

資料 5

分科会資料抜粋版

「革新的新構造材料等研究開発」(終了時評価)

2014年度～2022年度 9年間

プロジェクトの概要 (公開版)

2023年4月21日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

材料・ナノテクノロジー部

主査・プロジェクトマネージャー

小川 貴弘

革新的新構造材料等研究開発

材料・ナノテクノロジー部 小川 (PM)
高性能材料 (構造材料) 分野の技術戦略

プロジェクトの概要

自動車燃費改善、電費向上に係る課題には、動力機関の効率向上、電池性能向上、車両の軽量化、空気抵抗軽減などがある。中でもエンジン燃焼効率の向上や電池容量の向上に向けた研究開発は精力的に取り組まれている。これに加えて車両の軽量化もまた、燃費改善、航続距離延伸に繋がる重要な取組課題の一つになっている。

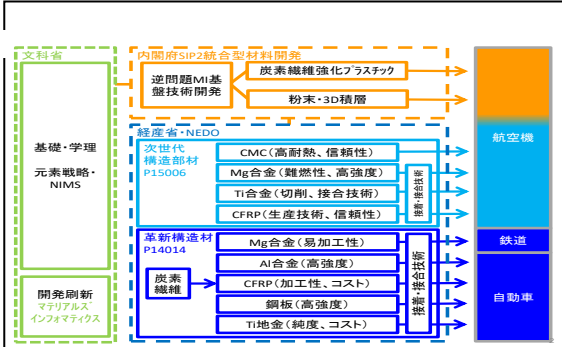
本事業では、自動車、航空機、鉄道車両等の抜本的な軽量化 (半減) に向けて、革新的なアルミニウム材、チタン材、マグネシウム材、鋼板、炭素繊維及び炭素繊維強化樹脂 (CFRP)、これらの材料を適材適所に使うために必要なマルチマテリアル技術・接合技術の開発等を実施する。

運輸部門における二酸化炭素排出量 (2016年度)

自動車全体で運輸部門の86.2% (我が国全体の15.4%)

- バス 429万トン (2.0%)
- タクシー 285万トン (1.3%)
- 二輪車 47万トン (0.4%)
- 内航船隻 1,037万トン (4.8%)
- 航空 1,019万トン (4.7%)
- 鉄道 919万トン (4.3%)

既存プロジェクトとの関係



想定する出口イメージ等

アウトプット目標

自動車や鉄道車両メーカーのニーズに基づき、各材料 (Ti合金、Mg合金、Al合金、革新鋼板、CFRP等) の高性能化・低コスト製造プロセス開発・設計加工技術開発の目標を設定。

- マルチマテリアル技術：マルチマテリアル設計車体の提案
- 接合技術：目標は組み合わせ毎に設定
- 革新チタン材：引張強度・延性バランスを30%以上向上、自動車部材の試作
- 革新アルミ材：引張強度750MPa、伸び12%以上、自動車部材の試作
- 革新マグネ材：引張強度270MPa、伸び20%以上、高速鉄道車両モックアップ構体試作
- 革新鋼板：引張強度1500MPa以上、伸び20%以上、汎用鋼並み耐食性・水素脆性確保
- 熱可塑性CFRP：大型部材の高速成形技術確立と車体構造への適用
- 革新炭素繊維：耐炎化工程不要の製造技術開発 (引張弾性率240GPa、強度4GPa)

アウトカム目標

自動車車両軽量化目標：半減@2030年

二酸化炭素排出量：374万tCO₂/年
原油使用量削減効果：719億円/年

出口戦略 (実用化見込み)

運輸機器の軽量化を実現する構造素材の研究開発を推進し、世界各国の環境規制に適合した輸送機器の生産につなげる。開発が完了した研究テーマは順次企業研究へと移行する。

グローバルポジション

開始 (2013年) → 事業終了時 (2023年)

- 接合技術 : RA~DH → DH
- 革新チタン材 : DH → DH~LD
- 革新アルミ材 : RA → DH
- 革新マグネ材 : RA → DH
- 革新鋼板 : DH → DH~LD
- 熱可塑性CFRP : DH~LD → LD
- 革新炭素繊維 : LD → LD

LD：リーディング
DH：デッドヒート
RA：ランアフター

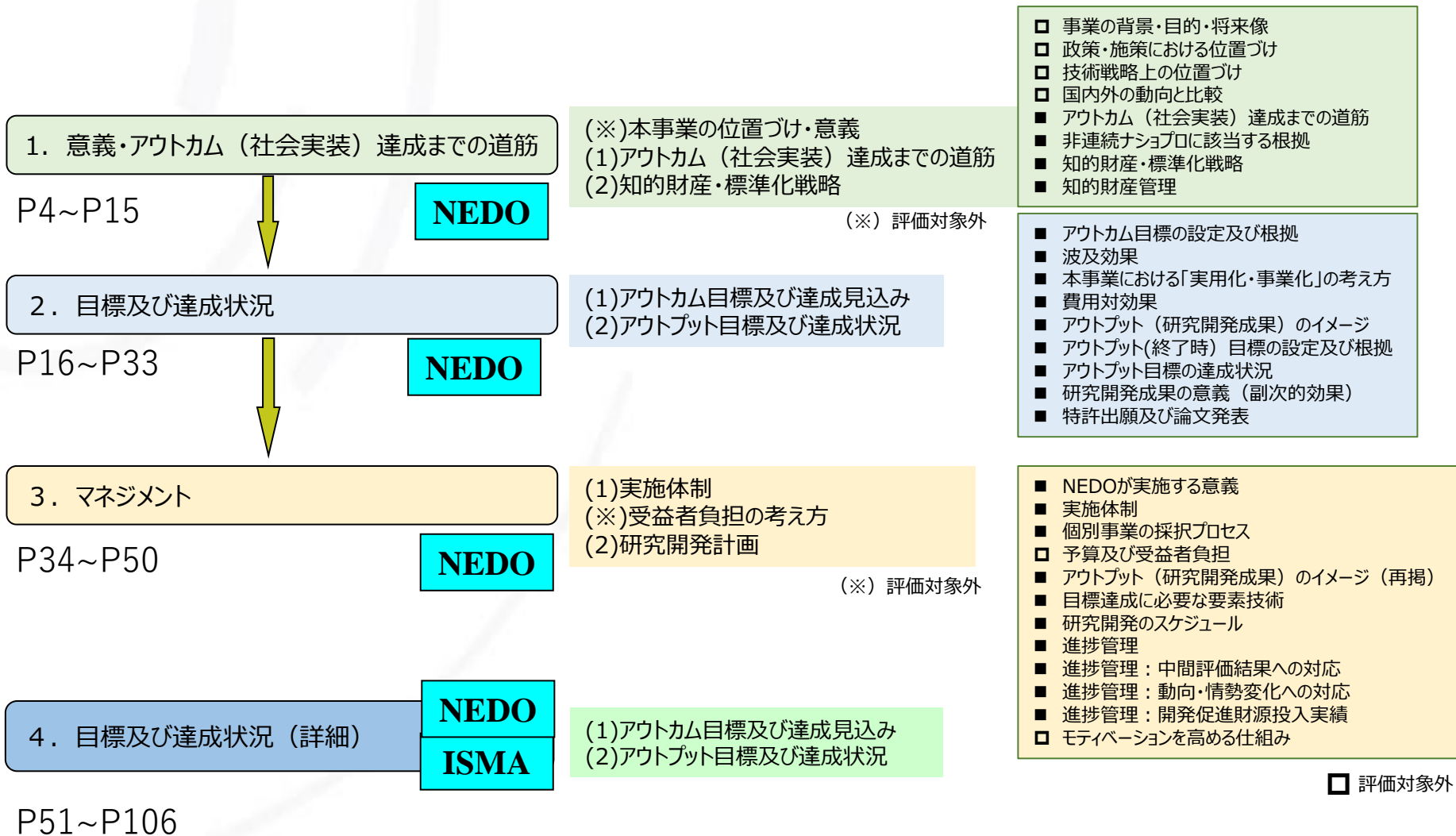
事業計画

期間：2013~2022年度 (10年間)
総事業費 (NEDO負担分)：およそ378億円 (委託)

<研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模>

	第2期		第3期			第4期		2023
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
マルチマテリアル			マルチマテリアル設計技術の開発					
接合技術	プロセス条件確認 構造部材開発		実用化課題の解決 大型部材へ適用技術					
革新チタン材	ラボプロセス検証		大型試験設備による検証					
革新アルミ材	大型設備化検討		大型部材への適用造技術開発					
革新マグネ材	車両用素材開発 小型構体試作		大型構体製造技術 MI活用技術開発					
革新鋼板	ハイテン加工性評価		ハイテン素材の信頼性向上 技術開発					
熱可塑性CFRP	車体の部分的 最適設計		大型構体製造技術 の確立					
革新炭素繊維	異形炭素繊維 製造技術確立		耐炎化工程不要製造 技術開発					
戦略基盤	技術動向調査 基盤技術検討		技術動向調査 基盤技術検討					
評価時期		中間 評価			中間 評価			終了時 評価
予算 (億円)	37.1	37.2	35.1	28.3	36.2	30.2	26.9	

報告内容



5-1

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(※) 本事業の位置づけ・意義 * 評価対象外

(1) アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(2) 知的財産・標準化戦略

報告内容



1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

NEDO

(※)本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

(※) 評価対象外

2. 目標及び達成状況

NEDO

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

NEDO

(1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※) 評価対象外

4. 目標及び達成状況（詳細）※

NEDO

ISMA

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

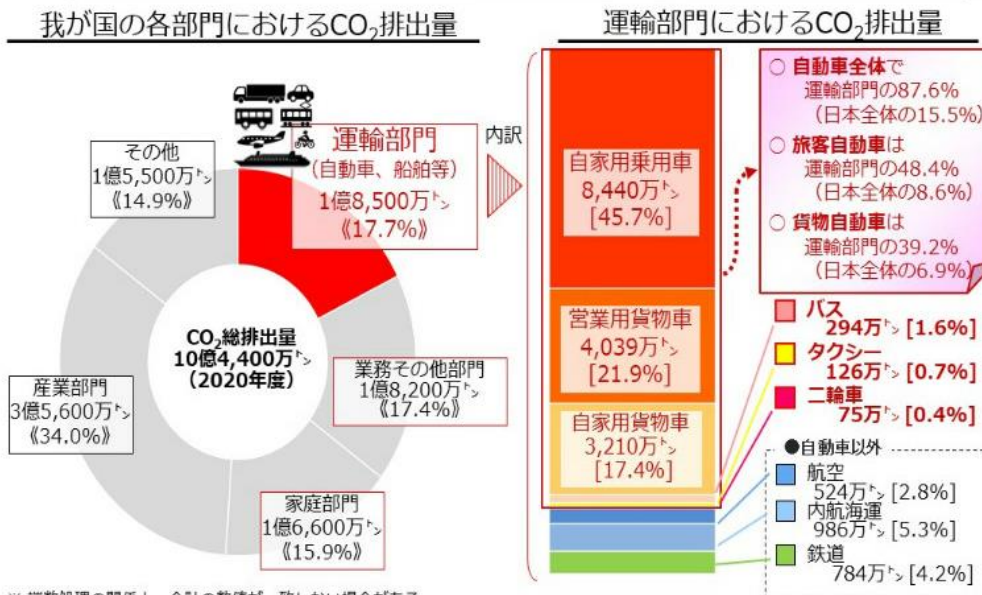
- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 国内外の動向と比較
- アウトカム（社会実装）達成までの道筋
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 知的財産・標準化戦略
- 知的財産管理

□ 評価対象外

事業の背景・目的・将来像

- 国内年間CO₂排出総量は約10億44百万トン。うち運輸部門は約17.7%（約1億8200万トン）を排出。自動車は運輸部門の88%を占め、日本全体の16%を排出している。
- 国内のエネルギー消費量は1.2万PJ。うち運輸部門は約22%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



※ 端数処理の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。
 ※ 電気事業者の発電に伴う排出量、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「日本の温室効果ガス排出量データ (1990~2020年度) 確報値」より国土交通省環境政策課作成。
 ※ 二輪車は2015年度確報値までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度確報値から独立項目として運輸部門に算定。

出典
 2022年国土交通省HP
 運輸部門における二酸化炭素排出量

政策・施策における位置づけ

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

1. リスクの高い中長期的テーマ

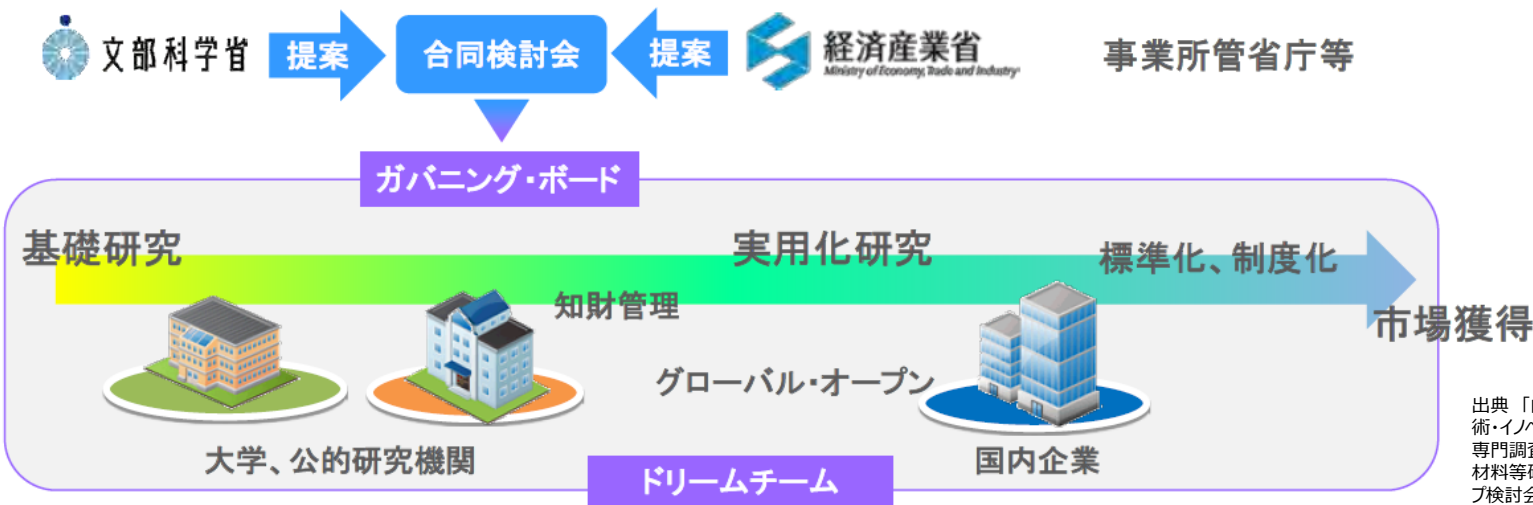
- 短期の対策に加え、事業化まで10年を超えるような、**リスクが高い研究開発を国が主導**
- エネルギー・環境制約など、抜本的な対策が必要な分野に集中投資

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**ガバナング・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

