

# Science View

●理化学研究所 放射光科学研究センター

## 物体内部のらせん構造の向きを識別するX線顕微鏡

放射光イメージング利用システム開発チーム

チームリーダー 香村 芳樹

DNAやタンパク質中の $\alpha$ -ヘリックスが持つ「らせん構造」や、耐熱性に優れた次世代半導体中の「らせん転位（結晶中で格子面がらせん状に不連続になっている部分）」など、さまざまな分子や結晶にはらせん構造が多く見られる。これらの構造が、自然界にどのように誕生したのか、私たちの科学技術の進展にどう利用できるのかは、自然科学研究の大きなテーマとなっている。

今回、理研を中心とする研究グループは、X線が透過する際に、波面が一定の角度で傾きらせん階段状になった「光渦」という光が生じることに注目し、物体内部のらせん構造の向きを識別できる「X線顕微鏡」の開発に成功した。このX線顕微鏡では、物体のらせん構造の性質を光渦の波面に転写させ、結像レンズとしてらせんフレネルゾーンプレートを用いることで、らせん構造の向きを識別する。大型放射光施設「SPring-8」における実験では、物体を通して生じたX線光渦の巻数（ある点の周りを回った回数）を求め、同時にらせん構造の位置情報を決定することに初めて成功した。

本研究成果は、生体内のさまざまならせん構造の向き・分布から、生命現象を理解する新しいツールを生むとともに、材料を特徴づけるらせん転位の識別や、分布の観察を可能にし、高性能の半導体素子や発光素子、高剛性の金属などを効率良く開発するために役立つと期待できる。

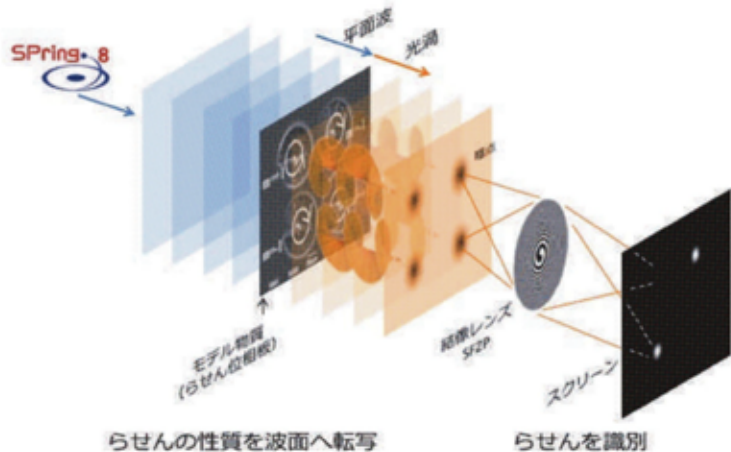


図 本研究で開発したX線顕微鏡の模式図

らせん構造を持つモデル物質として、シリコン基板に滑らかな彫り込みを加えて時計回り、反時計回りに厚みが減少するようにした四つのらせん位相板を作製する。これらのらせん位相板にX線（平面波）を透過させ、出てくるX線の位相が位相板中心の周りで、0から $2\pi$ まで連続的に変化する光渦を生成する。この光渦は隣同士で、逆符号の巻数 $m$  ( $m=+1, m=-1$ )を持つ。そして、画像検出器のスクリーン上では、らせんフレネルゾーンプレートの巻数 $l$ と位相板で生じる光渦の巻数 $m$ が、逆符号の整数という条件 ( $l=-1$ と $m=+1$ および $l=+1$ と $m=-1$ )が満たされるときだけ、互いの渦の性質が打ち消され、光渦特有の中心強度がゼロの点が消え、明るいスポットが生じる。このようにして、物体を通して生じた光渦の巻数が求められ、位置情報も同時に決定できる。



■プロフィール こうむら・よしき 東京大学大学院理学研究科博士後期課程修了、博士（理学）。X線天文学で博士号取得。SPring-8のビームライン建設に携わり、2018年4月から現職。

■コメント=本研究は、特異な物理現象を引き起こす波動関数の渦を観察するのにも役立ちます。

●理化学研究所 環境資源科学研究センター

植物ゲノム発現研究チーム

チームリーダー 関 原明

## キャッサバ塊根の形成メカニズムを解明

熱帯・亜熱帯地域で栽培されている「キャッサバ」は、挿し木で増殖し、根には塊根（イモ）が形成される。この塊根中で合成されるデンプンは、全世界で5~10億人の食糧源・エネルギー源となっており、キャッサバは食糧安全保障および産業利用上、重要な作物として位置づけられている。持続的な食糧生産を維持するためには、塊根が形成される過程の分子メカニズムを理解する必要がある。

