

水分解光触媒における助触媒中の光励起ホール注入ダイナミクスの可視化に成功—共ドープが下ろす『かんめき』が助触媒に渡ったホールの寿命を約 16 倍に—

2026 年 5 月 19 日

高エネルギー加速器研究機構, 東京科学大学

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) と東京科学大学は、KEK の放射光実験施設フォトンファクトリー・アドバンストリング (PF-AR) において、時間分解 X 線吸収分光法を用い、光による水酸化反応を駆動する、半導体光触媒から助触媒への光励起ホール注入ダイナミクスを直接観測することに成功しました。

光触媒による水分解では、半導体光触媒に「助触媒」と呼ばれる微量の金属酸化物を担持させ、光で作られる電荷キャリアの動態を変えると活性が向上することが知られていますが、助触媒中における電荷キャリアの動態は実験手段の制約から明らかにされていませんでした。

本研究では、酸化イリジウム (IrOx) 助触媒を担持した窒素・フッ素共ドープ酸化チタン ($\text{IrOx} / \text{TiO}_2\text{:N,F}$) に着目し、X 線の元素選択性を利用して、サンプルが紫外光 (UV) で励起された時の IrOx 中のホール (正孔) の振る舞いを抽出することに成功しました。さらに、助触媒中のホールが長く滞留するほど水酸化反応活性が向上することも実証しました。

興味深いことに、 N,F 共ドープは本来「光触媒材料に可視光応答性を持たせる」目的で開発・利用されてきた処理ですが、助触媒中のホール寿命を大幅に延ばすという「もう一つの効果」をもつことが明らかになりました。

これは、KEK 物質構造科学研究所の金澤知器研究員、野澤俊介准教授、東京科学大学の前田和彦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 線実験ステーション AR-NW14A を利用して行われました。

本成果は、2026 年 5 月 13 日 (現地時間) に、米国化学会の発行する学術雑誌『ACS Catalysis』オンライン掲載されました。(この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202605191400> をご覧ください)。

軟 X 線吸収分光法による固液界面とバルク液体の同時測定を実現—触媒反応の詳細なメカニズム解明に道筋—

2026 年 6 月 4 日

自然科学研究機構分子科学研究所

総合研究大学院大学, 高エネルギー加速器研究機構

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所／慶應義塾大学の熊木文俊博士研究員と自然科学研究機構 分子科学研究所／総合研究大学院大学の長坂将成助教の研究グループは、軟 X 線吸収分光法による固液界面とバルク液体の同時測定法を開発しました。液体水が金表面上にある系で、透過法によるバルク水と電子収量法による金表面と液体水の接する固液界面のスペクトルを同時に測定することに成功しました。

また、本研究における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: 2025S2-003) により実施されました。

詳細は自然科学研究機構分子科学研究所のホームページ (<https://www.ims.ac.jp/news/2026/06/0604.html>) をご覧ください。

深発地震とプレート弱化, 2 つの謎を世界で初めて統一的に解明—相転移ナノ粒子が支配する地下 600km の岩石変形メカニズム—

2026 年 6 月 10 日

九州大学, 広島大学, 東北大学

高エネルギー加速器研究機構

地球深部に沈み込む海洋プレートでは、深さ 400 ~ 700 km 付近で「深発地震」と「プレートの弱化」という 2 つの相反する現象が起きていることが知られています。しかし、超高压下の固いプレートが割れて地震を起こす仕組みや、同時に弱くなる理由は十分に解明されていませんでした。本研究は、これら 2 つの現象が、鉱物の相転移に伴って形成されるナノ粒子の面状構造とその変形によって統一的に説明できることを、世界で初めて実験的に明らかにしました。

九州大学大学院理学府博士課程 (研究当時、現在は京都大学地球熱学研究施設非常勤研究員) の本田陸人氏と理学研究院の久保友明教授らの研究グループは、広島大学大学院先進理工系科学研究科の宮原正明准教授、東北大学大学院理学研究科の鈴木昭夫准教授、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の柴崎裕樹助教らと共同で、地下 600 km に相当する約 20 GPa の高压条件下でカンラン石の変形実験を行い、放射光その場観察とアコースティック・エミッション (AE) 測定を組み合わせで解析しました。その結果、カンラン石がリングウッダイトへと相転移する際にナノ粒子の面状構造が形成され、そこに変形が集中することを発見しました。さらに、この相転移ナノ粒子は温度によって性質が変化し、低温では地震性すべりを引き起こし、高温では安定な変形によって岩石を弱化させることを明らかにしました。