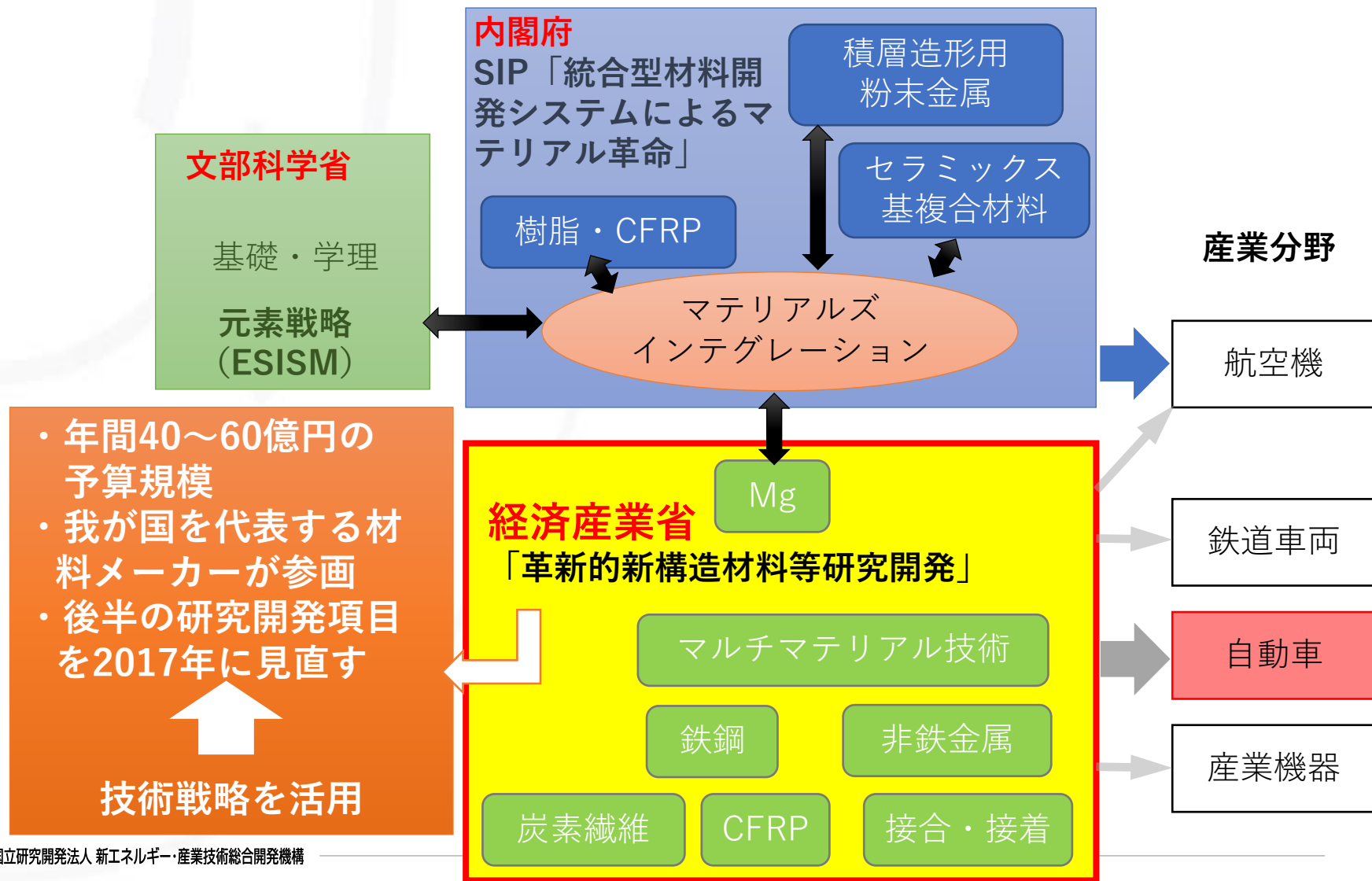
- 技術と事業の両面で世界に勝てる産学官**ドリームチーム**（国益確保を前提に外国企業の参加も検討）
- 事業化促進のための適切な知財管理



出典「内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 評価・専門調査会「革新的新構造材料等研究開発」フォローアップ検討会 平成26年9月29日配布資料4-2」

技術戦略上の位置づけ（他事業との関係）

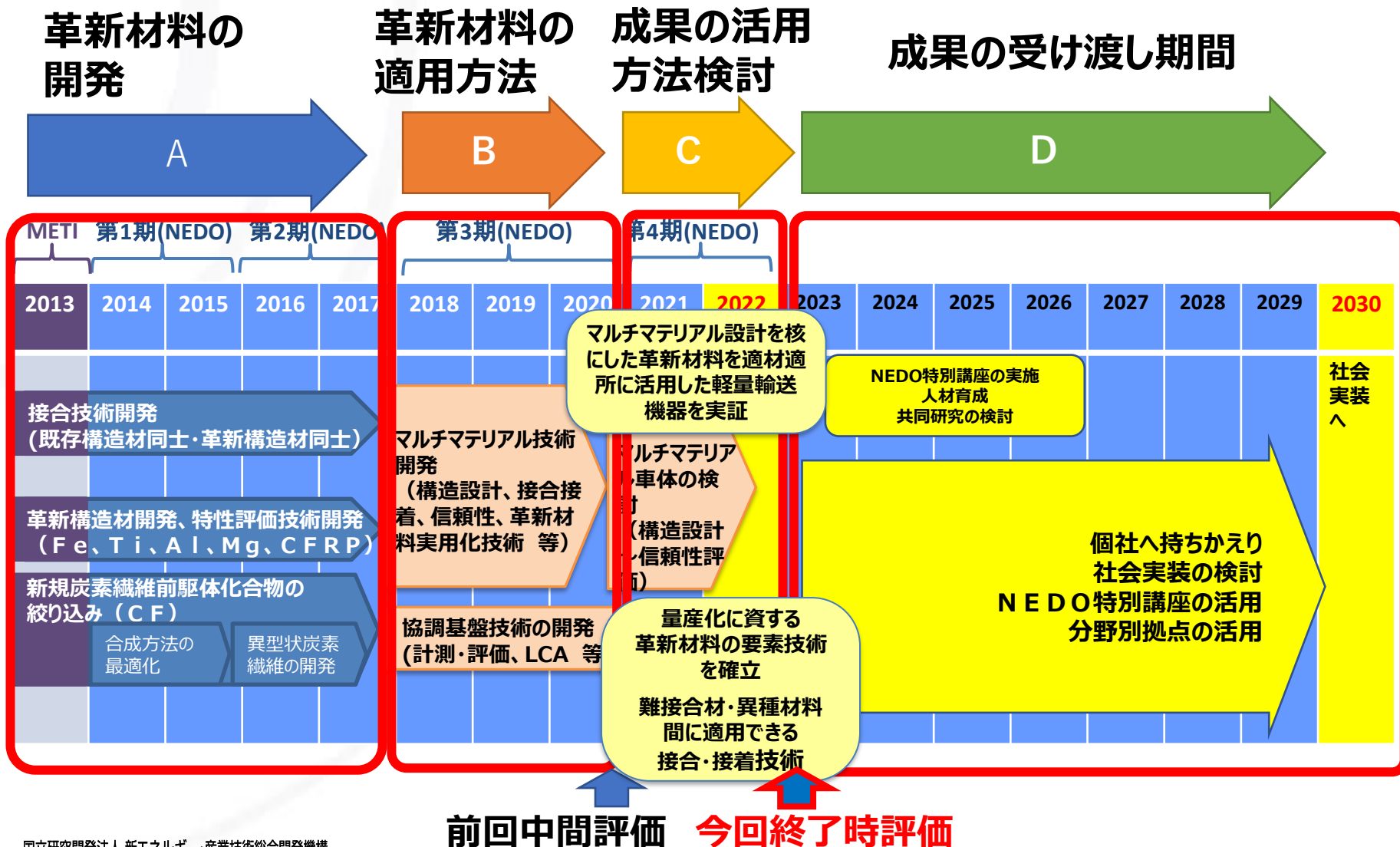
構造材料の高性能化、軽量化をめざし、経済産業省、内閣府、文部科学省がそれぞれ分担しながら研究開発を進めている



国内外の動向と比較

	現在		プロジェクト終了後	
①マルチマテリアル技術開発	RA ～ DH	マルチマテリアル構造設計に適した解析手法であるトポロジー最適化法の適用により、設計ツールを開発しており、さらに、開発した設計ツールをもとに、高性能なマルチマテリアル車体設計を実現しようとしている。欧州が先行。	DH	開発材料・接合方法を適用可能な最適設計法を構築し、マルチマテリアル最適構造の導出と接合方法を含めた評価を実施し、最終的に混流生産可能なマルチマテリアル軽量化車体の提案を目指す。これにより他国との競争力を維持する。
②接合技術	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。また、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。	DH	下記の部材開発と併せて接合技術を開発することで、次世代の部材に適合した実用性のある接合技術の実現を目指す。これにより他国との競争力を維持する。
③革新チタン材	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。	LD	精錬・加工プロセスの生産性向上と高機能化により、特に航空機向けなどの高付加価値分野で競争力を向上。
④革新アルミニウム材	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が劣る。自動車メーカーと連携して海外進出。	DH	本PJにて新規合金製造プロセスを開発し、現行法では到達不可能な「海外メジャー並」の低価格化を実現し、品質面でも優れたアルミ合金を開発することで市場シェアを拡大する。
⑤革新マグネシウム材	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。	DH	合金設計技術からプロセス技術、評価技術、データベースの構築などを一体的に推進し、強度・延性・難燃性等の優れた材料を開発し、より多くの市場を獲得する。
⑥革新鋼板	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、競争力低下が懸念される。添加レアメタルの需要逼迫も懸念材料	DH ～ LD	レアメタル添加量を極限まで抑制した上で強度を向上させる技術開発により、競争力を向上。
⑦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。	LD	熱可塑性CFRPの易加工性、リサイクル性、加工コスト等の優位性から適用需要は拡大が可能に。低コスト炭素繊維開発との相乗効果で、現在、約10%程度の世界のCFRP製品市場の大幅拡大が期待出来る。
⑧革新炭素繊維	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 ₂ 排出量が多く、高コストは共通の課題。	LD	低コスト炭素繊維の実現に伴い、使用用途の拡大・環境負荷低減が進むことで世界的に炭素繊維の使用量増大が期待出来、国際優位性は盤石なものとなる。世界市場シェアの独占も視野に入れられる。

アウトカム（社会実装）達成までの道筋



アウトカム（社会実装）達成までの道筋

2022年
アウトプット



成果の受け渡し期間

2030年
アウトカム

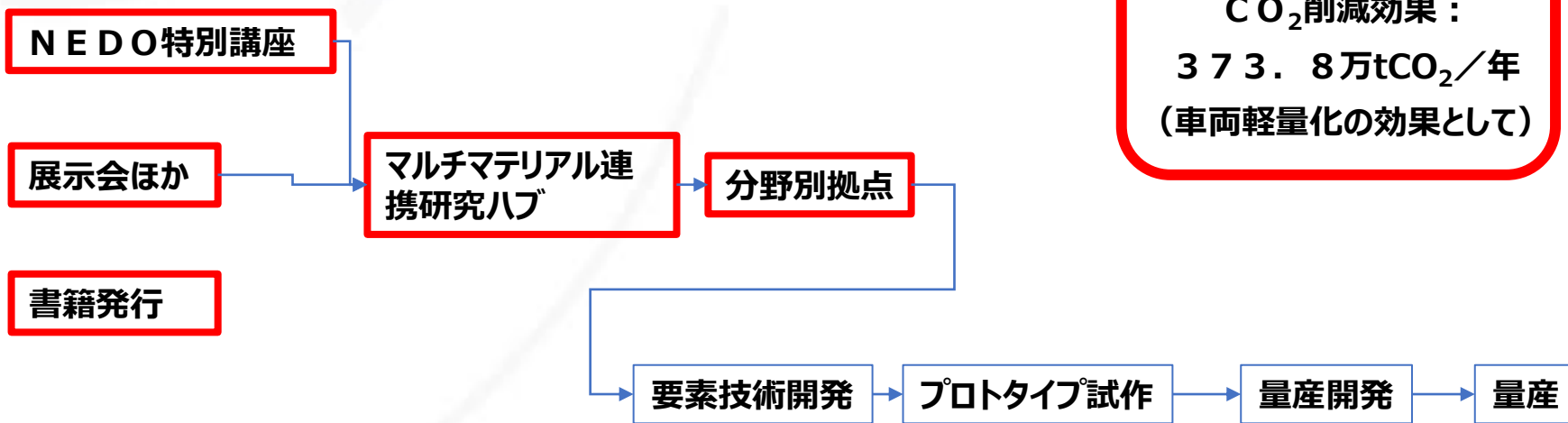
ISMAメンバー→個社へ持ち帰り



車体重量半減

売上予測：1.2兆円
 CO₂削減効果：
 373.8万tCO₂/年
 (車両軽量化の効果として)

ISMAメンバー外←アクセス窓口、支援体制構築



ユーザーすそ野の拡大→アウトカム拡大への布石

非連続ナショナルプロジェクトに該当する根拠

◆非連続ナショナルプロジェクトの考え方

	内容
非連続的な価値の創造	画期的で飛躍的な変化を伴う価値が創造され、提供されることにより、生活、環境、社会、働き方などを変える
技術の不確実性	難易度が高い技術的課題や、新領域へのチャレンジなどにより、目標とする特性値や技術は従来の延長上にはなく、リスクが特に高い

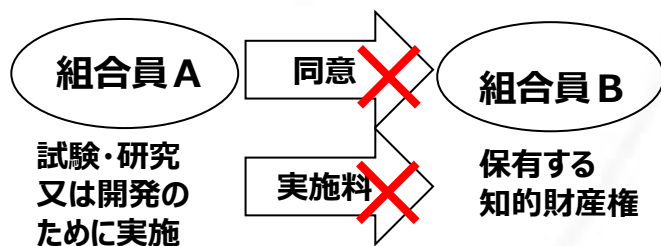
	理由
①非連続的な価値の創造	本事業は、国が主導的に関与し、川上から川下までの共同技術開発の支援を行うことで、材料科学分野で生み出された優れた成果を革新的構造材料として輸送機器に適用し、最終製品としての国際競争力を強化することで、グローバル化が進む中で引き続き国内産業を成長させていく取組みであり、社会的、経済的にも重要である
②技術の不確実性	本事業で行う研究開発では、素材毎に縦割りでなされてきた従来の研究開発スタイルから脱却し、これらの素材の壁を越えて統合的に事業を推進することで、これまでの技術開発の延長線では成し得ない画期的な部素材を開発する。このような長期的でリスクの高い研究開発は、民間企業が単独で実施することは困難であり、国が積極的に関与し、実施する意義がある。

知的財産・標準化戦略

本プロジェクトの知財の基本方針

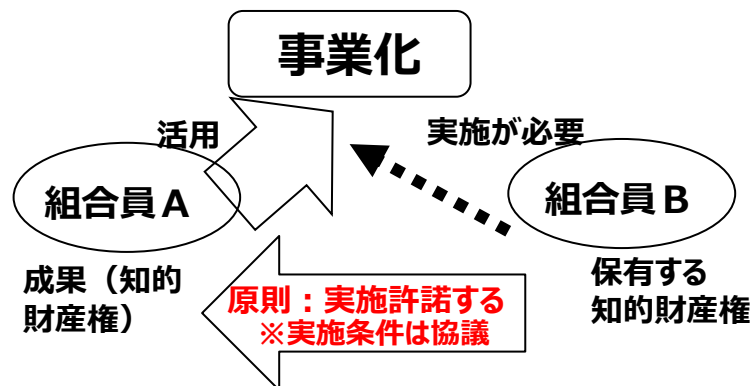
- 参加者間のシナジー効果発揮等によるP Jの目的（研究開発の成功と成果の事業化による国益の実現）達成を確かにするための知的財産についての適切な管理を行う。
- プロジェクトで発生する知的財産は、原則として参加者に帰属

【研究開発段階】



◇組合員は、他の組合員が保有する知的財産権について本プロジェクトの試験、研究又は開発のために実施する必要がある場合は**同意を得ることなく、かつ無償で実施できる**

【実用化段階】



◇組合員が本プロジェクトの成果を事業化するために、他の組合員が保有する知的財産権について実施許諾を求めた場合、（実施許諾を求められた）他の組合員は、当該事業化をするために**必要な範囲で、原則として実施許諾を行う**

知的財産・標準化戦略

● オープン/クローズ戦略の考え方

非公開	公開	
<ul style="list-style-type: none"> ◎ 原則として全ての成果は非公開 ◎ ただし、知財委員会への手続きを経て公開できることとしている 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 学術研究・基礎研究的要素が強く、非競争領域である共通基盤研究 ◎ 産業利用が見込まれる発明 	<ul style="list-style-type: none"> → 論文発表、学会発表の積極的推進 → 国際出願を念頭において権利化

出願方針と標準化

- ・競争テーマでは、分野により積極出願/ノウハウとして秘匿の使い分け
- ・出願に当たっては外国での権利化も積極的に行う（PCT出願）
- ・協調テーマでは、積極的な成果の公開。
- ・リサイクルや腐食・防食等の材料の利用拡大に資する分野では、評価方法の標準化を検討

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

5-2

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

報告内容



1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

NEDO

(※)本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

(※) 評価対象外

2. 目標及び達成状況

NEDO

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

- アウトカム目標の設定及び根拠
- 波及効果
- 本事業における「実用化・事業化」の考え方
- 費用対効果
- アウトプット（研究開発成果）のイメージ
- アウトプット(終了時) 目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の意義（副次的効果）
- 特許出願及び論文発表

3. マネジメント

NEDO

(1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※) 評価対象外

4. 目標及び達成状況（詳細）

NEDO

ISMA

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

□ 評価対象外

アウトカム目標の設定及び根拠

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CFRP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、次世代自動車普及の加速、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。

現在使用されている輸送機器の原材料を革新的新構造材料に置き換えることで軽量化を図り、2030年において、373.8万tのCO₂削減及び1.2兆円規模の売り上げが期待される。

