

「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（平成29年6月30日）及び現地調査会（平成29年6月9日 於 名古屋大学ナショナルコンポジットセンター）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53回研究評価委員会（平成29年10月11日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年10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 久保 司郎

「革新的新構造材料等研究開発」（中間評価）

分科会委員名簿

(平成29年6月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	くぼ しろう 久保 司郎	摂南大学 理工学部 機械工学科 教授
分科 会長 代理	たかはし すずむ 高橋 進	日本大学 生産工学部 機械工学科 教授
委員	おくだ あきのぶ 奥田 章順	株式会社三菱総合研究所 ものづくり革新事業センター 参与/チーフコンサルタント
	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 物性 制御工学研究室 教授
	たなか かずと 田中 和人	同志社大学 生命医科学部 医工学科 教授
	ひら ひろひと 平 博仁	大同大学 工学部 総合機械工学科 特任教授
	まつだ けんじ 松田 健二	富山大学大学院 理工学研究部 ナノ・新機能材料学域 ナノ マテリアル・システムデザイン学系 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、材料開発とユーザーの両方の関連主要企業を巻き込んだオールジャパン体制で実施されており、軽量化のための材料開発及びその接合技術開発を行っている。ほとんどの開発項目で中間目標を達成もしくは達成できる状況にあり、確実に研究開発が進められている。その中で、前倒しで目標を達成できるほど順調なテーマも生まれたのは、研究開発の目標や計画、進捗管理等が適切に運用され、推進側が努力した結果であると考えられる。また、研究成果についても多数の論文、特許、技術開発に関する報告等がなされている。

一方、経済省アドバイザーボードの示唆を一助とした材料開発の推進より、個別テーマでの成果は出ているが、分野間の連携については希薄のように感じた。より全体を俯瞰し、位置づけや方向性を明確にして、それを共有化すべきである。

なお、本プロジェクト後半の5年間は、個々の技術・材料を集約して、マルチマテリアルによる製品開発を実施する期間である。今後は、個別テーマを統括して、本プロジェクトが目指す方向性を常に示し、かつ恒常的に材料ユーザー企業のニーズを反映させて軌道修正のできるマネジメントを期待する。また、各参加材料研究者が他の材料への相互理解を深めるとともに、材料側と設計側の連携を図る必要がある。国際的競争力確保のため、材料・成形技術・評価技術を含めて、標準化・規格化についても精力的に進めてほしい。大学が係わっているテーマについては、特許だけではなく積極的な論文投稿による人材育成も期待する。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトの中心課題である輸送機器のマルチマテリアル化による軽量化の実現は、海外においても積極的に取り組まれている。軽量化実現の鍵は、高強度な種々の材料の開発とそれら材料を接合する技術の開発といえる。それらの開発を本プロジェクトで先導的に行うことにより、輸送機器の軽量化による世界規模のCO₂削減に貢献できるであろう。

また、取り上げられたテーマは、我が国のものづくり産業の国際競争力を強化する課題でありながら、個々の企業では達成するのが困難なものであるが、NEDOが中心となって、オールジャパンで取り組むことにより、優れた新技術・新材料の創出へと導いており、NEDOの事業として適切である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

開発目標が明確に示されており、進捗状況の把握のもとに目標の見直しや前倒しが行われている点は評価できる。有力ユーザー企業と高い技術力を有する材料開発企業を巻き込んだオールジャパンの体制がとられており、ユーザーのニーズを反映させる体制がとられている。

研究成果はクローズを基本としているが、協調テーマについては研究成果をオープンにし、試験方法等の研究成果を標準化するなど、知的財産等に関する戦略も妥当といえる。

一方、各素材のテーマ設定は良好であるが、各素材間の連携について不明な部分があるため、リアルタイムで情報共有をしながら、方針決定と実行、そして評価に基づいて軌道修正できるように、全体を俯瞰しつつ、かつ小回りのきくマネジメントが望まれる。また、最終的に材料を利用するユーザーがメンバーとして積極的に関わっている分野とそれほど明確でない分野があるため、横串を通す役割を担っていると考えられる「戦略基盤」と協力して、最終材料使用ユーザーとの連携についても更なる推進をはかってほしい。

2. 3 研究開発成果について

中間目標すべてが達成見込みであり、世界トップの強度・伸びを有する革新的鋼材の開発に成功しているなど前倒しで目標を達成しているものもある。各材料の強度等の特性についても世界最高水準の成果が得られており、最終目標が達成できる見通しが得られている。論文発表及び特許等で成果の発信も積極的に行われている。

一方、各テーマの目標設定については、トップクラスの材料の創製を目指しているが、プロジェクトの後半では、最終的な目標である軽量化とコスト低減に向けて、ユーザーニーズをよく勘案し、材料特性バランスや開発コストの面から見直したほうが良い。

なお、今後も積極的に特許出願及び論文公表して、本プロジェクトの成果を広くユーザー及び一般の方にアピールするとともに、計画されている成果の実用化への取組を加速して、材料使用ユーザーとの連携を強めてほしい。

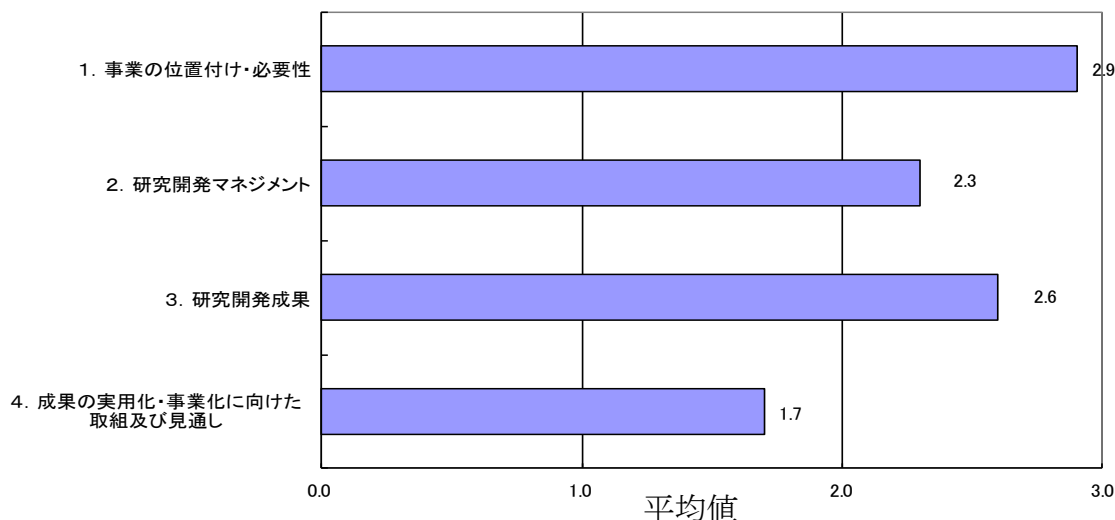
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

企業のニーズを取りこむ会合を行い、ニーズにあわせた研究開発がなされるようになってきている。また、試験・評価法の標準化・規格化を行い、品質の保証も行っている。いくつかのテーマでは、試作品をユーザー企業とともに開発しており、実機に近い大型試作品の作製へと移行している取組も見られる。また、多くのテーマでは、実用化・事業化に向けた課題抽出を行い、その解決方針を示しており、実用化・事業化に向けて期待が持てる。

一方、最終製品ユーザーとの関わりが薄いと感じるテーマもみられるため、「戦略基盤」などとも連携して、実用化・事業化に向けた検討を推し進めるべきである。また、材料開発が進展してきたため、ユーザー企業に対して、より具体的に形状や設計に必要な物性値、材料の必要時期等を確認すべきである。

なお、テーマにより実用化までの距離がごく近いものと少し距離があるものがみられるが、今後は重点テーマの絞り込みを経て、実用化・事業化を早期に実現してほしい。また、今後は具体的な適用検討が始まると考えられるが、本プロジェクトで設定した目標とは異なった材料特性、もしくは目標より低レベルだがコストや品質安定性に優れている等の新たな開発要求が出てくることが想定される。実際に適用されることこそが重要であるため、開発目標は柔軟に調整していくことが望まれる。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)						
		A	B	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	B	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	B	C	A	B	B	A	A
3. 研究開発成果について	2.6	A	B	A	A	B	B	A
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	1.7	B	C	B	B	B	C	B

