

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 : マルチコアファイバの実用化加速に向けた研究開発
- ◆副題 : 標準クラッド径マルチコアファイバ伝送路技術の確立
- ◆実施機関 : 日本電信電話(株)、(株)KDDI総合研究所、住友電気工業(株)、(株)フジクラ、古河電気工業(株)
- ◆研究開発期間 : 平成30(2018)年度～令和4(2022)年度(5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額850百万円(令和2年度 170百万円) ※百万円未満切り上げ

## 2. 研究開発の目標

- 研究開発項目ア : 1500 km・コア超級の高品質・高信頼性マルチコアファイバ(MCF)技術の確立
- 研究開発項目イ : 標準クラッド径MCFを用いたMCFケーブルの実現と実環境下での100 Pbit/s・km級伝送ポテンシャルの実証
- 研究開発項目ウ : MCF伝送路構築と標準化に不可欠な周辺技術の確立

## 3. 研究開発の成果

## 項目ア 高品質・高信頼性MCF技術

- 標準クラッド径MCF技術(日本電信電話)
- 高効率・高品質MCF製造技術(住友電気工業)
- 高品質・高信頼性スケーラブル製造技術(フジクラ)
- 非開削母材製造技術(古河電気工業)

ステップインデックス(SI)型MCFの試作を行い、各MCF製造技術の高品質・高信頼性化に向けた装置設計・選定等を実施

- SI型MCFの設計および適用領域を明らかにするとともに、SI・トレンチ型のカットオフとクロストーク(XT)の関係を明確化
- クラッド径変動異常部の発生要因明確化。また、高効率母材加工装置を立上げ
- 孔開法で長尺化、高信頼化の中間目標を達成。クラッド一括形成法の量産適応性を判断
- 非開削母材におけるクリアランスの制御により孔開法と遜色ない品質にて母材サイズ100 km化を達成

## 項目イ MCFケーブル・伝送路技術

- 敷設・特性制御技術(日本電信電話)
- 伝送路設計技術(KDDI総合研究所)

多心SI型MCFケーブル特性の工程間偏差の明確化および多段接続特性の評価を実施

- SI型標準クラッド外径MCFを高密度光ケーブルへ実装し、工程間の損失・XTの特性変化および波長依存性を明確化
- 敷設環境下を模擬したSI型MCF光ケーブルの多段接続構成を設計・構築し、挿入損失(IL)やコア間XT等の光学特性および伝送性能の評価を実施

## 項目ウ 標準化に向けたMCF周辺技術

- MCF標準化技術(日本電信電話)
- MCF接続技術(住友電気工業)
- MCF高効率評価技術(フジクラ)
- MCF入出力技術(古河電気工業)

並列評価技術およびSI型MCF用接続インタフェースのコンセプト実証に向けた検討を実施

- コア間隔偏差が接続損失特性に与える影響を解析的・実験的に明確化
- 射出成形法MCFコネクタを試作し、低IL・PC接続を実現。側方観察に望ましいMCF構造を確認
- MCFのモードフィールド径を4コア同時測定し、測定時間を通常のシングルモードファイバ比で1.91倍(1コア当たり0.48倍)に短縮
- SI型40  $\mu$ mコアピッチMCF用ファンアウトの部材、設計を最適化し、低ILを実現

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
22 (7)	9 (6)	2 (2)	53 (22)	2 (1)	0 (0)	4 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

SI型標準クラッド径MCFを用いたMCF製造・ケーブル・周辺技術の深化

- ① 100 km超、プルーフレベル1%以上を満足するMCF母材の実現と、1500 km・コアに向けた課題の明確化  
製造性の向上が期待できるSI型標準クラッド径MCF (SI-MCF) の設計・適用領域を明らかにするとともに、各研究分担者で検討している製造技術で標準的な機械的信頼性と100 km超相当のMCF母材の実現性を確認し、1500 km・コア超の達成に向けた課題抽出を行った。
- ② SIケーブルの工程間、敷設特性の明確化による相互接続性の検討基盤の構築  
SI-MCFを実装したMCFケーブルの工程間変化や敷設特性、異ベンダを含む多段接続特性について明らかにし、相互接続性の検討基盤を構築するとともに、MCFの標準草案策定に必要な特性データを蓄積した。
- ③ 標準化を見据えた幾何学構造評価手法の明確化、量産性・接続性に優れた光接続技術および高効率測定手法の実証  
標準クラッド径MCFケーブル伝送路の実用展開に必要な周辺技術の検討を進め、量産性に優れた射出成形型コネクタおよび低損失ファンイン・ファンアウトの実現性を確認した。また、中間目標を満たすMFD測定の効率化を実現した。

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

空間分割多重ファイバ・ケーブルの標準化を見据え、課題188との連携で採択となったITU-Tにおける新規技術文書の作成に関し、審議進捗に向け関係者と連名でドラフト提案を進めた。また、NICTのプロジェクトオフィサおよび課題203の受託者で構成される企画調整会議を適時開催し、各者の検討状況と成果を共有するとともに、コロナ禍においてもリモート展示の機会を積極的に利用し、当該研究開発活動と成果をアピールした。

5. 今後の研究開発計画

高品質・高信頼性MCF技術、MCFケーブル・伝送路技術、MCF周辺技術の三つの要素技術検討により、100 Pbit/s・km超級の伝送ポテンシャルを有する標準クラッド径MCFを用いたMCF伝送路技術として確立する。さらに、具体的な標準化提案に向けた方針を明確化する。

- ・研究開発項目ア 高品質・高信頼性MCF技術  
プルーフレベル1%以上を満足する1500 km・コア超のMCF製造技術を確立し、その2000 km・コア超技術への拡張性について明らかにする。
- ・研究開発項目イ MCFケーブル・伝送路技術  
標準クラッド径MCFを用いた光ケーブルのフィールド環境下における経時特性を明らかにし、XT特性の制御性と併せて、MCFケーブル技術として確立する。さらに、標準クラッド径MCFケーブルの伝送ポテンシャルを明らかにし、ランダム接続を想定した伝送路設計モデルを確立する。
- ・研究開発項目ウ 標準化に向けたMCF周辺技術  
製造時の特性検査を勘案し、所要時間がコアあたり1/2.7以下となる評価手法の効率化を実現する。さらに、製造・伝送路構築に適したMCF入出力技術を確立するとともに、多心MCFに対する新たな整列技術の実現性を明らかにする。また、標準クラッド径MCFの標準草案および標準化提案に向けた計画を策定する。