

【新学術領域研究（研究領域提案型）】

理工系



研究領域名 量子液晶の物性科学

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

しばうち たかさだ
芝内 孝禎

研究課題番号：19H05822 研究者番号：00251356

【本研究領域の目的】

棒状や円盤状の分子系では、気体・液体・固体の三態のほかに、液晶と呼ばれる状態が現れますが、近年、様々な固体物質において液晶に類似した電子状態が次々と観測され始めています。このような電子状態は、スピン系・強相関金属・超伝導の各分野で独立に研究されてきましたが、本研究領域では、これらを「スピン液晶」・「電荷液晶」・「電子対液晶」と整理し、いずれも量子多体効果によって現れる点に着目し、「量子液晶」という新概念によって統一的に取り扱います。

既存の分野を超えた新しい連携により、量子液晶の物性を解明すること、またその制御を可能にすることを目的としています。特に、量子液晶の基底状態を解明するとともに、様々な量子液晶に現れる普遍性と多様性の基礎学理を探究します。また、先端技術を駆使して量子液晶の素励起の解明と制御を可能にし、柔軟に変化する液晶の特性と量子性による高速かつ巨大な応答を利用した将来の新技术への基礎を築くことを目指しています。



図1 本研究の概略

【本研究領域の内容】

本研究領域では、研究の方法論により以下の四つの研究項目に分類・組織化し、異なる物質を主な対象としてきた研究者を各項目に配置することで、新しい融合研究を促進します。

- 研究項目 A01 量子液晶物質の開発
固体化学の様々な合成手法を駆使して、量子液晶状態の舞台となる新物質の開発を行います。
- 研究項目 B01 量子液晶の精密計測
各種先端精密物性計測技術を用いるとともに、異なる技術を組み合わせた新しい測定手法を開発し、量子液晶電子状態の実験的解明を行います。
- 研究項目 C01 量子液晶の理論構築
様々な理論的方法を駆使して、種々の量子液晶電子状態の秩序パラメータの定式化、その量子揺らぎが他の物性に与える影響を研究し、物質及び機能の設計を行います。

・研究項目 D01 量子液晶の制御と機能

微細加工技術を用いた量子液晶のナノサイエンス、及び最近急速に発展してきた超高速光技術による状態制御と機能開拓を行います。

これらの連携研究により、開発した物質を精密計測し、理解した上で制御し、機能開拓への道筋を総合的に探究する舞台を提供することで、量子液晶の物性科学の基礎学理の構築を目指します。

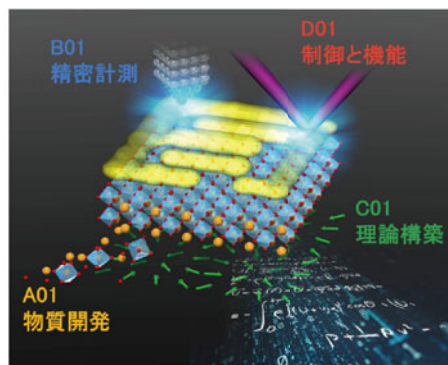


図2 各研究項目による融合研究のイメージ

【期待される成果と意義】

歴史的には、物質の三態を超えた「液晶・ソフトマター」の科学が発展し、様々な新しい応用が開かれました。本研究領域はその量子版と位置付けられ、例えば「流体力学」から「量子流体（液体）」の物理学の展開では超伝導や量子ホール効果などの新たな概念が現れたように、「量子液晶」の科学の展開においても新しい学術の創成が期待されます。

また、基底状態を解明し素励起を制御することは、新しい量子液晶テクノロジーへの基礎を築くものであり、電子状態そのものを変化させることで高速かつ巨大な応答が期待されるため、量子情報技術などに役立つ新機能の開拓が可能となると考えられます。

【キーワード】

量子液晶：量子力学的な効果により物質中に現れる液晶に類似した電子状態の新たな総称。液晶では分子自体が方向性を持つが、量子液晶では量子力学的自由度により方向性が発現し、特異な物性を示す。

【研究期間と研究経費】

令和元年度～令和5年度
1,134,000 千円

【ホームページ等】

<http://qlc.jp>
office@qlc.jp