

## 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
- ◆受託者 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(契約額) 平成30(2018)年度から令和4(2022)年度までの総額 850百万円(令和3年度 170百万円)

## 2. 研究開発の目標

- 研究開発項目ア : 1500 km・コア超級の高品质・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 高品质・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・高品质MCF製造技術(住友電気工業)
- 高品质・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)

## 低クロストーク(XT)型標準クラッド径MCF試作・評価、高品质・高信頼性化に向けた母材加工・部材設計等を実施

- 低XT型MCFの試作・特性評価を完了し、すべての試作MCFで、伝送損失、XT特性ともに試作仕様を満たし、XTについてステップインデックス(SI)型標準クラッド外径MCFよりも-20 dB/km程度の改善を確認
- 目標サイズでの高効率母材加工を達成、当該母材を用いたファイバ化に関する品質調査を実施
- 孔開法で長尺化 1800 km・コアと破断回数 0.003回/(km・コア)を実現し、令和3年度目標を達成
- 非開削法による母材大型化に適した部材の設計、および作製工程検討を完了

## 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)

## SI型敷設ケーブルのフィールド環境下の安定性評価および相互接続時の伝送評価試験を実施

- 前年度に敷設したSI型MCFケーブルについて、地下フィールド環境において安定な光損失およびXT特性を確認。また、低XT型MCF実装ケーブルを試作し、ケーブル化工程前後の光学特性の安定性を確認
- 低XT型MCFの多段接続構成を設計・構築、挿入損失やコア間XT、偏波変動性等の評価を実施
- データセンターインターコネクション(DCI)への適用性を検証するため、100G/400GbEテストを用いた敷設MCFケーブルの評価試験を実施

## 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MCFコネクタ・入出力技術の使用環境・生産性を考慮した検討を実施

- 幾何学パラメータ試験法について理論検討と実験検証を完了し、提案方法の妥当性を確認。また、国内関係者と連携し空間分割多重光ファイバケーブルに関する新規技術レポートの文書草案をITU-Tに提案
- MCF多心整列設備を立ち上げ、MCF多心整列の実装技術を原理実証
- 4コアファイバのモードフィールド径(MFD)測定時間短縮検討を行い、シングルモードファイバ(SMF)測定時間比で1.88倍を実現、3波長でMFD測定を実施
- パッケージの最適化によりIEC 61753-1 Category OPの要求特性を満たすファンアウトを実現。また、フィールド環境で使用可能な側方観察型の融着機について、自動調心プログラムによる融着接続を実現

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
29 (5)	26 (13)	2 (0)	85 (32)	5 (3)	0 (0)	6 (2)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

MCF製造技術の追及とMCFケーブルのフィールド環境評価および周辺技術の高度化

①1500 km・コア超級の高品質・高信頼性MCFの実証

低XT標準クラッド径MCFの試作・評価を完了し、ケーブル試作へ繋げるとともに、各研究分担者で検討している製造技術について、1500 km・コア超級の高品質・高信頼性MCF実現性を明らかにした。

②SI型MCFケーブルのフィールド環境安定性評価および相互接続における伝送評価

低XT型ケーブルのケーブル化工程間の光学特性安定性を確認するとともに多段接続特性を把握し、次期フィールド統合伝送路構築に備えた。また、SI型MCFケーブルのフィールド環境下における安定性を確認するとともに、相互接続における伝送評価試験によりDCIや無線アクセス等への適用性を明らかにした。

③量産性・使用環境を考慮した光接続技術の実現性確認および一括測定手法の高効率化

実用展開に必要となる周辺技術の検討を進め、MCF多心整列技術およびフィールドでの使用を想定したファンイン・ファンアウトの実現性を確認した。また、一括測定手法による測定可能波長の拡張および高効率化を実現した。

情報共有と課題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、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国際、国内シンポジウムでの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。さらに、MCFの伝送帯域や適用距離を考慮し、SI型および低XT型標準クラッド径MCFの設計条件と適用領域を明らかにする。

・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。