

2019年度 委託研究

## 課題 212

次世代 MCM 超小型光トランシーバの研究開発

## 研究計画書



## 1. 研究開発課題

『次世代 MCM 超小型光トランシーバの研究開発』

## 2. 研究開発の目的

様々なサービスの発展に伴い、大規模データセンタ（DC: Data Center）は飛躍的な成長を続けているが、特に IoT（Internet of Things）や自動運転技術等の進展に伴い、メトロエッジで高速分散処理を行うマイクロデータセンター（ $\mu$ -DC）に対する膨大な需要が見込まれている。しかし、近年、DC では、成長速度の不均衡を表す“Growth Gap”問題（DC トラフィックの増大速度  $>$  ムーアの法則  $=$  スイッチ等 ASIC（Application Specific Integrated Circuit）の進歩  $>$  光トランシーバの進歩）に起因して、システムからネットワークに至るまで様々な面で多くの問題を抱えている。

この問題の解決には、光トランシーバの大幅な革新が必須であるが、従来のフロントパネルに装着するプラグブル型光トランシーバでは、小型化・低消費電力化・ボード上での高密度電気配線等に関して、その限界に達しつつある。そのため、スイッチ ASIC と同じパッケージ内に直接取り付け可能な MCM（Multi-chip module）型（Co-package 型とも呼ぶ）の次世代超小型光トランシーバの開発競争が世界中で活発に繰り広げられている。

本委託研究は、これまでにない革新的な MCM 型光トランシーバの基盤技術を開発することを目的とする。本光トランシーバ技術の実現により、チップ間・ボード間の大容量光インターコネクションを可能とし、さらに、スイッチ装置の小型化・低消費電力化及び DC ネットワークの低遅延化への貢献を目指すものである。

## 3. 研究開発の内容

光トランシーバにおいて、大幅な低消費電力化、小型化、低コスト化、低遅延化を実現するためには、ペルチェ素子による温度調節や高度な信号処理（DSP: Digital Signal Processing）を用いないことが望ましい。本委託研究では、波長多重（WDM: Wavelength Division Multiplexing）ではなく、マルチコアファイバ（MCF: Multi Core Fiber）を用いた空間多重（SDM: Space Division Multiplexing）方式を採用し、これまでにない新たな MCM 型光トランシーバの基盤技術の研究開発を行う。

本委託研究期間中に、上記の新たな MCM 型光トランシーバ構成を設計し、その実現可能性を実証する。また、光トランシーバの最終形態が分かるように、小型の光トランシーバモジュールを作製する。モジュールの形態としては、レーザダイオード（LD: Laser Diode）、フォトダイオード（PD: Photodiode）及び MCF を一体化したものとし、LD 駆動用ドライバーやトランスインピーダンスアンプ（TIA: Trans Impedance Amplifier）等の電子回路は本委託期間中に実装しなくてもよい。さらに、モジュールの動作実証においては、全チャンネルの同時動作である必要はなく、実現可能性が示せればよい。目指すべきモジュールの性能としては、伝送速度 400Gbps 以上、サイズ 10mm 角以下が望ましく、電気/光クロストークや熱対策を十分に考慮したものである必要がある。受光素子としては、国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）が開発する PD アレイを使用することが可能である[1]。

#### 4. 研究開発の到達目標と、委託研究後のマイルストーン

以下の到達目標と委託研究後のマイルストーンを考慮した研究提案を行うこと。

到達目標

- 1) マルチコアファイバを用いた革新的 MCM 型光トランシーバ構成の設計
  - a. 伝送速度：400Gbps 以上
  - b. モジュールサイズ：10mm 角（10mm×10mm×10mm）以下
  - c. 電気/光クロストーク及び熱対策を十分に考慮すること
- 2) MCM 光トランシーバモジュールの作製及び動作実証
  - a. LD、PD、MCF を超小型に一体化したもの
  - b. 電子回路の実装は必ずしも必要ではない
  - c. 全チャネルの同時動作である必要はないが、実現可能性を実証すること

委託研究後のマイルストーン

- 2021 年 電子回路を集積した最終形態の光トランシーバを実現  
 2023 年 スイッチ装置の小型化・低消費電力化に貢献  
 2024 年 DC ネットワークの低遅延化に貢献

#### 5. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 1 件

研究開発期間：2019 年度（契約締結日）から 2020 年度

研究開発予算：各年度、総額 60 百万円（税込）を上限とする。

（提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。）

研究開発体制：単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。その際、社会実装を考慮した体制とすること。

#### 6. 提案に当たっての留意点

- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 本委託研究の遂行過程で得られる科学的なデータがあれば、広くオープンにするのが望ましい。公開できると想定する科学的なデータの有無と、有る場合には公開計画（例：公開するデータの種類、公開先、公開方法）を提案書に記載すること。
- 実施体制については、本研究開発の目的に則した実施体制を構築することとし、それぞれの役割を明記すること。
- 本研究開発成果の社会実装に向けて、到達目標の項目に記載したマイルストーンを意識しつつ、具体的な時期（目標）、体制、方策等を記載すること。
- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。

## 7. 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的を開催すること。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合があるので、留意すること。

## 8. 評価

- 機構は、2020 年度に終了評価を実施する。また、本委託研究終了後に成果展開等状況調査を実施し、追跡評価を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

## 9. 成果の社会実装等に向けた取組

- 実用化、事業化、社会実装に向けた出口戦略を明確とすること（委託研究後の事業化等の内容を明確にする）。
- 上記の出口戦略を実現するため、本委託研究で得られた成果のオープン化（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化等）を行う等、成果の社会実装等に向けて必要な取組を行うこと。

## 10. プロジェクトオフィサー

ネットワークシステム研究所 ネットワーク基盤研究室 高橋 亮

## 参考

現在、世界中で国家主導のプロジェクトを基に、次世代 MCM 型光トランシーバの活発な開発競争が繰り広げられている。米国では、ARPA-E Program の ENLITENED が 2017 年にスタートし、LytBit、MOTION、SHINE、PINE など 9 個のプロジェクトが並行して、様々な実現方法を検討している。また、EU においても同様に、Horizon2020 Program において、plaCMOS、PASSION、MOICANA、3PEAT など、多くのプロジェクトが進行中である。日本においては、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所（PETRA）において、先進的な研究開発が進められている。本委託研究では、これら多くのプロジェクトとは異なる新たな方法で、次世代光トランシーバを実現し、日本の国際競争力を強化するものである。

[1] T. Umezawa et al., “1-λ, 16-parallel lanes, 50-Gbaud on-off keying multi-core fiber communication directly coupled to high-speed 2D-photodetector array” Optical Fiber Communications Conference 2019, Th3B.7.