

次世代デバイス開発の扉を開く電子構造を発見～トポロジカルな舞台での「強相関スピントロニクス」時代の幕開けへ～

2015年12月8日

近藤 猛 (東京大学物性研究所)

中山 充大 (東京大学)

松波 雅治 (豊田工業大学)

木村 真一 (大阪大学)

小野 寛太 (高エネルギー加速器研究機構)

組頭 広志 (高エネルギー加速器研究機構)

中辻 知 (東京大学物性研究所)

辛 埴 (東京大学物性研究所)

【概要】

シリコンデバイスの微細化と性能限界の問題が目前になり、次世代デバイスの台頭が待たれています。電子の自由度の1つである電荷を操る「エレクトロニクス」で繁栄した人類をさらに飛躍させる未来型デバイス開発の鍵として、電子が持つもう1つの性質であるスピンをも制御する「スピントロニクス」が注目されています。しかしながら、一般的な物質では、そのスピンの回転軸の向きと電子の運動方向とは無関係であればらであるため、デバイス応

用に困難を伴います。一方、近年発見された「トポロジカル絶縁体 (2007年発見)」や「ワイル半金属 (今年発見)」と呼ばれる新奇物質群では、電子の運動方向に付随してスピンの向きが自発的に決まる、つまりスピンの向きが揃った状態である純スピン流が流れており、その特性を活かすデバイス応用が期待されています。

東京大学物性研究所の近藤猛准教授、中辻知准教授、辛埴教授らの研究グループは、既存のトポロジカル絶縁体やワイル半金属と、電子同士の強い相互作用 (強相関) を組み合わせることで、更なる新機能を持たせる物質開発に着手しています。今回、豊田工業大学物質工学分野の松波雅治准教授、大阪大学大学院生命機能研究科の木村真一教授、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の小野寛太准教授、組頭広志教授らと共同で、その未踏の物質開発の扉を開く電子状態を、イリジウム酸化物で発見しました。本来は反発し合う荒くれ者である強相関電子たちを手なづける指針が整ったことで、新奇なトポロジカル状態を舞台とする「強相関スピントロニクス」の新時代到来が期待されます。

この研究成果は、Nature Communications 誌 (12月7日午前10時: 日本時間12月7日午後7時) に掲載されます (この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20151208110000/> をご覧下さい)。

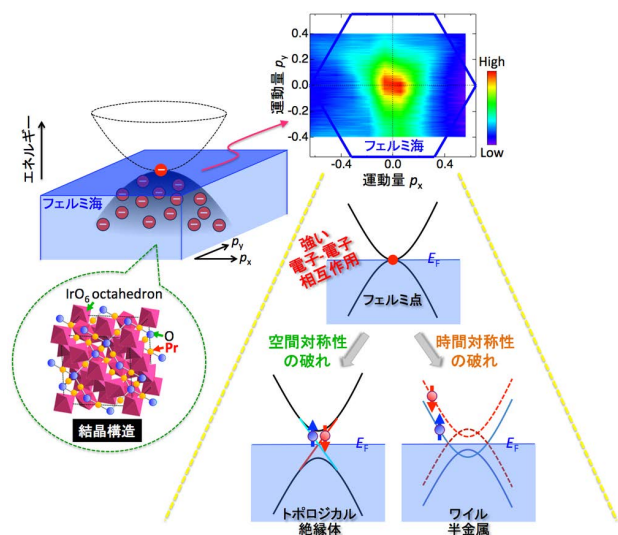


図 物質内には実世界 (位置座標空間) とは異なるフェルミ海 (運動量空間) が存在する。海面に顔を出す島 (電子構造) が物質の電子物性を担うため、その形状を同定することが物質開発において極めて重要となる。本研究では、強い電子-電子相互作用 (強相関) を持つイリジウム酸化物で、その海面に一点のみで顔を出す特異な放物型電子構造の直接観察に成功した。この特異点は空間対称性と時間対称性に保護されており、トポロジカル相への母体電子状態となる。空間対称性を破ればトポロジカル絶縁体に、また時間対称性を破ればワイル半金属に変化することが理論的に示されている。

酸化タングステン光触媒の光キャリア超高速構造追跡に成功

2015年12月10日

自然科学研究機構 分子科学研究所

北海道大学

理化学研究所

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の上村洋平助教、脇坂祐輝特別訪問研究員、横山利彦教授、北海道大学触媒科学研究所の高草木達准教授、朝倉清高教授、大谷文章教授、城戸大貴氏 (大学院学生)、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の足立伸一教授、野澤俊介准教授、丹羽尉博技師、高輝度光科学研究センターの片山哲夫博士研究員、理化学研究所の矢橋牧名グループディレクター、フランス・レンヌ大学の畑田圭介マーキュリーフェローシップらの研究グループは、可視光に応答する酸化タングステン光触媒の光励起状態の構造を、超高速時間分解X線吸収分光法により追跡し、光励起状態でタングステン周囲の局所構造が変化していく様子を観測することに成功しました。光触媒を用いて水から水素を製造する技術は再

