

「革新の新構造材料等研究開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	4

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「革新的新構造材料等研究開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（2020年8月28日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第63回研究評価委員会（2021年1月8日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「革新的新構造材料等研究開発」分科会
（中間評価）

分科会長 松田 健二

「革新的新構造材料等研究開発」

(中間評価)

分科会委員名簿

(2020年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	まつだ けんじ 松田 健二	富山大学 学術研究部 都市デザイン学系 教授
分科 会長 代理	おくだ あきのぶ 奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役社長
委員	おおくぼ かずや 大窪 和也	同志社大学 理工学部 機械理工学科 教授
	こばやし せんご 小林 千悟	愛媛大学 大学院 理工学研究科 物質生命工学専攻 教授
	こやなぎ じゅん 小柳 潤	東京理科大学 基礎工学部 材料工学科 准教授
	まつもと ひろあき 松本 洋明	香川大学 創造工学部 先端マテリアル科学コース 教授
	みうら せいじ 三浦 誠司	北海道大学 大学院 工学研究院 材料科学部門 教授

敬称略、五十音順

「革新的新構造材料等研究開発」(中間評価)

評価概要 (案)

1. 総合評価

本プロジェクトは材料開発、加工、トポロジー最適化(計算)、実装(自動車等)のすべての分野を包括し、材料メーカーをはじめとする産業界と官学が連携したオールジャパン体制が実現したまさにドリームチームでの研究開発プロジェクトであり、極めて有意義な事業である。多くの研究領域で目標を達成できる状況であり、進捗管理も適切に運用されていると判断できる。

一方、最終的な事業化にあたっては、自動車メーカーとの連携は不可欠であり、連携体制(同分野の横展開、ユーザとの縦展開)での目標設定・協働での研究内容や、コスト設計の点で具体化されていないことから、この横展開・縦展開の連携を積極的に推進し、実用化を目指していただきたい。

今後は、革新的な新構造材料が生みだされたという大きな事実をさらに深めていただくとともに、オールジャパンの本プロジェクトを、広く日本国民に認知していただける取組みをプロジェクト終了までに構成し、得られた結果をより広く産業界に還元し、国民生活に資する形で展開するために、新たな観点からのニーズ開拓・設定をしていただきたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトは、輸送機器のマルチマテリアル化による軽量化によって、燃費向上及びCO₂排出削減を実現するものである。欧州や米国においても同様の事業が進行中であって、オールジャパン体制で積極的に取組み、日本の技術革新を優位とさせ、国際競争力を持たせるという観点から、意義ある事業と評価できる。また、各企業が開発している要素技術を、本事業の趣旨に沿って適切に融合して効果的に成果をあげるためには、俯瞰的立場の事業運営が不可欠であり、NEDOの事業として適切である。

今後は、本事業の技術開発に伴う我が国の産業全般への派生効果も見据えた事業の位置づけや事業の必要性も考慮しながら、事業を進めていきたい。

2. 2 研究開発マネジメントについて

内外の技術動向や市場動向等を踏まえて戦略的な目標を設定し、また多くの項目において、達成度を判定できる明確な目標を設定していること、また研究開発計画の第2期において、第3期以降(後半5年分)の研究開発項目を見直し、「マルチマテリアル」を立てる等の整理統合を実施したことは妥当である。

研究開発の進捗管理については、遅れに対しての適切な対応から、進捗状況が十分に把握

されていることを確認できたとともに、知的財産等に関しては、適切なルールが設けられていることから、戦略方針は妥当であると判断される。

一方、ユーザーが関与する体制を構築しているとまでは言い切れず、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。

また、「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。

2. 3 研究開発成果について

研究開発成果は、中間目標をおおむね達成できており、いくつかの研究テーマは国際的にみても評価できる。また、最終目標達成に対する課題が絞り込まれており、最終目標達成の見通しがあるといえる。公表論文数・研究発表数はともに高い水準を維持しており、取材件数は事業後半に入って大きく増加し、対外的に注目されている事業といえる。さらに、特許出願件数においても高い水準が事業全体を通して維持されており、積極的に国際特許出願を行っていることは評価できる。

一方、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。また、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。

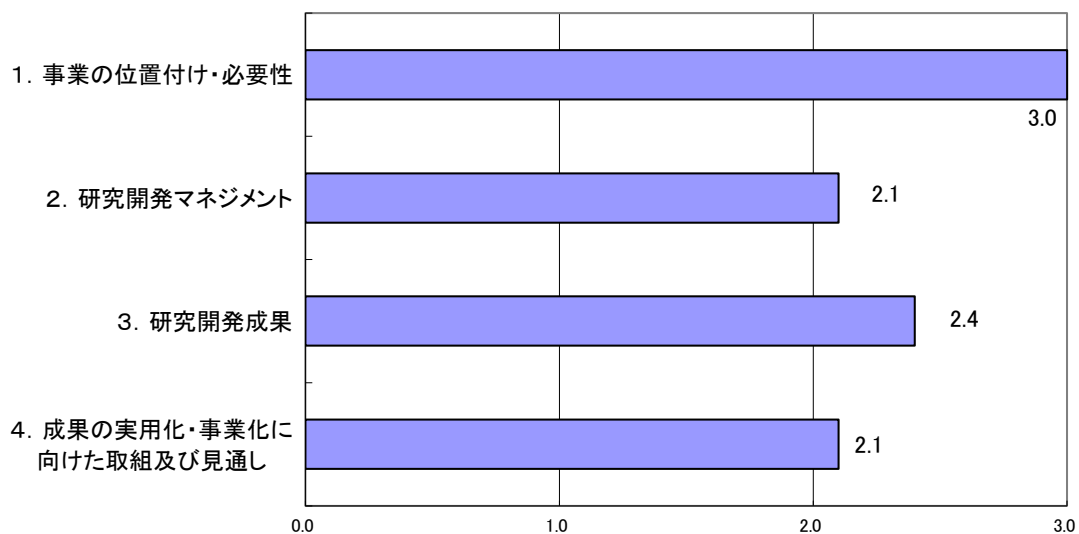
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

成果の実用化・事業化に向けた戦略については明確であり、本事業の成功による経済効果等も大きく期待できる。マルチマテリアルによる軽量化は自動車のみならず、航空宇宙、鉄道など裾野が広い分野で活用できる成果であり、実用化としての技術応用範囲に関しては、十分に検討されている。

一方、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。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメント	2.1	B	B	B	A	B	B	B	B
3. 研究開発成果	2.4	A	B	B	A	C	A	A	A
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し	2.1	A	B	B	B	C	B	B	A

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

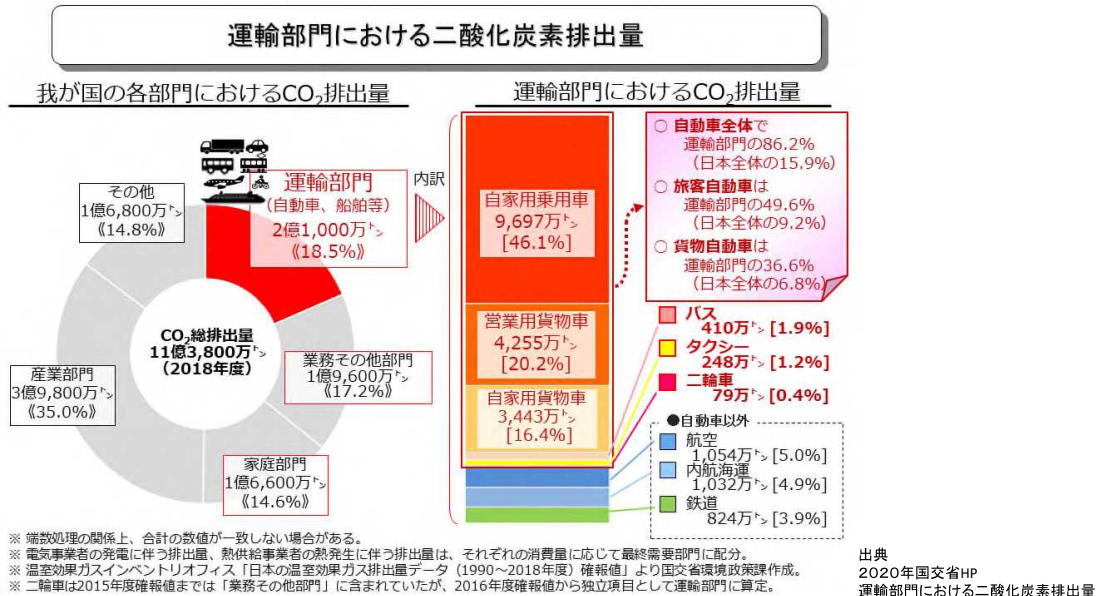
〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

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

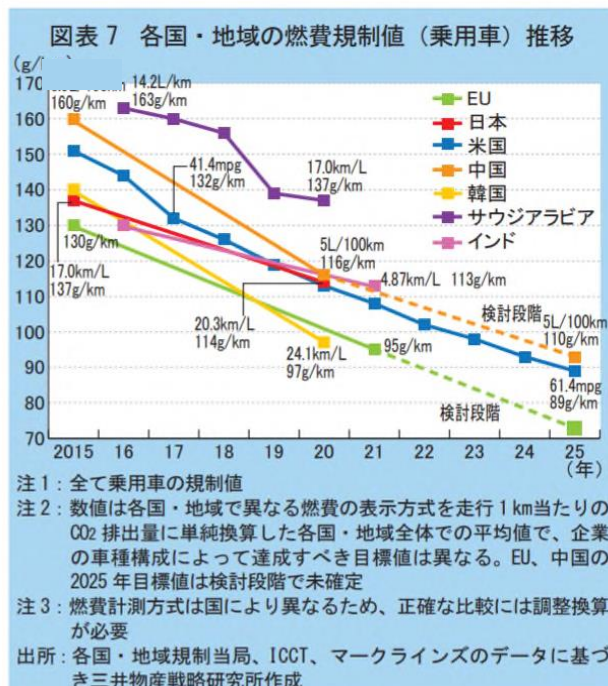
- 国内年間CO₂排出総量は約11億3800万トン。うち運輸部門は約18.5% (約2億1000万トン)を排出。自動車は運輸部門の86%を占め、日本全体の16%を排出している。
- 国内のエネルギー消費量は1.3万PJ。うち運輸部門は約23%を消費、その内訳はガソリン、軽油、LPガス、潤滑油等、石油系エネルギーを98%利用している。自動車は運輸部門の83%を占める。
- 自動車の燃費改善技術は非常に社会的影響が大きい

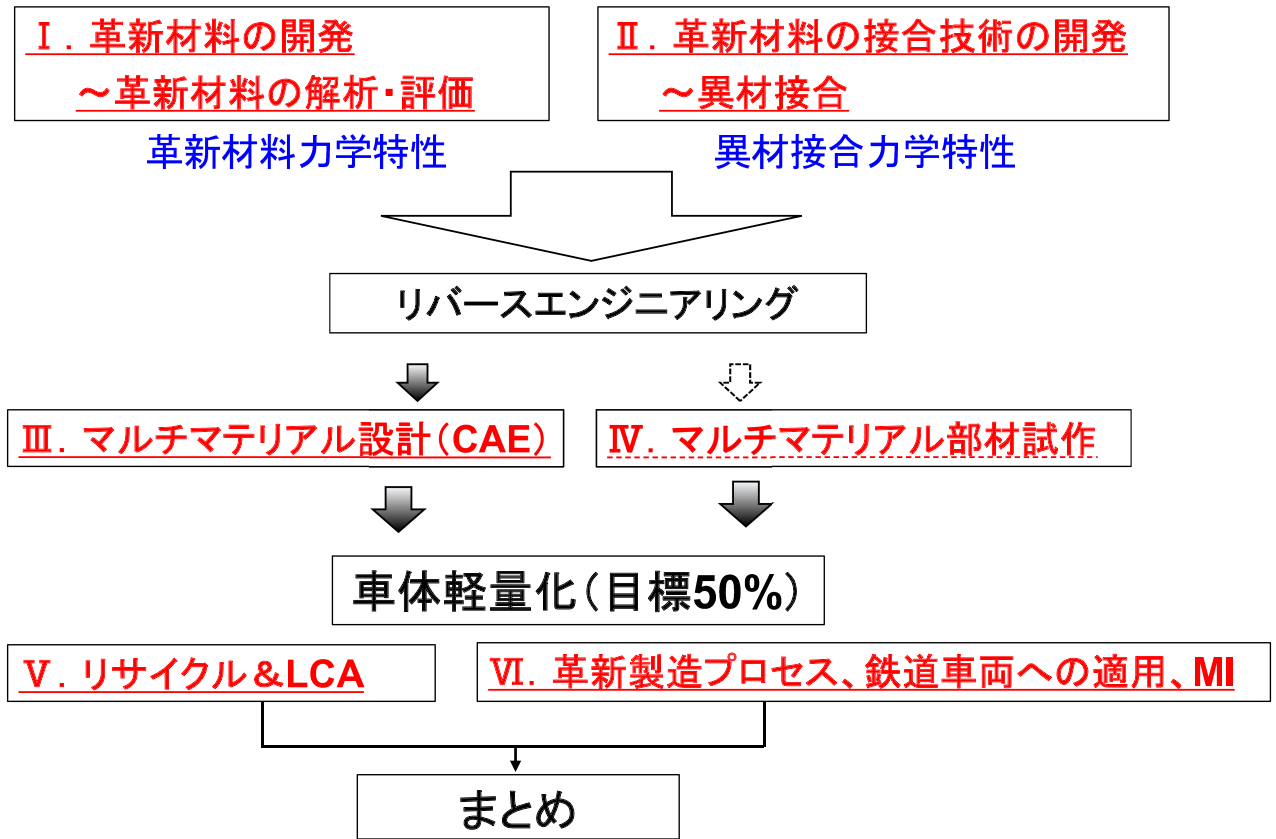


1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆事業実施の背景

- 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。



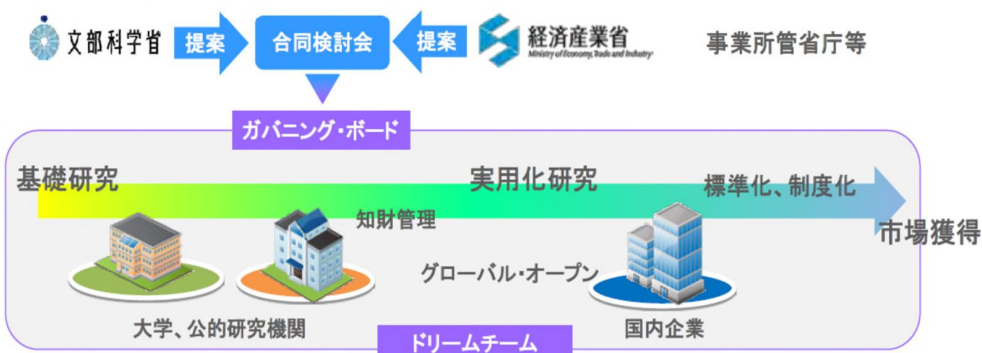


1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆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

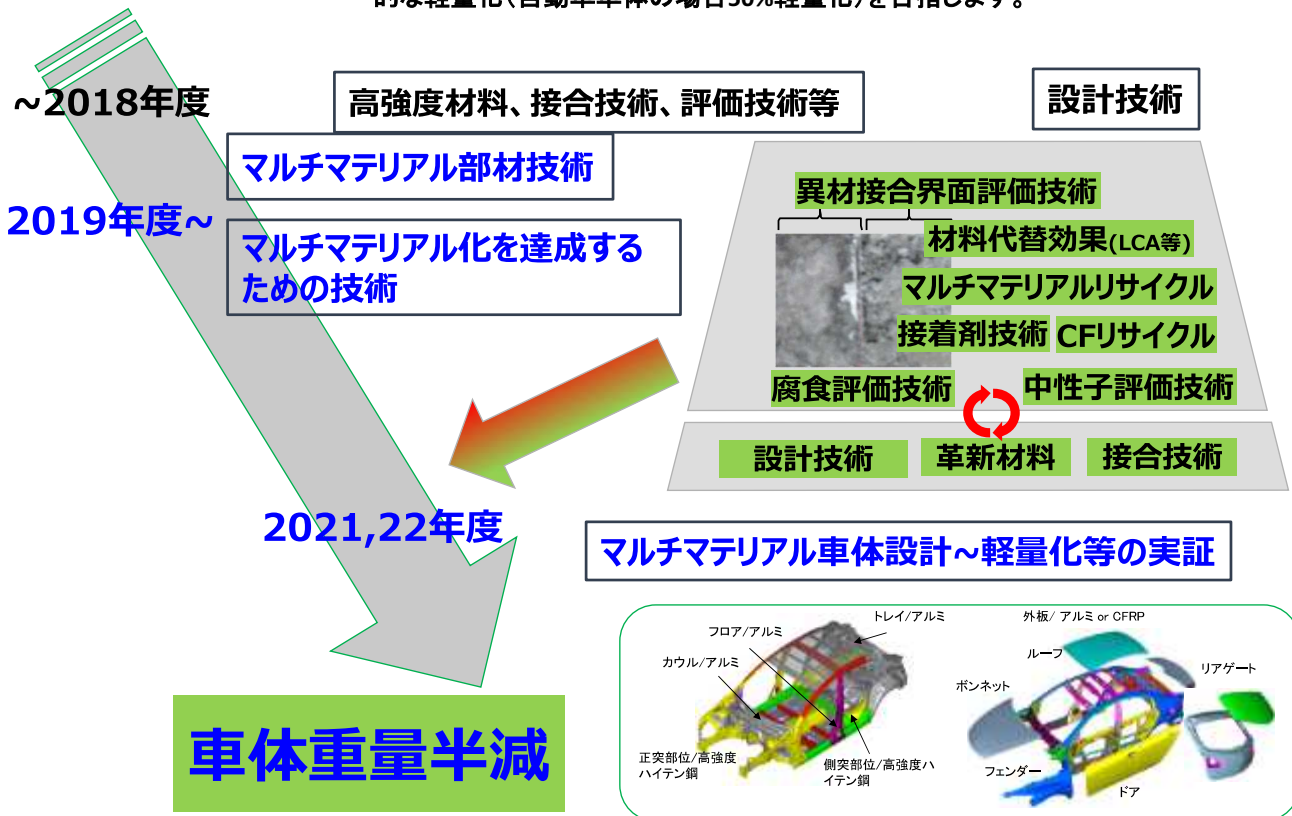
1. リスクの高い中長期的テーマ
 - 短期の対策に加え、事業化まで10年を超えるような、**リスクが高い研究開発を国が主導**
 - エネルギー・環境制約など、抜本的な対策が必要な分野に集中投資
2. 省庁の枠を超えた連携
 - 経産省、文科省の局長級をヘッドとする**合同検討会**で連携テーマを設定
 - 両省のプロジェクトを一体的に運営する**ガバニング・ボード**を設置、**基礎から事業化まで一気通貫**
3. ドリームチーム
 - 技術と事業の両面で世界に勝てる産学官**ドリームチーム**（国益確保を前提に外国企業の参加も検討）
 - 事業化促進のための適切な知財管理



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

本事業では、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等を行います。本事業を通じて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(自動車車体の場合50%軽量化)を目指します。



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	研究開発目標		根拠
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)	
マルチマテリアル技術開発	<p>(a) トポロジー最適化システムの構築・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</p> <p>(b) マルチマテリアル界面評価・モデル化 ・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。</p> <p>(c) 車体構造適用可能性検討 ・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。</p>	<p>(d) マルチマテリアル実設計への適用 ・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>	<p>自動車や航空機等輸送機器の軽量化には、異種材料を適材適所に配置したマルチマテリアル構造の導入が必要不可欠である。しかし、その設計手法は確立されておらず、現状では単なる材料置換にとどまっている。異種材料接合のモデル化も含め、マルチマテリアル構造最適化の設計手法等の確立をはじめとした総合的な技術開発が急務となっている。</p>

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	研究開発目標		根拠	
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)		
接合技術開発	(2) 中高炭素鋼／中高炭素鋼接合技術の開発	(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	(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	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>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。
	(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	・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	・ポリアミド樹脂(PA)、ポリアフェレンスルフィド樹脂(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	・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	・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	・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	・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	・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。	

