

### 牛乳のナノサイエンス ～牛乳のミクロ構造が温度に対して敏感に 変化することを発見～

2022年8月2日  
高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の高木秀彰助教、南日本酪農協同(株)の中野智木博士、鹿児島大学の青木孝良名誉教授、山梨大学名誉教授で東京聖栄大学の谷本守正教授の研究グループは共同で、牛乳の主成分であるカゼインタンパク質が作るミセル構造が温度に対して敏感に、かつダイナミックに変化することを解明しました。これまでの研究ではミセルサイズを調査した例はありますが、サブミクロンからナノメートルオーダーにわたるミセルの内部構造が温度に対して敏感に、かつ大きく変化することを発見したのは世界初です。温度などの外部環境は牛乳の加工性に強く影響を与え、また母牛の体調変化による乳の性質変化とも密接に関係があります。本研究の成果は、食品科学や酪農・畜産科学だけでなく、医学や栄養学など多岐にわたる分野に波及することが期待されます。

この研究成果は「Food Chemistry」に6月9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/2022/08/pr20220802.pdf>をご覧ください)。

### 新型コロナウイルスの感染を阻害するペ プチドを発見 ～スパイクタンパク質の変異しにくい部 位に作用し、種々の変異株にも効果があ る阻害剤の開発に期待～

2022年8月30日  
産業技術総合研究所  
長崎大学  
高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

国立研究開発法人 産業技術総合研究所(以下「産総研」という) バイオメディカル研究部門 山崎 和彦 主任研究員、久保田 智巳 主任研究員、同 細胞分子工学研究部門 舘野 浩章 研究グループ長、清水 弘樹 主任研究員、国立大学法人長崎大学 感染症研究出島特区 森田 公一 教授、同 熱帯医学研究所 Ngwe Tun, Mya Myat 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 安達 成彦 特任准教授(研究当時)、川崎 政人 准教授、守屋 俊夫 特任准教授、池田 聡人 研究員は、新型コロナウイルスの従来株およびオ

ミクロン株の感染阻害能を有するペプチド分子を発見しました。

このペプチドは、スパイクタンパク質上のN型糖鎖を認識して結合し、これを凝集させることによって、感染を阻害するという機能を持ちます。スパイクタンパク質中でも、糖鎖が付加される部位は変異を起こしにくいことが知られており、その結果、このペプチドの作用も変異に対して強いことが示されました。このペプチドを出発点として、これから生じる可能性のある新たな変異にも対応できる阻害剤の創出に貢献します。

なお、この技術の詳細は、2022年8月25日付で「The FEBS Journal」に掲載されました(この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/08/pr20220830.pdf>をご覧ください)。

### 小惑星探査機「はやぶさ2」初期分析 石の物質分析チーム 研究成果の科学誌 「Science」論文掲載について

2022年9月23日  
宇宙航空研究開発機構  
東北大学  
高エネルギー加速器研究機構  
J-PARC センター  
高輝度光科学研究センター  
北海道大学  
京都大学  
九州大学  
広島大学  
東京大学

#### ■概要

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)では小惑星リュウグウ試料分析を、6つのサブチームからなる「はやぶさ2初期分析チーム」および、2つの「Phase-2 キュレーション機関」にて進めています。この度「はやぶさ2初期分析チーム」のうち「石の物質分析チーム」の研究成果をまとめた論文が、アメリカの科学誌「Science」に2022年9月23日付(日本時間)で掲載されましたのでお知らせします。

タイトル：炭素質小惑星リュウグウの形成と進化：リターンサンプルから得た証拠

原題：Formation and evolution of carbonaceous asteroid

Ryugu: Direct evidence from returned samples

掲載誌：Science

DOI：10.1126/science.abn8671

公表日：日本時間 2022 年 9 月 23 日（金）午前 3 時（オンライン公開）。この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202209230930ryugu/> をご覧下さい。

## コンデンサーの極板間の電場と電磁波の電場は別物－100 年続いた混乱を解消し、電磁波発生の安易な説明を正す－

2022 年 9 月 27 日  
高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所 低速陽電子実験施設の兵頭俊夫協力研究員（東京大学名誉教授）は、平行平板コンデンサーの極板の電荷による電場の変動（変位電流）は磁場を作らないという正しい認識が定着していない要因を指摘し、その詳細を解明することで正しい認識を定着させるための論文を発表しました。

コンデンサーの極板の電荷による電場が変動しても磁場を作らないことは 100 年前に証明されているのですが、なかなか常識にならず、現在でも「平行平板コンデンサーの極板の間で変化する電場が極板間やまわりに作る磁場」が、電磁波が発生するしくみの説明の前置きとされているのを見かけることがあります。この状況が 100 年も続いてしまった要因を以下の [1] ～ [3] のように解明し、正しい理解に至るための要点を示しました。

[1] 電場にクーロン電場と誘導電場があることは知っていても、マクスウェル方程式の電場がそれらの和であり、見えないところで別々に電荷の保存と電磁波の存在を独立に担っていることへの認識が不十分であること、

[2] 磁場の計算に使われるアンペール＝マクスウェルの法則が因果関係の式と誤認されていること、

[3] アンペール＝マクスウェルの法則を用いた磁場の計算が与える第一印象から、誤った因果関係をよみとってしまうこと

これらに加えて、実際に流れている通常の電流だけで極板間の磁場を説明する具体的な計算が比較的最近まで行われなかったことも、長い間正しい認識が広まらなかった要因だろうと指摘しました。

