

【研究活動・実績】

1. 概要

液晶内で安定・スイッチ可能な渦結び目を形成する技術を開発

【業績概要】

靴ひもの結び目は身近なものですが、光や水、あるいは液晶ディスプレイを輝かせる構造化された流体で結び目が作られるところを想像できるでしょうか。

実際にそれらは存在します。そして今回の *Nature Physics* の新しい研究で、研究者たちはねじれた流体であり、ディスプレイにも使われる液晶に似たキラルネマティック液晶の内部に、粒子のように振る舞う「渦結び目 (vortex knots)」を作り出すことに成功しました。これらの結び目は世界で初めて安定に保持され、電気パルスを用いて融合や分裂を行うことで、異なる結び目形状へと可逆的に切り替えることができました。

「液晶中のこのような粒子のように振る舞うトポロジカルな構造は、高エネルギー物理学で理論的に予測されているが、実験的には確認されていない準粒子であるグルーボールのモデルと同じタイプのトポロジーを持っています。また、光や磁性材料で研究されている Hopfion や Heliknoton、そして多くの物理系で見られる渦結び目とも共通しています。」と説明するのは、コロラド大学ボルダー校の物理学教授であり、広島大学 WPI-SKCM² サテライト拠点ディレクターの Ivan Smalyukh 教授です。

このようなトポロジカル構造の融合や分裂は、多くの現代技術を支える量子材料や磁性材料の深部で起きていると考えられています。しかし、その過程はあまりにも微小で高速なため、直接観察することはできません。今回の研究では、渦結び目が実際に目に見えるスケールで現れ、リアルタイムで制御可能になりました。

これらのトポロジカルな変換を直接観察し、制御できるようになったことで、これまで主に理論の世界でしか存在できなかった数学的概念に対し、実験的な検証の場が提供されました。この成果は、結び目構造に基づく新たなエレクトロオプティクス技術やフォトニクス技術への道を開く可能性を秘めています。

2. 参考情報

WPI-SKCM² webpage / WPI-SKCM² ウェブページ

[Scientists Create Stable, Switchable Vortex Knots Inside Liquid Crystals | WPI-SKCM²: Intl Institute for Sustainability with Knotted Chiral Meta Matter](#)

掲載論文: Fusion and fission of particle-like chiral nematic vortex knots, Darian Hall, Jung-Shen Benny Tai, Louis H. Kauffman, Ivan I. Smalyukh, *Nature Physics* 22, 103-111 (2026)
[Fusion and fission of particle-like chiral nematic vortex knots | Nature Physics](#)

3. お問い合わせ先 WPI 拠点

Hiroshima University International Institute for Sustainability with Knotted Chiral Meta Matter (WPI-SKCM²)

E-mail: chiral-secretary@office.hiroshima-u.ac.jp

Website: <https://wpi-skcm2.hiroshima-u.ac.jp/>

広島大学持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点(WPI-SKCM²)
[担当] 広島大学持続可能性に寄与するキラルノット超物質国際研究所秘書室
[拠点ウェブページ] <https://wpi-skcm2.hiroshima-u.ac.jp/>