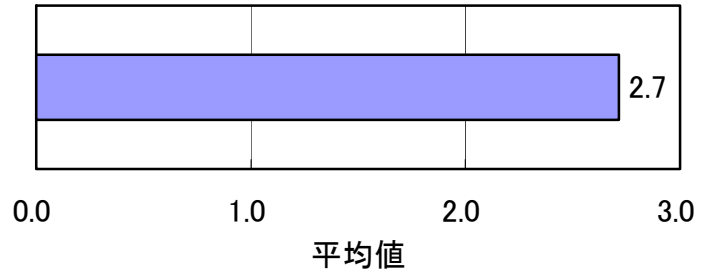
- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・妥当であるが課題あり →C
- ・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

1. 化学技術戦略推進機構・産総研グループ

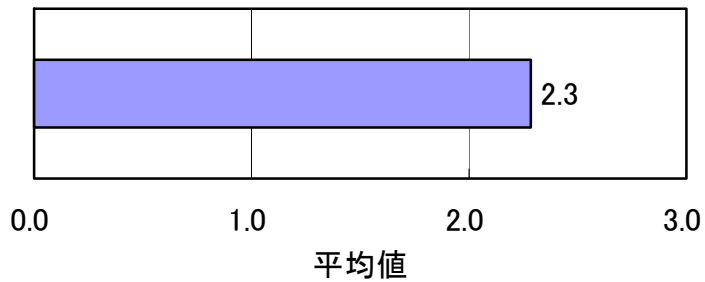
②相反機能のための基盤技術開発

1. 研究開発成果



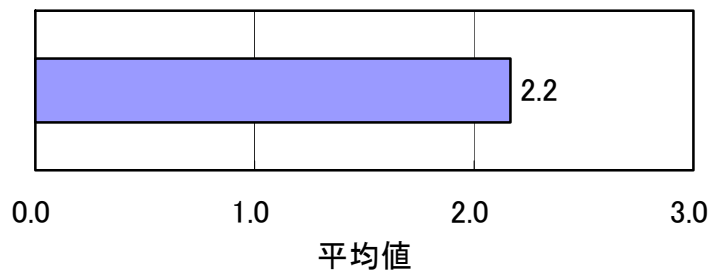
③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発

1. 研究開発成果



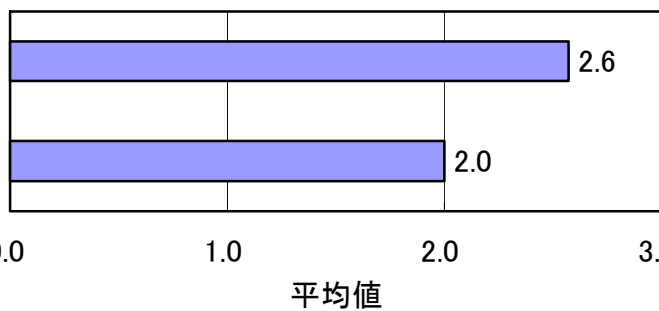
④材料設計に資する統合評価・支援技術開発

1. 研究開発成果



①超ハイブリッド材料創成技術

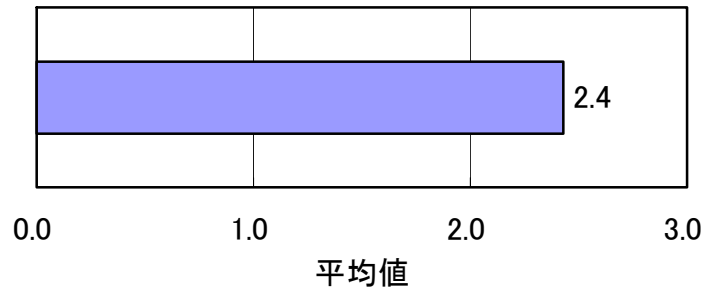
1. 研究開発成果



2. 三菱化学・産総研グループ

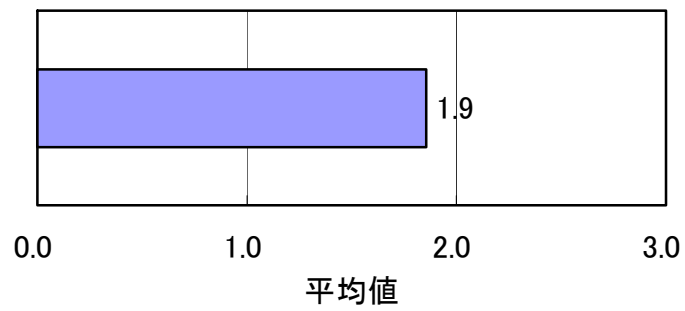
②相反機能のための基盤技術開発

1. 研究開発成果



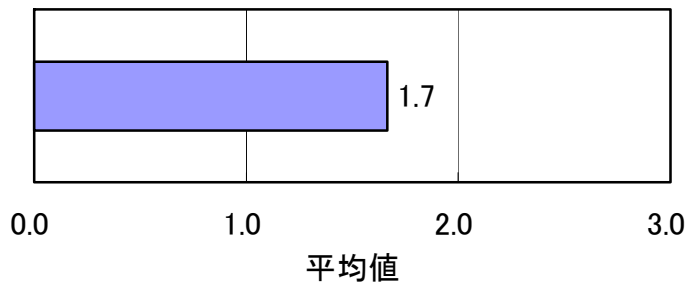
③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発

