

2021 年度光産業技術シンポジウム実施報告

2021 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、「サイバー・フィジカル社会を切り拓く光技術」をテーマに、経済産業省の後援を受けて 2022 年 2 月 16 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始まり、続いて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。日本はフォトニクスおよびエレクトロニクス等の分野で国際的な関心が高



経済産業省
情報産業課長 西川和見氏

まる以前から相当な蓄積があったお陰で今世界をリードしている。他方で近年、経済安全保障におけるデジタル技術の重要性への認識が高まり、各国がこの分野でテクノロジカル・ソブリン（技術主権）を確保しようとして競争が激化している。例えば中国は五カ年計画で 5G の利用者人口やファクトリーオートメーションの IoT 化などの数値目標を具体的に明確化して取り組みを始めており、国家としての意思を非常に強く感じる。また、2022 上期の EU 議長国であるフランスやアメリカ、台湾、韓国、シンガポールなどあらゆる国がデジタル領域に注力している。日本は光産業分野でのリードをさらに広げるとともに、積極的に投資を行い、社会実装を押し進めるといったことをしっかりとやっ

ていかなければいけない。政府はデジタル臨調やデジタル庁を設置したり、デジタル田園都市構想を打ち出すなどしているが、デジタル化を支える技術、インフラ、産業などを整備していくことは経済産業省の重要な役割である。例えばデータセンタなどではハイスピードでデータ処理しなければならない。もちろん省エネルギー化も重要な課題である。スーパーコンピュータ、量子コンピュータなど、広い意味でのインフラの整備も必要。またエッジではローパワーかつヒューマンセントリックなインタフェースやサービスを実現するための製品群などを民間中心にしっかりと取り組んで頂く。データセンタとエッジ等をつなぐ通信技術、光ネットワーク等もしっかり用意しなければいけない。そして 2025 年までに、あるいは 2030 年までに日本が何をどのように社会実装していくのかという工程表を今年の 6 月までに描いて、しっかりとや

りたいと思っている。そのうえで光産業技術振興協会およびその会員の方々には本当に多くの期待をしており、こういうことをやるべきだとか、こういうところが足りないといったことがあれば、どしどしとお寄せ頂きたい、と挨拶を締めくくられた。



清川 清氏

続いて 6 件の講演が行われた。最初に奈良先端科学技術大学院大学教授の清川清氏により「光技術で拓くサイバー・フィジカル社会の未来」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。2006 年、アメリカ国立科学財団のプロジェクトにおいて、すべてのスケールとレベルでサイバー（計算、通信、制御等）とフィジカル（物理法則に従い連続動作する自然や人工物等）が高度に統合されたシステムという意味でサイバー・フィジカル・システムという言葉が使われ、

それ以来、アメリカの科学技術政策のキーワードとなっている。日本では2021年の第6期科学技術・イノベーション基本計画の中で Society 5.0 を実現するために「サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値観の創出」が必要であると謳われている。この Society 5.0 の重要インフラである情報処理、通信・セキュリティ、加工製造技術などの根幹部分で光技術は重要な役割を担っている。また人と情報、あるいは人と人をつなぐインタフェースとしても光技術は欠かせないものとなっている。コロナ禍でデジタル化とリモート化が急速に進んだ。今後はリアルとバーチャルの融合が一層加速すると考えられ、インタフェース技術としての VR（仮想現実）や AR（拡張現実）への期待は高まっている。今後これらに求められ5項目のグランドチャレンジが有る。①人らしさ・人と人のふれあいの再現、②完全な五感の再現、③完全なセンシング（ユーザも環境も）、④AR から VR までシームレスな切り替え、⑤一人も取り残さないインクルーシブ技術、である。これらを踏まえてサイバー・フィジカル社会の実現に向けて研究開発を加速していかなければならない。

