

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発  
採 択 番 号 : 17001  
個 別 課 題 名 :  
副 題 : ペタビット級空間多重光ファイバの実用化・大容量化技術

(1) 研究開発の目的

本研究では、マルチコアファイバの低コスト・大量生産ファイバ製造技術、ならびに、多心ケーブル化を念頭においた高信頼・高精度ファイバ製造技術を確立するとともに、それらファイバの評価技術を実現し、ペタビット伝送性能を有するマルチコアファイバの実用化を推進させる。また、マルチコアファイバにモード多重技術を融合させ、モード多重マルチコアファイバ作製技術およびその評価・伝送技術を検討する。モード多重数、コア数、そして変調多値数を最適化することで、マルチペタビット級空間多重多値変調伝送の実現可能性を実証することを目的とする。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 29 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

株式会社 KDDI 研究所 <代表研究者>、古河電気工業株式会社、住友電気工業株式会社、国立大学法人東北大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 577 百万円 (平成 27 年度 115 百万円)  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

- 1700101 : 大容量マルチコアファイバ伝送技術 (株式会社 KDDI 研究所)
- 1700102 : マルチコアファイバのコア密度拡大・母材大型化・高速測定技術 (古河電気工業株式会社)
  - 1. マルチコアファイバのコア密度拡大技術
  - 2. マルチコアファイバ母材の大型化技術
  - 3. マルチコアファイバの高速測定技術
- 1700103 : マルチコアファイバの高信頼化・高精度化とモード多重技術応用 (住友電気工業株式会社)
  - 1. 高信頼マルチコアファイバの開発
  - 2. マルチコアファイバのコア配列高精度化技術の開発
- 1700104 : 大容量マルチコアファイバの性能評価技術 (国立大学東北大学)
  - 1. モード結合評価技術の開発
  - 2. マルチコア/マルチモードファイバの超多値伝送と特性評価

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	16	6
	外国出願	3	2

外部発表	研究論文	6	1
	その他研究発表	61	29
	プレスリリース・報道	4	1
	展示会	4	1
	標準化提案	0	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

- 1700101：大容量マルチコアファイバ伝送技術
  - ① 6モード19コアファイバを用いた2.05Pbit/s伝送実験を行い、マルチモードマルチコアファイバにおけるマルチペタビット級の伝送性能の可能性を明らかにし、その結果をECOC2015-PDPとして発表を行った。
  - ② 受信MIMO処理の負荷軽減策として、モード間遅延差(DMD)を低減するため、伝送路の途中で伝搬モードを入れ替えるモード交換法を提案した。また、2kmの6モードファイバを用いて本方式の実証実験を行い、DMDが約1/5まで低減可能であることを確認した。実験結果は、OFC2016にて発表を行った。
  - ③ ファイバカプラベースのモード多重分離器において、6モード多重に対する性能を実験的に評価し、モード多重による信号劣化が極めて小さいことを明らかにした。また、モードグループ間の結合は-20dB程度に抑圧できており、弱結合モード多重システムへ適用可能なことを確認した。実験結果は、OFC2016にて発表を行った。
  - ④ 課題間で連携し、既存のシングルモードファイバと互換性のあるマルチコアファイバについて設計指針を明確化し、試作を進めた。
- 1700102：マルチコアファイバのコア密度拡大・母材大型化・高速測定技術
  - ① 170-01-02-1 マルチコアファイバのコア密度拡大技術  
19コアMCFの構造再設計を行い、クラッド径を240umまで拡大することによりAeff拡大を実現。低非線形な19コアファイバを完成させた。
  - ② 170-01-02-2 マルチコアファイバ母材の大型化技術  
穿孔法による大型化の再検討に着手し、100km級のプリフォーム完成に目途を立てた。
  - ③ 170-01-02-3 マルチコアファイバの高速測定技術  
7コアで実施していたファンアウトを活用した一括測定技術を19コアに適用し、技術の拡張性について確認を行った。
- 1700103：マルチコアファイバの高信頼化・高精度化とモード多重技術応用
  - ① マルチコアファイバの高信頼化：H26年度試作のMCFケーブルで、温度/機械特性試験でロスやXTに有意な変化なきことを確認。また、ケーブル延線による有意なXT上昇なきことを確認。
  - ② マルチコアファイバの高精度化：非円形ファイバの外径制御の高精度化のため、制御に適した断面形状を机上検討すると共に、紡糸装置に外径フィードバック制御を実装し、基礎検討を実施した。
  - ③ モード多重応用：課題1700101が検討するための6モードコアのモード間群遅延差と計算により検討を実施し、またモード間クロストーク抑制に必要な条件について、計算により検討。課題1700101が検討するための6モードコアFMFの設計を実施。

- 1700104：大容量マルチコアファイバ伝送技術
  - ① 平成 26 年度までに開発したマルチチャンネル OTDR 技術を用いてフューモードファイバの接続点におけるモード結合量の測定に成功した。
  - ② 平成 26 年度に試作したモード結合測定装置内にマスキング装置を追加し、装置の機能性を向上した。
  - ③ 超多値 QAM 信号の WDM マルチコアファイバ伝送実験の準備として、長さ 55 km の 7 コアファイバを用いた偏波多重 5 Gsymbol/s, 256 QAM ならびに 3 Gsymbol/s, 1024 QAM 伝送実験を実施し、クロストークが -50 dB 程度に抑制されていれば 1024 値の超多値 QAM 信号のマルチコアファイバ伝送が実現可能であることを検証した。また、WDM 伝送用光源として、C バンド全域で波長可変かつ 10 mW 以上の出力電力を有する 2.1 kHz の狭線幅 CW ファイバレーザを作製した。