(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 |

研究評価委員会

「革新的新構造材料等研究開発」(中間評価)分科会

日 時：平成29年6月30日(金) 9:30~18:10

場 所：大手町サンスカイルームD室 (朝日生命大手町ビル27階)

議事次第

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認 9:30~9:35(5分)
2. 分科会の設置について 9:35~9:40(5分)
3. 分科会の公開について 9:40~9:45(5分)
4. 評価の実施方法について 9:45~10:00(15分)
5. プロジェクトの概要説明
- 5.1 「事業の位置づけ・必要性」「研究開発マネジメント」
「研究開発成果」及び「成果の実用化・事業化に向けた
取組及び見通し」 10:00~10:40(40分)
- 5.2 質疑 10:40~11:00(20分)

(入替 5分)

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明
- 6.1. 全体説明 11:05~11:30(25分)
(説明10分、質疑10分、入替5分)
- 6.2. 個別説明
- 6.2.1. 革新鋼板の開発 11:30~11:52(22分)
(説明10分、質疑10分、入替2分)
- 6.2.2. 接合技術開発 11:52~12:12(20分)
(説明10分、質疑10分)

(昼食・休憩 43分)

- 6.2.3. 革新的マグネシウム材の開発 12:55~13:17(22分)
(説明10分、質疑10分、入替2分)
- 6.2.4. 革新的アルミニウム材の開発 13:17~13:39(22分)
(説明10分、質疑10分、入替2分)

- 6.2.5. 革新的チタン材の開発 13:39～14:01(22分)
 (説明10分、質疑10分、入替2分)
- 6.2.6. 革新炭素繊維基盤技術開発 14:01～14:23(22分)
 (説明10分、質疑10分、入替2分)
- 6.2.7. 熱可塑性 CFRP の開発 14:23～14:45(22分)
 (説明10分、質疑10分、入替2分)
- 6.2.8. 戦略・基盤研究 14:45～15:05(20分)
 (説明10分、質疑10分)

(入替・休憩 10分)

6.3. 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

- 6.3.1. 革新鋼板の開発(発表者:新日鐵住金(株)) 15:15～15:32(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.2. 革新的アルミニウム材の開発(発表者:(株)UACJ) 15:32～15:49(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.3. 革新的マグネシウム材の開発(発表者:(株)総合車両製作所)
 15:49～16:06(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.4. 革新的チタン材の開発(発表者:(株)神戸製鋼所) 16:06～16:23(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.5. 革新炭素繊維基盤技術開発(発表者:(国研)産業技術総合研究所)
 16:23～16:40(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.6. 熱可塑性 CFRP の開発(発表者:名古屋大学) 16:40～16:57(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.7. 接合技術開発(発表者:川崎重工(株)/住友電工(株)/新日鐵住金(株))
 16:57～17:14(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)
- 6.3.8. 接合技術開発(発表者:マツダ(株)) 17:14～17:31(17分)
 (説明10分、質疑5分、入替2分)

7. 全体を通しての質疑 17:31～17:45(14分)
 (入替・休憩5分)

【公開セッション】

8. まとめ・講評 17:50～18:05(15分)
9. 今後の予定、その他 18:05～18:10(5分)
10. 閉会 18:10

以上.

概要

最終更新日 平成 29 年 6 月 20 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 宮本一夫（平成 28 年 2 月～平成 29 年 6 月現在） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 佐藤隆行（平成 26 年 1 月～平成 26 年 5 月） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 松岡隆一（平成 26 年 1 月～平成 26 年 8 月） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 今西大介（平成 26 年 1 月～平成 29 年 6 月現在） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 寺田幸平（平成 26 年 6 月～平成 28 年 5 月） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 廣井政行（平成 26 年 8 月～平成 29 年 6 月現在） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 椎野裕（平成 28 年 6 月～平成 29 年 6 月現在） 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 齋藤英紀（平成 29 年 4 月～平成 29 年 6 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、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「平成 25 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>		
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「接合技術開発」</p> <p>(1)チタン／チタン連続接合技術の開発</p> <p>【第 1 期目標（平成 27 年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>【第 2 期目標（平成 29 年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・接合深さ：10 mm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（平成27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）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（平成29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）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

(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（平成27年度末）】

・接合強度：試験片の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140）の引張せん断荷重平均値以上または母材破断

・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（平成29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

(4) アルミニウム／CFRP 接合技術の開発

【第1期目標（平成27年度末）】

・接合強度：試験片の接合で、JIS-A 級（JIS Z3140）の引張せん断荷重平均値以上または母材破断

・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（平成29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

(5) 鋼材／CFRP 等樹脂接合技術の開発

【第1期目標（平成27年度末）】

・接合強度：母材破断

【第2期目標（平成29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

(6) 構造材料用接着技術の開発

【第2期目標（平成29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

研究開発項目②「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（平成27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（平成29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。

(2) チタン材連続一貫製造プロセス技術開発

【第1期目標（平成27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（平成29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。

(3) チタン新製錬技術開発

【第1期目標（平成27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（平成29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

・精錬プロセス設計指針を構築し、量産プロセスへの見通しを得る。

研究開発項目③「革新的アルミニウム材の開発」

(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発

【第1期目標（平成27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（平成29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

(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（平成27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（平成29年度末）】

・AlCl₃系イオン液体新合成法の開発および量産法の提示

・パイロットプラントによる実証実験

(3) 複層アルミ合金の開発

【第2期目標（平成29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

研究開発項目④「革新的マグネシウム材の開発」

(1) 易加工性マグネシウム材の開発

【第1期目標（平成27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（平成29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（平成27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（平成29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（平成27年度末）】

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

【第2期目標（平成29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（平成29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。

研究開発項目⑤「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（平成27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（平成29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

(2) 中高炭素鋼の解析・評価手法の開発

【第1期目標（平成27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（平成29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

研究開発項目⑥「熱可塑性CFRPの開発」

(1) 熱可塑性CFRPと金属材料との接合技術開発

【第1期目標（平成27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（平成29年度末）】

- ・平成27年度までに構築した異材接合データベースを基に、現行量産車において多用され一般的に用いられている接合方式（ボルト締結や接着接合）と同等以上の強度を達成するための要素技術及びその設計手法を確立する。また、最適な非破壊評価手法を確立する。

(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（平成27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（平成29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。

研究開発項目⑦「革新炭素繊維基盤技術開発」

- (1) 新規炭素繊維前駆体化合物の開発
 - 【第1期目標（平成27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（平成29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。
- (2) 炭化構造形成メカニズムの解明
 - 【第1期目標（平成27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。
 - (3) 炭素繊維の評価手法開発、標準化
 - 【第1期目標（平成27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（平成29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⑧「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（平成27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（平成29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
- (2) 共通基盤技術の調査研究
 - 【第1期目標（平成27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（平成29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

事業の計画内容	主な実施事項	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	
	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	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy
一般会計							
特別会計 (電源・需給の別)		3,959	4,760	4,300	3,708	3,720	20,447
開発成果促進財源		0	0	1,570	0	-	1,570
総予算額		3,959	4,760	5,870	3,708	3,720	22,017
(委託)		3,959	4,760	5,870	3,708	3,720	22,017
(助成) ：助成率△/□ (共同研究) ：負担率△/□							
開発体制	経産省担当原課	産業技術環境局 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】 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授：影山和郎					

