

# 平成25年度「革新的光通信インフラの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(代表研究者)、株式会社フジクラ、国立大学法人北海道大学
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額134百万円(平成25年度 27百万円)

## 2. 研究開発の目標

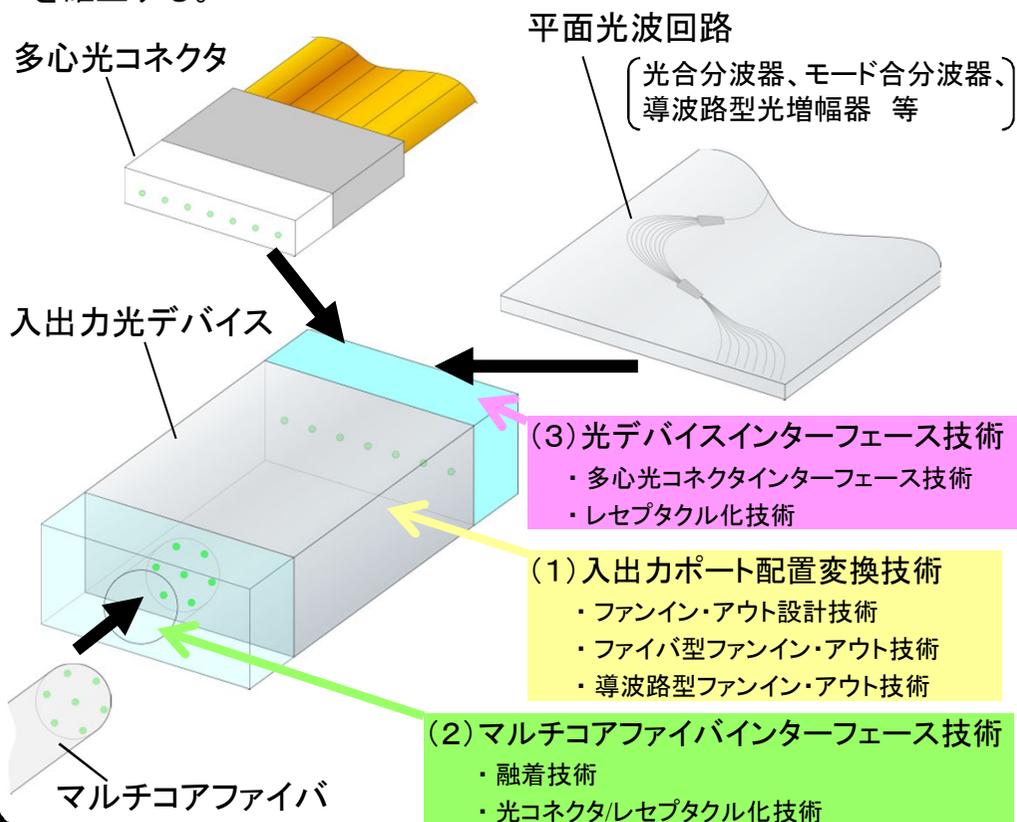
12コア以上のマルチコアファイバと各種光デバイス(ファイバ、光導波回路等)を低損失に接続するマルチコアファイバ用入出力デバイスを実現する。

## 3. 研究開発の成果

### マルチコアファイバ用入出力デバイス技術

マルチコアファイバ用入出力デバイスの基盤技術として、

- (1) 入出力ポート配置変換技術
  - (2) マルチコアファイバインターフェース技術
  - (3) 光デバイスインターフェース技術
- を確立する。



### 研究開発成果

#### (1) 入出力ポート配置変換技術

- 最大19コアに対応する熔融延伸型入出力デバイスを設計試作し、12コア・マルチコアファイバとの融着接続を実現
- マルチコアファイバを部分的に熔融延伸したモード合分波デバイスを設計試作し、動作を実証
- 2モードマルチコアファイバに対応した熔融延伸型入出力デバイスの設計を実施し、各モードの低損失な入出力動作を理論的に確認

#### (2) マルチコアファイバインターフェース技術

- 多心細径シングルコアファイバとの一括PC(Physical Contact)接続が可能な同インターフェースを有する入出力デバイスを設計、試作し、低損失なPC接続を確認
- 試作した上記デバイスを長距離・大容量伝送実験に適用し、容量・距離積1Eb/s・kmの伝送の実現に貢献

