

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆ 課題名 : 革新的光通信インフラの研究開発
- ◆ 個別課題名 : 課題イ マルチコアファイバ接続技術
- ◆ 副題 : マルチコアファイバ用入出力デバイス技術の確立
- ◆ 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)
- ◆ 研究開発予算 : 総額134百万円(平成27年度 24百万円)

2. 研究開発の目標

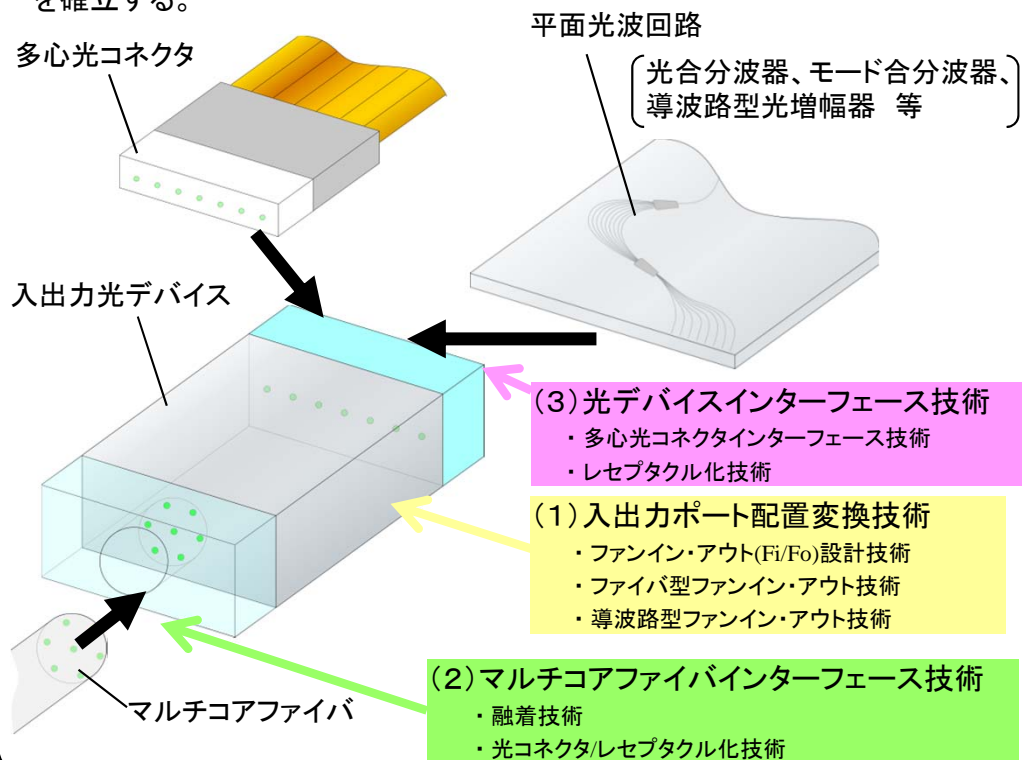
12コア以上のマルチコアファイバと各種光デバイス(ファイバ、光導波回路等)を低損失に接続するマルチコアファイバ用入出力デバイスを実現する。

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

- 熔融延伸型、導波路型、ファイババンドル型による構成を検討。
 - 7コアMCF用熔融延伸型ファンイン・アウトデバイスで最終目標である平均挿入損失0.5dB以下を達成。
 - 19コアマルチモードMCF用ファイババンドル型ファンイン・アウトデバイスにて、最終目標である平均挿入損失0.7 dB以下(@LP01モード)を達成。
- 熔融延伸型ファンイン・アウトと部分延伸型モード合分波器を組み合わせた全ファイバ型入出力変換モジュールを実現。
 - ファンイン・アウトでは、4コアのフェューモードMCFと接続して全ポートで2LPモード伝搬を確認。4LPモードについては設計を実施。
 - モード合分波器では、2LPおよび3LPモード合分波を試作実証。4LPモードについては設計を実施。