	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）	<p>委託先：新構造材料技術研究組合（参加40社） 東レ、神戸製鋼所、新日鐵住金、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、田中貴金属工業、セメダイン、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、三菱ケミカル、東洋紡、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、カドコーポレーション、スズキ、三菱自動車工業、日産自動車、トヨタ自動車、東邦テナックス、アイシン精機、小松製作所、共和工業、SUBARU</p> <p>再委託先：サンスター技研、戸畑製作所、ミリオン化学、アート 1、木ノ本伸線、東レエンジニアリング、名機製作所、大成プラス、物質・材料研究機構、宇宙航空研究開発機構、日本マグネシウム協会、茨城県工業技術センター、福井県、石川県、広島県立総合技術研究所、総合科学研究機構、ファインセラミックセンター、大阪大学、近畿大学、大阪府立大学、名古屋大学、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、佐賀大学、九州大学、岩手大学、長岡技術科学大学、芝浦工業大学、神戸大学、山形大学、金沢工業大学、茨城大学、静岡大学、兵庫県立大学、トヨタテクノクラフト、ヒロテック、東京農工大学、帝京大学、中部大学、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</p>			
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う。また定期的なステージゲート審査により、テーマごとに事業化に向けた研究開発支援を行う。				
中間評価結果への対応	第1回中間評価の指摘事項を踏まえ、企業間でシナジー効果生まれるよう連携強化する等、研究開発マネジメントに反映させている。また、成果の実用化・事業化を加速するために、ユーザー側企業と連携強化するとともに、成果の著しいテーマについてプロジェクトからの早期卒業を促している。				
評価に関する事項	事前評価	平成26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：平成27年10月実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部			
	事後評価				
Ⅲ. 研究開発成果について	※◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達				
	高強度高延性中炭素鋼の開発 [テーマ番号22]	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
		高強度高延性中炭素鋼の開発	炭素量0.4%以上、Mn量10%以下で、強度1.5GPa以上伸び20%以上	0.4C-2Mn鋼にベイナイト中のセメントライト形成防止、残留γの微細化により、TS1.5GPa-EL20%を実現した。	
	中高炭素鋼の解析・評価手法の開発	炭素濃度の定量化技術のI-PARCの高輝度中性子ラインへ展開するための基盤技術構築	中性子Bragg Edge解析の解析精度の改善を行った。また、炭素解析の空間分布解析技術を構築した。		○
	軽元素の効率的な利用による革新鋼材の開発 [テーマ番号23]	革新鋼材の開発	稀少元素添加量10wt%未満で、引張強度1.5GPa以上、伸び20%以上を有する中高炭素鋼の材料設計と組織制御。	高炭素単純組成鋼をベースに軽元素を添加した小ロットサンプルを試作。加工熱処理による組織制御、組織解析、引張特性評価、等を実施し、引張強度1.5GPa、伸び15%以上を可能とする中高炭素鋼の理想組織を提示。さらに、引張強度1.8GPa、伸び13%以上を可能とする軽元素を明らかにした。また、革新鋼材の実用性能評価のため、高強度鋼の耐食性および加工性評価方法の開発に取り組んだ。	◎
		その場観察装置の開発	その場観察装置の改良と中高炭素鋼の中高温度域での挙動の観察。	500~1200℃の温度域における、非歪イオン(SIM)像観察とESBD解析が可能な複合解析装置を開発し、中・高温域における変態・逆変態挙動および粒界移動その場解析に成功。さらに、粒界・粒内に存在する軽元素の役割の把握のため、高分解能TEM試料作成向けに、狙いのミクロンレベルエリアに限定して極薄膜領域を作成できる装置を導入し、サンプルの作製技術の高度化技術を確立した。	◎
	鋼板開発 解析・評価手法開発 [テーマ番号24]	鋼板開発	TS≧1.5GPa、El≧20%(TS・El≧30,000)	TS≧1.5GPa、El≧19%まで到達	◎
		解析・評価手法開発	炭素の分析下限が20ppm(点分析) 鋼組織の3D評価	炭素濃度既知の試料をN=16回繰り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	○
	中高炭素鋼・大炭素鋼の複層鋼板の開発 鋼/非鉄合金複層化の検討 [テーマ番号25]	中高炭素鋼・大炭素鋼の複層鋼板の開発	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：平成27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/非鉄合金複層化の検討	中高炭素との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：平成27年度終了のFSテーマ]	鋼とMg合金の接合を可能とする条件を導出	△

	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
複層鋼板の界面構造解析と特性調査 [一丁目番号]9	複層鋼板の界面構造解析と特性調査	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：平成27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	○
	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変形挙動・き裂進展率の解明 [第一中間目標：平成27年度終了のFSテーマ]	その場引張装置を用いた実験により、マルテンサイト鋼の変形挙動・き裂進展率を解明	○
	複層鋼板の界面接合モデル・水素拡散モデル(プロトタイプ)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：平成27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、モデル比較対の評価およびFEMによる解析モデルを構築	○
[一丁目番号]10 局所腐食電位計測技術開発	微小電気化学計測技術開発	μmレベルの微細組織の腐食挙動解析技術確立	本テーマは平成29年度より開始したため現時点では成果なし	△
	局所構造解析技術開発	μmレベルの微細組織の腐食生成物解析技術検討	本テーマは平成29年度より開始したため現時点では成果なし	△
	局所腐食電位計測技術開発	μmレベルの微細組織の腐食電位解析技術検討	本テーマは平成29年度より開始したため現時点では成果なし	△
[一丁目番号]11 超強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基礎技術開発	超強度薄鋼板の水素脆化に関する研究基礎技術開発	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	平成29年度の計画を立案し研究に着手	△
	高強度・高靱性アルミニウム合金の開発	引張強さ ≧ 750MPa 耐力 ≧ 700MPa 伸び ≧ 12% ラボスケール	押出材・板材ともに中間目標値を達成した。新プロセス導入により、最終目標値達成の指針を得た。	○
[一丁目番号]12 アルミニウム材料製造プロセス技術開発	連続電析技術	量産技術確立のため、パイロットプラントの構築し、実証試験を開始する。	地金をA1溶の状態での連続的に製造する試験用設備の仕様を検討し、基本構成を決定した。連続電析時に見られる不均一な電析の原因を、多段階電析実験によって調べた。浴面付近での電析を避けることで、均質なA1膜を連続的に電析することが可能と考えられる。	×
	表面の平滑化	平滑性向上の技術確立(添加剤、基板素材、電析条件等)。	パルス電解法により、電解条件が電解A1溶の平滑性および成膜速度に及ぼす影響を検討。浴温の上昇によって、電解A1溶の膜厚および成膜速度は増加し、特に、電流密度158 mA/cm ² およびduty比0.5の時、成膜速度は1.064 μm/min-1を示した。	△
	無水AlCl ₃ 新製法	AlCl ₃ 系イオン液体の大量合成法を開発、提案する。	AlCl ₃ を、ボーキサイト由来のAlCl ₃ ・6H ₂ Oから合成する手法を検討したが成功しなかった。一方、疎水性イオン液体を利用した溶媒抽出法により、イオン液体中にAl(III)が導入され、そのイオン液体中において電析したところ、Alを含む電析物が得られた。	×
	共析の制御①	再生Alを利用可能とする。	鋳物級A1ノードから高純度Alの回収を試み、Siの除去能を見出した。	△
	共析の制御②	連続電析によるAl合金製造法を確立する。	カソード電極上に不純物濃度10 ppm以下のA1析出を確認。高融点金属(Nb, Ta)をSmass%以上含む合金を製作。	○
[一丁目番号]13 複層合金製造技術の開発	複層合金設計、組織解析・制御技術の開発	ラボサンプルでの成形前の伸び(20%以上)、成形・熱処理後の耐力(600MPa以上)の両立	伸びと強度のバランスを向上させ、第二中間目標達成する目処を得た。	△
	複層合金製造技術の開発	ラボサンプルでの積層アルミ合金板の製造制御指針の提示	開発合金を用いて、板幅100mmの製造条件を把握した。	△
	①易加工性マグネシウム合金材の開発	引張強度：270MPa以上、伸び：20%以上、難燃性：AZX311以上、押出速度：A6N01以上の特性を示す押出材を製作するための合金設計技術を開発	特定の組成の合金を押出速度60mm/minの高速で押出しすると、押し下り材、T6処理材とも目標値を上回る特性を示すことを試験片レベルで確認	○
	②高強度マグネシウム材の開発	引張強度：360MPa以上、伸び：15%以上、難燃性：AZX311以上の押出材および圧延材を製作するための合金設計技術を開発	特定の組成の合金を特定の条件で加工すると、上記の特性を満足する押出材、圧延材を製作できることを試験片レベルで確認	○
	③マグネシウム材の評価手法(難燃性・耐食性)の確立	Mg-Al-Ca-Mn系合金の発火特性、腐食特性のデータベース構築・標準化	発火特性に関しては、添加元素の濃度が発火特性に及ぼす影響をデータベース化し、発火試験の標準化作業に提供した。腐食特性についてはCa添加が腐食特性に及ぼすメカニズム(特に熱処理の影響)を明らかにした。	△
④難燃性マグネシウム合金の疲労特性及び衝撃変形特性データベースの構築	新たに開発した難燃性マグネシウム合金展伸材の疲労特性及び衝撃変形特性を取得し、データベースを構築する。	疲労特性については、複数の変形モードを対象として、開発した合金(母材・MIG継手)の疲労特性の調査を実施、衝撃変形特性については、特定の合金を対象として、衝撃変形特性や衝撃靱性の取得を実施	△	
⑤新難燃性マグネシウム合金部材の設計指針の構築	疲労試験により得た適用可能なマグネシウム材料のクライテリにより、高速車両構体断面を対象とした疲労試験構体の基本設計を行う。	シミュレーションによる構体輪切り3次元FEMモデルを作成し、気密荷重負荷時の静強度解析と座屈固有値解析を行い、最大荷重(内圧6.4 kPa)負荷時に塑性変形や座屈変形が生じないことを確認した。また、上記輪切りモデルを車両長手方向につなげた一両モデルにより、構体曲げ剛性を検証し、形状を最適化した。	△	
[一丁目番号]14 易加工性マグネシウム材(押出材)の開発	易加工性Mg材(押出材)の開発	引張強さ270MPa以上、伸び20%以上、AZX311同等以上の難燃性、A6N01合金同等以上の押出速度を達成する押出材を開発	開発合金組成(AX41合金)にて、左記目標値を達成する押出材製造プロセス技術をラボレベルで実証	○
	高強度Mg材(厚板)作製の基礎的検討	・A7N01合金と同等以上の熱的安定性・機械的特性を有する引張強さ360MPa以上、伸び15%以上の厚板材(板厚6mm)を製作するための鍛造、圧延手法調査 ・中板材(板厚3mm)は高強度高延性を有する幅広材(板幅300mm)を製作し、工業化と標準化を加速させる。	・板厚6mm材は圧延スケジュールのチューニングにより引張強さ360MPa、伸び12%を得て目標達成に目処を立てた。 ・板厚3mm材では、実機を用いて板幅300mmにおいて引張強さ357MPa、伸び14%を得た。板幅を500mmまでスケールアップし、更なる幅広化に着手した。	◎
	高強度難燃性新合金の開発	・引張強さ ≧ 360MPa ・伸び ≧ 15% ・AZX311と同等以上の難燃性	ダブルロール鍛造したAX815合金にて圧延プロセス条件(圧延温度、圧下率、熱処理温度など)を適正化することにより圧延材で目標値を上回る特性を示すことを試験片レベルで解明。パイロット機での目標達成に目途付け	○
[一丁目番号]15 高強度マグネシウム材(圧延材)の開発	高強度マグネシウム材の開発	引張強度：360MPa以上 伸び：15%以上 難燃性：AZX311以上 を満足する合金の開発	引張強度：360MPa 伸び15%以上 難燃性：AZX311以上の特性を発現する合金を開発した	○

