

「サステナブルハイパーコンポジット技術の開発」

事業原簿 (公開版)

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 電子・材料・ナノテクノロジー部
-----	--

—目次—

概要

プロジェクト用語集

I. 事業の位置付け・必要性について

I.1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性.....	I-1
I.1.1. NEDOが関与することの意義.....	I-1
I.1.2. 実施の効果（費用対効果）.....	I-3
I.2. 事業の背景・目的・位置づけ.....	I-5
I.2.1. 事業の背景.....	I-5
I.2.2. 事業の目的及び意義.....	I-7
I.2.3. 事業の位置づけ.....	I-7

II. 研究開発マネジメントについて

II.1. 事業の目標.....	II-1
II.2. 事業の計画・内容.....	II-2
II.2.1. 研究開発の内容.....	II-2
II.2.2. 研究開発の実施体制.....	II-11
II.2.3. 研究開発の運営管理.....	II-14
II.2.4. 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性.....	II-15
II.3. 情勢変化への対応.....	II-16
II.4. 評価に関する事項.....	II-16

III. 研究開発成果について

III.1. 事業全体の成果.....	III-1
III.1.1. 研究開発項目別の中間目標達成度.....	III-1
III.1.2. 成果要約.....	III-7
III.1.3. 知的財産の取得および成果の普及.....	III-8
III.1.4. 最終目標達成への見通し.....	III-10
III.1.5. 最終目標達成に向けた課題と対応.....	III-11

IV. 実用化・事業化の見通しについて

IV.1. 実用化・事業化に向けた取り組みと見通し.....	IV-1
--------------------------------	------

(添付資料)

- ・イノベーションプログラム基本計画
- ・プロジェクト基本計画
- ・技術戦略マップ（ファイバー分野）
- ・事前評価関連資料（事前評価書、パブリックコメント募集の結果）
- ・特許論文リスト

概要

		最終更新日	平成 22 年 11 月 2 日	
プログラム（又は施策）名	エネルギーイノベーションプログラム／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	サステナブルハイパーコンピュータ技術の開発		プロジェクト番号	P08024
担当推進部/担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 川上信之（平成 22 年 8 月現在） ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 山森義之（平成 20 年 6 月～平成 21 年 3 月）			
0. 事業の概要	<p>本事業では、成形性、加工性、リサイクル性が高く、自動車、産業機械等のより広い分野での利用が可能となる熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料を開発する。自動車等の軽量化により移動体における消費エネルギーの大幅削減をはかるとともに、循環型社会の構築および我が国の国際産業競争力の強化を目指す。</p> <p>炭素繊維複合材料の高強度を維持しつつ、優れた成形性、加工性、リサイクル性を達成するためには、基本となる材料からスタートし、その加工技術、さらにはリサイクル技術まで広く研究開発を進める必要がある。そこで本プロジェクトでは、容易に加工できる中間基材の開発、それらの成形技術の開発、各種部材の接合技術の開発、さらにリサイクル技術の 4 つの研究開発項目を重要技術と位置づけ、それぞれに取り組むことで技術の実用化を狙う。</p>			
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>○事業の必要性</p> <p>炭素繊維は世界シェアの約 70%を日本企業で独占してきている素材である。先進材料である炭素繊維とプラスチックとを一体化した炭素繊維強化熱硬化性プラスチック（CFRP）はその超軽量性から燃費改善の希望が強い航空機業界で使用率が最も多い材料になった。炭素繊維材料は、アルミ材料に比べて、約 20%の重量軽減が達成できるとされているため、航空機の標準材料として地位を築きつつある。</p> <p>技術の現状をしてみると、材料強度ならびに軽量性に関しては、航空機へ採用されるほど、大きなポテンシャルを持っている。ただし、生産のサイクルタイム等に関しては、航空機の仕様となっており、また、金属のような均質材料でないことが設計の難易度を高くしている。軽量化効果の大きい本材料を金属材料の代替として、乗用車等に適用することができれば、今まで以上に燃費に優れた車の開発につながり、自動車産業を初めとする各種製造業での確固たる地位が築けるばかりでなく、環境立国日本としての地位もゆるぎないものとなる。金属材料特にスチールの代替えとなるためにも、従来の CFRP（CF/エポキシ）に匹敵する界面接着強度、低い線膨張係数を保持しながら、従来の CFRP の欠点であった高速成形性、易二次加工性、リペア・リサイクル性を備えた革新的な炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CFRTP）を開発すると共に、自動車部材開発に必要な材料特性を明確にすることが必要である。</p> <p>○位置付け</p> <p>本事業は技術戦略マップ上で下記のように位置付けられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 部材分野の技術マップ「環境・エネルギー分野」の「産業機器用部材による省エネルギー・CO2削減用部材（軽量化・高強度化用部材）」 2) 「省エネルギー技術戦略 2007」における「先進交通社会確立技術」のうち「先進自動車の開発」、「安全性を確保した車体の軽量化」 			

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標

①易加工性CFRTP中間基材の開発

熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術並びに炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂並びに生産性及び部材への加工性に優れた等方性CFRTP中間基材と一方向性CFRTP中間基材を開発する。

(1) 等方性CFRTP中間基材

【中間目標】

等方性CFRTP中間基材（不連続繊維）から得られる平板において、任意の面内方向で矩形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも250MPa（比強度 $(\sqrt{\sigma/\rho})$ で鋼材の約5倍）以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が10%以内となる材料を開発する。

【最終目標】

等方性CFRTP中間基材（不連続繊維）から得られる平板において、任意の面内方向で矩形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも400MPa（比強度 $(\sqrt{\sigma/\rho})$ で鋼材の約6倍）以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が5%以内となる材料を開発する。

(2) 一方向性CFRTP中間基材

【中間目標】

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度100MPa以上、繊維方向の曲げ強度1400MPa（比強度 $(\sqrt{\sigma/\rho})$ で鋼材の約9倍）以上、繊維方向曲げ破断ひずみ1.0%以上の材料を開発する。

【最終目標】

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度110MPa以上、繊維方向の曲げ強度1600MPa（比強度 $(\sqrt{\sigma/\rho})$ で鋼材の約10倍）以上、繊維方向曲げ破断ひずみ1.3%以上の材料を開発する。

②易加工性CFRTPの成形技術の開発

研究開発項目①で開発されるCFRTP中間基材を用いた高速成形加工技術として、高速スタンピング成形技術と高速内圧成形技術を開発する。

(1) CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術の開発

【中間目標】

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材及び一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、用途に適合した高速スタンピング成形に必要な要素技術を見極める。

【最終目標】

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材及び一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、高速スタンピング成形により、それぞれのCFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

(2) CFRTP中間基材の高速内圧成形技術の開発

【中間目標】

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、用途に適合した高速内圧成形に必要な要素技術を見極める。

【最終目標】

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、高速内圧成形により、当該CFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

③易加工性CFRTPの接合技術の開発

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、各種溶着等による高速接合法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合法を開発する。

【中間目標】

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の75%以上の接合強度を発現する接合法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。）

【最終目標】

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の90%以上の接合強度を発現する接合法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。）

④易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、リサイクル性（リサイク

ル後の性能保持率、リサイクル可能回数)を向上させる技術を開発するとともに、リペア技術を開発する。また、これらの開発技術に関する環境影響評価(LCA)を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

(1)CFRTP部材のリサイクル技術の開発

【中間目標】

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の75%以上を保持するリサイクルプロセスに必要な要素技術を見極める。(ここで、参照強度とは、バージン原材料を使用したときの曲げ強度を指す。)

【最終目標】

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の90%以上を保持する技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価(LCA)を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

(2)CFRTP部材のリペア技術の開発

【中間目標】

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の75%以上まで回復するリペア手法の絞り込みとリペアプロセスに必要な要素技術を見極める。

【最終目標】

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の90%以上まで回復するリペア技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価(LCA)を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度なCFRTP部材の成形技術の開発を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

【最終目標】

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、不連続繊維を使った等方性CFRTP中間基材を使用した革新的軽量モジュールの成形技術を開発し、その自動車部材等への適用性を検証する。

⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②③④で開発される関連技術を用いて閉断面構造のモデル部材を試作することにより、優れた生産性を有するとともに、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

【最終目標】

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、閉断面形状を有する自動車一次構造材のモデル部材を得て、得られたモデル部材の自動車一次構造部材への適用性を検証する。

事業の計画内容	主な実施事項	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	
	①易加工性CFRTP中間基材の開発						→
	②易加工性CFRTPの成形技術の開発						→
	③易加工性CFRTPの接合技術の開発						→
	④易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発						→
	⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発						→

	⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発							
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 2 0 fy	H 2 1 fy	H 2 2 fy	H 2 3 fy	H 2 4 fy	総額	
	一般会計	0	0	0				
	特別会計 (需給)	316	1995	600			2911	
	加速予算 (成果普及費を含む)							
	総予算額	316	1898	600			2911	
	(委託)	229	1694	604				
	(助成) : 助成率 1 / 2	81	164	62				
開発体制	経産省担当原課	製造産業局繊維課						
	プロジェクトリーダー	東京大学大学院工学系研究科 教授 高橋淳 (平成 21 年 9 月より) (前任者: 東京大学大学院工学系研究科 教授 影山和郎) (サブリーダー: 東京大学大学院工学系研究科 准教授 鶴沢潔)						
	委託先 (* 委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	委託先: 東京大学 (集中研)、三菱レイヨン (株)、東洋紡績 (株)、東レ (株)、(株) タカギセイコー 共同研究先: 山形大学、東北大学、静岡大学、富山大学、京都工芸繊維大学 助成先: 三菱レイヨン (株)、東洋紡績 (株)、東レ (株)						
情勢変化への対応	進捗状況や技術推進委員会等の結果をふまえ、研究成果の適用用途の拡大及び早期の技術実用化をはかるべく、実用、量産レベルの設備を活用した高度な研究開発を加速させ推進している。							
評価に関する事項	事前評価	平成 20 年度実施 担当部 ナノテクノロジー・材料技術開発部						
	中間評価	平成 22 年度 中間評価実施予定						
	事後評価	平成 25 年度 事後評価実施予定						

○研究開発項目毎の目標と目標に対する成果

研究開発項目	評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
		中間目標	最終目標		
①-1 等方性CFRTP中間基材	曲げ強度	250MPa	400MPa	360MPa	◎
	等方性(変動係数)	10%以下	5%以下	中間目標達成見込み	○
①-2 一方向性CFRTP中間基材	繊維方向曲げ強度	1400MPa	1600MPa	PP系: 893MPa PA系: 1350MPa	○
	繊維直角方向曲げ強度	100MPa	110MPa	PP系: 59MPa PA系: 105MPa	◎
	繊維方向曲げ破断ひずみ	1.0%以上	1.3%以上	PP系: 0.87% PA系: 1.28%	◎
②-1-1 等方性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	2分以内	90秒以内	2分以内	◎
②-1-1 一方向性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	2分以内	2分以内	◎
②-2 一方向性CFRTP中間基材の高速内圧成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	7分以内	要素技術見極め	○
③-1 CFRTP同士の接合技術	接合強度の参照強度に対する割合	75%	90%	基本特性評価	○
③-2 CFRTPと異材の接合技術		課題見極め		課題見極め	○
④-1 CFRTP部材のリサイクル技術	3回リサイクル後曲げ強度の参照強度に対する割合	75%	90%	方針見極め	○
④-2 CFRTP部材のリペア技術	リペア後曲げ強度の参照強度に対する割合	基本特性評価	75%	基本特性評価	○

Ⅲ. 研究開発成果について

○事業全体の総括と今後の課題

全ての研究開発項目において基本的な特性を把握することによる課題の見極めと対策案検討が視野に入っており、最終目標に向けての見通しを得ている状況にある。今後の課題は以下の通りである。

研究開発項目	今後の課題(最終目標へ向けた取り組み)
①-1 等方性CFRTP中間基材	性能の極限を追求し、適用部材の拡大による自動車のさらなる軽量化を目指す。
①-2 一方向性CFRTP中間基材	PA系材料の最適化で物性目標を達成し、同時にPP系での限界性能を見極める。
②-1-1 等方性CFRTPの高速スタンピング成形技術	成形中の基材の流動を予測する成形シミュレーション技術を駆使し、成形プロセスの最適設計を検討する。
②-1-1 一方向性CFRTPの高速スタンピング成形技術	モデル部材に適した基材構成、プリフォーム方法、プレヒート方法を確立し、一方向性基材を用いた複雑形状の基本成形技術を構築する。
②-2 一方向性CFRTPの高速内圧成形技術	導入した成形システムを用いて高速内圧成形の基本技術を構築し、複雑形状への適用を検討する。
③-1 CFRTP同士の接合技術	接合部高強度化の検討と、実用性を考慮した溶着方法の比較検討を行う。
③-2 CFRTPと異材の接合技術	接合面の電蝕の影響を明らかにし、対策を検討する。
④-1 CFRTP部材のリサイクル技術	リサイクル材による成形品の特性評価を実施し、性能の見極めと対策を検討する。
④-2 CFRTP部材のリペア技術	実用性の高いリペア技術を確立し、信頼性評価を行う。

論文、学会発表	「査読付き」16件、「その他」45件
特許	「出願済」16件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願1件）
その他の外部発表(プレス発表等)	「展示会」2件、「新聞等」2件

Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて

本プロジェクトでは革新的材料における基盤技術の確立を目的とし、材料の基本的な力学特性や成形速度に関して要求性能を満足する目標設定を行った。現時点までの取り組みの結果、材料技術と成形技術、および、接合技術、リサイクル技術のいずれの研究開発項目においてもその最終目標の達成見通しを得ることができた。

開発した材料は熱可塑性 CFRP と同等の性能が見込めるため、鉄鋼材料はもちろん、アルミニウムやマグネシウムなどの競合材料と比較して、比剛性・比強度をはるかに上回る。さらに熱可塑性 CFRP で問題となる生産性についても量産が視野に入るレベルにある。接合技術、リサイクル技術に関しても、従来技術に比べ生産性、環境性能、経済効果の点において優れる性能が期待できる。以上のことから、本技術は産業用材料として十分に適用可能と考えられる。

自動車用構造材としての実用化に関しても、適用する部材によって求められる特性が異なる(モジュール構造部材および一次構造材用閉断面構造部材)ことをあらかじめ見越し、それぞれに適切な材料の開発を進めてきた。これまでに、モジュール構造部材に適した等方性 CFRTP、一次構造材に適した一方向性 CFRTP のそれぞれにおいて、実用化に向けた検討を開始している。今後は、以下の課題に取り組みつつ事業化検討を進めていく。

	<p>(1) モジュール構造部材 モジュール構造部材としては、エンジンモジュールやドアインナーモジュールへの適用を狙う。ここでの課題は複雑な形状の加工であり、具体的には必要な強度や剛性、均質性を損なうことのない材料設計技術と成形技術の確立である。まず、大きな荷重がかからないドアインナーパネルやフロントエンドモジュールなどから性能試験を開始し、それを基に事業化検討を開始する。その後、より高精度が求められるフード、ルーフ、シートバック等に適用を拡大していく。成形部品の複雑化とそれに相反する高精度化の両立を図り、最終的にはフェンダーサポートやダッシュボード等、より複雑でかつ耐熱性も要求される部材に適用範囲を広げていく。</p> <p>(2) 一次構造材用閉断面構造部材 一次構造材は、自動車を受ける荷重対し構造体を支えるという安全上の極めて重要な役割を負う部材である。モジュール構造部材より更なる高強度・高剛性・高耐久性が求められることから、第一の課題は適用可能な部材を見極めることである。具体的には、実部材を作製し実証試験を行うことで種々の適用箇所に対し適合性の検証を進めていく。適用部材を見極めた後、本格的に事業化の検討に進む方針である。事業化検討に際しては、まず部材に伝達される荷重が予測可能な箇所から適用を開始する。具体的にはサイドシルやクロスメンバなどを考えている。次に、衝突吸収性という高い信頼性が求められる部材、ピラーやサイドフレームに適用を拡大していく。最後に、重要保安部品や合理的に設計され一体成形が必要な部材へと適用範囲を拡げていく。</p> <p>以上のようにそれぞれの部材毎に順次実用化の検討を進め、2015年頃から適用を開始、2018年頃には自動車構造ボディにほぼ全て適用できるレベルの技術を確立する計画である。適用車種拡大のための汎用化、低コスト化も検討し、さらなる普及拡大に取り組んでいく。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 20 年 3 月 作成
	変更履歴	平成 20 年 6 月 改訂 (プロジェクトリーダー決定による改訂) 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る改訂) 平成 21 年 9 月 改訂 (PL 交代及び共同実施先追加に伴う改訂) 平成 22 年 7 月 改訂 (共同実施先変更に伴う改訂)

0. プロジェクト用語集

番号	用語 (略語)	English	用語の説明
1	アイゾッド衝撃 (強さ)	Izod Impact Strength	衝撃に対する強さを表す指標。単位は J/m 。ノッチと呼ばれる切り込みを付けた試験片を、片持ちはりで支持し、振り子のハンマーで衝撃曲げ打撃を加えて計測する。1回の打撃によって破壊するのに要したエネルギーを、ノッチに沿って計測した試験片の幅で割って求められる。
2	一次構造部材	Primary Structure Member	自動車の車両構造に関して、地面や衝突物から受ける荷重を直接受けて構造体を維持するための高強度・高剛性・高耐久性部材。
3	一方向性	Unidirectional	層内において強化繊維がすべて互いに平行に並んでいる状態。一方向強化層はプライ (Ply) と呼ばれ、この層の積み重ねは積層板と言われる。
4	異方性	Anisotropy	物質の物理的性質、例えば弾性率や屈折率などが方向によって異なること。結晶、圧延した金属、プラスチックなどに現れる。 ⇔ 等方性
5	エッチング	Etching	化学薬品などの腐食作用を応用した塑形ないし表面加工の技法。使用する素材の必要部分にのみ防食処理を施し、腐食剤によって不要部分を除去することで目的形状のものを得る。
6	エポキシ (樹脂)	Epoxy (Resin)	高分子内に残存させたエポキシ基で架橋ネットワーク化させることで硬化させることが可能な熱硬化性樹脂の総称。架橋ネットワーク化前のプレポリマーと硬化剤を混合して熱硬化処理を行うと製品として完成するが、プレポリマーも製品化した樹脂も両者ともエポキシ樹脂と呼ばれる。
7	遠赤外線ヒーター	Far-Infrared Radiation Heater	セラミック、石英、金属酸化面などの比較的低温 (500℃～1000℃) の発熱体から放射される光を利用する加熱装置。光のピーク波長は 3 ～5 μm であり、1 ～15 μm 程度の範囲に分布する。
8	応力集中	Stress Concentration	材料に切欠きや溝がある場合に、外力を与えた時に他の部分よりも応力が大きくなる現象。部材の断面が大きく変形している部分や、部材の断面に孔 (あな)、亀裂、切欠きなどが起こり不連続部分が発生している時、その近くに著しく応力 (抵抗力) が集中している。
9	開繊性	Fiber Spreading	炭素繊維束やガラス繊維束などの強化繊維束を連続して幅広く、薄く広げた状態にすること。繊維束の厚み方向の繊維本数を少なくすれば (開繊性を高めれば)、繊維束中へのマトリクスを含浸が短時間で均一にできるので、成形工程において生産性の向上や品質の向上に有利にはたらく。
10	界面層	Interfacial Layer	ある均一な液体や固体の相が他の均一な相と接している境界のことを界面とよぶ。炭素繊維のような強化繊維の場合、樹脂と接している境界の表面層を界面層という。
11	カップリング剤	Coupling Agent	分子内に水になじみやすい部分 (親水基) と油になじみやすい部分 (親油基・疎水基) を持つ物質。有機材料と無機材料を結合させる機能を有し、複合材料の力学特性や耐水性、接着性の向上に使われる。
12	含浸性	Impregnation Rate	ゴム、合成樹脂を織物、紙などの組織や構造のすき間にしみ込ませた状態の程度を表す指標。
13	官能基	Functional Group	有機化合物に特別の化学性質を与える原子・原子団。例えばアルコールの -OH (ヒドロキシル基)、アルデヒドの -CHO、カルボン酸の -COOH、などがある。

14	強化材	Reinforcement	プラスチックなど、軽量であるが弾性率や強度の低い母材（マトリクス材）に対して、強度を向上させることを目的として混入させる材料。強化材とマトリクスを組み合わせたものを複合材料とよぶ。強化材にはガラス繊維、炭素繊維、ケブラーなどが用いられる。
15	クロス材	Cross Materials	一方向材を基本として、縦横にファイバーを織り込んだもの。二次元強化基材の一つ。
16	コミングルヤーン	Commingled Yarn	強化繊維と樹脂系マトリクス繊維を組み合わせた混織糸。
17	コンソリデーション	Consolidation	プリプレグやセミプレグを裁断後、積層あるいはプリフォームして、複数の部材を合同体として同時に成形すること。後工程での接合の必要が無いのでコスト削減が可能となる。
18	コンポジット	Composites	2 つ以上の異なる素材を一体的に組み合わせた材料のこと。
19	サイクルタイム	Cycle Time	製品を作る場合のかかった時間。最初の工程をスタートし最後の工程までかかった時間のこと。稼働時間のみならず、待ち時間も含まれる。サイクルタイムの短縮によって、品質やコストだけではなく、時間の面で競合との差別化、競争力の強化、及びコスト削減、顧客満足を増大までを図ることができる。
20	サイズ剤	Sizing Agent	ある組織や構造に対してインクなど液体の浸透性を抑え、滲みを防ぐ目的で加えられる化学物質。疎水性基と親水性基を持ち、疎水性基を外側に向けて組織に疎水性をもたせる。内添方式と表面方式とがあり、いずれにも天然物と合成物とがある。
21	酸化処理	Oxidative Treatment	炭素繊維などの表面層を改質する処理手法の一つ。エッチング処理。含酸素基を繊維表面に導入することにより樹脂との水素結合を促進し、接着性を高めることができる。
22	サーモグラフ	Thermograph	サーモグラフィ装置。物質から発せられる赤外線を検出して、ものの温度を調べる装置。コンピュータ画面上で温度を色分けして表示することができる。
23	射出成形	Injection Molding	加熱熔融させた材料を金型内に射出注入し、冷却・固化させる事によって、成形品を得る方法。複雑な形状の製品を大量に生産するのに適している。工程は大きく分けて、型締め、射出、保圧、冷却、型開き、取り出し、と進み、このサイクルの繰り返しによって、製品を連続的に生産できる。
24	収束剤	Convergence Agent	サイズ剤。炭素繊維の製造工程や、高次加工工程（織物工程、プリプレグ工程、その他の成形工程）での取扱い性を向上させる。
25	親和性	Affinity	繊維強化プラスチックにおいては、分子同士の結合しやすさをいう。例えば、分子構造中に水となじみやすい（親和性の高い）水酸基（OH）を持っていれば、吸湿・吸水に優れる物質となる。
26	スタンピング成形	Stamping Molding	FRTP（繊維強化熱可塑性プラスチック）でつくったシートを型の間に挟み、プレスして形状をつくる成形方法。
27	脱型	De-molding	型から製品を取り出す作業。
28	ダブルベルトプレス	Double Belt Press	押出機等による連続供給と、ベルトプレスによる連続した加熱・冷却によって、樹脂シート等の加工を行う装置。各ゾーンにおけるプレスロールの高さ調節や温度、圧力設定を行うことにより、製品の厚み制御を行うことができる。
29	中間基材（プリプレグ）	Prepreg	連続した強化繊維にマトリクス樹脂を含浸させた半硬化状態の単層材。

30	チョップドテープ	Chopped Tape	一定の長さに切りそろえたプリプレグテープ。短繊維でマット、スプレИАップ法、コンパウンドに使用される。一方向不連続繊維基材。
31	テキスタイル	Textile	織る、編むの織物や布地を意味し、繊維製品全般のこと。
32	テーププレースメント	Tape Placement	樹脂を含浸させたトウプリプレグやプリプレグテープを、異形の型に配向させて（樹脂を成形しながら）積層する技術。
33	等方性	Isotropy	物体の物理的性質が方向によって異なること。気体、ふつうの液体、非晶質（アモルファス）の固体（ガラスなど）は等方性を示す。⇔ 異方性
34	内圧成形	Inner Pressure Molding	成形型のキャビティ内に中空状の成形素材を配置し、中空素材の内側から内圧を加えて中空素材を成形型に密着させた状態とし、その状態で加熱成形する方法。繊維強化樹脂を用いた中空（閉断面）の部品を製作することができる。
35	ナノアロイ	Nano-Alloy	ポリマーAのマトリックス中にポリマーBをナノオーダーで分散させた分散構造を作る良流動化技術。ポリマー微粒子を独自に開発して マトリックスポリマー中に均一分散させることにより、加熱化の熔融状態（流動状態）でのマトリックスポリマー分子間の相互作用の低下が起こり、ポリマー分子の運動性向上による流動性の大幅な向上が実現できる。
36	熱可塑性樹脂	Thermoplastic Resin	ガラス転移温度または融点まで加熱することによって軟らかくなり、目的の形に成形できる樹脂。一般的に、熱可塑性樹脂は切削・研削等の機械加工がしにくい事が多く、加温し軟化したところで金型に押し込み、冷し固化させて最終製品とする射出成形加工等が広く用いられている。ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ABS樹脂、塩化ビニル樹脂、メタクリル酸メチル樹脂、ナイロン、フッ素樹脂、ポリカーボネート、ポリエステル樹脂など。
37	熱硬化性樹脂	Thermosetting Resin	加熱すると重合を起こして高分子の網目構造を形成し、硬化して元に戻らなくなる樹脂のこと。使用に際しては、流動性を有するレベルの比較的低分子の樹脂を所定の形状に整形し、その後加熱等により反応させて硬化させる。接着剤やパテでA液（基剤）とB液（硬化剤）を混ぜて使うタイプがあるが、これは熱硬化性樹脂のエポキシ樹脂で、混合により重合反応が起こっている。熱硬化性樹脂は硬くて熱や溶剤に強い。フェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタンなどがある。
38	熱伝導性	Thermal Conductivity	熱伝導において、熱流束密度（単位時間に単位面積を通過する熱エネルギー）を温度勾配で割った物理量。
39	破断ひずみ	Breaking Strain	外力の作用により、材料が破壊（破断）する時のひずみ。破断する時の応力を破断強度または破断応力ともいう。
40	パッチ	Patch	つぎあて。リペア技術において損傷部に追加して貼り合わせる薄板状のCFRTP。
41	比強度	Specific Strength	比重に対する材料の強度。このパラメータが大きいほど、同じ強度の時により軽い部品がつけれる。
42	比剛性	Specific Stiffness	比重に対する材料の剛性。このパラメータが大きいほど、同じ剛性の時により軽い部品がつけれる。
43	表面改質	Surface Treatment	表面層の特性を変化させること。炭素繊維は、マトリックス樹脂との接着性を改善するため、その表面を酸化処理する。
44	ファイバーブリッジング	Fiber Bridging	繊維強化プラスチックにおいて、亀裂進展時に未破断繊維が亀裂を橋渡しすることにより、亀裂進展抵抗が増加する現象。
45	ファウンテンフロー	Fountain Flow	樹脂を型内に流し込む時に、金型面との滑りによって流れるのではなく、流れの中心から金型内壁面へ噴出するように流れていくこと。射出成形の流動末端で生じる。

46	賦形性	Formability	プリフォーム配置工程において、成形に用いる型形状に対して、プリフォームを形作ること。熱成形直後における、得られた予備成形体の形状と熱成形に用いた型の形状との一致性の程度を表す。
47	フラグメンテーション (フラグメント) 試験	Fragmentation Test	マトリックスに単繊維を埋め込み、繊維方向に平行にマトリックスに引張ひずみを加えることによりせん断強度を推定するテスト方法。繊維は破断し、多数の小片に分断される。
48	プリフォーム	Preform	RTM や C/C コンポジット等の成形用基材で、強化繊維を立体的な形状にしたもの。
49	プリプレグ	Prepreg	連続した強化繊維にマトリックス樹脂を含浸させた半硬化状態の単層材。
50	プレヒート	Pre-Heat	成型型に基材を設置する前にあらかじめプリフォームに余熱を与えておくこと。
51	ブレード	Blade	一方向材を基本として、立体的にファイバーを織り込んだもの。三次元強化基材の一つ。
52	不連続繊維	Discontinuous Fiber	繊維が短く切断されたもの (短繊維) で、マトリックス樹脂内でランダムに配向される。射出成形用繊維強化樹脂でよく用いられる。
53	ボイド (空隙)	Void	樹脂の繊維束への含浸が不十分であった場合に、樹脂内や樹脂-繊維間に空気が入り込んだまま成形されてしまい生じる空間。
54	ホモポリプロピレン	Homo-polypropylene	ポリプロピレン単体のみからなる重合体であり、結晶性は高い。ホモ PP でも触媒の選択・プロセスの相違・更には各メーカーの市場性格の差異によりその物性は微妙に異なる。
55	ポリアミド (PA)	Polyamide	主鎖にアミド結合 (-NH-CO-) をもつものをポリアミドと呼ぶが、主鎖が脂肪族であるものは、ナイロンとも呼ばれる。耐摩耗性、自己潤滑性に優れ耐衝撃性も大きいという長所があるが、アミド結合のために吸湿性も強いので寸法安定性が悪く、機械的、電気的な物性が変化する。結晶化度による影響も大きいので成形時には注意が必要である。
56	ポリプロピレン (PP)	Polypropylene	エチレンの水素ひとつがメチル基に変わった構造のプロピレンの重合体。メチル基の立体的な位置の違いによって特性が大きく異なるが、その中でも結晶化度が高く剛性の優れたアイソタクチック PP が一般的に用いられている。
57	マイクロドロップレット試験	Microdroplet Test	繊維強化複合材料において、強化繊維と各種樹脂の界面接着性を評価する試験方法。単繊維に樹脂粒 (ドロップレット) を付着させ、ドロップレットを固定させて後に繊維の引き抜きを行い、引き抜かれる際の荷重と、繊維の樹脂粒への埋め込み長さの関係から、界面せん断応力を求めることができる。
58	マトリクス材	Matrix	複合材料において、強化される側の部材を母材 (マトリックス) と呼ぶ。繊維強化プラスチックの場合はプラスチック、繊維強化金属の場合は金属、鉄筋コンクリートの場合はコンクリートがそれぞれマトリックスとなる。
59	モジュール構造部材	Module Structure Member	部材をインテグレーションした複合化部材。一体成形できるので、製造コストを安くできる。自動車部品では従来よりインスツルメントパネルモジュールなどがあり、短繊維のガラス繊維強化プラスチックの成形部材として適用されている。
60	溶着接合	Welding	溶接あるいは高温で加熱して接着させること。二次加工技術 (成形が一次加工) の一つ。熱可塑性の樹脂部材を融点を超えるまで加熱し、圧力を加えると分子レベルで結合することを利用した接合方法。樹脂部材を加熱する方法として、超音波溶着、振動溶着、誘導溶着、高周波溶着、熱溶着など、様々な方法がある。

61	熔融粘度	Melt Viscosity	樹脂などが溶けた時に、流動する物体の内部に生じる抵抗。粘度＝粘性ともいう。熔融粘度が低いということは流動性が良いことを意味する。
62	ラマン顕微鏡	Raman Microscope	可視光が分子に当たって散乱する光散乱（＝ラマン散乱）を利用した物質の分析装置。この散乱した光の波長変調を分光器によって調べることによりその組成分析や結晶構造情報を得、顕微鏡と融合させることで局所的な成分や結晶状態を知ることができる。
63	ラマンスペクトル	Raman Spectrum	ラマン散乱光の波長（色の違い）に対する光強度をグラフ化したもの。スペクトルは複数のピークを持ち、分子に固有の形状を示す。物質の質の評価や不純物の同定を行うことができる。
64	ランダムチョップ基材	Random Chopped Material	チョップドテープ（一定の長さに切りそろえたプリプレグテープ）をランダムに配向した基材
65	臨界繊維長	Critical Fiber Length	繊維を埋め込んだ樹脂材料において、引張応力を適用した時に繊維が切断され、それ以上切断が起こらない時の繊維の長さ。ある繊維の長さに達すると界面でのせん断を支えることができなくなるため、繊維破断よりも繊維の樹脂内での滑りが先に起きてしまう。
66	連続繊維	Continuous Fiber	すべての繊維が互いに平行に並んでいる一方向層の形態で用いられる長繊維。編んだり、織ったりして用いることができる。また一方向層を様々な方向に積層することで擬似等方性や直交性、異方性のある板をつくることができる。
67	ワイブル分布	Weibull Distribution	物体の破壊強度を統計的に記述するための確率分布。時間に対する劣化現象や寿命を統計的に記述するためにも利用される。ワイブル係数を導入した式で表わされる。
68	CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastics	炭素繊維強化プラスチック。炭素繊維で補強したプラスチック成形品（樹脂成形品）の総称。
69	CFRTP	Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics	炭素繊維強化熱可塑性プラスチック。ポリアミドやポリプロピレンといった熱可塑性樹脂を母材とする炭素繊維強化複合材料。
70	CFRTS	Carbon Fiber Reinforced Thermosetting Plastics	炭素繊維強化熱硬化性プラスチック。エポキシや不飽和ポリエステルといった熱硬化性樹脂を母材とする炭素繊維強化複合材料。
71	GFRP	Glass Fiber Reinforced Plastics	ガラス繊維強化プラスチック。ガラス繊維で補強したプラスチック成形品（樹脂成形品）の総称。
72	GMT	Glass-Mat reinforced Thermoplastics	熱可塑性樹脂（主にPP）をガラス長繊維マットで強化したプラスチック材料であり、スタンパブルシートとも呼ばれる。通常のガラス短繊維入り熱可塑性樹脂と比べて、長繊維が50%程度も占めているので強度的に優れ、自動車部品などに使われている。
73	LCA	Life Cycle Assessment	製品やサービスに対する、環境影響評価の手法。主に個別の商品の製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用までの各段階における環境負荷を明らかにすることを目的としている。
74	RTM	Resin Transfer Molding	樹脂注入成形法。溶融した熱硬化樹脂を低圧化で金型に封入された強化繊維プリフォームに注入し、加熱硬化させる成形法。
75	SMC	Sheet Molding Compound	強化繊維と樹脂（熱硬化性または熱可塑性）からなるシート状材料を金型の中で積層し圧縮して加熱硬化させる成形法。
76	Vf	Fiber Volume Content	繊維体積含有率。単位は%。

I. 事業の位置付け・必要性について

I. 1. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

I. 1. 1 NEDO が関与することの意義

近年、産業発展と自動車を中心とする輸送機器の普及が、地球規模の環境破壊、地球温暖化ならびにエネルギー資源の枯渇等様々な問題を招来している。特に、エネルギー資源の約 80%を海外に依存する我が国にとって、これを効率的に利用しエネルギー消費を削減すること、さらに二酸化炭素排出量を低減させることは、国家的政策における重要な課題である。

本プロジェクトが掲げるサステナブルハイパーコンポジットとは、持続可能な社会を構築する上で有用な複合材料（コンポジット）を意味する。具体的には、炭素繊維を強化繊維とし、熱可塑性樹脂をマトリックスとする複合材料（炭素繊維強化熱可塑性プラスチック：CFRTP）であって、自動車等の部材の軽量化による省エネとリサイクル等による環境問題の軽減を期待される材料である。すなわち、炭素繊維の軽量・高強度、熱可塑性樹脂の易加工性・リサイクル性を活用して環境・エネルギー問題に対し、総合的に取り組むプロジェクトである（図 I. 1-1）。本プロジェクトの効果として期待されるエネルギー消費量削減は国家として取り組む課題であることに加え、応用分野として想定される自動車分野はきわめて公共性が高く、さらに二酸化炭素排出量の低減は国際社会的にも要請が強い。

