

【基盤研究(S)】

理工系(工学II)



研究課題名 マルテンサイト変態の低温異常 —その普遍性と起源の解明—

東北大学・大学院工学研究科・教授 **かいぬま りょうすけ**
貝 沼 亮 介

研究分野: 工学

キーワード: マルテンサイト変態、超弾性効果、低温

【研究の背景・目的】

近年、形状記憶合金であるNiTiのストレイン・ガラス、NiCoMnInのカイネティック・アレスト現象や加熱誘起マルテンサイト(M)変態(図1)といった低温におけるM変態に関係した異常な挙動が見出され注目を集めている。本研究では、幾つかの代表的な形状記憶合金を対象に10~200Kの温度領域において、電気抵抗、磁気特性、変態潜熱などの基本物性や超弾性特性、兄弟晶界面の移動度等の機械特性を調査し、低温で磁場、応力を同時に印加しつつマルテンサイト組織や変態時における内部組織や結晶構造変化を観察する。これらの研究を通して低温で出現する異常現象の普遍性を確認した上でその起源を解明し、極低温用超弾性材料の開発と実用化を目指す。

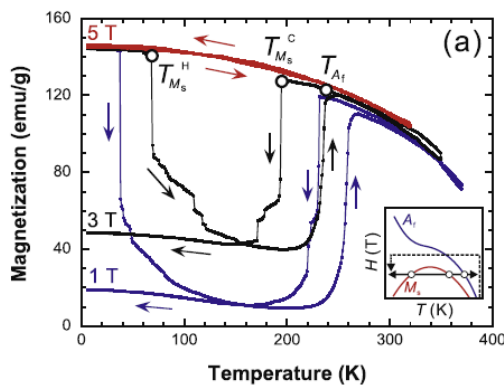


図1 NiCoMnIn合金に見られる加熱誘起M変態

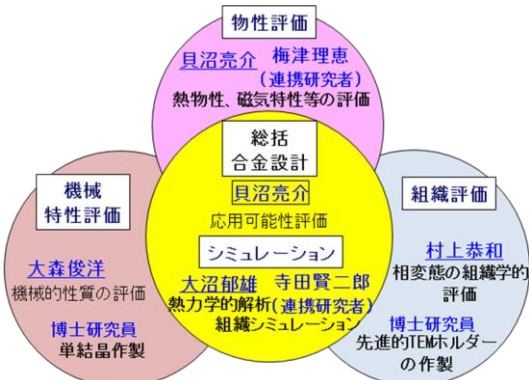


図2 本研究課題の実施内容および体制

【研究の方法】

NiTi系、Cu系、Ni系、Fe系、Co系、Ti系とい

った多くの合金系を対象に、10K-200Kにおける電気抵抗測定、熱分析、磁化測定を行う。特に液体ヘリウム温度付近まで冷却できる機械試験機を作製し、形状記憶合金における応力誘起変態やバリエーション再配列挙動を系統的に調査する。また、応力と磁場を同時に印加できる透過電子顕微鏡用低温ステージを作製して30K-室温におけるその場観察を行い、温度変化だけでなく応力や磁場印加に伴うプレマルテンサイト組織や磁区構造変化等の詳細を観察する。これらの結果を踏まえ、熱力学的考察や組織シミュレーション等の助けを借りながら異常現象の普遍性と本質を解明する。

【期待される成果と意義】

主要な形状記憶合金であるNiTiがM変態を起こさないため、低温での形状記憶合金の研究は、従来より低調であり、特に液体ヘリウム温度近傍までの研究はCuAlNiなど一部の合金系にわずかに報告があるに過ぎない。しかし、多くの金属系超電導材料では超電導相転移に先立ちマルテンサイト変態が生じるなど、100K以下におけるマルテンサイト変態挙動を明確にすることは実用的にも意義深い。また、低温でも柔軟性を失わず安定に使用できる超弾性材料が開発できれば、超電導や液体水素等に関係した低温技術周辺において、硬化してしまうプラスチックや繰り返し使用が出来ないメタルシール(メタルOリング等)に代わる用途が考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Xiao Xu et al., "Anomaly of critical stress in stress-induced transformation of NiCoMnIn metamagnetic shape memory alloy", Appl. Phys. Lett. 95,(2009) 181905
- W. Ito et al., "Kinetic arrest of martensitic transformation in the NiCoMnIn metamagnetic shape memory alloy", Applied Physics Letters, 92, (2008) 021908

【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度
167,000千円

【ホームページ等】

<http://www.material.tohoku.ac.jp/~seigo/lab.html>
kainuma@material.tohoku.ac.jp