

大分類 3「光・フォトンクス」では、「光波センシングによる偏光イメージング技術」、「高強度レーザーによる物質変換～材料プロセッシングの展開」「量子コンピュータと量子シミュレーションの現状と展望」の 3 つのシンポジウムが開催されたほか、「3.16 Optics and Photonics English Session」を含む 16 の中分類において、受賞記念講演 5 件（応用物理学会業績賞（研究業績）、光・量子エレクトロニクス業績賞（宅間宏賞）、女性研究者研究業績・人材育成賞（小舘香椎子賞）2 件、フォトンクス奨励賞）、分科内招待講演 1 件、講演奨励賞受賞記念講演 6 件を含む 705 件の講演があり、広範な分野にわたって活発な議論がなされた。また、本大分類内で 2 件、大分類 13「半導体」との間で 1 件のコードシェアセッションが開催された。

「3.1 光学基礎・光学新領域」では、口頭 27 件、ポスター 8 件の講演があり、活発な議論が交わされた。内容は、光補足や光渦偏光の応用技術、光熱マランゴニ対流の現象に関する発表が多く見受けられた。講演では、V 字金属ナノ構造を用いたナノ領域の新奇光トルクの発生や、外部磁場印加によるランダムレーザー発振モードの制御可能性が示唆されるなど、今後のさらなる発展が期待される発表も見受けられた。その他、カルコゲナイド相変化材料薄膜をレーザー加熱することにより生じる熱対流を利用し、コロイド粒子を六方格子や正方格子に自己形成する技術に関する報告も注目を集めていた。

「3.2 材料・機器光学」では、口頭発表 13 件、ポスター発表 9 件の計 22 件の講演があった。口頭発表では、光学ポリマーの光学特性評価や偏光発光材料など有機光学材料の作製・評価に関する研究報告から、自己吸収を考慮した蛍光放射パターンの理論・数値解析、液晶など光配向材料を用いた偏光イメージングや液晶フレネルレンズの開発などの実用性の高い研究報告など、多岐に渡る研究報告が行われた。いずれの研究報告からも着実な研究の進展が感じられ、これらの研究の今後のさらなる進展に期待したい。

「3.3 情報フォトンクス・画像工学」では、口頭 21 件、ポスター 13 件の計 34 件の講演があった。講演内容は、ホログラフィーを基礎としたイメージング・情報記録・計測システム・新規応用に関する内容が多い。加えて、計算イメージング、新規な情報提示システムなどが活発である。また、ホログラム記録媒質中の電磁場解析など基礎的内容を改めて掘り下げる内容も複数見られた。またホログラフィーや情報提示システムの研究において、マルチモーダルなアプローチが複数発表されたのは特徴的であった。具体的には、画像だけでなく音声を同時に記録するホログラフィーや、画像に加え熱や触覚の提示を同時に実現するシステムなどが報告された。人工知能（AI）やバーチャルリアリティ（VR）などの進展のなかで、情報フォトンクス・画像工学が新たな可能性をさらに切り拓くことを期待したい。

「3.4 生体・医用光学」では、ポスター発表 13 件、口頭発表 23 件の合計 36 件の発表があ

り、活発な議論が行われた。内訳は生体計測・生体分析が 13 件、蛍光・ラマン顕微鏡が 10 件、生体光イメージング (OCT、光トポグラフィーなど) が 8 件、生体光音響分光・イメージングが 2 件、生体光物性が 2 件、光治療・診断が 1 件であった。

生体計測・生体分析では、拡散反射スペクトル解析による皮膚色素成分量の計測におけるデータベース構築や検出領域に関する検討や非劣化型のシリコンベース皮膚ファントムに関する発表があった。また、赤外吸光分光に基づく非侵襲血糖値測定、気道内局所的 CO₂ 測定や紫外吸光分光を利用した呼気分析法に関する検討など、Point-of-Care での利用が期待できる医用計測法の基礎研究に関する発表があった。

