

大分類3「光・フォトンクス」では、15の各中分類において、光に関する幅広い研究分野から合計550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、他の大分類との間で1件のコードシェアセッションが開催され、類似の分野間の相互交流が盛んに行われた。この取り組みを今後も促進していくことで、各中分類のさらなる研究の加速、ひいては大分類3「光・フォトンクス」全体の発展を図っていきたい。

「3.1 光学基礎・光学新領域」では、13件の口頭講演、9件のポスター講演が行われた。光トラップと光渦に関する研究に対する注目は高く、参加者からの質問も多かった。J会合体とH会合体が混ざった溶液中でプラズモン光ピンセットを用いると、J会合体が選択的に補足できることが示された。コロイド粒子を高強度のレーザーでトラップすると、トラップされた集合体から外へ伝播していく光によって、集合体から放射状に粒子が配列する現象が見出された。また、紫外光渦を光硬化樹脂に照射すると、キラルなマイクロファイバーが形成できることが報告された。新たな現象や応用などが盛んに報告されており、光渦や光トラップに関する研究が進展していることが分かる。

「3.2 材料・機器光学」は口頭講演11件とポスター講演12件があり、活発な議論が行われた。口頭講演では、液晶レンズや散乱計の開発などの実用性の高い報告から、ナノ微粒子/ポリマーコンポジット材料や有機電気光学ポリマーの光学特性評価まで、多岐に渡る研究報告が行われた。特に、金ナノロッド/非線形光学ポリマー複合系による第2次高調波発生に関する研究報告は興味深く、実際に局在表面プラズモンによる波長変換効率の向上が確認されているので、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、招待講演1件、一般口頭講演21件、ポスター講演3件の計25件の講演が行われるとともに、分科企画シンポジウム「フォトニックインテリジェンスの様相」では一般講演を含む合計8件の講演がなされた。春季講演会に引き続き、デジタルホログラフィーおよびホログラフィックメモリー関連の研究が数多く発表されたことに加えて、空中ディスプレイ技術に関連する発表件数の増加が目立った。遠赤外線利用サーマルトモグラフィーや光周波数コム顕微鏡など、用いられる光源についても新たな潮流が見られた。今回、新しい取り組みとして「30分でわかる圏論の基礎と光科学技術の展開」というタイトルで、機能に関与する環境や来歴を取り扱う基礎となる圏論に関するチュートリアル的な招待講演が行われ活況であった。今後もこのような企画により、先端学術と技術に関する参加者の理解を深め、分野の活性化に努めたい。

「3.4 生体・医用光学」では、口頭講演 21 件（講演奨励賞受賞記念講演 1 件含む）、ポスター講演 10 件の合計 31 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 9 件と最も多く、拡散光計測・イメージング関連 4 件、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）関連 3 件、光音響計測 2 件、その他 6 件であった。顕微鏡関連では、高速誘導ラマン散乱顕微鏡による生細胞内代謝物の解析、三光子励起蛍光を利用した干渉時空間集光顕微鏡、CARS 顕微鏡を用いた麻醉薬分子の拡散測定などの報告があった。生体計測、生体分析関連では、バイオスペックルのフラクタル性に基づく血流イメージング、光ヘテロダイン検波や赤外量子カスケードレーザーを利用したグルコース濃度測定、指尖容積脈波による飲酒検知の検討や生細胞に対する短波長可視レーザーの光毒性評価に関する報告があった。OCT・干渉イメージング関連では、植物水分含有量の評価や、皮膚の顕微 OCT 画像における分解能・光進達度の光源依存性の検討、広視野ヘテロダイン干渉振動計測法に基づく生体器官表面の高速振動計測など、適用範囲の拡大に向けた検討が行われている。光音響計測では、CW 光源を利用した非侵襲血糖値計測における温度の影響について報告があった。その他にも、オプティカルクリアリングエージェントを用いた *In vivo* マウス頭蓋骨の透明化試験や極微弱生化学発光による放射線障害診断の試みなど、興味深い報告があった。今回の講演件数は前回に比べやや増加しており、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を見せている。

