

2020年度光産業技術シンポジウム

2020年度の光産業技術シンポジウムは、当協会が主催し、「ニューノーマル時代とフォトニクス」をテーマに、経済産業省の後援を受けて2020年12月9日（水）、東京ビッグサイトにて、約140名の参加者の下、終始盛大に開催された。

当協会副理事長兼専務理事 小谷泰久の開会挨拶に始まり、経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 西川和見課長より来賓のご挨拶を頂いた。西川氏は、次のような趣旨を述べられた。本シンポジウムがコロナ禍の中、実開催できることを喜ばしく思う。光産業技術は足元のコロナ対策で非常に重要である。医療や教育



経済産業省
情報産業課長
西川和見氏

の現場、働き方、家での暮らし方、感染症対策、高齢者の介護施設での対応など全てのところに向け、イメージング・センサ、オンライン化、バイオ・光などの研究開発が進んでおり、光産業技術なしではコロナ禍に対応できない。世界中でも、これだけ光産業技術が集積し、光ファイバ敷設を含めたインフラが整っている国は少ない。政府も一体となってコロナ対策を実施するが、これまで培ってきた光技術の研究開発を、まさに今、社会実装する機会と捉えていただきたい。また、これからの成長戦略の柱は、グリーンとデジタルである。2050年カーボンニュートラルの達成手段は、電力をより効率的な形で使い、きれいな電力を作ることである。これらを支えているのが、デジタル技術であり、フォトニクス技術である。DX（デジタルトランスフォーメーション）を進めようとする、クラウド化や5Gを含めたエッジ・コンピューティングを推進する必要があるが、DC

（データセンタ）が大きな電力を使い、発展のないまま情報処理のデータ量を増やしていくと、電力が爆発する。如何にスマートにデジタル化していくか、DCの効率性を上げていくかが社会課題になる。自動運転化やファクトリーオートメーションなどエッジに近いところにコンピューティングを置いてデジタル化を進め、フォトニクスを使ってDCを効率化するとグリーン化が進む。このように、デジタルとグリーンは表裏一体の関係にあり、その鍵を握っているのが、光産業、フォトニクスであると考えられる。経済産業省も関係省庁と一体となって、5G、半導体、DC、光ファイバを含めたインフラについて、しっかり進めながらDXとカーボンニュートラルを達成する。その中で新しいイノベーションと新しいマーケットを作り、世界に貢献していただきたい。本日のシンポジウムのプログラムは大変興味深く、素晴らしい一日となるよう期待すると挨拶を締めくくられた。



古澤 明氏

続いて、午前に2件、午後に4件、合計6件の講演がなされた。第1番目は基調講演として、東京大学 大学院工学系研究科 物理工学専攻 教授の古澤明氏が、『量子テレポーテーションを用いた大規模光量子コンピューター』と題して講演された。現在、種々の系で量子コンピューターの研究が進んでいるが、量子誤り訂正を考えると、どれも行き詰まっている。コンピューターは、何億回1+1を計算しても2以外の答えが出ない状況（エラーフリー）が実現して初めてコンピューターと言われるべきだが、量子誤り訂正が行われていないため、それを達成している系は存在せず、現在、本当の意味での量子コンピューターは存在していない。量子誤り訂正を考えると、物理的量子ビット多数で量子もつれ状態をつく

り、それで1ビットの論理的量子ビットを構成する。物理的量子ビット多数で論理的な1ビットを表現することで、量子誤り訂正のための冗長性を確保する。ここで、多数の物理的量子ビットが必要なだけでなく、それらが量子もつれ状態となっていなければならないことが問題を難しくしている。1つでも壊れ易い物理的量子ビットが多数、しかも極めて壊れやすい量子もつれ状態となり、量子誤り訂正は可能と言えない。

