

世界初！「マランゴニ対流」による分子のリズミカルな運動を観測生命活動をつかさどるリズムの起源に迫る

2020年8月11日

近畿大学

東京学芸大学

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

■発表のポイント

近畿大学理工学部（大阪府東大阪市）、東京学芸大学（東京都小金井市）、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所（茨城県つくば市）、高輝度光科学研究センター（兵庫県佐用郡佐用町）らの研究グループは、液体が表面をできるだけ小さくしようとする性質である表面張力の差によって液体に流れが生じる「マランゴニ対流」という自然現象を、分子レベルで観測することに世界で初めて成功しました。それにより、水面上の分子がまさにスクラムを組むようにしてマランゴニ対流を押し返すリズミカルな運動を数分の周期で繰り返していることを明らかにしました。生命活動には、心臓の拍動や呼吸などのように、リズムを刻む現象が数多く見られます。本研究成果は、生命活動をつかさどるリズムの発生メカニズムの理解につながります。本件に関する論文が、令和2年（2020年）8月6日（木）に、アメリカ化学会発行の学術誌“The Journal of Physical Chemistry Letters”に掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/newsroom/attic/PR0811.pdf> をご覧下さい）。

金属イオン間の電子の授受で極性構造を制御～強誘電体・圧電体材料や負熱膨張材料の開発に新しい知見～

2020年8月25日

東北大学多元物質科学研究所

東京工業大学

高輝度光科学研究センター

高エネルギー加速器研究機構

■概要

次世代デバイス開発やエネルギー問題の解決のために、強誘電体・圧電体材料や負熱膨張材料の優れた新素材の開発が求められています。東北大学多元物質科学研究所 山本孟助教、木村宏之教授、戸田薫大学院生（理学研究科）らの研究グループは、特殊な電子状態に起因して極性構造を示すペロブスカイト型酸化物、バナジウム酸鉛（ PbVO_3 ）

とコバルト酸ビスマス（ BiCoO_3 ）の固溶体において、組成変化により、巨大な体積変化を伴う常誘電相への結晶構造変化が起こることを発見しました。また、誘電体特性の1つである自発電気分極の制御にも成功しました。これらの変化の起源は、バナジウムイオンとコバルトイオン間の電子の授受（金属間電荷移動）によるものであることを明らかにしました。この発見は、強誘電体・圧電体材料や巨大負熱膨張材料などの新たな機能性材料の開発につながる成果です。

同研究グループには、東京工業大学 科学技術創成研究院 フロンティア材料研究所 東正樹教授、重松圭助教、酒井雄樹特定助教（以上3名は神奈川県立産業技術総合研究所併任）、西久保匠研究員、大阪府立大学 山田幾也准教授、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所 佐賀山基准教授、高輝度光科学研究センター 水牧仁一朗主幹研究員および新田清文研究員が参加しました。

本成果は2020年8月11日（米国時間）に Chemistry of Materials 誌でオンライン公開されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/newsroom/attic/PR20200825.pdf> をご覧下さい）。

隕石衝突の規模を鉱物から探る ～高強度レーザーで再現した隕石衝突の瞬間を超高速X線撮影～

2020年9月7日

高エネルギー加速器研究機構

筑波大学

熊本大学

■概要

高エネルギー加速器研究機構（KEK）、筑波大学、熊本大学は、KEKの放射光実験施設フォトンファクトリーアドバンスリング（PF-AR）において、ジルコニア（ ZrO_2 ）鉱物であるバッデレイアイトについて衝撃実験を行い、衝撃を受けている最中に起きる結晶構造の変化をナノ秒（1ナノ秒＝1億分の1秒）の時間スケールで直接観測することに成功しました。

これは、KEK 物質構造科学研究所の高木壮大研究員、一柳光平研究員、野澤俊介准教授、深谷亮特任助教、船守展正教授、足立伸一教授、筑波大学生命環境系の興野純准教授、熊本大学の川合伸明准教授らを中心とした共同研究グループの成果です。本研究は、KEK PF-ARの時間分解X線回折実験ステーションNW14Aを利用して行われました。

