

2022 年度光産業技術シンポジウム実施報告

2022 年度の光産業技術シンポジウムは、当協会と技術研究組合光電子融合基盤技術研究所（PETRA）が共催し、「光技術が拓くカーボンニュートラルの未来」をテーマに、経済産業省の後援を受けて 2023 年 2 月 8 日（水）にリーガロイヤルホテル東京にて開催された。当協会副理事長兼専務理事 小谷泰久の開会挨拶に



経済産業省
情報産業課長 金指 壽 氏

始まり、続いて経済産業省商務情報政策局情報産業課 金指壽課長より来賓のご挨拶を頂いた。金指氏は最近何かと話題になっている半導体戦略と絡めて光技術の活用について次のように述べられた。半導体の政策は 3 ステップで進めている。ステップ 1 は半導体産業基盤強化として、熊本の TSMC プロジェクトなどの大型投資であったり、より汎用に近い半導体に関する取り組みがある。ステップ 2 は先端ロジック半導体の確保に向け、新会社ラピダスを立ち上げて米国などと協調しながらシングルナノ・ロジック半導体の量産体制を国内で整備する。また、LSTC（Leading-edge Semiconductor Technology Center）を設置して開発プロジェクトを組成

していく。ステップ 3 は国産の先端技術開発推進である。このステップ 3 の主役が光技術だと考えている。半導体政策では半導体ユーザ側の産業の成長力も重要である。自動車、ロボティクス、バイオ、新素材などではシミュレーション能力が競争力を分ける。また、コンピューティング能力を整備することは経済産業政策だけでなく安全保障の観点からも重要である。ここでも、コンピューティング能力の分散化、多機能化、多様化と消費電力削減を両立する鍵として光技術が重要である。例えば光トランシーバ、光スイッチ、光イン



堀地聡太郎 氏

ターコネクション、光電融合など幅広い光技術が社会を支えていくキーパーツになると考えている。そのほかにグリーンイノベーション基金という形で次世代のグリーンデータセンタに関してもアイオーコア社の光電融合デバイスの開発をサポートしている。今後さらに光技術の段階的実装に向けてサポートしたいと考えている。そのため重要なキーワードが継続性である。その一つの具体的なアクションとしてグリーントランスフォーメーション経済移行債（GX 債）という新しい債券を発行しながら財源をきちんと確保していく。光技術についても社会実装に向けてプロジェクトの継続的な支援をしていきたいと考えている、と挨拶を締めくくられた。



中井悦司 氏

続いて 6 件の講演が行われた。最初にグーグル・クラウド・ジャパン合同会社堀地聡太郎 氏と中井悦司 氏により「Google のデータセンターにおけるカーボンフリーエネルギーへの取り組みと Optical Circuit Switch の活用」と題して基調講演が行われた。本講演の概要を以下に示す。グーグルのデータセンターでは 2017 年以降、消費する電力量相当をすべて再生可能エネルギーで賄っている。そして 2030 年までに、世界中のすべての拠点・すべての時間帯において、カーボン

フリーエネルギーで必要な電力を賄うことを目指しており、その実現に向けた戦略的なアプローチとして、①効率的な熱放出を実現する機器配置の最適化と AI/ML を導入した冷却・熱排出制御、②地球規模のカーボンフリーエネルギーの供給変動予測と、コンピューティングタスクの配分最適化、③メガワット級の電力需要に対応しうるバックアップバッテリー導入、といった取組が行われている。さらに、オプティカル・サーキット・スイッチ（OCS）を独自に開発し、データセンター内のネットワークに実装することにより、最上位レイヤーのスイッチを削減し、電力消費量を 41%圧縮することに成功した。この OCS では内部の 2D-MEMS ミラー・アレイの制御に AI を利用することにより高精度なスイッチングを可能にしている。またデータセンター内に混在する能力の異なるアグリゲーション・ブロック間のデータ通信量変化に対応して、OCS の設定をダイナミックに変更し、ブロック間の接続ケーブル本数を調整するトポロジー・エンジニアリングという技術を用いることによって、通信量がアンバランスな状態になっても、最適な通信状態が確保されている。現状最も最適化が進んだデータセンターでは、トポロジー・エンジニアリングによってスループット帯域が 2 倍以上の結果を得られている。このように光スイッチはそのハードウェアの開発だけではなく、それを制御するソフトウェアによる機能最適化の検討も重要と考えられる。