	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
難燃性マグネシウム合金の耐食技術の開発 [一丁一番号9]	暴露試験	大気暴露試験3年目と追加試験のデータを取得。データ整理の実施。 新たに既存合金のみならず平成28年度の新規開発合金も評価開始する。	既存マグネシウム合金の3年目の暴露試験板を回収し、評価と共に平成28年度には新規開発合金の暴露試験を開始した。	△
	難燃性マグネシウム合金の塗装処理膜の耐腐食促進試験法の選定 難燃性マグネシウム合金の塗装処理膜の最適化	平成28年度の新規開発合金を母材として表面処理膜(化成処理・塗装膜)の最適(CCT20分、SST 500時間)を達成する。 また、接合部位の腐食性評価も実施する。	腐食促進試験法の策定は平成26年度で終了。平成27年度からは策定試験方法ならびに既存難燃性マグネシウム合金上でCCT20分、SST500時間の最適化を実施。 平成29年度は新規開発マグネシウム合金への適正化、並びに合金接合部(複数の接手法)での評価を開始する。	△
	難燃性マグネシウム合金の陽極酸化皮膜系塗装下地処理膜の性能評価及び表面処理材の暴露試験評価	開発合金を含めた陽極酸化膜の種々の腐食促進試験とその評価、および暴露試験の3年目の評価のまとめ。	既存マグネシウム合金の陽極酸化膜の種々の腐食促進試験において480時間までの腐食面積の評価を実施。また、平成27年度回収の暴露試験板に於ける腐食減量、浸食深さ等のデータ確認を実施。	△
	難燃性マグネシウム合金表面処理材の耐食メカニズムの解明	陽極酸化および化成処理皮膜の形成および耐食メカニズムの解明。	腐食メカニズムの解明はほぼ終了。屋外大気暴露における、各種促進暴露との挙動の違いや、暴露条件差での腐食挙動についても究明。今後、新規開発合金について腐食速度差の究明及び化成処理の組成と耐食性の関係を究明中。	△
難燃性マグネシウム合金の接合技術の開発 [一丁一番号20]	①TIG溶接技術の確立	開発合金を用いて継手効率70%以上を達成する接合技術の構築。	アルミニウム合金の施工法との比較により、大まかな接合条件範囲を明らかにした。平板突合せ継手では、継手効率70%以上を達成した。	○
	②MIG溶接技術の確立	開発合金を用いて継手効率70%以上を達成する接合技術の構築。 開発合金を用いて部材を製作するための接合技術の構築。	板材突合せ溶接における接合条件範囲や課題を明らかにした。平板突合せ継手では、継手効率70%以上を達成した。	○
	③摩擦攪拌接合(FSW)法の開発	開発合金を用いて継手効率70%以上を達成する接合技術の構築。 開発合金を用いて部材を製作するための接合技術の構築。	アルミニウム合金の施工法との比較により、大まかな接合条件範囲や課題を明らかにした。平板突合せ継手では、継手効率70%以上を達成した。	○
	④非破壊評価技術の開発	各種接合法(MIG、FSW)の接合品質モニタリングの確立と生産への適用における可能性の明確化。	FSW法およびTIG溶接の接合品質モニタリングが可能となり、接合長が伸びた場合の計測法を開発した。	○
	⑤アルミ/マグネ合金の異材接合技術(FS)	アルミニウム合金製車両構体での継手効率と同等の70%以上の継手が得られる可能性を検証する。	MIG、TIG、FSWなどの各種接合法で接合トライを行った結果、継手効率が上がらず、その原因が高い入熱による金属間化合物であることがわかった。	○
Mg合金の性能・信頼性に関するMIシステム適用時の対象性能・対象部材の絞り込み 用技術開発(5年研究) [一丁一番号21]	①MIシステム適用に必要な技術データベース及び予測モジュールの具体的な内容の検証	鉄鋼材料(BCC金属)やアルミ合金(FCC金属)用に作製された各種モジュールの新難燃性マグネシウム合金(HCP金属)への適用可能性を明らかにする。	平成29年度開始のFS研究であり、全体計画に記載の計画に沿って、調査を遂行する予定である。	△
	②マグネシウム合金へのMIシステム適用時の対象性能・対象部材の絞り込み	難燃性マグネシウム合金の信頼性データの取得に際してMIシステムの適用が望まれる性能・部材に関する情報を抽出する。	平成29年度開始のFS研究であり、全体計画に記載の計画に沿って、調査を遂行する予定である。	△
	③マグネシウムに関する計算科学手法の研究開発状況の調査	文献調査等により、国内外のマテリアルズインテグレーション及び計算科学を利用したマグネシウム研究開発動向を明らかにする。	平成29年度開始のFS研究であり、全体計画に記載の計画に沿って、調査を遂行する予定である。	△
チタン一貫製造プロセス技術開発 [一丁一番号10]	1.チタン低廉原料の溶解脱酸技術の開発	脱酸溶解を実現する実機プロセスの技術課題明確化。(酸濃度:300ppm以下)	低廉原料の模擬した初期酸濃度の原料を目標値(300ppm)以下に脱酸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。	○
	2.一貫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	一貫製造プロセスと、現行材比で強度20%向上させる材料を量産実現するための課題抽出。	一貫製造プロセスのコンセプトを実現するプロセスフローを抽出した。現行材比で強度20%向上させる材料を実験で検証した。	○
チタン薄板の革新的製造技術開発 [一丁一番号11]	高効率チタン薄板製造技術開発	・高機能化チタン薄板を試作し、引張強度・延性バランスを現行材より20%向上 ・工業的に薄板を製造するプロセスの提案	・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。高機能化のための材料選定を行い、薄板の試作評価を実施中。 ・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	△
	チタン新製錬技術開発	有望シーズ技術の実用化にむけた課題検討を行い、製錬プロセス設計指針を提案	・2価チタンイオンを含む塩からのチタン電析技術において、電極表面にチタン膜を平滑に析出させ、さらに、チタン膜を電極から剥離して回収できる条件を把握。 ・チタン管製造プロセスの要素技術を実験室規模で確立	○
チタン高品質スポンジ製造 [一丁一番号12]	高品質スポンジチタン高効率製造プロセス技術の開発	平成27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、工業化のための問題点を抽出	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、効果と問題点を検証した	△
革新的炭素繊維製造技術開発 [一丁一番号13]	(1)新規炭素繊維前駆体化合物の開発	新規炭素繊維前駆体化合物から異形状炭素繊維を製造するための基盤技術を確立する。	中空繊維や大径単糸など、新規前駆体化合物の特徴を生かした各種異形状炭素繊維の作製に成功した。異形でありながら、伸びが1.7%に達するものなど、特徴ある繊維が得られている。	○
	(2)炭化構造形成メカニズムの解明	マイクロ波により太繊維前駆体繊維の炭素化を可能とするため、炭素繊維構造の形成過程と機械特性との相関解明を進め、炭素化条件の最適化を図る。	PAN系前駆体繊維を用いたマイクロ波加熱によるラジックの炭素化実験において、引張弾性率250GPaを示す炭素繊維の製造に成功している。この技術を確立する過程で、マイクロ波の照射方式や照射過程に関わる前駆体繊維の加熱メカニズムやそれによる構造の形成過程を精緻に解析する新たな分析評価法が開発された。	○
	(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。	繊維単体からコンジットまで、各種特性を精度良く評価するための試験法を新規に開発し、標準化・規格化を提案した。革新炭素繊維に樹脂を含浸させて一方CFRPを製作した。	○

