

大分類3「光・フォトンクス」では、今回4つのシンポジウムが開催された。16の各中分類においては、山西正道氏（浜松ホトニクス）の応用物理学会業績賞受賞記念講演、兒玉了祐氏（阪大）の光・エレクトロニクス業績賞（宅間宏賞）受賞記念講演、5件の分科内招待講演、5件の講演奨励賞受賞記念講演を含む、合計658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た。意見交換会では秋に開催される大分類4「アメリカ光学会（OSA）ジョイントシンポジウム」との協力体制についても議論された。大分類3と4の緊密な連携・協力によって、世界に向けての応用物理学会の発信力強化に貢献していきたい。

「3.1 光学基礎・光学新領域」では、口頭17件、ポスター9件の講演があり、活発な議論が行われた。今回は、シンポジウム「ナノ物質光マニピュレーションの最先端」が行われたため、本中分類の講演件数は減少した。内容は、軸対称偏光素子によって生成されたリング状光格子による微小粒子の回転や金属ナノトライマーを用いたナノ粒子の回転、円偏光による螺旋状の表面レリーフの形成特性の解析など、回転を意識した発表が多かった。また、偏光を制御するためのホログラムや液晶を用いたデバイスにも進展が見られた。傾向として、特殊な偏光状態の光を用いた物質の操作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」では口頭11件、ポスター9件の計20件の講演があった。口頭講演では、ナノコンポジット材料や一軸性有機材料などの材料から、異方性回折素子や液晶レンズなどのデバイス、キラル分光装置やラマン散乱分光装置などのシステムまで、多様な報告が行われた。電通大・富田康生氏による光重合性ナノコンポジット材料に関する分科内招待講演では、ホログラフィックメモリーやウェアラブルデバイスから高次非線形光学素子、中性子ビーム用光学素子まで幅広い応用が紹介され、30分の講演時間が短く感じられた。他の講演では、偏光干渉露光を利用して光学異方性の周期構造を形成した異方性回折素子によりビームパターン変換や偏光・波長分離を行うという複数件の報告が目立った。具体的な応用を意識し、他のデバイスでは実現できない特性を実現できれば面白いと思われる。

「3.3 情報フォトンクス・画像工学」では、分科内招待講演1件、講演奨励賞受賞記念1件、一般口頭22件、ポスター10件の計34件の講演があった。最近の傾向を継続し、ホログラフィックメモリー、デジタルホログラフィ、空中・立体ディスプレイの講演が目立った。ディスプレイでは背景をキーワードとする新しい動向も見られた。一方、単一光子による意思決定、複眼光学系による筆跡鑑定、単一画素位相イメージング、平面導波路型デジタルホログラフィック顕微鏡など、広範囲に渡る新システムや応用も多数報告された。ナノ光技術を利用した波長変換フィルムや空間光変調器の高速化などデバイス技術にも着実な進展が見られた。また、招待講演「今日から始めるスパースモデリング」では、圧縮センシングを例に多くの適用事例が紹介されたあと、実用に足るわずか2、3の数式が指南され、講演後も含め活発に質疑応答がなされた。チュートリアル講演「フーリエ変換と相関積分、畳込

積分で統一的に理解する光学機器」でも多数の聴講者があり、フーリエ光学の基礎から、フーリエドメイン光コヒーレンストモグラフィーにおける関係式まで統一的な解説が好評を博した。今後も、従来と異なる視点に基づく幅広い研究展開による本分野の一層の活性化を期待したい。

