

革新炭素繊維基盤技術開発
中間評価報告書
（案）

平成26年3月
産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

中間評価報告書概要

プロジェクト名	革新炭素繊維基盤技術開発			
上位施策名				
事業担当課	製造産業局 繊維課 産業技術環境局 研究開発課			
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 軽量・高強度の特徴を持つ炭素繊維は、自動車等の輸送機器の材料として利用することにより大幅な燃費向上が可能となる等、低炭素社会の実現に貢献できる画期的な素材であり、今後の大幅な需要拡大が期待されている。しかしながら、現在の炭素繊維の製造プロセスでは、消費エネルギー及びCO2排出量が大きく、生産性の向上も困難であることが課題となっている。 本事業は、我が国の炭素繊維の国際優位性を維持し、かつ、国内における炭素繊維の利用産業の競争力強化を図っていくため、環境負荷が少なく、かつ、生産性が大きく向上する新たな炭素繊維製造プロセスの基盤技術の研究開発を実施する。				
予算額等（委託）			（単位：千円）	
開始年度	終了年度	中間評価時期	事業実施主体	
平成23年度	平成29年度	平成25年度	国立大学法人東京大学	
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額 (H23FY-H25FY)	総執行額 (H23FY-H24FY)
249,854	750,000	917,814	1917,668	999,854

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
新規炭素繊維前駆体化合物の開発	新たな炭素繊維前駆体の効率的な合成プロセス技術を確立し、新たな炭素繊維前駆体を開発する。なお、汎用炭素繊維と同等の特性とは、引張弾性率235GPa、破断伸度1.5%とする。 異形状炭素繊維の製造技術を確立する。	新たな炭素繊維前駆体（候補物質）の効率的な合成プロセス技術を確立し、新たな炭素繊維前駆体（候補物質）を開発する。目標とする炭素繊維の特性は、引張弾性率 170GPa、破断伸度 1.0%とする。	前駆体候補物質の絞り込みの結果、単糸引張試験において、平均引張弾性率が 180GPa、平均破断伸度 1.1%の炭素繊維が得られるなど、有望な前駆体繊維を見出した。	達成
炭化構造形成メカニズムの解明		①新規炭素繊維前駆体による炭化構造形成メカニズムを解明する。 ②新規炭素繊維前駆体から炭素繊維の製造が可能となるマイクロ波等による炭化の基盤技術を確立する。目標とする炭素繊維の特性は、引張弾性率 170GPa、破断伸度 1.0%とする。 ③現行炭素繊維製造方法により得られる汎用炭素繊維と同等の表面特性を有する炭素繊維の製造が可能となるプラズマ等による炭素繊維の表面処理の基盤技術を確立する。目標とする表面特性は、X	PAN 系前駆体を用いた耐炎化系を使用したマイクロ波炭素化実験において、工業炉で炭素化した製品と同等の単糸引張特性（平均引張弾性率 197GPa、破断伸度 1.7%）を示す炭素繊維の製造に成功した。加えて、同焼成工程の安定化に必要な技術の検討を行い、シミュレーションによるマイクロ波炭素化過程の解析手法の開発や、同炭素化過程における誘電率等の物性変化の把握を経て、本技術の問題点を抽出し、解決策を見出した。 表面処理技術につ	達成

		線光電子分光法により測定される炭素繊維の表面酸素濃度 O/C が 0.05 以上 0.40 以下であることとする。	いては、極めて短時間で目標とする表面特性を達成できるプラズマ処理技術の開発に成功した。	
炭素繊維の評価手法開発、標準化	圧縮試験、曲げ試験、ねじり試験方法の規格原案を作成し、JIS/ISO 化に必要なデータを収集する。また、単繊維の熱膨張率計測試験について、試験装置を開発し、評価手法を確立するとともに、熱可塑性樹脂との界面接着特性試験について、複数の評価手法について比較検討を行い、その結果をテスト報告 (TR) としてとりまとめる。さらに、新規炭素繊維前駆体から製造される炭素繊維を適用した複合材料の設計やライフサイクルアセスメント (LCA) に活用するためのデータを収集する。 熱可塑性樹脂と異形状炭素繊維の界面特性を検証し、その特性発現メカニズムを解明することにより、標準的な力学的試験法を確立する。	単繊維炭素繊維の横方向圧壊試験、曲げ試験、ねじり試験方法の素案を作成する。また、単繊維による熱膨張率計測試験装置を試作する。さらに、熱可塑性樹脂との界面接着特性を評価する複数の手法について比較検討を行う。	横方向圧壊試験、曲げ試験およびねじり試験方法については、試験方法を確立し、年度末までに試験規格素案の作成を完了する予定である。熱膨張率計測装置は、試作を完了し、より簡便な計測装置の作製に向けて改良を行っている。熱可塑性樹脂との界面接着性については、3 種類の手法について比較検討を実施した。	達成
(2) 目標及び計画の変更の有無 無				

