

平成26年度「革新的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・研究開発予算

- ◆実施機関 : 株式会社オプトクエスト
- ◆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 103百万円(平成26年度 19百万円)

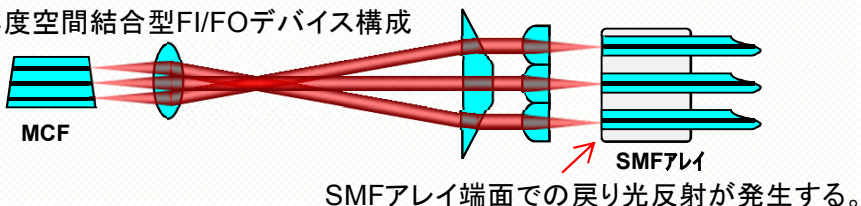
2. 研究開発の目標

7コアマルチコアファイバ(MCF)のFan-in/Fan-out(FI/FO)技術として、空間結合型デバイスの課題であったリターンロスの性能を、今までの光学性能を維持しながら改善する。また、更なる小型化を実現させるための検討を行う。
MCFのコネクタ接続技術として、レンズによる空間結合を用いた異なるコアピッチのMCF同士を接続するデバイスを試作評価を行う。
SC型PC接続コネクタは更なる着脱再現性特性向上のための改良を実施する。

3. 研究開発の成果

① SMF-MCF Fan-in/Fan-out接続技術

(1)25年度空間結合型FI/FOデバイス構成



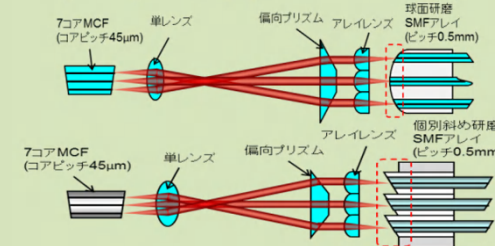
(2)25年度空間結合型FI/FOデバイス外観



空間結合型FI/FOの課題
(1) リターンロスの改善
・SMF端面形状検討
(2) 更なる小型化

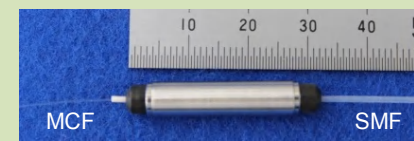
研究開発成果:空間結合型FI/FOデバイスのリターンロス改善

- SMFバンドルファイバの端面を球面研磨とすることで外周コアの**リターンロス $\geq 50\text{dB}$** を実現。
- SMF端面を個別に斜め研磨したうえでバンドル化することで**リターンロス $\geq 48\text{dB}$** を実現。



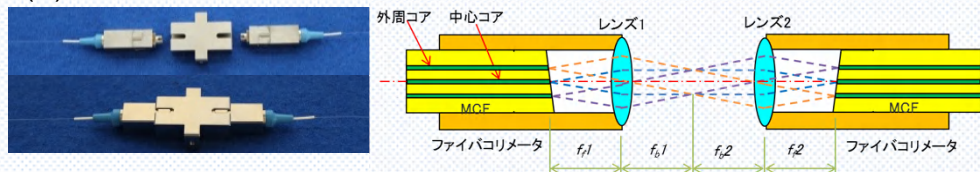
研究開発成果:空間結合型FI/FOデバイスの小型化

- SMF側に細密に束ねたバンドルファイバを用いることで、**外形 $\phi 6\text{mm} \times 32\text{mm}$ 以下の空間結合型FI/FOデバイス**を実現。



