

オールバンド光電子融合分野の開拓

① ビジョンの概要

知的電子システムと電波科学・フォトニクスを融合し、広大な周波数領域にわたり電気信号、電波、光を統合的に扱う研究領域を創発する。人間の脳のように高機能・高速・低エネルギー消費で動作し柔軟な判断が可能な知的電子システムと、電波と光、電子と光子の統合的な取り扱いが可能になるオールバンドシステムに関する研究を推進し、革新的 ICT 機能向上とカーボンニュートラルの両立を目指す。

② ビジョンの内容

現在から約 30 年後の 2050 年に、日本政府はカーボンニュートラル社会を目指すことを宣言した。その実現には、あらゆる産業分野の温室効果ガス排出量を徹底的に削減することが必須となる。また、現代の情報化社会に続く、未来の社会構成として Society 5.0 が提唱されている。Society 5.0 は、サイバー空間と現実空間を高度に融合させたサイバーフィジカルシステムを基盤とし、人工知能 (AI) システムを用いたビッグデータ処理解析を介して、その結果を現実空間に反映させ「人間中心の社会」を実現しようというものである。中核技術となる ICT 基盤と AI システムの革新的機能創発・性能向上と消費電力低減の両立が重要である。しかし、現状の AI システムではソフトウェアにより学習を行うため、膨大な電力を消費し動作速度も不十分であるという課題がある。このため、人間の脳のような高速・低消費電力で動作し柔軟な判断が可能な知的電子システムをハードウェアにより実現するための多様な分野を融合させた学術領域を構築することが必要である。また、既存の ICT ネットワークにおいては利用可能な電波資源の逼迫が喫緊の課題となっており、新しい ICT 機能の創発、性能最大化、所要資源の極小化を図る必要がある。このような融合システム（オールバンド光電子融合システム）を実現するために必要となる学問領域は多岐にわたる。本提案は、このような分野間融合による新しい学術領域を実現し、多様な分野の人材がアンダーワンループで研究および教育を進めることを可能とする「場」を構築することにより、社会に有益なオールバンド光電子融合システムを実現するものである。

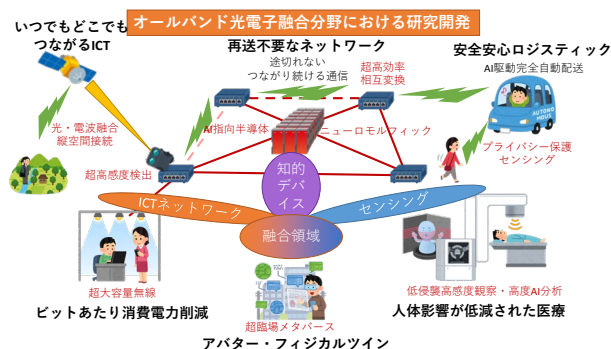


図1 オールバンド光電子融合分野における研究開発

③ 学術研究構想の名称

オールバンド光電子融合分野の開拓

④ 学術研究構想の概要

オールバンド光電子融合システムを実現するためには、産学官の様々な機関が持つ知を集積しうる協創拠点を核とし、理論・実験両面で将来必須技術の研究にいち早く取り組むフレームワークの創出を行う必要がある。そのため、従来施策である Beyond 5G 推進のために整備した設備を拡充・不足分を新規追加した新しい知的電子デバイス・テラヘルツ応用・有無線融合 ICT 向けテストベッドを整備し、協創拠点の創出による知の集積・発展の場を国立研究機関内に設置することで、オープンイノベーションを加速させ、高信頼・高可塑・低消費電力な ICT 研究開発を基盤とした将来融合技術によるカーボンニュートラルの実現を目指す。

⑤ 学術的な意義

[提案の背景]

2050 年カーボンニュートラルの実現には、あらゆる産業分野の温室効果ガス排出量を徹底的に削減することが必須となる。また、Society 5.0 では ICT の活用により多種多様なビッグデータをサイバー空間に集積し、AI システムを用いて超多量の効率的データ処理・解析を介して、その結果を現実空間に反映させる「人間中心の社会」実現が指向されている。サイバーフィジカルシステムの神経網となる無線・有線ネットワー

