

「低炭素社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発プロジェクト」

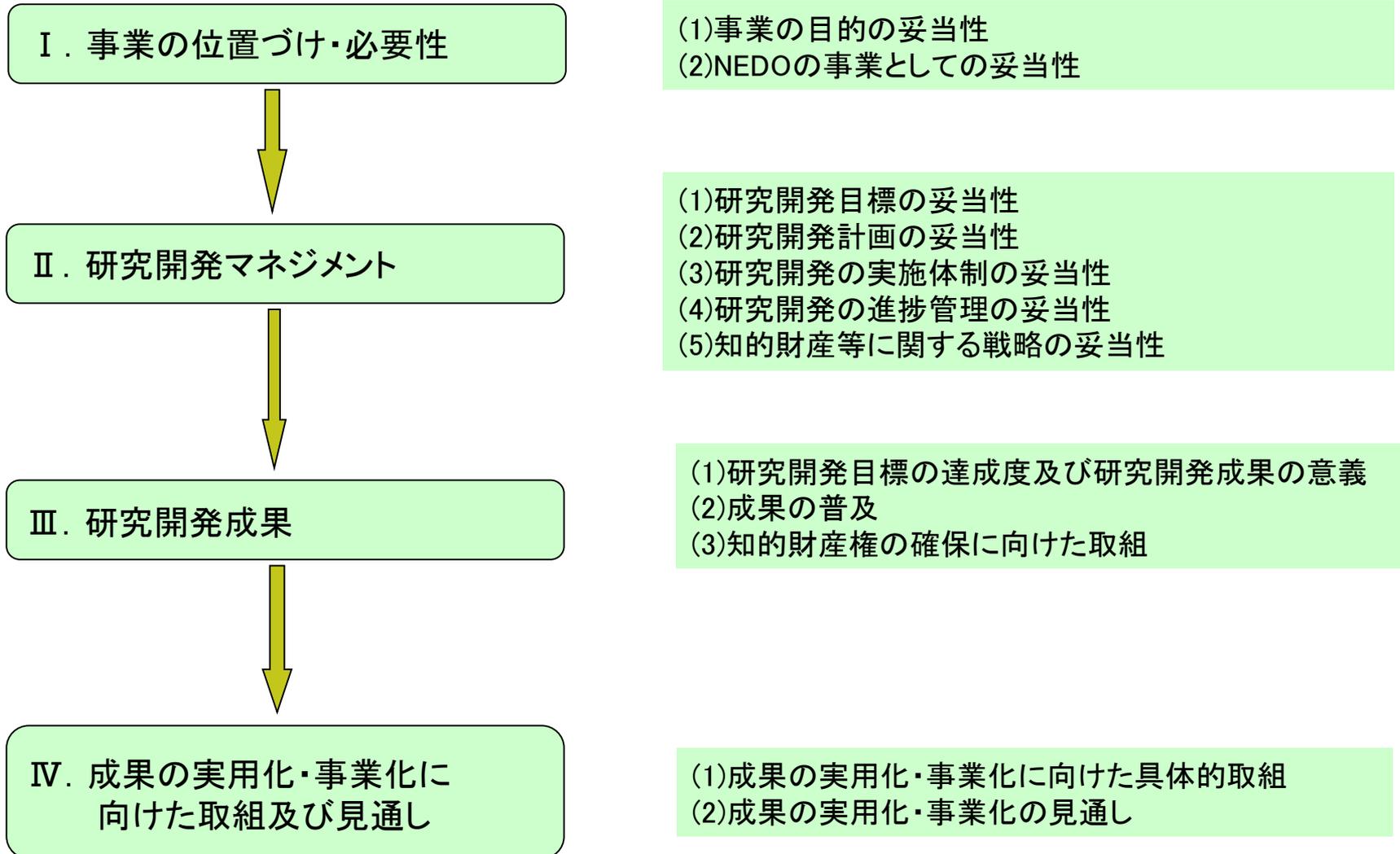
(事後評価)分科会 資料5-1

「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」
研究開発項目①-4～11、②-1-2、②-2、②-3-4～5
(事後評価)

プロジェクトの概要
(2014年度～2016年度 3年間)

NEDO 材料・ナノテクノロジー部

2017年 10月17日



I .事業の位置付け・必要性

◆政策的位置付け

- ナノテク・部材イノベーションプログラム(平成20～23年)
ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、幅広い産業の付加価値の増大を図ることの重要性を指摘。
- 産構審産業技術分科会基本問題小委員会報告(平成22年)
グリーン材料・プロセスの革新的技術として「カーボンナノチューブ等ナノ融合材料の実用化」を例示。
- 科学技術イノベーション総合戦略2015(内閣府 平成27年)
「超スマート社会」において幅広い分野でのビジネス創出の可能性を秘める、ナノテクノロジーを含めた共通基盤的な技術の先導的推進を図ることの重要性を指摘。

◆国内外の研究開発の動向と比較

●関連する国内外の研究開発動向とそこでの位置付け

- 米国においてはナノテク国家戦略に基づきDOD/DOEがCNT、グラフェンを含むナノ材料全般の研究を実施。
- 欧州においてはGraphene Flagshipと称するグラフェン研究に1400億の投資がなされている。
- 我が国では日本初の素材であるCNTを中心に研究開発を支援。