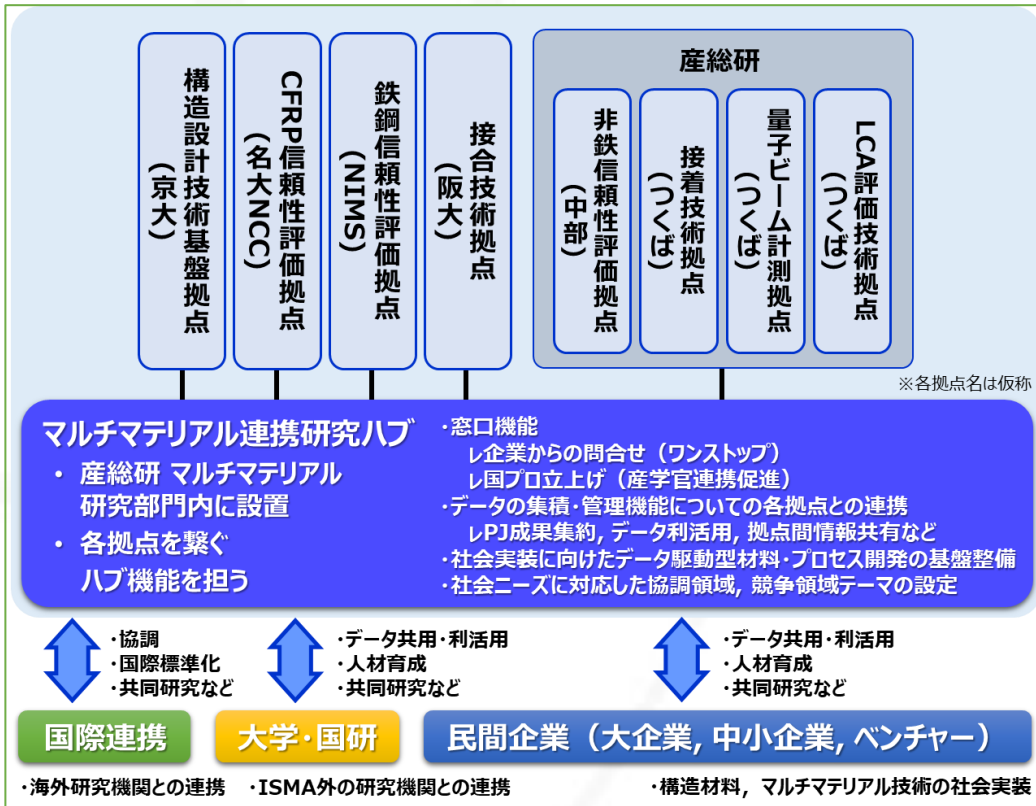
プロジェクト費用の総額 378億円（10年間推定）

売上予測 1.2兆円

**CO₂削減効果 373.8万tCO₂/年
(車両軽量化の効果として)**

※売上、効果は、2030年度の推定値

波及効果



マルチマテリアル構造部材の拠点を構築したことで自動車のみならずインフラや航空機など他の構造物のマルチマテリアル化の促進が図られる。

NEDO特別講座を通じて学生等に材料開発に興味をもってもらい、人材育成を図る。

本事業における「実用化・事業化」の考え方

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、軽量化のための技術開発・材料開発がなされることであり、さらに、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)に貢献することをいう。

本事業における「実用化・事業化」の考え方

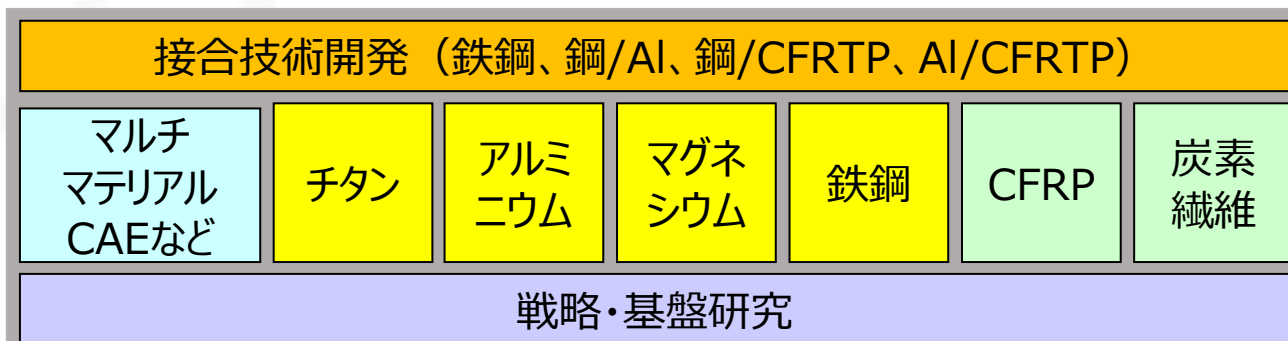
開発目標設定に
ユーザが関与

アドバイザリーボード
ユーザ企業が実施者

成果の実用化の加速
に向けた取り組み

企業での実証フェーズへの移行を促す
(持ち帰り、サンプル提供など)
共通基盤課題の強化

研究開発
の実施



円滑・
迅速な
社会
実装へ

試験・評価法の
標準化・規格化

試験・評価法開発
開発材料のJIS化

知財活用体制
の整備

全組合員で『知的財産権の取
扱いに関する合意書』を締結

費用対効果

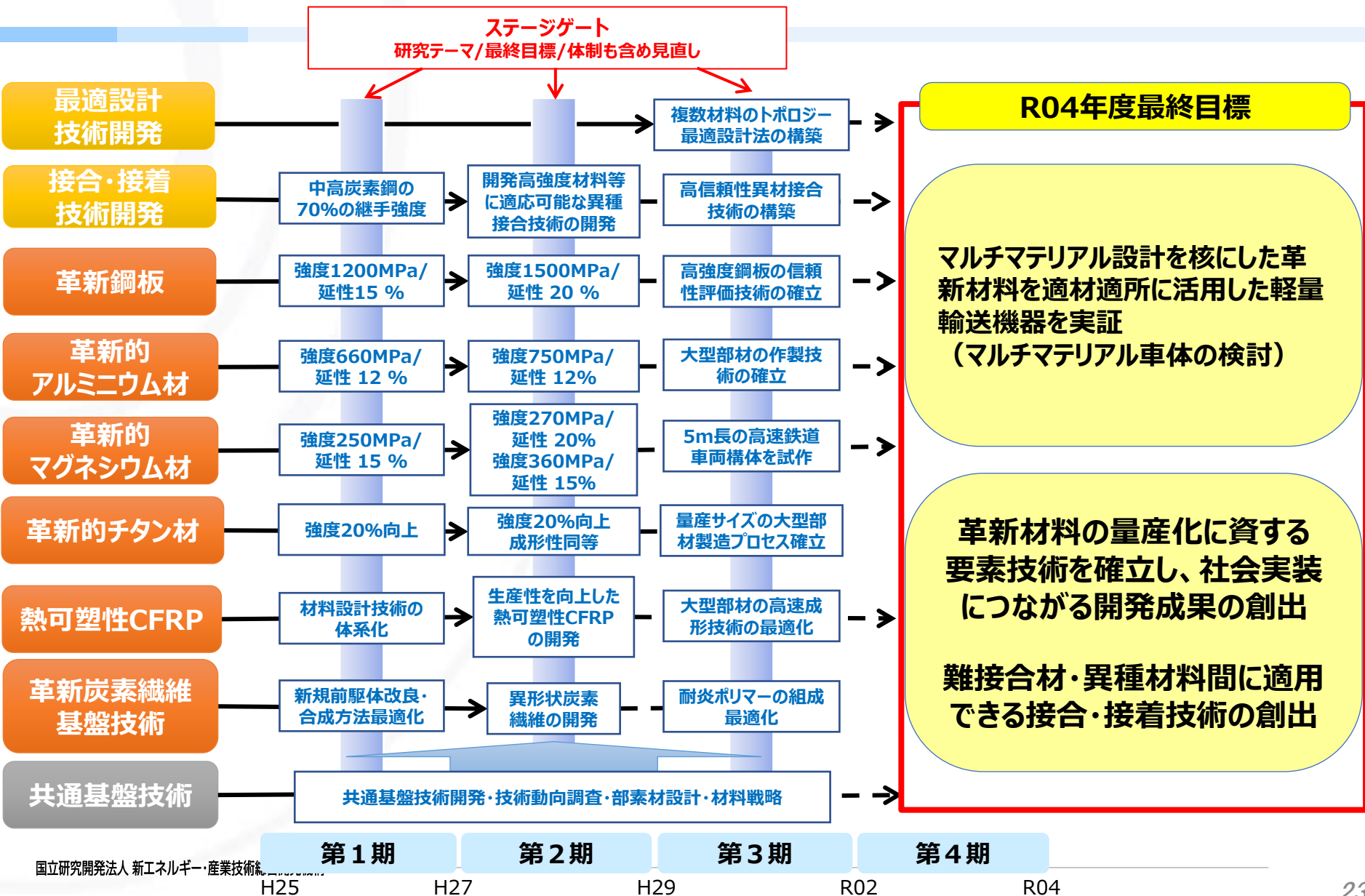
プロジェクト費用の総額 **378億円（10年間）**

売上予測 **1.2兆円**

CO₂削減効果 **373.8万tCO₂/年**
（車両軽量化の効果として）

※売上、効果は、2030年度の推定値

アウトプット（研究開発成果）のイメージ



アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠

年次	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
依託元	METI			NEDO						
研究期間	第1期			第2期		第3期			第4期	
先行Proj.の融合と課題の新設	革新炭素繊維開発 熱可塑性CFRP			中性子線開発・接着技術開発課題を新設		マルチマテリアル車体の設計、接合基盤研究、CFやALのリサイクル課題を新設			マルチマテリアル車体におけるガルバニック腐食、鉄鋼信頼性、革新材料・接合技術の部品適用課題を新設	
終了課題	終了FS課題 複層鋼板、水接合基礎フェーズへ			卒業課題 Ti接合、FSW機器・チップ等の実用化・事業化へ			卒業課題 Ti材料、CF材料、鉄道用Mgの実用化・事業化へ			

1.1 全分野のプロジェクト基本計画の達成状況 (1)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価3	2021-2022 R03-04	終了時 評価
①「マルチマテリアル技術開発」					<p>(1) マルチマテリアル設計技術開発</p> <p>(a) トポロジー最適化システムの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数の材料のトポロジー最適設計法を構築する。 <p>(b) マルチマテリアル界面評価モデル化</p> <p>(c) 車体構造適用可能性検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数の材料の利用を想定した対象問題を選定し、そのデータを作成する。 ・車体構造への展開を目的としたソフトウェアの大規模問題への拡張を検討する。 ・最適構造の工学的な妥当性を検証・評価する。 	達成	<p>(1) マルチマテリアル設計技術開発</p> <p>(d) マルチマテリアル実設計への適用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発材料を利用した最適設計法を構築する。 ・マルチマテリアル最適構造の導出と接合方法を含めた評価を実施し、最終的にマルチマテリアル設計車体の提案を行う。 <p>(2) マルチマテリアルボディーの検討・試作</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トポロジー最適化法により得られた軽量化マルチマテリアル部材につき、粉末積層造形プロセスによる軽量化の可能性を検討する。 	達成

詳細は説明せずに結果(達成)のみ
報告します 以下(6)まで

1.1 全分野のプロジェクト基本計画達成状況(2)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価3	2021-2022 R03-04	終了時 評価
②「接合技術開発」	(1) チタン/チタン 連続接合技術の開発 ・接合深さ：5mm 以上 ・接合強度：母材強度の90%以上	達成	(1) チタン/チタン連続接合技術の開発 ・接合深さ：10mm 以上・接合強度：母材強度の90%以上	達成				
	(2) 中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発(スポット接合技術と連続接合) ・接合強度：厚み1.5mm、強度1.2GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS A 級 (JISZ3140 :1989) の引張せん断荷重平均値の70%	達成	(2) 中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発(スポット接合技術と連続接合) ・接合強度：厚み1.5mm、強度1.2GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS A 級 (JISZ3140 :1989) の引張せん断荷重平均値の70%以上	達成	(2) 中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発(スポット接合技術と連続接合) ・接合強度：厚み1.4mm、強度1.5GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS-A 級 (JIS Z3140 :2017) の引張せん断荷重平均値の70%以上、十字引張荷重平均値の70%以上	達成	(2) 中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発(スポット接合技術と連続接合) ・接合強度：厚み1.4mm、強度1.5GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS-A 級 (JIS Z3140 :2017) の引張せん断荷重平均値以上、十字引張荷重平均値以上	達成
	(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)・JIS A 級 (JIS Z3140 :1989) の引張せん断荷重平均値以上又は母材破断	達成	(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) ・高減衰接着剤の仕様決定	達成	(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) ・接合強度：抵抗スポット溶接による剥離強度として十字引張荷重平均値が1.5kN 以上	達成	(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) ・接合強度：各種実用部品の接合で、JIS-A 級 (JIS Z3140 :2017) の引張せん断荷重最小値以上又は母材破断	達成
	(4) アルミニウム/CFRP 接合技術の開発 ・接合強度：試験片の接合で、JIS A 級 (JIS 3140 :1989) の引張せん断荷重平均値以上又は母材破断	達成	(4) アルミニウム/CFRP 接合技術の開発 ・高減衰接着剤の実用組成の決定	達成	(4) アルミニウム/CFRP 接合技術の開発 ・ポリアミド樹脂 (PA)、ポリフェニルスルファイド樹脂 (PPS) など高融点樹脂をマトリックスとする CFRP の接合技術の確立	達成	(4) アルミニウム/CFRP 接合技術の開発 ・接合強度：各種実用部品の接合で、JIS-A 級 (JIS Z3140 :2017) の引張せん断荷重最小値以上又は母材破断	達成
	(5) 鋼材/CFRP 等樹脂接合技術の開発 ・接合強度：母材破断	達成	(5) 鋼材/CFRP 等樹脂接合技術の開発 ・接合強度：母材破断	達成	(5) 鋼材/CFRP 等樹脂接合技術の開発 ・鋼材/CFRP 複合成形パネルの製作に向けた接合材料の仕様確定	達成	(5) 鋼材/CFRP 等樹脂接合技術の開発 ・鋼材/CFRP 複合成形パネルの製作	達成
				(6) 構造材料用接着技術の開発 ・接合強度：引張せん断強度10MPa以上	達成	(6) 構造材料用接着技術の開発 ・接合強度：金属用接着剤では引張せん断強度20MPa以上、プラスチック用接着剤に対しては7MPa以上	達成	(6) 構造材料用接着技術の開発 ・接合強度：金属用接着剤は引張せん断強度28MPa以上、プラスチック用接着剤に対しては10MPa以上

1.1 全分野のプロジェクト基本計画達成状況(3)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価3	2021-2022 R03-04	終了時 評価
③「革新的チタン材の開発」	(1) 製錬・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 ・スポンジチタンで、鉄含有値：ばらつき範囲 50~500ppm 平均値 200ppm 以下	達成	(1) 製錬・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 ・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。	達成	(1) 製錬・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 ・実機スケールで、Fe≤200ppm、O≤150ppm、Cl≤300ppmのスポンジチタンを製造可能な技術の確立	早期達成		
	(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発 ・精錬後の酸素含有値：300ppm 以下	達成	(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発 ・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。	達成	(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発 ・引張強度が現行材より20%向上した材の量産プロセス検証	早期達成		
	(3) チタン新製錬技術開発 ・鉄含有値：2000ppm 以下	達成	(3) チタン新製錬技術開発 ・製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。	達成	(3) チタン新製錬技術開発 ・工業化が可能と判断される Fe≤2000ppm、酸素≤1000ppm で、現行クロール法よりコスト20%削減に必要な要素技術を提示	早期達成		
④「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 ・引張強度：660MPa 以上 (現状 600MPa)	達成	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発 ・引張強度：750MPa 以上 (現状 600MPa)	達成	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発 ・疲労強度を維持しながら高強度化した合金 (引張強度：750MPa) の実機レベル (大型ねじり鍛造装置を用いた) の製造技術開発	達成	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発開発合金の実機化製造条件の技術指針確立	○
	(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発 ・電解条件の確立	達成	(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発 ・AlCl ₃ 系イオン液体の新合成法の開発 及び 量産法の提示	達成	(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発 ・新電析浴において、電析速度 1.0μm/min以上の達成	達成	(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発 ・鋳物級の低純度から新地金以上の高純度アルミニウムへのハイアップグレード技術の指針確立	○原料をAL 廃材に置き換え
			(3) 複層アルミ合金の開発 ・熱処理後の耐力600MPa 以上	達成	(3) 複層アルミ合金の開発 ・熱処理後の耐力700MPa 以上	早期達成		

