

課題番号: GR015
助成額: 127百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

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

藤田 麻哉 東北大学大学院工学研究科 准教授
Asaya Fujita



専門分野

磁気物性
磁気機能材料

キーワード

電子・磁気物性 / 環境負荷低減技術 / 省エネルギー
技術 / 冷凍・空調 / エネルギー節約・効率利用

WEBページ

<http://www.material.tohoku.ac.jp/~kotaib/fujita/NEXT/NEXTtop.html>

研究背景

従来の冷凍冷蔵技術において用いられている気体圧縮法はフロン類ガスを用いるため環境負荷が大きく、また、エネルギー効率の面ではこれ以上の大きな改善を望めない。そこで、新たに固体冷凍、特に磁気を利用した磁気冷凍の開発が望まれていた。

研究目的

代表者らは、Fe系化合物において、特異相転移に由来する巨大磁気熱量効果を独自に確認している。本化合物を実用材料に近づけるには冷凍サイクルに対応した相転移カインティクス制御、および1次相転移の履歴現象の低減などが解決すべき項目である。これらの課題を解決した革新的磁気熱量材料の開発を目指す。

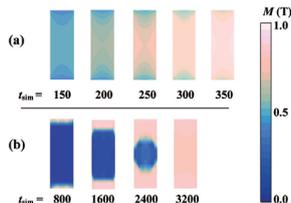
実績

代表論文: Appl. Phys. Lett., 102, 04913:1-3, (2013)
特記事項: JST-SORST 公開シンポ (2012年1月) および
東北経産局公開研究会 (2013年10月) にて招聘講師

研究成果

相転移カインティクスの解明

1次相転移の進行は、欠陥等の局所不均一性に影響されると考えられて来たが、磁気転移の場合、磁気双極子相互作用がより重要になり、反磁場効果が動的挙動を支配することを検証した。本効果を磁気ギブストムソン効果として提唱した。



相転移進行シミュレーションの結果: (a) 磁場誘起 (b) 温度誘起

材料作製法の新展開

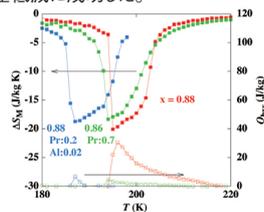
従来の溶解凝固法ではLa(Fe_xSi_{1-x})₁₃のFe濃度増加は金属学的に限界があった。しかし熱特性はFe高濃度ほど優れている。新たに反応性焼結法の活用を試みた。x=0.90や0.91のFe高濃度試料が作製され、弱磁場特性の向上に成功した。

2030年の
応用展開

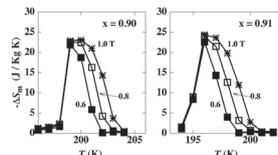
2020年京都議定書のフロン類撤廃に向けてモジュール化を加速する。kW級および温度差40℃級のヒートポンプ原理移動モジュールの達成が出来れば、大型機器だけで

元素部分置換による相転移履歴の制御

相転移履歴の原因であるエネルギー障壁は電子状態に依存するため、Al部分置換により制御した。Pr部分置換との複合化により熱変化を保持した履歴低減に成功した。



各試料における磁気エントロピー変化および履歴損失の温度依存性; 赤La(Fe_{0.88}Si_{0.12})₁₃, 緑La_{0.3}Pr_{0.7}(Fe_{0.86}Si_{0.14})₁₃, 青La_{0.8}Pr_{0.2}(Fe_{0.88}Si_{0.1}Al_{0.02})₁₃



Fe高濃度試料の磁気エントロピー変化

なく、電気自動車の車載も可能になる。