●海外の競合技術に対する位置付け・優位性

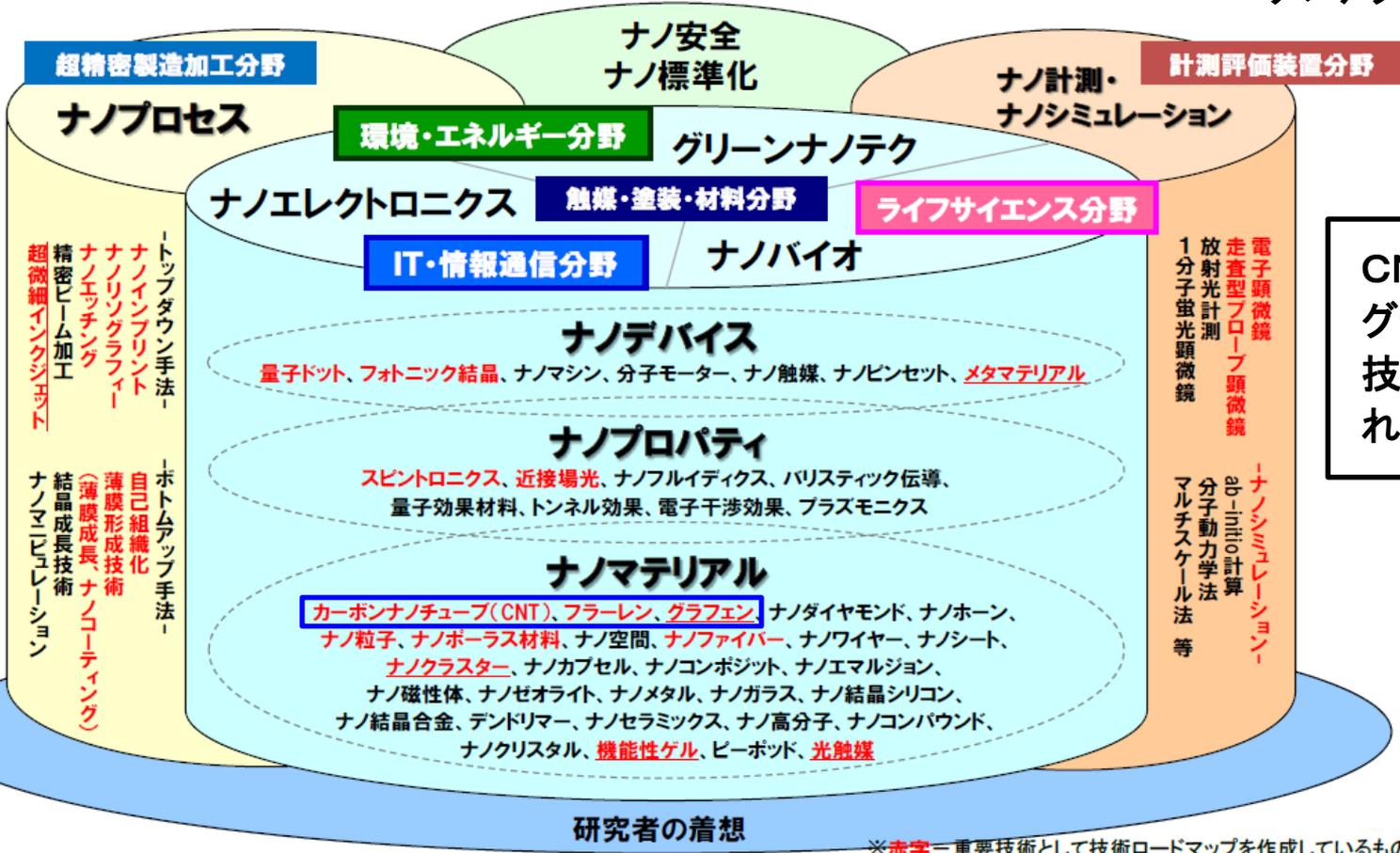
- ナノ炭素分野の我が国の論文シェアは33%で世界トップ(2000～2014累計)。出願特許数もトップではあるが中国、米国とほぼ同等(2000～2012累計)。
- しかしながら、近年、論文、特許シェアとも海外勢が伸びている。

◆技術戦略上の位置付け

ナノテクノロジー分野の技術マップ (1/1)

平成22年度
経済産業省技術戦略マップ
「ナノテクノロジー分野」

- 豊かな生活
- 安心・安全な社会
- 持続可能な社会
- 無駄のない生産



CNT、フラーレン、
グラフェンは重要
技術に位置づけら
れている。

※赤字=重要技術として技術ロードマップを作成しているもの
下線のは2010版で追加したもの

◆NEDOが関与する意義

ナノ炭素材料の技術の開発は、

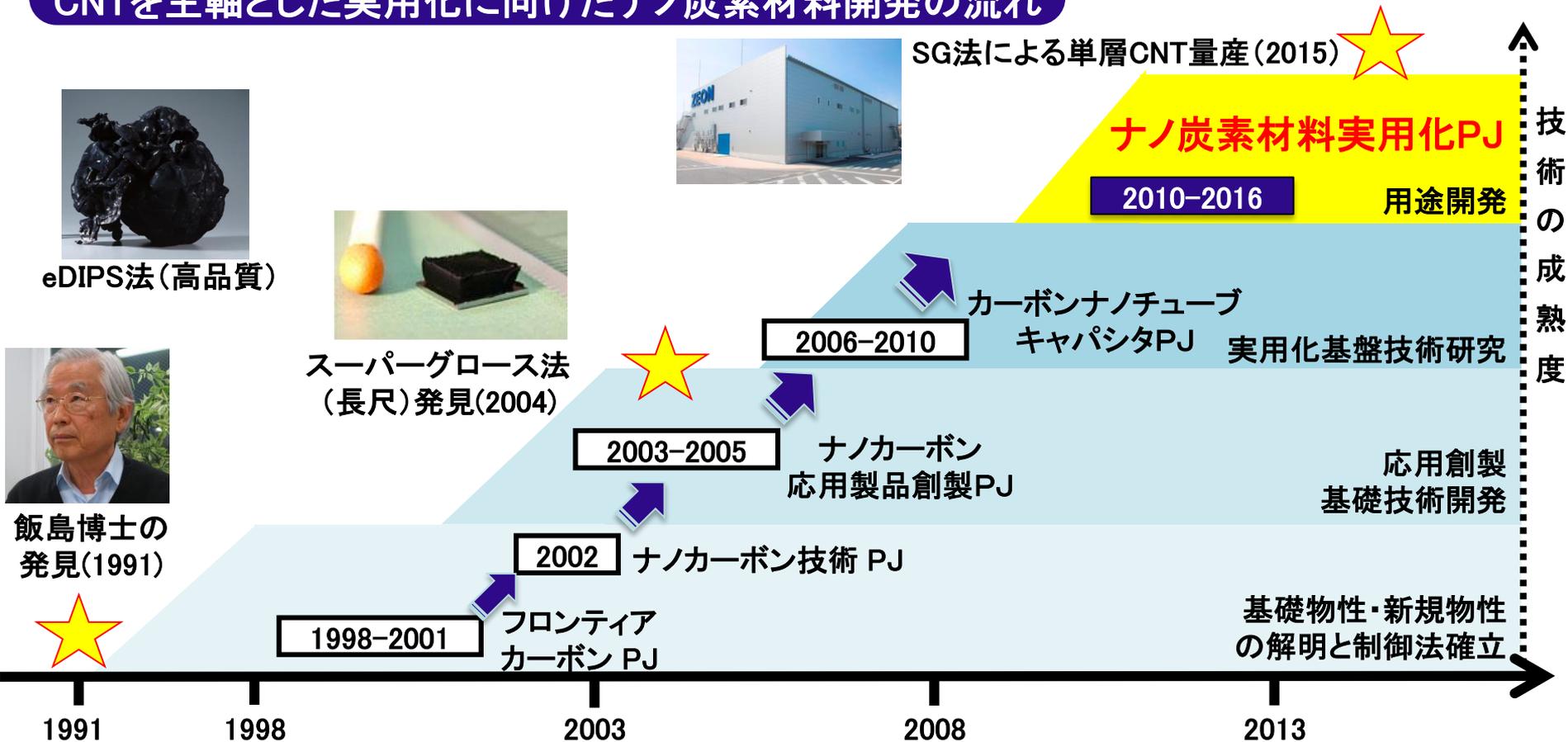
- 高い導電性や強度等の特徴を活かして我が国素材産業の競争力強化に貢献。
- 上記特性を活かした部材の導入をエネルギー、移動体分野等へ展開。
- 資源制約の少ない材料の有効利用の観点からも重要性が高い。
- しかしながら、量産や分散等の基盤技術が確立されておらず、研究開発の難易度が高い。
- このため開発リスクが高く、企業活動のみでは開発、導入が進まない。



