

総合科学技術会議評価専門調査会
「革新的新構造材料等技術開発」
評価検討会（第2回）資料

平成24年11月8日

経済産業省
製造産業局
製鉄企画室・非鉄金属課・繊維課

産業技術環境局
研究開発課

1. 追加の説明を求める事項

(1) 目標設定の妥当性

- ①各材料（T i 合金、M g 合金、A l 合金、革新鋼板、炭素繊維・複合材料）の技術開発を進めると同時にそれぞれを統合的に行うことで何を目指しているのか事業全体の目標を明確に示していただきたい。また、統合的に行うことにより新たに生み出される付加価値について具体的に説明していただきたい。

(答)

本事業では、各材料（T i 合金、M g 合金、A l 合金、革新鋼板、炭素繊維・複合材料）の高性能化・低コスト製造プロセス開発・設計加工技術開発を包括的に進め、ユーザー企業のニーズにマッチした各種新構造材料ならびに異種構造材料間の高強度接合技術を開発し、日本の部素材産業及び川下となるユーザー企業の国際競争力強化を目指す。

これまでは、各部材がどのような材料と組み合わせられて使用されるかといったユーザー企業からの視点での材料開発はほとんど進められておらず、材料ごとの高性能化に特化した開発が進められてきた。この事業による付加価値とは、ユーザー企業の視点（市場が要求する仕様）で各部素材を開発し、異種材料接合技術を含む新たな構造部素材関連技術を確立することにある。

具体的には、自動車、航空機、鉄道車体に使用される鋼板、アルミ合金、チタン合金、マグネシウム合金、CFRP等の開発において、個別材料の高機能化に加えて、従来にない接合技術および接合に最適な材料物性を有する構造部素材を当事業において実現されることにより、経済性に基づいたマルチマテリアル化の部素材および部品類の安価・大量供給を可能とし、また、広く普及することにより、国内部素材産業の国際競争力強化につなげていく。

革新的新構造材料による適材適所の実現のために、それぞれの素材及び異種接合技術の限界を追求し、自動車等の設計方法の革新まで考慮しつつマルチマテリアルを開発する。

- ②本研究開発の用途として、航空、自動車、鉄道車体を設定しているが、それぞれのどこに使うかを具体的にイメージした上で、接合技術自体の適用範囲を明確に示していただきたい。（例えば、鋼板高性能化は主として自動車や鉄道車体などの外板用途がイメージできるが、その場合の接合技術はそれぞれ違う（現状技術でいえば、自動車のスポット溶接、鉄道車体の長手シーム溶接やボルスターのすみ肉溶接など）。）

(答)

(1) 自動車

現在、自動車は様々な特性の素材を利用しており、目的に応じた適切な接合技術が求められている。今後、仕様強度を満たす開発軽量部素材（革新鋼板、アルミ合金、マグネ合金、CFRPなど）の適用が期待されるが、自動車部素材のマルチマテリアル化には異種材料接合技術が重要となる。（具体例に関しては、図1【事例①②③④】を参照）

