

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発 事前評価報告書

平成24年6月

産業構造審議会産業技術分科会

評 価 小 委 員 会

(注)「革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発」は、事業名「革新的新構造材料等技術開発」の一部として概算要求がなされている。

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日、内閣総理大臣決定)等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」(平成21年3月31日改正)を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

今回の評価は、革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発の事前評価であり、評価に際しては、当該研究開発事業の新たな創設に当たっての妥当性について、省外の有識者から意見を収集した。

今般、当該研究開発事業に係る検討結果が事前評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(小委員長:平澤 冷 東京大学名誉教授)に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成24年6月

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会
委員名簿

委員長	平澤 冷	東京大学 名誉教授
	池村 淑道	長浜バイオ大学 バイオサイエンス研究科研究科長・学部学部長 コンピュータバイオサイエンス学科 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環 教授 東京大学生産技術研究所 教授
	太田 健一郎	横浜国立大学 特任教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター 教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学 教授
	中小路 久美代	株式会社SRA先端技術研究所 所長
	森 俊介	東京理科大学理工学部経営工学科 教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部 主席研究員

(委員敬称略、五十音順)

事務局:経済産業省産業技術環境局技術評価室

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発の評価に当たり意見をいただいた外部有識者

白井 泰治 京都大学工学研究科 教授

友田 陽 社団法人日本鉄鋼協会 前会長（茨城大学理工学研究科 教授）

森 元秀 トヨタ自動車株式会社 有機材料技術部 防錆技術室 室長

（敬称略、五十音順）

事務局：経済産業省製造産業局鉄鋼課製鉄企画室

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発の評価に係る省内関係者

【事前評価時】

製造産業局 鉄鋼課 製鉄企画室長 遠藤 健太郎

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 岡本 繁樹

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発事前評価
審議経過

○新規研究開発事業の創設の妥当性に対する意見の収集(平成24年5月)

○産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(平成24年6月1日)

・事前評価報告書(案)について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会 委員名簿

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発事前評価に当たり意見をいただいた外部有識者

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発の評価に係る省内関係者

革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発事前評価 審議経過

	ページ
第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要	
1. 技術に関する施策の概要	1
2. 新規研究開発事業の創設における妥当性等について	1
3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等	4
第2章 評価コメント	5
第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針	9
参考資料 革新的新構造材料等技術開発の概要(PR資料、8月末現在)	

第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

1. 技術に関する施策の概要

鉄鋼業および鉄鋼材料の供給先である自動車、電気機械、一般機械産業のグローバル4業種は、高い国際競争力があり、我が国の外貨獲得の65%(平成22年:経済産業省産業構造ビジョンより)を担う日本の産業・経済の中核産業である。鉄鋼業は、GDPの1.2%を占めるが、自動車、電気機械、一般機械産業の重要な屋台骨を支える素材等を供給しており、我が国のもの作りを支える重要な基幹産業である。同時に、鉄鋼材料は、安心安全な社会環境を実現する社会基盤材料であり、国民生活上不可欠となっている。

経済産業省では、平成 22 年度において、当該鉄鋼業に係る研究開発投資の戦略的実施の羅針盤ともいうべき技術戦略マップ2011「鉄鋼分野の技術戦略マップ」(今後、公開予定)を策定し、膨大な技術情報が体系的かつ戦略的にとりまとめされたが、本研究開発事業は、以下の戦略マップ各項目に該当し、技術戦略的に重要項目として位置づけられている。

◇ 「Ⅰ 導入シナリオ」

「(1)鉄鋼分野の目標と将来実現する社会像 ①エネルギー・環境対応」

“鉄鋼業は我が国の最終エネルギー消費の約11%を占めるため、更なる製造プロセスの効率改善が必要である。鋼板材料は、自動車、造船、電磁鋼板等 幅広く社会に使われており高機能化による省エネ・CO2排出量削減貢献も大きいため、高性能な鉄鋼材料開発が必要不可欠となっている。”

