

# 平成25年度「革新的光通信インフラの研究開発」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 古河電気工業株式会社<幹事>, 東北大学, 東北学院大学
- ◆研究開発機関 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額207百万円(平成25年度41百万円)

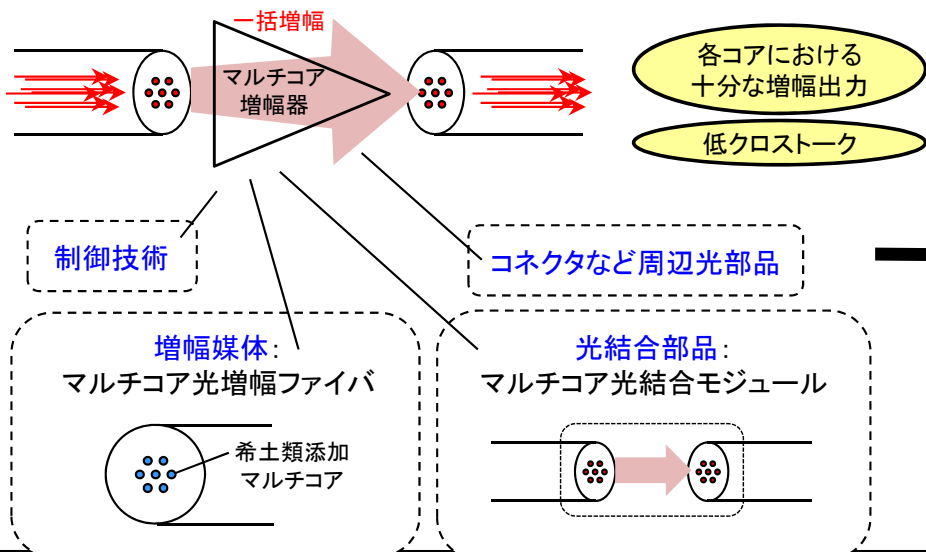
## 2. 研究開発の目標

将来の大容量伝送に対応するため、空間多重伝送を実現するマルチコアファイバが注目されているが、光通信インフラにはマルチコアに対応した光中継増幅器も必須である。本研究ではマルチコア光増幅ファイバを増幅媒体に用いた、低消費電力で小型の一括増幅型マルチコア光増幅器を実現する技術開発を目的とする。

## 3. 研究開発の成果

### ① マルチコア光増幅を構成するデバイスの開発および評価

マルチコア一括増幅器を構成する各デバイスとその評価技術の開発



### マルチコア光増幅ファイバの開発

一括励起構造をもつマルチコア光増幅ファイバの構造最適化を行い、一括励起時に各コアにおいて、+10dBm以上の増幅出力を得た。

### マルチコア光増幅ファイバのモード結合特性評価

光増幅ファイバより放出されるASE光除去のために帯域0.01 nmの狭帯域FBG光フィルタを試作・導入し、モード結合特性評価系を改良した。その結果、被結合コアの後方レイリー散乱電力の測定に、励起コアの最大受信レベルに対して-60 dB以下の最小受光感度を得ることに成功した。

### マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価

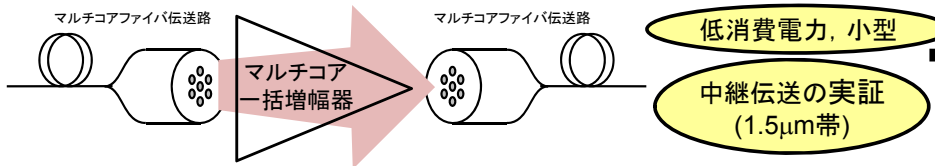
マルチコア光ファイバ光結合モジュールの設計パラメータの最適化を行い、6 dB以下の結合損失と、-40 dB以下のクロストーク特性を得た。

