

平成20年度 制度評価書

	作成日	平成20年12月現在
制度・施策名称	ナノテク・部材イノベーションプログラム	
事業名称	ナノテク・先端部材実用化研究開発	コード番号：P05023
担当推進部	ナノテクノロジー・材料技術開発部	
0. 事業概要		
<p>情報家電、燃料電池、ロボットなど、先進的なユーザーの高度化を支える最先端の材料・部材技術が我が国産業の強みである。第三期科学技術基本計画（平成18年3月閣議決定）においても重点推進分野とされているナノテクノロジー・材料分野は、IT・環境・ライフサイエンス等といったその他の重要な技術分野の高度化に資する基盤技術であり、ナノテク・材料技術を応用分野に繋げていくことが重要な課題である。ナノテクノロジーは、様々な分野にイノベーションを引き起こす可能性があるが、①ナノテクノロジーだけでは事業化されにくい、②実用化までの期間が長い、③出口（応用分野）が多岐にわたるため、特定の出口との関連が弱い、④革新的な技術ほど既存ユーザーに受け入れられ難いという特徴がある。したがって、大学・研究所等の優れたナノテク技術（革新的ナノテクノロジー）を活用して速やかにデバイス化し、実用化を加速させるため、出口を特定し川上・川下の垂直連携研究体制による先端部材開発に対する支援を行う。</p>		
研究開発テーマの委託・助成条件		
実施期間	ステージⅠ、ステージⅡともに3年以内（合計5年以内）	
委託・助成額	1件あたりの予算規模は、ステージⅠが3～7千万円程度/年、ステージⅡが2億円程度/年	
契約・助成形態	ステージⅠは委託、ステージⅡは助成（助成率2／3以内）	
対象	材料から出口まで垂直連携体制で委託・助成を希望する複数の企業、独立行政法人、大学等の研究機関	
平成20年度の予算額等		
予算額	36.46億円	
応募件数及び採択件数	応募 55件 上期23（ステージⅠ 23件、ステージⅡ 0件） 下期32（ステージⅠ 32件、ステージⅡ 0件） 採択 8件 上期4（ステージⅠ 4件、ステージⅡ 0件） 下期4（ステージⅠ 4件、ステージⅡ 0件）	
継続件数	39件 ステージⅠ 31件 ステージⅡ 8件（うちステージⅠから移行4件）	
制度の実施期間	平成17年度～平成24年度	
※平成19年度以前の実績額・公募採択件数等推移は、「平成20年度実施方針」に記載あり。		

1. 位置付け・必要性（根拠、目的、目標）

（1）根拠（位置付け）

ナノテクノロジー・材料分野は第三期科学技術基本計画の重点推進4分野に位置付けられ、分野別推進戦略の中で、重要な研究開発課題の「24. 革新的ナノ計測・加工技術」に位置づけられる。これを実行するために経済産業省ではイノベーションプログラムのナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画（平成20・03・24産局第1号）中で、ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を加速・促進する「I. ナノテクノロジーの加速化領域」として本制度を位置付けている。

本制度を推進することは上記施策と整合しており、位置付けは妥当である。

（2）目的

本制度は革新的ナノテクノロジーを対象として3～5年後の実用化につながるレベルの研究開発を行うことにより、①燃料電池、②ロボット、③情報家電、④健康福祉機器・サービス、⑤環境・エネルギー機器・サービスの5分野の産業に貢献するキーデバイスの実現を目的とする。

この5分野の産業は、経済産業省が策定した新産業創造戦略（平成16年5月）で取り上げた産業群（社会的な要請）と一致しており、その後の「経済成長戦略大綱」（平成18年7月閣議決定）においても同様に位置付けられ、国の重要な政策となっているため、目的は妥当である。

（3）目標

本制度の目標は、上記の位置付けや目的に貢献し、ナノテク・材料技術を用いて「世界を勝ち抜く産業競争力の強化」である。その目標を達成するため、ステージⅠは最終目標とする特性の目途がつくサンプルを、ステージⅡは最終目標の特性を有するサンプルを、企業、大学等の外部機関に対して各ステージ終了時までには評価のためにラボレベルで提供できる技術を確立するとしており、テーマ個別に目標を設定している。個別テーマの目標の妥当性について、テーマ採択時に外部有識者を活用し審査している。

