

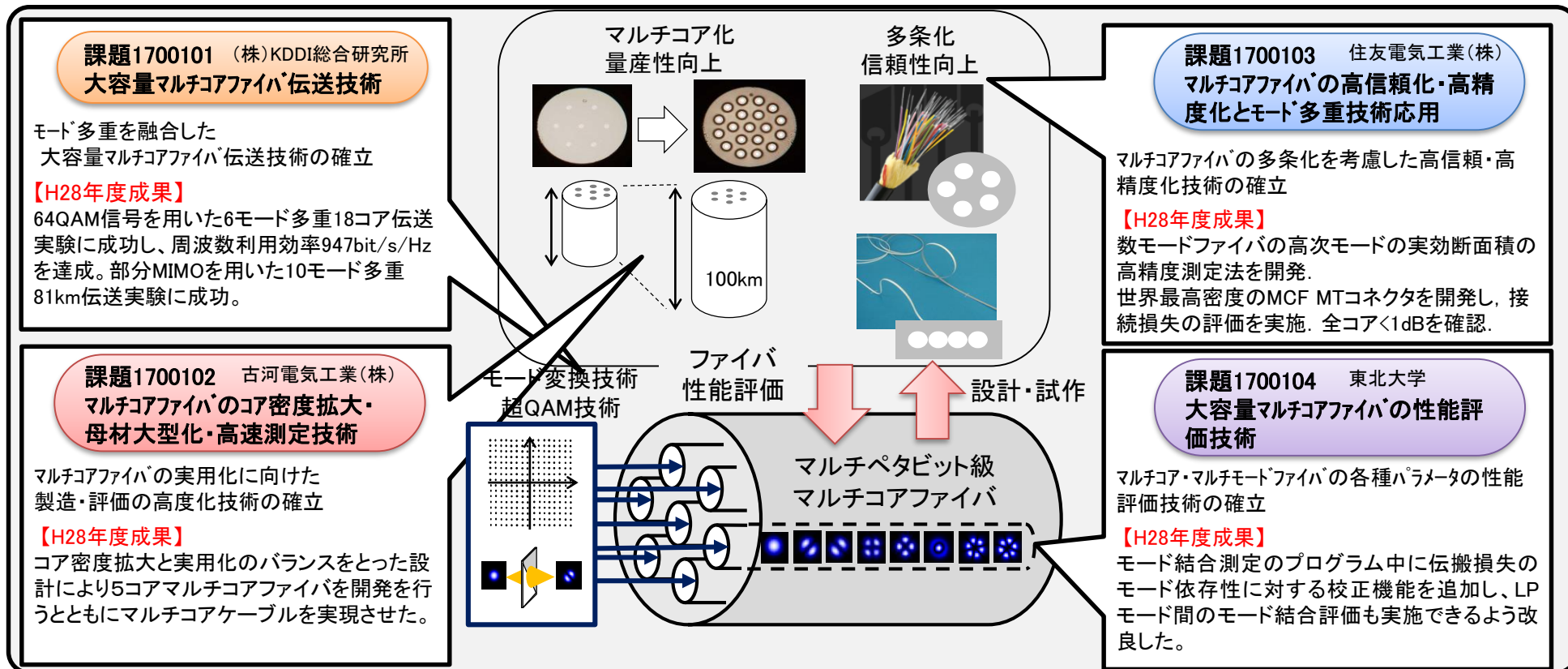
## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 革新的光ファイバの実用化に向けた研究開発
- ◆個別課題名 : 課題17001
- ◆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
- ◆実施機関 : 株式会社KDDI総合研究所【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
- ◆研究開発期間 : 平成25年度から平成29年度(5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額577百万円(平成28年度108百万円)