今回、理研を中心とした国際研究グループは、生物に存在する分子全体を網羅的に解析する理研の「オミックス解析技術」を用いて、タイの圃場で栽培されたキャッサバ塊根について、植物ホルモン一斉分析、代謝物一斉分析、網羅的な遺伝子発現解析を実施した。その結果、塊根の形成には、植物ホルモンの「オーキシン」と「サイトカイニン」が主要な役割を担うことが分かった。植物ホルモンは、植物の成長を制御する化学物質である。また、「ジャスモン酸」という植物ホルモン様物質がオーキシンとサイトカイニンの作用を、植物ホルモンの「アブジジン酸」が糖代謝経路をそれぞれ抑制することで、塊根の形成を阻害していることが明らかにな



■プロフィール

せき・もとあき 1994年広島大学大学院理学研究科修了、博士（理学）。理化学研究所植物科学研究センターチームリーダーを経て、2013年4月から現職。08年から横浜市立大学木原生生物学研究所客員教授を兼務。

■コメント=国内外の研究者と連携してキャッサバ研究を推進し、地球規模の課題解決に貢献したい。

った。

今後、本研究成果を起点とした研究が進展することで、効率的な塊根収量増産に向けた技術開発が可能になると考えられる。そのような技術は、環境負荷を低減しながら、十分な収量を維持できるキャッサバ栽培法や植物の設計に貢献するものと期待できる。

(a) 無菌栽培の実験系による根の膨潤試験

0.5  $\mu$ M NAAと0.5  $\mu$ M BAP処理された根



無処理の根

(b) 無菌栽培の実験系による植物ホルモンの根の膨潤への影響

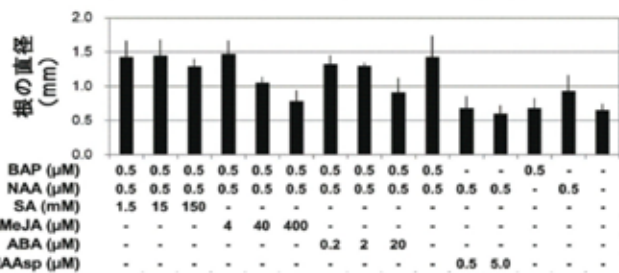


図 塊根試料の植物ホルモン分析

(a) 植物ホルモンの影響について無菌栽培の実験系により解析した。例えば、キャッサバ組織培養植物の根に6-ベンジルアミノプリン（BAP、人工のサイトカイニン）とナフトレン酢酸（NAA、人工のオーキシン）処理すると根が膨潤する。  
(b) 無菌栽培の実験系を用いて、植物ホルモンによる根の膨潤の影響を解析した。BAPとNAAの存在下で、ジャスモン酸（JA）やアブジジン酸（ABA）処理により、根の膨潤が阻害された。高濃度のサリチル酸（SA）処理は根の膨潤に影響を示さなかった。また、NAAとアスパラギン酸型オーキシン（IAAsp）処理による根の膨潤がNAA単独の処理のものと比較して阻害された。

## 「理研DAY：研究者と話そう！」をYouTubeでライブ配信

理化学研究所（理研）は研究者とのトークイベント「理研DAY：研究者と話そう！」を9月25日にオンラインで開催する。

生物の体と水との関わりについて研究している生命機能科学研究センター集積バイオデバイス研究チームの田中 信行 上級研究員が「水の不思議！石けんをつける前に手を濡らすのはなぜ？」をテーマに研究の概要を説明し、事前に申し込みをした参加者と質疑応答を行う。

生物を構成する物質には、例えば糖類のように水となじみやすいものや、脂質のようになじみにくいものがある。皮膚表面は、乾いていると水となじみにくく、むしろ皮脂などの脂質と結びつきやすい。石けんは水とも油ともなじみやすく、それぞれの仲を取り持つ。このような水と生物との界面について、実験を見ながら詳しい話を聞くことができる。

【日 時】2020年9月25日午後6時～6時半

【対 象】小学生～大学生、一般

【視聴方法】YouTubeでライブ配信

【詳細】[https://www.riken.jp/pr/events/events/20200925\\_1/](https://www.riken.jp/pr/events/events/20200925_1/)

【問い合わせ】理化学研究所広報室 event-koho@riken.jp