1.1 全分野のプロジェクト基本計画達成状況(4)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価 3	2021-2022 R03-04	終了時 評価	
⑤「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・レアアース添加無し・引張強度：250MPa 以上	達成	(1) 易加工性マグネシウム材の開発 ・レアアース添加無し・引張強度：270MPa 以上	達成					
	(2) 高強度マグネシウム材の開発・レアアース添加無し・引張強度：350MPa 以上	達成	(2) 高強度マグネシウム材の開発 ・レアアース添加無し・引張強度：360MPa 以上・伸び：15% 以上	達成					
	(3) マグネシウム材の評価手法の開発 ・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火メカニズム及び腐食メカニズムの解明と評価手法の導出	達成	(3) マグネシウム材の評価手法の開発 ・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 及び 疲労特性 に関するデータベース構築	達成					
			(4) マグネシウム材の接合技術の開発 ・開発材の接合技術の開発	達成					
					(5) 革新的マグネシウム材の開発及び長期性能評価 ・前期で開発した合金を用いて高速鉄道車両適用のための大型部材(長さ5m 以上)の材料製造技術(押出技術、圧延技術、加工技術)を構築する。	達成	(5) 革新的マグネシウム材の開発及び長期性能評価 ・前期で開発した合金を用いて鉄道車両のための大型部材(長さ25m 以上)の量産技術の技術指針を構築する。	達成	
					(6) マグネシウム製高速車両構体の開発 ・革新的マグネシウム材を用いて高速車両構体を設計するための技術指針を、一般断面モックアップ構体の作製・評価を通じて構築する。	達成	(6) マグネシウム製高速車両構体の開発 ・革新的マグネシウム材製の実物長高速車両構体を設計するための技術指針を構築する。	達成	
					(7) マグネシウム材の性能・寿命に関するマテリアルズ・インテグレーション(MI)活用技術開発 ・難燃性マグネシウム合金接合部の疲労性能・寿命を、理論や経験則、数値モデリング、データベース、機械学習などにより予測可能とする各モジュールのプロトタイプを完成させる。	達成	(7) マグネシウム材の性能・寿命に関するマテリアルズ・インテグレーション(MI)活用技術開発 ・難燃性マグネシウム合金接合部の長期性能(疲労性能・寿命、耐食性等)を、予測可能とする各モジュールの検証を実施し、統合したワークフローとして完成させる。	達成	

1.1 全分野のプロジェクト基本計画達成状況(5)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価3	2021-2022 R03-04	終了時 評価
⑥「革新鋼板の 開発」	(1) 高強度高延性中高炭素鋼の開発・レアメタル添加量：10wt %未満・引張強度：1.2GPa以上・伸び：15 %以上	達成	(1) 高強度高延性中高炭素鋼の開発 ・レアメタル添加量：10wt %未満・引張強度：1.5 GPa以上・伸び：20 %以上	達成	(1) 高強度高延性中高炭素鋼の開発 ・開発材において汎用鋼(590MPa~980MPa級)と同等の耐食性と水素脆性を目指す	達成	(1) 高強度高延性中高炭素鋼の開発 ・鋼材中の軽元素と耐食性の関係の明確化	達成
	(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発 ・低濃度炭素検出技術 炭素定量下限：30ppm	達成	(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発 ・鋼組織の高速定量解析技術の確立	達成	(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発 ・鋼中のヘテロ構造と軽元素の空間相関評価技術において、空間分解能：200nm以下、濃度分解能：0.1mass%を目指す	達成	(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発 ・薄鋼板の水素脆化挙動に係るき裂伝播挙動解析技術を構築する。また、新規ミクロ組織観察技術を開発し、き裂伝播挙動との関係を明らかにする。	達成
⑦「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。	達成	(1) 熱可塑性CFRPと金属材料との接合技術開発 ・2015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。	達成				
	(2) 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発 ・LFT-D(Long Fiber Thermoplastics-Direct)成形の基礎技術の開発 ・大物高速成形技術の開発	達成	(2) 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発 ・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。 ・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。	達成	(2) 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発 ・LFT-D高速成形最適化技術の開発 ・熱可塑性CFRP高速ハイブリッド成形技術の開発	達成	(2) 熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発 ・多様な補強材とLFT-Dとのハイブリッド成形技術について構造部材による技術検証を行い、技術を確立する。	達成
							(3) 超軽量CFRTP/CFRPハイブリッド部材の開発 ・CFRTP材料および成形技術を活用して、CFRTP/CFRP(熱可塑/熱硬化)ハイブリッド部材を設計し、軽量化効果を実証する。	達成

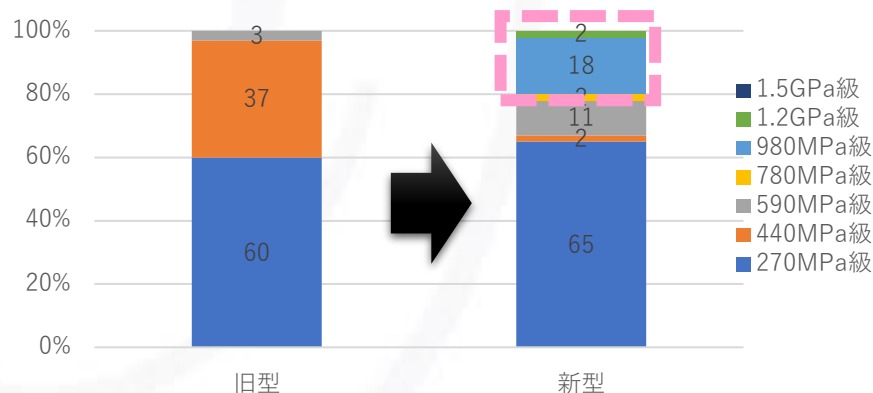
1.1 全分野のプロジェクト基本計画達成状況 (6)

研究開発項目	2014-2015 H26-27	中間 評価1	2016-2017 H28-29	中間 評価2	2018-2020 H30-R02	中間 評価3	2021-2022 R03-04	終了時 評価
⑧「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 ・新たな炭素繊維前駆 体を開発する。引張弾 性率 235GPa、破断 伸度 1.5 %	達成	(1) 新規炭素繊維前駆体化合 物の開発 ・前期成果とあわせて、異形状 炭素繊維の製造技術を確立する。	達成	(1) 新規炭素繊維前駆体化合物 の開発 ・炭素繊維として、フィラメント 径7μmで、弾性率240GPa、強度 4GPaを凌ぐ性能を目指す。	達成		
	(2) 炭化構造形成メ カニズムの解明 ・新たな炭素繊維前駆 体を開発する。引張弾 性率 235GPa、破断 伸度 1.5 %	達成	(2) 炭化構造形成メカニズム の解明 ・異形状炭素繊維の製造技術を 確立する。	達成	(2) 炭化構造形成メカニズムの 解明 ・マイクロ波炭化のプロセ ス多段化など設備を改良すると共 に処理条件を最適化し、従来の炭 化炉方式に優る大規模生産のため の製造技術を確立する。	達成		
			(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。	達成	(3) 炭素繊維の評価手法開発、 標準化 ・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。	達成 ：リ サイ クル 繊維 で 2022 まで 継続		
⑨「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	達成	(1) 新構造材料の動向調査・ 技術・研究戦略 ・研究開発の実用化・事業化 ビジョンの明確化	達成	(1) 新構造材料の動向調査・技 術・研究戦略 ・マルチマテリアル構造体に係わ る共通基盤技術課題の抽出	達成	(1) 新構造材料の動向調査・技 術・研究戦略 ・プロジェクト成果の取りまとめ 及び検証	達成
	(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	達成	(2) 共通基盤技術の調査研究 ・構造体接合部設計・評価手法 の確立	達成	(2) 共通基盤技術の調査研究 ・新材料の材料代替効果定量技術 の開発課題の抽出	達成	(2) 共通基盤技術の調査研究 ・異種材料接合における腐食解析 手法の確立	達成
					(3) 中性子等量子ビームを用い た構造材料等解析技術の開発 ・新規小型中性子装置を建設し、 ブラッグエッジイメージング法に よる測定の分解能と統計精度を明 らかにする。	達成	(3) 中性子等量子ビームを用い た構造材料等解析技術の開発 ・ブラッグエッジイメージングの データから、歪や金属組織のイ メージング情報に変換する手法を 確立し、接合部の2次元マッピ ングを実現する。	達成
					(4) 低圧・超高速CFRP 成形技 術の開発 ・樹脂供給体における 樹脂・基材の基本設計を完了する。	達成	⑦「熱可塑性 CFRP の開発」の (3)に移動	

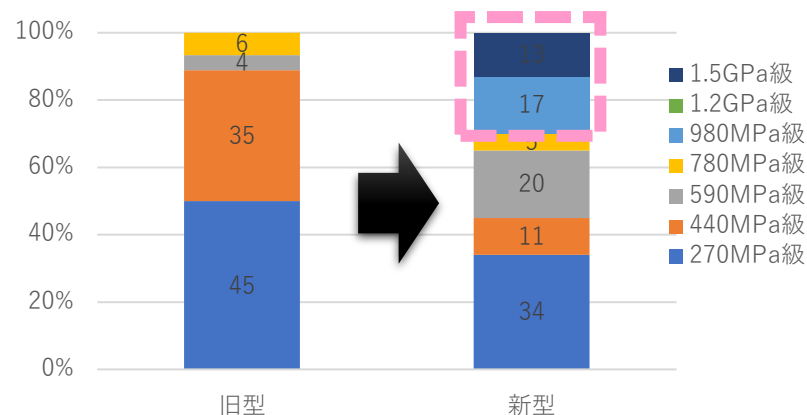
研究開発成果の意義 (副次的成果)

日産自動車は新型「ノートe-Power」に、1.5GPa級冷間プレス材を初適用し、アッパーボディー、プラットフォームともにハイテン、超ハイテンの採用率が向上した。(出典：Nikkei automotive 2021.4)

旧型と新型車の使用材料比較 (アッパーボディー)



旧型と新型車の使用材料比較 (プラットフォーム)



■ 超ハイテン鋼の導入による燃費向上の一例

(出典：NEDO成果報告会「車体軽量化に関わる構造技術、構造材料に関する課題と開発指針の検討」最終報告書)

	従来の車体事例		超ハイテン鋼の導入例		
	素材	部材重量 [kg]	素材	重量変化[kg]	軽量化率 [%]
補強部位	980MPaハイテン鋼	50	1.5GPa超ハイテン鋼	-6.5	-13%
構造部位	590MPa鋼	130	1.2GPa超ハイテン鋼	-23.4	-18%
衝撃吸収部位	440MPa鋼	80	980MPaハイテン鋼	-13.6	-17%
外板部位	340MPa鋼	80	変更なし	0	0%

ハイテン、超ハイテン材の置き換えで、構造部重量で43.5kgの軽量化、約0.5km/Lの燃費向上に相当。

研究開発成果の意義（副次的成果）

★JFEスチール プレスリリース（2020/12/23）より抜粋

<https://www.jfe-steel.co.jp/release/2020/12/201223.html>

このたび、当社が開発した**1.5GPa(1470MPa)級高張力冷延鋼板**が、冷間プレス用途として世界で初めて(当社調べ)、自動車の骨格部品に採用されました。冷間プレスによる車体骨格部品の強度としては、世界最高レベルとなります。本鋼板は、複数の自動車メーカーの部品に採用されており、既に部品加工メーカーへの供給を開始しています。

※日産は新型「ノート」のセカンドクロスレインフォースに**1.5GPa級鋼板を適用**。

(出典：日経 Automotive 2021.4)

★日本製鉄 プレスリリース（2021/1/18）より抜粋

https://www.nipponsteel.com/news/20210118_100.html

日本製鉄株式会社（以下、日本製鉄）東日本製鉄所君津地区では、第6CGL（溶融亜鉛めっき設備）の商業運転を1月16日に開始しました。本CGLは、月産能力は33千トン、**強度1.5GPa級の超ハイトン鋼板の製造が可能**です。



ISMAのプロジェクトが自動車メーカーでのハイトン鋼から超ハイトン鋼への移行を加速し自動車構造部材への採用へ流れを生み出した。

特許出願及び論文発表

10年間の実績報告

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	総数
	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	
	委託	委託	委託	委託	委託	委託	委託	委託	委託	委託	
実績額推移 (百万円) (経済産業省)	3,960	4,760	5,870	3,708	3,729	3,512	2,827	3,620	3,019	2,688	37,693
	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	(NEDO)	
特許出願件数 (件)	1	31	47	60	31	30	16	11	10	1	238
発表総数 (報)	9	117	229	215	275	273	236	153	109	130	1,746
論文発表 (報)	1	8	30	34	44	44	38	58	41	40	338
取材広報	2	10	13	25	28	55	93	67	53	66	412
フォーラム等 (件)	0	1	1	1	2	1	0	0	1	2	9

特許：国内出願 238、PCT出願 73、外国出願（PCTからの移行含む） 232
国内登録 133、外国登録 108

5-3

＜評価項目 3＞ マネジメント

(1) 実施体制

(※) 受益者負担の考え方 ※ 終了時評価においては対象外

(2) 研究開発計画

報告内容

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

NEDO

(※)本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

(※) 評価対象外

2. 目標及び達成状況

NEDO

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

NEDO

(1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※) 評価対象外

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- アウトプット（研究開発成果）のイメージ（再掲）
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