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	研究開発目標		根拠	
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)		
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の開発	(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 ≤ 200ppm、O ≤ 150ppm、Cl ≤ 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	(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 ・第3期で作製した薄板を用いた自動車部品サンプルの試作	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	・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	・引張強度が現行材より20%向上した材を用いて実機相当部材を試作	
	(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開発。 ・大型化試験により、A4判サイズ、数百μm厚さで、O ≤ 1000ppm、Fe ≤ 2000ppmを試作。	・第3期の成果をベースとした自動車部品サンプルの試作	
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	・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	・開発合金の実機化製造条件の技術指針確立 ・航空機の実機カットモデルの作製・評価と量産・事業化に向けた課題解決	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	・新電析浴において、電析速度1.0μm/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	・不純物濃度10ppm以下、電解コスト10kWh/kg以下(国内で150円/kg以下) ・大型試験装置による実機化技術の検証	
	(3) 複層アルミ合金の開発	・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	・成形前:(部材成形性)平面歪領域の破断限界ひずみ0.2以上 ・熱処理後:(部材圧縮性)VDA曲げ角度40°以上	

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	研究開発目標		根拠	
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)		
革新的マグネシウム材の開発	(5) 革新的マグネシウム材の開発および長期性能評価	(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。	(5-1) 前期で開発した合金(6N01もしくは7N01合金並みの機械的特性を有する合金)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。 (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。	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(レアースフリー)により実現することが求められる。
	(6) マグネシウム製高速鉄道車両構体の開発	(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・評価を通して構築する。 (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。	(6-1) 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。 (6-2) 革新的マグネシウム材製の実物長高速車両構体を作製するための接合・組立技術および表面処理技術・施工技術を構築する。	
	(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。	・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。	

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	研究開発目標		根拠
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)	
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: 1.5GPa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	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。 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。
	(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 ・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	

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

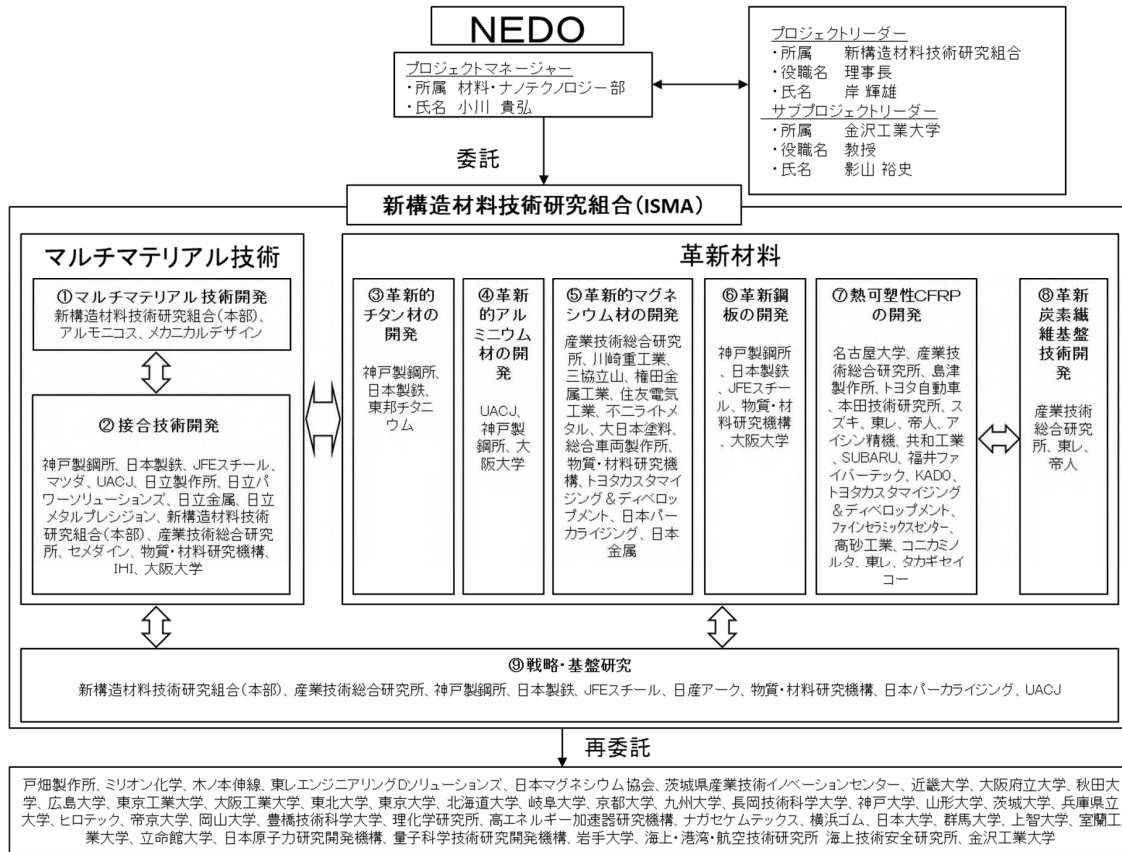
研究開発項目	研究開発目標		根拠
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)	
熱可塑性CFRPの開発	<p>(j) LFT-D高速成形実用化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・革新炭素繊維強化熱可塑性CFRPのLFT-D成形性および力学特性を評価する。 ・LFT-D材の混練CAEシミュレーション技術の研究を行うと共に、成形流動および流動配向異方性を考慮した最適設計CAE解析技術の研究を行い、剛性最適化技術を開発する。 <p>(k) 熱可塑性CFRP高速ハイブリッド成形技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<p>(j) LFT-D高速成形最適化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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。 (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。 	<p>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。</p>
革新炭素繊維基盤技術開発	<p>(1) 新規炭素繊維前駆体化合物の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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)の紡糸技術を開発すると同時に、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を検討する。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。 <p>(2) 炭化構造形成メカニズムの解明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マイクロ炭化のプロセス多段階化と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開発する。 		<p>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。</p>

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	研究開発目標		根拠
	中間目標(2020年度末)	最終目標(2022年度末)	
戦略・基盤研究	<p>(1) 新構造材料の動向調査・技術・研究戦略</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p>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。</p>
	<p>(2) 共通基盤技術の調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	
	<p>(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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規小型中性子装置を建設し、プラグエッジイメージング法による測定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抽出する技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラ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開発する。 ・オーステナイト中の炭素濃度分布を抽出する技術を開発する。 ・鋼中の水素局所的濃縮を抽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> <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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・樹脂供給体設計技術の確立 ・低圧・高速成形の部材形状での成形条件を確立する。 ・部材での樹脂含浸挙動シミュレーション技術を構築する。 	

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 (2) 研究開発計画の妥当性

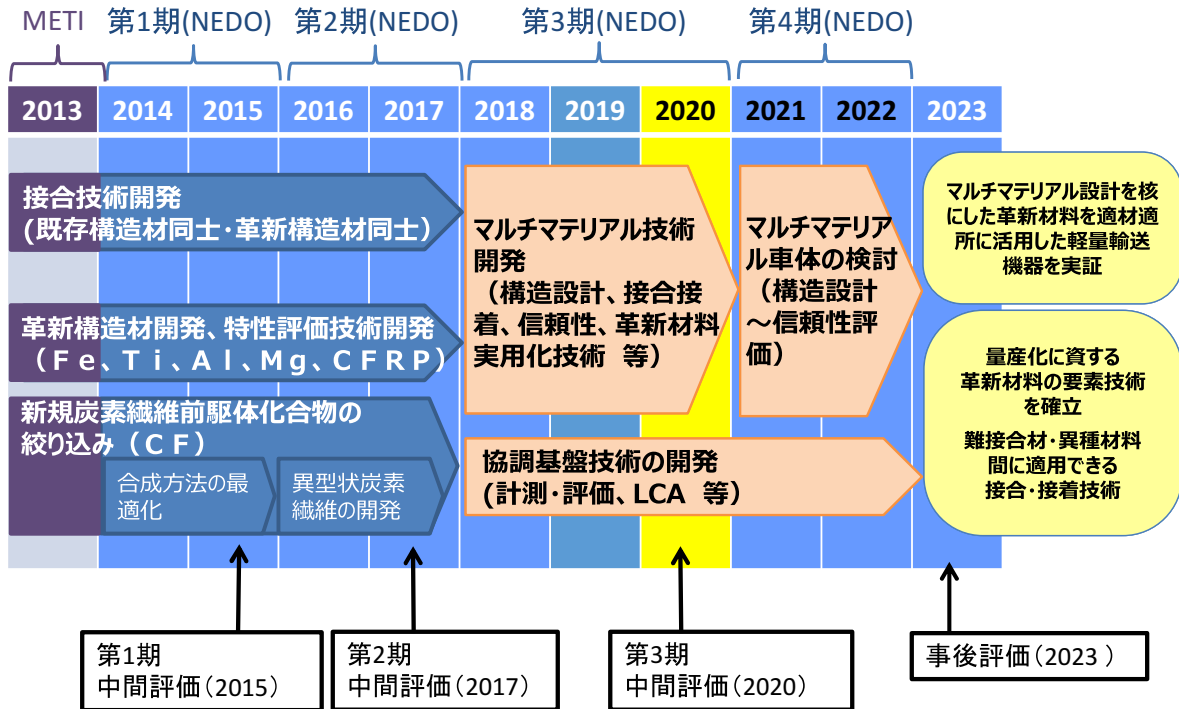
◆プロジェクト費用

(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	(3, 500)	(3, 000)	32, 317
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	(3, 500)	(3, 000)	35, 849
加速			1, 570		185			412			2, 167

◆ 研究開発のスケジュール

2013年度スタートの10年プロジェクト
(初年度は経済産業省の直執行)



6.1.1 テーマの概要 (1) 背景と目的

新構造材料技術研究組合 (2013年10月設立)

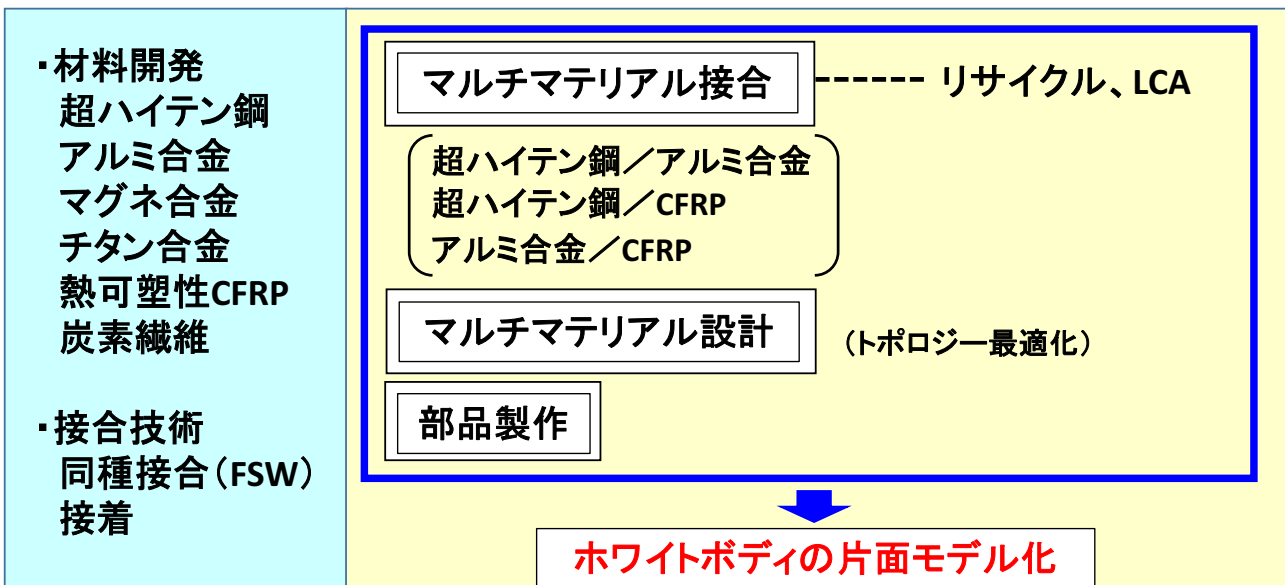
- ・組合員: 42企業、2国立研究開発法人、1財団法人、2大学
- ・再委託先: 65機関(主に大学と研究法人)
- ・年間30~40億円×10年

前半5年間

革新的な材料開発・接合技術

後半5年間

マルチマテリアル技術開発



・革新鋼板テーマの達成状況と成果の意義

テーマA

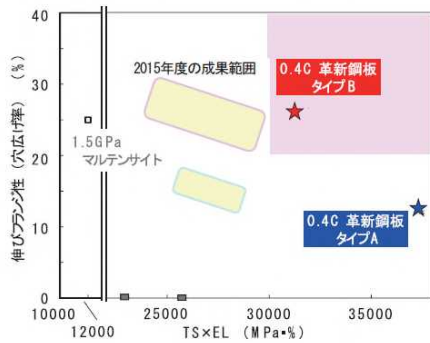


図1 残留オーステナイトの高度制御による強度、伸び、伸びフラジ性のバランス向上

テーマB

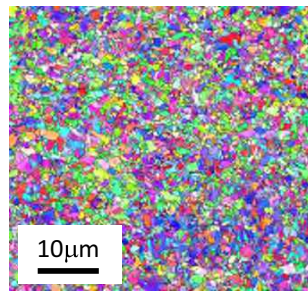


図2 軽元素の有効活用によるマルテンサイト組織の微細化

テーマC

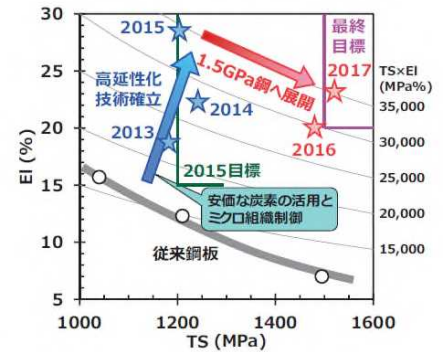
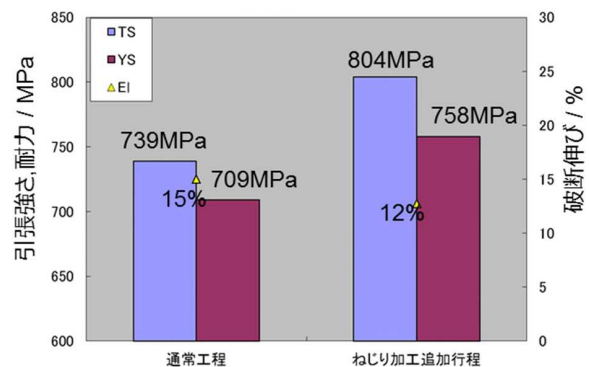
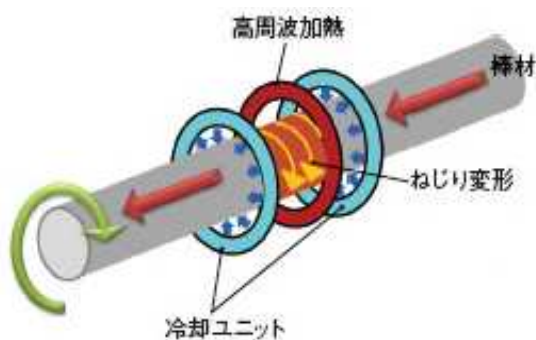
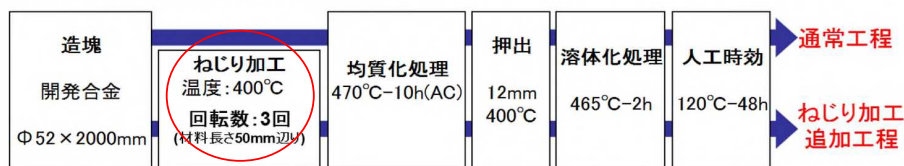


図3 炭素活用とマイクロ組織制御による強度と延性の両立 (2017年度完了)

2022年度末最終目標(引張強度:1.5 GPa, 伸び:20%)は
ラボ材レベルで達成(5年前倒し)

・革新的アルミニウム材テーマの達成状況と成果の意義

ねじり加工による特性改善技術開発(大型化技術)



自動車部材用 革新アルミニウム合金 (Al-Sc合金)

<目標>

- ・高い溶接継手効率(≒100%)
- ・ポートホール押出による中空部材の製造

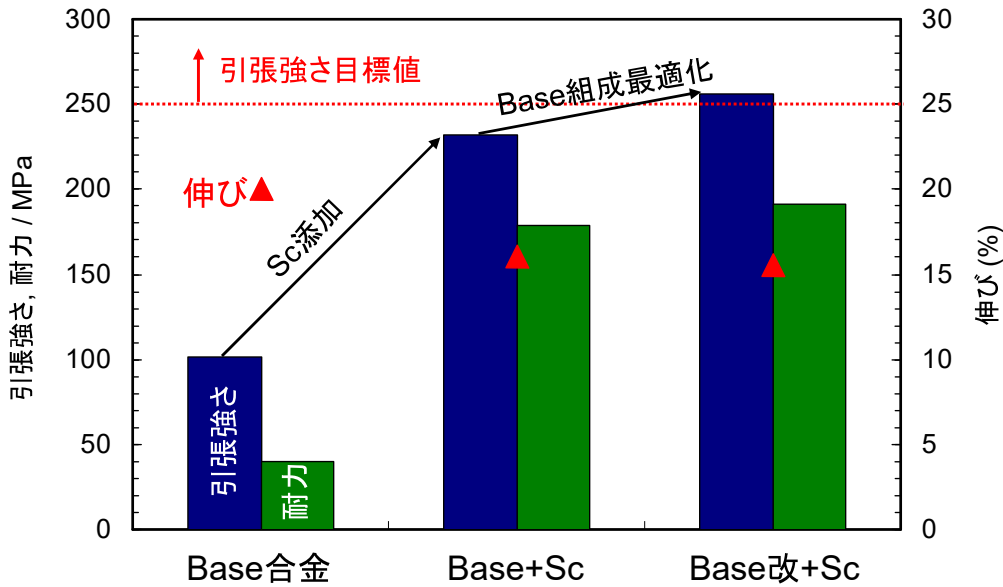


図 開発合金の引張性質

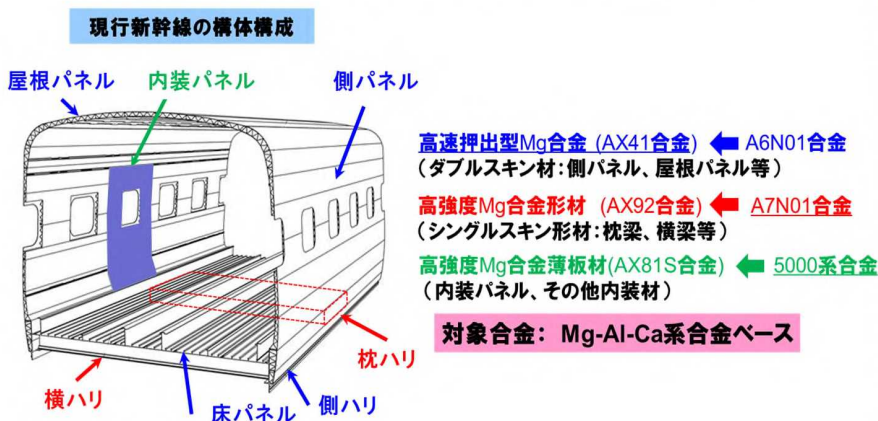


図 開発合金の中空押出例

革新的マグネシウム材テーマの達成状況と成果の意義

鉄道車両構体開発

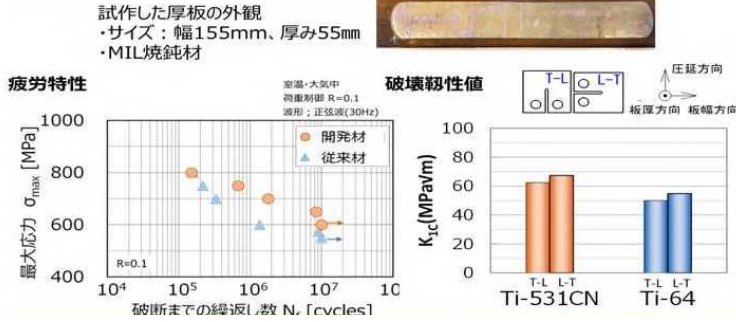
2016年度までに現行A6N01合金、A7N01合金、5000系合金に匹敵する機械的特性を有する難燃性Mg合金押出材および圧延材の開発に成功



