

超高速光伝送システムにおける波長分散補償法

1080276 外山 裕太

電子・光システム工学科 岩下研究室

1. はじめに

超高速光伝送システムには、波長分散が主な伝送特性の劣化要因となる。一定量の波長分散の影響は、分散補償ファイバなどの光部品を用いることで改善することが可能である。しかし、光ファイバには波長分散の温度依存性が存在し、伝送速度が 40Gbps 以上になると温度変化による波長分散の変化を補償することが必要となる。分散補償器を用いて補償を行う場合に、波長分散がどちらの極性にシフトしているのかを把握する必要がある。本研究では、分散の極性を把握するために、ビットパターンに依存した符号間干渉を実験的に測定し、昨年に行われたシミュレーション結果との比較を行ったので報告する。

2. 符号間干渉測定による補償原理

光ファイバに入射する信号光を増大すると自己位相変調 (SPM) が生じる。SPM が起こると、図 1 に示すように正の波長分散領域ではパルス圧縮が生じ、逆に負の波長分散領域ではパルス広がりが生じる。そのため、パルス幅が狭いと、広い場合に比べ圧縮、広がりの影響を著しく受け、分散の値によってパルスの高さが図 1 に示すように大きく変動する。この現象を利用することにより、波長分散の極性を把握することができ分散補償器を用いて逆極性方向への補償を行う。

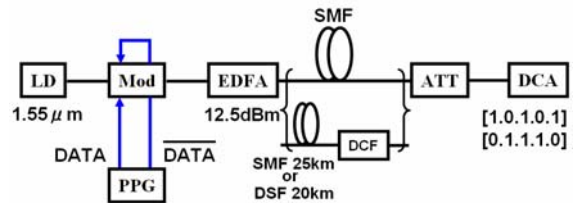
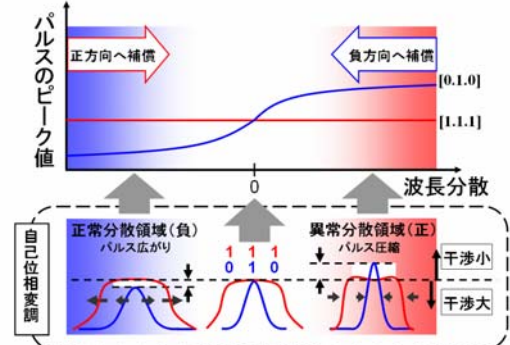
3. 測定系および測定結果

符号間干渉の測定系を図 2 に示す。変調信号は 10GbpsNRZ(PRBS11 段)とし、チャープレスとするため、外部変調器を用いて 10Gbps のプッシュプル変調を行った。また、SPM を起こすため、ファイバに入力する光信号のパワーは光増幅器を用いて 12.5 dBm とした。全体的な信号の劣化を一定にするため、誤り率が 10^{-7} のときの受光電力で測定した。正の分散領域の測定において、伝送用ファイバは 1.3 μm 零分散のシングルモードファイバ(SMF)を波長 1.55 μm で用いた。1.55 μm での波長分散は 17ps/km/nm である。伝送距離を 25km、50km、75km と変化させることで、分散値ごとの干渉を測定した。負の分散領域の測定については、SMF25km に分散補償ファイバ(DCF)を接続することで負の分散を得た。1.55 μm での DCF の波長分散は -1007ps/nm である。さらに分散値の大きい領域については SMF に変えて波長 1.55 μm において零分散である分散シフトファイバ(DSF)20km を接続した。DSF は SPM を生じさせるために用いた。符号パターンは図 1 のように波長分散の正負により符号間干渉が大きく異なる [1.0.1.0.1] と [0.1.1.1.0] パターンを PRBS の符号系列より抽出して測定した。

測定結果を図 3 に示す。ビットパターンが [1.0.1.0.1]、[0.1.1.1.0] 共に符号間干渉量はシミュレーション結果とほぼ一致した。

4. まとめ

符号間干渉の波長分散依存性を実験的に測定し、シミュレーション結果とほぼ一致した。従って、この 2 パターンの符号間干渉を測定することで、波長分散の極性を把握できることを実験的に示した。



10GbpsNRZ PRBS 2¹¹-1
LD: レーザーダイオード
Mod: LiNbO₃変調器
PPG: パルスパターン発生器
EDFA: 光増幅器
SMF: シングルモードファイバ
DSF: 分散シフトファイバ
DCF: 分散補償ファイバ
ATT: 光減衰器
DCA: サンプリングオシロスコープ