細胞の代謝とがん化を司る、細胞内エネルギーセンサーを発見

平成 28 年 1 月 8 日
高エネルギー加速器研究機構
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

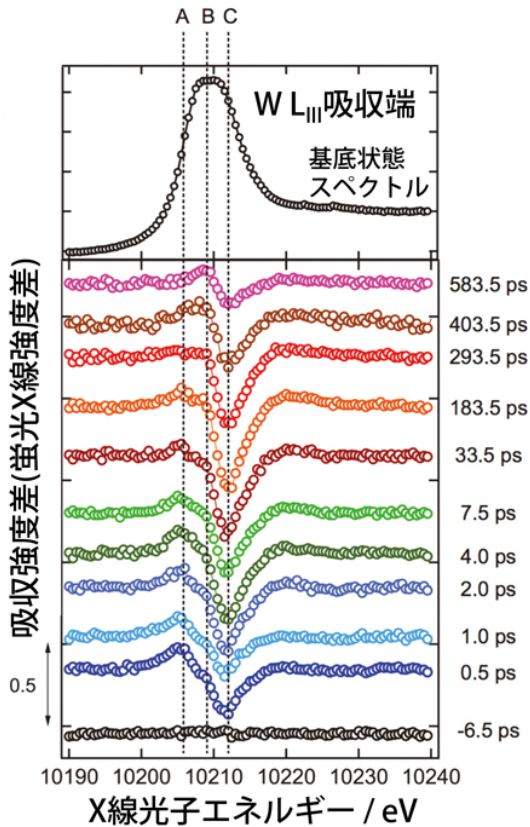


図 光励起後の酸化タングステン(VI)のW LIII吸収端スペクトルの経時変化(0.5~583.5ピコ秒)。-6.5ピコ秒は照射前。吸収スペクトル測定は蛍光X線収量法による。X線自由電子レーザーのパルス幅自体は0.01ピコ秒であるが、繰返し測定におけるタイミングのずれにより、全体の時間分解能は0.5ピコ秒。

生可能エネルギー開発における究極的な目標のひとつであり、反応過程の解明を通じた光触媒機能の革新的向上が期待されています。

本研究成果は、2015年12月10日に国際科学誌「Angewandte Chemie International Edition」電子版に掲載される予定です(この記事の続きは<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20151210133000/>をご覧ください)。

高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造学研究所、シンシナティー大学医学部、産業技術総合研究所(産総研)創薬分子プロファイリング研究センターによる合同研究チームは、細胞内のエネルギー物質"GTP"の濃度を検知し、細胞の働きを制御する"GTPセンサー"を世界で初めて発見しました。

タンパク質合成やシグナル伝達の原動力となるGTPの濃度を正しく保つことは、細胞機能の維持に不可欠です。同チームは、脂質キナーゼの一種PI5P4K β が細胞内のGTPセンサーであることを発見、PI5P4K β とGTPとの複合体の立体構造解析などによってそれを証明しました。決定した立体構造に基づきGTPセンサー機能を持たないPI5P4K β を人工的に作成し、細胞内に戻したところ、細胞がGTP濃度の変化に正しく応答できなくなりました。さらに同チームは、PI5P4K β のGTPセンサー機能が、がんの増殖にも関与することを明らかにしました。本研究成果により今後、がんおよび代謝疾患への治療や創薬が大きく展開していくことが期待されます。

本研究の成果は、米国の科学雑誌「Molecular Cell」にFeatured Article(注目記事)として平成28年1月7日(現地時間)に掲載されます(この記事の続きは<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20160108100000/>をご覧ください)。

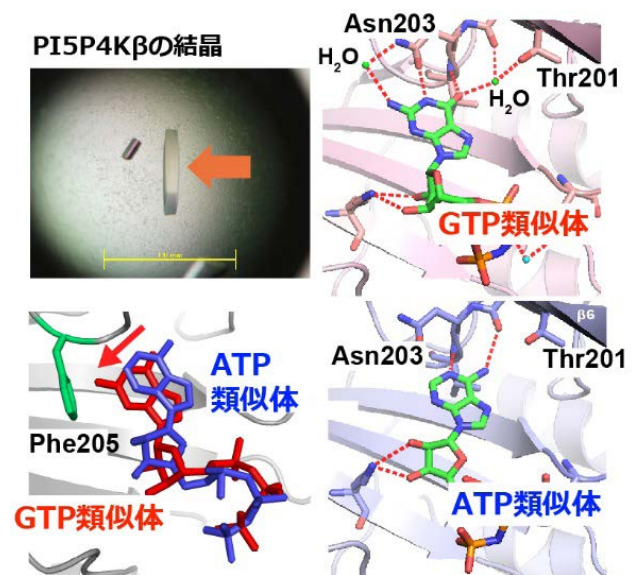


図 立体構造解析によるGTP結合様式の解明。PI5P4K β の結晶に、測定中にPI5P4K β によって分解されないGTP類似体およびATP類似体を加え、複合体の立体構造を得ました。立体構造の解析により、GTPを認識する部位を特定するとともに、ATP結合との比較により、PI5P4K β がGTPを特異的に認識する仕組みが分かりました。