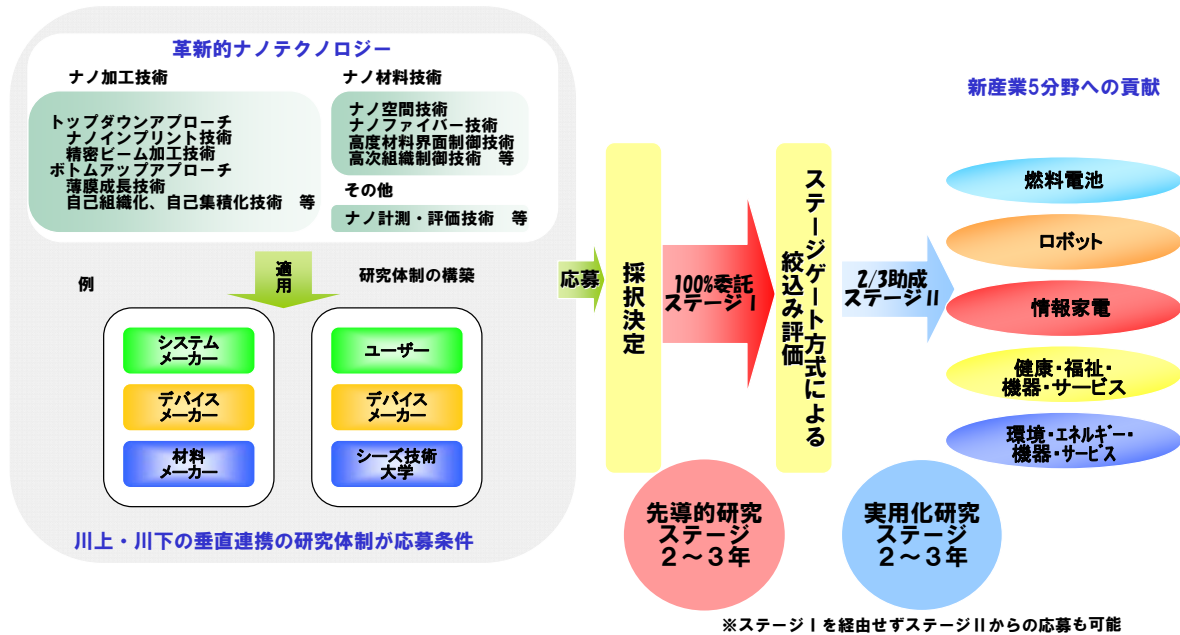
以上、提案公募型の本制度はテーマに即して詳細な個別目標を設定しており妥当である。

2. マネジメント（制度の枠組み、テーマの採択審査、制度の運営・管理）

本制度は平成16年度 NEDO「ナノテク・先端部材実用化研究開発プロジェクトに関する調査」において国内外の類似制度の比較、有識者・企業インタビュー、有識者による委員会等を踏まえて事前評価を行いつつ制度を設計した。

（1） 制度の枠組み

革新的ナノテク・材料技術による高度部材の先導的研究ステージ（ステージⅠ、委託、上限7千万円/年/テーマ）では、新産業5分野（情報家電・ロボット・燃料電池等）に貢献するキーデバイスのためのシーズを確立する。ステージⅠで確立したシーズに対し絞り込み評価（ステージゲート）を行い、実用化シナリオ、経済情勢、技術動向から見て、研究開発終了から3～5年後で実用化に繋がる可能性の高いテーマを実用化開発ステージ（ステージⅡ、助成（助成率2/3）、助成金上限額2億円/年/テーマ）で引き続き支援する。（ステージⅡからの研究応募も可能）



ナノテクノロジーは、様々な分野にイノベーションを引き起こす可能性があるが、①ナノテクノロジーだけでは事業化されにくい、②実用化までの期間が長い、③出口（応用分野）が多岐にわたるため、特定の出口との関連が弱い、④革新的な技術ほど既存ユーザーに受け入れられにくいという特徴がある。これら特徴を踏まえてナノテク研究開発で出来るだけ早く成果を出せるように以下の工夫を行った。

- ①川上・川下の垂直連携体制を提案の前提条件とすることによって、研究者がシーズ側の視点だけでなく出口を見据えた研究開発を実施する環境を整えた。
- ②本制度の予算ポートフォリオとしてステージⅠに重点を置き、ステージⅠという少額の研究テーマを多数採択することで、予想以上に飛躍が期待されるシーズ育成も可能とした。
- ③各ステージの開発リスクに応じて研究者側の負担率を段階的に設定しており、適切な受益者負担を実現した。