・革新的チタン材テーマの達成状況と成果の意義

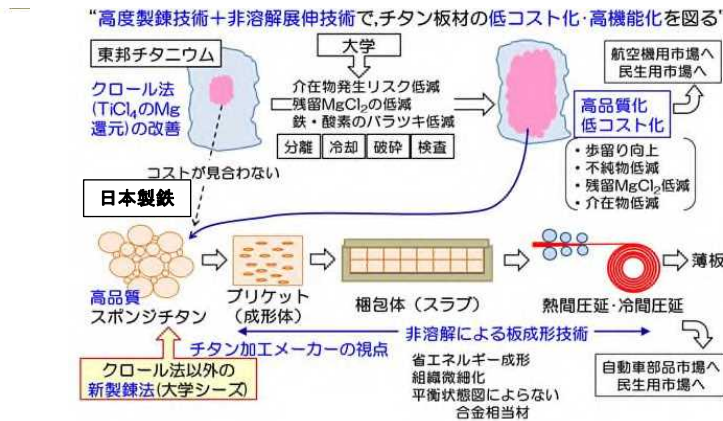
チタン材一貫製造プロセス技術開発

1トン鑄塊による試作板材の特性評価結果



1トン鑄塊の試作板材の評価から、開発材は従来材よりも優れた疲労特性と破壊靱性値を有する。

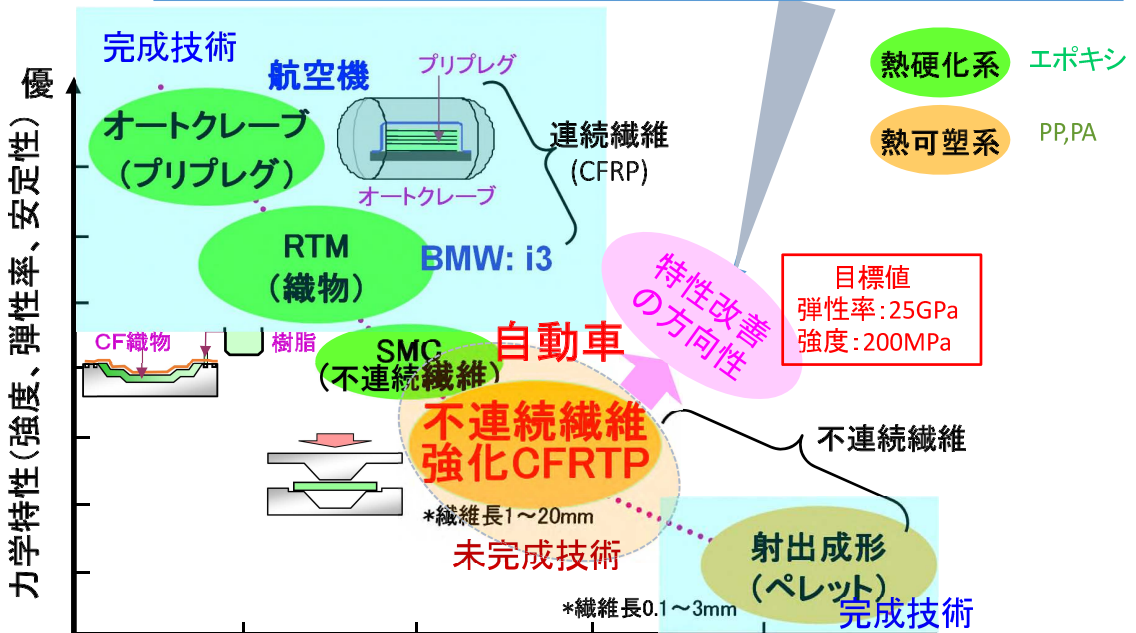
チタン薄板の革新的低コスト化技術開発



高度精錬技術および非溶解展伸技術で、チタン板材の低コスト化・高機能化を図る。

・熱可塑性CFRP(CFRTP)の開発テーマの達成状況と成果の意義

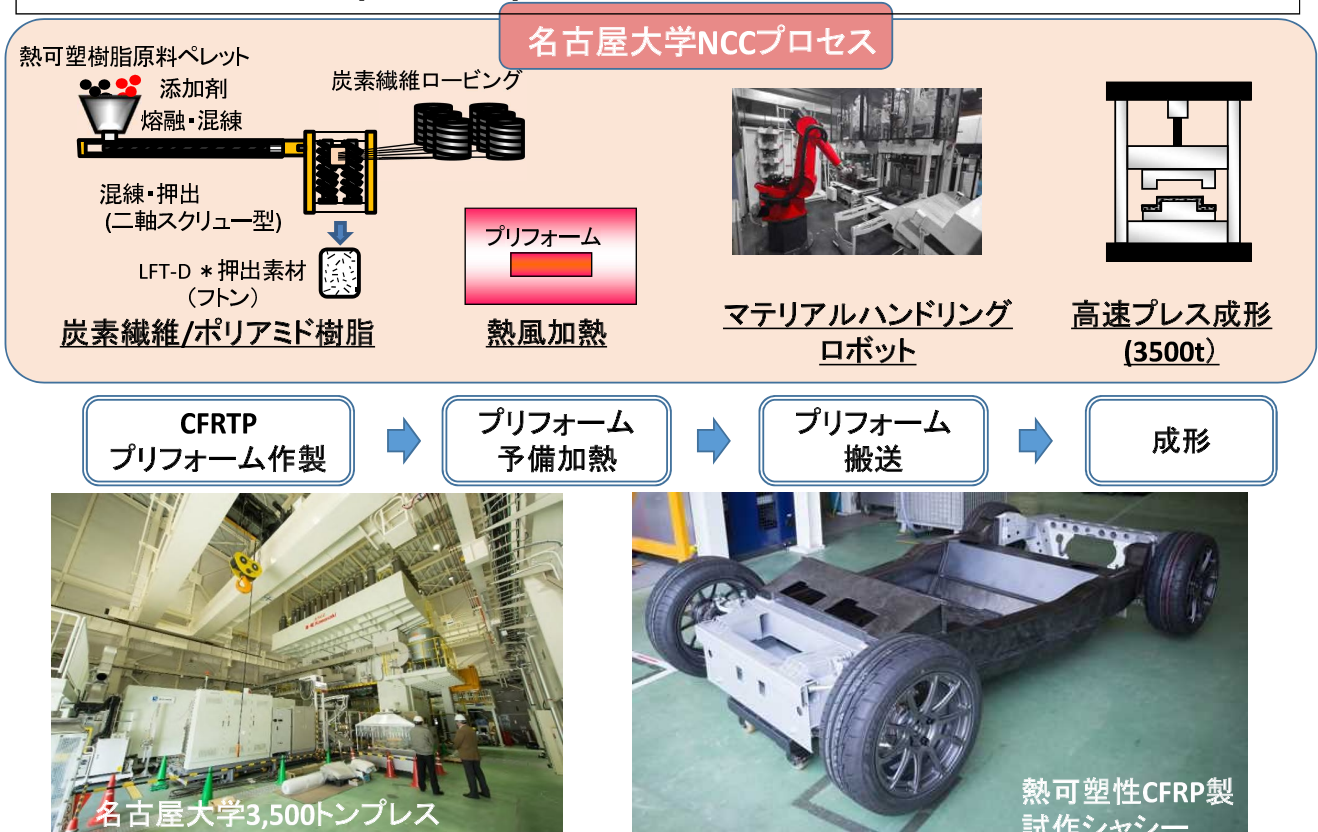
～量産車構造に必要な力学特性とコストの両立



成形性 (サイクルタイム、複雑形状、コスト) → 優 (短時間)

※ RTM: Resin Transfer Molding, SMC: Sheet Molding Compound

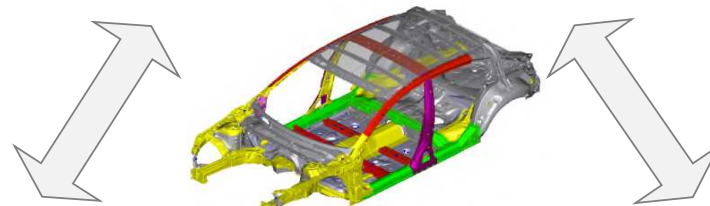
・熱可塑性CFRP(CFRTP)の開発テーマの達成状況と成果の意義



・接合技術の達成状況と成果の意義

マルチマテリアル構造に対応した接合技術の開発

マルチマテリアル構造設計



超ハイテン鋼の接合技術

異材接合技術

熔融接合

抵抗スポット溶接
アーク溶接
レーザ溶接
ハイブリッド溶接

ろう接

ミグブレージング
レーザブレージング

固相接合/溶着

摩擦接合
(FSW, FSSW, LFW)
摩擦重ね接合
(FLJ)
レーザ溶着
超音波接合
電磁圧接

接着接合

機械的締結

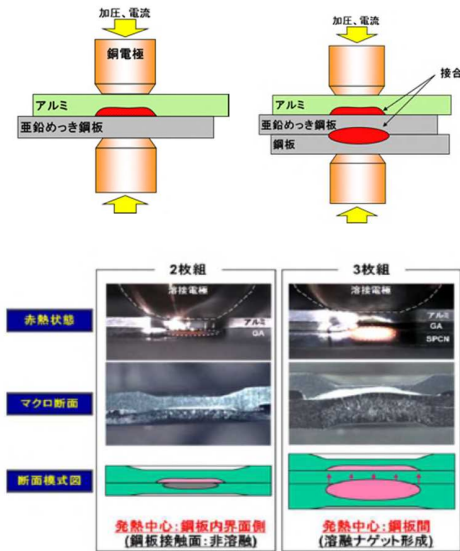
リベット(SPR, BR)
クリンチング(CJ)
ヘミング(H)
ボルト, ネジ(FDS)

・接合技術の達成状況と成果の意義

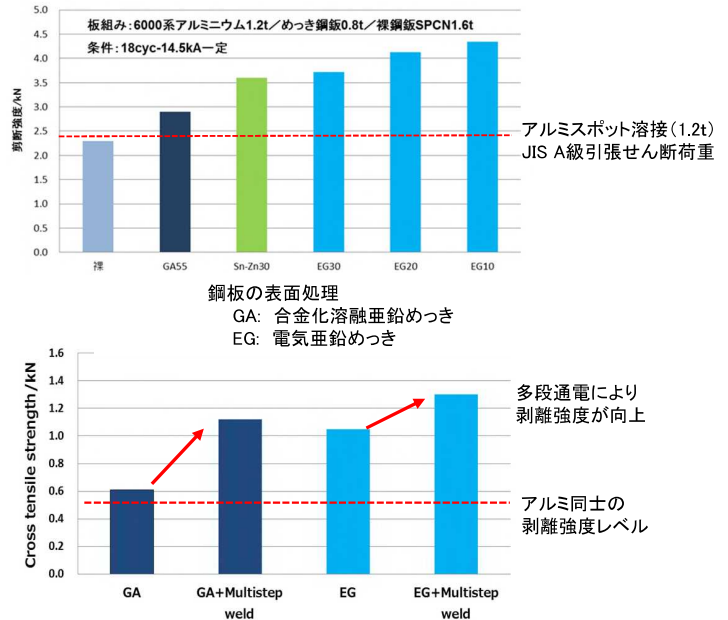
【アルミ/鋼板の抵抗スポット溶接】

通電条件を制御することで電気抵抗の大きい鋼板側が優先的に発熱し、その熱でアルミのみが溶融するため、脆いFe-Al金属間化合物の生成が抑制できる。

＜接合過程＞



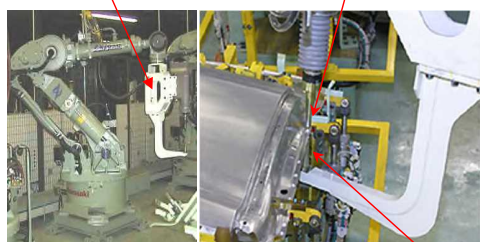
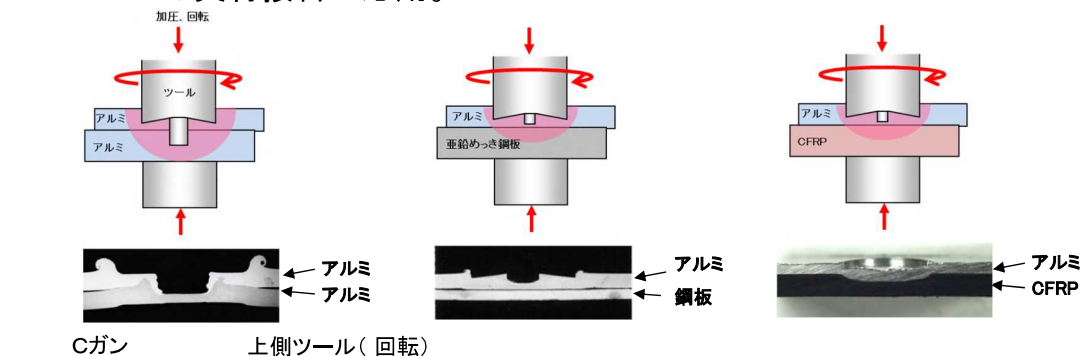
＜接合強度＞



・接合技術の達成状況と成果の意義

【アルミ/CFRTPの摩擦攪拌点接合】

アルミ同士の接合やアルミ/鋼板の異材接合法として実用化された摩擦攪拌点接合をアルミ/CFRTPの異材接合に応用。



摩擦攪拌点接合のシステム 下側ツール(固定)



アルミ/アルミの点接合 アルミ/鋼板の点接合
アルミリヤドア (2003～) アルミトランクリッド (2005～)

革新材料

・革新鋼板: 目標達成

革新鋼板の知見をユーザーに提示し、必要に応じサンプルを提供。
カーボンアナライザーなどの分析機器を実用化。
腐食原理を解明し、自動車使用に有用な腐食基礎データを提供。
遅れ破壊(水素脆化)に関し、歪を考慮した試験法を提案。

・革新アルミ: 目標達成

ねじり加工を付加した高強度アルミの自動車用部品への適用・評価。
高強度高延性Al-Sc合金の開発と部品試作。

・革新マグネ: 目標達成

高速鉄道用: 5m長モックアップ構体の試作と信頼性の検証。
自動車用: 高成形性新合金を適用した大型自動車部材の試作・評価。

・革新チタン: 目標達成

非溶解型低コスト薄板製造プロセス確立(気孔率0.2%以下)
スポンジチタンの自動選別機実ライン化(高効率スポンジチタン製造プロセス開発)。
高被削性チタンの航空機部材試作に向けた大型化プロセスを開発中。

革新材料

・革新炭素繊維: 目標ほぼ達成

完全耐炎化ポリマー: パイロット試験設備改良によるポリマー量的試作と紡糸(技術見極め後)。
マイクロ波炭素化: 製糸スケールアップ検討とコンポジット評価・用途探索(技術妥当性判断後)。

・熱可塑性CFRP(LFT-D): プロセス実証達成

熱可塑性CFRP(CFRTP)製のシャシーを試作。2017年度ナノテク大賞を受賞。
過熱水蒸気法によるCF回収リサイクルシステムを構築中。

接合技術・接着技術

・中高炭素鋼(1.5GPa級)の点接合技術: 目標達成

摩擦攪拌点接合(FSSW)ロボットを国際展示会においてデモ展示。

・中高炭素鋼(1.5GPa級)の連続接合技術: 目標達成

予熱式両面FSWによる自動車用TWB部材の試作、ロボットによる部品試作。

・鋼材/アルミのスポット接合技術: 目標達成見込み

自動車部品の鋼/アルミの異材継手に抵抗スポット溶接の適用を検討中。

・アルミ/CFRPのスポット接合技術: 目標達成見込み

自動車部品のアルミ/CFRTPの異材継手に摩擦点接合(FSSW)の適用を検討中。

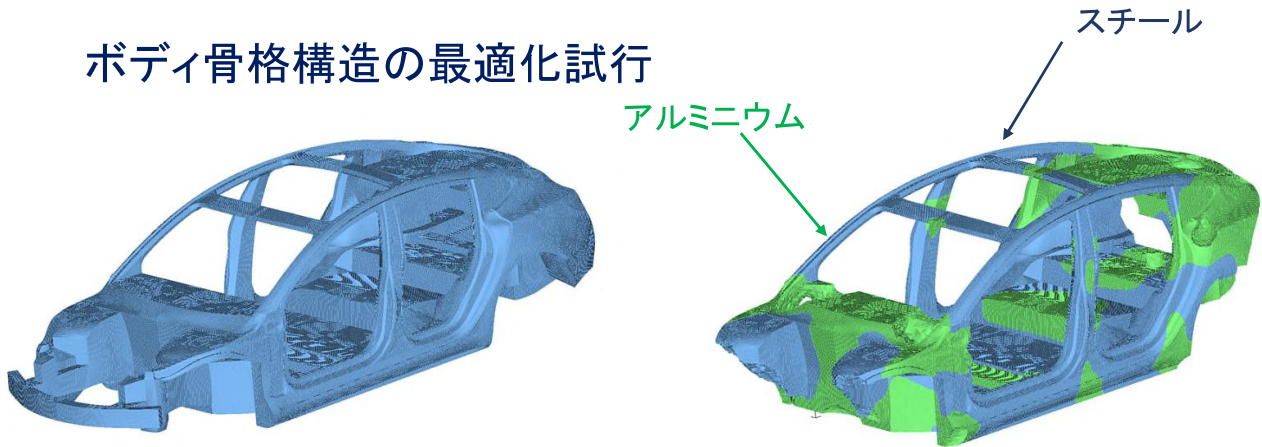
・自動車用構造接着剤: 目標達成

ユーザー向けサンプル提案を実施し、その後実生産を開始予定。

・マルチマテリアル設計の達成状況と成果の意義

トポロジー最適化システムの構築

ボディ骨格構造の最適化試行



設計領域(テスラモデル3)



最適化構造

マルチマテリアル
軽量化構造

※本図はプロトタイプだが、今後詳細に検討を進める

◆中間目標の達成度(マルチマテリアル設計)

研究開発項目	第三中間目標 (2020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
トポロジー最適化 システムの構築	<ul style="list-style-type: none"> 複数の材料(マルチマテリアル)のトポロジー最適設計法の構築、 動的現象を対象としたトポロジー最適設計法の構築、など 	<ul style="list-style-type: none"> 車体モデルに適用できるマルチマテリアルのトポロジー最適設計法を構築した。 単一材料の構造の固有振動数について、トポロジー最適設計法を構築した。など 	△	
マルチマテリアル 界面評価・モデル 化	<ul style="list-style-type: none"> 数値解析技術によるマルチマテリアル界面のモデル化の達成、トポロジー最適化システムとの連携可能な適切な方法の検討、など 	<ul style="list-style-type: none"> 境界面にCZMなどの数値解析手法を適用し、各接合方法に適したモデル化方法、解析手法を明確にした。など 	△	
車体構造適用可 能性検討	<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。など 	<ul style="list-style-type: none"> リバースエンジニアリングにより作成したBIWモデルの計算を実施し、元になった車体構造よりも軽量化最適解を得た。 	◎	

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

◆最終目標の達成可能性(マルチマテリアル設計)

研究開発項目	現状	最終目標 (2022年度末)	達成見通し
マルチマテリアル実設計への適用	<ul style="list-style-type: none"> 開発材料に適用可能で、接着接合を簡易的に考慮した剛性の最適設計法は構築した。 最適化の結果から、実際に製造可能な車体を計算だけで求めることは難易度が高く現実的ではないため、人間が介入して車体構造に変換する手法を検討している。 	<ul style="list-style-type: none"> 開発材料・接合方法を適用可能な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軽量化車体の提案を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 達成見込み。 達成見込み。

◆成果の普及

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度
論文数(件)	8	31	34	44	45	39
発表総数 (報)	117	230	178	275	274	237
取材(件)	10	12	25	28	55	93
フォーラム等 (件) 注1	1	1	1	2	1	0 注2

注1) 実施者が主体的に開催するイベント(フォーラム、シンポジウム等)。

注2) コロナウィルス感染リスクを避けるため中止。登録者に配布資料を郵送。

◆知的財産権の確保に向けた取組

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度
特許出願 件数 (件)	25	41	22	25	29	20