4. 目標及び達成状況（詳細）

NEDO

ISMA

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

□ 評価対象外

NEDOが実施する意義

車両軽量化のための革新的新構造材料の開発は、以下3点を満たす未来開拓型研究プロジェクトに位置付けられている。

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

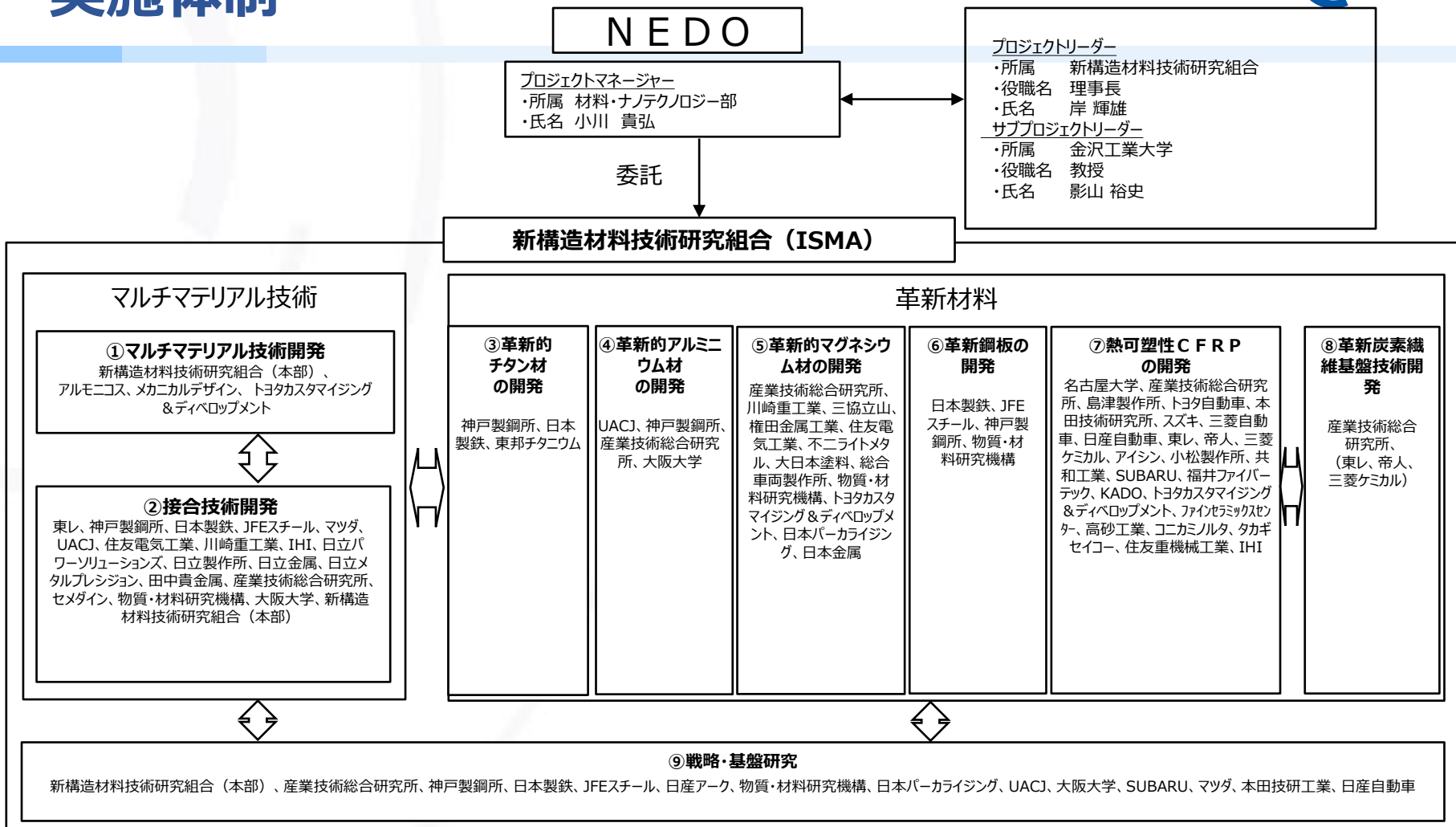
3. ドリームチーム

- 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



**N E D O がもつこれまでの知識、実績を
活かして推進すべき事業**

実施体制

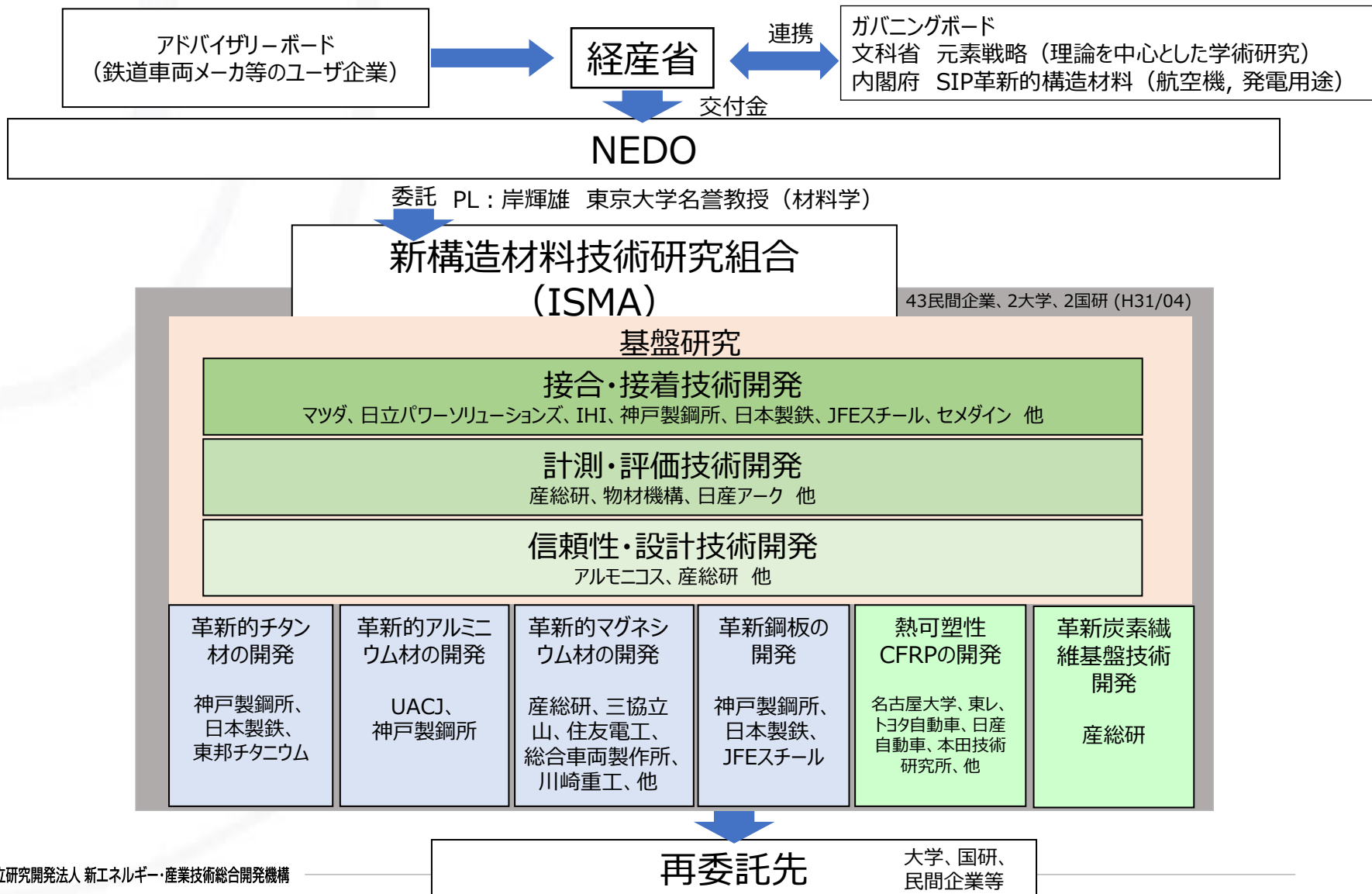


アート1、川崎車両、木ノ本伸線、サンスター技研、シーカ・ハマタイト、大成プラス、デンカ、東レエンジニアリングDソリューションズ、戸畑製作所、豊田通商、ナガセコムテックス、日立化成、ヒロテック、富士電機、ミロン化学、名機製作所、石川県工業試験場、茨城県産業技術イノベーションセンター、宇宙航空研究開発機構、海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所、金属系材料研究開発センター、軽金属溶接協会、高エネルギー加速器研究機構、高分子学会、総合科学研究機構、長崎県工業技術センター、日本原子力研究開発機構、日本マグネシウム協会、広島県立総合技術研究所、福井県工業技術センター、理化学研究所、量子科学技術研究開発機構、秋田大学、茨城大学、岩手大学、大阪工業大学、大阪公立大学、岡山大学、金沢工業大学、関西大学、岐阜大学、九州工業大学、九州大学、京都工芸繊維大学、京都大学、近畿大学、群馬大学、神戸大学、佐賀大学、佐世保高専、静岡大学、芝浦工業大学、島根大学、上智大学、千葉大学、中部大学、帝京大学、東京工業大学、東京大学、東京農工大学、東北大学、豊橋技術科学大学、長岡技術科学大学、名古屋工業大学、日本大学、兵庫県立大学、広島大学、北海道大学、室蘭工業大学、山形大学、立命館大学、早稲田大学



実施体制 (責任体制)

各技術研究組合は競合メーカ・競合業種が結集して形成。大学・国研と共に協調領域を重点的に開発。各参加企業は知的財産権取扱規程に同意し、知財を拠出し共有・相互利用。



個別事業の採択プロセス

第2期から第3期へ新規テーマについての公募を実施

- 【公募】
- ・革新鋼板の腐食解析技術開発
 - ・革新鋼板の水素脆化（遅れ破壊）評価技術開発
 - ・マグネシウムのM I（マテリアルズインテグレーション）技術開発
 - ・マルチマテリアル設計技術開発
 - ・鋼材/CFRP等樹脂接合技術の開発（自動車部材用途）

公募予告 2018年（1月4日）⇒公募（2月9日）⇒公募〆切（3月19日）

【採択】

採択審査委員会（4月12日）

➤採択審査項目；NEDOの標準的採択審査項目に加え、**本プロジェクトに適用される特別約款**に合意することが採択の要件を審査項目に加えた。

留意事項；

研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

（参考：公募要領の留意事項(18)）

予算 (委託100%)

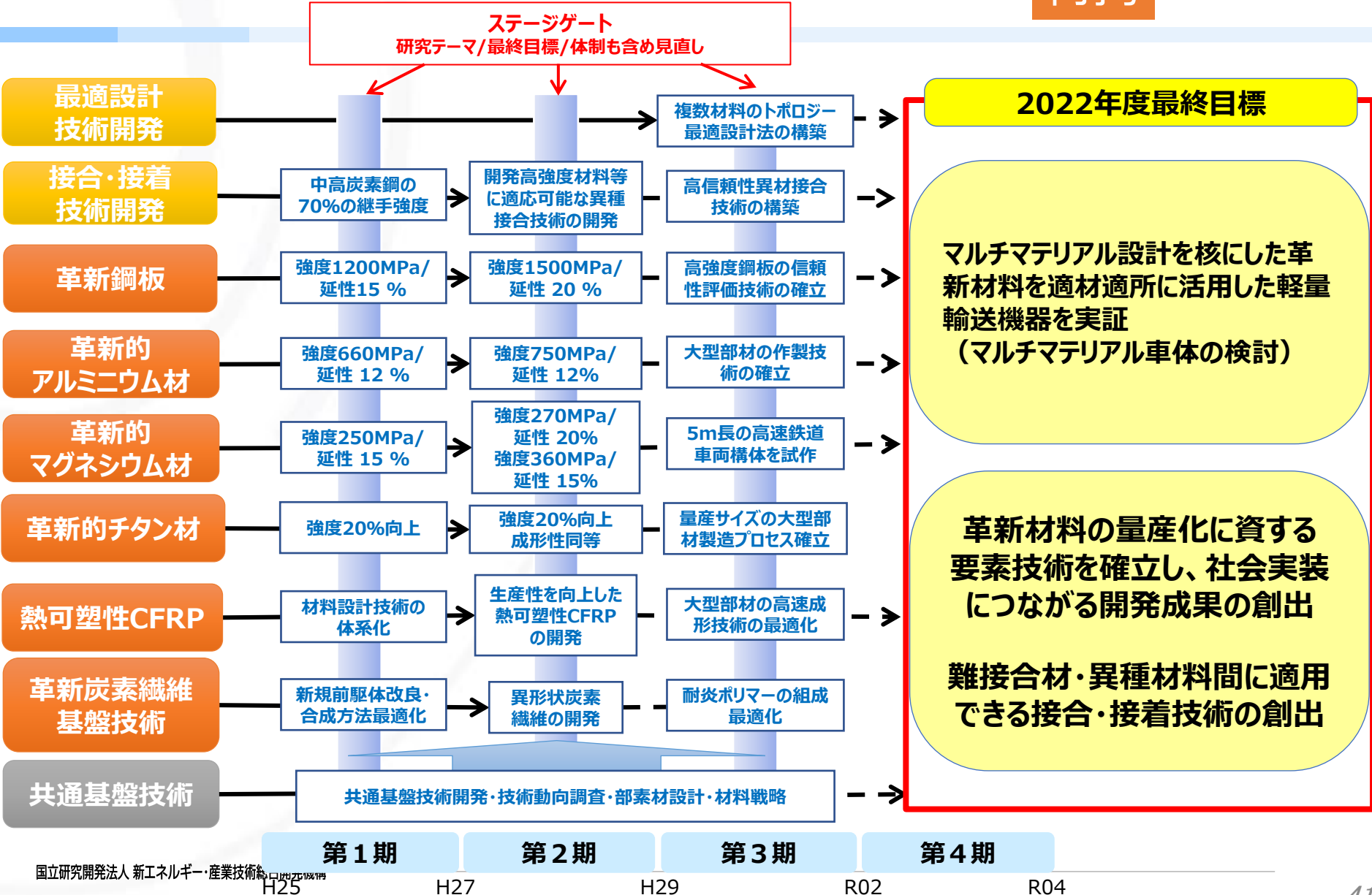
◆プロジェクト予算

(単位：百万円)

研究開発項目	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	合計
新構造材料技術	2,212	3,780	3,496	3,708	3,544	3,512	2,827	2,738	2,536	2,400	30,753
熱可塑性CFRP	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	830
革新炭素繊維	918	980	804	-	-	-	-	-	-	-	2,702
合計	3,960	4,760	4,300	3,708	3,544	3,512	2,827	2,738	2,536	2,400	34,285
加速			1,570		185			882	483	288	3,408

再掲

アウトプット (研究開発成果) のイメージ



再掲

目標達成に必要な要素技術

年次	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
依託元	METI			NEDO						
研究期間	第1期			第2期		第3期		第4期		
先行Proj.の融合と課題の新設	革新炭素繊維開発			熱可塑性CFRP		中性子線開発・接着技術開発課題を新設		マルチマテリアル車体の設計、接合基盤研究、CFやALのリサイクル課題を新設		マルチマテリアル車体におけるガルバニック腐食、鉄鋼信頼性、革新材料・接合技術の部品適用課題を新設
終了課題	終了FS課題 複層鋼板、水接合基礎フェーズへ			卒業課題 Ti接合、FSW機器・チップ等の実用化・事業化へ			卒業課題 Ti材料、CF材料、鉄道用Mgの実用化・事業化へ			

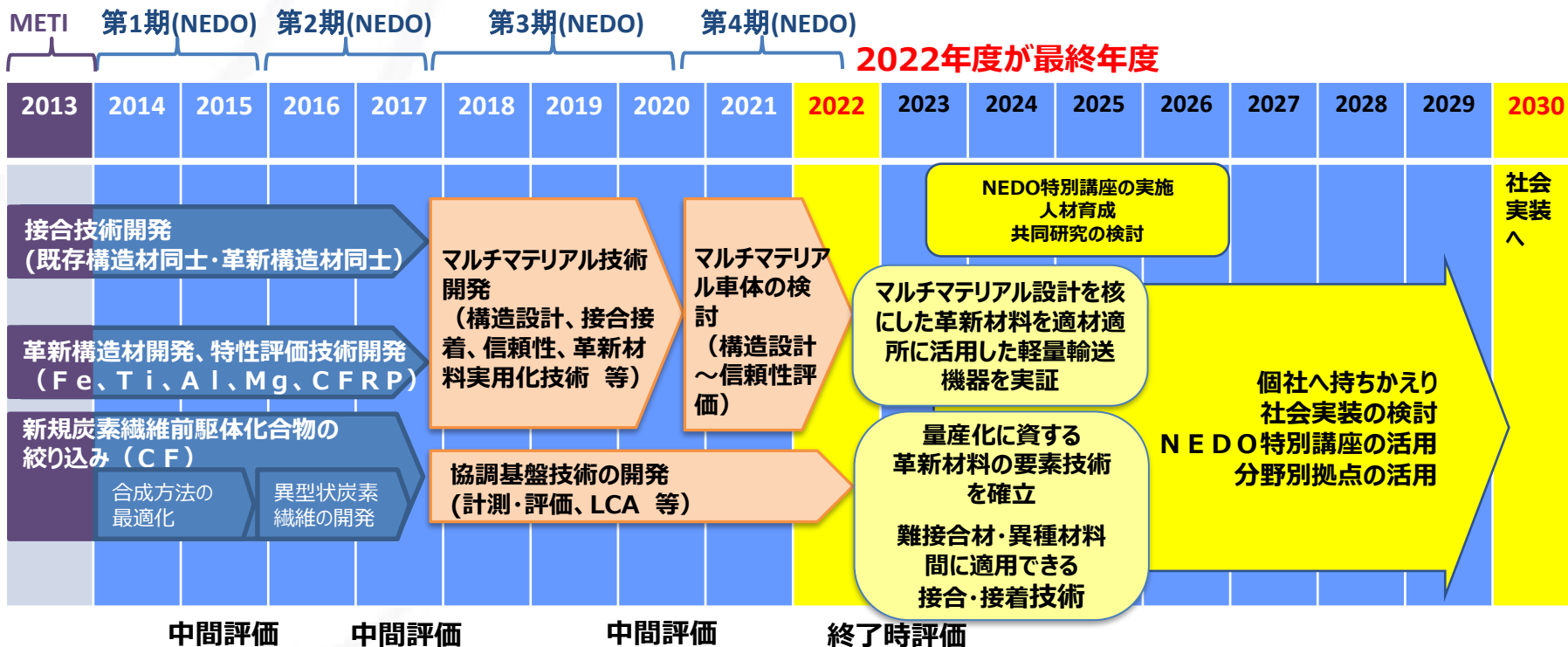
研究開発のスケジュール

再掲

「革新的新構造材料等研究開発」プロジェクト

2013年度スタート(2013年度は経済産業省直執行)、10年目(2022年度)

目的：輸送機器(特に自動車)の抜本的な軽量化を行い、エネルギー消費、CO₂排出量削減及び、部素材/ユーザー産業の国際競争力を強化する



進捗管理

PMによる進捗管理

PMは、PLや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握した。

また、毎月、従事日誌および適宜ヒヤリング等により実施状況を確認し、目標達成の見通しを常に把握することに努めた。

年1回、外部有識者による技術推進委員会を開催し各テーマ毎の進捗状況について議論を行った。

進捗等確認	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
技術推進委員会 ステージゲート(1回/年)								◎				
実施者ヒヤリング				◎	◎	◎			○			

PLによる進捗管理

各分野別の研究開発の進捗管理を下記の会議にて実施し問題をチェックした。

- ・全テーマリーダー会議 (1回/年)
- ・PL+各テーマリーダー懇談会 (随時)
- ・テーマ間融合委員会 (3回/年)

進捗等確認	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
全テーマリーダー会議(1回/年)						◎						
PL+テーマリーダー 懇談会(随時)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
テーマ間融合委員会(3回/年)	◎					◎					◎	

進捗管理：中間評価結果への対応

2020年度中間評価での指摘事項と対応状況

カテゴリ	指摘事項	対応状況
事業の位置付け・必要性	なし。	—
研究開発マネジメント	<p>【1】ユーザーが関与する体制を構築しているとは言い切れず、差別化が有望視できる検査技術の開発や残留応力の評価手法などが、他のテーマに十分に展開（応用）されていないなど、実施者間の連携関係が十分に明確だったとは言い難い。</p> <p>【2】「材料」「接合」「トポロジー最適化」「実装」での各要素および横串での「コスト設計」が明確でなく、推定できる範囲でも、今後は明示することが望まれる。</p>	<p>これまでもマグネシウム製車両構体の開発では材料 メーカーに加え、車両を製造している川崎重工業、総合車両製作所も加わり体制を構築している。また、マルチマテリアル設計技術開発とマルチマテリアル防食評価技術の開発では自動車技術会の委員を有識者として、ユーザー視点を取り入れマネジメントを行ってきた。第4期からは自動車の部材や部分骨格において軽量化の検証を行う予定であり、ユーザー企業出身者が主体的に関与し、またテーマ間の成果を連携できる体制を構築する予定である。検査技術、評価手法等については、これまで各テーマを軸に検討を行っていたが、第4期は他のテーマに横展開するべくマネジメントを行っていく。</p> <p>第4期から行う自動車の部分試作や部分骨格の試作を通して、可能な範囲でコスト設計を明確化していく。</p>

