

専攻	システム情報工学	学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	林 義博				

論 文 要 旨

論文題目	ギガビット光ファイバ通信における中継間隔の長距離化に関する研究
------	---------------------------------

(要旨 1,200 字以内)

光ファイバ伝送方式における中継間隔の長距離化と情報伝送速度の高速化は、システムの信頼性・経済性を大幅に向上させるとともに、映像をはじめとする情報の多様化に柔軟に対応するネットワーク構築へ大きく貢献するため、その重要性は益々高まっている。本論文は、超高速・長中継間隔光ファイバ伝送方式を実現するため、石英系光ファイバの最低損失波長である $1.55\mu\text{m}$ を適用した $1.55\mu\text{m}$ 波長帯光伝送方式構成技術、コヒーレント光を利用したCPFSKヘテロダイン検波伝送技術、光ファイバ非線形効果を考慮した高出力光伝送技術、これ等の技術の総合的なシステム評価および、多中継光伝送路監視制御技術について行なった研究の結果をまとめたものである。

本論文では、まず、 $1.55\mu\text{m}$ 波長帯の低損失という有利性を最大限に発揮するための実用的な光ファイバ伝送方式として、強度変調-直接検波 (IM-DD) 方式と位相連続周波数変調 (CPFSK) ヘテロダイン検波方式について考察し、ギガビット伝送速度領域での長中継間隔化を実現するための技術的課題を明らかにしている。IM-DD方式においては、特に、長中継間隔化伝送に必須な単一縦モード発振半導体レーザの変調スペクトルの動的挙動が光ファイバ波長分散に起因する受光感度特性へ及ぼす影響について検討し、100 km を超える長中継間隔伝送を実現するためのシステム構成を明らかにしている。

実用環境下での高受信感度化、高安定化による飛躍的な長中継間隔化の達成を目的として、CPFSK ヘテロダイン遅延検波・偏波ダイバーシチ受信系の構成法を明らかにし、ギガビット伝送速度領域で 300 km を超える長中継間隔伝送の実現性を示している。特に、偏波変動の補償とともに、送信光源および局発光源の周波数変動、送信光出力の変動が複合的に生じる場合にも安定な動作を確保する自動周波数制御と自動利得制御を有する偏波ダイバーシチ受信系構成法を提案し、装置化によりその実現性を検証している。さらに、長中継間隔化を制限する光ファイバの波

長分散による波形劣化を中間周波数帯の電気回路で補償する波長分散補償の有効性を偏波ダイバーシチ受信構成で初めて実証し、波長分散補償回路の設計指針を与えている。

CPFSK 方式における高強度光入力時の光ファイバの非線形効果（誘導ブリルアン散乱：SBS）の影響を、光ファイバ入力レベルと符号誤り率特性との関係について考察し、高出力化に対する光送信系の設計法を明らかにしている。特に、システムの安定動作のためには送信光出力の上限を SBS による戻り光が立ち上がる光入力レベル点とすべきことを提案し、高出力化に対処した CPFSK の変調指数パラメータの設定法、高出力光ファイバ増幅器の設計指針を与えている。

伝送速度 2.5 Gbit/s で送信および受信のレベル差（中継利得）が、従来の IM-DD 方式の 34 dB をはるかに超える 60 dB 以上を達成する CPFSK 光ヘテロダイン遅延検波方式のプロトタイプシステムの実現、ならびに、世界で初めて実施した、約 1 年間にわたるコヒーレント多中継伝送系の現場試験の成功、符号誤り連続測定による高品質性能の実証により、提案した偏波ダイバーシチ受信技術と高出力光ファイバ増幅技術とを組み合わせた、ギガビット伝送速度領域での長中継間隔伝送技術の実用性を明らかにしている。

高速デジタル光中継伝送方式を実現する場合の運用面の課題である監視制御技術について、ベースバンド信号パルス列のマーク率変調を基本とする監視制御信号を提案し、主信号誤り率が監視制御信号検出感度に与える影響を定量的に解析している。これに基づいて監視制御信号受信部の検出フィルタ帯域幅ならびに変調マーク率差の設計法を与えている。これにより伝送路の大幅な品質劣化に対する監視制御信号の耐力を実証し、ベースバンド信号マーク率変調信号の監視制御信号への有効性を明らかにしている。

最後に、世界に報告されているコヒーレント光伝送の主要な研究成果との比較を行ない本研究の位置づけを明らかにするとともに、周波数分割多重化技術を適用した、10 Gbit/s（2.5 Gbit/s × 4 チャンネル）・300 km の光ファイバ伝送実験により、将来の超大容量・長中継間隔な伝送方式の可能性の検証と今後の研究課題を明らかにしている。