◇ 「Ⅱ 技術マップ(鉄鋼分野の技術マップ)」 「(1)技術マップ」

- ✓ 「③ 輸送機械・電機産業材料(大項目「輸送機械・電機機器分野)」の小項目「輸送機械等の製造時における温暖化ガス削減技術(加工工数削減等の効率化に寄与する技術・材料)」の技術開発課題として、「塑性結合技術(摩擦攪拌接合)(ID:S3114)」
- ✓ 同小項目「輸送機械等の製造時における温暖化ガス削減技術(加工温度低減などエネルギー削減に寄与する技術・材料)」の技術開発課題として、「塑性結合技術(摩擦攪拌接合)(ID:S3123)」
- ✓ 同小項目「輸送機械等の使用時における温暖化ガス削減技術(機器の軽量化に寄与する技術・材料)」の技術開発課題として、「超微粒ハイテン鋼材(ID:S3131)」、「革新的超高強度—高延性ハイテン及び製造技術(ID:S3132)」、「高ヤング率鋼板車体部材(ID:S3134)」、「高C系(C:0.5%以上)低合金鋼板(ID: S3139)」、「塑性結合技術(摩擦攪拌接合)などの非熔融接合技術(ID:S31310)」、「異材テーラードブランク成型技術(異材接合、成型)、複層鋼板(ID:S31311)」、
- ✓ 同小項目「輸送機械等の使用時における温暖化ガス削減技術(新しい燃料・エネルギーに対応した技術・材料)」の技術開発課題として、「異材テーラードブランク成型技術(異材接合、成型)、複層鋼板(ID:S3151)」

2. 新規研究開発事業の創設における妥当性等について

①事業の必要性及びアウトカムについて(研究開発の定量的目標、社会的課題への解決や国際競争力強化への対応等)

自動車等輸送用機械分野では、衝突時の安全性等を向上しつつも省エネルギー化、CO2削減のために車体の軽量化が進められている。特に鉄鋼材料は、製造コストが安く、加工性、強度等で高い性能を有しており、またリサイクル性が高いなどから、輸送用機械分野でもさらなる

高強度鋼材の適用が求められている。

鉄鋼企業各社は、これまで高張力鋼板(ハイテン鋼)の開発を進め、我が国でしか作り得ない強度レベルの鋼が多数あり、自動車産業等の国際競争力に大きく寄与している。最近の開発動向は、鋼の技術的限界より、高強度化よりも高強度領域における加工性(成型性)に移行しつつあり、鋼材単体で高機能性を具備させることは限界に近づいていて、他方、新興工業国の技術的追上げは目覚ましいところ。

本技術開発では、以上を踏まえ、自動車等輸送用機械分野での省エネルギー化、安心・安全を図るため、さらなる軽量化、高強度化等が求められている鋼板について、最新の科学的知見を利用し、事業実施期間(10 力年)で、革新的鋼板を製造及び利用する基盤的技術開発を行い実用化を促進する。

また、自動車等輸送用機械に使用することによって、優れた省エネルギー特性(二酸化炭素排出量削減効果)を持つ。

今後とも自動車等輸送用機械に用いられる高機能材料は、その部位毎にさらに多様化することが予想され、その多種多様な材料の内に本事業で開発された複層化・複合化鋼板が使用されることが見込まれる。

なお、安全性を担保しつつ高強度化を達成することによって、省エネルギー効果としては、2030 年時点、原油削減量 96.5 万kL/年(CO2 削減効果 252.8 万t)が得られる。

➤ これら開発を行うにあたっての効果目標

- 1)日本の鉄鋼材料開発における技術優位性の持続。
- 2)自動車等輸送用機械分野の車体軽量化による省エネルギー化

➤ 成果目標:

- 1)日本の鉄鋼技術優位性の持続(現在市場鋼板特性の2倍強度と3倍延性等)
- 2)車体軽量化による燃料消費量の削減 96.5 万kL/年(2030 年時点原油換算量)

これらの効果目標・成果目標達成のため、革新的鋼板を製造及び利用するための以下の基盤的技術開発を実施する。

・複層鋼板製造技術

(異なる組織・特性の鋼板を複層化し、従来材料では実現できなかった特性を保有する材料を実現する基盤技術等)

・異種・難接合材接合技術

(異なる材質同士(鋼とCFRP、鋼と非鉄金属 等)を接合化し、高機能材料を実現する基盤技術等)