(2) マルチコアファイバインターフェース技術

- 融着接続技術とコネクタ技術を検討。
 - 熔融延伸型ファンイン・アウトとMCFの融着接続により、目標とする平均接続損失0.3dB以下を達成。
 - SC形コネクタにより、12コアMCFの全コアPC接続と平均接続損失0.3 dB以下を達成。

(3) 光デバイスインターフェース技術

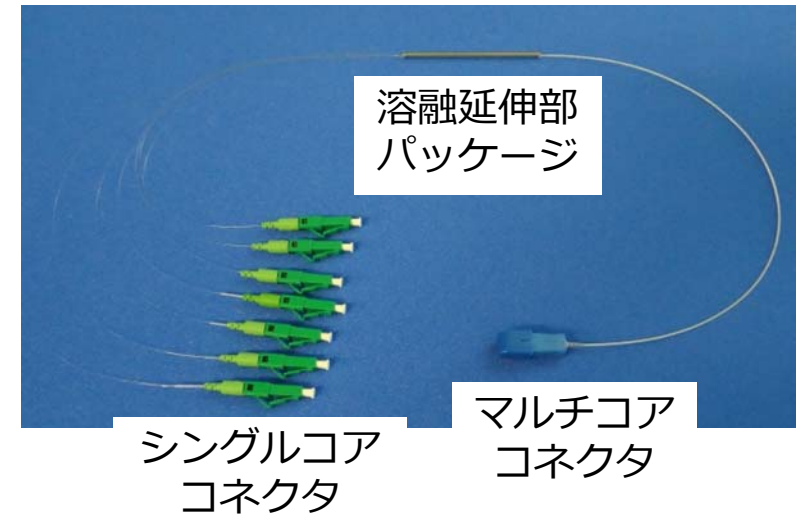
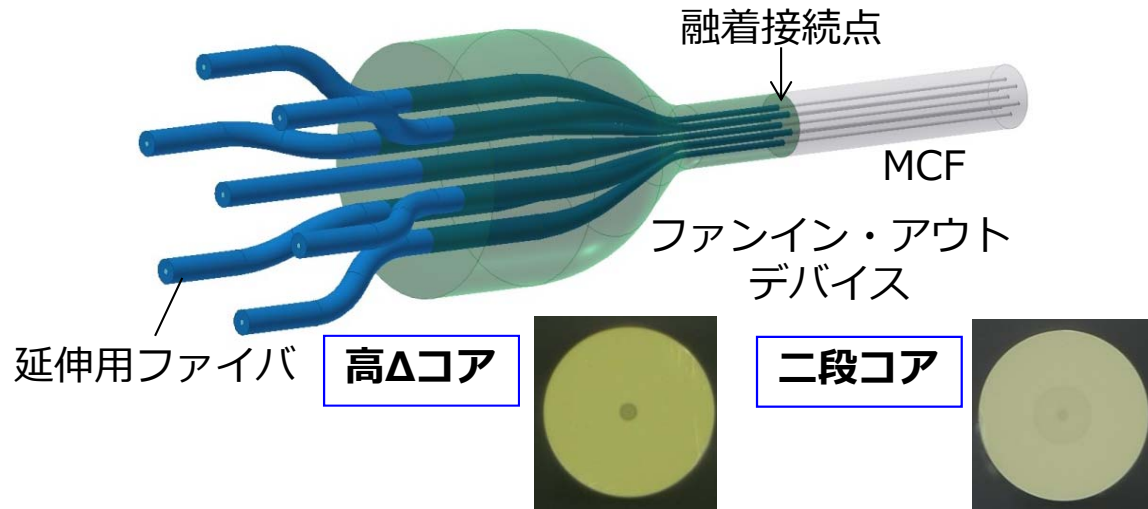
- MCFと多心ファイバもしくは平面光波回路のコネクタ接続を可能にするインターフェース技術を検討。
 - 12コアMCFへの適用により、挿入損失0.7 dB以下となる見通しを得た