大島 正 氏

続いて、株式会社豊田中央研究所の大島正 氏により「CO₂排出低減に貢献するレーザクラッドバルブシート技術」と題して講演が行われた。その概要は以下の通り。トヨタ自動車では、2050 年までに新車の平均 CO₂ 排出量を 2010 年比で 90%削減することを目標とする「トヨタ環境チャレンジ 2050」に取り組んでいる。また並行して、もっといいクルマづくりを実現するため TOYOTA New Global Architecture (TNGA) というコンセプトを打ち出し、製品とモノづくりの革新に取り組んでいる。レーザクラッドバルブシートは TNGA エンジンのキーテクノロジーとして走行時の CO₂ 排出量低減に大きく貢献している。バルブシートとはエンジンのバルブが着座する部位にあるリング状の部品であるが、レーザクラッドバルブシートは金属積層造形技術を用いてシリンダヘッド部に直接形成される。一般的なバルブシートに比べて薄肉化やポート形状の最適化が可能となり、エンジン出力が向上する。1991 年から一部の市販車や F1 車のエンジンで採用されていたが、製法上の問題で 2007 年に採用が中断されていた。TNGA ではダントツエンジン性能を実現するために F1 エンジンの技術が採用されることになり、レーザクラッドバルブシートの実装が必須となった。今回、高出力の半導体レーザを採用した新工法の開発などにより復活を果たした。TNGA エンジンによる CO₂ 排出量は 2015 年のエンジンに対して 15%以上削減されている。また、トヨタ自動車が生産するエンジンのうちの 60%以上を TNGA エンジンが占めるに至っている。レーザは積層造形だけでなく切断加工などへの応用が可能であり、今後更にモビリティの製造に活用できるよう研究開発を進めていく。

続いて、『「カーボンニュートラルに向けた可視光半導体レーザー技術』光テクノロジーロードマップ』と題して 2040 年に向けたロードマップについて名城大学教授の上山智 氏より講演が行われた。概要は以下の通りである。近年、可視光半導体レーザーの新しい応用研究が活発化すると同時に、高効率化、高出力化、および発振波長域の拡大が進展している。新しい応用の多くは、カーボンニュートラルへの多大な貢献も期待され、注目されている。ロードマップの策定にあたり、まず 2040 年の日本社会の状況を予測し、そこで可視光半導体レーザーがどのように使われ、どのような特性や機能が求められるのか整理した。日本は今後、

高齢化が進み生産人口が減少することから、高齢者が安心して暮らせる、あるいは生産性の高いモノづくりができる、そのような社会が求められると考えられる。具体的には例えば、無線給電が普及したり、自動運



上山 智 氏

転技術や AI 技術が進展し、これに伴ってデータ量は爆発的に増加すると予想される。また特に日本では食料自給率の向上と競争力のある農業の発展が望まれる。このような背景から、今後注目される分野としてレーザー照明・ディスプレイ、可視光通信、レーザー支援農業、レーザー給電、レーザー加工の6つについて詳しく検討を進めた。その結果、レーザー照明は、可視光通信、レーザーディスプレイとの融合で大きな市場形成が期待できるが、新しい応用分野を実現するためには、可視光レーザーの高出力化、高効率化、多色化、高ビーム品質の実現が必須である。また、可視光レーザーの高性能化のため、GaN系半導体混晶の品質の改善、非極性面の活用、ナノ構造の導入、VCSELの実現と、マルチチップ実装によるモジュール技術の向上が求められる。レーザー応用分野において、2040年におけるCO₂放出削減量を試算した結果、約6,294万トンとなり、カーボンニュートラルへの多大な貢献が期待される。これらの検討を元に3月にはロードマップを取りまとめる予定である。



宮本智之 氏

続いての講演は、東京工業大学准教授の宮本智之氏により「光無線給電技術 - 室内機器、移動中給電、水中応用の可能性 - 」と題して行われた。講演概要は以下である。無線通信技術の急速な発展は社会に大きな変革をもたらしてきたが、機器類の稼働に必要な電源は依然として有線もしくは重いバッテリーに頼らざるを得ず、このため装置の利用条件、設置方法、機能、形状等様々な面で制約が生じている。無線給電によってこれらの制約から解放され、更に大きな変革がもたらされると期待される。光無線給電は光源と太陽電池が主要な構成要素である。光を使うメリットとしては、

