

多軌道モデルに基づくパリティがない超伝導の理論研究

柳瀬 陽一 / 新潟大学理学部物理学科 准教授



やなせ・よういち

多成分秩序変数によって記述される量子凝縮相は様々な自発的対称性の破れを伴い、ある場合にはトポロジカルに非自明な性質を示します。私はこれまでそのようなエキゾチック超伝導体や超流動体を主としてミクロ理論を用いて研究してきました。いうまでもなく、ミクロ理論は物質の個性とその普遍的な性質を結びつける懸け橋となるものです。

大学院に入学したあと最初に取り組んだテーマが、重い電子系スピン三重項超伝導体における d ベクトルの理論を作ることでした。いま思えばあまりにも無謀なテーマを前にあえなく撃沈しましたが、幸いにして銅酸化物高温超伝導体における異常金属相の研究で学位を取得することができました。その後、 Sr_2RuO_4 を研究対象として d ベクトルの計算をできたことはとても大きな喜びでした。その後、FFLO 超伝導、パリティがない超伝導、ランダム系の超伝導絶縁体転移、冷却原子気体の Angular-FFLO 超流動などの研究を、強相関効果や量子臨界性、アンダーソン局在との関連を含めて行いました。現在はスピン三重項超伝導体の分数量子渦、ネマティック秩序と共存するカイラル超伝導体の量子渦、局所的なパリティがない系のエキゾチック超伝導と磁気電気結合量子相、多軌道系のパリティがない超伝導、スピン軌道相互作用が誘起するネマティック秩序相、などの研究を進めています。現在の研究対象としている物質は、 Sr_2RuO_4 、 URu_2Si_2 、人工超格子 $\text{CeCoIn}_5/\text{YbCoIn}_5$ 、 $\text{NdRu}_2\text{Al}_{10}$ 、 $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ 、 SrTiO_3 ヘテロ構造などですが、物質の個性とその普遍性をつなぐ学問を追求する以上、今後も対象が広がっていくのは自然なことと考えています。

最近力を入れているテーマの一つが、軌道自由度がありなおかつパリティがない超伝導の研究です。そもそも、パリティがない超伝導の源となる反対称スピン軌道相互作用は軌道自由度から生じます。しかし、軌道自由度があるモデルを用いてパリティがない超伝導を研究した例はこれまでありませんでした。昨年我々が SrTiO_3 ヘテロ構造を対象として行った研究では、軌道自由度と空間反転対称性の欠如の協奏効果に由来するエキゾチックな超伝導相が見つかりました。また、最近では多軌道系に特有のトポロジカル超伝導相もあることが分かってきました。今後は新学術領域の実験グループとも連携し、新しい超伝導相を予言・解明する理論研究に取り組みたいと思います。

福岡県北九州市出身。2000年京都大学理学研究科博士課程中退。東京大学理学系研究科に勤めたのち、現在は新潟大学理学部准教授。学生時代から現在に至るまでオリエンテーリングという競技をしています。他にトレイルランニング、自転車、沢登りなどを趣味としていますが、今年は何れもお休みです。

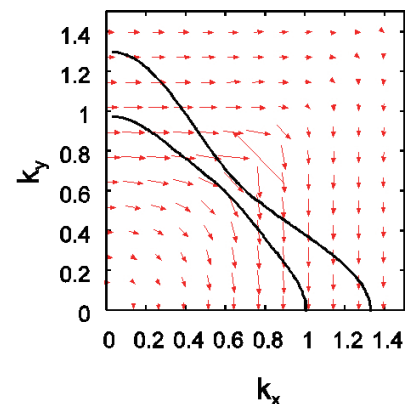


図1： SrTiO_3 ヘテロ構造におけるラッシュバ分裂したフェルミ面とそのスピン構造

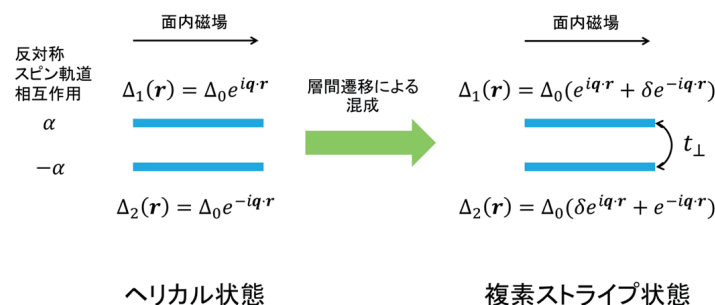


図2：人工超格子 $\text{CeCoIn}_5/\text{YbCoIn}_5$ における複素ストライプ相