(4) 国際標準化の推進

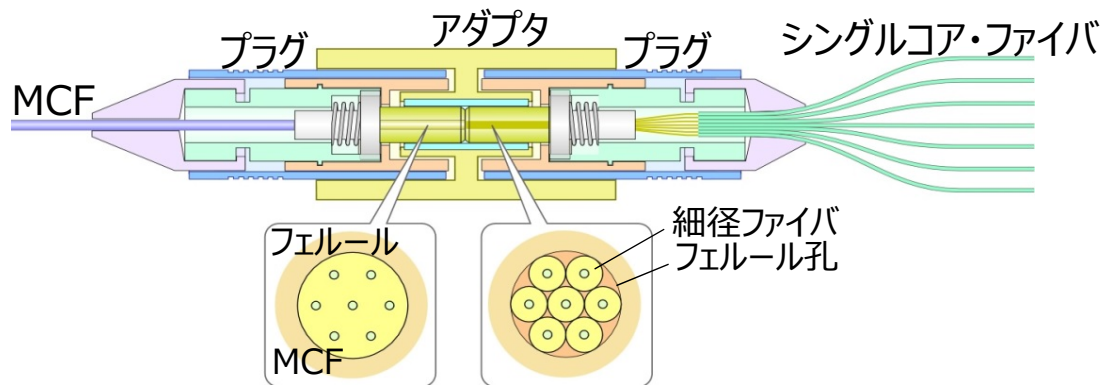
- PC接続端面形状に関する規格文書の素案作成に向けた設計基盤を構築。

(1) 入出力ポート配置変換技術: 溶融延伸型、ファイババンドル型

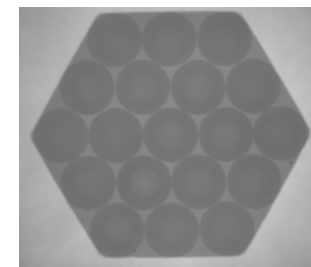
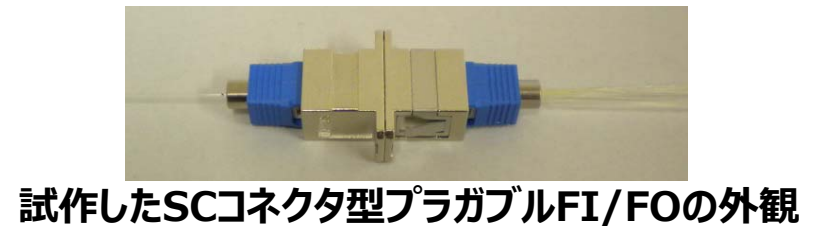
- 溶融延伸前後でシングルモード伝搬可能な2種類の延伸用ファイバ(高 Δ コアファイバ、二段コアファイバ)を設計。7コアMCF対応デバイスにおいて、平均挿入損失0.5dB以下を達成。
- ファンイン・アウトデバイスの溶融延伸部をパッケージするとともに、ピグテールファイバへコネクタを取付けた。本構造においてTelcordia規格の信頼性を確認。



- 細径ファイババンドル収容フェルールをMCF用SCコネクタに組み込み、プラグブル化したFI/FOにより、19コアマルチモードMCF用FI/FOに適用して、平均挿入損失 < 0.7 dBを達成。



