

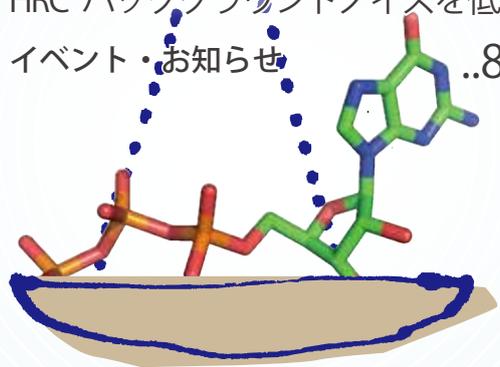
◆ Contents

細胞の代謝とがん化を司る GTP センサー ..2
水素発見から 250 年 ..4

◆ 研究トピックス ..6

次世代デバイス開発の扉を開く電子構造
反強磁性の影響がない高温超伝導状態を観測
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
質量ゼロのディラック電子の流れを制御できる
新しい磁石

○ 施設情報 ..7
Sライン、ビーム取り出しに成功
HRC バックグラウンドノイズを低減
○ イベント・お知らせ ..8



細胞の代謝とがん化を司る GTP センサー



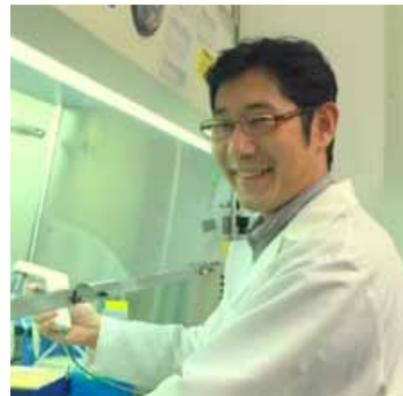
野生型 PI5P4K β および、GTP センサー機能の無い PI5P4K β のがん細胞における比較。野生型 PI5P4K β ではがん細胞が増殖、腫瘍を形成し(上、赤矢印)、GTP センサー機能の無い PI5P4K β ではがん細胞が増殖しなかった(下)。

がん。長年日本人の死因トップに位置し、今やがんになる確率は日本人の2人に1人とも言われている。がんに侵され、みるみる細くなっていく人の姿を目にしたことのある人もいるだろう。その理由は様々だが、正常な生命活動に必要なタンパク質の生産より、がん細胞の増殖にエネルギーが使われてしまうためと考えられている。

エネルギー源 GTP

GTP (グアノシン3リン酸) はタンパク質の合成やシグナル伝達に関わるエネルギー分子で、細胞内エネルギー代謝に不可欠な存在である。がん細胞ではエネルギー源として GTP が多量に消費されている。これを裏付ける現象が、がん細胞の爆発的な増殖と、その一方で痩せていく生体そのものの変化。こうした現象を GTP というフィルターを通して捉える研究が行われている。

90年におよぶ細胞のエネルギー研究において、GTPの重要性は見過ごされてきた。その中で米国シンシナティ大学癌研究所の佐々木敦朗准教授(右写真)は、GTPの代謝に興味を持ち、がん細胞のGTP濃度変化を調べた。細胞分裂などでGTPが使われればGTPは減るはずだが、がん細胞はむしろGTPを増やしており、状況に応じて濃度を巧みに変化させていた。このこと



佐々木 敦朗 (あつお) 准教授。

から佐々木氏は、細胞にはGTP濃度の変化を感知してGTP量を制御するしくみがあり、がんはこれを利用して増殖するのではないかと仮説を立てた。これを証明するために「GTPセンサー」タンパク質を探し始めた(図1)。ただし、細胞内のタンパク質は2~3万種類。この中から存在するかどうか分からないGTPセンサーを探し

出すことは無謀とも見られ、常識を超えるアイデアに研究費を得ることも困難だった。それでも勝算があると考えた佐々木氏は研究を進めた。GTPセンサーはGTPに結合するはず。工夫を重ね、細胞からGTPと結合するタンパク質を見つける方法を確立した。可能性を絞り、最終的に脂質キナーゼの一種PI5P4K β に注目した。しかし当時、PI5P4K β はGTPに似た細胞内のエネルギー分子であるATP(アデノシン3リン