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

- ナノ炭素材料の、超軽量・高強度・高機能材料の実用化を促進し、新産業の創出を図ることにより、我が国の産業競争力を強化し、低炭素社会の実現に資する。
- 1998年から19年間にわたり、NEDOはナノ炭素材料の技術開発を推進。
2014～16年度の実用化PJ(後期)にてNEDOプロジェクトを終了する。

CNTを主軸とした実用化に向けたナノ炭素材料開発の流れ



◆実施の効果（費用対効果）

プロジェクト事業費 45億円

市場効果

本事業の成果であるナノ炭素材料や
それを含有する複合材料の出荷額

658億円（平成32年度）

1730億円（平成42年度）

CO2削減量

42万t/年（平成32年度）（原油換算16.15万kl/年）

179万t/年（平成42年度）（原油換算66.54万kl/年）

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 助成事業の目標

各テーマの目標値は、実用化に必要な性能および量産化技術をベースとしている

研究開発項目	目標
①-4 「ナノ炭素材料高耐熱・高熱伝導高分子複合部材の開発」	ナノ炭素材料と高分子材料を複合化することで、高耐熱性、高熱伝導性を有する高分子複合部材を開発する
①-5 「ナノ炭素材料高強度複合材料の開発」	ナノ炭素を用いた高強度複合材料を開発する
①-6 「ナノ炭素材料高電子移動度半導体デバイスの開発」	高電子移動度半導体デバイスを実現するため、半導体型CNTを商業的に利用可能な分離技術を開発し、装置の試作を行う。また、ナノ炭素材料が持つ高電子移動度性を十分に発揮する半導体デバイスを開発する
①-7 「ナノ炭素材料軽量導線の開発」	ナノ炭素材料を用いた軽量導線を開発し、強度、導電性の各性能面で金属導線を代替できる特性を有することを確認する
①-8 「ナノ炭素材料フレキシブル薄膜の開発」	高い導電性と柔軟性を合わせ持つフレキシブル薄膜を、数種類のナノ炭素材料を用いて試作し、その特性を評価することで、それぞれに最適な作製技術を開発する。
①-9 「ナノ炭素材料電磁波吸収部材の開発」	原料となるナノ炭素材料の安定、連続生産技術を開発し、用いるナノ炭素材料の電磁波シールド性、熱伝導性を利用し、実用性に優れた電磁波吸収部材を開発する。
①-10 「ナノ炭素材料高密度エネルギーデバイスの開発」	ナノ炭素を二次電池等の電極へ適用することで、高いエネルギー密度、長寿命等の特性を備えることを確認し、実用化に供する負極材等を開発する。
①-11 「ナノ炭素材料大量生産技術の開発」	ナノ炭素材料の用途開拓を促進するため、効率的な合成技術、および分散技術を開発する

◆委託事業の目標と根拠

テーマ	目標	根拠
②-1-2 「ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立」	<ul style="list-style-type: none"> ・排出・暴露評価技術の確立、評価手引書の策定 ・有害性評価のための試験方法を設定し、試験手順書を策定 ・安全管理例報告書を作成し、国際標準化に向け活動進める 	合成や材料応用の実用化が進む中、開発企業への簡便な安全性評価法の普及を図る
②-2 「ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・分散液体の評価指針を策定しマニュアル化する ・分散体のCNTの、サイズ:400nm~1mm、空間精度:0.01 μm、ζ 電位0.5mV、の評価技術確立 ・複合化材料の熱や電気伝導度パスを、10 μm精度で評価する手法開発 	重要な原料である分散体の評価指針、評価方法や複合材料中の評価方法を開発企業に提供する
②-3-4 「ナノ炭素材料の革新的応用材料開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・超高強度炭素繊維用分散剤の開発 ・350°C耐熱性ゴム応用材料、450°C耐熱性樹脂応用材料の開発 ・100°C以下で銅と同等以上特性で30%軽量の複合配線の開発 ・500 μm以上、G/D比50以上のCNT集合体の応用評価 	CNTの特長を活かし大きな市場を目指せる用途および材料の応用基盤技術開発
②-3-5 「ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・移動度が10,000cm²/Vs以上のグラフェン薄膜形成技術の開発 ・ロールツーロール式の薄膜形成及び転写法で、A4サイズ100枚/時の量産基盤技術の開発 ・移動度、20,000cm²/Vsを実現する基盤技術開発 	タッチパネル、有機EL、トランジスタ等への応用が期待できるグラフェンの高品質形成技術の開発

