

3.光・フォトニクス

「3.0 Optics and Photonics English セッション」では、口頭9件が行われた。聴講者は外国の方々の割合が多かったように思う。OpticsとPhotonicsでくくられた非常に幅広い分野のセッションとなり、誘導ラマン散乱の偏光依存性やテラヘルツ(THz)波の時間分解分光等を利用した物性評価手法、ナノ構造におけるプラズモンFano共鳴の評価、メタマテリアルを利用した近赤外領域での完全吸収構造の提案、有機EL素子発光特性の評価、ErドープしたAlGaAs太陽電池材料特性の評価、量子ドットレーザーダイオード(LD)の戻り光耐性評価、量子ドットSemiconductor Optical Amplifier (SOA)の四光波混合特性評価、シリコンリング共振器のバイオセンサー応用検討、に関する発表が行われた。発表毎に領域が異なるため聴講する方も大変ではあるが、各発表とも活発な質疑応答が行われたのは印象的であった。

「3.1 光学基礎・光学新領域」では、口頭16件、ポスター2件が行われた。参加者は講演に熱心に聞き入り、活発な質疑応答が交わされ、大いに盛り上がった。ベクトルビームは、THz、X線、顕微鏡、結晶成長の制御にまで応用の範囲が広がっている。グリシンの単結晶は、円偏光光渦の照射によりが得られやすいことが分かった。そのメカニズムの解明が待たれる。新たな研究として、金属セラミック粒子を用いた太陽光の熱変換の提案やコアシェル型高屈折率誘電体ナノ微粒子の可視域電磁場応答制御に関する講演があった。今後の発展及び展開が楽しみである。

「3.2 材料・機器光学」は口頭12件とポスター10件があり、活発な議論が行われた。口頭発表では、赤外光による塗抹文字検出や液晶レンズなどの実用性の高い報告から、金属ナノ粒子作製や液晶・ポリマー・結晶材料の光学特性評価まで、非常に多岐に渡る研究報告が行われた。特に、動的光重合法による回折格子作製は非常に興味深く、2光束干渉を用いることなく1光束のみで回折格子作製可能な簡便な手法であるので、今後の進展に期待したい。現状発表者の多くが大学・公的研究所関係者であり、一般企業からの発表がほとんどないことが今後の課題である。

「3.3 情報フォトニクス・画像工学」では、ポスター7件、口頭21件の計28件の発表があった。デジタルホログラフィー4件、ホログラフィックメモリー5件、ホログラフィック3Dディスプレイ4件と、ホログラフィーの計測、メモリー、ディスプレイ応用が全講演数の半分を占めている。特に、デジタルホログラフィック顕微鏡によるバイオ計測応用については世界的にも多くの研究が報告されており、今回の講演会でも件数が以前よりは減少しているが引き続き報告があった。デジタルホログラフィーでしか観測できない応用例が出てくるとこの分野の一層の活性化が見込まれるため、今後の展開に期待したい。

「3.4 生体・医用光学」ポスター9件、口頭15件の計24件の内訳は microscopy 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、optical coherence tomography (OCT)関連3件、超音響計測2件、その他6件であった。顕微鏡関連では、飽和励起(SAX)超解像蛍光イメージング、マルチモード多光子顕微鏡、高感度・高解像フォトサーマル顕微鏡、cathode luminescence (CL)による生細胞イメージングなどの報告があった。特にCLを用いた生体イメージングでは高分解能化だけでなく、マルチスケール観察も試みられている。拡散光計測・イメージング関連では、皮膚の光伝搬数値計算やレーザー走査型拡散光トポグラフィーによる血管脈動イメージングに関する報告があった。OCT関連では、波長0.8~1.9 μm の広帯域波長依存特性の評価や、short multimode fiber probeを用いたFF-OCT、多波長InAs量子ドットSLD光源を用いたSD-OCTなど適用範囲の拡大に向けた検討が行われている。超音響計測では、CW光源を利用した非侵襲血糖値計測や高精度化に関する報告があった。その他にも、レーザースペckルを利用したナノ粒子挙動の制御や心臓組織切片を用いた心臓の拍動・同期化に関する

る研究など、新アルゴリズムの提案や応用範囲の拡大が試みられており、継続的な拡がりを見せている。

「3.5 レーザー装置・材料」は28件の口頭講演・5件のポスター講演があり、その内9件は3.14とのコードシェアセッションであり、講演奨励賞受賞記念講演として堀川氏よりパラメトリック相互作用の赤外光渦生成におけるキラリティ量子数の制御について詳細が発表を皮切りに、厚さのあるPPLNによる広帯域パラメトリック発振やCLBO結晶、AlGaAsに関する講演があった。3.5 独自セッションでは、Pr:YLFモード同期レーザー、1.1 μ m帯陽子ドット波長可変レーザー、Cr⁴⁺:YAG単結晶ファイバーレーザーなどの発表があったほか、Yb:FAP異方性セラミックスでは磁界中スピンによる配向制御が報告された。励起手法としては、緑色LDによる直接励起Ti:Sapphireモードロックレーザーも報告された。

