

新分野を切拓く空間光波面制御技術

宇都宮大学 早崎芳夫
東京農工大学 岩井俊昭

本シンポジウムでは、基盤的光技術の1つである空間光波面制御技術を主題に、活発な研究をされている方々に講演を頂いた。いくつかの魅力的なシンポジウムが同時刻に開催されていたので、多くの方々に集まっていただけか心配であったが、午後1時の開始から午後6時の終了まで、120人以上の多くの方々にご参加頂いた。これは、それぞれの講演が魅力的であったおかげである。また同時に、空間光波面制御技術に対する期待がいかに大きいかを実感した。ここでは、まさしく「新分野を切拓く」ことのできる「空間光波面制御技術」についての将来展望を述べる。

空間光波面制御技術の発展は空間光変調素子の進歩に依存する。空間光変調素子の持つ画素数とフレームレイトが応用展開の方向性を決定する。空間光変調素子として完成度の高い液晶素子を考えると、現状において画素数は最大100M個程度であり、光波面制御という観点から必ずしも十分でない。また、フレームレイトも、2以上の位相変調可能な素子では30Hz程度であり、カメラに搭載して波面補償する場合に十分な速度とは言えない。

高性能な空間光変調素子を開発するためには、その開発コストに見合う収益性を有する応用が必要であり、その発展には、牽引役として以下の3つが考えられる。

第1の牽引役は、視覚用ディスプレイである。現在、大画面、高ダイナミックレンジ、高信号雑音比、高階調、高フレームレイトを目指して、液晶をはじめとするディスプレイの製品化が進められている。その先には、高画素数、高精細を目指した開発が進むことは明らかである。これらの開発は、消費者やコンテンツ制作側、生産者側の要求に応じて進展し、学術研究とは独立して個別に進む。ディスプレイの高性能化は、空間光波面制御技術に、2つ効果をもたらす。1つは、その高性能化したディスプレイをそのまま流用して、学術研究に使うことである。特に、民生機器は圧倒的に低価格であるため、多数のディスプレイを用いるなど大規模なデモンストレーションも可能となる。もう一つは、ディスプレイ開発で培われたデバイス製作技術や画像処理技術、データ通信技術が、空間光変調素子の開発にそのまま活用できることである。

第2の牽引役は、補償光学や収差補正などの実時間光学系補正技術である。民生品では、デジタルカメラの手ぶれ補正や光ディスクの収差補正など、光学系を実時間で調整する技術の進歩が著しい。研究開発用や業務用では、光学顕微鏡や天体望遠鏡、干渉計測装置、眼底検査機器に測定対象内の収差や歪みを補正する技術が適用されている。これらは、測定対象の変化に応じて性能を決定するので、応答速度や解像度、画素数において既存の素子の性能を大きく越える新しい動作原理に基づく空間光変調素子の創成を必要とし、空間光波面制御技術におけるイノベーションのドライビングフォースになり得る。

第3の牽引役である空間光波面制御技術による対象への並列アクセスは重要である。産

業応用の観点から重要な光メモリーのアクセス，レーザー干渉計測，レーザー加工などにおいて，並列アクセスは加工スループットの向上に加え，エネルギー損出を抑えながら対象物質に適切なエネルギー照射を可能にする．特にレーザー加工分野では，基盤技術として日本の強い産業の1つである．現在，レーザー加工はマイクロメートル加工と比較してスループットを落とすことなく，波長以下のナノメートル加工が求められている．空間光波面制御技術に基づいた並列レーザー加工はその一つの解であり，その要求される仕様が明確であることから，空間光波面制御技術に対する性能要求も明確になり，高性能な空間光変調素子開発の動きが起こるきっかけとなる．さらにレーザー加工は，医用への応用展開も重要であり，医療への応用に向けた空間光波面制御技術に基づくレーザー加工の実証的検証も行われつつある．

空間光波面制御技術を用いて空間的な強度や偏光を制御されたビームを生成し，分子や原子の計測や制御を行うことは，学術的な応用の観点から非常に興味深い．新しい物理現象をもとに，新しい技術を産み出すことが期待される．

空間光波面制御技術とは，光の横方向空間の自由度を用いて，光スペクトル制御やパルス時間制御，偏光制御，光軸方向の光制御など光の別の自由度を制御することであり，革新的な発見・発明の基盤技術となる．