この状況を打開するのが、古澤氏らの「連続量の手法」である。この手法では、1パルス（1波束）の中に多数の量子を詰め込むことができ、それによって量子誤り訂正に必要な冗長性を確保できるため、1パルスで論理的量子ビットを構成できる。ここで、通常の論理的量子ビットで必要となる量子もつれは、1パルス内での光子の量子相関で置き換えることができる。多数の物理的量子ビットの量子もつれ状態という非常に壊れやすい論理的量子ビットから、1パルスの単なる量子状態の論理的量子ビットへの手法の変更は、問題の難易度を格段に下げることができる。さらに、光で構成される量子ビットは飛行量子ビットと呼ばれ、空間に静止することなく、光速で移動するため、「時間領域多重」（同じセットアップを何度も使う）という方式が採れるため、量子コンピューターで解かなければならない問題の規模が大きくなっても、量子コンピューターの物理的サイズは変わらないという大きなメリットがある。光以外の量子ビット、超伝導量子ビットやイオントラップ量子ビットなどは、空間に静止しているので静止量子ビットと呼ばれ、問題の規模が大きくなると必要な量子ビット数が増え、量子コンピューターの物理的サイズが大きくなる問題があるのとは対照的である。



星田剛司 氏

2番目は、富士通株式会社 未来ネットワーク統括部 先行技術開発室長 兼株式会社富士通研究所 R&D 戦略本部 シニアディレクターの星田剛司氏が、『フォトニックネットワーク技術の新しい潮流』と題して講演された。ポスト5Gから6Gの時代にかけて、人工知能をはじめとするビッグデータ処理等の技術を活用した新たなサービス、アプリケーションが継続的に創出され、社会への浸透が進むと考えられる。物理空間からの膨大なデータが、デジタル空間で処理・解析されながら、即時に物理空間にフィードバックされるといったシステムが実現することで、より創造的で効率的な人間の活動が加速することが期待される。また、新型コロナウイルス感染症の蔓延に伴い、テレワークに象徴される、ネットワークを介した社会活動の普及が加速している。このような未来に向かう上で、現在のインフラストラクチャ

上で実現可能なことと、その限界とが同時に浮き彫りになりつつある。将来の創造的な社会活動、経済活動を支えるために、フォトニックネットワークの進化が果たす役割は、核心的に重要であることに疑問の余地はない。

そのような未来に向けてフォトニックネットワークが今後追求すべき発展の方向性として、大容量化、小型低電力化、運用容易化の3つに着目し、具体的な研究開発の取り組みを紹介された。①大容量化: 従来からのアプローチである周波数利用効率の向上が、符号化・変復調技術と高速化の発展によって今なお進化を遂げている。その一方で、シャノン限界への漸近とともに、大容量化に対する別のアプローチも重要であると認識されており、周波数領域での帯域拡大や、空間多重度の活用についても研究開発が進展している。②小型低電力化: 光送受信器を中心に研究開発の進展が著しい。長距離ネットワークで一般化しているデジタルコヒーレント通信方式を、より高速化しながら電力効率を向上し、より短距離の伝送にも適用することが指向されているが、従来技術の改善に頼るアプローチだけでは早晚限界に到達すると考えられており、フォトニクス集積技術を前提とした変革の議論が盛んである。③ネットワークの運用性: デジタルコヒーレント方式の進化に伴う符号化・変復調の柔軟性から生ずる運用の複雑さ、光ネットワーク機器のオープン化に伴う障害要因特定の難しさなどに対し、新しい光物理層の可視化技術が紹介され

た。



五十嵐龍志 氏

午後の最初の講演は、ウシオ電機株式会社 技術統括本部 インキュベーションセンター CARE 222nm プロジェクト 最高技術顧問の五十嵐龍志氏が、『生体への安全性が高い紫外線 Care 222 (222 nmUVC)の安全性確認とバクテリア殺菌および、コロナウイルス等の不活化性能について』と題して講演された。