1 km 程度までの長距離給電が可能であること、最大 kW クラスの大容量給電が可能であること、小型軽量化が可能であること、電磁ノイズ干渉が無いことなどが挙げられる。光無線給電の最大の課題は給電効率である。現状では一般的な LD および太陽電池を使用して 16% 程度の給電効率に過ぎない。レーザーと太陽電池の研究を進めることによって最大 80% 程度まで給電効率を向上させることが出来ると期待される。なお、太陽電池は受光面全体に光が照射されるようにする工夫が求められる。光無線給電技術を応用することにより機器類に搭載するバッテリーの削減や、配線の軽量化ができるほか、電磁シールドが不要になる。これらも含めて光無線給電によって新しい社会を作ることによって間接的にカーボンニュートラルに貢献できると考えている。光無線給電の最大の課題は安全性であるが、まずは無人の領域に導入し制御技術の完成度を高め、徐々に人の管理領域から一般空間へと適用範囲を拡大する必要があると考えている。

続いて、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (PETRA) 光電ハイブリッドスイッチシステム研究開発本部研究開発責任者の鈴木賢哉氏により「高速低消費電力データ伝送のための光電ハイブリッドスイッチシステム」の講演が行われた。講演概要は以下である。「ディスアグリゲーション型データセンターに適用する光電ハイブリッドスイッチを用いた高速低消費電力伝送システムの研究開発」は NEDO からの委託研究として 2018 年 9 月にスタートし 2023 年 2 月で終了した。ディスアグリゲーション型データセンターとは CPU やメモリなど機能ごとに分けてラックに集約し、ラック間を高速の情報伝送ネットワークで接続し

たもので、大容量のネットワークが必要とされる。今後、このネットワークで消費される電力は増加し、このままいけば 2030 年にはデータセンター全体の電力消費の内の 75%におよぶと言われている。このため、ネットワークの消費電力を削減することが大きな課題とされている。この対策として、光電ハイブリッドスイッチシステムの導入を提案している。データセンター内を流れるデータ単位には比較的長いものと短いもの



鈴木賢哉 氏

の 2 種類があり、前者を光スイッチに、後者を電気スイッチに割り当てることで効率的な処理が可能となる。このような構成にすることによって、従来のネットワーク構成と比較して、電気スイッチの数を 1 割程度まで低減できると考えられる。一方、長いデータの処理に割り当てられる光スイッチは電力消費が少ない。このことから光電ハイブリッドスイッチシステムを導入することによってネットワークの容量は従来と同等で、かつ消費電力は 60~70%削減することが可能と見積もられる。このような構成のデータセンターネットワークを実現するためには 1000 ポートで 100 μ sec オーダーのスイッチング速度を有する革新的な光スイッチが必要と考えられた。

これに対してプロジェクトでは石英導波路ベースの高速光スイッチ技術、高速波長可変レーザ技術およびバースト対応コヒーレント受信技術を組み合わせた光電ハイブリッドスイッチシステムを開発し、データセンターでの実用可能性を実証することに成功した。



八木英樹 氏

最後の講演は PETRA 異種材料集積デバイス・分散コンピューティング研究開発本部大船分室リーダーの八木英樹 氏により「高効率・高速処理分散コンピューティングに向けた異種材料集積光デバイス」と題して行われた。本講演では、2021 年 7 月から NEDO 委託事業として新たにスタートした研究開発プロジェクトの狙いと取り組み内容について次のように紹介された。プロジェクトのターゲットの一つに 10 Tbps 級・低消費電力光伝送システムの開発がある。本講演は、この光伝送システムの実現に必要な異種材料集積技術とそれを活用して製造される 3 種類の異種材料集積光デバイスにフォーカスし、①異種材料集積技術の概要、②異種材料集積技術による波長可変レーザ、③広帯域・低電圧駆動変調器、④

光ミキサ (90° ハイブリッド) 集積受光器の順に研究内容を述べられた。III-V 族半導体とシリコンの組み合わせによる異種材料集積受光器は、その利点としては、III-V 族系材料による高速動作、高感度、低暗電流特性とシリコンフォトニクスによる 90° ハイブリッドの超小型化と、それに伴う感度特性の波長依存性低減等が挙げられる。InP 系導波路型受光器の検討の結果、75 GHz 以上の広帯域が得られている。

今回の光産業技術シンポジウムは、コロナ禍の出口が見え始める中での開催となったが、参加者数は約 170 名であった。