



巻 頭 言

極短光パルスと光通信

長谷川 晃*

通信に電磁波を用いるようになってから、一世紀以上の年月が経つ。この間、より多くの情報量を伝送したいという要求が、より短い波長の電磁波の発生を促し、この結果近年になり光波を用いる通信が実用化されるに至った。

しかし、伝送路を用いて高速の情報量を送る場合、従来それほど問題とならなかった諸問題が発生することになった。その理由は搬送波からみた伝送距離が、その周波数に逆比例して長くなることからくる。つまり、より多くの情報量を送るためには、より短い波長が望ましいのだが、しかしこのことは逆に波の歩幅（波長）を短くすることになり、同じ伝送距離でも歩幅でみた距離が長くなるのだ。例えば 1,000 km の距離を波長 1 cm のマイクロ波からみると 10^8 歩幅になるが、波長 1 μm の光波の歩幅で測ると 10^{12} にもなる。したがって伝送速度（単位時間あたりの伝送情報量）をいう場合伝送距離との組み合わせで論じなければ意味を持たない。例えばカー係数 $n_2(\text{m/V})$ を持つ誘電体の伝送路では、振幅 E の光波は $\lambda/(n_2|E|^2)$ に比例する距離で位相変調を受ける。

また、単一波長の波は情報を持たないから、情報伝送の歩幅は搬送波の波長でなく変調波の波長と考えねばならない。例えばパルス幅 τ_0 の極短光パルスは、伝送路の群速度分散 $\partial^2 k/\partial \omega^2$ のため、 $\tau_0^2/(\partial^2 k/\partial \omega^2)$ の距離に比例して波形歪みが発生する。

一方ファイバーを用いた光増幅器、EDFA の出現は中継器を用いない全光学的通信システムを可能にした。このようなシステムで歪みなく多くの情報を伝送するためには上記の非線形位相歪みや、分散効果による波形歪みが問題となる。後者に対する対応策として、分散シフトファイバーを用いることが試みられているが、この場合波長分割多重通信 (WDM) をすることが困難である。WDM では、また増幅利得の波長依存性の修正も考えねばならない。一方前者に対しては光波の強度を低くすることが要求されるが、しかし光増幅器の雑音による S/N 比の劣化を考えると、あまり強度を下げることは出来ない。

光ソリトンはいくらの問題を同時に解決してくれるため、全光学伝送システムには最も適していると言える。現に 1993 年の始めには AT&T ベル研究所のモレナワールらが、10 Gbit/s channel \times 2 channel のソリトン信号を 13,000 km に渡り無エラーで伝送することに成功している。フェムト秒パルスを用いたソリトンの通信に対する役割は、将来期待される興味ある研究テーマである。

* 大阪大学工学部通信工学科 〒565 吹田市山田丘 2-1