

# 「革新的新構造材料等研究開発」

(中間評価)

(2013年度～2015年度 3年間)

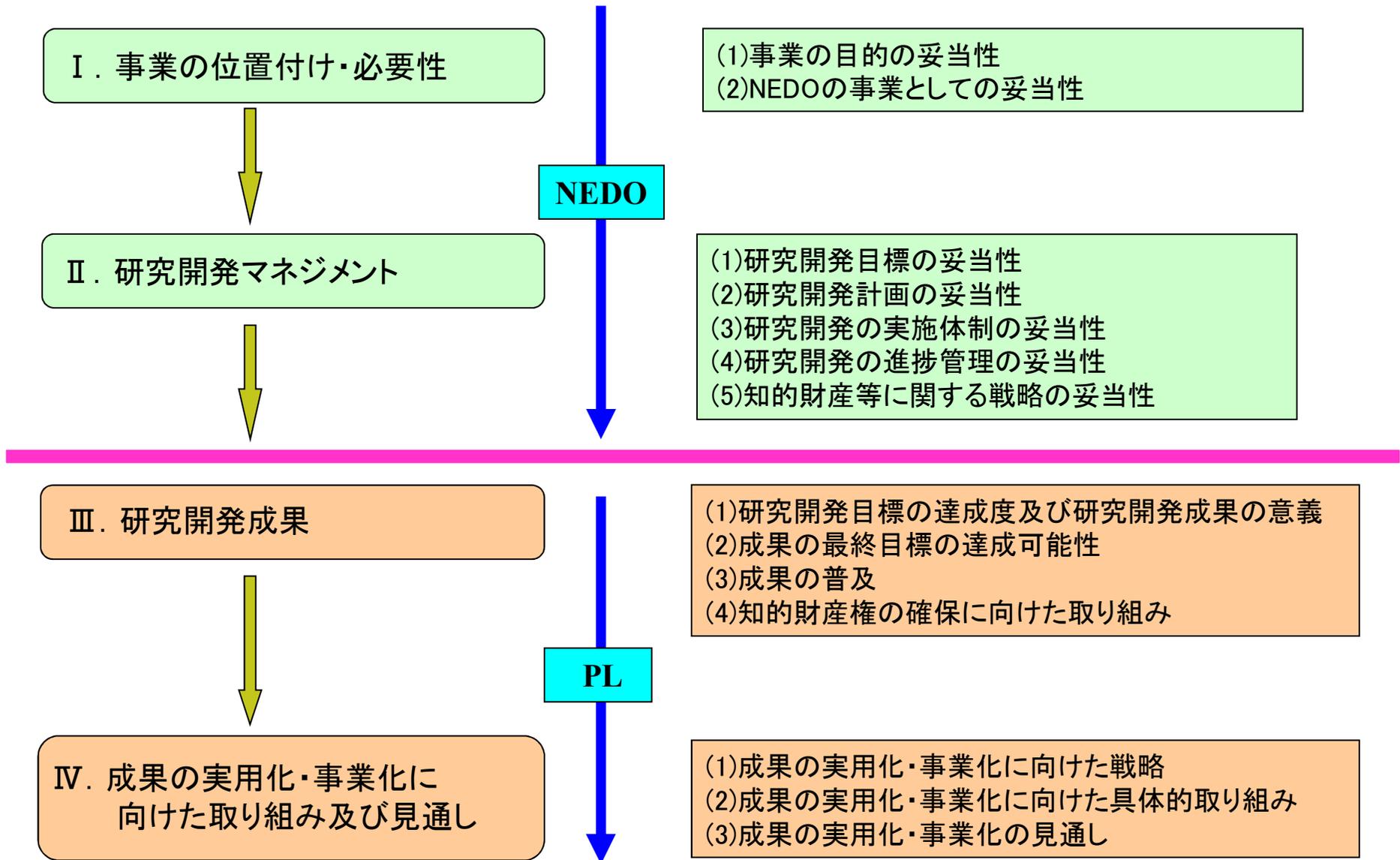
## 5. プロジェクトの概要説明 (公開)

5.1「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー一部

2015年 10月 22日



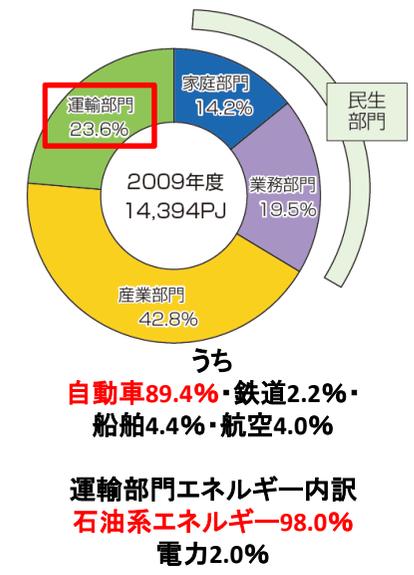
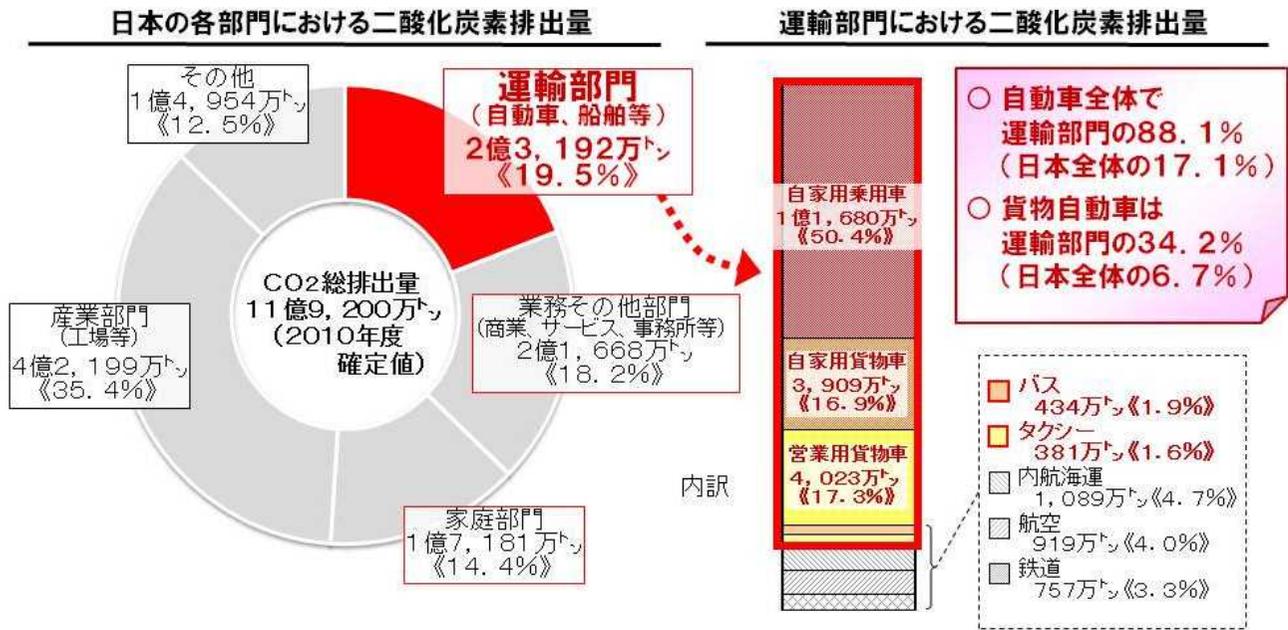
1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆ 事業実施の背景

- 国内年間CO<sub>2</sub>排出総量は約12億トン。うち運輸部門は約20% (約2億3000万トン) を排出。自動車は運輸部門の88% を占め、日本全体の17% 以上を排出している。
- 国内のエネルギー消費量は1.4万PJ。うち運輸部門は約24% を消費、その内訳はガソリン、軽油、LPガス、潤滑油等、石油系エネルギーを98% 利用している。自動車は運輸部門の89% を占める。
- 自動車の燃費改善技術は非常に社会的影響が大きい

運輸部門における二酸化炭素排出量(内訳)

最終エネルギー消費の構成比(2009年度)

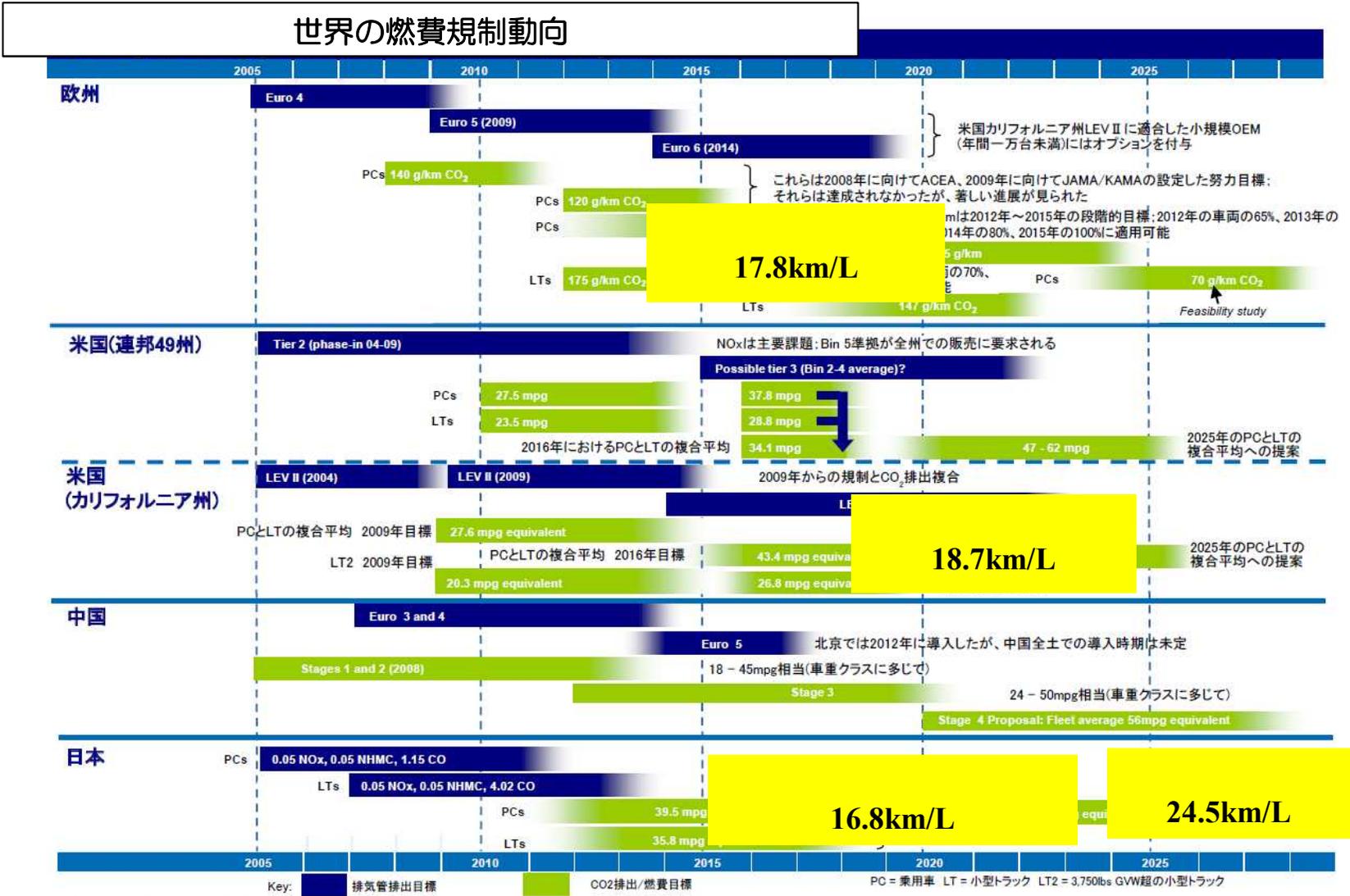


※ 電気事業者の発電の伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量はそれぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分  
 ※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」より国土交通省環境政策課作成

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

○自動車は燃費規制強化が必至(欧米でも規制強化の動き)。軽量化が鍵。  
 ○従来の延長上にはない画期的な軽量、高強度、長寿命の材料が必要。



Sources: Ricardo & National government publications.

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

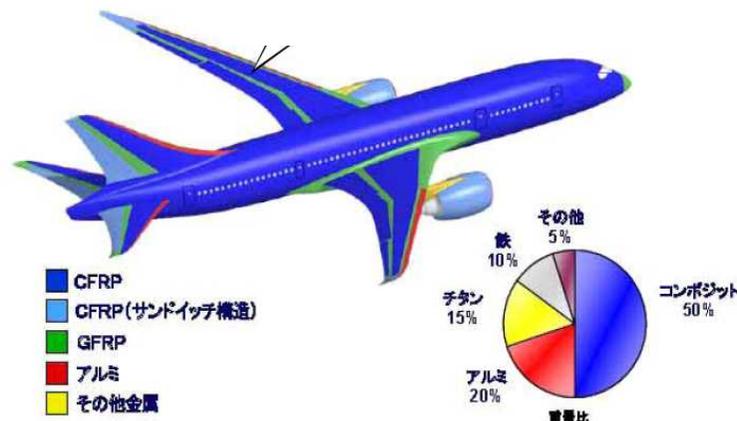
○軽量部材への置き換え

5/31

	比重 g/cm <sup>3</sup>
鉄	7.8
CFRP	1.6
アルミニウム	2.7
マグネシウム	1.8
チタン	4.5

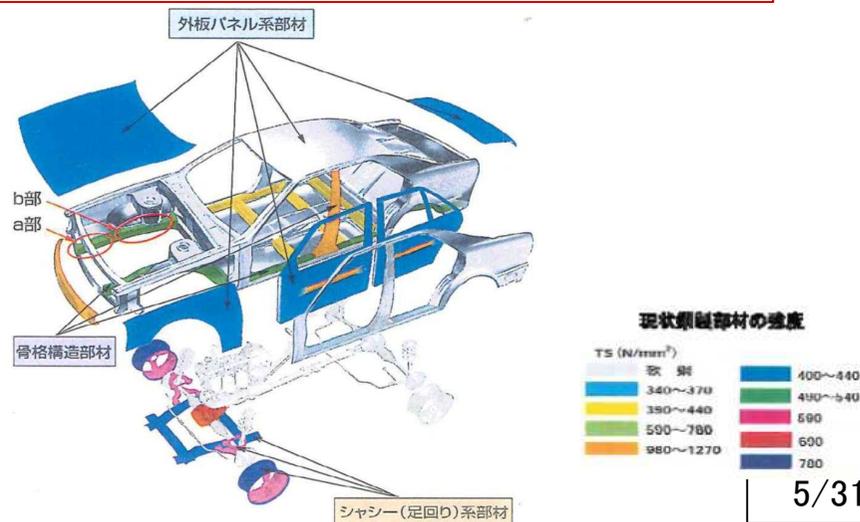
CFRPによる軽量化例  
トヨタ レクサスLFA  
BMW i3シリーズ 等