＜共通指標＞

論文数	特許等件数 (出願を含む)
26	9

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

炭素繊維技術は、環境エネルギー技術の中の重要な課題として取り上げられている革新的構造材料の中でも極めて重要な課題である。また、国際的優位性を持ち世界をリードする日本の炭素繊維産業の競争力を維持・強化するために極めて重要かつ緊急性の高い研究テーマである。本研究開発事業は、難易度の高い基盤技術開発であり産学官が一体となって取り組むべき事業である。

本研究開発事業は、新たな繊維製造法に関するプログラムであり、基礎データを蓄積しつつ、それぞれの目的にあった新たな製造法の可能性等を示せる幅広い成果を期待する。また、目標値の達成のみならず、企業単体ではできない新技術に挑戦する過程で得られた知見がその次のプログラムで活かされるよう、可能な範囲で有益となる内容を成果報告とすべきである。

2. 研究開発等の目標の妥当性

要素技術（新規炭素繊維前駆体化合物の開発、炭化構造形成メカニズムの解明）について数値目標が具体的に示されており、中間段階としての目標値と達成水準の設定根拠は概ね妥当である。また、標準化が難しい評価試験方法の開発目標もあり妥当なものである。

次世代炭素繊維として、実現可能性の高い仕様設定を目標値に定め、中間評価時点でかなり達成していると評価できる。さらに次世代の炭素繊維の評価の世界標準を定めるために、各種試験法を提案し、そのISOなどによる世界標準の準備を着々と進めている点はユーザー側から見ても適切であり、高く評価できる。

日本企業が世界の主要な生産・供給プレーヤーになっているPAN系炭素繊維を高機能化・低コスト化する次世代版炭素繊維の開発シーズを大学と主要企業が産学連携によって確立し、その生産を事業化することは、日本の炭素繊維の製造業をさらに活性化し、その炭素繊維を利用するユーザー企業の部材・製品の競争力を高めることになる。

なお、開発成果をいかに維持するか、知的財産などの検討を行うとともに、最終評価時点までに議論を重ねることが必要である。

また、素材と反応を伴う製造工程が大幅に変わるので、有害物質排出の可能性について知見を得るようになりたい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

耐炎化工程を要しない新たな前駆体が複数見出され、また目標を上回る引張弾性率および破断伸度が得られる等、全体として中間目標を上回る成果が得られており、最終目標を十分達成できるポジションに到達できているものと評価する。また、本事業の主たる目標である炭素繊維の生産性や新たな機能性付与に高いポテンシャルがある。論文発表の件数が多いことや、特許出願もあり知的

財産確保も進められていることから、積極的な活動がうかがえる。評価手法の開発については、研究成果は高く評価できるレベルであると判断する。

なお、これらの技術は既に他国や他機関で研究されているとの想定の下、遅滞なく権利化を進められる体制を一層強化しておく必要がある。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

関連企業から研究員が出向して本開発事業に参画しており、要素技術ごとに企業と連携してプロセス技術の検討を行っている。また、工業スケールでの実用化に結び付けやすい体制が構築できており、事業化ができるものと期待できる。さらに、炭素繊維の需要分野は自動車等の輸送機器に限らず、環境・エネルギー、土木・建築など極めて多岐にわたり、省エネ（低コスト）な炭素繊維製造技術を確立できれば、需要量は膨大であり、極めて大きな波及効果が期待できる。

実用化への道筋の確立、事業終了後の成果の取扱い、重点的に解決すべき問題の絞込み等を通じ、スピード感をもって前倒しで本開発事業を進めることが望まれる。また、製造設備の大型化や量産性の実証以上に繊維特性の向上に注力することが、事業化に果たす役割はより大きいと考えられる。

