

Title	長距離大容量光ファイバ伝送系の最適設計手法に関する研究
Author(s)	下浦, 一宏
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/43469">http://hdl.handle.net/11094/43469</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	しも 下 浦 一 宏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17093 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科通信工学専攻
学位論文名	長距離大容量光ファイバ伝送系の最適設計手法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 塩澤 俊之  (副査) 教授 北山 研一      教授 森永 規彦      教授 小牧 省三 教授 元田 浩      教授 河崎善一郎      助教授 松本 正行

### 論文内容の要旨

本論文は、長距離大容量光ファイバ伝送系の最適設計手法に関して、著者が行った研究成果をまとめたものである。第1章は序論であり、本研究の背景、すなわち長距離大容量光通信研究の現状および本研究の概要について述べ、その意義を明らかにした。

第2章では、光ファイバ中の光波伝搬を記述する非線形シュレディンガー方程式の数値シミュレーション手法について述べた。スプリットステップフーリエ法の概要およびコーディング手法について述べた。また線形伝送と比較した光ソリトン伝送の特徴について考察した。特に光ソリトン伝送における最適信号強度が、ファイバ減衰定数やカー定数等の物質定数のみで決定され、伝送速度や増幅器間隔に基本的に依存しないことを指摘した。

第3章では、Qマップ法を用いた分散補償光ソリトン線路の最適設計手法について述べた。周期的分散補償線路モデルを使って、分散補償量、平均分散、信号強度の最適値とその許容量について検討し、10Gbit/sから80Gbit/sの線路における最適パラメータを評価した。また40Gbit/sおよび80Gbit/s伝送実験を行い伝送特性が計算機シミュレーション結果と一致することを確認するとともに、対称型分散補償を行うことで大幅に伝送特性が改善されることを示した。これらの結果からQマップ法による光ソリトン線路設計の有効性を実証した。

第4章では、Qマップ法による波長多重光線路の最適設計手法について述べた。伝送特性の波長間隔依存性、チャンネル数依存性等について評価を行い、最適信号強度や分散マージンの評価に有効であることを示した。また光ファイバ複合架空地線を用いたフィールド実験を実施し、RZ符号では、10Gbit/s、784kmおよび40Gbit/s (10Gbit/s, 4-WDM)、392kmの伝送を行うとともに、最適伝送条件がシミュレーション結果と一致することを確認した。またNRZ符号では、80Gbit/s (10Gbit/s, 8-WDM)、588kmの伝送に成功し、線形伝送に近い条件ではNRZ符号の方が有利となることを確認した。

第5章では、本研究で使用したシミュレーションシステムについて述べるとともに、インターネットを利用したシミュレーション研究システムについて考察した。特にネットを介した相互検証システムによりシミュレーション結果の信頼性が改善される可能性について指摘し、Peer to Peer技術を応用してインターネット上で研究を効率的に進めるためのグループウェアの設計試作を行った。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果の総括を行った。

## 論文審査の結果の要旨

長距離大容量光ファイバ伝送系の最適設計については、近年、その重要性が高まっているにもかかわらず、多くのパラメータの関与する非線形システムであるため、その方法が確立されているとは言えない状況であった。本研究では、パラメータ平面上でファイバの分散性や非線形性の影響を総合的に評価するQマップ法等のシミュレーション手法を周期的分散補償線路設計に適用している。その結果、光ソリトン伝送系や波長多重伝送系の最適化について明確なパラメータを提示している。また室内およびフィールドでの伝送実験により、その結果を確認している。本研究の主な成果は次の通りである。

- (1) Mathematica 言語を用いて、Qマップ法等に基づく光ファイバ伝送系最適化のためのシミュレーションコードを開発している。
- (2) 線形伝送と比較した光ソリトン伝送の特徴について考察し、最適信号強度が伝送速度や増幅器間隔に基本的に依存しないことを指摘している。
- (3) 周期的分散補償光ソリトン伝送系の最適化を行い、最適分散補償量が分散補償間隔に基本的に依存しないこと、および対称型分散補償を行うことで伝送特性が改善されることを指摘している。また線路パラメータの伝送速度に対するスケーリング則を導出している。
- (4) 分散シフトファイバを用いた光ソリトン伝送実験を行い、シミュレーション結果との比較を行うとともに、シミュレーションで得られた知見を応用して80Gbit/s、800kmの伝送に成功している。
- (5) 波長多重伝送系の最適化について、CRZ伝送における最適信号強度、波長間隔依存性、波長数依存性等について検討を行い、Qマップ法の有効性を示している。またテラビット級伝送システムについて検討し、分散スロープ補償に関する条件を導いている。
- (6) 光ファイバ複合架空地線（OPGW）における波長多重伝送フィールド実験を実施し、80Gbit/s（10Gbit/s、8W DM）、588km（増幅器間隔98km）の伝送に成功するとともに、RZ符号よりもNRZ符号の方が有利となることを示している。
- (7) 今後のシミュレーション研究の方向性として、Peer to Peer 技術を応用したネットワーク上でのシミュレーション相互検証システムについて提案している。

以上のように本論文は、計算機コード開発、シミュレーションによる最適化手法、実システムでの比較検証、シミュレーションシステム等、長距離大容量光ファイバ伝送系の最適設計技術に関する多くの知見を含んでおり、今後の大容量光通信システム実用化に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。