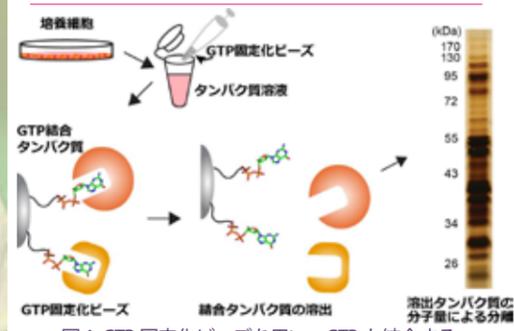


図1 GTP固定化ビーズを用い、GTPと結合するタンパク質を細胞内から探索、PI5P4K β を発見。

酸)に結合し酵素反応に使うと考えられていた。キナーゼはATPを使うものと信じられていたのである。

人と人との出会い

同じ頃、米国ハーバード大学に在籍していた竹内恒氏(現在は産業総合研究所、主任研究員)と研究会で知り合い、共同研究が始まった。NMRを利用したタンパク質の構造解析が専門の竹内氏は、PI5P4K β がATPよりGTPに強く結合して酵素反応に利用することをNMRを使って明らかにした。一方佐々木氏は、PI5P4K β はATPとも結合するが、脂質キナーゼとしての働きはATPの細胞内濃度域では変化せず、GTPの濃度変化だけに伴って変化することを見つけた。細胞内でのPI5P4K β の活性がGTPの濃度変化で変わる性質は、GTPセンサーの条件に合致すると思われた。しかし、これを証明するには、ATPに対する働きは変えずにGTPに対する働きだけを失ったPI5P4K β を作り、生体内での働きを比較する必要がある。そして、このような変異型PI5P4K β のデザインには、PI5P4K β がどのようにGTPとATPとを見分けるのかを原子レベルで知る必要があり、NMRでは難しかった。その後、帰国し産総研へと異動した竹内氏は、千田俊哉氏、美紀氏(現在はKEK物構研教授、特任助教)と出会った。千田氏は放射光を利用したタンパク質結晶構造解析のプロ。結晶さえあればX線で構造を見ることは可能として、結晶構造解析を担うことになった。

竹内氏はPI5P4K β の結晶を作り、千田氏に託す日々が始まった。千田氏はフォトンファクトリーで実験がある度に調べるが、なかなかデータが取れない。結晶から立体構造を決めるには、X線の回折像がいるのだが、どの結晶も回折点が現れない。その結果を受け取り、竹内氏は再び結晶を作り、また託す。結晶を渡し始めてから約半年が経っていた。

衝撃的な転機

「このままではダメだ。一度実験しているところを見においでよ。」千田(俊)氏に呼ばれ、竹内氏は初めてフォトンファクトリーを訪れた。実験現場を見て納得。その第一印象は強烈なものだった。「結晶に毛が生えている!!」

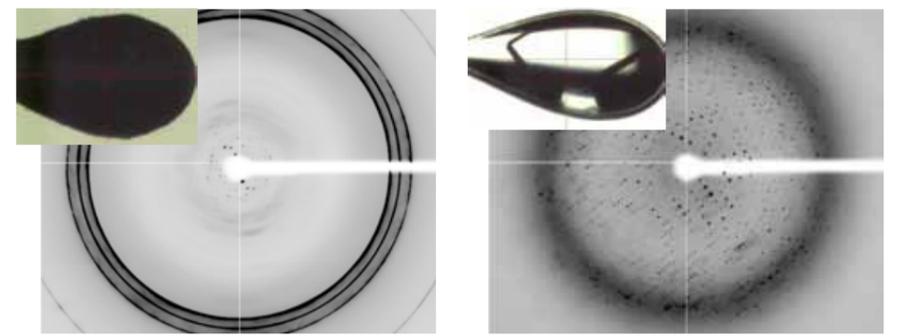


図2 PI5P4K β の結晶とX線回折像。左が結晶改質前、右が改質後。改質後は結晶も透過し、広範囲に回折点が出現しているのが分かる。

X線結晶構造解析では、X線照射による損傷を軽減するため、窒素の冷気(約-180°C)で冷やしながら測定する。竹内氏が目にした「毛」というのは、冷気によって結晶にできた霜だった(図2左)。結晶という鉱物のような硬いイメージを持つが、タンパク質の結晶は殆んどが水。例えるならば豆腐のようなもの。非常に脆く、水をたくさん含むため、結晶内で大量に作られた氷が結晶を破壊していたのだ。もちろん回折像が出るわけでもない。