さらに、最終年度までに、研究室レベルでの連続した生産工程でのエンジニアリング技術などの検証を十分に詰めると同時に、技術移転候補の企業にセミプラントレベルの実証設備が必要かどうかヒアリングし、その必要度に応じて、終了時点でのアフタープロジェクトを自主的に実施するのか、国が関与するのかの判断ができる意見を集約する必要がある。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

東京大学での集中研方式による責任ある体制の下、日本の炭素繊維メーカーが参加して、次世代版の要素技術群を確立する態勢ができています。また、本開発事業がスムーズに実施され、目標を上回る成果が得られていることから、本開発事業の計画、事業全体のマネジメント、等が適切であったと判断できる。中間の成果から投入された資金に見合う成果が得られており、プロジェクト期間の変更等の変化にも適切に対応している。論文発表等対外活動も活発に行われており適切な研究開発推進がされていると判断できる。

諸外国の追い上げを考えれば、スピード感をもって効率良く前倒しで本開発事業を進めることが望まれる。また、研究統括やPLは企業から参画している研究実施者からの声を適宜吸い上げ、体制や実施方法についての改善を図り、効率的なプログラムの推進を期待する。

6. 総合評価

耐炎化工程を要しない新たな前駆体の合成プロセスが複数見出され、また目標を上回る引張弾性率および破断伸度が得られており、従来にはない体制を組みながら、これまでの間で多くの成果を出していることは高く評価できる。また、中間目標を上回る優れた成果が得られている上、最終目標が達成される道筋もつけられており、これからもさらに推進していくべき開発事業である。

本技術開発事業の政策的意義、社会的・経済的意義は極めて重要であり、炭素繊維に係る技術開発競争は海外においても一層加速していることなどから、産学官一体となった体制において、本技術開発事業をより積極的に推進すべきである。

さらに、日本企業が、グローバル市場で活躍するための基盤づくりとして、一連の要素技術を順

調に開発しつつある。また、その次世代の炭素繊維の評価の世界標準を提案するための準備を進め、その実現を順調に図りつつある。将来の自動車の進化に重要な超軽量化技術の核となる本プロセスの研究が適切に進められ早期に技術見通しが得られたことは評価できる。

なお、実用化までのステップや事業終了後の知的財産とノウハウの取扱いを明確にしておくことが望まれる。

また、1次製品である繊維の単なるコスト競争とならないよう、今後、繊維の性能向上に関する研究開発を行う場合にはエンドユーザーを組み込んだ研究体制で始めることが望ましい。

競合各社が合同で参画した本プロジェクトの経験を、次のプロジェクトに生かしてほしい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

- ・ 本技術開発のもつポテンシャルは高く、新たな前駆体の合成プロセス、引張弾性率・破断伸度、表面処理技術など、中間目標を上回る優れた成果が得られており、最終目標が達成される道筋も描かれている。また、異形状断面を有する炭素繊維の開発も今後の炭素繊維の利用の拡大に繋がるものである。
- ・ 本開発事業の実用化を念頭に、常に出口を意識しながら個別課題の優先度を把握し、スピード感をもって前倒しで本開発事業を進めることが望まれる。
- ・ 実用化に向けては、素材製造・複合材料化から製品設計、新素材による自動車製造及び品質、信頼性の確保等の課題もありパイロットラインによる製造技術の蓄積や他のプロジェクトとの連携が必要不可欠である。パイロットライン開発研究で本プロセスのポテンシャルを把握し、効率よく幅広い技術や製造ノウハウを蓄積することは、本技術の実用化を加速することのみならず炭素繊維産業の国際競争力を確保してゆくことにも繋がる。今後、パイロットラインによる取組は本技術開発の関係者らによる検討が必要であるが、本技術開発の後期もしくは後継プログラムとして進めることを期待したい。
- ・ 本プロジェクトから産まれた知的財産のパッケージ化を考えてほしい。また参加している企業の関連特許や参加していない企業・大学の関連特許も含めた把握も必要である。

評点結果

評点法による評点結果

(革新炭素繊維基盤技術開発)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.60	3	3	2	2	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.80	3	3	3	3	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.60	3	3	3	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.80	3	3	3	2	3
6. 総合評価	3.00	3	3	3	3	3

