

T4: フォトニクスと放射線科学の分野融合の進展

企画：応用物理学会放射線分科会、応用物理学会フォトニクス分科会

日時：2023 年 9 月 23 日(土) 13:30～16:25

会場：熊本城ホール A304+オンライン (ハイブリッド開催)

シンポジウム世話人：富田 英生(名大)、小西 邦昭(東大)

フォトニクス分野（光・レーザー）と放射線科学分野（放射線・放射性核種）は、共通する概念・手法が多く、それらをもとにした研究開発や、両者を融合した新しい応用の開発が近年進められている。双方の研究者が交流することで、さらなる研究分野の創生や人材交流などによる相乗効果が期待できる。これらを目的として本シンポジウムは、応用物理学会放射線分科会とフォトニクス分科会が初めて合同で企画を行い、5 名の先生方をお招きして、光検出・医用イメージング・分光分析など、双方の研究分野にまたがる最新情報を両分野で共有し、今後のさらなる展開とつなげていくことを目的とした。

冒頭では、世話人である放射線分科会副幹事長の富田（名古屋大）より、本シンポジウムの開催趣旨についてご説明した。フォトニクスと放射線科学の両方に関連する複数の研究例を、用いるレーザー光の光強度という観点からまとめられたマップを紹介し、その具体例として、富田自身も関わるレーザー共鳴イオン化によるマイクロ RI イメージングおよびレーザー吸収分光による放射性核種分析に関する研究を紹介した。最後に、シンポジウムへの導入として、各講演の内容がマップでどのテーマに対応するかについての説明があった。

最初の講演は、量子科学研究開発機構量子医学研究所の山谷泰賀先生に、「フォトニクスが支える PET の進化～症状が出る前に病気を見つけるには？」というタイトルでご発表いただいた。放射線を含む薬剤を用いて体内の腫瘍の場所や性質を明らかにする陽電子放出断層撮影(PET、Positron Emission Tomography)について、その装置の市場の現状と、基本的な原理についてわかりやすくご説明いただいたのち、その分解能などの性能向上に向けて、シンチレーター材料をはじめとするフォトニクス技術の進化が重要であることを、複数の実例を交えてご紹介いただいた。さらに、山谷先生のグループで開発が進められているヘルメット型の PET 装置の開発と実用化についてもご紹介いただき、海外製の装置を上回る性能も見られているということをご紹介いただいた。普段 PET に馴染みのないフォトニクス分野の研究者でも、PET 技術の重要性とフォトニクス技術の貢献がよく理解できる講演であった。

2 番目の講演は、北海道大学大学院薬学研究院の小川美香子先生に、「光を用いた生体深部の観察・制御」というタイトルでご発表いただいた。光は、生命科学研究におけるイメージングや機能発現のための重要なツールとなるが、生体物質中での吸収・散乱のために生体深部の情報にアクセスするのが難しいという課題がある。小川先生はこの問題を解決するために、光は励起に用いるが検出・観察は超音波で行う光音響イメージングの研究を進めており、pH に依存して光音響シグナルが変化する色素の開発についてご紹介いただいた。さらに、光を活用した観察のみならず、近赤外線の照射によってがん細胞を破壊するがん治療法の開発や、さらに生体透過性の高い硬 X 線に対して応答する分子の開発についてもご説明いただいた。光あるいは X 線を用いた、新しいがん治療用の開発への期待を抱くことのできる講演内容であった。

休憩を挟んでの 3 番目の講演は、東京大学先端科学技術研究センターの小関泰之先生に、「誘導ラマン散乱による分子イメージングの展開」というタイトルでご講演いただいた。生命科学研究に不可欠な蛍光イメージングは、使用可能な色数が 5, 6 色程度に限られるという問題があり、その課題を解決するための手法としてラマンプローブを用いた誘導ラマン散乱(SRS、Stimulated Raman Scattering)顕微鏡が注目されている。本公演では、SRS 顕微鏡の基礎を説明していただいたのち、小関先生が開発されている SRS 観察と蛍光観察を統合した超多重イメージング技術についてご紹介いただき、さらに、放射線治療法として注目されるホウ素中性子補足療法のための薬剤として期待されるホウ素クラスター化合物の可視化への応用も示していただいた。最先端のバイオイメージング技術の進歩を、放射線分野への応用も併せて実感することのできる講演であった。

4 番目の講演は、浜松ホトニクス中央研究所の上野山聡先生に、「ナノフォトニクス技術を用いた光検出器の時間分解能改善に向けた取り組み」というタイトルでご講演いただいた。光検出器は放射線検出器の性能向上に直結する重要な課題であり、その時間分解能改善のために浜松ホトニクスではナノフォトニクスの活用を進めている。シンチレーター材料(BaF₂)から短い傾向寿命の成分のみを選択的に抽出するために、適切に設計された紫外プラズモニックフィルタを導入し、実際に波長 220nm 付近の短寿命成分の蛍光のみが透過されることが紹介された。また、アレイ状に単一光子アバランシェダイオード (Single Photon Avalanche Diode、SPAD) が並べられた光検出器の感度を向上させるために、それぞれの SPAD の上にメタレンズが配置された構造を作製し、実際に感度や時間分解能が向上することが示された。ナノフォトニクス技術が、放射線科学分野で重要なデバイスの性能向上に直接的に貢献できることが明確に示された講演であった。

最後の講演は、日本原子力研究開発機構廃炉国際共同研究センターの若井田育夫先生により、「福島第一原子力発電所廃炉作業に向けた光による遠隔分析へのチャレンジ」というタイトルでご講演いただいた。福島第一原子力発電所の廃炉に向けて、高い放射線環境において燃料デブリや放射線廃棄物を迅速に分析する手段が求められており、その一つとして、レーザー照射によって物質が破壊される際に観測される発光スペクトルを用いるレーザー

誘起ブレイクダウン分光法(Laser induced breakdown spectroscopy、LIBS)と光ファイバー伝送を組み合わせた遠隔分析技術の開発の現状をご紹介いただいた。原理実証のみならず、実機を用いた現場での動作検証まで確実に開発が進められていることがよくわかる講演であった。

最後にクロージングとして、フォトニクス分科会副幹事長の小西(東京大学)より、本シンポジウムで紹介されたような放射線科学とフォトニクスの融合は今後さらに重要になることが期待され、放射線分科会およびフォトニクス分科会もそれに貢献していきたいという希望を述べさせさせていただいた。

学会の最終日午後という日程であったにも関わらず、現地の参加者は最大 40 名程度、オンライン参加者も 30 名程度と、多くの方に参加していただき、シンポジウム中の質疑応答も非常に活発であった。また、参加した多くの先生方から、このような領域融合の活動は大変素晴らしいと思うとお言葉を頂くことができ、シンポジウムの趣旨も好評であったと思われる。今後もこのような分科会をつなぐ活動を定期的に行い、研究のさらなる活性化につなげていければと考えている。

(文責：小西邦昭)