

### 軽石のナノスケール岩石学から福岡ノ場の新しい噴火モデルを提案 ～マグマの酸化が噴火の引き金に～

2023年5月9日

海洋研究開発機構, 京都大学, 東北大学, 静岡大学,  
高エネルギー加速器研究機構

国立研究開発法人海洋研究開発機構(理事長 大和裕幸, 以下「JAMSTEC」) 海域地震火山部門 火山地球内部研究センター 固体地球データ科学研究グループの吉田健太副主任研究員らは, 京都大学, 東北大学, 静岡大学, 高エネルギー加速器研究機構と共同で, 南西諸島(沖縄・鹿児島)に漂着した福岡ノ場由来の噴火噴出物(軽石)のナノスケール分析を行った結果, 黒色軽石部分が10-20nm程度の磁鉄鉱, 100nm程度の黒雲母, 300nm程度の単斜輝石のナノ粒子(ナノライト)を含んでいることを新たに見出しました。また, 放射光分析によりガラス中の鉄の酸化還元状態を調べたところ, ナノ粒子を含む黒色軽石部分は, 灰色軽石部分よりも鉄が酸化されていることが分かりました。これらの分析結果と熱力学的な解析により, 2021年の噴火の際, 火山のマグマ溜まり内では地下深くから上昇してきた玄武岩マグマから水が供給されることで福岡ノ場のマグマ溜まりの一部が酸化されてナノ粒子が生じ, 形成されたナノ粒子がマグマの発泡を促したことで爆発的な噴火に至ったことを明らかにしました。ナノ粒子形成と火山噴火現象の関わりは近年盛んに研究されている話題ではありますが, 今回ナノ粒子の鉱物種と形成条件を詳しく調べることで, これまで通説であった過冷却によるナノ粒子形成モデルとは異なる, マグマ溜まり内部でのナノ粒子形成が爆発的噴火の要因となる新しい噴火モデルを提案しました。

本成果は, JSPS 科研費 JP19K14825, JP19H01999, JP20H00198, JP20H00205, JP 22K03755, JP18KK0376, JP19H00834, JP22H05109, JP21H01195 の支援を受けて行われました。また高エネルギー加速器研究機構での共同利用課題番号 2020G008, 2021G634, 2022S2-001 の成果を一部利用しています。

本成果は, 「Scientific Reports」に5月9日付け(日本時間)で掲載される予定です(この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/05/pr20230509.pdf> をご覧ください)。

### ナノ構造内における強相関電子の量子化条件の特定に成功 ～次世代の量子デバイス開発に新指針～

2023年5月10日

東北大学, 高エネルギー加速器研究機構

エネルギーが連続的なアナログ値から離散的なデジタル値になる量子化は, 現代のナノテクノロジーの基本となる現象です。近年, 強い電子相関もつ酸化物においても量子化現象が観測され, この現象を利用した新しい量子物質や量子デバイス創成が期待されています。しかしながら, 酸化物中の強相関電子と呼ばれる強く相互作用した電子が量子化するための条件がわかっていませんでした。酸化物の類い希な機能を用いたモットランジスタなどの設計において, このことが大きな障害となっていました。

東北大学多元物質科学研究所の神田龍彦大学院生, 志賀大亮助教, 吉松公平准教授, 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(現在は量子科学技術研究開発機構)と共同で, 高輝度放射光を用いた角度分解光電子分光という手法を用いて, 酸化物における量子化条件を決定することに成功しました。

今後, この知見に基づいてナノ構造を設計することで, 新たな機能を持つ量子物質の実現が期待されます。

本研究成果は, 科学雑誌 Communications Materials のオンライン版に2023年4月25日付けで公開されました(この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/05/pr20230510-1.pdf> をご覧ください)。

### 肝がん再発予防薬の標的タンパク質を同定 ータンパク質架橋酵素の立体構造を変えて肝がん幹細胞を制するー

2023年6月12日

理化学研究所, 高エネルギー加速器研究機構

理化学研究所(理研)生命医科学研究センター細胞機能変換技術研究チームの秦咸陽研究員, 鈴木治和チームリーダー, 高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造科学研究所の清水伸隆教授らの国際共同研究グループは, 世界初の肝がん再発予防薬として期待される「非環式レチノイド(一般名:ペレチノイン)」がタンパク質架橋酵素トランスグルタミナーゼ(TG2)に結合することを発見しました。

本研究成果は, 肝がん治療後の再発を予防する補助療法の開発やタンパク質架橋酵素の活性制御のために, 非環式レチノイドを構造基盤とした創薬研究に貢献すると期待できま

す。

これまで非環式レチノイドの作用には異常細胞の増殖シグナルを抑制することなどが知られていましたが、実際にその作用に非環式レチノイドがどのように関わっているのか、特にどのタンパク質と結合するのかは明らかではありませんでした。

今回、国際共同研究グループは非環式レチノイドのイソプレノ側鎖とカルボキシ基末端が TG2 と結合することで、TG2 の立体構造を変化させ、そのタンパク質架橋酵素活性を阻害することを明らかにしました。さらに TG2 阻害剤が肝がん細胞の幹細胞化と細胞増殖を特異的に阻害することを見だし、TG2 の分子標的としてヘパラン硫酸シグナル経路 [3] を同定しました。