現在の中型旅客機の方法構成



○高強度材による、構造部材の使用量の削減

普通鋼材(引張強度270~330MPa)から  
ハイテン鋼(引張強度>440MPa)・  
超ハイテン鋼(引張強度>980MPa)  
の採用による軽量化



5/31

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

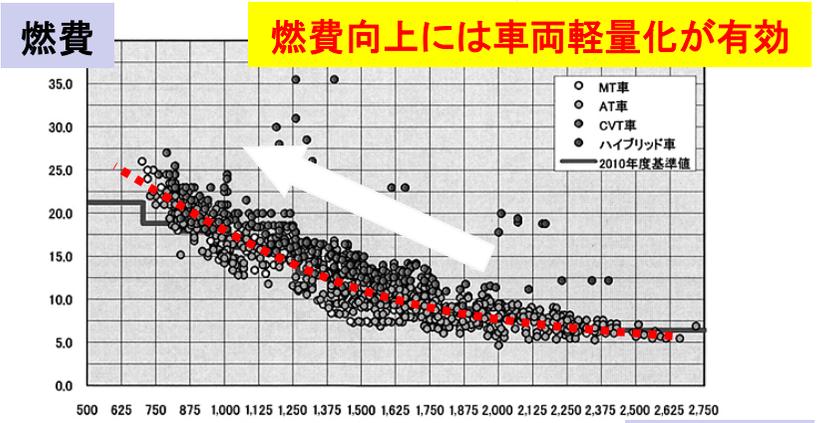
**輸送機器(次世代自動車・航空機・高速鉄道)の燃費向上に向けた部素材開発**

1. 各部素材を適材適所に使う**マルチマテリアル化**による**最適設計・軽量化**推進が国際的なトレンド。

2. マルチマテリアル化に伴う**異種部素材の接合技術**が重要に。

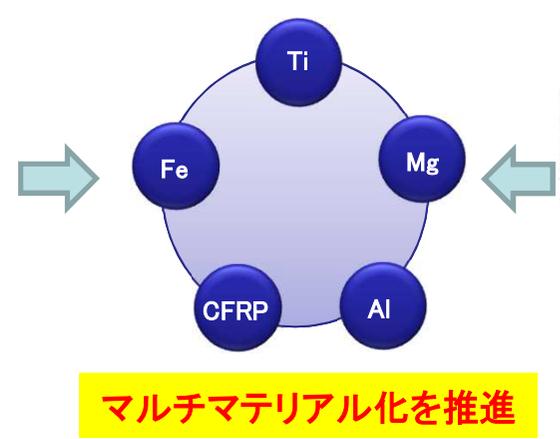
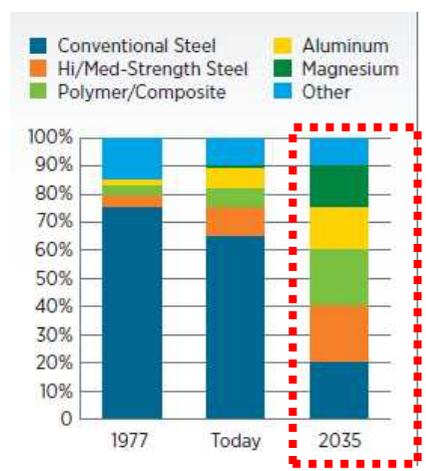
## 車両重量と燃費の関係

出典:国土交通省

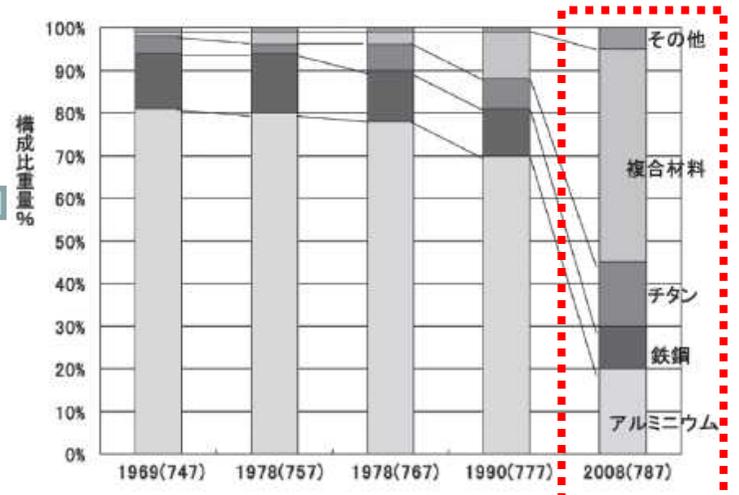


車両重量

## 次世代自動車における各部素材の使用比率



## 次世代航空機における各部素材の使用比率



出典: Vehicle Technologies Program: Goals, Strategies, and Top Accomplishments (米国エネルギー省)

ボーイング社における民間旅客機機体構造材料の推移 6/31

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

新規輸送機器の国際競争力強化につながる  
構造部素材、その接合及び設計・加工技術開発

・各部素材の高性能化/低コスト化

各部素材の高強度・  
易加工性等

複合化・積層化に  
よる高機能化

部素材の特性を活  
かす最適設計加工

・異種部素材間接合技術の確立

高強度接合

低コスト接合

環境負荷低減

省エネ

我が国の部素材産業・製造産  
業の国際競争力強化

輸送機器への最適応用

自動車



航空機



高速鉄道



軽量化  
高強度化  
高信頼性  
高耐久性化

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆政策的位置付け

## 革新的新構造材料等研究開発は経産省未来開拓プロジェクトの一つ

○我が国が抱えるエネルギー・環境制約等の構造的課題を克服し、将来の成長の姿を描くために、**既存技術の延長線上にない、夢のある「未来開拓技術」**によって日本再生を果たすべく、国が研究開発で新たな道を切り開くべき分野を絞り込み、研究開発投資を重点化し、事業化に至るまで中長期的に推進する体制を構築する。

(総合科学技術会議)

本プロジェクトは「平成25年度科学技術重要施策アクションプラン」の2-3. 政策課題「エネルギー利用の革新」重点的取組④「技術革新によるエネルギー消費量の飛躍的削減」の対象施策として登録されている。

(参考)「平成25年度科学技術重要施策アクションプラン」(抜粋)

## 2-3. 政策課題「エネルギー利用の革新」

## (1) 政策課題のポイント

我が国では、東日本大震災以降のエネルギー制約に対して、省エネによりエネルギー消費量の削減及び電力需要の平準化に取り組んでいる。これらに取組むことは、実質的に新たなエネルギー供給源を確保することと同等の効果があり、消費側での取組を更に強化することが重要である。その際には、生活の質を向上させながらもエネルギー消費量を削減するという、相反する課題も解決する必要がある。また、我が国は、産業・民生・運輸部門の各部門において、様々なエネルギー消費量削減に関する技術力を源泉に高い国際競争力を持っている。しかし、今後も国際競争に打ち勝ち成長するためには、エネルギー消費量削減に関する技術を更に進化させることが必要である。このような状況下、新たなエネルギー有効利用技術を通じて消費量の削減を目指し、「技術革新によるエネルギー消費量の飛躍的削減」を重点的取組に設定する。

(2) 重点的取組④「技術革新によるエネルギー消費量の飛躍的削減」この取組では、例えば、未利用のまま排出されている熱エネルギー等を経済的に回収・変換・蓄積等を行う技術や情報量等の増大により増え続けるエネルギー消費量を根本的に低減する技術、産業・民生・運輸の各部門においてエネルギー消費量を飛躍的に削減する技術等、革新的なエネルギー消費量削減技術の研究開発を推進する。

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆ 国内外の研究開発の動向と比較

	取りまく状況		主要な技術及びプレイヤー
①軽量化	DH	自動車等における国際的な環境基準が整う中、軽量材料を用いた環境負荷の小さい自動車開発が必須になりつつある。鋼材、非鉄材料で技術的優勢になる国が違ふ。日本は鋼板に関して優勢。	—
②高強度化	DH	自動車における衝突安全基準は年々厳しくなり、それに適合する高強度材料の開発が求められる。高強度を実現する車体構造設計が重要。また将来の自動運転により安全基準がどのように変わっていくのかも要注意。	—
③-1 鋼材	LD ~ DH	欧州とシェア40~50%で市場を分け合っているが、中国・韓国の競争力も向上しつつあり、競争力低下が懸念。添加レアメタルの需要逼迫も懸念材料。	新日鉄住金、JFE、神戸製鋼所、東北大 ボスコ(韓国)、宝山鋼鉄(中国)、武漢鋼鉄(中国)、釜山大(韓国)、オーク リッジ国立研究所(米国)、デルフト大(ドイツ)
③-2 アルミニウム材	RA	日系企業のアルミ合金のシェアは14%。精錬・加工まで垂直統合している海外メ ジャーと比較して生産性で劣る。自動車メーカーと連携して海外進出。	神戸製鋼所、UACJ、産総研、東北大学 アルコア(米国)、アライドシグナル(米国)、コーラスアルミニウム(ドイツ)、ロ シア科学アカデミー(ロシア)、中国科学院(中国)
③-3 マグネシウム材	RA	マグネシウム合金の市場シェアは10%と低い状況。今後は、難燃性が鍵だが、日 本や韓国にて性能改善の成果が出ている。	大阪富士工業、三協立山、熊本大、長岡技科大 アルコア(米国)、ACROSTAK(スイス)、上海交通集団(中国)、中国科学 院(中国)、ペンダリオン大学(イスラエル)、レイセオン大学(カナダ)
③-4 チタン材	DH	スポンジチタンのシェアは中国に次ぐ25%、延伸加工材のシェアは10%。航空機 等の重要部材では優位を保っているが、高いエネルギーコストと複雑な生産工程 がネック。	東邦チタニウム、神戸製鋼所、新日鉄住金、産総研、東北大学 QUESTEK(米国)、ウエスティングハウス(米国)、ディボン(米国)、ロシア科 学アカデミー(ロシア)、中国科学院(中国)、ハルピン工業大学(中国)
③-5 熱可塑性CFRP	RA ~ DH	航空機、産業機器、スポーツ用品業界等では熱硬化性CFRPの需要が多く、加工 技術も欧州が進んでいるが、熱可塑性CFRPは、我が国でも基盤技術が出来た 段階で、材料も成形加工技術は、世界中がまだこれからの状況。	東レ、東邦テナックス、三菱レイヨン、東洋紡、帝人、東京大学、名古屋大学 Tencate(オランダ)、Bond Laminates(ドイツ)、デルフト工科大学(ドイツ)、 フラウンフォーファー研究所(ドイツ)
③-6 炭素繊維	LD	材料開発技術力は極めて高く、世界の主要生産企業7社中、我が国の企業3社で 市場シェアの約70%をほぼ独占しており、外国企業の追随を許さない状況下にあ る。但し、消費エネルギー及びCO <sub>2</sub> 排出量が多く、高コストは共通の課題。	東レ、東邦テナックス、三菱レイヨン、東洋紡、帝人、東京大学 Hexcel(米国)、Cytec(米国)、SGL Carbon(ドイツ)
④-1 接合	RA ~ DH	自動車の軽量化(マルチマテリアル化)に向けて、日米欧で開発競争が激化してい る。欧米では異業種が連携したコンソーシアム型の国家プロジェクトが立ち上がっ ている(Light-eBody、ExtraLight等)。また、FSW(TWI)に関する基本特許は英国 のものだが、2015年にExpireし、周辺特許は日本勢が多くを抑えている。	三菱重工、川崎重工、大阪大学、産総研、東京工業大学 TWI(英国)、EWI(米国)
④-2 接着	RA	欧州での自動車、航空機等への利用が盛ん。大学等での研究も活発であり、企業 による製品展開が進んでいる。	日東電工、住友ベークライト、松下電工 3M(米国)、HENKEL(ドイツ)、LORD(米国)、SIKA TECHNOLOGY(ドイツ)、 ルノー(フランス)、AIRCELLE(フランス)、CYTEC(米国)、ボルト大(ポ ルトガル)、ブリストル大(英国)、中国科学院(中国)

## ドイツにおける輸送器機軽量化国家プロジェクト

Project	Application	Overall cost [T€]	Funding [T€]
HYLIGHT	Automotive Body	3,125	1,909
CAMISMA	Automotive Body	4,132	2,222
Hybrides Fugen	Automotive Body	3,100	1,714
PP-MultimaterialSystem	Automotive Body	2,648	1,325
Light-eBody	Electric vehicles	7,955	4,190
LYHDIA	Automotive Body	4,911	3,088
MultiKab	Electric vehicles	3,926	2,053
ExtraLight	Automotive Body	4,793	2,664
LEDRA	Automotive Body	1,133	674
BiTaNi	Automotive Body	4,654	2,394
Tran-Hybrid	Automotive Body	9,000	4,500
HAMMER	Automotive Body	1,735	959
ULWAK	Trains Body	7,830	3,915
HYLEIF	Automotive Chassis	2,200	1,100

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆ 技術戦略上の位置付け

(日本再生戦略:[グリーン成長戦略]) (重点施策:グリーン部素材が支えるグリーン成長の実現)(P.25)

～(略)～

再生可能エネルギー発電設備、蓄電池の高性能化、自動車や航空機の軽量化・省エネ、高断熱住宅等に関する部素材などは、現時点では日本が高い競争力を有しているものの、部素材メーカー単独では製品開発までは行えず、必ずしも部素材の強みを最終製品に反映できていない。

優位性のあるグリーン部素材をいかに製品自体の競争力を高めるため、部素材メーカーと設備・装置メーカー、セットメーカーとが協力し、革新的素材を風力発電の羽根に利用し、風力発電機器自体の競争力強化を図るなど、製品化を見据えた川上川下の共同技術開発の支援を行う。

また、各部素材の安全性や性能評価等のための拠点を整備し、我が国のグリーン部素材開発の基礎力を引き上げる。

さらに、2020年までに現行の2倍の磁力を持つレアアースフリー高性能磁石の開発など、グリーン部素材自体の革新的イノベーションを生み出すための基礎から実用化まで一貫通貫の未来開拓型の研究開発を推進し、「グリーン部素材」をテコにした成長を実現する。

(1) I 環境の変化に対応した新産業・新市場の創出 ～ グリーン成長戦略 ～ (P.70～)



## ◆NEDOが関与する意義

車両軽量化のための革新的新構造材料の開発は、

### 1. リスクの高い中長期的テーマ

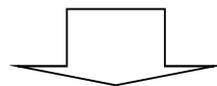
- 短期の対策に加え、事業化まで10年を超えるような、リスクが高い研究開発を国が主導
- エネルギー・環境制約など、抜本的な対策が必要な分野に集中投資

### 2. 省庁の枠を超えた連携

- 経産省、文科省の局長級をヘッドとする合同検討会で連携テーマを設定
- 両省のプロジェクトを一体的に運営するガバニング・ボードを設置、基礎から事業化まで一気通貫

### 3. ドリームチーム

- 技術と事業の両面で世界に勝てる産学官ドリームチーム
- 事業化促進のための適切な知財管理



**NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業**

◆実施の効果（費用対効果）

プロジェクト費用の総額	429億円(10年間推定)
売上予測	719億円／年 (原油使用量削減による費用削減効果として)
CO <sub>2</sub> 削減効果	373.8万tCO <sub>2</sub> ／年 (車両軽量化の効果として)

※売上、効果は全て平成42年度(2030年度)の推定値

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

### ◆事業の目標

近年の車両軽量化技術開発では、軽量材料を適材適所に使うマルチマテリアル化が進められている。その際、異種材料接合が鍵となるが、材質が大きく異なる材料間の接合や、自動車としての安全性を保証する上で欠かせない接合部の性能評価技術など、今後克服すべき数多くの技術課題が残されている。

また、構造材料そのものの軽量化も極めて重要な課題であり、高強度、高延性、不燃性、耐食性、耐衝撃性等の機能が確保された軽量構造材の開発が必要である。それと同時に、これらの機能を損なうことのない接合技術や成形加工技術等の開発が求められる。

自動車を中心とした輸送機器の抜本的な軽量化(半減)に向けて、革新的接合技術の開発や、鋼材、アルミニウム材、チタン材、マグネシウム材、炭素繊維及び炭素繊維強化樹脂Carbon Fiber Reinforced Plastics、以下「CFRP」という。)等、輸送機器の主要な構造材料の高強度化等に係る技術開発を一体的に推進する。これにより、輸送機器の燃費向上によるエネルギー消費量とCO2排出量の削減、我が国の部素材産業及びユーザー産業の国際競争力強化を目指す。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
①「接合技術開発」	(1)チタン／チタン連続接合技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合深さ:5mm 以上</li> <li>●接合強度:母材強度の90%以上</li> <li>●接合装置:設計技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合深さ:10mm以上</li> <li>●接合強度:母材強度の90%以上</li> <li>●接合装置:設計技術の確立</li> </ul>	<p>輸送機器の製造では、高強度材の同種接合や、マルチマテリアル化に必要な異種接合の需要が高いものの、現状では、接合強度やコストの面で実用的な技術が十分に確立されていない。例えば自動車の次世代構造材として期待される中高炭素鋼(C&gt;0.3%)や、航空機で多用されるチタン材の接合では、高温加熱時に、変態・炭化物の析出や酸化による材料の脆化が起こるため、従来型の溶融接合法が適用できない。代表的な非溶融接合の一つである固相摩擦攪拌接合も、中高炭素鋼やチタン材に対しては、攪拌ツールの激しい摩耗・損傷等がネックとなり、現状では適用が困難である。鋼材／アルミ、鋼材／CFRP、アルミ／CFRP等のマルチマテリアル化で鍵となる異種接合では、低融点側材料の劣化、接合部での脆い金属間化合物の生成、線膨張係数の違いによる歪みの発生、電食など、多くの問題点が残されている。</p>
	(2)中高炭素鋼／中高炭素鋼接合技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70%</li> <li>●連続接合技術開発 接合強度:厚み2mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、母材強度の70%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70%以上</li> <li>●連続接合技術開発 接合強度:厚み2mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、母材強度の70%以上</li> </ul>	
	(3)鋼材／アルミニウムの接合技術の開発(スポット接合技術)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合強度:試験片の接合で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値以上または母材破断</li> <li>●電食による接合部腐食の電気化学的評価手法の確立</li> <li>●鋼板／アルミニウム間の熱膨張差による熱歪みの評価解析手法の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高減衰接着剤の仕様決定</li> <li>●電食に対する防錆技術の確立</li> </ul>	
	(4)アルミニウム／CFRP 接合技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合強度:試験片の接合で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値以上または母材破断</li> <li>●電食による接合部腐食の電気化学的評価手法の確立</li> <li>●アルミニウム／CFRP間の熱膨張差による熱歪みの評価解析手法の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高減衰接着剤の仕様決定</li> <li>●電食に対する防錆技術の確立</li> </ul>	
	(5)鋼材／CFRP等樹脂接合技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合強度:母材破断</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●接合強度:母材破断</li> <li>●電食による接合部腐食の評価手法の確立</li> </ul>	

