

レーザーコンパス

マイクロ波レーダー，レーザーレーダー，そして-----

稲場 文 男*

Humio INABA*

月並な言い方であるが、月日の経つのは速いもので、レーザーがこの地球上に誕生してからも早や30年近くに達しようとしている。筆者がレーザーを初めて目の当たりに見たのは、1961年8月半ば前に米国のスタンフォード大学エレクトロニクス研究所に招かれて、レーザーの研究グループに参加した時である。その頃はルビーレーザーが発明されて一年程経ったばかりで、日本にはまだ1台のレーザーもなく、米国で早くレーザーを作ってみたくて思っていたので、ルビーから赤色の光ビームが鋭い矢のようにとび出すのを見た最初のシーンは、今でも脳裏に深く焼き付いている。

その当時は研究所にはルビーレーザーが1、2台しかなく、He-Neレーザー(1.15 μ mのみ)はまだ入手できない、ほんの草創期であったが、着いてから1週間位後にサンフランシスコで開かれたIRE(現在のIEEE)主催のウエスコン(WESCON)で、ヒューズ研究所がルビーレーザーをパルス発振器とするレーザー測距機を最初のレーザー応用機器として出品しているのが印象的であった。まだQスイッチ法も考案されていない時期であったから、その波形は最も初期的なパルス発振に伴うノイズ状の数多くのランダムなスパイクから成っており、送信波形と受信波形の全体のパターンのズレから時間差を求めて、距離を算定するという、今から思えば全くプリミティブな装置であった。

しかし考えてみれば、その頃からさらに20年近くさかのぼったマイクロ波レーダーの創始期の時代も、同じような手法から出発していたのであって、マイクロ波工学やその技術応用の歴史をふり返れば明らかなように、レーダーの技術開発、実用化の着実な努力があったからこそ、その後のマイクロ波通信への花道が開かれたのである。筆者が米国から帰国後いち早くレーザーレーダーの研究開発に着手した真意は、このようなマイクロ波エレクトロニクスの進展の史実に学んだからであって、レーザーレーダーとその関連技術の開眼・育成、さらには高性能化、実用化へのたゆみないチャレンジが、やがてはレーザーを中心とする光エレクトロニクスの時代の幕明けとなり、ひいてはレーザー光通信という荘大な夢を見事に実らせる根となり、養分となることを当初から期待していたのである。

そして、レーザーを折角使うのならば、マイクロ波レーダーと同じような機能の実現や類似の動作法を追うだけでなく、レーザーでしか出来ないような独自の動作方式や新しい測定対象を開拓したいものと考えて、目には見えないような微小な物質とか、広い空間の中を勝手に動き回ったり、状態や性質を変化したりするような事象の検出、計測を意図して、ミー散乱からラマン散乱、レイリー散乱、さらには共鳴吸収や蛍光のような光領域特有のいろいろな効果、

* 東北大学電気通信研究所(〒980 仙台市青葉区片平2丁目1-1)

* Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University (2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai 980)

過程の応用や光ヘテロダイン受信方式の導入などの試みを一步一步進めて行ったわけである。

レーザーは一体どんな役に立つのか、理想を追うのは結構だが、研究費ばかり無駄に食っていて何も成果が出ないではないか、などと言われながら、揺らん期の苦悩の10年余りはいつの間にか過ぎてしまって、今ではレーザーは時代の寵児か、育ちの良い貴公子のように受け入れられ、多種多様な産業分野をはじめ、情報・通信からエネルギー、資源、環境、医療、芸術、娯楽などにわたる社会・生産活動や日常生活の多方面で有用な先端技術の担い手の一つとして大いに役立っている。しかし、これまでに至るには既に30年近くが経過しているのである。そこで思いめぐらすと、最初のレーザーが誕生した1960年からおよそ30年余り前の、もう一世代さかのぼった1927年には、日本で岡部金次郎博士がマグネトロンからのマイクロ波の発振をはじめて発見しているのである。