・革新的鋼材組織解析技術

(国際標準化、性能や安全性基準の策定等にも資する、新たな材料の評価のための組織解析技術等)

具体的には以下の実用化目標の達成を目指すもの。

- ・高強度高延性鋼板(中高炭素鋼)(1.5倍強度と1倍延性)の開発 (2017年ごろ)
- ・高強度高延性鋼板(中高炭素鋼)(1.5倍強度と1.5倍延性)の開発 (2019年ごろ)
- ・複層鋼板(2倍強度、3倍延性)の開発 (2026年ごろ)
- ・複合鋼板(2倍強度以上、高剛性特性)の開発 (2026年ごろ)

② アウトカムに至るまでの戦略について

革新鋼板創製の開発ステップには、鋼板材の高強度・高延性を目指すため、「複層化技術開発」、「層間鋼材開発」、「接合技術開発」が同時並行で行われ、開発される層間鋼材自体(中高炭素鋼)もまた、希少金属省資源化及び低コスト化を目指した高強度高延性鋼材。開発

された中高炭素鋼製造技術は、プロジェクト参画企業により活用・実用化され、複層・複合鋼板の実用化に先立ち、当該鋼板接合技術と共に自動車用軽量化向けの鋼板として導入を想定。

また、最終目標である革新鋼板(複層鋼板・複合鋼板)については、自動車への早期実用化導入に資する性能・安全性基準検証のための開発拠点整備支援を踏まえ、開発技術導入の促進を図ることにより、2030年時点、中高炭素鋼板適用車とともに革新鋼板適用車累計台数はそれぞれ2875.5万台及び675万台を達成できると想定。これら開発鋼板の導入により、原油換算96.5万KL(252.8万トンCO₂)のエネルギー削減効果達成と技術的優位性確保を目指すもの。

なお、本提案事業は、平成18～22年度文科省「ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発」組織制御構造体開発プロジェクト『超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板』の成果を実用化技術へと引き継ぐ事業であり、また、現在実施中の科学技術振興機構「先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)」『鉄鋼の高性能化と低炭素化を両立する複層鋼板』(平成22～28年度)、文部科学省科学研究費補助金「新学術領域研究(研究領域提案型)」『バルクナノメタル～常識を覆す新しい構造材料の科学』(平成22～26年度)の各プロジェクトでの基礎研究との連携が可能な事業。

これら文科省関連事業との連携を伴い、実用化シーズ大学等と企業が一体となったコンソーシアムを組織した体制による実施を予定。現時点で想定される大学研究者、企業は以下のとおり。

企業:新日鐵、JFE、住金、神鋼、自動車メーカー等

大学:東大(小関教授)、京大(辻教授)、東北大(古原教授)、阪大(中田教授)、NIMS(大沼主席研)等

③次年度に予算要求する緊急性について

金属材料において、強度と延性は相反する特性であり、高強度化とともに材料の加工性は低下する。従来、金属組織制御等によって、その相反する特性の改善が図られ、日本はそれを先導してきたが、すでに技術的には飽和領域にあり、また、中韓の追い上げは早く、現在の優位性は薄れつつある。

一方、自動車等輸送機械分野の鋼板においては、安全性を担う高強度化、加工性(成型性)を担う高延性化等のさらなる高度化は、軽量化などの観点から最重要課題であり、これを実現する技術が望まれている。(自動車メーカからは、引張強度1800MPaの鋼板に対するニーズがあるが、現状、鋼材成型時の熱処理加工をしなければ、引張強度は980MPaに留まるとのこと。)

昨年度は、NEDO実施の『省エネルギー社会構築に向けた異種材料接合技術開発動向調査(平成24年3月)』において、鋼材高機能化を実現する革新的接合技術(異材接合、難接合)の高い社会ニーズが確認され、また、文科省『超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板』事後評価結果(平成24年1月)においては、実用化技術の確立を望む報告がなされている。

これらの課題を解決するには、従来の延長戦上ではない新たな鉄鋼材料の基礎・基盤技術が必要であり、異なる組織・特性の鋼板を複層化、または異なる材質同士を接合することにより複合化し、さらなる高強度化、高延性化等が可能となる。当該、複層化・複合化による飛躍的な材料特性の向上は、金属材料分野における我が国の国際競争力を飛躍的に高めるものであり、緊急な課題である。