顕微鏡関連では、マルチライン照明ラマン顕微鏡による高速イメージングやインライン干渉計による共焦点顕微鏡の小型・高安定化など、顕微鏡の高速化に関する発表、また、誘導ラマン散乱の飽和信号や繰り返し誘導遷移を利用した非線形蛍光顕微鏡など、超解像顕微鏡に関する報告があった。海馬神経細胞のラマンイメージング、深紫外共鳴ラマンイメージングにおける細胞試料の光劣化の抑制、ラマンスペクトルのバックグラウンド成分の自動的除去、表面増強ラマン動的散乱を利用した金属コロイドの凝集過程を検討したものなど、ラマン散乱計測・イメージングに関する様々な発表があった。

OCT・干渉イメージング関連では、スペクトル領域カラーOCTの皮膚計測への応用、OCT画像を用いた種子の生長応答を評価するもの、ショートマルチモードファイバープローブを用いた生体組織の深部三次元画像測定を試みや、多波長走査型干渉顕微鏡を用いた *in vivo* 蝸牛基底板の広視野振動計測などの講演があった。

その他にも、光熱顕微イメージング法とメラノーマ診断への応用、マイクロ波 CT、マイクロ波マンモグラフィー、輝尽発光に基づく生体深部温度計測法の基礎検討など、興味深い報告が数多くあった。

講演件数は前回に比べ増加しており、ユニークな発想に基づく生体計測・分析技術の提案や応用が試みられており、分野全体としては継続的な拡がりが見られた。

「3.5 レーザー装置・材料」では、30 件の口頭発表および 5 件のポスター発表があった。今回で 9 回目を迎えた「3.14 光制御デバイス・光デバイス」とのコードシェアセッションでは、5 件の発表があり投稿者および聴講者間においてよく浸透しており、中分類間交流の一翼を担う重要な場であることが再認識された。紫外領域から中赤外領域までほぼすべての波長域を網羅した研究内容が報告された。固体レーザー、ファイバーレーザーの他、波長変換、波面制御、材料特性に関する発表がなされ、最先端研究および継続的な拡がりを期待する研究内容が多かった。特に、Yb 添加アルミナ多結晶セラミックスに関する報告は、高出力光デバイスとして非常に興味深い材料で今後の発展が期待される。

「3.6 超高速・高強度レーザー」では、口頭講演 45 件 (講演奨励賞受賞記念講演 2 件を含む)、ポスター発表 6 件の合計 51 件の講演があった。分子配向度の向上、固体高次高調波

発生、高出力コヒーレント軟 X 線発生、第一原理シミュレーションの高度化、カーボンナノチューブや二次元材料を含む材料でのコヒーレント制御、光周波数コムの中赤外光波長帯域への拡大、レーザー加速、高強度光科学等様々な超高速分光を含む、多くの研究成果が報告され、着実な進歩が実感された。また、2 件の講演奨励賞受賞記念講演が行われ、東大の森近一貴氏による赤外共鳴ナノアンテナを用いた超高速分光・振動ラダークライミングでは、超高速光技術とナノフォトニクス融合の新たな展開を感じさせた。森本裕也氏による誘電体薄膜上での自由電子アト秒制御においても、誘電体薄膜界面での電界の空間的な不連続性に着目しており、時間に加えて空間軸の積極的な活用と展開が期待される講演会となった。

「3.7 レーザープロセッシング」では、口頭講演 28 件、ポスター講演 11 件の合計 39 件の講演があり、口頭講演では 80 名程度の参加者を集めた。レーザー加工、ナノ粒子作製、電子材料や生態適合材料の表面改質、生体物質三次元加工など、レーザープロセスの対象物質が多岐にわたっていることを印象づける内容であった。講演には講演奨励賞受賞記念講演（東北大・松坂修吾氏）の他、当該分野から 2 件の「第 8 回女性研究者研究業績・人材育成賞（小舘香椎子賞） 受賞記念講演」があった。受賞者である松尾由賀利氏（法政大）からは、レーザーアブレーション過程の解明やそれを利用したレーザー分光法の開発、原子分子基礎過程研究に向けた最新の研究が紹介された。二件目の受賞者である溝尻瑞枝氏（長岡技科大）からは、フェムト秒レーザー還元による金属配線と微小熱電対の直接描画プロセスの研究が紹介された。あわせて開催された分科企画シンポジウム「高強度レーザーによる物質変換～材料プロセッシングの展開」では、招待講演 5 件と一般 7 件の講演が行われ、100 名超の参加者を集め、立見が出るほどの盛況であった。