② MCFコネクタ接続技術

(1)25年度空間結合型コネクタ外観・光学構成



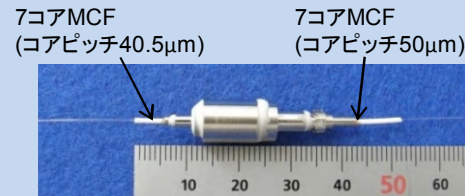
(2)25年度直接接続型SCコネクタ



- (3)空間結合型コネクタの発展
・MCFコアピッチ変換接続
(4)直接接続型課題
・着脱再現性特性向上

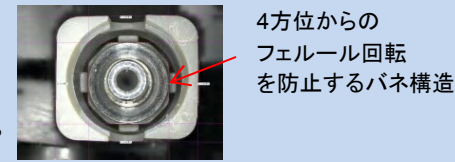
研究開発成果:コアピッチ変換デバイス

- これまでに開発したレンズを用いた空間結合型MCFコネクタ技術を進展させ、レンズ焦点距離の倍率を最適化することでコアピッチの異なるMCF同士の接続を**損失 $\leq 0.6\text{dB}$** で実現。



研究開発成果:直接接続型コネクタ

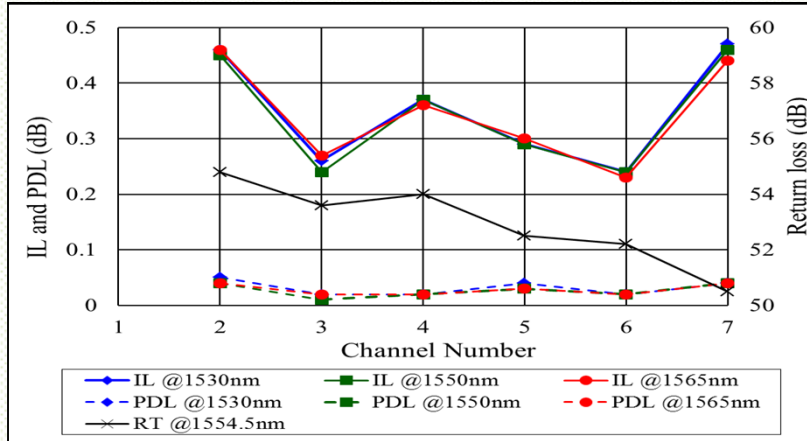
- SCコネクタのプラグハウジングのフェルール保持のバネ性能見直しを行ったが、特性の大幅な改善が出来なかった為、構造の抜本見直しを実施した。