## 2. 研究開発の目標

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。

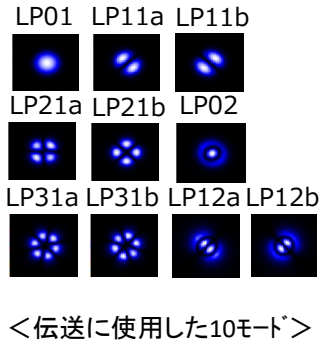
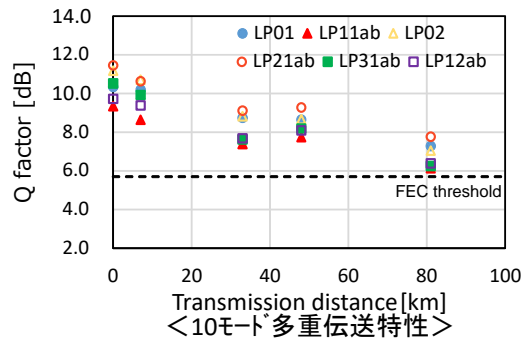
## 3. 研究開発の成果



## 課題1700101(KDDI総合研究所)

### ■ 研究開発成果：周波数利用効率 947b/s/Hzを達成した64QAM 超100空間多重伝送／部分MIMO(最大4x4)による10モード多重伝送

- 偏波多重64QAM信号を用いて6モード多重18コア伝送実験を行い、ファイバ1芯当たり947bit/s/Hzの周波数利用効率を達成した。
- 受信MIMO処理の負荷軽減策として、弱結合型の数モードファイバを用いた10モード多重伝送実験を実施し、2x2または4x4MIMO(最大260タップ)のみで81km伝送可能であることを確認した。



## 課題1700103(住友電気)

### ■ 研究開発成果：MCFの高信頼化・高精度化とモード多重技術応用

- ケーブル化用MCFを試作し良好な特性を確認。H29年度の高密度光ファイバケーブルへのMCF適用時の信頼性評価の目途を立てた。
- 非円形ファイバの外径制御法を用いて、実際にMCFの試作。また、クラッド形状変形に関して実験結果を模擬するシミュレーション手法を確立。
- 多心MCFコネクタを試作し接続損失の評価を実施。全コア<1dBを確認。
- 数モードファイバの高次モードのファーフィールドスキャン法による高精度実効断面積測定法を開発。課題1700101での伝送実験に関連し、6モード19コアファイバの設計を実施。

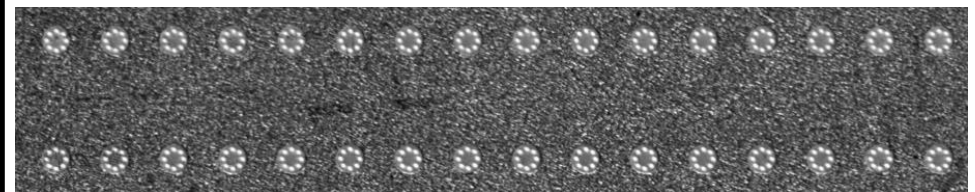


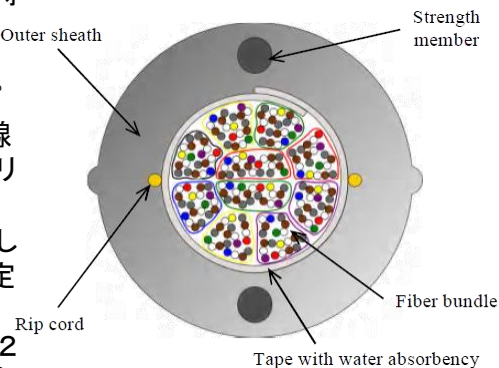
図. 多心MCFコネクタ端面図

## 課題1700102(古河電気)

### ■ 研究開発成果：マルチコアファイバのコア密度拡大・母材大型化・高速測定技術の確立

100km級のプリフォーム作製技術、線引技術を完成させるとともに実用化可能な設計を検討し、12コア、5コアのマルチコアファイバを実現した。

- 19コアMCFと同様のコア密度を持つ12コアMCFを設計し、高密度かつ広帯域特性を確認した。
- 12コアMCFにて100km級のプリフォームを完成させた。さらに線引装置の改良を行い100km級プリフォームの線引を可能とした。
- ファンアウトによる入力系を活用したマルチコアファイバのMFD測定の高速化を実現した
- 5コアファイバを用いた外径11.2mmの200心ケーブルを実現した。



