

2025 年 4 月 23 日

## マンガン酸化物の局所構造をねじり場によって制御することに成功！ ～局所構造操作による磁気特性制御に新展開～

九州工業大学大学院工学研究院基礎科学研究系的美藤正樹教授らのグループは、マンガン酸化物  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  を、圧縮を伴うねじり場に置くことで、圧縮のみの際と異なる結晶構造を実現し、磁氣的機能を向上させることに成功しました。マンガン酸化物は機能性電子材料として注目されている物質群であり、新たな電子物性操作原理を開拓したことが米国応用物理学会誌に高く評価されました。

### ポイント

- ・マンガン酸化物  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  の「圧縮」効果と「圧縮+ねじり」効果を比較した。
- ・ねじり場ゆえの特殊な構造変化を実現した。
- ・上記のねじり場が  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  の磁気特性を向上させることを見出した。

マンガン元素は価数の違いによってスピン量子数が異なり、酸化物中ではマンガンイオン周辺の酸素の配位環境が電子物性に大きな影響をもたらすことが知られている。実際、巨大磁気抵抗に代表される特性ゆえに世界中の科学者によって研究されている物質群である。

物質の特性を連続的に制御したいとき、物性物理学の分野ではしばしば圧縮場を用いられる。一方、圧縮場にねじりを加えた「ねじり場」は、金属材料分野で硬度・強度などの材料特性の向上をもたらすことも知られている。最近、このねじり場を電子物性操作に利用する研究が注目を浴びつつあり、超伝導状態の安定化などの成果をもたらしている。

今回、代表的マンガン酸化物である  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  において、「圧縮」場と「圧縮+ねじり」場の両方において、磁気特性と結晶構造を系統的に調べ、体積減少をもたらす「圧縮」場に対し、「圧縮+ねじり」場は体積膨張を伴う一種の負圧状態を実現することを明らかにし、それが磁気特性の向上（保磁力上昇）をもたらすことを明らかにした。「ねじり」を伴う外場が、マンガン酸化物における未知なる特性を実現することを明らかにできたことは、マンガン酸化物の機能性探索に新たな指針を提供したことになる。

本研究成果を発表した論文は米国応用物理学会誌「J. Appl. Phys.」において、2025 年 4 月 22 日にオンラインで公開され(<https://doi.org/10.1063/5.0262761>)、その特出した研究成果のため“Featured Article”論文に選出されました。この成果は博士後期課程学生 Alexy Mathieu BERTRAND 氏の博士論文研究の一部であり、彼の研究能力の高さをアピールすることになりました。