- ・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出願を積極的に実施。**
- ・特許出願に際し、出願前に届出書を提出し**弁理士を含む知財委員会において内容を審議。**

概要

最終更新日

2020年7月7日

プログラム（又は施策）名	未来開拓研究プロジェクト		
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～2020年7月現在） 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） 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～2020年7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） 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） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 伊東寿（2020年4月～2020年7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> エネルギー消費量削減やCO ₂ 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、CO ₂ 総排出量の20%近くが自動車からの排出であり、今後のCO ₂ 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>【位置付け】</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。		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>研究開発項目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 (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。

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

【第4期目標（2022年度末）】

(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

・第3期で作製した薄板を用いた自動車部品サンプルの試作

(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・精錬技術と鑄造、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・精錬技術と鑄造、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

【第4期目標（2022年度末）】

・引張強度が現行材より20%向上した材を用いて実機相当部材を試作

(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。

【第4期目標（2022年度末）】

・第3期の成果をベースとした自動車部品サンプルの試作

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
 - ・航空機の実機カットモデルの作製・評価と量産・事業化に向けた課題解決

(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）】
 - ・AlCl₃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 1.0μm/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）】
 - ・不純物濃度 10ppm 以下、電解コスト 10kWh/kg 以下（国内で 150 円/kg 以下）
 - ・大型試験装置による実機化技術の検証

(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
- 【第4期目標（2022年度末）】
 - ・成形前：（部材成形性）平面歪領域の破断限界ひずみ 0.2 以上
 - ・熱処理後：（部材圧壊性）VDA 曲げ角度 40°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)】

- (5-1) 前期で開発した合金(6N01 もしくは 7N01 合金並みの機械的特性を有する合金)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。
- (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)】

- (6-1) 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。
- (6-2) 革新的マグネシウム材製の実物長高速車両構体を作製するための接合・組立技術および表面処理技術・施工技術を構築する。

(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
- （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

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。
 - （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ともに、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ともに、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ー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
 - ・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。
- (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。

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

(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発する。

【第4期目標 (2022年度末)】

- ・ 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。

(4) 低圧・超高速 CFRP 成形技術の開発

【第3期目標 (2020年度末)】

- ・ 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。

【第4期目標 (2022年度末)】

- ・ 樹脂供給体設計技術の確立
- ・ 低圧・高速成形の部材形状での成形条件を確立する。
- ・ 部材での樹脂含浸挙動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)	会計・勘定	2013fy	2014fy	2015fy	2016fy	2017fy	
	一般会計						
	特別会計(電源・需給の別)	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	
契約種類： ○をつける (委託() 助成() 共同研究(負担率()))	(委託)	3,960	4,760	5,870	3,708	3,729	
	(助成) : 助成率△/□						
	(共同研究) : 負担率△/□						
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) (単位：百万円)	会計・勘定	2018fy	2019fy	2022fy	2021fy	2022fy	総額
	一般会計						
	特別会計(電源・需給の別)	3,512	2,827	2,738	(3,500)	(3,000)	35,849
	開発成果促進財源	0	0	412	0	0	2,167
	総予算額	3,512	2,827	3,150	(3,500)	(3,000)	38,016
契約種類： ○をつける (委託() 助成() 共同研究(負担率()))	(委託)	3,512	2,827	3,150	(3,500)	(3,000)	38,016
	(助成) : 助成率△/□						
	(共同研究) : 負担率△/□						

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44社） 東レ、神戸製鋼所、日本製鉄、JFE スチール、マツダ、UACJ、川崎重工業、住友電気工業、IHI、日立製作所、日立パワーソリューションズ、日立金属、日立メタルプレジジョン、セメダイン、物質・材料研究機構、大阪大学、日産アーク、東邦チタニウム、三協立山、権田金属工業、不二ライトメタル、大日本塗料、総合車両製作所、産業技術総合研究所、名古屋大学、タカギセイコー、本田技術研究所、島津製作所、福井ファイバーテック、KADO、スズキ、トヨタ自動車、帝人、アイシン精機、共和工業、SUBARU、トヨタカスタマイジング&ディベロップメント、日本パーカライジング、日本金属、ファインセラミックスセンター、高砂工業、コニカミノルタ、アルモニコス、メカニカルデザイン 再委託先：戸畑製作所、ミリオン化学、木ノ本伸線、東レエンジニアリングDソリューションズ、日本マグネシウム協会、茨城県産業技術イノベーションセンター、近畿大学、大阪府立大学、秋田大学、広島大学、東京工業大学、大阪工業大学、東北大学、東京大学、北海道大学、岐阜大学、京都大学、九州大学、長岡技術科学大学、神戸大学、山形大学、茨城大学、兵庫県立大学、ヒロテック、帝京大学、岡山大学、豊橋技術科学大学、理化学研究所、高エネルギー加速器研究機構、ナガセケムテックス、横浜ゴム、日本大学、群馬大学、上智大学、室蘭工業大学、立命館大学、日本原子力研究開発機構、量子科学技術研究開発機構、岩手大学、海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所、金沢工業大学
情勢変化への対応	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、研究開発事業の見直し、新規テーマの導入を随時行っている。 また、2015年のパリ協定の採択により、更なるCO ₂ の削減、自動車においては更なる燃費向上によるCO ₂ 排出量の削減が求められるようになった。これを受けて、自動車車体の軽量化に対する要求はますます強くなり、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。	
中間評価結果への対応	第2回中間評価の指摘事項を踏まえ、素材ごとに別々だった開発テーマを1つの部材開発テーマに集約するなど、素材間・企業間でシナジー効果が生まれるよう連携を図った。 また、マルチマテリアル技術開発という研究開発項目を追加し、自動車メーカーの技術者を委員とする委員会を設置するなど、ユーザーニーズを取り入れた開発を行っている。	
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
	事後評価	

※◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度	
【テーマ番号21】 残留高炭素鋼の破断強度向上の鋼板の開発	高強度高延性中高炭素鋼の開発 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発	炭素濃度0.4%以上、Mn量10%以下で強度1.5GPa以上、伸び20%以上、水素添加時の破断強度が980MPa級同等以上 鋼中のベ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	第3期に達成したTS-EJ目標達成材の残留γを安定化することで、成形を想定した加工後に水素添加時の破断強度を向上できることを示した。 走査型電子顕微鏡にコタミ除去装置であるガラスターオン銃を併設すると共に軽元素分析に有効な軟X線分光分析装置を活用することで空間分解能140nmを達成した。	◎ ○
【テーマ番号23】 革新鋼材の開発	革新鋼材の開発 その場観察装置の開発	1.5GPa・20%の特性を持つ革新鋼材において、工業化に向け諸特性の再現性を確認する。さらに現行汎用材と同等以上の耐食性と成形性を維持する表面設計指針を示す。 1.5GPa・20%の特性を持つ革新鋼材において、現行汎用材と同等以上の耐食性と成形性を維持する表面設計指針を示す。	軽元素の有効利用により1.5GPa・20%の特性を満足する革新鋼材を試作し特性の安定性を確認。さらに機械特性、耐食性、撓動性に有効な微量軽元素群を発見し、試作試験により諸特性を評価した。 革新鋼材の耐食性評価技術および固溶軽元素の耐食性に及ぼす作用検討手法を開発し、耐食性と成形性を維持する軽元素群見出し、これらの機能を明らかにした。	◎ ◎
【テーマ番号24】 炭素鋼の開発	鋼板開発 解析・評価手法開発	TS≧1.5GPa、El≧20% (TS×El≧30,000) 【2017年度終了テーマ】 炭素の分析下限が20ppm (点分析) 【2017年度終了テーマ】 鋼組織の3D評価 【2017年度終了テーマ】	TS≧1.5GPa、El≧19%まで到達 炭素濃度既知の試料をN=16回繰返し測定することによる測定誤差が概ね20ppm以下 3D-SEMにより、開発鋼の組織解析を行い、熱処理による組織変化を三次元的に評価	◎ ○ ○
【テーマ番号25】 高強度高延性鋼の複層鋼板の開発	超高強度高延性を両立する炭素鋼ベースの複層鋼板の開発 鋼/非鉄合金複層化の検討	中高炭素TRIP鋼およびマルテンサイト鋼を用い、層数を3～5層として試作し、1.5GPa以上、伸び20%以上の複層鋼板の実現可能性を確認する。【第一中間目標：2015年度終了のFSテーマ】 中高炭素と複層化に適した非鉄合金を選定し、層の幾何設計とともに界面形成の技術・条件についても検討を進める。【第一中間目標：2015年度終了のFSテーマ】	中高炭素TRIP鋼およびマルテンサイト鋼を用い、層数を3～5層として試作し、1.5GPa以上、伸び20%以上の複層鋼板の実現可能性を確認した。 鋼とMg合金の接合を可能とする条件を導出	△ △
【テーマ番号26】 複層鋼板の界面構造解析と特性調査	複層鋼板の界面構造解析と特性調査 複層鋼板の微細組織構造解析技術の確立	マルテンサイト鋼の3次元構造の解明、複層化による高機能化検討、接合メカニズム解明【第一中間目標：2015年度終了のFSテーマ】 マルテンサイト鋼の変形挙動・き裂進展挙の解明【第一中間目標：2015年度終了のFSテーマ】	3次元ミクロ組織解析装置を用いて三次元構造観察を実施、層構造を変化させた複層鋼を用いた評価によって複層化による特性向上を検討 FEMによる歪解析により接合界面の挙動を明確化	○ ○
【テーマ番号27】 複層鋼板の界面構造解析と特性調査	複層鋼板の界面接合モデル・水素拡散モデル(プロタイプ)の構築	FEMおよび第一原理計算によるモデルの構築【第一中間目標：2015年度終了のFSテーマ】	水素透過試験によって高強度鋼中の水素拡散現象を解明、モデル拡散対の評価およびFEMによる解析モデルを構築	○
【テーマ番号28】 微小電気化学計測技術開発	微小電気化学計測技術開発 局所構造解析技術開発 局所腐食電位計測技術開発	μmレベルの微細組織の腐食挙動解析技術確立 μmレベルの微細組織の腐食生成物解析技術検討 μmレベルの微細組織の腐食電位解析技術検討	ハイブリッド顕微鏡の早期戦力化により高空間分解能化達成 ミクロ組織対応腐食挙動その場分析技術により実現可能性を提示した マルチスケールKFM測定により実現可能性を提示	○ ○ ○
【テーマ番号48】 超高強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基盤技術開発 (FS研究)	超高強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基盤技術開発	革新鋼板の水素脆化現象の適切な把握および理解に有効な実験法、解析法等の要素技術見極め	2017年度からFS研究に着手し、水素割れ評価のために必要な要素技術を見極め、テーマ62を立ち上げ。	△
【テーマ番号49】 超高強度薄鋼板の腐食挙動解析技術の開発	マクロ腐食挙動との対比 マクロ腐食挙動との対比 マクロ腐食挙動との対比 微小電気化学計測技術開発 局所構造解析技術開発 局所腐食電位計測技術開発	マイルドな大気腐食環境での腐食特性評価から開発技術の性能範囲を提示 海浜環境での腐食特性の評価から測定技術の性能範囲を提示 塩分飛来環境での腐食特性評価から測定技術の性能範囲を提示 残留γを含む微細組織の腐食特性を評価できる技術を開発 ・異相組織間腐食定量解析技術開発 ・残留γを含む組織の腐食生成物解析技術開発 ・共通試験片の腐食起点解析を、大気腐食環境に展開し、腐食起点解析を検証するとともに予測精度を向上せしめる	・フェライトパーライト組織鋼共通試験片作製、配布 ・2種の共通試験片の大気腐食特性評価開始 ・2種の共通試験片の海浜環境での大気腐食特性評価試験を、軒下と南面30度の2種の過酷度で開始 ・残留γ含有共通試験片作製、配布 ・塩分環境下大気腐食特性評価 ・サブμm分解能を見据えた技術、マスキング法、新型ポテンシオスタットに目途、新SPM戦力化 ・顕微鏡ラマン散乱分光装置および、腐食溶出挙動その場解析技術の戦力化、組み合わせ運用する周辺装置開発 ・マルチスケール化可能な電位分布計測技術としてのKFM装置および表面処理装置戦力化、異相組織の中での腐食起点ピックアップを進めた。	△ △ △ △ △ △
【テーマ番号52】 超高強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基盤技術の開発	超高強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基盤技術の開発	応力、ひずみ及び水素分布の変化が超高強度鋼板の水素脆化割れに及ぼす影響を明確化	・ひずみ、応力と拡散性水素量H(ppm)の関係を明確化 ・薄鋼板でも最大主応力と水素濃度で水素脆化破損が生じることが明確化	○
【テーマ番号53】 高強度アルミニウム合金を用いた自動車部品の開発	高強度アルミニウム合金を用いた自動車部品の開発	大型ねじり鍛錬加工装置によるアルミニウム合金の高機能化実証 溶接構造用アルミ合金の開発 (引張強さ≧250MPa) フィラードレーザ溶接技術の開発 ベンチマークとなる自動車部材のリバースエンジニアリング	ねじり+押出加工による高機能化の検証を完了。 Al-Mg合金をベースに、強度目標値を達成。 外注によりフィラードレーザ溶接条件の最適化を実施。対象部材を決定し、リバースエンジニアリングを実施。	△
【テーマ番号54】 アルミニウム材料新製法・コーティング技術の開発	連続電析技術 表面の平滑化 無水AlCl ₃ 新製法 共析の制御(1) 高速電析技術 共析の制御(2)	新電解槽における攪拌法、液供給方法を改良し、長尺の電析箔を連続的に安定して回収可能な連続電析プロセスの指針を確定する。 添加剤、電解手法のさらなる最適化により、生産効率が良く、平滑性に優れた高品質の膜を製造可能な条件を見極める。 新電解槽を用いた金属Al作製法の指針を確定する。 再生用電解液特性 (限界電流密度および電析速度、操業電圧の調査、電解液の耐久性等) の把握と展伸材アノード使用時の不純物除去能力を把握する。 電析手法 (浴温、電流波形、攪拌手法等) と添加剤の最適化による平面方向と板厚方向の電析速度向上手法を調査する。 最終目標達成のため中間目標設定なし。	新電解槽での電位、電流密度、温度の影響を調査し、Al電析挙動を把握。適切な電析手法を確認。長時間の電析を試みた結果、電解液の色が生じた。電解時に電析反応と電解液の分解反応が同時に進行するためと思われる。その結果、電析物中のAl純度が低下することも確認 EMIC-AlCl ₃ 浴にて、添加剤を加えた電解浴で、高周波数でパルス電解を行うことで結晶粒径60nm以下で平滑な電析物が得られた。 ボーキサイト由来のAlCl ₃ ・6H ₂ Oから配位子 (脱水剤) により水分子を完全に置換 (脱水) したAl塩を合成可能にした。そのAl塩を用いた新電解槽を作製し、適切な電解条件の制御によりAl電析が可能であることを確認。 Mgの共析メカニズムを解明し、制御手法を確立した。 EMIC-AlCl ₃ 電解浴を用いた際に添加剤、電析手法の制御により1.0 μm/min以上で電析可能であることを確認。電析手法については候補となる他の電解液にも適用可能であると考えられる。 最終目標達成済み。	△ ○ ○ △ △ ○
【テーマ番号21】 複層アルミニウム合金の開発	複層合金設計、組織解析・制御技術の開発	成形前の伸び(20%以上)、平面ひずみ領域の破断限界ひずみ(0.15以上)、成形・熱処理後の耐力(700MPa以上)の両立	クラッド構成の制御及びプロセス条件の最適化により、第三中間目標達成の目処を得た。	△

