

大分類3「光・フォトンクス」では、「フォトンクスにおける極限計測技術」、「ハイブリッド量子系における電磁界制御」と題した2つのシンポジウムが開催された。15の各中分類においては、3件の分科内招待講演、1件の論文奨励賞受賞記念講演、7件の講演奨励賞受賞記念講演を含む、601件の講演があり、活発な議論が展開された。また、本大分類内で3件、大分類13「半導体」との間で1件、大分類4「JSAP-OSA Joint Symposia（応用物理学学会とアメリカ光学会と共催のシンポジウム）」と2件の計6件のコードシェアセッションがあった。

本分類で開催したシンポジウムのみならず、大分類6「薄膜・表面」の開催による「酸化物のテラヘルツ物性とデバイスへの応用」、大分類13「半導体」の開催による「新物質/量子構造に基づく発光デバイス研究の最前線と展望」などのシンポジウムには、本大分類でも活躍する多くの研究者の登壇・聴講があり、中分類のみならず大分類の垣根を超えた交流が目立った大会であった。科学の枠組みが急スピードで変化し続ける昨今、この傾向は今後も続くと考えられる。シンポジウムのみならず一般講演においても、コードシェアセッションの枠組みの充実化とさらなる工夫を模索して分類間の連携・協力体制を強化し、本分類のみならず学会全体のさらなる発展を図っていきたい。

「3.1 光学基礎・光学新領域」では、口頭28件、ポスター11件の計39件の講演があり、活発な議論が交わされた。内容は、光渦照射に関する研究、空間光変調器を用いた光波制御、渦成分を低減したラジアル偏光の生成など、ベクトルビームや偏光制御を意識した講演が多かった。特に、レーザートラッピングされた粒子が円偏光集光照射時に軌道角運動を示す現象が発見されるなど、レーザートラッピング技術の今後のさらなる発展が期待される講演も見受けられた。また、光熱マランゴニ対流に関する研究においても温度勾配とアルコール濃度勾配による対流変化が明らかにされるなど進展が見られた。聴衆の傾向として、偏光制御、レーザートラッピングに注目が集まっていることがみてとれた。

「3.2 材料・機器光学」では、分科内招待講演1件を含む口頭11件、ポスター17件の計28件の講演があった。招待講演では、有機発光デバイスの内部量子効率を高める手法や、そのアプリケーションについての講演が行われた。一般口頭講演では、有機・無機ホログラム材料の、屈折率や回折効率、また吸収による発熱などを、合成材料の観点から測定した基礎的な報告から、液晶を用いたレンズや偏光を測定できるカメラなど実用化に近いものまで多様な報告が行われた。ポスター講演でも、ナノ微粒子に関する材料開発や、液晶を用いたデバイス開発などの報告があり、ポスターを前に様々な議論が行われた。全体的に材料の開発や基礎的な特性評価を行った報告が多く、今後更に製品化に近づくことを期待したい。

「3.3 情報フォトンクス・画像工学」では、口頭 14 件、ポスター5 件の計 19 件の講演があった。また、これ以外に「4.5 Information Photonics」とのコードシェアセッションで 21 件の講演があったが、そちらの報告は 4.5 に譲る。講演内容は、ホログラフィックメモリー、ホログラフィー応用、計算イメージング、立体ディスプレイに大きく分けられる。ホログラフィックメモリーでは振幅情報に加えて位相情報を利用することによる高密度化の検討、ホログラフィー応用ではレンズレスデジタルホログラフィーや画像検索用光相関システムの進展、計算イメージングでは新規なゴーストイメージングによる位相分布の計測や時間ドメインへの展開、立体ディスプレイでは空中ディスプレイの高機能化や高精細磁性ホログラムの回折光強度向上等の成果が報告された。特に計算イメージングは近年研究が活発化しており、他の方法が適用できないような分野で実用化が進むことを期待したい。

「3.4 生体・医用光学」では、講演奨励賞受賞記念講演 1 件含む口頭 11 件、ポスター6 件の計 17 件の講演があり、活発な議論が行われた。内訳はマイクروسコピー関連が 7 件、生体計測・生体分析関連 7 件、光音響イメージング関連 3 件であった。

