

汎用シングルモード光ファイバをカットオフ波長以下で用いたモード分割多重伝送

1220124 西森文哉 (光制御・ネットワーク研究室)
(指導教員 岩下 克 教授)

1. はじめに

急増するデータトラフィックに対応するため、ネットワークの大容量化が望まれている。本研究室ではマルチモード光ファイバネットワークにおいてモード分割多重により大容量化を目指している。[1]

本報告では汎用 SMF (Single-mode fiber) を用いてカットオフ波長より短波長でモード分割多重を行うことを検討したので報告する。

2. 短波長モード分割多重ネットワーク

ステップ型光ファイバは単一モードから多モードになる波長をカットオフ波長と呼ぶ。汎用 SMF のカットオフ波長は 1260nm に設計されている。図 1 に汎用 SMF の分散を示す。一方、多モードになると光ファイバの損失が増加するが、アクセス系などの短い距離で使う場合はそれほど問題にならない。

また、モード結合/分離には光カップラを用いることを考えている。溶解型の光ファイバカップラは光導波路を接近させ、光が隣接導波路に移ることを利用している。この隣接導波路に移る特性は伝搬定数に依存するため異なるモードの光は結合効率が異なってくる。分岐後に MIMO (Multi-input Multi-output) 処理することにより結合前の信号を分離できる可能性を示している。

3. 実験構成

図 2 に送受信が 2x2 の汎用 SMF を用いた伝送系における QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 信号を使用したモード分割多重伝送の実験系を示す。500Mbps の疑似ランダム信号を QPSK 変調し、遅延をかけて別の信号とみなした 2 つの信号 $x = (x_1, x_2)$ を波長 880nm の 2 つの LD を直接変調した。変調後 2x1 の光カップラで光を合波し、汎用 SMF (カットオフ周波数: 1270nm) で 1km 伝送した。再び 1x2 の光カップラに分離させ、GaAs-PD で復調した。受信信号 $y = (y_1, y_2)$ とトレーニングパターンから伝送路のチャネル行列 H を求め、受信信号にチャネル行列の逆行列 H^{-1} を掛けて復調信号 $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2)$ を得た。

4. 実験結果

MIMO 処理後のアイパターンとコンスタレーション、及び相互相関を図 3、図 4 に示す。相互相関は復調信号 $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2)$ と送信信号 $x = (x_1, x_2)$ の相互相関を計算し、340Mbps では信号が分離されていることを確認したが、1Gbps は信号が混っていた。また、980nm では信号の分離が確認されなかった。アイの開口が確認でき、コンスタレーションでも信号が分離できていることが確認できたが、高レートではエラーが確認された。主な原因は干渉が発生していることだと考えられる。

5. まとめ

汎用 SMF を用いてモード分割多重を検討した。干渉の低減により高レートでも制度が上がるのが考えられた。

参考文献

[1] 西森文哉,他,” シングルモード光ファイバを用いた短波長モード分割多重ネットワーク”,令和3年度電気・電子情報関係学会四国支部連合大会,9-25,2021

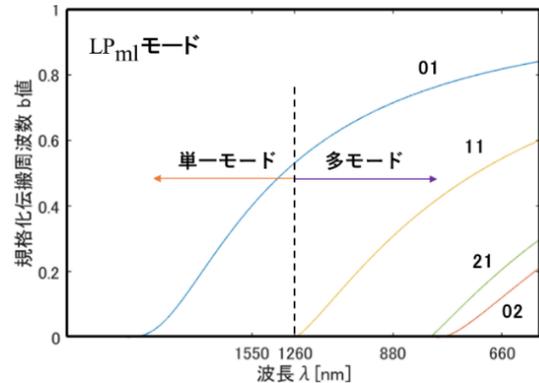


図 1. 汎用 SMF の分散曲線

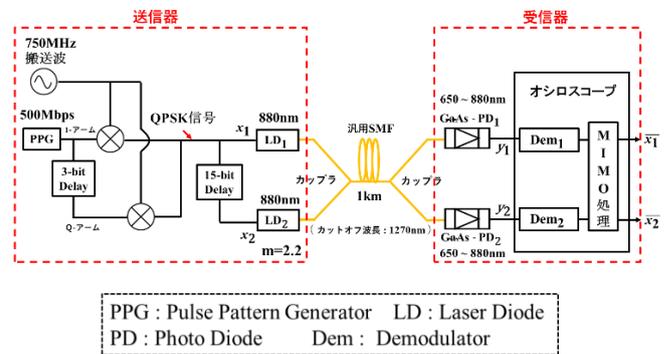


図 2. 実験構成

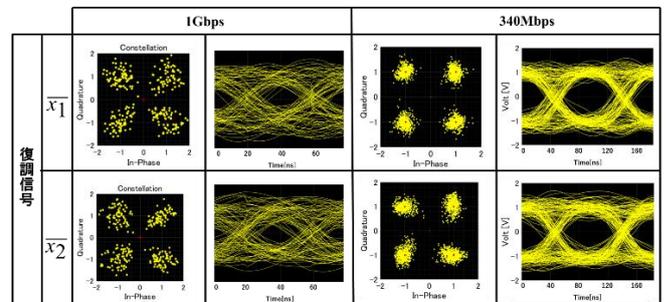


図 3. MIMO 処理後のアイパターンとコンスタレーション,

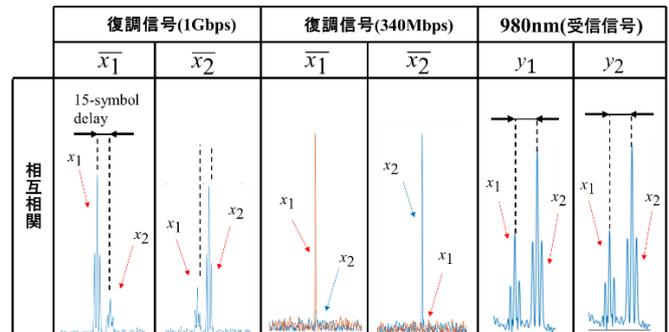


図 4. 送信信号との相互相関