このため本制度は、総合科学技術会議や NEDO 独法評価委員会等において、研究開発スタイルを政策誘導するスキームとして優れており、NEDO のマネジメント力が発揮される制度として高く評価されている。また川上・川下の垂直連携研究体制を前提条件としているため、提案者は連携企業・連携研究機関と具体的な事業化スキームを協議し開発計画を検討することとなっている。そのため採択・不採択に関わらず、副次的に産学官連携や産産連携が促進される仕組みとなっている。

前述の「経済成長戦略大綱」に言及されている「イノベーション・スーパーハイウェイ構想」では、「異分野の融合」がイノベーションを推進する鍵として重要視されている。NEDO でも「異分野の融合」を実現するため、平成19年度より異業種異分野による垂直連携体制のテーマを

優先的に採択することとし、その主旨を公募要領に工夫を加えるなど、制度の高度化に努めている。

以上より、制度の枠組みは妥当と考えられる。

(2) テーマの採択審査

採択審査は外部有識者からなる事前審査の結果を踏まえ、NEDOに設置される契約・助成審査委員会で実施する。審査基準、審査項目の内容、テーマの採択審査は厳正かつ公平であり、透明性も確保されているため、妥当であると考えられる。

平成19年度の制度評価で懸念事項であった「審査側（特にピアレビューア等）への負荷の実態を把握・随時適切な見直し」については、平成20年度下期公募審査のピアレビューアに対して審査負担（審査期間）に関するアンケートを行った。回答率97%（回答数/アンケート送付数=65/67）、ピアレビューア1人当たりの平均審査依頼件数が1.43件、審査期間は約2週間程度という状況下において、78%が「適切である」、17%が「やや短い」、3%が「やや長い」という回答であった。また、3件以上の審査を担当したピアレビューアについては、全員が「適切である」と回答している。（以下、図1参照）

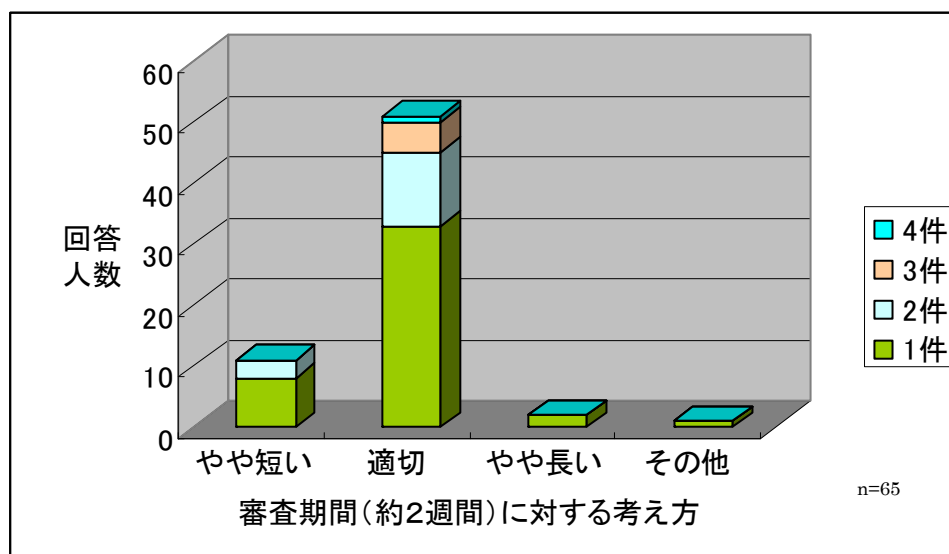


図1 審査側（ピアレビューア）への負荷の実態

以上のことから、ピアレビューアの審査は概ね十分な時間を持って審査が実施されていると言える。

(3) 制度の運営・管理

公募は提案者の利便性を考慮して、①年間複数回公募、②公募開始の1ヶ月前にHP等のメディアを活用した事前周知、③公募期間中における東京・大阪での公募説明会、④公募期間外における優良課題発掘のための地方主要都市での制度説明会や効率的な連携体制構築のアドバイス（個別相談）などを実施している。平成20年度は特に地域の技術シーズに関する情報交換という位置づけで、北海道、東北、中部、関西、九州の大学や地方経済産業局等計5箇所を訪問し、事業概要等の説明及び今後の課題発掘に対する協力依頼を実施した。