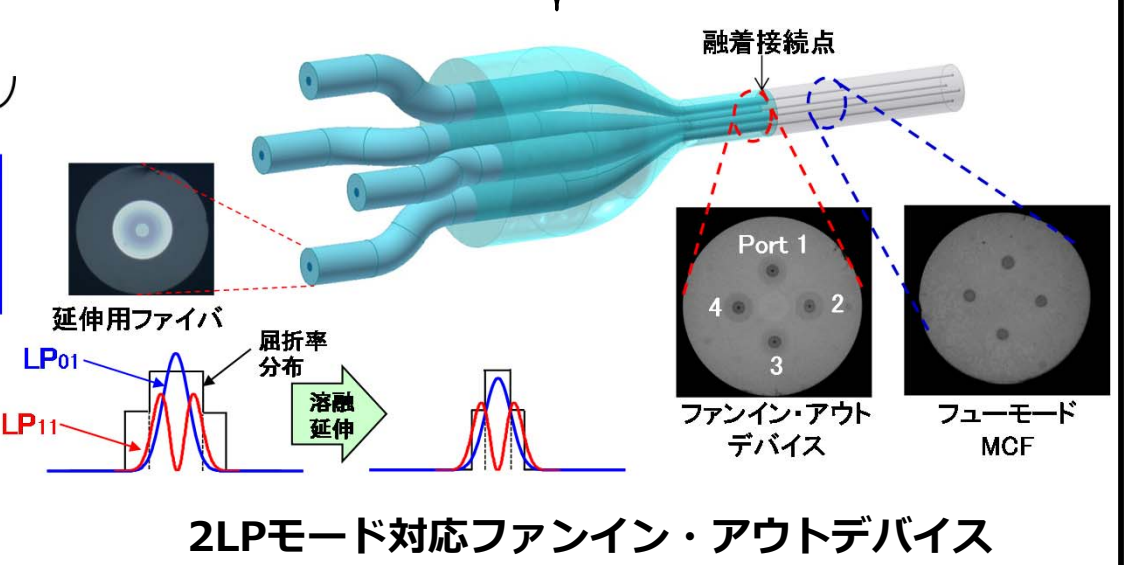
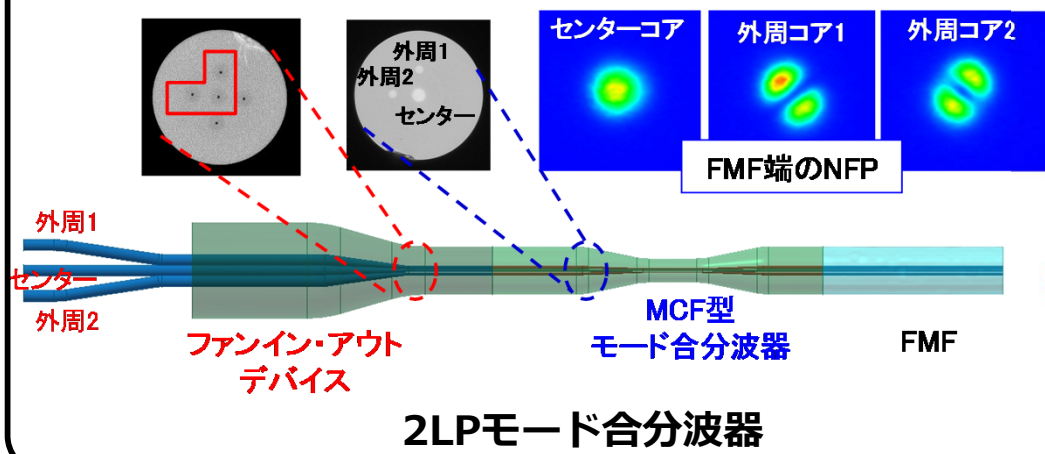
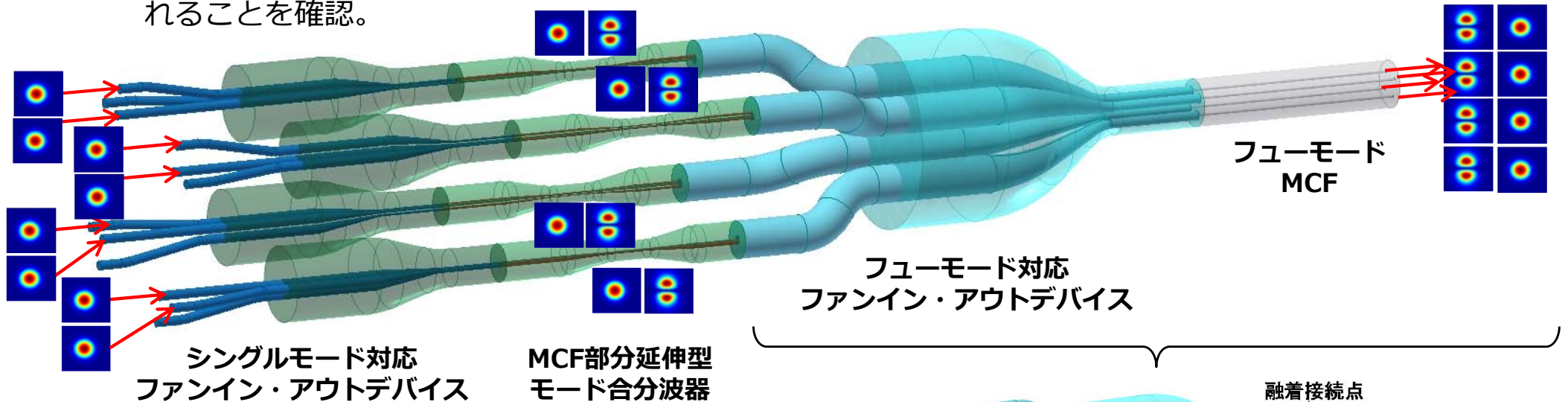
SCコネクタ型プラグブルFI/FOの基本構造



