

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	フロン類温室効果ガス削減と省エネルギー化を両立する磁気冷凍実現のための材料開発
研究機関・部局・職名	東北大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	藤田麻哉

【研究目的】

従来の冷凍技術においては、フロン類の大きな温室効果係数などによる環境負荷と、気体圧縮方式における効率限界が問題とされてきた。これらを解決できる固体冷凍技術として磁気冷凍が注目されているが、磁気冷凍実用化には磁気熱量材料の特性改善が不可欠である。研究代表者が見出したFe系メタ磁性化合物は、巨大磁気熱量効果を発現し、さらに構成元素に関して、材料コストや安全性の面でも有利であるため、世界的に注目されている。現在、本化合物をモジュール等に搭載し、冷凍サイクルが構築されることは実証されている。更なる実用開発には、磁気熱量効果に加え、いくつかの冷凍実現への障害となっている磁気物性制御が必要である。そこで本化合物をベースとして冷凍能力が冷凍機内で十分に発揮する材料を開発するための課題解決を目指す。具体的には i) 冷凍サイクルへの追随性を考慮した相転移カイネティクス（微小領域空間観測による空間的特徴解明と熱量効果の時間的变化）の解明、ii) 損失を低減するための相転移履歴抑制、iii) 磁気熱量-温度特性プロファイルの制御方法を探索する。

【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】

① 総合所見

Alの添加により低下した等温磁気エントロピー変化の最大値が、磁気体積効果によりほぼ元の大きさまで回復できることを、また、熱移動能力を保持して、履歴による熱ロスを抑制できることを実験的に実証した。La(Fe, Si)₁₃の特性向上を諮るため、Fe高濃度試料の作製法の開発を行い、新たに反応性焼結を用いることでFe高濃度試料作製が確実かつ容易に行えるようになったため、大きな磁気回路が不要な0.6~0.8 T程度の磁場で従来と通りの特性を発揮することに成功した。

② 目的の達成状況

・所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

所期の目標として設定された(1)高効率冷凍のための拘束動作に追従できる転移動力学挙動の解明制御、(2)熱量効果を保持した転移履歴損失の低減、(3)材料複合化に備えた熱特性プロフィール材料の指導原理確立のいずれの項目においても相当の進捗がみられ、所期の目的が達成された。

磁気冷凍が他の冷凍方式と競合して使われるようになるためには、具体的に要求される材料特性が本研究により達成できたのかを判断する材料として、数値目標や達成水準のベンチマークを提示する必要があるが実施されなかった。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

本研究課題で独自に見出した、従来の概念を覆す「磁気ジュールトムソン効果」は磁気一次相転移が組成ムラや欠陥、結晶粒界などから乱雑に一様分布することによって核生成すると考えられてきた常識を覆し、磁気相互作用が支配的に作用することによってマクロスコピックな異方性が出現する可能性を示し、静磁気相互作用の影響を実証することは先進性・優位性がある。

ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果は創出されなかった。

当初の目的の他に特記すべき研究成果はなかった。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

これまで静的評価しか実施されてこなかった巨大磁気熱量効果の研究分野において、動的性質の重要性を示し、磁気転移の静磁気効果が相転移に影響することを明らかにした点は関連する研究分野への波及効果が見込まれると判断される。

小型磁気冷凍機を一般的な民生用、車載用に適用する上で、本研究結果は材料面での貢献が見込まれる。この技術を現状の気体冷凍方式に置き換えることによって社会問題化しているフロン類の温室ガスの問題、省エネルギーという社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれると判断される。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (■行われた ・ □行われなかった)

研究目的の達成に向けて研究計画は適切に実行され、研究実施体制は適切に組織され、各年度、研究実施上必要な設備を随時導入され、指摘事項への対応も適切に実施された。さらに、研究成果の発信は適切に行われ、国民との科学・技術対話についても効果的に実施された。上記のとおり、適切な研究マネジメントが実施された。