(1) 空間結合型Fan In/Fan Outデバイスのリターンロス改善

◆ SMFアレイ端面球面研磨

SMFアレイの端面を球面研磨加工とすることで、外周コアポートにおいて斜め研磨と同等の効果を得ることが出来、リターンロスを改善した。



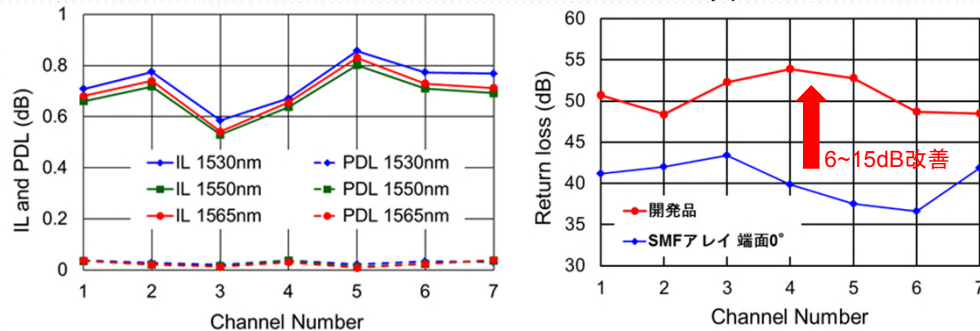
SMFバンドル端面球面研磨Faninデバイス光学特性

◆ SMFアレイ端面個別斜め研磨

SMF端面を個別に斜め研磨したうえでバンドル化することで全コアポートの低損失特性を維持しつつ、リターンロスを0deg研磨時よりも改善した。

挿入損失&PDL

リターンロス

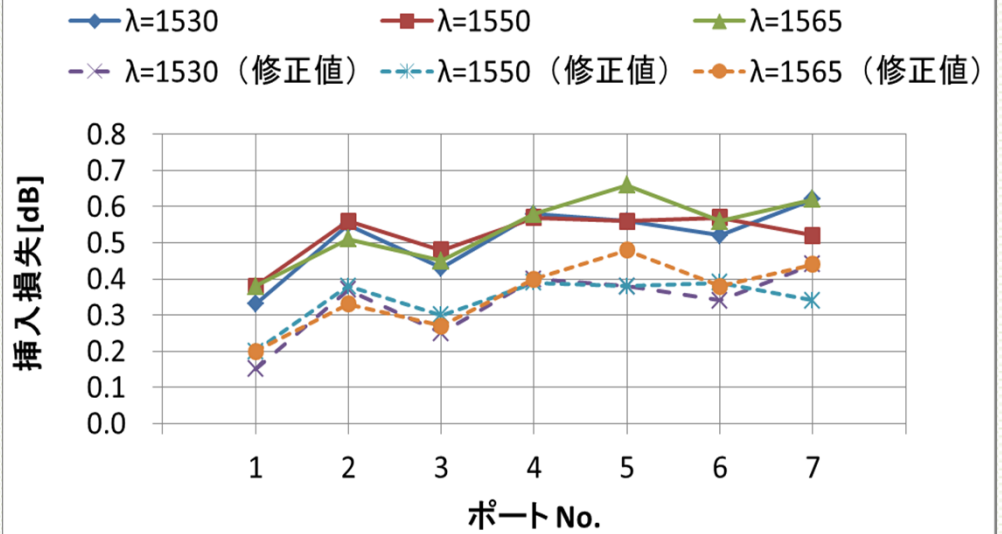
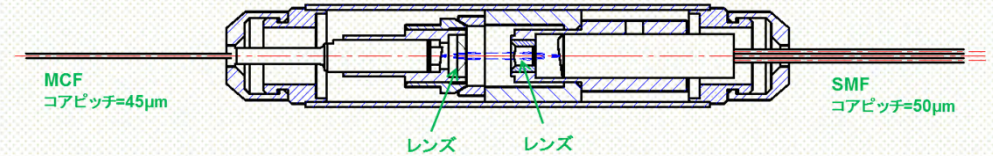
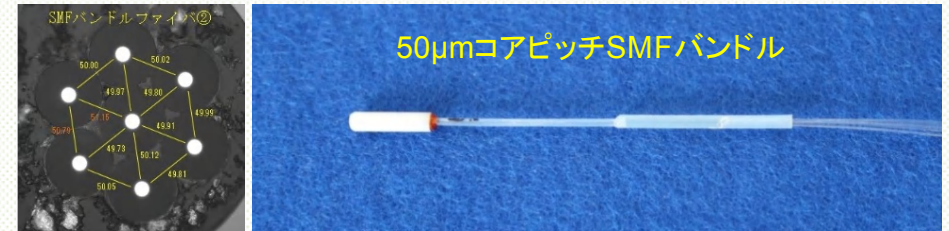


SMFバンドル端面個別斜め研磨Faninデバイス光学特性

(2) 超小型空間結合型Fan In/Fan Outデバイスの開発

◆ 細径SMFバンドルを用いた小型化

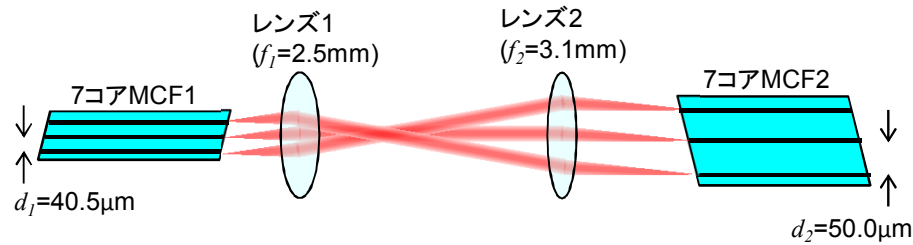
SMFバンドルに使用するSMFを、細径ファイバを用いることで単レンズによる空間光学結合を用いることにより、光学特性は今までの性能を維持しつつ、小型化を実現した。



