

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

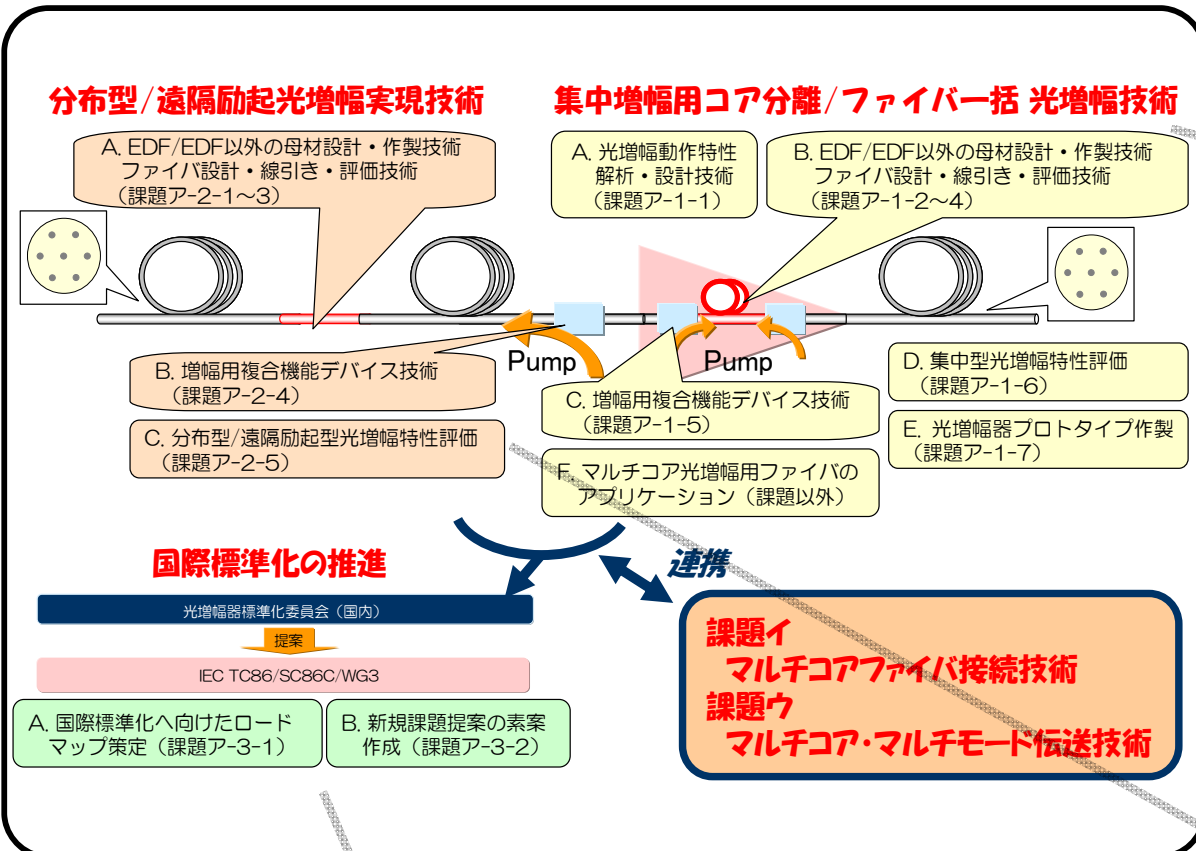
1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(代表研究者)、株式会社フジクラ、公立大学法人大阪府立大学、国立大学法人島根大学、学校法人千歳科学技術大学
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額265百万円(平成25年度 53百万円)

2. 研究開発の目標

集中型光増幅技術として、「マルチコア分離光増幅技術」、「ファイバー括光増幅技術」、並びに、分布型/遠隔励起型光増幅技術の検討を行い、マルチコア光増幅の基盤技術を確立する。また、マルチコア光増幅技術の国際標準化に向けた基礎を構築する。

3. 研究開発の成果



① 集中増幅用コア分離/ファイバー括光増幅技術

【目標】

長距離マルチコア伝送の実現技術として、集中型光増幅技術として、コア分離およびファイバー括光増幅技術の確立を図る。

【本年度の成果】

12コアファイバ伝送実験用・MCF相互接続動態展示用マルチコア光増幅器作製

- 12コアファイバ伝送実験用光増幅器として、7コアEDF 2本の外周各6コアを使用したマルチコア光増幅器を作製し、伝送実験へ適用。
- 課題146との連携で実施した7コアファイバ相互接続実験に関して、7コアファイバ増幅器を作製し動態展示を実施。