「3.8 光計測技術・機器」では、全体の講演数は 59 件であった。その内訳としては、41 件の口頭講演と 17 件のポスター講演が行われた。口頭発表では分野として、偏光計測・干渉計（3 件）、屈折率（6 件）、分光・精密（10 件）、光センサー・デバイス（2 件）、計測システム（15 件）、ライダー（5 件）といった講演が報告され、今後も光計測分野の発展が期待できる内容であった。電通大の加藤峰士氏によるフォトニクス奨励賞受賞記念講演は、チャープした光コムを用いた 3D 形状計測についての内容であった。一般講演では、ライダー、偏光計測、光コム応用計測、ファイバーセンシング、分光計測など、光を用いた様々な計測技術に関する研究成果の報告がなされた。一般講演、記念講演とも、当日の会場内は学協会と企業の研究者を中心とした参加者が多数聴講し、盛況の中で多数の活発な質疑応答が交わされた。

「3.9 テラヘルツ全般」では、講演奨励賞受賞記念講演 1 件含む口頭 39 件、ポスター 14 件の計 53 件の講演があり、会場に終始多くの参加者を得ながら最新の研究成果報告と活発な

意見交換が行われた。内容は、従来から研究されている共鳴トンネルダイオードなどエレクトロニクス応用によるテラヘルツ発生・検出・通信への応用、光注入型テラヘルツパラメトリック発生器 (is-TPG) や有機結晶・ポリマーなど非線形光学効果を駆使したテラヘルツ発生・検出技術の向上で、幾つかの大きな研究成果が報告されたほか、3D プリンティングを用いたテラヘルツ光学素子の作製や機械学習を使ったデータ分析といった、広く社会でも話題となっている研究トピックを取り入れた研究報告が目新しかった。また、水からの X 線とテラヘルツ波の同時発生といった、本分野に新展開をもたらさうる斬新な研究報告もなされた。

「3.10 光量子物理・技術」では、一般口頭 27 件、および、ポスター4 件の計 31 件の講演が行われた。中でも近年研究が活発化している、光を用いた様々なコンピューティング技術に関する報告が多数行われた。レーザーカオス光を用いたリザーバーコンピューターや、光パラメトリック発振器を用いたコヒーレントイジングマシンの基礎特性に関する報告が注目されていた。今後とも注目の分野である。

量子情報技術に関連した講演では、量子暗号などの、これまでの研究報告以外にも、超伝導による量子ビットの実現の提案やスピントロニクス、量子生物学を含んだ研究など、多岐にわたった。これらの研究分野は、他の大分類に属しているものや、別の学会で発表している内容であるため、今後も定期的に他分野の方々に講演してもらえよう活動を行っていきたい。

レーザーカオス関連については、人工知能の強化学習の一例としての意思決定機構を、光を用いて実現する試みや、現代暗号で重要となる物理乱数発生の研究など活発な討論が行われた。他にも、レーザーカオス光の発生の広帯域化や軌道不安定性に関する基礎的な研究も行われた。

「3.11 フォトニック構造・現象」では、業績賞受賞記念講演 1 件、講演奨励賞受賞記念講演 1 件、一般講演 29 件、「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」とのコードシェアセッションにおける一般講演 25 件、ポスター講演 13 件があった。業績賞受賞記念講演では、樽茶清悟氏より、人工原子分子による量子情報エレクトロニクスにおける卓越した研究成果をご講演いただき、一般講演では、プラズモニック導波路とグラフェンを組み合わせた fs・fJ 光スイッチング素子や、10W 高出力・高品質フォトニック結晶レーザー、転写プリント法による量子ドットレーザー・単一光子源集積、ナノ共振器ラマンレーザー、ニューラルネットワークによるナノ共振器設計、光学迷彩応用など、幅広い報告がなされた。また、「13.6 ナノ構造・量子現象・ナノ量子デバイス」とのコードシェアセッションにおいては、フォトニック・フォノン結晶のトポロジーに関連した設計・制御、微小共振器系における強結合・高 β レーザー特性、「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」とのコードシェアセッションにおいては、近接場を利用した熱輻射制御、光源、検出器などの報告があり、分野間の交流

