

「TSQS2022」ポスター賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 松永研究室 特任研究員 室谷 悠太

2022年11月に行われたシンポジウム「2nd International Symposium on Trans-Scale Quantum Science (TSQS2022)」において、トランススケール量子科学国際連携研究機構よりポスター賞を授与されました[1]。この賞は、研究の学術的内容を深く理解し、非専門家向けに分かりやすく紹介する優秀な発表を行った若手研究者を表彰するものです。授賞式は2022年11月11日に東京大学小柴ホールで行われました。会議名の「トランススケール」という言葉にも表れているように、本シンポジウムは分野横断的な交流の場でしたが、その中で異分野の先生方と刺激的な議論を交わし、発表を楽しんでいただけたことは大きな自信となりました。このような栄えある舞台上でポスター賞を受賞できたことを大変光栄に思います。

受賞対象となった発表のタイトルは「Light-induced anomalous Hall effect in 3D Dirac semimetal Cd_3As_2 revealed by THz spectroscopy」です。最近の物性物理において、周期的に時間変化する外場を使って物質の状態や性質を制御するフロッケ・エンジニアリングの理論的開拓が進み、その実験的検証が急務となっています。松永研では昨年、周期的な光電場の下にある三次元ディラック半金属 Cd_3As_2 の光学的性質がフロッケ状態間の遷移に支配され、誘導レイリー散乱と呼ばれる特異な形を取ることを示しました[2]。今回の研究では、三次元ディラック半金属に円偏光を当てると電子状態のトポロジーが変化し、フロッケ・ワイル半金属状態となって異常ホール効果が生じるという理論的予測を検証することを目指しました。具体的には、光子エネルギーの小さい円偏光マルチテラヘルツ波（周波数 33 THz）を Cd_3As_2 薄膜に照射し、生じる異常ホール効果を単一周期テラヘルツパルスの偏光回転として時間分解計測しました[3]。

実験を進めて分かったのは、フロッケ・ワイル半金属状態による寄与を遥かに凌ぐ別のメカニズムが存在することです。すなわち、プローブとして印加した電場が物質の反転対称性を破り、そこに円偏光が入ってくることで実励起されるキャリアが運動量の偏りを伴うために異常ホール電流が流れるメカニズムを見出しました。これはトポロジカル半金属に限らない普遍的な現象と考えられ、実際に半導

体 GaAs やグラフェンなどで散発的に提案されていたものではありませんが、時間分解計測の強みを生かしてはつきりと実証したのは本研究が最初と考えています。

また、円偏光が試料を通過し終わった後も、比較的長い時間にわたって異常ホール効果が残り続けることも発見しました。異常ホール伝導度の周波数依存性から、これは光励起されたキャリアがディラック点近傍に溜まり、時間反転対称性の破れを持続させていることによるものと考えられます。この現象はキャリアのカイラリティと密接な関係があるため、光を使ったカイラリティ制御が可能であることを示唆しています。

以上のように、本研究は当初の予想を超えてさまざまな側面から光と物質との相互作用に関する理解を深める重要な成果となりました。物性研内に限っても、神田夏輝助教、松永隆佑 准教授、吉信淳 教授、小林洋平 教授、岡隆史 教授など、多くの方々にお力添えいただいたからこそこの地点に到達できたものと考えています。この場を借りて、ご協力いただいた全ての方々に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] シンポジウム公式ページ <https://www.tsqs2022.org/>
- [2] Y. Murotani*, N. Kanda* *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **129**, 207402 (2022). (*equal contribution)
- [3] Y. Murotani *et al.*, arXiv:2211.02229 [cond-mat.mtrl-sci] (2022).



同時に受賞した松田拓也氏(右)と