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
②「革新的チタン材の開発」	(1) 精錬・溶解・熱延工程を革新的に短縮した高機能チタン薄板製造技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 高品質スポンジチタン高効率製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・鉄含有値: ばらつき範囲 50~500ppm 平均値 200ppm 以下</li> <li>・酸素含有値: ばらつき範囲 100~200ppm 平均値 150ppm 以下</li> <li>・塩素含有値: 300ppm 以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 高品質スポンジチタン高効率製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・大型工業製品製造に不可欠な工程技術の要素技術を確立し、量産プロセスの見通しを得る。</li> </ul>	チタン材は、一般的な金属材料と比較して、耐食性や強度に優れるため、長期耐久性が求められる構造部材や、航空機の一部機体や部品など、高い負荷環境下で利用されている。一方、チタンの資源量は比較的豊富であるものの、チタン材は複雑な工程によって製造されており、高いコストが原因でチタン材の普及が妨げられているのが現状である。したがって、チタン材の利用促進のためには、チタン製錬やチタン材製造プロセスの生産性向上が必要となる。また、チタン材のさらなる高機能化によって幅広い応用展開が期待できる。
	(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>(b) 上記スポンジチタンを活用した高効率チタン薄板製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・薄板中の気孔率: 1% 以下</li> <li>・引張強度・延性バランス: 現行材より 20% 向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(b) 上記スポンジチタンを活用した高効率チタン薄板製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・工業的に薄板を製造するプロセスの要素技術を確立し、量産プロセスの見通しを得る。</li> </ul>	
	(3) チタン新製錬技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低廉材料の溶解・精錬要素技術の開発</li> <li>・精錬後の酸素含有値: 300ppm 以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低廉材料の溶解・精錬要素技術の開発</li> <li>・実機プロセスにおける精錬後の酸素含有値を 300ppm 以下とする要素技術確立の見通しを得る。</li> </ul>	
③「革新的アルミニウム材の開発」	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>(b) 上述の溶解・精錬技術と casting、圧延を組み合わせたチタン材連続一貫製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・引張強度: 現行材より 20% 向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(b) 上述の溶解・精錬技術と casting、圧延を組み合わせたチタン材連続一貫製造プロセス要素技術の開発</li> <li>・高速高圧下箔圧延技術: 生産性向上の達成に向けた要素技術を確立し、量産プロセスへの見通しを得る。</li> </ul>	アルミニウム材は比強度や延性に優れた軽量材料であり、既に様々な輸送機器に活用されている。しかしながら、現状のアルミニウム材では、輸送機器の更なる軽量化に向けての一層の高強度化や、コスト面での課題がある。したがって、アルミニウム材の物性をより向上させる技術の開発とともに、低コスト化が重要となっている。
	(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業化への展開が可能な低コストでの新規な製錬技術の開発 (ラボスケールで検証)</li> <li>・鉄含有値: 2000ppm 以下</li> <li>・酸素含有値: 1000ppm 以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業化への展開が可能な低コストでの新規な製錬技術の開発</li> <li>・精錬プロセス設計指針を構築し、量産プロセスへの見通しを得る。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・引張強度: 660MPa 以上 (現状: 600MPa)</li> <li>・耐力(降伏強度): 600MPa 以上 (現状: 550MPa)</li> <li>・伸び: 12% 以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引張強度: 750MPa 以上 (現状: 600MPa)</li> <li>・耐力(降伏強度): 700MPa 以上 (現状: 550MPa)</li> <li>・伸び: 12% 以上</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・電解条件の確立</li> <li>・電析メカニズムの解明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AlCl<sub>3</sub>系イオン液体の大量合成手法の確立</li> <li>・パイロットプラントによる実証実験</li> </ul>	

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
④「革新的マグネシウム材の開発」	(1)易加工性マグネシウム材の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアアース添加無し</li> <li>・引張強度:250MPa以上</li> <li>・伸び:15%以上</li> <li>・AZX311マグネシウム合金と同程度以上の難燃性</li> <li>・AZ31(マグネシウム材)と同程度以上の押出速度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアアース添加無し</li> <li>・引張強度:270MPa以上</li> <li>・伸び:20%以上</li> <li>・AZX311マグネシウム合金と同程度以上の難燃性</li> <li>・A6N01(アルミニウム材)と同程度以上の押出速度</li> </ul>	<p>マグネシウムは、実用金属中で最も軽く、優れた比強度を有することから、CFRPと並び次世代の構造材料として注目されている。しかしながら、マグネシウムは化学的に活性で燃えやすく、加工性が悪いなどの欠点がある。今後、輸送機器用途へと応用するためには、耐熱性と加工性(特に展伸性)に優れたマグネシウム材の開発を、資源供給不安の少ない組成(レアアースフリー)により実現することが求められる。</p>
	(2)高強度マグネシウム材の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアアース添加無し</li> <li>・引張強度:350MPa以上</li> <li>・伸び:13%以上</li> <li>・AZX311マグネシウム合金と同程度以上の難燃性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアアース添加無し</li> <li>・引張強度:360MPa以上</li> <li>・伸び:15%以上</li> <li>・AZX311マグネシウム合金と同程度以上の難燃性</li> </ul>	
	(3)マグネシウム材の評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火メカニズムおよび腐食メカニズムの解明と評価手法の導出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火特性、腐食特性に関するデータベース構築</li> </ul>	
⑤「革新鋼板の開発」	(1)高強度高延性中高炭素鋼の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアメタル添加量:10wt%</li> <li>・引張強度:1.2GPa</li> <li>・伸び:15%以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レアメタル添加量:10wt%未満</li> <li>・引張強度:1.2GPa以上</li> <li>・伸び:20%以上</li> </ul>	<p>鉄鋼材料は自動車等の主要材料であり、車両軽量化に向けて、薄肉軽量化と衝突エネルギー吸収性の両立を可能にする高強度・高延性化を追求していく必要がある。</p> <p>近年の高強度・高延性鋼板(中高炭素鋼板)開発の動向では、多量のレアメタル添加による高合金化を図る傾向にあるが、製造プロセスでの有害ヒューム発生などの安全面に係る問題や、近年のレアメタル需要増加と資源国による輸出規制などによる価格高騰の背景から、レアメタル多用の製造方法からの脱却が求められている。</p>
	(2)中高炭素鋼の解析・評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低濃度炭素検出技術 炭素定量下限:30ppm</li> <li>・微細粒成長動的観察技術 像分解能:15nm</li> <li>・加熱加工模擬技術の確立</li> <li>・鋼の歪み挙動解析技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼組織の高速定量解析技術の確立</li> <li>・鋼中のヘテロ構造と軽元素の空間相関評価技術の確立</li> </ul>	

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠	
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】		
⑥「熱可塑性CFRPの開発」	(1) 熱可塑性CFRPと金属材料との接合技術開発	・CFRPと異種材料(鉄鋼、アルミ合金)との接合の要素技術の見極めを行い、上記接合方式・接合形状における強度設計に必要なデータベースを構築する。	・平成27年度までに構築した異材接合データベースを基に、現行量産車において多用され一般的に用いられている接合方式(ボルト締結や接着接合)と同等以上の強度を達成するための要素技術及びその設計手法を確立する。また、最適な非破壊評価手法を確立する。	炭素繊維と樹脂の複合材料であるCFRPは、航空機の構造材等に使用され、機体の軽量化によって省エネに貢献している素材であるが、現在、CFRPのマトリックス樹脂に使用されているのは、主に熱硬化性樹脂であり、生産コストも高いため、大量生産型製品への適用は困難な状況である。さらに、将来的に様々な素材を適材適所に使用していくためにはCFRPと金属材料の接合が必要であるが、熱膨張率の差に起因する変形や電食等の課題がある。	
	(2) 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発	(a) 熱可塑性CFRPの中間基材の開発 ・中間基材のバリエーションを拡大し、車体の6割軽量化を実現する中間基材の製造に係る要素技術を確立する。	(a) 熱可塑性CFRPの中間基材の開発 ・組立パーツの部品点数の半減を実現する中間基材の製造に係る要素技術を確立する。		
		(b) 熱可塑性CFRPの性能評価技術の開発 ・開発材の静的及び動的力学特性把握のための標準試験法・試験片製作方法を提案する。	(b) 熱可塑性CFRPの性能評価技術の開発 ・材料特性発現メカニズムを解明することにより、標準試験法による評価値の妥当性を検証する。		
		(c) 熱可塑性CFRPを用いた構造設計技術の開発 ・開発材の静的及び動的力学特性をCAE(Computer Aided Engineering)解析に適用した予測技術を確立し、予測精度を既存の鋼板製車体と同等以上とする。	(c) 熱可塑性CFRPを用いた構造設計技術の開発 ・CAE解析予測技術を用いた複数部材の一体化設計技術を開発し、組立パーツの部品点数半減と車体の6割軽量化のための要素技術を確立する。		
		(d) 熱可塑性CFRPの成形加工技術の開発 ・成形シミュレーション技術を構築する。	(d) 熱可塑性CFRPの成形加工技術の開発 ・成形シミュレーション技術を基にして、繊維配向や形状安定性の予測手法を確立する。		
		(e) LFT-D(Long Fiber Thermoplastics-Direct)成形の基礎技術の開発 ・炭素繊維と熱可塑性樹脂の混練体の流動特性と材料特性の関係を解析し、混練プロセスの最適条件を解明し、基礎的力学的モデルを提案する。また、初歩的CAE解析技術を確立する。	(e) LFT-D(Long Fiber Thermoplastics-Direct)成形の基礎技術の開発 ・量産化につながる混練・押出プロセスの要素技術を確立する。また、LFT-Dの材料特性データベースの一部を構築するとともに、試験法標準化への道付けを実施する。さらに、力学モデルの高度化を行い、CAE解析ソフトウェアに組込む。		

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

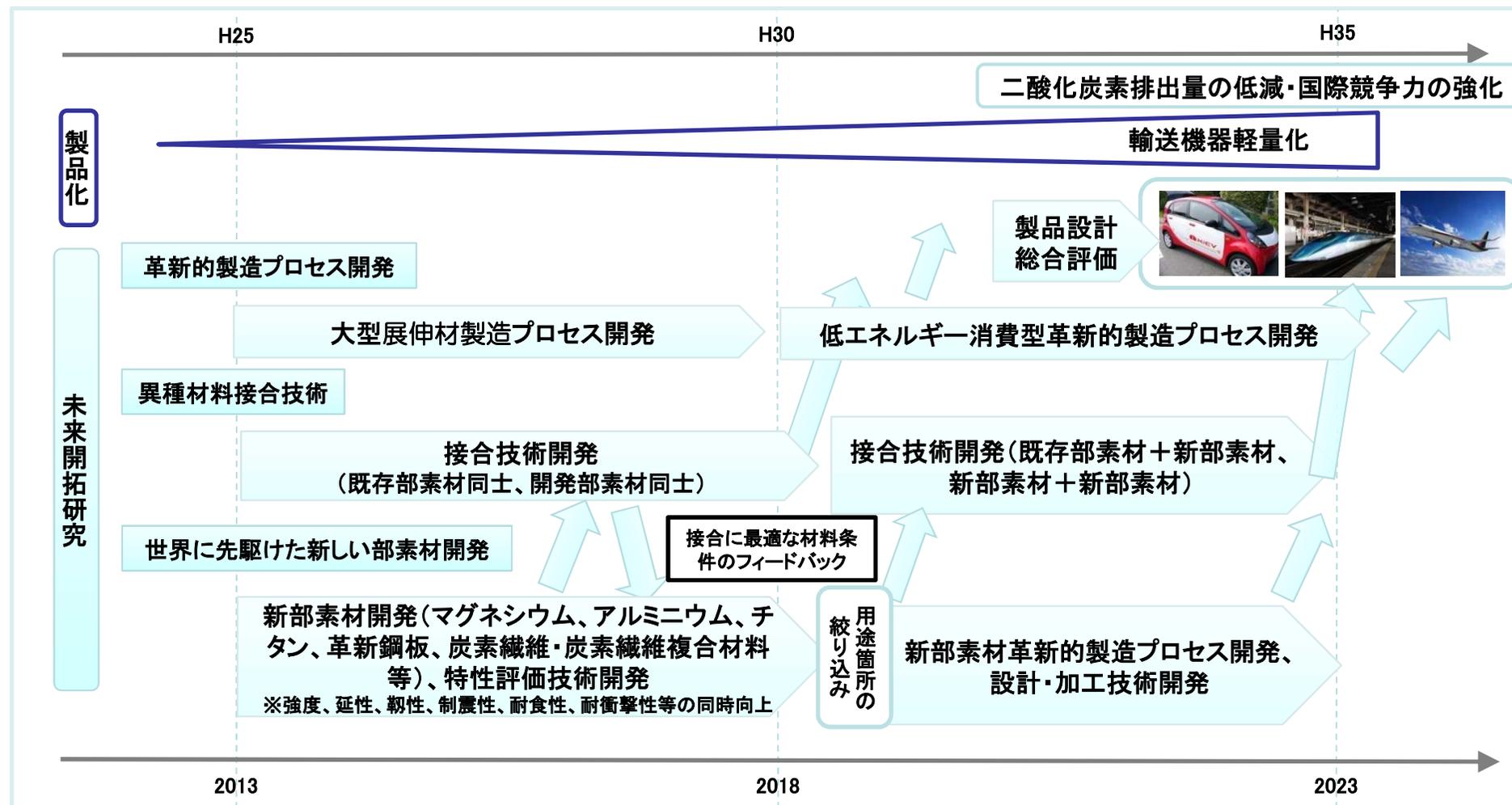
研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
⑥「熱可塑性CFRPの開発」		(f)大物高速成形技術の開発 ・初歩的なボディ部材を対象に高速プレス成形技術を確立する。また、構造材の剛性確保のためにLFT-D成形品の部分補強を試行する。ハイブリッド構造を達成するためのマテハン技術の概念を決定する。	(f)大物高速成形技術の開発 ・複雑なボディ部材の成形技術を確立し、量産化に繋がる要素技術を確立する。ハイブリッド成形技術を確立するとともに、高速マテハン技術の要素技術を確立する。	
		(g)大物高速接合技術の開発 ・熱可塑性CFRP使用部材同士の接合法を見極め、最適手法を選択する。	(g)大物高速接合技術の開発 ・熱可塑性CFRP使用部材同士の接合技術を確立する。	
		(h)高意匠性外板製造技術開発 ・高意匠性を支配する技術要因を分析し、基礎技術を見極める。	(h)高意匠性外板製造技術開発 ・選定した材料、プロセスを用いて、高意匠性付与技術を確立する。	
		(i)実証評価 ・実証評価の実施方法を策定する。	(i)実証評価 ・自動車構造体を想定して、軽量化及び量産性の検証を行う。	

