

1. 研究課題名：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

2. 研究期間：平成16年度～平成20年度

3. 研究代表者：中沢 正隆（東北大学・電気通信研究所・教授）

4. 研究代表者からの報告

(1) 研究課題の目的及び意義

本研究の目的は、超高速光伝送におけるパルスの波形歪みを一括して除去する新たな光伝送技術を構築することにある。まず無歪み伝送の原理およびその基本性能を実証するために、本技術に関する伝送実験システムを立ち上げ、伝送方式全体の基本検討を行なう。次に主要技術としてフーリエ変換限界パルス光源技術ならびに光フーリエ変換回路技術を確立し、伝送実験を通じて超高速伝送への有用性を実証する。さらに、160 Gbit/s以上の超高速化を実現するために光フーリエ変換を全光学的に実現する方法を確立し、波長多重(WDM)と組み合わせた160 Gbit/sベースの大容量無歪み伝送技術の実現を目指す。

本研究の特色は、伝送パルスの時間波形よりむしろその周波数スペクトル形状に着目して超高速無歪み伝送を実現することである。すなわち光の超短パルス性（時間）とスペクトルの高純度性（周波数）という、フーリエ変換の関係で結ばれる二つの領域を入れ換えることにより、新たな光技術を開拓しようとしている。本伝送方式は従来大きな問題となっていた各種分散、ジッタ、波形歪みなどを1つの装置で一挙に解決できる手法であり、次世代の光通信網の高性能化に大きく貢献できる。

(2) 研究の進展状況及び成果の概要

本研究では、これまでに光フーリエ変換(OFT: Optical Fourier Transformation)を用いた無歪み光伝送技術の優れた特徴を実験および解析により明らかにし、その有用性を実証してきた。また、並行して超高速パルス光源として40 GHzモード同期ファイバレーザの作製、ならびに40 Gbit/s用光フーリエ変換装置の試作を進めてきた。これらの装置を組み合わせ、160 Gbit/s (40 Gbit/s×4) OTDM (光時分割多重) 伝送に適用した結果、通常強度変調(OOK: On-Off Keying)方式において約400 kmであった伝送距離を、本方式により600 kmまで延長することに成功した。さらに、光位相を利用したDPSK (Differential Phase Shift Keying) と呼ばれる最新の伝送方式にも本伝送技術が適用できることを見抜き、DPSK-OFT伝送実験を新たに行なった結果、160 Gbit/sで1,000 kmの長距離伝送に成功した。この成果は、直線路における伝送実験としては160 Gbit/sで世界で最長の伝送距離を実現したものである。なお、このOFT技術は伝送速度を高速化する程有効な方法であることが判ってきたため、320 Gbit/sへの応用を開始している。

またこれと並行して、伝送後の波形歪みの除去性能を向上させるために、パラボラ形状の光パルスと信号光との相互位相変調による理想的な光フーリエ変換を提案した。まず、アレイ導波路回折格子を用いた波形整形回路を設計・試作し、ピコ秒パルス光源からパラボラ光パルスを発生させることに成功した。さらに、このパラボラパルスを用いて、分散スロープによって歪みを受けた信号光パルスに全光フーリエ変換を施した結果、従来の正弦波変調の光フーリエ変換法では取りきれなかった波形歪みを除去することに成功した。

5. 審査部会における所見

A (現行のまま推進すればよい)

光フーリエ変換を用いた光伝送技術において独創性のある研究が順調に進展しており、160 Gbit/sの伝送実験において世界最長となる1,000 km伝送の成功や、パラボラ光パルスを用いた全光フーリエ変換のための要素技術の開発など、多くの成果が上がっている。また、320 Gbit/s以上の高速化に向けた検討など、新たな展開に向けた準備も着実に進んでいる。研究組織も少人数で効果的に運営されており、国内外の研究者との連携もなされている。今後も理論的基礎の構築を含めて成果を上げ、実用化を目指して本研究をさらに推進することを期待したい。