## 課題1700104(東北大学)

### ■ 研究開発成果：モード結合測定装置の改良／WDMマルチコアファイバ伝送に向けての予備実験

- モード結合測定プログラム中に伝搬損失のモード依存性に対する校正機能を追加し、LPモード間のモード結合評価も実施できるよう改良した。
- Cバンド全域で波長可変な線幅8kHzの狭線幅外部共振器型LDを新たに開発した。
- 上記狭線幅LD(送信部)と注入同期型LD(受信部)を組み合わせ、Cバンド全域を用いた42.3 Tbit/s、18-Gbaud 64 QAM-WDM伝送実験を実施し、9 bit/s/Hzの高い周波数利用効率を達成した(右図)。

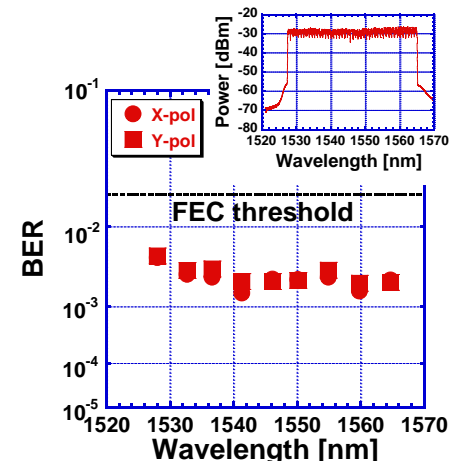


図 Cバンド全域を用いた18-Gbaud 64 QAM信号のBER特性

#### 4. これまで得られた成果(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	プレスリリース 報道	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	20 (4)	8 (5)	10 (3)	109 (48)	5 (1)	8 (4)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

##### (1) 国際学術会議OECC/PS2016併設展示会に出展

国際会議OECC/PS2016併設展示会へ出展：

2017年7月4日-6日に新潟朱鷺メッセで開催された国際会議OptoElectronics and Communications Conference(OECC) / Photonics in Switching (PS) 2016にて、課題17001と連携して本課題の成果をアピールした。なおOECCは光通信関連でアジア最大級の国際会議であり、最新の成果を多くの来場者に紹介できた。

#### 5. 今後の研究開発計画

平成29年度は、課題間(1700101~04)で密に連携し技術課題を明らかに、最終目標を達成する。

- 【1700101】 マルチコアファイバの実用化・標準化を見据え、マルチコアファイバを含む多芯ケーブル及びその周辺部品の試作・評価を行い、マルチコア特有の作業性や取り扱いについて課題出しを行う。また、マルチコアビット級伝送実験を実施し、究極型マルチコアファイバの設計パラメータを明確化するとともに、100km超級のモード多重伝送用ファイバについて検討を行う。
- 【1700102】 100km級の高密度マルチコアファイバ母材の製造技術および線引技術を活用した長尺マルチコアファイバを実現する。マルチコアファイバを用いたマルチコアケーブルの周辺技術開発を行い、実用性を高める検討を行う。
- 【1700103】 マルチコアファイバを多条化に向けファイバ接続に関連したコア位置制御に関する研究開発を行う。ケーブル化したファイバの信頼性の評価についても様々なファイバをケーブル化して評価を進めて、課題の抽出を行い、実用模擬環境で望ましい特性を実現できるファイバ設計を明らかにする。モード多重伝送用ファイバの設計・評価技術の開発を継続的に進める。
- 【1700104】 モード結合評価に関しては、ペタビット伝送実験に用いる6モードファイバのモード結合特性を評価し、その評価結果をもとに伝送特性改善に向けた対策を講じる。超多値伝送特性評価に関しては、古河電工社が試作した19コアファイバを用いて、C-Lバンド帯WDM-QAMマルチコアファイバ伝送実験を行い、単一モードファイバによるペタビット伝送を実現する。