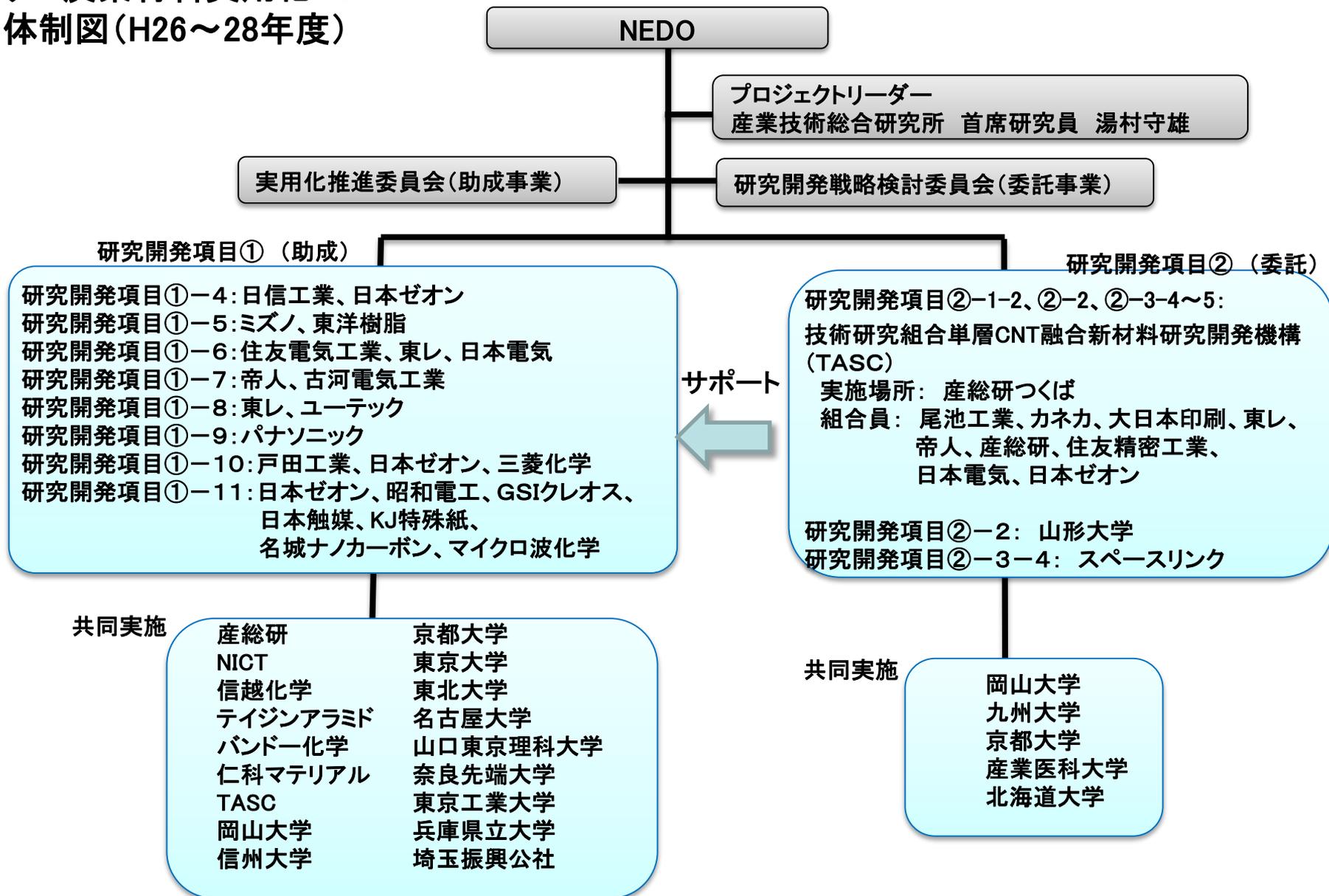
研究開発項目① ナノ炭素材料の実用化技術開発(助成事業)

平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	
			502百万円	640百万円	556百万円		
				 事後評価		事後評価	
							
			<ul style="list-style-type: none"> ①-4 「ナノ炭素材料高耐熱・高熱伝導高分子複合部材の開発」(日本ゼオン、日信工業) ①-5 「ナノ炭素材料高強度複合材料の開発」(ミズノ、東洋樹脂) ①-6 「ナノ炭素材料高電子移動度半導体デバイスの開発」(日本電気、東レ、住友電気工業) ①-7 「ナノ炭素材料軽量導線の開発」(帝人、古河電気工業) ①-8 「ナノ炭素材料フレキシブル薄膜の開発」(東レ、ユーテック) ①-9 「ナノ炭素材料電磁波吸収部材の開発」(パナソニック) ①-10 「ナノ炭素材料高密度エネルギーデバイスの開発」(戸田工業、三菱化学) ①-11 「ナノ炭素材料大量生産技術の開発」(日本ゼオン、昭和電工、GSIクレオス、日本触媒、KJ特殊紙、名城ナノカーボン、マイクロ波化学) 				

研究開発項目② ナノ炭素材料の応用基盤技術開発(委託事業)

平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
				811百万円	1,067百万円	910百万円	
					 事後評価		
	中間評価 ★						
							事後評価 
<p>②-1-2 「ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立」 TASC</p> <p>②-2 「ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発」 TASC、山形大学</p> <p>②-3-4 「ナノ炭素材料の革新的応用材料開発」 TASC、スペースリンク</p> <p>②-3-5 「ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発」 TASC</p>							

ナノ炭素材料実用化PJ
体制図 (H26~28年度)



◆ 研究開発の進捗管理

(全体進捗管理)

- ・ 実用化推進委員会(助成事業)、研究開発戦略検討委員会(委託事業)を2回／年程度開催し、進捗、方針の確認を行う

(委託事業)

- ・ 技術委員会または研究員会の開催 (毎月)
月ごとの進捗状況管理および研究運営・管理を実施

(助成事業)

- ・ 四半期毎に、予算状況と開発目標と状況、達成度をチェックし、翌四半期計画を見直す。

◆ 知的財産権等に関する戦略

● 成果の実用化・事業化につなげる知的財産権に関する戦略

- ・ 共通基盤技術(日本の企業が皆で利用する技術)は、積極的に権利化し、日本の企業に広く技術移転を実施(オープンイノベーション)。
- ・ 共通基盤技術の内、社会基盤である安全関連技術は公開。
- ・ 応用開発を広く促進するために、競争相手の特許出願に対応する(障害となる特許の出願を抑える)ための、特許を出願。

● 上記戦略に基づく特許取得

・ 基本特許を取得

障害となる特許の出願を抑え、日本企業の応用開発を推進。

- ・ 応用開発の特許は、各社(助成事業等)で取得。

Ⅲ.研究開発成果 (委託事業)

研究計画

研究開発項目	26年度	27年度	28年度
②-1-2 ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立	 ナノ炭素材料や応用製品を対象に、排出・暴露量や安全性を簡便に把握できる自主安全管理支援技術を開発する。		
②-2 ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発	 CNT分散液(体)の評価技術を開発し、用途開発企業の生産管理に役立てる。		
②-3-4 ナノ炭素材料の革新的応用材料開発	 革新的機能を有するCNT複合材料を開発し、CNTの用途を広げる。		
②-3-5 ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発	 グラフェンの産業応用の可能性を実証するための革新的薄膜形成技術の基盤研究開発を行い、実用化を加速する。		

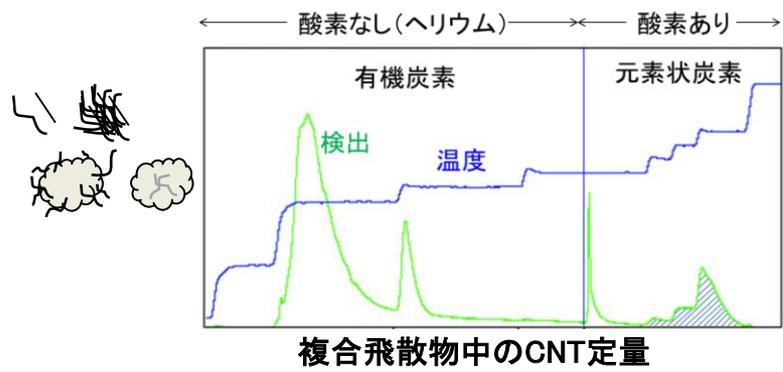
②-1-2 ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:一部達成 ×:未達

