

2024 年度年次報告書

CRONOS 中尾領域

2024 年度採択研究開発代表者

田邊 孝純

慶應義塾大学 理工学部

教授

集積マイクロコムによる光信号処理と THz 無線伝送の統合に向けた研究開発

研究開発体制：

鐵本 智大 （情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発推進ユニット 主任研究員）

湯本 潤司 （東京大学 大学院理学系研究科 特任研究員）

1. 研究進捗状況と成果

本研究では、ソリトン光コムを用いた光演算と 300GHz 帯無線通信技術を統合することで、次世代の超高速・低消費電力な情報処理・通信基盤の構築を目指す。

まず、SiN マイクロリング共振器により生成した 300GHz 間隔のソリトンコムを活用し、手書き文字認識画像（MNIST）に対する光畳み込み演算を行い、電子計算機と比較して 23.1%の計算量削減を達成した。さらに、演算結果を UTC-PD を用いて 300GHz の搬送波に直接変換、アンテナからの放射・伝送にも成功した。また、QPSK 変調を用いた 300GHz 帯での無線伝送では、最大 10Gbps の通信を実現し、誤り率特性の評価も行った。加えて、近傍領域における IM-DD 方式でのアンテナ伝送実験では、ファブリペロー効果による伝送特性の変動を確認し、12mm の最適距離でエラーフリー通信を達成した。

低ノイズな 300GHz 波生成に向けては、電気光学変調器を用いた安定化手法を提案し、繰り返し周波数 100GHz のマイクロコムを利用することで、低駆動電力の位相変調器 1 台による安定化が可能であることを示した。その結果、周波数安定度は自走時の 9.0×10^{-7} から同期時には 1.2×10^{-12} へと約 4 桁向上した。また、信号伝送に適したマイクロコム変調手法として、1 Gbaud の QPSK 信号の伝送を行うことでマイクロコムの全てのコム線を変調する方式が利用可能であることを実験的に確認した。

さらに、高効率な送受信システムの実現には、高利得アンテナの導入が不可欠である。中でも、サイドローブの抑制が鍵となるが、その手法として、フレア内部表面に周期的なひだ構造を持つ Corrugated Horn Antenna (CorrHA) が有効である。しかし、300GHz 帯における CorrHA の製作には、サブミリメートルオーダーの精密な周期構造をフレア内部に形成する必要があり、加工の難易度が極めて高く、製造コストが増大する。この課題を解決するため、UV 光硬化型樹脂方式の 3D プリンタ RECILS を用いた CorrHA の製作技術の開発に取り組み、これまでに所望の構造を高精度に造形できることを確認した。

以上