

平成24年度 事業原簿（ファクトシート）

作成日：平成24年4月1日作成

更新時期：平成25年5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	革新的ナノカーボン材料先導研究開発	PJコード：P11019	
推進部	電子・材料・ナノテクノロジー部		
事業概要	<p>グラフェン等のナノカーボン材料は、既存材料を大きく超える特性が見いだされており、多彩な分野への応用が期待されている。しかし、ナノカーボン材料は比較的新しい材料であるが故に、実用化へ向けた企業単独での研究開発はリスクが高く、十分には進んでいないのが現状である。そこで、新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を目的として、ナノカーボン材料を用いた部材開発を先導的に実施し、既存材料による部材を超える特性が発現することを確認する。</p>		
事業規模	事業期間：平成23年度（3月）～平成24年度		
	契約等種別：委託		
	勘定区分：一般勘定 [単位：百万円]		
		H23年度～H24年度 (平成23年度補正予算にて実施)	合計
	予算額	397	397
	執行額	342	342
1. 事業の必要性			
<p>「ナノテク・部材イノベーションプログラム」が示すとおり、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技術革新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とすることが求められている。これらを実現する材料として、近年、ナノカーボン材料が注目されている。</p> <p>ナノカーボン材料は、グラフェン、フラーレン、カーボンナノチューブ、ナノホーン、ナノダイヤモンド、ナノファイバーなど、炭素のみからなる材料である。ナノカーボン材料には、キャリア移動度、比表面積、機械的強度、熱伝導率、許容電流密度などにおいて既存材料を大きく超える特性が見いだされており、蓄電デバイス、半導体デバイス、透明導電膜をはじめ、多彩な分野への応用が期待されている。また、経済産業省が発行する技術戦略マップのナノテクノロジー分野においても、平成22年版にグラフェンが重要技術として新たに追加された他、上記ナノカーボン材料の多くが重要技術として記載されており、日本国として研究開発を行うべき課題として認識されている。</p> <p>しかしながら、これらのナノカーボン材料は比較的新しい材料であるが故に、実用化へ向けた企業単独での研究開発はリスクが高く、十分には進んでいないのが現状である。そこで、新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を図るため、ナノカーボン材料を用いた部材開発を先導的に実施することが必要であり、本事業を実施した。</p>			
2. 事業の目標、指標、達成時期、情勢変化への対応			
①目標			
ナノカーボン材料を用いた部材開発を先導的に実施し、既存材料による部材を超える特性が発現することを確認する。			
②指標			
事業終了時まで、最終目標とする特性の目途がつくサンプルをラボレベルで作成出来る技術を開発し、特性を評価するものとする。			

③達成時期 平成24年度末
④情勢変化への対応 なし
3. 評価に関する事項
①評価時期 ・年度評価：平成25年度
②評価方法（外部評価又は内部評価、レビュー方法、評価類型） ・内部評価（外部有識者の意見を取り入れた評価）

平成24年度 事業評価書

平成25年10月2日作成

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	革新的ナノカーボン材料先導研究開発	PJコード：P11019
推進部	電子・材料・ナノテクノロジー部	

0. 事業実施内容

グラフェン等のナノカーボン材料は、既存材料を大きく超える特性が見いだされており、多彩な分野への応用が期待されている。しかし、ナノカーボン材料は比較的新しい材料であるが故に、実用化へ向けた企業単独での研究開発はリスクが高く、十分には進んでいないのが現状である。そこで、新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を目的として、ナノカーボン材料を用いた部材開発を先導的に実施し、既存材料による部材を超える特性が発現することを確認することを目標にして、表1. に記載の5件のテーマと概要にて事業を実施した。内訳は3件のナノカーボン材料を用いた複合部材の研究開発と、大容量無線通信用ならびに食品・医療用バイオセンサ応用の2件のグラフェントランジスタの研究開発である。