19コアマルチモードMCF用ファンアウトにおける細径ファイバ挿入フェルール端面

(1) 入出力ポート配置変換技術: フューモードファンイン・アウト、フューモード合分波器

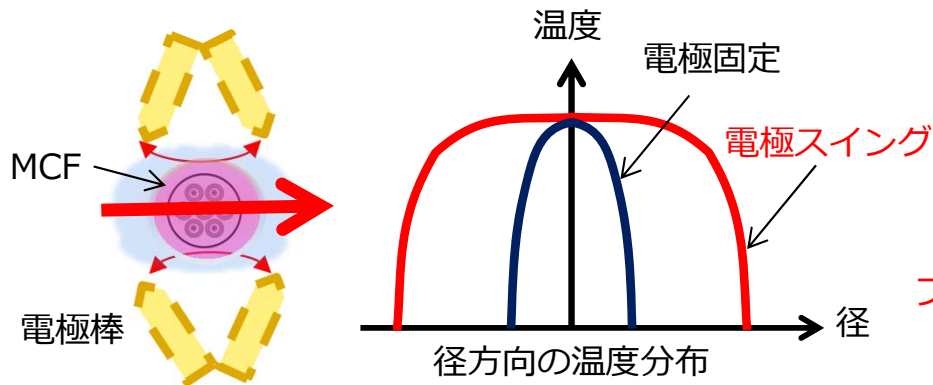
- フューモードMCF伝送路に用いるファンイン・アウトデバイスおよびモード合分波器を設計・試作。これらデバイスを組み合わせて全ファイバ型入出力ポート変換モジュールを実現。
 - ✓ フューモードMCF対応溶融延伸型ファンイン・アウトでは、4コアのフューモードMCFと接続して全ポートで2LPモード伝搬を確認。4LPモードについては設計を実施。
 - ✓ MCFを部分的に溶融延伸したモード合分波器では、2LPおよび3LPモード合分波を試作実証。4LPモードについては設計を実施し、結合効率-0.1 dB以上、クロストーク-20 dB以下の特性が理論上得られることを確認。