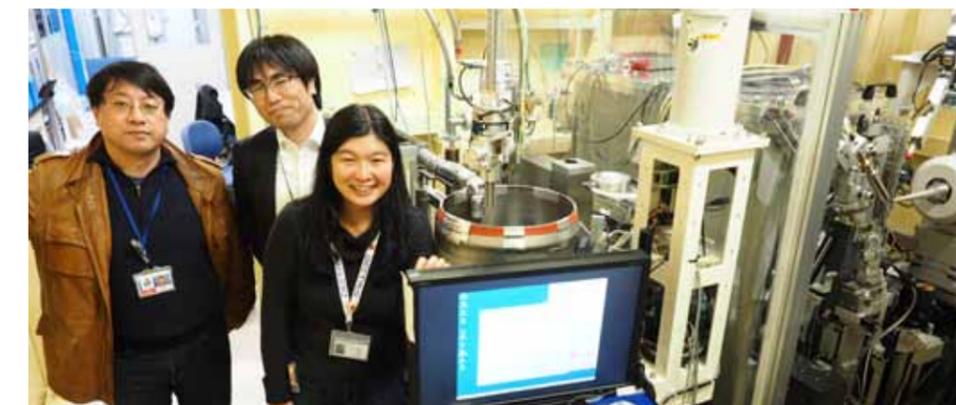
一方、色々な結晶を長年見てきていた千田(美)氏は「結晶化しているのだから、絶対に回折像が見えるようになる。」と確信に近い思いを抱いていた。その頃、千田(美)氏は結晶改質の技術開発に取り組み、いくつか成功していたのだ。竹内氏の作った結晶は、触っただけで崩れてしまうものも多く、このままではいくら時間をかけても十分な回折像を見ることは出来ないと考えていた。同時に改質方法のアイデアも持っていた。それは、結晶冷却時に用いる約20種類の試薬候補の中からPI5P4K β 結晶に適したものをいくつか選び出し、複数の試薬を組み合わせて使う方法である。考えた通り、1つめの試薬に結晶を浸けた後で2つめの試薬を加える2段階処理を行うと、ダメージを与えることなく結晶を冷やすことができた。見事に生まれ変

わった結晶からは十分な回折像が得られ、分解能は最高で2.1Åに達した(図2右)。そしてGTP類似体やATP類似体が結合した状態の立体構造を決定、PI5P4K β がATPとGTPとを見分ける仕組みも原子レベルで明らかになった。この構造を参考に、竹内氏は、GTPと結合する働きだけがなくなった変異型PI5P4K β を作り上げた。

PI5P4K β はGTPセンサーに相応しい性質を持つが、生体内でPI5P4K β がGTPセンサーとして働いていることが示されなければ生物学として意味がない。竹内氏は作った変異型PI5P4K β をシンシナティの佐々木氏に送った。シンシナティでは、野生型、変異型のPI5P4K β を持つがん細胞をマウスに移植する生物学実験が行われた。研究グループの仮説が正しければ、変異型のがん細胞は増殖しないはずである。実験結果は劇的だった。正常なPI5P4K β を与えたマウスではがん細胞が増殖し、腫瘍が形成されたのに対し、GTPセンサー部分を働かなくさせた変異型PI5P4K β ではがん細胞が増殖しなかった(左頁写真)。ついにPI5P4K β がGTPを感知し、細胞増殖など細胞応答のシグナル伝達に関わる分子であることが示されたのである。

(執筆: 千田俊哉・餅田円、構成: 餅田円)

Mol Cell. 2016 Jan 5. pii: S1097-2765(15)00945-4. doi: 10.1016/j.molcel.2015.12.011.



左から: 千田俊哉 教授、竹内恒(こう)主任研究員、千田美紀 特任助教。実験を行ったフォトンファクトリー BL-17A にて。

水素発見から 250 年

1766年、英国のヘンリー・キャベンディッシュが人類で初めて水素を取り出すことに成功した。金属片と強酸を反応させ、「燃える気体（※水素という名は1783年に命名）」を単離、その気体は空気よりもずっと軽く、激しく燃えるという性質を調べた。
2016年、今年の水素の発見から250年になる。