	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・応用加工技術の開発 【テーマ番号21】	(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。 ・試験法標準化の道付けを実施。 ・成形プロセスも扱う力学モデルの高度化を行い、CAE解析ソフトに組み込む。	・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、実測データとの突合せにより、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。	・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。	・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。	・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次元モデルを作成し、検証した。	○
熱可塑性CFRPの開発及び構造設計・加工技術の開発 【テーマ番号22】	①熱可塑性CFRPと金属材料との接合技術開発	現行のスチール製量産車と同等の接合部強度の実現 接合部強度予測結果と、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/分を表現する指針の策定と供試体による検証	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部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	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、クラッシュカンを成形し、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	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	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、これまで実現されなかった構造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、	○
	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した、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	開発した中間基材で800ト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	○
	アルミニウム/CFRP接合技術の開発 【テーマ番号23】	プロセス開発	Al/熱硬化CFRPのFLJでCFRP母材破壊レベル	①接合ポテンシャル把握 ・接合部短時間昇温可能 Al/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		Al/熱硬化CFRPのFLJでCFRP母材破壊レベルとなるCFRP設計	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		Al/熱硬化CFRPのDB構築	④適正接合条件設定 Al/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	△
熱可塑性CFRPの溶接技術の開発 【テーマ番号24】	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	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	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。	○

	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
中高炭素鋼の革新的接合技術の開発 [一丁一丁番号(3)]	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	モデル部材を製作し、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	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明(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	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	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	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解明(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	—
	FSW法の開発 [一丁一丁番号(4)] PIMによる炭素鋼/SW技術の開発	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	開発材を想定した中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	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製作し、接合継手の引張強さが母材強度の70%以上を達成見込み。	△
アルミニウム/CFRP点接合技術 [一丁一丁番号(5)] アルミニウム/鋼板点接合技術 異材接合部の評価解析	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/主要量産課題の明確化 ・アルミニウム/CFRP点接合に特化した摩擦攪拌点接合ロボットの仕様決定	・CFRP製リフトゲートを用いた接合実験で量産時に想定される外乱(板間隙、治具精度、スプリングバック等)に対する余裕度を確認した。 ・研究成果を織り込んだ接合装置の構想設計を完了した。	△
	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/主要量産課題の明確化	・1000MPa級超ハイテンとの接合でも接合強度の目標を達成できた。	△
	異材接合部の評価解析	・電食に対する防錆技術の確立 ・熱歪み解析手法の運用	・シーラー類の防錆効果の評価方法を決定した。 ・接着剤、CFRPなどをモデル化し、熱歪みを定量的に予測可能にした。	△
	高遮音アルミパネルと高減衰接着剤の仕様決定	・車体部材適用時の部材性能/品質/コストの明確化	・遮音効果最大化のための音響CAEを完了。 ・熱可塑性樹脂の添加による温度範囲拡大の可能性を見出した。	△
	異材点接合の適用研究(H28年度からテーマ化)	・マルチマテリアルドアの構想設計(構造検討、重量とコストの概算) ・CFRP複合成形の技術課題抽出	・マルチマテリアルドアの基本構造、材料等を決定した。 ・CFRP(芳香族ポリアミドベース)のCAE用材料データを取得した。	△
中高炭素鋼/中高炭素鋼のフュージョンボンド接合技術の開発 [一丁一丁番号(6)]	(1-1) ツール素材の開発	耐熱衝撃などを考慮したツール素材の最適化を図る。	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。	窒化物膜の組成改良により、耐摩耗性、耐酸化性、耐衝撃性を改善。 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	1.2 GPa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。	ツール形状の改良により、1.2 GPa級鋼板、1.5 GPa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	1.2 GPa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改良する。	1.2 GPa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	1.2 GPa級鋼板に最適化された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。	1.2 GPa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。	1.2 GPa級0.45C鋼のFSW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。	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	1.2 GPa級鋼板の接合部の金属組織の詳細観察。	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1.2 GPa級鋼板の接合挙動の把握。	1.2 GPa級鋼板について金属箔トレースにより接合中の界面の挙動を把握。	○
鋼材/CFRP等樹脂材料の接合技術開発 [一丁一丁番号(7)]	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 ・電食による接合部腐食の評価手法の確立	・継手要素試験、析構造体、それぞれにおいて終局時の破	○
		・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	・鋼とCFRPを最適に部材配置した複合I桁構造と複合柱構造を開発した。複合柱構造の中間部の単位長重量は同じ耐荷力の鋼柱構造の3/4であった	○
鋼材/CFRP等樹脂材料の接合技術の開発 [一丁一丁番号(8)]	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	①実証機でTi材 (Ti-6Al-4V合金) を接合深さ10mm以上接合可能なことを確認。 ②厚み2mmの炭素鋼において、ロボットFSW装置により線接合可能なことを確認。	○
	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	①Ti材 (Ti-6Al-4V合金) において、母材強度の97%の引張強度を有する接合材が得られることを確認。 ②母材強度1.2GPaのTRIP鋼において、母材強度と同じ(100%)の引張強度を有する接合材が得られることを確認。但し、素材厚みはISMA共通鋼で統一した1.4mm。	◎
	FSWツール開発	①Ti材接合深さ：10mm以上の実証	Ti材 (Ti-6Al-4V合金) において、接合深さ10mmを無欠陥接合可能なことを確認。	◎
革新的新構造材料等研究開発 [一丁一丁番号(9)] 水和物炭素鋼/炭素鋼の接合技術の開発	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	・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、水和物炭素鋼のための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 (FSW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。	○	

