

# 研究開発課題の事後評価結果 (案)

平成 24 年 1 月

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 (産学官連携型)

事後評価検討会

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(産学官連携型)

「組織制御構造体の開発」

事後評価検討会 構成員

主査 小豆島 明 横浜国立大学 大学院工学研究院 教授  
坂根 政男 立命館大学 理工学部 機械工学科 教授  
中西 栄三郎 日産自動車株式会社 技術開発本部 シニアスタッフ  
小川 孝寿 株式会社竹中工務店 竹中技術研究所 主席研究員  
高雄 善裕 九州大学 応用力学研究所 教授  
加藤 雅治 東京工業大学 大学院総合理工学研究科 教授

プログラムディレクター(PD) 澤岡 昭 大同大学 学長

プログラムオフィサー(PO) 中山 智弘 独立行政法人 科学技術振興機構

研究開発戦略センター フェロー

評価課題(平成 18 年度採択課題)

超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板

小関 敏彦(東京大学工学系研究科)

# 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(産学官連携型) 「組織制御構造体の開発」の概要

## 1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 18 年度～平成 22 年度

中間評価 平成 20 年 7 月、事後評価 平成 23 年 12 月

## 2. 研究開発概要・目的

文部科学省では、ナノテクノロジー・材料分野を中心とした新たな先端的融合研究領域において、これまでの基礎研究の成果であるシーズ技術を生かして、産学官連携研究体制や研究拠点を構築することにより、研究開発を強力に推進し、技術革新を創出することを目的とし、平成 17 年度より、「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」を実施している。

特に、シーズを持った大学、独立行政法人等の研究開発機関と実用化を見据えた明確なビジョンを持った民間企業を組み合わせた戦略的な産学官連携の研究体制の下で実施する「産学官連携型」の研究開発領域においては、ナノテクノロジー・材料と他分野との融合領域において、世界標準につながる革新的な製品・サービスをはっきり見据えた研究開発領域として、「ナノ環境機能触媒の開発」及び「組織制御構造体の開発」を定め、研究開発を加速し、技術革新を創出することとしている。

このうち、平成 18 年度～22 年度に実施された「組織制御構造体の開発」に関する課題の概要を以下に示す。

### ○超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板

自動車をはじめとする移動体は我が国の主要な CO<sub>2</sub> 排出源の一つであり、低炭素で持続可能な社会の実現に向けて、移動体の CO<sub>2</sub> 排出量削減と省エネルギー化が必須である。そのためにはガソリンエンジンからの脱却に加え、移動体の軽量化が最も有効であり、これまでも様々な高強度材料の開発と適用が進められてきた。一方、移動体の構造材料には、自動車を例に取れば年間 1000 万台の生産を高い生産性と低コストで可能にする優れた成型加工性や溶接性、衝突時の安全性のための高い延性、さらにリサイクル性も併せて必要である。次世代の移動体には、これらを更に高いレベルで両立する高強度材料が必要であるが、延性や成型加工性、溶接性は材料の高強度化とともに著しく低下するため、大幅な軽量化を可能にする飛躍的な高強度材料の実現には至っていない。

このような背景の下、本課題では、超高強度と高延性を両立する新たな鉄鋼材料を、異なる組織・特性を有する鋼を複層化しナノからマクロまでマルチスケールで“組織制御構造化”した「複層鋼板」によって実現する。具体的には、複層鋼板の基本設計指針の確立、実用化を視野に入れた材質や性能の評価と解析、利用加工技術、製造法、信頼性評価技術の検討を行うとともに、並行して、その基盤となる金属-金属のヘテロ界面の解明、ヘテロ構造金属材料の力学的挙動の解明、複層化による高強度脆性材料の変形機構の解明を進めた。これらを通して、次世代の高性能、安心・安全、環境対応に資する新たな複層型金属材料、並びに、その材料科学の基盤の構築を目指した研究開発を行った。

### 3. 研究開発の必要性等

移動体の高強度・軽量化は、高速・高性能化のみならず、省エネ・省資源、低排出ガスの環境負荷低減に不可欠である。自動車をはじめ、世界中で取り組まれるが、材料高強度化に伴う延性低下や疲労などの多くの課題解決策が見出されておらず、ブレークスルーが必要である。

