

デジタルコヒーレント光通信技術を適用した 波長ダイバーシティ方式における SOP 変動の影響

Effect of SOP change in Wave Wavelength Diversity Digital Coherent System

村山 直駿[†] 那賀 明[†]

Naotoshi Murayama[†] Akira Naka[†]

[†] 茨城大学理工学研究科メディア通信工学専攻

[†] Major in Media and Telecommunications Engineering, Ibaraki University

1. 背景

光伝送システムでは、さらなる大容量化、高効率化、運用性の向上に向け、フレキシブルグリッドを適用した光ネットワークの実現が期待されている。それらの要件に対し、波長ダイバーシティ光伝送方式が有用であると考えられている[1]。また、デジタルコヒーレント伝送において、伝送路中で生じる極めて速い偏波状態(State of Polarization : SOP)変動に対する受信耐力の評価が課題となっている。[2]。本稿では、計算機シミュレーションにより SOP 変動を模擬して波長ダイバーシティ光伝送方式での伝送路特性の偏波回転依存性について解析する。

2. 評価に用いた手法と構成

波長ダイバーシティ光伝送方式とは、複数の波長を用いて伝送された同一データ信号を複数の受信器で受信し、MIMO 信号処理を利用して入力信号同士を最適な振幅/位相で合成し最大比合成する方式である。数値計算では、初めに送信器にて偏波多重信号を生成し、次に、光ファイバにおける SOP 変動を模擬するために、SOP を表す角度 (θ 、 δ) を一定速度で回転をさせ伝送する。最後に、受信器にて、コヒーレント検波により信号を合成、二種類の信号処理構成を用いた適応等化(CMA 法)により偏波分離、分散補償などの信号処理を行う。

図1に二種類の信号処理構成を示す。一段構成(左)は、受信した二つの信号を一度に適応等化し、符号誤り率に一つ一つに対応する光信号品質である Q 値を算出する。この時、適応等化部にて信号処理における補正の大きさを制御するステップサイズパラメータ μ_1 を設定する。二段構成(右)は、受信した二つの信号を別々に適応等化し、さらに再度一括して適応等化して Q 値を算出する。この時、一段目の適応等化部にて μ_2 を、二段目の適応等化部にて μ_3 を設定する。

3. 計算機シミュレーションによる解析結果

図2に一段構成を用いた場合の Q 値の偏波回転依存性について示す。偏波回転速度は最大 2.0 [MHz] まで与え、 μ_1 は 0.0002、0.0007 で評価した。 θ および δ 方向回転時ともに μ_1 が大きくなると、偏波回転速度に対して受信耐力が向上している。これは、 μ_1 を大きくすることで適応フィルタのタップ係数の更新速度が速くなり、高速な SOP 変動に対して信号処理の追従性が向上するためであると考えられる。しかし、 μ_1 が大きすぎると動作が不安定となる。また、 θ と δ 方向を比較すると、 δ 方向回転時の方が良い受信耐力を示している。

図3に二段構成を用いて偏波回転が θ 方向の場合の Q 値の偏波回転依存性について示す。 μ_2, μ_3 は 0.0002 と 0.0007 の組み合わせで評価した。グラフ①, ②はダイバーシティ方式ではない場合、③, ④, ⑤, ⑥はダイバーシティ方式の場合を示す。まず、偏波回転速度に対して μ_2 が 0.0002 の場合(①, ③, ⑤)よりも 0.0007 の場合(②, ④, ⑥)の方が受信耐力が良いことが分かる。また、Q 値に関しては μ_2 が 0.0007 の場合(④, ⑤)は最大比合成による Q 値向上

が見られないが、0.0002 の場合(③, ⑥)では Q 値向上が見られる。これらより、 μ_2 は偏波の回転に追従、 μ_3 は最大比合成をするためのパラメータと考えられる。また一段構成の場合も μ_1 が大きい場合に受信耐力が向上し、 μ_1 が小さい場合に高い Q 値を示しており、二段構成と同じ特性となっていることが分かる

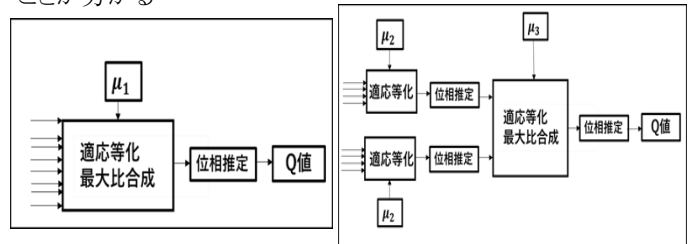


図 1 信号処理 一段構成(左), 二段構成(右)

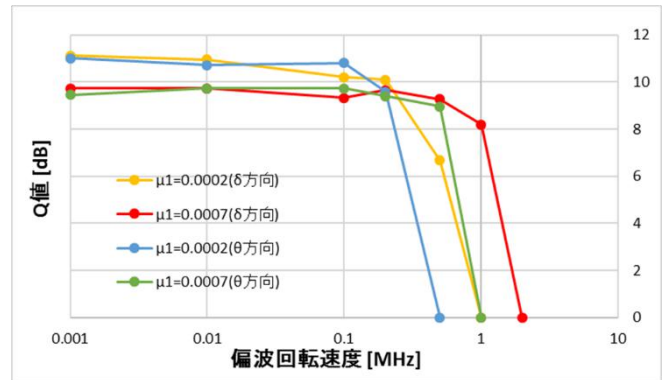


図 2 Q 値の偏波回転速度依存性 (一段構成)

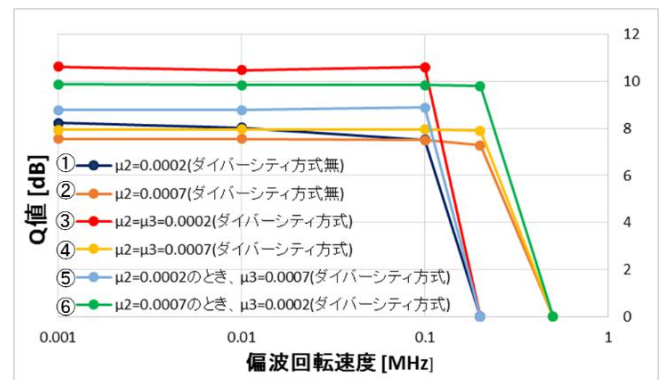


図 3 Q 値の偏波回転速度依存性 (二段構成)

4. 結論

デジタルコヒーレント技術を適用した波長ダイバーシティ光伝送方式での伝送特性の偏波回転依存性について、一段構成及び二段構成共に、適切なステップサイズパラメータにすることで良好な特性となることが分かった。

参考文献

- [1] S.Yamamoto et al, Proc.OECC2015, JThB.33(2015).
- [2] 濱岡他, 電子情報通信学会総合大会, B-10-64, 2012.