

# 平成25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・研究開発費

- ◆実施機関 株式会社オプトクエスト
- ◆研究開発機関 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額 103百万円(平成25年度 21百万円)

## 2. 研究開発の目標

7コアファイバのファンイン・ファンアウト(FI/FO)技術として、試作を行ったプリズム円柱型構造のFI/FOモジュールの構造がどこまで光学特性を維持向上しながら小型化出来るかの検証試作を行う。同時にさらなる小型化を目指しアレイ型のFI/FOモジュールの試作評価を行う。さらにファイバ融着型FI/FO技術について将来的に実現可能か検討を行うために融着接続実験を行い検証を行う。また、7コアMCF同士のコネクタ接続技術についてはレンズ空間結合系を用いた着脱可能なコネクタの光学特性を維持、向上しながら更なる小型化を追求すると共に直接接続型コネクタの試作評価を行う。

## 3. 研究開発の成果

### ① SMF-MCF Fan In/Fan Out接続技術

既存の伝送用ファイバ(7本)とマルチコアファイバの接続が必要

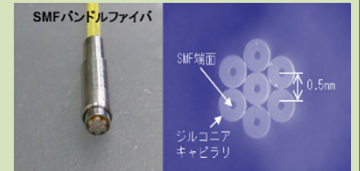
(a)空間結合型の課題  
・リターンロスの改善

(b)融着接続型課題  
・低損失化

(a)空間結合型FI/FOデバイス (b)融着接続型FI/FOデバイス

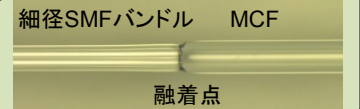
### 研究開発成果:空間結合型Fan in/Fan outデバイス

- 24年度試作した小型デバイスのレンズ系とSMFアレイを見直し、高精度化することで低損失化を目標とし、MCF及びSMF端面の反射防止対策を行うことで、**リターンロス $\leq -45$ dB**を実現。リターンロス性能を維持しつつ、全コアにおいて**MCFとの結合特性 $\leq 0.5$ dB以下**を実現。



### 研究開発成果:融着接続型Fan in/Fan outデバイス

- 24年度試作デバイスの特性結果から、SMF細径ファイババンドルのコアピッチのフィードバックを行い、**全コア最大挿入損失 $\leq 1.75$ dB**を実現した。



### ② MCFコネクタ接続技術

マルチコアファイバ同士を接続する着脱可能なコネクタが必要

24年度開発品

(a)空間結合型の課題  
・簡易着脱コネクタ化

(b)直接接続型課題  
・接続特性安定化  
・中間材実装型アダプタの検討

(a)空間結合型コネクタ (b)直接接続型コネクタ

### 研究開発成果:空間結合型コネクタ

- 24年度試作したFC類似型コネクタの構造から、SC類似型の簡易着脱構造コネクタを検討。
- SC類似型コネクタの試作を実施し、**接続損失 $\leq 0.3$ dB**、**着脱再現性 $\leq 0.15$ dB**を実現。