続いて、東京農工大学大学院教授の高木康博氏により「サイバーとフィジカルを繋ぐ新しいディスプレイ技術」と題して講演が行われた。本講演では、ホログラムコンタクトレンズと表情表示ライトフィールドディスプレイという2種類のディスプレイ技術について述べられた。講演概要は以下である。サイバー・フィジカル社会のコミュニケーションにおいて、ディスプレイは極めて重要なインタフェースデバイスである。近年特に VR や AR といった技術が急速に進展し、それに伴い新しいディスプレイが次々と開発されている。その究極の形としてホログラムコンタクトレンズがある。その原理はコンタクトレンズ内のディスプレイ部に表示されたホログラムパターンによって空間に形成される立体像を見るという物。ホログラムパターンはレンズに実装された光源によって投影される。位相型ホログラムを用いることで、リアルの視界への影響を最小限に抑えられるとのこと。コンピュータ・シミュレーションと検証実験によって原理的には立体像の視認が可能であることが確認されている。レンズのズレの影響等を考慮するとソフトコンタクトレンズが適しているが、実用化には消費電力削減、曲面ディスプレイ技術、防水構造化など、まだまだ多数の課題がある。



高木康博 氏

一方、ライトフィールドディスプレイは対象物から発せられる光線を再現することで立体像を表示するディスプレイである。比較的lowコストかつ取り扱いも容易でリアルな立体像を得ることが出来る。例えば、人の表情の中に無意識に現れるマイクロジェスチャーと呼ばれる細かい部分まで再現できる可能性があるなど、face to face に近い表現が期待される。ライトフィールドディスプレイにはいくつかの方式があるが、いずれも解像度や明るさなどの点で一長一短がある。しかしながら近年普及しつつある 8K パネルの利用で解像度の問題は改善が期待される。ホログラムコンタクトレンズもライトフィールドディスプレイも、他のディスプレイ・デバイスにはない特徴を有しており、今後のサイバー・フィジカル社会において、多様なコミュニケーションの実現に寄与することが期待される。

続いての講演は、日本電信電話株式会社（NTT）人間情報研究所所長の木下真吾氏により「人間性を高めるヒトのデジタル化に向けた研究開発」と題して行われた。本講演では最初に、2030年に向けたデジタル・コミュニケーションの基盤として、NTTが開発を進める IOWN の概要を述べた後、次のように講演を進められた。

続いての講演は、日本電信電話株式会社（NTT）人間情報研究所所長の木下真吾氏により「人間性を高めるヒトのデジタル化に向けた研究開発」と題して行われた。本講演では最初に、2030年に向けたデジタル・コミュニケーションの基盤として、NTTが開発を進める IOWN の概要を述べた後、次のように講演を進められた。



木下真吾 氏

IOWNの構成要素の一つに Digital Twin Computing があり、これは一言で言うと、あらゆるモノやヒトをまとめて世界をまるごとデジタルトランスフォーメーションするということである。一方、NTT 人間情報研究所では、人間中心に基づく well-being の追求に向けて、ヒトを情報通信処理可能にすることを目指している。一人一人の人間的な価値観を理解し、それに寄り添って如何にテクノロジーを使っていくかといったことを考えるためにヒトの6つの特性、すなわち知覚、思考、行動、身体、感性、環境について研究を行っている。特性ごとに複数のテーマが設定されているが、例えば、知覚のテーマの一つである「環世界の知覚」の研究では、人間が自然に認識できる音や光の領域を超えたところではどのような見え方や感じ方をするのかを再現

するために超知覚インタフェースの研究を行い、将来的には人の環世界の拡張を目指している。このように様々な方向から研究されたものを統合して Another Me という研究が行われており、これは自分のデジタルコピーがサイバー空間の中で自由に活動し、さらに、そこで得た経験を自分にフィードバックして、自分もアバターも成長して行くというもの。その実現のためには、かなり長期的な研究が必要だが、少しずつユースケースを見つけながら取り組みを進めている。

続いて、「サイバー・フィジカル社会の光コミュニケーション」と題して2040年に向けた光テクノロジーロードマップの策定について長崎大学教授の高田英明氏より講演が行われた。講演概要は以下である。光産業技術振興協会では毎年テーマを決めて光技術ロードマップを策定しているが、今回は、人と人とのコミュニケーションという観点から、ユーザ目線あるいはアプリケーション側から議論を進めている。ウィズコロナからアフターコロナへと環境が変化中、モノからコトへ、リアルからバーチャルへと価値観が変化しつつある。この2020年代後半には仮想空間での体験は一定のレベルに達し、物理空間のデータ化が進転して移動しなくてもある程度の疑似体験できるところまで技術レベルが上がっていく。そのうえで現実空間に