「3.6 超高速・高強度レーザー」では、宅間宏賞受賞記念講演1件、講演奨励賞受賞記念講演1件、招待講演1件、一般講演47件、ポスター発表1件があり、活発な議論が行われた。真空紫外高調波発生、高出力赤外短パルス発生、光渦の定量解析、ラインバイライン波形整形、Supercontinuum光発生など、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、モード同期レーザー、位相変調方式光源、及び、マイクロ共振器を用いた、様々な発生法の報告があった。さらに、石川哲也氏によるSACLAに関する宅間賞受賞記念講演があったほか、レーザー駆動イオン加速、配列・配向分子、アト秒パルスの集光や応用、第一原理多配置理論、コヒーレントフォノン、有機分子やトポロジカル絶縁体のダイナミクス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32件ポスター4件、計36件の講演があった。分科会の招待講演「フェムト秒レーザーをトリガーとした細胞内分子の操作」では講師Hao He教授が不慮の事態で来日できなかったが、自動プレゼンテーションにより無事講演がなされ、Skype™により質疑討論がなされた。リモート参加による国際化の為に重要なモデルケースと考えられる。一般の講演ではフェムト秒レーザーによる微細構造形成や液中プロセスなどの報告があり、活発な議論が行われた。あわせて開催された分科会企画シンポジウム「レーザーによる3次元造形技術の最先端から実用まで」では当該テーマに関連する招待講演5件、一般講演4件があり、好評を得た。

「3.8 光計測技術・機器」では、45件の口頭講演、9件のポスター講演が行われた。口頭講演は、常に立ち見が出るほどの盛況で、活発な議論が行われた。光コムを用いた干渉計測やファイバー光コム共振器の外乱/RF周波数変換機能を利用したひずみ計測、精密分光のための光源やセンサーの開発、ライダーや分光スペクトルを利用した微量気体測定、THz波を利用した膜厚計測など、多岐にわたる光計測に関する報告があった。各報告に対して、光源や分光、計測など、異なる専門の立場からの質問やコメントもあり、中分類再編による効果が出てきている。今後ますますの発展が期待される。

「3.9 テラヘルツ全般」ではTHz技術に関して、一般講演45件、講演奨励賞受賞記念講演1件、ポスター17件の講演があり、3日間に渡り活発な議論が行われた。電子技術ならびに光技術の双方から多様な技術が紹介され、発生・検出・光学素子、分光・イメージングなど各種要素技術の着実な進展が感じられた。今回は、結合二重上位準位構造を用いた差周波発生量子カスケードレーザーの室温発振や共鳴トンネルダイオードの多素子集積化による周波数可変性実現、高強度THzが誘起する金ナノ構造中の非線形電気伝導の観測、液中イオンの同時計測、ガスハイドレートの分光、ビデオレートTHz電場ベクトルイメージング、THz無線通信への応用に関する内容まで幅広い分野にわたり、大変興味深い講演が多数あり、今後の発展が期待される。

「3.10 レーザーカオス」では、前回と同様に、カオス同期ダイナミクスやレーザーカオス応用に関する報告が多くなされた。量子光学・量子情報技術関係においては、量子鍵配送、量子干渉、そして量子光源関連の報告が多くなされた。特に、高次元量子もつれ発生に関する報告が2件あり、注目を集めた。

また、プラズモンデバイスを応用した量子もつれ蒸留が報告され、所謂「量子プラズモニクス」分野の今後の展開が期待される。

「3.11 フォトニック構造・現象」では、業績賞(研究業績)受賞記念講演、女性研究者研究業績・人材育成賞(小館香椎子賞)受賞記念講演、講演奨励賞受賞記念講演各1件のほか、13.7 とのコードシェアセッションにおける6件を含む口頭33件、ポスター6件があった。受賞記念講演では、フォトニック結晶工学の進展と今後の展望、フォトニック結晶レーザーによる新奇集光ビーム、光ナノ共振器間の断熱的光転送の実現などの卓越した研究成果をご講演いただき、一般講演では、三次フォトニック結晶の新規作製方法の提案、プラズモニック導波路のSi細線導波路への結合、量子ドットとナノ共振器との結合状態評価、スローライト導波路をもちいた光誘起ドップラーシフト、切削加工による結晶材料WGM共振器など、活発な議論が行われた。また今回はじめて行われたコードシェアセッションは、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、講演奨励賞受賞記念講演2件(うち1件はOSA joint symposium “18.1 Plasmonics”での受賞)、口頭51件、ポスター28件と、前回は上回る合計81件の講演が行われるとともに、分科企画シンポジウム「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン系の理論とデバイス構築」を開催するなど、3日間に渡って活発な議論がなされた。半数以上がプラズモニクス・メタマテリアルをキーワードとする講演で、金属の単一ナノ構造体・周期配列構造・ランダム配列構造などにおけるプラズモン現象について、材料特性・作製法・紫外～可視～赤外の光学特性・可視化・センサーやデバイスへの応用・理論解析など幅広い領域で最新の研究成果の報告や新しい提案がなされた。近接場光プローブを用いた高解像イメージングについても装置開発・観察結果・理論提案等の報告がなされ、特にプローブに表面プラズモンパルスを組み合わせた新しい計測手法の研究は興味深く、ポスターアワードを受賞した。