が進んだ。

「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」では、94 件の講演申し込みがあり、口頭 55 件、ポスター34 件、「3.11 フォトニック構造・現象」とのコードシェアセッションで口頭 5 件の講演が行われた。講演の内訳ではプラズモニクスをキーワードとする講演が 39 件と最も多かった。具体的には、金三角形プレートにおけるプラズモンモードの可視化や電場増強効果の形状依存性、磁気光学特性などの基礎研究から、応力センシング、高感度屈折率測定、金属の誘電率検出、磁場センサー、光走査素子などの応用へ向けた研究まで幅広い内容の報告がなされた。「注目講演」の銀ナノ石畳構造における光学応答についての講演では、局在プラズモンの理解において LCR 回路の考え方を導入することの有効性が提案された。Si 上の表面プラズモンポラリトンの伝搬損失の励起密度依存性についての講演は、Poster Award を受賞した。一方、量子ドットの発光のサイズ依存性、ナノ粒子アレイの光学特性、メタマテリアルによる太陽電池の光吸収増強や波面制御、Mie 共鳴体による蛍光増強効果、蟬の翅表面のメタマテリアル特性、探針増強ラマン分光などについても最新の研究報告がなされた。さらに、円偏光照射によるキラルナノ構造体の作製、フォトクロミック材料を用いた動的記憶の原理検証、サブミクロン粒子への光照射による群知能の実装などの報告は、これまでと質的に異なる新しい研究領域の黎明を感じさせるものであった。「3.11 フォトニック構造・現象」とのコードシェアセッションでは、プラズモニック共振器による熱輻射制御や赤外異常透過、局所熱を利用した光電変換など、熱をテーマとした報告が集まり、分野間の交流の進展がみられた。

「3.13 半導体光デバイス」では、口頭講演 47 件、ポスター講演 22 件があった。口頭講演の内容としては、受光素子が 4 件、光無線給電関連が 5 件、VCSEL とその関連素子が 12 件、VCSEL 以外のレーザー・発光素子関連が 13 件、SOA 関連が 5 件、その他の光素子関連が 8 件であった。会場が満席になる時間帯などもあり、活発な議論が行われた。

受光素子関係では、Si 上 III-V 検出器、タイプ II 型超格子検出器、黒燐による 10GHz 受光器などが報告された。光無線給電関係では、レーザー光無線給電の構築に関する 3 件、LED 光無線給電、III-V 族太陽電池の単色光効率などが報告された。VCSEL 関連では、自然放出光併用、トンネル接合、量子井戸混晶化などによる高効率化関連や、電子スピン偏極変調による高速動作、VCSEL に横方向結合した EA 変調器、VCSEL に類似のスローライト導波路のビームスキャナ関連 4 件、VCSEL に類似の増幅器による高ビーム品質などが報告された。

VCSEL 以外の発光素子に関しては、光・量子エレクトロニクス業績賞（宅間宏賞）受賞記念講演として魚見和久氏より「量子井戸半導体レーザーの高性能化の先駆的研究と実用化」の講演が行われた。この他、薄膜 DR レーザー、InP/Si 基板上的リッジレーザー、波長可変単一モードレーザー、Si 基板上 InAs QD レーザーの室温連続発振、1.0~1.3 ミクロン

帯広帯域 QD レーザー、1 ミクロン帯 Si 外部共振器 QD 波長可変レーザー、リングレーザー全光論理素子などが報告された。SOA に関しては、光・無線メディア変換（講演奨励賞記念講演）、MQW-SOA 全光論理ゲート素子、多重 QD-SOA が報告された。その他の光デバイスとして、1.3 ミクロン帯 InP 集積偏波多重回路、サブ波長格子型光変調器、III-V/SOI ハイブリッド素子/Si 導波路間モード変換器、AlGaIn 上 2D-PhC を用いた完全反射、太陽電池・LED 対向トランジスターが報告された。