「3.4 生体・医用光学」では、口頭 18 件、ポスター発表 15 件の合計 33 件の発表があり、活発な議論が行われた。内訳はマイクروسコピー関連が 11 件と最も多く、拡散光計測・イメージング関連 8 件、光コヒーレンストモグラフィー (OCT) 関連 2 件、レーザースペckル計測 2 件、その他 12 件であった。顕微鏡関連では、Er 添加ナノ粒子の高次非線形応答を用いた蛍光イメージング、生細胞に投与した薬剤による標識やラマン散乱光の増強、細胞内輸送される金属ナノ粒子による増強ラマン散乱スペクトルの解析、電気光学結晶を用いた連続偏光分解 SHG 顕微鏡、CARS 硬性鏡を用いた神経組織の無染色イメージングなどの報告があった。生体計測、生体分析関連では、ロボットアームを用いた血流の自動計測システム、3 次元造形技術を用いた曲面形状皮膚ファントムの試作、モンテカルロシミュレーションを用いた偏光と多重散乱光の生体内光伝搬解析、生細胞に対する可視域短波長レーザー光の光毒性評価や電子線照射による細胞膜損傷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、量子ドット SLD 光源を用いた高分解能 OCT やドップラ OCT による眼底血流速度計測など、適用範囲の拡大や高分解能化に向けた検討が継続的に行われている。レーザースペckル計測では、血液凝固過程におけるバイオスペckルパターンのフラクタル性の評価や神経刺激に伴う血流変化を 2 波長スペckル法で評価する試みについて報告があった。その他にも、蛍光分子の光褪色における三重項/暗状態の過渡応答解析などの基礎研究やラマン分光法を利用した末梢神経検知など、臨床での使用を想定した新しいアプローチなど興味深い報告が数多くあった。今回は 3 件のキャンセルがあったものの、講演件数は前回に比べやや増加しており、新しい着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、講演奨励賞受賞記念講演 1 件、一般口頭 28 件、ポスター 14 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 4 件の講演が行われた。コードシェアセッションは今回で 7 回目を迎え、聴講者にも浸透していた。内容は、ファイバーレーザー、固体レーザー、材料特性に関する発表に加え、非線形波長変換や波面制御に関する発表に及んだ。特に、セラミック材料を利用した中赤外域でのレーザー発振や、光学材料の物性値評価に関する発表に注目が集まった。これらの講演内容は、レーザーに関する最先端研究を網羅しており、多くの聴講者が来場し非常に活発で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、光・量子エレクトロニクス業績賞（宅間宏賞）受賞記念講演、一般口頭 30 件、ポスター6 件の合計 37 件の講演があり、活発な議論が行われた。阪大の兒玉了祐氏による業績賞受賞記念講演は、パワーレーザーによるプラズマフォトンニクスの開拓に関する内容であった。一般講演では、コヒーレント光励起、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、固体からの高次高調波発生、高強度レーザーの開発、光渦、光周波数コム光源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。一方で、光周波数コム技術においては、デュアルコム発生とその非線形分光への応用や、マイクロコム光源開発などにおいて、多数の意見が活発に交わされるなどし、新しい潮流も感じさせられる大会でもあった。

「3.7 レーザープロセッシング」では、口頭 38 件、ポスター 9 件の合計 45 件の講演があり、口頭講演では 80 名程度の聴講者を集めた。多様化するレーザープロセス応用の中でも、今回特に、光渦を利用したレーザープロセス（特にフェムト秒レーザー加工）の研究例が増加し、レーザー光制御の新たな展開として注目された。招待講演者である佐藤雄二氏（阪大接合研）からは、マルチレーザー加工ヘッドを用いたレーザーコーティング法に関して、装置開発と、特性を活かした薄板上への高品質コーティング層形成などの成果が紹介された。あわせて開催された分科企画シンポジウム「多様な光源により進展する光プロセスの基礎と応用」では、招待講演 6 件と一般 6 件の講演が行われ、100 名超の聴講者を集め、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、口頭 50 件、ポスター10 件の合計 60 件の講演があった。口頭講演の内訳は、偏光計測（2 件）、光学干渉計（6 件）、分光・精密（11 件）、光センサ・デバイス（16 件）、計測システム（11 件）、LiDAR（Laser Imaging Detection and Ranging）（4 件）であり、今後も光計測分野の発展が期待できる内容であった。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」では口頭 38 件、ポスター11 件の講演があった。講演内容は、メタマテリアル、エレクトロニクスおよび非線形光学過程を利用したテラヘルツ波発生・検出に関する研究、イメージング・分光システム開発に関する研究等に及んだ。特に、室温動作する共鳴トンネルダイオードからのテラヘルツ波の非線形光学結晶による検出は、別々に研究が進められてきた感のあるエレクトロニクスとフォトンニクスの融合であり、当分類の新たな展開を期待させる内容であった。その他、周波数可変のテラヘルツ光渦パルス生成、テラヘルツ波を使ったゴム材料の内部歪イメージング、多波長イメージングによる薬物同定などの研究成果が注目を集めた。ポスターセッションでは、東北大の大野誠吾氏によるモアレを用いたテラヘルツ波偏波制御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、講演奨励賞受賞記念講演 1 件、一般口頭 26 件、ポスター 2 件の合計 29 件の講演が行われた。

レーザーカオスのセッションでは、主に非線形光学に関する研究報告がなされ、特に戻り光を有する半導体レーザーで発生するカオス現象の解明と、その応用に関する講演が主であった。特に光学系のダイナミクスを用いた人工知能分野への応用として、リザーバコンピューティングや意思決定に関する講演は多くの注目を集めていた。また、2次元共振器レーザーのダイナミクスやテラヘルツ波発生、相関次元を用いた秘密通信への応用、高速物理乱数生成などの講演があり、多くの質疑応答が活発に行われた。

