



Title	長距離超高速光通信における不均一伝送路中のソリトンに関する理論的研究
Author(s)	岡廻, 隆生
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40607
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	おか 廻 たか 隆 お生
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 8 9 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10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	長距離超高速光通信における不均一伝送路中のソリトンに関する理論的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 児玉 裕治 (副査) 教 授 長谷川 晃 教 授 森永 規彦 教 授 小牧 省三 教 授 前田 肇 教 授 池田 博昌 教 授 元田 浩

論 文 内 容 の 要 旨

光海底通信ケーブルに代表される長距離光ファイバ伝送路は、国際間の基幹伝送路としての役割から、現在世界各国でその整備が進められている。これらの実現に対しては、光ファイバの分散性と非線形性を克服し、波長分割多重を行うとともに一波長あたりの伝送速度を増大させることが必要不可欠である。本論文は、光ファイバの非線形性と分散性のバランスを利用したソリトンパルスを用いた伝送方式において、一波長あたりの伝送速度の増大に関する研究成果をまとめたものであり、全文は以下の5章から構成されている。

第1章の序論では、光ファイバを用いた長距離超高速光通信の問題点について述べるとともに本研究の概要を示している。本研究では、ソリトン伝送方式の一波長あたりの伝送速度を制限するパルス間相互作用およびゴードンハウス効果によるタイミングジッタの抑制について考え、これらの効果を定量的かつ定性的に見積もるための理論的解析法について検討している。

第2章では、光ファイバ中のソリトンについて述べている。本章では、光ファイバ中の光波の包絡線関数を記述する非線形シュレディンガー方程式の解としてソリトン解を求めており、特に、2ソリトン解がソリトン伝送におけるパルス列のモデル、および周波数の異なる2つのパルスのモデルとなることを示している。

第3章では、帯域通過フィルタ挿入によるパルス間相互作用の抑制効果を調べている。解析法として準粒子的方法と2ソリトン解を用いた方法を提案している。これらの方法を適用した結果、帯域通過フィルタ挿入は効果的であるが、分散波の増大を招くことを示している。そこで、非線形利得と帯域通過フィルタを組み合わせると、分散波の抑制とパルス圧縮の効果によりパルス間相互作用を抑制でき、また、スライディング周波数フィルタを用いた場合は、分散波の抑制およびソリトンの周波数の周期的変化によりパルス間相互作用を抑制できることを示している。

第4章では、周期的分散補償伝送路の解析を行っている。弱い分散補償を施した伝送路中のパルス伝搬を解析するためにガイディングセンター理論を適用している。この場合、分散補償伝送路中のパルスには理想的なソリトンである核が存在することを示し、この核の性質を利用した解析法を提案している。これにより、分散補償伝送路中では、見かけ上のパルス幅より核のパルス幅が狭くなることで、パルス間相互作用が抑制されることを示している。更に、強い分散補償を施した伝送路中のパルス伝搬を解析するためにラグランジュの変分法を適用し、分散補償伝送路中の増幅器の雑音によるゴードンハウスジッタを定量的に求める方法を提案している。そして、ゴードンハウスジッタの抑制には、パルスのピーク電力を大きくし、受信機を分散補償ファイバの直後に配置することが有効であることを導

いている。

第5章は結論であり、本研究の各章で得られた理論の特長や適用範囲、さらに得られた結果の実現性を、最近の研究成果を交えて総括している。

論文審査の結果の要旨

高度情報化社会に向けた通信ネットワークの整備が進められる中、次世代の基幹伝送路としては毎秒数百ギガ～数テラビットの伝送速度が要求されている。本研究では、ソリトン伝送方式における主要な伝送劣化要因である、パルス間相互作用およびゴードンハウス効果に起因するタイミングジッタを解析するための理論的手法を新たに提案し、この理論を用いた光伝送路の最適設計に関する解析結果を提供している。これらは長距離超高速光通信システムの設計・構築に大きな寄与をするものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1)パルス間相互作用の解析に、非線形シュレディンガー方程式の厳密解である2ソリトン解が適用できることを示し、2ソリトン解の性質を用いて2つのパルスが相互作用を起こす様子を理論的に明らかにする方法を提案している。
- (2)伝送路中に帯域通過フィルタを挿入した場合の、パルス間相互作用によるタイミングジッタの抑制効果を解析するため、準粒子的方法および2ソリトン解を用いた摂動逆散乱法を提案し、帯域通過フィルタの挿入、帯域通過フィルタと非線形利得の挿入、およびスライディング周波数フィルタの挿入の3つの場合についてパルス間相互作用抑制のメカニズムを明らかにしている。
- (3)弱い分散補償を施した伝送路におけるパルス間相互作用によるタイミングジッタの抑制効果を解析するため、ガイディングセンター理論に基づく解析法を提案し、分散補償伝送路における最適パルス波形を示すとともに、パルス間相互作用の抑制効果を定量的に求める方法を明らかにしている。
- (4)強い分散補償を施した伝送路におけるゴードンハウス効果によるタイミングジッタを解析するために、ラグランジュの変分法にもとづく解析法を提案し、分散補償伝送路中のゴードンハウスジッタを定量的に求める方法を明らかにしている。さらに増幅器間隔と受信機の位置の最適化によるゴードンハウスジッタの抑制技術を提案している。

以上のように、本論文は、長距離超高速光通信におけるソリトン伝送路の最適設計のための新たな理論的解析法を提案しており、その技術の有効性についても詳細な検討により明らかにしている。この研究で得られた成果の妥当性、有用性は極めて高く評価され、通信工学、特に光ファイバ通信工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。