本研究は、9 月 23 日、European Journal of Physics に online 掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/09/pr20220927.pdf> をご覧下さい）。

## 世界最高効率のスピンの流電流変換を酸化物で実現 ～酸化物を用いた低消費電力スピンドバイスの実現に向けた新たな進展～

2022 年 10 月 4 日  
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

### ■概要

東京大学大学院工学系研究科の金田（高田）真悟大学院生、Le Duc Anh 准教授、小林正起准教授、関宗俊准教授、田畑仁教授、田中雅明教授、大矢忍准教授のグループと、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の北村未歩助教、堀場弘司准教授（現量子科学技術研究開発機構次世代放射光施設整備開発センター上席研究員）、東北大学多元物質科学研究所の組頭広志教授らは、強相関電子系酸化物  $\text{LaTiO}_3$  と酸化物  $\text{SrTiO}_3$  基板との界面に形成される 2 次元電子ガスに純スピン流を注入し、世界最大効率のスピンの流電流変換を実現することに成功しました。

近年、強磁性体の電子のスピンの自由度を用いて新たな省エネルギーデバイスを実現する試みが盛んに行われています。現在、強磁性体を用いた磁気抵抗メモリなどが商用化され始めていますが、強磁性体の磁化反転に比較的大きな電力が必要で、将来の新しい磁化反転方式が模索されています。その中で、スピン流と電流の相互変換現象を利用することにより、高効率の磁化反転が実現できると期待されています。特に、物質の界面では相対論効果によるスピン軌道相互作用が強く、それによりスピン流と電流を高効率に相互変換できると期待されています。その有力な候補として、酸化物同士の界面に形成される 2 次元電子ガスが注目されています。絶縁体酸化物基板として広く利用されている  $\text{SrTiO}_3$  の上に、絶縁体の  $\text{LaAlO}_3$  薄膜を製膜すると、界面に 2 次元的に電子が蓄積することが広く知られています。今まで、この 2 次元電子ガスを用いると非常に高効率にスピン流を電流に変換できることが示されてきました。しかし、この界面にスピン流を注入する際には、絶縁体である  $\text{LaAlO}_3$  を介してスピン流を注入する必要があり、そこでスピン流が減衰してしまうことが問題でした。今回、研究グループは、 $\text{LaAlO}_3$  の代わりに、金属状態の強相関電子系酸化物  $\text{LaTiO}_3$  を用いました。 $\text{LaTiO}_3$  は、強相関電子系として知られる材料の一つであり、もともとは絶縁体ですが、 $\text{SrTiO}_3$  基板の上に製膜すると歪みや基板からの酸素の拡散により、金属状態となります。研究グループは、分子線エピタキシーと呼ばれる手法を用いて、1 原子層ごとに結晶成長を行って高品質の  $\text{LaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$  の単結晶界面を作製し、スピン流が流れる際のスピン散乱を大幅に抑制しました。その結果、これまでに報告された最大値と比べて 3 倍以上の大きなスピン流電流変換を実現することに成功しました。また、KEK 放射光実験施設フォトンファクトリーで共鳴角度分解光電子分光法を用いて  $\text{LaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$  界面に形成された 2 次元電子ガスの Ti 3d 軌道由来

の電子構造を観測し、その結果に基づいて理論計算を行うことで、スピン流電流変換効率の温度依存性を理論的に説明することに成功しました。本研究の結果は、高品質の単結晶界面や強相関電子材料を利用することにより、高効率のスピン流電流変換が実現できることを示しています。将来的には、次世代の磁性を用いた不揮発性メモリの実現に向けた、より高効率の磁化反転技術の実現に結びつくものと期待されます。

本研究成果は、2022年9月26日（英国夏時間）に英国科学誌「Nature Communications」のオンライン版に掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/10/pr20221004.pdf> をご覧ください）。

## 放射光の発生特性を最大限に利用した高速サンプリング時間分解軟X線計測手法を開発 一次世代超高速スイッチング・通信デバイス開発研究の飛躍的加速に期待

2022年10月5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  
東北大学多元物質科学研究所

### ■概要

物質の電気・磁気的な特性を超高速で制御する技術は、次世代超高速スイッチング・通信デバイスへの応用展開への可能性を秘めているため、世界中で精力的に研究が進められています。

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の深谷亮特任助教、足立純一講師、中尾裕則准教授、野澤俊介准教授、東北大学大学院理学研究科の石井祐太助教、東北大学多元物質科学研究所の木村宏之教授、KEKの足立伸一理事らを中心とした共同研究グループは、放射光X線のメガ（メガ＝100万）ヘルツ（MHz）オーダーの高繰返し発生特性と先端レーザー装置を組み合わせることで、従来よりも10倍以上高いサンプリング周波数で計測可能な、時間分解共鳴軟X線散乱実験装置を開発しました。さらに、レーザー光照射後およそ100ピコ（ピコ＝1兆分の1）秒後に生じるマルチフェロイック材料の磁気特性の変化を、高精度に観測することに成功しました。この装置開発により、これまで信号が微弱で計測が困難であった物質においても時間分解共鳴軟X線散乱実験が実施可能となり、物質の電気・磁気特性の超高速制御技術を利用した次世代超高速スイッチング・通信デバイスの開発研究が飛躍的に加速されることが期待されます。

この研究成果は、国際科学雑誌「Journal of Synchrotron Radiation」に2022年10月6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/2022/10/pr20221006-imss.pdf> をご覧ください）。