さらに昨年に引き続き、提案者の負担軽減を目的に、公募要領の異分野融合に対する記載方法を簡素化する等の改善も実施している。

採択テーマのマネジメントとして、研究の進捗・資産管理状況等の把握のため担当者（NEDO職員）の研究現場訪問（現地主義）を義務づけ、研究の進捗のみならず、効果的・効率的な研究体制の構築に向けたアドバイスを行っている。ステージI・IIとも、原則として各ステージの中間年度において外部有識者による中間評価を実施し、結果の反映を行うことで効率的な研究開発を目指したフレキシブルな運営に努めている。

これまでの中間評価の反映結果を以下に示す。

(表 1) 中間評価反映状況

	第1回 (H18.9)	第2回 (H19.1)	第3回 (H19.9)	第4回 (H20.1)	第5回 (H20.8)
中間評価対象案件	6	10	8	12	7
計画を一部変更し実施	3	3	2	3	3
中止または抜本的な改善	0	1	1	2	0
概ね、現行どおり実施	3	6	5	7	4

ステージⅠからステージⅡへ移行する際は、外部有識者等で構成する委員会において研究開発の進捗状況の報告・審議を行い、絞り込み評価（ステージゲート）を行う。本制度は平成17年度から開始したため、平成19年度（H20.1）から本格的なステージゲートの運用を実施しており、結果は表2の通りである。ステージⅡへ移行出来なかったテーマについても、研究成果が有効に活用される様、NEDOの他の助成事業への推薦や自社開発の意向を強く示す企業には資産の貸与（継続研究）で支援するなど、本制度の委託期間が終了した後も個別のフォローに努めている。

(表 2) 絞り込み評価（ステージゲート）結果

	第1回 (H19.1)	第2回 (H20.1)	第3回 (H20.8)
ステージゲート対象案件	1	9	4
ステージⅡへ移行	0	2	2
自社研究等	1	3	2
その他（他制度への応募等）	0	4	0

ステージⅡ終了テーマの事後評価についても、外部有識者等で構成する委員会において、成果の報告等を行い、本制度で実施されたテーマの有効性等について審議を行っている。さらに平成20年度においては支援したテーマの研究成果の発展状況把握を目的とした追跡調査（企業のみ対象）の仕組みを構築し、本制度の社会的効果について国民へのアカウンタビリティーの向上に向けた準備を開始した。また本制度の改善の参考とするため、平成20年9月までに研究期間が終了したテーマの実施者（全ての法人）に対し、アンケートを実施した（回答数／アンケート送付数=41／45）。

その結果、70%を超える実施者が本事業に対して満足していると回答している一方で、約20%の実施者が不満足であると回答している（図2参照）。その主な理由は中間評価でのテーマ中止であった。これは実施者の成果に対する認識と外部評価委員による評価結果とのギャップに起因するものと考えられるが、NEDOの実施者に対する説明不足も考えられる。今後は、実施者に本制度の趣旨・運用を的確に理解頂くため、より一層、公募説明会や意見交換会等できめ細やかな助言・指導を行うとともに、十分な質疑応答の場を設ける等、「納得感のある退場」の実現を目指す。

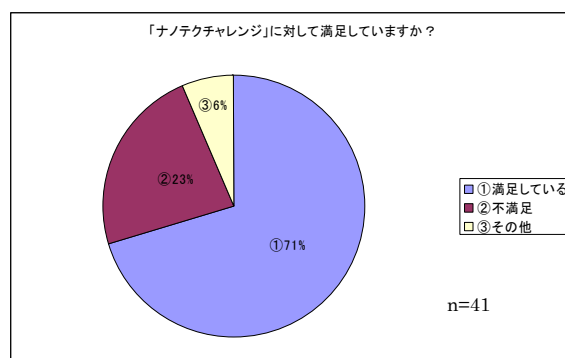


図 2 本制度に対する満足度

また、図3では80%を超える実施者が垂直連携チームは「上手く機能した。」と回答してい

るが、15%程度の実施者が「上手く機能すると想定していたが、あまり機能しなかった。」と回答している。「材料開発に時間がかかり、連携全体のループにフィードバックすることができなかった。」「実質的な垂直連携を実施する前に中間評価が実施され、連携効果による成果が出ないまま中止となった」等が理由として挙げられた。垂直連携チームを上手く機能させる事がNEDOの役割であるため、本アンケートのコメント等から得られる教訓を元に、日常的なサポートや制度改善に努める。