なお、本研究開発事業における複層鋼板層間鋼材(中高炭素鋼)の開発技術は、近年のレア

高強度鋼材の適用が求められている。

鉄鋼企業各社は、これまで高張力鋼板(ハイテン鋼)の開発を進め、我が国でしか作り得ない強度レベルの鋼が多数あり、自動車産業等の国際競争力に大きく寄与している。最近の開発動向は、鋼の技術的限界より、高強度化よりも高強度領域における加工性(成型性)に移行しつつあり、鋼材単体で高機能性を具備させることは限界に近づいていて、他方、新興工業国の技術的追上げは目覚ましいところ。

本技術開発では、以上を踏まえ、自動車等輸送用機械分野での省エネルギー化、安心・安全を図るため、さらなる軽量化、高強度化等が求められている鋼板について、最新の科学的知見を利用し、事業実施期間(10 力年)で、革新的鋼板を製造及び利用する基盤的技術開発を行い実用化を促進する。

また、自動車等輸送用機械に使用することによって、優れた省エネルギー特性(二酸化炭素排出量削減効果)を持つ。

今後とも自動車等輸送用機械に用いられる高機能材料は、その部位毎にさらに多様化することが予想され、その多種多様な材料の内に本事業で開発された複層化・複合化鋼板が使用されることが見込まれる。

なお、安全性を担保しつつ高強度化を達成することによって、省エネルギー効果としては、2030 年時点、原油削減量 96.5 万kL/年(CO2 削減効果 252.8 万t)が得られる。

➤ これら開発を行うにあたっての効果目標

- 1)日本の鉄鋼材料開発における技術優位性の持続。
- 2)自動車等輸送用機械分野の車体軽量化による省エネルギー化

➤ 成果目標:

- 1)日本の鉄鋼技術優位性の持続(現在市場鋼板特性の2倍強度と3倍延性等)
- 2)車体軽量化による燃料消費量の削減 96.5 万kL/年(2030 年時点原油換算量)

これらの効果目標・成果目標達成のため、革新的鋼板を製造及び利用するための以下の基盤的技術開発を実施する。

・複層鋼板製造技術

(異なる組織・特性の鋼板を複層化し、従来材料では実現できなかった特性を保有する材料を実現する基盤技術等)

・異種・難接合材接合技術

(異なる材質同士(鋼とCFRP、鋼と非鉄金属 等)を接合化し、高機能材料を実現する基盤技術等)

・革新的鋼材組織解析技術

(国際標準化、性能や安全性基準の策定等にも資する、新たな材料の評価のための組織解析技術等)

具体的には以下の実用化目標の達成を目指すもの。

- ・高強度高延性鋼板(中高炭素鋼)(1.5倍強度と1倍延性)の開発 (2017年ごろ)
- ・高強度高延性鋼板(中高炭素鋼)(1.5倍強度と1.5倍延性)の開発 (2019年ごろ)
- ・複層鋼板(2倍強度、3倍延性)の開発 (2026年ごろ)
- ・複合鋼板(2倍強度以上、高剛性特性)の開発 (2026年ごろ)

② アウトカムに至るまでの戦略について

革新鋼板創製の開発ステップには、鋼板材の高強度・高延性を目指すため、「複層化技術開発」、「層間鋼材開発」、「接合技術開発」が同時並行で行われ、開発される層間鋼材自体(中高炭素鋼)もまた、希少金属省資源化及び低コスト化を目指した高強度高延性鋼材。開発

された中高炭素鋼製造技術は、プロジェクト参画企業により活用・実用化され、複層・複合鋼板の実用化に先立ち、当該鋼板接合技術と共に自動車用軽量化向けの鋼板として導入を想定。

また、最終目標である革新鋼板(複層鋼板・複合鋼板)については、自動車への早期実用化導入に資する性能・安全性基準検証のための開発拠点整備支援を踏まえ、開発技術導入の促進を図ることにより、2030年時点、中高炭素鋼板適用車とともに革新鋼板適用車累計台数はそれぞれ2875.5万台及び675万台を達成できると想定。これら開発鋼板の導入により、原油換算96.5万KL(252.8万トンCO₂)のエネルギー削減効果達成と技術的優位性確保を目指すもの。