	研究開発項目	第二中間目標 (平成29年度末)	研究開発成果	達成度
中鋼炭素鋼・中鋼炭素鋼の摩擦接合共通基盤研究 [テーマ番号46]	①両面複動式(フラット)摩擦 摩擦接合法の開発(ISMA、新 日鐵住金、阪大)	装置を導入し、強度1.2GPa級中高炭素鋼で、引張せん断継手効 率70%以上の手法確立。	両面複動式摩擦摩擦接合法装置の設計した。	△
	②線形摩擦摩擦接合法の開発 (ISMA、新日鐵住金、阪大)	厚さ5mm以下の強度1.2GPa級の中高炭素鋼で、母材強度の70% 以上を得る。	界面近傍に大きなひずみを導入できる線形摩擦摩擦接合法を開発す るとともに、厚さ3mm以下の継手作製に成功し、第2期の目標を達 成した。	◎
	③X線透過装置を用いた摩擦 摩擦接合の塑性流動基礎解析 (JFEスチール、阪大)	摩擦接合部の塑性流動に関する基礎データを取るとともに、 ツール形状の影響を調査する。	塑性流動分布について調査し、流動層ではツール近傍と摩擦接合部の端 を除いて角どひずみを受けないことを明らかにした。	○
	④継手特性に及ぼす金属組織 の影響解明(新日鐵住金、JFE スチール、神戸製鋼所、阪大、再 委託先)	S35C、S45C、S55Cなどの共通中高炭素鋼試料を用いて摩擦接 合を実施し、継手特性の評価を行い、組織等との関連を調 査する。	共通中高炭素鋼試料の摩擦摩擦接合を実施し継手の評価を行い、組 織との関連を調査した。	○
	⑤ツール設計によるFSW特性向 上技術の基礎検討(神戸製鋼 所、再委託先)	ツール形状を最適化し、最適なツール材質を検討する。	ツール形状の僅かな変更でも摩擦能力向上への効果が大いことを 明らかにした。	○
	⑥溶接残留応力の影響解明(新 日鐵住金、再委託先)	摩擦摩擦接合の実験手との整合性を検証し、CAE解析精度の向 上を図る。	摩擦摩擦接合の残留応力・組織分布解析技術を確立した。	○
	⑦摩擦摩擦接合の数値解析技術 の開発(新日鐵住金、再委託 先)	摩擦摩擦接合を実施するとともに、粒子法を用いた提案モデ ルの精度を向上させ、塑性流動を予測する。	ツールの挿入プロセスにおけるツール形状および挿入角度の影響の モデル化を行った。	○
構造物用接合 技術の開発 [テーマ番号53]	接着性能	引張せん断強度 10MPa 以上	未実施	△
新構造材中の技術・研究戦略 [テーマ番号29]	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。[平成26年度で終 了。平成27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向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物用接合技術を新 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。	○
技術動向調査 分析 [テーマ番号30]	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 [平成26年度で終 了。平成27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。	△
炭素繊維および新規フィ ブライドに関する調査 [テーマ番号31]	炭素繊維および新規フィ ブライドに関する調査	マトリックス材料としての最近の動向および課題抽出 [平成26年度で終了]	CFRTPの自動車用途展開について可能性と課題を集約し た。	○
	異種材料接合に関する調査	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 [平成26年度で終了]	熱可塑性樹脂をマトリックスとした際の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 接着剤を使用しない接合技術の初期調査を実施した	△
共通基盤技術の研究調査 [テーマ番号32]	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。[平成2 6年度で終了。平成27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 [テーマ番号41]	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。平成27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。	○
	発泡アルミニウムの加工技 術の研究開発	バブル加工の優位性を考察 [第一期中間目標。平成27 年度終了テーマ]	気孔率の分布の意図的な導入と微細制御方法を確立した。	○
新たな研究分野の設定 [テーマ番号21]	新たな研究分野の設定	FS課題の策定	総計5課題(中性子、接着技術、腐食、マグネMI、マルチ マテリアル設計)提案	○
	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	後半検討課題案の策定	△
計測解析技術 [テーマ番号43]	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	破壊制御理論の基礎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。	△
	1.5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。	△
中性子線を用いた計 測精度の明確化 [テーマ番号44]	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。[平成28年度末目標。平成28年度終了テーマ]	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。[平成28年度末目標。平成28年度終了テ ーマ]	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。	○
構造用接合技術に 関する調査 [テーマ番号45]	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	接着接合機構解明のための手法を検証する	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。	○
	検査手法の検討	その適用可能性を検証	実プロセスに適用可能な検査技術の絞り込みを行った。	○
マルチマテリアル設計技術 [テーマ番号49]	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 等につき検証を行う。		△
	中性子等量子ビームを用いた 構造材料、接合・接着部の解 析手法の確立と材料開発への 適用 [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・接着部の解 析手法の確立と材料開発への 適用	鉄鋼試料等の作製と小角散乱、ブラッグエッジ、回折等の測定 ならびに測定方法の立案を行う。	△
中性子等量子ビームを用いた 構造材料、接合・接着部の解 析手法の確立と材料開発への 適用 [テーマ番号52]	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	新規小型中性子装置のための設置場所を整備し、主要な構成 機器を導入するとともに、次年度以降に導入する機器の詳細仕 様を決定する。	平成29年度に導入する機器の多くの仕様を決定するとともに、設置 場所の整備計画の策定を行った。また次年度導入の機器の仕様決 定に着手した。	△
	中性子構造材料解析ネット ワークの構築	平成31年度より実施する。		-

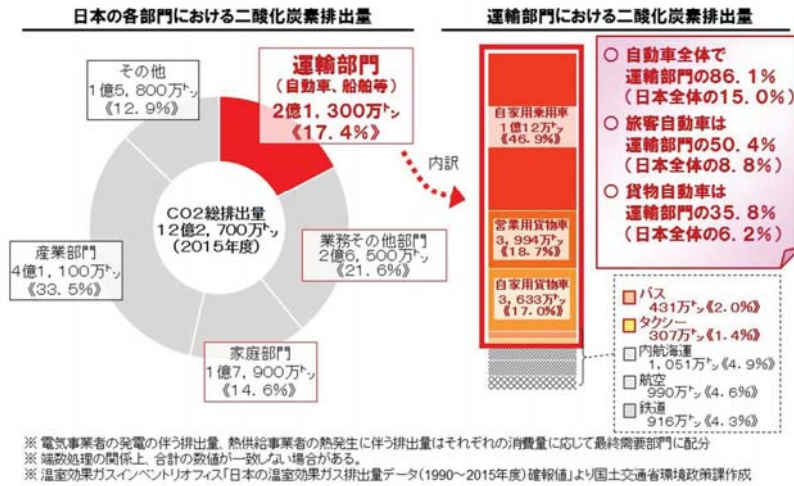
	投稿論文	「査読付き」113件、「その他」35件
	特許	「国内出願」130件、「外国出願」24件、「PCT出願」30件 特記事項：
	その他の外部発表 (プレス発表等)	996件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	本中間評価の平成29年度の間目標はほとんどのテーマで達成見込みであり、一部テーマでは最終目標を前倒しで達成している。テーマによっては開発材料のサンプル出荷を開始しており、またプロジェクトを早期に卒業し実用化ステージへの移行を宣言したテーマもある。	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成26年3月 作成
	変更履歴	平成28年2月 改訂

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

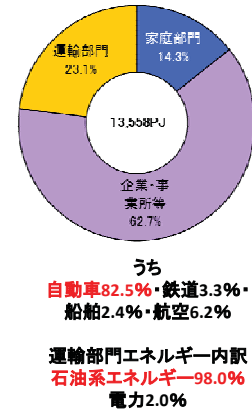
◆ 事業実施の背景

- 国内年間CO₂排出総量は約12億トン。うち運輸部門は約17% (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15% を排出している。
- 国内のエネルギー消費量は1.4万PJ。うち運輸部門は約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

運輸部門における二酸化炭素排出量 (内訳)



最終エネルギー消費の構成比 (2014年度)