量子情報科学に関する講演奨励賞受賞記念講演は、光子を用いて生成された高次元のもつれ合い状態の評価法に関する研究をさらに進化させた、長距離伝送実験に関する内容であった。一般講演における応用的研究として、量子暗号技術に関する理論的な研究や、将来技術の基礎的研究が注目を集めていた。また量子計算や量子認証に関する複数の講演があり、今後の発展が期待される。基礎的な研究例としては、デコヒーレンスに関する研究や非古典光発生に関する講演があり、活発な議論が行われた。

「3.11 フォトニック構造・現象」では、口頭 27 件、「3.12 ナノ領域光科学・近接場光学」、および「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 30 件、ポスター講演 16 件があった。一般講演では、光学顕微鏡を用いた 3次元フォトニック結晶作製や転写プリント法などの作製技術に関するものから、高出力レーザー、オンチップ光相関計、偏光分離プリズムのような応用研究に関するものまで、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、フォトニック結晶のトポロジカル相に関する新奇物理現象や、真空ラビ振動の時間領域測定、結合共振器のブリルアン発振などが報告された。さらに新たな試みとして開催された 3.12 とのコードシェアセッションにおいては、熱輻射・放射冷却への応用、光学迷彩応用、光論理ゲートへの応用、新規設計・作製方法等の報告があり、分野間のあらたな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 46 件、ポスター 21 件、また「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口頭 9 件の講演が行われ、初日から 3 日間に渡って活発な議論が行われた。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最も多く、プラズモンの干渉や群速度遅延、時間分解観察、二光子吸収や第二高調波発生などの非線形効果、アレイやランダム構造におけるマクロな光吸収特性評価、プラズモニックプローブの設計や利用など、基礎から応用まで幅広い領域で最新の研究成果が報告された。一方で、プラズモニック材料としての窒化チタンの利用や、自己組織的なメタマテリアル構造の作成によって新しい機能や最適化につなげようとする複数の数値計算や実験的試みは、この分野における新しい研究領域の幕開けを感じさせた。また、今回新しく実施したコードシェアセッションは、前回秋季講演会のシンポジウムのテーマを引き継ぐ形で「フォトニック・プラズモニック構造および熱制御」というタイトルで行われ、メタマテリアルによる熱

輻射・熱制御に関して分野を横断する講演が集まり盛況であった。

「3.13 半導体光デバイス」では口頭 53 件（そのうち 3.15 とのコードシェアが 15 件）、ポスター 10 件の講演があった。内容としては、半導体レーザー・発光素子が最も多く 32 件、太陽電池関連が 7 件、光変調器が 3 件、光制御素子が 3 件、半導体光増幅器が 2 件、受光器が 2 件、プロセス技術が 2 件であった。会場が満席になる盛況ぶりで、活発な議論が行われた。

太陽電池・受光デバイス関連では、ヘテロ接合 Ge 太陽電池、InGaP/Si 波長スプリッティング太陽電池の屋外発電特性、ショックレー-クワイサー限界理論に関する基礎的検討などが報告された。また、光給電システムにおける給電効率の向上を目指し、垂直共振面発光レーザー（VCSEL）の熱抵抗・電気抵抗の低減、化合物太陽電池の特性改善、光源・受光器における光波長選択に関する検討、システムの高効率化に関する基礎検討などが報告された。その他、AlGaInP 薄膜 LED の微小円錐台構造による高出力・高効率化、深紫外 LED 封止樹脂の劣化機構の解明に関する報告があった。

VCSEL においては光増幅器、波長可変動作、Talbot 効果、VCSEL アレイにおけるスーパーモードの影響の理論解析、そして外部共振器を集積して光子共鳴現象を活用した報告がなされた。量子ドットレーザーは DFB レーザー化により広い温度範囲で 10 mW の光出力を実現した。量子ドットを半導体光増幅器（SOA）に適応した報告もされた。メンブレンレーザーでは低閾値動作と分布反射型（DR）レーザー化した報告がされた。光トランジスタレーザーや、多モード干渉（MMI）レーザーなど新規構造のレーザーについても報告がなされた。また、半導体を金属で覆った波長スケールの極微小レーザーの室温発振が報告された。