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
⑦「革新炭素繊維基盤技術開発」	(1)新規炭素繊維前駆体化合物の開発	・下記(2)の成果とあわせて、新たな炭素繊維前駆体の効率的な合成プロセス技術を確立し、新たな炭素繊維前駆体を開発する。なお、汎用炭素繊維と同等の特性とは、引張弾性率235GPa、破断伸度1.5%とする。	・下記(2)の成果とあわせて、異形状炭素繊維の製造技術を確立する。	現在の炭素繊維製造方法(進藤方式)は、アクリル繊維を空気中高温で耐炎化(焼成)するもので、製造時における消費エネルギー及びCO2排出量はいずれも鉄の約10倍と高い。また、製造装置の除熱効率の限界から生産性もなかなか高められないのが現実であり、これらは大きな課題となっている。今後の自動車の軽量化に向けた普及拡大を考えると、近い将来見込まれる炭素繊維の大量需要に的確に対応していくことが必要である。
	(2)炭化構造形成メカニズムの解明	・(1)の成果とあわせて、新たな炭素繊維の製造技術を開発する。なお、汎用炭素繊維と同等の特性とは、引張弾性率235GPa、破断伸度1.5%とする。		
	(3)炭素繊維の評価手法開発、標準化	・圧縮試験、曲げ試験、ねじり試験方法の規格原案を作成し、JIS/ISO化に必要なデータを収集する。また、単繊維の熱膨張率計測試験について、試験装置を開発し、評価手法を確立するとともに、熱可塑性樹脂との界面接着特性試験について、複数の評価手法について比較検討を行い、その結果をテスト報告(TR)としてとりまとめる。さらに、新規炭素繊維前駆体から製造される炭素繊維を適用した複合材料の設計やライフサイクルアセスメント(LCA)に活用するためのデータを収集する。	・熱可塑性樹脂と異形状炭素繊維の界面特性を検証し、その特性発現メカニズムを解明することにより、標準的な力学的試験法を確立する。	
⑧「戦略・基盤研究」	(1)新構造材料の動向調査・技術・研究戦略	・研究開発のビジョンの明確化 ・接合技術及び個別材料の技術戦略指針、実用化に向けた課題抽出 ・プロジェクトの技術・研究戦略の策定 ・新規材料の輸送機器への適用可能性の明確化 ・新規材料の研究開発方針の明確化		10年にわたる長期間での実施を予定している本研究開発では、その間、また将来的に開発技術を着実に社会へと還元していくために、今後の社会動向に合わせた研究開発のビジョンを明確にする必要がある。具体的には、今後中長期的に自動車や航空機に求められる構造材料等の在り方を展望した上で、上記研究開発の方向性や目標、新たな研究開発分野などを設定していく必要がある。
	(2)共通基盤技術の調査研究	・構造材料、接合プロセスに関する新たな研究シーズの顕在化 ・マルチマテリアル設計における、研究方向性の明確化 ・材料と破壊の基礎メカニズム解明 ・接合部の非破壊評価手法の確立 ・プロセスモニタリング/ヘルスマニタリング手法の確立		

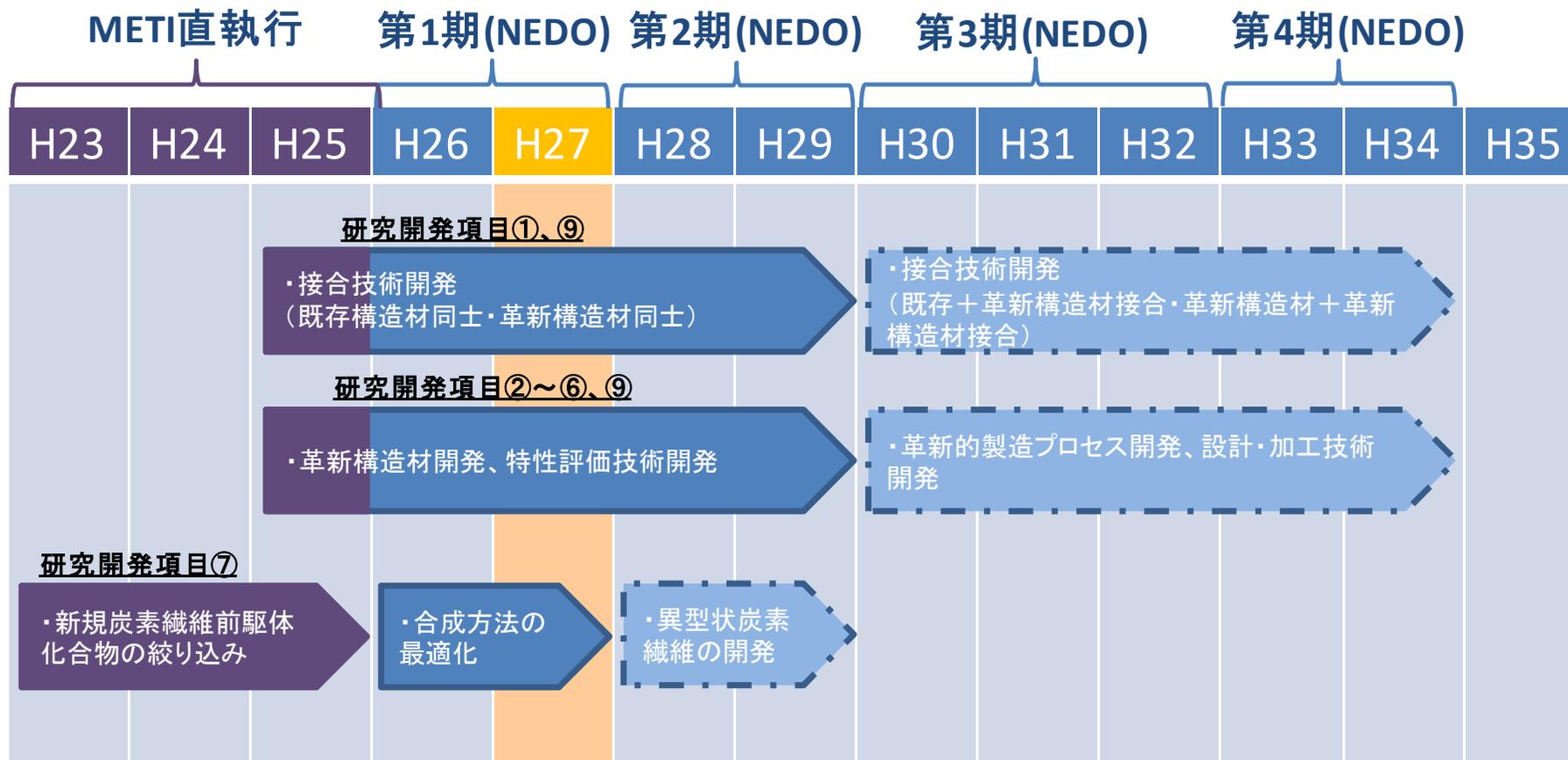
## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆ 研究開発のスケジュール



## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

## ◆ 研究開発のスケジュール



## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

公開

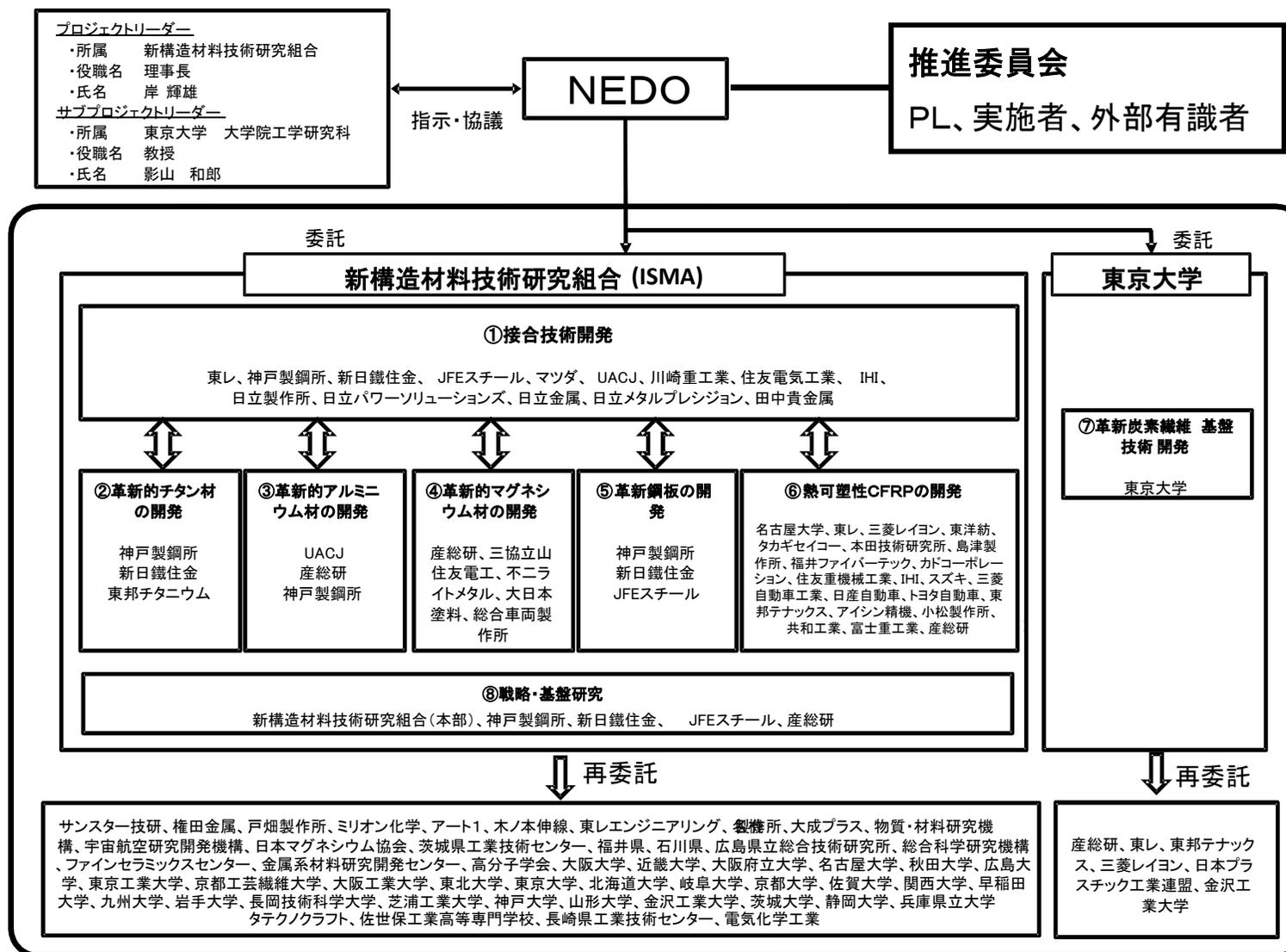
### ◆プロジェクト費用

(単位:百万円)

研究開発項目	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度	平成33年度	平成34年度	合計
新構造材料技術	2,055	3,780	3,496	4,050	4,786	4,450	4,097	3,976	3,398	2,961	37,048
熱可塑性CFRP	1,117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,117
革新炭素繊維	918	980	804	300	354	330	303	294	252	219	4,755
合計	4,090	4,760	4,300	4,350	5,140	4,780	4,400	4,270	3,650	3,180	42,920
加速			1,570								1,570

## 2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

### ◆ 研究開発の実施体制



## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

## ◆ 研究開発の進捗管理

	主な会議体	開催頻度	メンバー	内容	実績
プロジェクト全体	技術推進委員会	年1回	実、P、委、I、東、N	外部委員による進捗議論	1回
	プロジェクト推進委員会	年1回	P、委、I、N、M	プロジェクト推進のための検討委員会	1回
	コーディネーター会議	不定期	P、委、I	コーディネーターとの会議	2回
接合技術開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
		不定期	P、委、I	分科会	2回
革新的チタン材の開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
		不定期	P、委、I	分科会	3回
革新的アルミニウム材の開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
		不定期	P、委、I	分科会	3回
革新的マグネシウム材の開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
		不定期	P、委、I	分科会	3回
革新鋼板の開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
		不定期	P、委、I	分科会	3回
熱可塑性CFRTPの開発	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	合同会議	年2回	実、I、N	グループ間情報共有	2回
	拠点会議	随時	実、I	個別の進捗確認	2回
	その他	随時	実、委、I、N	研究方向性の確認	3回
		随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	4回
革新炭素繊維基盤技術開発	推進会議	年2回	実、SP、N	外部委員との技術検討会	2回
	合同会議	月1回	実、SP	テーマ共通課題検討	12回
	個別テーマ研究会	月1回	実、SP	個別の進捗確認	36回
	その他	年4回	実	知財関連の課題検討	4回
戦略・基盤研究	全体会議	年2回	実、P、I、N	テーマ共通課題検討	3回
	技術討論	不定期	実、P、委、I	講演会・勉強会	4回
	先導研究会議	随時	委、I	調査委員会	5回
	調査委員会	不定期	P、委、I、N	車体軽量化	4回
	その他	随時	実、P、委、I	実施者ヒアリング	2回
	不定期	P、委、I	分科会	3回	

実:実施者、P:PL、SP:SPL、委:外部委員、I:ISMA、東:東大影山研、N:NEDO

## ◆ 動向・情勢の把握と対応

戦略・基盤研究のテーマから、車両軽量化の見通しが必要であることと、基盤技術としての金属の新評価技術、異種材料接着技術が重要であり、それらについて対応を実施。

情勢	対応
欧米の自動車のCO <sub>2</sub> 排出規制強化を念頭においた自動車軽量化検討が重要課題となっている。	欧米の自動車のCO <sub>2</sub> 排出規制値(2030年まで)を想定し、自動車車両の軽量化目標を調査事業で明確化し、軽量化指針とした。
<ul style="list-style-type: none"><li>・高性能化する金属材料の効率の良い評価技術が求められる。</li><li>・欧州の構造接着技術の進展に追いつく必要がある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>新規基盤研究の開始</li><li>・金属材料への中性子散乱評価技術</li><li>・異種材料接着技術</li></ul>

## ◆ 実用化・事業化に向けたマネジメント

### NEDO主催による「技術推進委員会(年1回)」開催 外部有識者の意見を運営管理に反映

委員長:

長谷川 史彦 東北大学未来科学技術共同研究センター教授・副センター長

副委員長:

梶原 莞爾 信州大学繊維学部教授

委員:

笠野 英秋 拓殖大学工学部機械システム工学科教授  
高木 節雄 九州大学工学研究院材料工学部門教授  
岡部 朋永 東北大学大学院工学研究科次世代航空機研究センター教授  
大澤 泰明 法政大学工学部長  
宮田 隆司 一般社団法人日本溶接協会会長  
石川 孝司 名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻教授  
柳本 潤 東京大学生産技術研究所教授  
川原 英司 A.T.カーニー株式会社パートナー  
林 達彦 株式会社日経BP「日経Automotive Technology」編集長  
林 直義 株式会社本田技術研究所社友

## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

## 技術推進委員会指摘事項とその対処

	指摘事項	対処
接合技術開発	・Tiの接合に関しては、接合対象材料の拡大も検討し明確な事業目標を作成し平成27年度実施計画に反映すること。	・Tiの接合だけでは接合技術の裾野が広がらないので、鋼板/鋼板の接合も検討に加えた。
	・接着に関する先導研究を開始すること。	・新規先導研究として接着の調査事業を開始した。
革新的チタン材の開発	・コスト目標を明確にして、明確な研究目標値として平成27年度実施計画に反映すること。	・現行コストに対しての削減額数値の明確化を実施。
革新的アルミニウム材の開発	・航空機等の出口戦略シナリオとスケジュールの明確化を行い、平成27年度実施計画書に反映すること。	平成27年度の実施計画書に航空会社に供試すると明記。
革新的マグネシウム材の開発	・高速鉄道車両モデル構造体検討のための研究加速支援を平成27年度に行うこと。	平成27年度に研究加速を実施。
革新鋼板の開発	中性子散乱に関する先導研究を開始すること。	・中性子散乱に関する新規先導研究を開始した。
革新炭素繊維基盤技術開発	・今後もCFRP事業との連携を続け、連携効果を高めていくこと。	・引き続きCFRP事業との連携を緊密に行っていくとともに、NEDO「CFRP連携協議会」にて連携内容の拡大に合意した。
熱可塑性CFRPの開発	・研究開発2拠点の役割分担の明確化を行うこと。	・「CFRP連携協議会」としてNEDOの委員会として設置。研究開発分野担当範囲の整理を実施。
戦略・基盤研究	・構造材料戦略の全体像を自動車車両の軽量化を題材に可視化すること。	・車体軽量化調査事業により軽量化目標といくつかのシナリオにより可視化。

