

## 採択拠点の概要

ホスト機関名	国立大学法人 広島大学
拠点構想名	持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点
ホスト機関の長	越智 光夫
拠点長候補者	Ivan I. Smalyukh
<p>&lt;拠点構想の概要&gt;</p> <p>本拠点では、数学、物理学、化学、生物学、材料科学の学際的な知見を融合し、磁場や分子配列場などにおける結び目構造を構成要素として、まだ自然界に存在しない性質と新しい形を持つ人工物をデザインする研究を推進する。これにより、物理現象を人工的に再現し、実験が比較的困難な物理系の挙動を解明するための知見を得るとともに、優れた材料特性の創出を目指す。例えば、磁場の結び目構造によって新型のデータストレージの作製が、液晶の結び目構造によって新しいタイプのディスプレイの作製を可能にすることが、分子の結び目からできた多孔質結晶によって断熱性の高い新種の建材の創製がそれぞれ可能となることが期待される。これらの取組により、増大するエネルギー需要の削減によるエネルギー生成に起因した気候変動の緩和など、地球規模の重要課題に対応する科学技術イノベーションの創出に貢献する。</p> <p>&lt;主な採択理由&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 本拠点構想は、結び目トポロジーとキラル対称性を持つ材料を探索し設計するという、数学と材料科学を含む斬新で学際的なものである。自然界に存在する物質の興味深い性質を発見するという通常のアプローチとは逆であるが、本拠点構想には世界中からさまざまな分野の優れた研究者達が主任研究者として集まることから、大きな発展の可能性を秘めている。</li><li>2. 拠点長候補者 Ivan I. SMALYUKH は、キラル液晶の分野でビジョンを持ち成功を収めた優れた科学者である。管理経験を持つ強力なリーダーであり、学生の探究心を引き出し、またその熱意を一般に伝えることができる。</li><li>3. ポスドク及び事務スタッフのための海外交流プログラム及び独自の学位プログラムは、システムレベルでの革新的な提案である。</li><li>4. ホスト機関である広島大学は、本拠点構想を大学全体の国際化と多様性の観点から改革の先頭に立つものと位置づけ、非常に強力な支持とコミットメントを表明している。</li></ol>	



拠点長  
イワン・スマリユク

スマリユクは、材料研究の世界的リーダーであり、米国ホワイトハウスの大統領キャリア賞をはじめ、多くの賞を受賞している。本拠点は、自然界には存在しない材料特性を持つ、新しいタイプの人工材料を自在に創ることを目指す。このアプローチにより、エネルギー需要の増加や気候変動など、地球規模の問題解決に必要な優れた材料特性を実現することができる。

### 目標

本拠点では、分子や原子などの自然界を構成する要素の人工類似体を開発し、自然界をより深く理解することを目指す。また、自然界には存在しない材料特性を持つ、新しいタイプの人工材料を自在に創成して、地球規模の問題を解決し、持続可能な未来を実現するための技術革新の基盤を構築する。このような研究を進めながら、日本や世界の研究活動を基盤とする大学院教育改革の先行事例を作り、若い才能をグローバルにつなげ、自然科学と社会科学をリンクさせて、持続可能性の一層の向上を図る。

### 特徴

#### 世界で唯一のキラルノット研究の拠点

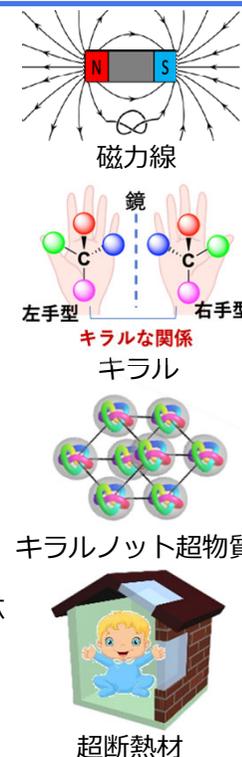
- 構成要素としてノットの構造を設計・開発し、「キラルノット超物質」という新しいパラダイムを導入する。
- 人工的に設計可能なノット（粒子）から材料を創り出し、自然の限界を克服する非常に優れた特性を示すノットキラル超物質を創出する。
- 数学的結び目理論とキラリティに関する知識を分野を超えて交差統合する。



### 研究内容

糸で結び目を作るように、物理的な力線(磁石が作る磁力線など)にも結び目(ノット)を作ることができる。このノットは人工原子のように粒子として振る舞う。右手と左手の関係のように鏡像が互いに重ならない物体の性質をキラルという。このキラルの性質を利用すると、磁石や液晶などの材料中にノットを自在に作り出せる。私たちは、このような物理的な力線のノットを構成要素とする「キラルノット超物質」の研究パラダイムを確立する。

液晶のような実験可能な系で自然現象を再現することにより、素粒子から宇宙全体までのスケールで、自然界の基本法則を探る。そのために、純粋・応用数学の知識と物理学、惑星科学、宇宙論、生物学、物質科学、工学の知識を統合する。水引のように物理的な力線ノットと分子を編み込むことで、自然の謎を解き明かし、自然の限界を超えた新しい物性や必要とされる特性を実現する。本拠点では、キラルノット結晶や自然物質の人工模擬物質を創り、超物質を創成する。例えば、地球上の全エネルギー消費量の40%を占めるビルの冷暖房に無駄なエネルギーを節約するために必要な超断熱を可能にする。私たちの材料を用いてこのエネルギーを節約すれば、世界のエネルギー需要を減らし、気候変動を緩和することになる。



### 連携

SKCM<sup>2</sup>は、広島大学、理化学研究所、東京大学、東京工業大学、米国MIT、CU-Boulder、Georgia Tech、オランダのエトレヒト大学、英国のケンブリッジ大学、ドイツのマックスプランク研究所、ポーランドのプロツワフ大学、台湾の中央研究院 (ACS) が連携する。