III. 研究開発成果について

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
[フレーム番号34] 革新的なマグネシウム合金の材料の開発および信頼性評価	⑤マグネシウム合金の応力腐食特性・耐環境特性評価【相模原分室、再委託先：茨城大学】	新規開発Mg合金（AX31）の母材及び接合材（MIG、FSW）継手部の耐環境特性を明らかにする。また耐環境特性に及ぼす合金組成や金属組織の影響を明らかにする。	高強度高延性を有する母材の機械的特性に及ぼす環境因子の影響について、低ひずみ速度引張応力腐食割れ試験と湿潤ガス応力腐食割れ試験により調査した。湿潤環境中での脆化挙動を調査し、評価手法の確立と妥当性を明らかにした。	○
	⑥高成形性マグネシウム材（薄板）の開発【伊丹分室：住友電気工業】	合金組成及びプロセス開発により張強さ $\geq 200\text{MPa}$ 、伸び $\geq 25\%$ 、成形性指標であるエリクセン値 $\geq 8\text{mm}$ （室温）の特性をもつ合金開発を目標とする。	マグネシウム合金圧延板材の微細組織や諸特性に及ぼすAlやZn添加の影響を調べ、引張強さ 200MPa 、伸び 25% 、エリクセン値 8mm を満足する合金組成を提案した。	○
	⑦Mg合金の組織制御、成形加工中の変形メカニズム解明【伊丹分室、再委託：長岡技術科学大学】	高強度高成形性Mg合金の衝撃靱性、強度・延性、及び成形性に及ぼす析出物、析出物、結晶粒径などの組織因子の影響を明らかにする。また自動車の構造部材に必要な特性を満足するための組織因子を提案する。	種々の加工熱処理条件により作製したマグネシウム合金の諸特性を評価し、靱性や引張特性、室温成形性に及ぼす各種組織因子の影響を明らかにし、高強度・高延性と優れた室温成形性を両立するマグネシウム合金厚板材の組織因子を提案した。	○
	⑧高強度難燃性マグネシウム合金の押出し成形技術開発【長洲分室：不二ライオン】	開発合金AX92を用いたJIS H4204を満足する気密疲労構体の床部材2種、横梁部材1種を作製する。また、長さ 12.5m の長尺押出材（床部材）を作製する。	開発合金AX92を用いてJIS H 4204を満足する気密疲労構体の床部材2種、横梁部材1種を作製した。また、長さ 5.5m の長尺押出材（床部材）を作製した。	△
	⑨高強度難燃性マグネシウム合金ピレット製造技術開発【長洲分室、再委託：戸畑製作所】	テーマ⑧の押出材を作成するために必要なピレットの製造技術を確立する。	AX92合金の押出材を作成するのに最適なピレットの製造条件を確立した。	△
[フレーム番号35] 革新的なマグネシウム合金の鉄道車両および自動車構造部材への適用技術開発	①-1. Mg合金部材の各種接合技術の確立及び鉄道車両構体製作指針の確立（横浜金沢分室：（株）総合車両製作所）	新規難燃性マグネシウム合金材の各種接合技術の確立及び鉄道車両構体の製作指針を確立する。	各種接合方法がMg合金に適用可能であり、その接合技術を確立した。その各種接合方法を適用して鉄道車両構体の製作を実施することで、製作指針を実証確認することができた。	○
	①-2. Mg合金部材のMIG溶接技術の確立（木ノ本伸線（株））	新規難燃性マグネシウム合金製の長尺部材による連続MIG溶接を達成する。	ローア回転法のビードオン試験及びパワレ移動法の溶接試験により連続MIG溶接の可能性確認済み。2020年度中に溶接試験部の評価予定。今年度中に達成見込み。	○
	①-3. FSWによる各種難燃性Mg合金の接合継手特性評価（産業技術イノベーションセンター）	摩擦攪拌接合による各種難燃性Mg合金の継手効率 80% 以上を目指す。また、長尺部材を健全に接合できる摩擦攪拌接合ツールを開発する。	平板において、提案しているツール形状で新規開発各種難燃性Mg合金での接手効率 80% 以上は達成しており、その改良により、実型材（中空）への適応が可能である。	○
	①-4. 難燃性Mg合金大型展伸材の接合品質の非破壊検査技術の高度化（つくば千原分室：物質・材料研究機構）	接合欠陥の2次元位置検定を行う。また、無線AE計測システムとMIシステムを接続し、計測データを活用できる基盤を整備する。	1次元検定を2軸組み合わせた2次元欠陥位置検定が可能となった。また、MIシステムにワークフローを制御するAPIが実装され、計測データの解析が可能となった。	○
	①-5. 難燃性Mg合金部材の構造物としての特性評価及び設計指針の構築（明石分室：川崎重工業（株））	新規難燃性マグネシウム合金製構体の構造要素の強度、製作性及び耐食性を検証する。	疲労強度改善が見込まれる溶接接合を開発し気密疲労試験構体に適用し製作性を検証した。また、気密疲労試験の環境における構体材料の耐食性についても実証した。2020年度末までに、構造要素として構体一般部の気密疲労強度を実証する見込み。	△
	①-6. 難燃性Mg合金の二軸応力下における疲労強度特性評価（立命館大学）	二軸疲労試験手法の構築ならびに多軸度および材料異方性を把握するための試験データを取得する。また、二軸応力下の疲労強度特性評価手法を提示する。	二軸疲労試験を実施するために、試験体の形状決定・製作・検証および試験装置の製作を行った。	△
	①-7. 難燃性Mg合金の腐食データベースの作成、及び難燃性Mg合金製車両構体の表面処理仕様書の確立（小牧分室：大日本塗料（株））	これまでに開発した表面処理法を車両に適用するための、部位別の塗装仕様を構築する。また、大気暴露試験や促進試験で得られたデータをDB化する。	部位別の塗装仕様は構築し現在大気暴露試験に懸念中。2020年末の回収結果をもって判断しDB化の上終了予定。今年度中に達成見込み。	△
	①-8. 難燃性Mg合金製車両構体に必要な化成処理施工技術の開発、及び難燃性Mg合金の腐食データベースの作成（ミリオン化学（株））	プロジェクトで開発した化成処理技術の確立を目指す。また、大気暴露試験や促進試験で得られたデータをDB化する。	化成処理技術については確立済み。促進試験での取得データも取得済み。屋外暴露結果については、2020年末の回収結果をもってDB化し終了予定。今年度中に達成見込み。	△
	①-9. 難燃性Mg合金及び合金上に作製した皮膜の耐食性評価と耐食メカニズムの解明（芝浦工業大学）	耐食メカニズムの解明を継続して進めると共に、表面処理による耐食性への効果、及び微量添加元素や組織形状が及ぼす腐食挙動の影響について調査解明する。	腐食メカニズムの解明、および表面処理の有効性、処理剤の組成の硬化につき、信頼性の裏づけデータとしての解明終了。	△
	②-1. Mg合金による自動車部品試作、性能評価（湘南分室：（株）トヨタC&D）	実車に搭載されている自動車フロントフードを調査し、部品としての目標特性を明確化する。部分試作、実車部品製作を行い、設計、成型条件の構築を行う。	19年度末までに、フロントフードの目標特性の明確化の完了済み。今年度以降、フロントフード1/1スケール製作の実施による、プレス成型条件の構築する予定。	○
	②-2. Mg合金-Al合金の同時化成処理技術の開発（平塚分室：日本バーカライジング（株））	マグネシウム合金板材の表面処理性を評価し、自動車フロントフードに最適な合金組成チューニングに連携する。また、異種材料同時処理可能な化成処理技術の基本設計を行う。	Zr化成処理により、Mg-Al同時化成処理が可能となることを見出した。自動車向け電着塗装に最適化することで適用が可能。	△
	②-3. Mg合金-Al合金の同時化成処理条件の最適化（ミリオン化学（株））	提供されるマグネシウム合金板材の表面処理性を従来技術および②-2で開発した技術を用いて最適化し、表面処理性を評価、明確化する。	他の金属と同様に、Mg合金に対する皮膜付着量の制御が可能であることが確認できた。これにより、自動車向け電着塗装に最適化することができ、最適付着量範囲の明確化が可能になる。今年度中に達成見込み。	△
	③-1. Mg合金の各種信頼性（疲労特性、腐食特性、成形性等）データベースの構築（名古屋守山分室：産総研）	開発した難燃性マグネシウム合金の疲労特性、電気化学特性を評価する。また、自動車用マグネシウム合金の各種特性（成形性、耐食性）を系統的に評価する。	他の分室と共同で難燃性Mg合金の母材・継ぎ手の平面曲げ疲労特性を系統的に取得中。また、主要元素濃度が耐食性に及ぼす影響を調査中。易成形性Mg合金の成形性も系統的に評価中。今年度中に目標を達成見込み。	△
	③-2. Mg合金の輸送機器への適用に関する技術動向調査（日本マグネシウム協会）	国内外で実施されるセミナー、学会等により、開発される鉄道用、自動車用マグネシウム合金の汎用化、加工技術及び評価方法の標準化に向けた課題と問題点を明らかにする。	国内外で実施されたセミナー、学会等により、自動車等輸送機器部材向けマグネシウム合金の材料開発、プレス成形・接合・表面処理等の二次加工技術の動向、適用動向を調査し、開発されるマグネシウム合金の汎用化、加工技術及び評価方法等に関する課題や問題点を抽出した。	○
	③-3. Mg合金の接合プロセスの開発と接合部の強度信頼性評価（長岡技術科学大学）	自動車部品を想定した接合部の応力状態に基づき、異なる接合プロセスにより得られた各種接合体の強度信頼性を評価・比較する。強度支配因子と接合部の応力状態から接合部の設計法を提案する。	自動車で広く適用されている抵抗スポット溶接とセルブアスリベット（SPR）接合を難燃性マグネシウム合金とアルミニウム合金の共材および異材接合に適用した。それぞれの接合体の強度特性や接合部の状態を明らかにした。破壊メカニズムおよび強度支配因子を継続して検討し、実用的な接合部の設計法を今年度中に提案する見込み。	△
	③-4. 易加工性Mg押出部材の開発（射水分室：三協立山（株））	新規難燃性高速押出合金による大型・長尺ダブルスキン材の製造プロセス技術を確立する。また、自動車ドアピーム部材への適用を実現する、易加工性高強度押出材の製造プロセス技術を確立する。	気密疲労モックアップ構体の設計仕様に基づく大型中空押出材（全17型）の作製を完了。自動車ドアピーム部材に要求される強度と易加工性を兼ね備えた新規高速押出Mg合金を開発。実機による実部材の製造プロセス技術を構築中。	△
	③-5. 高強度Mg材（中板・厚板）の開発（相模原分室：住友電気工業（株））	鉄道用材料では、開発合金のスケールアップ技術を開発し、実用化を達成するための課題を明確化する。自動車用材料では、合金組成と圧延プロセスの最適化により、フロントフードに要求される諸特性を持つ材料を開発する。	幅広圧延板材作製条件と各種特性および組織変化の関連付けにより、実機を用いて特性低下要因を調査中。他分室と連携し継手疲労試験は継続中。これまでに得た知見を基に気密構体部材の製作を行った。	△
	③-6. 高成形性Mg材（薄板）の適用技術開発（伊丹分室：住友電気工業（株））	自動車フロントフードに要求される諸特性を持つマグネシウム合金板材を開発する。また、作製し成形性、表面処理性の基礎特性を各々のプロセス開発担当機関と連携して評価する。	他の分室と共同で難燃性Mg合金の母材・継ぎ手の平面曲げ疲労特性を系統的に取得中。また、主要元素濃度が耐食性に及ぼす影響を調査中。易成形性Mg合金の成形性も系統的に評価中。今年度中に目標を達成見込み。	△
	③-7. Mg合金の組織制御、成形加工中の変形メカニズム解明（長岡技術科学大学）	高強度高成形性マグネシウム合金の強度・延性、成形性、および表面処理性に及ぼす析出物、析出物、結晶粒径などの組織因子の影響を明らかにする。	マグネシウム合金板材の強度・延性や成形性に及ぼす各種組織因子の影響を明らかにし、 8mm を超えるエリクセン値と良好な引張特性を兼ね備えた板材を開発した。	△

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
革新的なマグネシウム材の製造工程および自動車構造部材への適用技術開発 [テーマ番号53]	③-8 高強度難燃性Mg合金の押出し成形技術開発(長洲分室:不二ライオン(株))	開発合金AX92を用いた気密疲労試験機体の部材を作製する。また、AX92を自動車構造部材向けにチューニングした合金を用いてドアビーム部材を試作する。	開発合金AX92を用いて気密疲労試験機体の部材(床材、梁材)を作製した。自動車構造部材向けにチューニングした合金で耐力の目標値を達成。伸びを改善して今年度中にドアビーム部材を試作達成見込み。	△
	③-9 高強度難燃性Mg合金ピレット製造技術開発(戸畑製作所(株))	テーマ③-8の押出し部材を作成するために必要なピレットの製造技術を確立する。	AX92合金の押出し部材を作製するのに好適なピレットの製造条件を確立した。また、AX92のチューニング合金ピレットの製造条件を評価し2020年度中に達成見込み。	△
	③-10 低温高成形性Mg合金展伸材の適用技術開発(板橋分室:日本金属(株))	プレス温度の低温化と強度特性を両立するマグネシウム合金展伸材の製造技術を確立する。自動車フロントフードの製造に必要な材料仕様を検証し、部材化に必要な特性を満たす部材の提供を目指す。	合金開発によってプレス温度の低温化と高強度化に取り組んだ。結果、室温エリクセン値で8.6mmと目標値(8.0mm)を大きく上回り、室温深絞りによる試作も成功した。また、小型フード形状試作においても150℃(目標値以下)での成形を達成した。しかし、強度は目標値(耐力130MPa以上)を120MPaと下回った。	△
	③-11 Mg合金の加工時の組織評価(つば千現分室:物質・材料研究機構)	自動車フロントフードに要求される諸特性を持つマグネシウム合金として時効硬化を利用した合金の組織評価を行い上記部材に適した合金組成チューニングの指針を提供する。	合金元素添加が室温成形性と引張り特性に及ぼす影響について検討し、8mmをこえるエリクセン値を発生させるための組織設計指針を導出。	△
マグネシウム材の性能・寿命に関するデータプラットフォーム(MI)活用技術の開発 [テーマ番号60]	①-1 各種寿命予測計算モジュールの開発(物材機構、(再)東大(履))	熱弾塑性計算とX-FEMによる長い疲労き裂進展シミュレーションを組み合わせて、難燃性マグネシウム合金継手の疲労性能の予測を行う。	結晶塑性有限要素解析による母材の疲労寿命予測手法を確立した。2020年度末までに、熱弾塑性計算とX-FEMを組み合わせて、難燃性マグネシウム合金継手の疲労性能予測が達成される見込みである。	△
	①-2 計算モジュールの実験的検証(物材機構)	AX41,81,92合金の微小疲労き裂発生・進展データベースを用いて各種合金(母材・接合材)の残留応力の測定を実施し、残留応力測定手法の高度化を行う。	AX41合金の母材および再現HAZ熱処理材について、微小疲労き裂発生・進展データベースを構築し、0.1mm以上のき裂進展は破壊力学に従うこと、溶接部を模擬した熱処理により有意な強度差が生じないことを明らかにした。また、残留応力測定手法の高度化を前倒して完了した。	△
	①-3 計算モジュールのMIシステムへの組み込み及び使い込み(物材機構、川崎重工、総合車両)	開発した性能予測システムが構体設計に適用できるかを評価する。	MIシステムを利用した計算が設計に資するテーマを設定し①-1と開発を開始した。また、SIP-MIシステムが利用できる体制を確立した。	△
	②-1 信頼性予測のためのデザイン設計(産総研、(再)東大(白岩))	難燃性Mg合金信頼性データベース構築および特性予測モデルの確立	プロセスデータから特性を予測するモデルを構築した。長期性能予測についての取り組みを開始した。	△
	②-2 難燃性マグネシウム合金の機械的特性および疲労特性データベース及びモデル式の構築(産総研、物材機構、三協立山、住友電工、不二ライオン)	「革新的なマグネシウム材」研究のデータを継続しDBを完成させる。また、完成したDBを利用して、理論と経験に基づく特性予測の妥当性を検証する	サブテーマ②-7と連携し、母材の機械的特性および疲労特性をデータベース化するためのテンプレートを構築済み。2020年度中に打ち込みを終える見込み。また、機械的特性に関する特性予測式を導出できる見込み。	△
	②-3 難燃性マグネシウム合金溶接継手の機械的特性および疲労特性データベースの構築(総合車両、(再)大阪府大)	難燃性マグネシウム合金溶接継手の機械的特性および疲労特性データベースの完成とそれを用いた理論と経験に基づく特性予測式(機械的特性)の妥当性検証	様々な条件で作製した溶接継手の機械的特性および疲労特性データを取得し、溶接プロセス、継手組織、機械的特性、疲労特性に関するデータの紐付け作業を実施した。MIQ溶接継手の機械的特性を予測するための、溶質元素固溶濃度と継手強度の関係、晶出物の体積分率と伸びおよび継手強度の関係などに関する理論と経験に基づく予測式を導出した。溶接条件と継手強度の関係について、機械学習を用いた予測を行った。	△
	②-4 難燃性マグネシウム合金母材の耐食性を予測するためのモデル式の構築(産総研、大日本塗料)	データの紐付け作業を継続的に実施し、腐食データベースを完成させる。また、重回帰分析等によるモデル式を完成させる。	大気暴露試験77データ、加速試験165データをデータベース化した。大気暴露試験データの重回帰分析を実施し、相関係数0.947の高い精度で腐食減量を予測することができた。極値統計に基づく最大侵食深さを目的変数新たに追加し、結果の重回帰分析も併せて実施した。	○
	②-5 マグネシウム合金母材および溶接継手の寿命予測式の構築(産総研、(再)九大)	材料・溶接プロセスを考慮した疲労強度の予測法の提案、および設計法の実証、高精度化	破壊力学に基づく疲労強度の予測法を提案した。合金元素の影響や溶接プロセスの影響などを下限界応力拡大係数として考慮する手法の有効性を示した。実用上重要な平均応力の影響について明らかにした。	○
	②-6 難燃性マグネシウム合金の衝撃特性評価技術開発(産総研、再委託先:神戸大)	難燃性マグネシウム合金の継手材について、高速変形特性を予測するためのデータベースを構築し、難燃性マグネシウム合金および継ぎ手材について構築した特性予測式を完成させる。	マグネシウムの高速変形特性に及ぼすカルシウムの添加効果について、応力とひずみの関係を定式化した。また、難燃性マグネシウム合金(AZ612, AX41, AX92)について、幅広いひずみ速度にわたる一軸圧縮および引張試験を実施し、衝撃特性に関するデータベースを作成した。	△
	②-7 データベースのMIシステムへの組み込み及び使い込み(物材機構、三協立山、住友電工、不二ライオン、大日本塗料、総合車両、川崎重工)	WFのユーザテストと、MIシステムによる入出力パラメータ空間の自動探索で各モジュールのロバスト性と精度の情報を開発者にフィードバックしながら完成度を高める。	プロセス・組織データを含んだデータベースの意義をプロジェクト内で確認し、各プロセスのテラプレートを設計を行い、データを収集した。収集されたデータは②-1などへ提供され、プロセスデータを含めたことにより予測性能が高まること示された。	△
チタン材料の生産技術開発 [テーマ番号10]	1.チタン低炭素原料の溶解脱酸技術の開発	・脱炭素を実現する実機プロセスの技術課題明確化。(酸素濃度:300ppm以下) ・現行材比で強度20%向上のスケールアップ検証。	低炭素原料の模擬した初期酸素濃度の原料を目標値(300ppm)以下に脱炭できる技術を活用したプロセスフローを考案し、この技術を実験で検証した。	○
	2.異質製造プロセス技術の開発と強度・加工性に優れたチタン材の開発	・実機規模の試作試験を行い、冷間圧延薄板の気孔率0.2%以下、現行プロセスに比べて薄板製造のリードタイムを減少 ・高機能チタン薄板として、引張強度・延性バランスを現行材より30%向上。	・実験室規模の試験により、基本プロセスの妥当性を確認し、欠陥の目標(気孔率0.2%以下)を達成。 ・スポンジチタンからチタン梱包体(熱間圧延用の素材)を製造する方法を提案。 ・高機能化のために適正な材料選定をおこなうことで、薄板の引張強度・延性バランスの目標(現行材より30%向上)を達成。	○ △
チタン新製錬技術開発 [テーマ番号11]	チタン新製錬技術開発	・大型試験で、A4寸法、数百μm厚さで、Fe≦2000ppm、O≦1000ppmのチタン箔の試作 ・実用化の課題抽出及び対策検討、自動車部品製造に向けた課題検討 ・Fe≦2000ppm、O≦1000ppmの純度で、現行ロール法より20%コスト削減に必要な製錬技術を開発	・大型試験で、A4寸法、数百μm厚さで、O≦1000ppm、Fe≦2000ppmのチタン箔を製造 ・実用化の課題抽出および対策検討、自動車部品製造に向けた課題検討を実施。 ・Fe≦2000ppm、O≦1000ppmの純度となる製錬技術を開発	○ ○ △
	実機スケールで、 ・Fe≦200ppm、O≦150ppm、Cl≦300ppmのスポンジチタンを製造 ・A級スポンジチタンの歩留まりを85%から92%に向上 ・製造リードタイムを30%低減	実機スケールで、以下を実現可能な技術を開発 ・Fe≦200ppm、O≦150ppm、Cl≦300ppmのスポンジチタンの製造技術を開発 ・A級スポンジチタンの歩留まりを85%から93%に向上する技術を開発 ・還元反応と真空分離のリードタイムを、それぞれ30%、18%低減に成功。	○ ○ △	
高品質スポンジチタン高効率製造プロセス技術の開発	2015年度までに開発された要素技術を実機スケールで検証し、工業化のための課題点を抽出 【2015年度で終了し、テーマ11へ統合】	Fe汚染低減、O汚染低減、Cl汚染低減、分離工程短縮等、各種要素技術の実機スケール試験を行ない、効果と課題点を検証した。	△	