本研究における PF-AR での放射光利用実験は、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：2018G591 および 2020G672）にて実施されました。

詳細は九州大学（<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/1497>）のホームページをご覧ください。

国内最大級のスマートクラウドラボ「iLIS」を岡崎に整備—全国の研究者が時間や場所を超えて最先端実験にアクセスできる研究環境へ—

2026 年 6 月 15 日
自然科学研究機構、情報・システム研究機構
高エネルギー加速器研究機構
総合研究大学院大学、日本電気株式会社

大学共同利用機関法人自然科学研究機構（機構長：川合眞紀）は、AI とロボットを活用して実験の設計、実行、解析、データ蓄積を一体化する大規模スマートクラウドラボ「iLIS」を、自然科学研究機構岡崎地区（愛知県岡崎市）を中心に整備します。本事業は、日本独自の研究基盤システムである『大学共同利用機関』をデジタル時代に合わせて抜本的に強化するものです。文部科学省の令和 8 年度「共同利用・共同研究システム形成事業～大規模集積研究システム形成先導プログラム～」に採択され、令和 8 ～ 11 年度の 4 年間、総事業費約 95 億円で実施予定です。総面積約 1 万 1,600 平方メートルにおよぶ国内最大級の共同利用型スマートクラウドラボとして、令和 8 ～ 9 年度に施設・装置・データ基盤を整備し、令和 10 年度から全国の利用者への本格供用を開始する予定です。利用方法や公募時期、データ・知財の取扱い、整備状況に応じて順次公表します。

本事業には、連携機関として KEK 物質構造科学研究所が参画します。

詳細は自然科学研究機構のホームページ（<https://www.nins.jp/press/2026/06/ilis.html>）をご覧ください。

軟 X 線吸収分光法を用いたリン酸の二重結合性の観測に成功—生化学反応の詳細なメカニズム解明に道筋—

2026 年 6 月 26 日
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、総合研究大学院大学

自然科学研究機構 分子科学研究所／総合研究大学院大学の長坂将成助教、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所／慶應義塾大学の熊木文俊博士研究員、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所／総合研究大学院大学の足立純一講師の研究グループは、軟 X 線吸収

分光法を用いた固体と液体のリン酸の二重結合性の観測に成功しました。リン酸の二重結合性の変化は高リン酸化合物でも成り立つ一般的な現象であることを発見して、軟 X 線吸収分光法を生化学反応の詳細なメカニズム解明へ応用できることを示しました。

本研究成果は、国際学術誌『The Journal of Physical Chemistry Letters』に、2026 年 6 月 1 日付でオンライン掲載されました。

詳細は自然科学研究機構分子科学研究所のホームページ（<https://www.ims.ac.jp/news/2026/06/0626.html>）をご覧ください。

不安定で作れなかった「ホウ素版グラフェン」を 3 次元結晶の表面で実現—一次世代量子材料開発の加速が期待される新しい設計手法—

2026 年 7 月 2 日
東北大学、沖縄科学技術大学院大学
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
量子科学技術研究開発機構、新潟大学、理化学研究所

グラフェンに代表される 2 次元材料は次世代電子デバイスとして期待される一方、電子同士の相互作用が弱く、超伝導のような強い量子現象を起こしにくいという課題がありました。

東北大学、沖縄科学技術大学院大学、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、量子科学技術研究開発機構（QST）、新潟大学、理化学研究所などの共同研究グループは、単独では不安定なホウ素版グラフェン（ボロフェン）を、安定な 3 次元結晶 LaRh_3B_2 の内部から取り出すという新手法を実現しました。また、電子が特定エネルギーに集中しやすくなる特殊な電子構造（van Hove 特異点）がフェルミ準位近傍に存在することを明らかにしました。さらに、本来は六角形の対称性を持つ電子分布が自発的に特定方向へ偏る「電子ネマティック状態」の観測にも成功しました。新たな量子材料設計の指針となることが期待される成果です。

