

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

研究開発代表者: 田邊 孝純 (慶應義塾大学・理工学部・教授)

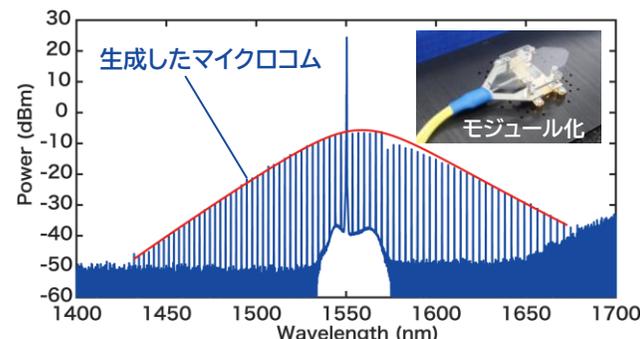
主たる共同研究者: 鐵本 智大(情報通信研究機構)・湯本 潤司(東京大学)

グランドチャレンジへの挑戦・研究開発課題での達成目標:

光配線は広帯域だがコストが高い。無線は運用コストを下げられるが帯域が狭い。演算器を光化(光アクセラレータ)して省エネを実現しつつ、出力をTHz無線に直結することでインターフェースも含めて高速化させる。

研究概要:

- 光信号をTHz帯(100~600 GHz)の無線電波に超高速変換するI/Oを搭載した光アクセラレータを実現させる。
- 光アクセラレータでは並列処理が求められ、信号間の干渉がない波長多重技術が必須であり、集積光コム(マイクロコム)の利用が有利である。
- 異なる光波長のビート信号を用いて生成するTHz帯電波は、超低ノイズであり、特に光周波数の正確に定まったマイクロコムの利用は有利である。
- 光アクセラレータの高度化にも無線電波生成でもマイクロコムがキーとなるので、光直結無線技術の開発を行える。



SiNマイクロリング共振器で生成したマイクロコム。光周波数間隔は300 GHzとなるように設計しており、光ビート信号をUTC-PDを用いてOE変換することで低ノイズTHz波を生成できる。

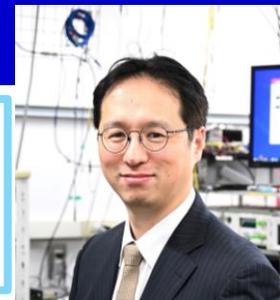


ターゲット距離: 30 cm

想定する社会的インパクト:

- 無線I/Oも含めて研究に取り組むことで、システム全体の高速化が実現でき、光アクセラレータをAIアプリケーションに接続できるようになる。
- ボード内、ラック内の配線無線化によるHPCの運用コスト低減が期待され、さらにデータセンタ内の無線化への波及効果も期待できる。

提案システムの例。信号処理の省エネ化を促進できる光アクセラレータ(一般化した場合には光電融合デバイス)からの出力を、光配線ではなくて超高速無線化することで、運用コストの低減や、アップデートの容易さ、低遅延化を目指す。



Direct connection of THz wireless I/O with optical signal processors using microcombs

Principal Investigator: Takasumi Tanabe (Professor, Keio University)

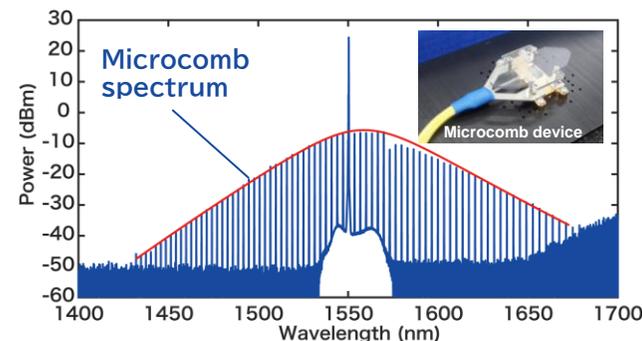
Co-PI: Tomohiro Tetsumoto (NICT) · Junji Yumoto (The Univ. Tokyo)

Grand Challenge and Goal:

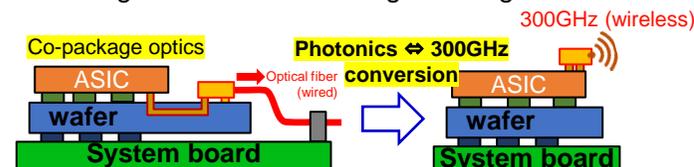
Optical interconnects provide high bandwidth but are costly, while wireless communication can reduce operational costs but has limited bandwidth. Our goal is to directly connect the THz wireless module to optical processors, aiming to enhance system speed and efficiency.

Summary:

- Develop a photonic AI accelerator with a low-latency I/O interface by directly converting optical signals into THz band (100–600 GHz) wireless signals.
- Microcombs are ideal for implementing wavelength-division multiplexing, essential for optical accelerators to achieve parallel processing.
- Microcombs are also well-suited for generating ultra-low noise THz waves.
- Since microcombs are crucial for advancing both optical accelerators and THz wave generation, we will integrate these two technologies to develop a direct optical-to-wireless signal conversion, enhancing the performance of photonic integrated circuits with high-speed I/O.



A microcomb generated by a SiN microring with a free-spectral range of 300 GHz. We can generate low-noise THz waves by converting the optical beat signal to an electrical signal using a UTC-PD.



Target distance: 30 cm

Social Impact:

- Researching optical signal processing with fast I/O will accelerate the entire system.
- Our research aims to reduce HPC operational costs through wireless interconnects within boards and racks, potentially paving the way for wireless data centers.

An example of the proposed system involves replacing optical interconnects with ultrafast wireless transmission for the output of photonic integrated circuits, enabling fast and flexible connections with other devices.