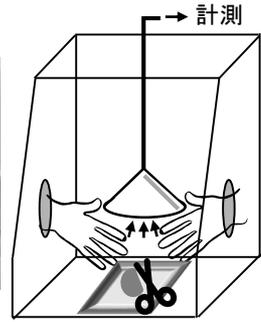
テーマ	最終目標	進捗状況	達成度
②-1-2 ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立	ナノ炭素材料、及びその応用製品の排出・暴露評価のデータ計測を行い、その評価技術を確立した上で、排出・暴露評価手引きとして策定し、普及を図る。	排出・暴露評価技術を確立すると共に、現場調査(6施設12工程)及び模擬排出試験(30材料以上)により事例を集積した。排出・暴露評価の手引きを公開し、普及活動を行った。	○
	応用製品に使用されるナノ炭素材料の有害性評価手法(培養試験を活用した簡易手法)のために最低限必要な試験項目や試験系を設定した上で、自主安全性評価手順として、動物試験によるデータ補完も含めたナノ炭素材料の安全性試験総合手順書を策定し、普及を図る。	応用製品に使用されるナノ炭素材料の呼吸器への培養細胞試験系を設定し、金属型および半導体型CNTの動物試験により培養細胞試験を補完した。安全性試験総合手順書の公開、普及活動を行った。	○
	開発した安全性評価手法等に基づき、具体的なナノ材料に適用した安全管理例(ケーススタディ)報告書を作成する。 国際的な機関(OECD、ISO等)の動向を的確に把握し、国際標準化へ向けた取り組みを行っている経済産業省の担当課など日本の窓口機関と連携し、データ提供等を行う。	ケーススタディ報告書を作成・公開した。OEC D、ISOの会議に参加し動向を把握するとともに、経産省と連携し本事業の成果を提供した。	○

ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立

排出・暴露評価技術の開発



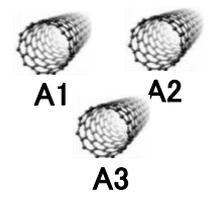
現場調査・模擬試験



排出・暴露評価の手引き



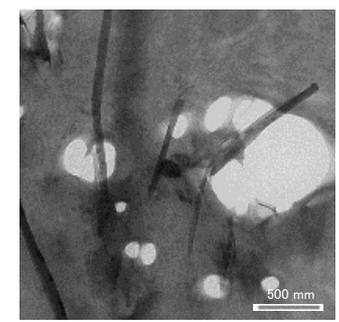
簡易有害性評価手法の開発



多様なナノ炭素材料への対応



培養細胞試験及び動物試験への対応



細胞質中の多層CNT

安全性試験総合手順書



安全性情報の提供 国際機関との連携



Nanosafetyウェブサイト



安全性試験試料液の国際規格



ケーススタディ報告書

②-2 ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発

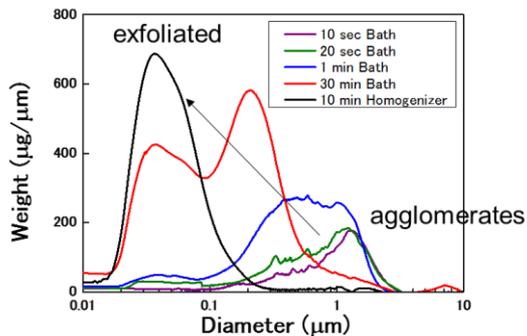
◎:大きく上回って達成、○:達成、△:一部達成 ×:未達

研究開発項目	最終目標	成果	達成状況
②-2 「ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発」	ナノ炭素材料の分散液等分散体の評価技術として、溶液中のナノ炭素分散体のサイズ・分布、バンドル間隔、解れ等を定量的に示す指標を開発し、ナノ炭素に対して、それぞれに最適な分散体を開発する指針を策定する。分散手法や分散液等分散体の評価技術は、企業、大学等の外部機関に対して、マニュアル化して提供する。	ディスク型遠心沈降法および回転粘度計測定法などが有効であることを確立。マニュアル化し、提供した。	○
	分散液等分散体の評価技術では、各CNT分散サイズ・分布を400 nm～1 mmの範囲で解析し、バンドル間距離を最小0.01μmの空間精度で、また電位を0.5 mVの精度での評価技術を開発する。	ディスク型遠心沈降法、フロー型画像解析法、ポロシメータおよび画像解析電位測定により目標を達成した。	○
	ナノ炭素分散体中のCNT等による熱や電気伝導パスを10μmの空間精度で実空間計測できる評価手法を開発する。用途開発企業の複合材料に対し、開発された評価手法を適応することで、高機能化への開発指針を策定する。	複合材中のCNT構造を2μmの空間精度で可視化するロックイン発熱解析法を確立した。企業等の材料に適用し、作製指針を提示した。	◎

3. 研究開発成果 (2) 成果の普及(その他の主な成果)

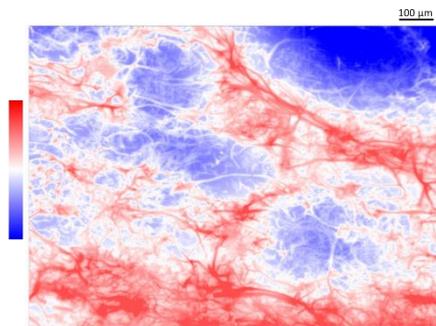
ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発

溶媒中の分散体評価技術開発



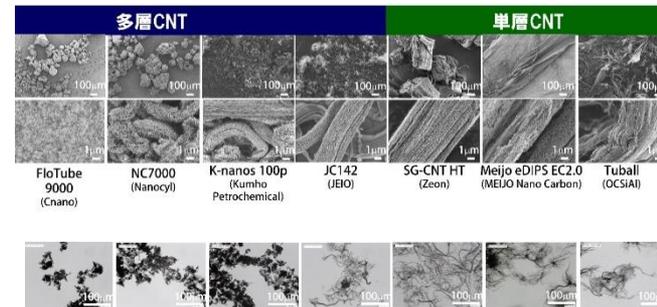
微分型遠心沈降法が溶媒中のCNT分散体サイズ分布計測に有効なことを確立

母材中の分散体評価技術開発



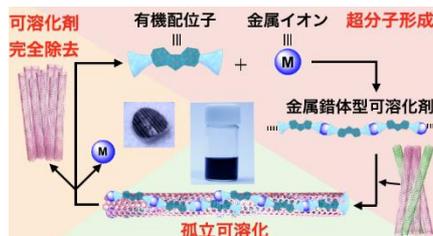
ロックイン式サーマルスコープ法による、母材中のCNT分散状態評価技術を開発

市販CNTの分散体評価



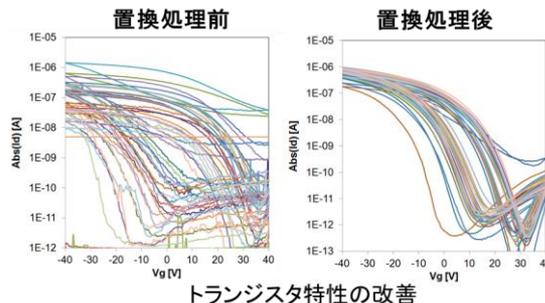
市販の単層多層CNTについて、様々な評価法を用い、系統的に物性を比較

種々のCNTの分散体開発



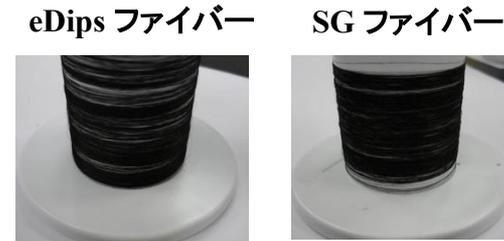
超分子錯体化学や超分子型水素結合ポリマーなどを利用することにより、可溶化剤を除去できる半導体CNT分離法を確立

