

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月9日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
東京大学・大学院新領域創成科学研究科
[職・氏名]
教授・御手洗容子
[課題番号]
JPJSBP 120226503

1. 事業名 相手国: 南アフリカ (振興会対応機関: NRF)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ハイエントロピー高温形状記憶合金の相変態、超弾性と形状記憶特性の解明

(英文) Understanding of Phase transformation, Superelasticity and Shape memory effect of high-entropy and high-temperature shape memory alloy

3. 共同研究実施期間 2022年4月1日 ~ 2024年3月31日 (2年 ヶ月)【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

MINTEK, Chief Engineer/Scientist, Maje Jacob Phasha

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額	4289025	円
内訳	1年度目執行経費	1789025 円
	2年度目執行経費	2500000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	5名
相手国側参加者等	4名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0		3(3)
2年度目	2	1	2(2)
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究では、合金のハイエントロピー化により見出された変態温度の高温度化機構や形状回復機能を、第一原理計算と実験を融合することにより解明し、形状回復機構の理解と効率的な合金設計のためのクライテリアの確立を目指す。南アフリカの MINTEK が第一原理計算を行い、合金組成に対する弾性定数を系統的に計算し、相安定性や形状回復に関わると考えられるパラメータを提案した。それを元に東大で実験を行い、どのパラメータが合金設計に有効であるかを検討した。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

形状記憶合金は、高温で安定なオーステナイト相がマルテンサイト変態を起こして低温で安定なマルテンサイト相に変化し、これがオーステナイト相に戻る逆変態時に、形状回復する。オーステナイト相とマルテンサイト相の相安定性のバランスが重要である。本研究では、第一原理計算で得られた弾性定数 C' がオーステナイト相とマルテンサイト相の安定性と関連することを、実験的に証明した。特に、元素の組み合わせが同じ合金で、組成を変化させた時には、 C' により形状回復や超弾性が起こるかどうかの判断に有効に使えることを明らかにした。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

第一原理計算を得意とする MINTEK の研究者と協働することで、弾性定数を合金設計のクライテリアとする新しい発想に到達した。弾性定数は、相安定性を示すだけでなく、異なる結晶構造に変化する際のせん断変形の容易度を示している。形状回復や超弾性がマルテンサイト変態に関連して起こることから、せん断変形の容易度は、形状回復や超弾性特性にも影響を与えることから、合金設計に有用なパラメータになりうることを明らかにした。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

高温形状記憶合金は、高温で動作する可動部品を環境温度で動かすことが可能であり、動力を必要としない可動部品を設計することができる。部品を動かす際に動力が不要であれば、これからのクリーン社会にも貢献することが可能となる。具体的には、航空機エンジンや火力発電の可動部品に使うことにより、これらの高温機器の熱効率の向上に貢献できる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

MINTEK 側は2人の学生が参加し、東大からは3人の学生が参加した。東大の学生は、第一原理計算の理解を深め、自ら計算を行えるようになった。第一原理計算を行うことで、相変態やせん断変形に関する学術への理解の深化や英語によるコミュニケーションの向上などに効果があった。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

本事業は終了するが、引き続き MINTEK とは共同研究を続ける予定である。計算と実験を融合して、合金設計に有効なクライテリアを探索していく。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

特になし