「3.5 レーザー装置・材料」においては、「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で10件の口頭講演、その他の口頭講演21件、ポスター講演5件の合計36件の講演が行われた。キーワードとしてはファイバーレーザー、固体レーザー、レーザー制御技術の順に多く、紫外光、中赤外光発生など利用波長領域の拡大に関連する講演も目立った。材料開発や材料特性の評価からビーム制御技術の提案など、掘り下げた内容が多く、有意義で活発な議論の場となり聴講者からは好評であった。

「3.6 超高速・高強度レーザー」では、講演奨励賞受賞記念講演1件、一般口頭講演31件、ポスター講演7件があり、活発な議論が行われた。モード同期ファイバーレーザー、光渦、広帯域光発生、光周波数コムなど、幅広い分野で着実な進歩が実感された。特に、光周波数コム分野は、「3.8 光計測技術・機器」とのコードシェアセッションが開催され、カーボンナノチューブや磁気光学変調器を用いた新規光源の提案、デュアルコム分光による精密計測、GHzコムによる音響フォノン励起など、活発な議論が行われた。また、東大の齋藤成之氏による極紫外アト秒パルスの赤外電場によるストリーク計測とその応用に関する講演奨励賞受賞記念講演があったほか、コヒーレントフォノン、コヒーレント制御、第一原理シミュレーションの高度化、真空紫外域光を用いた解離ダイナミクス、レーザー加速、高強度レーザーの開発等様々な超高速分光を含む、多くの進展が報告され、今後の発展が期待される。

「3.7 レーザープロセッシング」では、口頭講演 31 件、ポスター講演 13 件の合計 44 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。今回特に、金属・半導体・有機複合材料などのレーザー加工（特にフェムト秒レーザー加工）に、優れた動作の安定性で注目されている高出力イッテリビウムレーザーを利用した研究例が増加していた。招待講演者である谷峻太郎先生（東大物性研）から、レーザーアブレーションにより発生するテラヘルツ波を検出し、そのメカニズムを探索しようとする挑戦が紹介された。あわせて開催された JSAP-OSA ジョイントシンポジウム「4.8 Strong Light Excitation Phenomena Applied to Materials and Bio Engineering」では、招待講演 4 件と一般講演 8 件、計 12 件の講演が行われ、60 名程度の参加者を集め、特に外国人参加者に好評を得た。

「3.8 光計測技術・機器」では、全体の講演数は前回の春季講演会を上回り、論文奨励賞受賞記念講演と講演奨励賞受賞記念講演各1件を含む49件の口頭講演と13件のポスター講演が行われた。光学干渉計による距離計測や偏光、分光などを利用した計測システム、さらには光デバイスやライダーに関する内容を中心とした講演が報告され、今後も光計測分野の継続的な発展が期待できる内容であった。また、今回初めて「3.6 超高速・高強度レーザー」とコードシェアセッションを企画した。プログラム編成として近年注目されている光周波数コムの光源開発や計測応用の研究に関する内容を集めた。当日の会場内は常時立見が出るほど熱気に満ちた盛況の中で行われ、質疑応答の時間では多数の意見が活発に交わされた。

「3.9 テラヘルツ全般」では講演奨励賞受賞記念講演を含む 43 件の口頭講演と、21 件のポスター講演があった。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、レーザー光源技術の開発を含むテラヘルツ波発生・検出に関する研究、メタマテリアル、カーボンナノチューブ、ナノ物質などの微細な物質構造を用いたテラヘルツ光学素子や検出デバイスの開発、有機・無機物質の分光・イメージングやその理論解析、血糖値測定などの医療応用、セキュリティー応用を視野に入れた実践的なイメージング、光コム制御による高分解能ガスセンシングシステムの開発など、多岐にわたった。従来から報告されてきた研究の更なる発展を報じる講演に加えて、特にポスターセッションでは独創性に富んだ新規研究例も多数報告され、当分野の一層の発展を感じさせられる大会であった。

