

藤井 陽一*

Yoichi FUJII*

1970年代の始めから開始された、光ファイバソリトンの研究は、もう20年近くになり、研究としては、成熟段階に達している。

この間、光ファイバ通信技術の進歩、および、その実用化の発展はめざましいものがあり、現在の、インターネット、マルチメディアを含む高速大容量の通信を支えて来た。

光ファイバソリトンは、光ファイバだけではなく、一般的に存在している、光カー効果という、弱い3次の光非線形性を、積極的に利用するものである。では、何故光ファイバか、というと、光ファイバが非常に長くできるということ、従って、その効果を線形的に蓄積できる、という点が基本的に重要である。

もう一つのポイントは、この非線形効果をほかの効果と組み合わせて利用することができるということである。ソリトンの場合は、光カー効果を、線形的な群速度の分散を打ち消すために使用しているものである。

ソリトンの問題点は、基本的にいろいろな仮定を置いているというところにある。第1に、包絡線近似をしているので、フェムト秒域の極超短パルスに適用できない。第2に、損失等の効果を入れていないので、実際上それを別に考慮しなければならない、などである。

ソリトン伝送上の実際の問題は、上述のように、いろいろな工学的工夫によって改善され、現在大幅に進歩している。

たとえば、損失を補償するための、光ファイバ増幅器(実用的にはEDFA)の発展、電気光学効果変調器によるソリトン波形の同期および線形の狭帯域フィルタによるソリトン波形の補正である。これらの技術を用いることによってソリトンは、1万km以上、殆ど無限の距離を伝送されることになった。

ソリトン光通信方式は、1チャンネルで現在40Gb/s程度の通信容量が得られるようになってきているが、これは、通常の光PCM方式(NRZ方式)に比べて圧倒的に大きいというわけではない。これは、ソリトンのため、というより、共通に使われている各種の光デバイスの応答によって制限されているためである。

現在のソリトン伝送におけるトピックは、通常の光PCM方式も同じであるが、1本の光ファイバ中に多数の波長のレーザー光を通す波長多重技術である。現在は、たとえば20Gb/s×8チャンネル=160Gb/sの伝送が試験的に実現している。通常の光PCMでは、50個もの波長のレーザー光を通して1Tb/sの伝送も報告されている。ソリトン方式のほうが遅れているように見えるのは、光デバイス関連が複雑なため、条件に対する安定性はソリトンのほうが高い。

もう一つの重要な問題点は、実際の光ファイバケーブルに存在する分散と、そのランダムさの補償である。既設のケーブルを利用する場合は、最適のソリトン条件になるように分散補償ファイバを挿入してやらなければならない。この場合でも、ソリトンのほうが通常の光PCMよりも広い範囲で調整可能なことが判った。

光ソリトンシステムには、また、各種デバイスの開発が不可欠である。上述のEDFAの広帯域化、電界吸収型変調器、光ファイバグレーティングをもちいたフィルタ、分波器などが開発された。

これら光システムの開発のため、国内でも、STAR project、ECでもESTHER consortiumによる大規模開発が行われている。

光ソリトンシステムは、国内でも長距離幹線伝送、国際間の海底光ケーブル伝送のような超広帯域テラビット伝送システムとして、将来をおおいに囑望されている。

* 日本大学理工学部電子工学科 (〒 274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

* College of Science and Technology, Nihon University, 7-24-1 Narashinodai, Funabashi, Chiba 274-8501