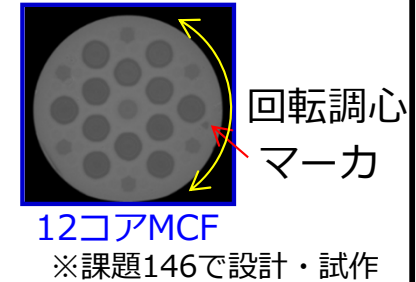
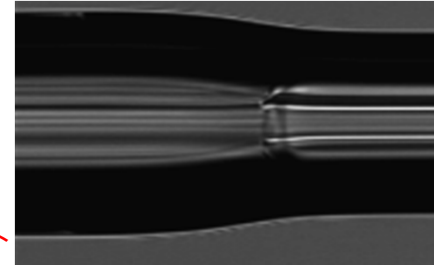
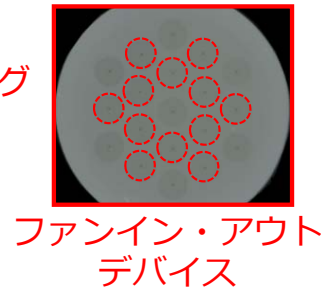
2LPモード対応ファンイン・アウトデバイス

(2)マルチコアファイバインタフェース技術:融着技術、光コネクタ技術

- 加熱領域を広げる電極スイングの採用により、複数コアに対する均一な融着接続を実現して、7コアMCFと溶融延伸型ファンイン・アウトの低損失な融着接続（平均接続損失0.3 dB以下）を達成。

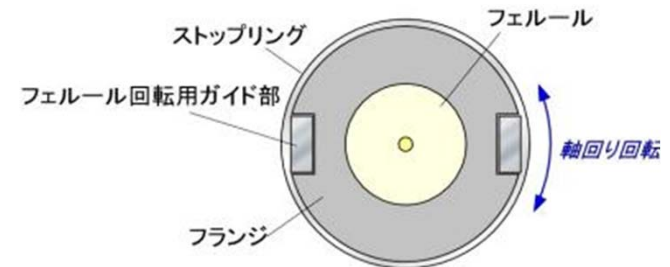
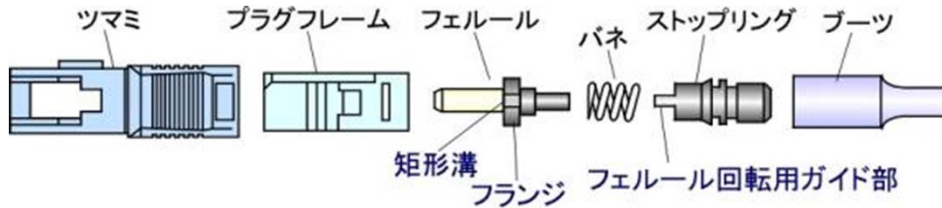


電極スイング



電極スイング機能を用いて接続した融着点

- 組立時にフェルールの軸回り角度の調整が容易で、かつコネクタ接続時にはフェルールの該角度を高精度に規定できるチューナブル型SCコネクタにより、12コアMCFの接続において、全コアPC接続と平均接続損失 < 0.3 dBを達成。