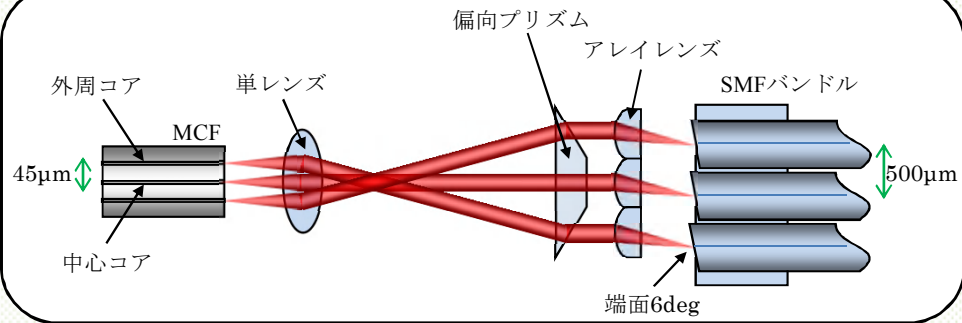
### 研究開発成果:直接接続型コネクタ

- 中間材挿入型SCアダプタを検討し、PC接続できない条件でも**接続損失 $\leq 0.6$ dB**を実現。
- MCFコア配列が回転しないSCコネクタのサンプル数を増やし、マスタファイバとのPC接続にて**接続損失0.4dB以下**、**着脱再現性0.15dB以下**を実現。ランダム接続損失においては $\leq 1$ dBを実現した。

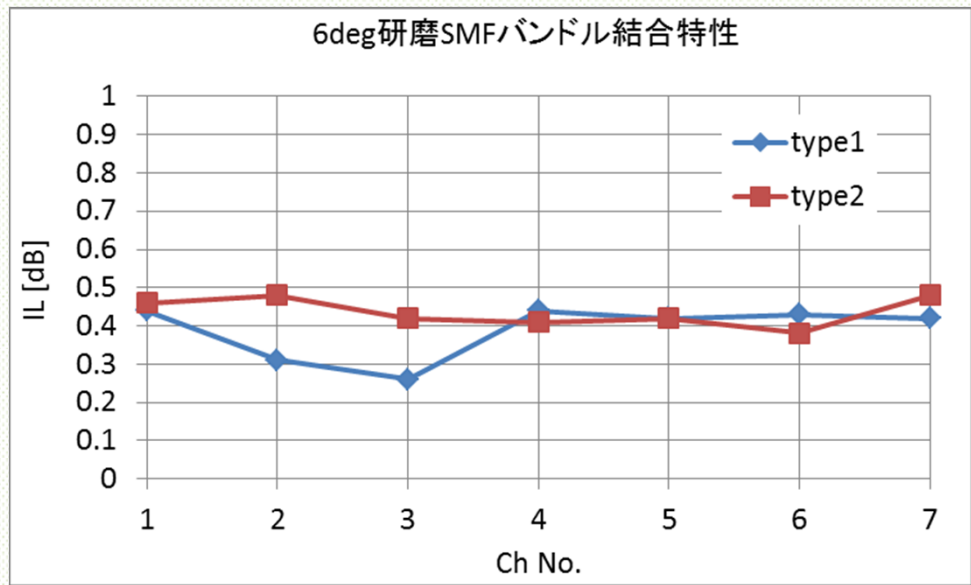




### ①(a) 空間結合型Fan In/Fan Outデバイス



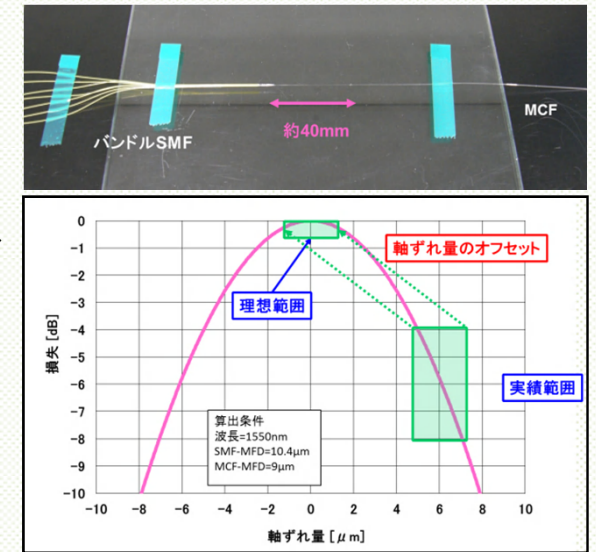
- ◆ 単レンズによりMCF各コアの光がそれぞれ角度を持ったコリメート光を十分に分離させた後に、光の屈折を利用した偏向プリズムにより主軸に平行に揃え、アレイレンズによりSMFへ結合させることで、SMFを細径加工することなく小型化を実現。
- ◆ SMFファイバ端面を各々斜め研磨してバンドル化することにより、SMF端面での反射戻り光対策を行う共に、各コアのフォーカスずれの無い構成を実現。



