

平成26年度「革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発 副題:マルチコア光ファイバ技術と標準化指標の確立」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(代表者)、住友電気工業株式会社、株式会社フジクラ、古河電気工業株式会社、北海道大学、横浜国立大学、大阪府立大学
- ◆研究開発期間 平成25年度から平成29年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額710百万円(平成26年度 150百万円)

2. 研究開発の目標

- ◆目的Aは、1Pbit/s・100km伝送用MCF技術の確立と標準化方針の策定
- ◆目的Bは、FM-MCF技術による伝送容量拡大ポテンシャルの明確化

3. 研究開発の成果

課題A-1 高品質・長尺化技術

- 紡糸条件の最適化技術(日本電信電話)
- 生産効率の最適化技術(住友電気工業)
- スケーラブル製造技術(フジクラ)
- 粉末形成クラッド技術(古河電気工業)

研究開発技術：研究開発成果:高品質・長尺化技術

- 100 Pbit/s・km伝送に供する高品質・長尺MCFの実現に向け多様な製造技術の適用性を明らかにする
- 共有設備を活用した各種母材製造法の特性評価に着手。また紡糸の高張力化による光ファイバの高強度化の可能性を示唆。
 - 目標の生産性指標を達成可能と考えられるコア挿入線引法を提案し、小型母材による実証に成功
 - 孔開け法によるファイバ長94kmのMCFの実現とクラッド一括合成法によるファイバ長2kmのMCFの実現
 - 母材作製に必要な粉末成形装置を整備。また、7コアMCFの多孔質母材を実現(60mmφ×350mmL)

課題A-2 MCFの多重効率の向上と最適化技術

- 多重効率の最大化技術(住友電気工業)
- 空孔構造の活用技術(日本電信電話)

研究開発技術：研究開発成果:MCFの多重効率の向上と最適化技術

- 多重コア数の極限追及を目指すと同時に、100Pbit/s・km伝送用MCFの最適構造について明らかにする
- 均一コア、単一モードMCFとして、最高の空間周波数利用効率を持つMCFの設計・試作により実証
 - 2コア光ファイバを作製し、単一空孔による10dB/100km程度のXT低減効果を実験的に確認

課題A-3 標準化方針の策定

- 標準化指標とマイルストーンの明確化(日本電信電話)

研究開発技術：研究開発成果:標準化方針の策定

- 100Pbit/s・km伝送用MCFの国際標準化指標を明らかにし標準化のマイルストーンを策定する
- 展示会等を通じた成果アピールと、単一コアの国際標準に準拠する4コアファイバの実現性を確認

課題B-1 FM-MCF設計技術

- FMF構造条件の明確化(日本電信電話)
- FMF解析技術の確立(北海道大学)
- FMF製造とXT特製の明確化(フジクラ)

研究開発技術：研究開発成果:高品質・長尺化技術

- マルチコア光ファイバとモード多重伝送の融合に向け光ファイバ構造の設計指針を確立する
- 高次モード伝送損失のクラッド径依存性の体系化と、FMF励振比の複数評価法間の整合性評価
 - 低XT特性を有する2LPモード×12コアファイバの設計および試作
 - 2LPモード×2コアファイバのXT特性を数値計算により明確化し、併せて実験評価方法を検討
 - 結合型3コアファイバにおけるDMD低減効果の理論的検討

課題B-2 FM-MCF用入出力及び評価技術

- FMF用入出力技術の検討(横浜国立大学)
- FMF評価技術の検討(大阪府立大学)

研究開発技術：研究開発成果:MCFの多重効率の向上と最適化技術

- FM-MCFによる超大容量伝送の実現に向け、入出力技術と光ファイバの特性評価技術を確立する
- 3モードファイバ用のLP₀₁, LP_{11 even}, LP_{11 odd}モードの合分波器を設計・製作し実証
 - FMFの平均モード結合係数の評価法、モード損失評価法およびLP₁₁モード接続損失を定式化

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
革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発	25 (14)	3 (2)	6 (4)	76 (50)	2 (0)	6 (3)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) 課題間連携による革新的成果の創出と各種展示会等を通じた技術アピール

50km超級MCFを実現するとともに、クラッド一括合成技術によるMCF母材の実現性を確認した。またFMF技術では縮退モードに対応した新たな入出力技術や高次モードに対する主要パラメータの評価技術について検討し、学会講演を通じアピールした。

特に国際会議では、MCFによる無中継伝送の実証に向け70km長・0.19dB/kmの低損失MCFを実現するとともに、数百km級の高密度空間分割多重伝送を可能とする低モード間群遅延差を有する数モード・マルチコアファイバを実現し、それぞれECOC2014およびOFC2015のPostdeadline Paperに採録された(課題150との連携による成果)。

また将来における空間多重伝送技術の必要性と日本技術の先導性について、課題150・課題17001と連携し、以下の展示会で幅広くアピールした。

2014年10月16日	「基幹伝送路の容量限界打破に向けて」	つくばフォーラム2014
2014年12月11日	「革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発」	光通信システムシンポジウム
2015年 3月 6日	「革新的光ファイバ通信技術の研究開発」	フォトニックネットワークシンポジウム2015

(2) 情報共有と課題間連携の促進による多様な研究開発成果の創出

MCFの標準化指標の抽出及び方針策定に向け、研究運営委員会等を通じ議論を行い指標候補をリストアップするとともに、既存国際標準に準拠した4コアMCFの実現性を確認し、標準化マイルストーン策定に礎とした。

共同提案者間の連携体制を一層強化し、製造技術の検討では共有設備による紡糸を開始したほか、クラッドの一括後付けを行う2つの新たなMCF製造方法について実現性・応用事例について検討した。またFMF技術の検討においても異者間連携により、数モードマルチコアファイバにおける更なる空間チャンネル数増加や、FMF伝送特性のクロスチェックおよび入出力技術の適用性について検討した。

6. 今後の研究開発計画

100Pbit/s・km伝送用マルチコア光ファイバ技術の確立に向けては、既存製造方法による100km長の実現に向け課題を抽出するとともに、新規製造技術における特性向上に向けた検討を促進する。また、将来の標準化に向け、ケーススタディとして多層リング型MCFの特性評価を行い、標準化指標の策定に向け検討を進めるものとする。

コアとモードの融合による伝送容量の極限追及に関しては、FM-MCFにおける36超空間チャンネルの実現および特性評価法の確立に向けた検討、および入出力導波路におけるモード数拡大に向け、共同提案者間の連携により検討を加速する。