「3.10 光量子物理・技術」では口頭 12 件、ポスター 2 件の計 14 件の講演があった。量子情報技術においては、現在の計算機を凌駕するコヒーレントイジングマシンを目指すべく多次元化が進んでおり、その実現に向けた研究と評価法に関する発表がなされた。また、それらの研究の基礎となるであろう、量子もつれ合い光源の発表に対して活発に議論が行われた。さらに、量子鍵配送 (QKD)、単一光子バッファ、量子認証といった多種多様な応用研究が報告された。一方で、波長の異なる光子間の干渉実験や、光子のコヒーレンス時間と検出器の時間分解能に焦点を当てた研究など、基礎研究として興味深いものが報告された。今後の展開が期待される。レーザーカオスの分野では、時間ジッター抑制や高効率な検出を行うための、理論的・実験的研究に関する発表が行われた。

「3.11 フォトニック構造・現象」では、口頭講演 25 件、ポスター講演 11 件、「13.7 ナノ構造・量子現象」とのコードシェアセッションにおける口頭講演 21 件、があった。口頭セッションでは、フォトニック結晶ディスクレンズに関する招待講演や、高 f Q 積機械振動子モードを実現するボトル型微小光共振器、高出力の期待される大面積フォトニック結晶レーザー、に関する報告があり、ポスターセッションでは、光ナノ共振器間の結合強度の電気的な動的制御など、活発な議論が行われた。またコードシェアセッションは、フォノン結晶・機械共振器や、量子ドットとの融合、3次元フォトニック結晶、熱輻射制御に関する報告があり、また分野の異なる研究者間交流の良い契機となった。

「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」では、口頭講演 41 件、ポスター講演 14 件、計 55 件の講演が行われ、会期後半の 2 日間に渡って活発な議論がなされた。講演の内訳としてはプラズモニクス・メタマテリアルをキーワードとする講演が 31 件と最も多かった。当中分類のほかにも、会期前半の 2 日間には JSAP-OSA ジョイントシンポジウム「4.1 Plasmonics」およびシンポジウム「プラズモニクスと熱の融合」で多くの講演があり、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。プラズモン共鳴を利用した光散乱の方向性制御や、相転移の可逆的操作、応力による粒子間プラズモン共鳴波長の制御など、光エネルギーの局在化や電場増強にとどまらないプラズモンの高度な利用がさらに広まりつつある。その他の分野でも導波路付きプローブによる高コントラスト近接場顕微鏡や、化学兵器薬剤検出のためのラマン分光法の応用など、基礎から実用まで幅広い研究が報告された。

「3.13 半導体光デバイス」では口頭講演 18 件、ポスター講演 6 件があった。内容としては、半導体レーザー・発光素子が最も多く 8 件、そして光検出器 6 件、太陽電池 4 件、光制御・受動デバイス 4 件、プロセス技術 2 件であった。特に今回は、光無線給電における発光・受光素子関連が複数報告され始めた。垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）に関しては、光無線給電効率の向上を目指したアレイ構造において、自然放出光の積極利用のため表面微細パターン形成などの手法が検討され、また、Talbot 効果を用い基本横モードによる位相同期動作の可能性が示された。結合共振器による二波長発振 VCSEL においては、温度により二波長発振特性の制御が可能であることが報告された。中赤外量子カスケードレーザーでは、 $\lambda/4$ -DBR の導入による低閾値電流、室温発振動作が報告された。量子ドットレーザーでは、 $1.3\ \mu\text{m}$ 波長帯におけるファブリー・ペロー型量子ドットレーザーの 25 Gbps 信号 1000 m 単一モードファイバーによるエラーフリー伝送、 $1.0\ \mu\text{m}$ 帯量子ドットリッジ導波路型レーザーにおける $100\ \text{nm}$ 以上の広帯域なパルス発振特性が報告された。光検出器、太陽電池では、結晶 Se フォトダイオードにおける密着層としての Te 膜厚の薄化により暗電流が低減すること、電荷敏感型赤外検出器において、裏面入射が表面プラズモン共鳴の効果により量子効率が向上することが実験的に示された。InAs 量子ドット中間バンド型太陽電池では、キャリアの熱脱出過程モデルが検討され、また、光電流の増強を目指した、Dot-in-well 構造における電子の長寿命化が実証された。光無線給電用 III-V 族化合物半導体太陽電池においては、ジュール熱発生により変換効率が低下すること、高出力化のためには直列抵抗の低減などが必要であることが示された。光給電用 Si 光検出器において、光給電システムにおける光源の波長、半値全幅と効率の関係を明らかにし、基板厚 $200\ \mu\text{m}$ で最大効率は 60% を超えることが示された。プロセス技術では、ボロンレーザードーピングの Si フォトダイオード作製における有用性、Si 上 Ge フォトダイオードの作製において、Ge 層の初期成長過程における高温処理の暗電流低減に対する有効性が報告された。光制御においては、InGaAsP 量子井戸を導入した InP 集積光フェーズドアレイ素子において、共振波長間隔全域でのビーム偏向動作と $0.12\ \mu\text{s}$ の応答速度を達成した。なお、中赤外量子カスケードレーザーについて住友電気工業の吉永弘幸氏が Poster Award を受賞された。