### マルチコア光増幅器の制御技術および制御回路の開発

マルチコアEDFの各コア間出力特性偏差を確認し、これに合わせた制御実験を実施

### ② マルチコア光増幅器の開発と評価

マルチコア光中継増幅を実現するマルチコア一括増幅器の開発と評価



### マルチコア光増幅器の開発

一体型マルチコア光増幅器のプロトタイプを試作し、コア励起にてコア内、コア間偏差の低減に成功した

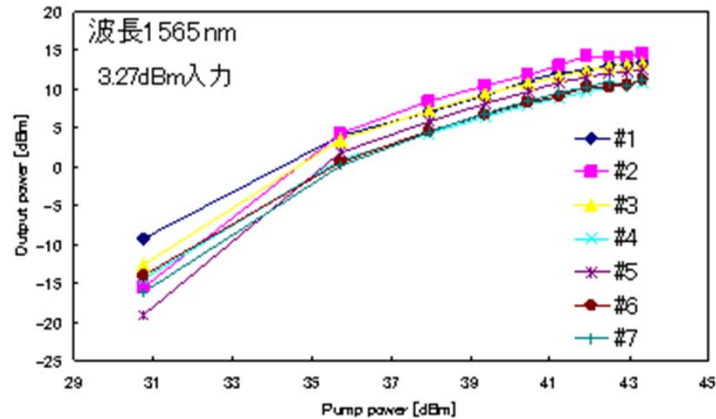
### マルチコア光増幅器の光学特性評価

全長71 kmのマルチコアファイバを用いた256 QAM光信号の空間多重伝送系を構築し、課題ア-2-1で試作したマルチコア光増幅器の中継アンプとしての性能評価を実施した。その結果、本光増幅器の使用に伴うBER特性のペナルティが全くみられないことを確認した。

# マルチコア光増幅ファイバの作製と基礎増幅特性評価

## マルチコア光増幅ファイバの設計と作製

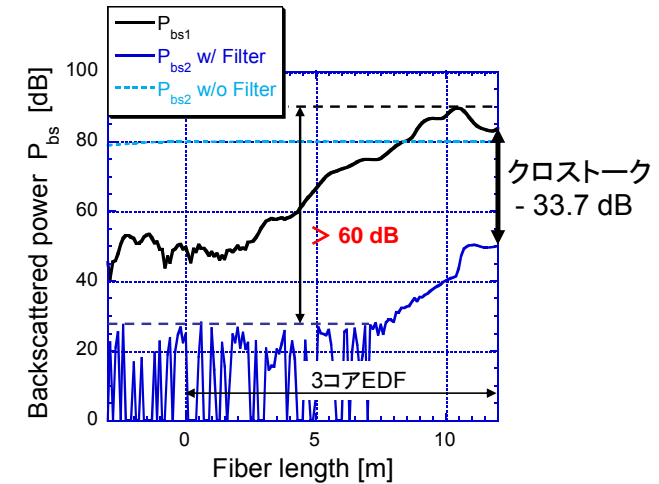
7コアEDFのクラッド励起にて各コアの出力+10dBmを達成



## マルチコア光増幅ファイバのモード結合特性評価

モード結合特性評価系の改良(狭帯域FBG光フィルタの試作・導入)ならびに、30 dB程度のクロストークを有する3コア光増幅ファイバのモード結合特性評価を実施

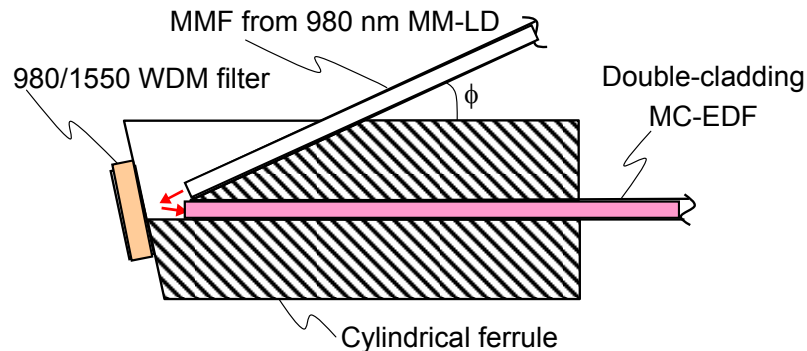
被結合コアの後方レイリー散乱電力の測定に、励起用コアの最大受信レベルに対して-60 dB以下の最小受光感度を得た。