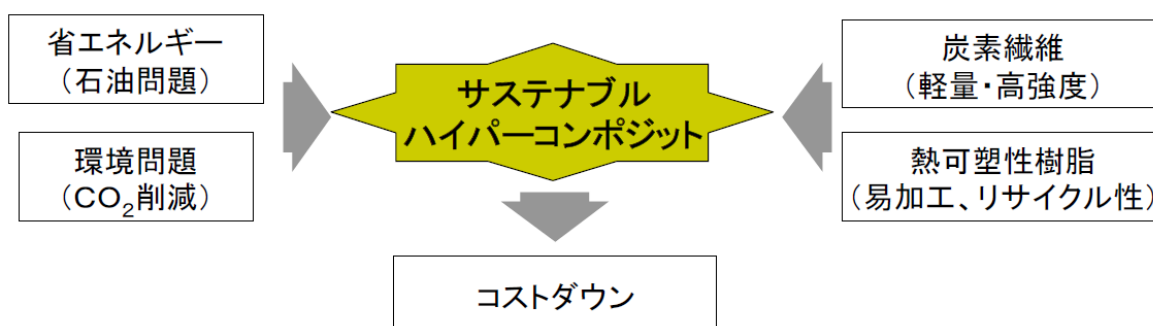


図 I. 1-1 サステナブルハイパーコンポジットの概念

サステナブルハイパーコンポジットを構成する重要素材である炭素繊維は、鉄の 1/4 の軽さ、10 倍の強さであり、軽量、高強度という特徴を有する。現在、世界シェアの約 70%を日本企業が独占している競争力の高い高機能素材である（図 I. 1-2）。炭素繊維とプラスチックとを一体化した先進材料である炭素繊維強化熱硬化性プラスチック（CFRP）は、航空機、宇宙、建築・土木、自動車、鉄道、風力発電等、産業分野の素材としてのみならず、電子機器、スポーツ、レクリエーション等の民生分野向けの素材として広く利用されている。我が国の強み技術であり、材料産業等の国際競争力の維持、向上に大きく寄与する素材として位置づけられる。

一方で上述したように、本プロジェクトは総合的な技術開発であることから、種々の要素技術に同時並行的に取り組む必要がある。すなわち、炭素繊維、熱可塑性樹脂のような

川上産業の課題から、成形加工に関するプロセス・装置産業、開発した部材を使用する自動車等の川下産業にわたる異業種連携、さらには設計・評価等に関する大学、研究機関等も含めた連携の下で効率的に開発を推進していく必要がある（表 I. 1-1）。なお、本プロジェクトで取り組む熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料は、部材として普及されるまでに長い期間と多額の費用を要し、かつ、リスクが大きい研究開発であるため、民間企業独自での取り組みには限界がある。

以上、1) エネルギー消費量削減への寄与、2) 産業競争力強化への寄与の観点から、本プロジェクトは国及び独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という）として強力なイニシアティブを発揮して総合的に推進すべき課題である。また、産学官の連携により効率的に開発を進めていくためにも、国の予算措置によるプロジェクトとして NEDO が技術開発に関与することが必要不可欠である。

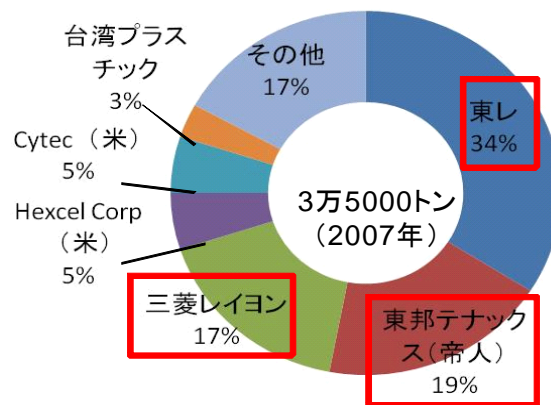


図 I. 1-2 PAN系炭素繊維の世界性生産シェア
(出典：2008年12月26日 日本経済新聞)

表 I. 1-1 サステナブルハイパーコンポジットで開発する技術の分担

検討項目	参画機関
炭素繊維	炭素繊維メーカー
熱可塑性樹脂	樹脂メーカー
設計・評価	大学・研究機関
成形加工	成形メーカー 自動車メーカー

I. 1. 2 実施の効果（費用対効果）

本プロジェクトの研究開発費用は、平成20年度～平成24年度の5年間で約40億円の予定である。

本プロジェクトで開発するサステナブルハイパーコンポジットは、最も高い効果が期待される分野として自動車用部材への適用を狙っている。本コンポジットの使用により自動車車体が軽量化されることで燃費が向上するため、大幅なエネルギー削減が見込まれる。サステナブルハイパーコンポジット（炭素繊維強化熱可塑性プラスチック：CFRTP）適用による自動車1台あたりのエネルギー削減量およびCFRTPが適用された自動車の普及台数の観点から、以下のように効果が算出される。

まず、効果算出の計算をするにあたっての前提として以下の条件を設定した。

- ・ CFRTP適用による軽量化効果：30%の軽量化（1台あたり1380 kg→970 kgに軽量化）^{※1}
- ・ 上記軽量化に伴う二酸化炭素削減効果：0.5 t/台・年^{※1}
- ・ 次世代自動車のエネルギー削減量は、現行ガソリン車の約半分^{※2}。
- ・ 乗用車の年間国内販売台数は300万台^{※3}。
- ・ 自動車へのCFRTP適用は2015年から開始
- ・ CFRTP適用車普及率の伸び率：2015～2020年は年0.5%、2020～2030年は年1.5%^{※4}

※1 「素材産業からの低環境負荷社会への提言」（炭素繊維協会）より“炭素協会モデル”として、自動車のライフサイクルにおける二酸化炭素削減量が示されている。

※2 「低炭素社会に向けた交通システムの評価と中長期戦略」（環境省温暖化2050プロジェクト・交通チーム）より、現行次世代自動車の二酸化炭素排出量は、現行ガソリン車の約半分であることが示されている。

※3 「四輪新車販売台数」（日本自動車工業会ホームページ）より、1999年以降の国内新車年間販売台数のうち、普通車と小型四輪車が300万台以上で推移していることより、300万台と設定。

※4 「次世代自動車戦略2010」（経済産業省「次世代自動車戦略研究会」）において、次世代自動車の普及率は、2010年：9.3%、2020年：20%未満（年率：約0.5～1%）2030年：30～40%（年率：約1.5～2.5%）と示されている。最も低い普及率を想定し、2015年から2020年は年0.5%、2020年から2030年は年1.5%と仮定した。

これらの条件を元に、（1）ガソリン車の年間1台あたりのエネルギー削減量、（2）次世代車の年間1台あたりのエネルギー削減量は以下のように算出される。

（1）ガソリン車の年間1台あたりのエネルギー削減量（原油換算）

二酸化炭素削減量0.5 t/台・年×0.38=0.2 kL/台・年

（2）次世代車の年間1台あたりのエネルギー削減量（原油換算）

現行ガソリン車の約半分との仮定から、0.1 kL/台・年

CFRTPの適用が、ガソリン車と次世代車とに等しく進む仮定すると、CFRTP適用車による年1台あたりのエネルギー削減量は上記（1）（2）の合計の平均値として、

$(0.2 \text{ kL/年} \cdot \text{台} + 0.1 \text{ kL/年} \cdot \text{台}) \div 2 = 0.15 \text{ kL/年} \cdot \text{台}$

他方、国内自動車販売台数を年間約300万台とし、CFRTP適用が2015年から開始され2020年までは年0.5%、2020年から2030年は年1.5%の割合で増加すると仮定すると、CFRTP適用車の普及台数（ストック量）は、2020年で32万台、2030年で338万台と算出される。

以上より、CFRTP適用車の普及による消費エネルギー削減量（原油換算）は、
 32万台×0.15 kL/年・台=4.8万 kL/年（2020年）
 338万台×0.15 kL/年・台=50.7万 kL/年（2030年）
 と算出される。

以上の通り、本開発によりCFRTPの普及および自動車軽量化による燃費向上が進むことで、本プロジェクトの予算規模に比べて十分な効果が期待される（図 I. 1-3）。



（出典：^{※1}自工会、^{※2}国土交通省、^{※3}低炭素社会に向けた交通システムの評価と中長期戦略、^{※4}次世代自動車戦略2010）

図 I. 1-3 CFRTP 適用車普及によるエネルギー削減効果

I. 2. 事業の背景・目的・位置づけ

I. 2. 1 事業の背景

エネルギー資源の約 80%を海外に依存する我が国にとって、これを効率的に利用すること、即ち、「省エネルギー」を図ることは、エネルギー政策上の重要な課題である。全世界の産業・社会におけるエネルギー消費量を分析してみると、OECD 諸国の運輸部門に占める比率が高く、特に自動車などで使われる石油消費（燃料）の割合が高い（図 I. 2-1）。さらに、日本国内の各部門における二酸化炭素排出量においても運輸部門は割合が高く、その大部分を占める自動車が日本全体の約 17 %を排出している（図 I. 2-2）。かかる状況下、大幅なエネルギー消費の低減および二酸化炭素排出量の削減をはかるためには、運輸部門における燃費の向上が必要である。図 I. 2-3 には自動車燃費と車両重量との関係を示すが、これからも分かるように燃費向上に対しては車両重量の軽量化が大きな課題となっている。

炭素繊維は鉄の 1/4 の軽さ、10 倍の強さであり、軽量、高強度という特徴を有する。炭素繊維とプラスチックとを一体化した先進材料である炭素繊維強化熱硬化性プラスチック（CFRP）はその超軽量性故に、燃費改善の希望が強い航空機業界において実用化が進みつつある。図 I. 2-4 には最新の航空機機体を構成する素材の使用割合を示すが、CFRP は機体重量の 50%に適用されている。アルミ材料を用いて構成した機体に比べ、約 20%の燃費改善が達成できるとされており、CFRP は航空機の標準材料として地位を築きつつある。このような高いポテンシャルを持っている一方で、熱硬化性樹脂を使用しているため、加工性に乏しい、大型成形加工設備が必要、生産のサイクルタイムが長い、リサイクルが困難等の問題や、金属のような均質材料でなく設計の難易度が高いことから、用途が航空機等に限定されているのが現状である。

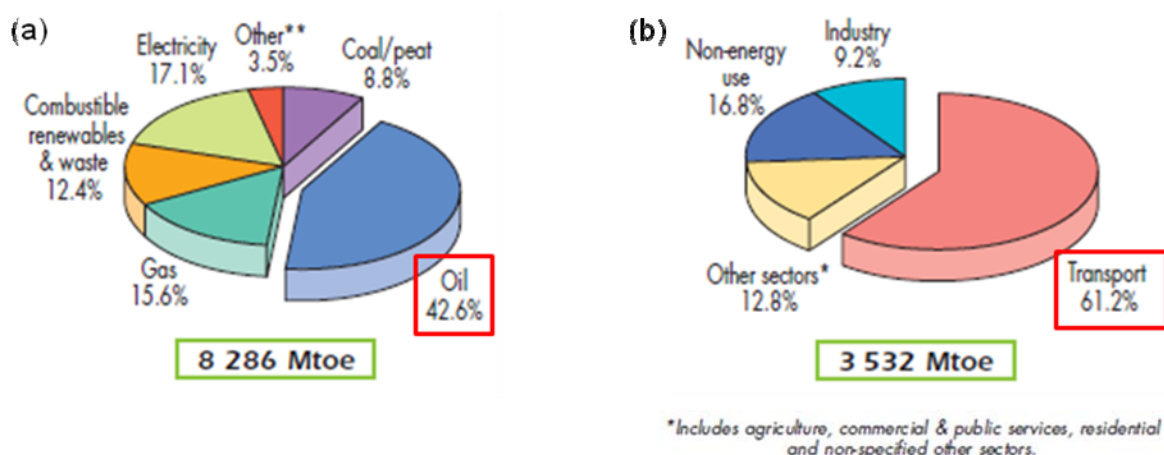


図 I. 2-1 (a) 全世界のエネルギー消費、(b) 石油消費における分野別割合
(出典：KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2009)

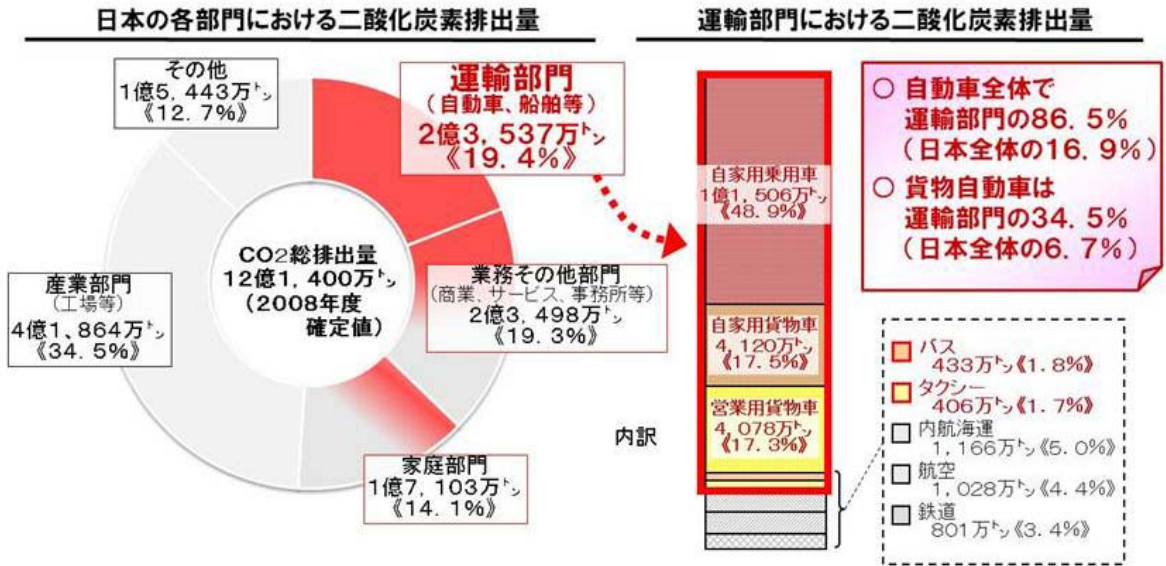


図 I. 2-2 運輸部門における二酸化炭素排出量
(出典：国土交通省 HP「運輸部門における二酸化炭素排出量」)

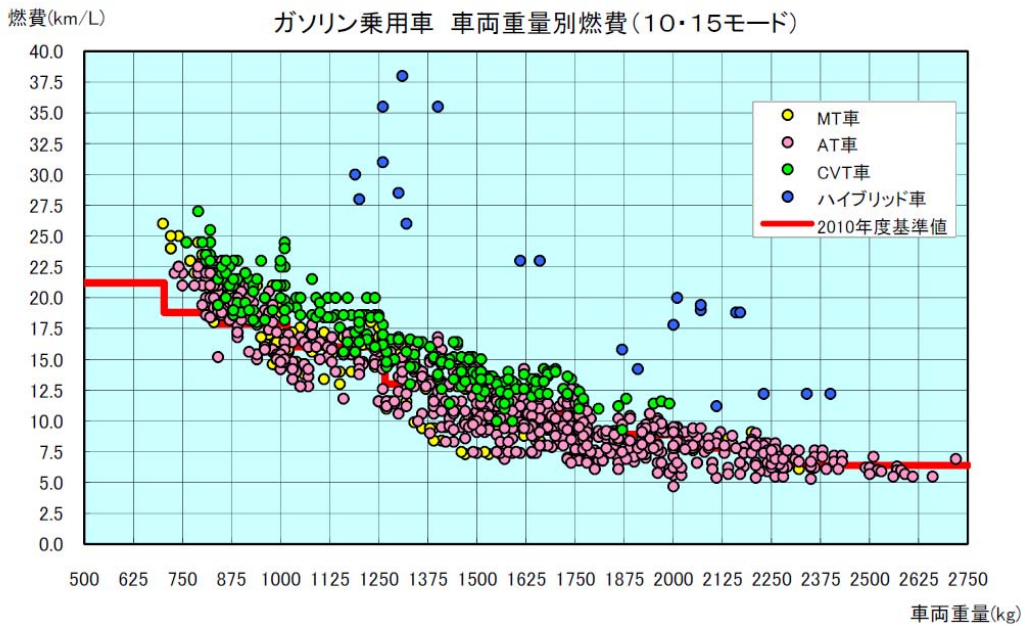


図 I. 2-3 自動車燃費と車両重量との関係
(出典：国土交通省「自動車燃費一覧 (H22.3)」)

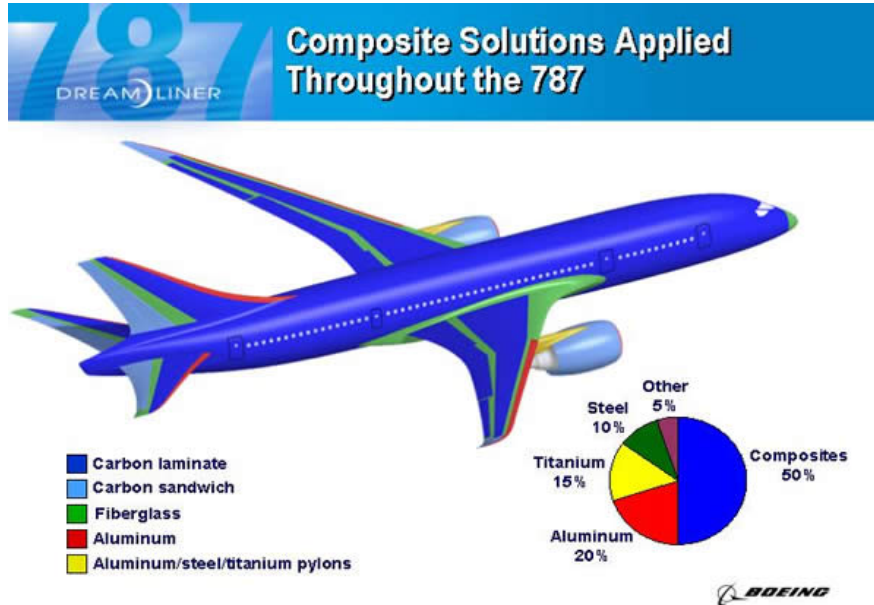


図 I. 2-4 航空機に使用される素材の割合
(出典：炭素繊維協会 HP)

I. 2. 2 事業の目的及び意義

このような背景のもと本プロジェクトでは、革新的な炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CFRTP）を開発し、自動車等の更なる軽量化と燃費向上をはかることで、高度な省エネルギー社会を構築するとともに、日本製造業の国際競争力の更なる向上を図ることを目的とする。具体的には、従来の CFRP に匹敵する界面接着強度及び低い線膨張係数を保持しつつ、CFRP にはない高速成形性、易二次加工性及びリペア・リサイクル性を備えた革新的な炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CFRTP）を開発し、自動車に用いられている金属材料、特にスチールを代替することで、乗用車等に広く普及させることを狙う。

このような軽量化効果の大きい先進材料を、金属材料の代替として、乗用車等に適用することができれば、今まで以上に燃費に優れた車の開発につながることから極めて意義が大きい。すなわち、自動車産業を初めとする各種製造業における産業競争力が強化されることはもちろん、環境立国日本としての地位もゆるぎないものとする事ができる。

I. 2. 3 事業の位置づけ

本プロジェクトは自動車の軽量化など移動体における消費エネルギーの大幅削減を図るとともに、自動車、産業機械等のより広い分野での利用、さらに循環型社会の構築も推進するものである。このため、更なる省エネルギー技術の開発・導入を進め、我が国におけるエネルギーの安定供給の確保を図ることを目的とした、「エネルギーイノベーションプログラム」の内、「I. 総合エネルギー効率の向上、v. 先進交通社改革率技術」の一環として実施するものである（図 I. 2-5）。

また本プロジェクトは、革新的部材開発技術を駆使して、エネルギー・資源・環境等の

社会的制約を克服すると同時に我が国の強みであるナノテク関連産業・部材産業の競争力を強化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」の内、「IV. エネルギー・資源・環境領域、(i) エネルギー制約の克服」の一環としても実施する(図 I. 2-6)。

本プロジェクトの技術戦略マップ上の位置付けとしては、部材分野の技術マップ「環境・エネルギー分野」の「省エネルギー・CO2 削減用部材(軽量化・高強度化用部材)」に重要部材として位置づけられている。またファイバー分野の技術マップ「炭素繊維・複合材料(移動体)分野」に位置づけられている。さらに「省エネルギー技術戦略2008」における「先進交通社会確立技術」のうち「車両軽量化」に位置づけられる。Cool Earth-エネルギー革新技術計画においても、「産業部門:革新的材料・製造・加工技術」としても位置づけられている。

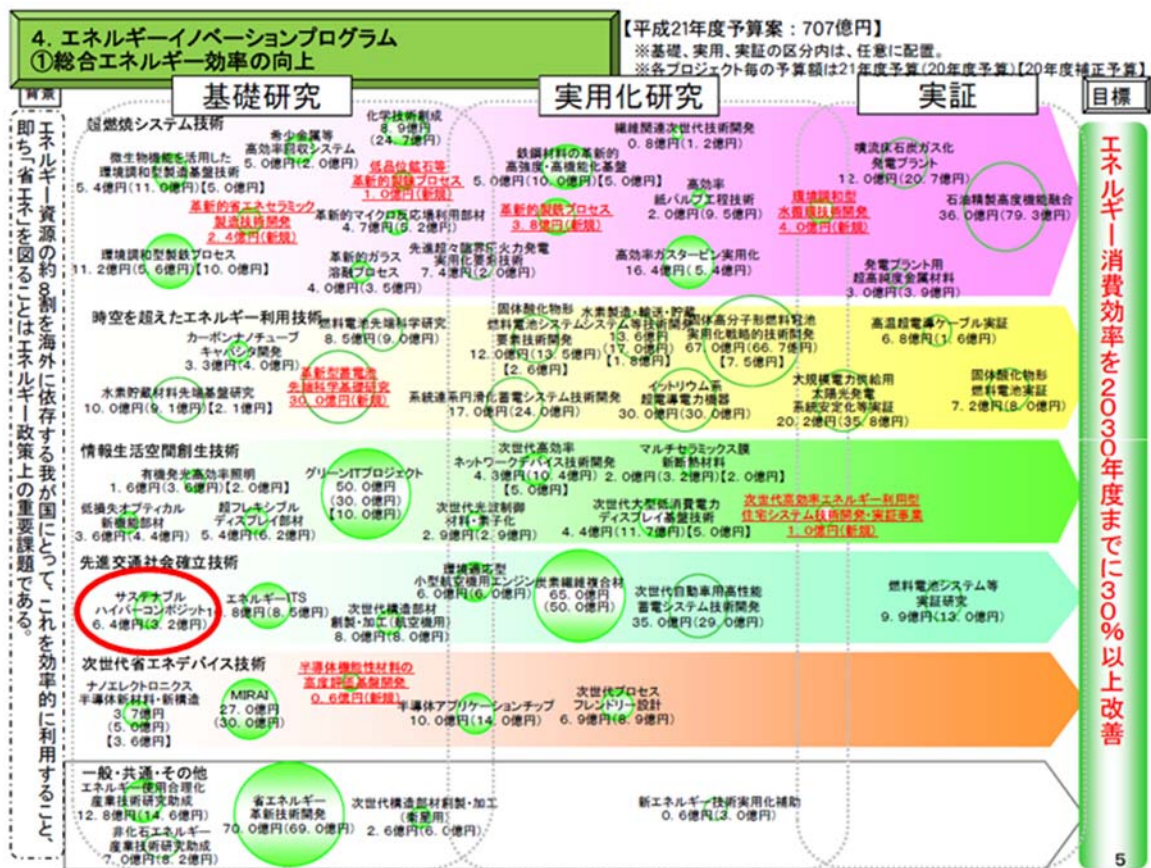


図 I. 2-5 エネルギーイノベーションプログラムにおける本プロジェクトの位置づけ

2. ナノテク・部材イノベーションプログラム

【平成21年度予算額：188億円】

※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)[20年度補正予算]

○あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。 ●一般会計 ●特別会計
 ○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を可能とする。



IPGの目標

- ナノテクによる非連続技術革新-
 世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。
- 世界最強部材産業による価値創出-
 我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保するとともに、部材産業の付加価値の増大を図る。
- 広範な産業分野での付加価値増大-
 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、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。
- エネルギー制約・資源制約などの課題解決-
 希少金属などの資源制約の打破、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

3

図 I. 2-6 ナノテク・部材イノベーションプログラムにおける本プロジェクトの位置づけ

II. 研究開発マネジメントについて

II. 1. 事業の目標

本プロジェクトでは、炭素繊維複合材料の易加工・高強度を実現するための基盤技術として短時間で成形が可能な①易加工性中間基材の開発を行う。さらにこの中間基材を用いた②高速成形技術の開発、部材同士の接合部の強度を保持する③接合技術の開発を行うとともに、④リサイクル技術の開発を実施し、自動車等の更なる軽量化を可能とする。また、これら①～④の開発で得られた基盤技術を基に、自動車等への実用化を促進するための実用化技術として、⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発、⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発も並行して実施する。

①～⑥それぞれの研究開発項目に対し、以下の目標を設定している。

【共通基盤技術】

①易加工性 CFRTP 中間基材の開発

熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術並びに炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂並びに生産性及び部材への加工性に優れた等方性 CFRTP 中間基材と一方向性 CFRTP 中間基材を開発する。

②易加工性 CFRTP の成形技術の開発

研究開発項目①で開発される CFRTP 中間基材を用いた高速成形加工技術として、高速スタンピング成形技術と高速内圧成形技術を開発する。

③易加工性 CFRTP の接合技術の開発

研究開発項目①②を通して開発される各種 CFRTP 部材に対して、各種溶着等による高速接合方法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合方法を開発する。

④易加工性 CFRTP のリサイクル技術の開発

研究開発項目①②③を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、リサイクル性（リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数）を向上させる技術を開発するとともに、リペア技術を開発する。また、これらの開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

【実用化技術】

⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方性 CFRTP 中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度な CFRTP 部材の成形技術の開発を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性 CFRTP 中間基材を用い、研究開発項目②③④で開発される関連技術を用いて閉断面構造のモデル部材を試作することにより、優れ

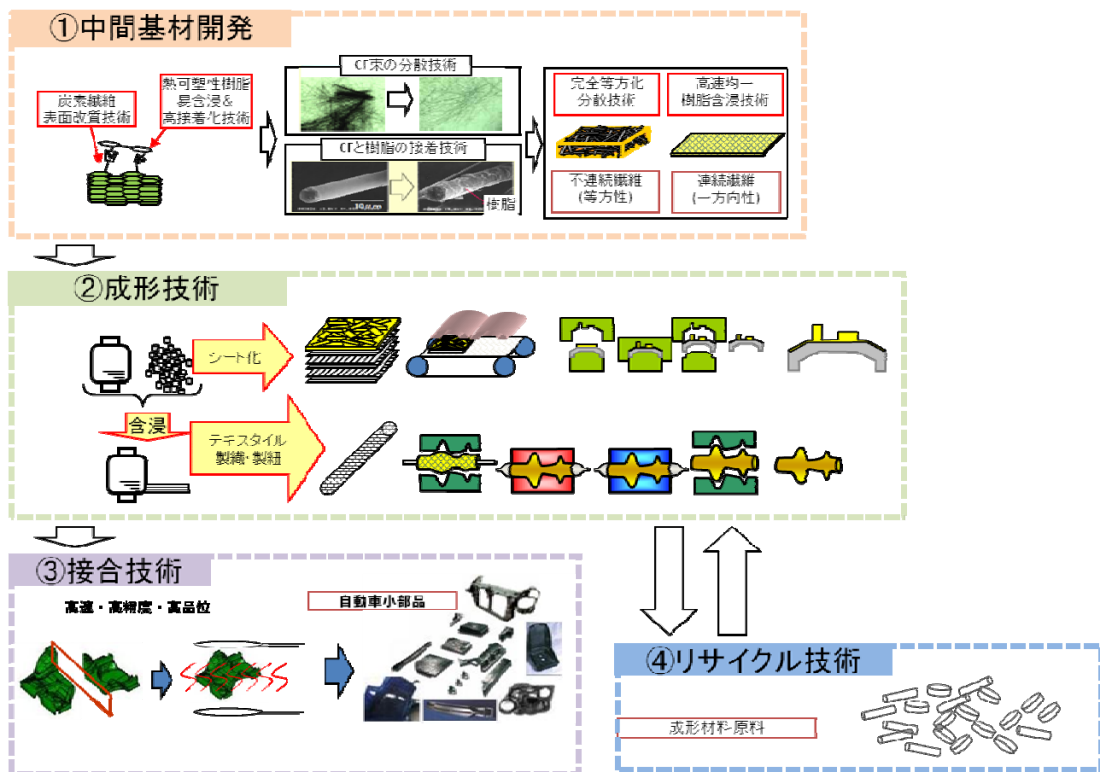
た生産性を有するとともに、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

II. 2. 事業の計画内容

II. 2. 1 研究開発の内容

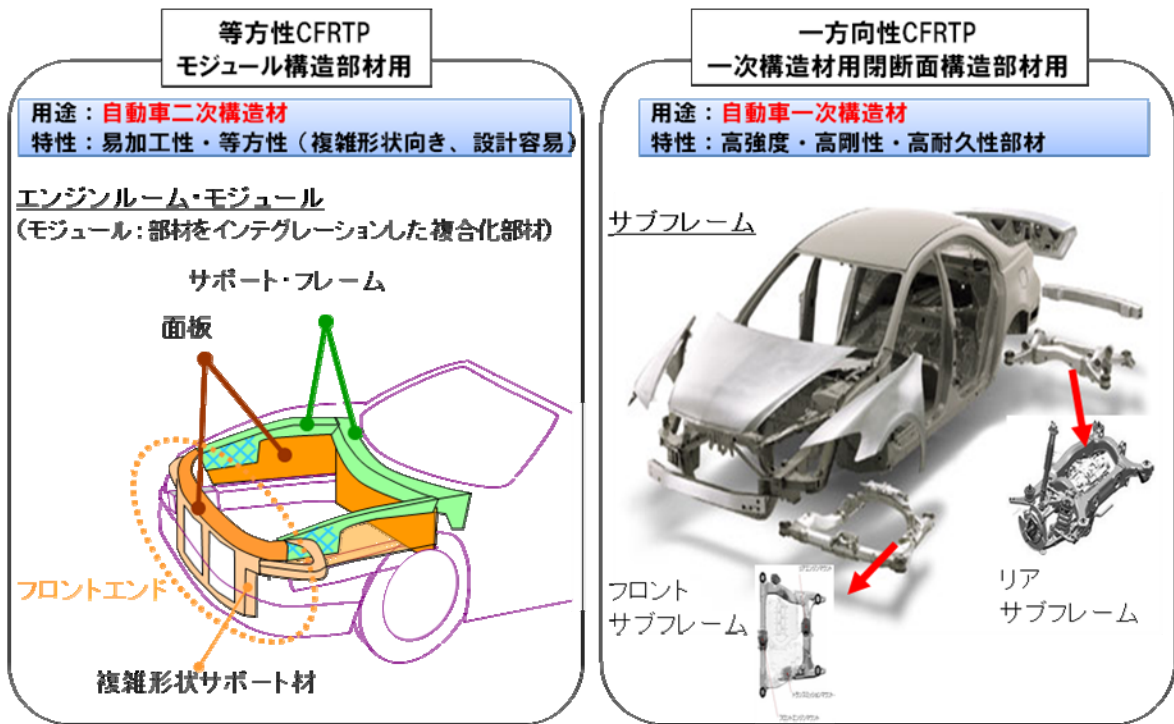
II. 2. 1. 1 事業全体の計画内容

図II. 2-1に本事業で開発する基盤技術の相関を示す。すなわち、研究開発項目①で開発した中間基材を、研究開発項目②で開発した成形技術により部材として加工し、さらに研究開発項目③で開発した接合技術により自動車用部品として加工する。これら一連の工程中で発生する材料、さらに自動車等の製品として使用した後の材料をリサイクルするための技術を研究開発項目④において開発する。



図II. 2-1 本事業で開発する基盤技術の相関

これらの基盤技術を利用して、研究開発項目⑤および⑥では実用化技術として自動車用部材の開発を行う（図II. 2-2）。研究開発項目⑤では等方性CFRTPを用い、自動車用モジュール構造部材の開発を行う。すなわち、加工性に優れ、複雑な形状にも対応可能な等方性CFRTPを用い自動車二次構造部材（直接自動車の構造を維持するのではない部材）としての用途に向けて展開をはかる。また研究開発項目⑥では一方方向性CFRTPを用いて、一次構造材用の閉断面構造部材の開発を行う。ここでは、より高強度、高剛性の特徴を有する一方方向性CFRTPを用い、自動車安全性に関わる自動車一次構造部材（地面や衝突物からの荷重を直接受けて自動車の構造を維持するための部材）としての用途展開をはかる。



図Ⅱ． 2－2 研究開発項目⑤および⑥実施する自動車用部材の開発

以上の①～⑥の研究開発項目に対する全体スケジュールおよび予算計画を、それぞれ図Ⅱ． 2－3および図Ⅱ． 2－4に示す。

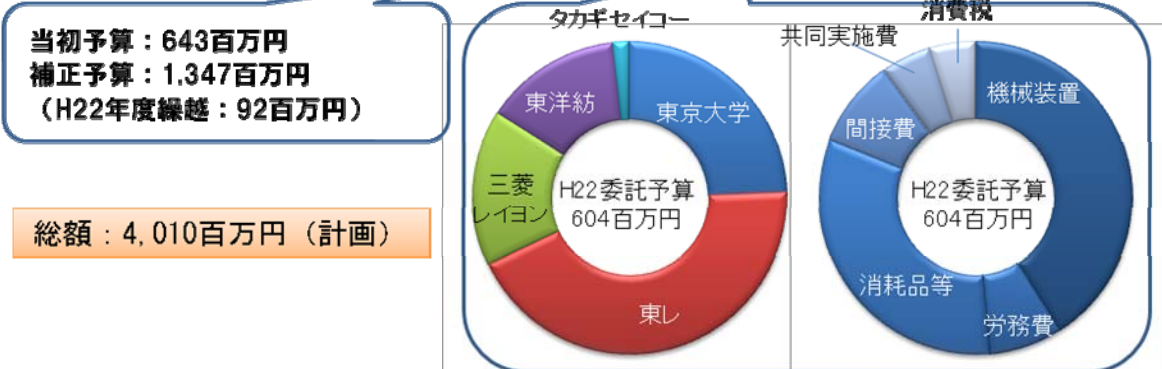
研究開発項目	H20	H21	H22	H23	H24
1 中間基材 ・等方性 ・一方向性 ・評価、解析	基礎検討	改良検討	基本技術確立	試作サンプル供給、実用評価	
2 成形技術 ・スタンピング ・内圧成形	基礎検討	改良検討	基本技術確立	適用部材 拡大検討	プロセス検討
3 接合技術 ・CFRTP同士 ・異材との接合	溶着技術調査	基本特性評価	実用検討	基本技術確立	実部材適用 拡大検証
4 リサイクル技術 ・リサイクル ・リペア	技術調査	基本方針見極め	基礎検討	改良検討	基本技術確立
5 モジュール構造部材		実用化課題抽出	複雑形状 適用検討	品質保証 技術検討	実用化技術確立
6 一次構造材	中間基材の基本製造技術確立		部材設計 手法検討	部材性能解析 実用化課題抽出	最適設計 技術確立

図Ⅱ． 2－3 研究開発の全体スケジュール

重点テーマ

研究開発項目	H20	H21	H22	H23	H24
1・中間基材	104	826	210	145	82
2・成形技術	96	728	207	104	74
3・接合技術	15	119	147	155	74
4・リサイクル技術	13	21	40	61	45
5・モジュール構造部材	0	124	40	74	145
6・一次構造材	81	40	21	50	68
合計（NEDO管理費込）	316	1,898	696	600	500

単位:百万円



図Ⅱ． 2－4 研究開発の計画（予算）

Ⅱ． 2． 1． 2 研究開発項目毎の内容

以下、個別の研究開発項目毎に詳細を示す。

研究開発項目① 易加工性 CFRTP 中間基材の開発

【研究開発の必要性】

従来の炭素繊維の表面の改質は、エポキシ樹脂を中心とした熱硬化性樹脂を対象に行われているが、熱可塑性樹脂との含浸性・接着性を最大限発揮するような最適化はなされていない。また、熱可塑性樹脂は、炭素繊維との化学的結合を形成する官能基が少なく、界面接着力が弱いことが、複合材料としての物性発現が低いことの主要な原因と考えられており、これらの特性を向上させる炭素繊維の表面処理技術の開発が望まれている。

一方、熱可塑性樹脂は、熔融時の粘度が高く、硬化反応前の熱硬化性樹脂に比べ、強化繊維への含浸性に劣る。このため、複合化時の生産性や製造された複合材料に残るボイド等、実用面での課題を持っており、複合化時の含浸性・接着性と複合材料の力学特性を両立できる熱可塑性樹脂の開発が望まれている。