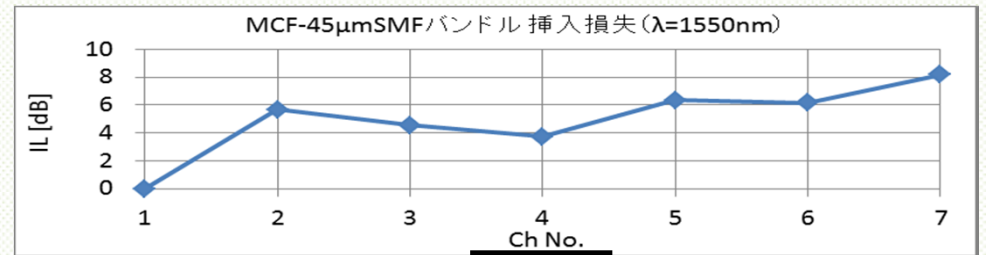
デバイス光学結合特性

### ①(b) 融着接続型Fan In/Fan Outデバイス

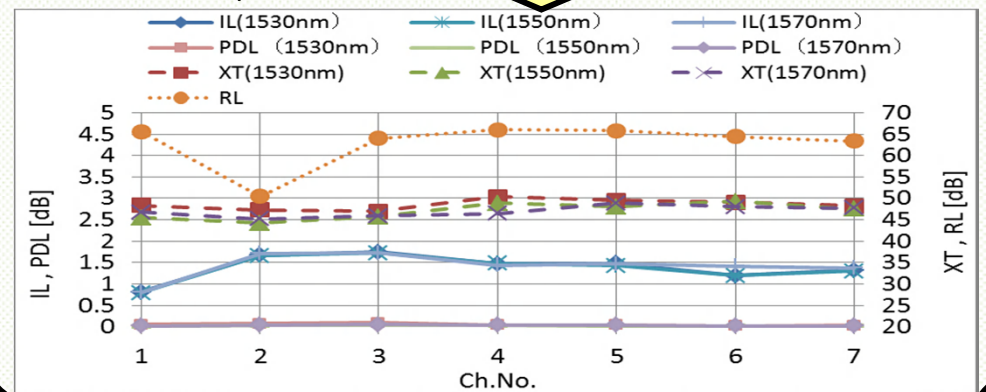
- ◆ MCFコアピッチと同径に細径化したSMF7本をバンドル化し、融着時のMCF接点とのばらつきを無くすため、各SMFの先端長さを研磨により揃え、融着接続を実施。
- ◆ 融着時の損失から、外周ファイバの軸ずれ量を逆算して、SMFピッチにフィードバックすることにより損失を大幅に改善。