高田英明 氏

オンラインで再現不能な体験をどう提供していくのかといったことが非常に強く意識されるようになって考えられる。更に2030年代には物理空間の価値と仮想空間の価値というのはシームレスに結合してくる。そこでロードマップ策定に向けて、ソーシャルコミュニケーション、ヘルスケア、教育、ショッピング・エンタテインメントといったアプリケーション分野をピックアップして、今後どのようなことが実現されるのか、そしてそのためにはどのようなハードウェアやソフトウェアが求められるのかといったことについて検討を進めた。その先の2040年には、物理空間が仮想空間に従属するという大きな転換が進むと想定され、それらに対応できる技術を開発するためには人の価値観や心の変化、行動の変化をいち早く予測し先取りしていく必要がある。また、プライバシー・倫理・セキュリティなどの人に頼る側面も大きくなるため、それらに関わる技術開発やルール作りも重要である。そういったことを踏まえて、3月

にはロードマップを取りまとめる予定である。

続いて、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (PETRA) 光エレクトロニクス実装研究開発センター研

究統括部長の中村隆宏氏により「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発プロジェクトの10年の成果」の講演が行われた。講演概要は以下である。このプロジェクトは2012年に経済産業省の未来開拓プロジェクトの一つとしてスタートし、2013年からはNEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託事業として通算10年間にわたり実施され、2022年2月をもって終了した。今日



中村隆宏 氏

のICTの発展を支えるデータセンタのIPトラフィック量は年30%の増加を続け、エネルギー消費量は2030年に現在の10倍に増加すると言われており、低消費電力化は大きな課題である。プロジェクトではデータセンタ向け光インターコネクションの構造を徹底的に見直し、小型化・高密度集積化の研究を行った。10年間の成果として、300mmライン活用による均一かつ再現性の高いシリコンフォトニクス技術を構築するとともに、5mm角で300Gbpsの大容量・超小型光トランシーバ（光I/Oコア）を開発し、消費電力を1/3に低減することに成功した。更に接続方式やルーティング技術の最適化によりサーバの消費電力としても30%以上の削減が可能であることを確認した。また、このような技術的な成果に加えて、2017年にPETRAから新設分割

によりアイオーコア株式会社を設立し、開発した技術を応用した製品の事業化を果たすに至った。

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部長の西山伸彦氏により「分散コンピューティングに向けた異種材料集積光回路を利用した超広帯域デジタルコヒーレントトランシーバへの取り組み」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。現在の技術の延長線で2030年時点の分散コンピューティングの状況を考えると、サーバのメモリ帯域に対するネットワーク



西山伸彦 氏

帯域の不足は大きな課題である。また光トランシーバの低消費電力化は頭打ちになると考えられる。これらの問題を解決するためこのプロジェクトでは①多方路エラスティック・ネットワーク・アーキテクチャを開発し、分散処理の効率化を図る、②10Tbpsクラスの低消費電力光トランシーバを開発する、③異種材料集積技術を利用した光集積回路を開発する、④更に10Tbpsの先を見据えて革新的な技術の開発を行うといった4つのテーマを並行して2025年度まで取り組むこととしている。多方路エラスティック・ネットワーク・アーキテクチャとは、個々のサーバの処理能力に応じてネットワークの帯域を割り当てて制御するというもので、管理制御メカニズム等についての研究開発を実施する。異種材料集積技術は、シリコンの導波路等のパッシブ

部品とⅢ-V族化合物半導体のレーザ等のアクティブデバイスを同一のSOI基板上に作りこむ技術である。両者を組み合わせることにより、双方のいいところ取りをするだけでなく、1+1が2以上になるような相乗効果が得られるという。プロジェクトではこういった特徴を活かしたチップやデバイスの実用化を目指して設計・製造技術の研究を実施する。5年後の成果に期待して頂きたい。

今回のシンポジウムは、コロナ禍でまん延防止等重点措置が継続される中、万全の感染拡大防止対策を講じたうえで開催し、参加者数は約90名であった。