ヘンリー・キャベンディッシュ (1731-1810)、英国の化学者・物理学者。

全ての源

水素は陽子一個と電子一個から構成される、最も単純な原子。「スイ、ヘー、リー、ベ...」と、口ずさみながら覚えた人も多いであろう、元素周期表で一番の元素である。最も単純な元素である水素は、宇宙で最初に作られた元素でもあり、現在も宇宙を構成する元素の90%を占める。そして宇宙空間に広がった水素を主成分とするガスなどは、星間雲、さらに高密度に集まり恒星にもなる。地球から最も近くにある太陽もまた、ほとんどが水素で構成されている（原子数比85%）。太陽では水素からヘリウムが作られる核融合反応が起きている。その時放出されるエネルギーの一部は、光や熱として地球へ届き、光合成により二酸化炭素と水と共に有機物へと変化する。作られた有機物は、現在でも地球上の全ての動物が外部から得られる唯一のエネルギー源となっている。こうした活動が何億年と続き、変貌した姿が化石燃料

となり、それをエネルギー源として利用し、我々は生活を豊かにしてきた。また陽子一個、電子一個というシンプルな構造は、電子の授受を容易にする。通常「水素イオン」と言えば電子を一つ放出した陽イオンH⁺であるが、逆に電子を1つ受け取った陰イオンH⁻は「水素化物イオン」「ヒドライドイオン」と呼ばれ、機能性材料の設計において最近注目されている。また他の

原子と電子を共有して分子を作りやすく、変幻自在な存在でもある。

水素と生命

生命の中にも多くの水素がある。多くは水(H₂O)として存在しているが、タンパク質や脂質の材料として、生命活動を担うイオンとして、至る所に水素が使われている。例えば、生命の設計図と言われるDNAでは、アデニン

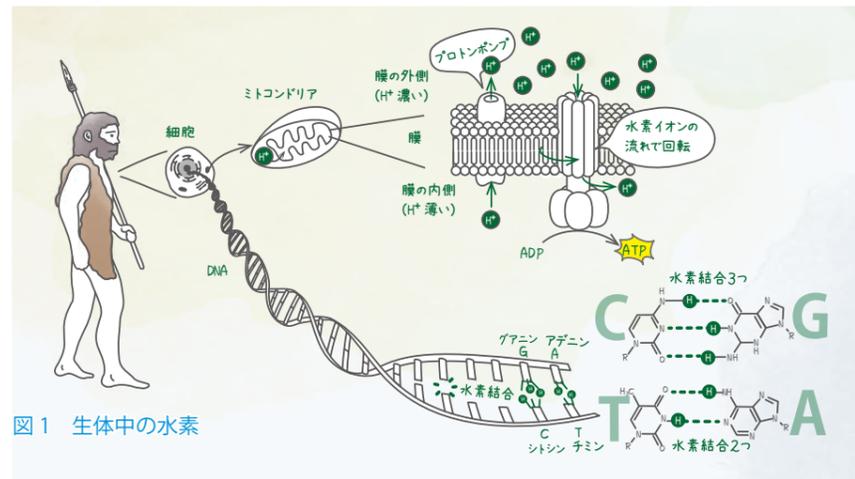


図1 生体中の水素

(A) とチミン (T)、グアニン (G) とシトシン (C) というペアの塩基同士が、水素を介した結合をしている（水素結合）。水素結合は共有結合に比べて弱い結合で、特定の相手と決まった方向にしか結合を作らない。したがって、塩基は必ず特定の相手同士と結合するし、方向がずれると結合が弱くなり簡単にほどける。この、水素結合の絶妙な「ゆるさ」が生命を支えている。また生命活動では水素イオン (H⁺) の存在も欠かせない。細胞の中は様々な細胞小器官が生体膜で仕切られており、膜を隔てた H⁺ 濃度勾配を利用している反応がいくつか存在する。代表的なものが ATP (アデノシン三リン酸) 合成酵素。ATP は生体内でのエネルギーの受け渡しをする「エネルギーの通貨」とも言われる物質で、細菌からヒトまで普遍的に使われている。H⁺ 濃度の膜の外側から H⁺ 濃度の低い膜の内側へ、H⁺ の流れにより ATP 合成酵素が回転し、ADP から ATP が合成される。そのため、膜の外側に H⁺ 濃度差を作り出す仕組み「プロトンポンプ」が備わっている (図1)。

水素をつくる・使う

燃料電池自動車やエネファームなど、水素社会が徐々に広がりを見せつつある。しかし水素社会実現には、まだいくつかの課題が残されているのも事実。水素利用は大きく3つのステップ「作る・貯める・使う」に分けられる (図2)。その中で一番ネックとなっているのが水素製造。水から水素を取り出し、電気として利用し、再び水に戻すサイクルが確立すれば、CO₂ 排出、エネルギー格差などの問題解消につながる。しかし現在使われている水素の多くはメタンなど化石燃料から水素を取り出したものであり、光触媒など水から水素を安定的に製造する技術の実用化が待たれる。