超小型Faninデバイス損失特性

※SMFバンドル端面には反射防止膜が成膜されていないため、成膜した場合の想定値を修正値として示す。

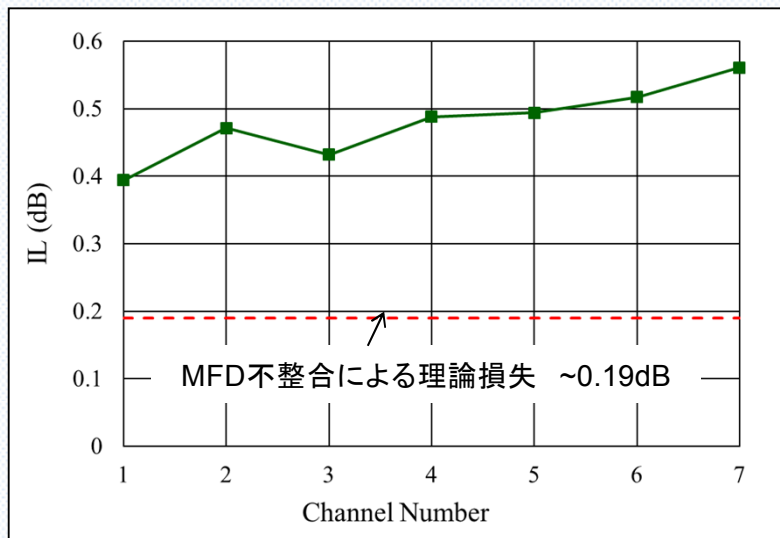
(3) 空間結合によるMCFのコアピッチ変換接続



- ◆ これまでに開発したレンズを用いた空間結合型のMCFコネクタ技術を応用発展することで、コアピッチの異なるMCF同士を接続することが出来る。

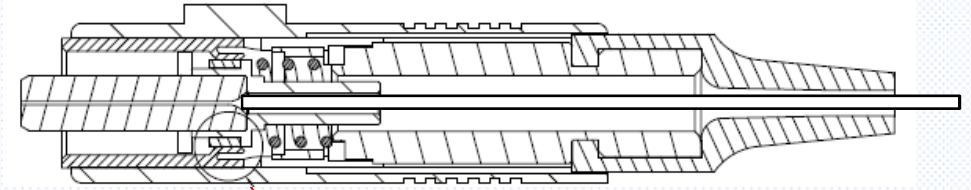
下の式に従うように、使用するMCFのコアピッチ d_1 、 d_2 に応じてレンズの焦点距離 f_1 、 f_2 を選定することで、大きくコアピッチの異なるMCF同士を低損失で光学結合することを実現した。

コアピッチと焦点距離の関係式
$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{f_2}{f_1}$$



