

電場・磁場中で薄膜の深さ方向ナノメーター分解能を実現 ～磁性体デバイス動作中の化学・磁気状態の観察が可能に～

平成 29 年 8 月 8 日
高エネルギー加速器研究機構

■成果のポイント

- 磁気記録デバイス等に用いられる薄膜の深さ方向の化学・磁気状態をナノスケールで観察できる「軟X線深さ分解X線吸収分光法」において、検出方法を変えることで、世界で初めて、磁場中や電場中における観察が可能に。
- 電場によって磁性を制御する次世代のスピントロニクス材料をはじめ、様々な薄膜デバイス技術の発展への寄与が期待される。

■発表概要

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の酒巻真粧子助教は、雨宮健太教授とともに、磁気記録デバイスなどの薄膜の化学・磁気状態を深さ方向にナノメーター（nm）の分解能で観察する分光法（「軟X線深さ分解X線吸収分光法」以下、「軟X線深さ分解 XAFS 法」）において、従来不可能だった磁場中や電場中での測定を可能にしました。

従来の「軟X線深さ分解 XAFS 法」は、試料に軟X線を当てたときに放出される電子を検出し、電子線の角度によって観察できる深さが異なることを利用して深さ方向の分布を調べる分光法ですが、新たに開発した手法は、試料から放出される蛍光X線を検出することで、従来の手法の利点を生かしたまま、磁場中や電場中で観察ができます。この新手法によって、電場を用いて磁性を制御する次世代のスピントロニクス材料をはじめ、様々な薄膜デバイスの動作原理の解明が飛躍的に進むと期待されます。

この研究成果は、8月17日刊行の米国・Review of Scientific Instruments 誌に掲載される予定です。本研究は文部科学省科学研究費補助金若手研究 B（代表：酒巻真粧子）の支援のもとで行われました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/pressrelease20170808.pdf> をご覧下さい）。

細胞内骨格の賢い「解体屋」～微小管を解体する分子モーターが効率良く働く仕組みを解明～

平成 29 年 9 月 13 日
東京大学／高エネルギー加速器研究機構

■成果のポイント

- 細胞骨格である微小管を脱重合する分子モーター KIF2 が効率良く働く仕組みを明らかにした。
- ATP を加水分解するエネルギーを効率良く使い、微小管と大きな複合体を形成する過程を経て微小管を脱重合することを示した。
- 微小管の脱重合は神経の伸び縮みや細胞の分裂など生命現象の要となる反応であり、その仕組みを明らかにしたことは神経変性疾患や癌の病態解明・創薬ターゲットの重要な基盤となる。

■発表概要

東京大学大学院 医学系研究科の廣川信隆 特任教授と小川覚之助教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西條慎也特任助教（研究当時）と清水 伸隆准教授との共同研究によって、細胞内の骨格である微小管の「解体屋」が効率良く働く仕組みを明らかにしました。

微小管は、チューブリンというタンパク質が重合して集まったチューブ状の構造をしています。神経細胞の形成や細胞分裂などの生命現象には、微小管の形成（重合）と解体（脱重合）が秩序立って進められることが重要です。キネシンというタンパク質のひとつである KIF2 がこの微小管の解体を担い、少ない数の KIF2 が、多くのチューブリンからなる巨大な微小管を、先端から順番に解体することは知られていましたが、それがなぜ可能なのかはわかっていませんでした。

研究グループは、KIF2 が微小管を解体する過程を詳細に解析し、生体内のエネルギー源 ATP を加水分解する過程で、KIF2 分子 1 つがチューブリン 2 量体 2 セットを相手にしてまとめて解体することを明らかにしました。KIF2 は、少ない分子数で ATP を効率良く利用し微小管を解体する「省エネモーター」であったのです。

本研究は文部科学省科研費（JP18002013,JP23000013,JP16H06372）、および 2017 年 3 月まで実施された国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業（創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業）の支援により得られました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/09/13/pressrelease20170913.pdf> をご覧下さい）。

グラフェンの厚さの違いと電子の動きの関係を世界で初めて観察

平成 29 年 9 月 15 日

東京工業大学
高エネルギー加速器研究機構

■成果のポイント

- 電子・光電材料として期待されるグラフェン内の電子移動を高時間・空間分解能（フェムト秒とナノメートル）で初めて観測
- これにより、電子の動きとナノ構造の関係を明らかに
- 素子開発に役立つ欠陥情報の提供など、グラフェンの新規特性評価手法の開拓