なお、本提案事業は、平成18～22年度文科省「ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発」組織制御構造体開発プロジェクト『超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板』の成果を実用化技術へと引き継ぐ事業であり、また、現在実施中の科学技術振興機構「先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)」『鉄鋼の高性能化と低炭素化を両立する複層鋼板』(平成22～28年度)、文部科学省科学研究費補助金「新学術領域研究(研究領域提案型)」『バルクナノメタル～常識を覆す新しい構造材料の科学』(平成22～26年度)の各プロジェクトでの基礎研究との連携が可能な事業。

これら文科省関連事業との連携を伴い、実用化シーズ大学等と企業が一体となったコンソーシアムを組織した体制による実施を予定。現時点で想定される大学研究者、企業は以下のとおり。

企業:新日鐵、JFE、住金、神鋼、自動車メーカー等

大学:東大(小関教授)、京大(辻教授)、東北大(古原教授)、阪大(中田教授)、NIMS(大沼主席研)等

③次年度に予算要求する緊急性について

金属材料において、強度と延性は相反する特性であり、高強度化とともに材料の加工性は低下する。従来、金属組織制御等によって、その相反する特性の改善が図られ、日本はそれを先導してきたが、すでに技術的には飽和領域にあり、また、中韓の追い上げは早く、現在の優位性は薄れつつある。

一方、自動車等輸送機械分野の鋼板においては、安全性を担う高強度化、加工性(成型性)を担う高延性化等のさらなる高度化は、軽量化などの観点から最重要課題であり、これを実現する技術が望まれている。(自動車メーカからは、引張強度1800MPaの鋼板に対するニーズがあるが、現状、鋼材成型時の熱処理加工をしなければ、引張強度は980MPaに留まるとのこと。)

昨年度は、NEDO実施の『省エネルギー社会構築に向けた異種材料接合技術開発動向調査(平成24年3月)』において、鋼材高機能化を実現する革新的接合技術(異材接合、難接合)の高い社会ニーズが確認され、また、文科省『超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板』事後評価結果(平成24年1月)においては、実用化技術の確立を望む報告がなされている。

これらの課題を解決するには、従来の延長戦上ではない新たな鉄鋼材料の基礎・基盤技術が必要であり、異なる組織・特性の鋼板を複層化、または異なる材質同士を接合することにより複合化し、さらなる高強度化、高延性化等が可能となる。当該、複層化・複合化による飛躍的な材料特性の向上は、金属材料分野における我が国の国際競争力を飛躍的に高めるものであり、緊急な課題である。

なお、本研究開発事業における複層鋼板層間鋼材(中高炭素鋼)の開発技術は、近年のレア

メタル資源リスク増大に対して、レアメタル使用量を低減した低合金低コストハイテンを開発する技術で、日本鋼材の国際競争力維持に寄与する技術である。

④国が実施する必要性について

現在、超高強度高延性領域での鋼板実用化に向けた開発は、世界的に非常に困難な状況にあるが、本事業においては、複層化・接合技術を用いての鋼板軽量化基盤技術開発により、世界に先駆けて、当該領域の鋼板実現を目指すもの。

鉄鋼メーカーでは、従来技術の延長線上にない新たな鋼材開発を基礎研究から事業化までについて、適用可能な接合技術・加工技術の開発も含め、長期間、単独で行うことは困難。一方、複層化技術、革新的接合・加工技術等に関する基盤技術は大学が有し、本技術開発に求められる異なる鋼板、他材質等の積層・複合の特性を生かすノウハウを企業は持ち得ていない状況。

については、国の事業として、大学等と企業が一体となったコンソーシアムを組織し、複数の大学が持つ技術と複数企業の持つ優れた要素技術を見極め、それぞれの開発知見を結集させることにより、本技術的課題の早期解決を図ることができる。

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

重複する事業はない。

3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等

○別添参照(「鉄鋼分野の技術戦略マップ」「製鉄分野ロジックツリー」)