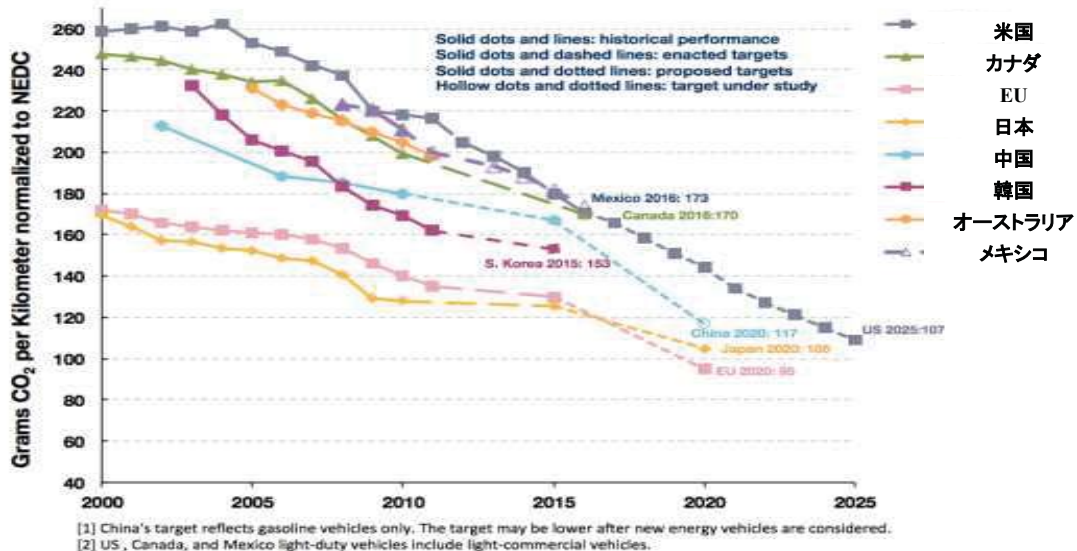


(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

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

主要地域の燃費規制動向 (CO₂排出量、g/km)



出典: ICCT (International Council on Clean Transportation)

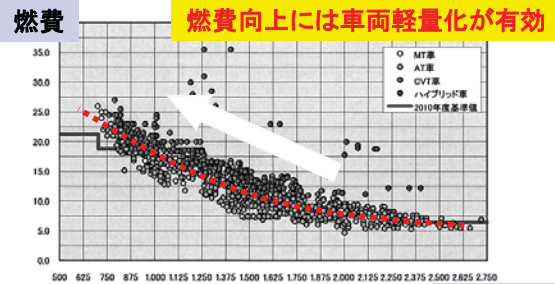
1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

輸送機器(次世代自動車・航空機・高速鉄道)の燃費向上に向けた部素材開発

- 1. 各部素材を適材適所に使うマルチマテリアル化による最適設計・軽量化推進が国際的なトレンド。
- 2. マルチマテリアル化に伴う異種部素材の接合技術が重要に。

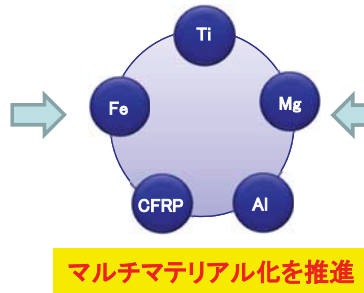
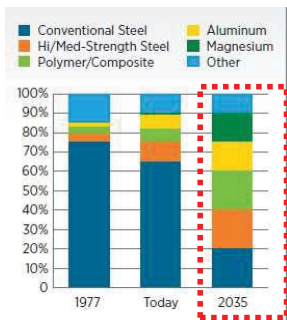
車両重量と燃費の関係

出典:国土交通省



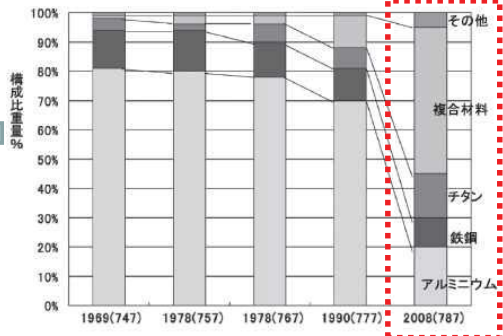
車両重量

次世代自動車における各部素材の使用比率



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

次世代航空機における各部素材の使用比率



ボーイング社における民間旅客機機体構造材料の推移

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

エネルギー消費、CO₂排出量削減
部素材/ユーザー産業の国際競争力強化

輸送機器の抜本的軽量化(半減)

構造材料の開発

鋼材、Al、Mg、Ti、CF、CFRP

- ・高強度
- ・高延性
- ・信頼性
- (疲労特性、不燃性、耐食性、耐衝撃性等)

接合・接着、

マルチマテリアル設計技術開発

- ・部位ごとの最適材料・形状設計
- ・同種/異種材料の、組合せに応じた最適接合/接着手法提案

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
①「接合技術開発」	(1)チタン/チタン連続接合技術の開発	●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	●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	<p>輸送機器の製造では、高強度材の同種接合や、マルチマテリアル化に必要な異種接合の需要が高いものの、現状では、接合強度やコストの面で実用的な技術が十分に確立されていない。例えば自動車の次世代構造材として期待される中高炭素鋼(C>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撹拌接合も、中高炭素鋼やチタン材に対しては、撹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。</p> <p>鋼材/アルミ、鋼材/CFRP、アルミ/CFRP等のマルチマテリアル化で鍵となる異種接合では、低融点側材料の劣化、接合部での脆い金属間化合物の生成、線膨張係数の違いによる歪みの発生、電食など、多くの問題点が残されている。</p>
	(2)中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発	●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70% ●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%	●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70%以上 ●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	
	(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:試験片の接合で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値以上または母材破断 ●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	●高減衰接着剤の仕様決定 ●電食に対する防錆技術の確立	
	(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-Z3140)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	●高減衰接着剤の仕様決定 ●電食に対する防錆技術の確立	
	(5)鋼材/CFRP等樹脂接合技術の開発	●接合強度:母材破断	●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	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
①「接合技術開発」	(1)チタン/チタン連続接合技術の開発	●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	●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	<p>輸送機器の製造では、高強度材の同種接合や、マルチマテリアル化に必要な異種接合の需要が高いものの、現状では、接合強度やコストの面で実用的な技術が十分に確立されていない。例えば自動車の次世代構造材として期待される中高炭素鋼(C>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撹拌接合も、中高炭素鋼やチタン材に対しては、撹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。</p> <p>鋼材/アルミ、鋼材/CFRP、アルミ/CFRP等のマルチマテリアル化で鍵となる異種接合では、低融点側材料の劣化、接合部での脆い金属間化合物の生成、線膨張係数の違いによる歪みの発生、電食など、多くの問題点が残されている。</p>
	(2)中高炭素鋼/中高炭素鋼接合技術の開発	●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70% ●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%	●スポット接合技術開発 接合強度:厚み1.5mm、強度1.2GPa以上の中高炭素鋼で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値の70%以上 ●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	
	(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:試験片の接合で、JIS-A級(JIS-Z3140)の引張せん断荷重平均値以上または母材破断 ●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	●高減衰接着剤の仕様決定 ●電食に対する防錆技術の確立	
	(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-Z3140)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	●高減衰接着剤の仕様決定 ●電食に対する防錆技術の確立	
	(5)鋼材/CFRP等樹脂接合技術の開発	●接合強度:母材破断	●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	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
②「革新的チタン材の開発」	(1) 精錬・溶解・熱延工程を革新的に短縮した高機能チタン薄板製造技術開発	(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	(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。	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	(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低コスト材料の溶解・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	(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低コスト材料の溶解・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。	
	(3) チタン新製錬技術開発	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	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 ・精錬プロセス設計指針を構築し、量産プロセスへの見通しを得る。	
③「革新的アルミニウム材の開発」	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発	・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	・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	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	・電解条件の確立 ・電析メカニズムの解明	・AlCl ₃ 系イオン液体の大量合成手法の確立 ・パイロットプラントによる実証実験	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
②「革新的チタン材の開発」	(1) 精錬・溶解・熱延工程を革新的に短縮した高機能チタン薄板製造技術開発	(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	(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。	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	(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低コスト材料の溶解・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	(a) スクラップチタンやチタン鉱石などのチタン低コスト材料の溶解・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。	
	(3) チタン新製錬技術開発	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	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 ・精錬プロセス設計指針を構築し、量産プロセスへの見通しを得る。	
③「革新的アルミニウム材の開発」	(1) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発	・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	・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	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	・電解条件の確立 ・電析メカニズムの解明	・AlCl ₃ 系イオン液体の大量合成手法の確立 ・パイロットプラントによる実証実験	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
④「革新的マグネシウム材の開発」	(1)易加工性マグネシウム材の開発	・レアース添加無し ・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	・レアース添加無し ・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	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。
	(2)高強度マグネシウム材の開発	・レアース添加無し ・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	・レアース添加無し ・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	・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火メカニズムおよび腐食メカニズムの解明と評価手法の導出	・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火特性、腐食特性に関するデータベース構築	
⑤「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% ・引張強度:1.2GPa ・伸び:15%以上	・レアメタル添加量:10wt%未満 ・引張強度:1.2GPa以上 ・伸び:20%以上	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	・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	・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	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