上記の理由により、従来の炭素繊維強化熱可塑性複合材料（CFRTP）は、複合材料中の繊維含有率を高めることが困難であり、生産性も低く、かつ価格・物性・供給性の面で、同材料の自動車用途への普及を困難にしている。

以上のことから、加工性を含む広い意味での生産性に優れ、かつ繊維含有率が高い高品

質の CFRTP の実現のためには、その成形やその後の加工・接合・リサイクルを可能とする中間基材の製造技術を開発することが不可欠である。

【研究開発の具体的内容】

熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂並びに生産性及び部材への加工性に優れた CFRTP 中間基材として以下のものを開発する。

(1) 等方性 CFRTP 中間基材

面内等方性を持つ CFRTP 中間基材を実現することにより金属並みの易加工性等を達成すべく、熱可塑性樹脂との接着性の高い炭素繊維の表面処理技術と同時に、接着性向上のために極性の高くなった炭素繊維をランダムに分散させるための繊維の分散と配向のコントロール技術を、自動車業界で汎用的であるポリプロピレン (PP) 系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとした樹脂と併せて開発する。

(2) 一方向性 CFRTP 中間基材

炭素繊維の高い強度・弾性率を最大限に活かすための一方向性 CFRTP 中間基材においては、熱可塑性樹脂用に最適化した炭素繊維の表面処理技術の開発と同時に、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂の開発を、ユーザーニーズに幅広く応えるべく、ポリプロピレン (PP) 系やポリアミド (PA) 系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとして行う。繊維直角方向の曲げ試験で炭素繊維とマトリックス樹脂の界面接着を評価し、中間基材の物性は繊維方向の曲げ試験で評価する。なお、一方向性 CFRTP 中間基材としては、自動車一次構造材を対象とし、生産性に優れ、繊維含有率の高いプリプレグシート (一方向連続繊維基材) 及び、それから得られるチョップドテープ (一方向不連続繊維基材)、クロス (二次元織物基材)、ブレード (三次元織物基材) 等の製造技術を開発する。

【達成目標】

(1) 等方性 CFRTP 中間基材

中間目標

等方性 CFRTP 中間基材 (不連続繊維) から得られる平板において、任意の面内方向で矩形の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも 250 MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 5 倍) 以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が 10% 以内となる材料を開発する。

最終目標

等方性 CFRTP 中間基材 (不連続繊維) から得られる平板において、任意の面内方向で矩形の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも 400 MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 6 倍) 以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が 5% 以内となる材料を開発する。

(2) 一方向性 CFRTP 中間基材

中間目標

CFRTP プリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度 100 MPa 以上、繊維方向の曲げ強度 1400 MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 9 倍) 以上、繊維方向曲げ破断ひずみ 1.0 % 以上の材料を開発する。

最終目標

CFRTP プリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度 110 MPa 以上、繊維方向の曲げ強度 1600 MPa（比強度 $(\sqrt{\sigma} / \rho)$ ）で鋼材の約 10 倍以上、繊維方向曲げ破断ひずみ 1.3 % 以上の材料を開発する。

【目標設定の根拠】

自動車等に使用される種々の材料について特性比較の一覧を表 II. 2-1 に示す。また比強度、比剛性の観点から特性をマッピングしたものを図 II. 2-5 に示す。本プロジェクトで設定した上記目標値は、航空機で用いられている CFRP と同等の機械的特性であり、極めて高い目標値を設定している。

表 II. 2-1 自動車等に使用される材料の特性一覧

構造用基礎素材の特性	鉄鋼	アルミニウム	マグネシウム	エンブラ	汎用樹脂	熱硬化性 CFRP	熱可塑性 CFRP	熱可塑性 CFRP	GFRP
素材例	390級	6000系 T5	AM60	PA6 標準	PP ホモ標準	CF/EP-UD Vf=63%	CF/PA-UD Vf=80%	CF/PP-iso Vf=40%	GF/UP-iso Vf=47%
① デザインの自由度(成形性の良さ)	△	△	◎	◎ やや高温	◎	○	○ やや高温	○	○
② 成形速度(素材・基材→部材)	○	○	△	◎	◎	× 長時間	○	○	△
③ 二次加工性(部材→製品への容易さ)	○ 溶接	△ 溶接	△	◎ 高温溶着	◎ 溶着	× ボルト	○ 高温溶着	○ 溶着	×
④ 耐食性・長期耐久性(低メンテナンスコスト)	△ 酸化	△ 酸化	× 酸化	○	◎	◎	○	◎	◎
⑤ 部品としての軽量性 弾性率: E(GPa) 強度: σ (MPa) 密度: ρ (g/cm ³) 鉄鋼比 比引張剛性: E/ρ 比引張強度: σ/ρ 比曲げ剛性: $\sqrt[3]{E/\rho}$ 比曲げ強度: $\sqrt{\sigma/\rho}$	200 400 7.86 1 1 1 1	71 160 2.7 1.0 1.2 2.1 1.8	45 150 1.8 1.0 1.6 2.7 2.7	2.8 118 1.14 0.10 2.0 1.7 3.7	1.7 32 0.91 0.07 0.69 1.8 2.4	135 1670 1.6 3.3 31 4.3 10	139 1600 1.5 3.6 30 4.5 軽量化率 10	31 400 1.27 0.96 6.2 3.3 軽量化率 6.2	11.6 450 1.8 0.25 2.0 1.7 4.6
⑥ 部品としての低コスト性	◎	△	△	○	◎	△	○	○	△
⑦ 機能性	易設計	易設計 軽量	易設計 軽量	絶縁	絶縁	低熱膨張 導電性	低熱膨張 導電性	低熱膨張 導電性	電波透過
⑧ リペア・リサイクル性	○	○	○	○	◎	△	○	◎	△

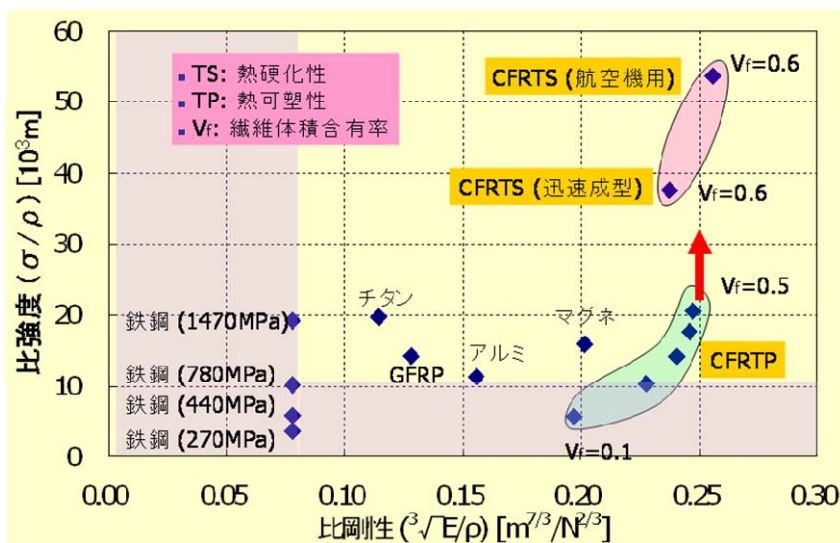


図 II. 2-5 自動車等に使用される材料の特性マップ

研究開発項目② 易加工性 CFRTP の成形技術の開発

【研究開発の必要性】

自動車の軽量化を図る上で、炭素繊維強化複合材料の有用性はよく知られているところである。しかしながら、汎用の自動車にまで普及させるには自動車の生産性に適合する部品製造技術の開発が必要である。そのため、大量生産性が可能な熱可塑性複合材料を用いた、自動車構造材の成形技術開発が期待されている。

その一つの方向性として、等方性で不連続繊維強化の基材を使用することで、金型占有時間が極めて短く、成形後の材料バラツキが極めて小さくできるプレス成形技術が開発できれば、複雑形状が多用される二次構造部材に適用できると考えられる。また一方で、自動車の一次構造部材には、強度・剛性に優れた箱型断面構造を有する中空の閉断面構造体を用いることが有用であることから、連続繊維の基材を使用して閉断面構造体の高速成形技術ができれば、比強度・比弾性率が高い炭素繊維を最も有効に活用でき、自動車部材に適用できる技術となり得る。

【研究開発の具体的内容】

研究開発項目①で開発される CFRTP 中間基材を用いた自動車構造材の高速成形加工技術を開発する。具体的には、等方性 CFRTP 中間基材及び一方向性 CFRTP 中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用いた高速スタンピング成形技術、並びに一方向性 CFRTP 中間基材（ブレード）を用いた高速内圧成形等に関する基盤技術を開発する。

【達成目標】

（1）CFRTP 中間基材の高速スタンピング成形技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性 CFRTP 中間基材及び一方向性 CFRTP 中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、用途に適合した高速スタンピング成形に必要な要素技術を見極める。等方性 CFRTP 中間基材に関しては、型占有時間として 2 分以内の技術を開発する。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性 CFRTP 中間基材及び一方向性 CFRTP 中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、高速スタンピング成形により、それぞれの CFRTP 中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。等方性 CFRTP 中間基材に関しては型占有時間が 90 秒以内、一方向性 CFRTP 中間基材に関しては型占有時間が 2 分以内となる技術を開発する。

（2）CFRTP 中間基材の高速内圧成形技術の開発

中間目標

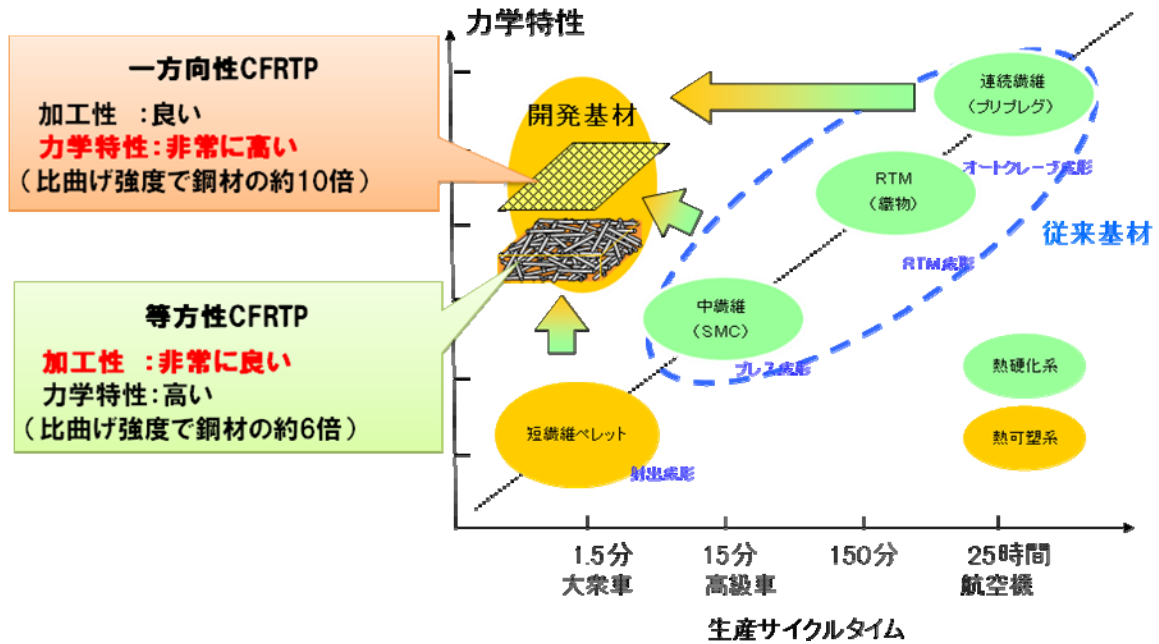
研究開発項目①で開発される一方向性 CFRTP 中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、用途に適合した高速内圧成形に必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される一方向性 CFRTP 中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、高速内圧成形により、当該 CFRTP 中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。型占有時間として 2 分以内となる技術を開発する。

【目標設定の根拠】

図Ⅱ． 2－6には熱硬化性CFRPと比較した特性のマッピングを示す。本プロジェクトで設定した上記目標値は、航空機で用いられているCFRPと同等の機械的特性を有しつつ、成形に要する時間を短縮し、大衆車に適用可能な生産サイクルタイムを目標値として設定している。



図Ⅱ． 2－6 熱硬化性CFRPと開発するCFRTPとの特性比較マップ

研究開発項目③ 易加工性CFRTPの接合技術の開発

【研究開発の必要性】

研究開発項目①で開発するCFRTP中間基材の汎用構造材料化を達成するためには、研究開発項目②で開発する高速な部材成形技術だけでは不十分であり、スチールにおける溶接技術と並ぶスピード並びに接合強度を有する接合技術の開発が不可欠である。このような観点から従来のCFRP(CF/エポキシ)での接合技術を見ると、構造用接着剤を用いた接着接合、若しくは、ボルトナットを使った機械接合が主流であり、サイクルタイムが長く生産性に課題があった。一方、研究開発項目①②を通して開発されるCFRTP部材群は、熱可塑性プラスチックの長所である溶着技術等を使った高速な接合技術を適用できる可能性があるが、溶着面での接合強度を十分に確保する技術をあわせて開発しなければならない。

【研究開発の具体的内容】

熱可塑性プラスチックには、熱板溶着・超音波溶着・振動溶着・誘電溶着などの高速接合方法がある。そこで、研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、各種溶着等による高速接合方法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合方法を開発する。

【達成目標】

中間目標

研究開発項目①②を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、参照強度の 75 %以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。(ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向 CFRTP 中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。)

最終目標

研究開発項目①②を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、参照強度の 90 %以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。(ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向 CFRTP 中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。)

【目標設定の根拠】

接合部において、部材強度の本質的な低下がないことを根拠として上記目標値を設定した。

研究開発項目④ 易加工性 CFRTP のリサイクル技術の開発

【研究開発の必要性】

炭素繊維は、高いエネルギーを消費して製造される材料であるため、できるだけ高度なレベルでのリサイクルが望まれている。しかしながら、従来の CFRP (CF/エポキシ) は、リサイクル・リペアが基本的に難しく、ライフサイクルコストが高くなるため、同材料の幅広い普及を妨げている原因の一つとなっている。一方、研究開発項目①②③を通して開発される各種 CFRTP 部材は、マテリアルリサイクルが可能な熱可塑性樹脂と複合化されていることから、高度なリサイクル・リペアを行え、ライフサイクルでの環境負荷やコストを大きく低減できる可能性があり、同材料の普及を加速させる重要な技術となり得る。

【研究開発の具体的内容】

研究開発項目①②③を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、破碎・異物除去・粉碎・コンパウンドを経て得られる射出成形部材のリサイクル性（リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数）を向上させる技術を開発する。また、等方性 CFRTP 中間基材による CFRTP 部材に対しては、リペア技術を開発する。さらに、これらの開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

【達成目標】

(1) CFRTP 部材のリサイクル技術の開発

中間目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、3 回のリサイクルの後に参照強度の 75%以上を保持するリサイクルプロセスに必要な要素技術を見極める。(ここで、参照強度とは、バージン原材料を使用したときの曲げ強度を指す。)

最終目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種 CFRTP 部材に対し、3 回のリサイクルの後に参照強度の 90%以上を保持する技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環

境負荷低減への貢献度を定量化する。

(2) CFRTP 部材のリペア技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性 CFRTP 中間基材による CFRTP 部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の 75 % 以上まで回復するリペア手法の絞り込みとリペアプロセスに必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性 CFRTP 中間基材による CFRTP 部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の 90 % 以上まで回復するリペア技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価 (LCA) を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

【目標設定の根拠】

リサイクルされた部材およびリペアされた部材において、部材強度の本質的な低下がないことを根拠として上記目標値を設定した。

研究開発項目⑤ 易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

【研究開発の必要性】

自動車産業では、生産工程の簡略化のため複数の部材を統合するモジュール化が進められている。フロントモジュール、エンドモジュール、ドアモジュール等の様々な部品をモジュール化することで部材の軽量化、生産負荷の減少、低コスト化が実現している。一方で、モジュール化によって部材形状は非常に複雑になるため、その超軽量設計には非連続繊維を含有する等方向性 CFRTP 中間基材が必要となる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた革新的軽量化モジュールを開発する。

【研究開発の具体的内容】

研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方性 CFRTP 中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度な CFRTP 部材の成形を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

【達成目標】

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、不連続繊維を使った等方性 CFRTP 中間基材を使用した革新的軽量モジュールの成形技術を開発し、その自動車部材等への適用性を検証する。

【目標設定の根拠】

実際に自動車用部材として使用するという目的から、上記目標を設定した。

研究開発項目⑥ 易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

【研究開発の必要性】

車体の剛性・強度を担う一次構造材は、そこに要求される高い特性から、金属材料からの置き換えが最も困難な部材である。一次構造材の多くは、高い軽量化効果／剛性バランスが必要なことから、中空閉断面形状が多用されている。このような一次構造部材の設計には連続繊維を含有する一方向性 CFRTP 中間基材を中心とした材料構成が不可欠で、同時に中空構造を取り入れることで自動車一次構造部材に必要な特性を満足させることができる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた一方向性 CFRTP 中間基材を用いた中間材料によりフロント及びリアサブフレーム等の自動車一次構造材用閉断面構造部材を開発する。

【研究開発の具体的内容】

本研究開発項目では、研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性 CFRTP 中間基材を用い、研究開発項目②③④で開発される関連技術を用いてモデル部材を試作することにより、優れた生産性を有するとともに、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

【達成目標】

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、閉断面形状を有する自動車一次構造材のモデル部材を得て、得られたモデル部材の自動車一次構造部材への適用性を検証する。

【目標設定の根拠】

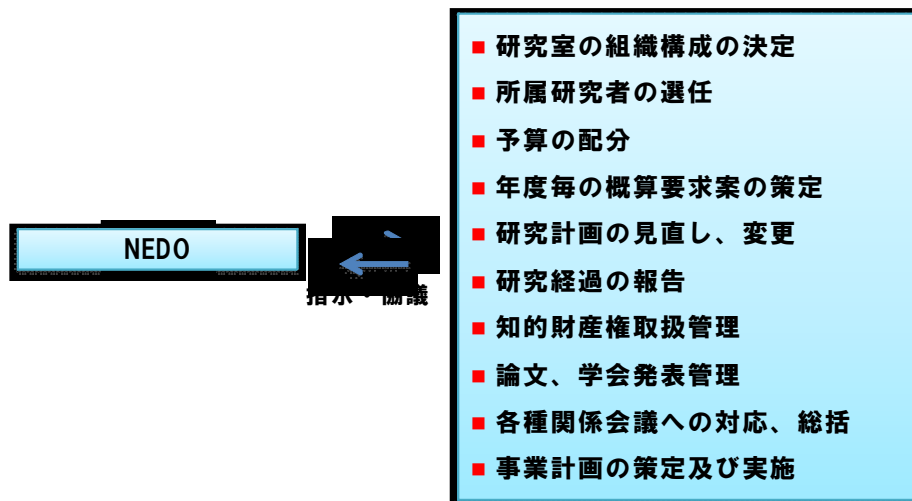
実際に自動車用部材として使用するという目的から、上記目標を設定した。

II. 2. 2 研究開発の実施体制

研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体には NEDO が指名する研究開発責任者（PL：プロジェクトリーダー）国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科 教授 高橋淳を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施している（2008年6月～2009年9月は東京大学 工学部 教授 影山和郎、2009年9月～影山教授が PL 辞退により変更）。PL の役割を図 II. 2-7 に示す。

本研究開発において、NEDO が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した①②③④の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した⑤⑥の事業は助成（助成率 1 / 2）により実施する。

さらに実施体制の設定にあたっては、確実に高い目標を達成させる観点から、大手炭素繊維メーカを参画させ、競合間での競争による技術高度化をはかる体制としている。また、限られた予算内で効果を最大化させる観点から、民間各社の高度なノウハウを最大活用するとともに、適材適所（得意分野、開発インフラ）かつ機動的な研究開発体制を構築し、実施している。

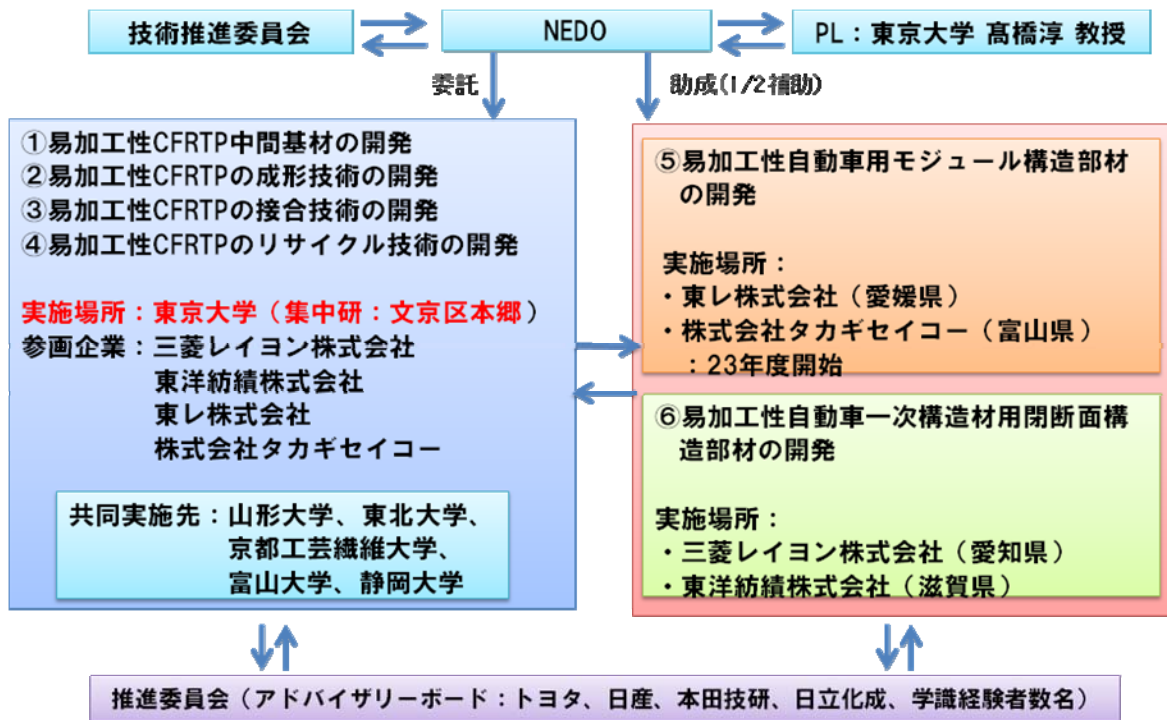


図Ⅱ． 2－7 PLの役割

本プロジェクトの具体的な実施体制を図Ⅱ． 2－8に示す。NEDOは国立大学法人東京大学、三菱レイヨン株式会社、東洋紡績株式会社、東レ株式会社、株式会社タカギセイコーとそれぞれ委託契約を締結し、PLと指示・協議のもとプロジェクトを推進する体制を取っている。委託事業では、国立大学法人東京大学内に集中研究所を設置し、共通基盤技術である研究開発項目①～④を実施する。この中で、三菱レイヨン株式会社及び東洋紡績株式会社は一方向性基材を、東レ株式会社及び株式会社タカギセイコーは等方性基材を、それぞれ担当する。助成事業では、参画企業がそれぞれ得意とする要素技術およびノウハウ、さらには研究開発インフラ等を勘案し、研究開発項目毎にそれぞれ、⑤に関し東レ株式会社および株式会社タカギセイコーが、⑥に関し三菱レイヨン株式会社および東洋紡績株式会社が研究開発を推進している。

さらに、各研究開発項目内における個別の要素技術に関しては、当該要素について特に優れた技術力を有する機関との連携もはかり、機動的かつ効率的に研究開発を推進している。具体的には、東洋紡績株式会社は一方向性中間基材及び内圧成形技術に関する実施項目の一部を、国立大学法人京都工芸繊維大学と共同実施している。また東レ株式会社は、等方性中間基材に関する実施項目の一部を国立大学法人山形大学および国立大学法人東北大学と、スタンピング成型技術に関する実施項目の一部を国立大学法人東北大学、国立大学法人富山大学、国立大学法人静岡大学と共同実施している（図Ⅱ． 2－9）。

また、自動車メーカー等のユーザ企業をアドバイザーリーボードとした推進委員会を設けており、実用化ニーズとのマッチングをはかりつつ研究開発を推進する体制をとっている。



図Ⅱ. 2-8 研究開発の実施体制



図Ⅱ. 2-9 各研究開発項目の分担

II. 2. 3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に決定権を有する NEDO は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、本プログラムの目的、及び目標に照らして適切な運営管理を実施している。具体的には、東京大学内に集中研究拠点を設置するとともに、各研究機関から研究員が集中研究拠点に集結し研究開発を実施する。また、スムーズな連携実施のため、実施者間で研究進捗状況、問題点等を検討する「推進委員会」を設置し、そこで取り上げられた問題点、およびその対策を PL と協議のうえ、的確かつ迅速に当該テーマ担当部署にフィードバックして、プロジェクト全体の研究開発を効率的に推進している。「推進委員会」には適宜 NEDO から出席し、プロジェクトの進捗について報告を受けている。また、外部委員を入れて研究成果の発表とその後の推進を図る「技術推進委員会」を設けている（図 II. 2-10）。

技術推進委員会は平成 21 年度に開催された。その開催概要は以下の通りである。

○委員会名：第一回技術推進委員会

○実施時期：平成 21 年 10 月 30 日

○評価手法：外部有識者による評価（表 II. 2-2）

○評価事務局：NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部

○評価項目・基準：評価項目を以下に示す。

- 1) 研究開発マネジメントについて
- 2) 研究開発成果について
- 3) 実用化の見通しについて

○主な評価コメント

- ・挑戦的な技術課題を設定し、それぞれのレベルを整理した上で優先順位をつけ計画的に取り組んでいる。プロジェクト開始後 1 年半の段階ではあるが、多くの検討項目で中間目標値がクリアされており、全体としては着実に進んでいると評価できる。
- ・補正予算でコンポジット作製の機械類が導入されることになり、プロジェクトの加速がはかられたこと。益々期待される。

表 II. 2-2 技術推進委員会外部有識者

氏名	所属・部署	役職
飯塚 健治	飯塚テクノシステム有限会社	代表取締役社長
岩下 哲雄	産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 構造体診断技術研究グループ	主任研究員
香山 高寛	CSKベンチャーキャピタル株式会社	部長
千葉 晃司	日産自動車株式会社技術開発本部 車体技術開発部 車体技術先行開発グループ	主担
服部 憲治	株式会社本田技術研究所 四輪開発センター第2技術開発室	シニアマネージャー 上席研究員

林 直義	株式会社本田技術研究所	社友
福田 博	東京理科大学 基礎工学部材料工学科	学部長 教授

開催者	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度 (最終年度)	H25年度
NEDO評価部			中間評価 (加速、縮小、中止)			事後評価 (事業性)
NEDO 電子・材料部		技術推進 委員会		技術推進委 員会		
PJ 実施者 (自主開催)	推進委員会 (1回実施)	推進委員会 (2回実施)	推進委員会 (2回予定)	推進委員会	推進委員会	

図Ⅱ． 2－10 各種委員会の開催計画

Ⅱ． 2． 4 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

実用化、事業化につなげる戦略としては、以下の考え方を基にマネジメントを実施している。

- 大手炭素繊維メーカー参画の下、中間基材、成形・加工、設計評価等の研究開発を同時並行的に実施する。
- 材料・部材・プロセスの初期製造だけでなく、リサイクルまで含めた摺り合わせ技術により、製品のライフサイクルを考慮した総合技術として開発する。
- 実用化・事業化時のサプライチェーンを考慮した垂直・水平連携体制で実施する。
- 早期実用化に向け、企業主体の助成事業を併走させる。委託事業の開発成果を適宜フィードバックさせ技術の高度化を促進する。
- ユーザーメーカーへのサンプル供与、メンバーにユーザーメーカーを有する推進委員会等を活用し、ユーザー企業との連携を積極推進し、実用ニーズとのマッチングをはかる。
- 対外発表、展示会等を活用して技術先進性を積極 PR し、将来の事業パートナーを広く発掘する。

また、実用化、事業化につなげる知財マネジメントとしては、「守り」、「攻め」の両面から以下の考え方を基にマネジメントを実施している。

- 「守り」の観点：基本特許になりうるものについては戦略的に海外出願し、海外の追従を阻止する。
- 「攻め」の観点：既出願の技術については連携が見込める国内メーカーに対し適宜技術開示し、国内技術レベルを向上させ、我が国の国際競争力の向上をはかる。

II. 3 情勢変化への対応

○補正予算投入による技術実用化の加速

研究開発成果の早期実用化を加速するため、平成 21 年度の政府補正予算を投入した。実用化課題である「成形時間の大幅短縮とコストパフォーマンスの極限追求」の観点から、種々の設備の導入を行った。具体的には、「成形時間短縮を実用スケールで検証可能な設備」「CFRTP 基材化技術、接合技術に関する量産レベルの検討用設備」、およびこれらを支える「解析、評価設備」を導入した。これら実用、量産レベルの設備を活用し、高度な研究開発を加速し、成果の自動車用部材としての適用用途拡大（軽量化率を当初計画 15%から 30%に再設定）及び早期の実用化（3年前倒し）をはかる。

本補正予算投入を踏まえた今後の重点的取り組み課題を表 II. 2-3 にまとめた。

表 II. 2-3 補正予算投入を踏まえた今後の重点的取り組み課題

研究開発項目		H22年度の研究開発ステージ	今後の重点的取り組み課題
中間 基材	等方性基材	目標とする材料強度を得るための基本技術確立	材料強度特性の極限を追求し、適用用途を拡大する。試作サンプル供給、実用性評価を実施する。
	一方向性基材		広範な適用用途に対し、それぞれ必要な材料強度特性を見極める。試作サンプル供給、実用性評価を実施する。
成形 技術	等方性スタンピング	基本技術確立	広範な用途で想定される複雑形状に対応した成形技術を開発する。シミュレーション技術を活用したプロセスの最適設計と、連続生産に対応した基本システムを構築。
	一方向性スタンピング	基本技術確立	一方向性基材の複雑形状への適用技術を開発する。各モデル部材毎に、最適な基材構成、プリフォーム方法、プレヒート方法を開発する。
	一方向性内圧成形	H21年度より開始、基本設備導入、技術検討中	高速内圧成形の基本技術を構築し、複雑形状への適用性を検討する。
接合	CFRTP同士	実部材を用いた適用検討	選定した溶着方法の実用化検討を行う。
	CFRTPと異材	H21年度より開始、基礎検討	接合面電蝕の課題明確化と対策検討を実施する。
リサイ クル	リサイクル	H21年度より開始、基礎検討	リサイクル材による成形品の特性評価、性能見極めを実施し、課題抽出、対策検討を実施する。
	リペア	H21年度より開始、適用技術検討	実用化検討と信頼性評価を実施する。

○技術調査、ユーザニーズ把握

CFRTP を自動車用途として広く実用化させるためには、炭素繊維の量産化・低コスト化等、川上側課題の解決も必要となってくる。これに関しては、関連するプロジェクトとの綿密な情報交換を継続している。

また、自動車メーカー等のユーザニーズ把握についても、さらなる深化が必須と認識しており、現行の推進委員会の一環として、サンプルの積極提供も検討している。さらに、本プロジェクト実施者としては参画していないが、技術実用化をにらんだ際には、金属自動車部材の機械加工・装置メーカーとの連携も重要である。これについても推進委員会のアドバイザーボードメンバーを拡充する方向を検討している。

II. 4 評価に関する事項

NEDO は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意

義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成 22 年度、事後評価を平成 25 年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

Ⅲ. 研究開発成果について

Ⅲ.1. 事業全体の成果

Ⅲ.1.1. 研究開発項目別の中間目標達成度

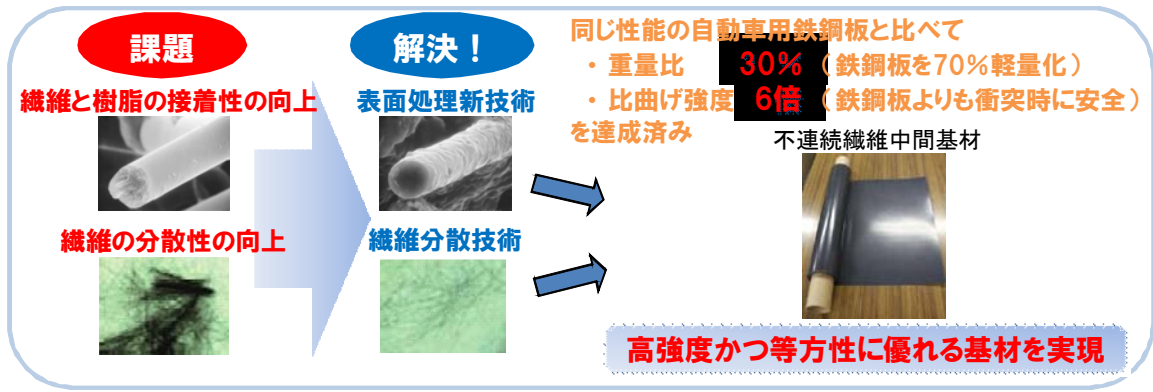
ここでは中間目標に対する達成度について示す。中間目標達成度表記について、すでに達成しているものは「◎」（2010年8月時点）、計画通り進行しているものには「○」（2010年度末達成見込み）、目標に達しないものには「×」（2010年度末に未達成の見込み）で表わす。

(1) 「等方性 CFRTP 中間基材に関する成果」

表Ⅲ-1 に等方性 CFRTP 中間基材の開発における評価項目と目標値、及び、それに対する現状の成果と達成度を示す。本材料の開発において、主な課題は繊維と樹脂の接着性の向上と繊維の分散性の向上であった。これらを解決するため、新しく繊維の表面処理技術を開発し、また繊維分散技術も新しく開発した(図Ⅲ-1)。これによって、中間目標値(250 MPa)を大きく上回る強度(360 MPa)の実現に成功した。この成果は、鉄鋼製の自動車用パネル(板)に対し、同じ性能で重量比30%を達成し、また、比曲げ強度で6倍もあるため、より高い衝突安全性を達成することが可能となる。さらに、等方性(変動係数)に関しても、成形時に流動のない方法で成形した平板形状のものに限っては、少数試験データの統計ではあるがすでに5%以下(鉄板プレス加工同等レベル)を達成しており、今後はより実際に近い方法で成形し、調査数を多くすることで中間目標の達成の見通しを得ている。

表Ⅲ-1 等方性 CFRTP 中間基材に関する成果一覧

研究開発項目		評価項目と目標値		成果	達成度	
		中間目標	最終目標			
①-1	等方性CFRTP中間基材	曲げ強度	250MPa	400MPa	360MPa	◎
		等方性(変動係数)	10%以下	5%以下	中間目標達成見込み	○



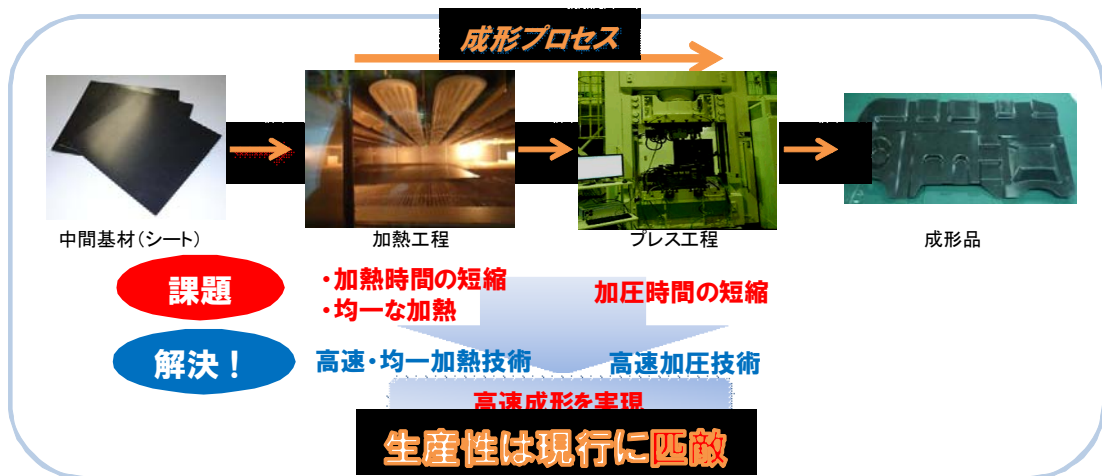
図Ⅲ-1 等方性 CFRTP 中間基材の開発概要

(2) 「等方性 CFRTP 中間基材の高速成形技術に関する成果」

表Ⅲ-2 に等方性 CFRTP 中間基材の高速成形技術における評価項目と目標値、及び、それに対する現状の成果と達成度を示す。スタンピング成形（プレス加工）では、研究開発項目①-1（表Ⅲ-1、図Ⅲ-1）で開発した中間基材のシートを加熱炉に入れて加熱し、温度を高温に保ったままプレス機で加工するプロセスを辿り、型を利用して所望の形状を付与した成形品を得る（図Ⅲ-2）。この一連の成形時間、すなわち、型占有時間を短縮するには、加熱時間と加圧時間を短縮し、しかも、均一に材料を加熱する必要があった。本プロジェクトでは、新たに高速均一加熱技術、高速加圧技術を開発し、現在のところ中間目標の型占有時間 2 分を達成することができている。