高性能・半導体CNTインク評価



陰イオン界面活性剤を除去し、非イオン型に置換することによりデバイス特性向上

紡糸可能な分散体の評価



長尺化可能なCNT分散体の条件を解明

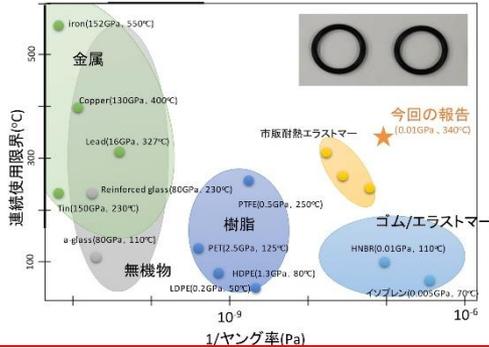
②-3-4 ナノ炭素材料の革新的応用材料開発

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:一部達成 ×:未達

テーマ	最終目標	成果	達成度
②-3-4 「ナノ炭素 材料の革新的 応用材料 開発」	超高強度炭素繊維用分散剤を開発し、層間靱性0.4 Nm以上を達成する。	・層間靱性0.4Nmを達成した。	○
	350°Cの耐熱性を有するナノ炭素ゴム応用材料、450°Cの耐熱性を有するナノ炭素樹脂応用材料を開発する。その生産能力は5 kg/h以上とする。	・350°Cの耐熱性を有するCNTゴム複合材料の開発した。 ・450°Cの耐熱性を有するCNT樹脂複合材料の開発した。 ・ゴム、樹脂複合材料共に5kg/h以上の生産能力達成した。	◎
	100°C以下の温度で、既存の銅配線と同等以上の導電性・許容電流密度・熱伝導性を有し、30%軽量なナノ炭素銅線材と配線を開発する。また、これまで両立が難しかった長尺、高品質を特徴とした、長さ500 μm以上、G/D比が50以上のCNT集合体を合成し、導線等応用技術へ適用可能であることを確認する。	・100°C以下の温度で、既存の銅配線と同等以上の導電性・許容電流密度・熱伝導性を有し、30%軽量なナノ炭素銅配線の開発した。 ・長尺、高品質を特徴とした、長さ500 μm以上、G/D比が50以上のCNT集合体を合成し、導線等応用技術へ適用可能であることを確認した。	○

ナノ炭素材料の革新的応用材料開発

(a) CNTゴム・樹脂複合材料開発

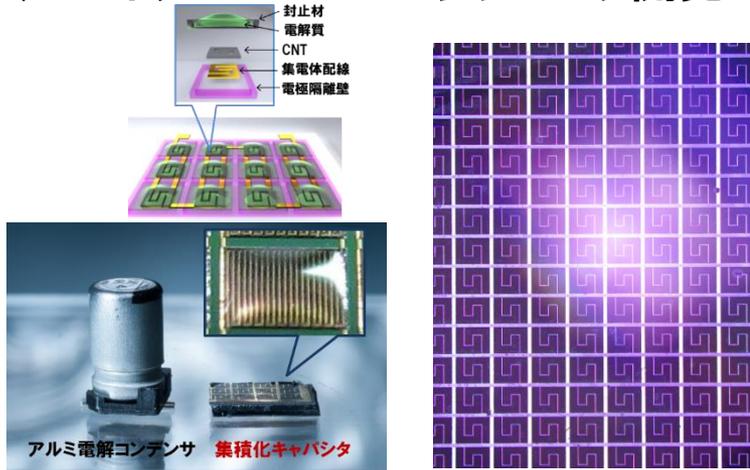


高耐熱CNT／熱ゴム複合材料及びCNT／樹脂複合材料の開発に成功

導電性炭素繊維複合材料の開発に成功

実用化共同研究開始

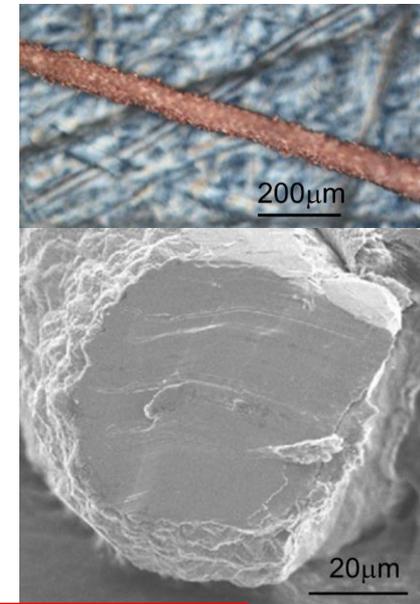
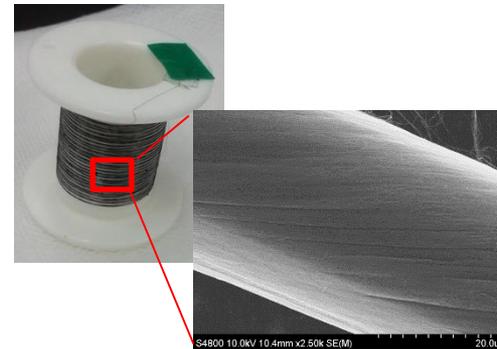
(b) マイクロスーパーキャパシタ開発