顕微鏡関連では、励起光強度変調による $Y_2O_3:Tm,Yb$ ナノ粒子の高次非線形現象を利用したアップコンバージョン蛍光発光や Er 添加ナノ粒子の非線形応答を用いた蛍光イメージングなどの蛍光顕微鏡、表面増強ラマン散乱を用いた脂質二重膜のラマンイメージング、脂質二重膜チャンバーを有する TiO_2 製フォトニック結晶の作製と光学特性評価などのラマン散乱応用について、また 4D 細胞計測顕微鏡や 3 次元断層と振動様態計測を行う多波長 OCT 顕微鏡ラマン散乱光などの報告があった。その他、レーザー光散乱を利用した細胞からの顆粒放出の観察についての講演があった。

生体計測、生体分析関連では、ヒートショック下における極微弱生化学発光の分光計測や光散乱媒質内におけるルミノール化学発光の超音波タグイメージングなどの化学発光計測に関するものや、光ヘテロダイン検波法や赤外 ATR 法による血糖センシング、ガラスマルチキャピラリを用いたバイオセンサに関する報告があった。

光音響イメージング関連では、補償光学素子を用いた高空間分解能化や波形の選択的検出による高感度化に関するものや、光音響法を用いた不顕性う蝕イメージングの試みについても報告があった。

講演件数は前回に比べやや減少しているものの、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、口頭 22 件、ポスター6 件、「3.14 光制御デバイス・光ファイバー」とのコードシェアセッション 6 件の計 34 件の講演があった。3.14 とのコードシェアセッションは、今回で 8 回目を迎え活発な議論が展開されていた。ファイバーレーザー、固体レーザー、波長変換技術、 CO_2 レーザーなどの研究進捗が報告されたことに加えて、材料特性やコヒーレント結合等のビーム制御技術の講演も行われた。特に、共振器内での高次高調波発生研究などに注目が集まった。本セッションは、レーザーの最先端研究を網羅しており、多数の聴講者と共に充実した議論が交わされた。

「3.6 超高速・高強度レーザー」では、論文奨励賞受賞記念講演 1 件を含む口頭 47 件、ポスター 6 件の計 53 件の講演があった。第一原理シミュレーションの高度化、コヒーレント光励起、コヒーレント制御、真空紫外域光を用いた解離ダイナミクス、アト秒パルス発生、高強度レーザーの開発等様々な超高速分光を含む、多くの研究成果が報告され、活発な議論が行われた。特に高次高調波発生研究において固体媒質を用いた研究成果が数多く報告され、本分野の一層の広がり発展を感じさせられる大会であった。超高速光技術の分野では、光渦と超高速光技術の組み合わせに関して活発に議論がなされ、時間空間結合の新しい潮流を感じさせられた。光周波数コムは研究プラットフォームが多用化してきており、研究の裾野が広がってきていることが感じられた。

「3.7 レーザープロセッシング」では、分科内招待講演 1 件を含む口頭 30 件、ポスター 7 件の計 37 件の講演があり、口頭講演では会場の定員に達する 70 名程度の聴講者を集めた。今回、レーザーピーニングやレーザー誘起ナノ周期構造などの古くからの研究分野で新しい成果が報告された他、深層学習を活用したレーザーアブレーションの予測やフォトニック結晶の不良品除去など新たなレーザープロセス研究の報告も増えており、今後も本中分類が活発になることが期待された。招待講演者の吉川洋史氏（埼玉大院理工）からは、フェムト秒レーザーアブレーションによる有機結晶の成長制御に関して、レーザー照射による結晶析出誘起研究の歴史から、結晶成長の時間分解観測によるメカニズム解明、結晶形状の制御などの最新の成果が紹介された。関連する「4.8 Strong Light Excitation Phenomena Applied to Materials and Bio Engineering」が英語セッションとして開催され、招待講演 4 件、一般 6 件の講演が行われた。最終日の午後に開催されたにも関わらず、20 名程度の聴講者が最後まで会場で聴講し、活発な議論が行われた。

「3.8 光計測技術・機器」では、講演奨励賞受賞記念講演 1 件を含む口頭 40 件、ポスター 22 件の計 62 件の講演があった。口頭講演では分野として、偏光計測（2 件）、光学干渉計（3 件）、分光・精密（13 件）、光センサ・デバイス（12 件）、計測システム（13 件）、ライダー（4 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。

