

小型酵素が持つ“二刀流”の進化戦略 -12個の小型酵素が星型を形成し、tRNA 前駆体を正確に前後から切断-

2025 年 7 月 4 日
九州大学、岐阜大学、筑波大学
高エネルギー加速器研究機構

タンパク質合成に必要な tRNA の成熟において、前駆体 tRNA の両端（5' 末端と 3' 末端）の正確な切断は必須の過程です。特に 5' 末端の切断は、多様な形態の酵素が担っていることが知られていました。一部の細菌では、この 5' 末端切断を小型酵素が担っていることが知られていましたが、どのように進化し小型サイズでその機能を発揮しているのかが明らかではなく、その仕組みの解明が望まれていました。

本研究により、細菌の小型リボヌクレアーゼ P (RNase P) 酵素 HARP が 12 個集まって星型構造を形成し、前駆体 tRNA の 5' 末端と 3' 末端の両方を切断する新たな仕組みを解明しました。

九州大学大学院農学研究院の寺本岳大助教、角田佳充教授、および生物資源環境科学府博士課程 3 年の児安剛志らの研究グループは、岐阜大学工学部の横川隆志教授、筑波大学生存ダイナミクス研究センターの安達成彦准教授（研究当時 高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所 特任准教授）、九州大学大学院薬学研究院の眞柳浩太講師、KEK 物質構造科学研究所の千田俊哉教授らとの共同研究により本研究を行いました。HARP のクライオ電子顕微鏡構造解析（九大グリーンファルマ構造解析センターおよび KEK の装置を使用）を行い、この酵素が 12 個集まって星型の立体構造を形成し、前駆体 tRNA を特異的に認識して、5' 末端を正確に切断している様子を明らかにしました。さらに構造・生化学的解析から、この小型酵素が前駆体 tRNA の 3' 端側も切断する「二刀流」の機能を持つことを世界で初めて明らかにしました。

今回の発見は、小型酵素の分子進化戦略の一端を明らかにするだけでなく、標的 RNA を tRNA 様構造にすることで RNA 医療に応用可能な小型 RNA 切断分子ツールの開発に役立つことが期待されます。今後は、こうした星型構造の形成原理や切断精度の制御原理に関するさらなる解析が望まれます。

本研究成果は、英国の科学雑誌「Nature Communications」に 2025 年 7 月 1 日に掲載されました。（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202507041500rnasep> をご覧ください）。

ヒメダイヤの新たな応用蛍光 X 線ホログラフィーの高圧下での測定に成功 特定元素周りの原子位置の 3 次元的可視化

2025 年 7 月 22 日
愛媛大学、広島大学、名古屋工業大学、
広島市立大学、高エネルギー加速器研究機構、
高輝度光科学研究センター、島根大学、
奈良先端科学技術大学院大学

愛媛大学先端研究院地球深部ダイナミクス研究センター（GRC）の石松直樹教授、入船徹男教授、広島大学大学院先進理工系科学研究科の Zhan Xinhui さん（博士課程）、中島伸夫准教授、名古屋工業大学物理工学類の木村耕治准教授、林好一教授、広島市立大学情報科学研究科の八方直久准教授などからなる研究チームは、蛍光 X 線ホログラフィーの高圧下測定に初めて成功しました。

蛍光 X 線ホログラフィーは特定元素周りの 3 次元の原子像を再生できる構造解析手法であり、「特徴的な機能を持つ材料は、どの部分がその機能に関わっているのか、を原子レベルで可視化する」という要望に応える実験技術として広く利用されています。しかし、その蛍光 X 線ホログラフィーは元来微弱なシグナルのためこれまで高圧下の測定が実現していませんでした。

今回、本研究チームは大型放射光施設 SPring-8 の強力な次世代 X 線と高圧発生装置、およびナノ多結晶ダイヤモンド（NPD = ヒメダイヤ）を組み合わせた測定システムを構築することで 10 万気圧以上の高圧下での明瞭なホログラフィー像取得に成功しました。今後、圧力誘起の超伝導観測、微量元素添加による特異的物性素材の探索といった、物質科学・材料科学などへの広い応用が期待されます。また、この成功は、GRC が開発した NPD の新たな活用例としても重要な成果となりました。

本研究成果は、英国の国際科学雑誌「Journal of Synchrotron Radiation」に 7 月 18 日に掲載されました。（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202507221000npd> をご覧ください）。