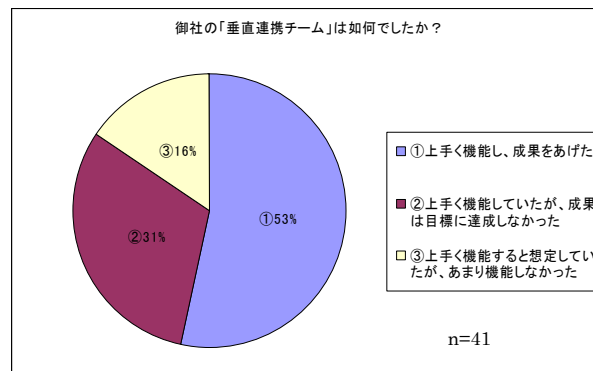


図3 垂直連携チームの効果

なお、昨年の課題とした「ステージⅠの優良な成果を基にステージⅡへ申請する研究テーマについては、採択時から時間経過に伴う情勢変化を踏まえ、企業戦略に基づき様々な法人形態の変化等が生じた場合であっても、本制度の要件である複数の企業・大学等による垂直連携が実質的に機能する研究体制であれば、引き続き本制度内で支援する事が可能な運用」について検討した結果、①平成20年度に対象案件がなかったこと、②垂直連携体制はNEDOの提案公募型事業において本制度特有の象徴的な条件であること、③本制度に拘らず、NEDOの他の助成制度を活用すれば、シームレスに実用化・事業化を支援する事が可能であること、に鑑み静観することとした。

さらに近年では、本事業の実施テーマが増大したため、加速的な成果の創出を目指しテーマ間コーディネートに取り組んでいる。具体的には、①テーマ間で共通の技術課題を有すものについては、積極的に情報交換を行うよう働きかけたり、②あるテーマで安定的に得られる試料を別のテーマで不足がちな評価試料の代替材料に適用し試験回数の増加を促したりする等の工夫を講じている。

以上、制度の運用は必要に応じて随時見直しされ、個別テーマに対しては中間評価を実施し、進捗を管理するなど、妥当なマネジメントを実行していると考えられる。

3. 成果

制度開始4年目となり、ステージⅠからⅡへ移行したテーマや数年後の具体的な製品化の目途が立つ案件も出始めており、本制度の趣旨であるナノテクを活用した製品の早期実用化が結実しつつあると言える。そこで、個別テーマの顕著な研究成果の一例を紹介する。

- ・ 次世代のユニバーサルメモリとして期待される RRAM(resistance RAM)の開発を実施している「遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリとその極微細加工プロセスに関する研究開発」では、金属電極と酸化物の界面にある蛇口を電流駆動で開閉することによって素子縦方向の抵抗スイッチが ON/OFF するというメモリ動作原理を世界で初めて解明した。本テーマは引き続きステージⅡで回路機能の検証や高信頼性デバイスの開発に取り組む。2013年（5年後）には、超大容量（従来より16倍）、高速（従来より100倍）、超低消費電力（従来より1/1000）のスーパーメモリを製品化する予定である。国際競争の激しい同分野において学術的にも産業的にも日本が世界を一步リードした例と言える。
- ・ 環境調和型電力機器実現のためのナノコンポジット絶縁材料の研究開発」ではエポキシ樹脂にナノ粒子（クレイ化合物等）を均一に分散させる技術を確立し、高電圧で放電劣化に強いコンポジット材料（耐放電寿命：従来比200倍、絶縁耐力：SF₆ガス比9倍以上）の作製に成功。高電圧領域の電力機器にもSF₆ガスを全く使わない固体絶縁方式を適用可能となる。6年後の市場投入を目指しスイッチギア用樹脂として量産に向けステージⅡの研究を開始。ナノテクが持続可能な社会に貢献する一例として期待される。
- ・ 「自己組織化有機単分子膜を用いた電界効果トランジスタ型マイクロチップpHセンサおよびバイオセンサの開発」では、シリコンウェハ上のトランジスタ構造に有機単分子膜を形成させ、イオンに対する感応性を制御した、世界初完全固体型pHセンサを実現。100年来の課題であった参照電極内部液補充・漏洩問題を解消し、3年後の市場投入を目指して、種々の生化学反応を高感度で短時間に計測できるセンシングデバイスをステージⅡで開発中。ナノテクが安価で安心、高度な健康医療の実現に貢献するという一例として期待される。