■発表概要

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助教は、東京工業大学理学院化学系の腰原伸也教授、フランス国立科学研究センター（CNRS）、ピエール・アンド・マリー・キュリー大学の Mohamed Boutchich 准教授らと共同で、グラフェン内の超高速な電子の動きが場所ごとに異なることを世界で初めて観測した。

理想的なグラフェンは炭素原子 1 層の厚さをもつ二次元物質であり、高速デバイスなどへの応用が期待されている。しかし実際に作成されるグラフェンの構造はナノスケールで不均一なため、その構造の違いが電子の運動に影響を与えると予測されている。グラフェンの実用化のためには、デバイスの動作を阻害する構造、また高性能化に利用できる構造を明確にする必要がある。

本研究では、一般的に使われている方法で作成されたグラフェンの結晶構造の違いに由来した電子輸送特性の観察に成功した。具体的には、ラマン顕微鏡を用いて局所的な結晶構造から電子状態を計算し、同じ試料の同じ場所を独自に開発したフェムト秒時間分解光電子顕微鏡法（TR-PEEM）で観察することで、構造と電子輸送特性を直接関連付ける結果を得た。この研究成果は、オランダの科学誌「Carbon（カーボン）」に 8 月 21 日オンライン速報版で公開された。

なお、この研究は、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業 CREST「光技術が先導する臨界的非平衡物質開拓」、日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究（B）（No.15K17677）、及び、JST の ACCEL フィージビリティスタディ「ナノスケール・フェムト秒電子ダイナミクス直接観察装置開発と光電子材料開拓手法の革新」の助成により行われた（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/09/15/pressrelease20170915.pdf> をご覧ください）。

ピロリ菌がんタンパク質の 1 アミノ酸多型が日本人胃がん多発の背景に～ピロリ菌の発がん活性を規定する分子構造基盤～

平成 29 年 9 月 20 日

東京大学／高エネルギー加速器研究機構

■成果のポイント

- ピロリ菌がんタンパク質 CagA とその発がん標的分子である SHP2 間の複合体形成を担う結晶構造を解明し、複合体の安定性と発がん活性の連関を明らかにしました。
- 日本を含む東アジアに蔓延するピロリ菌 CagA のみが保有するユニークかつ強力な SHP2 結合様式を発見し、その結合様式が胃がん発症を著しく促すことを解明しました。
- 本研究の成果は、ナノスケールでの胃がん発症機構の理解を前進させるとともに、構造情報を基盤にした革新的な胃がん予防法・早期治療法の開発に繋がるのが期待されます。

■発表概要

ほぼ全ての胃がんはヘリコバクター・ピロリ（ピロリ菌）感染を背景に発症し、その発がん過程にはピロリ菌が産生する病原因子 CagA タンパク質が重要な役割を果たします。東アジア諸国（日本、中国、韓国）は世界的な胃がんの最多発地域として知られています。疫学調査から東アジアで見られるピロリ菌が保有する東アジア型 CagA は、それ以外の地域で見られる欧米型（世界標準型）CagA に比べ、胃がん発症に、より深く関与することが指摘されていますが、これら 2 種の CagA 間の発がん活性の違いが生じる構造基盤は不明でした。今回、東京大学大学院医学系研究科の畠山昌則教授、高エネルギー加速器研究機構の千田俊哉教授らの研究グループは、X線結晶構造解析を通して CagA が標的とする発がんタンパク質 SHP2 との複合体の構造を原子レベルで解明し、東アジア型 CagA と欧米型 CagA の間に存在する 1 つのアミノ酸残基の違いによる立体構造の差異が CagA の SHP2 結合能に大きな影響を与えることを明らかにしました。さらに、東アジア型 CagA が示す欧米型 CagA に比べて圧倒的に強固な SHP2 結合が、SHP2 の酵素活性を著しく増強し、胃の細胞のがん化を促す異常なシグナルを強力に誘導することを見出しました。本研究の成果は、革新的な胃がんの予防法・早期治療法の開発に繋がるのが期待されます。

