

## レーザーコンパス

## レーザーは発振しているか

伊 賀 健 一\*

Kenichi IGA\*

今年1985年はレーザーが出現してから25年目に当たる。5月にアメリカ・ボルチモアで開かれたCLEO (Conference on Lasers and Electrooptics)でも、これを記念して特別講演が企画され、ノーベル賞を受賞した人々、バソフ(代読ポポフ)、プレムバーゲン、ラム、シャウロウ、タウンズなど、レーザーの初期に活躍した匆匆たる顔ぶれで、1960年前後のメーザー、レーザー、非線形光学などに関する興味ある話が聞けた。もうひとつの催しは、各種レーザーを初めて作った研究者による招待講演シンポジウムで、ガスレーザー、ダイレーザーなどの最初の成功に就ての紹介があった。1962年頃からレーザーの勉強を始めた筆者にとっては、論文を通してのみ知っていた研究内容や裏話など直接伺い知ることができたことで又と無い良い機会となった。しかし、最初にルビーレーザーを発振させたメイマンの話がなかったのはちょっと寂しい。一昨年だったか、光産業技術振興協会の招きで来日した講演の印象などから察するに彼の実験に近する世間の評価が余り高くないかの感がしなくもない。

さて、1960年のルビーレーザーの成功以来、1960～1965年の間に、種々のガスレーザー、半導体レーザー、固体レーザーの最初の実験が行なわれた。筆者も最初ルビーレーザーに関する研究を末松安晴教授の研究室に入って1962年から始めたのだが、その年に半導体レーザーがアメリカの3グループで初めて発振に成功し、最

初のレポートを輪講で読んでいた。その後、しばらく光伝送の研究を行ない学位を頂いた後、研究所に奉職して今度はNeレーザーの周波数安定化に取り組み、実際にガラス細工などを行なってレーザー管も作ってみたいした。1974年頃から、光伝送の続きとしてマイクロレンズの研究をスタートさせると同時に、半導体レーザー用GaAsの結晶成長を開始し、1977年頃から1ミクロン波長帯のGaInAsP系に転じた。特に、この数年間は2次元アレー光デバイスの重要性を主張して、面発光レーザーと平板マイクロレンズの実現に研究室の力を傾注している。振り返ってみると、固体レーザー、ガスレーザー、半導体レーザーという代表的な3種のレーザーを自分の手で作ってみたことになるわけだが、こういった経験をお持ちの方はあまり多くはないと思う。

ところで、トランジスタ現象の発見に続いて、1960～1970年の年代はレーザーに関係の深い物理現象が発見される確率の非常に高い時期、すなわちコンドラチェフ波のひとつのピークと考えて良いだろう。それから25年色々なレーザーが作られ、波長域も遠赤外から真空紫外、更にX線領域にひろがりつつある。現在は、これら物理現象の発見の芽が育ち、我々そして20年くらい後の世代はその果実の収穫期に当たっており、産業規模の発展を迎えつつあるのもこのことを物語っている。逆に、エレクトロニクスに関する物理現象の発見の確率は最も少ない枯渇

\* 東京工業大学精密工学研究所 (〒227 横浜市緑区長津田4259)

\* Tokyo Institute of Technology, Research Laboratory of Precision Machinery and Electronics (Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa 227)

の年代に差し掛かっており、興奮と刺激を与えるような発見が少ないことは若い研究者にとっては不幸であるかもしれないが、このような人間社会のダイナミズムを知って、逆に新しい現象の発見に情熱を燃せば、世の中の大多数とは異なる新鮮さを以て後世に残る創造的な仕事が出来るとも出来る可能性もあるわけだが、それがおいそれと出来ないのも人間ダイナミクスの宿命かもしれない。

さて、ここからは筆者の勝手な推測なのであまり深く考えないでお読み頂きたい。最初の発見は、それ以前の産業によって蓄積された文化なり資力なりを電源とするある種の熱的非平衡状態を作り出すポンプ源であり、これによって人と金の投資が始まって特許や論文の成果が表われ始め、すなわちポピュレーションの蓄積が始まる。そして、それを応用した製品すなわちフォトンが誘導放出によって増加する。このように見て来ると、物事の原理や現象が発見されて産業的規模に至るまでのプロセスは、レーザーのパルス動作に似てはいまいか。そこで、これを簡単なレート方程式によって表わすことを暑気払いに考えてみた。P(t)を基礎現象の単位時間あたり発見確率、N(t),  $\tau_s$ を特許や論文など直接の成果とその寿命、S(t),  $\tau_p$ を産業規模の製品出現数とそのシステム寿命、Gを誘導放出の係数とする。これらは次のレート方程式に従うものとする。

$$\begin{aligned} dN/dt &= P(t) - N/\tau_s - GNS \\ dS/dt &= -N/\tau_p + N/\tau_s + GNS \end{aligned}$$

この方程式をある仮定の下に解いたものをFig.1に示す。蓄積されたP(t)が十分に発振条件を満足するものならば、現在1985年はやっときい値付近にあるわけで、レーザーは未だ発振していないように見える。光産業技術振興協会の調査結果もほぼこのような傾向を示している。さきに述べたCLEOでも量子エレクトロニクスの初期における優れた発見、研究に対する賞がいくつか贈られた。しかし、参加者4000人の興味はすでにそこにはなく、大きな会

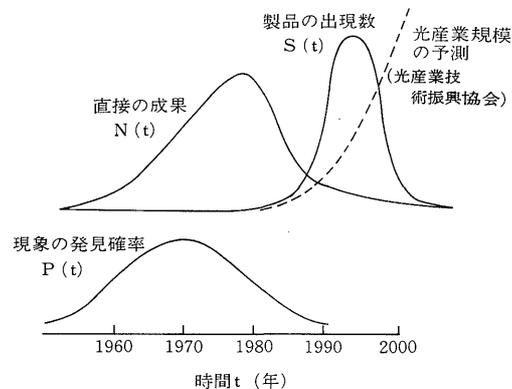


Fig.1 レーザーの現象の発見確率と産業規模の推移

場から大部分の人は出ていってしまった。人々はポンプのあったことを忘れて今始まろうとする誘導放出に気を取られているようである。しかし、これは幸運な場合であり、もしもポンプのピーク値が発振に至るに十分でないならば、自然放出のみに終始して、大規模な産業にならないで終わってしまうかもしれない。一足先にスタートしたトランジスタ現象の発見は、今日のエレクトロニクスの発展をもたらしたが、トランジスタそのものはもはや誘導放出を十分に終えて一つの文明を形成してもう当たり前のものとなり、すでに次なる大規模集積化といった抽象化の段階に入っている。レーザーや光技術への投資はエレクトロニクスに比べれば規模は小さいものの相当なものがあるので誘導放出は急速に進み、すぐにレーザーそれ自身は陳腐化されるであろう。さて、レーザーに、トランジスタのような一般化、抽象化の力があるかどうかだが、そこでわれわれは、先輩諸氏が行なってくれたレーザーに関する諸発見が、産業的發展に十分であるような普遍性のあることを祈るのみである。努力して前進することにかけては他人に負けなかつた筆者だが、文化、文明の歴史については以外にこのような人間の力が及ばないダイナミックなものであるかもしれないと思っている。