## ◆ 開発促進財源投入実績

件名	年度
レーザ照射制御装置の購入	平成27年度
微粒子エロージョン試験機の購入	平成27年度
複合構造要素模型の製作	平成27年度
ロボットFSW装置	平成27年度
FSWツール温度制御技術の開発	平成27年度
新マグネシウム合金を用いた鉄道車両構体の製作	平成27年度
炭素分布解析高精度化装置	平成27年度
高分解能TEM試料作製装置導入	平成27年度
高精度熱処理装置	平成27年度
LFT-D/補強材ハイブリッド一体成形マテハンシステム	平成27年度
車体実寸法部材デモンストレーション用金型と車体実寸法部材成形加工検討機	平成27年度
小型1.5世代中性子源開発	平成27年度

## ◆ 知的財産権等に関する戦略

### 本プロジェクトの知財の基本方針

- 参加者間のシナジー効果発揮等によるPJの目的(研究開発の成功と成果の事業化による国益の実現)達成を確実にするための知的財産についての適切な管理を行う。
- プロジェクトで発生する知的財産が、原則として参加者に帰属することを前提とする

(これは経産省未来開拓型プロジェクトの基本方針である)

本事業は、NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針に沿って、委託先からなる「知財委員会」を整備し、知財の取り扱いや方針等を決定するとともに、委託先間の知財の取り扱いに関する合意事項が含まれる文書を作成している。これにより、事業実施後の実用化に向けた出口戦略を構築・実現するにあたり、戦略的な取り組みを関係者の合意の下で進めている。

## ◆ 知的財産管理

### ➤ 知的財産権取扱規程の制定

◇ 経済産業省が策定した成果管理方針に基づき「知的財産権取扱規程」を制定

- ・ 知的財産権の帰属
- ・ 知的財産権の組合員間での実施許諾
- ・ 成果の秘匿及び届出
- ・ 知財委員会の役割 等について規定

### ➤ 知財委員会の運用

◇ メンバーは研究統括を委員長として、案件毎に技術企画部長(又は知財・戦略室長)、各テーマの業務管理者、外部委嘱者から委員長が2名以上を指定する

◇ 特許出願等の権利化、論文等による成果公表の是非等について判断し決定する。

◇ 権利化に関する審議は委員会を開催(現在のところ1回/月で開催している)

◇ 成果の公表については書面による審議とする

# 「革新的新構造材料等研究開発」

(中間評価)

(2013年度～2015年度 3年間)

## 5. プロジェクトの概要説明 (公開)

5.2「研究開発成果」「成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し」

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー一部

2015年 10月 22日

## 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

## 「革新鋼板の開発」

[テーマ番号22] 残留 $\gamma$ 高度制御革新鋼板の開発

研究開発項目	第一中間目標 (平成27年度末)	研究開発成果	達成度 ※	原因・課題と解決方針 ※未達の場合のみ
高強度高延性中高炭素鋼の開発	中高炭素鋼で Mn量10%以下で 強度 1.2GPa以上、 伸び 15%以上	・残留 $\gamma$ 中の炭素濃度分布制御により高強度・高延性化できる可能性を示し、強度1.2GPa、伸び26%を達成できることを示した。	◎	
中高炭素鋼の解析・評価手法の開発	炭素定量下限 30ppm以下を可能とする解析評価技術の開発	・小型中性子ラインの改良により、格子定数の解析精度を向上でき、目標精度を実現可能となる予定。 ・軽元素分析装置による解析で目標達成に目途。	△	モデル合金の測定を進めて、要素技術の高度化を測れば目標達成が可能と考えている。

## [テーマ番号23] 軽元素の有効利用による革新鋼材の開発

研究開発項目	第一中間目標 (平成27年度末)	研究開発成果	達成度 ※	原因・課題と解決方針 ※未達の場合のみ
革新鋼材の開発	稀少元素添加量10wt%未満で、引張強度 1.2GPa1200MPa 以上、伸び15%以上を有する中高炭素鋼の材料設計と組織制御。	高炭素単純組成鋼をベースに軽元素 (B,P,S,Al,Si,等) を添加した小ロットサンプルを試作。加工熱処理による組織制御、組織解析、引張特性評価、等、を実施し、引張強度1.5GPa、伸び15%以上を可能とする高炭素鋼の理想組織を提示。	◎	
その場観察装置の開発	中高温域の粒界移動および結晶方位変化の計測が可能その場観察装置の開発。	500~1200℃の温度域における、走査イオン (SIM) 像観察とESBD解析が可能な複合解析装置を開発し、中・高温域における変態・逆変態挙動および結晶粒形状変化のその場解析に成功。	◎	

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## [テーマ番号06] 中高炭素鋼/中高炭素鋼のフリクションスポット接合技術の開発

研究開発項目	第一中間目標 (平成27年度末)	研究開発成果	達成度※	原因・課題と解決方針 ※未達の場合のみ
(1-1) ツール素材開発	1.2 GPa級中高炭素鋼の接合に対して、破損せずに確実に接合できるツール素材を開発する。	素材組成の異なるツールを試作し、1.2 GPa級中高炭素鋼接合に対し破損せずに確実に接合可能な素材を選定。更に組成の改良を進め耐摩耗性、耐酸化性を改善。	◎	
(1-2) コーティングの開発	種々のコーティング物質や層構造について検討し、摩擦係数などの基礎データを蓄積する。	各種コーティングの摩擦係数、耐凝着性、硬度、密着力、耐酸化性に関する基礎データを取得。暫定最適膜を選定。	○	
(1-3) ツール形状の開発	1.2 GPa級中高炭素鋼 (1.5 mmt) においてJIS-A級強度 (14.4kN) の70%を越える継手強度を達成する。	ツール形状の最適化により、1.2 GPa級中高炭素鋼 (1.4 mmt) においてJIS-A級強度の100%の継手強度を達成。	△	
(2-1) ツール性能の評価	ツールの自動評価システムを構築する。	自動評価システムの構築は完了。運用中に細部を改善して完成度を高めつつ、ツールや継手の評価試験に供用した。	○	
(2-2) 接合装置開発	接合条件開発用の接合ガンおよび高ツール加圧力に対応した小型軽量ガンを試作する。	接合条件開発用ガンの試作と条件選定試験を完了し、1.2 GPa級中高炭素鋼の接合に適した小型軽量ガンの設計指針を取得した。さらに小型軽量ガンの試作・評価を実施中 (H27年度)。	△	
(2-3) 接合プロセス開発	接合条件と形成組織の関係や、ツール形状と継手強度の関係などの基礎的知見を得るとともに、高炭素鋼に適した入熱量制御プロセスを開発する。	自動評価システムを用いた接合条件開発や継手評価を通じて中高炭素鋼の接合性を把握した。また、1.2 GPa級中高炭素鋼の接合部の特性を改善するプロセスを開発した。	○	
(3-1) 接合性評価	1.2 GPa級中高炭素鋼を試作し、鋼板継手強度、組織調査により、継手強度の支配因子を把握するとともに、小型ハットモデル部材特性を調査する。	0.14 Cの1.2 GPa級冷延鋼板および0.45 Cの鋼板の強度レベル1.2 GPa調整鋼を供試鋼として提供した。これらの鋼によるFSJ継手の接合組織、継手強度を調査し、0.45C鋼の特徴を把握した。	○	
(3-2) 鋼板開発 (材料設計、プロセス設計)	強度レベルや組成が異なる鋼板を試作し、FSJ継手特性改善に有効な材料・接合プロセス指針を得る。	0.35~0.55 Cの強度レベルの鋼板を試作し、その高温硬度特性を調査するとともに、FSJ継手を作成し継手特性を調査した。	○	
(4-1) 組織観察	1.2 GPa級鋼板の接合部について金属組織の詳細観察や硬さ分布から温度と形成組織の関係を調査する。	1.2 GPa級高炭素鋼の摩擦攪拌接合継手における組織形成ならびに機械的特性を支配する材料組織学的因子を明らかにした。	○	
(4-2) 接合メカニズムの解明	接合界面トレース方法の検証と接合界面近傍の組織について詳細に観察する。	トレーサーにより接合プロセス中のフック (継手強度試験における破断経路) の形成機構を解明した。界面組織についても検証着手 (H27年度)。	△	

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

### 3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### 「革新的アルミニウム材の開発」

#### [テーマ番号13] 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発

研究開発項目	現状	最終目標 (平成29年度末)	達成見通し
高強度・高靱性アルミニウム合金の開発	当初計画より早く中間目標値、引張強さ $\geq 660$ ／耐力 $\geq 600$ MPa／伸び $\geq 14\%$ を達成した。 鑄塊組織の微細化・鍛錬加工技術の新プロセス技術によるさらなる特性向上検討中。	引張強さ $\geq 750$ MPa 耐力 $\geq 700$ MPa 伸び $\geq 12\%$ を有する高強度・高靱性アルミニウム合金をラボスケールで達成する。	大型化の検討が重要となるが、特性向上に関する基礎的な指針は得た。 達成の可能性は大きい。

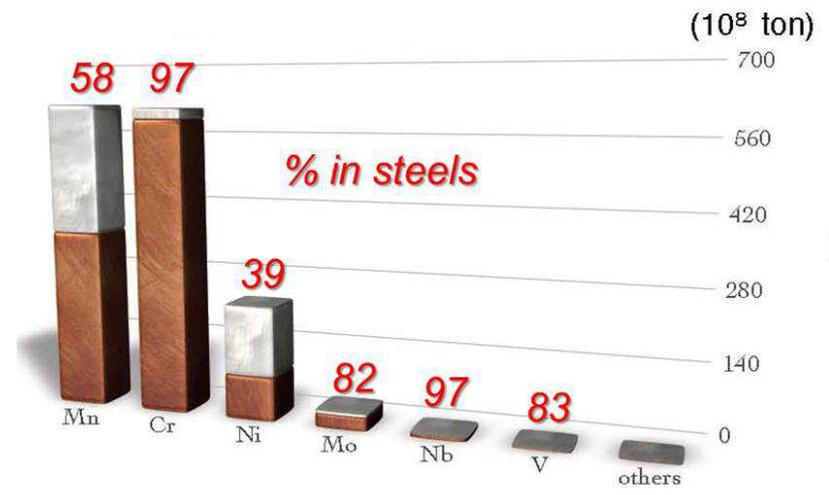
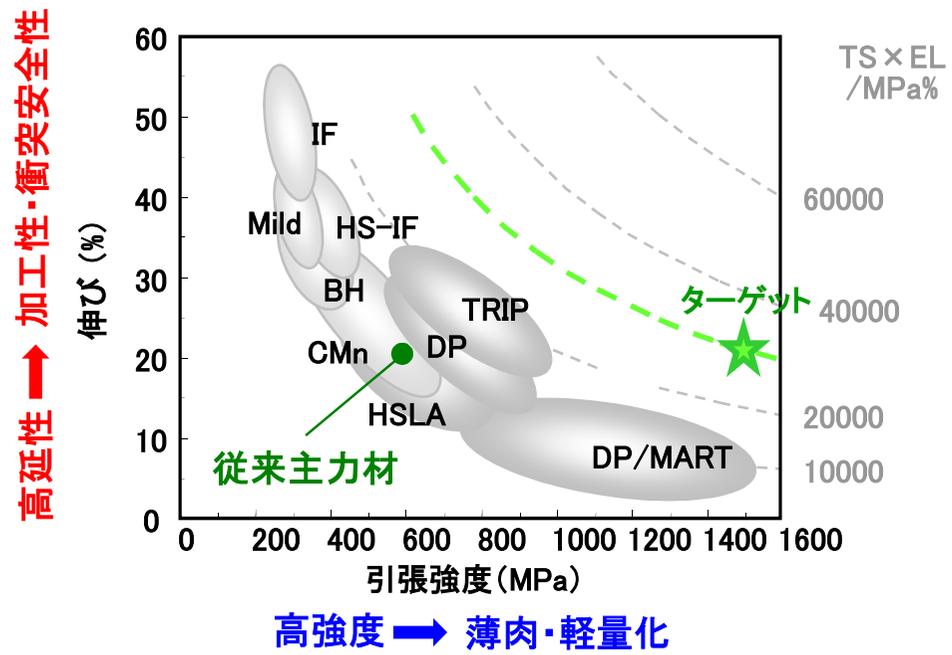
#### [テーマ番号14] アルミニウム材新製造プロセス技術開発

研究開発項目	現状	最終目標 (平成29年度末)	達成見通し
連続電析技術	連続電析実験機の製作まで完了 長尺Al箔の作製に成功した。	Alの室温電解製錬パイロットプラントの構築	電析速度アップ、安価なイオン液体調達等の課題をクリアできれば達成の見込み
表面の平滑化	カソード素材 (Cu or Ti) によって粒成長の均一性が異なり、Tiが最適であることが判明。Tiの鏡面研磨、添加剤も効果があることが判明。		達成見込み
無水AlCl <sub>3</sub> 新製法	特定の触媒を用いた場合に、生成物発生の感触を得た。		検討中
共析の制御①	隔膜による不純物除去効果を確認した。		達成見込み
共析の制御②	Mn, NbおよびTa含有合金を試作。浴組成、電流密度により含有量を制御できることを確認した。		安定した高純度化技術の確立・・・不純物濃度を10 ppm以下 高融点金属の高濃度添加技術の確立・・・Nb, Taを5mass%以上

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 鉄鋼材料の成果と意義

自動車用薄鋼板等の強度・延性バランス向上



鉄鋼材料におけるレアメタル年間消費量の割合 (2008年 日本金属学会)

強度: 1.5 GPa × 伸び: 20% → 30%軽量化効果 (従来590MPaの2.5倍)

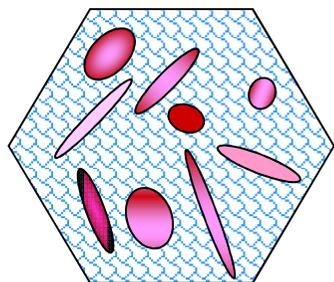
→ 従来590MPaと同等 (従来1.5GPaの3倍)

レアメタル添加量を10wt%以下に削減し 軽元素を活用

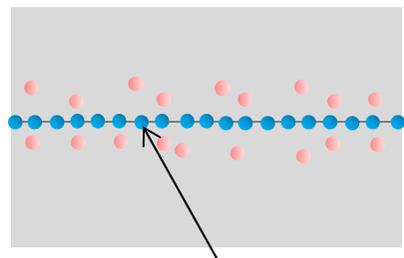
\* 第一期末(H27FY末目標): 強度: 1.2 GPa × 伸び: 15%

## (1) 組織制御技術開発

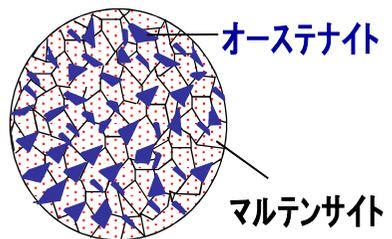
- ・軽元素の有効利用による粒界強化
- ・ $\gamma$ - $\alpha'$ 形態制御による複相化
- ・残留 $\gamma$ 中炭素量の高度制御による高延性化



