

氏名	松 下 正 史
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	理 学
学位授与番号	博甲第2690号
学位授与の日付	平成16年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	インバー合金の高圧下での磁性
論文審査委員	教授 小野 文久 教授 岩見 基弘 助教授 河本 修

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

低熱膨張材料として知られる Invar 合金は Invar 効果と呼ばれる特異な磁気体積効果を持つことが知られている。インバー効果の微視的なメカニズムに関しては、有力な説は幾つかあるものの統一的な理解にはいたっていない。インバー効果に関しては古くから低体積側に存在する磁気相への温度、圧力の増加に伴う転移による説があり、その圧力の増加に伴う磁性の変化は興味深い。

本研究においては、高圧下交流磁化率測定によって圧力の増加に伴う磁性の変化を直接観察した。また、高圧下 X 線回折実験によって磁性の圧力変化に伴う弾性の変化を観察し、磁性の圧力変化との関連を調べた。

高圧下交流磁化率測定では Cubic Anvil Press を用いて行った。実験は Fe-Ni、Fe-Ni-Mn、秩序型と無秩序型の Fe-Pt、Co-Fe-Cr の5種類のインバー合金で行った。5種類とも圧力の増加に伴い強磁性は急激に弱まり消失した。Fe-Ni、Fe-Ni-Mn、Co-Fe-Cr の3種類のインバー合金では、スピングラス的な高圧磁気相のみが残る様子を初めて観測した。また、秩序型、無秩序型 Fe-Pt インバー合金では Fe-Ni インバー合金らとは異なるタイプの高圧磁気相への転移を観測し、秩序型と無秩序型でそれぞれ高圧磁気相が異なることを発見した。

高圧下 X 線回折実験は秩序型の無秩序型の Fe-Pt インバー合金について行い、それぞれ圧力の増加に伴う格子の軟化を観測した。格子の軟化が起こる圧力は高圧下交流磁化率測定で磁気相転移が確認された圧力領域と一致しており、磁気相転移に伴う減少であることが分かる。

近年のバンド計算はインバー合金の電子状態について新しい情報を提供し、そのメカニズムについて二つのモデルを提唱した。1つは軌道の不安定さに起因するモデルでもう一つは磁気相互作用の不安定さに起因するモデルである。本研究で得た実験結果は、磁気相互作用の不安定さがインバー効果の起源であるとするバンド計算の結果と一致している。

論文審査結果の要旨

低熱膨張材料として知られるインバー合金はインバー効果と呼ばれる特異な磁気体積効果を持つ。インバー効果の微視的なメカニズムに関しては、有力な説は幾つかあるが、統一的な理解にはいたっていない。本研究においては、高圧下交流磁化率測定によって圧力の増加に伴う磁性の変化を直接観察している。また、高圧下X線回折実験によって磁性の圧力変化に伴う弾性の変化を観察し、磁性の圧力変化との関連を調べている。高圧下交流磁化率測定ではCubic Anvil Pressを用い、Fe-Ni、Fe-Ni-Mn、秩序型と無秩序型のFe-Pt、Co-Fe-Crの5種類のFeをベースにしたインバー合金で行っている。5種類とも圧力の増加に伴い強磁性は急激に弱まり消失した。Fe-Ni、Fe-Ni-Mn、Co-Fe-Crの3種類のインバー合金では、加圧により強磁性消失後、スピングラス高圧磁気相のみが残る様子を初めて観測している。また、秩序型、無秩序型Fe-Ptインバー合金ではスピングラスとは異なるタイプの高圧磁気相への転移を観測し、秩序型と無秩序型でそれぞれ高圧磁気相がさらに異なることを発見し、バンド計算で予測されているヘリカル磁性の可能性を示している。高圧下X線回折実験は秩序型、無秩序型のFe-Ptインバー合金について行い、それぞれ圧力の増加に伴う格子の軟化を観測した。格子の軟化が起こる圧力は高圧下交流磁化率測定で磁気相転移が確認された圧力領域と一致しており、磁気相転移に伴う現象であることを示している。本研究で得た実験結果は、磁気相互作用の不安定さがインバー効果の起源であるとするバンド計算の結果にも対応している。

以上のように本論文ではインバー合金について新しい現象の発見と、それらの説明を行っており、博士（理学）の学位に相当する。