

物性研究所談話会

標題：マルチスケール・マルチプローブ構造解析による多彩な物性研究

日時：2023年7月5日(水) 午後4時～午後5時

場所：物性研究所本館 大講義室 (A632)・Online 同時開催

講師：山浦 淳一

要旨：

新しい物質を取り扱う時、多くの固体物性研究者はまず結晶構造を描いてみることだろう。次に考えるのは、構造をよく見てどのような相互作用がありそうか、対称性は高いか低い、よく見る形か珍しいかなどを考え、これから自分が見ることになる（もしくは観測した）物性現象に思いを巡らすだろう。講演者は、この物質研究の基本情報である構造を極めることで、物質の真の姿を知ることが追求している。近年の材料研究は、複雑化階層化しており、単純な構造だけでなく、様々な情報を複合的に理解する必要がでてきている。そのため実験室系だけでなく、放射光 X 線、中性子などの量子ビームを用いたマルチスケール・マルチプローブ構造解析を行い、バルクから薄膜まで様々な形態をとる幅広い材料を対象に、結晶構造、電子密度、ドメイン構造、磁気構造、ナノ構造、励起状態を統合的に解釈することを進めている。講演では、超伝導体と誘電体に対する結果を中心に、マルチプローブ測定ならではの結果を紹介する。また、通常の研究発表に加えて、発見の経緯や考え方、測定技術に触れることで、研究の特性特色も知っていただき、これからの共同研究の礎としたい。講演では、マルチモーダル構造物性研究を中心とした将来展望に触れるとともに、共同利用を担当する附属物質設計評価施設 X 線測定室における未来像も提示した。

【講師紹介】

山浦先生は令和 5 年 4 月に物質設計評価施設に着任され、X 線や中性子などの様々な量子ビームを多角的に活用した機能性材料の構造物性研究に取り組まれています。本日の講演では特に、超伝導体や誘電体の構造についてマルチプローブ測定によって得られた成果をご紹介します。

標題：分数量子ホール系の素励起

日時：2023年7月5日(水) 午後3時～午後4時

場所：物性研究所本館 大講義室 (A632)・Online 同時開催

講師：橋坂 昌幸

要旨：

分数量子ホール (FQH) 効果は、2 次元電子系のホール伝導度が垂直磁場で e^2/h を単位とする有理分数値に量子化する現象である。FQH 系は典型的な量子多体系で、そのバルク領域における最小の励起 (素励起) は、分数電荷とエニオン統計 (ボーズ統計・フェルミ統計のいずれとも異なる量子統計) を持つ準粒子・準正孔の生成である。また FQH 系は 2 次元トポロジカル系で、その試料端には内部のトポロジカル秩序を反映した 1 次元エッジ状態が現れる。エッジ状態は 1 方向の伝導特性を持つ 1 次元電子系であり、それ自体がカイラル朝永ラッティンジャー液体と呼ばれる量子多体系として振る舞う。

2 次元空間でエニオンの位置を交換した状態は、元の状態と量子力学的に区別できる。この組み紐操作 (ブレーディング) を量子ゲートとして用いることで、エラー耐性を有するトポロジカル量子計算を実現できる可能性がある。2020 年に FQH 準粒子のエニオン統計性が実験で観測されたことをきっかけに、新しい量子情報技術研究のプラットフォームとして、FQH 効果の研究が世界的に活性化している。

本講演では、準粒子が持つ分数電荷の計測実験、エッジ状態のカイラル朝永ラッティンジャー液体的性質の評価実験に

ついて紹介する。これらの実験は、FQH系においてエニオンをどうやって生成・輸送・観測するかについて、基礎となる知見を与える。FQH系を用いたトポロジカル量子計算に関する理論提案を参照しながら、FQH効果研究の現状と今後の課題について議論した。

【講師紹介】

橋坂先生は令和5年4月にナノスケール物性研究部門に着任され、精密な電気伝導測定技術、およびナノ加工技術を用いて、物質中の量子輸送現象についての実験的研究をされています。本講演では特に、分数量子ホール系における準粒子が持つ分数電荷の計測実験等についてご紹介いただきました。