第2章 評価コメント

新規研究開発事業の創設の妥当性に対するコメント

①政策的位置付けの妥当性について

鉄鋼材料の高強度化は、安全安心な社会環境実現と省エネルギー・CO2 排出量削減を同時に達成するために必須の基盤技術である。高強度・高加工性・経済性を兼ね備えた鉄鋼材料の更なる軽量化（高強度化）基盤技術開発を、世界に先駆けて実施すべきである。また、二酸化炭素排出量削減、レアメタル使用抑制、安全性向上等の要求が一段と高まっている現状において、革新的鋼板創製の国家的取り組みは、きわめて適切な提案であり、材料技術、製造技術、メカニズム解析の3身が一体となった活動が必要で、国の主導のもと、産業と大学および研究機関が共同で実施すべきものである。

なお、高い目標値を設定した革新的技術開発を目指しているため、長期スパンでの開発計画となっており、その場合、当初掲げた技術シーズだけにこだわらず、開発中も常に新しい技術シーズに目を配り、柔軟に取捨選択と軌道修正を図ることによって高い目標値達成が望まれる。また、持続可能な循環型社会の構築のために、構造材料のリサイクル性の改善も緊急の課題である。

○肯定的意見

- ・ 自動車、鉄道、船舶、橋梁、高層建築物等の製造・構築に不可欠な鉄鋼材料の高強度化は、安全安心な社会環境実現と省エネルギー・CO2排出量削減を同時に達成するために必須の基盤技術である。高強度・高加工性・経済性を兼ね備えている鉄鋼材料を代替する材料を人類が手にする可能性は見当たらず、将来を見据えた更なる軽量化（高強度化）基盤技術開発を、世界に先駆けて実施すべきである。
- ・ 二酸化炭素排出量削減およびレアメタル使用抑制や鉱石の品位劣化に対する抜本的対策が急がれていたのに加えて、東日本大震災等により機械・構造物の安全性向上の要求が一段と高まっている現在の状況で、革新的鋼板創製の国家的取り組みは、きわめて適切な提案であると思う。
- ・ 高強度で高成形性を有する鋼板は自動車等を軽量化し、また、二酸化炭素を削減する上での必須の技術。このような鋼板を実用化するためには、材料だけでなく、接合や解析を含めた観点での推進が不可欠。強度、延性、水素脆化、成形、接合、耐食性とその解析技術という観点で検討を実施すべきである。また、上記の複数の項目をいずれも成立させるためには、材料技術、製造技術、メカニズム解析の3身が一体となった活動が必要であり、国の主導のもと、産業と大学および研究機関が共同で実施すべきものである。

○問題点・改善すべき点

- ・ 高い目標値を設定した革新的技術開発を目指しているため、長期スパンでの開発計画となっている。その場合、当初掲げた技術シーズだけにこだわらず、開発中も常に新しい技術シーズに目を配り、柔軟に取捨選択と軌道修正を図ることによって高い目標値を達成していただきたい

い。

- ・ 持続可能な循環型社会の構築のために、構造材料のリサイクル性の改善も緊急の課題である。

事業の目的及び実施によるアウトプット、アウトカムの妥当性に対するコメント

②事業の目的及び実施によるアウトプット、アウトカムの妥当性について

鉄鋼材料高強度化による輸送機器軽量化は、衝突安全性と省エネ性(燃費の向上、電気自動車等の航続距離の増大等)を同時に実現。中高炭素低合金鋼を延性・じん性に富む材料と積層し、高強度と高延性・じん性を達成しようという挑戦的開発研究の提案であり、また、高分子材料等との組み合わせ等への発展が展望されているのも好ましい。中高炭素低合金鋼は高強度だが、脆く・難溶接のため、利用対象はごく一部。それを積層板として延性・じん性を高め、接合方法を開発して利用するには、最適製造方法開発や特性発現機構解明が必要であり、中性子ビーム利用等の発展著しい組織・構造解析技術の活用により、開発機構解明のブレークスルーが期待できる。

なお、単体材料でも優れた特性を有する層状組織材料の接合技術開発、層状組織固有の力学特性解明、さらに延性に富む材料との積層による広範囲な特性発現可能性検討も有効。実用化観点では、高強度鋼同士の接合は、接合部の強度が低下し、高強度鋼適用の利点が激減するため、高強度鋼接合強度確保についても具体的目標を提示し検討に加えるべきである。また、技術が確立されてもコストが高いと実使用は困難である。コストを念頭においた基盤技術開発が必要である。