「スライドリング・マテリアルを用いた先端高分子部材の開発研究」や「非対称ナノハニカム構造を持つ高機能癒着防止膜とその自己組織化製造プロセスの開発」、「ナノレベルで構造制御された有機半導体結晶の製造法と有機電子デバイスへの展開」は、文部科学省大学発ベンチャー創出支援事業等及び科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）における基礎研究の成果を活用している。

ステージⅠを終了した優良案件「有機顔料ナノ結晶の新規製造プロセスの研究開発」や「ナノ傾斜構造を有する高強度光触媒繊維によるPOP₅無害化技術の研究」、「低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型2次電池の研究開発」は、ステージⅡの申請条件（垂直連携体制の複数企業で申請を行う）を満足しなかったため、ステージⅡの申請を見送ったが、一部の目覚ましい成果については、1社で申請可能なNEDO内の制度であるイノベーション実用化助成制度の実用化研究フェイズ（量産化研究等）に移行させた。

これらは、他の支援制度を活用し基礎研究から応用研究、実用化研究へとシームレスに研究開発支援を実現しているという観点から評価できる。

なお、平成17年度上期より過去8回の公募（346件の応募）を行い、様々な領域にわたる研究課題56件を採択した。川上・川下の垂直連携研究体制を前提条件としているため、提案者は連携企業・連携研究機関と具体的な事業化スキームを協議し開発計画を議論する必要があり、採択・不採択に関わらず産学官連携や産産連携ひいては異分野融合の促進に貢献していると思われる（呼び水効果）。

実際、アンケートによれば、「連携先との新しい開発が始まった。継続的に面会する機会が出来ることで、チャンスが広がる。」「今回のスキーム内の機関とのパイプが強まるのみでなく、他に各社が連携している機関にまでパイプが広がった。」「本制度を推進する上で異分野の学会関係者や評価設備を借用した公的研究機関等と新たなつながりができた。」との回答が得られており、また、本制度を知ったきっかけについて、30%を超える実施者が「該当テーマの垂直連携先からの紹介」であると回答していることから呼び水効果の存在が推測される（図4参照）。

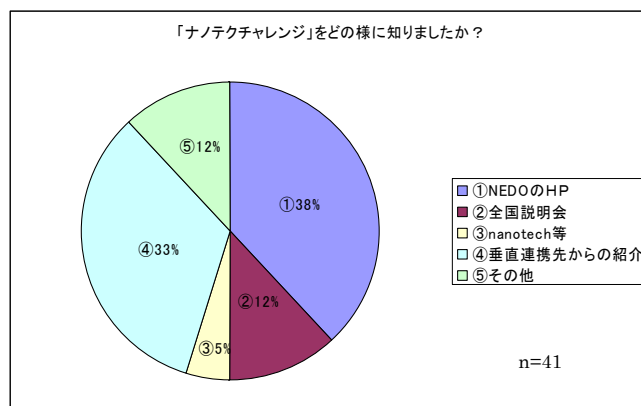


図4 本制度を知った経緯

4. 総合評価

【総括】

本制度は、大学・研究所等のナノテク技術（革新的ナノテクノロジー）を活用して、川上・川下の垂直連携研究体制による先端部材開発を促進することにより、ナノテクノロジー・材料分野の早期の実用化を目指す極めて重要な施策である。総合科学技術会議やNEDO独法評価委員会等においても、研究開発スタイルを政策誘導するスキームとして優れており、NEDOのマネジメント力が発揮される制度として高く評価されている。

制度のより良い運用を図るとともに、本制度における様々なシステムについても見直しを厭わない努力が今後必要である。本制度を今後も継続することにより、所期の目的が達成できるものと考えられる。

【今後の展開】

個別評価1.～3.に鑑み、本制度を継続的に実施することが妥当であると判断する。以下の点については引き続き検討を行い、ナノテクノロジーの早期実用化をより効果的に促す制度として推進・展開してゆく。

- ・ 実施したアンケートの分析結果等を参考に平成21年度以降の制度運営・管理の改善を行う。
- ・ 公募説明会を充実させるとともに、採択課題のスタートアップ時にはきめ細やかな助言・指導を行い、本制度の主旨やシステムがテーマ実施者に適確に理解されるよう努める。その一環として、平成20年度新規採択課題8件の研究開発責任者とNEDO関係者とが一堂に会する意見交換会を試行的に開催する。