表1. テーマ名と概要

テーマ名：() 内事業者名	概要
湿式プロセスによるグラフェンを活用した高周波帯域電磁波吸収体の研究開発 (技術研究組合単層CNT融合新材料研究開発機構)	湿式プロセスによる分散液を用いたグラフェン複合材料の開発、および電磁波吸収素材としてのグラフェンに適した設計技術を開発し、グラフェンの電磁波吸収材料としての特性を引き出す。
グラファイト/グラフェンパウダーを活用した機能性ゴム素材の研究開発 (パナソニック株式会社、国立大学法人大阪大学)	衝撃を緩和するゴム弾性、方向性を持つ熱伝導性、電磁波シールド性の3機能を複合した機能性ゴムを創出する。
高機能フッ素樹脂の実用化開発 (大陽日酸株式会社、国立大学法人大阪大学)	長尺配向カーボンナノチューブとフッ素樹脂を用いて高機能フッ素樹脂を試作し、性能評価ならびに製造プロセスの確立を実施する。
窒化物材料上グラフェンを活用したテラヘルツ帯デバイスの研究開発 (住友電気工業株式会社、国立大学法人東北大学)	Si基板上に形成するグラフェントランジスタの下地基板とグラフェン膜質の改善、ならびにトランジスタ構造のプロセスを確立し、大容量無線通信用テラヘルツ帯デバイスの動作を検証する。
グラフェンを活用した高感度汎用FETバイオセンサ材料の研究開発 (メルク株式会社、国立大学法人大阪大学)	グラフェン表面を修飾することで、特定の検体の特異的に定量的に検出できるグラフェン電界効果型トランジスタによる食品・医療用バイオセンサ材料を実現する。

1. 必要性 (社会・経済的意義、目的の妥当性)

「ナノテク・部材イノベーションプログラム」が示すとおり、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技術革新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とすることが求められている。これらを実現する材料として、近年、ナノカーボン材料が注目されている。

ナノカーボン材料は、グラフェン、フラーレン、カーボンナノチューブ、ナノホーン、ナノダイヤモンド、ナノファイバーなど、炭素のみからなる材料である。ナノカーボン材料には、キャリア移動度、比表面積、機械的強度、熱伝導率、許容電流密度などにおいて既存材料を大きく超える特性が見いだされており、蓄電デバイス、半導体デバイス、透明導電膜をはじめ、多彩な分野への応用が期待されている。また、経済産業省が発行する技術戦略マップのナノテ

クノロジー分野においても、平成22年版にグラフェンが重要技術として新たに追加された他、上記ナノカーボン材料の多くが重要技術として記載されており、日本国として研究開発を行うべき課題として認識されている。

しかしながら、これらのナノカーボン材料は比較的新しい材料であるが故に、実用化へ向けた企業単独での研究開発はリスクが高く、十分には進んでいないのが現状である。そこで、新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を図るため、ナノカーボン材料を用いた部材開発を先導的に実施することが必要であり、本事業を実施した。

2. 効率性（事業計画、実施体制、費用対効果）

以下の事項について適正な計画と実施の管理を行い、効率的に事業を運営した。

① 事業計画

新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を目的として、多様なナノカーボン材料を用いた部材開発の先導的な研究開発を、以下の約1年間の期間で効率よく実施した。

平成24年1月～2月 公募期間（30日以上）

2月～3月 審査期間（45日間）

3月 事業開始

平成25年2月 事業終了

② 実施体制

本研究開発は、NEDOが企業、大学等の研究機関から公募によって研究開発実施者を選定・委託して実施した。各テーマとも産学連携体制を基本として、各者が相互補完し効率的な研究開発を実現することとした。ただし事業終了後の実用化に向けた展開も見据え、実施体制は産が中心となるよう調整した。また、各テーマ毎に研究開発責任者（テーマリーダー）を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効率的な研究開発を実施した。事業の実施に当たり、具体的には以下の管理を行い適正で効率的な事業運営を行った。

