プレスリリース

リュウグウや炭素質隕石で見つかった「見えない物質」ー太陽系初期の記録が守られた謎を解く手掛かりにー

2026 年 9 月 17 日
金沢大学 , 東京大学 , 海洋研究開発機構
広島大学 , 高エネルギー加速器研究機構

小惑星リュウグウや一部の炭素質隕石は，太陽系最初期に形成された天体の生き残りと考えられ，太陽系形成当時の元素組成をよく残す「始原的」な物質として知られています。ところが，これらの岩石は，形成後に水と強く反応し，もとの鉱物の多くが別の鉱物へと変化しています（水質変成作用）。岩石が水と反応すると，元素が水に溶け出したり移動したりして，もとの元素組成も変わる可能性があります。この「強く水と反応しているのにもかかわらず，太陽系初期の元素組成を保っている」という一見矛盾した特徴は，宇宙化学における長年の謎の一つです。

金沢大学自然科学研究科博士前期課程の奥村玲音，環日本海域環境研究センターの福士圭介教授，東京大学大学院理学系研究科の高橋嘉夫教授らを中心とする，金沢大学，東京大学，海洋研究開発機構（JAMSTEC），広島大学，高輝度光科学研究センター（JASRI・NanoTerasu），高エネルギー加速器研究機構（KEK），東京科学大学の共同研究グループは，この長年の謎を解く手掛かりとなる物質を，地球外試料から発見しました。

本研究グループは，大型放射光施設の強力なX線を用いて詳しく分析し，これまで十分に認識されていなかった低結晶性のマグネシウムケイ酸塩水和物（M-S-H）に似た成分が，リュウグウや炭素質隕石に広く存在することを明らかにしました。M-S-H は，マグネシウムとケイ素をさまざまな割合で含むことができる物質です。一般に，物質の組成が異なれば，それぞれが存在できる水環境も異なります。ところが，本研究グループが M-S-H の水への溶けやすさを室内実験と既存データを使って調べたところ，組成の違う M-S-H でも，同じような水環境のもとで存在できることが分かりました。これは，場所ごとに岩石の組成が違っても，その違いを大きく失うことなく水との反応が進んだ可能性を支持する結果です。M-S-H のこうした性質は，「強く変質しているのに始原的」という一見矛盾した特徴を説明する有力な手掛かりとなります。

本研究成果は，2026 年 9 月 7 日に，英国科学誌『Communications Earth & Environment』に掲載されました。

本研究における実験の一部は，高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験課題（課題番号：2023S2-001，2026S2-002）により実施されました。

詳細は金沢大学のホームページ (https://www.kanazawa-u.ac.jp/miraichi/189638/) をご覧ください。

リュウグウのナトリウムと塩素は，塩ではなく吸着態で存在ーアミノ酸などの生体物質の合成や地球への水供給への示唆ー

2026 年 10 月 19 日
東京大学 , 金沢大学 , 東北大学 , 海洋研究開発機構
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 , 広島大学

東京大学大学院理学系研究科の河合敬宏大学院生（研究当時），高橋嘉夫教授，金沢大学の福士圭介教授らによる研究グループは，放射光X線を利用したX線吸収端近傍構造（XANES）を用いて C 型小惑星リュウグウ中の元素の化学種を分析しました。その結果，リュウグウ母天体中に存在した液体の水の中で，Na や Cl の殆どは NaCl のような塩ではなく，粘土鉱物への吸着態として存在することを発見しました。さらにこれを考慮した化学平衡計算から，リュウグウ母天体中の水質変成は，強塩基性・強還元的条件で進行したことを示しました。こうした水環境は，アミノ酸や核酸塩基などの生体有機物の非生物的合成に有利な環境です。またリュウグウの水環境は水素ガスに富むと示唆され，リュウグウが母天体表面の氷の下で変成を受け，リュウグウからの水の消失は主に氷の昇華によることを示唆しています。この成果は，C 型小惑星の進化や，初期地球への水の供給過程の解明に貢献することが期待されます。

本研究における放射光実験は，高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験課題（課題番号：2023S2-001，2026S2-002）によって，KEK フォトンファクトリーのビームライン（BL-9A，BL-19A/B）にて実施されました。

詳細は 東京大学大学院理学系研究科・理学部 のホームページ (https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/11258/) をご覧ください。

超伝導を強める電子の「隠れた輪」を発見ー新しい超伝導材料設計への道筋ー

2026 年 10 月 19 日
東北大学 , 大阪大学 , 豊田中央研究所
自然科学研究機構分子科学研究所
高エネルギー加速器研究機構
沖縄科学技術大学院大学学園

超伝導などの量子現象は，電子がどのように存在しているかに大きく左右されます。特に電子が特定のエネルギーに集中しやすい「特異点」（サドル点）と呼ばれる状態は，超伝導を強める重要な要素として知られています。しかし，これまでその効果は主に 2 次元的な材料での検証にとどま