コア1へ光パルスを入射した際のコア1,2からの後方レイリー散乱電力

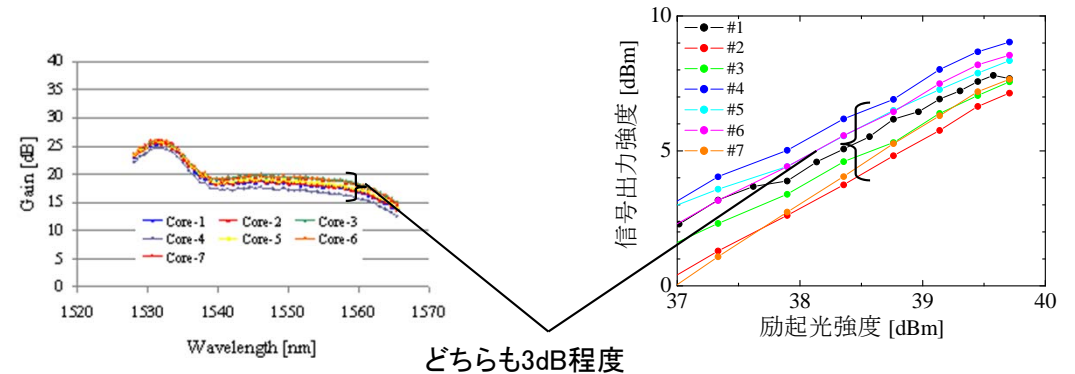
## マルチコアファイバ光結合モジュールの開発と評価

反射型の励起光結合モジュールを作成  
信号光損失 3.4dB, 励起光損失 5.2dB クロストーク40dB (ch1(中心)→ch2) を達成



## マルチコア光増幅器の制御技術および制御回路の開発

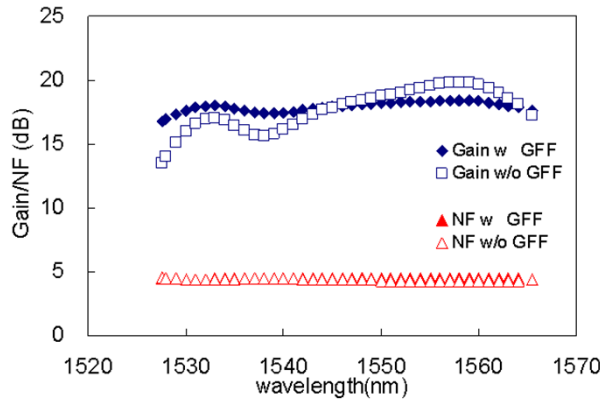
コア励起, クラッド励起の両方でコア間利得偏差を確認, どちらの方式でも7コア間の偏差が3dB程度であることを確認



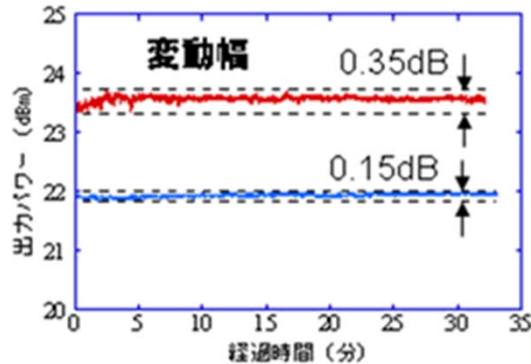
# マルチコア光増幅器の開発と評価

## マルチコア光増幅器の構成検討と増幅器試作

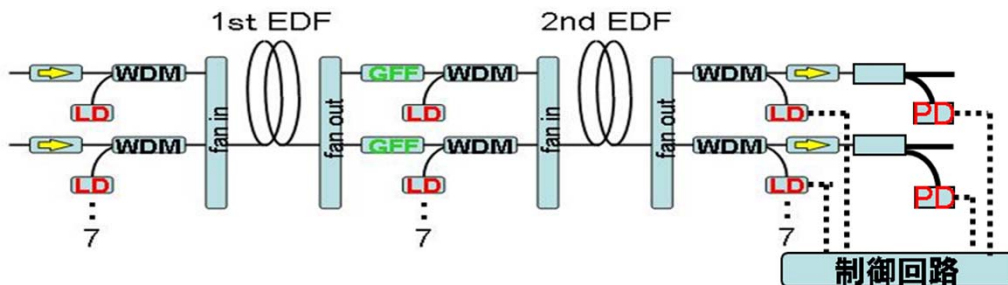
コア励起により2段構成のEDFAを作成。  
 中間にGFFを配置することにより波長平坦性を改善  
 (6.33dBを1.61dB まで抑制)