○肯定的意見

- ・ 鉄鋼材料の高強度化で実現される輸送機器の軽量化は、衝突安全性と省エネ性(燃費の向上、電気自動車等の航続距離の増大等)を同時に実現する。一方、高強度鉄鋼材料の出現は、社会インフラの安全性を向上させると同時に、現状では建設不可能である長大橋梁や超高層建築物の建設をも可能にする。
- ・ 本技術開発提案は、①複層鋼板製造技術、②異種・異材接合技術、③革新的鋼材組織解析技術が柱になっている。将来の対象を鉄鋼材料のみに限定せず、高分子材料等との組み合わせ等への発展が展望されているのも好ましい。
- ・ 具体的な開発項目では、現在、企業を中心に開発研究が進められている高張力鋼板単体の特性改善は限界に近づいていると判断し、まったく異なる観点から、中高炭素低合金鋼を延性・じん性に富む材料と積層して、高強度と高延性・じん性を達成しようという挑戦的開発研究を提案している。
- ・ 中高炭素低合金鋼の焼き入れ状態(マルテンサイト)はきわめて高強度を示すが脆く、溶接に難点があり、利用対象はごく一部の部品に限られていた。それを積層板として延性・じん性を高めて、接合方法を開発して利用することをねらうわけであり、最適な製造方法の開発や特性発現機構の解明には、近年、目覚ましい発展がみられる組織・構造解析技術の活用が必須である。

- ・ 学術的にはナノ層状組織からマクロ積層材に至る統一的な力学特性の理解が望まれる。解析技術においては、TEMやアトムプローブ分析等による界面構造を中心に原子配列のナノ観察から製造・特性発現中のSEM/EBSD、放射光や中性子ビームを用いたその場観察を活用することでブレークスルーが期待される。

○問題点・改善すべき点

- ・ 中高炭素低合金鋼の活用において、最高硬さを示すもののきわめて脆いマルテンサイト組織に限定することなく、それ自体の強靱性のバランスを向上させた組織制御の研究を加えることが良いと思う。
- ・ 実用材料の最高強度を示す材料はパーライト組織の強加工（伸線加工）材である。パーライト組織はセメンタイト板とフェライト板の層状組織を呈しており、ラメラ間隔を小さくすることによって強度は2GPaを超え延性も十分にある。パーライト組織のラメラ間隔は熱処理のみでは80nm程度以下にするのは難しいが塑性加工と焼鈍によって小さくすることができる（長大橋用線材等）。一方、熱処理のみで10nm程度のフェライト・オーステナイト層状組織を示すナノベイナイト鋼の強度は2GPaを超え、十分な破壊じん性値と良好な延性を有する。これら単体材料でも優れた特性を有する層状組織材料の接合技術の開発、層状組織固有の力学特性の解明、さらに延性に富む材料との積層による広範囲な特性発現の可能性も検討したらどうであろうか？
- ・ 実用化という観点でまず第一の候補となるのが高強度鋼と高強度鋼の接合。その際、接合部の強度は低下し高強度鋼適用の利点が激減する。高強度鋼接合での強度確保についても具体的目標を提示し検討に加えるべきである。
- ・ 技術が確立されてもコストが高いと実使用は困難である。コストを念頭においた基盤技術開発としてほしい。

事業の優先性に対するコメント

③事業の優先性について

輸出立国日本は、自動車、電気機械、一般機械産業とそれらを支える鉄鋼業のたゆみない技術開発によって支えられてきた。昨今の中韓の激しい追い上げの中で、将来にわたって日本が技術的優位を維持するために、未来を開拓する革新的な基盤技術開発をめざす本事業は高い優先性を有する。

○肯定的意見

- ・ 輸出立国日本は、自動車、電気機械、一般機械産業とそれらを支える鉄鋼業のたゆみない技術開発によって支えられてきた。昨今の中韓の激しい追い上げの中で、将来にわたって日本が技術的優位を維持するために、未来を開拓する革新的な基盤技術開発をめざす本事業は高い優先性を有する。