っており，3 次元結晶で同様の強い効果を実現することは難しいと考えられてきました。

東北大学，大阪大学，豊田中央研究所，分子科学研究所，高エネルギー加速器研究機構，沖縄科学技術大学院大学などの共同研究グループは，3 次元的な電子構造を持つ超伝導合金 Pt（Bi1-xSex）2 に着目しました。放射光を用いた角度分解光電子分光（ARPES）及び光電子運動量顕微鏡測定と，合金中の原子置換の乱れを取り込めるコヒーレントポテンシャル近似（CPA）計算を用い，電子の動きを調べた結果, サドル点が環状につながった特殊な電子状態「サドルループ（輪状特異点）」の存在を見出しました。また，サドルループがフェルミ準位に近づく組成ほど，超伝導転移温度が高くなるという相関を明らかにしました。本成果は，これまで主に 2 次元材料で利用されてきたサドル点の物理を 3 次元材料へ拡張するものであり，新しい超伝導体や強相関量子材料の探索に向けた設計指針になると期待されます。

本成果は，2026 年 10 月 14 日，科学誌 npj Quantum Materials に掲載されました。

本研究における放射光実験は高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験課題（課題番号：2024S2-001，2021S2-001）により実施しました。

詳細は東北大学のホームページ (https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2026/10/press20261019-03-singularity.html) をご覧ください。

「存在する」から「見える」へ。半導体中を流れる伝導正孔の可視化に初めて成功ー100 年前にディラック博士が提唱した「負のエネルギーを持つ電子」を捉えるー

2026 年 10 月 21 日

高エネルギー加速器研究機構 , 科学技術振興機構（JST）

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の福本恵紀特任准教授，筑波大学の吉川康介氏は，半導体デバイスの動作において，伝導電子と同様に重要な電荷キャリアである伝導正孔の可視化に成功しました。正孔は，ルドルフ・パイエルス博士がホール効果を量子力学的に導出する際にも導出された正の電荷です。これまでに，電気計測による素子全体の平均的な情報として伝導正孔の振る舞いが観測されてきましたが，実験的な制約により，電荷キャリアとして半導体デバイスの動作に「機能する伝導正孔」の空間的な分布を観測した例はありませんでした。今回，パルスレーザーを光源とする光電子顕微鏡（フェムト秒光電子顕微鏡）を利用して，電界効果トランジスタが動作する環境下で正孔の直接観測に成功し，観測のためのレシピを詳細に解説しました。この成果は，ホール効果などトランジスタ全体の平均として伝導正孔の流れを電気的に計測する従来手法に対し，イメージング法を用いることで，トランジスタ内の膜厚などの不均一性が正孔観測に影響することを特定した画期的な発明となりました。ダイオード，トランジスタ，太陽電池，発光デバイス，光触媒などあらゆる半導体デバイスの評価・開発など幅広い応用が期待されます。

なお，本成果は，物質構造科学研究所 ピアテンコ エリザベス 研究員（当時）, 筑波大学 山田洋一教授, 清水好葉氏, 物質・材料研究機構（NIMS）早川竜馬主幹研究員，若山裕グループリーダーとの共同研究による成果です。

本研究成果は，10 月 21 日（水）01:00（現地時間）に米国の学術誌「Applied Physics Reviews」に掲載されました。

二酸化チタンの「反応が活発な場所」を世界で初めて可視化ー異なる結晶の境目に着目した高性能な材料づくりに新たな手がかりー

2026 年 10 月 22 日

広島大学 , 高エネルギー加速器研究機構

広島大学大学院先進理工系科学研究科の廣森慧太大学院生（現東京大学博士研究員），中島伸夫准教授らの研究グループは，高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の小澤健一教授やブルックヘブン国立研究所（BNL）の J. Sadowski 博士らとの国際共同研究により，光触媒物質として広く使われている二酸化チタン（TiO_2）の表面で，どこで反応が活発に起きているのかを世界で初めて直接観察することに成功しました。

光触媒とは，光が当たることで化学反応を促す物質です。代表的な光触媒である二酸化チタンには，原子の並び方が異なる「アナターゼ型」と「ルチル型」という結晶があります。これまで，この 2 種類の結晶が接する境目では光触媒反応が活発になると考えられていましたが，実際にどの場所で，どの程度反応が起きているのかを直接観察することはできていませんでした。

今回，研究グループは，物質の表面を非常に細かく観察できる「X 線光電子顕微鏡（XPEEM）」を使用しました。TiO_2 の表面に酢酸分子を吸着させて紫外光を照射し，酢酸がどの場所でどのくらい分解されたかを調べることで，光触媒反応の強さを場所ごとに可視化しました。その結果，アナターゼ型とルチル型が接する境目付近で反応が最も活発になり，境目から離れるにつれて反応が弱くなることが明らかになりました。

この成果は，異なる結晶の境目が光触媒の働きを高める仕組みの理解につながるもので，より高性能な光触媒材料を開発するための新たな手がかりになることが期待されます。

この研究成果は，「Applied Surface Science」に 8 月 24 日に掲載されました。

詳細は 広島大学のホームページ (https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/100766) をご覧ください。