#### (3) 光デバイスインターフェース技術

- 多心ファイバ用および平面光波回路用レセプタクルインターフェースを設計、試作し、実現性および接続特性を検証

# 入出力ポート配置変換技術: ファンイン・アウト設計技術 ファイバ型ファンイン・アウト技術

単心ファイバを溶融一体化することで、マルチコアファイバ(MCF)と接続可能なコア配置を実現する溶融延伸型ファンイン・アウトデバイス(Fi/o)の設計・試作を実施

- 7コアに対応する溶融延伸型Fi/oデバイスを設計試作し、挿入損失0.8dB(デバイス過剰損失0.3dB、融着接続損失0.5dB)、クロストーク -50dBを確認
- エンドビュー機能によるコア調心、電極スイング機能による半径方向均一放電により、7コア・マルチコアファイバとの接続において、0.5dBの接続損失を確認(図1)
- 最大19コアに対応する溶融延伸型Fi/oデバイスを設計試作し、12コア・マルチコアファイバとの融着接続を実現(図2)
- マルチコアファイバを部分的に溶融延伸したモード合分波デバイスを設計試作し、動作を実証(図3)
- 2モード・マルチコアファイバに対応した溶融延伸型入出力デバイスを提案し、デバイスの入出力端でモードフィールド径が維持可能であることを理論的に確認(図4)

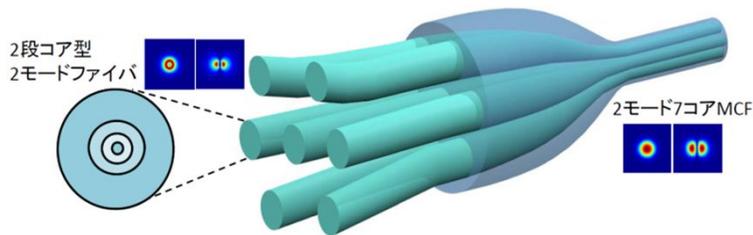
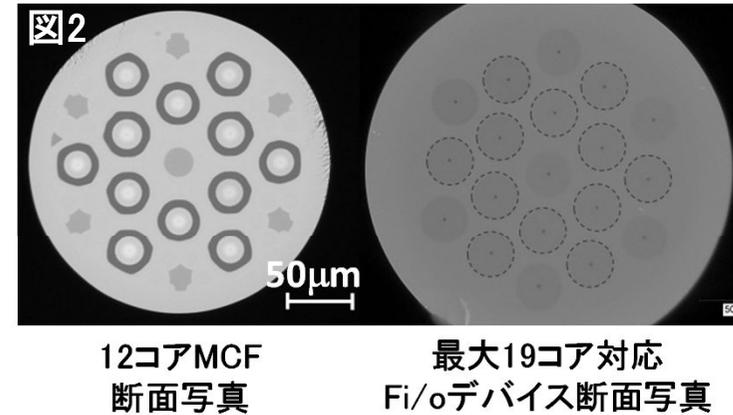
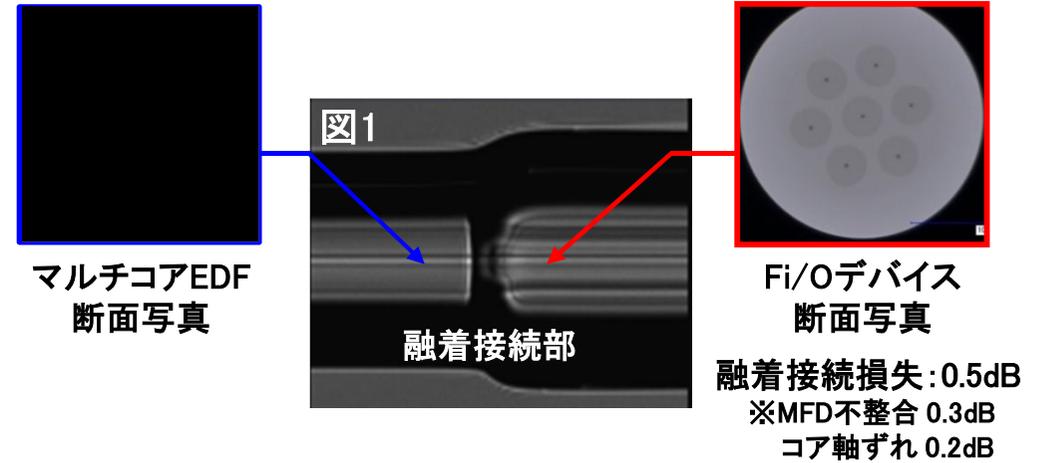


