

### C-配糖体の安定な炭素-炭素結合を切断する酵素の機能と立体構造を解明

2021年11月17日

筑波大学

高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

本研究グループは、糖の炭素-炭素結合切断酵素（C-C結合切断酵素）についてデータベースを解析した結果、腸内細菌から土壌細菌まで幅広い種類の細菌がC-C結合切断酵素を持っており、腸内だけでなく、自然界全体で、C-配糖体が代謝され循環していることを見いだしました。自然環境中の細菌からC-C結合切断酵素が発見されたのは初めてです。どの細菌のC-C結合切断酵素も、2種類のタンパク質（糖異性化酵素と機能未知酵素）が複合体を形成し、一つの酵素として働きます。試験管内での酵素機能の解析から、プエラリン（葛の根に含まれるイソフラボン的一种）などのC-配糖体はいずれの細菌においても、まず酸化酵素によって糖の部分が酸化されて3'-oxo-C-配糖体になってからC-C結合切断酵素で分解されることが判明しました。また、本酵素は金属イオンを反応に用いることも明らかとなりました。

次に、全ての酵素において、さまざまな3'-oxo-C-配糖体を準備し、基質の選択性注を調べたところ、アグリコン部分の構造に対しては寛容である一方、構造中の糖の結合位置は厳密に認識していることが分かりました。さらに、細菌のC-C結合切断酵素について、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）でのX線結晶構造解析と、同じく構造生物学研究センターのクライオ電子顕微鏡を利用した単粒子解析により、この酵素の立体構造の解明にも成功しました。腸内細菌由来の酵素と土壌細菌由来の酵素のアミノ酸配列の類似度は40%程度ですが、全体構造はよく似ており、反応に重要なアミノ酸残基（活性部位）もよく保存されていました。また、それぞれの酵素の構造解析から、活性部位の空間の形が、基質として受け入れられる3'-oxo-C-配糖体の糖の位置を認識していることも見いだしました。酵素の立体構造が明らかになったことで、2種類のタンパク質がどのように結合しているのか、どのように基質を受け入れるのかだけでなく、反応する際の構造変化や、反応に関与するアミノ酸や金属も特定され、詳細な反応機構が結晶構造に基づいて初めて提案されました（この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/11/pr20211117.pdf>をご覧ください）。

本研究成果は、英国科学雑誌Nature Communicationsのオンライン版に2021年11月2日付けで公開されました。

### 高速データ解析で極薄膜物質の原子配列解析を加速 ～全反射高速陽電子回折における新しいデータ解析法の導入～

2021年11月24日

鳥取大学

高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

鳥取大学工学部機械物理系学科・同大学同学部先進機械電子システム研究センターの星健夫准教授（兼任：高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所客員准教授）、同大学大学院博士前期（修士）課程の阪田大志郎氏、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所（IMSS）低速陽電子実験施設（SPF=Slow Positron Facility）の望月出海助教・兵頭俊夫協力研究員（東京大学名誉教授）、九州大学工学研究院エネルギー量子工学部門の田中悟教授、同大学大学院修士課程の尾家翔太郎氏、東京大学総合文化研究科の福島孝治教授の共同研究グループは、測定データに対する新しい解析法を提案し、スーパーコンピュータを用いて、SPFにおける先端実験である全反射高速陽電子回折法（TRHEPD法、トレプト法）のデータ解析で、その有用性を実証しました。TRHEPD法は物質最表面や極薄膜物質の原子配列の超高精度解析法です。本研究により、高速かつ自動的にデータ解析する計算手法が確立されました。今後、革新的化学反応触媒・超高速情報処理ナノデバイスなどの開発に必要な原子配列解析の加速が期待されます。

本研究成果は、エルゼビア社が発行する「Computer Physics Communications」誌のオンライン版に10月4日に掲載されました（この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/11/pr20211124.pdf>をご覧ください）。

### 共鳴トンネル効果を用いたモットランジスタの原理検証に成功 ～次世代デバイスの実現に向けて～

2021年12月9日

東北大学多元物質科学研究所

高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

モットランジスタは、高性能で消費電力の低いランジスタが実現できることから、次世代デバイスの有力候補として盛んに研究されています。モットランジスタでは、モット絶縁体における電気を流さない「電子固体」と電気を流す「電子液体」間の電子相転移（モット転移）を利用

して On/Off を切り替えます。しかし、モットトランジスタにおいては、従来広く用いられてきた電界効果型トランジスタ構造ではさまざまな原理的な問題がありました。東北大学多元物質科学研究所の組頭広志教授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湯川龍特任助教（現：大阪大学大学院工学研究科 助教）らと共同で、量子井戸間の共鳴トンネル効果を利用した新しい原理で動作するモットトランジスタを開発しました。

今後、この知見に基づいて最適なデバイス構造を設計することで、Beyond CMOS の有力候補であるモットトランジスタの実現が期待されます。

本研究成果は、英国科学雑誌 Nature Communications のオンライン版に 2021 年 12 月 3 日付けで公開されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/12/pr20211209.pdf> をご覧ください）。

## 放射光源設計の新機軸 - ハイブリッドリングによる放射光 2 ビーム同時利用 -

2022 年 1 月 5 日

高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

大学共同利用機関法人高エネルギー 加速器研究機構（以下「KEK」）の物質構造科学研究所と加速器研究施設が共同で運営する放射光実験施設フォトンファクトリーにおいて、長パルス超伝導線形加速器と蓄積リングとを組み合わせた新しい放射光源のアイデアが提案された。

フォトンファクトリーは、X線域に及ぶ広範なエネルギーの放射光の利用を可能にする国内最初の専用施設として 1982 年にファーストビームの発生に成功し、40 年の長きにわたり、大学の基礎研究から企業の応用研究まで、幅広く活用されて成果を挙げてきた。

KEK では、ファーストビームから 50 周年にあたる 2030 年代前半までにフォトンファクトリーの後継施設を建設することを目指しており、世界的な加速器の研究機関に相応しい新光源施設の検討を進めている。

KEK 加速器研究施設・加速器第六研究系の原田健太郎准教授、同小林幸則教授（研究主幹）、KEK 物質構造科学研究所・放射光実験施設の船守展正教授（実験施設長）らの研究グループは、新概念による放射光源施設「ハイブリッドリング」を考案した。ハイブリッドリングでは、従来の放射光実験を継続・発展できるだけでなく、放射光 2 ビーム同時利用という新しいタイプの放射光実験が可能になることから、幅広い科学技術分野へのより一層の貢献が期待される。

この研究成果は、国際学術誌「Journal of Synchrotron Radiation」に 12 月 29 日に掲載された（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/01/pr20220105.pdf> をご覧ください）。