もう一つの課題は、水素を安全に貯蔵する技術。水素は常温常圧では気体 (H₂ 分子) のために、ガソリンなどと比べると、かさばる燃料である。自動車でいうと、一般的に必要な航続距離 500 km を達成するには 5 kg、常温常圧で 6 万リットルの水素が必要になり、自動車に搭載するには 1000 分の 1 程度にまで圧縮する必要がある。

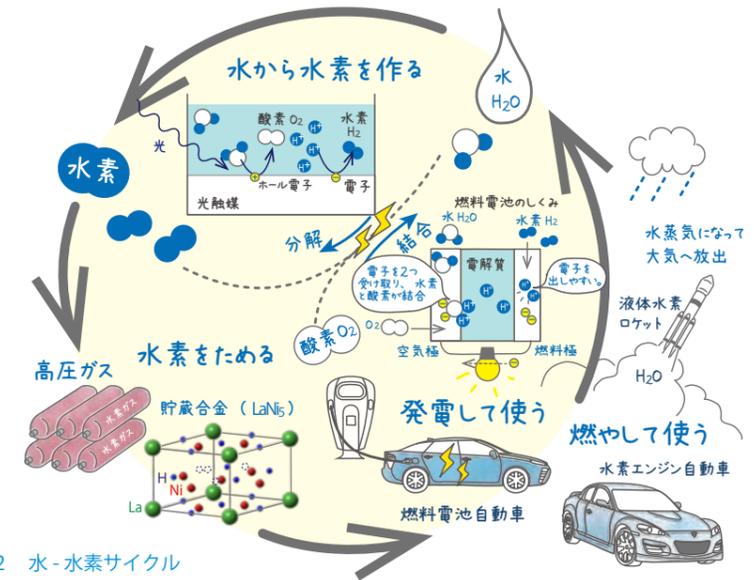


図2 水-水素サイクル

現在の燃料電池自動車は、700 気圧の高圧水素ガスタンクを用いている。しかし水素ガスの圧縮係数が 1 よりも大きいので、圧力をさらに上げてタンク内の水素を増やすことは効率的ではない。また、液化水素は、低温に維持するためのエネルギーが必要である。そこで高密度に水素を貯蔵する技術として、金属内に水素を吸蔵・放出する貯蔵合金が開発されている。ランタンやジルコニウムなどある種の金属に対しては、水素は水素分子 H₂ として存在しているよりも、水素原子 H に分かれて金属の中に入ったほうがエネルギー的に安定という性質を持っている。それを利用して水素の出し入れをコントロールするのが貯蔵合金である。しかし、一般に金属であるために自動車に搭載するには重量が増えるのが難点であり、「貯める」技術に関しては、ガスタンク、貯蔵合金、軽量な非金属貯蔵材料などの開発が求められている。

水素社会到来とともに発生する、新たな課題も見えてきている。水素社会とは換言すると水素と様々な材料が接する機会が多くなるということである。水素はあらゆる元素の中で一番小さいがゆえに、どこにでも入り込みやすい。例えばガスボンベのシール材として使われているポリマーでは、分子の隙間に入り込み、高圧力から常圧に戻った時、入り込んでいた水素が膨張し、結果シール材を破断させてしまうおそれがある。また、ボンベなどに使用される金属にさえも水素は入り込む。入った水素が、金属中を移動し、局所的に高濃度集まることで金属を脆くし、場合によっては破断させてしまう

事もある (水素脆性)。物質中に入り込んだ水素が、どこでどんな振る舞いをしているのか、実際には良くわかっていない。それは水素があまりにも小さくて単純な構造だからである。電子の広がりも含めた水素の姿を捉えるには、放射光や中性子、ミュオンといった量子ビームを駆使しても難しい。観測する技術の開発も必要なのだ。

小さな水素に大きな可能性

物性としての面白さも見逃せない。水素は超伝導の立役者でもある。水素は電子を放出し易く、どこにでも入りやすいという特性から、H⁺ を電子の供給源として超伝導体に注入することで超伝導転移温度を上げていく研究が行われている。他方、水素自身を超伝導状態にする研究もある。これは理論的に予測されていたものの、木星中心部程度の超高圧 (3,600 GPa と見積もられている) が必要であり、人類が手にするのは難しいと考えられていた。ところが 2014 年にドイツの研究チームが硫化水素を超高圧力 (155~165 GPa) にすると約 200 K (約 -70°C) で超伝導状態になることを発表した。これまで不可能に近いほど困難だと考えられていた室温超伝導が今世紀中には手に届くのではないかと、研究者らが湧き立っている。今後の展開に注目したい。水素をキーワードに周囲を眺めると、宇宙、生物、エネルギー、物性、と広範な分野に渡ることが良くわかる。水素発見から 250 年、そして水素社会へシフトしようとしている今、改めて水素について考えてみてはどうだろうか。(執筆・構成 大友 季哉・宇佐美 徳子・餅田 円)

