

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	志村 恭通
研究機関名	広島大学
所属部署名	先進理工系科学研究科
役職名	准教授
研究課題名	オール f スピンメタルの 0.1 K を生成する磁気冷凍機の創製
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

#### 研究成果の概要

本研究では、0.1 K の極低温を簡便に提供するため、希土類を含んだ金属磁気冷凍材料の開発を行っている。磁気冷凍により低温を目指すためには、材料の磁気転移温度を下げる必要があり、Ce や Yb を含む金属間化合物であれば元素置換による電子状態のチューニングができると着想した。5.5 K で反強磁性転移を示す  $\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{In}$  に対して、Cu を Ni に置換した  $\text{Ce}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_2\text{In}$  の多結晶試料を合成した ( $0 \leq x \leq 0.38$ )。そして、 $^4\text{He}$  で容易に冷やすことができる 1.8 K および 8 T の磁場を初期値として磁気冷凍を行った。その結果、母物質の  $\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{In}$  ( $x = 0$ ) では全く冷えなかったにもかかわらず、 $x = 0.33$  では 1 K 弱まで冷えることを見出した。このように元素置換による磁気冷凍性能の向上を実証することができた。より特性温度の低い Ce 化合物を母物質として選び、同様にチューニングすれば、最低温度をさらに下げることが期待できる。

一方、Yb を含む化合物は蒸気圧が高いため、実用化に必要な大きな試料の合成は容易ではない。私は 0.2 K 弱まで冷えることを見出していた Yb 系金属磁気冷凍材料  $\text{YbCu}_4\text{Ni}$  に対して、高周波溶融炉による大型試料作製法を確立し、60 グラムの試料を合成した。これを用いて、市販の  $^4\text{He}$  冷凍機 PPMS に取り付け可能な磁気冷凍セルを開発した。今後はこのセルを用いて、光学実験などに応用する予定である。

最後に、最低温度を半永久的に保持するための連続式磁気冷凍システムの開発に必要な、希土類金属間化合物の合成を行った。そしてその熱測定から、十分に連続式磁気冷凍に必要な性能があることを確かめた。