殺菌ランプの環境表面での殺菌機能は 1877 年発見され、水中での殺菌は 1910 年、空気中の殺菌は 1935 年に確認された。その後、殺菌ランプは長い間、広く用いられてきた。1940 年-1960 年では、米国病院の手術室で手術中に非常に多く使用されてきたが、その後、人に照射すると皮膚がんや角膜炎を発症させるリスクがある事が発見され、現在、病院手術室での手術中の使用はなくなり、人の存在下では使用はなくなった。2013 年、コロンビア大 Brenner 教授グループが 200 nm – 230 nm の波長範囲の紫外線は、ひとの組織を損傷せず、

従来の殺菌ランプと同様に殺菌能力を有すると報告した。具体的には KrCl または、KrBr エキシマランプと光学フィルタを用い、有害光を除去した 207nm、222 nm 光源で、従来の殺菌線である 254nm 紫外線との安全、殺菌効果に対する比較を合成皮膚、線維芽細胞、薬品耐性黄色ブドウ球菌で行った。

五十嵐氏らは、KrCl エキシマランプに、開発した光学フィルタからなる 222 nm 光源を用い、国内外の研究機関と協力し、目、皮膚の安全性、発癌テスト、そして各種バクテリア、ウイルスの不活化力に関して、従来の 254 nm 紫外線との比較実験を行ってきた。その結果、安全性に関しては、これまでの 254 nm 紫外線と比較して、はるかに高いことが判明し、また殺菌力、ウイルスの不活化力は、従来の 254 nm 紫外線と同等の結果が得られた。新型コロナウイルス、インフルエンザウイルスについては極めて、高い不活化力があることが確認された。222 nm 照射機が開発、販売開始されて、医療機関等の受付、待合室、診察室、または会議室、トイレなどに設置が開始された。設置現場でのバクテリアに対する殺菌効果も確認された。



加藤雅浩 氏

午後の 2 番目は、株式会社日経 BP 日経クロステック先端技術 編集長の加藤雅浩氏が、『アフターコロナ 見えてきた 7 つのメガトレンド』と題して講演された。かつて欧州を飲み込んだペストはルネサンスのきっかけとなった。では新型コロナウイルスは何を生むのか。オンラインとオフラインが融合する新常态(ニューノーマル)とは何か。これらの問いを探求するために 2 つのテーマに注目し、アフターコロナを象徴する 7 つのメガトレンド(以下①~⑦)が紹介された。

1 つ目のテーマは「人間中心」である。人間への回帰によって、効率を優先した都市構造やオフィスの在り方も、人々がより働きやすい形に姿を変えるだろう。こうした変化は①「分散型都市」、②「職住融合」、③「ヒューマンレーサビリティ」というトレンドを生み出した。2 つ目のテーマは「制約が生み出す価値」である。対面が難しいという制約条件は、あらゆる産業に再発明を迫る。④「コンタクトレステック」の必要性が高まる一方で、オンラインとリアルが融合した⑤「ニューリアリティー」とも言える概念も生まれ始めている。危機下でスピードが求められる中、⑥「デジタルレンディング」と呼ばれる新たな融資の在り方も見えてきた。逆境はイノベーションの方法論にも変革を要請している。ひっ迫する医学分野を筆頭に、従来のサービスや製品を基に、現場のニーズに合った安価で高機能な製品を再設計する方法論が脚光を浴びる。⑦「フルーガル(儉約的)イノベーション」と呼ばれるその方法は、アフターコロナを象徴するキーワードになるはずである。

新型コロナウイルスは多くの既存秩序を破壊した。その先の世界では、全く新しいものではなく、我々が目指していた未来を先取りしたものといえるのではないのか。



小林直人氏

午後 3 番目の講演は、早稲田大学 参与・名誉教授の小林直人氏が、『光産業の動向～40年の歩み～』と題して講演された。光産業の総合的な育成・振興を図ることを目的として、光産業技術振興協会が 1980 年 7 月に設立されてから、本年度で 40 周年を迎える。この間我が国の GDP が 130 兆円から 500 兆円以上に伸びた中で、光産業の国内生産額は 800 億円(1980 年度)からほぼ 10 兆円(2007 年度)に拡大しており、その急速な発展が注目された。