研究トピックス

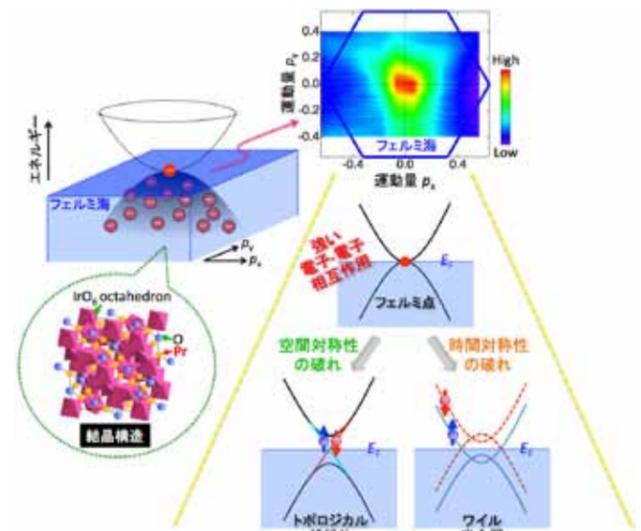
物質科学、および PF、MLF の共同研究・共同利用による研究成果

■ もっと詳しく
物質科学ニュース・成果
<http://www2.kek.jp/imss/news/>

物質科学

次世代デバイス開発の扉を開く 電子構造を発見

東京大学物性研究所の近藤猛准教授、中辻准教授、辛埜教授らの研究グループは、トポロジカル絶縁体にも、ワイル半金属にも成りうるイリジウム酸化物を発見した。



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、新機能を発現する物質開発を行っている。今回、放射光を用いた光電子分光法によってイリジウム酸化物内の電子を運動量空間（フェルミ海）で隈無く探索したところ、フェルミ海の中心一点でのみ海面に顔を出す放物型の電子構造を発見した（図）。これは歪みを加えて空間対称性を破ればトポロジカル絶縁体に、また、磁場を加えて時間対称性を破ればワイル半金属に変化するなど、純スピンを流す様々な量子現象発現の起点となる電子状態を示している。

Nat. Commun. 6, 10042 (2015) [doi:10.1038/ncomms10042]

物質科学

反強磁性の影響がない高温超伝導状態を観測

東京大学大学院の堀尾真史氏、藤森淳教授、上智大学理工学部の足立匡准教授、東北大学大学院の小池洋二教授らの研究グループは、KEKのPhoton Factory及び広島大学のHiSORを用いて、反強磁性の影響のない高温超伝導状態を世界で初めて観測し、その超伝導状態が従来考えられていたよりも広い電子濃度領域で、しかもより高温まで実現されていることを解明した。本研究は、超伝導と反強磁性の関係を最重要視してきたこれまでの高温超伝導の物理の根幹部分に見直しを迫る重要な成果といえる。

Nat. Commun. 7 : 10567 (2016) [doi:10.1038/ncomms10567]

技術

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

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、KEK物質構造科学研究所の足立伸一教授、野澤俊介准教授、丹羽耐博技師、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、可視光に反応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た。光触媒を用いて水から水素を製造する技術は再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る。

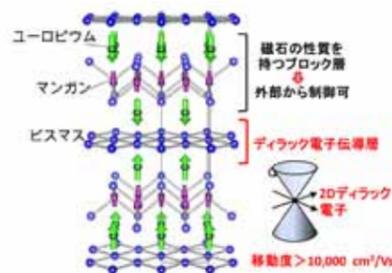
Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 2015 Dec 10 [doi:10.1002/anie.201509252]