異なる状態の残留 $\gamma$ を混在化させて加工硬化挙動制御



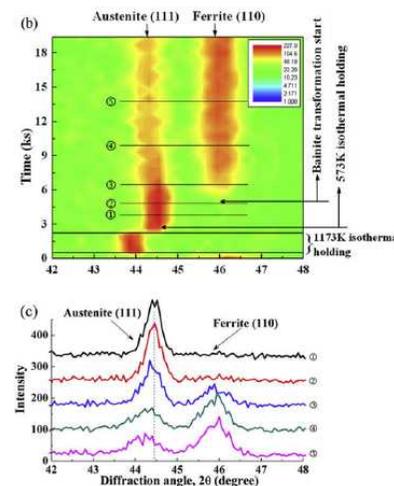
粒界強化元素の粒界偏析  
有害元素の無害化



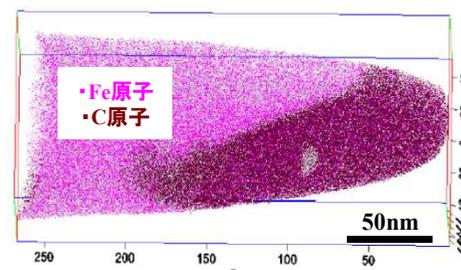
$\gamma$ - $\alpha'$ 複相組織の最適化制御

## (2) 機構解明技術開発

- ・高温プロセス中その場組織観察
- ・変形中その場組織観察
- ・軽元素の濃度分析精度向上



$\gamma \rightarrow \alpha$ 変態過程の  
その場中性子解析

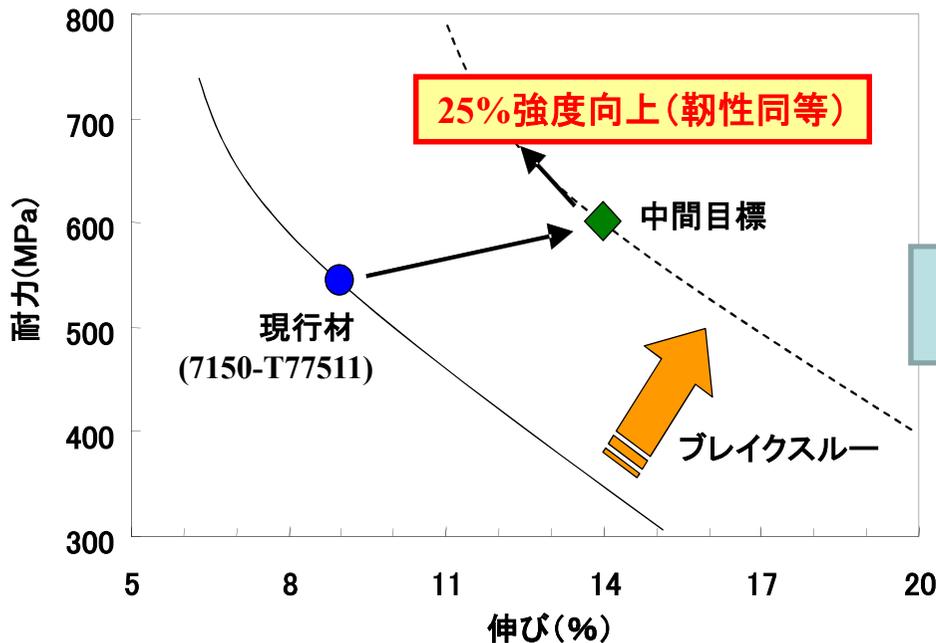


電顕・APなどによる  
残留 $\gamma$ 存在状態の  
解析技術を構築

# ◆アルミニウム材料の成果と意義

## 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発

テーマ	目標	開発体制
高強度・高靱性アルミニウム合金開発	Al-Zn-Mg材、強度>750MPa、伸び>12%、靱性同等(下図)	UACJ、神戸製鋼所、産業技術総合研究所
新製造プロセス技術開発	①室温精錬製造コスト:25%減 ②不純物濃度<10ppm	UACJ
複層アルミ合金の開発	強度>400MPa、伸び>20%(中間目標)	神戸製鋼所



<押出材平板T6調質での機械的特性>

Zn	Cu	Mg	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
10	1.5	2.0	694	645	16
		2.5	715	682	10
		3.0	724	691	9

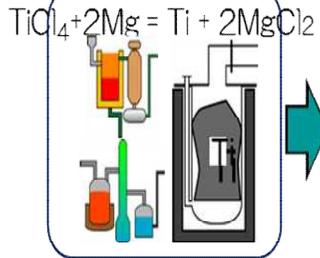
<圧延板の機械的性質>  
Al-10Zn-2.4Mg-1.5Cu-0.15Zr

引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
690	636	15

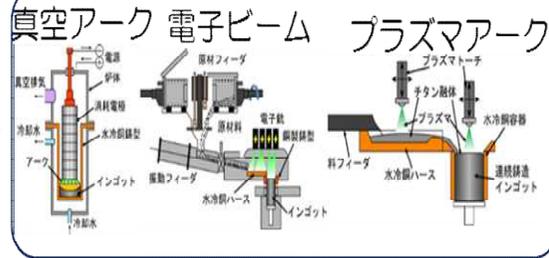
# ◆チタン材料の成果と意義

## 革新的低コスト化技術の確立

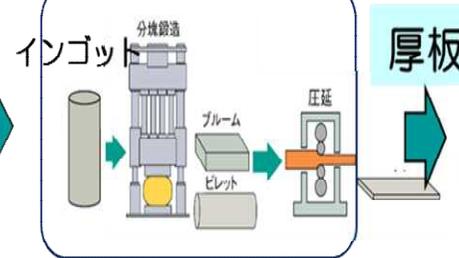
### スポンジチタン製造 (精錬)



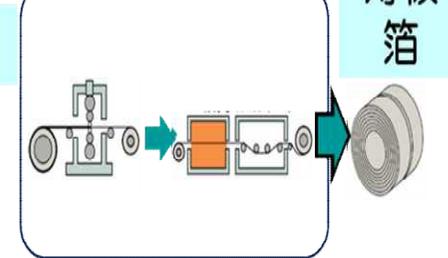
### インゴット製造 (溶解)



### 熱間圧延



### 冷間圧延



O,Fe低減目標を達成するため10種類以上の要素技術開発に取り組んでいる。

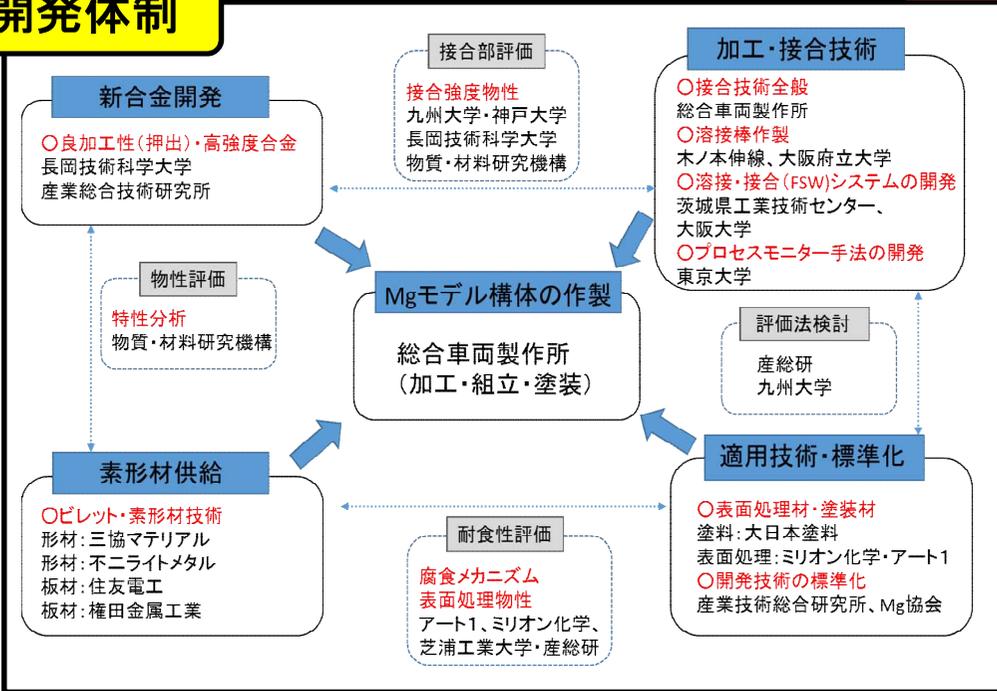
テーマ	目標	開発体制
高品質スポンジチタンの高効率製造プロセス技術の開発	①チタン精錬やチタン材製造プロセスのコストを低減することで、チタン材の利用を促進する。	東邦チタニウム
一貫製造プロセス技術開発	①製造コストを抜本的に低減する革新的なチタン材一貫製造プロセス技術開発。 ②強度と加工・成形性を兼ね備えたチタン合金板、純チタン板の開発。	神戸製鋼所
薄板の革新的低コスト化	①スポンジチタン製造技術関連テーマの成果の直接活用を含む、チタン薄板一貫製造技術を開発し、低コスト化、高効率化、高機能化を図る。 ②新製錬技術を確立しさらなる低コスト化を図る	新日鐵住金

無欠陥組織率99%以上、現行材より引張強度-延性バランスが20%高い高機能チタン薄板を試作。

# ◆マグネシウム材料の成果と意義

## 難燃性Mg合金の開発とその適用技術開発

### 開発体制

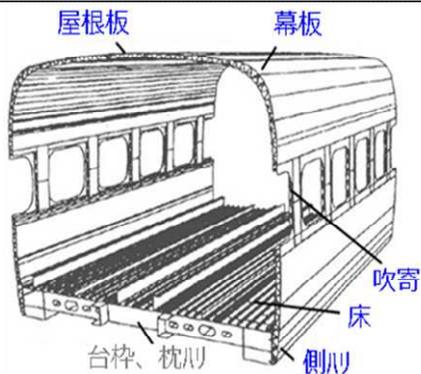


### 開発目標

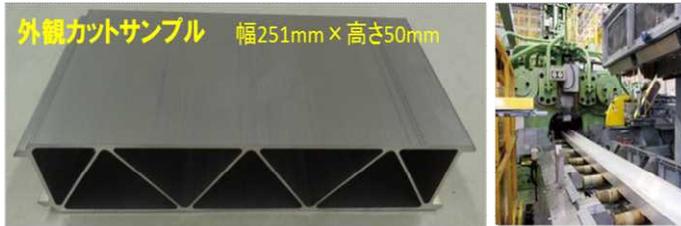
1. 易加工性・高強度・難燃性マグネシウム合金の開発
  - ①強度>360MPa、伸び>15%  
(薄板、厚板、形材)
  - ②強度>270MPa、伸び>20%  
(高速押し出し材)
2. 高速車両構体への難燃性マグネシウム合金適用技術(加工性、溶接性、耐食性)確立

### 成果

#### 高速車両構体の断面構造(イメージ)



外観カットサンプル 幅251mm×高さ50mm



押し出し速度5m/minでの押し出し成形を実証  
(AZ31合金の5倍、汎用難燃Mg合金(AZX611)の10倍以上)  
⇒部分構体・モデル構体の試作へ

TIG, MIG, FSW法の最適化を図り、最適接合条件範囲を明確にし、H27年度目標値(継手効率70%以上)を達成した。

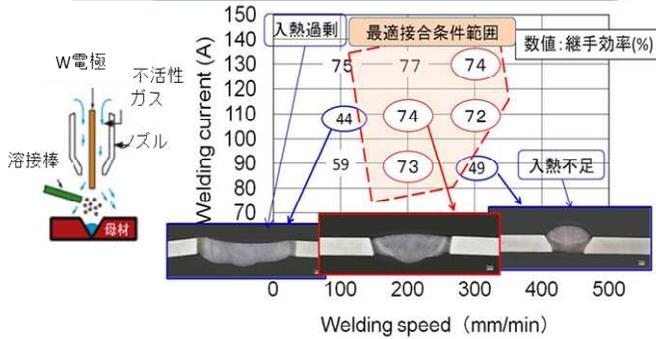
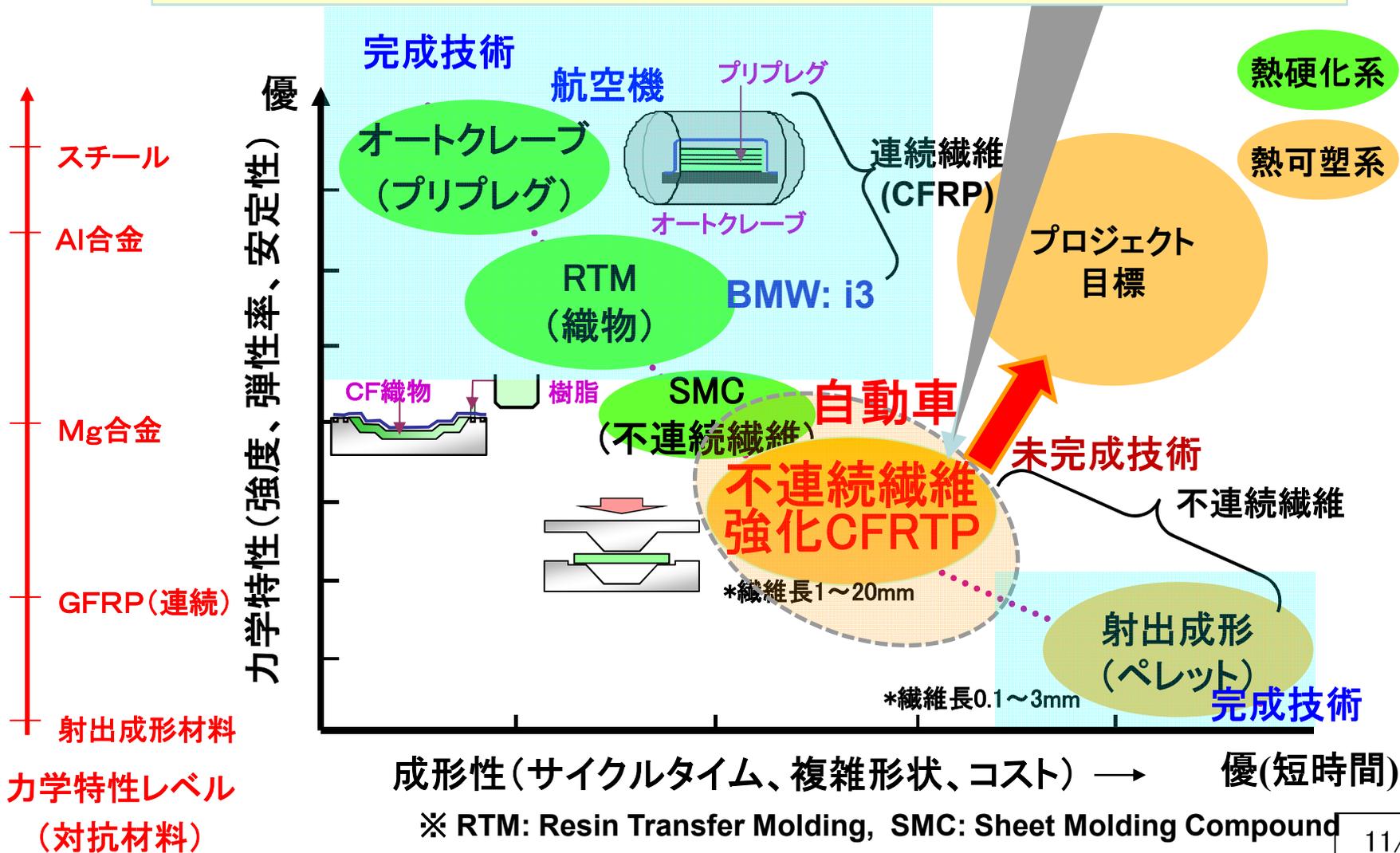


図 TIG溶接法の適正接合条件範囲

# CFRP技術全体の中での東大・名大研究の位置づけと方向

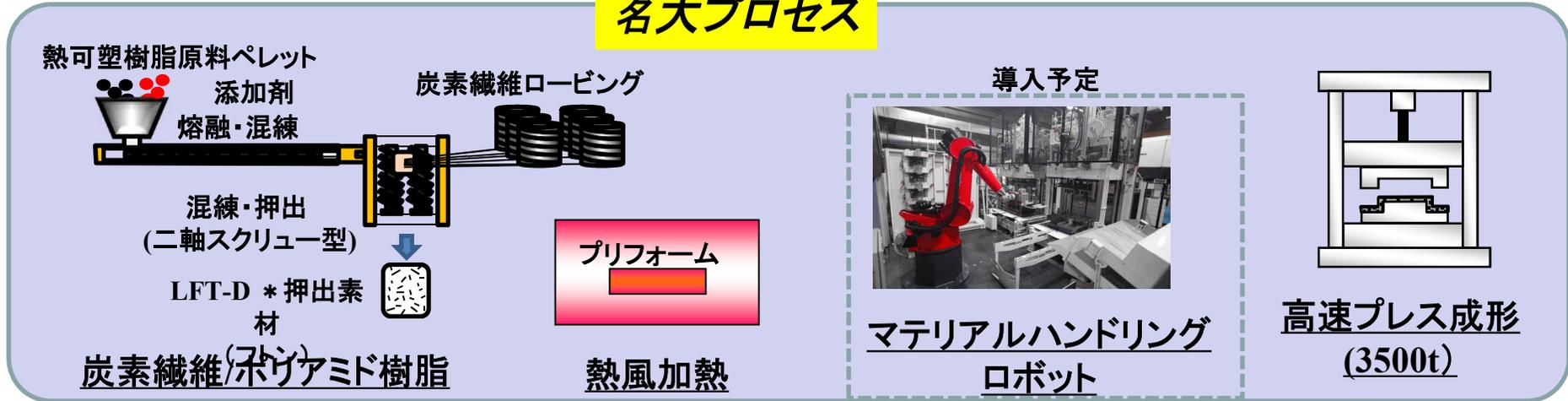
競合技術との対比による研究開発の位置づけ  
 ～量産車構造に必要な力学特性とコストの両立～