「3.13 半導体光デバイス」では川端祐斗氏の講演奨励賞受賞記念講演含む口頭34件、ポスター3件で内訳は、半導体レーザー・発光素子20件、光検出器5件、プロセス技術4件、光制御・受動デバイス4件、太陽電池3件であった。VCSELでは複合共振器構造を用いた単一横モード制御とチャージング低減が、量子ドットレーザーではスポットサイズ変換器を集積化してFabry-Perotレーザーと同等のしきい値電流・光出力・温度特性・垂直方向広がり角低減が確認された。広帯域量子ドットレーザーではCW・パルス動作のTバンドスペクトル特性が、発光素子では金属磁性体電極を用いたスピン発光ダイオードの円偏光ヘリシティの高速切替が報告された。シリコン基板上のレーザーでは薄膜分布反射型レーザーの室温連続発振、低電圧動作化と進展が伺えた。サブ波長テクスチャ構造深紫外LEDにおいて90mWという高光出力動作が達成された。光配線技術では、紫外線硬化樹脂を用いたフォトニックワイヤボンディングにより半導体レーザーと光検出器の光伝送技術が報告され、光検出器では撮像素子の高感度化、赤外検出器のドットinウエル構造、プラズモニックナノギャップアンテナ構造が検討された。

「3.14 光制御デバイス」光ファイバー関連では、口頭13件、ポスター2件の発表があった。ファイバーグレーティング作製をはじめとした特殊ファイバーの加工や、光導波型マイクロホン・光ファイバーセンサー網などセンサー応用が報告された。研究の基盤とする背景と目指す応用については、講演毎に大きく異なっており、幅広い観点からの議論が行なわれた。センサー応用を念頭に置いた発表が多いことから、光計測などの他の分科とのジョイントセッションで新たな視点を触発して更に活発化することを考えたい。強誘電体関係では3.5 とのコードシェア d セッション6件を含む計16件の発表があった。KTN (potassium tantalate niobate)結晶を用いた光偏向器では、素子形状の変更による特性改善の検討など幾つかの新提案があり、着実な進展が見られた。PPLN 導波路素子では、電気光学効果や熱光学効果を用いた特性改善の検討が報告された他、非線形光学結晶への周期分極反転構造形成や微細リッジ構造形

成手法において新提案が成された。強誘電体以外では、口頭 12 件、ポスター7 件の発表があった。磁性体関連では、エバネッセント結合による **GdFe** 薄膜の磁気光学効果の増強や、外部制御なしで所望の偏波状態を得るための偏波整列素子の新提案などの報告があった。ポリマー関連では、電気光学効果を用いた光強度変調器や熱光学効果を用いた積層導波路型光スイッチについての継続的な発表のほか、ディスプレイで直径数 μm のマイクロワイヤーの架線構造を作製して **Whispering Gallery Mode cavity** を形成するという報告があり、ポリマーならではの特徴を生かした構成として興味深い。引き続き、関連分野との連携で、新材料や新構造による新たな光機能デバイスの開拓へつながることを期待したい。

「3.15 シリコンフォトニクス」においては、口頭発表 35 件、ポスター発表 9 件、合計 44 件の講演が行われた。シリコンフォトニクスのさらなる性能向上、外部との光 **interface** の改善、新規材料の開発など、幅広い発表が行われた。光変調器では、フォトニック結晶導波路による小型化、**SiGe** を用いた光変調効率の向上と、構造、材料による特性向上に関する講演が行われた。**Si** 基板上光源としては、**Ge**、化合物半導体（量子井戸、量子ドット）の集積に関する講演が行われ、**Si** 基板上 **InP** 薄膜上結晶成長技術、単一周回モードで発振するリングレーザ等、興味深い成果が報告された。上記以外にも、**SiON**、**SiN**、**a-Si:H** などのパッシブ導波路、外部との光接続に必要となるスポットサイズ変換器、光アイソレータ、多ポート光スイッチなど、様々なデバイスに関して、発展的な発表が行われた。今後は、さらなる先進技術の研究開発と共に、より使いやすい技術への研鑽が期待される。