ヘーゲルの弁証法哲学によれば、歴史的事象は時間軸を中心軸としてその周りにラセン状に配列しているというようなことを若い頃に学んだ記憶がある。上記の史実をこれに当てはめてみると、ラセンのピッチは大体30年位に相当することになり、周波数は5~6桁程度違うかも知れないが、マグネトロンによるコヒーレントなマイクロ波の発生とレーザーによるコヒーレント光の発振は、上下に1ステップ距ててこのラセン形状の一つの側線上に並ぶと見てよいであろう。そして、マグネトロンの発振の発見からざっと30年経過した1960年代には、マイクロ波レーダー技術は立派に開花して、地上や海上、空中用はもちろん、台風やロケット、人工衛星の検知や追尾にまで実用されるようになったのである。それからさらに30年余りの現在、レーザーレーダーはもはや研究室の手造りの試作装置でもなければ、単なる性能試験の段階ではない立派な実用機器としてのレベルにまで成長し、マイクロ波レーダーと比肩するに足る独自の地位を樹立するに至っている。

このような決して偶然とは言えないようなめ

ぐり合わせをみると、それではこの次の30年間のピッチを占めるものは一体どんなテクノロジーであろうかと問うてみたくなる。筆者は浅学非才にしてそれを予測する能力を持ち合わせているとは到底思えないが、数字の比較ぐらいはできそうである。例えば、マイクロ波とレーザー光の波長（ $\sim\text{cm}$ と $\sim\mu\text{m}$ のオーダー）の比はおよそ 10^{-4} であって、これをもう1ステップ外挿したとすると、そのコヒーレントな電磁波の波長はざっと nm から \AA の範囲のX線領域になる。また、発振パルスの時間幅も代表的な値として、マイクロ波で $\sim\mu\text{sec}$ 、レーザー光で $\sim\text{psec}$ とみると、X線領域では $\sim\text{asec}$ （アト秒； 10^{-18} 秒）位にまで達する見当になる。一方、マイクロ波レーダーの探査距離を人工衛星程度とし、レーザーレーダーでは成層圏の範囲ぐらいとみなして、同じように外挿すると $\sim\text{m}$ から $\sim\text{cm}$ のオーダーとなる。

これらは単なる数字合わせの遊びと見ていただいてももちろん結構であるが、このようなスケージングがもし成立つとすれば、次世代のラセンのステップへ向っての茨の多い前人未踏の道を登りはじめめることは、我が国の若い研究者にとっても決して遅くはないと思えるのである。それは、これまでの科学・技術の歴史が如実に示唆しているものであり、そのような未知、未開の学問・技術への取組みこそが、現今我が国に最も強く求められている真の独創的な研究・開発に根ざした技術産業立国のためのゆるぎない基盤を築くことは明らかであろう。

探知範囲がおおよそ cm 以下から $\sim\text{m}$ に及び、オーダーにして nm 前後の距離分解能とそれに匹敵する方向分解能、さらに asec 近い時間分解能を有するとみられる、驚異的な性能のコヒーレントX線レーダー（？）の応用分野はどこにあるかを想像してみるのも楽しみなことである。例えば、その中には生命の発生や分化、遺伝などに関する細胞下の分子生物学、ないしは量子生物学レベルの超精密遠隔計測、情報解析のための、あるいは人間の思考過程などの脳やニューロンの働きとか、心の動き、心と

いうものの所在，そして生命とは何かというような，人類にとっての永遠の探求の課題を解明するための有力なカギがかくされているかも知れない。

今から20年ないし30年後に本誌のこの特集号のような企画を，世界のどこかの学会で試みた

時に，そこには現時点ではほとんど予測さえできないような数々の独創的な成果を収めた論文や総説，紹介などが，我が国の現在の若手の研究者，技術者達を中心として華々しく収められることを大いに期待したいものである。