表Ⅲ-2 等方性 CFRTP 中間基材の高速成形技術に関する成果一覧

研究開発項目		評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
			中間目標	最終目標		
②-1-1	等方性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	2分以内	90秒以内	2分以内	◎



図Ⅲ-2 等方性 CFRTP 中間基材の高速成形技術開発概要

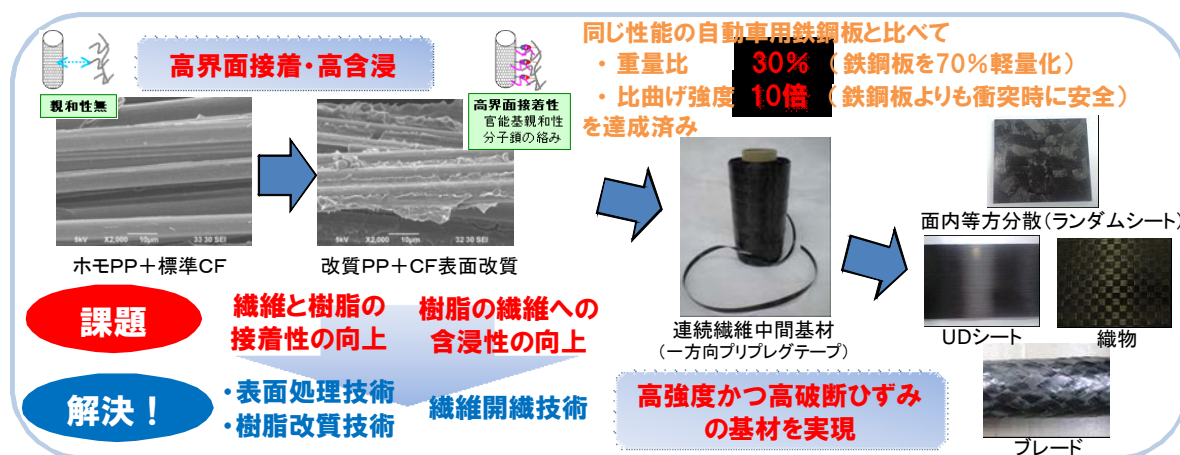
(3) 「一方向性 CFRTP 中間基材に関する成果」

表Ⅲ-3 に一方向性 CFRTP 中間基材の開発における評価項目と目標値、及び、それに対する現状の成果と達成度を示す。本材料の開発において、主な課題は繊維と樹脂の接着性の向上と、樹脂の繊維束への含浸性の向上であった。これらを解決するため、新しく繊維の表面処理技術、樹脂改質技術を開発し、また繊維開織技術も新たに開発した（図Ⅲ-3）。

PA（ナイロン）系の樹脂を用いた場合、繊維方向曲げ強度 1350 MPa、繊維直角方向曲げ強度 105 MPa、繊維方向曲げ破断ひずみ 1.28 % を達成し、中間目標値をクリアする成果を得た。この成果は、鉄鋼製の自動車用パネル（板）に対し、同じ性能で重量比 30 % を達成し、また、比曲げ強度で 10 倍もあるため、より高い衝突安全性を達成することが可能となる。さらに、PP（ポリプロピレン）系の樹脂を用いた場合には、繊維方向曲げ強度 893 MPa、繊維直角方向曲げ強度 59 MPa、繊維方向曲げ破断ひずみ 0.87 % という結果が得られた。これは、PA 系に比べれば低い値であり中間目標値には達成していないものの、PP は PA に比べて成形がしやすい、比重が小さい、などの利点があり、またこの成果も用途を工夫すれば十分自動車の構造部材に適用できるレベルであるため、今後のさらなる発展が期待できる。

表Ⅲ-3 一方向性 CFRTP 中間基材に関する成果一覧

研究開発項目	評価項目と目標値	目標値		成果	成果	達成度
		中間目標	最終目標	PP系	PA系	
①-2 一方向性CFRTP中間基材	繊維方向曲げ強度	1400MPa	1600MPa	893MPa	1350MPa	○
	繊維直角方向曲げ強度	100MPa	110MPa	59MPa	105MPa	◎
	繊維方向曲げ破断ひずみ	1.0%以上	1.3%以上	0.87%	1.28%	◎



図Ⅲ-3 一方向性 CFRTP 中間基材の開発概要

(4) 「一方向性 CFRTP 中間基材の高速成形技術に関する成果」

表Ⅲ-4 に一方向性 CFRTP 中間基材の高速成形技術における評価項目と目標値、及び、それに対する現状の成果と達成度を示す。

スタンピング成形（プレス加工）では、研究開発項目①-2（表Ⅲ-3、図Ⅲ-3）で開発した中間基材（一方向プリプレグテープ）を図Ⅲ-3 に示すようなシート状に加工し、これを加熱・加圧し、図Ⅲ-4 に示すような成形品を得る（ここではハットチャンネル形状の部品を示している）。この時、高速に成形するためにプレヒート技術やプリフォーム技術を新たに開発し、課題となる加熱時間・加圧時間の短縮、および、成形時の賦形性の向上を図ることができた。これにより、最終目標となる型占有時間 2 分以内をすでに達成し、現行の生産スピードに匹敵する生産性を果たすことができた。

また、内圧成形では、プリプレグテープをブレード状に組み、これに熱を与え中空部から圧をかけた状態のまま冷却することで、図に示すような中空円筒形状の成形部品を製作することができる。閉断面をシームレスに形成できることから、ハットチャンネルの接合により得られる部材とは異なる用途で構造部材として適用が見込まれる。課題解決の方策はスタンピング成形と同様であり、現状は要素技術の見極めができているため、今年度中に中間目標を達成できる見通しを得ている。

表Ⅲ-4 一方向性 CFRTP 中間基材の高速成形技術に関する成果一覧

研究開発項目		評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
			中間目標	最終目標		
②-1-1	一方向性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	2分以内	2分以内	◎
②-2	一方向性CFRTP中間基材の高速内圧成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	7分以内	要素技術見極め	○



図Ⅲ-4 一方向性 CFRTP 中間基材の高速成形技術開発概要

(5) 「CFRTP の接合技術に関する成果」

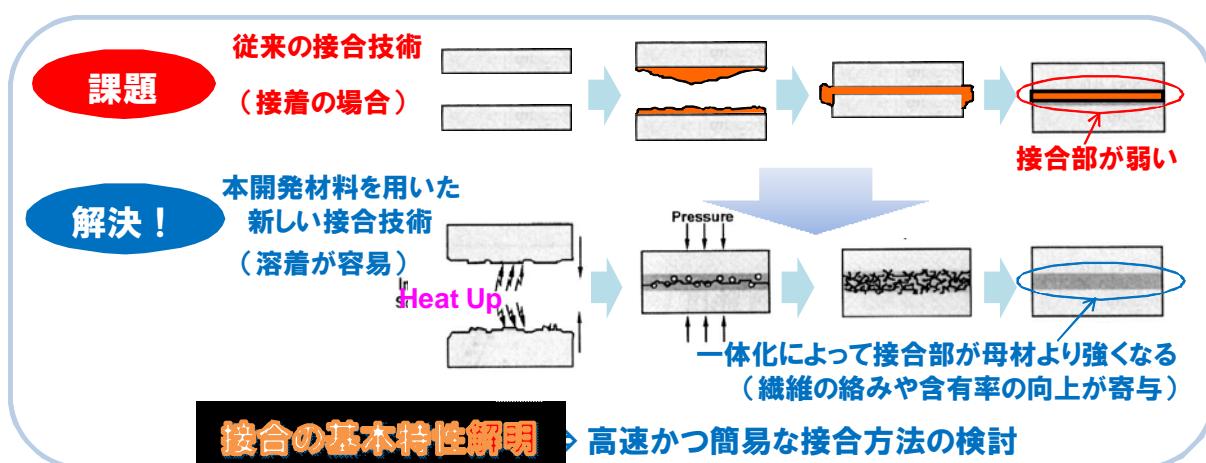
項目①②で開発された材料が一定の成果を上げてからでないとは詳細検討が出来ないが、開発途中の材料を用いて実際に溶着接合を行い、接合に関する基本特性を調べた(図III-5)。従来の接合技術では、例えば熱硬化性樹脂 CFRP を接合する際など、接着剤を用いる方法がある。しかし、この方法では接合部の強度は接着剤に依存してしまうため、破壊は常に接着部から発生していた。他にも、ねじによる締結などが接合方法として利用されているが、ねじ用に穴を空けたり、ねじを締めつけたり、加工や組み立てが面倒であり、また、穴があることで応力集中が発生し接合部が弱くなる、という問題があった。

ところが、熱可塑性樹脂を用いた CFRTP の場合、接合面を加熱し重ね合わせて加圧するのみの簡易な方法であるにも関わらず、一体化によって接合部の繊維含有率が高くなったり、繊維同士が絡み合ったりして、母材よりも接合部の方が強度が高くなるのが基礎実験により分かった。これは従来の接合方法に無い特殊な性質であり、接合に関する基本特性が明確になるとともに、接合方法に関する方針の見極めができ、目標達成の見通しを得た。今後は開発材料の最新のもので検証を行い、目標値に対する評価を行うとともに、開発状況にあわせ接合メカニズムの解析や実用場面を想定した開発を重点的に実施していく。

一方、CFRTP と異材との接合に関しては技術調査を行っており、今後は課題である電蝕に関して対策案を検討する方針である。

表III-5 CFRTP の接合技術に関する成果一覧

研究開発項目		評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
			中間目標	最終目標		
③-1	CFRTP同士の接合技術	接合強度の参照強度に対する割合	75%	90%	基本特性評価	○
③-2	CFRTPと異材の接合技術		課題見極め		今年度開始	○



図III-5 CFRTP の接合技術開発概要

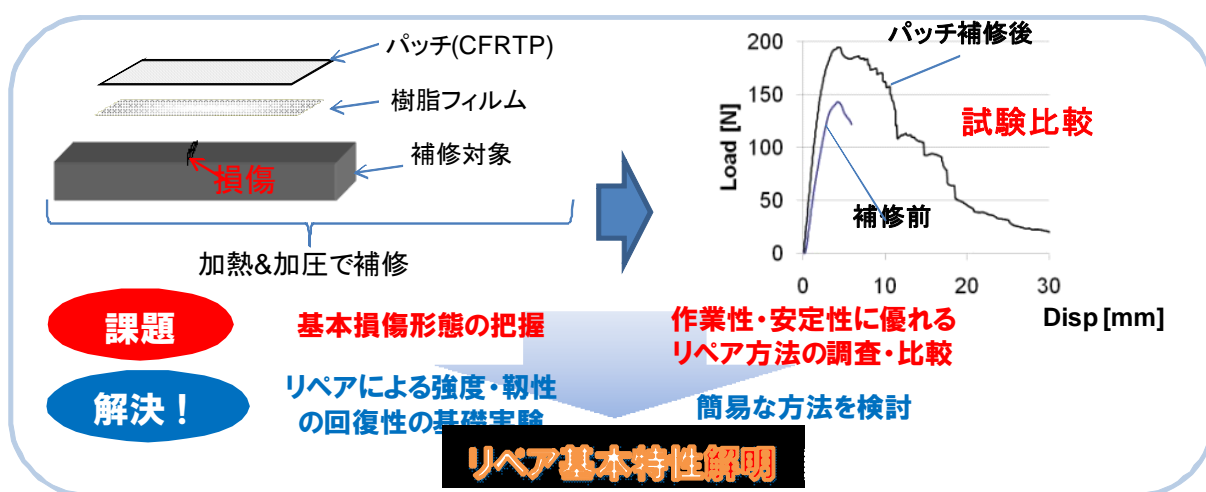
(6) 「CFRTP のリサイクル（リペア）技術に関する成果」

リサイクル技術に関しては、現在のところ材料の仕様が固まっていない段階であるので、目標に対する評価を精度良く行えるレベルに達していないが、基本的な材料特性をテスト検証や理論構築によって調べることで、今後達成の見通しが得られると予測された。今年度より研究開発項目①②で開発された材料、成形品を用いて最新の評価試験を行い基本方針を見極めるとともに、実際にリサイクル材が使用される状況を想定した検討を進めていく。

リペア技術に関して、従来材料を用いて初期検討を行った（図Ⅲ-6）。図に示すように材料に損傷を与えた状態でパッチを重ね合わせ溶着することによる補修（リペア）を実施し、補修前との強度比較を行い、リペアによる強度・耐衝撃性の回復度を把握することができた。熱可塑性樹脂 CFRTP の場合、繊維破断による損傷よりも繊維座屈や微小な樹脂割れ、層間剥離が破壊モードの初期に起こるため、再び加熱し圧力をかけると微小な亀裂・剥離などが元に戻る性質がある。これは、熱硬化性 CFRP のような繊維破断によって一気に破壊が進展する材料に比べて、非常に破壊靱性値が高いことに起因する。今後は、本プロジェクトで開発した最新の材料を用い、この補修回復性を検証すると共に、より実用的な補修方法を考案し、本検討で得られた結果を基に目標達成に向けた対策を行う。

表Ⅲ-6 CFRTP のリサイクル（リペア）技術に関する成果一覧

研究開発項目		評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
			中間目標	最終目標		
④-1	CFRTP部材のリサイクル技術	3回リサイクル後曲げ強度の参照強度に対する割合	75%	90%	方針見極め	○
④-2	CFRTP部材のリペア技術	リペア後曲げ強度の参照強度に対する割合	基本特性評価	75%	基本特性評価	○



図Ⅲ-6 CFRTP のリサイクル（リペア）技術開発概要

Ⅲ.1.2. 成果要約

以上、研究開発項目毎に概要を説明したが、要約して表Ⅲ-7に中間目標に対する達成度を示す。今年度末をターゲットとしている中間目標に対し、すでに前倒しで達成している項目も半数近くあり、それ以外の項目についても、今までの検討結果から今年度末には達成見通しが得られている。したがって、概ね順調に研究開発が遂行されていると言える。

現状の成果における要点を以下に示す。

- ◆ 自動車構造部材の軽量化を実現し、衝突安全性を向上するのに必要な強度レベルはほぼ達成している。
- ◆ 生産スピードが現行のサイクルタイム（例えば、鉄鋼のプレス加工）に匹敵するほどの成形時間を達成する見通しが得られている。
- ◆ 現在、目標達成目前の最新の材料が開発されつつあり、また、理論検討・基礎実験を行ってきた結果、接合、リペア、リサイクルの基本特性を評価できる段階に到達してきた。今後は実用的な手法を比較・検討しながら、最新の開発材料を用いて検証を行い、技術のすそ野を拡大していく。

表Ⅲ-7 研究開発成果一覧

(達成度 ◎：平成22年8月時点達成済み、○：平成22年度末達成見込み)

研究開発項目		評価項目と目標値	目標値		成果	達成度
			中間目標	最終目標		
①-1	等方性CFRTP中間基材	曲げ強度	250MPa	400MPa	360MPa	◎
		等方性(変動係数)	10%以下	5%以下	中間目標 達成見込み	○
①-2	一方向性CFRTP中間基材	繊維方向曲げ強度	1400MPa	1600MPa	PP系：893MPa PA系：1350MPa	○
		繊維直角方向曲げ強度	100MPa	110MPa	PP系：59MPa PA系：105MPa	◎
		繊維方向曲げ破断ひずみ	1.0%以上	1.3%以上	PP系：0.87% PA系：1.28%	◎
②-1-1	等方性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	2分以内	90秒以内	2分以内	◎
②-1-1	一方向性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	2分以内	2分以内	◎
②-2	一方向性CFRTP中間基材の高速内圧成形技術	成形時間(型占有時間)	要素技術見極め	7分以内	要素技術見極め	○
③-1	CFRTP同士の接合技術	接合強度の参照強度に対する割合	75%	90%	基本特性評価	○
③-2	CFRTPと異材の接合技術		課題見極め		課題見極め	○
④-1	CFRTP部材のリサイクル技術	3回リサイクル後曲げ強度の参照強度に対する割合	75%	90%	方針見極め	○
④-2	CFRTP部材のリペア技術	リペア後曲げ強度の参照強度に対する割合	基本特性評価	75%	基本特性評価	○

Ⅲ.1.3. 知的財産の取得および成果の普及

下記表Ⅲ-8 に知的財産、論文などに関する件数をまとめたものを示す。特許リスト、論文発表リストについては、添付資料を参照のこと。

表Ⅲ-8 特許・論文・外部発表件数一覧

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表 (プレス発表等)
	国内	外国	PCT※出願	査読付き	その他	
H20FY	0件	0件	0件	5件	15件	0件
H21FY	8件	0件	1件	11件	22件	0件
H22FY	7件	0件	0件	0件	8件	4件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(1) 知的財産の取得について

最先端技術の開発に関わる本プロジェクトでは、知的財産管理も重要になってくる。他国の追随を許さないよう外国出願も今後検討しなければならないが、現状は国内出願を主流に進めてきた。また、出願による技術開示は国内の技術レベルの向上を促し、さらなる技術発展に貢献できるとの考えの下、今後もより積極的に出願を行っていく。今後は、開発状況と合わせて海外出願も積極的に検討していく。現在までに出願した特許は合計 16 件である。添付資料に出願された特許のリストを示す。

(2) 論文賞受賞について

本プロジェクトで開発した技術に関する論文が表Ⅲ-9 に示すように受賞対象となった。学識的にも研究成果に対して高い評価を得ていることを示すとともに、対外的にも技術レベルの高さをアピールすることに寄与する。

表Ⅲ-9 論文賞受賞一覧

番号	受賞者	所属	発表タイトル	受賞内容	発表年
1	岡部友永	東北大学	繊維強化複合材料の損傷・破壊を対象としたマイクロメカニクスに関する研究	日本複合材料学会 2008年 林賞	2008
2	岡部友永、茂谷尊、西川雅章、橋本雅弘	東北大学、東レ(株)	繊維強化プラスチックの破壊モード特性に関するマイクロメカニクス	日本複合材料学会 2010年 論文賞	2010

(3) 論文発表、講演について

論文リスト、口頭発表リストは添付資料を参照されたい。招待講演数 20 件を含み、全部で 61 件の発表を行ってきた。対外的に非常に注目度の高い技術分野であることが窺える。また、多種多様な技術分野で活躍している研究者・技術者とも接触できる機会でもあるので、今後も積極的に活用し、本プロジェクトの開発技術の先進性・重要性を広く深く訴えて行く。

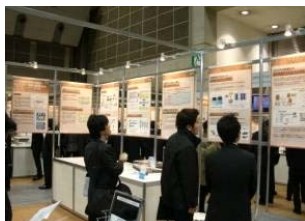
(4) 報道記事について

日本経済新聞 5 月 31 日朝刊 1 面において『「炭素繊維車」の材料開発 東大・東レなど 短時間で加工可能』の見出しにて、本プロジェクトの取り組み状況、成果について掲載された。また日経ビジネス（日経 BP 社発行、2019.7.19 発売）においても、「技術&トレンド」のコーナーの中で「自動車向け新素材」と題した特集が生まれ、その中でも本プロジェクトの技術有効性、取り組み状況が紹介された。一般向けに本プロジェクトの研究開発成果、方針などが知れ渡ることになり、技術の必要性、技術レベルの高さをアピールすることができた。

(5) 各種展示会での発表について

当該分野に関わりが深いとされる技術領域の展示会に出展し、技術の高さ、重要性に注目する事業パートナーの発掘に努めた。ナノテクノロジー分野では、2010 年 2 月に開催された国際ナノテクノロジー総合展、自動車材料分野では、2010 年 3 月に開催された国際自動車素材・加工展へそれぞれ研究開発成果を展示し、内外から高い評価を受けた（図Ⅲ-7）。

□ 2010年2月17～19日 第9回 国際ナノテクノロジー総合展への展示



□ 2010年3月18～19日 第2回 国際自動車素材・加工展への展示



図Ⅲ-7 各種展示会での出展風景

Ⅲ.1.4. 最終目標達成への見通し

Ⅲ.1.1 項とⅢ.1.2 項で示した現時点での成果と目標達成に向けて検討した内容を基に、最終目標に向けての見通しについて表Ⅲ-10 に示す。

いずれの研究開発項目においても基本的な特性を把握することによる課題の見極めと対策案検討が視野に入っていることから、最終目標に向けての見通しを得ているのが現在の進捗状況である。

表Ⅲ-10 各研究開発項目における最終目標達成への見通し

研究開発項目		評価項目	最終目標	成果	達成見通し
①-1	等方性CFRTP中間基材	曲げ強度	400MPa	360MPa	設計方針を確立⇒ 見通しあり
		等方性(変動係数)	5%以下	中間目標 達成見込み	見通しあり
①-2	一方向性CFRTP中間基材	繊維方向曲げ強度	1600MPa	PP系: 893MPa PA系: 1350MPa	炭素繊維、樹脂の改良の方向性は 明確化されており更なる最適化を 実施する⇒ 見通しあり
		繊維直角方向曲げ強度	110MPa	PP系: 59MPa PA系: 105MPa	
		繊維方向曲げ破断ひずみ	1.3以上	PP系: 0.87% PA系: 1.28%	
②-1-1	等方性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間	90秒以内	2分以内	見通しあり
②-1-1	一方向性CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術	成形時間	2分以内	2分以内	達成済み
②-2	一方向性CFRTP中間基材の高速内圧成形技術	成形時間	7分以内	要素技術 見極め	高速加熱冷却システムを効果的に 利用することで 達成見通しあり
③-1	CFRTP同士の接合技術	接合強度の参照強度に 対する割合	90%	基本特性 評価	接合強度発現メカニズムを設計に フィードバックすることで 見通しあり
③-2	CFRTPと異材の接合技術			課題抽出	
④-1	CFRTP部材のリサイクル技術	3回リサイクル後曲げ強度 の参照強度に対する割合	90%	方針 見極め	今年度より検討開始
④-2	CFRTP部材のリペア技術	リペア後曲げ強度の参照 強度に対する割合	75%	基本特性 評価	損傷メカニズムの明確化によって 見通しあり

Ⅲ.1.5. 最終目標達成に向けた課題と対応

表Ⅲ-11 に示すように、いずれの研究開発項目においても課題が明確になっていることから、今後は逐次解決に向けて計画的に研究開発を遂行していく。今まで同様に計画通りに進行していくという前提のもとに、最終目標達成の見通しがあると判断している。同時に、今後はより実用面に目を向け、経済的・社会的効果を視野に入れた体制も築いていかなければ、高度な基本技術があっても普及にはつながらず、国際競争に太刀打ちできなくなってしまう。

具体的には、補正予算によってより高度（軽量化率 15%→30%、事業化時期の3年前倒し）に修正された課題の確実な実行に向け、プロジェクトメンバー以外へのサンプル提供なども通して、多様な成形方法や使用条件での評価結果を基盤技術検討にフィードバックし、基盤技術の骨太化と裾野拡大を図っていく。

表Ⅲ-11 各研究開発項目における今後の課題

研究開発項目		今後の課題(最終目標へ向けた取り組み)
①-1	等方性CFRTP中間基材	性能の極限を追求し、適用部材の拡大による自動車のさらなる軽量化を目指す。
①-2	一方向性CFRTP中間基材	PA系材料の最適化で物性目標を達成し、同時にPP系での限界性能を見極める。
②-1-1	等方性CFRTPの高速スタンピング成形技術	成形中の基材の流動を予測する成形シミュレーション技術を駆使し、成形プロセスの最適設計を検討する。
②-1-1	一方向性CFRTPの高速スタンピング成形技術	モデル部材に適した基材構成、プリフォーム方法、プレヒート方法を確立し、一方向性基材を用いた複雑形状の基本成形技術を構築する。
②-2	一方向性CFRTPの高速内圧成形技術	導入した成形システムを用いて高速内圧成形の基本技術を構築し、複雑形状への適用を検討する。
③-1	CFRTP同士の接合技術	接合部高強度化の検討と、実用性を考慮した溶着方法の比較検討を行う。
③-2	CFRTPと異材の接合技術	接合面の電蝕の影響を明らかにし、対策を検討する。
④-1	CFRTP部材のリサイクル技術	リサイクル材による成形品の特性評価を実施し、性能の見極めと対策を検討する。
④-2	CFRTP部材のリペア技術	実用性の高いリペア技術を確立し、信頼性評価を行う。

IV. 実用化、事業化の見通しについて

IV.1. 実用化・事業化に向けた取り組みと見通し

前章までで述べたように、本プロジェクトでは革新的材料における基盤技術の確立を目的とし、材料の基本的な力学特性や成形速度に関して要求性能を満足する目標設定を行った。そして、研究開発を推進してきた結果、材料技術と成形技術、および、接合技術、リサイクル技術のいずれの研究開発項目においてもその最終目標の達成見通しを得ている。今後さらに研究開発を進め、基盤技術の確立をはかるとともに、実際の自動車用構造部材を設計、製作し、適用性を検証することで事業化に向けた検討を進めていく方針である。

IV.1.1. 実用可能な自動車構造部材に対する本開発技術の見極め

自動車の重量を劇的に軽量化するには、車重の大半を占めるボディ部材の軽量化が最も有効である。それを材料置換で達成しようとする、現在自動車構造で最も多くを占める鉄鋼材に対して、置き換える材料の比剛性および比強度を如何に高めるかが重要であった。

研究開発項目①「易加工性 CF RTP 中間基材の開発」の推進によって、本開発材料は、比剛性・比強度において従来の軽量化用金属材料をはるかに上回る性能を実現できた。軽量材料として適用範囲の拡大が期待されてきたアルミニウムやマグネシウムよりも、さらに軽量化への要求に応えることができ、環境や社会のニーズにより適合した材料技術として実用化の可能性を高めることに成功した。

研究開発項目②「易加工性 CF RTP の成形技術の開発」の推進によって、本プロジェクトで開発された成形技術は、現行の自動車生産ラインにおけるサイクルタイム（型占有時間）に匹敵する加工スピードの実現が見込まれている。熱硬化性樹脂を用いた CFRP や本開発材料以外の熱可塑性樹脂を用いた複合材料は、その比剛性・比強度の高さから金属に代わる軽量材料として注目を集め、実用化のための技術開発が進められてきているが、加工速度に関しては現行の量産ラインには遠く及ばない。本プロジェクトで開発した成形技術は、現行の生産ラインと全く遜色ない生産性を発揮でき、従来の軽量化複合材料に関わる生産技術よりもはるかに量産ラインに適した技術である。こうした生産技術の構築により、実用化の可能性をより一層高めることができた。

研究開発項目③「易加工性 CF RTP の接合技術の開発」の推進によって、従来技術では成し得ない高い接合強度を発揮できる可能性を示すことができた。今後は作業性も考慮に入れて、どういった接合方法が実用面で有効か比較・検討を行い、要求される接合強度を損なうことがない汎用的な接合技術を確立し、実用化につなげていく。

研究開発項目④「易加工性 CF RTP のリサイクル技術の開発」の推進によって、基本特性の評価やリサイクル手法の基礎検討を行ってきた。今後は、リサイクル・リペアによる実使用環境での実用性、環境保護性能、開発材料の低コスト化を検討し、実用レベルにおける有効

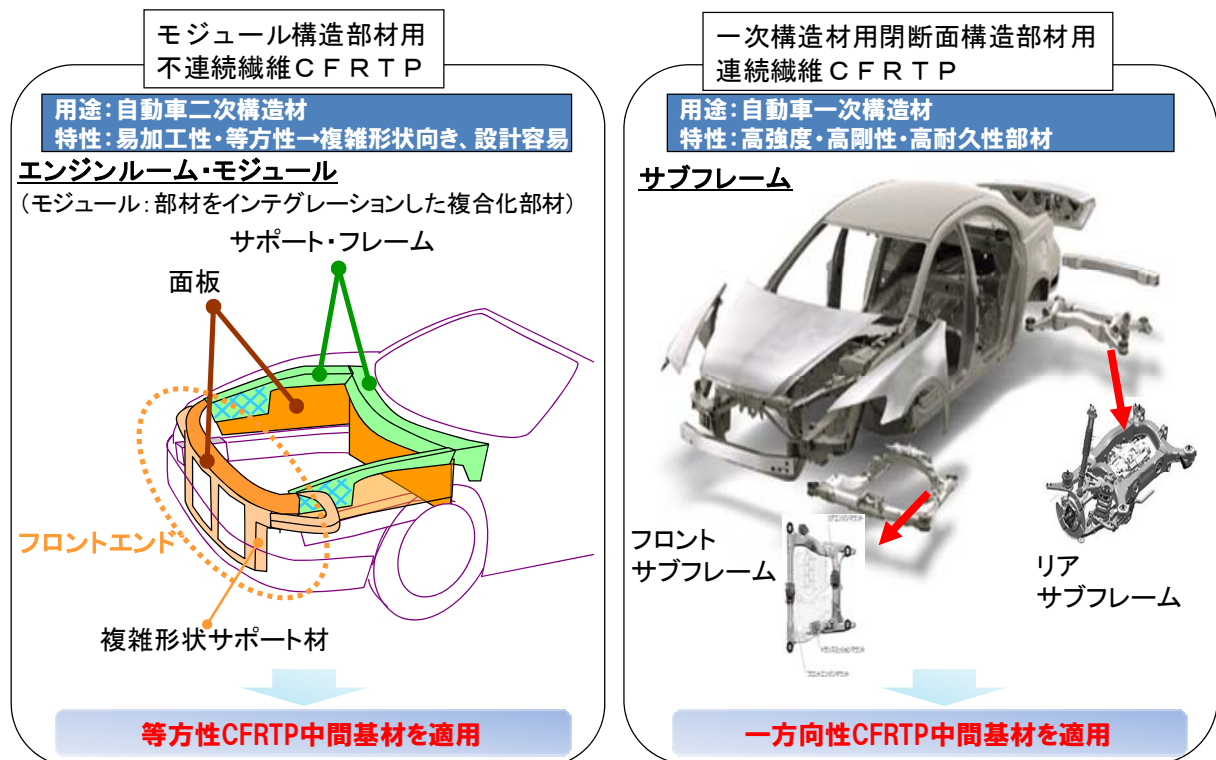
性を示していく。

以上のように、本プロジェクトで開発した材料技術、成形技術、および、それらを発展させた接合技術、リサイクル技術は、自動車の軽量化、生産性、環境性能、経済効果、など様々な視点から網羅的に評価しても、他のいずれの軽量化技術よりも優れた性能を実現できる。実際の自動車用構造部材を設計、製作するとともに、実用レベルにおける適用性検証という課題を解決することで、広く産業界に普及可能であると考えている。

IV.1.2. 実用化に向けた課題

本プロジェクトが実用化プロセスにおいて優位な点は、自動車の構造が持つべき性能や果たすべき用途が部材によって様々であることをあらかじめ見越し、より多くの部材に適用できるように2種類の材料による開発を進めてきたことである。2つの材料のうち、一方は複雑形状への成形が可能であり、もう一方は自動車の骨格構造を形成できるほど高い強度、剛性を実現できる。具体的な適用部材については、図IV-1に示す通りである。

それぞれ、モジュール構造部材用不連続繊維CFRTP、一次構造材用閉断面構造部材用連続繊維CFRTPとして開発が進められ、助成事業においてすでに実用化に向けた検討を開始している。ここでは、より実用に近い形状を形成するための成形技術、実性能に適合するための設計技術の構築を目指し、ユーザーへのサンプル提供なども利用しながら課題のフィードバックやパフォーマンスの向上に取り組んでいる（図IV-2）。これら2種類の材料について、それぞれ実用化に向けた課題を以下に示す。



図IV-1 実用化を目指す自動車構造部材の具体例

(1) モジュール構造部材用 不連続繊維 CFRTP

モジュール構造部材は、強度・剛性・耐久性は要求されるが、直接自動車の構造を維持するものではない部材であり、図IV-1の左図に示すようなエンジンモジュールなどが想定され、これに対し、本プロジェクトで開発中の等方性 CFRTP（不連続繊維 CFRTP）の適用が考えられている。エンジンルーム内では、エンジンだけでなく、トランスミッションやステアリングギアボックスなど、その他自動車の走行に欠かせない組立部品が狭いスペースを分け合っている。また、これらの機械は自動車の車種によっても性能、形状、大きさが異なるため、エンジンルームを支えるサポートフレームやラジエータサポートなどは、それに合わせて柔軟に形状を形成する必要がある。したがって、本開発材料に求められる性能は、第一に複雑形状への加工性の高さである。複雑な形状に成形しても、所望の強度や剛性、均質性を犠牲にすることなく、個々の性能を満足する材料の設計技術と成形加工技術の確立が重要課題である。また、エンジン回りの部品は、エンジンから発せられる熱による影響も考慮しなければならないため、材料として耐熱性やクリープへの対応も考えていかなければならない。

(2) 一次構造材用閉断面構造部材用 連続繊維 CFRTP

一次構造材は、自動車が地面や衝突物から直接荷重を受けて構造体を支える役目を負うため、非常に高い強度・剛性・耐久性・耐衝撃性を確保する必要がある。これらの特性は、自動車に要求される高い信頼性を確保するためのコアとなる部分であるため、モジュール部材よりも数段上回る緻密な設計が要求される。適用部材には図IV-1の右図に示すようなサブフレームなどが想定されており、材料としては、本プロジェクトで開発中の一方向性 CFRTP（連続繊維 CFRTP）の適用が見込まれている。現時点でも十分性能を満足する強度・剛性を果たす見通しであるが、構造材に適用するには、それぞれの部材に見合った性能をより詳細に分析し、適宜、材料設計、構造設計に組み込んでいく必要がある。設計において特に重要となるのは、衝突安全性や操縦安定性であり、構造材としての衝撃吸収性や剛性を如何に設計し、検証していくかが今後の課題である。また、走行時の振動や様々に変化する環境に長期に耐えるため、材料としての耐久性や耐環境性を高めることも必要となる。

IV.1.3. 課題解決と事業化へのアプローチ

実用化を睨み適用を目指す部材に対し、個々の性能に応じて前項で述べたような課題の見極めを行う必要がある。これに対応するため、実際に部材を成形・加工し、自動車メーカーや部材メーカーに試作品を提供しつつ、ベンチテスト検証や実走行車への搭載を試み、課題の抽出とそれら一つ一つに対応した施策・方針を明らかにしていく。

図IV-2 に示すように、すでに助成事業も活用して実用化検討を実施しており、成形精度の確保や複雑形状への対応、耐熱性やクリープなどの課題解決策をクリアにし、プロジェクト終了後は、部材設計に関わる材料・成形技術を見極め、各部材毎に事業化検討を行う。