研究開発項目	研究開発項目	研究開発目標		根拠
		【中間目標(平成27年度末)】	【中間目標(平成29年度末)】	
④「革新的マグネシウム材の開発」	(1)易加工性マグネシウム材の開発	・レアース添加無し ・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	・レアース添加無し ・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	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。
	(2)高強度マグネシウム材の開発	・レアース添加無し ・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	・レアース添加無し ・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	・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火メカニズムおよび腐食メカニズムの解明と評価手法の導出	・既存の難燃性マグネシウム合金を対象として、発火特性、腐食特性に関するデータベース構築	
⑤「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% ・引張強度:1.2GPa ・伸び:15%以上	・レアメタル添加量:10wt%未満 ・引張強度:1.2GPa以上 ・伸び:20%以上	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	・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	・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	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

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

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

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

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

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

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

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

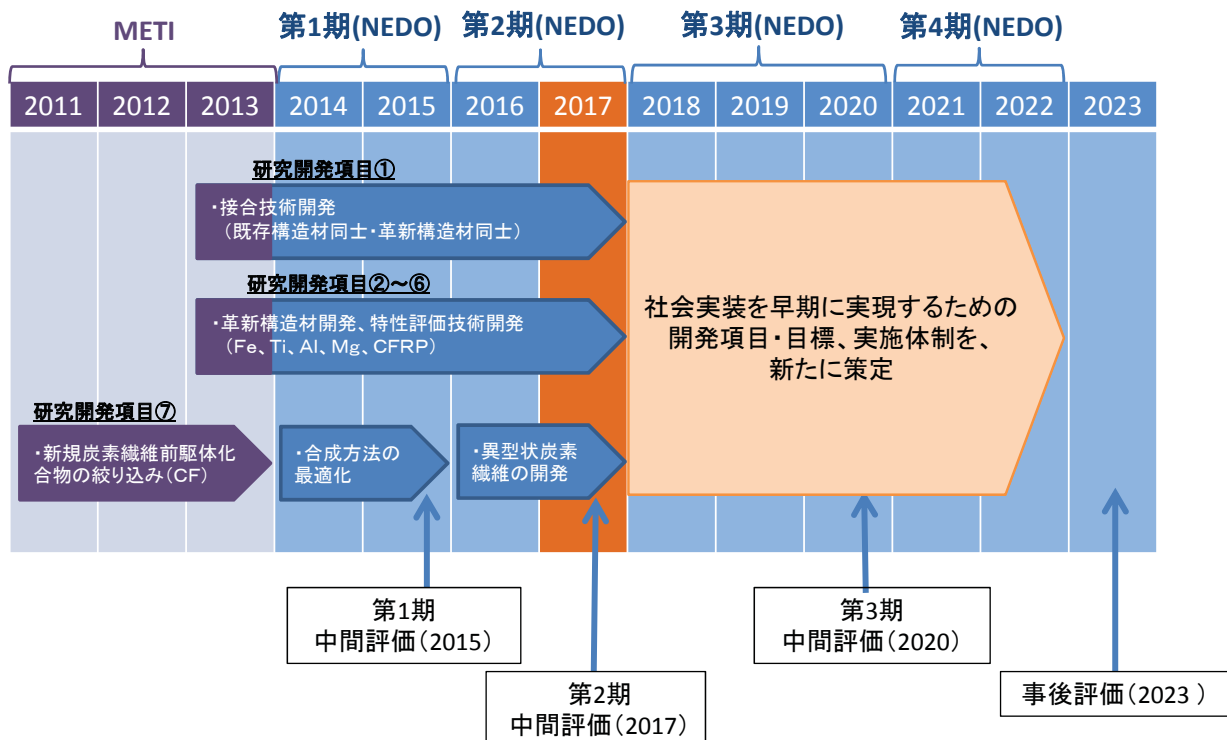
2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

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

0. 事業概要、目的

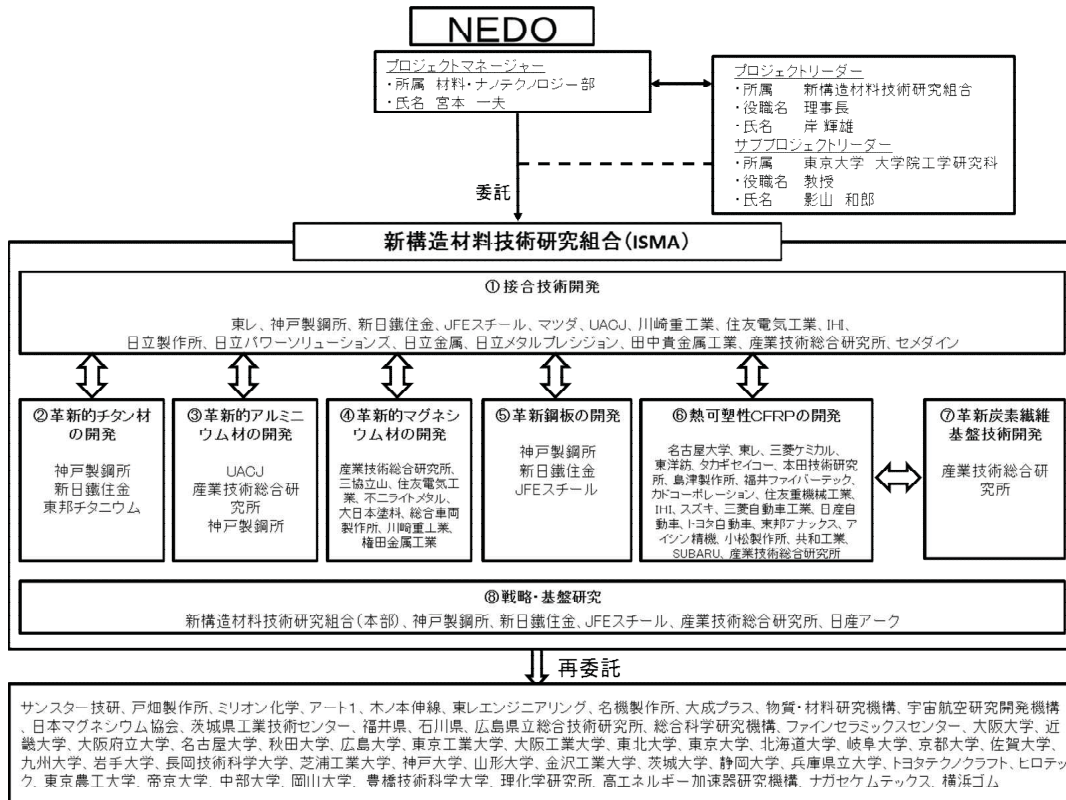
◆研究開発のスケジュール

2013年度スタートの10年プロジェクト
2016年度よりCFが合流



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	3,720	4,200	4,110	3,680	3,500	3,000	35,406
熱可塑性CFRP	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	830
革新炭素繊維	918	980	804	-	-	-	-	-	-	-	2,702
合計	3,959	4,760	4,300	3,708	3,720	4,200	4,110	3,680	3,500	3,000	38,937
加速			1,570								1,570