

トポロジカル材料科学と革新的機能創出  
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

谷口 耕治

東北大学 金属材料研究所  
准教授

有機・無機ハイブリッド系を基軸としたトポロジカルスピン材料の開発

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、有機・無機ハイブリッド化合物において、空間反転対称性を必ず破ることの出来るキラルな有機分子を、強磁性相互作用や強いスピン軌道相互作用を有する無機骨格に導入するという物質設計指針に基づき、非反転対称な物質を開発し、トポロジカルスピン構造やトポロジカル電子物性の開拓に取り組んでいる。前年度までは、非反転対称な磁性体を中心に物質開発を進めたが、今年度はその物質開発過程で得られた、非磁性重元素から成る非反転対称半導体にも着目し、ゼロバイアス下で光電流を生じるトポロジカル非線形応答現象の開拓を試みた。まず、極性を持たず、純粋にキラルな新規二次元有機・無機ハイブリッドペロブスカイト(2D-OIHP)鉛ヨウ化物に対し、円偏光を照射したところ、ゼロバイアス光電流の発生が観測され、円偏光ガルバノ効果(CPGE)の誘起が確認された。観測されたゼロバイアス光電流は、系のキラリティを変えると光電流の方向が反転するという特異な性質を示し、結晶構造のキラリティに依存した CPGE を初めて見出した。この結果は、開発した2D-OIHP 鉛ヨウ化物において、スピン運動量ロッキングにより、Wyle型の放射状スピン構造が  $k$  空間に形成されていることを示唆している。また、2D-OIHP 系の高い物質設計性を活かし、系に導入する有機分子の種類を変えることで、“極性”、“キラル”、“キラル&極性”という異なったタイプの非反転対称な 2D-OIHP 鉛ヨウ化物を開発した。無偏光(or 直線偏光)の照射下でゼロバイアス光電流を生じるバルク光起電力効果(BPVE)に対して、“極性”と“キラリティ”の寄与を調べたところ、極性を持つ系のみで BPVE の発現が確認された。この結果は、最近理論的提案がなされている電子波動関数の幾何学的位相に着目した“シフト電流機構”が、観測された BPVE の起源である可能性を示唆している。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Magneto-Electric Directional Anisotropy in Polar Soft Ferromagnets of Two-Dimensional Organic-Inorganic Hybrid Perovskites”, *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 60, pp. 14350-14354, 2021
- 2) “Chirality-Dependent Circular Photogalvanic Effect in Enantiomorphic 2D Organic-Inorganic Hybrid Perovskites”, *Advanced Materials*, vol. 33, pp. 2008611 (1)-(9), 2021