進捗管理：中間評価結果への対応

2020年度中間評価での指摘事項と対応状況

カテゴリー	指摘事項	対応状況
研究開発成果	<p>【3】成果は、事例実行の域にとどまり、定量的な評価が行われていない事業も見られた。これらの状況に対して、解決の方針は示されていたが、達成できなかった原因の分析は不十分であるように思われる。</p> <p>【4】報告書上では最も主幹となる、車体軽量化の50%の目標値の定義が明確でなく、今後、輸送機器の使用条件をどのように変更した上で、どの部分の質量を50%軽量化するのかの定義が必要と思われる。</p>	<p>1年ごとに行われる技術推進委員会にて達成できなかった要因についても説明し外部委員からコメントをいただき次年度の目標設定に反映している。</p> <p>2015年、2017年と2回にわたり自動車の車体軽量化シナリオについて調査事業を行なっている。軽量化の定義については、調査事業の結果等をもとにNEDO技術戦略研究センター作成の高機能材料（構造材料）分野の技術戦略（非公開）において考察がなされ、個別材料の目標に落とし込まれている。その目標をもとにプロジェクトの最終成果として各部品の試作評価、シミュレーションを行い、来年度行う調査事業にて今後の自動車車体軽量化の動向を参考に、軽量化における最適化案を最終の成果報告書に明示する。</p>
成果の実用化・事業化	<p>【5】技術の実用化に向けた戦略や具体的取組は確認できるが、それらを市場に提供するための事業化の計画及びマイルストーンの検討は見え難かった。これに伴い、市場への製品提供のための市場の要求分析、解決方針や経済的・社会的効果の分析及び予測について、十分であったとは言い難い。今後は、新構造材料技術研究組合（ISMA）を中心とした本プロジェクトで得られた成果を、我が国の産業に対して普及する体制づくりを立案していただきたい。</p>	<p>事業化計画は各企業の戦略に基づくため公開しづらい。一方、市場要求や経済的・社会的効果の分析及び予測については、2017年度調査以降の社会情勢の変化を踏まえた調査を実施し、出口戦略に反映していく。産業界への普及については、すでにPJ内に鉄鋼メーカーや自動車メーカーが参画しており、実用化を見据えた研究開発を行っているところであるが、今後2年間では産業界への還元について、分野ごとに拠点化を進めデータの蓄積をはかるとともに、PJ終了後を見据えた具体的な検討を経産省と開始しているところである。</p>

進捗管理：動向・情勢変化への対応

2021年度調査事業

輸送機器の事業環境から見た車体軽量化材料・技術に関する最新動向と課題の調査を行った。

背景

開発プロジェクト

革新的新構造材料等研究開発：事業期間：2014年度～2022年度

- エネルギー使用量及びCO2排出量削減を図るため、その効果が大きい輸送機器（自動車、鉄道車両等）の抜本的な軽量化に繋がる技術開発
- 輸送機器の原材料を革新的新構造材料等に置き換えることで、抜本的な軽量化（自動車の場合50%軽量化）

関連調査事業

- 車体軽量化に関わる構造技術、構造材料に関する課題と開発指針の検討（2014年度）
- 近未来の移動体及びそれに貢献する車体軽量化に用いる構造材料の課題と開発指針の調査（2017年度）

目的

輸送機器、特に国内産業での事業規模が大きい自動車に対して、以下を明らかにする：

- 自動車産業に与える社会潮流・事業環境
- 環境問題を考慮した、車体軽量化の数値目標
- NEDO開発プロジェクトの成果と社会実装に向けた課題
- 海外における関連技術動向

進捗管理：動向・情勢変化への対応

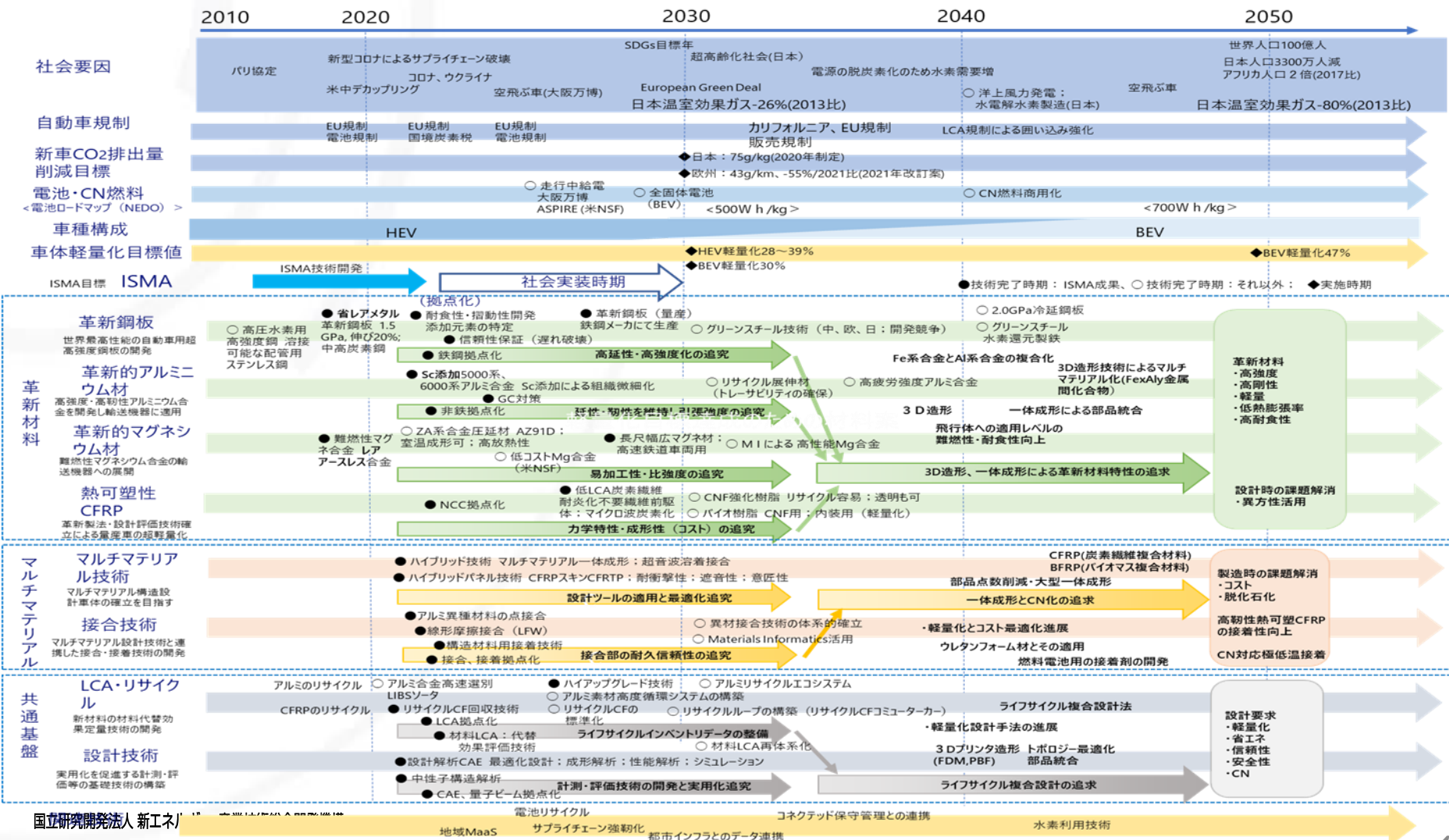
調査内容	アウトプット
(1) 社会情勢の変化を踏まえた事業環境調査	<ul style="list-style-type: none"> ・新潮流のキーワード抽出 ・前回の2017年の調査結果からの拡張による事業環境予測
(2) 自動車軽量化の仮説立案(2030、2050年の姿)	<ul style="list-style-type: none"> ・2030年、2050年の車種別の軽量化目標 ・軽量化目標達成のための材料案
(3) 自動車のマルチマテリアル化への課題	<ul style="list-style-type: none"> ・開発中の材料の開発状況と強み/弱みのまとめ ・「革新的新構造材料等研究開発」事業の成果のまとめ ・材料ごとの社会実装のための課題のまとめ
(4) 海外の自動車用構造材マルチマテリアル化と市場動向の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・国/地域単位での市場動向と技術開発動向の特徴のまとめ ・国/地域での実用化、開発例
(5) PJ 成果による軽量化車両の普及に向けた課題と展望のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・2030年実用化に向けたISMA成果、2050年に向けた技術課題と開発動向を示すロードマップ

(6) 有識者の意見収集	ヒアリング調査	所属	実施件数	意見交換会*	所属	人数
		自動車メーカー	5		大学関係者	3
		部品メーカー	2		民間企業関係者	2
		材料メーカー	8			
		大学・研究機関	3		合計	5
合計	18					

* 意見交換会は2回開催

進捗管理：動向・情勢変化への対応

- 事業環境：CN（カーボンニュートラル）に向かって規制が強化され、自動車の事業環境が急速に変化する
- 車種構成：日本においては、2030年まではHEVが主体、その後BEVが主体となる



進捗管理：開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果
線形摩擦攪拌 (LFW)装置 他	2020年度	882	接合する異材の材料性能に合わせて圧力を制御し、テーラードブランク材への応用を見据えて基盤技術を確立する。	厚さ2mmの強度1.5GPa級中高炭素鋼で、母材強度の80%以上を得る手法を確立。(2022年度末)
マルチマテリアル部 材試作加速他	2021年度	483	片面マルチマテリアルボディーの構造部材試作、評価の数量を増やし、実用化要件を満足する結果を得るため。	実用化要件に即した構造部材試作品を提示することで、ユーザー企業に早期社会実装を促すことができる。
中性子源改造 (計測ライン増 設) 他	2022年度	288	中性子源改造(計測ライン増設)によって、健全性検査のための透過イメージング像を、従来の2次元から3次元に拡張して分析情報を高品質化し、これを様々なマルチマテリアル接合部の解析支援に用いてISMA-PJ全体を加速する。	先端材料/接合技術開発のための世界的な計測拠点が構築できる。製品を、高速に大面積で3次元解析することで、劣化(割れ・腐食減肉・破壊・接合不良・接着不良、他)箇所を効率的に見つけ出し、ブラッグエッジイメージング装置とで、マイクロ～ミクロの詳細結晶解析が可能になる。

概要

		最終更新日	2023年3月3日
プロジェクト名	革新的新構造材料等研究開発	プロジェクト番号	P14014
担当推進部/ PM、担当者	材料・ナノテクノロジー部 PM 氏名 小川貴弘 (2018年6月～2023年3月現在、2020/4-2023/3 PM) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 佐藤隆行 (2014年1月～2014年5月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 松岡隆一 (2014年1月～2014年9月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 今西大介 (2014年1月～2020年3月、2014/1-2017/1 PM) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 寺田幸平 (2014年6月～2016年5月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 廣井政行 (2014年8月～2023年3月現在) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 宮本一夫 (2016年2月～2018年7月、2017/2-2018/3 PM) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 椎野裕 (2016年6月～2018年5月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 齋藤英紀 (2017年4月～2020年3月、2018/4-2020/3 PM) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 伊東寿 (2020年4月～2023年3月現在) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 笹木隆弘 (2021年4月～2023年3月現在)		
0. 事業の概要	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CO ₂ 排出量の削減、次世代自動車普及の加速、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。		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>【事業の必要性】</p> <p>エネルギー消費量削減やCO₂排出量削減は、国際的な重要課題である。産業・運輸・民生の各部門で様々な対応が図られており、例えば運輸部門では、世界的に自動車に対する厳しい燃費規制が設定されている。我が国においても、CO₂総排出量の20%近くが自動車からの排出であり、今後のCO₂排出量削減に向けて、自動車の燃費向上に係る技術開発が重要となる。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。</p> <p>【位置付け】</p> <p>本事業は経済産業省が推進する、「未来開拓プロジェクト」の一つであり、本研究開発は既存技術の延長線上にない、夢のある「未来技術開拓」を実施するものである。内閣府総合科学技術会議では「2013年度科学技術重要施策アクションプラン」により、重点的取組として「技術革新によるエネルギー消費量の飛躍的削減」を実現するものと登録されている。また、日本再生戦略「グリーン成長戦略」では重点施策の「グリーン部素材が支えるグリーン成長の実現」に基づき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。</p> <p>マテリアル革新力強化戦略（令和3年4月27日）では、データ駆動型研究会基盤の整備が基本方針2として掲げられており、本プロジェクトでもマグネシウム材のマテリアルズ・インフォマティクス（MI）活用技術の開発、データ等活用拠点の形成を行った。</p>		

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標

研究開発項目①「マルチマテリアル技術開発」

(1) マルチマテリアル設計技術開発

(a) トポロジー最適化システムの構築

【第3期目標（2020年度末）】

- ・複数の材料のトポロジー最適設計法を構築する。
- ・線形過渡応答問題のトポロジー最適設計法を構築する。
- ・複数の材料・線形過渡応答問題のトポロジー最適化結果を評価・検討および他のCAEツールと連携可能なシステムを構築する。

(b) マルチマテリアル界面評価・モデル化

【第3期目標（2020年度末）】

- ・マルチマテリアル界面の評価方法の現状、および今後のニーズを調査する。
- ・数値解析技術により、マルチマテリアル界面をモデル化する。トポロジー最適化システムとの連携可能な適切な方法を検討する。
- ・有望と考えられる接合法によって作製された試験片をモデル化し、マルチマテリアル界面として評価検討する。

(c) 車体構造適用可能性検討

【第3期目標（2020年度末）】

- ・複数の材料の利用を想定した対象問題を選定し、そのデータを作成する。
- ・車体構造への展開を目的としたソフトウェアの大規模問題への拡張を検討する。
- ・最適構造の工学的な妥当性を検証・評価する。

(d) マルチマテリアル実設計への適用

【第4期目標（2022年度末）】

- ・開発材料を利用した最適設計法を構築する。
- ・マルチマテリアル最適構造の導出と接合法を含めた評価を実施し、最終的にマルチマテリアル設計車体の提案を行う。

(2) マルチマテリアルボディーの検討・試作

【第4期目標(2022年度末)】

- ・トポロジー最適化法により得られた軽量化マルチマテリアル部材につき、粉末積層造形プロセスによる軽量化の可能性を検討する。
- ・開発材料、接合・接着技術を集約して、自動車の部材や車体の部分骨格を試作し軽量化効果の検証を行う。

研究開発項目②「接合技術開発」

(1) チタン／チタン連続接合技術の開発

【第1期目標（2015年度末）】

- ・接合深さ：5mm 以上
- ・接合強度：母材強度の90%以上
- ・接合装置：設計技術の確立

【第2期目標（2017年度末）】

- ・接合深さ：10mm 以上
- ・接合強度：母材強度の90%以上
- ・接合装置：設計技術の確立

(2) 中高炭素鋼／中高炭素鋼接合技術の開発

【第1期目標（2015年度末）】

(a) 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 Z3140:1989）の引張せん断荷重平均値の70%

(b) 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%

【第2期目標（2017年度末）】

(a) 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 Z3140:1989）の引張せん断荷重平均値の70%以上

