

## レーザーコンパス

## 進行波管と半導体レーザー

三 杉 隆 彦\*

Takahiko MISUGI\*

昭和25年に大学を卒業して会社に入り、マイクロ波電子管の開発を担当することになった。

終戦後の虚脱の中にあり、資材も極端に不足している時代ではあったが、マイクロ波電子管はそれなりに脚光を浴びていた。戦争中のレーダ研究の延長上として各種の電子管が取り上げられていたが、その頃彗星のように現れたのが進行波管である。従来すべてのマイクロ波管が空洞共振器を用いており、電子と電波とが相互作用をするのは空洞の間隙部分のみに限定されて居た。それに対し進行波管では電波と電子流とが同じ速度で進みながら相互作用をするというのが如何にも斬新に思われた。利得が従来のものに比べて桁違いに大きく、共振器を用いないため動作帯域が極めて広いという多くの特長を持って居る。このためタイタニック(巨人)チューブと言ひ綽名がつけられ、大勢の研究者が研究を始めた。

しかし、昭和30年頃米国の文献の中に下記の様な文章を読んだことを覚えている。「素子の歴史の中で進行波程騒がれて居るのに実用にならない素子はない。」この言葉は後にレーザーがプレイボーイと呼ばれた事と事情が似て居る。要は進行波管もレーザーも学問的に、技術的に

大勢の人が興味を持ってもてはやされて居ても仲々実用にはならないことを揶揄したものである。

進行波管は英国人(もともとはオーストリア人)の R. Kompfner が1942年発明したものである。これに興味を持ったベル研の J. R. Pierce が1946年から、1948年にかけて理論的な裏付けをするとともに、Kompfner をベル研に連れて来て研究を推進したものである。先日来日した Pierce 博士が「Kompfner が進行波管を発明(invent)した。私は進行波管を発見(discover)した。」と言って居たが面白い表現だと思った。彼のこの理論解析の中に後に発展するカップルモード理論の原型が出てくるのも興味深い。彼は衛星通信を推進するなど、色々な分野で多才な能力を発揮した20世紀の頭脳と言ひふさわしい人物である。

所で、先に述べたように仲々実用にならないと言う悪口にもかかわらず、進行波管は間もなく世界を蔽うマイクロ波中継網の出力管として大活躍することになった。レーザーの出現は進行波管よりも15年程遅れるが、これもプレイボーイなど悪口を言われながらも次第にその応用範囲を拡げて来た。特に光通信がいよいよ実用

\* (株)富士通研究所 (〒243-01 厚木市小野1677)

\* Fujitsu Laboratories, Ltd(1677, Ono, Atsugi, 243-01)

の時代を迎えようとする時に、半導体レーザーの果たす役割は大きい。光ファイバーを用いた通信網により、北海道から九州までの主要都市が結ばれようとして居り、更に各ビルの中、コンピュータ間等あらゆる所に利用されようとして居る。又、1988年には太平洋、大西洋に海底光ケーブルが敷設され、日本、米国、ヨーロッパが互に結ばれる予定である。

このように今や半導体レーザーが通信の分野で大きな役割を果しつつある時代であるが、しかしその動作を詳細にみる時、果してレーザーの持つ最大の特長であるコヒーレンシーを十分に利用して居るかと言うと疑しい。なる程コヒーレンシーの無いLED（発光ダイオード）に比べて、スペクトル幅が狭いだけファイバーの持つ波長分散を受けないので長距離の伝送が可能になる。しかし、現在の利用法は本質的には光のオン、オフによって、つまり光のエネルギーがあるか無いかによって情報を送っており、光を波として見ている訳では無い。光を電磁波とみると、その周波数が極めて高いので、まだまだ大量の情報を送ることが出来るはずである。

この変調法は、丁度戦後にマグネトロン陽極電圧をパルス変調してPCMの実験をしたの

に似て居る。マイクロ波よりも低い周波数帯では、電波の利用技術が極めて高いレベルに達して居り、電波の周波数と振幅の外に、その位相差も利用して伝送し得る情報量を増す努力が行われた。例えばPSK(Phase Shift Keying)のように位相を変調する方式がある。つまり波の瞬時値をも問題にしている。単に光のエネルギーが有るか無いかによって情報を送っている現況の変調方式は全くおおらかなものと言う外ない。光を電波として考えると、その周波数はマイクロ波に比し約4桁差がある。若し光を波とみて、その瞬時値迄も問題にするならば膨大な情報を送り得ることになるだろう。

しかし、これを可能にするためには、先づ半導体レーザーの波長安定性とコヒーレンシーを格段に改良する必要がある。幸い現在光のヘテロダイン受信の実験が各所で始まって居る。ローカル発振機に相当する光を用いて、一度中間周波数に下げるならば、現存する各種の電波技術を充分利用することが可能になる。このような方式が実用になれば光通信の重要度は更に一段と大きくなることが予想される。今後の技術の発展により光のコヒーレント通信、ヘテロダイン受信の実現が望まれる。