

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：軽元素戦略に基づく鉄鋼材料のマルチスケール設計原理の創出
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

古原 忠(東北大学金属材料研究所 教授)

主たる共同研究者

大谷 博司(東北大学多元物質科学研究所 教授)

沼倉 宏(大阪府立大学大学院工学研究科 教授)

津崎 兼彰(物質・材料研究機構元素戦略材料センター 招聘研究員/九州大学 大学院工学研究院 教授)

3. 事後評価結果

○評点:

A+ 期待を超える十分な成果が得られている

○総合評価コメント:

本研究課題では、鉄鋼材料の特性に大きな影響を及ぼす合金元素の機能を解明し、鉄鋼材料の強度や延性・靱性をできる限りレアメタルフリーで向上させることが可能な材料設計原理の確立を目指した。侵入型合金元素*i*(炭素、窒素やホウ素などの軽元素)と置換型合金元素*s*(レアメタルなど)の間に働く元素間相互作用および合金元素と格子欠陥の間の相互作用について、理論と実験の両面から系統的に評価・解析し、相互作用によって生じる元素の固溶／偏析／クラスタリング／析出がもたらすナノヘテロ構造と力学特性の関係を明らかにした。

代表的な成果としては、鉄鋼材料の一般的な表面処理法である窒化処理において、合金窒化物析出の前駆段階に非平衡ナノクラスターが生成することを見出し、クラスタリングの制御によって飛躍的な表面硬化を実現したことが挙げられる。また、溶接熱影響部における靱性低下から実用が見送られていたNiフリー新耐候性鋼において、ホウ素のもつ高い粒界偏析能に着目し、ホウ素の微量添加によって溶接熱影響部の靱性を著しく向上させ、ユビキタス耐候性鋼を実用に近づけたことも優れた成果と言える。さらに、理論面からの検討で、侵入型合金元素を含む溶体の自由エネルギーを第一原理計算に基づいて評価する手法を世界で初めて確立し、準安定領域を含む広い組成範囲にわたる自由エネルギーの正確な計算、精度の高い状態図作成を可能にしたことは特筆される。

実用材料へ展開するには解決すべき課題がまだ残されているが、合金元素の機能とナノヘテロ構造、力学特性の関係を解明し体系化を進めた本研究によって、長い歴史のある鉄鋼材料の研究・開発に新たな分野の拓かれたことを高く評価したい。今後も*i-s*原子間相互作用やクラスタリングなどに関する基礎的検討を継続するとともに、鉄鋼材料の先進的な高機能化設計原理を確立し、鉄鋼産業における元素戦略的技術基盤の構築に貢献することを期待する。