この他の光デバイスとしては、多モード干渉構造を用いたモード変化と吸収変化を利用する電界吸収型変調器、切り替え時間 40–60 ns の高速な光モードスイッチなどの半導体光制御デバイスが報告された。一方、薄膜層化による良好な過剰雑音のアバランシェフォトダイオード（APD）や、暗電流の小さな 5 μm 帯用量子カスケード光検出器といった受光デバイス、およびグラフェンを用いた Si-FET の光応答などの報告があった。このほか、光デバイス製作技術に関わる電子線描画法の検討やエッチング表面の特性分析なども報告された。

3.15 とのコードシェアセッションにおける半導体レーザー関係では、直接貼付 InP/Si 基板上 GaInAsP レーザーの発振特性に関する報告、Si 基板上 DR レーザーの発振特性の温度依存性に関する報告があった。また、IV-VI 族エピタキシャル成長と中赤外レーザーへの応用に関する検討が報告された。

「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、変調器や偏向器、および波長変換など計 8 件の投稿があった。そのうち 7 件は 3.14 単独セッションで、1 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講演が行われた。ニオブ酸リチウム（LN）結晶関連では、基板材料の変更によるミリ波帯アンテナの高性能化や、3 ミクロン帯差周波光源を用いたガス検出などが報告された。GaAs 結晶による波長変換素子では、成長温度最適化による特性改善が報告された。KTa_xNb_{1-x}O（KTN）結晶を用いた光偏向器では、LED 光照射による特性改善という新たな手法などが報告された。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、大型 LN 結晶の結晶育成縞問題の確認とその回避手法など、レーザー応用の観点からの検討が成され、異分野との意見交換・交流が行われた。

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 5 件の発表があった。発表内容は、デジタルフィルタ設計手法を用いた異径直列結合マイクロリング共振器などの設計技術から、干渉露光による分布ブラッグ反射器（DBR）とグレーティングカップラーの同時作製などの作製技術、分光光度計を用いたセンサモニタリング法による液晶素子のリタデーション測定などの評価技術、アレイ導波路回折格子（AWG）と熱光学スイッチを集積した平面光波回路（PLC）を用いた T バンド外部共振器型波長可変レーザーなどの集積技術まで、多岐にわたるものであった。今後、こうしたそれぞれの技術が触発されて発展することを期待したい。

光ファイバー関連の発表は、口頭 4 件、ポスター 5 件であった。「光ファイバー」というキーワードを中心に、主たる興味の方向性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、深化する為、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」においては、口頭 37 件、3.13 とのコードシェアセッションにおける口頭 10 件、ポスター発表 14 件、合計 61 件の講演が行われた。「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、アクティブデバイス関連の発表が集まり、シリコン（Si）と化合物半導体をウエハボンディング技術により組み合わせたレーザーや光変調器が多数報告された。山西正道氏（浜松ホトニクス）の業績賞受賞記念講演が行われ、量子閉じ込めシュタルク効果（QCSE）の発見や海外勢との熾烈な研究競争について貴重な経験をご講演いただいた。また、馬場俊彦氏（横浜国立大学）の分科内招待講演が行われ、フォトリソグラフィ結晶から導波路デバイスまで多岐にわたるご自身の研究について振り返るとともに、半導体デバイス製造のみを専門に行うファウンドリサービスの発展や車載向け LiDAR などの新しい展開についてご講演いただいた。LiDAR については、馬場氏のグループよりビーム偏向、集光構造、FMCW（Frequency Modulated Continuous Wave）検波と幅広い検討結果が報告された。ゲルマニウム（Ge）デバイスにおいては、発光デバイス応用に加えて、逆リブ構造による貫通転位低減、フォトダイオードの低暗電流化などの報告が行われた。パッシブデバイスでは、高効率なグレーティングカップラーの実証、垂直に導波路変形したエレファントカップラーの提案が報告された。その他、非シリコン材料を積極的に活用した発表も数多く

行われ、磁性ガーネットを用いた磁気光学デバイスや希土類発光材料の堆積、メタマテリアルを利用したスローライト光バッファについて報告が行われた。

「3.16 Optics and Photonics English Session」では、口頭 10 件の発表があった。発表者は、ほとんど国内の大学、研究機関の外国人研究者である。発表内容は、テラヘルツ用ボロメータ、ナノ・ファイバー、プラズモニック・ナノアンテナ、キャビテーション観測、ナノ・パーティクル利用のバイオ・センサー、ファイバー・バンドル画像の画像処理技術、二光子蛍光顕微鏡による酸化亜鉛の欠陥観測、誘電体リング共振器、シリコン上の InP レーザーなど、極めて多岐に渡るものであった。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、非常に活気のある講演会であった。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、よいセッションだと言える。今後、このセッションへの投稿数が増えることを期待したい。