

## レーザーコンパス

## 量子エレクトロニクス

五 神 真\*

Makoto GONOKAMI\*

「量子エレクトロニクス」という言葉が使われ始めたのは今から35年前と聞く。これはちょうど私が生まれた頃である。私が4才ぐらいの時に父がトランジスタラジオを買って大切そうに抱えて帰ってきたのを記憶しているので、その頃ちょうど真空管からトランジスタへの移行期であったのだろう。メーザーやレーザーが電子の量子準位間の遷移を利用していることを考えると「量子エレクトロニクス」という命名は頷ける。真空管でやっていた電気信号の増幅や発振といった動作を、原子の量子準位を用いていきなりマイクロ波や光の周波数領域で行うというものであるから、当時の研究者にとって如何に画期的なものであったかは想像に難くない。

その後、レーザーは様々な形で著しい進歩をとげた。またその応用分野も基礎科学にとどまらず、通信・情報をはじめ社会のあらゆる分野に浸透した。しかもその勢いは依然衰えをみせていない。たとえば、最近のモード同期固体レーザーの急速な進歩とその迅速な普及により、フェムト秒オーダーの光計測がごく普通の測定手段となった。また、デスクトップのテラワットレーザーの製品化も進められているという。他方エレクトロニクス分野では、半導体の結晶

成長技術や微細加工技術の飛躍的な進歩により、単一の電子を自由に操作したり電子のドブロイ波の位相情報を制御することも可能となった。そして、このような電子の量子性を利用する「電子波デバイス」が次世代のエレクトロニクスとして脚光を浴びている。

このような背景のなかで、「量子エレクトロニクス」とは何か、また今後どのような分野と関係を深めて行くのかという疑問を漠然と抱いている方は多いであろう。最近、応用物理学会量子エレクトロニクス研究会でこの問題を取り上げている。(余談ではあるが、この研究会はレーザーや光エレクトロニクスの研究者が、産・学・基礎・応用を問わず集い、応用上ネックになっている問題や新しい課題を基礎に立ち返ってじっくり議論することを目的としている。同好会的ではあるが、この研究会も今年で20周年を迎える。これまで多くの有意義な討論が行われてきたことをご存じの方も多いと思う。)その泊まり込みの研究会で「量子」という接頭語の意味を改めて問い、今後の方向性についての議論を行った。そこでは、今後の課題として、光の真の量子効果とその応用や多自由度の系の量子光学現象等が話題となった。レーザー光はある意味では理想的な古典波である。そのた

\* 東京大学工学部物理工学科 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

\* Department of Applied Physics, Faculty of Engineering, The University of Tokyo (7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113)

め、レーザーにまつわる物理現象は光を古典的に扱うことによって説明されることが多い。しかし、光の揺らぎの議論を進めて行くと、マクロな測定量であっても光の量子性が顔を出してくる。また、極微弱光の領域で動作する究極の光デバイスを考えると、光の量子性は本質的である。物質系の量子効果について、通常議論されるのは1電子の量子効果である。超伝導や超流動のようなマクロな量子現象は現代物理学の重要なテーマであるが、このような多体の量子

系が光の場と結びついた時に、どのような現象が生じるのだろうか。

これらは、今後の量子エレクトロニクスの展開の一つの切り口にすぎない。しかし、このような議論を端緒として、新しい光科学と光技術が21世紀も発展し続けることを期待したい。そのためには、様々な基礎分野間の連携と応用分野からのフィードバックが必須であり、従来の枠に捕らわれない発想と研究者間の交流がますます大切となろう。