

## T11：バイオフォトンクスが拓く生命現象の可視化と解析

- 企画：応用物理学会フォトンクス分科会
- 日時：2026 年 9 月 9 日（水）13:30～16:30
- 会場：北海道大学札幌キャンパス N304+オンライン（ハイブリッド開催）
- シンポジウム世話人：中川桂一（東京大学）、杉本泰（神戸大学）、澁谷達則（産業技術総合研究所）、稲垣卓弘（NTT 物性科学基礎研究所）、小西邦昭（東京大学）、永井正也（大阪大学）、山中真仁（大阪大学）

### 1. はじめに

バイオフォトンクスは、光学技術を基盤としつつ、情報科学、化学、生命科学との融合によって近年大きく発展している。本シンポジウムでは、先進的な三次元・四次元イメージング、1 分子センシング、機械学習を融合した微粒子解析、新規分子プローブなど、生命現象の可視化と解析を支える次世代技術について、第一線の研究者 5 名による招待講演が行われた。

また、本シンポジウムは、フォトンクス分科会会誌「フォトンクスニュース」第 12 巻第 1 号の特集「バイオフォトンクスが拓く生命現象の可視化と解析」と連携した「Meet the Authors!」企画として開催された。講演者はいずれも同特集の執筆者であり、記事で紹介した技術の原理や研究成果に加え、最新の研究成果や今後の展開なども交えて講演した。

### 2. 各研究の概要

#### (1) DIY 光シート顕微鏡が拓く三次元組織学研究展開（順天堂大学 大友康平）

組織透明化技術の進展により、臓器全体を三次元的に観察する需要が高まる一方、高性能な光シート顕微鏡は高価で専門的な知識を必要とする。講演では、低コストかつ比較的容易に構築可能な DIY 小型光シート顕微鏡 descSPIM が紹介された。細胞解像度と mm～cm スケールの大規模試料観察を両立し、マウス全脳を含む三次元組織観察への応用、さらにオープンな設計を生かした機能拡張やユーザーコミュニティ形成について報告された。

#### (2) コンピュータショナル 4D イメージングによる痛覚情報処理機構の解明（広島大学 杉拓磨）

ライトフィールド顕微鏡は、一度の撮影から三次元情報を取得できる一方、空間分解能とのトレードオフを有する。講演では、光学系と計算処理を融合することでこの課題を克服し、毎秒 100 ボリューム、2.5 mm×1.5 mm の広視野と細胞解像度を両立した大規模神経活動

計測が紹介された。さらに、痛み刺激に対する脳内情報表現を解析し、痛覚情報の表象と神経回路形成との関係を明らかにする研究展開が示された。

### **(3) 酵素バイオマーカーの 1 分子デジタル SERS 計測 (徳島大学 安藤潤)**

表面増強ラマン散乱 (SERS) と微小チャンバーを組み合わせ、酵素 1 分子が生成する反応生成物を検出・計数するデジタル SERS 計測法が紹介された。均一かつ高感度な SERS 信号を得るマイクロチップの開発から、複数種酵素の同時識別、高速広視野計測への展開、さらには脳脊髄液を用いた認知症疾患の層別化まで、基礎的な計測技術から臨床応用を見据えた研究が報告された。

### **(4) Deep Nanometry を用いた体液ナノ粒子の高感度単粒子プロファイリング (東京大学 太田禎生)**

光流体計測と教師なし深層学習によるノイズ除去を組み合わせた Deep Nanometry が紹介された。微弱な光散乱信号を背景ノイズから抽出することで、30 nm 級の微粒子を每秒 10 万イベントを超える速度で計測できる。さらに、未精製血清中にわずかに存在する細胞外小胞 (EV) を大規模に解析し、大腸がんに関連する希少な EV 集団を検出するなど、機械学習と光計測の融合によるリキッドバイオプシーへの展開が示された。

### **(5) 多重バイオイメーシングに資する機能性ラマンプローブの開発 (東京科学大学 神谷真子)**

蛍光と比較してスペクトル幅が狭いラマン散乱の特徴を生かし、多数の分子種を同時に識別するための色素型ラマンプローブについて講演された。共鳴ラマン効果による高感度化に加え、標的酵素との反応によって信号が生じる activatable 型プローブ、光照射によって信号を切り替えるプローブ、さらには自発ラマン顕微鏡でも使用可能な非蛍光性プローブなど、分子設計と光計測を融合した多重生体イメージングの最新展開が紹介された。

## **3. 総合的考察**

本シンポジウムでは、三次元・四次元イメージングから 1 分子計測、ナノ粒子解析、多重分子イメージングまで、観察対象の空間・時間スケールや計測原理の異なる研究が紹介された。その一方で、光学技術単独の高度化にとどまらず、計算科学、機械学習、化学、微細加工などとの融合によって、従来観察できなかった生命現象を「見える」情報へと変換するという共通した方向性が示された。また、基礎的な生命現象の理解だけでなく、組織学、神経科学、リキッドバイオプシーや疾患診断へと応用が広がっている点も印象的であった。

さらに、「フォトニクスニュース」の記事と講演を連携させたことで、誌面では体系的な技術解説を提供し、講演では研究者自身による背景説明、最新成果、将来展望を加えるという相補的な情報発信が実現した。このような形式は、異分野の研究者がバイオフィotonics

の最新動向を理解し、講演者との議論を通して新たな研究連携を生み出す上でも有効であると考えられる。

#### 4. おわりに

生命現象は、分子から細胞、組織、個体に至る多階層かつ動的なシステムであり、その理解には新たな可視化・計測技術が不可欠である。本シンポジウムで示された光学、情報科学、化学等の融合による技術革新が、生命科学の新たな発見と医療・診断への応用をさらに加速することが期待される。



写真：講演会場の様子