高歩留まり、高容量集積化マイクロキャパシタの開発に成功

要素技術の実用化共同研究開始

(c) CNT銅複合材料開発



既存CNT線材へのCNT銅複合化成功

②-3-5 ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:一部達成 ×:未達

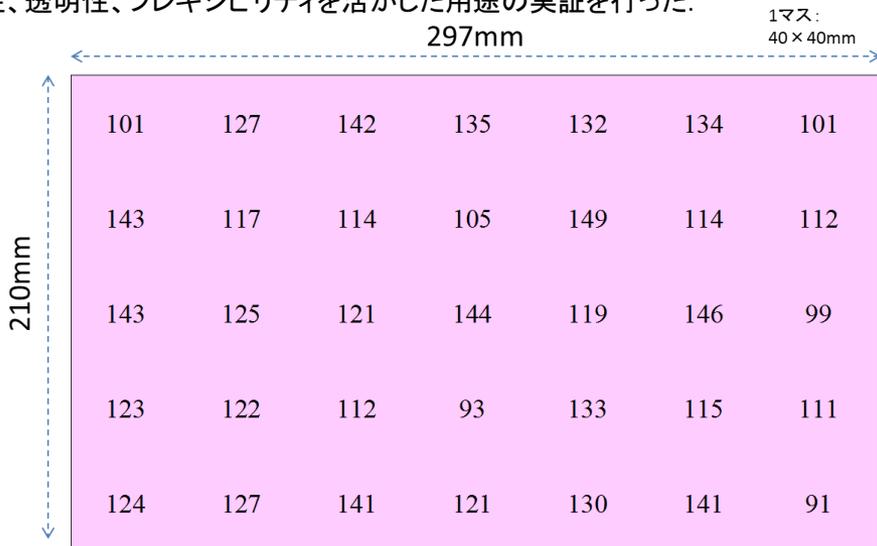
テーマ	最終目標	成果	達成度
②-3-5 「ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・高品質で工業的な大面積薄膜形成技術の開発 ・気相化学蒸着(CVD)法、塗布法、高分子焼成法等による工業的な薄膜形成技術の開発 ・外部機関へのサンプル提供、またその結果を研究開発へフィードバック ・低欠陥化技術を開発し、グラフェンの移動度10,000 cm²/Vs 以上等を実現. さらにキャリア移動度20,000 cm²/Vsを実現する基礎技術の確立 ・ロールツーロールの薄膜形成、及び転写法によるA4サイズ100枚/時間相当の工業的量产基盤技術等の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・目標をすべて達成。 ・高品質グラフェンの、他を圧倒する超高スループット製造技術を確立。 ・成果普及のためのベンチャー企業を創出。 ・究極の物性(電気伝導度、熱伝導度、キャリア移動度)を有する多層グラフェン(厚さ: 3 μm~0.1 μm)を開発。 ・加速器分野ではより市場の大きい荷電変換膜として新たな用途展開を推進中。 ・大面積・大量生産が可能な塗布成膜技術を開発. 既存のカーボン最高性能製品を圧倒する導電率を達成。 	◎

ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発

研究開発項目②-3-5

1. プラズマCVD原子層グラフェン膜

独自開発のプラズマ処理技術による原子層グラフェンの大面積で高スループットな合成法を確立。高品質な転写と安定したドーピングによる導電性向上。導電性、透明性、フレキシビリティを活かした用途の実証を行った。



A4サイズのグラフェン透明導電フィルム(透過率94%以上、平均シート抵抗123Ω以下(ドーピングあり))

2. 高分子焼成多層グラフェン膜

高分子膜の高温処理により厚さ0.1~3μmの高品質多層グラフェン膜を開発。熱や電気の輸送に適する。耐熱性に優れた高性能層間熱接合材(TIM)や微細配線材料としての展開を検討。(電気伝導度25000S/cm、熱伝導率2000W/mK、移動度10000cm²/Vs)

多層グラフェンTIMの熱抵抗特性、市販TIMとの比較

TIM		熱抵抗値(°C・cm ² /W)				
		ブランク	多層グラフェン(厚さ)		市販品(例)	
			0.4μm	0.7μm	グリース	シート
耐熱性		○	○	○	×	×
荷重	10N	1.35	0.079	0.107	0.22	2.34
	20N	1.01	0.071	0.086	0.21	2.30
	50N	0.73	0.067	0.074	0.18	1.93

優れた熱接合特性により、層間の低熱抵抗接続が可能となる

3. 液相剥離グラフェン分散液・集積膜

独自の安全・安価・高収率な黒鉛剥離法による分散ペーストおよびフレキシブル集積膜を開発。剥離法を層状化合物へ適用し、分散ペーストや集積膜を作製。特長: バインダーレスでフレキシブル⇒高い導電性・熱伝導性。剥離グラフェン集積膜 ⇒ 導電用途、放熱用途等、六方晶窒化ホウ素集積膜 ⇒ 絶縁放熱用途等へ展開



剥離グラフェンのフレキシブル集積膜

導電率: 2000S/cm
熱伝導率: 400W/mK

熱伝導率: 50W/mK
絶縁破壊電圧: 39kV/mm



六方晶窒化ホウ素のフレキシブル集積膜

3. 研究開発成果 (2) 成果の普及

試料提供による実用化の推進(CNT) プロジェクト期間中

利用したいCNTの特性 (使用目的)		導電性付与					半 導 体	強 度 向 上	耐 久 性	光 吸 収 性	伝 熱 性	耐 熱 性 向 上	合 計
		透 明 導 電	電 池 電 極	電 磁 波 遮 蔽	帯 電 防 止	導 電 体							
試料の種類	CNT分散液	2	2	1	1		4	1	2				13
	CNTファイバー							1					1
	高濃度インク					2			1	1			4
	CNTコート材料								3	2			5
	ゴム複合材料								3		1	8	12
	樹脂複合材料			1					2				2
	炭素繊維複合材料							1					1
	銅複合材料					1							1
	合計	2	2	2	1	3	4	3	10	3	1	8	39
用 途	電気製品・部品	2			1	1			1	1	1	1	8
	電子機器・部品			2			3					3	8
	ゴム部品								1			1	2
	加工機器部品							1					1
	電池		2			1			1				4
	繊維製品							1					1
	光学部品								3	2			5
	センサー					1	1						2
	構造材料							1					1
	ポンプ等輸液部品								1			3	4
	原子力								3				3
合計	2	2	2	1	3	4	3	10	3	1	8	39	

プロジェクト終了後も、33件の試料提供を継続

◆ 成果発表等(委託事業 TASC)

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	計
論文	2	12	17	31
研究発表・講演	28	85	102	215
受賞実績	0	1	4	5
新聞・雑誌等への掲載	1	8	18	27
展示会への出展	3	3	4	10

◆特許出願（委託事業 TASC）

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	計
特許出願 (うち外国出願)	17 (1)	12 (2)	17 (1)	2	48件 (4件)

※平成29年度10月1日現在

3. 研究開発成果 (1) 目標の達成度及び研究開発成果の意義

TASC以外の委託事業(H26～28年度)の成果

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:一部達成 ×:未達

研究開発項目	実施者／予算	目標	成果	結果
②-2 「ナノ炭素材料の分散体評価技術の開発」	山形大学 25百万円	分散液中のグラフェンを直接観察できる顕微鏡技術の開発	分散液に添加する色素と入射光を改良し、単層グラフェンを識別できる全反射蛍光顕微鏡を開発した 論文:1件 外部発表:10件	○
②-3-4 「ナノ炭素材料の革新的応用材料開発」	スペースリンク 86百万円	CNTを用いた40Wh/L以上の高容量電気2重層キャパシタの開発とサンプルのユーザ評価推進	CNT分散体の凝集を抑える事で、60Wh/L以上の容量を実現、またサンプルを7社に提供、評価中	○