材料

質量ゼロのディラック電子の流れを制御できる 新しい磁石

大阪大学大学院 酒井英明准教授、東京大学大学院石渡晋太郎准教授 (JST さきがけ研究者兼任)、同研究科 増田英俊氏らの研究グループは、ディラック電子を有するビスマス (^{83}Bi) の二次元層とユーロピウム (^{63}Eu) の磁性層とを積層した磁性体の合成に成功した。この特性を東京大学物性研究所 徳永将史准教授、東京大学大学院 山崎裕一特任講師 (理化学研究所創発物性科学センター兼任)、東北大学金属材料研究所 塚崎敦教授らと共同で調べ、ディラック電子の超高速伝導が磁気状態に依存して劇的に変化することを発見した。さらにこの効果を利用して、ディラック電子を電気伝導層であるビスマス層内に閉じ込めることで、ディラック電子層が積層したバルクの磁性体において初めて、ホール抵抗値が離散的となる半整数量子ホール効果を実現した。本研究は、ディラック電子の強相関量子伝導現象という新規学術分野の開拓だけでなく、超高速で省エネルギーなエレクトロニクスへの基礎となる超高速スピントロニクス実現に向けた新機軸になると期待される。

Sci. Adv. 2016; 2: 150117 [doi:10.1126/sciadv.1501117]



ディラック電子と磁性が共存する物質 EuMnBi₂ の結晶構造と磁気構造。

施設情報

ミュオン Sライン、ビーム取り出しに成功

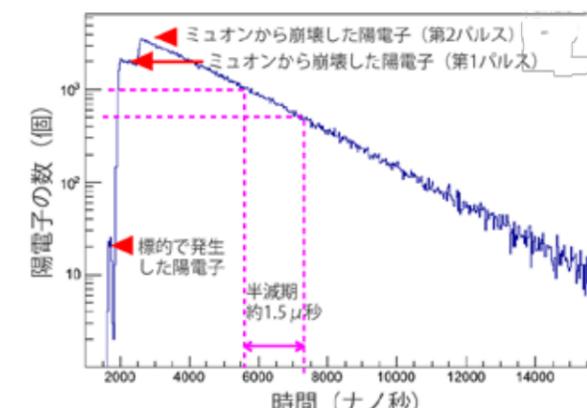
J-PARCの物質・生命科学実験施設 (MLF) にて建設を進めてきた低速ミュオンビームライン (Sライン、Surface Muon Beamline) にて、ミュオンビームの取り出しに成功、平均寿命測定からミュオンであることが確認された。

MLFのミュオン科学実験施設 (MUSE) 低速ミュオンビームラインSラインは、ミュオンスピン緩和 (μ SR) を用いてバルク物性を測定するためのビームライン。2013年度末から建設開始されたS1実験エリアでは、2015年10月末よりミュオンビームを取り出すための調整を行っていた。その結果、ミュオン生成標的の表面付近から取り出される運動量のそろった低速(表面)ミュオンビームをS1実験エリアに引き出すことに成功した。

ミュオンの寿命は平均2.2マイクロ秒(半減期約1.5マイクロ秒)で崩壊して陽電子に変化する。その陽電子を測定したところ、S1で確認されたビームは確かに陽子加速器によって作られたミュオンであることが確認できた。また、生成標的からミュオンと同時に引き出されることで測定のノイズになってしまう陽電子(時間ヒストグラムの横軸時間1700ナノ秒あたりのピーク)が少なく、良質なビームであることが示された。



MLF内、SラインとS1実験エリア



S1エリアで観測された陽電子

中性子 BL12 バックグラウンドノイズを低減

J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)にあるBL12・HRC(高分解能チョッパー分光器)では、夏の運転停止期間に装置、ソフトウェアのアップグレードを行った。

^3He ガス循環型の冷凍機を導入し、試料を0.6Kまで冷却できることを確認した。低温達成のため、この冷凍機には試料まわりにアルミ製の多重の輻射シールドがあり、これによる散乱が、強大なバックグラウンドノイズを発生してしまう(図1左の円弧状の散乱パターン)。このノイズは、試料からのブラッグ散乱と同程度か、それ以上の強度になりデータ解析の妨げとなってしまう。そのためオシレーティングラジアルコリメーターを設置、動作させて、アルミからの散乱を遮蔽したところ、図1右に示すようにノイズが激減し、試料からのブラッグ散乱が明瞭になった。オシレーティングコリメーター無し