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
[フレーム番号S1] 革新炭素繊維基礎技術開発	(1)新規炭素繊維前駆体化合物の開発	完全耐炭化した新規前駆体からの革新炭素繊維製造プロセス技術の基盤確立	完全耐炭化した前駆体ポリマーからなる繊維を焼成した炭素繊維物性は直径5.5μmで強度37GPa、引張弾性率210GPaまで達することができた。さらに、ラージトウ(48K)製造基盤技術を検討し、安定凝固した後低速で巻取可能であることがわかった。	△
	マイクロ波等による炭素化プロセス技術の開発	マイクロ波炭素化によるラージトウ製造プロセス技術の基盤確立	PAN系前駆体繊維を耐炭化した耐炭繊維を用いたマイクロ波加熱によるレギュラートウの炭素化実験において、プロセス技術の深化によって引張強度3.4GPa、引張弾性率230GPaを有する炭素繊維の安定的な製造に成功した。また、弾性率の調整を可能とする技術を開発し、260GPaを示す高弾性率の炭素繊維を製造することに成功した。ラージトウの炭素化実験においても、引張弾性率250GPaを示す炭素繊維の製造に成功しており、本プロセス技術がラージトウにも適用可能である見通しを得た。このプロセス技術を深化させる過程で、炭素化をコントロールするキープバスの開発や、新設計のマイクロ波炭素化炉の追加など、それに伴う加熱メカニズムや構造形成過程の仮説を検証し解明した。確立したプロセス技術を用い、コンボジット評価用の炭素繊維の長尺品の試作に漕ぎつけた。	△
熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・応用加工技術の開発 [フレーム番号Z7]	(e)LFT-D成形の要素技術の開発	・混練プロセスを完成し、LFT-D中間基材と成形部材の材料特性DBの一部を構築。 ・試験法標準化の進捗を実施。 ・成形プロセスも扱う力学モデルの高度化を行い、CAE解析ソフトに組込む。 【2017年度で終了】	・物性の支配因子である繊維長と分散の分析評価法について課題を明確化した。 ・独自の繊維長(分布)及び配向測定法を確立した。 ・LFT-D材の圧縮特性の基礎データを取得した。 ・成形流動及び反り変形のCAE予測手法について、実測データとの適合せにより、精度向上を行った。	○
	(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詳細まで含めて確立する。 ・高速マテハン技術の要素技術を確立する。 ・非破壊検査技術の要素技術を開発する。 【2017年度で終了】	・LFT-D成形基幹設備の改良が完了し、設備システムが完成した。 ・精度向上のためのマテハンの改造を行った。 ・安定的なフルバック成形条件を確立した。 ・LFT-D最適設計法の概念を構築し、Hat材での試行を行った。 ・構造要素試験を実施し、予測との良好な整合性を確認した。 ・LFT-D/補強材ハイブリッド成形技術の基本技術を確立した。 ・3次元超音波探傷NDI検査を行い、接合界面の健全性を確認した。	○
	(g)大物高速接合技術の開発	・熱可塑性CFRP使用部材同士の高速接合技術を確立する。【2017年度で終了】	・部分構造試験により超音波融着の十分な接合強度を確認した。 ・実証構造の融着接合システムを完成し、融着接合トライを行った。	○
	(h)意匠性外板製造技術の開発	・LFT-D成形板の光学特性を解明し、高意匠性外板製造に関する基礎を構築する。 【2017年度で終了】	・意匠性のパラメータである表面粗さの発生メカニズムを解明する熱収縮1次元モデルを構築し、検証した。	○
	(j)LFT-D高速成形最適化技術の開発	(j1) LFT-D成形材の物性向上の研究を行う。弾性率25GPaを目標とする。 (j2) LFT-D中間素材の繊維分散等の繊維性状の定量的評価法を開発する。 (j3) LFT-D混練CAE技術の研究を行う。また、プレス成形CAE技術を確立するとともに、プレス成形に伴う繊維配向異方性を考慮した最適設計CAE技術の研究を行い、剛性最適化技術を開発する。 (j4) プレス成形に伴う反り変形の抑制技術を開発するとともに、LFT-D成形材同士の溶着接合界面のNDI法を開発し、安定品質を得る高速溶着接合技術を開発する。 (j5) 革新炭素繊維LFT-D成形に関する検討を行う。	(j1) LFT-D物性向上の新アプローチによるLFT-D成形により、実験レベルで従来比約30%向上、ばらつき約半減の結果を得た。本成形法の大型高速化のため新LFT-D大型成形設備システムを構築した。本設備を用いた物性向上度について2021年度に検証する。LFT-D薄板化に取り組みリアパネル一般部板厚が約20%~30%改善した。 (j2) タルボ・ロー干渉計による繊維性状(繊維配向、VF、分散性)の高速測定、定量評価、可視化・表示技術を新規開発した。 (j3) 小型LFT-D機での繊維長サンプリングデータにより混練CAEの精度検証を行った。プレス成形CAEについて実用レベルの技術を開発した。繊維配向異方性を考慮した成形・設計連成CAEを開発し、剛性最適設計を検証した。 (j4) 反り変形のCAE予測による金型修正等の方策により面隙度が改善した。溶着接合界面のNDI基準を明確化し、品質と強度要件を満足する接合条件を設定、検証した。 (j5) 革新炭素繊維を用いたLFT-D成形性評価について検討を行った。	○
	(k) 熱可塑性CFRPマルチマテリアル成形技術の開発	(k1) その場合重合成形による連続繊維プリフォームとLFT-D中間素材とのハイブリッド成形技術を開発する。また、新創案の非混練フレック法によるフレック繊維とLFT-D中間素材とのハイブリッド成形法の基礎技術を開発する。 (k2) ハイブリッド成形の高速マテハン技術・設備を開発するとともに、ハイブリッド成形を適用したマルチマテリアル自動車部品の設計および試作評価を行う。 (k3) 熱可塑性CFRPマルチマテリアル設計法に関する基礎データを取得する。	(k1) その場合重合成形(T-RIM)によるNCF連続繊維プリフォーム補強材の成形技術およびLFT-D中間素材(フロン)とのハイブリッド成形技術を開発した。T-RIM連続引抜成形の基礎技術を開発するとともに、UDテープから製作した非混練フレック繊維とLFT-Dフロンとのハイブリッド成形法の基礎評価を行った。 (k2) T-RIMプリフォーム成形用800トンプレス機および付帯設備の設置を完了した。プリフォーム補強材とLFT-Dフロンとのハイブリッド成形用、1・2期に構築した3500トンプレス機ハイブリッド成形設備およびマテハンシステムの改良検討を行った。 (k3) ハイブリッド成形ドア構造の設計を行い、ハイブリッド構造の優位性を確認するとともに、設計・成形データを取得した。EV車のCFRP実証構造の設計、部品試作を実施し、マルチマテリアル設計に関する基礎データを取得した。	○
	(l) 熱可塑性CFRP評価・解析技術の開発	(l1) 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い、材料特性予測の基礎技術を開発する。 (l2) 材料データベースの一部を構築する。 (l3) 熱可塑性CFRP試験法標準化の調査・検討を行う。 (l4) 構造設計CAEに用いる実用的な材料モデルを提案する。	(l1) LFT-D材の疲労特性の評価を実施した。X線CTおよびタルボ・ロー干渉計によるLFT-D材料特性(VF、ひずみ分布、配向)評価に関する精度向上の研究を行った。 引張・圧縮強度予測理論モデルの検証(海技研)、大規模シミュレーションによる強度予測の検証(東京大学)、およびマルチスケールモデルによる力学特性シミュレーション(名古屋大学)を行い、材料特性予測の基礎技術を開発した。 (l2) 成形トライ水準と紐づけたLFT-D材の物性データを収録したマスタテーブルを更新するとともに、圧縮、疲労特性に関する基礎データを取得、評価した。 (l3) LFT-D材の疲労試験法(両振曲げ)の有効性を確認するとともに、有意なSNデータを作成した。 (l4) 粘弾性モデルと損傷則を用いたLFT-Dの応力ひずみ非線形特性の予測、評価を行い、材料モデルを作成した。	○
	(m) 自動車向けリサイクルCF適用化技術の開発	(m1) 航空機CFRP廃材および自動車用水素タンク廃材等の多様なCFRP廃材からリサイクルCFを効率的に回収できる過熱水蒸気処理プロセスの開発を行う。 (m2) リサイクルCFおよびLFT-D工程内廃材を用いたLFT-D成形技術を開発する。 (m3) LCA評価法に関する基礎的な調査を行い、LFT-D成形CFRPに関するLCAの予備的な評価を行う。	(m1) 水素タンク廃材および航空機CFRP廃材からリサイクルCFを効率よく回収可能な新過熱水蒸気処理炉を導入し、CF回収処理プロセス・条件を確立した。回収CFの単糸強度および界面強度を同時評価できる新ブラグメンテーション試験法を開発するとともに、標準化の検討を行った。 (m2) リサイクルCFのLFT-D成形用のサイドフィードを開発し、NCC大型LFT-D押出機に装着するとともに、成形性の基礎評価を行った。また工程内廃材のLFT-D成形性を評価した。 (m3) CF回収~LFT-D成形工程における消費エネルギーの基礎データを取得した。	○

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
リサイクル炭素繊維の平均的機械特性の簡易評価手法の開発 【フューチャープラン】炭素繊維の平均的機械特性の簡易評価手法の開発	リサイクル炭素繊維の平均的機械特性の簡易評価手法の開発	リサイクル炭素繊維の平均的な機械特性を効率的に評価するための評価試料の作製手法を確立し、評価解析手法を開発する。	配向繊維束を用いた引張試験の開発において、試験片作製・試験方法、解析技術の開発により、機械特性に関するパラメータを効率的に抽出する手法の基盤を確立した。配向繊維束と樹脂を複合化した複合材料を用いた界面強度の評価手法の開発を進めている。	○
	リサイクル炭素繊維中の不純物の分析技術の開発	リサイクル炭素繊維中に含まれる残渣類を同定・定量するための評価手法および不純物元素分析の原理手法を確立する。	CFRPから回収したCFに付着している炭素残渣量を定量するため、CFおよび炭素残渣の酸化反応性を検討し、COやCO ₂ の発生量をGCで定量分析するための技術を開発している。不純物元素の分析について、揮発性元素と揮発性元素それぞれに適した前処理法の開発を進め、種々の不純物元素が検出可能であることを確認した。	○
CFRTP/CFRP複合パネルの開発 【フューチャープラン】CFRTP/CFRP複合パネルの開発	① CFRTP/CFRP複合パネルの開発	複合パネルの曲げ剛性で、スチール比50%軽量化の実現	本テーマは2020年4月に開始しており、特記事項なし	△
	② CFRTP/CFRP複合パネルの形状賦形	CFRTPフォーム材の形状賦形限界の見極め 複合パネルの技術課題抽出	同上	△
	③ CFRTP/CFRPハイブリッド部材の形状設計	50%軽量化を実現できる部材の見極め	同上	△
	④ CFRTP/CFRPハイブリッド部材の成形	なし(2021年度開始)	同上	△
熱可塑性CFRPの開発 【フューチャープラン】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の開発	現行のスチール製量産車と同等の接合強度の実現 接合強度予測結果と、その実験結果の平均値との誤差を供試体レベルで±10%以下とする接合技術の確立 現行のスチール製量産車と同等のライン速度1台/分を実現する指針の策定と供試体による検証 【2017年度で終了】	各種機械締結法・接着での接合方式、接合形状における表面処理・耐久性を含めた強度データベースの構築を行った。上記の実験結果と有限要素法(FEM)解析から、供試体レベルで予測結果と実験結果の誤差が±10%以内の精度となる接合強度予測接合技術の確立を見出した。実装/高信頼性な高速プロセスに焦点を絞り、検討した。	△
	②(a)熱可塑性CFRPの中間基材の開発	当該年度の②(b)(c)(d)の目標を実現するための、中間基材の製造に係る要素技術の確立 重要特性の変動係数5%以内 【2017年度で終了】	①および②(b)(c)(d)からの要請に基づく中間基材を提供し、各々目標達成した。重要特性の変動係数5%以内を達成した。特にCMTでは長期耐久性(疲労)シミュレーション技術構築するとともに、クラッシュukanを成形し、GMT比エネルギー吸収量60%向上を達成した。	○
	②(b)熱可塑性CFRPの性能評価技術の開発	開発材料の特性発現メカニズムの解明と適正な試験条件の探究 動的挙動に関わる開発材料固有の材料特性(ひずみ速度依存係数、温度依存係数)の測定誤差(変動係数)が10%以下となる試験法の確立 【2017年度で終了】	開発材料の曲げ損傷メカニズムや温度・速度・時間依存といった動的特性を実験的に解明した。また、それをCAE用の材料モデルとして定式化し、数値シミュレーションでの再現性を確認した。開発した試験法によって動的特性(強度・弾性率の温度速度依存関係)の理論値に遜色ない実験結果を得た。	○
	②(c)熱可塑性CFRPを用いた構造設計技術の開発	スチール車と同等のボディ剛性と衝撃吸収能力を保持したまま、ボディを60%軽量化する構造の提案 開発材料の供給量や長期耐久性等のリスクも考慮したマルチマテリアルボディで30%以上の軽量化を実現する構造の提案 【2017年度で終了】	②(a)、並びに、②(b)の検討を元に、汎用CAEソフトウェアを用いながら、これまで実現できなかった構造CAE解析技術を開発し、60%軽量化を実現するための設計技術を確認した。中空部材およびパネル部材の使用割合を最適にすることで、剛性と衝撃吸収能力を保持したまま、60%軽量化可能な構造を提案した。また、現時点で想定される長期耐久性リスクを考慮した、30%軽量化達成可能な構造を提案した。	○
	②(d)熱可塑性CFRPの成形加工技術の開発	②(c)で提案される構造を実現するための部材を対象とし、成形シミュレーション技術を基に、精度±10%以内の繊維配向や形状安定性の予測手法の確立、並びに型占有時間1分以内での成形加工技術の開発 【2017年度で終了】	開発した中間基材で800トンプレス機及びロボット周辺機器を使用し、10MPa以下成形技術開発に取り組んでいる	○
プロセス開発 【フューチャープラン】プロセス開発	プロセス開発	AI/熱硬化CFRPのFLIでCFRP母材破壊レベル 【2017年度で終了】	①接合ポテンシャル把握 ・接合部短時間昇温可能 AI/熱硬化CFRPでは熱硬化CFRP表面に熱可塑性接着層を形成させ、接合基材をアルミ/CFRP間に挿入して接合することで母材破壊レベルを確認。 ②接着層、接合基材の設計が重要である。	△
	CFRP設計	AI/熱硬化CFRPのFLIでCFRP母材破壊レベルとなるCFRP設計 【2017年度で終了】	③指針確立(熱硬化) 熱硬化CFRP表面への熱可塑性接着層形成および、アルミ/CFRP間への接合基材挿入が必要であることを確認。	△
	接合データベース構築	AI/熱硬化CFRPのDB構築 【2017年度で終了】	④適正接合条件設定 AI/熱硬化CFRPで接合条件マップ作成開始 ⑤接合法ベンチマーク 接合分科会で評価開始	△
抵抗スポット溶接 【フューチャープラン】抵抗スポット溶接	抵抗スポット溶接	1.2GPa中高炭素鋼板でJIS-A級の70%の継手強度 【2017年度で終了】	新スポット溶接でナゲット拡大により、せん断継手強度目標を達成した。	○
	線接合	1.2GPa中高炭素鋼板で継手効率70%以上 【2017年度で終了】	レーザーについては実質接合範囲の拡大と溶接金属部の組織改善により継手の目標強度を達成した。 FSWについては低入熱溶接により接合強度改善が見込まれており、その知見の適用で目標特性達成を図る。	○
アルミ-鉄異材スポット溶接 【フューチャープラン】アルミ-鉄異材スポット溶接	アルミ-鉄異材スポット溶接	革新アルミ・革新鋼板もしくは相当材の異材継手において、抵抗スポット溶接および新接合技術の活用による十字引張強度1.5kN以上	IMC面積とCTSの相関性を明示し、CTS達成案としてIMC面積拡大の方法を抽出。	○
	鉄-鉄接合	中高炭素革新鋼板同士の継手において、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%	1.5GPa級革新鋼板のスポット溶接継手強度の改善方法を2通り抽出し、JIS-A級(JIS Z3140:2017)の継手強度の100%を上回る特性を得られることを示した。	◎
	革新鋼板の開発	炭素濃度0.4%以上、Mn量10%以下で強度1.5GPa以上、伸び20%以上、水素添加時の破断強度が980MPa級同等以上	0.4%C鋼により、引張強度1.5GPa-伸び20%と水素添加時の破断強度が980MPaを超える特性を得られる組織制御指針を見出した。	◎
	革新鋼板解析技術	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%を目標	走査型電子顕微鏡にコンタミ除去装置と軽元素分析装置を活用することで目標の解析精度を達成した。	○
複層アルミ合金の開発 【フューチャープラン】複層アルミ合金の開発	複層アルミ合金の開発	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。	クラッド鋼材、合金組成、プロセス条件最適化により複層アルミ合金の成形性向上効果を検証し、第3期目標達成に目処を得た。	○
	1-1)アークスポット溶接部の静的継手特性改善(新日鐵住金)	成分・強度の異なる鋼での継手特性の評価・改善および、部材モデルでの性能確認 【2017年度で終了】	モデル部材を作製し、スポット溶接に比べて部材特性が改善することを確認	○
	1-2)継手疲労特性の解明(名古屋大学)	1.5GPa級中高炭素鋼の疲労特性明確化 【2017年度で終了】	せん断、剥離モードでの疲労特性を把握。	○
	1-3)溶接残留応力の影響明解(大阪府立大学)	溶接部の残留応力による継手、部材特性への影響明確化 【2017年度で終了】	溶接部残留応力の数値解析技術の構築	○
	1-4)アークスポットプロセスの解析(新日鐵住金)	アークスポット安定溶接技術の開発 【2017年度で終了】	中高炭素鋼の中でも炭素量の高い鋼種でも、良好な溶接部が形成できる条件を提示した。	○
	1-5)溶接部形状の数値解析技術(大阪大学)	溶接ビード形成メカニズムの明確化	No.46へ移行	—
	2-1)摩擦接合による継手性能評価(新日鐵住金)	摩擦接合の継手特性、性能の明確化	No.46へ移行	—
	2-2)摩擦接合プロセスの開発(大阪大学)	FSLW接合プロセスの開発とその継手特性評価	No.46へ移行	—
	2-3)溶接部特性への金属組織の影響明解(秋田大学)	接合条件による継手特性、接合部組織への影響明確化	No.46へ移行	—
	2-4)摩擦接合プロセスの数値解析技術の化初(大阪大学)	摩擦接合プロセスのメカニズム推定	No.46へ移行	—