②-1 委託先の採択審査

委託事業者の採択にあたっては、外部審査委員3名とNEDO職員2名での書面による予備審査と、外部審査委員5名からなる採択審査委員会による本審査を行い、本審査で審査基準に照らして提案内容の優れたものを採択した。外部審査委員の意見を取り入れることにより客観的に審査を行い、適正に採択を行った。これらにより、約1年間の短期の実施期間において執行能力と成果実用化の見込みの高い委託事業者の採択を行い、国民生活や経済社会への高い波及効果が期待できる事業とした。

②-2 委託事業の執行管理

経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的及び目標に照らして運営管理を実施した。具体的には、四半期に一回程度テーマリーダーとともに進捗について報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行った。この際に研究現場訪問を行い、研究の現場レベルでの進捗把握と課題認識、並びに資産管理状況の把握に努めた。これらの管理により、各テーマのリアルタイムでの進捗と課題の把握を行い、約1年間の比較的短期の実施期間において効率的に事業が進捗するように努めた。

また今後のNEDO事業の改善に資するために、実施者アンケートを行い実施者側からの意見を得た。アンケート結果より本事業の目的、目標の妥当性について肯定的な意見を得たことにより事業計画は適正であったと考える。産学の連携を行うことにより相補的な協力関係を構築でき、効率的な研究開発が出来たとの意見も得た。

②-3 個別テーマに関する評価の実施

本事業によるナノカーボン材料の既存材料による部材を超える特性と産業創出効果を明らかにするために、個別テーマについての評価を行う評価委員会を開催した。評価委員会は、大学又は公的機関に所属する有識者からなる外部評価委員（3名）とNEDO職員（4名）によって構成した。全5テーマに対し、2つの評価項目「研究開発成果」と「実用化・事業化の見通し」について評価コメント・評点を得た。外部評価者の意見を取り入れることにより客観性を確保した。これらにより、各テーマの成果と産業創出効果の適正な評価を行った。

③ 費用対効果

ナノカーボン材料を用いた部材開発を実施し、5件の個別テーマの全てにおいてサンプルの作成を行った。2件においては主要な性能において目標値に達成しなかったが、いずれの部材とも既存材料による部材を超える特性が得られることを確認できた。

売り上げ計画の明示された3件のナノカーボン部材の平成29年における年間合計売り上げ金額は、約60億円と見込まれる。従って、4億円の投入に対するナノカーボン材料の「先導的」研究開発としては、高い達成度を持って事業を推進でき、投じたコストに対する効果は十分高いと考えられる。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

個別テーマに関する評価委員会における評価結果（表2）より、研究開発と実用化・事業化の両面において、一定の目標を達成し社会・経済への貢献度が得られたと考える。

表2. 評価結果

評価項目	研究開発成果			実用化・事業化の見通し		
	3点～2点	2点～1点	1点～0点	3点～2点	2点～1点	1点～0点
平均評価点の分布	4件	1件	0件	1件	4件	0件
全テーマの平均評価点	2.4点			1.8点		

評価点換算：A=3点、B=2点、C=1点、D=0点
外部評価委員と内部評価委員の評価の重み付けは7：3の比率

評価項目：

・「研究開発成果」

目標の妥当性と達成度、開発体制について評価コメントを頂き、下記の基準に基づき、A B C Dの4段階で評価を行った。

- 「A」：目標を上回って達成し大変優れた成果が得られた。
- 「B」：目標を達成し十分な成果が得られた。
- 「C」：目標をほぼ達成し一応の成果が得られた。
- 「D」：目標に達せず十分な成果が得られなかった。

・「実用化・事業化の見通し」

実用化可能性、実用化シナリオ、費用対効果、社会・経済への波及効果について評価コメントを頂き、下記の基準に基づき、A B C Dの4段階で評価を行った。

- 「A」：実用化、事業化の見通しが十分ある。
- 「B」：実用化、事業化の見通しがある。
- 「C」：実用化、事業化の見通しが概ねある。
- 「D」：実用化、事業化の見通しが無い。