図4 2モードMCF対応Fi/oデバイス

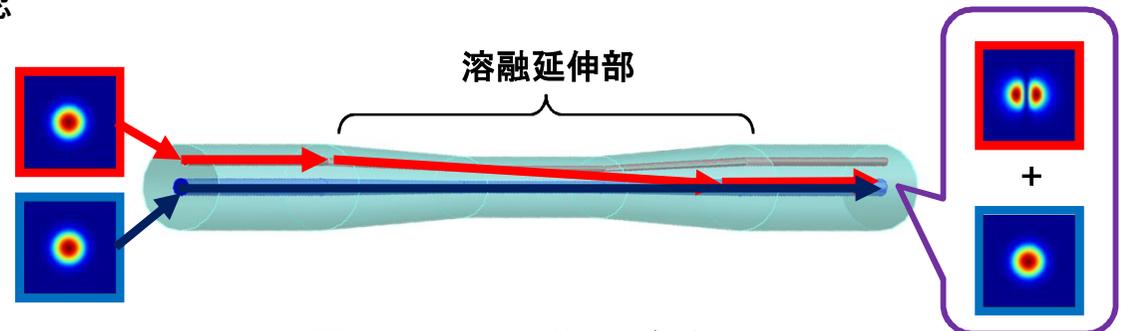


図3 モード合分波デバイス

## マルチコアファイバインターフェース技術：光コネクタ/レセプタクル化技術

コネクタ型インターフェースの実現を目的として、マルチコアファイバと多心細径シングルコアファイバとの一括PC接続を可能とするインターフェース(コネクタ部)を備えた入出力デバイスの設計、試作を実施し、伝送実験にも適用。本検討において、空間分割多重度の向上が期待されるマルチモード(フェーモード)ファイバの接続にも着手。

- 12コア・シングルモード・マルチコアファイバと12心細径ファイバ(Fi/o端)とを一括PC接続するインターフェースを有する入出力デバイスを設計(端面形状条件等)、試作し、全コアについて低損失なPC接続を確認(図5)
- 上記デバイスを容量・距離積 $1\text{Eb/s}\cdot\text{km}$ ( $2\times 0.344\text{Pb/s}$ ,  $1500\text{km}$ )の長距離・大容量マルチコアファイバ伝送実験に導入し、適用性を検証
- フェーモード・マルチコアファイバ用の入出力デバイスを設計、試作し、マルチコア・マルチモード伝送実験に適用することで、同ファイバ接続の課題を抽出

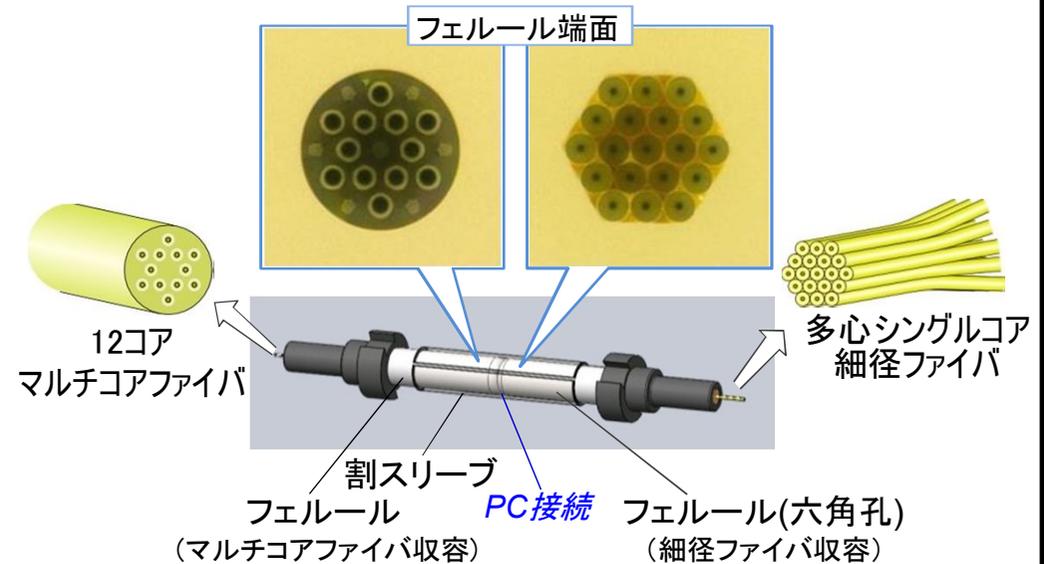


図5 試作したコネクタ型インターフェース部

## 光デバイスインターフェース技術: 多心光コネクタインターフェース技術 レセプタクル化技術

マルチコアファイバ用入出力デバイスのピグテイル・レス化を目的として、同デバイスと多心光ファイバあるいは平面光波回路とのレセプタクル接続(手操作接続)が可能なインターフェース(IF)(図6)の設計、試作を実施

