

課題番号	GR104
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成23年度)**

研究課題名	スピンによる磁気と熱のエネルギー変換機能を有する磁性機能材料の開発研究
研究機関・ 部局・職名	株式会社東芝研究開発センター 機能材料ラボラトリー 主任研究員
氏名	齋藤 明子

1. 当該年度の研究目的

本研究では、原理的に高効率期待できる磁気冷凍技術を、民生用途の汎用の冷凍技術に適用することを目的とし、これを可能にする鍵となる高性能な磁性機能材料の開発研究を行うことを目的とする。具体的には、(1)高性能候補材である LaFeSi 系物質の量産対応が可能な作製方法の提案に向けて作製プロセスの簡便化を行うと共に、(2)磁性材料の物性と冷凍機能の相関を明らかにし、この知見を物性設計に反映させて、更に(3)高性能な磁性機能材料の探索と提案を目指す。

平成23年度の目的は次の通りである。(1)に関する La(Fe,Si)<sub>13</sub> 系物質の作製プロセスの見直しを進め、高温長時間の熱処理プロセスを必要としない新たな作製方法の要素試作と試作試料の評価を行う。(2)及び(3)の遂行に向けて、前年度に詳細仕様を決定した物性評価設備を導入し、立上げを行う。(2)に関して、Gd 合金系や La(Fe,Si)<sub>13</sub> 系物質のモチーフ材料を選定し、試料の試作、物性評価を行ない、比熱における格子寄与と磁気寄与のバランスについて考察する。さらに、これらモチーフ材を搭載して、これまでに研究データを蓄積してきた冷凍機能試験の結果を参照し、材料の磁気特性や磁気エントロピーも考慮して、冷凍サイクルで機能させた場合の蓄熱作業と磁気冷凍作業のバランスとの整合や渦電流損失などについて検討し、物性と冷凍機能の相関について考察することで、高性能な磁性機能材料の探索指針を導く。

2. 研究の実施状況

(1)常温域での磁気冷凍技術を実用化するための有望な磁気冷凍材料の候補と目されている La(Fe,Si)<sub>13</sub> 系物質は、その作製が容易ではなく、従来は1000℃以上で1週間程度の長時間の熱処理を必要とする方法で作製されており、このままでは実用材料として不向きである。そこで、本研究では、La(Fe,Si)<sub>13</sub> 系物質の作製プロセスの見直しを進め、高温長時間の熱処理プロセスを必要としない放電プラズマ焼結法によって本物質を作製することに成功し、所要時間を4時間程度に短縮する目途を得た。この結果は、応用物理学会にて報告した。

(2)及び(3)の遂行に向けて、物質の磁場中での比熱や渦電流評価が可能な物理特性評価装置(PPMS)を導入し、立上げを完了した。

(2)磁性材料の物性と冷凍機能の相関の明確化に向けて、Gd 合金系や La(Fe,Si)<sub>13</sub> 系物質のモチーフ材

### 様式19 別紙1

試料を試作し、比熱、磁気特性の評価を行ない、比熱における格子寄与と磁気寄与を明らかにした。さらに、これまでに研究データを蓄積してきた冷凍機能試験の結果を参照し、これら材料を搭載して冷凍サイクルで機能させた場合の冷凍性能と、蓄熱作業(比熱が支配的な要素)と磁気冷凍作業(エントロピー変化が支配的な要素)のバランスについて検討し、物性と冷凍機能の相関について考察した。この結果、従来、冷凍性能を支配する因子をとして最重要視されてきた材料の磁気エントロピー変化の大きさと同程度に、比熱の大きさが重要であることが明らかになり、高性能磁性機能材料の探索では、これらの比が大きいことが1つの探索指針となることを明らかにした。

### 3. 研究発表等

雑誌論文 計0件	(掲載済み一査読有り) 計0件 (掲載済み一査読無し) 計0件 (未掲載) 計0件
会議発表 計2件	専門家向け 計1件 第59回応用物理学関係連合講演会(東京・早稲田大学、2012年3月15日～3月18日、応用物理学会主催)、齋藤明子、辻秀之、加治志織、小林忠彦、 “La(Fe <sub>1-x-y</sub> Co <sub>x</sub> Si <sub>y</sub> ) <sub>13</sub> 系物質における磁気熱量効果のC添加効果” 一般向け 計1件 最先端・次世代研究開発支援プログラム研究発表会(福岡・アクロス福岡、2012年2月28日、九州大学高等研究院主催)、齋藤明子、 “スピンによる磁気と熱のエネルギー変換機能を有する磁性機能材料の開発研究”
図書 計0件	特になし
産業財産権 出願・取得状況 計0件	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件
Webページ (URL)	特になし
国民との科学・技術対話の実施状況	九州大学、最先端・次世代研究開発支援プログラム研究発表会が、2012年2月28日、アクロス福岡にて実施され、大学関係者、一般市民の方々を対象に、本研究内容について紹介を行った。
新聞・一般雑誌等掲載 計0件	特になし
その他	特になし

### 4. その他特記事項

とくになし

## 実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

## 1. 助成金の受領状況(累計) (単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	77,000,000	57,360,000	0	19,640,000	0
間接経費	23,100,000	17,208,000	0	5,892,000	0
合計	100,100,000	74,568,000	0	25,532,000	0

## 2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	57,360,000	0	11,913	57,371,913	46,525,591	10,846,322	0
間接経費	17,208,000	0	0	17,208,000	13,957,677	3,250,323	0
合計	74,568,000	0	11,913	74,579,913	60,483,268	14,096,645	0

## 3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

	金額	備考
物品費	46,430,151	物理特性測定装置、実験試薬、液体ヘリウム等
旅費	53,440	学会参加(研究成果発表、情報収集)旅費等
謝金・人件費等	0	
その他	42,000	学会参加費(応用物理、低温工学・超電導学会)等
直接経費計	46,525,591	
間接経費計	13,957,677	
合計	60,483,268	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
物理特性測定システム	PPMS(日本カン タムデザイン)	1	43,437,450	43,437,450	2012/3/21	株式会社東芝 研究開発センター
				0		
				0		