出力一定制御(22dBm)により  
 時間的強度変動の抑制を確認

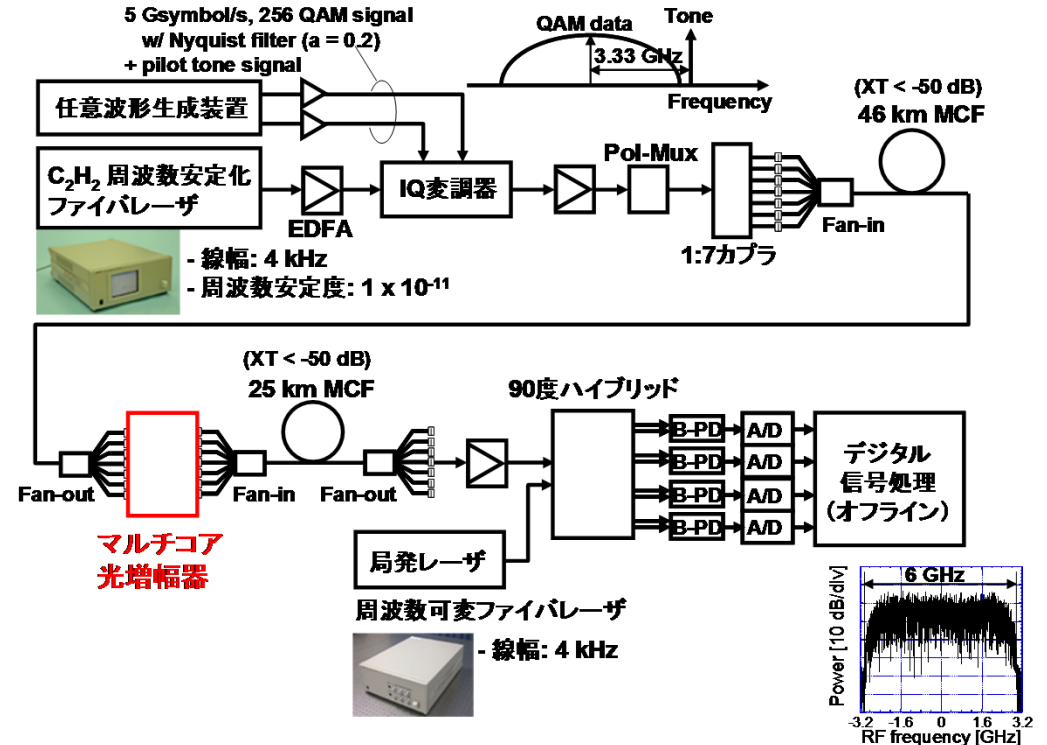


—: 励起光源電流一定状態  
 —: 出力一定制御



出力一定制御付 2段EDFAの構成

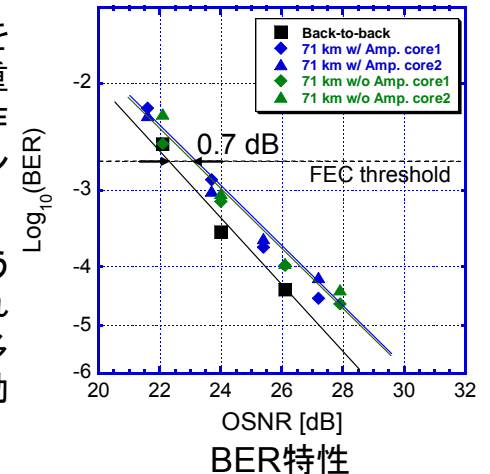
## マルチコア光増幅器の光学特性評価



マルチコア光増幅器を用いた空間多重256 QAM光伝送系の構成

全長71 kmのマルチコアファイバを用いた256 QAM光信号の空間多重伝送系を構築し、課題ア-2-1で試作したマルチコア光増幅器の中継アンプとしての性能評価を実施

マルチコア光増幅器の使用に伴うBER特性のペナルティは全くみられないことを確認し、本増幅器が超多値QAM信号の空間多重伝送に有効であることを実証



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
革新的光通信インフラの研究開発	8 (2)	13 (0)	4 (3)	41 (22)	7 (2)	6 (4)	1 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

特になし

6. 今後の研究開発計画

- ・マルチコア光増幅器の最適化  
(EDF, 結合部品, 出力制御系の開発)
- ・マルチコア光増幅器の開発と評価  
(複数チャンネルの評価を実施)
- ・多値変調の適用性評価