

# 平成22年度「革新的光ファイバ技術の研究開発」の開発成果について

## 1. 施策の目標

既に試作済みのマルチコア光ファイバについて、実使用環境を模擬した条件における性能評価を完了することを目標とする。また、新規の評価装置を導入し、前記性能評価に活用することを目標とする。

## 2. 研究開発の背景

今後の光通信トラフィック需要の増大、および、光通信におけるエネルギー消費の低減に対応することを目指し、低損失・低クロストーク・量産可能なマルチコア光ファイバを実証する。

## 3. 研究開発の概要と期待される効果

### ①実使用環境を模擬した条件でのマルチコア光ファイバの性能評価

既に試作済みのマルチコア光ファイバについて、クロストーク・損失のマクロバンド・マイクロバンド・ファイバ接続条件による劣化の有無を実験により明らかにする。

有意な劣化が見られた場合は、劣化量の各条件依存性を実験により明らかにする。

### ②新規評価装置の導入

市販の調芯装置をベースにマルチコア光ファイバの評価に必要な機能を実現するために必要な仕様を明らかにして、本仕様に則り新規評価装置を発注・導入する。

上記の必要な機能が実現されていることを確認し、可能な限り早期に左記①の評価に活用する。

## 4. 研究開発の期間及び体制

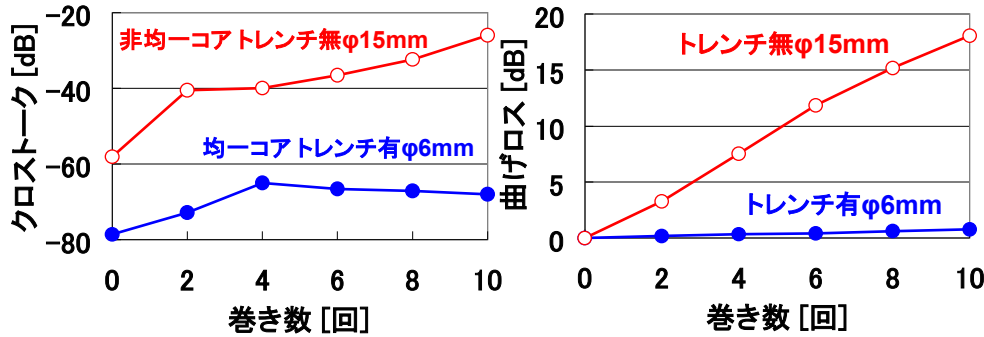
平成22年度～平成24年度(3年間)

NICT委託研究(住友電気工業株式会社)