- 12コア・マルチコアファイバ用入出力デバイスに対応する多心ファイバ用インターフェース(12心細径ファイバと12心ファイバとの高密度接続部[ $127\mu\text{m}$ ピッチ])を設計、試作(図7)
- 同入出力デバイスに対応する平面光波回路用インターフェース(12心細径ファイバと光導波路との高密度接続部)を設計、試作(図8)
- 上記試作により、良好な接続特性(低接続損失、高反射減衰量)を確認するとともに、特性向上や作製等に関する課題を抽出

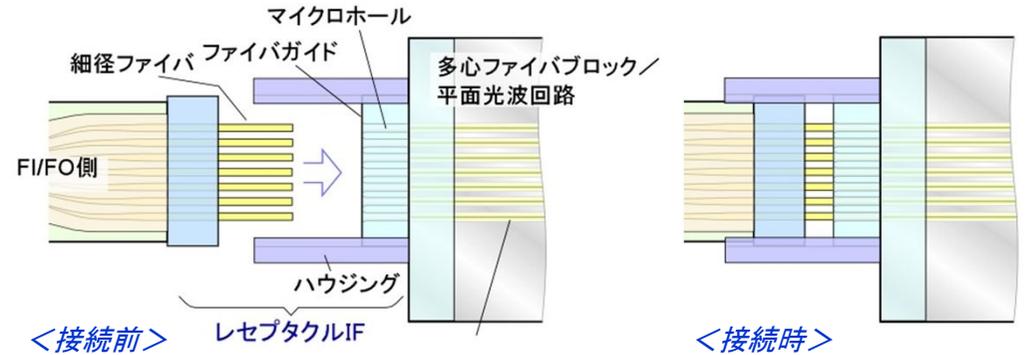


図6 光デバイスインターフェースの構造

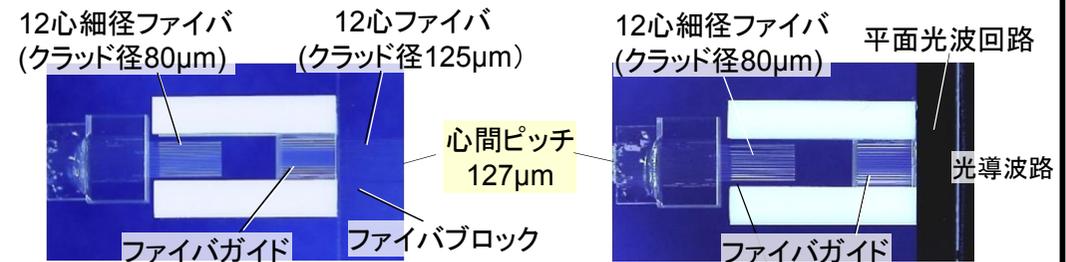


図7 試作した平面光波回路用IF

図8 試作した多心ファイバ用IF

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と( )内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
革新的光通信インフラの研究開発	7 (4)	0 (0)	2 (1)	31 (19)	1 (0)	7 (4)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

特になし

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

課題技術	今後の実施内容
(1) 入出力ポート配置変換技術	12コア・シングルモードマルチコアファイバ用入出力デバイスの設計試作を進め、全ポートの平均挿入損失 $\leq 0.5\text{dB}$ 、クロストーク $\leq -50\text{dB}$ の光学特性を達成する。 フューモードマルチコアファイバ用入出力デバイスについては、融着接続型の構成を提案するとともに、クロストークを低減するためのファイバ設計・試作・評価をおこなう。また、ファイバ型モード合分波器の具体的構成と合分波特性の改善方法について検討する。
(2) マルチコアファイバインターフェース技術	ファンイン・アウト部とマルチコアファイバをプッシュプル操作で低損失にPC接続するコネクタ技術の確立を目的として、軸回転角度を高精度に制御可能なコネクタ構造の設計、試作を実施し、低損失な接続を実現する。また、マルチモード(フューモード)・マルチコアファイバ用の入出力デバイスもターゲットとし、理論解析等によりフューモードファイバの接続特性や接続部品に要求される構造精度を明確化し、設計試作を実施し、課題を抽出する。
(3) 光デバイスインターフェース技術	ファンイン・アウト部と各種光デバイスとを低損失にレセプタクル接続(手操作接続)可能にする接続技術の確立を目的として、抽出した課題を基に多心光コネクタ用および光波回路用インターフェースの設計、試作を実施し、接続特性の改善を図る。