

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 大容量デジタルコヒーレントNTNに向けたアダプティブ光集積デバイスの研究開発
- ◆受託者 (大)東京大学、(株)KDDI総合研究所、三菱電機(株)
- ◆研究開発期間 令和6年度～令和8年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和6年度69百万円

2. 研究開発の目標

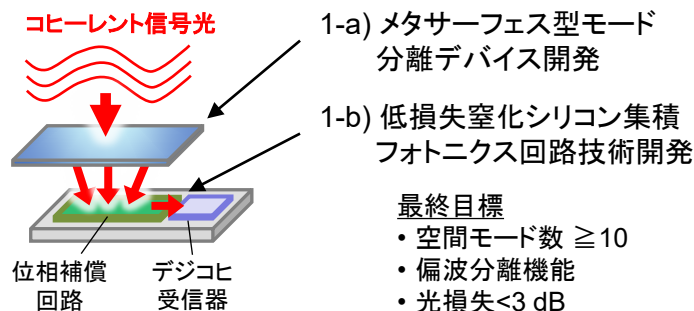
大容量デジタルコヒーレント光伝送ネットワークをNTNにまでシームレスに拡張することを目的として、受信器側でアダプティブに光の波面を補償する光集積デバイスを開発し、100 Gbps級以上のデジタルコヒーレント空間光伝送システムに適用可能性を実証することを目指す。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目1: アダプティブ波面補償光集積デバイス開発



研究開発項目1: アダプティブ波面補償光集積デバイス開発

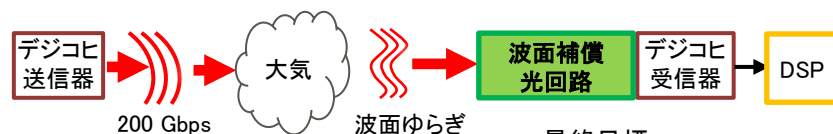
1-a) メタサーフェス型モード分離デバイス開発

多段反射型メタサーフェス構成による6モード空間・偏波モード分離素子を設計、**低損失(<0.9 dB)**、**低クロストーク(<-30 dB)**を数値実証。素子作製プロセスを開発、**原理実証実験**に成功。多段透過型メタサーフェス構成による8モード空間・偏波モード分離素子を設計。

1-b) 低損失窒化シリコン集積フォトニクス回路技術開発

窒化シリコン集積フォトニクス回路の各要素を最適設計、**8モード用光回路の全体設計を完了**、1次チップ試作を開始。並行して、可視光への拡張性を検討するためバルク部品を用いた検証実験を実施、**1Tbps超(可視帯光通信として過去最大)**の伝送容量を達成。

研究項目2: デジタルコヒーレント空間光伝送システム実証



研究開発項目2: デジタルコヒーレント空間光伝送システム実証

2-a) アダプティブ空間光伝送システム実証

多モードファイバを用いた受信系を提案、数値解析モデルを構築、**入射角度誤差耐性の向上**、**集積フォトニクス回路による波面補償機能**を数値実証。予備検証用の実験系を構築、多モードファイバ内伝搬による波面歪み効果を確認。

2-b) デジタルコヒーレント自由空間光通信システムの実装技術開発

大気擾乱化での数値モデルを構築、**伝搬距離20kmでの波面プロファイル**を算出。**100Gbps DP-QPSK FSOシステムモデル**に取り込み光特性を算出。**送受信DSPでドップラーシフトを補償する**検証実験を実施。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
5 (5)	0 (0)	2 (2)	21 (21)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- **研究論文・学会発表**: 2件の研究論文掲載、及び、国際会議OFCにおける口頭発表2件を含む21件の国内学会・研究会発表を行った。
- **プレスリリース**: 現在査読中の研究論文の掲載に合わせて、プレスリリースを行う予定である。
- **展示会**: 電子情報通信学会光通信システム研究会 光通信シンポジウムにおいて展示を行った。
- **知的財産**: 国内特許については、5件出願済、であり、当初目標を達成した。外国特許については、次年度以降、順次出願予定である。
- **関連業界への成果発信・連携強化**: 宇宙科学技術連合講演会、光通信シンポジウム、国際会議OFC、及び、SIG会合等における招待講演、口頭発表、展示を通じて、宇宙・NTN光通信・B5G関連技術の研究者が一堂に会す場にて本方式の優位性をアピールすることで、標準化につながる仲間作りを積極的に進めている。
- **受託者間連携**: スタートアップミーティングに続いて、キックオフミーティング、進捗報告会を定期的に行うなど、受託者間の情報共有と技術ディスカッションを頻繁に行うことで連携を強化し、最終目標に向けた研究開発を推進している。

5. 今後の研究開発計画

- ・ **研究開発項目1：アダプティブ波面補償光集積デバイス開発**
本課題において中核となるメタサーフェス型モード分離デバイスと集積フォトニクス回路の開発を進める。1-a)では、これまでに確立したメタサーフェス型モード分離デバイスの設計手法と基本作製プロセスに基づき、素子の改良を進める。1-b)と連携しながら、窒化シリコン(SiN) 集積フォトニクス回路に効率良く結合するための素子を開発し、最終的に10以上のモード数、及び、3dB以下の損失を達成することを目指す。1-b)では、これまでの設計に基づき1次デバイス試作を完了し、基本特性の評価を行う。この結果に基づきフィードバックを行い、最終的にデバイス内損失が3dB以下の低損失光回路を実証する。1-a)と1-b)の素子を組み合わせることで、波面補償機能を実証する。
- ・ **研究開発項目2：デジタルコヒーレント空間光伝送システム実証**
大容量デジタルコヒーレントNTNシステムの実現に向けて、アダプティブ波面補償光回路の空間光伝送システムへの適用可能性を実証する。2-a)では、これまでに構築した数値モデルを用い、まずは既存のシリコンフォトニクス回路を用いた原理実証実験を行う。さらに、1-a)、1-b)と連携しながら、開発した光集積デバイスを段階的に導入することで、大容量デジタルコヒーレント空間光伝送システムの実証を目指す。2-b)では、これまでの数値検証に基づき、大気擾乱やドップラーシフトなど、実際のシステムを想定した検証を進める。その上で、2-a)と連携しながら、本課題で開発する光集積デバイスの有効性を検証し、最終的に、20 km級、100 Gbps超デジタルコヒーレントFSO通信システムへの適用性を実証する。