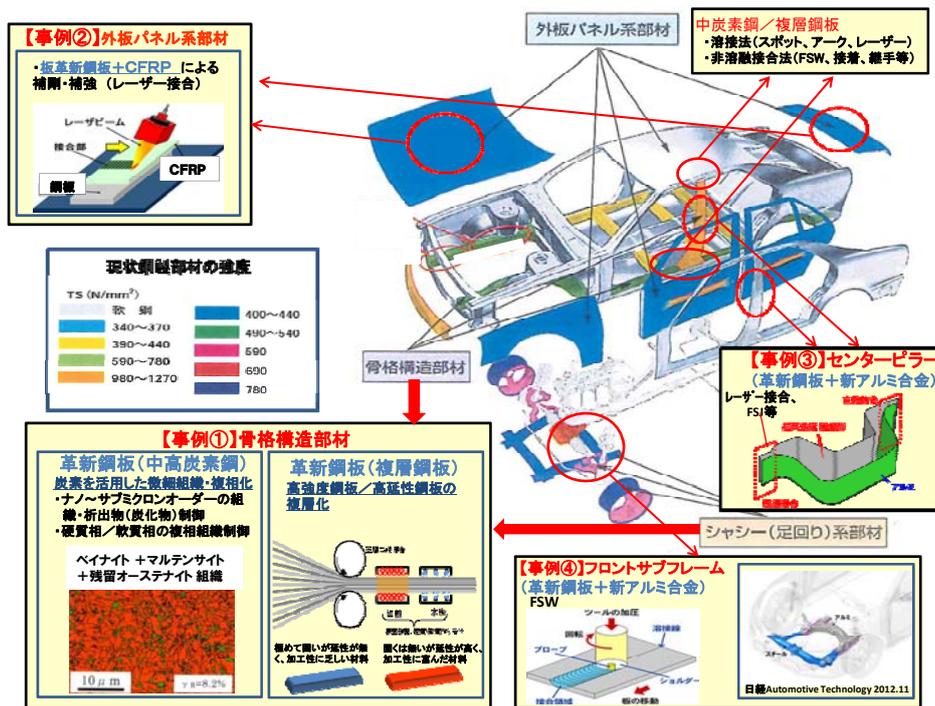


図1 自動車の材料構成と異種材料接合技術

【事例①】骨格構造部材（革新鋼板（中高炭素鋼・複層鋼板））

自動車用骨格構造部材（フロントメンバー、サイドメンバー等）に使用される従来鋼板では、強度と成型特性はトレードオフの関係にあり、強度を増せば成形性が悪くなる。そのため、強度と延性の向上を両立させた革新鋼板を骨格構造部材に適用し軽量化を促進する。

【事例②】外板パネル系部材（革新鋼板+CFRP）

軽量化、安全性、居住性、意匠性を兼ね備えたキャビンエリアの実現には、革新鋼板とCFRPの複合化（マルチマテリアル化）による外板パネル類の革新が必要。革新鋼板の超薄鋼板により外板の滑らかな形成を維持し、CFRPの超薄鋼板への板接合（面接合）による補剛特性・強度化特性により、従来鋼

板ドインナーの省略を可能にし、安全性能を確保しつつキャビンエリアの拡大を実現する。その場合、革新鋼板とCFRPの接合が必要になるが、本プロジェクトでは、革新鋼板とCFRPとの接合を可能とするレーザー接合等を開発する。

【事例③】センターピラー（革新鋼板＋新アルミ合金）

側面衝突に耐えるため最も部品強度が要求されるセンターピラーに関し、革新鋼板と新アルミ合金の接合によるマルチマテリアル化を図り、部品強度向上と軽量化の両立を実現する。超高強度鋼板とアルミの接合は課題が多く、現状ではスポット溶接し、鋼板とアルミをセルフピアスリベットで接合するような複雑な構造が考えられているが、革新鋼板と新アルミ合金を直接接合できる技術（FSW、レーザー溶接）を開発し、高度マルチマテリアル化を実現する。

【事例④】フロントサブフレーム（革新鋼板＋新アルミ合金）

自動車の軽量化と車両運動性能向上のため、フロントサブフレームの軽量化は効果的。エンジン重量を支えかつ高剛性を要するフロントサブフレームに関し、革新鋼板と新アルミ合金の接合によるマルチマテリアル化を図り、強度・剛性特性を損なわず軽量化を達成する。その場合、鋼板とアルミニウムとの高強度接合が必要になるが、従来、鋼板とアルミニウムの接合は困難を極めていた。本プロジェクトでは、開発された革新鋼板と新アルミニウム合金との高強度接合を可能とするFSW等の接合技術を開発し、高度マルチマテリアル化を実現する。

（2）航空機

従来の金属構造の航空機では、高強度アルミ合金、チタン合金が多用されており、リベット・ボルト等の機械的ファスナー接合が主として用いられてきた。最近の複合材（CFRP）が多用された787でも、CFRP/金属素材間の接合が困難であることから、従来からのファスナー接合が依然として多用されている。