成果発信に関する取り組み

カーボンナノチューブ発見25周年記念シンポジウム

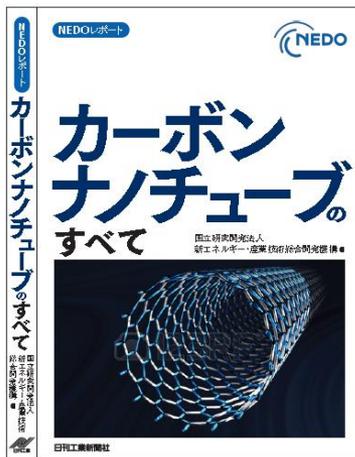
- 日程： 2016年11月15日（イイノホール）
2016年11月16日～18日（東工大蔵前会館）

第8回ナノカーボン実用化推進研究会

- 日程： 2017年2月28日（火）
- 場所： 東京大学 伊藤記念謝恩ホール

「NEDOレポート カーボンナノチューブのすべて」刊行

- 発売日： 2016年12月刊行
- 出版元： 日刊工業新聞社（本展示会にて展示中）



2016 - CNT25 カーボンナノチューブ発見25周年 記念シンポジウム

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CARBON NANOTUBE
in Commemoration of its Quarter-Century Anniversary

オープニングセッション

2016年11月15日(火)

場所：イイノホール（最寄駅：霞ヶ関駅、虎ノ門駅）
東京都千代田区内幸町2-1-1



一般セッション

2016年11月16日(水)～18日(金)

場所：東工大蔵前会館 くらまえホール（最寄駅：大岡山駅）
東京都目黒区大岡山2-12-1



2016年10月15日(土)

参加登録締め切り

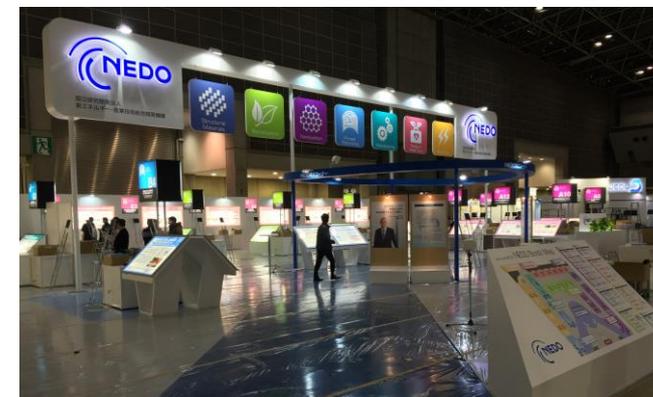
螺旋構造を持つ一次元ナノカーボン物質であるカーボンナノチューブが飯島浩男先生により発見・報告されてから、今年で四半世紀となります（Nature Vol. 354, p.56 (7 November 1991)）。産官学各界の関係者の皆様のご尽力により、発見25周年を記念する国際シンポジウムを東京にて開催する運びとなりました。シンポジウムでは、グラフェン等の2次元関連物質を含め、四半世紀に渡るカーボンナノチューブ研究の発展と最先端研究、さらには産業利用段階に入りつつあるナノチューブ系の応用・開発研究につきまして、国内外からの多数の第一線の研究者の方々による講演が予定されております。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

CNT25 組織委員会委員長
斎藤 晋（東京工業大学）

招待講演者

「nano tech 2017」における成果展示

- 日程： 2017年2月15日～17日
NEDOブース(4B-01) ナノ炭素A1～A13



NEDOブース

IV. 成果の実用化、事業化に向けた取組及び見通しについて (委託事業)

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し
 (1) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

②-1-2 ナノ炭素材料及びその応用製品の排出・暴露評価技術の確立

- ・手引き、手順書、ケーススタディ報告書の普及活動により、ナノ炭素材料の適切な安全管理と応用開発の促進を支援
- ・国際機関(ISO やOECD)からの情報収集および情報発信を継続

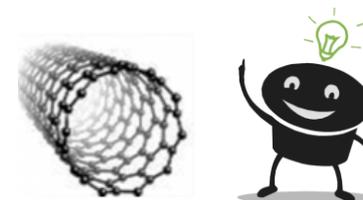
産総研

- ・「排出・暴露評価の手引き」
- ・「安全性試験総合手順書」
- ・「ケーススタディ報告書」
- ・Nanosafety ウェブサイト



事業者

製品開発と並行して、
 暴露評価・安全性評価・
 リスク評価を実施



技術普及

コンサルティング、
 共同研究による支援



データ蓄積

技術普及

委託 報告書

入力 動向把握

委託試験機関

国際研究プロジェクト



OECD 工業ナノ材料
 作業部会等

- ・分散調製・計測
- ・安全性試験



- ・作業環境測定
- ・製品からの排出予測
- ・コンサルティング
- ・評価書作成

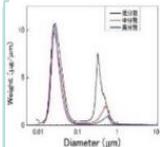


4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

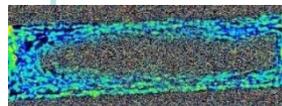
(1) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

研究開発項目②-2

分散液評価



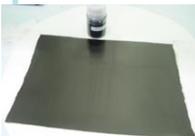
複合材評価



CNT糸



CNT膜



CNTインク



研究開発項目②-3-4

CNTゴム
複合材料



CNT樹脂
複合材料



日本ゼオン・産総研CNT冠研究所

研究開発項目②-2、②-3-4

日本ゼオン・産総研
カーボンナノチューブ実用化連携研究ラボ

産総研

日本ゼオン

研究内容
スーパーグロース法(SG法)をベースとする高効率合成法や次世代合成法に係る研究開発 など

強み・利点
・産総研の人員・基盤研究設備の活用 など



スーパーグロースCNTの
量産工場

日本ゼオン

カーボンナノチューブ・アライアンス

産総研研究者がアライアンス
+CNT事業者とアライアンス

産総研
CNT研究者を結集

- ・ナノチューブ実用化研究センター
- ・機能性化学研究部門
- ・安全科学研究部門
- ・計量標準総合センター
- ・無機機能材料研究部門



コンサルティング

- 試料提供
- 技術移転
- 共同研究

日本のCNT事業者

CNT事業者

CNT事業者

CNT事業者

CNT事業者

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し
(1) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

②-3-5 ナノ炭素材料の革新的薄膜形成技術開発

株式会社エアメンブレン



AirMembrane

- ・ 創立：平成29年7月12日
- ・ 事業内容：グラフェンおよび二次元材料の合成、研究開発、製品販売及び技術・用途開発コンサルタント
- ・ 産総研技術移転ベンチャー認定を申請中