



「超短光パルスを用いた超高速光伝送技術の高度化」

平成 16～20 年度特別推進研究

「光フーリエ変換を用いた新しい超高速無歪み光伝送技術の確立」

所属・氏名：東北大学・電気通信研究所・教授・中沢 正隆

1. 研究期間中の研究成果

・背景

超高速光通信技術はグローバルな大容量情報通信インフラを支える中核技術である。しかし 1 チャネルあたりの伝送速度が 100 Gbit/s を超えると、信号パルス幅が数ピコ秒以下と狭くなるため、光ファイバの波長分散、偏波分散などの歪みならびにそれらの時間変動が伝送特性に大きな影響を及ぼし、伝送距離を制限する要因となる。

・研究内容及び成果の概要

本研究ではこれらの歪みを一括除去可能な時間領域光フーリエ変換 (OFT: Optical Fourier Transformation)法を提案し、それにより超高速光伝送の長距離化、高性能化に取り組んだ。OFT 法を 160 Gbit/s TDM 伝送に適用した結果、世界で最長距離となる 1,000 km の伝送に成功した。また本手法は高速化するほど有効な方法であることから、伝送速度を 320 Gbit/s に高速化し、さらにその 5 波 WDM 伝送を行った結果、伝送容量 1.6 Tbit/s で 525 km の伝送を達成した。その結果を図 1 に示す。これらの成果は、OFT 法が超高速光伝送システムの長距離化・マージンの拡大に有効であることを明らかにした。

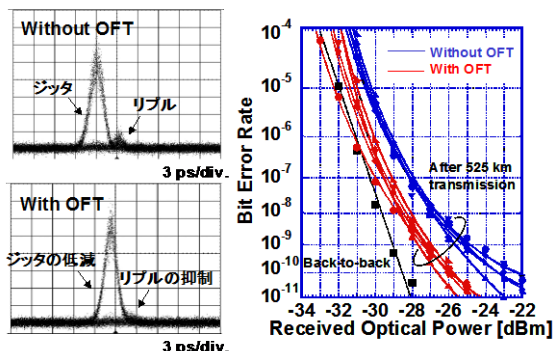


図 1 OFT 法を用いた 320 Gbit/s x 5 波-525 km WDM 伝送

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状

その後もさらなる高速化に取り組み、1.28 Tbit/s/ch-500 km, 2.56 Tbit/s/ch-300 km などの単一チャネルでテラビット/秒領域の超高速長距離伝送を達成している。また光パルスをコヒーレント化し、振幅と位相の両方に情報を乗せる QAM 方式を取り入れ周波数利用効率の向上を図っている。その一方で超短パルス化に伴い、OFT 法によっても除去できない高次偏波分散による伝送限界が存在することを明らかにした。そこで、この限界を克服するために「光ナイキストパルス」を新たに提案している。その原理を図 2 に示す。通常のパルスとは異なり、隣り合うパルスどうしが重なっても情報が完全に識別できるため、幅の広いパルスでも高速通信が実現できる。その結果 1 Tbit/s/ch を超える伝送速度で波形歪み耐性の大幅な改善効果を実証している。

・波及効果

光通信の超高速化には単にパルス幅を狭くするだけではなく、最適なパルス波形が存在することを新たに発見した。この波形を我々はナイキストパルスと名付けているが、これにより超高速光伝送技術のパラダイムシフトが起きつつある。

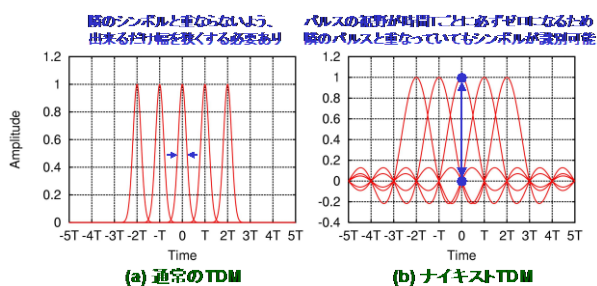


図 2 通常の TDM と光ナイキストパルスの TDM との比較