The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Research on Control and Transmission of Optical Solitons in Fibers
Author(s)	Shiva, Kumar
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40190
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

【99】

氏　　名	Shiva（シワ）　Kumar（クマラ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13191　号
学位授与年月日	平成9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	Research on Control and Transmission of Optical Solitons in Fibers （ファイバ中の光ソリトンの制御と伝送に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　児玉　裕治 教　授　長谷川　晃　　教　授　倉薗　貞夫　　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

本論文は，光ファイバ中のソリトンの制御と伝送に関する研究成果をまとめたものであり，全文は次の7章より構成されている。

第1章では，次世代の長距離超高速通信システムの基幹技術として期待されている，非線形と分散がバランスして生ずるソリトンと呼ばれる孤立波の制御と伝送に関する従来の研究成果をまとめている。

第2章では，変調ラマン光を用いたソリトン制御について論じている。各増幅器においてラマン制御光をフィルタで取り出し新たな変調ラマン制御光を入射するという，いわば負のエントロピーを注入する操作に基づいたもので，振幅変調および位相変調によるソリトン制御を組み合わせた方法である。この方法により，ソリトンのタイミングジッタが制御されることを示している。

第3章では，集中定数型増幅器をもつファイバ系における断熱的ソリトン伝送について論述している。増幅器の周期的配置に起因するソリトンの共鳴的相互作用による伝送品質の低下を抑制するために，線路中の分散値を適切に変化させることを提案している。これは分散マネージメントと呼ばれ，安定なソリトンを形成するために，増幅器によってもたらされる非線形性の増大にバランスする分散を持つファイバを配置する方法である。ここでは，2種類の分散マネージメントを考え，摂動逆散乱法による解析から，共鳴現象が部分的に抑制されることを示している。さらに，分散値を階段状に変化させた場合，ソリトンが発生する分散波のエネルギーは階段数の4乗に逆比例して減少することを示している。

第4章では，波長分割多重ソリトン伝送路におけるチャネル間のソリトン相互作用を摂動逆散乱法を用いて解析している。伝送系に適切な分散マネージメントを施すことにより，相互作用によるソリトンのタイミングジッタおよび分散波の生成を抑制できることを示し，これにより波長分割多重が可能となることを示している。

第5章では，分散値が不均一な線路をもつ波長分割多重ソリトン伝送系における初期衝突による周波数変化の問題を議論している。本章では，ソリトンを初期に圧縮し，適切な分散減少ファイバや利得が少しずつ減少する増幅器を用いてソリトンのパルス幅を断熱的に伸張することで，周波数変化を大幅に低減できることを示している。

第6章では，ファイバの分散値を適切に設計することにより，大容量伝送を可能にする新しい非線形パルス－準ソリトン－を提案している。このパルスは，その初期チャープが分散値によって決定され，長距離伝送路においてソリトンに比べ小さい電力でより高速な伝送速度を得ることが可能であることを示している。

第7章では，本研究で得られた成果の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

光ソリトンは，光ファイバの非線形性と分散性がバランスして生ずる孤立波であり，次世代の長距離超高速光通信システムの基幹技術として期待されている。本研究は，光ファイバ中のソリトンの制御と伝送に関する新しい技術を提案するもので，変調ラマン制御光を用いたソリトン制御ならびに伝送路の分散値を適切に設計した分散マネージメント線路によるソリトン伝送を提案し，理論および数値解析によりその有効性を実証している。

その主な成果を要約すると以下の通りである。

(1) 変調ラマン制御光を用いたソリトン制御が可能であることを示している。これは，各増幅器においてラマン制御光をフィルタで取り出し新たな変調ラマン制御光を入射するという，いわば負のエントロピーを注入する操作に基づいたもので，振幅変調および位相変調によるソリトン制御を組み合わせた方法である。この方法により，ソリトンのタイミングジッタが抑制されることを示している。

(2) 集中定数型増幅器をもつファイバ系における断熱的ソリトン伝送について論述している。増幅器の周期的配置に起因するソリトンの共鳴的相互作用による伝送品質の低下を抑制するために，線路中の分散値を適切に変化させることを提案している。これは分散マネージメントと呼ばれ，安定なソリトンを形成するために，増幅器によってもたらされる非線形性の増大にバランスする分散を持つファイバを配置する方法である。ここでは，2種類の分散マネージメントを考え，摂動逆散乱法による解析から，共鳴が部分的に抑制されることを示している。さらに，分散値を階段状に変化させた場合，ソリトンの共鳴的相互作用による分散波のエネルギーは階段数の4乗に逆比例して減少することを示している。

(3) 波長分割多重ソリトン伝送路におけるチャネル間のソリトン相互作用を摂動逆散乱法を用いて解析し，伝送系に適切な分散マネージメントを施すことにより，相互作用によるソリトンのタイミングジッタおよび分散波の生成を抑制できることを示し，これによりソリトンを用いた波長分割多重が可能であることを示している。

(4) ソリトン伝送系における初期衝突による周波数変化の問題を解決するため，ソリトンを初期に圧縮し，適切な分散減少ファイバや利得が少しずつ減少する増幅器を用いてソリトンのパルス幅を断熱的に伸張することを提案し，これにより周波数変化を大幅に低減できることを示している。

(5) 初期チャープが分散値によって決定されるような新しい非線形パルスを提案し，長距離伝送路においてソリトンに比較してもより望ましい伝搬特性をもつパルスが作られることを示している。

以上のように，本論文は，光ファイバ中のソリトンの制御と伝送に関する多くの独創的な提案を行っており，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。