「3.14 光制御デバイス・光ファイバー」

光制御デバイス（強誘電体関係）では、強誘電体材料・波長変換デバイスなど計 12 件の投稿があった。このうち波長変換などに関する 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の発表となり、それ以外の強誘電体に関連する一般口頭セッションで 4 件とポスターセッションで 4 件の報告となった。 $\text{KNb}_x\text{Ta}_{1-x}\text{O}_3$ (KTN) 結晶を用いた光偏向器は安定性向上など着実な進展が見られた他、 LiNbO_3 (LN) 光導波路関連では物性値評価や高感度増幅などの報告があった。また「3.5 レーザー装置・材料」とのコードシェアセッションでは、レーザー装置・波長変換に関連する報告がなされ、異分野との意見交換が行われた。

光制御デバイス（強誘電体関係以外）では、口頭 8 件、ポスター 2 件の講演があった。液晶空間光変調器 (LCOS) を用いて近赤外の広い波長範囲でスペクトルを任意に整形できるデバイスの発表は、光ファイバー通信で用いられている技術の応用展開として興味深い。また、今回は「3.15 シリコンフォトニクス」とのコードシェアセッションが開催された。3.14 光制御デバイス側からは有機薄膜光集積回路や導波路共振器などについての発表があり、活発な議論が行われた。これを機会に両分野の連携が深まり、新たな展開につながることを期待したい。

光ファイバーでは、口頭 6 件、ポスター 4 件の講演があった。継続的に同セッションに発表を続けているグループを中心として、センシングの研究発表が多く、口頭 6 件中 5 件がセンシングに関する発表であった。センシング以外では、光スイッチや光増幅器応用を念頭においた光ファイバーの非線形現象の研究発表がなされた。

「3.15 シリコンフォトニクス」においては、20 件の口頭講演、「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における口頭講演 8 件、ポスター講演 12 件、合計 40 件の講演が行われた。今回、センシングデバイスとして、フォトニック結晶スローライトを用いた車載向け LiDAR が、新たに提案され、多くの注目を集めた。アクティブデバイスとしては、p 型 Si、n 型化合物半導体を組み合わせたハイブリッド MOS 型光変調器が、新たに提案され、高い変調動作が報告された。さらに、歪 SiGe を付加した PN 型光変調器の 28 Gbps 動作、フォトニック結晶光変調器を用いた 16QAM 変調器の実証など、幅広い報告が行われた。Ge デバイスにおいては、発光デバイス応用に加えて、中長赤外波長 (2~15 μm) 向け各種光デバイスの報告が行われた。光源デバイスとしては、シリコン導波路と量子ドットレーザーがエバネッセント結合したハイブリッドレーザーの実証が報告された。

今回は、非シリコン材料を積極的に活用した発表が数多く行われた。また、新たな応用の提案を行う発表も複数見られた。近年、成熟の感のあったシリコンフォトニクス分野であったが、今後は、そのベースを生かしながら、新たな材料の組み合わせ、従来と異なる視点による新たな応用の模索など、幅広い展開が期待される。