以下に、モジュール構造部材と一次構造部材について実用化そして事業化へのアプローチを説明する。

(1) モジュール構造部材用 不連続繊維 CFRTP

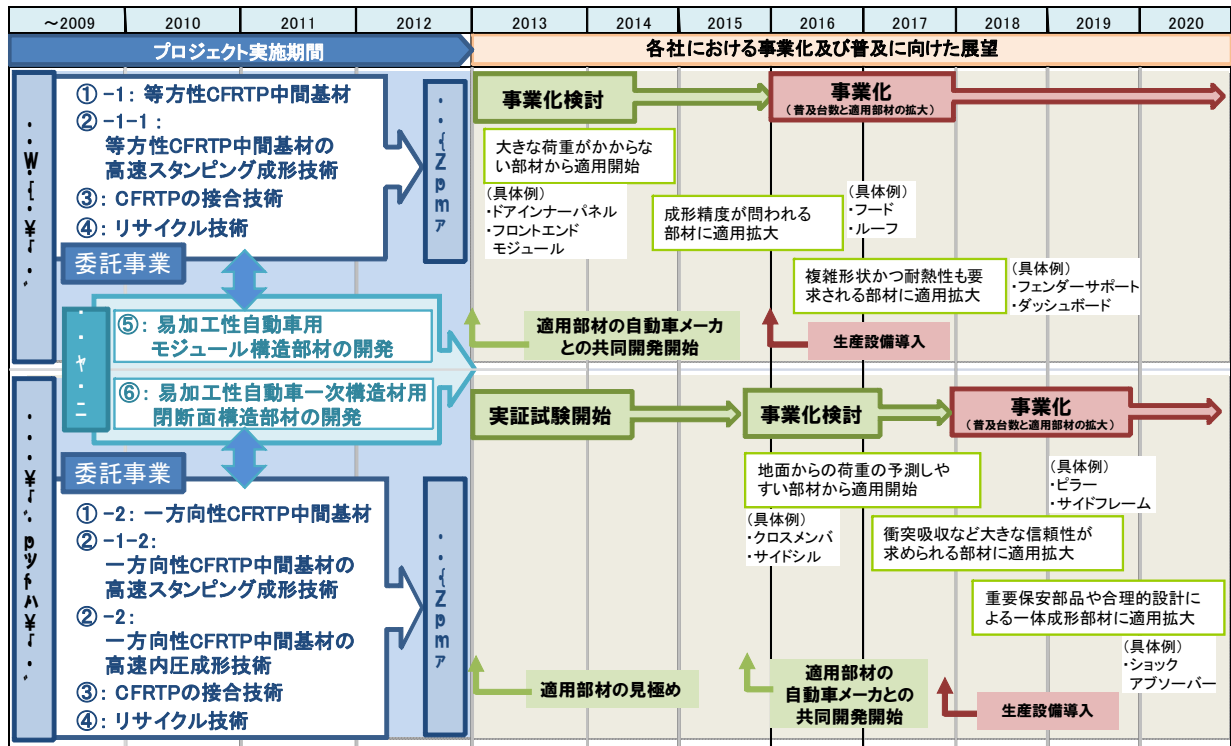
モジュール構造部材には、エンジンモジュールやドアインナーモジュールなどがある。その中でも、特に大きな荷重がかからない、ドアインナーパネルやフロントエンドモジュールなどであれば、本プロジェクトで確立した基盤技術と助成事業で確立した実用化技術をもって事業化検討を開始できる。次に、その実用化技術の開発プロセスを吟味して、成形精度が重要視されるモジュール部材、フード、ルーフ、シートバックなどに適用を拡大していき、品質保証技術を確固たるものにする。つまり、成形部品の複雑化とそれに相反する高精度化の両立を図っていく。最後に、より複雑でかつ耐熱性も要求される、フェンダーサポートやダッシュボードなどに適用範囲を広げていく（図IV-2 上段）。

(2) 一次構造材用閉断面構造部材用 連続繊維 CFRTP

最初に適用部材を見極めるために、実際に部材を作製し実証試験を行い、適合性を検討する必要がある。こうして適用部材を見極めた後、事業化検討を実施する。

初期に適用が可能と判断できるのは、比較的荷重から伝達される荷重が予測可能な部材である。このような部材であれば、耐久性の検証や耐環境性の検証が、ベンチテストレベルで可能であるため、設計とテスト検証、解析のフィードバックを比較的速やかに推進できる。具体的にはサイドシルやクロスメンバなどが考えられ、特に走行性能や振動特性に関して実用性を見極める。次に、衝突吸収性という高い信頼性が求められる部材、ピラーやサイドフレームに適用を拡大していく。シミュレーションによる衝突解析においても、材料の特性を緻密に分析する必要がある、また実車テストも多く時間と人手がかかるため、より綿密な計画の遂行が要求される。最後に、重要保安部品や合理的に設計され一体成形が必要な部材へと適用範囲を広げていき、さらなる軽量化を追究した最適設計技術を確立する（図IV-2 下段）。

このように順次事業化の検討を行い、2018年頃には自動車構造の大半の部材に適用できるほどの技術を確立し、適用車種拡大のための汎用化、低コスト化を検討し、さらなる普及拡大に向けて事業化を展開していく（図IV-2）。



図IV-2 実用化・事業化までのシナリオ

エネルギーイノベーションプログラム基本計画（抜粋版）

平成22年4月1日
産業技術環境局
資源エネルギー庁

1. 目的

「新成長戦略（基本方針）」（2009年12月閣議決定）に記載されている我が国の強みを活かした「課題解決型国家」の実現に向け、世界をリードする「グリーンイノベーション」などを迅速に推進し、課題解決とともに新たな成長の実現を目指す。

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

エネルギー安全保障の確立や、世界全体の温室効果ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため、以下に政策の柱毎に目的を示す。

1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

2. 政策的位置付け

- 「新成長戦略（基本方針）」（２００９年１２月閣議決定）
 - 「（１）グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」及び「（５）科学・技術戦略立国戦略」に対応。
- 低炭素社会づくり行動計画（２００８年７月閣議決定）

２００８年６月の福田総理（当時）のスピーチ「福田ビジョン」等を受け、我が国が低炭素社会へ移行していくための具体的な道筋を示すため、国全体を低炭素化へ動かす仕組みや革新的な技術開発、国民一人ひとりの行動を促すための取組について策定。

「環境エネルギー技術革新計画」や「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」等に示された革新的技術の開発に５年間で３００億ドル程度を投入するという具体的な目標が示された。
- 環境エネルギー技術革新計画（２００８年５月）

温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮し、以下の戦略等を策定。

 - １．低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略
 - ２．国際的な温室効果ガス削減策への貢献策
 - ３．革新的環境エネルギー技術開発の推進方策
- Cool Earth－エネルギー革新技術計画（２００８年３月）

２００７年５月の総理イニシアティブ「クールアース５０」を受け、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して２０５０年までに半減するという長期目標を達成するため、エネルギー分野における革新的な技術開発について検討をおこない、２１の技術を選定。
- エネルギー基本計画（２００７年３月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

 - １．総合エネルギー効率の向上に資する技術
 - ２．原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
 - ３．運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
 - ４．新エネルギーに関する技術
 - ５．化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。
- 新・国家エネルギー戦略（２００６年５月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

 - １．省エネルギーフロントランナー計画
 - ２．運輸エネルギーの次世代化計画

3. 新エネルギーイノベーション計画

4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

○ 第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置づけられている。

○ 京都議定書目標達成計画（2005年4月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

3. 達成目標

3-I. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス効率向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、GDP当たりのエネルギー消費指数を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

3-II. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

3-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

3-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30~40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

3-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

4. 研究開発内容

4-I. 総合エネルギー効率の向上

4-I-V. 先進交通社会確立技術

(1) エネルギーITS推進事業（運営費交付金）

①概要

渋滞解消による交通流の円滑化や積極的な車両制御により省エネルギー・CO₂排出量削減を実現する高度道路交通システム（ITS）の実用化及び普及を促進し、運輸部門の温暖化対策を進めるため、自動運転・隊列走行技術の開発、CO₂削減効果評価方法の確立を行う。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までにCO₂削減効果評価方法の確立を図るとともに、2020年代に実用化が見通せる自動運転・隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発（運営費交付金）

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料（CFRTP）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(3) 次世代航空機用構造部材創製・加工技術開発

①概要

航空機の軽量化（燃費向上・低炭素化）やエンジン性能向上を図るため、チタン合金や複合材をはじめとする次世代構造部材の効率的・先進的な加工、成形、設計技術等を開発する。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、複合材構造健全性診断技術、次世代チタン合金等の創製技術、軽量耐熱複合材CMC技術等を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2012年度

(4) 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、エネルギー使用効率を大幅に向上し、環境対策にも優れた次世代の小型航空機用エンジンの開発にとって重要なインテグレーション技術及び要素技術の研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、エネルギー使用効率を大幅に向上する構造設計技術、騒音、NO_x等の環境負荷対応に優れた環境対策技術、インテグレーション技術、高バイパス比化等の高性能化技術といった要素技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2003年度～2011年度

(5) 炭素繊維複合材成形技術開発

①概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術の研究開発・実証を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ低コスト成形を行うことができるV a R T M (バータム) 法等の炭素繊維複合材成形技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2008年度～2013年度

(6) 燃料電池システム等実証研究 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(7) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-IV-iv 参照)

5. 政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

5-I. 総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

5-II. 運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

5-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

- 補助金等による導入支援
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

5-IV. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

5-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したものは、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

7. 改訂履歴

- (1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム基本計画（平成16・02・03産局第6号）は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第8号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第10号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第12号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第11号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第13号）は、廃止。
- (3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第14号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第9号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第17号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第12号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第13号）は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画（平成17・03・29産局第2号）は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・31産局第19号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第15号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第18号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第17号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第16号）は、廃止。
- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・26産局第1号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・20産局第4号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成19・03・19産局第7号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・16産局第3号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・23産局第2号）は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (6) 平成21年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画（平成20・03・25産局第5号）は廃止。
- (7) 平成22年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画（平成21・03・26産局第1号）は廃止。

ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画（抜粋版）

平成22年4月1日

産業技術環境局

製造産業局

1. 目的

「新成長戦略（基本方針）」（2009年12月閣議決定）に記載されている我が国の強みを活かした「課題解決型国家」の実現に向け、世界をリードする「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」などを迅速に推進し、課題解決とともに新たな成長の実現を目指す。

具体的には、ナノテク・部材イノベーションプログラムにおいては、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技術革新（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とすることを目的とする。

2. 政策的位置付け

○新成長戦略（基本方針）（2009年12月閣議決定）

- ・ 「（2）グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」「（3）ライフ・イノベーションによる健康大国戦略」「（5）科学・技術立国戦略」に対応

○第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

- ・ 「ナノテクノロジー・材料分野」は、特に重点的に研究開発を推進すべき分野（重点推進4分野）の一つに指定、優先的に資源配分することとされている。
- ・ 我が国の材料技術は、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化に至るまでの全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっている。

○「イノベーション25」（2007年6月閣議決定）

- ・ 「ナノテクノロジー・材料分野」は、中長期的に取り組むべき課題として、「1. 生涯健康な社会形成」、「2. 安全・安心な社会形成」、「4. 世界的課題解決に貢献する社会形成」、及び「5. 世界に開かれた社会形成」の分野に位置付けられている。
- ・ 所要の措置を講じていくことが必要である事項として以下の点が指摘されている。
 - ・ 学際領域・融合領域における教育等人材育成、拠点形成
 - ・ 社会受容を促すための積極的な取り組み
 - ・ 知的財産確保のための戦略的な取り組み

3. 達成目標

- ・ 世界に先駆けて、ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。

- ・我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保するとともに部材産業の付加価値の増大を図る。
- ・ナノテクノロジーや高機能部材の革新を技術先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。
- ・希少金属などの資源制約の打破、省エネルギー化を目指した低炭素社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

4. 研究開発内容

[プロジェクト]

IV. エネルギー・資源・環境領域

ナノテクノロジーや革新的部材開発技術を駆使して、エネルギー・資源・環境等の社会的制約を克服すると同時に我が国の強みであるナノテク関連産業・部材産業の競争力を強化する。

(i) エネルギー制約の克服

(1) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料（CFRTP）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率（熱の伝わりやすさ）が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光（可視光）透過率が65%以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

①概要

高純度、高密度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いた従来よりも格段にパワー（電力）と蓄電量が大きなキャパシタを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、20Wh/Kgの高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 革新的省エネセラミックス製造技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

小型炉設備で生産可能な小型セラミック中空ユニットを複数組みあわせることで、これまでその製造が難しかった複雑形状かつ大型セラミック部材を省エネで製作することができる革新的なセラミック部材製造技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、高機能化された小さな精密ブロックを立体的に組み上げ、高効率で接合、一体化をし、複雑形状や大型の部材を製造可能とする革新的なプロセス技術の基盤を確立し、高耐性部材、高温断熱部材及び高比剛性部材の試作を行う。

③研究開発期間

2009年度～2013年度

(5) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(6) 革新的セメント製造プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

クリンカ（セメントの中間製品）焼成温度の低温化等の効果がある物質（鉍化剤）の開発等を行うことにより、焼成温度の低温化や焼成時間の短縮化等、非従来型の革新的なセメント製造プロセスの基盤技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、単位セメント製造重量当たりのエネルギー消費量8%削減を可能とする基盤技術を確立する。

③研究開発機関

2010年度～2014年度

(7) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

①概要

革新的な高効率送電技術を確立して高温超電導ケーブルの実用化を促進するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材（D I - B S C C O等）を活用し、首都圏の系統に接続する実証試験及び評価を行う。

なお、本事業は、発電用施設による電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、200MVA級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実系統に接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

③研究開発期間

2007年度～2012年度

(8) 発電プラント用超高純度金属材料の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

超高純度金属材料を発電設備の蒸気配管等に実用化することを目指し、高純度金属材料の高度化に向けた低コスト・量産化製造技術を開発し、実使用環境における超高純度金属材料の耐久性試験等を行う。

なお、本事業は、発電用施設における電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って発揮できることを確認する。

③研究開発期間

2005年度～2010年度

(9) 次世代蓄電池材料評価基盤技術開発（運営費交付金）（新規）（再掲）

①概要

新しい蓄電池材料の性能や特性を共通的に評価できる基盤技術を確立する。これにより、各材料メーカーと電池メーカーとの擦り合わせ期間が短縮され、高性能蓄電池・材料開発の効率が抜本的に向上・加速化される。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、蓄電池の新材料について、構成材料間での適合性及び材料－製造工程間の相互影響の解析を踏まえ、共通的な性能特性評価方法（最適な製造工程、充放電様式等）を確立し、それを踏まえ、評価シミュレーション・システム技術の開発を行う。

③研究開発期間

2010年度～2014年度

(10) 低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

①概要

次世代自動車のインバータ（電力制御装置）などに用いるパワー半導体について、Si（シリコン）に比べ、電力損失が1/100以下であるなど、優れた物性を有するSiC（シリコンカーバイド）の実用化を目指す。

②技術目標及び達成時期

高品質・低コストな大口径SiCウエハ製造技術及びSiC高耐圧スイッチングデバイス製造技術を確立する。具体的には、2014年度までに直径15cm（現状の1.5倍。面積では約2.3倍）のウエハ製造技術、鉄道等に用いられる5kV級の高耐圧スイッチングデバイス製造技術を開発する。

③研究開発期間

2010年度～2014年度

5. 政策目標の実現に向けた環境整備（関連施策）

ナノテクノロジーは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの分野における科学技術の進歩や課題解決に貢献する重要な技術シーズである。そのため、ナノテクノロジーの研究開発と一体となった関連施策を実施することで、その成果を市場に出していくことが重要である。主な関連施策を、以下に示す。

〔技術戦略マップ〕

- ・NEDO及び経済産業省では、技術戦略マップを策定、毎年改訂し、ナノテクノロジー・部材分野の将来の方向性を見定めながら、合理的かつ効果的な研究開発プロジェクトを推進している。また、技術戦略マップを活用して、多様な連携（川上川下の垂直連携、異業種間の水平連携など）による研究開発を促進、支援し、当該分野の技術革新を促進している。

〔サンプル提供・実用化促進〕

- ・NEDOでは、実施する研究開発プロジェクト成果のサンプルを対象として、それらを活用した用途の開発、実用化ないし製品化提案を有する企業とのマッチングを図ることで、プロジェクトの事業化を促進する取組みを実施している（サンプルマッチング事業）。

〔基準・標準化〕

- ・経済産業省では、ナノテクノロジー関連の研究開発成果を社会及び市場等に普及するための環境整備として、ナノテクノロジーの標準化活動（ISO/IEC、JIS）を推進している。

〔広報〕

- ・ナノテクノロジーに関する先端技術及び製品等の世界最大の展示会である「nano tech」が毎年日本で開催されている。

〔社会受容〕

- ・ナノテクノロジーの産業化の推進とともに、ナノ粒子のキャラクタリゼーション技術や人の健康や環境に及ぼす影響等の潜在的な課題に関する知見を蓄積する等のナノテクノロジーの社会受容に対する取組みを推進している。
- ・経済産業省では、2006年度から「ナノ粒子の特性評価手法開発」を開始し、工業ナノ粒子のリスク評価管理手法の確立を目標としたプロジェクトを開始し、2009年10月に「ナノ材料リスク評価書」（中間報告書）を公表した。また、政策的対応として、2009年3月に取りまとめた「ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会」報告書に基づき、ナノマテリアルの製造事業者等における自主的な安全対策を促進するための情報収集・開示プログラムを実施している。
- ・OECDでは、2006年9月、化学品委員会に工業ナノ材料作業部会（WPMN）が設置され、代表的な14種の工業ナノ材料について、試験計画の合意と試験実施を目的とする「スポンサーシッププログラム」が実施されている。スポンサーシッププログラム対象物質のうち、カーボンナノチューブ（単層、多層）、フラーレンの3物質については日本が中心となって担当し、「ナノ粒子の特性評価手法開発」等の成果で貢献している。

〔人材育成〕

- ・独立行政法人産業技術総合研究所は、「ナノテク製造中核人材の養成プログラム」を実施し、情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、その産業の基盤

と創出を支える中堅企業を対象として、「基礎加工技能・技術、特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術を統括できる人材」の育成を行っている。

- ・ N E D Oでは、我が国の産業技術の発展のため、先端分野や融合分野の技術を支える人材の育成と、人的交流の面から産学連携を促進するための「場」の形成を促進する取組みを実施している（N E D O特別講座）。具体的には、優れた成果を生み出しつつあり、大学が技術の中核となっている研究開発プロジェクトをコアプロジェクトとし、そのプロジェクトリーダーの所属大学に拠点を設置し、関連技術の人材育成、人的交流の拡大、周辺研究の実施を行うもの。ナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクトも複数実施している。

〔関係機関との連携〕

- ・ ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発―うち新材料・新構造ナノ電子デバイス、希少金属代替材料開発プロジェクトにおいては、文部科学省との合同会議を設置するなど、連携しつつプロジェクトを推進している。
- ・ 経済産業省・文部科学省が協力のもと、平成21年6月より産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、筑波大学が中核なり、茨城県つくば市において世界的なナノテク研究拠点を形成するための「つくばイノベーションアリーナ(TIA nano)」構想が推進されている。ナノエレクトロニクス、カーボンナノチューブ、ナノ材料安全評価などの研究領域、ナノデバイス実証・評価ファウンドリーなどのインフラを生かし、主要企業・大学との連携網を広げ、産学官に開かれた融合拠点として、ナノテクの産業化と人材育成を一体的に推進することとしている。

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金により実施されるもの（事業に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で、当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

7. 改訂履歴

- (1) 平成12年12月28日付け制定。
- (2) 平成14年2月28日付け制定。材料ナノテクノロジープログラム基本計画（平成12・12・27工総第16号）は、廃止。
- (3) 平成15年3月10日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成14・02・25産局第8号）は、廃止。
- (4) 平成16年2月3日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成15・03・07産局第1号）は、廃止。
- (5) 平成17年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成16・02・03産局第7号）は、廃止。
- (6) 平成18年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成17・03・25産局第4号）は、廃止。

- (7) 平成19年4月2日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成18・03・31産局第13号）は、廃止。
- (8) 平成14年2月28日付け制定。
- (9) 平成15年3月10日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成14・02・25産局第9号）は、廃止。
- (10) 平成16年3月7日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成15・03・07産局第5号）は、廃止。
- (11) 平成17年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成16・03・07産局第5号）は、廃止。
- (12) 平成18年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成17・03・25産局第3号）は、廃止。
- (13) 平成19年4月2日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成18・03・31産局第14号）は、廃止。
- (14) 平成20年4月1日付け、ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成19・03・20産局第1号）および革新的部材プログラム基本計画（平成19・03・19産局第4号）は、本イノベーションプログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (15) 平成21年4月1日付け制定。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）は、廃止。
- (16) 平成22年4月1日付け制定。ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画（平成21・03・27産局第2号）は、廃止。

(エネルギーイノベーションプログラム・ナノテク・部材イノベーションプログラム)
「サステナブルハイパーコンポジット技術の開発」基本計画(案の1)

ナノテクノロジー・材料技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

エネルギー資源の約8割を海外に依存する我が国にとって、これを効率的に利用すること、即ち、「省エネルギー」を図ることは、エネルギー政策上の重要な課題である。このため、更なる省エネルギー技術の開発・導入を進め、我が国におけるエネルギーの安定供給の確保を図ることを目的とした、「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として本プロジェクトを実施する。

また、多様な連携(川上・川下産業の垂直連携、材料創製・加工の水平連携)による研究開発の推進により、当該市場のニーズに応える機能を実現する上で不可欠な高品質・高性能の部品・部材をタイムリーに提供し、又は提案することができる部材の基盤技術を確立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」の一環としても本プロジェクトを実施する。

炭素繊維は世界シェアの約70%を日本企業で独占してきている素材である。先進材料である炭素繊維とプラスチックを一体化した炭素繊維強化熱硬化性プラスチック(CFRP)はその超軽量性から燃費改善の希望が強い航空機業界で使用率が最も多い材料になった。炭素繊維材料は、アルミ材料に比べて、約20%の重量軽減が達成できるとされているため、航空機の標準材料として地位を築きつつある。

技術の現状を見てみると、材料強度並びに軽量性に関しては、航空機へ採用されるほど、大きなポテンシャルを持っている。ただし、生産のサイクルタイム等に関しては、航空機の仕様となっており、また、金属のような均質材料でないことが設計の難易度を高くしている。軽量化効果の大きい本材料を金属材料の代替として、乗用車等に適用することができれば、今まで以上に燃費に優れた車の開発につながり、自動車産業を初めとする各種製造業での確固たる地位が築けるばかりでなく、環境立国日本としての地位もゆるぎないものとなる。金属材料、特にスチールの代替となるためにも、従来のCFRP(CF/エポキシ)に匹敵する界面接着強度及び低い線膨張係数を保持しながら、従来のCFRPの欠点であった高速成形性、易二次加工性及びリペア・リサイクル性を備えた革新的な炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTP)を開発するとともに、自動車部材開発に必要な材料特性を明確にすることが必要である。

このため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO技術開発機構」という)は、産学の科学的知見を結集してCFRTPの革新的高強度・高機能化基盤を構築し、これを産業技術へ繋げていくとともに、社会の共通基盤として情報の整備、提供を通じて、行政、産業界、地域住民等の間で科学的知見に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、以下のプロジェクトを実施する。

本プロジェクトの技術戦略マップ上の位置付けとしては、部材分野の技術マップ「環境・エネルギー分野」の「産業機器用部材による省エネルギー・CO₂削減用部材(軽量化・高強度化用部材)」に重要部材として位置づけられている。また「省エネルギー技術戦略2007」における「先進交通社会確立技術」のうち「先進自動車の開発」及び「安全性を確保した車体の軽量化」に位置づけられる。

本プロジェクトは、炭素繊維複合材料の易加工・高強度を実現するための基盤技術として短時間で成形が可能な①易加工性中間基材の開発を行う。さらにこの中間基材を用いた②高速成形技術の開発、部材同士の接合部の強度を保持する③接合技術の開発を行うとともに、④リサイクル技術の開発を実施し、自動車等の更なる軽量化を可能とする。これにより、高度な省エネルギー社会を構築するとともに、日本製造業の国際競争力の更なる向上を図ることを目的とする。

これにより、自動車用部材分野での産業競争力強化に資するのみならず、自動車走行時の燃料に関して15%低減に資する

(2) 研究開発の目標

中間目標（平成22年度末）及び最終目標（平成24年度末）の詳細な数値目標については別紙の研究開発計画を参照のこと。

【共通基盤技術】

①易加工性CFRTP中間基材の開発

熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術並びに炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂並びに生産性及び部材への加工性に優れた等方性CFRTP中間基材と一方向性CFRTP中間基材を開発する。

②易加工性CFRTPの成形技術の開発

研究開発項目①で開発されるCFRTP中間基材を用いた高速成形加工技術として、高速スタンピング成形技術と高速内圧成形技術を開発する。

③易加工性CFRTPの接合技術の開発

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、各種溶着等による高速接合方法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合方法を開発する。

④易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、リサイクル性（リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数）を向上させる技術を開発するとともに、リペア技術を開発する。また、これらの開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

【実用化技術】

⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度なCFRTP部材の成形技術の開発を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②③④で開

発される関連技術を用いて閉断面構造のモデル部材を試作することにより、優れた生産性を有するとともに、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

(3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、別紙の研究開発計画に基づき以下の研究開発を実施する。

【共通基盤技術】[委託事業]

- ①易加工性CFRTP中間基材の開発
- ②易加工性CFRTPの成形技術の開発
- ③易加工性CFRTPの接合技術の開発
- ④易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発

【実用化技術】[助成事業（助成率：1／2）]

- ⑤易加工性自動車用モジュール構造部材の開発
- ⑥易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDO技術開発機構が、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。）から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。

研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体にはNEDO技術開発機構が指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科 教授 高橋 淳を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

本研究開発において、NEDO技術開発機構が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した①②③④の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した⑤⑥の事業は助成（助成率1／2）により実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成20年度から平成24年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成22年度、事後評価を平成25年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

①共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発成果については、NEDO技術開発機構、実施者ともサンプル提供等普及に努めるものとする。

②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るため、必要に応じてデータベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第27条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号及び3号に基づき実施する。

(4) その他

本研究によって得られたあらゆる知的財産、また本研究の過程又は成果に基づき開発したプログラム、サンプル若しくは装置などの成果物について、本プロジェクト外（国内外）への供試・開示については、事前にプロジェクトリーダーとNEDO技術開発機構に連絡する。

その際に、NEDO技術開発機構が申請書の提出を求めた場合は、これに応じ速やかに提出する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成20年3月、制定。

- (2) 平成20年6月、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）決定に伴い改訂。
- (3) 平成20年7月、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。
- (4) 平成21年9月、PL交代及び共同実施先追加に伴い改訂。

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目① 易加工性CFRTP中間基材の開発

1. 研究開発の必要性

従来の炭素繊維の表面の改質は、エポキシ樹脂を中心とした熱硬化性樹脂を対象に行われているが、熱可塑性樹脂との含浸性・接着性を最大限発揮するような最適化はなされていない。また、熱可塑性樹脂は、炭素繊維との化学的結合を形成する官能基が少なく、界面接着力が弱いことが、複合材料としての物性発現が低いことの主要な原因と考えられており、これらの特性を向上させる炭素繊維の表面処理技術の開発が望まれている。

一方、熱可塑性樹脂は、溶融時の粘度が高く、硬化反応前の熱硬化性樹脂に比べ、強化繊維への含浸性に劣る。このため、複合化時の生産性や製造された複合材料に残るボイド等、実用面での課題を持っており、複合化時の含浸性・接着性と複合材料の力学特性を両立できる熱可塑性樹脂の開発が望まれている。

上記の理由により、従来の炭素繊維強化熱可塑性複合材料(CFRTP)は、複合材料中の繊維含有率を高めることが困難であり、生産性も低く、かつ価格・物性・供給性の面で、同材料の自動車用途への普及を困難にしている。

以上のことから、加工性を含む広い意味での生産性に優れ、かつ繊維含有率が高い高品質のCFRTPの実現のためには、その成形やその後の加工・接合・リサイクルを可能とする中間基材の製造技術を開発することが不可欠である。

2. 研究開発の具体的内容

熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂並びに生産性及び部材への加工性に優れたCFRTP中間基材として以下のものを開発する。

(1) 等方性CFRTP中間基材

面内等方性を持つCFRTP中間基材を実現することにより金属並みの易加工性等を達成すべく、熱可塑性樹脂との接着性の高い炭素繊維の表面処理技術と同時に、接着性向上のために極性の高くなった炭素繊維をランダムに分散させるための繊維の分散と配向のコントロール技術を、自動車業界で汎用的であるポリプロピレン(PP)系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとした樹脂と併せて開発する。

(2) 一方向性CFRTP中間基材

炭素繊維の高い強度・弾性率を最大限に活かすための一方向性CFRTP中間基材においては、熱可塑性樹脂用に最適化した炭素繊維の表面処理技術の開発と同時に、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂の開発を、ユーザーニーズに幅広く応えるべく、ポリプロピレン(PP)系やポリアミド(PA)系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとして行う。繊維直角方向の曲げ試験で炭素繊維とマトリックス樹脂の界面接着を評価し、中間基材の物性は繊維方向の曲げ試験で評価する。なお、一方向性CFRTP中間基材としては、自動車一次構造材を対象とし、生産性に優れ、繊維含有率の高いプリプレグシート(一方向連続繊維基材)及び、それから得られるチョップドテープ(一方向不連続繊維基材)、クロス(二次元織物基材)、ブレード(三次元織物基材)等の製造技術を開発する。

3. 達成目標

(1) 等方性CFRTP中間基材

中間目標

等方性CFRTP中間基材（不連続繊維）から得られる平板において、任意の面内方向で矩形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも250MPa（比強度（ $\sqrt{\sigma / \rho}$ ）で鋼材の約5倍）以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が10%以内となる材料を開発する。

最終目標

等方性CFRTP中間基材（不連続繊維）から得られる平板において、任意の面内方向で矩形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも400MPa（比強度（ $\sqrt{\sigma / \rho}$ ）で鋼材の約6倍）以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が5%以内となる材料を開発する。

（2）一方向性CFRTP中間基材

中間目標

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度100MPa以上、繊維方向の曲げ強度1400MPa（比強度（ $\sqrt{\sigma / \rho}$ ）で鋼材の約9倍）以上、繊維方向曲げ破断ひずみ1.0%以上の材料を開発する。

最終目標

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度110MPa以上、繊維方向の曲げ強度1600MPa（比強度（ $\sqrt{\sigma / \rho}$ ）で鋼材の約10倍）以上、繊維方向曲げ破断ひずみ1.3%以上の材料を開発する。

研究開発項目② 易加工性CFRTPの成形技術の開発

1. 研究開発の必要性

自動車の軽量化を図る上で、炭素繊維強化複合材料の有用性はよく知られているところである。しかしながら、汎用の自動車にまで普及させるには自動車の生産性に適合する部品製造技術の開発が必要である。そのため、大量生産性が可能な熱可塑性複合材料を用いた、自動車構造材の成形技術開発が期待されている。

その一つの方向性として、等方性で不連続繊維強化の基材を使用することで、金型占有時間が極めて短く、成形後の材料バラツキが極めて小さくできるプレス成形技術が開発できれば、複雑形状が多用される二次構造部材に適用できると考えられる。また一方で、自動車の一次構造部材には、強度・剛性に優れた箱型断面構造を有する中空の閉断面構造体を用いることが有用であることから、連続繊維の基材を使用して閉断面構造体の高速成形技術ができれば、比強度・比弾性率が高い炭素繊維を最も有効に活用でき、自動車部材に適用できる技術となり得る。

2. 研究開発の具体的内容

研究開発項目①で開発されるCFRTP中間基材を用いた自動車構造材の高速成形加工技術を開発する。具体的には、等方性CFRTP中間基材及び一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用いた高速スタンピング成形技術、並びに一方向性CFRTP中間基材（ブレード）を用いた高速内圧成形等に関する基盤技術を開発する。

3. 達成目標

（1）CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材及び一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、用途に適合した高速スタンピング成形に必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材及び一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、高速スタンピング成形により、それぞれのCFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

（2）CFRTP中間基材の高速内圧成形技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、用途に適合した高速内圧成形に必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、高速内圧成形により、当該CFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

研究開発項目③ 易加工性CFRTPの接合技術の開発

1. 研究開発の必要性

研究開発項目①で開発するCFRTP中間基材の汎用構造材料化を達成するためには、研究開発項目②で開発する高速な部材成形技術だけでは不十分であり、スチールにおける溶接技術と並ぶスピード並びに接合強度を有する接合技術の開発が不可欠である。このような観点から従来のCFRP（CF/エポキシ）での接合技術を見ると、構造用接着剤を用いた接着接合、若しくは、ボルトナットを使った機械接合が主流であり、サイクルタイムが長く生産性に課題があった。一方、研究開発項目①②を通して開発されるCFRTP部材群は、熱可塑性プラスチックの長所である溶着技術等を使った高速な接合技術を適用できる可能性があるが、溶着面での接合強度を十分に確保する技術をあわせて開発しなければならない。

2. 研究開発の具体的内容

熱可塑性プラスチックには、熱板溶着・超音波溶着・振動溶着・誘電溶着などの高速接合方法がある。そこで、研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、各種溶着等による高速接合方法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合方法を開発する。

3. 達成目標

中間目標

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の75%以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。）

最終目標

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の90%以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維直角方向の引っ張り強度を指す。）

研究開発項目④ 易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発

1. 研究開発の必要性

炭素繊維は、高いエネルギーを消費して製造される材料であるため、できるだけ高度なレベルでのリサイクルが望まれている。しかしながら、従来のCFRP（CF/エポキシ）は、リサイクル・リペアが基本的に難しく、ライフサイクルコストが高くなるため、同材料の幅広い普及を妨げている原因の一つとなっている。一方、研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材は、マテリアルリサイクルが可能な熱可塑性樹脂と複合化されていることから、高度なリサイクル・リペアを行え、ライフサイクルでの環境負荷やコストを大きく低減できる可能性があり、同材料の普及を加速させる重要な技術となり得る。

2. 研究開発の具体的内容

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、破碎・異物除去・粉碎・コンパウンドを経て得られる射出成形部材のリサイクル性（リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数）を向上させる技術を開発する。また、等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対しては、リペア技術を開発する。さらに、これらの開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

3. 達成目標

（1）CFRTP部材のリサイクル技術の開発

中間目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の75%以上を保持するリサイクルプロセスに必要な要素技術を見極める。（ここで、参照強度とは、バージン原材料を使用したときの曲げ強度を指す。）

最終目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の90%以上を保持する技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

（2）CFRTP部材のリペア技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の75%以上まで回復するリペア手法の絞り込みとリペアプロセスに必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の90%以上まで回復するリペア技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

研究開発項目⑤ 易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

1. 研究開発の必要性

自動車産業では、生産工程の簡略化のため複数の部材を統合するモジュール化が進められている。フロントモジュール、エンドモジュール、ドアモジュール等の様々な部品をモジュール化することで部材の軽量化、生産負荷の減少、低コスト化が実現している。一方で、モジュール化によって部材形状は非常に複雑になるため、その超軽量設計には非連続繊維を含有する等方向性CFRTP中間基材が必要となる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた革新的軽量化モジュールを開発する。

2. 研究開発の具体的内容

研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度なCFRTP部材の成形を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

3. 達成目標

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、不連続繊維を使った等方向性CFRTP中間基材を使用した革新的軽量モジュールの成形技術を開発し、その自動車部材等への適用性を検証する。

研究開発項目⑥ 易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

1. 研究開発の必要性

車体の剛性・強度を担う一次構造材は、そこに要求される高い特性から、金属材料からの置き換えが最も困難な部材である。一次構造材の多くは、高い軽量化効果／剛性バランスが必要なことから、中空閉断面形状が多用されている。このような一次構造部材の設計には連続繊維を含有する一方向性CFRTP中間基材を中心とした材料構成が不可欠で、同時に中空構造を取り入れることで自動車一次構造部材に必要な特性を満足させることができる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた一方向性CFRTP中間基材を用いた中間材料によりフロント及びリアサブフレーム等の自動車一次構造材用閉断面構造部材を開発する。

2. 研究開発の具体的内容

本研究開発項目では、研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②③④で開発される関連技術を用いてモデル部材を試作することにより、優れた生産性を有するとともに、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

3. 達成目標

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、閉断面形状を有する自動車一次構造材のモデル部材を得て、得られたモデル部材の自動車一次構造部材への適用性を検証する。

ファイバー分野

ファイバーは一次元の高分子で、衣料用の繊維素材として古くから人類が最も身近に取り扱ってきた高分子材料の一つであり、より快適に、より美しく、といった消費者の要求に応えるべく、高強度化（軽量化）、高機能化、高感性化（ファッショナブル化）等に係る種々の技術を蓄積してきた分野である。さらに、これらの特徴を活かし、衣料用以外の生活資材、産業資材等にもその用途を展開し、炭素繊維複合材料等の高性能・機能繊維の開発が進められてきたところである。近年は、IT 関連機器の電極材料、キャパシタ、リチウム電池、有害物質除去フィルター、再生医療用材料等、ファイバーの用途は大きく拡大し、これらに必要とされる機能も変化してきている。