橋口幸治氏（産総研）による講演奨励賞受賞記念講演は、空気中の微量水分量測定のためのキャビティリングダウン分光システムについての内容であった。一般講演では、差分吸収ライダー、偏光計測、光周波数コム応用計測、ファイバーセンシング、分光計測など、光を用いた計測技術に関する様々な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 件を含む口頭 31 件、ポスター 23 件の計 54 件の講演があった。出席者の多くは JSAP-OSA ジョイントセッション「4.7 Terahertz Photonics」と合わせての参加となった。内容は、メタマテリアル、カーボンナノチューブ、共鳴トンネルダイオード、電気光学ポリマー等を用いたテラヘルツ光学素子や発生・検出デバイスの開発、微弱テラヘルツ波の増幅や高感度検出、全方位スキャナー、デジタルフォログラフイーを用いたイメージングなどのシステム開発、塗膜鋼板表面腐食生成物や黒色ゴムの非破壊分析など、多岐にわたった。ポスターセッションでは、藤田和上氏（浜松ホトニクス中研）によるテラヘルツ差周波発生 CW 量子カスケードレーザー光源の超広帯域動作に関する独創的な講演があり、Poster Award を受賞された。

「3.10 光量子物理・技術」では、講演奨励賞記念講演 1 件、一般口頭 14 件、ポスター 6 件の計 21 件の講演があった。

量子情報科学に関する講演では、非古典光の発生・検出といった基礎的な研究から、量子暗号や量子認証、量子計算といった応用研究まで、幅広い内容について報告がなされた。なかでも、現在のスーパーコンピュータをもってしても解決困難である組合せ最適化問題に対して、強力な計算能力を誇るイジングマシンに関する講演では、活発な議論がなされた。また、光子の量子状態の、保存・伝送で必要となってくる波長変換技術に関する報告も注目を集めていた。

レーザーカオスに関連する講演では、発生したレーザー光を、発生元の共振器へ時間遅延させて再入射することで生じる、高速な不規則性を利用した応用研究が報告された。なかでも、近年機械学習への応用が期待されているリザーバコンピュータの実現に関する内容や、高速乱数発生器に関する内容に関して、活発な議論が行われた。また、報酬の最大化を目的とするバンディット問題への適用など、興味深い報告がなされた。

「3.11 フォトニック構造・現象」では、口頭 19 件、「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」・「13.7 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ける口頭 33 件、ポスター 11 件の計 63 件の講演があった。

一般講演では、転写プリント法による 3 次元フォトニック結晶作製や、フォトニック・フォニック結晶のトポロジーに関連した設計・制御、ナノ共振器設計、ナノ共振器ラマンレーザなど、幅広い報告がなされた。また 13.7 とのコードシェアセッションにおいては、ナノワイヤー発光デバイスや、大面積ハイパワーレーザ、量子ドット共振器結合系における位相緩和の時間領域測定などが報告された。

さらに前回から始まった 3.12 とのコードシェアセッションにおいては、近接場利用による黒体輻射を超える熱輻射の検討、分光・波長検出デバイスへの応用、光学迷彩応用等の報告があり、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、口頭 45 件、ポスター 21 件の計 67 件の講演があったほか、「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 11 件の口頭講演が行われた。講演の内訳として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。本中分類のほか、「4.1 Plasmonics」でも多くの講演があり、この分野の研究が引き続き活発に行われていることがわかる。具体的な講演内容としては、ドレスト光子の理論、ナノスケール熱分布の可視化、種々の構造におけるプラズモン共鳴と蛍光励起/ラマン散乱の増強、ホットキャリアエンジニアリングと熱応用、レーザーアニールによるプラズモン共鳴スペクトルの先鋭化、プラズモン共鳴における基板の影響、プラズモニクスを利用した各種センサーへの応用など基礎から実用まで幅広い研究が報告され、活発な議論がなされた。位相・偏光分解プローブ顕微鏡を用いた微小偏光素子評価に関する講演は Poster Award を受賞した。コードシェアセッションにおいては、熱輻射制御、スプリットリング共振器による磁気共鳴、メタマテリアルを用いた光導波路などを中心とした講演に対して活発な議論がなされ、立ち見も多く盛況であった。