(b) 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
- 【第 3 期目標（2020 年度末）】
- (a) スポット接合技術開発
 - ・接合強度：厚み 1.4mm、強度 1.5GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS-A 級（JIS Z3140:2017）の引張せん断荷重平均値の 70%以上、十字引張荷重平均値の 70%以上
- (b) 連続接合技術開発
 - ・接合強度：厚み 1.4mm、強度 1.5GPa 以上の中高炭素鋼同士で、母材強度の 70%以上
- 【第 4 期目標（2022 年度末）】
- (a) スポット接合技術開発
 - ・接合強度：厚み 1.4mm、強度 1.5GPa 以上の中高炭素鋼で、JIS-A 級（JIS Z3140:2017）の引張せん断荷重平均値以上、十字引張荷重平均値以上
- (b) 連続接合技術開発
 - ・接合強度：厚み 1.4mm、強度 1.5GPa 以上の中高炭素鋼同士で、母材強度の 90%以上
- (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）
- 【第 1 期目標（2015 年度末）】
- ・接合強度：試験片の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140:1989）の引張せん断荷重平均値以上または母材破断
- ・電食による接合部腐食の電気化学的評価手法の確立
- ・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
- 【第 2 期目標（2017 年度末）】
- ・高減衰接着剤の仕様決定
- ・電食に対する防錆技術の確立
- 【第 3 期目標（2020 年度末）】
- ・接合強度：抵抗スポット溶接による剥離強度として十字引張荷重平均値が 1.5kN 以上
- 【第 4 期目標（2022 年度末）】
- ・接合強度：各種実用部品の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140:2017）の引張せん断荷重最小値以上または母材破断
- ・接合時間：1 点あたり 5 秒以内
- (4) アルミニウム／CFRP 接合技術の開発
- 【第 1 期目標（2015 年度末）】
- ・接合強度：試験片の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140:1989）の引張せん断荷重平均値以上または母材破断
- ・電食による接合部腐食の電気化学的評価手法の確立
- ・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
- 【第 2 期目標（2017 年度末）】
- ・高減衰接着剤の実用組成の決定
- ・電食に対する防錆技術の確立
- 【第 3 期目標（2020 年度末）】
- ・ポリアミド樹脂（PA）、ポリフェニレンスルファイド樹脂（PPS）など高融点樹脂をマトリックスとする CFRP の接合技術の確立
- ・電食の評価手法確立と防錆仕様検討への応用
- 【第 4 期目標（2022 年度末）】
- ・接合強度：各種実用部品の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140:2017）の引張せん断荷重最小値以上または母材破断
- ・接合時間：1 点あたり 5 秒以内
- ・プロセスモニタリング技術の確立
- (5) 鋼材／CFRP 等樹脂接合技術の開発
- 【第 1 期目標（2015 年度末）】
- ・接合強度：母材破断
- 【第 2 期目標（2017 年度末）】
- ・接合強度：母材破断
- ・電食による接合部腐食の評価手法の確立
- 【第 3 期目標（2020 年度末）】
- ・鋼材／CFRP 複合成形パネルの製作に向けた接合材料の仕様確定
- ・試験片レベルの接合強度：引張せん断強度 15MPa 以上
- 【第 4 期目標（2022 年度末）】
- ・鋼材／CFRP 複合成形パネルの製作
- ・成形パネルの接合強度：引張せん断強度 20MPa 以上

(6) 構造材料用接着技術の開発

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・ 接合強度：引張せん断強度 10MPa 以上
- ・ 接合部劣化のメカニズム解明及び評価法の確立

【第3期目標 (2020年度末)】

- ・ 接合強度：金属用接着剤では引張せん断強度 20MPa 以上、プラスチック用接着剤に対しては 7MPa 以上。
- ・ 接着接合部の耐久性向上の検討

【第4期目標 (2022年度末)】

- ・ 接合強度：金属用接着剤は引張せん断強度 28MPa 以上、プラスチック用接着剤に対しては 10MPa 以上。

研究開発項目③「革新的チタン材の開発」

(1) 製錬・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

【第1期目標 (2015年度末)】

(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

- ・ 鉄含有値：ばらつき範囲 50~500ppm 平均値 200ppm 以下
- ・ 酸素含有値：ばらつき範囲 100~200ppm 平均値 150ppm 以下
- ・ 塩素含有値：300ppm 以下

(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

- ・ 薄板中の気孔率：1%以下
- ・ 引張強度・延性バランス：現行材より 20%向上

【第2期目標 (2017年度末)】

(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

- ・ 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。

(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

- ・ 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。

【第3期目標 (2020年度末)】

(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

- ・ 実機スケールで、 $Fe \leq 200ppm$ 、 $O \leq 150ppm$ 、 $Cl \leq 300ppm$ のスポンジチタンを製造可能な技術の確立
- ・ A 級スポンジチタンの歩留向上 (85%を 92%に向上) 可能な技術の確立
- ・ スポンジチタンの製造リードタイムを 30%低減可能な技術の確立

(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

- ・ 大型試験設備によりチタン薄板コイルを試作
- ・ 上記で試作したチタン薄板の気孔率 0.2%以下
- ・ チタン薄板の強度・延性・バランスを現行材よりも 30%向上
- ・ 現行プロセスに比べて薄板製造のリードタイムを 15%低減

(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発

【第1期目標 (2015年度末)】

(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

- ・ 精錬後の酸素含有値：300ppm 以下

(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

- ・ 引張強度：現行材より 20%向上

【第2期目標 (2017年度末)】

(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

- ・ 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。

(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

- ・ 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。

【第3期目標 (2020年度末)】

- ・ 引張強度が現行材より 20%向上した材の量産プロセス検証

(3) チタン新製錬技術開発

【第1期目標 (2015年度末)】

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)

- ・鉄含有値：2000ppm 以下
- ・酸素含有値：1000ppm 以下

【第2期目標 (2017年度末)】

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

- ・製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。

【第3期目標 (2020年度末)】

・工業化が可能と判断される $Fe \leq 2000ppm$ 、 $酸素 \leq 1000ppm$ で、現行クロール法よりコスト20%削減に必要な要素技術を提示。

- ・大型化試験により、A4判サイズ、数百 μm 厚さで、 $O \leq 1000ppm$ 、 $Fe \leq 2000ppm$ を試作。

研究開発項目④「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

【第1期目標 (2015年度末)】

- ・引張強度：660MPa 以上 (現状：600MPa)
- ・耐力 (降伏強度)：600MPa 以上 (現状：550MPa)
- ・伸び：12%以上

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・引張強度：750MPa 以上 (現状：600MPa)
- ・耐力 (降伏強度)：700MPa 以上 (現状：550MPa)
- ・伸び：12%以上

【第3期目標 (2020年度末)】

・疲労強度を維持しながら高強度化した合金 (引張強度：750MPa) の実機レベル (大型ねじり鍛造装置を用いた) の製造技術開発

【第4期目標 (2022年度末)】

- ・開発合金の実機化製造条件の技術指針確立
- ・Sc添加アルミニウム合金の自動車用途としての実用性を検証する。

(2) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発

【第1期目標 (2015年度末)】

- ・電解条件の確立
- ・電析メカニズムの解明

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・ $AlCl_3$ 系イオン液体の新合成法の開発及び量産法の提示
- ・パイロットプラントによる実証実験

【第3期目標 (2020年度末)】

- ・新電析浴において、電析速度 $1.0\mu m/min$ 以上の達成
- ・新電析浴を用いた量産ライン設計指針の確定
- ・従来溶製法では製造不可な新電析浴を用いた新Al合金および作製法の指針確定

【第4期目標 (2022年度末)】

- ・鋳物級の低純度から新地金以上の高純度アルミニウムへのハイアップグレード技術の指針確定
- ・ハイアップグレード用電解液を用いた高速電解精錬技術の確立
- ・省エネルギーかつ CO_2 排出量低減が可能なハイアップグレード技術の開発

(3) 複層アルミ合金の開発

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・熱処理後の耐力 600MPa 以上
- ・成形前の伸び 20%以上
- ・製造プロセス設計指針の提示

【第3期目標 (2020年度末)】

- ・熱処理後の耐力 700MPa 以上
- ・成形前の伸び 20%以上
(部材成形性)平面歪領域の破断限界ひずみ 0.15 以上

研究開発項目⑤「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

【第1期目標 (2015年度末)】

- ・レアアース添加無し
- ・引張強度：250MPa 以上
- ・伸び：15%以上
- ・AZX311 マグネシウム合金と同程度以上の難燃性
- ・AZ31 (マグネシウム材)と同程度以上の押出速度

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・レアアース添加無し
- ・引張強度：270MPa 以上
- ・伸び：20%以上
- ・AZX311 マグネシウム合金と同程度以上の難燃性
- ・A6N01 (アルミニウム材)と同程度以上の押出速度

(2) 高強度マグネシウム材の開発

【第1期目標 (2015年度末)】

- ・レアアース添加無し
- ・引張強度：350MPa 以上
- ・伸び：13%以上
- ・AZX311 マグネシウム合金と同程度以上の難燃性

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・レアアース添加無し
- ・引張強度：360MPa 以上
- ・伸び：15%以上
- ・AZX311 マグネシウム合金と同程度以上の難燃性

(3) マグネシウム材の評価手法の開発

【第1期目標 (2015年度末)】

- ・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火メカニズム及び腐食メカニズムの解明と評価手法の導出

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・本プロジェクトで開発した難燃性マグネシウム合金を対象として、発火特性、腐食特性及び疲労特性に関するデータベース構築

(4) マグネシウム材の接合技術の開発

【第2期目標 (2017年度末)】

- ・本プロジェクトで開発した難燃性マグネシウム材を対象として、MIG、TIG、FSW等の接合技術の開発を行う。

(5) 革新的マグネシウム材の開発および長期性能評価

【第3期目標 (2020年度末)】

- (5-1) 前期で開発した合金を用いて高速鉄道車両適用のための大型部材(長さ5m以上)の材料製造技術(押出技術、圧延技術、加工技術)を構築する。
- (5-2) 自動車への適用に必要な機械的特性、成形性を有するマグネシウム材の開発と製造技術を確立する。
- (5-3) (5-1)、(5-2)で開発した合金を対象として実用化に必要な長期性能(疲労特性等)データベースを構築する。

【第4期目標 (2022年度末)】

- (5-2) 自動車への適用に必要な機械的特性、耐食性、成形性を有するマグネシウム材の適用技術(成形技術、スケールアップ技術)を確立する。
- (5-3) (5-1)、(5-2)で開発した合金を対象として、実用化に必要な長期性能(疲労特性等)データベースを機械学習等のデータサイエンスを利用して構築する。

(6) マグネシウム製高速車両構体の開発

【第3期目標 (2020年度末)】

- (6-1) 革新的マグネシウム材を用いて高速車両構体を設計するための技術指針を、一般断面モックアップ構体の作製・評価を通じて構築する。
- (6-2) 革新的マグネシウム材を用いて一般断面モックアップ構体を作製するための接合技術および表面処理技術を構築する。

【第4期目標（2022年度末）】

(6-3) 革新的マグネシウム材の高速車両用構体への適用による試作、検証を行う。

(7) マグネシウム材の性能・寿命に関するマテリアルズ・インテグレーション（MI）活用技術開発

【第3期目標（2020年度末）】

・難燃性マグネシウム合金接合部の疲労性能・寿命を、理論や経験則、数値モデリング、データベース、機械学習などにより予測可能とする各モジュールのプロトタイプを完成させる。

【第4期目標（2022年度末）】

・難燃性マグネシウム合金接合部の長期性能（疲労性能・寿命、耐食性等）を、理論や経験則、数値モデリング、データベース、機械学習などにより予測可能とする各モジュールの検証を実施し、統合したワークフローとして完成させる。

研究開発項目⑥「革新鋼板の開発」

(1) 高強度高延性中高炭素鋼の開発

【第1期目標（2015年度末）】

・レアメタル添加量：10wt%未満
・引張強度：1.2GPa以上
・伸び：15%以上

【第2期目標（2017年度末）】

・レアメタル添加量：10wt%未満
・引張強度：1.5GPa以上
・伸び：20%以上

【第3期目標（2020年度末）】

・レアメタル添加量：10wt%未満、引張強度：1.5GPa以上、伸び：20%以上の開発鋼において、汎用鋼（590MPa～980MPa級）と同等の耐食性と水素脆性を目指す

【第4期目標（2022年度末）】

・鋼材中の軽元素と耐食性の関係の明確化

(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発

【第1期目標（2015年度末）】

・低濃度炭素検出技術
炭素定量下限：30ppm
・微細粒成長動的観察技術
像分解能：15nm

・加熱加工模擬技術の確立
・鋼の歪み挙動解析技術の確立

【第2期目標（2017年度末）】

・鋼組織の高速定量解析技術の確立
・鋼中のヘテロ構造と軽元素の空間相関評価技術の確立

【第3期目標（2020年度末）】

・鋼中のヘテロ構造と軽元素の空間相関評価技術において、空間分解能：200nm以下、濃度分解能：0.1mass%を目指す

・微小電気化学計測技術、局所構造解析技術、マクロ腐食挙動との対比などによるマイクロおよびナノオーダー（ μm 以下）の腐食挙動解析技術の確立

・薄鋼板の水素脆化挙動に影響を及ぼす応力、ひずみ、水素濃度分布、組織損傷を数百 μm レベルで測定できる技術を確立し、自動車用構造部材としての薄鋼板の水素脆化挙動を適切に評価できる試験方法の確立

【第4期目標（2022年度末）】

・薄鋼板の水素脆化挙動に係るき裂伝播挙動解析技術を構築する。また、新規マイクロ組織観察技術を開発し、き裂伝播挙動との関係を明らかにする。

研究開発項目⑦「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

【第1期目標（2015年度末）】

・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。

【第2期目標（2017年度末）】

・2015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。

(2) 熱可塑性 CFRP の開発及び構造設計・加工技術の開発

【第1期目標 (2015年度末)】

(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。

(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。

(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材料特性を 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。

(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。

(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。

(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。

(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方法を見極め、最適手法を選択する。

(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。

(i) 実証評価

- ・実証評価の実施方法を策定する。

【第2期目標 (2017年度末)】

(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

- ・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

- ・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

- ・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。

(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技術を確立する。

(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

- ・自動車構造体を想定して、自動車ボディの剛性試験などにより軽量化の検証を行うと共に、量産化に向けた課題の抽出を行う。

【第3期目標 (2020年度末)】

(j) LFT-D 高速成形実用化技術の開発

- ・革新炭素繊維強化熱可塑性 CFRP の LFT-D 成形性および力学特性を評価する。
- ・LFT-D 材の混練 CAE シミュレーション技術の研究を行うと共に、成形流動および流動配向異方性を考慮した最適設計 CAE 解析技術の研究を行い、剛性最適化技術を開発する。

(k) 熱可塑性 CFRP 高速ハイブリッド成形技術の開発

- ・その場合重合成形補強材と LFT-D とのハイブリッド成形技術を開発するとともに、新しく考案したフレック法によるハイブリッド成形の基礎技術を開発する。

- (l) 熱可塑性 CFRP 評価・解析技術の開発
 - ・熱可塑性 CFRP の動的・経時特性を評価するとともに、破壊メカニズム解明の研究を行う。
 - ・熱可塑性 CFRP の材料特性データベースの一部を構築する。
- (m) 自動車向リサイクル CF 適用化技術の開発
 - ・リサイクル CF 回収技術の研究を行い、LFT-D 要件に適合する基本プロセスを開発するとともに、設備の改良開発を行う。
 - ・リサイクル CF を用いた LFT-D 成形プロセスおよび LFT-D 廃材の再利用技術、並びに設備システムの研究を行う。
- 【第 4 期目標 (2022 年度末)】
- (j) LFT-D 高速成形最適化技術の開発
 - ・革新炭素繊維強化熱可塑性 CFRP の LFT-D 成形性および力学特性を評価する。
- (k) 熱可塑性 CFRP 高速ハイブリッド成形技術の開発
 - ・LFT-D 材と異種材料との組合せによる LFT-D マルチマテリアル要素技術の検討を行う。
- (l) 熱可塑性 CFRP 評価・解析技術の開発
 - ・熱可塑性 CFRP の破壊メカニズムを解明し、材料特性予測技術を確立するとともに、実設計への適用を想定した実用的な材料モデルを開発する。
 - ・熱可塑性 CFRP の材料特性データベースを構築する。
- (m) 自動車向回収 CF 適用化技術の開発
 - ・リサイクル CF 回収技術を確立する。
 - ・リサイクル CF の LFT-D 成形技術、および LFT-D 廃材のリサイクル技術を開発する。
- (3) 超軽量 CFRTP/CFRP ハイブリッド部材の開発
- 【第 4 期目標 (2022 年度末)】
- ・CFRTP 材料および成形技術を活用して、CFRTP/CFRP (熱可塑/熱硬化) ハイブリッド部材を設計し、軽量化効果を実証する。

研究開発項目⑧「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
- 【第 1 期目標 (2015 年度末)】
 - ・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。
- 【第 2 期目標 (2017 年度末)】
 - ・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。
- 【第 3 期目標 (2020 年度末)】
 - ・アクリル繊維ポリマーをベースとする完全耐炎ポリマーを得る反応プロセスを確立する。これに伴い炭素繊維紡糸工程では、Large Tow (48K) の紡糸技術を確立すると同時に、炭化プロセスも革新炭素繊維に適合するよう処理条件など検討する。炭素繊維として、フィラメント径 7 μ m で、弾性率 240GPa、強度 4GPa を凌ぐ性能を目指す。
- (2) 炭化構造形成メカニズムの解明
- 【第 1 期目標 (2015 年度末)】
 - ・(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。
- 【第 2 期目標 (2017 年度末)】
 - ・(1) 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。
- 【第 3 期目標 (2020 年度末)】
 - ・マイクロ波炭化のプロセス多段化など設備を改良すると共に処理条件を最適化し、従来の炭化炉方式に優る大規模生産のための製造技術を確立する。
- (3) 炭素繊維の評価手法開発、標準化
- 【第 1 期目標 (2015 年度末)】
 - ・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。