高効率ダブルクラッド・マルチコア光増幅器の実証

- ダブルクラッド・マルチコアEr/Yb添加ファイバとMCFピグテイルをもつ空間結合型励起/信号コンバイナモジュールを用いて高い利得係数でC帯において12コア一括励起増幅を実現。

ダブルクラッドBi添加光ファイバの作製

- ダブルクラッドBi添加ファイバについて、従来よりOHイオン濃度の低下した光ファイバの作製法を確立。

1.7 μm帯Tm-Tb添加ファイバレーザ・増幅器の実証

- Tm-Tb添加ファイバを用いて1.7 μm帯において広帯域波長可変レーザ発振動作および増幅動作を実証。

② 分布型/遠隔励起型光増幅実現技術

【目標】

長距離マルチコア伝送の実現技術として、分布型および遠隔励起型光増幅技術の確立を図る。

【本年度の成果】

遠隔励起型増幅における励起効率向上

- L帯遠隔励起EDFAにおけるダブルパス構成による励起効率向上特性を確認。
- C帯遠隔励起EDFAにおいて、全光型利得一定制御法の提案と、基本特性を明確化。

③ 国際標準化の推進

【目標】

速やかに標準化活動を実施していくことにより、国際標準化の議論をリードして国内創出技術の国際競争力向上に資する。

① 集中増幅用コア分離/ファイバー括光増幅技術

12コアファイバ伝送実験用・MCF相互接続動態展示用マルチコア光増幅器の作製

(日本電信電話、フジクラ、大阪府大、島根大、千歳科技大)

- (1) 12コアファイバ伝送実験用光増幅器として、7コアEDF 2本の外周各6コアを使用したマルチコア光増幅器を作製し、課題ウと連携して実施した伝送実験へ適用して伝送容量積 1 Eb/s.km超の達成に貢献した。本マルチコア光増幅のコア平均の利得は 14.2 dB、雑音指数5.2 dB以下である。なお、本マルチコア光増幅器では、隣接コア間で信号伝搬の向きを反対に設定し、通常構成のマルチコア光増幅器と比較してコア間クロストークを -45 dBから -53 dBへ低減した。(図1-1, 1-2)
- (2) 課題146との連携で実施した7コアファイバ相互接続実験において、7コア光ファイバ増幅器を作製し動態展示を行った。(図1-3, 1-4)

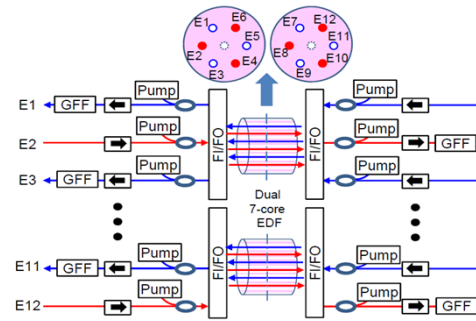


図1-1 12コアファイバ伝送用光増幅器構成



図1-3 7コアファイバ伝送デモ用光増幅器外観

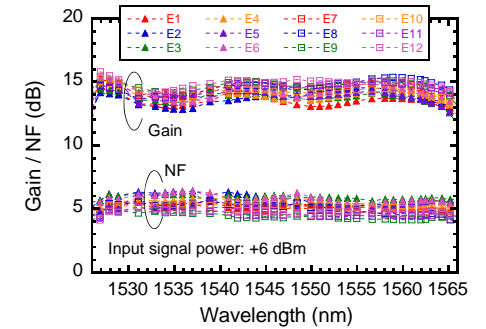


図1-2 12コアファイバ伝送実験用光増幅器の利得・雑音指数スペクトル

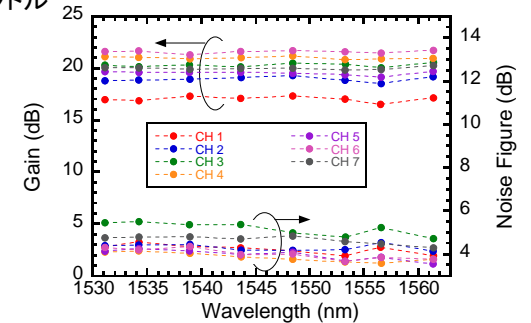


図1-4 7コアファイバ伝送デモ用利得・雑音指数スペクトル

高効率ダブルクラッド・マルチコア光増幅器の実証

(日本電信電話、フジクラ、大阪府大、島根大)

昨年度試作のダブルクラッド・マルチコアEr/Yb添加ファイバを、新たに作製したMCFピグテイルをもつ空間結合型励起/信号コンバイナモジュールと接続し、クラッド励起により12コア一括増幅を達成した。本光増幅器では、5 m長のダブルクラッド・マルチコアEr/Yb添加ファイバを用いてC帯増幅を実現すると共に、高利得係数 7.1-9.6 (dB/W)を確認した。(図1-5 ~ 1-8)

