

2024年度 第19回凝縮系科学賞受賞者業績紹介

「実験部門」

業績題目：空間反転対称性の破れたファンデルワールスナノ結晶における整流応答現象の開拓

受賞者：井手上 敏也（いでうえ としや）氏（東京大学物性研究所）

学歴

2009年3月 東京大学工学部物理工学科 卒業

2011年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 修士課程修了

2015年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程修了（博士（工学））

職歴

2011年4月 富士フイルム株式会社

2013年4月 日本学術振興会 特別研究員（DC1）

2015年4月 東京大学大学院工学系研究科附属量子相エレクトロニクス研究センター 助教

2019年10月 科学技術振興機構 さきがけ研究者（兼任）

2022年4月 東京大学 物性研究所 准教授

2023年4月 科学技術振興機構 創発的研究支援事業 創発研究者（兼任）

授賞理由

層間ファンデルワールス力で結合したファンデルワールス結晶では、機械的剥離と積層化およびデバイス化技術を駆使することで、単層だけでなく複数層の積層構造を自在に作製できることから、系の対称性を反映した特徴的な電子状態の形成とそれに由来する興味深い物性が引き出されています。近年では、積層制御技術の向上によりファンデルワールス結晶の多様な積層構造素子の研究が展開され、電子状態の制御に立脚した物性開拓研究の新たな潮流として、物質科学とデバイス物理の両面から注目されています。

井手上敏也氏は、空間反転対称性の破れに着目してファンデルワールス結晶のデバイス作製に取り組み、超伝導における非相反伝導現象やバルク光起電力生成など、直流電場と光電場のそれぞれに対する整流応答現象に関する独創的な研究成果を挙げてきました。面直方位で反転対称性の破れた極性ファンデルワールス結晶 BiTeBr のデバイスでは、磁場と電流の方位が面内で直交する場合に非相反伝導現象が発生することを見出しました。キラルな WS_2 ナノチューブでは、イオンインターカレーションによって1本のナノチューブが超伝導になることを初めて示すとともに、ナノチューブの長手方向に沿った正負の電流に対して超伝導の非相反伝導現象が発現することを示しました。これらの非相反伝導現象に関

する研究はその後、超伝導ダイオード効果として空間反転対称性の破れを伴う超伝導体で広く研究されるに至っており、同氏の成果はその先駆的研究の一つに位置づけられます。さらに、対称性の異なるファンデルワールス結晶を2層積層することで空間反転対称性を意図的に破るデバイスを作製して、面内分極の発現とそれに伴う光起電力効果（光電場に対する整流応答現象）の観測に成功し、バルク結晶のみでは生じえない、ファンデルワールス積層構造に特有な空間反転対称性の制御が物性発現の指針になることを見事に示しました。

以上のように、空間反転対称性の破れたファンデルワールスナノ結晶における同氏の一連の成果は、ファンデルワールス積層構造の研究分野において、物質創成に独創的な視点を与える優れた学術的価値を持つと同時に、各種の整流応答現象の機構解明と機能開拓にも大きな波及効果をもたらしており、凝縮系科学賞に相応しいものです。

参考文献

- [1] T. Ideue, K. Hamamoto, S. Koshikawa, M. Ezawa, S. Shimizu, Y. Kaneko, Y. Tokura, N. Nagaosa, Y. Iwasa
“Bulk rectification effect in a polar semiconductor”
Nature Physics **13**, 578 (2017).
- [2] F. Qin, W. Shi, T. Ideue, M. Yoshida, A. Zak, R. Tenne, T. Kikitsu, D. Inoue, D. Hashizume, Y. Iwasa
“Superconductivity in a chiral nanotube”
Nature Communications **8**, 14465 (2017).
- [3] T. Akamatsu, T. Ideue, L. Zhou, Y. Dong, S. Kitamura, M. Yoshii, D. Yang, M. Onga, Y. Nakagawa, K. Watanabe, T. Taniguchi, J. Laurienzo, J. Huang, Z. Ye, T. Morimoto, H. Yuan, Y. Iwasa
“A van der Waals interface that creates in-plane polarization and a spontaneous photovoltaic effect”
Science **372**, 68 (2021).