

新奇空間反転対称性の破れた超伝導体における整流効果

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 井手上敏也

空間反転対称性の破れた物質や構造体では、対称性の破れを反映した高次の応答（非線形応答）が一般的に期待され、特徴的な輸送現象や外場応答の舞台として基礎・応用の両面から重要です。例えば、空間反転非対称な系における光の非線形応答は、レーザー発振や光アイソレーター等、種々の光学素子で中心的な役割を果たしています。一方で、固体中の結晶対称性の破れに起因する電荷輸送現象の研究は、これまで稀で極めて限定的でした。その理由は、空間反転対称性の破れた結晶構造を持った伝導体の種類自体が少なかったためであると考えられますが、近年のイオン液体等を用いた界面における巨大な電界印加技術の発見や新物質探索の進展に伴い、様々な空間反転対称性の破れた伝導体、特に超伝導体が実現できるようになりました。

本研究では、そのような空間反転対称性の破れた伝導体の中でも、特に新奇超伝導体に着目して、空間反転対称性の破れに起因する電流の2次の非線形効果の研究に取り組みます。電流の2次の非線形効果は、電気抵抗が電流の正負の方向によって異なる現象で、従来の半導体接合構造を必要としない、物質が固有に持つ整流特性と捉えることができます。非相反超伝導輸送の詳細な電流・磁場方位依存性や温度依存性の測定を通して微視的機構を明らかにし、超伝導輸送の新学理構築と応用に向けた応答の巨大化を目指します。

【将来実用化が期待される分野】

電流の方向制御・整流性を実現するためには、これまで半導体接合構造等、人工的な構造の作製が必須でしたが、非相反電荷輸送現象は、物質が固有に持つ整流性であるため、これまでに固体中で実現されていた機能を一つの物質だけで簡便に行える可能性があります。特に、超伝導流は散逸が極めて小さいため、本研究は、超伝導流の新たな制御技術の構築という側面を持ち、省エネルギーエレクトロニクスの確立に向けた重要な機能となり得る可能性があります。また、超伝導はマイクロ波領域の励起を持つため、マイクロ波を直流電流に変換するレクテナとしても有望な現象であると考えられます。