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
[フューチャープラン] 中高炭素鋼の接合技術の開発	FSW法の開発	予熱・後熱プロセスを有するFSW法 (PHM-FSW法) による接合プロセス適正条件の明確化 【2017年度で終了し、テーマ33へ移行】	開発材を想定した高炭素鋼を用いた検討において、高周波予熱を使用したPHM-FSW法により従来FSWと比較し、3倍以上の接合速度を達成。	◎
	継手性能	PHM-FSW法において、厚さ1.4~2mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼に対して接合継手の引張せん断強さが母材強度の70%以上を実現し、かつ従来法による継手引張せん断強さを超える強度を達成 【2017年度で終了し、テーマ33へ移行】	PHM-FSW法において、厚さ1.4mm、強度1.2GPaの開発鋼を用いて継手を作製し、接合継手の引張強さ母材強度の70%以上を達成見込み。	△
[フューチャープラン] アルミニウム/鋼板の点接合技術	アルミニウム/CFRPの点接合技術	・車体部材適用時の部材性能/品質/コスト/生産性を考慮した接合プロセス要件の明確化 ・アルミダイカスト/アルミ展伸材への適用要件明確化	・高融点樹脂を対象とし、目標強度、時間を達成可能な接合の基本プロセスを明確にした。 ・アルミダイカスト/アルミ展伸材の接合強度を得るための適用要件を明確にした。	△
	アルミニウム/鋼板の点接合技術	・車体部材適用時の部材性能/品質/コスト/生産性を考慮した接合プロセス要件の明確化	・車体部材適用時の課題の一つである接合強度の確保に対し、接合部の組織と接合強度の相関性を明らかにし、接合プロセス要件を明確にした。	△
	異材接合部の評価解析(ガルバニック腐食)	・電食に対する防錆仕様や品質保証ロジックを部品構造で検討	・市場環境と相関のある劣化モードを見出した。品質保証ロジックについて検討し、その要件を明確にした。	△
	異材接合部の評価解析(熱歪み)	・熱歪み解析手法を部品構造で検討	・市場環境を想定した熱歪みは、定性的な予測が可能になった。製造工程時の熱歪み予測技術の精度向上に必要な要件を明確にした。	△
	異材点接合の通用研究(2016年度からテーマ化)	・衝突性能を考慮したマルチマテリアルドアの構想設計(構造検討/材料/工法及び重量とコストの概算) ・革新材料のドメインバクターとしてのポテンシャルの明確化	・衝突解析に必要な高融点樹脂の材料データを取得した ・衝突性能を確保できる基本構造の構想設計を完了した ・革新鋼板、革新アルミ製ドメインバクターを製作・評価し、ポテンシャルを把握した。	△
中高炭素鋼/中高炭素鋼のブリッジ溶接技術の開発	(1-1) ツール素材の開発	耐熱衝撃性などを考慮したツール素材の最適化を図る。【2017年度で終了】	炭素化合物添加量の最適化により、耐摩耗性と耐久損性を両立。	◎
	(1-2) コーティングの開発	耐酸化性や摩擦係数、膜厚の最適化を図る。【2017年度で終了】	窒化物膜の組成改良により、耐摩耗性、耐酸化性、耐凝着性を改善。 酸化物膜の面粗さ、酸化バリア性、高温硬度を改善。	◎
	(1-3) ツール形状の開発	1.2GPa級鋼板 (1.4mm) の接合継手の引張せん断試験でJIS-A級強度 (13.02kN) の100%以上。【2017年度で終了】	ツール形状の改良により、1.2GPa級鋼板、1.5GPa級鋼板において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	—	(試作ツールについて評価実施中)	○
	(2-2) 接合装置開発	1.2GPa級鋼板用に最適化された接合プロセスに適するようガンを改良する。【2017年度で終了】	1.2GPa級鋼板を接合可能な小型軽量ガンを試作・改良した。	○
	(2-3) 接合プロセス開発	1.2GPa級鋼板に最適な接合プロセスおよび制御プログラムを開発し、継手の特性を向上させる。【2017年度で終了】	1.2GPa級鋼板の継手強度を向上させるため接合温度制御プログラムを開発し、剥離強度を大幅に改善できることを確認した。	◎
	(3-1) 接合部の評価	共通鋼材の継手基礎データの蓄積。実部材特性を模擬した部材の試作評価、特性把握。【2017年度で終了】	1.2GPa級045C鋼のFSJ継手においてTSSが開発目標を超える事を確認。 部材の衝撃曲げ試験において靱性接合法である従来抵抗スポット溶接に対する優位性を確認。	○
	(3-2) 材料特性の影響解明	中高炭素鋼の継手強度発現メカニズム解明の推進。特性改善指針の明確化。【2017年度で終了】	継手の破断経路と接合部ミクロ組織から、強度向上のための継手内硬さ分布・組織制御指針を導出。	○
	(4-1) 組織観察	1.2GPa級鋼板の接合部の金属組織の詳細観察。【2017年度で終了】	接合継手の金属組織解析、結晶粒解析、熱履歴推定を行い、接合プロセス中の変態挙動を解明。	○
	(4-2) 接合メカニズムの解明	接合界面トレース法による1.2GPa級鋼板の接合挙動の把握。【2017年度で終了】	1.2GPa級鋼板について金属箔トレーサにより接合中の界面の挙動を把握。	○
[フューチャープラン] 鋼材/CFRP等樹脂材料の接合技術の開発	鋼材/CFRP等樹脂材料の接合技術開発	・継手要素の接合において、界面剥離強度≧母材層間剥離強度 【2017年度で終了】 ・電食による接合部腐食の評価手法の確立 【2017年度で終了】 ・構造要素の接合において、所要性能を発現し得る最適部材配置設計手法の確立 【2017年度で終了】	・継手要素試験、桁構造体、それぞれにおいて終局時の破壊形態は補材層間剥離であり、界面剥離強度の方が優れる事を示した ・電解質を介し単極自然電位測定して腐食の可能性を評価する手法を確立した ・鋼とCFRPを最適に部材配置した複合1桁構造と複合2桁構造を開発した。複合2桁構造の中間部の単位長重量は同じ耐荷力の鋼桁構造の3/4であった	○
	FSW装置開発	①Ti材接合装置：接合深さ10mm以上可能な実証機製作 ②厚み2mm、強度1.2GPa以上の炭素鋼を線接合可能なロボットFSW装置の開発 【2017年度で終了し、テーマ33へ移行】	ツール・接合材温度のデータ収集システムの開発完了。 複雑形状を接合可能なロボットFSW装置の試作完了。	○
	接合技術開発	①Ti材接合強度：母材強度の90%以上 ②厚み2mm、強度1.2GPa以上の炭素鋼の線接合材の引張強度が母材強度の70%以上 【2017年度で終了し、テーマ33へ移行】	Ti合金 (厚み6~10mm) は母材強度の98%、超ハイテン鋼 (厚み1.4mm) 1.2GPa ISMA共通鋼) は母材強度と同じ (100%) の接合強度を確認。	○
[フューチャープラン] FSWツール開発	FSWツール開発	①Ti材接合深さ：10mm以上の実証 【2017年度で終了し、テーマ33へ移行】	Ti合金を接合深さ10mm接合可能なこと、および接合深さ6mmで4.7m接合可能なことを実証。	○
	革新的新構造材料等研究開発	平成27年度までのFS研究の結果に基づき、目標を設定する 【2015年度で終了】	・Ar-FAB、UVUによる表面汚染層の除去条件を把握した ・接合前処理により、水和物架橋のためのM-OOHが形成されたと推測された。 ・鋼/Alの接合界面には、アモルファス状のFe、Al酸化物が認められたことから、脱水縮合反応による接合がなされたものと推測された。 ・接合した継手強度は、当初の目標 (FSJ継手と同等) には、至らないものの、局所的に強固な接合がなされている可能性が示唆された。	○
中高炭素鋼/中高炭素鋼の摩擦接合共通基盤研究	研究テーマ目標	(a) 重ね摩擦接合技術開発 接合強度：厚み1.4mm、強度1.5GPa以上の中高炭素鋼で、引張せん断試験で母材強度の70%以上。またはスポット接合の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) 突合せ摩擦接合技術開発 接合強度：厚み2mm、強度1.5GPa以上の中高炭素鋼で、母材強度の70%以上	(a) 重ね摩擦接合技術開発 厚み1.4mm、強度1.5GPaの鋼板である1.5QT材を対象に重ね摩擦接合条件の影響を調査し、FSWの回転速度を600rpm、送り速度を300mm/minにすることで、母材強度の71.3%引張せん断応力を得ることができた。 (b) 突合せ摩擦接合技術開発 厚み1.4mm、強度1.5GPa以上の鋼板である1.5QT材に対して摩擦接合を行い、引張強度1105MPaの継手を得た。また、強度1.5GPaの鋼板 (500HV) である1.5QT材を対象に突合せ線形摩擦接合を実施し、最軟化部の硬度が350HV (1050MPa相当) を達成した。	○
	①両面複動式 (フラット) 摩擦接合法の開発 (ISMA、日本製鉄、阪大)	両面複動式摩擦接合装置を用い、中高炭素鋼の点接合を行い、当該接合技術の優位性を実証する。	超硬合金製複動式ツール及び窒化珪素製複動式ツールの適用を検討し、中高炭素鋼板のフラット摩擦接合点接合について接合条件の最適化を進め、顕著な凹部のない無欠陥のフラットESSW接合部を得ることに成功した。	○
	②線形摩擦接合法の開発 (ISMA、日本製鉄、阪大)	線形摩擦接合法の装置を用いて、実用化に資する複雑な断面形状を有する部材での接合の実証を行う。	種々の部材での接合技術について基礎データを取得するとともに、複雑な断面形状を有する部材を用いた接合に成功した。	○
	③X線透過装置を用いた摩擦接合法の塑性流動基礎解析 (JFEスチール、阪大)	両面複動式摩擦接合装置を用いた点接合法に関し、塑性流動挙動をその場観察することで接合メカニズムを解明し、中高炭素鋼に対する接合方法を確立する。	複動式ツールを用いてショルダー部とフープ部の回転を独立して制御し、握持部の形成に及ぼすショルダー部とフープ部の影響を調査した結果、FSWにおける各部位の主な役割が明らかにするとともに、両面複動式摩擦接合において、インサート材を用いて接合の進行状況を明確に観察することに成功した。	△
	④継手特性に及ぼす金属組織の影響解明 (日本製鉄、JFEスチール、神戸製鋼所、阪大、再委託先)	強度1.5GPa級の中高炭素鋼を接合する技術を開発し、母材強度の70%以上を得る。	厚み1.4mm、強度1.5GPaの鋼板である1.5QT材の重ね摩擦接合継手において、母材強度の71.3%の引張せん断応力を達成した。 また、厚み1.4mm、強度1.5GPa以上の鋼板である1.5QT材の突合せ摩擦接合継手において、1105MPaの引張強度を達成した。	○

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
[フューチャー番号46] 中鋼製鋼所/中鋼製鋼所の摩擦接合共通課題 研究	③ツール設計によるFSW特 向上技術の基礎検討(神 戸製鋼所、阪大、再委託 先)	中・高炭素鋼用に新規提案した形状のツールについ て、被接合材およびツールの温度制御等による接合プ ロセスの観点から、寿命の向上効果を検証する。	ツール形状については最適な破損形状を既に得ており、複 数の素材を用いて、その性能を確認した。	◎
	④溶接残留応力の影響解 明(日本製鉄、阪大、再委託 先)	摩擦接合接合部の大規模高速解析手法により、ツール に発生する過度応力および母材に発生する欠陥の発 生メカニズムについて検討する。	解析手法の大規模・高速化により、ツール周りの詳細な流 動現象およびそれに伴いツールに発生する応力の詳細解 析を実現した。また、異材接合時のツールに発生する応力の 詳細な解析を実現した。さらには、母材に発生する欠陥評 価手法を提案した。	○
	⑤摩擦接合の数値解 析の開発(日本製鉄、阪 大、再委託先)	ツール形状や余熱等のプロセスパラメータも含めたモ デル解析を行い、鉄鋼材料に対する摩擦接合接合プ ロセスの予測と最適化が可能な計算モデルの構築を目標 とする。	異材接合に関して継手形状の影響を確認するため重ね継手 モデルを作成し、アルミニウムと鋼材の異材接合におけ る材料の流動と熱の流れを予測した。	○
	⑥マルチマテリアルの摩 擦接合(ISMA、阪大)	データを蓄積し、マルチマテリアルの継手の強度、韌 性の評価方法の検討を行う。	重ね継手の強度の実測結果とFEMモデルの計算結果と傾向 が一致した。	○
[フューチャー番号53] 摩擦材料用新 技術の開発	接着性能	引張せん断強度 10MPa 以上	想定される組み合わせで10MPa以上を達成した。	○
[フューチャー番号33] 車体用FSWによる超 ハイテン接合部材の開発	①超ハイテンTWB部材の開発【JFEスチール(株)】			
	TWB接合に対応した基礎 技術・適用技術の確立	・1.5GPa級超ハイテンTWB部材における特性を評価。 ・従来のTWB接合技術をベンチマークとしてハイブ リッドFSWの優位性を明確化。	・1180-12mm材-980-1.6mm材の差厚接合において継手特性(引 張、曲げ)を確認 ・ハイブリッドFSWにより従来技術(レーザー溶接)と比較 し接合部の拡散性水素量低減を確認	○
	部材試作によるプロセス実 現性検証	1.5GPa級超ハイテンTWB部材において、プレス試験で の接合部の健全性を確保、TWB部材の作製。	フルスケールTWB部材の作製に向け、接合材組合せを選定	○
	②ロボット適応制御FSWによる超ハイテン部材アセンブリ技術の開発			
	②-1 FSW装置開発【(株)日立パワーソリューションズ】	ロボット適応制御FSW装置 適応制御システム組み込みロボットFSWで超ハイテン 鋼の縦接合検証	適応制御システム組み込みロボットFSWを開発し、機能を 確認。	○
	②-2FSW接合プロセス技術開発【(株)日立製作所】			
	ツール耐久性	厚み2mm以下の超ハイテン接合において、25m以上接合 可能なツール耐久性の見通しを得る。	引張強度1.5GPa、厚み1.4mmの超ハイテン鋼を25m接合可能な ことを実証。	○
	接合品質安定性	厚み2mm以下の超ハイテン接合において、接合長25m後 の定常接合部の強度低下10%以下を達成する。	引張強度1.5GPa、厚み1.4mmの超ハイテン鋼を25m後の定常接 合部の強度低下は5%を確認。25m以前の接合部で強度低下 10%以上の部分あったが、ツール摩耗に応じて接合条件を 修正することで改善可能。	○
	②-3ツール素材量産技術開発【日立金属(株)】			
	超ハイテン用FSWツール材 料のマスターインゴット製 造技術	ベース合金、改良合金のマスターインゴット作製	Φ80mmインゴットを作製できることを確認	○
	超ハイテン接合後のツール 損傷分析	接合後のツール損傷部の評価	SPHC鋼板および超ハイテン機械材料SUS304での損傷分析を 実施	×
	②-4FSWツール量産技術開発【(株)日立メタルプレジジョン】			
	1.5GPa級超ハイテン用FSW ツール試作	超ハイテン接合用FSWツールを精密鍛造法で製作	最適な鍛造条件による品質の安定化及び製造工程の確立	○
	形状多様化ツール試作	各接合に合致したFSWツールの試作	ツール形状の金型化によるコスト削減及び品質の作り込み	○
	②-5ツール合金開発、接合部 解析【再委託先①】			
ツール損傷低減の方策検討	鋼FSWでのCo合金ツール損傷を低減させる方策を提 示。	鋼のFSWにおいて、ツール摩耗を低減するCo合金の材料組 織学的な特徴を解明。	○	
超ハイテン接合部の金属組 織等解析	種々の接合条件で得られた強度1.5GPa級超ハイテン接 合部の分析	超ハイテン接合部の金属組織と機械的特性に及ぼす接合条 件の影響を調査・解明。	○	
②-6複合材の疲労破壊評価 と解析【再委託先②】				
超ハイテン接合体(同種接 合体)の疲労強度を評価す ること	厚み2mm以下の接合体が軸負荷を受けた際の疲労強度 を評価する	母材に対し85%程度の疲労強度を有することを示すこと	○	
異種金属接合体の疲労強度 を評価すること	超ハイテン鋼と軟鋼からなる異種金属接合体が軸負荷 を受けた際の疲労強度を評価する。	最適化した条件で製作した接合体は接合部では破損しない 事を示した。	○	
接合部と母材部の疲労破壊 に対する抵抗を評価する	接合部と母材部の疲労き裂伝播に対する抵抗を世界標 準法に従って破壊力学的に評価・比較	FSW/TRIP境界部を伝播する疲労き裂の抵抗はTRIP鋼単体中 を伝ばす抵抗よりも高いこと、従って、本研究で採用し た[TRIP鋼/軟鋼]の組合せと接合条件は適切であったこと が示された。	◎	
[フューチャー番号55] ウェーブナックル/ハイテン接合技術の課題研究(FSW等) 研究	自動車9社の共通課題	X線や放射光、中性子ビームによる抵抗スポット溶接 現象のその場観察可能性を明らかにする。	溶融部の対流挙動をその場観察するため、SPring-8で透過画 像を取得した。W粒子をトレーサとして抵抗スポット溶接 を実施した後のナグット内部のW粒子の分散状況が掴め た。	○
	自動車9社の共通課題	抵抗スポット溶接部検査装置及び接着部検査装置にお ける検査精度と検査速度の仕様決定。	FSW研究では市販の超音波検査装置およびサーモグラ フィー、磁気検査装置を用いて、ナグットサイズの異なる 抵抗スポット試験片、充填幅の異なる接着試験片を作成 し、検査精度を明らかにした。	○
	異材接合継手の性能比較	アルミ-鋼、アルミ-CFRTP、鋼-CFRTPの組合せにつ いて、抵抗スポット溶接、接着プロセス、摩擦点接 合、SPR接合などによる継手の機械的特性の実験デー タを取得し、マルチマテリアル構造設計技術(CAE)へ の入力データを揃える。	アルミ-鋼板の組合せではパネル2枚組、骨格2枚組の引張 せん断強さ(TSS)、十字引張強さ(CIS)、引張せん断モードの 疲労特性を調べ、各接合プロセスの継手性能を明らかにし た。 アルミ-CFRTP、鋼板-CFRTPではTSS、CIS並びに環境暴露 試験を行い、各接合プロセスの継手性能を明らかにした。	○
	継手シミュレーションモデ ルの開発	アルミ-鋼の摩擦点接合及び接着プロセスのシミュ レーションモデルのVer.0版完成。	FSSWでは接合継手のアルミ母材、接合界面領域の特性を考 慮し、マルチ破壊モデルを開発した。シミュレーションに よる計算結果は実験結果を表現できた。接着接合について は、多軸応力下での破損則に基づいた接着界面形状の最適 化手法を構築し、実構造を想定した多段階折曲げ平板接着 試験片の強度評価した。	◎
	革新的抵抗スポット溶接技 術の開発	従来の5倍-10倍の高速インバータ制御電源を用いて電 流波形を精密制御することで、高性能の抵抗スポット 溶接の効果を確認する。	短時間溶接が可能な高電流短時間スポット溶接用電源、ト ランスを開発した。IGBTを用いたインバータと10kHzの高周 波トランスを構成要素として、25kAまでの高電流溶接、1ms 単位の精密な電流制御を可能にした。1.2GPa級鋼板のナグ ット部韌性の向上のため、後熱処理(マルテンパ処理)を検 討し、溶接時間0.5秒以内で、CISの向上とプラグ破断を達成 した。	◎
[フューチャー番号56] 鋼板と樹脂材料の革新 的接合技術及び信頼性 評価技術の開発	①異種材料接合信頼性評 価技術の開発	各素材の熱・力学的特性、接合における破壊形態を含 めた接合信頼性評価マップの作成	接着接合における破壊形態を含めた接合信頼性評価試験結 果を示した。	△
	②異種材料接合性能向上 と実証技術の開発	自動車部品を想定した鋼板とCFRPの部材接合実証と鋼 板とCFRPのレーザー溶着技術の確立	自動車部品を想定した鋼板とCFRPの部材接合装置の導入 レーザー溶着技術の実施結果を示した。	△
	③ガルバニック腐食評価技 術の開発	鋼板とCFRPのガルバニック腐食挙動の把握	ガルバニック腐食挙動の詳細な検討結果を示した。	△
[フューチャー番号64] ウェーブナックル/ハイテン接合技術の 基礎研究	①-(i)最適接合条件の探 索	車体構造を踏まえた異材接合継手の性能向上に向け て、接合プロセス条件の影響因子を抽出する。	各種異材接合継手の強度評価とその影響因子の抽出を行っ た。	○
	①-(ii)接合現象の解析	接合現象のその場観察手法とその解析条件を確立す る。	アルミニウム合金/鋼板および金/CFRP異材接合を対 象に、接合現象のその場観察手法について基礎的検討を行っ た。	○
	①-(iii)接合現象の解析	接合プロセスのシミュレーションモデルを構築すると ともに、その場観察結果と比較することでその妥当性 を検証する。	接合プロセスのシミュレーション手法に関する基本コン セプトを提案した。	○
	①-(iv)接合部組織形成過 程の予測手法の開発	接合部の組織形成過程を予測するための解析手法およ びアルゴリズムを提案する。	接合部の組織形成過程を実験的に解明した。	○