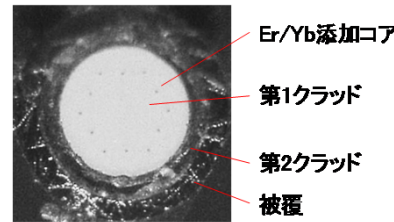


図1-5 ダブルクラッド・マルチコアEr/Yb添加ファイバ端面

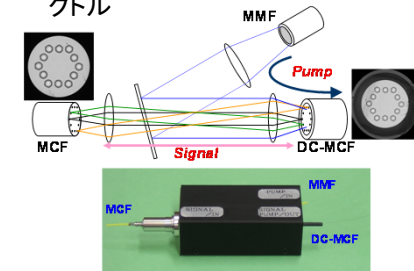


図1-6 MCFピグテイル励起/信号コンバイナモジュール構成・外観

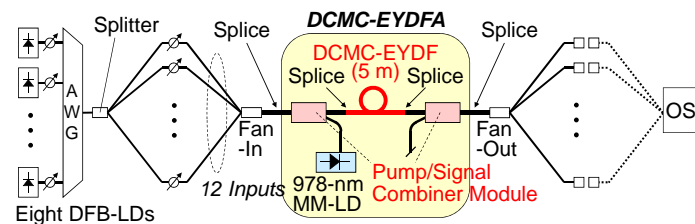


図1-7 光増幅器構成・評価系

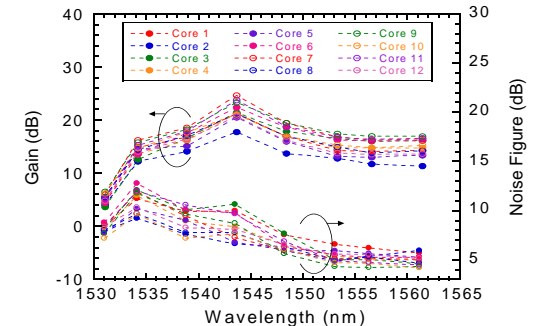


図1-8 利得・雑音指数スペクトル

① 集中増幅用コア分離/ファイバー括光増幅技術 (続)

ダブルクラッドBi添加光ファイバの作製

(千歳科技大)

1.3 μm帯光増幅器用Bi添加光ファイバをVAD法で作製し、石英ガラスより屈折率の低い材料でコーティングしたダブルクラッドファイバを作製し、従来よりOHイオン濃度の低下した光ファイバの作製法を確立した。(図1-9)

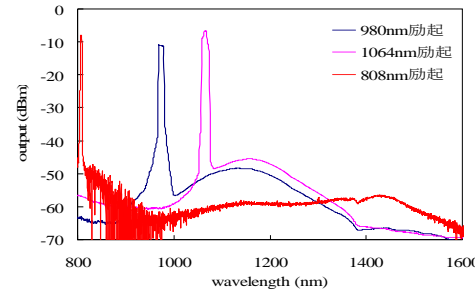


図1-9 808 nm励起による1.3 μm帯域蛍光スペクトル

1.7 μm帯Tm-Tb添加ファイバレーザおよび増幅器の実証

(大阪府大、日本電信電話)

当初設定目標を超える技術として、Hollowコアフォトニックバンドギャップファイバを用いた長波長帯伝送適用を目標とした、Tm-Tb添加ファイバを用いた1.7 μm帯ファイバレーザおよび増幅器の検討を実施。

- (1) 1.7 μm帯動作する広帯域波長可変レーザを実証し、可変発振波長域幅130.4 nm (1635.6 ~ 1766.0 nm)を実現した。(図1-10, 1-11)
- (2) 1.7 μm帯光ファイバ増幅器を世界に先駆けて開発した。実現した特性は、最大信号利得22.5 dB、増幅帯域は31 nm (波長1678 ~ 1709 nm)である。(図1-12, 1-13)

