



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

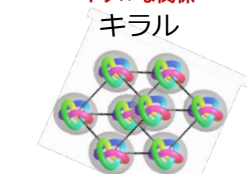
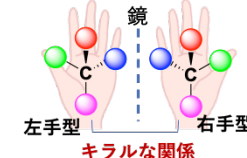
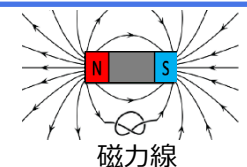
- 構成要素としてノットの構造を設計・開発し、「キラルノット超物質」という新しいパラダイムを導入する。
- 人工的に設計可能なノット
(粒子) から材料を創り出し、自然の限界を克服する非常に優れた特性を示すノットキラル超物質を創出する。
- 数学的結び目理論とキラリティに関する知識を分野を超えて交差統合する。



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

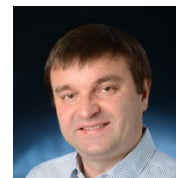
SKCM²は、広島大学、理化学研究所、東京大学、東京工業大学、米国MIT、CU-Boulder、Georgia Tech、オランダのユトレヒト大学、英国のケンブリッジ大学、ドイツのマックスプランク研究所、ポーランドのプロツワフ大学、台湾の中央研究院 (ACS) が連携する。



■拠点長

Ivan I. Smalyukh (イワン スマリユク)

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 (SKCM²) 拠点長
コロラド大学ボルダー校 物理学科 教授



■学歴・職歴

2017年-現在	コロラド大学ボルダー校 物理学科 教授 (テニユア)
2014年-2017年	コロラド大学ボルダー校 物理学科 准教授 (テニユア)
2012年-現在	コロラド大学ボルダー校 材料科学・工学フェロー
2009年-現在	コロラド大学ボルダー校&NREL RASEI フェロー
2007年-2014年	コロラド大学ボルダー校 物理学科 助教
2004年-2007年	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 博士研究員
2003年	ケント州立大学 博士課程修了 (PhD in Chemical Physics)
1995年	リヴィウ工科大学 修士課程修了
1994年	リヴィウ工科大学 卒業

■主な受賞歴

2022年	イスラエル、テルアビブ大学モーティマー&レイモンド・サックラー高等研究所 IAS フェロー
2022年	オランダ、アイントホーフエン工科大学 複雑分子システム研究所 ICMS 特別教授
2021年	アメリカ化学会 ラングミュア講演賞
2021年	国際光工学会 SPIE フェロー選出
2018年	国際液晶学会(ILCS) 業績賞
2018年	NASA iTech 賞 (コロラド大学ボルダー校 iFeather チーム)
2017年	CNRS・パリ南大学・ESPCI CNRC チェア&パリサイエンスチェア
2016年	アメリカ物理学会 APS フェロー選出
2015年-2016年	アメリカ物理学会 (ソフトマター部門) GSoft 賞
2014年-2015年	フンボルト財団 フリードリヒ・ヴィルヘルム・ベッセル賞
2013年	米国エネルギー省 若手研究賞
2011年	米国科学アカデミー Kavli フロンティアフェロー選出
2010年	米国ホワイトハウス科学技術政策室 PECASE 賞
2009年	米国国立科学財団 CAREER 賞
2006年	国際液晶学会 グレン・H・ブラウン賞

■主要論文

1. G. Poi, A. Hess, A. Seracuse, S. Žumer & I.I. Smalyukh. *Nature Photonics* **16**, 454–461 (2022).
2. H. Mundoor, J.-S. Wu, H. Wensink & I.I. Smalyukh. *Nature* **590**, 268–274 (2021).
3. I.I. Smalyukh. *Rep. Prog. Phys.* **83**, 106601 (2020).
4. D. Foster, C. Kind, P. Ackerman, M. Dennis & I.I. Smalyukh. *Nature Phys.* **15**, 655–659 (2019).
5. J.-S. B. Tai & I. I. Smalyukh. *Science* **365**, 1449–1453 (2019).
6. Y. Yuan, Q. Liu, B. Senyuk & I.I. Smalyukh. *Nature* **570**, 214–218 (2019).
7. H. Mundoor, S. Park, B. Senyuk, H. Wensink & I.I. Smalyukh. *Science* **360**, 768–771 (2018).

■主な研究業績

Smalyukh 氏は、持続可能な未来に貢献するための学際的な基礎研究を行っている。ホップフィオンのようなトポロジカルソリトン、ノット結晶、単斜晶系ネマチック液晶、二軸性コロイド強磁性体のような新しいタイプの凝縮系物質を発見した。また、建物のエネルギー効率を高める透光性と断熱性に優れたエアロゲルを開発し、これは世界のエネルギー需要を削減する可能性を持つ。