「3.13 半導体光デバイス」では口頭 44 件（内、「3.15 シリコンフォトニクス」とのコードシェア 12 件）、ポスター 13 件の計 66 件の講演があった。内訳は、半導体レーザー・発光素子が最も多く 29 件、光制御素子 9 件、半導体光増幅器 7 件、受光素子 5 件、太陽電池関連 3 件、光変調器 2 件、プロセス技術 2 件であった。いずれのセッションにおいても活発な議論が行われた。応用分野でみると、光無線給電の高効率化に向けた、VCSEL アレーチップ直列接続等の発光素子、CsPbBr₃ や GaAs 太陽電池等の受光素子に関する報告が数多く行われた。また、車載 LiDAR に向けたビーム掃引デバイスの提案と動作原理確認、スローライト偏向器を用いたシステムの検討なども報告された。3.15 とのコードシェアセッションにおいては、Si 基板上に集積した量子ドット DFB レーザーの戻り光耐性、薄膜 DR レーザーにおける高速変調動作に関する報告があり、Si 基板上の発光素子として着実な進展を見せている。また、変調器についても、III-V/Si MOS キャパシタマッハツェンダ変調器による多値変調動作などが報告された。

「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、講演奨励賞受賞記念講演 1 件を含む口頭 8 件、ポスター4 件の計 12 件の講演があった。そのうち 8 件は 3.14 単独セッションで、4 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。講演内容は波長変換器や光偏向器などのデバイス特性に関する報告と非線形光学材料の光学評価など多岐にわたった。講演奨励賞記念講演では GaAs 周期空間反転上 AlGaAs pin ダイオード作製について総括された。コードシェアセッションでは異分野との活発な意見交換がなされた。

光制御デバイス（強誘電体関係以外）の講演は、口頭 4 件であった。以前からの継続的な研究に加えて、5 次までの位相同期高調波の振幅と位相を簡易な構成の光学系で制御して繰返し 125 THz、幅 1.6 fs の安定な光パルス列を生成したという講演がなされ、興味深かった。

光ファイバー関連の講演は、口頭 9 件、ポスター5 件であった。全 14 件中の 10 件が光ファイバーセンサーに関する講演であった。全体の件数は一時期よりも回復したと言える。センサーの講演は光計測中分類でも行える事を考えると、今後の投稿内容を注意深く観察し、分類の再編を検討したい。

「3.15 シリコンフォトニクス」においては、分科内招待講演 1 件を含む口頭 27 件、「3.13 半導体光デバイス」とのコードシェアセッションにおける口頭 12 件、ポスター14 件の計 53 件の講演があった。藤方潤一氏（光電子融合基盤技術研究所）の分科内招待講演では、MOS 型及び歪 SiGe 付加型 Si 光変調器から Ge 受光器まで、光インターコネクットの伝送容量の増大と低消費電力化へ向けた光トランシーバーのキーテクノロジー技術の開発について幅広くご講演頂いた。磁気光学デバイスとしては、Si 基板上に磁気光学材料を成膜する試み、磁気光学効果を用いたアイソレータ、光経路の維持に電力を消費しない光スイッチ等の報告が行われた。光変調器としては、Ge/Si リブ導波路を用いた長さ 40 μm の小型電界吸収型光変調器、動作帯域を C バンド全域に広げたフォトニック結晶光変調器、平坦な SOI ウエハ上に a-Si:H による装荷導波路を形成した光変調器において、25 Gbps の高速動作が報告された。受光器としては、Ge 膜厚を薄くでき、SOI 上にのみコンタクトを形成すればよい、作製が容易な横 PIN 型 Ge 受光器において、30 Gbps を超える良好な特性が報告された。LiDAR に関しては、フォトニック結晶を用いた光偏向器の送信動作及び受信動作の観測、シリコン導波路を用いた光フェーズドアレイアンテナの報告が行われた。

「3.13 半導体光デバイス」とのコードシェアセッションでは、今後、シリコンフォトニクスのさらなる発展の鍵を握る III-V/Si ハイブリッド集積技術を用いた光変調器、レーザー光源に関する報告等が行われた。今回は、成熟しつつあるシリコンフォトニクス技術をベースに、次のステップへ向けた意欲的な報告が数多く行われた。