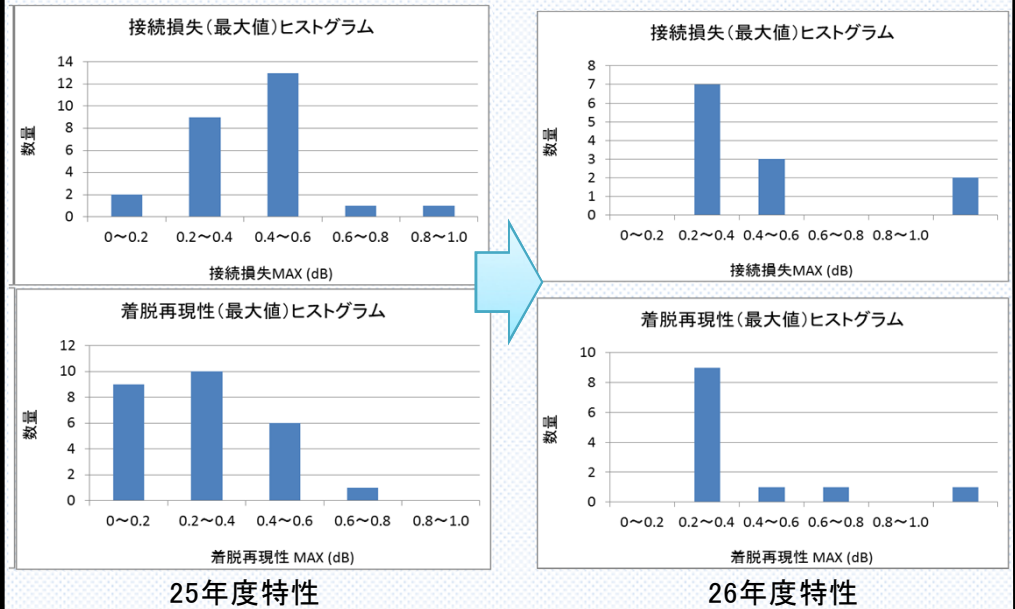
試作したコアピッチ変換接続デバイスの損失特性

(4) 空間結合によるMCFのコアピッチ変換接続

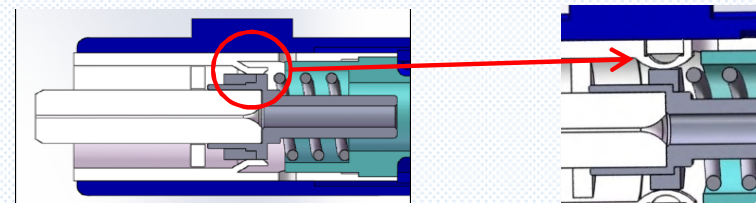


フェルール軸回転防止バネ構造

- ◆ フェルールのフロート性を維持しつつ、コアの回転を防ぐためのバネ構造について、寸法等の構造見直しを実施して評価を行ったが大幅な接続特性の改善をすることが出来なかった。



- ◆ フェルールを4方位から押さえるバネ構造を、特性ばらつき原因となりうる板バネ構造からアーチ状のバネ構造に変更した。



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
革新的通信インフラの 研究開発	6 (2)	0 (2)	0 (0)	29 (8)	0 (0)	12 (4)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 国際学会併設展示会による成果発信

2014年09月22日～24日 ECOC2014 “Palais des Festivals et des Congres” Cannes, France.と、2015年03月24日～26日 OFC2015 “Los Angeles convention center” USA. の2つの国際学会併設展示会において、委託研究成果である小型FI/FOデバイスとSC-like空間結合型コネクタの静態展示とパンフレットの配布を行い、マルチコアファイバ接続デバイスについて空間結合技術のアピールと、近い将来に提供できる実現可能性についてアピールした。

5. 今後の研究開発計画

(1) 全体

これまでに開発してきたさまざまなMCF用接続デバイスの完成度を向上し、最終形態を決定して数量サンプルを試作し、将来的な量産性の確認と信頼性に関しての評価を実施する。

(2) FI/FOデバイス

空間結合型FI/FOデバイスにおいて、これまでの良好な性能を維持しながら、量産を可能とする構造とするための構造の修正を実施し、製造容易性の確認と信頼性についての評価を実施する。

同時に、既に基本性能を確認しているフィルタ機能やアイソレータ機能を付加した機能拡張デバイスの製品化に向けた構造見直しを実施して、空間結合型デバイスの応用展開を実施する。

(3) MCFコネクタ

これまでに開発してきた直接接続型のSCコネクタの構造において、完成度を高めた最終設計評価を行い、試作したサンプルの光学特性と環境性能の評価を行い、実用に耐えうるコネクタを完成させる。

また、昨年度に試作した空間結合型コネクタ技術を発展させた異なるコアピッチ同士を接続するMCF接続デバイスの、更なる光学性能と安定化構造について改良を検討する。