本研究は、科学雑誌『Cell Death & Disease』オンライン版（6月13日付：日本時間6月13日）に掲載されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/06/pr20230613.pdf> をご覧ください）。

## バンドトポロジーの性質、アモルファス薄膜で発見 - 応用に適した新材料で次世代センサや素子の開発を加速 -

2023年6月13日

東北大学、東京大学、高エネルギー加速器研究機構、  
科学技術振興機構（JST）

近年トポロジー（数学の分野である位相幾何学）の観点から固体の物性を理解し、素子に応用しようとするトポロジカル物質科学が注目を集めています。トポロジカルな物性の発現には、結晶中の周期的な原子の並びによる長距離の結晶秩序と、それと表裏一体の電子のバンド構造が重要と考えられています。これに対し、原子の周期性が短距離にしか存在しないアモルファス状態は、トポロジカル物質の際立った物性を引き出すことに不向きと考えられていました。

東北大学金属材料研究所の藤原宏平准教授と塚崎敦教授、東京大学大学院工学系研究科の加藤康之講師と求幸年教授、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の阿部仁准教授らの研究グループは、鉄とスズのアモルファス薄膜を用いた実験とモデル計算で、主に結晶で議論されてきたバンドトポロジーの概念が、各種応用に適したアモルファス状態でも有効であることを初めて明らかにしました。本研究ではアモルファス薄膜中のごく短距離の原子の秩序が寄与することで、結晶と同等の巨大な異常ホール効果および異常ネルンスト効果が生じることを実証することに成功しました。

この成果はトポロジカル物質の枠組みを大きく広げるだけでなく、結晶よりも安価に作製できるアモルファス薄膜を活用した素子の開発にも貢献し、ひいてはモノのインターネット（IoT）の実現に向けたセンシング技術の高度

化にも寄与すると期待されます。本研究成果は2023年6月13日（英国夏時間）に、科学誌 Nature Communications オンライン版に掲載されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/06/pr2023061318.pdf> をご覧ください）。

## 基礎物性から迫る抗菌性ゼオライトの秘密

2023年6月28日

熊本大学、弘前大学、京都大学、  
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

熊本大学産業ナノマテリアル研究所の細川伸也特任教授、小林健太郎科研研究員（現：島根大学）、先端科学研究部の高良明英技術職員および下條冬樹教授は、弘前大学、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所、京都大学、物質・材料研究機構（NIMS）、高輝度光科学研究センター（JASRI）並びに東京大学の研究者と協力して、抗菌性を持つ銀含有ゼオライトの機能の起源の解明に基礎物性の立場から取り組みました。分析には放射光X線を利用したX線回折実験並びに軟X線分光実験、および密度汎関数（DFT）法による理論計算を組み合わせました。

この研究により、これまで不明であった抗菌性のメカニズム、すなわち0.5価という中途半端な価数になっている銀がフリーラジカルとして細菌細胞を破壊することを見出しました。

この研究成果は、これまで経験的にしか語られることがなかった機能性ゼオライトに一定の指針を与えることができ、今後のゼオライト材料の新規材料開発に新たな指針を与えるものとして期待されます。

本研究は文部科学省科学研究費補助金・学術変革領域研究（A）「超秩序構造科学」および基盤研究（C）、科学技術振興機構CRESTの支援を受けて実施されたもので、科学雑誌「Microporous and Mesoporous Materials」に令和5年6月6日掲載され、6月21日に発刊されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/06/pr20230628.pdf> をご覧ください）。

## 進化の過程で失った機能を復活させ、回転型分子モーターの加速に成功 ～タンパク質複合体の協奏的機能を制御する新手法～

2023年7月4日資料配布  
分子科学研究所，生命創成探究センター，  
高エネルギー加速器研究機構，  
科学技術振興機構（JST）

多くのタンパク質複合体が生体内で重要な働きをしており，その複雑で協奏的な機能は，「アロステリー」と呼ばれる分子機構をもとに制御されています。新しいアロステリーをタンパク質複合体に付与することができれば，機能を自在に制御することが可能となります。

この研究は，アロステリーの一般的な理解を進展させるだけでなく，工業・農業・医療への貢献も期待されます。自然科学研究機構分子科学研究所（協奏分子システム研究センター）／生命創成探究センターの小杉貴洋助教，古賀信康教授（現所属：大阪大学・蛋白質研究所）は，同じく自然科学研究機構分子科学研究所（生命・錯体分子科学研究領域）の飯田龍也大学院生（総合研究大学院大学，現所属：理化学研究所），飯野亮太教授らの研究チームおよび高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の田辺幹雄特任准教授らと共同で，計算機を使ったタンパク質設計により回転型モータータンパク質 V1（V1-ATPase）に新しいアロステリック部位を設計することで，V1 の回転速度を速くすることに成功しました。このようにタンパク質複合体にアロステリーを付与することができたのは世界で初めてのことです。

本研究の成果は，「Nature Chemistry」誌に 2023 年 7 月 7 日（金）0 時（日本時間）に公開されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/07/pr20230707.pdf> をご覧下さい）。