

二国間交流事業 共同研究報告書

平成24年 4 月 3 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 東北大学・大学院工学研究科

職・氏名 (ふりがな) 教授・貝沼 亮介 かいぬま りょうすけ

1. 事業名 相手国 (ロシア) との共同研究 振興会対応機関 (R F B R)

2. 研究課題名 新Fe基ホイスラー型強磁性形状記憶合金の基礎物性

3. 全採用期間

平成22年4月1日～平成24年3月31日 (2年0ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 3,765,268 円

初年度経費 1,265,268 円、 2年度経費 2,500,000 円、 3年度経費 円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
石田 清仁 <small>いしだ きよひと</small>	東北大学・教育研究支援者（名誉教授）	合金設計及び組織制御
及川 勝成 <small>おいかわ かつなり</small>	東北大学・准教授	単結晶の作製
大沼 郁雄 <small>おおぬま いくお</small>	東北大学・准教授	熱力学的解析
大森 俊洋 <small>おおもり としひろ</small>	東北大学・助教	相安定性調査及び実験
梅津 理恵 <small>うめつ りえ</small>	東北大学・助教	磁気特性評価
伊東 航 <small>いとう わたる</small>	東北大学・日本学術振興会特別研究員	磁気特性評価
鹿又 武 <small>かまた たけし</small>	東北学院大学・教授	磁気変態の調査及び評価
許 晶 <small>キョ キョウ</small>	東北大学・大学院生	磁気特性評価
岡野 将卓 <small>おかの まさたか</small>	東北大学・大学院生	磁気特性評価

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名

工科大学・主任研究員・Khovaylo Vladimir Vasilievich

(H22. 4. 5～9. 4 は放射線電子工学研究所・教授・Vladimir Shavrov)

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
Ekaterina Avilova	State Technological University・大学院生 (ロシア)	熱力学的解析
Vasiliy Buchelnikov	Chelyabinsk State University・教授 (ロシア)	理論計算及び熱力学的解析
Dmitriy Karpenkov	Tver State University・大学院生 (ロシア)	予備実験
Alexei Karpenkov	Tver State University・大学院生 (ロシア)	理論計算及び予備実験
Victor Koledov	Ins. Radioengineering and Electronics of RAS・主任研究員 (ロシア)	結晶構造と磁気構造調査
Gor Lebedev	State Technological University・大学院生 (ロシア)	理論計算及び予備実験
Konstantin Skokov	Tver State University・准教授 (ロシア)	結晶構造と磁気構造調査
Sergey Taskaev	Chelyabinsk State University・准教授 (ロシア)	理論計算及び熱力学的解析
Vladimir Vasilievich Khovaylo	State Technological University・主任研究員 (ロシア)	熱力学的解析
Vladimir Shavrov	Ins. Radioengineering and Electronics of RAS・教授 (ロシア)	熱力学的解析

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

本研究は、日本側研究グループが開発した Fe 基ホイスラー合金は、磁場誘起マルテンサイト変態に起因する歪の発生など、従来の磁性形状記憶合金には見られない興味ある特徴を持つ。本研究プロジェクトでは、日ロそれぞれが互いに補完的な研究手法を通して新型 Fe 系磁性形状記憶合金の基礎物性を明確にし、その実用可能性を評価した。

(I) 相安定性調査および単結晶試料の作製

Dr. Vladimir Khovaylo が、22年4月5日～8月25日の期間仙台に滞在する間に、共同で $\text{Fe}_{2+x}\text{Mn}_{1-x}\text{Ga}$ 合金のマルテンサイト (M) 変態温度、キューリー温度、融点等の相安定性を系統的に調査し、磁気測定等の実験に適切な合金組成を決定した。また、これらの情報に基づいた最適な合金組成と熱処理条件を用い、FeMnGa 合金単結晶の作製に成功した。

(II) 結晶構造と磁気構造の調査

(I) で作製した単結晶試料に変形を加え M 相を単一バリエーション状態にした上で、振動型磁力計を用いて M 相単結晶の磁気特性を評価し、結晶磁気異方性エネルギーを決定した。また、X 線回折を行い、マルテンサイト相の結晶構造 ($L1_0$ 構造) を決定した。さらに、同一の試料を用いて透過電子顕微鏡による組織観察と電子回折実験を行い、試料の結晶構造と M 相組織を明確にした。23年2月27日～3月3日に米国サンディエゴに出張し、これらの結果を発表すると共に、今後の方向性を打ち合わせた。

(III) 相図の決定と理論計算

Prof. Vasily Buchelnikov と Dr. Sergey Taskaev が22年7月11日～7月19日に来日し、 $\text{Fe}_{2+x}\text{Mn}_{1-x}\text{Ga}$ 合金の相図に関してギンツブルク-ランダウ理論を用いた熱力学的な解析を行うための打ち合わせを行った。また、Dr. Vladimir Khovaylo が22年10月24日～11月13日に来日し、日本側の実験結果とロシア側の計算の進捗状況について打ち合わせを行った。23年3月15日～3月19日にロシアを訪問して相図に関する両国の進捗状況を報告する予定であったが、震災のため中止となった。その代わりに Dr. Vladimir Khovaylo が23年10月24日～11月12日に来日し、ロシア側の研究成果に関する討議を行った。

(IV) FeMnGaおよびFeMnAl基4元合金

$\text{Fe}_2\text{Mn}(\text{Ga}_{1-y}, \text{Al}_y)$ 合金について、平成22年度と同様にマルテンサイト (M) 変態温度、キューリー温度、融点等の相安定性を系統的に調査するための実験を行った。その結果、Fe-Mn-Al-Ni 系においても同様な bcc/fcc 変態が見出された。上記、(III) および (IV) の成果に関して、貝沼、大森が23年7月17日～22日にドレスデンで開催された磁性形状記憶合金に関する国際会議に参加して発表すると共に、その場においてロシア側研究者と討論した。

(V) 磁場誘起歪の調査と実用可能性評価

以上の実験および理論研究結果に基づき磁場誘起歪を得る条件を明確化し、実用性の評価を行った。

また、貝沼と院生の岡野が、23年9月26日～9月29日にモスクワを訪問し、本プロジェクトで得られた成果のまとめ方についてロシア側研究者らと討論した。

<交流実績>

1. 平成22年4月5日～8月25日
ロシア側参加者：Dr. Vladimir Khovaylo (State Technological University) が東北大に滞在
(日本学術振興会外国人招へい研究者(長期)事業)
2. 平成22年7月11日～7月19日
ロシア側参加者：Prof. Vasiliy Buchelnikov (Chelyabinsk State University) と Dr. Sergey Taskaev
(Chelyabinsk State University) が来日
3. 平成22年10月24日～11月13日
ロシア側代表者：Dr. Vladimir Khovaylo (State Technological University) が来日
4. 平成23年3月15日～3月19日に日本側代表者：貝沼亮介教授(東北大学)と日本側参加者：石田清仁名誉教授(東北大学)、鹿又武教授(東北学院大学)、梅津理恵助教(東北大学)、伊東航博士研究員(日本学術振興会特別研究員)が訪露予定であったが、3月11日発生の東日本大震災のため中止となった。
5. 平成23年9月26日～9月29日
日本側代表者：貝沼亮介教授(東北大学)と日本側参加者：岡野将卓大学院生(東北大学)が訪露
6. 平成23年10月24日～11月12日
ロシア側代表者：Dr. Vladimir Khovaylo (State Technological University) が来日