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

ISMAにおけるCFRP研究開発

名大プロセス



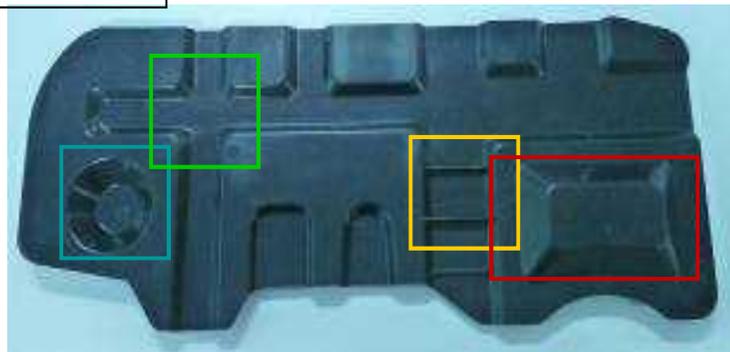
東大プロセス



\*LFT-D: Long Fiber Thermoplastic-Direct

マット系基材の例：特徴は優れた加工性(東大)

要素形状



曲面



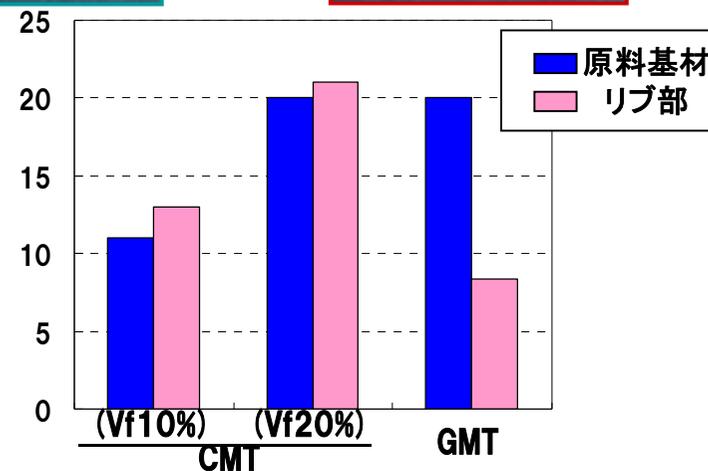
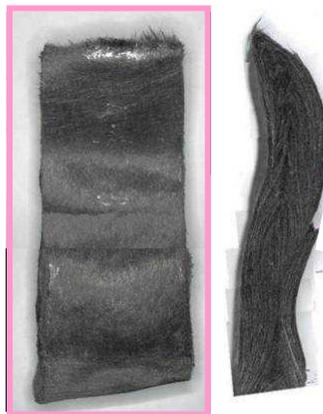
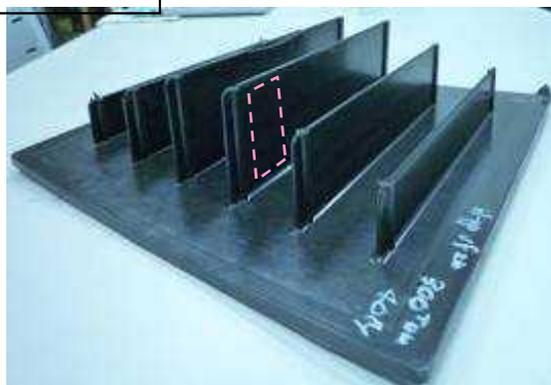
リブ



絞り



リブ形状

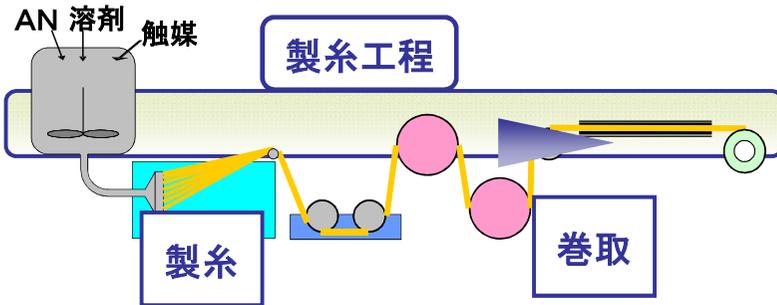


曲面・絞り加工が可能で、成形後の均質性が高い。

# ◆革新炭素繊維基盤技術開発の成果と意義

## 生産性向上と製造エネルギー（CO2排出量削減）

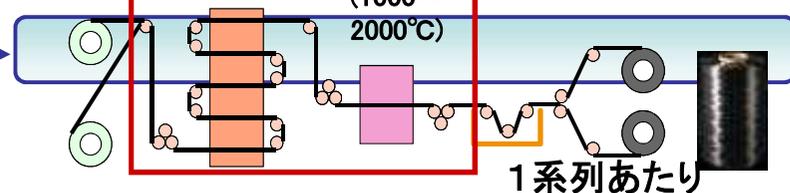
現行製造技術「進藤方式」(1959年)



空气中

(200~300°C  
30分~60分)

焼成工程



耐炎化

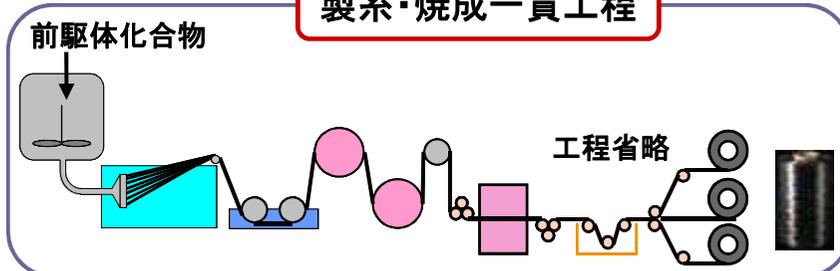
炭化

巻取  
2,000t/年

革新炭素繊維前駆体技術「ポスト進藤方式」

目標: 弾性率 235GPa、伸度 1.5%

製糸・焼成一貫工程



革新炭素繊維  
前駆体

革新焼成

巻取  
20,000t/年

革新的な化学反応により、工程を省略

環境面の成果

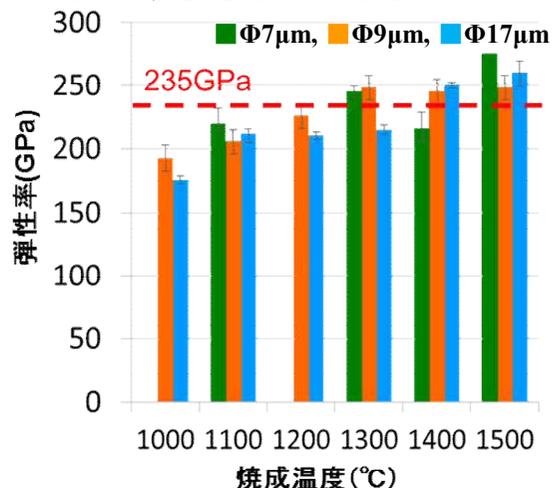
	生産性 (トン/ライン・年)	製造エネルギー (MJ/kg)	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg/kg)
現状「進藤方式」	2千	286	22.4
「ポスト進藤方式」	2万以上	140以下	11以下
削減率(%)	—	50以上	50以上

生産性10倍以上、環境対応(製造エネルギー・CO<sub>2</sub>排出量半減以上)が目標

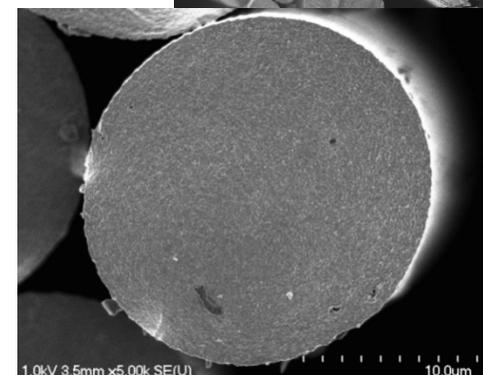
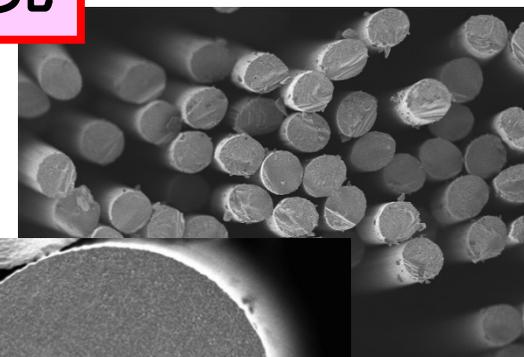
革新炭素繊維基盤技術開発

新規炭素繊維前駆体化合物の開発

<新規前駆体A>



- ▶ 中間目標値である235 GPaを超える弾性率 (~250GPa)を達成。
- ▶ 耐炎化不要であることにより、PAN系炭素繊維では製造困難な太さの炭素繊維製造が可能



太径炭素繊維 (Φ~17μm) の断面写真

<新規前駆体B>

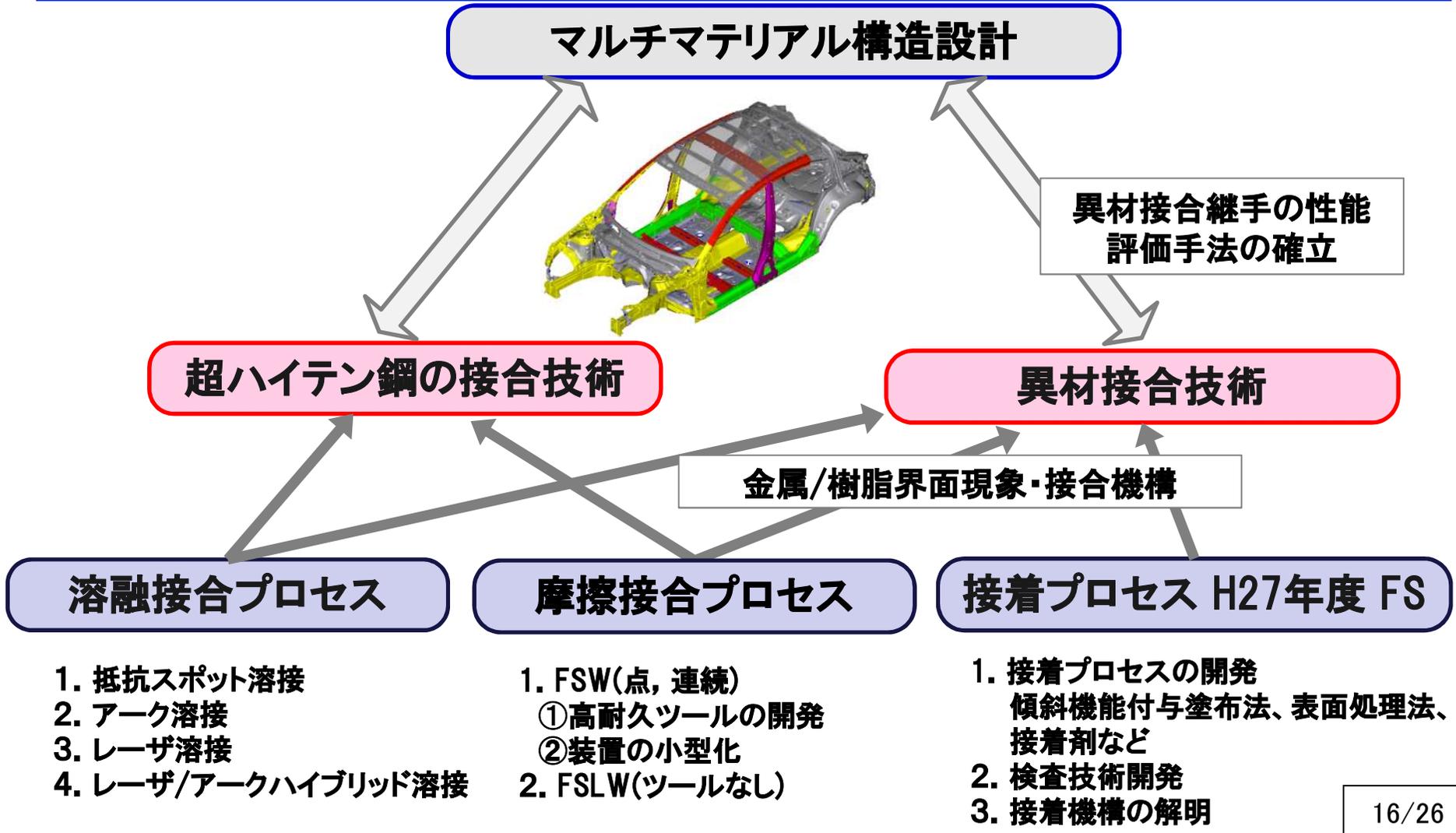
	引張弾性率(GPa)	引張強度(GPa)	破断伸度 (%)
前駆体B	240	3.5	1.5
中間目標	235	(3.5)	1.5

耐炎化不要の新規前駆体Bから得られる炭素繊維において、中間目標値を達成

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

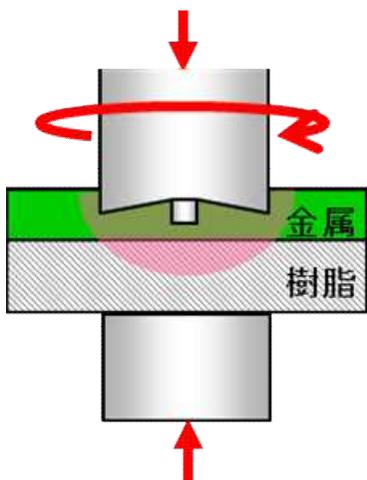
◆ 接合技術の成果と意義

マルチマテリアル構造設計を可能にする超ハイテン鋼同士、鋼板/軽金属、金属/樹脂などをつなぐ 接合技術(点接合・連続接合)の開発

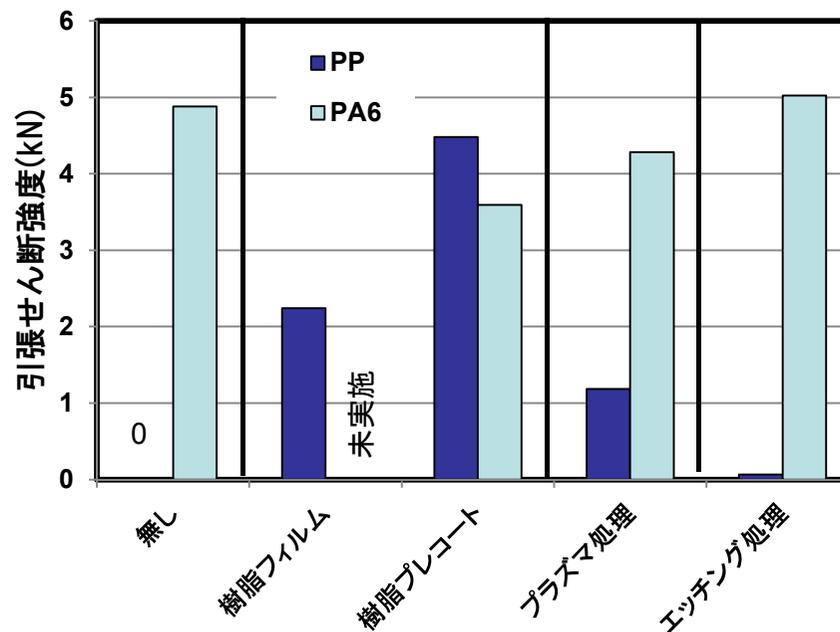
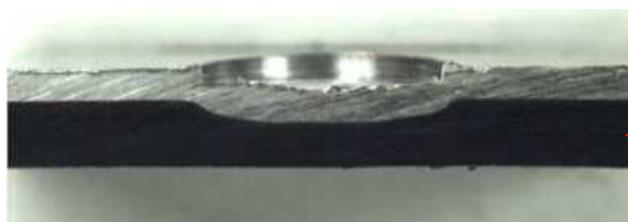