# 「①実使用環境を模擬した条件でのマルチコア光ファイバの性能評価」の主な成果

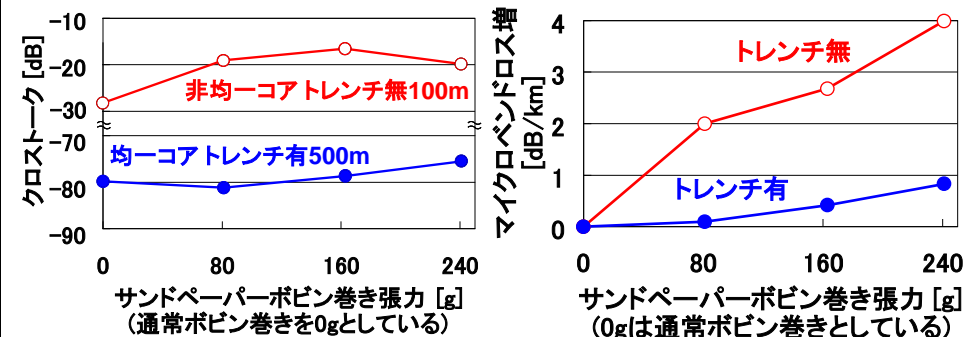
## ①実使用環境を模擬した条件でのマルチコア光ファイバの性能評価

### (1) マクロバンドのクロストーク(XT)・損失への寄与を明確化



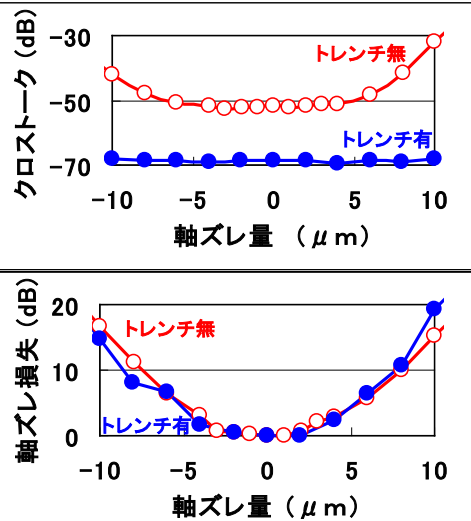
- マルチコア光ファイバにトレンチ構造を導入することで、マクロバンドに対するXT・曲げ損失耐性が大幅に改善することを確認。
- XT劣化パターンは、予測と異なる点有り、メカニズム解明が課題。

### (2) マイクロバンドのクロストーク(XT)・損失への寄与を明確化



- マルチコア光ファイバ間(トレンチ有均一コア/トレンチ無非均一コア)で、マイクロバンドによるXT・損失の変化に差異があることが判明。
- XT変化パターンは損失だけでは説明できずメカニズム解明が課題。

### (3) 接続条件のクロストーク(XT)・損失への寄与を明確化



- マルチコア光ファイバにトレンチ構造を導入することで、軸ズレ大でもクロストークを安定化可能であることを確認。
- トレンチ構造によるXT安定化は、接続端での隣接コアへの結合の抑制が原因。
- 軸ズレ損失はトレンチ有無とも標準SMFと同等であることを確認。

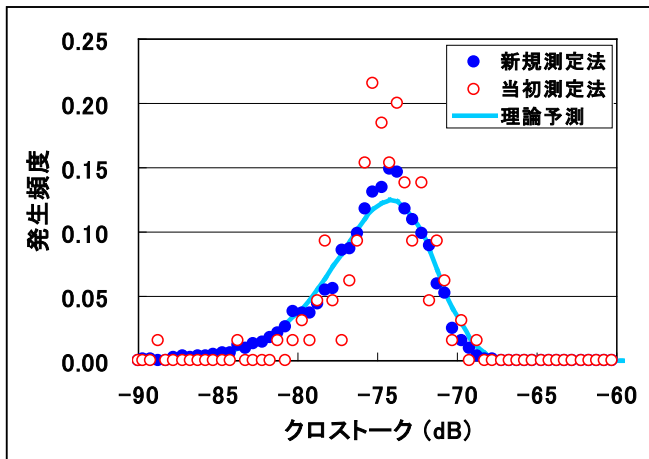
### (4) クロストーク(XT)劣化メカニズム仮説と今後の検討方針

- マクロバンドによるXT劣化
    - 非均一コア構造 : 曲げにより生じる位相整合が主要因と推定。
    - 均一コア構造 : 小径曲げでの位相整合寄与は小さいと予想。マクロバンドロスによる漏れ光が寄与と推定。
  - マイクロバンドによるXT劣化
    - マクロバンド同様に、曲げによる位相整合の変化とマイクロバンドロスによる漏れ光が寄与していると推定。
- ⇒ 曲げによる位相整合の寄与は、既存の理論モデルにより定量検討。漏れ光の寄与は各種マルチコア光ファイバについて実験・理論両面から定量化を試み、今回の実験結果→メカニズム仮説との整合性を検証する。