SMFピッチ45µm時特性

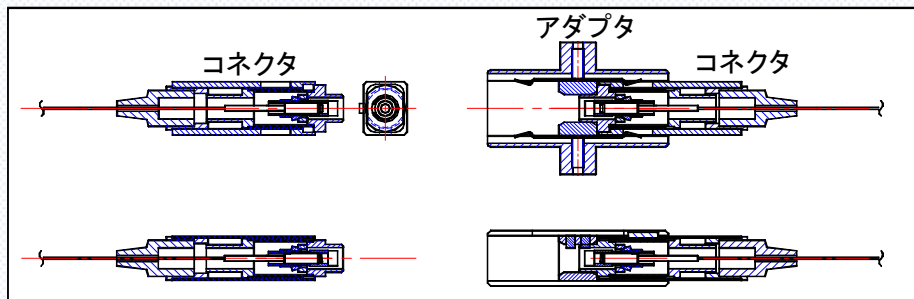
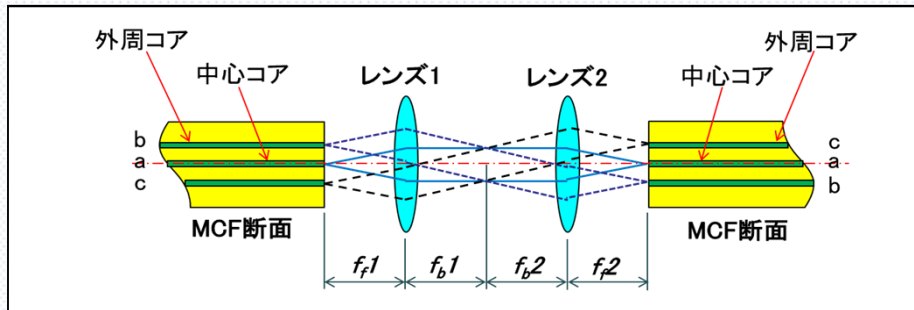


SMFピッチ39µm時特性

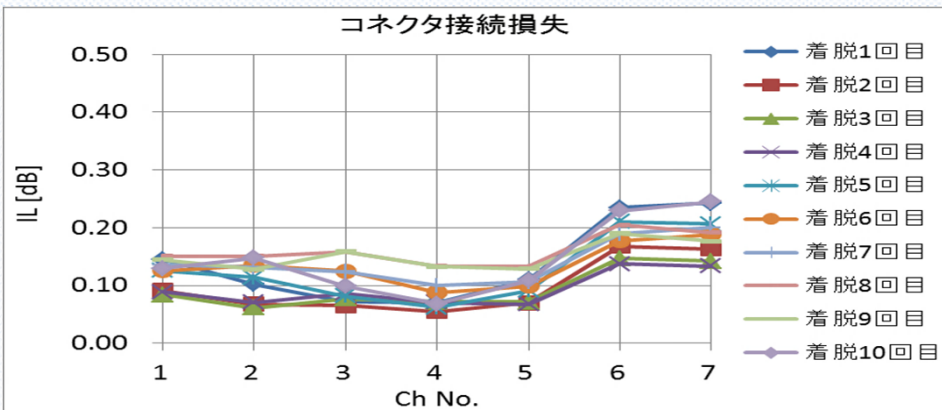




## ②(a) 空間結合型MCFコネクタ



- ◆ レンズとMCFを一体化させたコリメータ構造として位置ずれトランスを緩和し、角度ずれが起きないようにコネクタにフランジ面を設け、フランジ面をアダプタに接触接続することで安定した着脱再現性を実現。
- ◆ 既存SCコネクタ同等の小型の寸法にて簡易着脱構造を実現し、低接続損失及び、高着脱再現性を実現。MCF端面には斜め研磨+反射防止膜により、反射減衰量は $\leq -50\text{dB}$ を実現している。

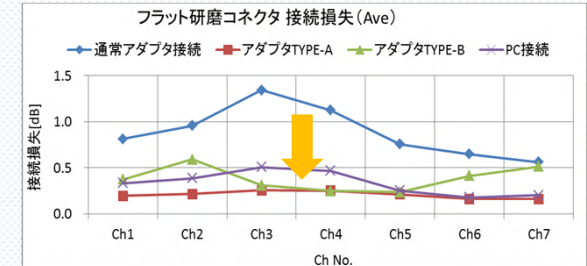
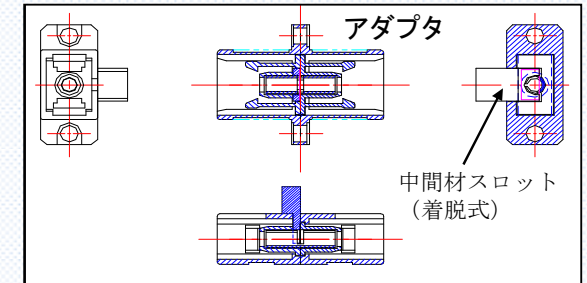