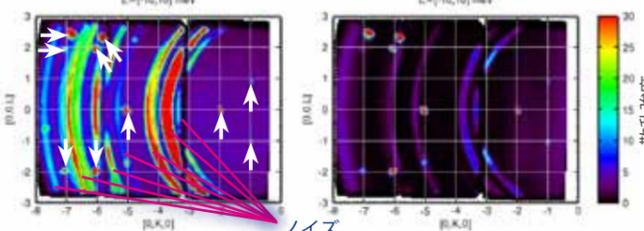


図1 試料からの散乱スポットとコリメーターによるノイズの変化。白矢印で示されたのが試料からの散乱スポット、円弧状のものがアルミ製輻射シールドからのノイズ。ラジアルコリメーターを動作させた右側では、ノイズが低減され、散乱スポットが明瞭になっているのが分かる。

ターは、次の運転開始から利用可能になる。他方、データ解析ソフトウェアでも機能拡張のアップデートを行った。粉末試料、単結晶試料と異なる試料に対し、同じソフトウェアで解析しているが、各ピクセルに寄与する検出器の効率や立体角の不均一のために、強度ムラが生じていた。そのため、粉末プロット用に実装されていた「ディテクター数規格化機能」を単結晶プロット時に、また単結晶プロット用に実装されていた「ディテクター幅を考慮したスムージング機能」を、粉末プロット時にも使用できるように、機能拡張し、強度ムラを解消した(図2)。

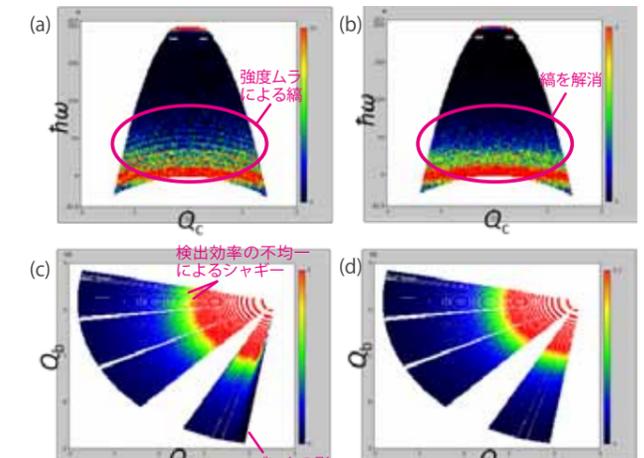


図2 データ解析ソフトウェアの改善による効果。ディテクター数規格化機能(a)無し(b)有り。検出効率補正機能(c)無し(d)有り。

イベント予定

4/3 (日)、4 (月) 理系女子キャンプ

女子高校生に科学に興味を抱いてもらえるよう、科学実験、分野の第一線で活躍する女性研究者による講義、大型実験施設での研究者とのコミュニケーションを交えた施設見学、女子大学院生との懇談会などのプログラム。(※受付終了しました)

>> <http://www2.kek.jp/rkjcamp/>

4/18 (月) ~ 24 (日) 科学技術週間 KEK 施設公開

期間中、KEK コミュニケーションプラザ (常設展示) の公開、および 22 (金)、23 (土) には B ファクトリー実験施設・フォトンファクトリーにて実験施設見学ツアーを行います。

サイエンスカフェ「水素を深読み！」

- 4/3 (日) 多摩六都科学館
 - 4/17 (日) 蒲郡市生命の海科学館
 - 4/23 (土) KEK 職員会館 1F
 - 4/24 (日) Bivi つくば 2F 交流サロン
- 講師：大友 季哉 教授 (KEK 物質構造科学研究所)

水素発見
250 周年



お知らせ

3/15 (火)、16 (水) 量子ビームサイエンスフェスタ 第 33 回 PF シンポジウム / 第 7 回 MLF シンポジウム開催

3月15日(火) 16日(水)、つくば国際会議場 (エポカルつくば) にて量子ビームサイエンスフェスタを MLF シンポジウム、PF シンポジウムと合同で開催します。

>><http://qbs-festa.kek.jp/2015/index.html>



表紙イラストレーション：楠木 雪野

「正義の女神ユースティティアと GTP 分子」

PI5P4K β は細胞内の GTP 分子を計って細胞の運命を決定します。この働きを古来より伝わる女神ユースティティアの姿になぞらえました。



編集：物構研広報委員会

(山田 和芳 (委員長)、足立 伸一、安達 成彦、阿部 仁、岩野 薫、宇佐美 徳子、大島 寛子、木村 正雄、小嶋 健児、瀬谷 智洋、伴弘司、餅田 円、山田 悟史)

発行：KEK 物質構造科学研究所

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1 <http://www2.kek.jp/imss/>

TEL: 029-864-5602 E-mail: imss-pr@ml.post.kek.jp