

論文の内容の要旨

論文題目：40 Gbit/s チャンネルベース大容量光ネットワークのための
帯域制御 RZ 符号化光伝送方式に関する研究

氏 名：宮本 裕

論文要旨：

本論文では、大容量波長多重光ネットワークにおいて、周波数利用効率 0.4 bit/s/Hz 以上の高密度長距離波長多重伝送の実現を目的に、40 Gbit/s 以上の高速光チャンネル伝送に適した、帯域制御 Return-to-Zero(RZ)光変復調方式を提案し、その有効性を実証する。

第 2 章では、本研究の開始した 1988 年から終了時点の 2004 年において、本研究の背景に必要な超高速光通信システムに関連する事項として、ベースバンド変復調技術、光デバイス技術、光変復調符号化技術、光非線形効果の影響を中心に述べる。

第 3 章では、長距離伝送方式に適し、1.5 μm 帯光増幅技術を用いた光送受信構成として、50 Gbit/s 以上にスケール可能な、直接検波光受信回路構成を提案し、有効性を実証する。従来の APD 光受信回路とレベルダイア設計を変え、光増幅器の広帯域増幅特性とトランジスタ性能を最大限に引き出す回路構成を検討する。インピーダンス整合と利得帯域の広帯域化を実現可能な、光通信用ベースバンド型分布増幅器を適用した光受信回路を提案・実証する。さらに、高出力受光素子で直接識別回路を駆動する光受信回路構成を提案・試作し、伝送速度 50 Gbit/s 以上の高感度受信の実証により有効性を実証する。

第 4 章、第 5 章、第 6 章では、波長多重光ネットワークの様々な光ファイバ種別に対し、0.4 bit/s/Hz 以上の高密度大容量光伝送を実現するための、帯域制御 RZ 光変復調方式を提案する。RZ 変調符号に相関符号を適用することで、RZ 強度変調符号、RZ 位相変調符号の帯域圧縮をはかり、光非線形効果に対するパワトレランスの拡大、自動波長分散補償実現に適した性能を実証する。第 4 章では、光パルス列変調のみに相関符号化を適用した、キャリア抑圧 RZ(CSRZ)強度変調符号について提案し、有効性を実証する。第 5 章では、光パルス列変調とデータ変調の両方に相関符号化を適用した、デュオバイナリキャリア抑圧 RZ(DCS RZ)強度変調符号について提案し、有効性を実証する。第 6 章では、RZ 差動位相変調遅延検波 (RZ DPSK) 方式の帯域制御を目的に、第 4 章の CSRZ パルス化を適用した、CSRZ DPSK 符号を提案し、有効性を実証するとともに、第 4、5 章での提案強度変調符号と比較を行う。

第 7 章では、第 3～6 章で提案した技術を適用した 40 Gbit/s チャンネルベースの高密度波長多重光ネットワークの実現性を実証する。まず、波長多重伝送技術を用いた光バックボーンネットワークの要求条件について述べ、要求条件に基づく新しいデジタルフレーム(OTN)を提案する。次に、提案した OTN デジタルフレームのコンセプト実証を目的に、43 Gbit/s 波長多重伝送実験、プロトタイプ試作を行い、その効果を実証する。さらに、第 4～6 章で提案した帯域制御 RZ 変調符号をベースに、

トーン変調を付加し、受信端高精度波長分散モニタを行う自動分散補償を提案する。最後に、フィールド環境において、1 Tbit/s 以上の高密度波長多重 ROADM(再構成可能な光アドドロップマルチプレクサ)実験ネットワークを構成し、本章提案の自動波長分散補償技術、各章での提案技術の総合特性を評価・検証し、43 Gbit/s OTN チャンネルのリンク確立が、容易に実現可能であることを実証する。

第 8 章では、本研究で得られた成果を要約し、成果の波及効果と今後の光ネットワークにおける将来展望について述べる。