

2023 年度年次報告書

原子・分子の自在配列と特性・機能

2021 年度採択研究代表者

河底 秀幸

東北大学 大学院理学研究科

助教

局所原子配列の熱的制御による酸化物相変化メモリ開発

研究成果の概要

本研究では、SrNiO₃ ペロブスカイト層と(Sr_{1.5}Bi_{0.5})O₂ 岩塩層の交互積層構造を有する層状酸化物 Sr_{2.5}Bi_{0.5}NiO₅ を活用し、局所原子配列の熱的制御という新しい原理に基づいた酸化物相変化メモリの開発をめざしている。昨年度までの研究期間では、Sr_{2.5}Bi_{0.5}NiO₅ の多結晶バルク試料を用い、大気下でのアニール処理により、岩塩層の Sr/Bi 配列が秩序・無秩序状態となる結晶相(秩序相・無秩序相)を見出した。さらに、秩序相と無秩序相において、100 倍もの大きな電気抵抗変化を伴う、結晶相の熱的スイッチングを実現した。

今年度は、秩序相・無秩序相に対し、Pb 置換を施した Sr_{2.5}(Bi_{1-x}Pb_x)_{0.5}NiO₅ [$x = 0-0.5$]を合成し、局所原子配列と電気伝導性への影響を明らかにした。秩序相では、 $x = 0.2$ までの Pb 置換で秩序度が向上したが、 $x = 0.3$ 以上では Sr サイトと(Bi,Pb)サイトのイオン半径差の解消により、秩序度が低下した。なお、 $x = 0.4, 0.5$ では、アニール処理では得られない新たな秩序度をもつ結晶相が得られた。電気抵抗率は Pb 置換により単調に増加した。秩序相の結晶構造解析から、Pb 置換と同時に、電荷補償のため酸素欠損が生じることも見出しており、この電気抵抗率の増大は、酸素欠損による伝導キャリアの散乱に由来すると考えられる。無秩序相では、イオン半径差の解消の効果で、Pb 置換により秩序度が単調に低下した。秩序相とは異なり酸素組成は Pb 置換には依存しなかった。電気抵抗率は Pb 置換により単調に減少した。これは、Pb 置換により Ni の価数に変化し、キャリアドープ効果が生じたことに由来すると考えられる。これらの結果から、アニール処理だけでなく、元素置換でも局所原子配列の秩序度の制御でき、電気伝導性を変調できることがわかった。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kota Matsumoto, Hideyuki Kawasoko, Eiji Nishibori, and Tomoteru Fukumura, “Thermally Reentrant Crystalline Phase Change in Perovskite-Derivative Nickelate Enabling Reversible Switching of Room-Temperature Electrical Resistivity”, *Advanced Science*, 10, 2304978 (2023).