【研究開発成果の有効性】

各テーマの研究開発成果の評価結果（表2）において、全テーマの平均評価点は2.4点であった。この結果より本事業は優れた目標達成度を實現したと考える。具体的には以下の研究開発成果が得られた。

5件のテーマの内3件でナノカーボン材料を用いた複合部材の開発を実施した。グラフェンまたはカーボンナノチューブをゴムやフッ素樹脂等の樹脂に添加することにより、既存材料による部材を超える特性が発現することを確認できた。グラフェンとカーボンナノチューブの生産技術、分散技術、複合化技術等の開発を行うことにより、既存材料による部材では得られない優れた熱伝導性、導電性、電磁波シールド性が確認できた。

2件のテーマにおいてはグラフェンを活用したグラフェントランジスタの開発とそのセン

サへの応用技術の開発を実施した。目標とする特性の確認は一部の目標項目において未達の部分があったが、基本的動作は確認出来た。グラフェンをトランジスタに活用することにより、従来材料系と比較して高速動作が可能と見込まれ、要素技術の確立が出来た。また、グラフェントランジスタのグラフェン表面に、検体と特異的に結合する抗体などを結合させて、バイオセンサとしての機能を発現させる研究開発を実施した。これら2件のテーマでグラフェンの成膜技術、トランジスタプロセス開発、グラフェン表面修飾技術の開発と確立ができた。チャレンジングなテーマであり、今後の継続的な研究開発を期待する意見がテーマに関する評価委員のコメントとしてあった。

以上より、本事業において優れた研究開発成果が得られ、委託事業として有効であったと考える。

【実用化・事業化に対する有効性】

各テーマの実用化・事業化の見通の評価結果（表2）において、全テーマの平均評価点は1.8点であった。この結果より本事業において一定の社会・経済への貢献度を得たと考える。

5件のテーマの内4件は企業と大学との産学連携体制であり、事業化は実施企業またはその関連企業が実施予定である。1件は公的研究機関と複数の企業が参加した技術研究組合であり、各組合員企業が自社の事業に即した製品に開発した部材を適応して、事業化を実施予定である。実施者へのアンケート結果からも、本事業の実施により各実施者の研究開発の継続が可能になったとの意見を得た。

3件のナノカーボン材料を用いた複合部材の開発テーマの成果については、電子機器や自動車等の関連部材への応用が見込まれる。2件においては、成果を基に試作したサンプルを事業終了後にユーザに提供してサンプル評価を実施する状況である。2件のグラフェントランジスタに関するテーマにおいては、想定している市場は明確であり、今回明らかとなった技術的課題を今後解決することにより、大容量無線通信分野ならびに食品・医療用バイオセンサ分野での事業化が期待出来る。

売り上げ計画の明示された3件のナノカーボン部材の平成29年における年間合計売り上げ金額は、約60億円と見込まれ、以降も売り上げ金額は増加が見込まれている。

以上より、本事業において一定の社会・経済への貢献度が得られ、委託事業として有効であったと考える。

4. 優先度（事業に含まれるテーマの中で、早い段階に、多く優先的に実施するか）

5. その他の観点（公平性等事業の性格に応じ追加）

特になし

6. 総合評価

① 総括

本事業において、新たな成長産業創出による国際競争力維持・強化を目的として、ナノカーボン材料を用いた部材開発を実施した。

5件の全てのテーマにおいてサンプルの作成と特性の評価を実施した。既存材料による部材を超える特性が発現することが、事業において確認出来た。また、実用化・事業化に対しても社会・経済への貢献が期待でき、今後各実施企業において継続的に事業を進めることにより市場の形成が十分見込める。これらにより、本事業は効率的で有効であったと考える。

② 今後の展開

平成23年度補正事業としての目的は達成しており、本事業は終了する。本事業の実施企業の実用化・事業化については、今後も追跡調査を行うことにより状況把握を行う。