○問題点・改善すべき点

—

国が実施することの必要性に対するコメント

④国が実施することの必要性について

厳しいグローバル競争を勝ち抜くために、国が産官学一丸となった研究開発組織を立ち上げ先導する必要性は極めて高い。高強度で高成形性を有する鋼板は自動車等を軽量化し、二酸化炭素削減の必須技術。これらの鋼板実用化には、材料だけでなく、接合や解析を含めた観点での推進が不可欠。強度、延性、水素脆化、成形、接合、耐食性とその解析技術という観点で検討を実施すべき。これらの成立には、材料技術、製造技術、メカニズム解析の3身が一体となった活動が必要で、国主導のもと、産業と大学および研究機関が共同で実施すべきである。

○肯定的意見

- ・ 1990年当時世界一の生産量を誇った新日鐵でさえ、その後の世界的な鉄鋼事業再編により、現在では世界第5位となっている。このような厳しいグローバル競争を勝ち抜くために、国が産官学一丸となった研究開発組織を立ち上げて先導する必要性は極めて高い。
- ・ 高強度で高成形性を有する鋼板は自動車等を軽量化し、また、二酸化炭素を削減する上での必須の技術。このような鋼板を実用化するためには、材料だけでなく、接合や解析を含めた観点での推進が不可欠。強度、延性、水素脆化、成形、接合、耐食性とその解析技術という観点で検討を実施すべきである。また、上記の複数の項目をいずれも成立させるためには、材料技術、製造技術、メカニズム解析の3身が一体となった活動が必要であり、国の主導のもと、産業と大学および研究機関が共同で実施すべきものである。

○問題点・改善すべき点

—

省内又は他省庁の事業との重複に対するコメント

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

結晶粒微細化、複層化、非溶融接合、低合金化等の要素技術の基礎研究成果はすでいくつかの大学で蓄積されており、それらを融合し、革新的鋼板創製をめざす本事業を鉄鋼課が担うべきである。

○肯定的意見

- ・ 結晶粒微細化、複層化、非溶融接合、低合金化等の要素技術の基礎研究成果はすでいくつかの大学で蓄積されており、それらを融合して革新的鋼板の創製をめざす本事業を鉄鋼課に担って頂きたい。

○問題点・改善すべき点

—

第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針

本研究開発事業に対する評価小委員会のコメント及びコメントに対する推進課の対処方針は、以下のとおり。

【革新的鋼板創製による軽量化基盤技術開発】

コメント

①戦略・体制等について

- ・ 鉄鋼だけの比較でなく、他の素材も含めて、日本の産業の基盤を作る意気込みで、鉄鋼に関連した素材開発をし、垂直統合的なコンソーシアム作りを積極的に推進してほしい。
- ・ 護送船団形式や横並びで研究開発をやる時代ではないので、主な企業がすべて入るのであれば、プロジェクトが実のあるものになるようなマネジメントが必要。
- ・ 10年間というターゲットとするとハイエンドのものを開発したとしても、ユーザーが使えるコストであるか否かが非常に重要であり、長期的な計画の作成と、コスト目標の策定が必要。

②技術関係について

- ・ 異種材料の接合というのは昔から取り組まれているが、余り成功した例がないので、どのようなコンソーシアムにするかにもよるが斬新なアイデアが必要。
- ・ 改めて鋼種開発から始めるのではなく、マイクロロイに押されてお蔵で眠っている鋼種の量産技術の開発に焦点を絞るべき。

③人材育成・確保について

- ・ 今、中韓に負けているのは製品だけに限らず、人材育成でも負けている。大学も体力が落ちて金属材料をやっているところが非常に細っており、ボトルネックになっているので、このコンソーシアムの中で、どうやって人材を大学と企業で育成していくのが重要。

④知財管理について

- ・ 知財管理について、国のプロジェクトとしてバイ・ドール条項を適用して企業側に知財を全部わたすべきか否かという点について、よく検討することが必要。

⑤結論

- ・ 垂直統合的なコンソーシアムを作るべき。
- ・ 製造プロセスがコストに見合い、エネルギー原単位が低くて、下流で加工の手間がかからないようなプロセス開発に焦点を当てて、鋼種開発にとどまるのではなく、最新の制御技術を導入するなど、プロセス技術の開発プログラムに重点を置くべき。