このような中、高分子材料の最も基本的な単位であるファイバー本来の持つ特性を極限まで活かすことで、環境・エネルギー制約の克服、安全・安心の確保等の社会的な課題の解決に貢献するとともに、人間生活を豊かにしていくことが可能である。このため、ファイバーに関する技術的課題、要求スペック等をマップ上に整理し時間軸上に展開することで、ファイバー分野のみならず、高分子材料全体の技術の俯瞰や、異業種異分野融合の進展を通じたイノベーションの実現に寄与することを期待し、ファイバー分野の技術戦略マップを策定した。

ファイバー分野の技術戦略マップ

I. 導入シナリオ

(1) ファイバー分野の目標と将来実現する社会像

ファイバー分野における各技術は、原材料開発から製品化まで、多種多様な技術が存在しており、単なる部材開発にとどまらず、最終製品の開発に至るまで様々な開発事例が存在している。また、これらの各技術同士の組み合わせにより、幅広い用途への展開が期待されている。

【参考資料1：本技術戦略マップ上でのハイテクファイバーの定義】

【参考資料2：ファイバー分野における繊維技術の多角的な展開】

【参考資料3：繊維の特殊性を有するファイバー分野の技術体系図】

【参考資料4：繊維から最終製品までの流れ】

したがって、将来有望な繊維に係る技術開発を推進し、新たな市場の創造を図るとともに、社会ニーズへの積極的な貢献を果たすことを目標とする。また、これを通じて、我が国繊維産業の先端素材産業のフロントランナーとしての地位確立を目指す。

(2) 研究開発の取組

繊維技術の研究開発は、繊維が有する優位性（強み）を一層伸ばすことによって、市場ニーズ及び社会ニーズに貢献できる分野へと重点化されるべきである。

繊維技術の生来的な優位性（強み）は、それが生み出す技術の多様性である。製糸から紡績、染色、製織、成形加工など工程ごとに存在する様々な技術は、他の部材との複合化、高機能化、高次加工化を通じて、様々なユーザーのニーズに応えることが可能である。これまでの繊維製品・部材の開発は、従来、各工程における技術向上が主体であったが、より一層のユーザーのニーズに応えていくためには、各工程の技術向上に加え、工程を越えた横断的な技術向上や技術の組み合わせが重要となる。

このためには、異分野との技術融合やユーザーとの連携のもと、メーカーの技術シーズとユーザーの技術ニーズの緻密な摺り合わせにより研究開発成果を高度化し、着実に活用していく体制で研究開発を進めていくことが重要となる。

以上を踏まえ、繊維の研究開発の方向性として、以下の3つの分野とこれらを支える基盤技術を重点分野として位置づけ、研究開発の方向性を示すことで、効率的・効果的な研究開発を推進していく。

（マテリアルセキュリティ分野）

石油系原料から製造される化学繊維は、様々な分野に高付加価値、高機能な繊維製品・部材を提供してきた。近年、世界的な石油系原料の需給逼迫による価格高騰や環境問題への関心が高まる中、繊維の製造原料において、石油代替を推進する市場及び社会ニーズは高く、これに応えることは繊維技術の責務である。このため、原料を確保可能な既存のバイオマス原料などから化学繊維を製造し、環境・リサイクルなど社

会ニーズに対応した繊維材料の技術開発の推進が必要である。

（炭素繊維・複合材料（移動体）分野）

繊維製品の中で特に優れた特性を有する炭素繊維やその複合材料などは、これまで我が国が世界をリードしてきた。特に、炭素繊維と他の素材を組み合わせて材料特性を向上させる繊維複合化技術によって生まれる材料は、軽量かつ強度に優れるため、自動車や航空機等の移動体分野におけるニーズが大きい。他方で、これらの普及に当たっては、易加工性・リサイクル性等の確保や製造プロセスの省エネルギーなど、より広がりを持った環境適合性も要求されている。このため、材料特性向上とともに循環型社会に対応する環境適合性の確保という両側面を充足する炭素繊維・複合材料の製造（加工）技術開発を進めることが必要である。

（建設・IT・生活等分野）

繊維技術は、素材自体の高機能化や高次加工を複合的に施すことによって、素材に感性や機能を付与することが可能である。このため、生来繊維が主役となる衣料分野やインテリアなどの生活資材分野のみならず、自動車や電機製品、建設等の幅広い産業資材分野にわたる多様で高度なニーズに応えてきた。今後もこれらユーザーのニーズに応えるためには、ユーザーの要求特性に合致した素材開発（製造工程ごとの技術向上）を拡大するとともに、繊維（ファイバー）の本来持つ優れた特性を一層伸長し、例えば、VOC 吸収・分解や有害化学物質からの防護による高付加価値化、体温調節機能を持った快適素材繊維、センサー・情報伝達機能を持ったウェアブルコンピューターとしての自律応答系繊維などを推進するような技術開発などが求められる。

（基盤技術分野）

新市場の創出や社会ニーズへの貢献を果たしていくためには、上記 3 分野の研究開発とともに、これらを支える基盤技術の開発が不可欠である。

“安全で豊かな生活”や“自然と環境に優しい”といったテーマが大きな社会ニーズとなっており、これらに貢献しうる繊維技術の開発が求められている。

“安全で豊かな生活”を具現化するための繊維技術としては、「複合化」や「汎用繊維の高性能・高機能化」の開発など、軽くて強く、フレキシブルな高強度・高靱性な繊維の開発が重要である。また、「ナノ繊維材料（光電変換機能の開発）」、「新機能複合材料」の開発や「インテリジェントファイバー」など高度で優れた働きを持った高機能繊維の開発も重要となる。

“自然と環境に優しい”繊維技術としては、「バイオマスベースの合成繊維」の開発など脱石油を目指した天然由来型繊維技術の開発が重要であるとともに、「スーパーバイオミメティクス」による研究開発の推進など、自然から学び、自然を模倣した自然活用型繊維の開発が重要である。更に、資源やエネルギーの有効利用の枠を超えて「新エネルギー技術」により新エネルギーの創生・貯蔵・伝送などの研究開発の推進も重要である。

加えて、中長期的な視点から、ファイバー分野で“革新的な製造技術”として、「構造精密制御技術（ナノフィブリル化技術の開発）」、「エレクトロスピニング技術」、「革新的加工技術」、「革新炭素繊維」の開発が今後重要となる研究開発である。

【参考資料5：基盤技術の融合イノベーション】

（3）関連施策の取組

繊維技術が新市場の創造や社会ニーズへの貢献を果たしていくためには、技術開発とともに、需要の創出や事業環境の整備などが必要となる。そのため、今後は2007年5月に産業構造審議会繊維産業分科会でとりまとめられた「繊維産業の展望と課題」及び2010年3月に「今後の繊維・ファッション産業のあり方に関する研究会」でとりまとめられた報告書に基づき、技術力の強化や新市場の創出等に関連する施策を推進していくことが必要である。

〔導入補助・支援〕

・戦略的基盤技術高度化支援事業

我が国経済を牽引していく産業分野の競争力を支える重要基盤技術の高度化等に向けて、中小企業が行う革新的かつハイリスクな研究開発や、生産プロセスイノベーション等を実現する研究開発を支援する。

・地域イノベーション創出研究開発事業

研究開発を起点とした新事業、新産業創出による地域経済の活性化を図るため、地域の中小企業をはじめとする産学官の研究開発リソースを最適に組み合わせた研究体による実用化技術の研究開発を支援する。

・川上・川下ネットワーク構築支援事業

基盤技術を担う中小企業と、燃料電池や情報家電等の重要川下産業間の緊密なコミュニケーションを通じた「川上中小企業が行う技術開発の不確実性の低減」「情報の非対称性の解消」を図るため、川上・川下間のネットワーク構築に向けた取組を支援する。

・中小企業等の研究開発力向上及び実用化推進のための支援事業

先端的・独創的な技術を持ちながらも、実用化に至ることができない中小企業等を支援するため、高度な知見・技術・設備等を有する大学・公的研究機関等との共同研究を促し、その研究開発力の強化と実用化を推進する取組について支援する。

・地域競争力強化事業

地域経済を牽引する成長産業群を創出させるため、地方自治体、地域の産業界、大学等研究機関、支援機関等による広範なネットワークを地域ごとに構築する取組を支援する。具体的には、重点化すべき成長産業分野を選定し、その分野を育てるため先導的事業（ビジネスマッチング、コーディネーターの配置、試行的取組等）やネットワーク強化事業（全国の支援機関や国内外の連携、産業支援人材の育成等）を行う。

・新事業活動促進支援補助金

中小企業者が行う、経営資源又は地域資源を活用した新商品・新サービスの開発等の事業展開の取組（新連携事業、地域資源活用事業、農商工等連携事業）に係る経費の一部を補助する。

〔調達促進〕

- ・環境負荷低減に資する製品について、「グリーン購入法」の特定調達品目制度を活用することにより、調達を推進し、初期導入を促進する。

〔規制・制度改革〕

- ・技術流出対策
意図せざる技術流出の防止を図るため、企業における適正な技術管理体制の整備を促進するとともに、安全保障上重要な技術等については、外為法に基づき、適切な管理を行う。
- ・環境規制等への対応
国内外の環境規制（化審法、欧州 REACH 規制など）に適切に対応する。

〔基準・標準化〕

- ・繊維製品における消費者の安心・安全や利便性の向上を目指し、社会・市場のニーズや環境の変化等に応じて、品質規格の効果的な運用を図る。
- ・2008年4月より、我が国と中国が共同幹事国として ISO/TC38（繊維分野）幹事を引き受けたことを一つの契機として、これまで以上に国際標準化活動に積極的に参画し、我が国繊維産業の活性化を促進するとともに、高機能性繊維素材等の市場拡大を目指す。

〔人材育成〕

- ・産地の技術者・技能者の育成
産地の繊維リソースセンター等を活用しつつ、産地における次世代を担う中核的な人材育成を推進する。
- ・人が育つ環境の整備
過去の優れたデザインや素材、ファッションに関するデータを体系的に整備し利用できる場（アーカイブ）を整備する。

〔産学官連携〕

- ・産学官連携を通じたイノベーションの促進
新たな技術開発や特に非衣料分野の市場開拓を目指したいものの、投資余力や知見・情報に乏しく、実行が困難な中小製造事業者等を支援するため、大学等を核とした産学官連携による取組を促進していく。
- ・繊維産業クラスターの形成
北陸3県（富山県、石川県、福井県）は北陸地域の繊維産業の活性化を目指し、3県連携のスケールメリットを活かした、取組を推進するため「北陸3県繊維産業クラスター」を2009年4月に設立すると同時に、販路開拓、人材育成、研究開発の分野にお

いて北陸3県の自立的発展を目指す。

(4) 改訂のポイント

- 産業構造審議会繊維産業分科会が策定した「繊維産業の展望と課題」及び2010年「今後の繊維・ファッション産業のあり方に関する研究会」報告書に基づき、技術力強化や新市場創出等に関連する施策を記載した。

II. 技術マップ

(1) 技術マップ

繊維の研究開発の方向性として、以下を重点分野として位置づけ、研究開発の方向性を示すことで、効率的・効果的な研究開発を推進していく。

- ① マテリアルセキュリティ分野（原料代替分野）
- ② 炭素繊維・複合材料（移動体）分野（複合材料分野）
- ③ 建設・IT・生活等分野（高機能化、高次加工分野）
- ④ 基盤技術分野

(2) 重要技術の考え方

技術マップにおいて抽出された各技術項目はいずれも不可欠であり、官民の一体的取組みまたは民間の主体的な取組によって積極的な開発が望まれるが、以下の観点から重要技術として評価されるものを重要技術と位置づけ、技術マップ中に色分けして示した。

① 社会的ニーズに応える技術

技術開発を推進する上で、我が国社会に受け入れられる繊維製品・部材や技術であることは極めて重要であり、社会的ニーズに応える技術であることが必要である。

- ・資源(石油代替含む)・エネルギー対応に応える技術
- ・環境・リサイクル対策に応える技術
- ・安心・安全の向上につながる技術
- ・機能性・利便性の向上につながる技術
- ・その他政策的な要請に基づき必要とされる技術

② 技術優位性

今後も我が国繊維産業が新たな高付加価値製品を生み出すためには、限りあるリソースの中で我が国が技術優位性を持った繊維技術や新しい価値を創造できる繊維技術に注力して、推進していくことが求められる。

- ・技術的難易度（リスクの高い技術）
- ・技術自体の先進性、進歩性（将来性の高い技術）
- ・国際的な優位性を持つ技術（国際的な研究レベルの比較）
- ・他の素材と比較した際に、繊維素材の優位性が発揮できる技術
- ・新機能の発現、性能の大幅向上などをもたらす技術

③ 市場インパクト

技術開発による繊維製品・部材が、新市場の創出や拡大につながり、波及効果も見込まれる市場インパクトのある技術であることも必要である。

- ・市場の創出、拡大に繋がる技術
- ・多分野への波及効果が大きい技術（直接開発対象となる製品や部材だけでなく、自動車や IT など他分野への広がりが期待できる技術）
- ・産業界において共通基盤（評価技術を含む）となるコア技術、広く使用されることが期待される技術
- ・コスト競争の際に不可欠となる技術

（３）改訂のポイント

- 炭素繊維・複合材料（移動体）分野（複合材料分野）について、「炭素繊維・複合材料のリサイクル技術等に関する調査検討委員会」にて炭素繊維リサイクル技術を中心に修正を行った。大きな改訂事項としては、部材化共通基盤技術に「標準化」、「リサイクル技術」、「炭素繊維製造省エネ化・生産性向上技術」を設けたことである。また、主な修正事項は、目標値の修正、要素技術や技術課題の追記、技術名称の再検討等である。

Ⅲ. 技術ロードマップ

（１）技術ロードマップ

技術マップで整理した 4 分野ごとに、研究開発課題を達成するために必要となる手段と目標を整理し、2020 年までの技術ロードマップを策定した。

（２）改訂のポイント

- 炭素繊維・複合材料（移動体）分野（複合材料分野）について、「炭素繊維・複合材料のリサイクル技術等に関する調査検討委員会」にて炭素繊維リサイクル技術を中心に修正を行った。大きな改訂事項としては、部材化共通基盤技術に「標準化」、「リサイクル技術」、「炭素繊維製造省エネ化・生産性向上技術」を設けたことである。また、主な修正事項は、目標値の修正、要素技術や技術課題の追記、技術名称の再検討等である。

ファイバー分野の導入シナリオ

2008年

2009年

2010年

2015年

2020年

目標

繊維産業の国際競争力の強化を図り、新市場の創出と社会ニーズへの積極的な貢献を果たすことを目標とし、我が国繊維産業が本来有するポテンシャルを顕在化させ、先端素材産業のフロントランナーとしての地位を確立することを目指す。

民間企業の取り組み

産業資材分野向け高機能繊維製品・部材の開発を加速

ユーザーニーズ・シーズのマッチ、異分野連携による研究開発の高度化と着実な推進

ファイバー分野の本来有する優れた特性を活用した研究開発の推進

研究開発の取り組み

資源・環境制約からの脱却

マテリアルセキュリティ分野

PLA繊維等の耐熱性向上技術の開発

新規バイオベースファイバー・バクテリア由来繊維

セルロースナノファイバー

ポリエステル及びナイロンと他素材混紡品の解織・分離技術開発

原料転換 (CO₂、C₂O₂、バイオエタノール利用)

CO₂吸収・分解繊維、繊維への光合成機能の付与

先端素材の開発

炭素繊維・複合材料（移動体）分野

革新的成型加工技術開発

樹脂マトリックスの開発（熱可塑性樹脂）

中間基材の開発（プリフォーム、プリプレグ）

脱石油原料による炭素繊維開発

革新的設計・製品評価技術・接合技術の開発

パーソナル移動体

製造プロセスの省エネルギー・低コスト化等の研究開発

各産業分野への市場拡大

建設・IT・生活等分野

高強度繊維・マトリックス接着技術の開発

高靱性コンクリートの開発

土木・建設用繊維の高機能化（発熱・放熱繊維、アスベスト代替、難燃性、電磁波遮蔽、衝突安全性など）

難燃性、自己消火性、溶融耐性の向上

医療、安心・安全・快適部材の高度化（組織再生部材の開発、有害物質からの防護）

新規快適素材の開発（体温調整衣服、体調管理衣服など）

自律応答系材料の開発

基盤技術の開発

基盤技術

バイオマスベースの合成繊維

複合化繊維・ナノ繊維材料

新エネルギー技術

インテリジェントファイバー

スーパーバイオメテックス

関連施策の取り組み

導入普及促進策／環境整備

繊維分野における産官学連携を通じたイノベーションの促進

研究開発リソースの集約化

中小企業向け研究開発拠点の提供

人材育成の強化

技術流出対策の強化、環境規制等

標準規格の推進等

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果
石油代替 (生物由来繊維)	ポリ乳酸(PLA)繊維	1101	高強度化 伸び・柔軟性向上 耐摩耗性向上 耐熱性向上(Tm200°C以上) 耐候・光性向上 染色性向上(耐熱性)	力学特性、耐熱性、染色性、耐水性向上技術の開発 (L-組成の向上、ステレオコンプレックス繊維・低コストD体製造技術、湿式紡糸法、多官能架橋材、ポリマーアロイ技術、安定化剤の開発)	既存繊維に特性が劣る紡績・紡織での糸切れ 高Tm化(200°C以上) D/L ステレオコンプレックスでも限界 染色時の物性低下	ポリ乳酸(PLA)繊維	非石油系素材への転換 CO2排出削減 省エネルギー
		1102	コストパフォーマンス向上	ポリマーのコストダウン (原料精製エネルギーの削減技術、直接重合合法の開発)	製造コスト	ポリ乳酸(PLA)繊維	非石油系素材への転換 CO2排出削減 省エネルギー
		1103	風合い向上 軽量化 成形加工性向上	機能性(風合い、軽量)向上技術の開発 (極細・中空繊維、異形断面糸の進化)	機能性向上 高価な絹の代替	ポリ乳酸(PLA)繊維	非石油系素材への転換 ポリエステル代替 CO2排出削減
	新規バイオベース ファイバー(繊維)	1104	ポリエステル等汎用繊維と同等の強度・耐熱性を有する新ポリマー 既存繊維とは異なる機能の付与	既存のバイオマス系化学品からのポリマー製造、繊維化技術の開発 (コハク酸、グルタミン酸などからポリマー製造・繊維化技術) 発酵生産時における低エネルギー消費の効率的な精製技術の開発	非可食発酵原料の使用		非石油系素材への転換 CO2排出削減 省エネルギー
	バクテリア由来繊維	1105	生産性向上 生分解性	バクテリア利用の高効率製造技術の開発 (バイオポリエステル、バクテリアセルロースの開発)	合成微生物の発見と馴化	海洋バクテリアポリエステル・セルロース バイオナノファイバー	スーパー繊維素材 CO2排出削減 省エネルギー
	環境調和性	1106	溶媒を使用しないセルロース紡糸	熱可塑性セルロース繊維の開発	セルロースの熱可塑性	熱可塑性セルロース	
	セルロースナノファイバー	1107	高弾性率素材	セルロースナノファイバーの製造・利用技術の開発	ナノファイバー化	バイオファイバー	新素材
	新原料	1108	原料転換(CO、CO2、バイオエタノール利用)	COとエチレンによる高強度脂肪族ポリケトン繊維の開発 古繊維(綿、麻、レーヨン等の植物繊維)のバイオエタノール化 CO2原料繊維の開発	合成プロセスの確立 綿等のバイオエタノール化に適應する酵素の発見 水分30%を含むエタノールの燃料利用可能とするボイラー技術の開発	脂肪族ポリケトン ポリビニールアルコール	省資源 環境負荷の低減 ゼロエミッションのPR効果 燃料コスト削減 廃棄物焼却コスト削減
	環境影響評価	1109	環境貢献度の定量評価 (C2、省エネルギー)	新技術、新製品のLCA評価 (総エネルギー使用量、総CO2発生量)			
	リサイクル	繊維製品素材分離 技術開発	1201	ポリエステル、ナイロン、綿、ウール、ウレタン素材等のコストパフォーマンス向上・高効率分離技術	各種繊維の分離技術とLCA評価をベースとしたリサイクル技術の開発 (ポリエステル、ナイロン、綿、ウール、ポリウレタン等の分離技術の開発)	ポリエステル、ナイロン、綿、ウール、ポリウレタンの分離	
小規模・地域分散 プロセスの開発		1202	少ロットでの多種素材混合繊維製品のリサイクル	少ロット、地域分散型の回収システム、リサイクル技術の構築、リサイクル品の商品化技術の開発、素材分離技術開発	回収費用低減・地域毎の再生市場構築		
染料・高次加工処理 薬剤の抽出技術		1203	染料の分離	繊維からの染料抽出技術の開発 (脱色技術、染料成分の分離技術の開発)	リサイクル品の品質向上		リサイクル品の品質向上
		1204	高次加工処理剤の分離	繊維からの高次加工処理剤の分離・抽出技術の開発	各種素材分離処方を阻害 リサイクル品の品質向上		リサイクル品の品質向上
染料・高次加工処理 剤の易分離		1205	易分離性染料・加工剤 洗浄等による再利用化	易分離性染料の開発 繊維によるメッキ液からの貴金属の回収率向上	リサイクル品の品質向上 低価格化		リサイクル品の品質向上
ケミカルリサイクル		1206	ナイロン6、ナイロン66繊維のリサイクル	ナイロン6、ナイロン66繊維のケミカルリサイクル技術の開発	ケミカルリサイクル技術		省資源
		1207	アクリル繊維のリサイクル	アクリル繊維のマテリアル及びケミカルリサイクル技術の開発	商品化技術		省資源
		1208	ポリウレタン繊維のリサイクル	ポリウレタン繊維のケミカルリサイクル技術の開発	ケミカルリサイクル技術		省資源
		1209	ポリ乳酸繊維のリサイクル	ポリ乳酸繊維のケミカルリサイクル技術の開発	ケミカルリサイクル技術		省資源
		1210	回収天然繊維のリサイクル	綿のエタノール発酵酵素、羊毛の有用化学物質転換技術の開発	ケミカルリサイクル技術		省資源
	1211	ポリエステル繊維のリサイクル	PETなどポリエステル繊維のケミカルリサイクル	ケミカルリサイクル技術		省資源	

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果
省エネルギー	汎用繊維の高性能化	1301	高弾性率 高耐熱性	ポリマー改質・GNT複合化技術の開発	高性能化技術 ナノテクノロジー	高性能ポリエステル ナイロン ポリプロピレン	省エネルギー 軽量化 長寿命化
	繊維製造エネルギー低減	1302	新製糸技術	新製糸技術の開発(現状の製糸工程のエネルギーを30%削減)	加エプロセスの改良(熱エネルギー伝達効率化など)	既存合繊	製糸工程のエネルギー低減、CO2排出削減
		1303	ポリエステル低温染色性向上	常温(低温)可染ポリエステルの開発	高温染色時の物性低下 染色工程のエネルギー低減	新規合繊 生物由来ポリエステル	染色工程の省エネルギー低減 CO2排出削減
		1304	加エプロセスの改良	糸加工処理技術の開発 (高効率加熱装置、新規染料洗浄技術、超臨界染色など非水系染料挿入技術、インクジェット染色用顔料及び固着技術、染色時の形態安定化技術など)	易染・高堅牢度を満足させる新規ポリマー、新規染料の開発 コストダウン 環境負荷低減	新規合繊 高選択性局所繊維加工技術	製造工程のエネルギー低減 多品種小ロット生産の高効率化
	機能性繊維使用による省エネルギー化	1305	発熱、吸熱、放熱特性向上	新規機能性繊維の開発 (温湿度の変化に応じて構造が変わるテキスタイルの開発)	変換熱量の向上	吸熱・発熱繊維	冷暖房エネルギーの低減 CO2排出削減
	超保温繊維 超蓄熱繊維	1306	保温性能、発熱性能、蓄熱機能	空気層の最適配置等による保温性の向上、 発熱機構の適用、蓄熱機能の適用	ナノボイドなど繊維構造設計、蓄熱材料の高機能化 他	ポリエステル、ナイロンなど汎用素材をベースにした繊維	保温性衣料、保温材(断熱材)としての展開(大幅な省エネルギー) CO2排出削減
環境対策等	繊維製造関連の環境負荷低減	1401	使用可否の判別 コストパフォーマンス向上	生分解性ポリマーの时限コントロール技術	使用中の劣化	環境適合繊維	環境負荷低減
		1402	染料、糊、薬剤の高効率処理技術の開発 (コストパフォーマンス向上、環境負荷低減)	環境負荷の少ない低浴比染色技術、高次加工技術の開発 (超臨界流体利用染色技術、天然系色素の利用後術、酵素利用プロセスの開発) 新発色システム ドライプロセス染色仕上げ加工技術の開発	染色工程排水処理コストダウン 染料の環境汚染低減 糊等の環境汚染低減 新発色システム設計・素材設計	新規処方 発色繊維	環境負荷低減
		1403	易減量	アルカリを使用しない減量技術の開発	易減量ポリエステル	易減量ポリエステル	環境負荷低減
		1404	環境対応ポリエステル	新規ポリエステル触媒の開発	ポリエステル触媒技術	新規ポリエステル	環境負荷低減
	安全対応	1405	難燃・非溶融合繊	非ハロゲン系防炎剤による不融化繊維(炭化促進技術)の開発 (非ハロゲン系防炎剤、原系改質・後加工技術)	不融化熱可塑性繊維	新規ポリマー	生活的安全性
	繊維を活用した高効率分離技術の開発	1406	高効率・コストパフォーマンス向上	バイオエタノールの分離/新化学・分離プロセスの開発、エチレングリコール/水・分離プロセスの開発、メタノール/エチレングリコール・分離技術の開発	製造・分離プロセスの改良	エタノール透過膜・中空糸膜、ゼオライト膜	エタノール濃縮プロセスの開発 各種有機化合物分離プロセスの開発 CO2排出削減
	ウラン等海中の有用金属資源回収	1407	ウラン吸着	選択的ウラン吸着材	回収効率向上、吸着率向上・速度向上、耐久性向上	吸着材	未利用資源の回収
	海水淡水化処理装置	1408	生産水質の高度化 生産水コスト低減	前処理用中空糸膜モジュール及び高機能逆浸透膜(平膜、中空糸膜)の開発	中空糸膜処理水質向上 耐酸化性逆浸透膜	高効率中空糸膜逆浸透膜モジュール	水資源の確保
	排水処理装置	1409	排水の再利用(生産水質の高度化、生産水のコスト低減)	高機能繊維、高機能中空糸膜及び逆浸透膜(平膜、中空糸膜)、微生物担体繊維等の開発	有機物の除去(ファウリング防止) 耐酸化性逆浸透膜	イオン交換繊維 活性炭繊維 微生物担体繊維等	環境保全 水資源の確保
	大気処理装置	1410	エアフィルター、バグフィルターの高性能化	高機能フィルターの開発(VOC除去技術、フッ素代替材の開発)	長寿命化 耐熱性向上 有害物質の高効率捕集	高強度・高耐熱性繊維	長寿命化
電磁波遮蔽繊維構造体	1411	柔軟性を維持しつつ電磁波遮蔽性能を発現	導電成分の繊維内部への配合 導電成分による繊維の被覆	高率粒子配合技術の確立 皮膜形成技術	ポリエステル、ナイロンなどを汎用素材をベースにした繊維	電磁波環境における防護服	
ケミカル防護服	1412	耐薬品性	耐薬品性、ガスバリア性の優れたポリマー設計	新規ポリマー設計、繊維構造体設計	新規ポリマー設計	薬剤使用環境における防護服	

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果
	高性能吸着繊維	1413	吸着性能	制御された微細構造を有する新規活性炭繊維の設計と開発	新規活性炭繊維の創出	炭化可能な繊維素材、ブレンド繊維など	VOC吸着材、高性能フィルターなどへの応用
	新規高吸水性繊維	1414	吸水性能、保水性能	高い吸水性を発現するポリマー設計	新規ポリマー設計、繊維構造体設計	新規ポリマー設計、生分解性ポリマーをベースに	水分付与を目的とした繊維構造物の使用(砂漠緑化など)
	CO2吸収・分解繊維	1415	CO2吸収・分解	繊維への光合成機能の付与	生物学との連携による基盤技術の確立	CO2吸収・分解繊維	CO2排出削減

重要技術

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果		
自動車	外板部材 フード トランクリッド スポイラー 屋根 ドアパネル トラック架装	2101	コストパフォーマンス向上	(1)高加工性・環境負荷低減技術	高コスト	炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	大量生産が可能になる		
		2102	高速成形性	(2)表面欠点解消成形技術(クラスA塗装)	成形サイクルが長い		適用性が拡大する		
		2103	軽量性	(3)疲労性、寸法精度、接合性などの評価法	仕上げに手間が掛かる		リサイクルが可能になる		
		2104	外観(塗装性)	(4)繊維複合のリサイクル技術とシステム	衝撃設計の自由度が少ない		燃費が向上する(省エネルギー)		
		2105	設計の自由度 リサイクル	(5)その他 ①均一分散技術 ②深絞り形状成形技術	リサイクルできない				
	駆動装置 ドライブシャフト	2106	軽量性	(1)高加工性・環境負荷低減技術	高コスト	炭素繊維強化プラスチック	大量生産が可能になる		
		2107	剛性 制振性	(2)制振化技術(金属以下) (3)その他 ①耐熱性向上 ②高強度・高弾性化	成形サイクルが長い 振動吸収ができない		燃費が向上する		
		2108	コストパフォーマンス向上						
	車体(ボディ) 車体 車体回り部材	2109	軽量性	(1)高加工性・環境負荷低減技術	高コスト	炭素繊維強化複合材 炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	大量生産が可能になる		
		2110	高強度、高剛性	(2)高強度炭素繊維	成形サイクルが長い		燃費が向上する		
		2111	耐衝撃性	(3)低線膨張化技術	耐衝撃性が低い		リサイクルが可能になる		
		2112	コストパフォーマンス向上	(4)高速衝突時の破断防止材料技術 (5)繊維複合材のリサイクル技術とシステム	寸法精度が低い リサイクルできない		防錆処理が不要になる		
		2113	リサイクル性	(6)その他 ①薄層多軸ブリブレグシートとその成形法の開発 ②バリの出ない加工法			安全性が向上		
		2114			③熱可塑性樹脂マトリックス		クリープが大きい	低クリープ炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	高負荷部品への展開が可能 高寿命化
					④等方特性の発現				
					⑤母材の最適化、繊維と母材の密着、ファイバー選定、解析等				
					⑥炭素繊維含有率が低くて高物性が得られる繊維配向 ⑦EB照射技術 ⑧超臨界流体の特性利用 ⑨高アスペクト比短繊維(紡績系)材開発・適用 ⑩新素材・加工法導入による全体の工法システムの統合				
		パネル インテリアパネル	2115	軽量性、塗装性	(1)高加工性・環境負荷低減技術		仕上げに手間が掛かる	炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(射出成形品)	大量生産が可能になる
	2116		低価格	(2)高性能ベレット生産技術	リサイクルできない	燃費が向上する			
	2117		リサイクル性	(3)繊維複合材のリサイクル技術とシステム	コストが高い	リサイクルが可能になる			
	2118			(4)その他 ①高品位外観性					
	エンジンカバーなど	2119	軽量性	(1)炭素繊維入り耐熱性樹脂ベレット	耐熱性が劣る	炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(射出アラムド繊維強化プラスチック)	大量生産ができる		
		2120	コストパフォーマンス向上	(2)低コスト炭素繊維	成形サイクルが長い		燃費が向上する		
		2121	耐熱性	(3)繊維強化材のリサイクル技術と体制	リサイクルできない		安全性が向上する		
	燃料タンク 高圧ガス(CNG、水素)タンク	2122	リサイクル性	(4)その他 ①安全性、吸振(音)性 ②高強度化					
2123		軽量性	(1)炭素繊維の高強度化	耐衝撃性より高強度系が必要	炭素繊維強化プラスチック	大量生産が可能になる			
2124		高強度	(2)欠陥が発生しない成形技術			燃費が向上する			
2125		耐衝撃性	(3)CFRPの耐衝撃性改善						
2126	コストパフォーマンス向上	(4)低コスト炭素繊維	コストが高い						
その他自動車部品 各種機構部品	2127	軽量性	(1)耐熱性に優れた炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	高コスト	炭素繊維強化プラスチック 炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(射出成形品)	大量生産が可能になる			
	2128	高強度、高剛性、耐摩耗性	(2)その他	耐熱性が不足(使用部位による)		燃費が向上する			
		耐薬品性	①摺動磨耗性向上						
	耐熱性	②繊維の均一分散配向、熱可塑性樹脂の射出成形技術 ③リサイクル技術	サーマルリサイクルの制限 溶解樹脂の制限	炭素繊維強化バイオプラスチック	リサイクルの自由度向上 資源枯渇問題対応				

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果		
航空機	一次構造材 垂直尾翼、水平尾翼 床桁材 主翼外板 主翼桁材 胴体	2201	軽量性	(1)炭素繊維の強度、弾性率アップ	設計伸度の一層のアップが求められる	炭素繊維強化プラスチック	一層の量的拡大が可能になる 燃費が向上する 検査コストが低減する		
		2202	高強度、高剛性	(2)CFRPの靱性改善	成形コストが高い				
		2203	靱性	(3)簡便な非破壊検査技術	欠陥の発見が難しい				
		2204	コストパフォーマンス向上	(4)ダメージ発見の容易なシステム					
		2205		(5)高強度・超軽量プリフォームの製作技術(ドライプリフォーム)					
		2206	ダメージの発見容易性	(6)その他 ①被加工性 ②リサイクル ③非加熱硬化型樹脂					
	二次構造材 昇降舵、方向舵 フェアリング、フラップなど 内装部材	2207	軽量性	(1)高加工性・環境負荷低減技術	成形コストが高い	炭素繊維強化プラスチック	燃費が向上する メンテナンスコストが低減する		
		2208	高剛性	(2)ダメージを示す樹脂システム					
		2209	ダメージの発見容易性	(3)その他 ①修理法の開発					
		2210	軽量性	(1)短時間成形技術(樹脂、成形法)	高コスト			炭素繊維強化プラスチック	一層の量的拡大が可能になる 燃費が向上する
		2211	高剛性 耐衝撃性	(2)CFRPの耐衝撃性改善	耐衝撃性が不十分 ダメージが発見し難い 水滴などによるエロージョン発生				
		2212	耐エロージョン	(3)その他 ①耐エロージョン対策がされた複合材 ②電波透過・電波吸収複合材・耐雷性向上					
	2213	軽量性	(1)高耐熱、高靱性樹脂開発	耐熱性が不十分					
	2214	高強度、高剛性	(2)修理方法開発	超高速巡航時の強度と常温時の靱性が両立しない					
	2215	耐熱性 靱性	(3)その他 ①短時間成形、短時間硬化樹脂						
	エンジン カウリング ノーズコーン ファンブレード	2216	軽量性	(1)流動性の良い耐熱性熱可塑性樹脂	比強度、比弾性率が低い 高コスト	炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	一層の量的拡大が可能になる		
		2217	高強度、高剛性 耐熱性	(2)その他 ①強度利用率の良い炭素繊維および熱可塑性樹脂 ②耐衝撃性、耐エロージョン					
		2218	軽量性	(1)高伸度、高強度化	靱性が不十分			炭素繊維強化熱可塑性プラスチック	一層の量的拡大が可能になる 乗客の安全性が向上する メンテナンスコストの低減に繋がる 安全性の向上に繋がる
2219		高強度、高弾性率	(2)振動吸収構造材	振動吸収が不十分					
2220		高サイクル疲労強度 振動吸収性	(3)耐衝撃性改善	衝撃性が劣る					
2221		軽量性	(1)極低温時の強度、靱性向上	タンクの金属ライナーが必要である	炭素繊維強化プラスチック				
2222	高強度、高弾性率	(2)線膨張特性改善	極低温時の靱性、亀裂防止、機密性確保が悪い						
2223	耐極低温 機密性	(3)信頼性向上							
鉄道車輛 ボディー 台車	2301	軽量性	(1)高加工性・環境負荷低減技術	高コスト		炭素繊維強化プラスチック	一層の量的拡大が可能になる 車輛の高速化が可能になる 車体の低コスト化に繋がる		
	2302	高剛性 不燃性	(2)大型品の成形技術	生産性が低い					
	2303	コストパフォーマンス向上	(3)その他 ①生産性向上 ②熱特性の改善 ③CFRPの耐衝撃改善 ④リサイクル技術						
船舶 外板、マスト 船体 ヨット用マスト	2401	軽量性	(1)高加工性・環境負荷低減技術	高コスト	炭素繊維強化プラスチック	一層の量的拡大が可能になる			
	2402	高強度	(2)CFRPの耐衝撃改善	衝撃性が不十分					
	2403	耐衝撃性	(3)複合材の接合技術	接合技術が確立していない					