本研究は、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 CREST、文部科学省・科学研究費補助金、日本医療研究開発機構・次世代がん医療創生研究事業、創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム事業ならびに創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業による支援の下に実施されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/09/20/pressrelease20170920.pdf> をご覧ください）。

なぜ固体中の電子はガラス化するのか？ その謎を初解明自然界に現れるガラス化 現象の統一的理解に期待

平成 29 年 9 月 28 日
東北大学金属材料研究所
東邦大学高輝度光科学研究センター
山梨大学東北大学多元物質科学研究所
東京大学物性研究所
高エネルギー加速器研究機構

■発表のポイント

- 気体・液体・固体のどれとも異なる「ガラス状態」が形成されるメカニズムは物性物理学に残された最大の未解決問題の一つ
- 本研究により固体中の電子がガラス化・結晶化するメカニズムを初めて解明
- 自然界でみられるガラス化現象の統一的理解に期待

■発表概要

窓ガラスなどに代表される「ガラス」物質は、われわれの生活になじみが深いにもかかわらず、その形成メカニズムは未だ完全には理解されていません。そのため、物性物理学に残された最大の未解決問題の一つとされてきました。

東北大学金属材料研究所の橋本顕一郎助教、佐々木孝彦教授の研究グループは、東邦大学理学部、高輝度光科学研究センター（JASRI）、山梨大学工学部、東北大学多元物質科学研究所、東京大学物性研究所、高エネルギー加速器研究機（KEK）物質構造科学研究所、ゲーテ大学フランクフルト（ドイツ）と共同で、固体結晶中の電子がガラス化・結晶化するメカニズムを解明することに初めて成功しました。

研究グループは、有機固体結晶中の電子のガラス化および結晶化過程を詳細に調べることで、電子のガラス化現象は一般的なガラス形成物質と多くの類似点をもつことを明らかにしました。本研究結果は、自然界で普遍的に現れるガラス化現象への理解をより一層深めるものと考えられます。

本研究結果は、2017年9月29日（米国東部標準時）発行の米科学誌「Science」誌に掲載されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/Pressrelease20170929.pdf> をご覧ください）。

固体と液体の界面での原子の動きをリアルタイムに観察－燃料電池や蓄電池の性能に関わる固液界面現象の解明に期待－

平成 29 年 10 月 25 日
産業技術総合研究所
科学技術振興機構
物質・材料研究機構
東京学芸大学
高エネルギー加速器研究機構

■発表のポイント

- 固体と液体の界面で散乱したX線の強度分布を高速測定する計測技術を開発
- 電気化学反応中の電極表面の原子の動きをリアルタイムに観察可能
- 固液界面での反応機構の解明につながり、燃料電池や蓄電池の性能向上への寄与を期待

■概要

産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】（産総研）物質計測標準研究部門【研究部門長 高津 章子】ナノ構造化材料評価研究グループ 白澤 徹郎 主任研究員と、国立研究開発法人 科学技術振興機構【理事長 濱口 道成】（JST）、国立研究開発法人 物質・材料研究機構【理事長 橋本 和仁】（NIMS）ナノ材料科学環境拠点【拠点長 魚崎 浩平】（GREEN）増田 卓也 主任研究員ら、国立大学法人 東京学芸大学【学長 出口 利定】教育学部 Voegeli Wolfgang 助教授ら、大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構【機構長 山内 正則】（KEK）物質構造科学研究所 松下 正 名誉教授は、放射光 表面X線回折法を従来比で約 100 倍高速化し、燃料電池などのエネルギー変換に伴う原子の動きをリアルタイムに観察できる技術を開発した。

燃料電池や蓄電池では、固体電極と液体との界面での電気化学反応により、化学エネルギーから電気エネルギーへの変換が行われる。変換効率を飛躍的に高めるには反応機構の理解が不可欠であり、反応機構を反映する電極表面の構造変化を計測できる技術が望まれていた。今回、連続波長をもつ集束X線を利用した表面X線回折法の高速度化技術を開発し、電気化学反応中のモデル電極表面の白金原子の動きをリアルタイムで観察した。この技術によって固液界面での反応機構の解明が進むことで、燃料電池などの性能向上に寄与できると期待される。

なお、この技術の詳細は、2017年10月26日（現地時間）に米国化学会の学術誌 The Journal of Physical Chemistry C にオンライン掲載される（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/10/25/pressrelease20171025.pdf> をご覧ください）。