なお、ポスターセッションでは、InAs 量子ドット波長可変光源を用いた OCT 画像深度拡大に関する報告が Poster Award を受賞した。

「3.14 光制御デバイス・光ファイバー」のうち、光制御デバイス（強誘電体関係）では、口頭 9 件の講演があった。そのうち 4 件は 3.14 単独セッションで、5 件は「3.5 レーザー装置・材料」とのコードシェアセッションであった。単独セッションの講演内容は、Si 基板上 LiNbO₃ 導波路の集積化に向けた報告が主流であり、特に Si 基板上 LiNbO₃ on Insulator 導波路が比較的 low loss で作製された。レーザー装置・材料とのコードシェアセッションでは、非線形光学材料（LiB₃O₅ や LiNbO₃, LiTaO₃）の波長分散評価、LiNbO₃ 波長変換素子の散乱光評価などが報告され、レーザー装置材料の研究者と活発な議論がなされた。

光制御デバイス（強誘電体関係以外）では、口頭 7 件、ポスター 3 件の発表があった。有機 EO ポリマーや LCoS-SLM を用いた光フェーズドアレイ、波長・偏光分離機能を有する 4 値液晶回折格子などが報告され、初日の遅い時間まで活発な議論がなされた。

光ファイバー関連の発表は、口頭 5 件、ポスター 4 件であった。「光ファイバー」というキーワードを中心に、主たる興味の対象が異なる研究発表を聞けるのがこのセッションの魅力の一つであるが、継続的に発表を続けていると新鮮味が薄れる一方で、新規な点が細分化、深化するため、議論が難しいと感じる場面がある。

「3.15 シリコンフォトニクス」では、口頭 30 件、ポスター発表 10 件、合計 40 件の講演が行われた。西山伸彦氏（東工大）の分科内招待講演が行われ、シリコン光回路上で発光・光増幅を実現するために有効な III-V 族化合物半導体のシリコン基板上への集積技術について、世界的な動向を含めて幅広く、ご講演いただいた。会場が満席になり立見も出る盛況ぶりで、活発な議論が行われた。III-V 族半導体集積に関しては、東工大と UCSB の共同研究による Si 上に結晶成長した InAs 量子ドットレーザーの高速変調、InGaAsP/Si の MOS キャパシター構造を用いた光スイッチ、光変調器が報告された。小型・集積ライダの開発について、ビーム偏向器やアンテナの特性向上などの進展が報告された。パッシブデバイスでは、磁気光学材料 Bi:YIG の製膜、モード変換器を組み合わせた光アイソレーター、MMI カップラを利用した 90° 光ハイブリッド、Pt-Wo₃ を装荷した Si マイクロリング共振器水素ガスセンサーなど、新しい構造や応用についての報告が行われた。ゲルマニウム (Ge) デバイスにおいては、レーザー溶解結晶化による石英基板上 GeSn フォトダイオード、逆リブ

構造による貫通転位低減、電界吸収型光変調器などの報告が行われた。

近年はシリコンフォトニクス製品化も増えており、技術の成熟期という点からも従来のような集積フォトニクスに関する発表は減少している。シリコンのみを利用した研究はライダー応用のみで、それ以外では別の材料を組み合わせ、いかに高性能化や新機能化を実現するかという傾向が強く感じられた。産業化について日本勢は出遅れ感があるが、これから新技術を発展させて巻き返しが図られることを期待したい。

「3.16 Optics and Photonics English Session」では、14件の口頭発表、4件のポスター発表があった。口頭発表者は、国内大学の留学生、あるいは国内研究機関の外国人研究者である。発表内容は、ナノ粒子を用いたバイオセンサー、ファイバー・モードロックレーザー、レーザー溶接、テラヘルツ・エミッター、プラズモニクスを利用したデバイス、面発光レーザー、InP集積デバイスなど、極めて多岐に渡るものであった。参加者は50名程度であり、分野が広範囲であるにもかかわらず、各講演に対する質問が多く、非常に活気のあるセッションであった。国内の外国人研究者にとっては、英語で自由に議論できるので、魅力のあるセッションだと言える。今後、このセッションがますます発展していくことを期待したい。