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果
その他	搬送ロボット ロボットアーム	2501	軽量性	(1)高弾性率炭素繊維	剛性が不十分 成形寸法の精度が不十分 高コスト	炭素繊維強化プラスチック	一層の量的拡大が可能になる 搬送サイクルの短縮が可能になる
		2502	剛性	(2)硬化収縮の少ない樹脂			
		2503	寸法精度	(3)大型物の成形技術 (4)その他			
		2504		①成形性 ②寸法精度・安定性 ③取付方法			
	パーソナル移動体 パーソナルカー 人型ロボット、補助 ロボット 車椅子 義足、義手	2505	省スペース 軽量、機動性、簡易性 意匠性	(1)モノコック構造 (2)携帯容易な軽量素材	設計技術 オンライン計測技 成形技術 接合技術 アモルファス部分の構造解 析手段 界面構造の解析		
		2506	省エネルギー 環境適合 安全、快適				
	上記分類以外	2507		(1)ゴム、基布等との複合化、その他ゴ ム改質材料の開発 (2)フィルムインサート技術 (3)塗装フィルム (4)CF製造プロセス開発 (5)高強度化 (6)その他 ①耐火性向上、有効な耐震補強材 ②高融点熱可塑性ポリマー		タイヤ用高性能廉価ア ラミド繊維	
		2508					
		2509					
		2510					
		2511					
		2512					
部材化共 通基盤技 術	(1)設計技術	2601	機能・性能・品質の標準化	(1)設計コンセプト、CAD/CAM/CAE技術 (2)ヘルスモニタリング、モニタリング技 術、非破壊検査	リサイクル材の性能不十分 リサイクル材の性能不安定	炭素繊維 熱硬化性CFRP 熱可塑性CFRP	自動車リサイクル法、リサイ クルEU指令等への対応
	(2)評価・分析技術	2602					
	(3)接合技術	2603		(3)複合材の接合技術			
	(4)標準化技術	2604		(4)評価技術の規格標準化			
	(5)リサイクル	2605		リサイクル技術 リサイクルシステム (5)リサイクル技術 ①インプラント端材の有効利用技術 ②リサイクル炭素繊維の分級と規格標 準化 ③不連続繊維からのCFRP自動成形技 術			
	(6)炭素繊維製造 省エネ化・生産性向 上技術	2606		炭素繊維の生産性向上技術 炭素繊維の低環境負荷製造 技術 炭素繊維の低コスト製造技術 (6)炭素繊維製造省エネ化・生産性向上 技術 ①従来比10倍程度の生産性 ②従来比1/2以下の環境負荷 ③従来比1/2以下の価格			

重要技術 重要技術(追加)

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果		
建設	建築・土木構 造材、資材	3101	軽量化、高強度、耐 久性	高強度繊維の低コスト化 高強度繊維・マトリックス接着技術 超強度棒状繊維束または立体成型繊維 織技術	軽量化、高強度(橋梁・軽 量化、超スパン化)(高層 ビル化)、耐久性、耐震性 施工性の向上	構造部材用炭素繊維、 アラミド繊維、ポリアレー ト繊維、高強度PVA繊維 繊維、ビニロン繊維	軽量化と設計の自由度 向上 易作業性、耐久性、ひび 割れ防止		
		3102	耐震性	高強度シートによる補強、強度向上	在来工法と異なる特殊工 法	炭素繊維織物、斜め織	鉄筋使いのかぶり厚減		
		3103	高靱性	高靱性コンクリートの開発	繊維配合マトリックスの最 適化 コンクリート他との付着性 高強度繊維の低コスト化	構造部材用炭素繊維、 アラミド繊維、ポリアレー ト繊維、高強度PVA繊維	高耐久コンクリート ひび割れ防止		
	内装材(建設/ 自動車含む)	3104	土壌が草木等で強 化するまでの補強、 防崩壊性、土砂の 流出防止	安全・安心材料、低環境負荷、噴泥防止	時限分解性 強度の向上	資材用繊維の開発、PL A繊維の活用	土壌補強材の時限分解 による環境負荷減少		
		3105	難燃性、自己消火 性、溶融耐性の向 上	難燃性、自己消火性、溶融耐性の向上 脱ハロゲン化 火災時の有毒ガス発生低減またはゼロ	環境配慮(非臭素系防炎 剤使用等)	炭素(難燃)繊維、新機 能繊維の後加工による 機能の高度化	難燃性、自己消火性の 向上		
		3106	VOC吸収・分解、有 害化学物質からの 防護	後加工による高度機能付与	VOC吸収・分解 CO2吸収・分解	後加工による高機能繊 維	安心・安全 有害物質からの防護 シックハウス対策 難燃性の向上 室内の快適性向上		
		3107	発熱・放熱	衣料用高機能繊維の応用	プラスα機能	現行ポリエステル機能素 材+α機能	省エネルギー		
		3108	調光作用	異型断面、複合繊維	調光作用	調光繊維	室内の快適空間		
		3109	アスベスト(防音代 替、断熱、安全・安 心)	アスベストの機能を代替するシート等の 開発 グラスファイバーやロックウールの高性 能化 非先鋭性繊維片の開発	繊維片の両端の非鋭利 化加工技術	アスベスト代替材	アスベスト代替 耐久性・信頼性 既存建築の改修に対す る市場拡大 耐火材・断熱材の無害化		
		3110	透明性	ガラス代替ファイバーの開発 透明光ファイバーの開発 (エネルギー伝送用)	光透過率、強度、表面平 坦性 屈折率制御、フレキシビ ティー、低コスト生産方式	ガラス繊維複合プラス チック	防錆処理不要 適用性の拡大		
		3111	消臭性(VOC対 策)、防汚性、高吸 着性、高吸音性	吸音特性に優れた内装トリム繊維材料の 開発 VOC対応の繊維素材	コスト デザイン性の維持	自動車内装材			
		3112	衝突安全性	柔軟で衝突しても人体に対してダメージ の少ない外装材の開発	高強度、高剛性の保持	自動車外装材	安全性の向上		
		3113	電磁波遮蔽	電磁波遮蔽繊維	軽量で遮蔽効果がある織 物製造	電磁/電波遮蔽軽量衣 服 電磁/電波遮蔽断材	人体への有害波長の回 避 航空機内の電波機器使 用による事故の回避		
		情報家電	携帯電話・電 子新聞ディ スプレイ部材	3201	超低透水性、ガスバ リア性、柔軟性他 超薄基盤電子部品 均一性向上	ナノ繊維製造用複合糸の延伸によるナ ノ繊維高強度化と2次元ランダム配向 マトリックス含浸技術	ナノ繊維開織技術による 極細化 ナノ繊維強化用マトリク スの開発	透明多機能膜 透明繊維複合シート フラットフレキシブルケ ーブル	電子部品等の高機能 化、高性能化
				3202	リアプロジェクター 式ディスプレイスク リーン結像機能	精密・高速の製織・準備技術 透明光ファイバーの開発	光ファイバー精密製織	細繊維プラスチック光 ファイバー	低コスト大型リアプロ ジェクターの実現
3203	導電性の布帛、織 維構造材			CNTの複合化技術 無機ナノ複合機能化技術	導電性・伝導性向上	CNTの高機能化 無機ナノ複合化繊維	エネルギー削減		
FED電子膜	3204		高導電性、易電子 放出性、均一性	CNT配向成長、大面積化、均一性向上 技術	長寿命化、単層CNTに関 しては均一性	スーパーグロスCNT 2層CNT	PDP置き換え		
	3205		ミリ波帯域電磁波吸 収、電子機器の誤 作動防止	対高周波機能(反射、吸収等)シート状部 材	ミリ波帯域電磁波吸収、 電子機器の誤動作防止	対高周波機能(反射、吸 収等)シート状部材			
光ファイバー	3206		解像度改良 伝達性能	極細化、軽量化、耐熱性の向上、増幅性 の付与	使用環境の高温化による 耐熱性の要求	高品質光ファイバー ナノファイバー(海鳥型 複合紡糸) 光ファイバー配線	小規模、光通信網の整 備、用途の拡大		
生活(医 療、安 心・安 全、快 適部材)	組織再生用部 材(生体 適合ナノ布 帛、体内手術 用縫合糸、人 工血管、人工 透析)	3301	細胞増殖性、組織 形成性、細胞培養 特性、生体適合性、 耐滅菌性	時限分解用新規高分子の重合 複合糸によるナノ繊維製造 複合糸の編織と開織技術 生体適合性・自由局面創生技術	ナノ繊維の編織技術 新規高分子設計 高強度化 高度複合化 伸縮性不足、強度不足	ナノ繊維による生体適合 ニット材料等 繊維製ステント	新規市場開拓 人工透析器の小形化に よる需要拡大 再生医療の普及		
		3302	高伸縮性、高弾力 性、生分解性を併せ 持つ繊維	繊維の複合化	生体異物反応	PLAなど生分解性ポリエ ステルに高伸縮性、高弾 力性を付与した繊維	高伸縮性、高弾力性、 生分解性を併せ持つ繊 維		
		3303	生体適合ニット素 材の開発	伸縮性不足、強度不足	ナノ繊維による生体適合 ニット材料	高伸縮性、高弾力性、生 分解性を併せ持つ繊維			
		3304	分離性能の高度化	極細化、吸着制御、高性能化	血球分離性能	ナノファイバー	小型化		
		3305	PLA繊維等安全性	重合(触媒)法の改良	金属スズの残存	PLA繊維等	安全性の向上 インプラント用途拡大		
	3306	皮膚の病気を直す ための医薬機能	加工法、加工薬剤の開発	皮膚の病気を直すため の医薬機能	医薬機能を付与できる織 維素材	新たな医療行為			
インプラント	3307	生体吸収性ポリマー の時限分解化など	複合糸による段階的分解性付与、分 子量、分子量分布制御等	分解速度の制御	ポリ乳酸繊維等				

大項目	小項目	No.	ファイバーに求められる性能及び機能	研究開発の方向性	課題	繊維製品名 繊維素材名	期待される効果
生活(医療、安心・安全、快適部材)	防護材	3308	有害物質(化学物質・ウイルス・細菌等)からの防護	薬物吸着繊維、高性能フィルター	対化学物質、ウイルス、細菌性能評価 ウイルス選択除去と高ガス透過性の両立	ナノファイバー芯鞘構造系 新型ウイルス感染防止マスク	安全医療 有害物質フリー
		3309	刃物、弾丸、外部衝撃等からの衝撃緩和	高強力繊維 衝撃吸収繊維	高い衝撃吸収性繊維 コストパフォーマンス	高強力布帛 衝撃吸収布帛	防弾、防刃、防護
		3310	難燃性、自己消火性、熔融耐性の向上	難燃性、自己消火性、熔融耐性の向上 脱ハロゲン化 火災時の有毒ガス発生低減またはゼロ	クラス3(260℃以下)の高温環境における耐熱性と快適性の向上	消防服他、防災用衣服	消化活動時の安全性強化
	快適素材	3311	衣服内温湿度調整 その他の体温調節 体調管理	凝固、融解熱の利用、水分を吸収し放出する素材の開発 熱線反射クール繊維の開発 柔軟性・耐久性に富む透湿防水繊維の開発 エアコン機能を付与できる繊維素材の開発 体温、血圧等が衣服に記憶され体調管理する衣服の開発	冷却、吸放湿による発汗コントロール (現状、熱容量が少ない) エアコン機能 衣服の材料及着用感が疲労マーカーに及ぼす影響の研究	蓄熱放熱繊維・吸湿発熱繊維 透湿防水繊維 生体適応服 健康補助衣服	温暖化対策 省エネルギー クールビズ、ウォームビズの普及
		3312	着心地、風合い・安心感	生体適合性、好感触素材の開発 色合い変化繊維の開発	生体適合性、好感触素材	ポリエチレンビニルアルコール繊維、水溶性繊維(工程助剤) 後加工 ナノファイバー 人の体形に合わせて形状変化する繊維	ファッションと機能性の複合メリット
		3313	その他(消臭、防汚性、吸水性、撥水性など)	光触媒の繊維付着 新規高吸収・保水性繊維 汚れがつかない繊維の開発	光触媒の付着方法 繊維シートの超吸水性 ポリマー粒子並の吸収性の実現	光触媒による機能付与繊維 高吸収性オムツ	
	自律応答 繊維系材料	3314	情報伝達	ウェアラブルコンピュータ センサー機能付与 情報伝達機能の開発 能動繊維化 超軽量で高強度 皮膚にやさしい表面加工	繊維と通電、情報をのせる	ウェアラブルコンピュータ	服から情報を取り出す
		3315	痛みの感知、活動補助、 人体親和性、高強度、軽量、フィット性	介護用ボディースーツ(補助スーツ) 体の痛みを感知し、適切な補助をする スーツの開発 ケガや加齢等による生活行動の障害に対し、動作を支援するアクチュエーターの 装着部材の開発	多額な研究開発費・専門性・倫理 人体への影響 肌への親和性、フィット性、導電性	炭素繊維 スマート介護服 パワースーツ 災害救済時の筋力補助 スーツ	筋力アシスト
	インテリア・家具	3316	快適性の創造	室内温度調整インテリアファブリックの開発 軽量吸音材の開発 超天然繊維の開発	温度調整繊維の開発 コスト低減技術	スマートファブリック	空間快適性の向上

重要技術

大項目	中項目	小項目	No.	研究開発の方向性及び課題	ファイバーに求められる性能及び機能と期待される効	繊維製品名 繊維素材名
安全で豊かな生活を具現化する繊維技術	高強度・高靱性・高耐久性(軽くて強くフレキシブル)	複合化繊維	4101	前駆体繊維とナノ材料の複合 ナノ金属繊維との複合化技術の開発 ポリマー設計・合成(耐久性向上など) ナノ材料混合技術 製糸・焼成技術 中空糸化	高強度、導電性、軽量、耐久性、耐震性 繊維構造制御	ナノ材料複合繊維 軽量コンポジット ナノ金属繊維 高耐久性ポリマー
			4102	連続糸化技術 湿式紡糸技術	高い耐衝撃性、圧縮強度(>100GPa)	カーボンナノチューブ繊維
		汎用繊維の高性能化	4103	超高靱性と強度のバランス(Spider Silk状繊維) 高強度繊維の低ヤング率化、繊維非晶領域の分子構造制御技術	強靱、高伸張性(よく伸びて強靱な繊維)	柔軟・高強力汎用合成繊維
	高機能化(優れた働き)	ナノ繊維材料	4104	ナノレベルのポリマーアロイ技術を用いた高性能化 ナノアロイ技術の活用、基盤技術の確立 高性能ナノ構造繊維の開発	新規機能発現	新規高性能ハイブリッド繊維
			4105	光電変換機能の開発	電荷分離機能繊維設計技術、高光変換効率率化、耐久性向上、長寿命化、低価格化	ソーラセル部材 エネルギーテキスタイル
		新機能複合材料	4106	新規熱可塑性樹脂系複合材料の開発 新規樹脂設計技術の開発 FRP用高融点オレフィン繊維の開発	高強度、リサイクル性、易成形性、軽量化による省エネ、先進移動体への活用	ポリマー・繊維複合化部材 オールオレフィン系FRP
		インテリジェントファイバー	4107	使用環境の高温化による耐熱性の要求 家庭内高速光ファイバーネットワークの構築	解像度改良、伝達性能の向上 小規模、光通信網の整備、用途の拡大 極細化、軽量化、耐熱性の向上、増幅性の付与	高品質光ファイバー ナノファイバー(海鳥型複合糸糸)
			4108	高機能・ゾルゲル無機繊維創生技術の開発 靱性のある有機無機ハイブリッド繊維形成	これまでにない多彩な発光色と廉価な発光材料の提供 ナノハイブリッド、高効率な(光)触媒機能、吸着機能など 多色人工発光系の開発 感度向上と水溶性向上	センサー、金属酸化物ナノファイバー、自己集合型ナノファイバー、発光基質、発光酵素
			4109	耐洗濯性などの衣服特質を持つ導電性ファイバー 耐洗濯性、耐折曲特性の向上	新衣料による需要創出	アクチュエータ、 超高機能インテリジェント服
			4110	エレクトロテキスタイル 情報機能を持つファイバーとテキスタイル	デバイス化 エネルギー変換機能 ファブリック化の設計技術	超高機能インテリジェント服
	高感性化(美しく心地よい)	未来型染色加工技術	4111	インク開発、染料固着技術の開発 電子化技術(含ソフトウェア)	未来型染色加工技術、環境対応	オンデマンドデザイン・加工
		個人対応アパレル設計	4112	オンデマンドデザインと感性評価 テキスタイルデータのデータベース化	国産テキスタイルのブランド化	日本ブランド創出 機能性テキスタイル
		快適防塵衣料	4113	ナノ繊維の織・編み技術 ナノ繊維の積層技術 繊維・布帛の機能化技術	制電・導電 防塵 快適防塵衣料	防護服、消防服 クラス10、クラス1以下、対応の快適防塵衣料
		布帛の感性情報処理	4114	感性情報処理(脳科学分野)の高度化	高感性	感性情報処理システム
		空間演出用高感度布帛	4115	電気自動車、情報家電の進歩による居住空間、公共施設空間、移動体空間の設計	空間の演出	コクーン型構造物 未来型空間
自然と環境に優しい繊維技術	天然由来型繊維技術(脱石油)	バイオマスベースの合成繊維	4201	バイオマスからの繊維用基幹物質(モノマー)・ポリマーの製造技術及び繊維化技術の開発 バイオマスリファイナリーによるプラットフォームケミカルの開発と利用 価格に見合う高付加価値用途の開発	バイオベースのポリマー用基幹物質(モノマー) 非石油系素材への転換 新繊維素材の開発 コストダウン可能な新繊維生産システム 高付加価値用途の拡大	バイオベースのポリマー用基幹物質(モノマー) 新規バイオベースファイバー 新規バイオベースファイバー
			4202	天然由来炭素繊維前駆体の開発 ポリマー設計・合成 製糸・焼成技術	天然由来炭素繊維前駆体 非石化素材への転換 カーボンニュートラル	天然由来炭素繊維
			4203	非石油系スーパー繊維部材の開発	強度、耐熱性、成型加工性 石油由来スーパー繊維の代替	超高強度再生繊維
	バイオマス先進繊維複合材料	4204	バイオマスポリマーと高強度繊維技術の複合化 バイオマス繊維の複合化技術	脱石油資源化、高強度、CO2排出削減、原料の供給安定性の確保	高強度、バイオマスポリマー	
	自然活用型繊維技術(自然に学ぶ)	スーパーバイオミメテックス	4205	バイオ繊維素材を基礎とする超高機能部材の開発 バイオ改変繊維の開発 遺伝子組み換え技術、組織培養技術、育種技術による天然繊維の改質技術の開発	生体親和性超機能繊維、再生医療の需要拡大、新市場開拓、環境負荷低減 高吸水性、高保湿性、生体適合性、安全性、力学強度、防カビ、防臭 高性能化技術 高機能化、高付加価値化	バイオナイロン、キラミッド繊維 新規タンパク繊維 新規バイオ変性植物繊維
			4206	超高機能セルロースの開発 強度不足、生体適合性、安全性、成型加工性		セルロース複合繊維
			4207	生体機能を模倣したナノ構造制御による高機能化 ナノアロイ技術の活用、基盤技術の確立	ナノレベルの構造に起因する高機能繊維、省エネ、新規機能発現	ポリエステル、ナイロン バイオミメテックスファイバー

大項目	中項目	小項目	No.	研究開発の方向性及び課題	ファイバーに求められる性能及び機能と期待される効果	繊維製品名 繊維素材名
自然と環境に優しい 繊維技術	資源・エネルギー有効利用(リサイクル)	省エネルギー繊維化技術	4208	新規重合触媒の開発、低温活性触媒の開発 重合時間の短縮、蒸留効率の向上、放熱量低減 イオン液体を用いた湿式紡糸や乾式紡糸による 低温紡糸 溶媒レスシステムの開発	重合時間の短縮、重合エネルギー低減、製 造工程のエネルギー低減	低エネルギー、低コストポリ エステル
			4209	炭化収率が高い炭素繊維前駆体の開発 ポリマー設計・合成	高炭化収率 高強度・高弾性率、省エネ 製造エネルギー低減	炭素繊維、軽量コンポジット
		リサイクルしやすい 繊維製品設計	4210	リサイクルしやすい繊維製品設計 リサイクル可能な副素材の開発 繊維強化プラスチックのリサイクル技術の確立	省資源	易リサイクル繊維部材
		複合材料のリサイク ル	4211	炭素繊維と樹脂の分離技術 複合材料リサイクルの社会的システム確立	易リサイクル性、環境性能、コストパフォー マンス	熱可塑性炭素繊維強化プラ スチック
	新エネルギー技術	新エネルギー創生	4212	繊維径及び目付制御技術 高表面化技術、一体化技術 ナノファイバーの効率的な生産技術 エンブラ紡糸技術又はエンブラポリマー改質技術 複合材料プレードの軽量化、高強度化、低コスト 化	新規エネルギー創出部材の開発	ナノファイバーセパレータ ナノファイバー電極材 風力発電用複合材料プレード
		新エネルギー貯蔵	4213	ナノファイバーを用いた超小型2次電池、キャパシ タ、燃料電池、ラジカル電池等電極などの開発	よりコンパクトな電池の実現	
		新エネルギー伝送	4214	家庭内高速光ファイバーネットワークの構築 ナノファイバーの効率的な生産技術 エンブラ紡糸技術又はエンブラポリマー改質技術	解像度改良、伝達性能の向上 小規模、光通信網の整備、用途の拡大 極細化、軽量化、耐熱性の向上、増幅性の 付与	高品質光ファイバー ナノファイバー(海鳥型複合 紡糸)
	革新的製造技術(織 維、繊維製品)	構造精密制御技術	4301	超構造精密制御による高性能繊維材料の開発	高性能、高機能、超強力	超構造高強度繊維
			4302	ナノフィブリル化技術の開発		
		エレクトロスピニング 技術	4303	生産性の向上、高強度化技術の開発、低コスト 化、溶媒フリー化 極細化、高配向化	新高性能・高機能	マイクロ・ナノサイズ繊維、 フィルター
4304			立体成型技術、捕集・収束技術、高配向化	ESPナノヤーン、機能原糸		
二次加工技術(織り、 成形技術)		4305	繊維素材と加工技術のマッチング 最適化条件の探索、軽量化と物性の両立	二次製品高性能・高機能化、軽量化、軽量 化による省エネ	複合材料	
		4306	多軸織物、プレード(組み物) 高形成速度 工程連続化(樹脂含浸・成形)	先端材料のプリフォーム技術、超高強力・ 複雑形状コンポジット	炭素繊維・アラミド繊維複合 材料	
革新型加工技術		4307	超臨界CO ₂ 、低温プラズマ加工、電子線照射など 革新加工技術の繊維加工への応用	未来型繊維加工、幅広い分野への応用 コストパフォーマンス向上	各種繊維・テキスタイル	
		4308	ドライプロセス染色仕上げ加工技術 無水型染色仕上げ技術 低エネルギー染色技術の開発 新発色システム	未来型繊維加工、省エネ、低コスト、低環 境負荷	各種繊維・テキスタイル	
		4309	低環境負荷薬剤の開発 易分解性薬剤、低リスク薬剤の開発	未来型繊維加工、環境対応(低環境負荷 等)	各種繊維、繊維製品	
		4310	無縫製システム (モールド衣服、テープ縫製、融着縫製等) モールド用繊維、接合強度 人体計測から生地特性を加味した縫製工程への 転換技術	未来型縫製、縫製の合理化	衣服	
		4311	染色工程における高選択性局所加工技術(加工 部位の高精度制御技術、加工設備のコスト低減)	繊維集合体の表面または厚み方向のナノ レベルの、薬剤付与・改質等による機能性 の創出	各種繊維・テキスタイル	
革新炭素繊維		4312	溶融紡糸炭素繊維前駆体の開発 ポリマー設計・合成 製糸・焼成後術	革新炭素繊維前駆体(溶融性)、製造エネ ルギー低減 低コスト化・市場浸透による省エネルギー 溶剤レス	炭素繊維	
		4313	炭素繊維細細度化(ポイド形成構造、ポイド形成 方法) 低比重化炭素繊維 製糸・焼成技術 加工技術 高意匠化 接合技術	超高比表面積、表面高機能化、超軽量化 (吸着、反応、電極)	炭素繊維	
革新湿式紡糸技術		4314	高性能・高機能繊維の開発 天然繊維素材の高配向化による高性能化、均一 湿式相分離による均質多孔化 ファイバーのマイクロ構造制御	耐溶剤性、化学安定性、低コスト、高性能 化 環境適合性、安全性	結晶化度制御繊維	
ナノ構造制御複合紡 糸		4315	ナノ化、配向制御・構造発色ナノファイバーの開発	超高機能性、高強度化	機能性ナノテキスタイル ファッションテキスタイル	
革新評価技術		4316	疲労、耐食性などの信頼性データの構築 ヘルスマonitoring・非破壊検査方法の確立	評価技術の発達による安全性の強化	自己修復性複合材料 革新的評価技術の確立	

本技術戦略マップ上でのハイテクファイバーの定義

高性能ファイバー

素材のシーズに応じた高弾性、高強度、耐衝撃、耐熱、耐光(候)、対薬品、耐摩耗などの特性を有するファイバー。特に、ファイバー材料の力学性能の強度や弾性率は、その構成する高分子が理論的に発揮する値が計算できる。

スーパー繊維は強度(20cN/dtex以上)弾性率(500cN/dtex以上)を同時に満足させたものである。主に産業用途が多い。耐熱性、圧縮特性、耐疲労性、耐久性が要求される場合もある。

例:パラ系アラミド繊維, PBO繊維, 炭素繊維 等

高機能ファイバー

ニーズに応じた特殊な働きを新たに付与したファイバー。衣料用、産業用がある。

例:光通信ファイバー、消臭繊維、中空繊維、インテリジェントファイバー 等

ハイテク ファイバー

高感性ファイバー

その時代の一人一人の価値観(欲しいと思う気持ち)にあった商品をハイテク技術または、伝統技術を使って提供する。あるいはそういう商品を五感に訴える新機能商品などを提供する。

例:高風合繊維、五感繊維、光干渉繊維 等

添付3-19

※上記の区分は本技術戦略マップ上での定義とする。

出典:本宮達也著ハイテク繊維の世界(日刊工業新聞社1999年)を基に作成。

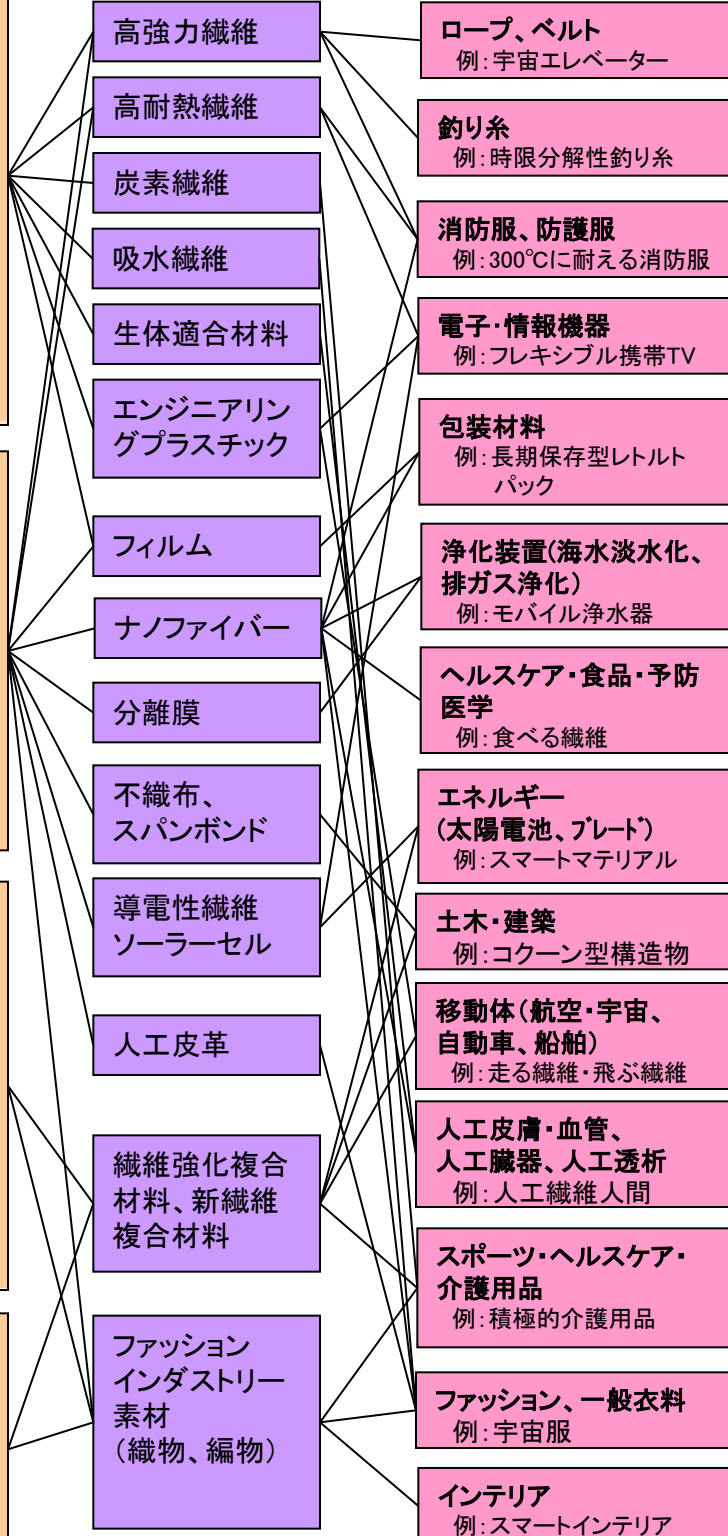
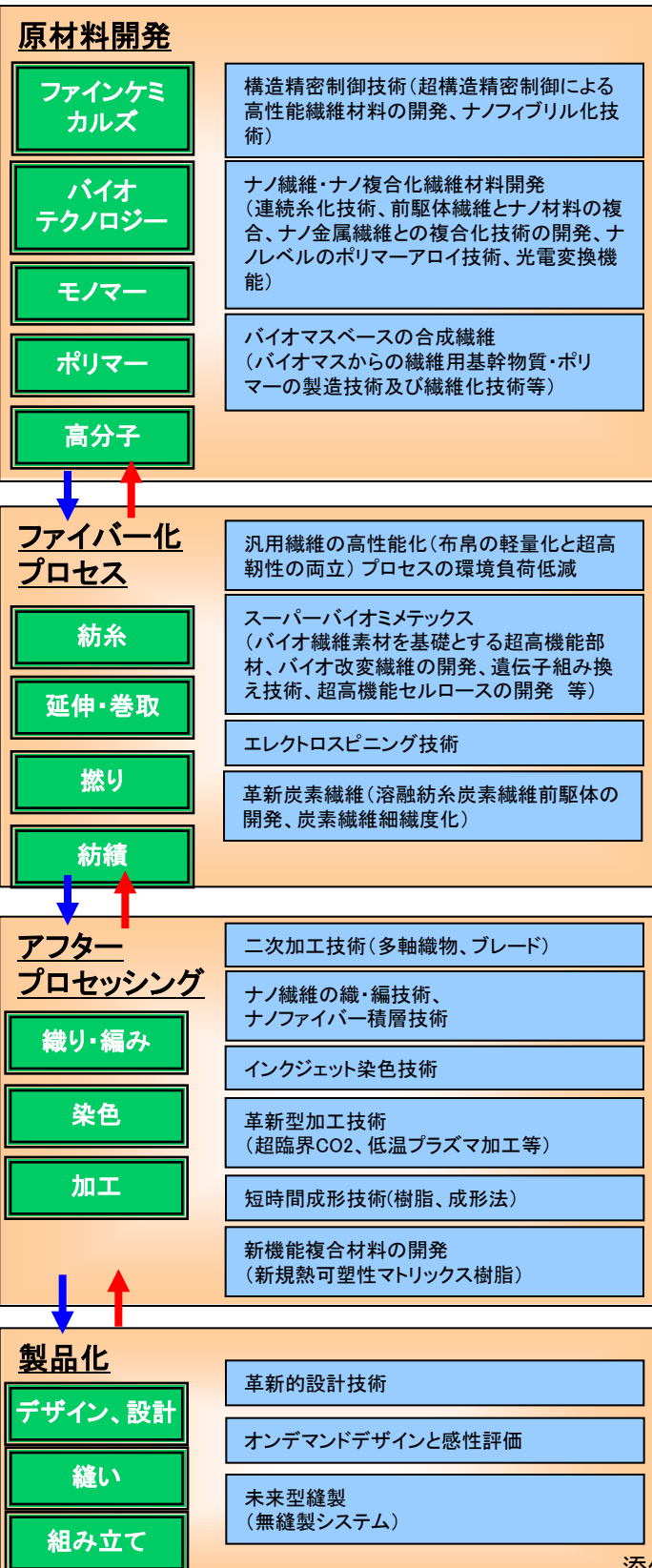
ファイバー分野における繊維技術の多角的な展開

<製品化の流れ>

<技術分野>

<中間部材>

<10年後の最終製品>

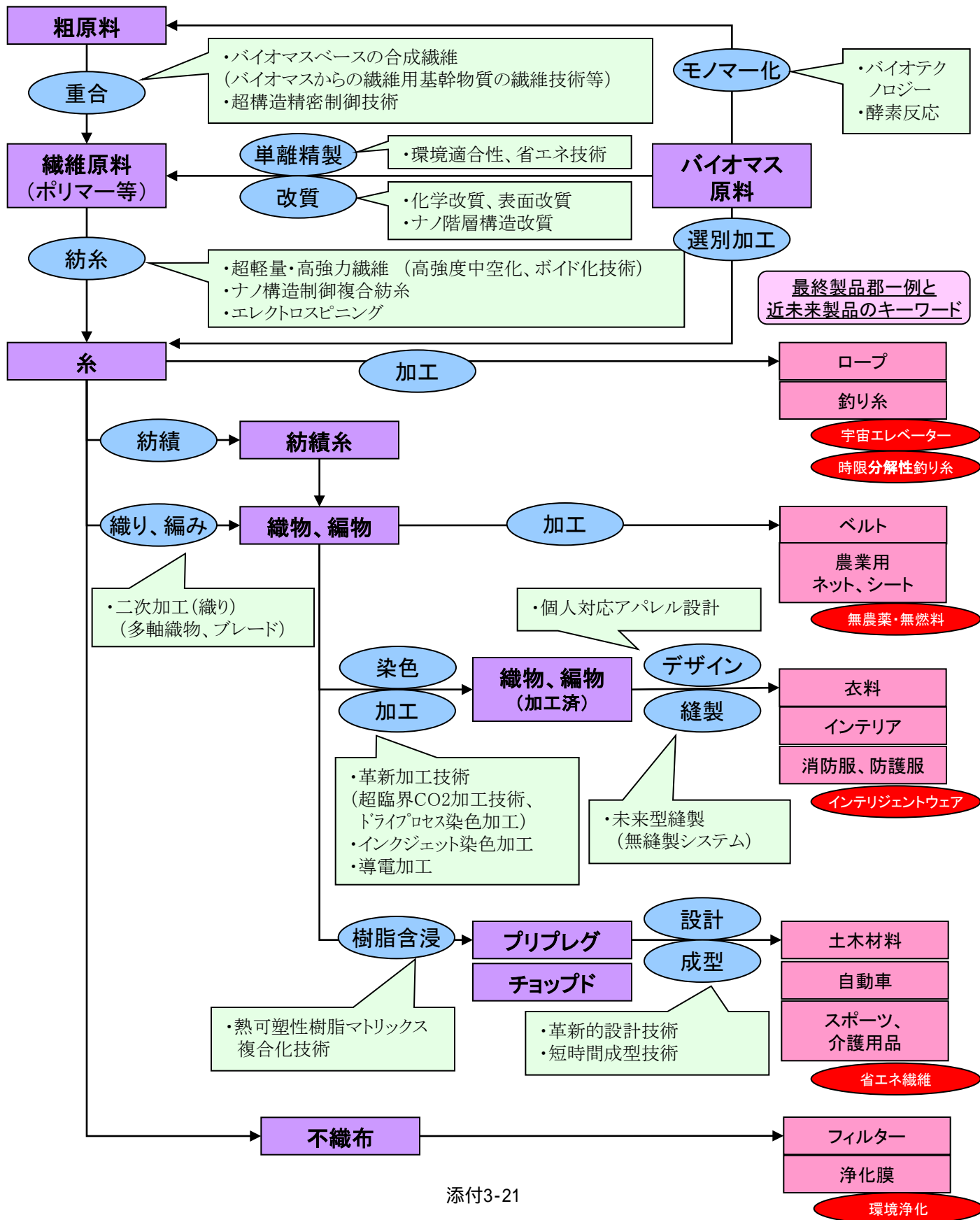


添付3-20

<製品・部材・素材設計の流れ>

※技術分野で記載した内容は、技術戦略マップの中から重要な技術や特徴的な技術を例示したもの

繊維の特殊性を有するファイバー分野の技術体系図



繊維から最終製品までの流れ

<技術>

原料 → 紡糸 → 紡織 → 中間部材 → 染色・加工

<10年後の最終製品>

超軽量・高強
力繊維
(基盤技術)