本成果は、アメリカ地球物理学連合（AGU：American Geophysical Union）の発行する科学雑誌『Geophysical

Research Letters』(9月16日号 (Volume47, Issue17)) に掲載されます (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2020/09/PR20200907.pdf> をご覧ください)。

酸化物ナノ構造に現れる新しい電子相の発見～二酸化バナジウムを用いたモットトランジスタ開発に新しい知見～

2020年9月17日
東北大学多元物質科学研究所
高エネルギー加速器研究機構

■概要

二酸化バナジウム (VO_2) は室温付近で巨大な金属・絶縁体転移を示すことから、次世代デバイス材料として盛んに研究されている機能性酸化物の一つです。しかし、 VO_2 の示す金属・絶縁体転移においては、デバイス設計に必須となるナノ領域における振る舞いはよく分かっていませんでした。東北大学多元物質科学研究所の志賀大亮大学院生、吉松公平講師、組頭広志教授らの研究グループは、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の北村未歩助教、堀場弘司准教授等と共同で、 VO_2 をナノレベルまで薄くすると従来とは異なる新しい電子相が現れることを明らかにしました。

今後、この知見に基づいて最適なデバイス構造を設計することが可能になり、BeyondCMOS の有力候補であるモットトランジスタの実現が期待されます。

本研究成果は、米国物理学会誌 Physical Review B の注目論文 (Editors' Suggestion) に選ばれ、2020年9月9日に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/2020/09/PR20200917.pdf> をご覧ください)。

新奇な磁性トポロジカル絶縁体ヘテロ構造の作成に成功—磁性とトポロジカル物性の協奏現象に新たな知見—

2020年10月8日
東京工業大学
分子科学研究所
広島大学
日本原子力研究開発機構
東京大学 大学院工学系研究科
高エネルギー加速器研究機構
筑波大学

■概要

東京工業大学 理学院 物理学系の平原徹准教授は、分子科学研究所の田中清尚准教授、広島大学放射光科学研究セ

ンターの奥田太一教授、日本原子力研究開発機構の竹田幸治研究主幹、東京大学大学院工学系研究科の小林正起准教授、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の兩宮健太教授、筑波大学数理物質系の黒田眞司教授、物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点の佐々木泰祐主幹研究員、ロシア・スペインの理論グループと共同で、トポロジカル絶縁体の表面近傍に複数の規則的な磁性層を埋め込むことに成功し、その表面ディラックコーンのエネルギーギャップが磁化秩序の発現する温度より高い温度で閉じることを実証した。

トポロジカル絶縁体とは、物質内部は絶縁体で電流を通さないが、表面には金属状態が存在し、電流を流すことのできる新しい絶縁体であり、「量子物質」として注目されている。このトポロジカル絶縁体にさらに磁石の性質である磁化秩序を導入することで、輸送特性として量子異常ホール効果が実現する。磁性トポロジカル絶縁体では表面に存在するディラック電子にエネルギーギャップが開くが、これまでの研究では、理論の予想する磁化秩序 (磁性) とディラックコーンのエネルギーギャップの相関が実験的に正しいのか明確でなく、論争になっていた。

今回、トポロジカル絶縁体である Bi_2Te_3 (ビスマステル化合物) 薄膜上にさらに Te (テルル) と磁性元素 Mn (マンガン) を蒸着したところ、表面近傍に Mn と Te が潜り込み、 $\text{Mn}_4\text{Bi}_2\text{Te}_7/\text{Bi}_2\text{Te}_3$ という新奇な磁性トポロジカル絶縁体ヘテロ構造が形成された。そしてこの物質の表面ディラックコーンのエネルギーギャップは、磁化秩序が消失する温度より一桁高い温度まで存在し、最終的には閉じることが示された。この成果によって量子異常ホール効果がこれまでより高温で実現され、デバイス応用につながるものが期待できる。

本成果は、2020年9月24日に、英国科学誌「Nature Communications (ネイチャー・コミュニケーションズ)」にオンライン掲載された (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2020/10/PR20201008.pdf> をご覧ください)。