1. 研究開発成果



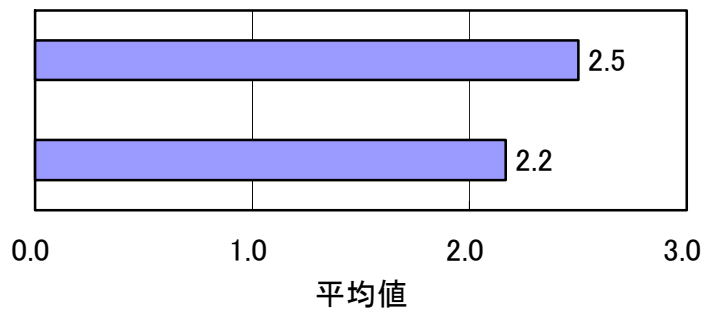
④材料設計に資する統合評価・支援技術開発

1. 研究開発成果



①超ハイブリッド材料創成技術

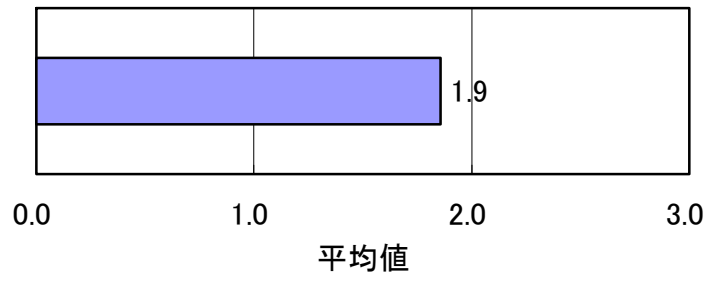
1. 研究開発成果



3. 東レ・ダウコーニンググループ

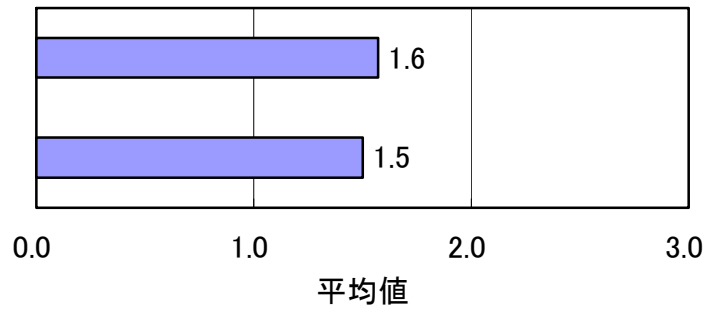
③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発

1. 研究開発成果

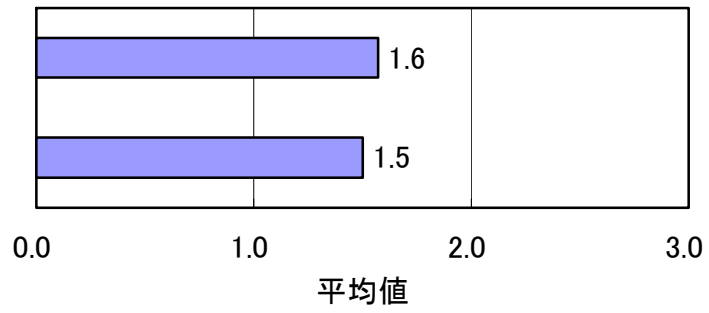


①超ハイブリッド材料創成技術

1. 研究開発成果



2. 実用化の見通し



個別テーマ	平均値	素点(注2)							
化学技術戦略推進機構・産総研グループ									
1.②相反機能のための基盤技術開発									
1. 研究開発成果	2.7	A	A	A	B	B	A	A	
2.③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発									
1. 研究開発成果	2.3	A	A	A	C	B	B	B	
3.④材料設計に資する統合評価・支援技術開発									
1. 研究開発成果	2.2		B	A	C	B	A	B	
4.超ハイブリッド材料創成技術									
1. 研究開発成果	2.6	A	A	A	B	B	B	A	
2. 実用化の見通し	2.0		A	B	B	C	B	B	
三菱化学・産総研グループ									
1.②相反機能のための基盤技術開発									
1. 研究開発成果	2.4	B	A	A	C	B	A	A	
2.③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発									
1. 研究開発成果	1.9	C	B	B	B	B	B	B	
3.④材料設計に資する統合評価・支援技術開発									
1. 研究開発成果	1.7		B	B	C	B	B	C	
4.超ハイブリッド材料創成技術									
1. 研究開発成果	2.5		A	A	B	B	B	A	
2. 実用化の見通し	2.2		A	B	B	B	B	B	
東レ・ダウコーニンググループ									
1.③相反機能材料創成プロセス基盤技術開発									
1. 研究開発成果	1.9	C	A	B	C	B	B	B	
2.超ハイブリッド材料創成技術									
1. 研究開発成果	1.6	C	B	B	D	B	B	B	
2. 実用化の見通し	1.5		C	B	C	C	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) 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね妥当
- ・妥当とはいえない

- A
- B
- C
- D

(2) 実用化の見通しについて

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当であるが課題あり →C
- ・見通しが不明 →D