## ②(b) 直接接続型MCFコネクタ

### ● アダプタ開発

- ◆ コネクタがPC接続できないコアピッチの際にも接続が可能な方式として中間材挿入型SCアダプタを開発。

- ◆ フラット研磨コネクタ接続にて、開発アダプタ2Typeによる接続損失が大幅に低減出来ることを確認。

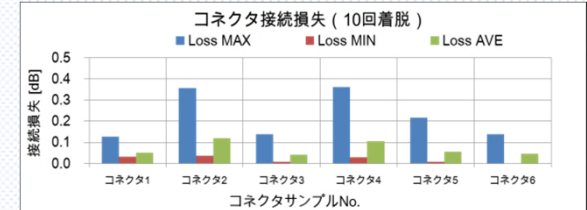


### ● SCコネクタ作製・評価

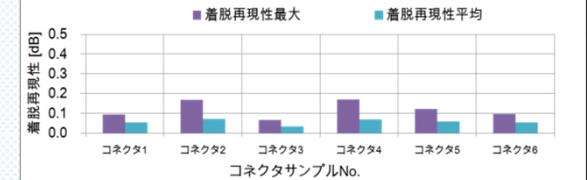
- ◆ 着脱時にMCFコア配置が回転せず、かつ通常コネクタと同等のフロート構造を持つMCFコネクタの改良安定性向上のための改良を行った。

- ◆ コネクタサンプル数 着脱回数を増やしての特性評価を行い、良好な特性を得ることが出来た。また、ランダム接続損失においては、ばらつきがあり、更なる改善を要する結果となった。

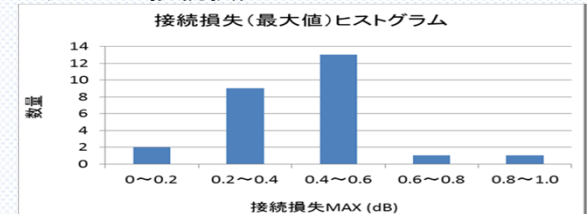
### 対マスタファイバ特性



### コネクタ着脱再現性 (10回)



### ランダム接続損失



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
革新的通信インフラの研究開発	4(0)	2(2)	0(0)	21(11)	0(0)	8(6)	0(0)

5. 研究成果発表等について

(1) 展示会による成果発信

2013年11月7日～8日 EXAT2013 札幌コンベンションセンター

2014年02月4日～6日 SPIE Photonics West Exhibition MOSCONE Center San Francisco, California, USA

2件の学会併設展示会での自社展示ブースにおいて、空間結合型FI/FOデバイス及び、空間結合型コネクタの試作品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が製品レベルに近い完成度であることをアピールし、近い将来に提供できる可能性についてアピールした。また、様々な方からの感想、意見をいただくことにより、デバイスに対する要求等の機能や性能を見直すための情報を得ることが出来た。

6. 今後の研究開発計画

(1) 全体

最終年度に向け、今まで取り組んできた様々な方式の中からMCF用接続デバイスとして将来性のある構造の選択を行い、更なる性能向上と特性改善と共に、完成度の向上を目指す。

(2) FI/FOデバイス

空間結合型FI/FOデバイスにおいて、リターンロスの特性は維持しつつ、さらに低損失となる光学系と構造の見直しを行い損失の改善を行っていく。空間結合型の特徴を生かした、複合機能を持つFI/FOデバイスの可能性について検討を行っていく。

(3) MCFコネクタ

SCコネクタの構造、材料、寸法の見直しを行い、更なる接続損失の改善を行っていく。また、安定性向上のための特性評価について実施していく。空間結合型コネクタで得られた光学構成と構造を元に、空間結合型の特徴を生かした複合機能を持つMCF接続器について検討を行っていく。