# 異材接合技術の開発

## アルミニウム/CFRPのFSSW点接合技術の開発



ツール回転による摩擦熱で樹脂を金属側に溶着させる

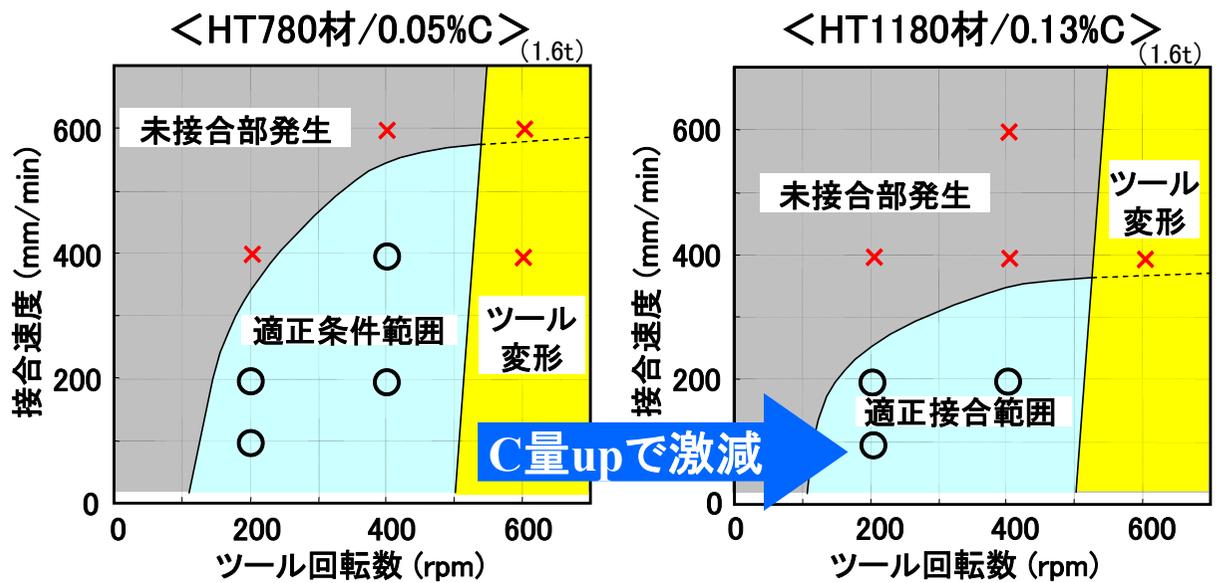


接合強度に及ぼす表面処理の効果

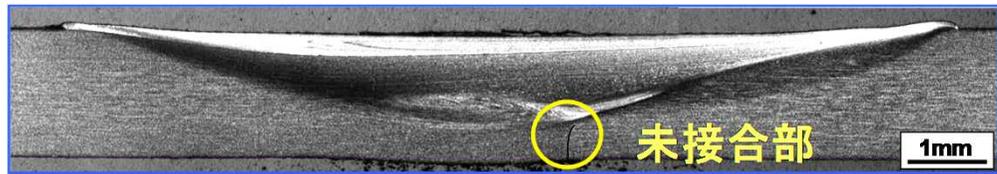
樹脂プレコートにはPP材に対する接合性改善効果が認められる。一方、接合強度に及ぼすアンカー効果の影響は小さい。引き続き、樹脂プレコートの評価を進める。

# 摩擦拡散接合 (FSW) による鉄鋼材接合技術の開発

## 中高炭素鋼板のPHMによる実用FSW技術の開発



### 780MPaおよび1180MPa材の適正接合条件範囲



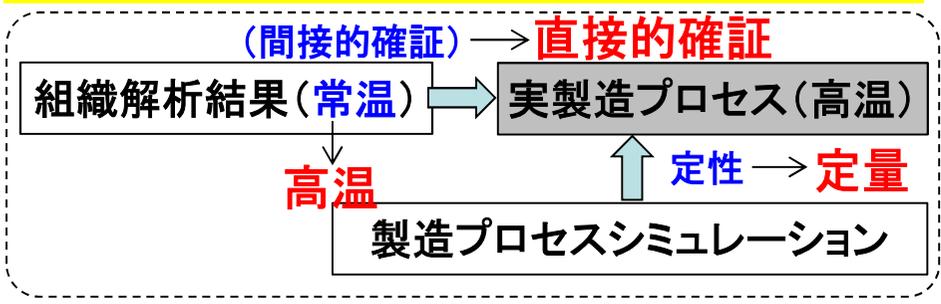
FSW継手断面組織

・高C鋼ではFSW接合可能範囲が激減

# 新規FS研究テーマの提案1(中性子利用技術)

## 電子線・中性子線等の活用によるマクロ・マイクロ組織定量化

中高温域での材料組織制御技術の確立が重要なポイント



局所とマクロ組織の高温特性に関する定量データの取得が材料開発のキーポイント

中高温域での新たな材料組織挙動の解明に資する材料工学的な定量計測データを取得できる体制の構築

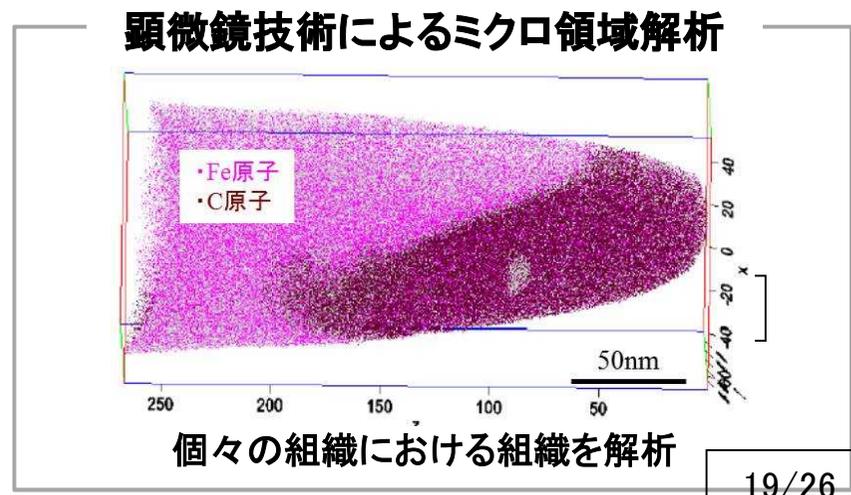
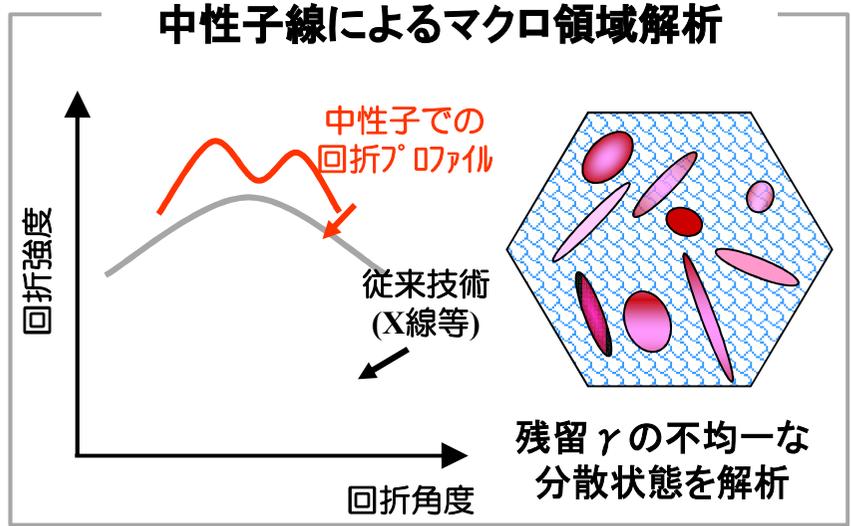


J-PARC



SPring-8

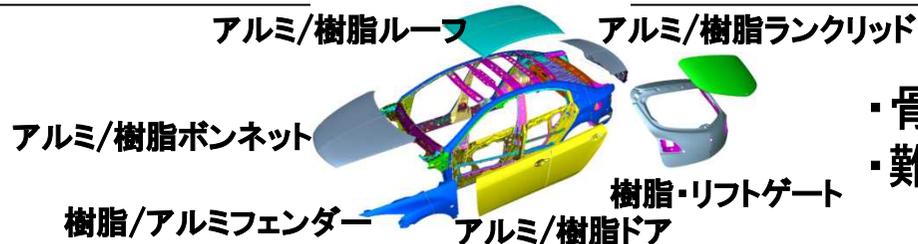
- ・ 中炭素鋼の中高温域組織変化のその場観察装置の開発
- ・ ミクロ局所とマクロ平均計測値の融合とマルチスケール科学



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

新規FS研究テーマの提案2(接着技術)

異種材料接合における化学(接着剤)、物理(界面)、構造力学、プロセス工学等各分野における技術課題の解決、および分野間の技術連携により(物質-材料-製法)、自動車等の軽量化に資するマルチマテリアル化を推進するための接合技術を開発する。  
被着体の種類、組合せ:CFRP, CFRTP, PA, PP/Al, Ti, Mg, Steel

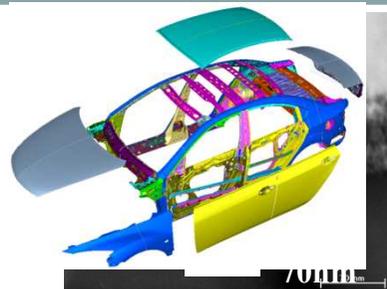


- ・骨格部品へのパネルの装着
- ・難溶接部位に自動化とともに利用

接着剤の適用開発

1. 接着剤の評価・改良・データ蓄積(エポキシ、ウレタン、アクリル)
2. 低硬化収縮性熱硬化性樹脂(ベンゾオキサジン)の評価

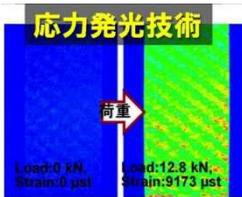
接着メカニズム、強度・耐久性の評価・予測



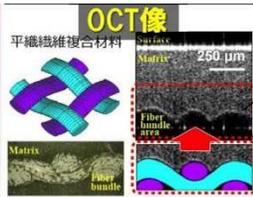
電子顕微鏡による接合界面の解析

CFRP/金属接合界面の破壊靱性

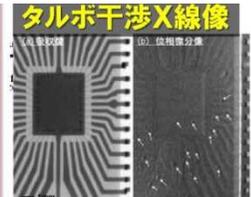
接着工法・プロセス、および非破壊検査方法の開発



FRP繊維の力学分配、欠陥、き裂の検出実績



異種界面の力学状態を評価実績



高分子材内部の欠陥・ボイド検出実績

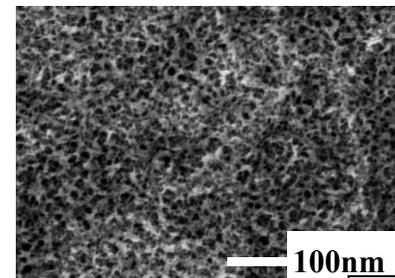
応力分配・集中  
・き裂発生・進展

界面・密着性評価

高分子・CFRP中の欠陥検出

表面処理技術の開発

- ・ プラズマ処理
- ・ VUV処理
- ・ コロナ処理
- ・ プライマー 等



金属表面への超微細凹凸の形成

◆ 知的財産権の確保に向けた取り組み

戦略に沿った具体的取り組み

研究開発の成功と成果の事業化による国益の実現のために  
外国・PCT出願を積極的に行う。

【平成27年3月末現在】

年度	特許出願		
	国内	外国	PCT出願※
平成25	8		
平成26	46	2	6
合計	54	2	6

※ Patent Cooperation Treaty :特許協力条約

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

●実用化

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客へのサンプル提供等）が開始されること。

●事業化

当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること。

## ◆ 接合技術の実用化・事業化に向けた戦略: JFEスチール

自動車需要は、今後もアジアなど新興国中心に伸び代が大きく、2015年92百万台から2050年283百万台に大きく拡大することが予測されている。こうした予測の中、中高炭素鋼ベースの自動車用超高強度鋼板は、安価でかつ軽量化および安全性向上効果の大きい素材と考えられるが、従来の溶接技術の適用のみでは十分な接合施工性および継手強度を得ることが困難である。したがって、この超高強度鋼板に対して接合施工性および継手強度を十分確保可能な新接合技術の開発は必須であり、鋼板の爆発的な需要拡大に大きく寄与するものと予想され、その経済効果も大きい。

平成34年度までに、高周波加熱およびレーザー照射装置を利用した予熱後熱プロセス条件の最適化、裏面加熱装置による攪拌性向上、さらには接合ツール材質および形状の最適化を図り、接合施工性向上および継手特性向上の両立を目指す。さらに、厚さ2mm、強度1.5GPa以上の中高炭素鋼に対して接合プロセスを最適化することにより、接合継手の引張せん断強さ $\geq$ 母材強度の70%の実現を目指す。

4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組み

公開

◆CFRP材料技術の実用化・事業化に向けた具体的取り組み

	H25	H26	H27	H28	H29	H30-34
熱可塑性CFRP材料 名大NCC		LFTD要素技術開発	第一期		実証評価	製品化事業化基盤確立 最終
自動車用熱可塑性 CFRP材料 東大コンソ		センターピラー最適構造 設計技術	第一期 目標	車体部分的 最適化設計	第二期 目標	製品化事業化基盤確立 目標

## 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## 本プロジェクトで取り組んでいる材料技術エリア

**金属材料: バナナカーブ上での性能ポジションを見極め**

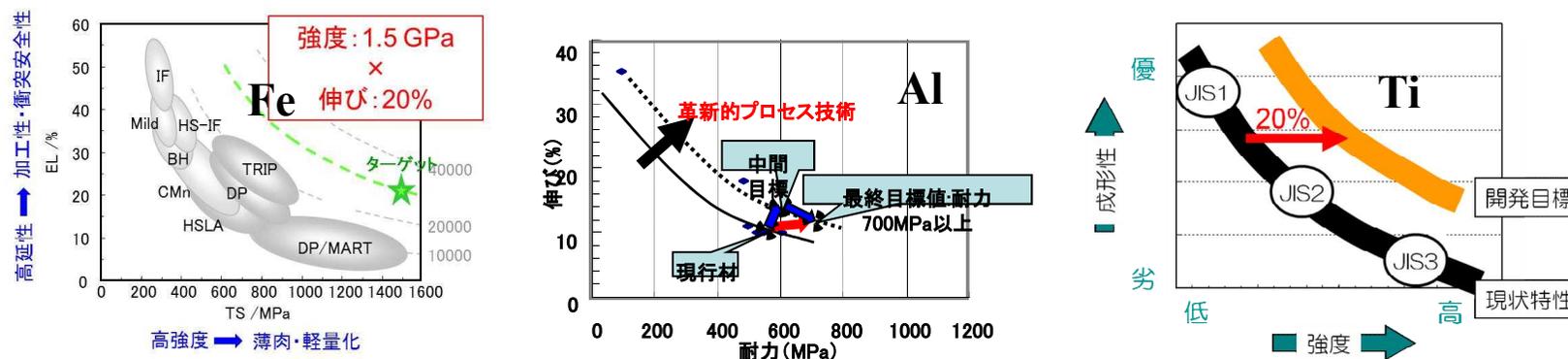
鋼板: 更なる高強度かつ高延性材料開発

Mg材: 難燃性素材による大型押し出し材の成型技術開発

モデル構造体試作による技術の有効性の確認

Al材: 大型押し出し材で高強度化技術の開発

Ti材: 高強度材の創出と低コストプロセス技術の開発



**複合材料: モノコック構造用部品への対応性を見極め**

CFRTP: 短繊維強化材料による大型部品の試作技術開発

強度部材への長繊維強化材料の適用技術

**接合技術: FSWを中心とした接合技術開発**

同種材料: FSWによる接合技術開発

異種材料: 素材の特徴や目的に応じた接合方法の研究

### ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

本プロジェクトは、日本の自動車産業のインフラが完備されているモノックボディ設計を活用し、衝突などの強度特性が必要な部位は超ハイテン、強度を受け持たない部位は軽量素材を用いる軽量マルチマテリアル車体(目標値:重量半減)開発への材料技術からの提言を行う。研究開発目標では、全体では3年目の目標値を達成できる見通しである。

鉄鋼材では、中間目標値(引っ張り強度1200MPaと伸び15%)を1年前倒しで達成できたこと。アルミ材料、チタン材料についても中間目標を達成できている。CFRPでは車部品の生産技術に取り組み所期目標が達成できている。接合技術は最も難しい課題で材料開発と一体で進めているが、異種材料の接合、超ハイテン同士の接合について溶接時の影響を見極めながら進めている。