# 「②新規評価装置の導入」の主な成果

## ②新規評価装置の導入

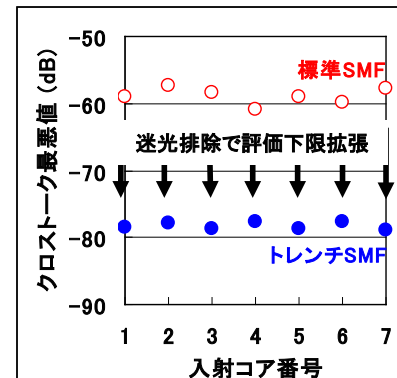
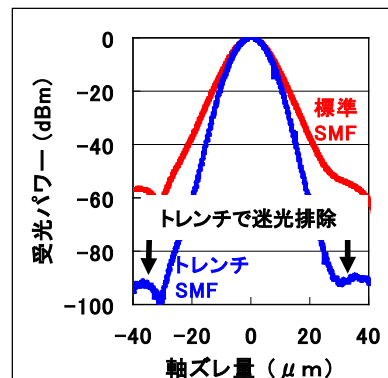
### (1)波長掃引によるクロストーク分布測定法を開発



- ・クロストークが確率分布を持つことを実証。
- ・測定時間を数時間から10秒に短縮。
- ・短時間測定による変動要因排除で、測定精度も向上。

### (2)迷光排除による極低クロストーク評価を実現

- ・トレンチSMF受光により迷光の影響を排除→極低クロストークを実証。

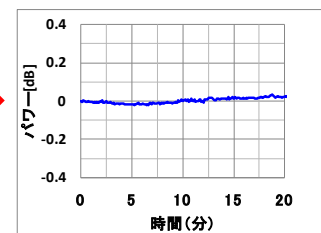
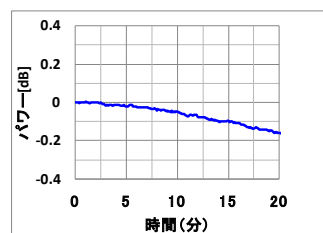


### (3)SMFとMCFの調芯装置の主な機能・性能とその実現方法

機能・性能	実現するための方式
①調芯静止安定性向上 (SMF対向安定性 ±0.1dB/20分 以下)	・熱源(モータ)とステージの断熱構造 ・調芯雰囲気温度コントロール (±0.5℃以下)
②MCFの端面コア番号配列の認識	・高倍率カメラ(x8)によるMCF端面のコア配列認識
③SMFとMCF内各コアの調芯半自動化	・MCF中央コア座標を自動検出し、予め登録された相対座標より外周コア位置も自動検知&調芯する半自動ソフト

### (4)調芯装置動作確認結果

#### ①静止安定性向上



0.15dB/20分  
↓  
0.05dB/20分  
に改善

#### ②コア配列認識



従来装置



新装置

コア、  
マーカー  
を識別

#### ③調芯半自動化

Core	X[μm]	Y[μm]
1	0	0
2	15.25	24.9
3	28.8	-0.3
4	13.95	-25.35
5	-14.45	-25.15
6	-28.55	0
7	-13.7	24.95

コア座標を  
自動検出

## 1. これまで得られた研究成果(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	報道発表	展示会	標準化提案
革新的光ファイバ技術の研究開発	2件	0件	0件	2件	0件	0件	0件

### (1) 国内出願

1. 特願2011-040523「マルチコア光ファイバのコア間クロストークの測定方法」  
→②新規評価装置の導入「(1)波長掃引によるクロストーク分布測定法を開発」の成果を活用
2. 特願2011-040526「マルチコア光ファイバから出力される光の受光方法」  
→②新規評価装置の導入「(2)迷光排除による極低クロストーク評価を実現」の成果を活用

### (2) その他研究発表

1. 電子情報通信学会2011総合大会  
B-10-5「極低クロストークマルチコアファイバのクロストーク分布の測定」
2. OFC2011 PDPC2  
“Ultra-Low-Crosstalk Multi-Core Fiber Feasible to Ultra-Long-Haul Transmission”