フェルールとストップリングの嵌合状態



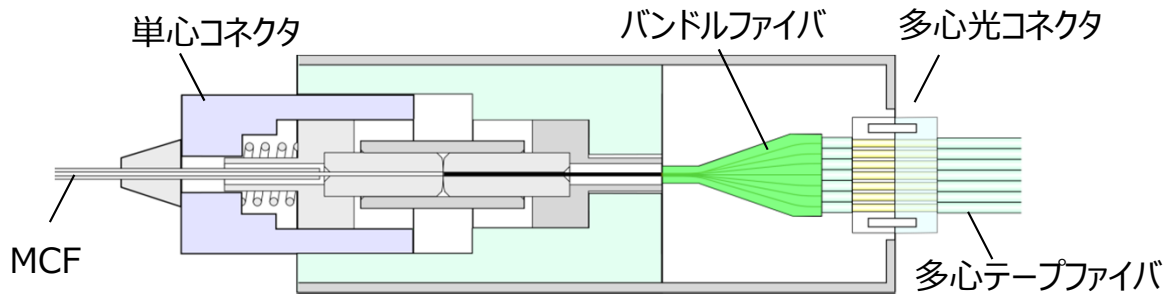
MCFコネクタの構成部品



MCFコネクタによる接続状態

(3) 光デバイスインターフェース技術: 多心コネクタインターフェース技術、レセプタクル化技術

- MCFと多心ファイバもしくは平面光波回路型光デバイスのコネクタ接続を可能にするためのプラグ及びレセプタクルの構成を設計・試作して、12コアMCF用ファンイン・アウトへ適用した結果、挿入損失が0.7 dB以下となるファンイン・アウトデバイスを実現できる見通しを得た。



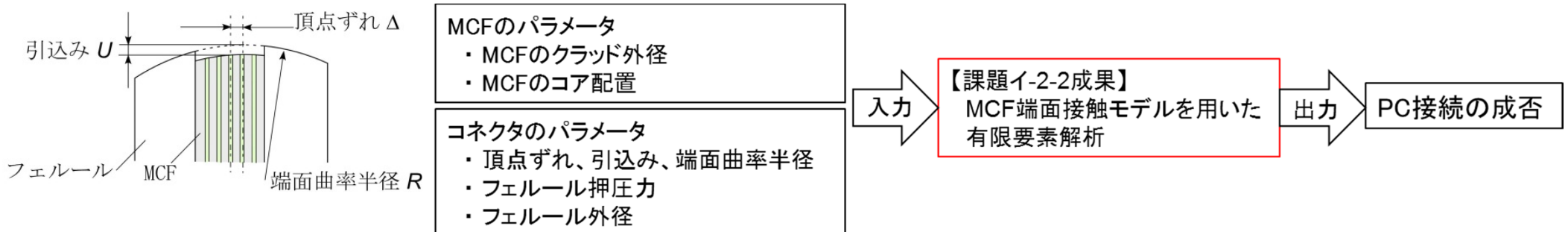
多心光コネクタインターフェースを有する入出力デバイス構造



MPOコネクタインターフェース付入出力デバイス試作品

(4) 国際標準化の推進

- MCF用PC接続端面形状がIEC 61755 光学互換として国際標準化への提案が可能であると判断し、MCFの国際標準化の進展に併せて、速やかにMCF用PC接続端面形状の素案が作成可能となる設計基盤を構築した。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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 報道	展示会	標準化提案
革新的光通信インフラ に関する研究開発	12 (4)	8 (4)	5 (3)	69 (19)	9 (0)	11 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 課題間連携によるマルチコアファイバ伝送実験への接続デバイスの提供

課題150ウ、課題170が連携した19コアマルチモードファイバを用いた伝送実験に適用し、適用性を確認すると共に、高密度空間分割多重(DSDM: Dense Space Division Multiplexing)伝送によるマルチコア・マルチモード伝送の成功に貢献した。

(2) 課題間連携成果への貢献

課題150と課題170の課題間連携の成果として、光通信システムシンポジウムとファトニックネットワークシンポジウムでのマルチコアファイバ伝送の動体展示にマルチコアファイバ接続部品を提供して、動態展示の成功及び受託研究成果のアピールに貢献した。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- ・ MCF接続技術の実用化に向けては、MCFの実用化及び標準化が前提となる。MCFの規格文書の制定及びMCF用接続デバイスの標準化の進展状況を見て、別途、MCF用接続デバイスの量産化技術の確立に向けた計画を検討する。
- ・ MCF用光学互換の国際標準化に向けて、MCFの標準化に向けた動向に注視して、MCFの規格内容が固まるタイミングと合わせて、IEC標準化会議へ素案を提出して、MCF用光学互換の標準化を日本がリードする形で推進できるように貢献する。