講演の前半では、この 40 年間の光産業の特徴的な歩みを振り返られた。1981 年の将来ビジョンでは、2000 年の光産業規模を大胆に 12 兆円と予測し、2000 年度実績としては約 9 兆円であり予測に近づいている。1980 年代は、レーザ加工機、イメージセンサ、レーザディスク、液晶テレビ、レーザ複写機など様々な光機器・部品が誕生し、光ファイバの敷設心線長は 36 万 km(1987 年)に伸びた。1990 年代後半は、バブル崩壊の後ではあったものの、インターネットが急速に普及した。光産業の分野では、情報通信、情報記録、入出力、およびディスプレイなどが牽引した。2000 年代は、FTTH など通信の高速化、インターネット接続のモバイル化が進むと共に、放送のデジタル化があった。2001 年の IT バブル崩壊や 2008 年のリーマンショックもあったが、入出力・ディスプレイ分野が牽引した。情報記録、入出力、ディスプレイなど海外依存度の大きい分野も現れた。2010 年代は、東日本大震災の影響もあったが、スマートフォン社会の到来、低炭素社会へ動きがあった。太陽光発電システムは、FIT 制度に伴う著しい成長と減少があった。LED 照明器具、ファイバレーザ加工機などが成長した。

講演の後半では、2019 年度の光産業動向の調査結果および今後の展望について概説された。全出荷額は、約 13 兆円でやや減少傾向にあるものの、情報通信は、5G 向け投資などで持ち直しプラスに反転した。入出力、センシング・計測は全出荷額でプラス、太陽光発電は横ばいである。2020 年度は、全出荷額でほぼ横ばいの予測である。5G 向け投資の持続、半導体等の設備投資の回復が期待されるが、世界経済の先行き不透明でずれを生じる可能性はある。



中野義昭氏

最後は、東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授の中野義昭氏より、『光技術の動向と展望』と題して講演された。光産業技術振興協会は、光産業・技術の発展、育成を目的としており、その活動の一環として毎年、光技術動向調査委員会を編成し、光技術の現況に関する調査研究を実施している。本調査研究の狙いは、光産業を支える光技術のトレンドをいち早く捉えて産業化に結び付けて行くために、広く光技術の研究開発あるいは光産業の開発戦略策定に携わる方々にとって重要な指針を提供することにある。本調査研究の対象とする光技術は、実用化技術から超先端技術に至るまで幅広く、かつ多種多様である。そのため毎年、光技術の各分野を代表する第一線の技術者・研究者の方々に委員をお願いし、様々な角度から国内外の最新光技術の調査・分析を実施している。最近では、

(1)光材料・デバイス、(2)光情報通信、(3)情報処理フォトニクス、(4)光加工・計測、(5)光エネルギー、(6)光ユーザインタフェース・IoT、の 6 分野について調査活動を実施している。国内外の光技術全体の流れを定点観測すると共に、新たな方向性をピックアップし分析調査を行っている。

講演では最初に、昭和 55 (1980) 年度の報告書の概要が紹介され、光技術動向調査の原点が示された。

また、40年間の調査対象分野の変遷などがレビューされ、光産業技術振興協会の40年の歴史とともに、光技術がどのように変遷してきたかについて振り返られた。講演の後半では、2019年度の調査報告について、光材料・デバイス、光通信ネットワーク、情報処理フォトニクス（光メモリ、光インターコネクション、光演算）、光加工・計測・メディカル応用、太陽光発電、および光ユーザインタフェース・IoTの分野ごとに最新動向とともに40年の原点も参照しつつ、今後の方向性を示された。