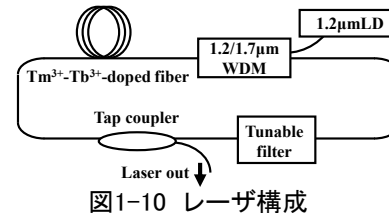


図1-10 レーザ構成

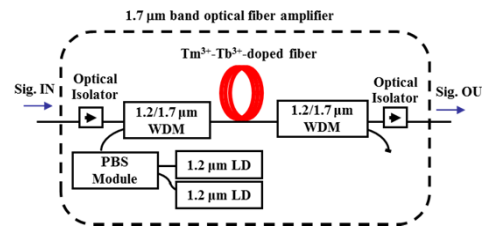


図1-12 増幅器構成

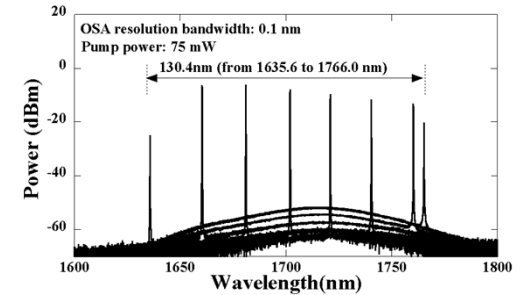


図1-11 レーザ発振スペクトル

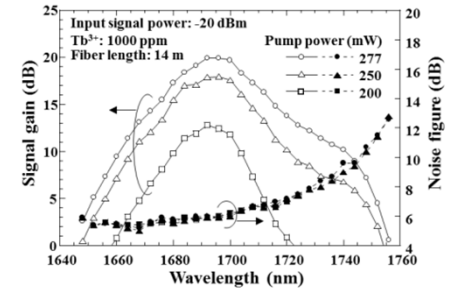


図1-13 増幅スペクトル

② 分布型/遠隔励起型光増幅実現技術

遠隔励起型増幅における励起効率向上および利得制御精度明確化

(島根大)

- (1) 分布ラマン増幅より高効率な分布増幅を可能とする、遠隔励起L帯EDFAに関し、ダブルパス構成による励起効率向上特性を確認した。(図2-1, 2-2)

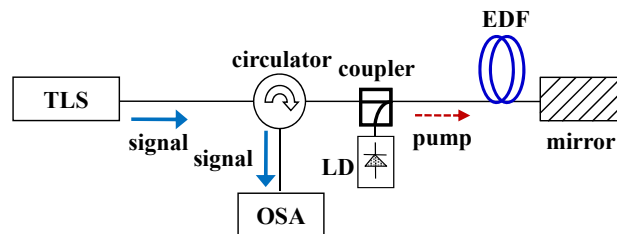


図2-1 ダブルパス実験構成

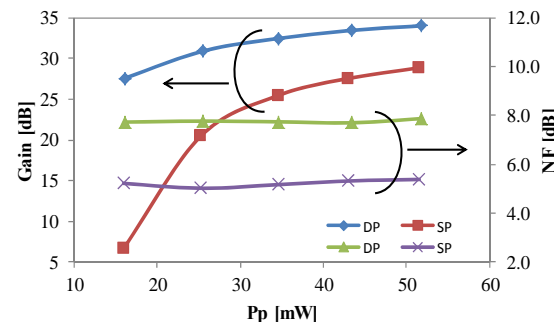


図2-2 利得・雑音指数の励起光パワー依存性

- (2) 遠隔励起C帯EDFAに関し、全光型の利得一定制御法の提案と、利得制御精度に関する基本特性の明確化を行った。(図2-3)

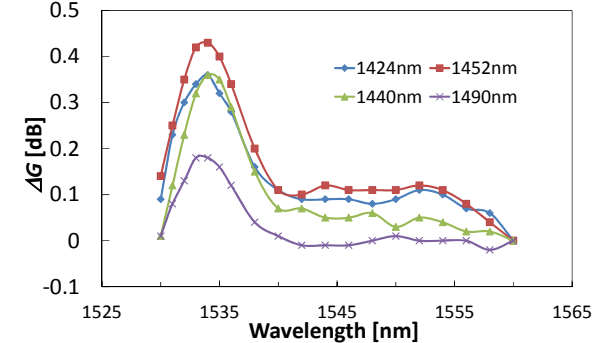


図2-3 利得一定制御誤差特性

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	13 (7)	2 (2)	3 (2)	70 (39)	0 (0)	7 (5)	3 (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

マルチコア光増幅技術基盤技術を確立する目的達成のため、H25年度まで成果を踏まえH26年度については以下の実施を計画。

① 集中増幅用コア分離/ファイバー括光増幅技術

- クロストーク等のマルチコア光増幅に特有の課題について、理論解析、測定方法、クロストーク低減方法などの技術検討を行う。
- マルチコア・マルチモード伝送に適用可能なマルチコア・マルチモード集中型光増幅を実現するための要素技術の検討を行う。

② 分布型/遠隔励起型光増幅実現技術

- マルチコア・マルチモード伝送に適用可能なマルチコア・マルチモード分布型/遠隔励起型光増幅を実現するための要素技術について理論検討を行う。

③ 国際標準化の推進

- 国際標準化の議論をリードし国内創出技術の標準化に向けて、引き続き技術動向調査を実施し、適宜IEC会合で報告を行う。