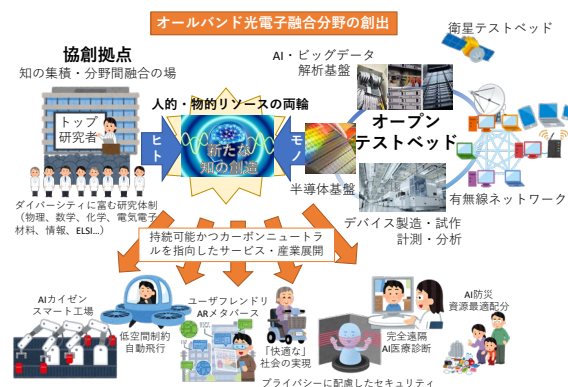


図2 オールバンド光電子融合分野の創出

クを基盤とする ICT 技術は、世界中にあまねく普及しつつあるものの、都市部においては多数接続による問題が、地域部においては高度な ICT サービスが享受できないなどの課題が山積しており、ICT 基盤の持続的・革新的な研究開発が必要不可欠である。

[学術的重要性]

多様な分野の人材がアンダーワンルーフで研究および教育を進めることを可能とする「場」を構築することにより、社会に有益なオールバンド光電子融合システムを実現するものである。従来、通信システムと人工知能は各分野で研究が進められ、信号処理等の基盤的技術は技術交流があるものの、物理的側面での融合はあまりなされてこなかった。しかしながら、昨今の電子技術の高周波化と光集積技術の革新によりその垣根が取り払われつつあり、従来分野がそれぞれ有していた枠を超えた学理を拓くことが可能となる。

[期待される効果]

本研究を推進することにより、Society 5.0 で想定される多様な応用分野に適したオールバンド光電子融合システムが構築される。また、分野間融合により知的電子システムの実現に必要なとされる新たな材料、デバイス、回路構成などが創出されることが期待される。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

高速・低消費電力で柔軟な判断を可能とする知的電子システムを、ハードウェアにより実現しようとする研究は、国内外で活発に研究が行われている。近年、半導体デバイス分野の代表的な国際会議 IEDM2022 の最初のセッションに欧米主導で本テーマが設定された。我が国においても本研究を早急に立ち上げる必要がある。有無線融合についても、国内では政府の Beyond 5G 研究開発戦略を基とした光技術とテラヘルツを軸とした研究開発が加速し、JST CRDS による戦略プロポーザル「無線・光融合基盤技術の研究開発」もなされた。海外でも有線と無線を上位レイヤで統合運用する研究開発が産学両分野で加速している。本提案は、それらの研究開発成果を取り込み、2050 年代の社会変革を見据えた先駆的・萌芽的研究も含めた新しい取組である。

⑦ 社会的価値

本提案は、消費電力を削減し、かつ、地域社会の持続に貢献しうる優秀な人材を積極的に活用し、改めて新しい半導体産業となりうる知的電子システムの構築と有無線融合 ICT 基盤の創出を目標に掲げ、国内の製造業を基軸とする知的産業を復活させ、研究開発を推進することにより、若手・ダイバーシティ人材を育成し、永続的な国内の雇用確保と産業育成、さらには 2050 年カーボンニュートラル社会を実現し、「誰一人取り残されない」社会を目指すものである。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール 本計画では、初年度にクリーンルームを含む設備と装置群を導入、および既存設備の拡充を完了する。並行して各参画機関においてオールバンド光電子融合システムの実現に向けた基礎検討を進め、定期的な打ち合わせを行い研究の方向性を確認する。2 年目から、各機関の参画研究者によりアンダーワンルーフでの研究を本格化させる。無線と有線技術の融合研究を 3 年間で実施し、取り扱う周波数の広帯域化を次の 5 年間で実施する。また、知的電子システムに必要な不揮発性メモリのデバイス構造および材料に関する検討を行い、回路設計とあわせて最適な構成をも明らかにする。さらに 10 年目までに、本計画で構築したオールバンド光電子融合システムを想定される応用分野に適用し、トータルシステムとしての最適化を図り関連企業との協力により実用化を進める。

実施機関と実施体制 知的電子システムに関しては東京工業大学など国内の大学および関連メーカーによる実施が想定される。テラヘルツ応用システムや有無線融合情報通信技術（ICT）システムの研究開発は、情報通信研究機構等を核とした産学官連携が可能である。

総経費 380 億円

テストベッド・設備関連：230 億円

・施設：30 億円（クリーンルーム、測定室）・装置、研究費：190 億円 ・維持費、人件費：160 億円

⑨ 連絡先

菅野 敦史（名古屋工業大学）、大見 俊一郎（東京工業大学）