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
【テーマ番号64】 中材による超高強度鋼/アルミ材の重ね異材接合継手の静的引張強度、ならびにS-N線図取得のための疲労強度のデータの取得	【テーマ番号64】で扱う接合技術を対象とする継手性能の取得	中材材による超高強度鋼/アルミ材の重ね異材接合継手の静的引張強度、ならびにS-N線図取得のための疲労強度のデータを取得する。	超高強度鋼/アルミ材の重ね異材接合継手を作製するために、超高強度鋼の作製を外注するとともに、酸洗処理したアルミ合金を購入し、その静的引張特性評価を進めている。	△
	本プロジェクトの接合接着技術テーマの継手性能の収集	中材材によるアルミ材/先進炭素繊維強化複合材料、超高強度鋼/先進炭素繊維強化複合材料の重ね異材接合継手の静的引張強度、ならびにS-N線図取得のための疲労強度のデータを取得する。	アルミ材/先進炭素繊維強化複合材料、超高強度鋼/先進炭素繊維強化複合材料の重ね異材接合継手を作製するために、超高強度鋼の作製を外注するとともに、酸洗処理したアルミ合金および先進炭素繊維強化複合材料を購入し、その静的引張特性評価を進めている。	△
	継手性能データベース及び接合技術インテグレーション・システムのユーザインタフェースの構築	2020年度に取得する、市中材材による超高強度鋼/アルミ材、アルミ材/先進炭素繊維強化複合材料、超高強度鋼/先進炭素繊維強化複合材料の重ね異材接合継手の機械的特性をデータベースとして蓄積するための計算機システムを導入する。	本テーマは2020年度より開始したため現時点では成果なし	△
【テーマ番号20】 新構造材料の技術・研究戦略	①技術分野分科会	構造材料に関する研究開発のビジョンの明確化、接合技術および個別材料の技術戦略指針、実用化に向けた課題抽出を進め、本プロジェクトで開発する新構造材料の技術・研究戦略を策定する。【2014年度で終了。平2015年度よりテーマ番号41から45に再編して実施した】	・共通課題として鉄鋼分野における中性子利用等の先端計測技術、非鉄分野における分析技術・シミュレーション技術、接合分野における異材接合用接着技術等を提案した。 ・戦略基盤分科会専門委員各位の研究アクティビティの紹介をISMA講演会として毎月開催し、情報提供を行った。	○
	②技術動向調査		モーターショー (@ジュネーブ&パリ)、タイムラー、BMW、ミュンヘン工科大学、シュツットガルト大学や米国防省DOEプロジェクト受託機関等欧米における自動車軽量化技術、特に新規材料開発に係わる研究機関やメーカーを訪問し、最新の情報を収集した。	○
	③FS課題抽出・ステアリング委員会開催		構造解析向中性子利用技術および構造材料用接着技術を新規FS課題としてテーマアップし、平成27年度よりFS研究としてスタートした。	○
【テーマ番号30】 技術動向調査分析	技術動向調査分析	金属材料同士の接合技術および周辺技術の調査と技術開発の方向性・戦略に関する提言【2014年度で終了。平2015年度よりテーマ番号41から45に再編して実施した】	金属材料同士の接合技術、金属材料/CFRP、CFRP材料(熱可塑性)について重要課題を抽出すると共に技術開発のベンチマークを実施。	△
	【テーマ番号31】 高分子複合材料技術動向調査	マトリックス材料としての最近の動向および課題抽出【2014年度で終了】	CFRTPの自動車用用途展開について可能性と課題を集約した。	○
【テーマ番号32】 共通基盤技術の研究調査	炭素繊維および新規フィラーに関する調査	CF表面処理剤の動向および課題抽出およびセルロースナノファイバーの動向調査【2014年度で終了】	熱可塑性樹脂をマトリックスにした際のCF表面処理の必要性、および、セルロースナノファイバーの開発状況を集約	○
	異種材料接合に関する調査	CFRPと金属などの接合技術に関する調査を実施し、マルチマテリアル化の技術動向を調査【2014年度で終了】	接着剤を使用しない接合技術の初期調査を実施した	△
【テーマ番号41】 チタン合金の製造技術開発	共通基盤技術の研究調査	構造材料に関する研究開発のビジョンの明確化、接合技術および個別材料の技術戦略指針の提言、実用化に向けた課題の抽出等を進め、本プロジェクトで開発する新構造材料の技術・研究戦略を策定する。【2014年度で終了。2015年度よりテーマ番号41から45に再編して実施した】	戦略・基盤分科会との連携により、研究調査内容のプロジェクト内への展開や新技術の提言を行った。また、関連他省プロジェクト(元素戦略、SIP)との連携を進めた。	○
	チタン合金の製造技術開発	Ti-Mn-Mo合金の創製【第一期中間目標。2015年度終了テーマ】	加工熱処理等による微細組織制御方法を確立できた。	○
【テーマ番号42】 材料・接合技術動向調査研究	発泡アルミニウムの加工技術の研究開発	バルク加工の優位性を考察【第一期中間目標。2015年度終了テーマ】	気孔率の分布の意図的な導入と微構造制御方法を確立した。	○
	新たな研究分野の設定	FS課題のテーマ化	総計9課題(中性子、接着、腐食、マグネMI、マルチマテリアル設計、異材接合、LCA、耐食性向上、研究拠点整備)テーマ化	○
【テーマ番号43】 計測解析評価研究	FS課題の技術動向および適用技術の動向調査	FS課題進捗に関して組合員への情報発信の常態化	成果報告会、TL会議等にて組合員と情報共有	○
	金属材料の研究	事前に破壊を防止する破壊制御理論を構築	破壊制御理論の基盤を構築することができた。	△
	軽量金属材料の研究	疲労および水素脆化の解明	疲労き裂進展と水素脆化の関連性を基礎的に解明することができた。	△
	マルチマテリアル設計-複合材料の研究	積層層内の破壊力学特性を層内と区別して評価する手法の開発	薄層化CFRTP積層板の損傷抑制性能と力学特性に与える影響を解明した。	△
	構造体の強度・位相最適化設計の研究	接合界面強度を低減させた構造を探索する最適化手法の構築	接着接合における接合強度評価手法と解析手法を確立した。	△
	I.5世代中性子源開発	構造材料評価についての測定時間を1/3程度にまで短縮する	インハウス中性子源の加速器部増強計画の67%の製作を完了。	△
	熱可塑性CFRP製造プロセス最適化の研究	熱可塑性成形プロセスシミュレーション技術の構築	ミクロスケール熱可塑性成形シミュレーションの試計算を実施した。	△
【テーマ番号44】 中性子線による構造材料解析技術のFS	小型中性子線源を用いた計測精度の明確化	中性子回折、小角散乱などの測定を行い計測データの妥当性を検証する。【2016年度に終了し、テーマ52へ移行】	中性子回折、小角散乱などの測定を行い計測データの妥当性を検証した。	○
	小型装置開発のための設計検討	運転時の放射線発生量などのシミュレーションを実施し、開発プランを策定する。【2016年度に終了し、テーマ52へ移行】	運転時の放射線発生量などのシミュレーションを実施し、開発プランを策定した。	○
【テーマ番号45】 構造用接着技術に関するFS	2017年度終了時目標	接着機構解明に向けた界面の分析手法・研究方法論の検討	電子顕微鏡観察や、分光法、計算機化学的な手法が有効であることが確かめられた。	○
	【テーマ番号45】 構造用接着技術に関するFS	検査手法の検討	その適用可能性を検証【2016年度に終了し、テーマ53へ移行】	○
【テーマ番号49】 マルチマテリアル設計技術	マルチマテリアル設計技術	レベルセット法によるトポロジー最適化技術を適用するための解析システム構成、ソルバー(計算を実行するソフトウェア)との連携、設計解析モデルの実現性等につき検証を行い、本格研究での目標、実施内容を明確化する。	単一材料を対象としたレベルセット法によるトポロジー最適化ソフトウェアの開発を行った。 解析システム構成、ソルバー(計算を実行するソフトウェア)との連携、設計解析モデルの実現性等につき検証できた。 商用ソフトによる最適構造との比較をすることで、開発したプログラムの優位性を検証できた。	○

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
中性子等量子ビームを用いた構造材料解析技術の開発 【テーマ番号52】	中性子等量子ビームを用いた構造材料、接合・接首部の解析手法の確立と材料開発への適用	第二相ナノ析出物の化学組成の変化、水素トラップに効果的な析出物形態、オーステナイト中の炭素濃度分布、高温加工中の転位密度測定、接合部のミクロ組織および残留歪み分布の二次元マッピングなどの解析手法を確立する。	小型装置(北大・HUNS)において、中性子小角散乱法を用いて、鋼中の第二相ナノ析出物のサイズ分布を測定し大型装置(J-PARC)による測定結果とよく一致する結果を得た。中性子とX線小角散乱を併用し、両者の散乱強度の差異を用いてナノ析出物の化学組成を測定する手法を確立した。水素チャージ前後の中性子小角散乱測定により水素とナノ析出物の相互作用を解析できるようとした。J-PARCにおける中性子回折測定とプロファイル解析から、鋼中の炭素濃度分布の測定を行い、高温加工中のその場測定からは転位密度の測定を実現した。また、中性子透過ブロッケージ測定による第二相体積率や炭素濃度の測定、異材接合部のミクロ組織変化の二次元マッピング等の基礎的知見を得た。さらに小型装置(理研・RANS)を用いて接首部の水の挙動を中性子イメージングで観測するための基礎実験を行った。	○
	構造材料解析・産業利用に特化した小型中性子解析装置の新規開発および利便性を追求した小型装置による構造材料評価技術の開発	電子ビームパワー約10kWクラスの電子加速器、非結合型減速材をもつ中性子源、約8mの飛行路長をもつビームライン、中性子波長0.4nmで検出効率20%以上の中性子検出器を有する小型装置を2018年度末までに開発・設置し、稼働を開始する。既存の小型装置ほかにより構造用金属材料の接合部に対して、中性子とその他量子ビームのハイブリッド計測を行い、各種測定手法の相互関係を明らかにする。	つくば中央梅園分室に設置した新規小型装置において、ブロッケージ等中性子イメージング測定に適した中性子ビームを射出するための電子加速器や中性子源等の整備・調整を、北海道大学、東京工業大学、理化学研究所、高エネルギー加速器研究機構の協力を得て進めた。電子加速器を駆動して中性子ビームを計測することに成功し、固体メタン減速材で期待される通り0.4nm周辺の中性子波長スペクトルを検出し確認した。さらに、鉄鋼材料のブロッケージの測定や、ラジオグラフィによる構造材の内部観察にも成功した。接合部材料等に対して、中性子ラジオグラフィ観察および透過ブロッケージ測定だけでなく、反射光学顕微鏡観察、走査型電子顕微鏡観察、X線ラジオグラフィ観察、EBSD測定、電子プロンプマイクロナライザー (EPMA) 分析などのハイブリッド計測を行い総合的な分析と考察を行った。	△
	中性子構造材料解析ネットワークの構築	新規および既存小型と大型装置において標準試料を測定し、計測精度や必要時間を明らかにする。ネットワーク内で、データ形式・解析法ならびに解析ツールの共通化に関する指針を示す。各装置の性能や得意とする分析手法はじめ必要な情報が得られる解析事例集の雛形を作成する。産業側に有用な測定カルテ・ガイドラインならびにその運用体制と情報管理体制の作成に関する指針を示す。	中性子構造材料解析ネットワークにて、新規小型装置(産総研)、既存小型装置(北海道大学、理化学研究所)ならびに大型装置の有効な利用方法を検討した。すなわち、標準試料ほかの共通試料測定で得られたデータを整理し、各装置における計測精度や計測時間等とともにデータ解析事例集や3つの小型装置の紹介資料の作成・整備を進めた。また、測定カルテ・ガイドラインの雛形を検討し、試料ホルダーやデータ解析ソフトの共通化、情報管理体制について議論を開始した。	△
低圧・高速成形(CFRP成形技術)の開発 【テーマ番号54】	① 樹脂供給体の開発	低圧・高速成形に適用する樹脂供給体に関する基材およびマトリックス樹脂の設計を完了した。 【2018年度にFS終了し、テーマ27Cへ移行】	成形圧力1MPa以下、プレス型締め3分で平板成形品を与える、樹脂供給体の標準仕様決定	○
	② 低圧・高速成形プロセスの開発	30cm角のCFRP平板を、成形圧力0.6MPa、型締め3分で成形するプロセスを構築した。	研究開発項目①で開発した樹脂供給体を用いた、CFRP平板(30cm角、面圧1MPa以下、型締め時間3分以内)の成形プロセスの構築	○
	③ 含浸シミュレーション技術の開発	樹脂供給体からの面内および面外の含浸挙動を解析し、実際のプレス成形品でも同様の挙動が見られることを確認した。	本プロセスでの樹脂含浸挙動を表現するシミュレーションの、アプローチ手法の決定 樹脂含浸挙動の傾向の定性的な一致	○
新材料の材料代替効果の評価手法の構築(2019年度よりテーマ42で実施) 【テーマ番号58】	① 新材料の材料代替効果の評価手法の構築	1 評価項目の洗い出し 1 プロトタイプの定性的な評価手法 1 リサイクル性を考慮した手法論 1 基礎的な材料学的知見を蓄積 1 プロジェクト参加企業等に関き取り調査	1 評価手法の要素の抽出と枠組み構築 1 リサイクル性を考慮した手法論を提案 1 鉄鋼リサイクル材の化学成分情報を蓄積 1 鉄鋼材の基礎的な材料学的知見を文献調査 1 ライフステージに分解し評価項目の洗い出し	△
	② 新材料の材料代替効果の評価ツールの開発	1 ツールの開発に着手 1 プロジェクト内外の企業にツールの要件を開き取り調査し、ツールの基本コンセプトを検討する	1 プロジェクト参加企業2社に関き取り調査 1 評価ツールの基本概念の構築	△
超強度強化材料の潤滑加工技術の開発(2019年度よりテーマ42で実施) 【テーマ番号57】	超強度強化材料の潤滑加工技術の開発	高張力鋼板を用い、潤滑皮膜による加工成形性向上効果を確認するための評価方法確立と潤滑皮膜適用の妥当性を判断する。	超強度化した際に要求されるプレス成型の性能評価法を見出した。また、潤滑皮膜を施すことで超強度化材も従来材と同等の加工が行えることを確認した。	○
	超強度強化材料の塗装後耐食性への影響	鉄鋼材料をハイテン化する際の添加化学成分としてC、Si、Mnが知られている。これらの化学成分が化成処理性や塗装後耐食性に及ぼす影響を判断する。	化成処理性や塗装後耐食性に最も影響する化学成分はSiであり、表面に酸化性素の安定皮膜を形成することでやC偏析も助長する傾向が確認された。材料製造時の表面状態を調整する必要があることを確認した。	○
	異種材料接合による塗装後耐食性への影響	鉄鋼材料とアルミ材料が電気的に接合された状態を異種材料接合の最悪条件として、化成処理性や塗装後耐食性への影響を調査する	異種接合状態ではリン酸亜鉛皮膜は十分な化成処理性が得られなく、塗装後耐食性も低下した。一方、カソード、アノードの双方に化成皮膜を析出可能なジルコニウム化成処理は良好な塗装後耐食性を示した。防食効果の一つとしては十分有益な情報が得られた。	○
マルチマテリアル信頼性設計技術に関する調査研究(FS研究) 【テーマ番号58】	マルチマテリアル信頼性設計技術に関する調査研究	マルチマテリアルの信頼性設計、及びその研究拠点の構築に必要な技術開発のアプローチ手法の精査を行い、研究拠点の構築に向けて有効な指針を得る。	マルチマテリアルの信頼性設計、及びその研究拠点の構築に関する技術開発動向等が明らかになるとともに、本プロジェクトにおいて未実施で必要の高い技術課題についての知見も得られた。	○
	腐食環境データの取得(試験片構造の設計)	前年度評価における課題を抽出し、更なる試験片構造の最適化を実施する。	試験片構造の暫定モデルを構築した。課題も抽出できており、材料の熱歪みの差異、接着剤効果時の厚さ変化を考慮した改良を実施中。	△
	腐食環境データの取得(実走行試験、屋外暴露試験の実施)	欧州での実車走行試験、国内での屋外暴露試験を実施し、実腐食環境の調査を行う。	材料組み合わせにより、ガルバニック腐食電流量に違いが生じていることが確認された。	△
ガルバニック腐食評価技術の確立(既存評価方法における課題の抽出) 【テーマ番号65】	ガルバニック腐食評価技術の確立	既存腐食評価法を用い、ガルバニック腐食への影響を調査する。それぞれの評価法における課題を整理する。	実験室での促進試験法でも実環境暴露と同様のガルバニック腐食電流の差異が得られており、各評価法の特徴を見出すことができる(評価中)	△
	ガルバニック腐食評価技術の確立(ガルバニック腐食の適正評価に関する研究開発)	材料種、形状、接合法、環境といった腐食影響因子の影響度を確立し、ガルバニック腐食評価条件の探索を行う。	浸漬環境下において、環境因子として温度、塩化濃度(湿度)の影響を明らかにした。今後、恒温恒湿槽を用いて実環境を再現可能な条件を探索する。	△
	防食表面処理技術の提案	(2021年度開始予定) 革新材料の調達および事前評価を開始	マルチマテリアル部品試作材を想定した防食表面処理技術確立に向け、事前評価を開始する。	-
新材料の材料代替効果の評価手法の構築(2019年度よりテーマ42で実施) 【テーマ番号52】	新材料の材料代替効果の評価手法の構築	・ 新材料の材料代替効果の評価枠組みの提案 ・ 素材ごとのリサイクル性を評価する指標の提案	・ 評価手法の要素の抽出と枠組み構築 ・ リサイクル性を考慮した手法論を提案 ・ 鉄鋼材のリサイクル性評価に向けた鉄鋼材の物質フロー分析、不純物成分分析、特性への影響調査 ・ 基準年のインベントリデータベースIDEA、IDEA物量速関表の作成	○
	新材料の代替材料効果の評価ツールの開発	・ 新材料の材料代替効果の評価ツールのプロトタイプ構築	・ 評価ツールの基本概念の構築	○

	研究開発項目	第三中間目標 (2020年度末)	研究開発成果	達成度
材料・接合等技術動向調査研究(データ等活用拠点計画)並びに異種軽金属接合部材信頼性評価の基礎技術開発 [テーマ番号423] [テーマ番号530]	① データ等活用拠点(仮名称)計画			
	データ等活用拠点(仮名称)計画	本プロジェクトで行われている軽金属材料技術、異種材料接合・接合技術、材料構造解析・評価技術、材料・製品LCA技術などの関連技術開発に関し、関連機関と連携して、データ、知的財産等について、本プロジェクト終了後においても有効な集積・管理・活用方法について基本的計画を策定する。	本プロジェクトで行われている軽金属材料技術、異種材料接合・接合技術、材料構造解析・評価技術、材料・製品LCA技術などの関連技術開発に関し、関連機関と連携して、データ、知的財産等について、本プロジェクト終了後においても有効な集積・管理・活用方法について吟味・検討した。	△
	② 異種軽金属接合部材信頼性評価の基礎技術開発			
	接合部材作製	各種表面処理と接着処理等を行ったマグネシウム合金-アルミニウム合金接合部材を作製し、疲労特性、耐食性の評価に供する。また、評価結果を受けて、接合部材作製にフィードバックを行い、疲労特性、耐食性を改善するための条件を抽出する。	各種表面処理を行ったマグネシウム合金-アルミニウム合金接合部材を作製し、疲労特性、耐食性の評価に供する。また、評価結果を受けて、接合部材作製にフィードバックを行い、疲労特性、耐食性を改善するための基礎条件を抽出した。	△
	疲労特性評価	ボルト締結体を主な対象として疲労特性の評価を実施し、締結面の表面状態(摩擦係数、表面処理条件等)や材料変形(塑性変形、クリープ変形等)が軸力変化等に及ぼす影響を明らかにするとともに得られたデータを集積して、データベースの構築を図る。また接着体の疲労特性評価技術を検討する。	ボルト締結体を主な対象として疲労特性の評価を実施し、ボルト軸力等に及ぼす疲労試験条件(周波数、応力振幅、繰り返し数)の関係など基本的なデータを収集した。また締結面の表面状態(摩擦係数、表面処理条件等)や材料変形(塑性変形、クリープ変形等)が軸力変化に及ぼす影響を検討した。	△
	耐食性評価	異種部材が接合されたマグネシウム部品に化成処理や電着塗装等を施工した場合に生ずるガルバニック腐食現象を調査し、皮膜の均一性等に及ぼす影響を探る。また、これらを低減する施工方法を検討する。以上の評価によって得られたデータを集積して、データベースの構築を図る。さらに、第一原理計算等の計算科学で得られるガルバニック腐食挙動と実験結果の照合を行う。	各種接合条件(接着、締結等)における腐食環境下でのガルバニック腐食挙動を走査型振動電極(SVET)等により調査し、材料とその面積比、環境が及ぼす影響を定量的に評価した。ガルバニック腐食を低減するための部材への表面処理および施工条件を提案し、効果を検証した。また第一原理計算を用いてマグネシウム合金-アルミニウム合金のガルバニック腐食挙動を推測するための基礎モデルを構築した。	△
	接合部構造解析・欠陥評価	2019年度までに確立した評価・測定手法により接合部材の内部欠陥・含有水素量を測定し、これらの信頼性に及ぼす影響を明らかにする。また、マグネシウム合金-アルミニウム合金接合部材界面の残留応力等の情報を中性子ビーム法により入手する。	X線CTによる微細欠陥観察が可能な測定条件を明らかにした。また、含有水素量測定について測定条件の異なる材料を同時に測定する際の問題点を明らかにした。また、マグネシウム合金-アルミニウム合金接合部材界面の残留応力等の情報を中性子ビーム法により入手するための基礎的検討を行った。	△
	トポロジー最適化システムの構築	・複数の材料(マルチマテリアル)のトポロジー最適化設計法を構築する。 ・動的現象を対象としたトポロジー最適化設計法を構築する。	・車体モデルに適用できるマルチマテリアルのトポロジー最適化設計法を構築した。 ・単一材料の構造の固有振動数について、トポロジー最適化設計法を構築した。	△
	マルチマテリアル界面評価・モデル化	・数値解析技術によるマルチマテリアル界面のモデル化を達成する。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。	・境界面にCZMなどの数値解析手法を適用し、各接合方法に適したモデル化方法、解析手法を明確にした。 ・FSW、FSSWなどマルチマテリアル車体に利用可能な接合の境界面を数値計算で評価する方法を実用化した。	△
	車体構造適用可能性検討	・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。	・リバースエンジニアリングにより作成したBWモデルの計算を実施し、元になった車体構造よりも軽量最適解を得た。 ・サブストラクチャリング法の導入と、ソフトウェアの並列化により実車の大規模モデルの計算を可能にした。 ・得られた最適解について、詳細な有限要素モデルにより剛性等価で軽量であることを確認した。	◎
投稿論文	「査読付き」274件、「その他」62件			
特許	「国内出願」198件、「外国出願」81件、「PCT出願」73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	本中間評価の2020年度の中間目標はほとんどのテーマで達成見込みであり、一部テーマでは最終目標を前倒して達成している。テーマによっては一部で開発材料のサンプル出荷を開始しており、また、実機で試作したものや、プロジェクトを早期に卒業し実用化したテーマもある。			
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期目標を改定。		
	変更履歴	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。		