将来技術としては、ファスナー接合に代わる高信頼性接合技術と接合に最適な構造部素材が開発されれば、リベット削減によるさらなる軽量化およびコスト削減が可能となる。

例えば主翼構造の接合にはファスナーによる物理接合を行っているが、ファスナー接合に代わる高性能接着、固相接合やレーザー接合が望まれている。

現在の中型旅客機の内容料構成

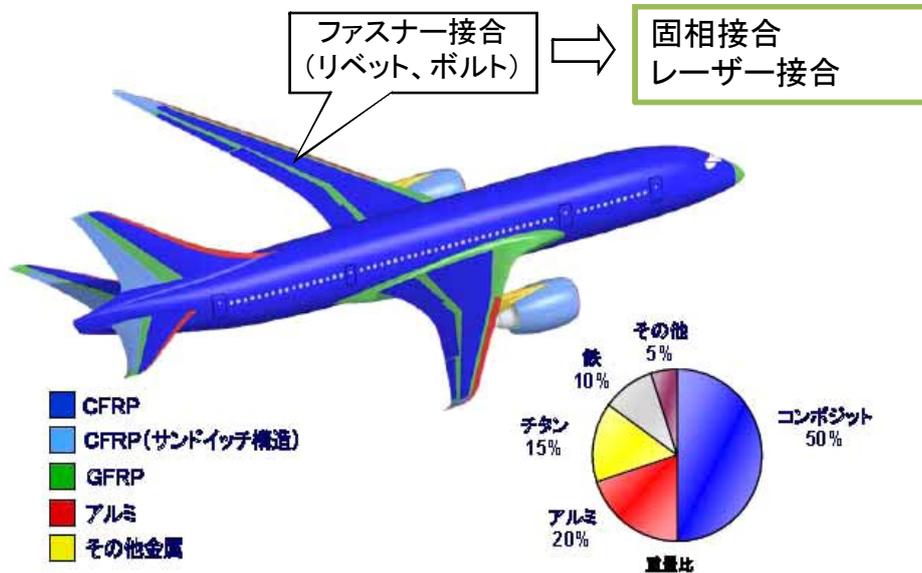


図2 中型旅客機の内容料構成と異種材料接合技術

(3) 鉄道

現在、高速鉄道車体にはアルミニウム合金構造部素材が多く使用されているが、更なる高速化や低燃費化を実現するためには、実用金属の中で最軽量であるマグネシウム合金の適用、特に難燃性マグネシウム合金の適用が有効である。難燃性マグネシウム合金は、従来のマグネシウム合金の課題であった爆発燃焼性を抑え、かつ振動吸収性（アルミニウム合金の2倍程度）に優れた次世代高速車体の構造部素材として期待されている。下図に示すように現状の車体製造ではアーク溶接、スポット溶接等が利用されている。今後、部素材のマルチマテリアル化が進むことで、信頼性の高い摩擦攪拌接合などの固相接合技術等が必要となる（この接合方法は固相で接合部に強度の高い接合接点を構築することが可能）。

現在と次世代の鉄道車体の材料構成

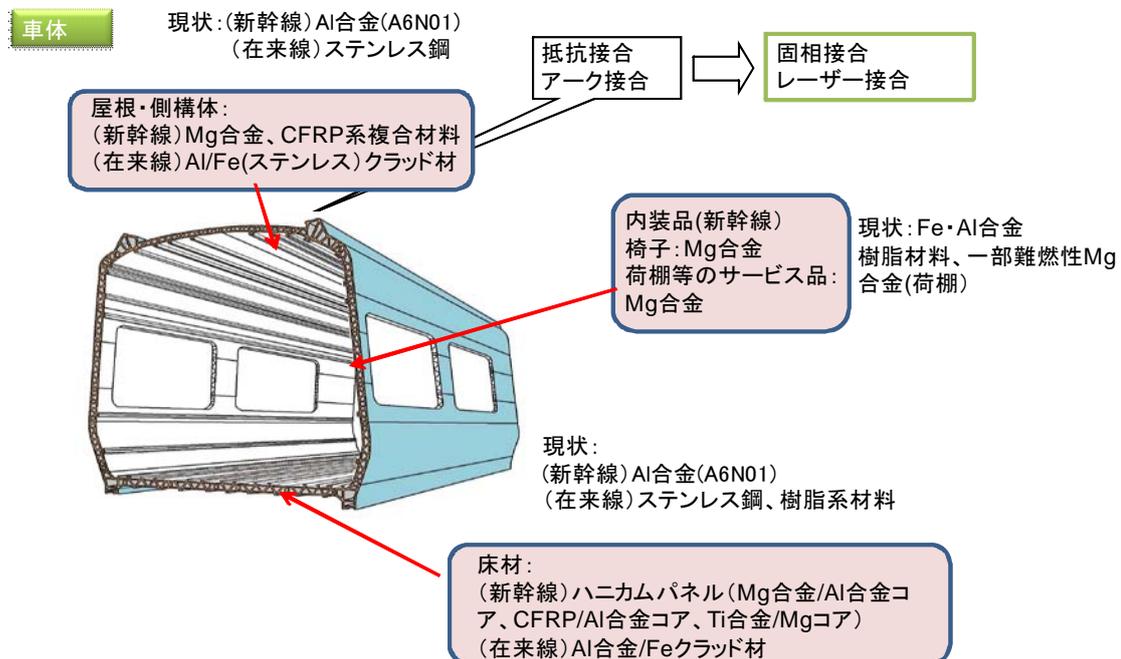


図3 次世代鉄道車体の材料構成と異種材料接合技術

③素形材の形態として、板材（展伸材）、鋳造材、鍛造材等出口の形態によって、適用できる限界があるために、現時点で形態ごとの市場規模と、その代替可能性規模を粗く仮説設定する必要がある。資料5の23ページに示された素材別の目標設定は、あくまで技術論であり、その先の出口としての想定を示していただきたい。

具体的には、

- ③-1 本事業の成果が対象とする用途の革新にどのように寄与するかを示していただきたい。
- ③-2 一例でもいいので素材そのものの開発とそれらを複合する技術開発の関係がイメージできる図を示していただきたい。
- ③-3 例えば、「次世代自動車の4.5km/Lの燃費向上」という目標達成するために費用対効果を含め如何なる「新規構造材料を開発」しなければならないかといった説明をお願いしたい。

(答)

③-1

例えば、自動車への適用において、革新鋼板（1800MPa（現状980MPa等））の開発により、構造部等の大幅な軽量化を実現する（表1）。