

微小な磁気渦の内部変形が引き起こす渦の配列変化

2020年11月11日

東京大学
理化学研究所
高エネルギー加速器研究機構
高輝度光科学研究センター
科学技術振興機構

■概要

次世代メモリの情報担体の候補として注目されている磁気スキルミオンは、数十ナノメートル（nm、1 nmは10億分の1メートル）程度の渦状の磁気構造体です。磁気スキルミオンはトポロジカル欠陥の一種であり、一度生成されると安定に存在でき、孤立した粒子として扱えることが知られています。これまで磁気スキルミオンは主に三角格子を組んだ状態で観測されてきましたが、最近では試料を急速に冷却すると、準安定状態として磁気スキルミオンを安定化できる温度・磁場範囲が拡大し、スキルミオンの三角格子から正方格子へと配列パターンが変化するという報告がなされています。しかし、この配列変化の起源は明らかになっていません。

東京大学大学院工学系研究科の高木里奈助教、関真一郎准教授らを中心とする研究グループは、理化学研究所、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構（KEK）、高輝度光科学研究センターとの共同研究のもと、磁気スキルミオンの三角格子が正方格子へ配列変化する様子を実験と理論の両面から詳細に調べることで、磁気スキルミオンのコア部分の直径の変化が配列変化の起源となっていることを見いだしました。

今回の発見は、磁気スキルミオンのように内部変形の自由度を持つトポロジカル欠陥の集合体がつくる秩序構造を外場制御できる可能性を示唆しており、トポロジカル欠陥が示す新しい物性・現象の開拓につながることを期待されます。

本研究成果は、2020年11月11日（英国時間）に英国科学誌「Nature Communications」にオンライン掲載されます（この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2020/11/PR20201111.pdf>をご覧ください）。

X線回折パターンからの対称性予測における知識発見－熟練者の勘・コツの定式化に成功－

2020年12月11日

高エネルギー加速器研究機構
総合研究大学院大学
情報・システム研究機構 統計数理研究所
東京理科大学
科学技術振興機構

■概要

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所 量子ビーム連携研究センターの小野 寛太 准教授、総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科鈴木雄太（博士後期課程2年）らの研究グループは、統計数理研究所、東京理科大学と共同で、物質・材料の構造評価に不可欠な計測データである粉末X線回折パターンから機械学習を用いて結晶の対称性を予測する手法を開発しました。

さらに機械学習モデルの解析を通じて、これまで明示されていなかった「粉末X線回折パターンを見ただけでおおよその対称性を推定できる熟練者の経験知」を定式化することに成功しました。この研究で用いた解釈可能な機械学習アプローチにより、熟練者の勘・コツのように研究者間で漠然と共有されていた経験的知識を、計測データの中から発見し定式化することが可能となります。それにより、定式化された知識を用いて誰でも熟練者なみの計測データ解析を効率的に行えるようになり、科学研究を加速することが期待されます。

この研究成果は、英国の学術誌「Scientific Reports」に12月11日オンライン掲載されました（この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2020/12/PR20201211.pdf>をご覧ください）。

軟X線渦ビームのらせん波面の観測に成功 - 磁性体中のトポロジカル欠陥構造に対する新たな観測手法 -

2020年12月25日

高エネルギー加速器研究機構
東北大学大学院理学研究科
高輝度光科学研究センター
理化学研究所

■概要

東北大学大学院理学研究科の石井祐太助教、分子科学研究所 山本航平研究員、高輝度光科学研究センター（JASRI）

放射光利用研究基盤センター 横山優一博士研究員、水牧仁一朗主幹研究員、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の中尾裕則准教授、理化学研究所創発物性科学研究センター 有馬孝尚チームリーダー、物質・材料研究機構 山崎裕一主任研究員 (兼 KEK 客員准教授) らのグループは、インライン型ホログラフィーの手法を用いて、フォーク型回折格子から生成されたらせん状の軟X線渦ビームの位相分布を観測することに初めて成功しました。更に、ナノメートル (10 億分の 1 メートル) 領域の磁気渦構造であるスキルミオンの格子において、欠陥構造が存在する場合、本手法により欠陥のトポロジカルな構造の推定が可能であることを、シミュレーションにより明らかにしました。これらの結果は、磁性体中に存在するトポロジカルな欠陥構造に対して、本手法が新しい計測手段になり得ることを示しています。

本研究の成果は米国現地時間の 12 月 24 日、学術誌 *Physical Review Applied* に掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2020/12/PR20201225.pdf> をご覧ください)。

副作用原因タンパク質 hERG チャンネルと薬剤の複合体構造を明らかにすることに成功 - 重篤な副作用の回避にもクライオ電子顕微鏡解析が役立つ -

2021 年 1 月 15 日

千葉大学

高エネルギー加速器研究機構

日本医療研究開発機構

■概要

千葉大学、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所、企業 5 社 (Axcelead Drug Discovery Partners 株式会社、アステラス製薬株式会社、小野薬品工業株式会社、第一三共 RD ノバーレ株式会社、武田薬品工業株式会社) の共同研究グループは、薬剤の副作用の原因となる hERG チャンネルと、その機能を阻害する薬剤 (アステミゾール) との複合体構造を、クライオ電子顕微鏡単粒子解析により 3.5 オングストローム (Å, 1Å は 100 億分の 1 メートル) 分解能で明らかにしました。

hERG チャンネルを阻害する化合物は心毒性を引き起こすリスクが高いため、hERG チャンネルの働きを阻害しない化合物の創製が必要です。今回の結果は、重篤な副作用の原因となるタンパク質と薬剤の複合体構造をクライオ電子顕微鏡で明らかにできることを示したもので、医薬品開発においてクライオ電子顕微鏡解析を用いた単粒子解析が薬剤による副作用の予測と、それを回避するための基盤技術となることが期待されます。

本研究は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) 創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業

(BINDS) の一環として産官学連携のもとで遂行されたプロジェクトです。本研究成果は、2021 年 1 月 15 日 (金) 0 時 30 分 (日本時間) 付で米国科学誌『*Structure*』 (Cell Press) にオンラインで掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/01/PR20210115.pdf> をご覧ください)。

量子液晶と関係した新しい超伝導状態を発見

2021 年 1 月 15 日

東京大学

高エネルギー加速器研究機構

■概要

東京大学大学院新領域創成科学研究科の向笠清隆大学院生、松浦康平大学院生 (研究当時)、橋本顕一郎准教授、芝内孝禎教授、同物性研究所の上床美也教授らは、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の熊井玲児教授と共同で、鉄系超伝導体において、量子液晶状態と密接に関係する新しい超伝導状態を発見しました。量子液晶とは、量子力学的な効果によって物質中に現れる、液晶に類似した電子状態を指します。この新しい超伝導状態は、これまで知られていた磁性と関係した超伝導状態とは異なるものであり、鉄系超伝導体のみならず銅酸化物超伝導体などの高温超伝導について、発現機構を理解する上で重要な手がかりとなります。

本研究成果は 2021 年 1 月 15 日付けで、英国科学誌 *Nature Communications* にオンライン掲載される予定です。

本研究は科学研究費新学術領域研究 (研究領域提案型) 「量子液晶の物性科学」 (領域代表: 芝内孝禎教授) [JP19H05824]、基盤研究 A (研究代表者: 上床美也教授) [JP19H00648] 等の助成を受けて行われました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/01/PR20210115imss.pdf> をご覧ください)。