### 4. 予算(執行額)の変遷

単位(千円)

課題名	機関名	開始 年度	終了 年度	中核 機関	H18		H19		H20		H21		H22		合計
					契約額	機関別	契約額	機関別	契約額	機関別	契約額	機関別	契約額	機関別	
超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板	国立大学法人東京大学	18	22	○		216,600		200,300		133,800		116,300		66,000	911,200
	独立行政法人物質・材料研究機構	18	22			31,200		33,000		15,000		13,000		9,100	
	国立大学法人熊本大学	18	22			4,900		4,900		0		1,500		1,200	
	国立大学法人東北大学	18	22		270,200	1,000	260,000	1,000	158,000	1,000	140,000	1,000	83,000	800	
	学校法人上智学院	18	22			2,600		4,300		2,600		2,600		2,000	
	新日本製鐵株式会社	18	22			10,000		10,000		5,600		5,600		3,900	
	特殊金属工業株式会社	18	19			3,900		6,500		0		0		0	

### 5. 課題実施機関・体制

研究代表者 東京大学工学系研究科教授 小関 敏彦

主管研究機関 東京大学

共同研究機関 東北大学、上智大学、物質・材料研究機構、新日本製鐵(株)

# 事後評価票

(平成 24 年 1 月現在)

1. 課題名 組織制御構造体の開発「超高強度軽量移動体を可能にする複層鋼板」

2. 評価結果

## (1) 課題の達成状況

本課題は、次世代の軽量移動体を可能にする、超高強度と高延性を両立する新たな「複層鋼板」の基本設計指針の確立、実用化を視野に入れた材質や性能の評価と解析、利用加工技術、製造法、信頼性評価技術の検討に取り組んだものであり、東京大学を中核とし、3つの大学、独立行政法人、鉄鋼メーカーにおいて形成される産学官連携体制の下で研究開発が推進された。

ステンレス鋼系の SUS420 と SUS301 については、目標値である強度 1200MPa 以上、伸び 20%以上という所期の目標を達成し、設計にあたっての基本指針が確立できているところまで達したといえる。一方で、製造法や信頼性評価については基礎的検討にとどまっており、実用化に向けては更なる検討が必要である。また、自動車用強度部材として使用される低合金鋼系の SCM-SM については、強度 1200MPa における伸びは目標値(20%以上)程度の結果が得られている。

このように、各研究項目について所期の研究開発目標を概ね達成している。

## (2) 成果

複層化により生じたナノ界面を制御することにより、脆性的な超硬質のマルテンサイトにおいて期待以上の延性を得て既存技術に対する優位性を見出し、中間評価でも指摘された硬質層と軟質層の交互積層材料の変形機構解明に取り組んだことは評価される。その研究成果により複層鋼板の設計にあたっての基本指針が確立できるところまで達成している。

また、本課題で得られた成果の対外的発表として、40 件の学術論文、132 件の学会発表が行われた点も評価できる。このように、本技術がもたらす社会的なインパクトは大きい。

## (3) 今後の展望

本課題の制約要因等を考えれば、非常に優れた成果と考えられるが、ここで得られた技術の実用化に向けては、経済的な波及効果を生み出すための汎用的・工業的大量生産プロセスの確立などの課題が残っており、意欲的な目標設定とそのアプローチの検討が引き続き必要と考えられる。また、溶接技術に関しては、予算削減の影響でスポット溶接、レーザー溶接、摩擦攪拌溶接の基本的検討にとどまっており、実用化のためには母相-構成相同士の高信頼性の高い接合技術の確立が望まれる。

なお、本課題の研究成果の一部は、複層鋼板の設計にあたっての基本指針が確立されたことから、独立行政法人科学技術振興機構(JST)において 2010 年から開始された先端的低酸素化技術開発事業(ALCA)の「鉄鋼の高性能化と低炭素化を両立する複層鋼板」のプロジェクトへと展開しており、研究成果のさらなる発展が期待される。

