

## 第 64 回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム

### 「顕微鏡領域における光波バイオセンシングの今」開催報告

世話人 光波センシング技術研究会

相津 佳永 (室蘭工業大学), 田中 哲 (防衛大学校), 西舘 泉 (東京農工大学), 和田 篤 (防衛大学校)

光波センシング技術研究会では春季学術講演会に毎年シンポジウムを開催している。今回のシンポジウムは、3. 光・フォトリニクス系の分科企画シンポジウムとして3月15日(水) 13:15~17:15のセッションで開催された。

生体、生物、生化学試料等を対象とする顕微鏡領域イメージング技術は、光学を軸にエレクトロニクス、コンピュータ、デバイス等周辺技術の発展と連動して、常に進化を続けている。本シンポジウムでは、分子振動から、細胞、組織に至る各ディメンジョンでの顕微鏡領域バイオ応用を念頭に、光波が有する振幅と位相の性質を巧みに利用したイメージング技術の新たな展開にスポットをあて、開発中の新技術動向も交えながら、バイオ応用領域において光波センシング技術が果たす役割を、医用・生体光学、情報フォトリニクス・画像工学、光デバイス等各分野の研究者が会して、互いに議論できる場を目指して企画した。講演は、途中で休憩をはさみ6件の招待講演と2件の一般講演の計8件が行われた。

最初に大阪大学の藤田克昌先生から「ラマン散乱顕微鏡における超解像」と題して、主に構造化照明による空間分解能改善に関する話題が紹介された。ラマン顕微鏡は従来に比べて格段に高感度化が進んでいるが、空間領域とスペクトル領域双方の分解能向上が引き続き課題となっている。講演では、ライン状の構造化照明を適用することでスペクトル分解能を維持しながら空間分解能向上を達成した結果が示された。また同手法をハイパースペクトルラマンイメージング、ならびにCARS顕微鏡にも展開し、高分子材料、カーボン、生物試料等に対して波長による解像限界を超える空間およびスペクトル分解能を見事に達成した事例が紹介された。

次に大阪府立大学の杉本憲治先生からは「ライブセルイメージング技術を用いた新しい細胞毒性評価法」のご講演を頂戴した。長時間の細胞蛍光観察では、細胞自体への励起光や化学物質によるダメージを抑制することが重要である。この細胞毒性試験は生体内での状況を反映することが鍵であり、そのための手法としてライブセルイメージングの研究が進んでいる。蛍光タンパク質の励起波長は長波長側ほど細胞分裂への影響が少ないとの興味深い知見が報告された。また、細胞毒性の定量的な評価基準として細胞周期遅延濃度を定義し、その数値評価により様々な化学物質の毒性を相対評価することを実現している。今後、多様な化学物質だけでなく、波長の異なる光による毒性評価にも活用が広がると期待される。

株式会社ニコンの大瀧達朗氏には「アポディゼーション位相差法を利用した光学顕微鏡とバイオ応用」の演題で、生細胞やアスベスト同定に関する最近の成果を紹介いただいた。位相物体を透過した光波の回折と像面上の光波を干渉させて像コントラストを得る位相差法は、これまで細胞内小器官の観察等に活用されてきたが、大瀧氏が開発したアポディゼーション位相差法では位相差の検出能力を高め、視認性を向上した光学系の開発に成功している。さらに屈折率分散を利用した試料の同定手法を新たに考案し、無染色生細胞観察やアスベスト種類の定性分析と同定方法を開発し、その有用性を実証している。

神戸大学の的場 修先生からは「デジタルホログラフィック顕微鏡によるマルチモーダルイメージング」と題して、位相と蛍光の時系列3次元画像取得を目指した研究の最新成果を紹介いただいた。波長と偏光を利用することでオフアクシスデジタルホログラフィック顕微鏡により位相の3次元計測が実現できており、反射型蛍光顕微鏡による2次元観察とのマルチモーダルイメージングがなされている。蛍光イメージングの3次元化を目指した最新の試みとして、微小光源からの蛍光の空間コヒーレンスを利用する原理確認実験についても紹介がなされた。

休憩を挟み後半は、まず東京農工大学の岩井俊昭先生から「分光解析のための顕微光コヒーレンス断層撮像法」の研究成果が紹介された。光コヒーレンス断層撮像法(OCT)は医療現場を中心に幅広く普及してきているが、生体組織内の吸収体奥行分布を捉えることが難しい。岩井先生からはベアランバート則に基づき、可視域LED光源による顕微型 Full-Field OCT, 近赤外スーパーミネッセントダイオード光源による時間領域 OCT による、高密度媒質下での分光 OCT の可能性を示す最新の成果が発表され、チャレンジングな取り組みの期待が示された。

次に、山形大学の佐藤 学先生より「ショートマルチモードファイバープローブを用いた FF OCM とその生体組織応用」と題して、生体組織深部のニードル型光プローブによるイメージングの試みが紹介された。数 mm 以上の深さの生体内断層像は OCT では困難であり、低侵襲性に着目した光通信マルチモードファイバーの利用が提案されている。講演では直径 125 $\mu\text{m}$ 、長さ 7.4mm のショートマルチモードファイバーにより *ex vivo* でのラット脳組織断層画像の興味深い測定結果が紹介され、今後の感度向上による画質改善などの可能性も述べられた。

最後に2件の一般講演が行われた。宇都宮大学の柴田秀平氏からは、オリンパス株式会社との共同研究による「偏光カメラを用いた微分干渉顕微鏡による位相解析」において、めだかの卵の血流を対象にリアルタイム位相計測と3次元位相分布測定の結果が報告された。また、宇都宮大学の石黒将平氏からは「可視デジタルホログラフィによる近赤外像の解像度向上」と題して、赤外光画像の空間分解能の低さを可視光の位相情報を用いて補完・改善するイメージフュージョンの可能性が示された。

今回のシンポジウムでは、既存の顕微鏡が、デジタルホログラフィ、計算イメージング、蛍光3次元イメージング、補償光学、空間光変調、ショートファイバープローブ、LED照明、構造化照明、などの新技術・デバイス・手法との融合により、3次元化、高空間分解能化、マルチモーダル化、定量化、低侵襲化において魅力的で新たな展開を示していることを、実感できる場であったと思われる。会場には情報フォトンクス、画像工学、生体・医用光学、光制御デバイス・光ファイバー関係の研究者を中心に100名を超える聴講者にお集まりいただき、熱心な議論が交わされた。

最後になりますが、ご多忙の中でご講演を頂きました演者の方々、討論に参加いただいた聴講者の皆様に深く感謝致します。