

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

張 奕勁

東京大学 生産技術研究所
助教

極性二次元物質とそのヘテロ構造におけるバルク光起電力効果

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、二次元物質およびそれらの van der Waals ヘテロ構造を用いて、バルク光起電力効果(BPVE)を中心とした、対称性に由来する新奇物性の探索を行っている。

本年度は、まず強誘電性を持つ二次元物質の代表格である CuInP_2S_6 (CIPS) を用いて研究を行った。CIPS は面直方向に極性を持っている点特徴的である。BPVE は極性と同一向きに出現することが多い。これまでの二次元物質で観測されていた BPVE は、面内方向に出現するものに限られていたのに対し、CIPS では面直方向に BPVE が期待できる。本研究では、透明電極として数層グラフェンを導入し、「グラフェン / CIPS / グラフェン」の van der Waals ヘテロ構造を作製した。光照射時に、CIPS の分極の向きに応じて符号が反転する起電力が上下のグラフェン間に発生することを観測した。さらに、種々の実験を組み合わせることで、この符号反転する起電力が CIPS 内部で発生しているシフトカレントに由来する BPVE を確かめた。

CIPS における BPVE は、起電力の発生方向という点で他の二次元物質における BPVE 研究と一線を画している。先行研究では、二次元物質の面内方向に起電力が発生しているが、CIPS の場合は面直方向に発生している。面内方向に発生する場合、電極の存在によって素子の面積化が困難である。一方面直方向に発生する場合、特に本研究のように電極にも二次元物質を用いている場合には、CVD などの化学成長法によって面積での van der Waals ヘテロ構造が容易に実現できる。この点から、CIPS における BPVE の観測は非常に重要な一歩である。

その他、本年度中はバルク光起電力効果に関連する解説記事を二編執筆した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Switchable out-of-plane shift current in ferroelectric two-dimensional material CuInP_2S_6 ”, Appl. Phys. Lett., vol. 120, pp. 013103, 2021
- 2) “遷移金属ダイカルコゲナイドナノチューブにおける量子物性”, 固体物理, vol. 56, pp. 23-32, 2021
- 3) “遷移金属カルコゲナイドナノチューブにおけるバルク光起電力効果”, 応用物理学会誌, vol. 91, pp. 91-95, 2022