本成果は 2026 年 7 月 1 日（米国東部時間）、科学誌 Science Advances 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：2021S2-001、2024S2-001）にて実施されました。

詳細は東北大学のホームページ（<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2026/07/press20260702-02-boron.html>）をご覧ください。

酸化物界面における「隠れた電荷移動経路」を一特定従来の半導体物理では考慮されていなかった界面における「化学結合ネットワーク」の重要性を実証一

2026 年 7 月 14 日

東北大学

高エネルギー加速器研究機構

酸化物のナノ構造（ヘテロ接合）は、次世代エレクトロニクスデバイスの有力候補として盛んに研究されています。しかし、従来のエレクトロニクスの基本理論である半導体接合理論では、説明のつかない現象が多々報告され、正確なデバイス設計の妨げとなっていました。

東北大学大学院理学研究科の早坂亮太郎大学院生（研究当時）、同 多元物質科学研究所の志賀大亮助教、組頭広志教授、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小澤健一教授らの研究グループは、高輝度放射光を用いた「共鳴光電子分光法」という手法により、界面の電荷移動を可視化することにより、バリア層内部を電子が伝播する微視的な化学結合ネットワーク（ p - d - p 混成ネットワーク）の存在を突き止め、酸化物界面における新たな物理機構を見出しました。

本成果により得られた知見に基づいて、界面化学結合ネットワークを取り入れた理論を構築する事で、最適な酸化物ナノ構造の機能が設計可能になり、次世代酸化物エレクトロニクスの実現が期待されます。

本研究成果は、米国物理学協会（AIP）の発行する学術誌 APL Materials に、2026 年 7 月 1 日付でオンライン公開されました。

詳細は東北大学のホームページ (<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2026/07/press20260714-03-oxide.html>) をご覧ください。

開発研究多機能ビームラインで量子マルチビーム実験を開始一硬X線と軟X線の同時利用による新たな計測手法を実現一

2026 年 8 月 20 日

高エネルギー加速器研究機構

自然科学研究機構 分子科学研究所

広島大学、東京大学 物性研究所、総合研究大学院大学

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所（IMSS）放射光実験施設 フォトンファクトリー（PF）において、開発研究多機能ビームライン BL-11A, -11B で共同利用実験がスタートしました。

PF では、電子を光速に近い速度まで加速して発生させた明るい X 線（放射光）を使い、さまざまな物質の構造や性質を調べています。X 線には、物質の内部構造を詳しく

見るのに適した「硬 X 線」と、物質の表面や電子の状態を調べるのに適した「軟 X 線」があります。

これまで、放射光施設では、硬 X 線と軟 X 線を別々にしか使うことができず、同じ試料に同時に当てる実験は行われてきませんでした。触媒反応や電池の動作のように、試料の状態が刻々と変化する現象では、測定を別々に行うと必ずしも同じ状態を再現できず、異なる情報を正確に対応づけられない場合があります。特に、不可逆な反応や一度しか起こらない現象では、同じ条件で測り直すことができません。

新しく建設された BL-11A, -11B では、1 つの光源から硬 X 線と軟 X 線を取り出し、同じ試料に同時に照射することを可能にしました（2 ビーム同時利用）。これにより、2 種類の X 線で同時に観測するプローブ - プローブ測定や、一方の X 線で変化を起こしもう一方でその変化を観測するポンプ - プローブ測定が可能になりました。

今回、この新しいビームラインを使って、水の電気分解反応を繰り返す過程で触媒の状態が変化する様子を観察し、プローブ - プローブ測定の重要性を確認しました。また、硬 X 線の照射によって分解反応を起こす特殊な有機分子（ケージド化合物）では、その反応過程を軟 X 線で追跡することに成功し、ポンプ - プローブ測定の有効性を実証しました。

今後は、触媒反応や電池材料の研究、放射線が物質や生体分子に与える影響の解明など、幅広い分野への応用が期待されます。

BL-11A, -11B は、世界に類を見ない量子マルチビーム利用ビームラインとして、国内外のさまざまな研究分野の発展に貢献することが期待されています。

この研究成果は、国際学術誌『Review of Scientific Instruments』に掲載されます。

詳しくは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2026/08/pr202608201500.pdf> をご参照ください。