・中空化・ポイド化
・ナノ金属繊維との
複合化技術の開発

繊維、
テキスタイル

超軽量衣服

高強カロープ

宇宙エレベーター

インテリジェント
ファイバー
(基盤技術)

・多色人工発色系
の開発
・導電性ファイバー

繊維、
テキスタイル

高機能インテリジェン
ト服

アクチュエータ

高機能介護服

二次加工
(織り、成型技術)
(基盤技術)

・多軸織物
・ブレード
(組み物)

自動車用
部材(シート・
ボディー)

自動車

超軽量・省エネ
自動車

ナノ構造制御
複合紡糸
(基盤技術)

・極細化
・染色性向上

繊維、
テキスタイル

婦人服、ファッショ
ンテキスタイル

日本ブランド創生

快適防塵衣料
(基盤技術)

・制電・導電
・完全無塵化

繊維、
テキスタイル

快適防塵衣料

衣服内気候調節
防護服

革新加工技術
(基盤技術)

繊維、
テキスタイル

・超臨界CO2加工技術
・ドライプロセス染色加工

衣料、
インテリア

スマートインテリア

炭素繊維強化
プラスチック
開発技術(移
動体分野)

・低コスト炭素繊維
・炭素繊維の高強度化

炭素繊維
複合材料

自動車・航空機
ロボット・船舶

走る繊維
飛ぶ繊維

ナノ繊維の
編織技術
(建設・IT・
生活等分野)

・複合紡糸によるナノ繊維製造
・複合糸の編織と開織技術

生体適合
材料

人工臓器
他医療用製品

人工繊維人間

自律応答繊維
技術
(建設・IT・
生活等分野)

繊維、テキスタイル

・繊維と通電、
情報をのせる

ウェアラブル
コンピューター

インテリジェント
ウェア

快適素材(着
心地、風合
い、安心感)
(建設・IT・
生活等分野)

・生体適合性素材開発

繊維、
テキスタイル
添付3-22

・好感触素材開発

機能性を持ち合
わせたファッショ
ン・衣料

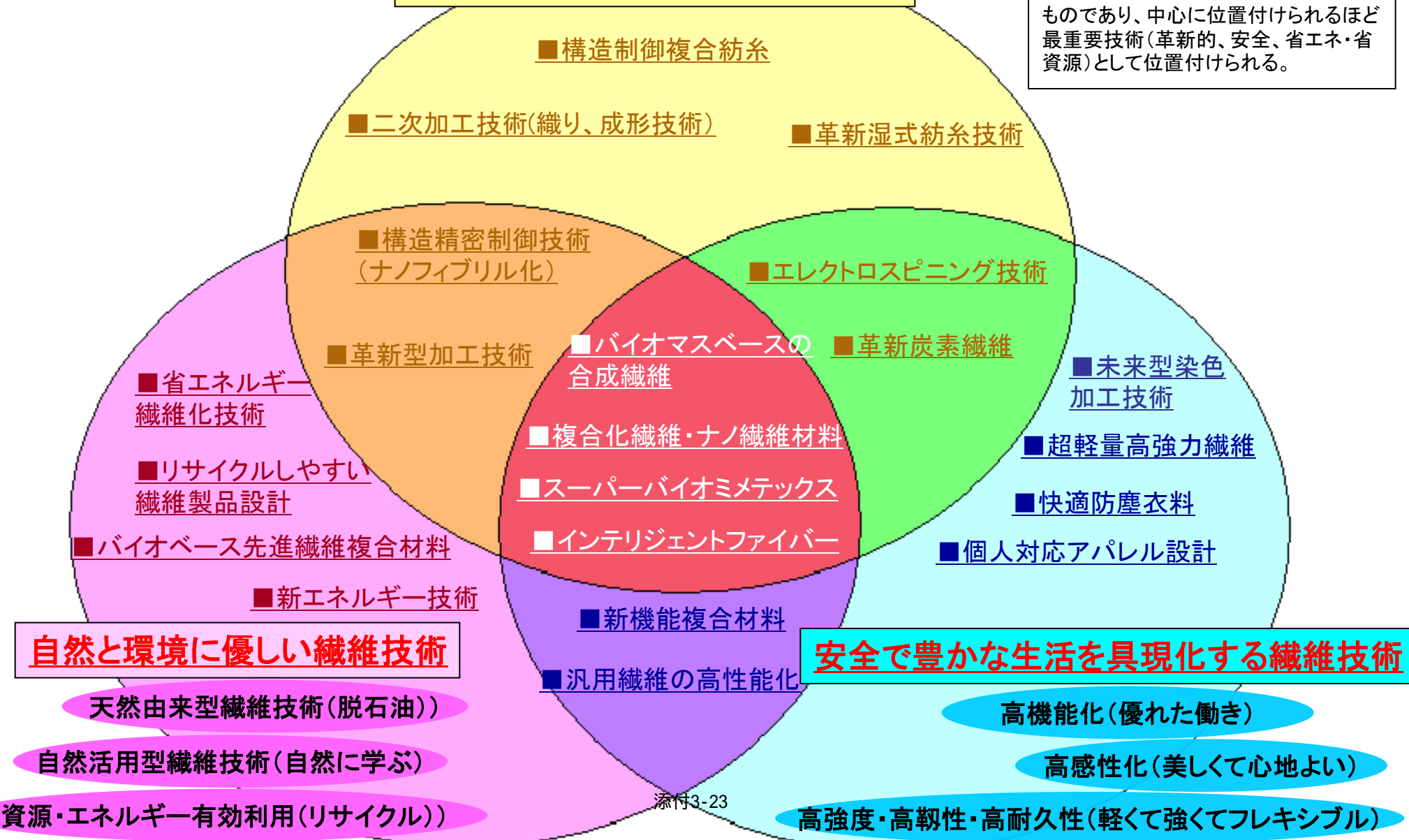
ファンクショナル
ファッション

基盤技術の融合イノベーション

【参考資料5】

革新的製造技術(繊維、繊維製品)

本図は基盤技術間の関係性を表現したものであり、中心に位置付けられるほど最重要技術(革新的、安全、省エネ・省資源)として位置付けられる。



事前評価書

	作成日	平成20年1月 29日
1. 事業名称 (コード番号)	サステナブルハイパーコンポジット技術の開発 (省エネルギー技術開発プログラム・革新的部材産業創出プログラム)	
2. 推進部署名	ナノテクノロジー・材料技術開発部	
3. 事業概要	<p>(1) 概要： 本研究開発は、成形性、加工性、リサイクル性が高く、自動車、産業機械等のより広い分野での利用が可能となる熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料の開発し、自動車の軽量化など移動体における消費エネルギーの大幅削減をはかるとともに、循環型社会の構築を目指すものである。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費 約20億円 (3) 事業期間：平成20年度～24年度（5年間）</p>	
4. 評価の検討状況		
<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>事業の必要性</p> <p>炭素繊維は世界シェアの約70%を日本企業で独占してきている素材である。先進材料である炭素繊維とプラスチックを一体化した炭素繊維強化熱硬化性プラスチック（CFRP）はその超軽量性から燃費改善の希望が強い航空機業界で使用率が最も多い材料になった。炭素繊維材料は、アルミ材料に比べて、約20%の重量軽減が達成できるとされているため、航空機の標準材料として地位を築きつつある。</p> <p>技術の現状を見てみると、材料強度ならびに軽量性に関しては、航空機へ採用されるほど、大きなポテンシャルを持っている。ただし、生産のサイクルタイム等に関しては、航空機の仕様となっており、また、金属のような均質材料でないことが設計の難易度を高くしている。軽量化効果の大きい本材料を金属材料の代替として、乗用車等に適用することができれば、今まで以上に燃費に優れた車の開発につながり、自動車産業を初めとする各種製造業での確固たる地位が築けるばかりでなく、環境立国日本としての地位もゆるぎないものとなる。金属材料特にスチールの代替えとなるためにも、従来のCFRP（CF/エポキシ）に匹敵する界面接着強度、低い線膨張係数を保持しながら、従来のCFRPの欠点であった高速成形性、易二次加工性、リペア・リサイクル性を備えた革新的な炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CFRTP）を開発すると共に、自動車部材開発に必要な材料特性を明確にすることが必要である。</p> <p>位置付け</p> <p>本事業は技術戦略マップ上で下記のように位置付けられる。</p> <p>1) 部材分野の技術マップ「環境・エネルギー分野」の「産業機器用部材による省エネルギー・CO₂削減用部材（軽量化・高強度化用部材）」</p> <p>2) 「省エネルギー技術戦略2007」における「先進交通社会確立技術」のうち「先進自動車の開発」、「安全性を確保した車体の軽量化」</p>		

(2) 研究開発目標の妥当性

【共通基盤技術】[委託事業]

研究開発項目① 易加工性CFRTP中間基材の開発

従来の炭素繊維の表面の改質は、エポキシ樹脂を中心とした熱硬化性樹脂を対象に行われているが、熱可塑性樹脂との含浸性・接着性を最大限発揮するような最適化はなされていない。また、熱可塑性樹脂は、炭素繊維との化学的結合を形成する官能基が少なく、界面接着力が弱いことが、複合材料としての物性発現が低いことの主要な原因と考えられており、これらの特性を向上させる炭素繊維の表面処理技術の開発が望まれている。一方、熱可塑性樹脂は熔融時の粘度が高く、硬化反応前の熱硬化性樹脂に比べ、強化繊維への含浸性に劣るため、複合化時の生産性、また、製造された複合材料に残るボイド等、実用面での課題を持っており、複合化時の含浸性・接着性と複合材料の力学特性を両立できる熱可塑性樹脂の開発が望まれている。

上記の理由により、従来の炭素繊維強化熱可塑性複合材料（CFRTP）は、複合材料中の繊維含有率を高めることが困難であり、生産性も低くならざるを得なかった。そのため、価格・物性・供給性の面で、同材料の自動車用途への普及を困難にしている。以上のことから、加工性を含む広い意味での生産性に優れ、繊維含有率が高い高品質のCFRTPの実現のためには、その成形やその後の加工・接合・リサイクルを可能とする中間基材の製造技術を開発することが不可欠である。

本研究では、熱可塑性樹脂との接着性と繊維の分散性や含浸工程通過性を両立する炭素繊維の表面処理技術、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂、および生産性に優れ、部材への加工性に優れたCFRTP中間基材として以下を開発する。

1) 等方性CFRTP中間基材

面内等方性を持つCFRTP中間基材を実現することにより金属並みの易加工性等を達成すべく、熱可塑性樹脂との接着性の高い炭素繊維の表面処理技術と同時に、接着性向上のために極性の高くなった炭素繊維をランダムに分散させるための繊維の分散と配向のコントロール技術を、自動車業界で汎用的であるポリプロピレン（PP）系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとした樹脂と併せて開発する。

2) 一方向性CFRTP中間基材

炭素繊維の高い強度・弾性率を最大限に活かすための一方向性CFRTP中間基材においては、熱可塑性樹脂用に最適化した炭素繊維の表面処理技術の開発と同時に、炭素繊維への含浸性と物性を両立する熱可塑性樹脂の開発を、ユーザーニーズに幅広く応えるべく、ポリプロピレン（PP）系やポリアミド（PA）系等の汎用熱可塑性樹脂をベースとして行う。繊維直角方向の曲げ試験で炭素繊維とマトリックス樹脂の界面接着を評価し、中間基材の物性は繊維方向の曲げ試験で評価する。なお、一方向性CFRTP中間基材としては、自動車一次構造材を対象とし、生産性に優れ、繊維含有率の高いプリプレグシート（一方向連続繊維基材）および、それから得られるチョップドテープ（一方向不連続繊維基材）、クロス（二次元織物基材）、ブレード（三次元織物基材）等の製造技術を開発する。

達成目標

1) 等方性CFRTP中間基材

中間目標

等方性CFRTP中間基材（不連続繊維）から得られる平板において任意の面内方向で矩

形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも 250MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 5 倍) 以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が 10%以内となる材料を開発する。

最終目標

等方性CFRTP中間基材(不連続繊維)から得られる平板において任意の面内方向で矩形形状の試験片を切り出した時、試験片の曲げ強度がどの方向でも 400MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 6 倍) 以上となり、曲げ強度の方向による変動係数が 5%以内となる材料を開発する。

2) 一方向性CFRTP中間基材

中間目標

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度 100MPa 以上、繊維方向の曲げ強度 1400MPa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 9 倍) 以上、繊維方向曲げ破断ひずみ 1.0%以上の材料を開発する。

最終目標

CFRTPプリプレグシートから得られる一方向強化材において、繊維直角方向の曲げ強度 110MPa 以上、繊維方向の曲げ強度 1600Mpa (比強度 ($\sqrt{\sigma / \rho}$) で鋼材の約 10 倍) 以上、繊維方向曲げ破断ひずみ 1.3%以上の材料を開発する。

研究開発項目② 易加工性CFRTPの成形技術の開発

自動車の軽量化を図る上で、炭素繊維強化複合材料の有用性はよく知られているところである。しかしながら、汎用の自動車にまで普及させるには自動車の生産性に適合する部品製造技術の開発が必要である。そのため、大量生産性が可能な熱可塑性複合材料を用いた、自動車構造材の成形技術開発が期待されている。

その一つの方向性として、等方性で不連続繊維強化の基材を使用することで、金型占有時間が極めて短く、成形後の材料バラツキが極めて小さくできるプレス成形技術が開発できれば、複雑形状が多用される二次構造部材に適用できると考えられる。また一方で、自動車の一次構造部材には、強度・剛性に優れた箱型断面構造を有する中空の閉断面構造体を用いることが有用であることから、連続繊維の基材を使用して閉断面構造体の高速成形技術ができれば、比強度・比弾性率が高い炭素繊維を最も有効に活用でき、自動車に適用できる技術となり得る。

本研究では研究開発項目①で開発されるCFRTP中間基材を用いた自動車構造材の高速成形加工技術を開発する。具体的には、等方性CFRTP中間基材および一方向性CFRTP中間基材(チョップドテープ・クロス等)を用いた高速スタンピング成形技術、ならびに一方向性CFRTP中間基材(ブレード)を用いた高速内圧成形等に関する基盤技術を開発する。

達成目標

1) CFRTP中間基材の高速スタンピング成形技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材および一方向性CFRTP中間基

材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、用途に適合した高速スタンピング成形に必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材および一方向性CFRTP中間基材（チョップドテープ・クロス等）を用い、それぞれを単体で用いる場合と複合して用いる場合について、高速スタンピング成形により、それぞれのCFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

2) CFRTP中間基材の高速内圧成形技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、用途に適合した高速内圧成形に必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される一方向性CFRTP中間基材のうちのブレード（三次元織物）を用い、高速内圧成形により、当該CFRTP中間基材の力学特性を保持した部材を成形する技術を確立する。

研究開発項目③ 易加工性CFRTPの接合技術の開発

研究開発項目①で開発するCFRTP中間基材の汎用構造材料化を達成するためには、研究開発項目②で開発する高速な部材成形技術だけでは不十分であり、スチールにおける溶接技術と並ぶスピードならびに接合強度を有する接合技術の開発が不可欠である。このような観点から従来のCFRP（CF/エポキシ）での接合技術を見ると、構造用接着剤を用いた接着接合、もしくは、ボルトナットを使った機械接合が主流であり、サイクルタイムが長く生産性に課題があった。一方、研究開発項目①②を通して開発されるCFRTP部材群は、熱可塑性プラスチックの長所である溶着技術等を使った高速な接合技術を適用できる可能性があるが、溶着面での接合強度を十分に確保する技術をあわせて開発しなければならない。

本研究では熱可塑性プラスチックには、熱板溶着・超音波溶着・振動溶着・誘電溶着などの高速接合方法がある。そこで、研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、各種溶着等による高速接合方法の適合性を検討し、十分な接合強度を有する接合方法を開発する。

達成目標

中間目標

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の75%以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維垂直方向の引っ張り強度を指す。）

最終目標

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対し、参照強度の90%以上の接合強度を発現する接合方法を開発する。（ここで、参照強度とは、研究開発項目①で開発される一方向CFRTP中間基材の繊維垂直方向の引っ張り強度を指す。）

研究開発項目④ 易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発

炭素繊維は、高いエネルギーを消費して製造される材料であるため、できるだけ高度なレベルでのリサイクルが望まれている。しかしながら、従来のCFRP（CF/エポキシ）は、リサイクル・リペアが基本的に難しく、ライフサイクルコストが高くなるため、同材料の幅広い普及を妨げている原因の一つとなっている。一方、研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材は、マテリアルリサイクルが可能な熱可塑性樹脂と複合化されていることから、高度なリサイクル・リペアを行え、ライフサイクルでの環境負荷やコストを大きく低減できる可能性があり、同材料の普及を加速させる重要な技術となり得る。

本研究では研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、破碎・異物除去・粉砕・コンパウンドを経て得られる射出成形部材のリサイクル性（リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数）を向上させる技術を開発すると共に、等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対しては、リペア技術を開発する。また、これらの開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

達成目標

1) CFRTP部材のリサイクル技術の開発

中間目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の75%以上を保持するリサイクルプロセスに必要な要素技術を見極める。（ここで、参照強度とは、バージン原材料を使用したときの曲げ強度を指す。）

最終目標

研究開発項目①②③を通して開発される各種CFRTP部材に対し、3回のリサイクルの後に参照強度の90%以上を保持する技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

2) CFRTP部材のリペア技術の開発

中間目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の75%以上まで回復するリペア手法の絞り込みとリペアプロセスに必要な要素技術を見極める。

最終目標

研究開発項目①で開発される等方性CFRTP中間基材によるCFRTP部材に対し、損傷後にリペアを行うことで、損傷前の曲げ強度の90%以上まで回復するリペア技術を開発する。また、この開発技術に関する環境影響評価（LCA）を実施して、開発技術が各種製品に使用された場合のライフサイクルでの環境負荷低減への貢献度を定量化する。

【実用化技術】[助成事業（1/2助成）]

研究開発項目⑤ 易加工性自動車用モジュール構造部材の開発

自動車産業では、生産工程の簡略化のため複数の部材を統合するモジュール化が進められ

ている。フロントモジュール、エンドモジュール、ドアモジュール等の様々な部品をモジュール化することで部材の軽量化、生産負荷の減少、低コスト化が実現している。一方で、モジュール化によって部材形状は非常に複雑になるため、その超軽量設計には非連続繊維を含有する等方向性CFRTP中間基材が必要となる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた革新的軽量化モジュールを開発する。

本研究では、研究開発項目①の研究開発のうち、特に不連続繊維を使うことで複雑形状への適応性を高くした等方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②で開発される高速成形技術により高強度かつ高精度なCFRTP部材の成形を行う。さらに、研究開発項目③で開発した高速接合技術により本モジュールを開発する。最後に、研究開発項目④で開発した技術を用いてリサイクル性とリペア性の評価を行う。

達成目標

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、不連続繊維を使った等方向性CFRTP中間基材を使用した革新的軽量モジュールの成形技術を開発し、その自動車部材等への適用性を検証する。

研究開発項目⑥ 易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発

車体の剛性・強度を担う一次構造材は、そこに要求される高い特性から、金属材料からの置き換えが最も困難な部材である。一次構造材の多くは、高い軽量化効果／剛性バランスが必要なことから、中空閉断面形状が多用されている。このような一次構造部材の設計には、連続繊維を含有する一方向CFRTP中間基材を中心とした材料構成が不可欠で、同時に中空構造を取り入れることで自動車一次構造部材に必要な特性を満足させることができる。本研究開発項目では、研究開発項目①②③④で開発される材料技術・成形技術・接合技術・リサイクル技術を備えた一方向性CFRTP中間基材を用いた中間材料によりフロント及びリアサブフレーム等の自動車一次構造用閉断面構造部材を開発する。

本研究では、研究開発項目①の研究開発のうち特に一方向性CFRTP中間基材を用い、研究開発項目②③④で開発される関連技術を用いてモデル部材を試作することにより、優れた生産性を有すると共に、軽量化効果の高い自動車一次構造材技術であることを実証する。同時に、最終実用化のための技術課題の抽出、課題解決のための方策検討を実施する。

達成目標

最終目標

研究開発項目①②③④で開発した技術を用い、閉断面形状を有する自動車一次構造のモデル部材を得て、得られたモデル部材の自動車一次構造部材への適用性を検証する。

妥当性

今回の研究開発目標は、従来のCFRP（CF／エポキシ）に匹敵する曲げ強度、従来のCFRPの欠点であった高速成形性、易二次加工性、リペア・リサイクル性を備えた革新的なCFRTPを開発すると共に、易加工性自動車用モジュール構造部材および易加工性自動車一次構造用閉断面部材の開発に必要な材料特性を明確にするという、非常に高い設定であ

り、金属材料特にスチールを代替えし、自動車等に適用するためにも妥当な目標設定である。

(3) 研究開発マネジメント

公募により事業委託先を決定し最適な研究開発体制を構築する。プロジェクトリーダーを選定し、それを中心として運営する。また技術推進委員会を開催し、事業の進捗状況及び進め方について検討、管理していく。事業開始後3年目において中間評価を行い、その評価結果を踏まえ以降の事業の進め方について見直しを行う。

(4) 研究開発成果

本事業により開発されるCFRTPを軽量化効果の大きい本材料を金属材料の代替として、乗用車等に適用することができれば、今まで以上に燃費に優れた車の開発につながり、自動車産業を初めとする各種製造業での確固たる地位が築けるばかりでなく、環境立国日本としての地位もゆるぎないものとなる。

本事業の成果により、構造部材の分野に関連して、約0.4兆円の経済効果が見込まれる。また、自動車走行時の燃料に関して約15%の省エネが実現でき、2030年で23万k1/年(原油換算)のエネルギー消費量および52万t/年のCO₂削減効果が期待される。

(5) 実用化・事業化の見通し

本プロジェクトで基礎技術を検証した後、量産化技術の確立を経て、数年内に確実に製品として実用化・事業化できることが期待できる。本事業の成果を適用することによって期待される2030年頃の市場規模は、構造部材の分野に関連して、約0.4兆円の経済効果が見込まれる。

(6) その他特記事項

なし

5. 総合評価

NEDOの実施する事業として適切であると判断する。

(添付資料) 特許論文リスト

(1) 特許、論文、外部発表件数の一覧

特許、論文、外部発表等の件数 (内訳)

区分 年度	特許出願			論文、学会発表		その他外部発表 (プレス発表等)
	国内	外国	PCT*出願	査読付き	その他	
H20FY	0件	0件	0件	5件	15件	0件
H21FY	8件	0件	1件	11件	22件	0件
H22FY	7件	0件	0件	0件	8件	4件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(2) 特許リスト

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	東レ(株)	特願 2009-085469	国内	2009/3/31	出願	プリプレグ、プリフォームおよび成形品	本間、土谷
2	東レ(株)	特願 2009-085470	国内	2009/3/31	出願	一体化成形品	今井、土谷、 本間
3	東レ(株)	特願 2009-085471	国内	2009/3/31	出願	一体化成形品の製造方法	佐々木、土 谷、本間
4	東レ(株)	JP2009/0632 40	PCT	2009/7/24	出願	プリプレグ、プリフォーム、 成形品およびプリプレグの 製造方法	土谷、本間、 佐々木、村井
5	三菱レイヨン (株)、 東洋紡績(株)	特願 2009-254897	国内	2009/11/6	出願	金型及び熱可塑性樹脂系 繊維強化複合材料成形品 の製造方法	秋山、寺澤、 辻井、山根
6	東レ(株)	特願 2010-018254	国内	2010/1/29	出願	抄紙基材および繊維強化 成形基材の製造方法	木原、土谷、 本間
7	東レ(株)	特願 2010-018255	国内	2010/1/29	出願	抄紙基材および繊維強化 成形基材の製造方法	木原、土谷、 本間
8	東レ(株)	特願 2010-067257	国内	2010/03/24	出願	プレス成形方法およびそ の成形体	武部、木原、 本間
9	東レ(株)	特願 2010-067258	国内	2010/03/24	出願	プレス成形方法およびそ の成形体	武部、本間

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
10	東レ(株)	特願 2010-069546	国内 (優先 権)	2010/3/25 優先日 2009/3/31	出願	一体化成形品	土谷、今井、 本間
11	東レ(株)	特願 2010-069547	国内 (優先 権)	2010/3/25 優先日 2009/3/31	出願	一体化成形品の製造方法	土谷、佐々 木、本間

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(3) 論文リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
1	高橋淳	東京大学	CFRPのLCAと省エネルギー効果	材 料 , Vol.57, No.8, pp.852-855.	有	2008
2	J. Takahashi, R. Shida, H. Koyama and K. Uzawa	東京大学	Structural Design of CFRP Automobile Bonnet for Pedestrian Safety	Proceedings of the 11th Japanese-European Symposium on Composite Materials, pp.1-4.	有	2008
3	K. Yamaguchi, J. Takahashi, Y. Matsuhisa, M. Yamauchi and K. Sato	東レ(株)、東京大学	Reducing CO2 emission and saving energy consumption by lightening weight of automobiles and airplanes using CFRP	Proceedings of the 11th Japanese-European Symposium on Composite Materials, pp.1-2.	有	2008
4	鶴沢潔・高橋淳	東京大学	FRP構成素材入門－FRPのリサイクル－	日本複合材料学会誌, Vol.34, No.6, pp.245-250	有	2008
5	高橋淳	東京大学	FRP構成素材入門－ライフサイクルアセスメント－	日本複合材料学会誌, Vol.34, No.6, pp.251-255	有	2008
6	T. Okabe and M. Nishikawa	東北大学	GLS strength prediction of glass-fiber-reinforced polypropylene	JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 44, 331-334	有	2009
7	M. Nishikawa, T. Okabe and T. Honda	東北大学	Effect of cross-links on the pullout of carbon nanotubes from amorphous polymer	JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 44, 339-341	有	2009

(4) 口頭発表リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
1	鶴沢潔・高橋淳	東京大学	複合材料による自動車軽量化技術概論	高分子学会第 18 回東海ミニシンポジウム(自動車材料の軽量化)	無	2008
2	高橋淳	東京大学	マクロ分析とLCAから導かれるCFRPの用途展開と研究事例	鉄道総研セミナー	無	2008
3	高橋淳	東京大学	自動車軽量化に向けたCFRP開発の方向性	技術情報協会セミナー	無	2008
4	山口晃司・高橋淳・松久要治・山内美穂・佐藤慶子	東レ(株)、東京大学	自動車材料置換に伴う環境負荷低減効果の定量化	自動車技術会 2008 年秋季大会	無	2008
5	佐藤慶子・志田龍亮・鶴沢潔・高橋淳	東京大学	CFRP を用いた車体軽量化電気コミュータバスの検討	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
6	山内美穂・高橋淳	東京大学	自動車の脱化石資源化に向けた複合材料部材の環境負荷分析	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
7	金正将・菊田晋介・鶴沢潔・高橋淳	東京大学	電気自動車による交通の脱石油のための軽量 CFRP ボディの効果	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
8	小山洋・志田龍亮・鶴沢潔・大沢勇・森田明保・高橋淳	東京大学	CFRTP による衝突安全自動車ボディの検討	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
9	菅康博・大沢勇・高橋淳	東京大学	CFRTP の界面接着性に関する研究	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
10	宇野秀和・大沢勇・高橋淳	東京大学	構造材料のライフサイクル環境負荷低減のための複合材料のハイブリッド化に関する研究	第 33 回複合材料シンポジウム	無	2008
11	高橋淳	東京大学	炭素繊維強化複合材料の現状と将来	環境管理、(社)産業環境管理協会, Vol.44, No.11, pp.34-41.	無	2008
12	高橋淳	東京大学	CFRP製品のLCAから導かれる今後の技術課題と研究事例	第3回炭素繊維応用技術研究会	無	2008
13	佐藤慶子・志田龍亮・鶴沢潔・高橋淳	東京大学	電気バスによる低環境負荷社会システムの検討	エコデザイン 2008 講演論文集, No.C21-1	無	2008
14	金正将・菊田晋介・鶴沢潔・高橋淳	東京大学	車体軽量化と車載太陽光発電による電気自動車の電池負担軽減効果	エコデザイン 2008 講演論文集, No.C21-2	無	2008
15	山内美穂・高橋淳	東京大学	LCAに基づく電気自動車用構造材料の検討	エコデザイン 2008 講演論文集, No.C21-3	無	2008
16	高橋淳	東京大学	自動車の軽量化と樹脂材料の展望(CFRP活用の観点から)	Polifile, 大成社, Vol.46, No.539, pp.26-31.	無	2009
17	高橋淳	東京大学	環境・エネルギー問題とCFRP開発の方向性	日本機械学会北陸信越支部特別講演会「繊維強化プラスチックの最前線と将来動向」	無	2009
18	高橋淳	東京大学	炭素繊維による地球環境への貢献	第 22 回複合材料セミナー	無	2009

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
19	高橋淳	東京大学	マクロな省エネ目標から導かれる自動車軽量化用 FRP 技術開発の動向	第1回国際自動車素材・加工展	無	2009
20	鶴沢潔	東京大学	輸送機器への複合材料、適用例とその成形技術	第5回先端複合材セミナー、北陸ものづくり創生協議会	無	2009
21	高橋淳	東京大学	熱可塑性樹脂複合材料の機械工業分野への適用	航空機部材研究会	無	2009
22	高橋淳	東京大学	輸送機器用炭素繊維強化プラスチックの将来展望	三菱ケミカルホールディングズ 技術フォーラム	無	2009
23	J. Takahashi, H. Koyama, R. Shida and K. Uzawa	東京大学	Proposal of CFRTP automobile bonnet for pedestrian safety	17th International Conference on Composite Materials	有	2009
24	K. Uzawa, J. Takahashi, K. Kageyama, H. Uno, T. Okazumi and I. Ohsawa	東京大学	Improvement in the impact energy absorption of recycled CFRP	17th International Conference on Composite Materials	有	2009
25	高橋淳	東京大学	カーボン繊維利用複合材の開発	北陸3県繊維産業クラスター交流会	無	2009
26	田丸雅智, 中居寛明, 桐原貴大, 高橋淳	東京大学	プラグインハイブリッドカーの普及と環境負荷低減への車体軽量化の効果	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
27	鈴木一弥, 鶴沢潔, 永田啓一, 高橋淳	東京大学	構造部材としての FRTP の接合方法に関する研究	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
28	村上裕馬, 森田明保, 鶴沢潔, 高橋淳	東京大学	CFRTP の耐雷性に関する研究	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
29	山内美穂, 菅康博, 大澤勇, 鶴沢潔, 高橋淳	東京大学	CFRTP の界面接着性の改善に関する研究	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
30	佐藤慶子, 田丸雅智, 高橋淳, 鶴沢潔	東京大学	CFRP を用いた車体軽量化プラグインハイブリッドコミュニティバスの検討	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
31	金正将, 小山洋, 鶴沢潔, 高橋淳, 森田明保	東京大学	歩行者に優しい CFRTP 製自動車ボンネットの構造最適化	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
32	菊田晋介, 鈴木英之, 高橋淳, 鶴沢潔	東京大学	複合材料製ライザー管の継手構造に関する研究	第34回複合材料シンポジウム	無	2009
33	高橋淳	東京大学	Energy Saving Strategy in Transportation by CFRP	the automotive and mass transportation forum in JEC ASIA	無	2009
34	大澤勇, 高橋淳, 鶴沢潔	東京大学	マイクロ・ドロップレット法による CF/PP 界面せん断強度の評価	54th FRP CON-EX2009 講演会	無	2009
35	高橋淳	東京大学	Energy Saving Strategy in Transportation by CFRP	HIT/UT JOINT FORUM ON ADVANCED COMPOSITE MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY	無	2009
36	鶴沢潔	東京大学	Improvement in the impact energy absorption of recycled CFRP	HIT/UT JOINT FORUM ON ADVANCED COMPOSITE MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY	無	2009

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
37	橋本雅弘	東レ(株)	Thermoplastic press sheet with in-plane randomly oriented and dispersed carbon fibers	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
38	T. Hayashi, A. Sasaki, T. Terasawa and K. Akiyama	三菱レイヨン(株)	Study on interfacial adhesion between carbon fiber and thermoplastic resin and mechanical properties of the composite	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
39	M. Tamaru, H. Nakai, T. Kirihara, K. Uzawa and J. Takahashi	東京大学	EFFECT OF WEIGHT REDUCTION BY CFRP ON PENETRATION AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES (PHEV)	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
40	T. Kin, H. Koyama, K. Uzawa, J. Takahashi and A. Morita	東京大学	STRUCTURAL STUDY OF CFRTP AUTOMOBILE BONNET FOR PEDESTRIAN SAFETY	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
41	Y. Murakami, A. Morita, K. Uzawa and J. Takahashi	東京大学	RESEARCH ON THUNDER RESISTANCE OF CFRTP	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
42	M. Yamauchi, Y. Kan, I. Ohsawa, K. Uzawa and J. Takahashi	東京大学	IMPROVEMENT OF INTERFACIAL SHEAR STRENGTH BETWEEN CARBON FIBER AND POLYPROPYLENE	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
43	K. Suzuki, K. Uzawa, K. Nagata and J. Takahashi	東京大学	RESEARCH ON THE JOINTING METHOD OF FRTP FOR STRUCTURAL APPLICATIONS	11th Japan International SAMPE Symposium	有	2009
44	高橋淳	東京大学	輸送機器用炭素繊維強化プラスチックの将来展望	日本機械学会 交通物流部門 No.09-138 講演会「環境問題への材料からのアプローチ」	無	2009
45	高橋淳	東京大学	電気自動車に向けた超軽量CFRPの開発動向	持続可能社会シミュレータ調査委員会	無	2009
46	田丸雅智, 桐原貴大, 中居寛明, 高橋淳, 鶴沢潔	東京大学	PHEVの普及と環境負荷低減への車体軽量化の効果	第二回システム創成学術講演会	無	2009
47	高橋淳	東京大学	炭素繊維による運輸部門の省エネルギー戦略と技術課題	第23回複合材料セミナー	無	2010
48	高橋淳	東京大学	次世代自動車の普及に向けたCFRPの開発動向	第2回国際自動車素材・加工展	無	2010
49	折戸悠太, 鶴沢潔, 村山英晶, 高橋淳, 影山和朗, 大澤勇, 金井誠	東京大学	熱可塑性樹脂複合材料の溶着接合技術に関する基礎検討	第1回日本複合材料合同会議	無	2010
50	J. Takahashi	東京大学	Energy-Saving Strategy in Transportation by using CFRP	AUTOMOTIVE FORUM in JEC Paris	無	2010
51	K. Uzawa	東京大学	Recycling strategy of CFRP	RECYCLING & LIFE CYCLE MANAGEMENT FORUM in JEC Paris	無	2010
52	T. Matsuo, J. Takahashi, K. Uzawa, I. Ohsawa	東京大学	Development of Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic for Mass Produced Automobile	Fourth International Conference on Science and Technology of Advanced Ceramics	無	2010

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
53	高橋淳	東京大学	乗用車の軽量化の技術動向	二次電池による社会システムイノベーション 第6回フォーラム	無	2010
54	J. Takahashi	東京大学	Energy Saving Strategy in Transportation by using CFRP	JISTES 2010	無	2010