【第2期目標（2017年度末）】

- ・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。

研究開発項目⑨「戦略・基盤研究」

(1) 新構造材料の動向調査・技術・研究戦略

【第1期目標（2015年度末）】

- ・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

【第2期目標（2017年度末）】

- ・研究開発の実用化・事業化ビジョンの明確化
- ・接合技術及び個別材料の技術戦略の策定
- ・新規材料の実用化に向けた技術課題（構造体関連）の抽出
- ・異種材料接合技術の標準化・規格化の検討体制の構築

【第3期目標（2020年度末）】

- ・接合技術及び個別材料の技術戦略の策定
- ・新規材料の実用化に向けた技術課題の抽出
- ・マルチマテリアル構造体に係わる共通基盤技術課題の抽出
- ・異種材料接合技術の標準化・規格化の検討

【第4期目標（2022年度末）】

- ・新規材料の実用化に向けた技術課題の明確化
- ・マルチマテリアル構造体に係わる共通基盤技術課題の明確化
- ・異種材料接合技術の標準化・規格化取りまとめ
- ・プロジェクト成果の取りまとめ及び検証
- ・プロジェクト成果をプロジェクト終了後も活用していただくための方策を具体的に検討し準備を進める。

(2) 共通基盤技術の調査研究

【第1期目標（2015年度末）】

- ・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

【第2期目標（2017年度末）】

- ・構造材料、接合プロセスに関する新たな研究シーズ(腐食や水素脆化評価など)の顕在化
- ・小型中性子線などによる構造材料評価手法の構築
- ・軽量金属材料（アルミニウム、マグネシウム）に関する計測・評価手法の確立
- ・熱可塑性複合材料の損傷・強度評価手法の確立
- ・構造体接合部設計・評価手法の確立

【第3期目標（2020年度末）】

- ・構造体接合部設計・評価手法の抽出
- ・新材料の材料代替効果定量技術の開発課題の抽出
- ・車体軽量化技術の集約化に関する課題の抽出
- ・異種材料接合における腐食課題の抽出

【第4期目標（2022年度末）】

- ・構造体接合部設計・評価手法の確立
- ・新材料の材料代替効果定量技術の確立
- ・車体軽量化技術の集約手法・実行体制の確立
- ・異種材料接合における腐食解析手法の確立

(3) 中性子等量子ビームを用いた構造材料等解析技術の開発

【第3期目標（2020年度末）】

- ・新規小型中性子装置を建設し、ブラッグエッジイメージング法による測定の分解能と統計精度を明らかにする。
- ・中性子小角散乱とX線小角散乱の比較から、ナノ析出物の化学組成、サイズ分布、体積率、形状因子を同定する技術を開発する。
- ・炭素の濃度分布を同定する技術および析出物と水素局所濃縮の関係を検出する技術を開

	<p>発する。</p> <p>【第4期目標（2022年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブラッグエッジイメージングのデータから、歪や金属組織のイメージング情報に変換する手法を確立し、接合部の2次元マッピングを実現する。 ・中性子小角散乱とX線小角散乱の比較から、ナノ析出物の化学組成、サイズ分布、体積率、形状因子を同定する技術を確立する。 ・オーステナイト中の炭素濃度分布を検出する技術を開発する。 ・鋼中の水素局所的濃縮を検出する技術を開発する。 <p>（4）低圧・超高速 CFRP 成形技術の開発</p> <p>【第3期目標（2020年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・樹脂供給体における樹脂・基材の基本設計を完了する。 ・低圧・高速成形の平板形状での成形条件を確立する。 ・平板での樹脂含浸挙動解析シミュレーション技術を構築する。 						
事業の計画内容	主な実施事項	2013fy	2014fy	2015fy	2016fy	2017fy	
	接合技術	→					
	革新的アルミ材料	→					
	革新的マグネ材料	→					
	革新的チタン材料	→					
	革新鋼板	→					
	熱可塑性 CFRP	→					
	革新炭素繊維基盤技術	→					
	戦略・基盤研究	→					
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） 契約種類：委託	会計・勘定	2013fy	2014fy	2015fy	2016fy	2017fy	
	一般会計						
	特別会計（需給）	3,960	4,760	4,300	3,708	3,544	
	開発成果促進財源	0	0	1,570	0	185	
	総予算額	3,960	4,760	5,870	3,708	3,729	
	（委託）	3,960	4,760	5,870	3,708	3,729	
事業の計画内容	主な実施事項	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	
	マルチマテリアル	→					
	接合技術	→					
	革新的アルミ材料	→					
	革新的マグネ材料	→					
	革新的チタン材料	→					
	革新鋼板	→					
	熱可塑性 CFRP	→					
	革新炭素繊維基盤技術	→					
	戦略・基盤研究	→					
	開発予算 （会計・勘定別に事業費の実績額を記載）	会計・勘定	2018fy	2019fy	2022fy	2021fy	2022fy
一般会計							
特別会計		3,512	2,827	2,738	2,536	2,400	34,285

(単位：百万円) 契約種類：委託	(電源・需給の別)						
	開発成果促進財源	0	0	882	483	288	3,408
	総予算額	3,512	2,827	3,620	3,019	2,688	37,693
	(委託)	3,512	2,827	3,620	3,019	2,688	37,693
開発体制	経産省担当原課	産業技術産業局 研究開発課					
	プロジェクトリーダー	【プロジェクトリーダー】国立大学法人東京大学 名誉教授：岸 輝雄 【サブプロジェクトリーダー】学校法人金沢工業大学 教授：影山裕史					
	委託先（*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載）	委託先：新構造材料技術研究組合（参加 52 社：累計） IHI、アイシン、アルモニコス、大阪大学、KADO、川崎重工業、共和工業、神戸製鋼所、コニカミノルタ、小松製作所、権田金属工業、三協立山、産業技術総合研究所、JFE スチール、島津製作所、スズキ、SUBARU、住友重機械工業、住友電気工業、セメダイン、総合車両製作所、大日本塗料、タカギセイコー、高砂工業、田中貴金属工業、帝人、東邦チタニウム、東洋紡、東レ、トヨタカスタマイジング&ディベロップメント、トヨタ自動車、名古屋大学、日産アーク、日産自動車、日本金属、日本製鉄、日本パーカライジング、日立金属、日立製作所、日立パワーソリューションズ、日立メタルプレジジョン、ファインセラミックスセンター、福井ファイバーテック、物質・材料研究機構、不二ライトメタル、本田技研工業、本田技術研究所、マツダ、三菱ケミカル、三菱自動車、メカニカルデザイン、UACJ 再委託先：アート1、川崎車両、木ノ本伸線、サンスター技研、シーカ・ハマタイト、大成プラス、デンカ、東レエンジニアリングDソリューションズ、戸畑製作所、豊田通商、ナガセケムテックス、日立化成、ヒロテック、富士電機、ミリオン化学、名機製作所、石川県工業試験場、茨城県産業技術イノベーションセンター、宇宙航空研究開発機構、海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所、金属系材料研究開発センター、軽金属溶接協会、高エネルギー加速器研究機構、高分子学会、総合科学研究機構、長崎県工業技術センター、日本原子力研究開発機構、日本マグネシウム協会、広島県立総合技術研究所、福岡県工業技術センター、理化学研究所、量子科学技術研究開発機構、秋田大学、茨城大学、岩手大学、大阪工業大学、大阪公立大学、岡山大学、金沢工業大学、関西大学、岐阜大学、九州工業大学、九州大学、京都工芸繊維大学、京都大学、近畿大学、群馬大学、神戸大学、佐賀大学、佐世保高専、静岡大学、芝浦工業大学、島根大学、上智大学、千葉大学、中部大学、帝京大学、東京工業大学、東京大学、東京農工大学、東北大学、豊橋技術科学大学、長岡技術科学大学、名古屋工業大学、日本大学、兵庫県立大学、広島大学、北海道大学、室蘭工業大学、山形大学、立命館大学、早稲田大学					
情勢変化への対応	<p>社会情勢の変化、プロジェクトの進捗状況や技術推進委員会の結果を踏まえ、研究開発テーマの見直し、新規テーマの導入を随時行った。</p> <p>2015年のパリ協定の採択により、更なるCO₂の削減、自動車においては更なる燃費向上によるCO₂排出量の削減が求められるようになった。また、これを受けた急速なEV化により、自動車車体の軽量化に対する要求はますます強くなった。本プロジェクトにおいては、材料開発は早期に完成させ、社会実装を加速させるため、実使用時の特性評価技術の開発や部材での実証へとテーマの再編を行った。また、LCA やリサイクルに関するテーマを新たに実施した。</p> <p>データ駆動型材料開発の推進を受けて、マグネシウム材のマテリアルズ・インテグレーション(MI)活用技術の開発や、データ活用拠点の整備を行った。</p>						
中間評価結果への対応	<p>第3回中間評価の指摘事項を踏まえ、ISMA 本部に融合推進委員会を設置し、テーマ分野間の横展開・ユーザーとの縦展開を積極的に推進し、自動車メーカーニーズを取り入れた実車両を想定したマルチ材料部材設計と試作実証を行った。</p> <p>また、プロジェクト成果の発信として、自動車メーカー向けの成果発表会、一般向けにオートモーティブショー等の展示会にて試作複合品を紹介した。更に、プロジェクト終了後の成果の利活用及び社会実装の促進に向け、各技術分野のデータ等活用拠点の体制準備を推進した。</p>						

評価に関する事項	事前評価	2014年3月実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部
	中間評価	第1回：2015年6月実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部
		第2回：2017年6月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部
		第3回：2020年8月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部
	終了時評価	2023年4月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部

※◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

Ⅲ. 研究開発成果
について

1. 研究開発項目①「マルチマテリアル技術開発」 達成度：◎

【研究開発成果の概要】

- ・レベルセット法トポロジー最適化によるマルチマテリアル軽量化設計技術を開発し、プロジェクトの開発材料・接手法による成果を集約し、最終的にマルチマテリアル設計車体の提案まで行った。
- ・トポロジー最適化手法とダイレクトプロセッシングの金属積層造形により、世界初のマルチマテリアルのサスペンションタワーを試作実証した。
- ・開発成果の革新材料と革新接合・接着技術を適用したマルチマテリアルボディーの部材試作を行い、実車レベルでの各種衝突安全性能を有しながら、ベース車両の従来部材に比べて軽量化（32%～60%）を達成した。

2. 研究開発項目②「接合技術開発」 達成度：◎

【研究開発成果の概要】

- ・開発鋼を用いて摩擦攪拌点接合（FSSW）や連続接合技術を確立した。また、印加圧力により接合温度を制御できる線形摩擦接合（LFW）を開発し、開発鋼の変態温度（ A_1 点）以下の低温接合に成功した
- ・マルチマテリアル接合における異材接合界面構造の評価解析と強度発現機構を解明し、車体構造設計や接合プロセス制御に展開できる異材接合継手の評価技術を開発した。
- ・異材接合継手性能をデータベース化し、更に、蓄積データを用いた接合性能評価予測を行う接合技術インテグレーション・システムのアルゴリズムを構築した。
- ・自動車車体の構造材料用の接着技術の実用化を想定して、十分な強度・耐久性と信頼性が担保された接着剤・接着技術を開発した。

3. 研究開発項目③「革新的チタン材の開発」 達成度：◎

【研究開発成果の概要】

- ・汚染機構の把握と汚染元素低減の要素技術を開発することにより、実機スケールの高品質スポンジチタン高効率製造技術を確立した。
- ・開発スポンジチタンを適用し、現行品よりリードタイム・強度延性バランスに優れた非溶解型の低コスト薄板製造プロセスを開発した。
- ・熱処理条件を最適化することで、現行材と比較して強度20%向上した高被切削性チタン合金を開発した。併せて、高被切削性チタン合金のスケールアップ検証も完了した。

4. 研究開発項目④「革新的アルミニウム材の開発」 達成度：○

【研究開発成果の概要】

- ・ねじり鍛錬加工による引張強度750MPa高強度アルミニウム合金の製造技術を開発し、最弱方向の亀裂進展特性の向上も確認した。
- ・Sc元素を添加した自動車部材用の革新5000系合金（引張強さ ≥ 250 MPa）、革新6000系合金（引張強さ360MPaを達成）を開発した。
- ・複層アルミ合金の開発において目標強度と延性を達成し、フロントサイドメンバーおよびBピラー等の部材適合性を確認した。
- ・イオン液体を用いた高純度アルミニウムへのハイアップグレード技術の開発を進め、電解液の選定により99.9%相当の精製Alが回収可能であることが確認でき、ハイアップグレード技術の指針を確定できた。

5. 研究開発項目⑤「革新的マグネシウム材の開発」 達成度：○

【研究開発成果の概要】

- ・鉄道車両等大型部材への適用可能性実証として、新幹線試験車両の床パネルをMg開発合金で置換する試作評価を推進。開発合金の優れた比強度および難燃性を利用して、軽量化を（約30%減）を実現した。
- ・自動車用構造部材への適用技術開発として、易加工性Mg合金板材を開発し、低温（150℃）成型技術を確立した。材料温度150℃でアウター・インナー成形およびヘミング化工に成功し、フロントフード部材（約45%減）を試作実証した。

6. 研究開発項目⑥「革新鋼板の開発」 達成度：◎

【研究開発成果の概要】

- ・引張強度1.5GPa以上、伸び20%以上の高強度高延性中高炭素鋼を開発。冷間成型加工によるAピラー部材の試作を実証した。

	<ul style="list-style-type: none"> ・実車を用いた腐食試験による腐食環境データの総合的な解析により、マルチマテリアル部材のガルバニック腐食評価技術を開発した。本腐食評価法は自動車産業界利用に向け標準規格化を計画する。 ・開発鋼（引張強さ 1500MPa 超級）の実用化を見据え、破壊メカニズム（き裂伝ば形態、ミクロ組織とき裂の相関）に裏付けられた材料信頼性評価（水素助長き裂伝ば評価）の解析技術を開発した。 <p>7. 研究開発項目⑦「熱可塑性 CFRP の開発」 達成度：○ 【研究開発成果の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・LFT-D（Long Fiber Thermoplastics-Direct）プロセスにより CFRTP 製シャーシー、フロアパネルの試作に成功した。 ・過熱水蒸気法による炭素繊維（CF）回収システムを構築し、リサイクル CF の LFT-D 成形技術、LFT-D 廃材のリサイクル技術を開発した。 <p>8. 研究開発項目⑧「革新炭素繊維基盤技術開発」 達成度：○ 【研究開発成果の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前駆体候補物質の絞り込みの結果、引張試験において、引張弾性率が 240GPa、破断伸度 1.5%の炭素繊維が得られるなど、すでに目標値をクリアする結果を得た。 ・PAN 系前駆体を用いた耐炭化糸を使用したマイクロ波炭素化実験において、引張弾性率 247GPa、破断伸度 1.7%を示す炭素繊維の製造に成功した。 <p>9. 研究開発項目⑨「戦略・基盤研究」 達成度：◎ 【研究開発成果の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新材料の材料代替効果定量技術の開発として、材料の物質フローやリサイクル性なども加味し、時間的・空間的に拡張した材料のライフサイクル全体を評価できる LCA 評価手法を開発した。 ・産総研に新規小型中性子解析装置を立ち上げ、マルチマテリアル部材等の非破壊分析評価を進めたほか、小型中性子 3 施設（北大・理研・産総研）による中性子構造材料解析ネットワークの有効利用に向け、標準試料や共通試料測定で得られたデータを整理し、データ解析事例集を整備した。 ・プロジェクト終了後も成果活用できる体制構築を目指して、産総研を連携研究ハブに主要技術の研究開発拠点が、事業成果である各種データの利活用体制を整備し、社会実装にむけた拠点運用準備が完了した。 	
	投稿論文	「査読付き」274 件、「その他」62 件
	特許	「国内出願」281 件、「PCT 出願」73 件、「外国出願（PCT からの国内移行含む）」232 件 「国内登録」133 件、「外国登録」108 件 特記事項：
	その他の外部発表（プレス発表等）	2054 件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>本プロジェクトで得られた成果は、企業各社が持ち帰って実用化・事業化を図る。10 年間のプロジェクトを通じて、企業間、企業-国研・大学間の連携が深まっており、多くの成果が実用化・事業化されることが期待される。</p> <p>また、協調テーマで得られた技術・データは、各技術分野のデータ等活用拠点で活用・保管し広く社会での活用を目指すと共に、産業技術総合研究所に設置されたマルチマテリアル連携研究ハブが各技術分野間の連携とマルチマテリアル技術に関する窓口として活動する。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	2014 年 3 月、制定。
	変更履歴	2016 年 2 月、中間評価及び技術推進委員会の結果を踏まえ第 2 期目標を改訂。
		2018 年 2 月、中間評価及び技術推進委員会の結果を踏まえ第 3 期、第 4 期目標を設定。
		2021 年 1 月、中間評価及び技術推進委員会の結果を踏まえて第 4 期目標を改訂。