



巻 頭 言

相 互 量 子 制 御

花 村 榮 一*

現代の物理学の発展において、輻射場が果たしてきた役割は測り知れないものがある。空洞輻射のエネルギーの振動数分布を記述するために、Planck によって今世紀初頭に量子仮説が提唱された。Einstein の光電効果の光量子（光子）による理解と de Broglie の物質波の導入を経て、Schrödinger によって量子力学が波動方程式という形で整えられ、さらに場の量子論へと発展してきた。この輻射場と物質系の相互作用も興味ある現象を数多くもたらしてきた。励起状態からの輻射場の放出にも誘導放射と自然放射の素過程がある。前者を最大限に利用したものがレーザー発振であり、Townes らによって提唱され、Maiman によって実現された。それによって、量子エレクトロニクスばかりでなく、分光学から光通信など広い分野の学問の発展に寄与してきた。最近では、多くの励起状態からのコヒーレントな自然放射は、超放射として注目を集めている。

半導体や高分子材料の結晶成長や加工技術の最近の進歩によって、電子系や素励起の量子化を任意に操作できるようになった。高品位の結晶で低温においては励起子の共鳴励起の下で、超放射による速い応答と大きな非線形光学応答を同時に実現できるようにもなった。さらに、微小共振器中における輻射場の量子化に伴って、自然放射を自由自在に増強したり、抑制したりすることも可能となった。1994年4月より発足した科学研究費重点領域研究「輻射場と物質系の相互量子制御」においては、上記の2つの量子化を同一基盤の上で実行し、強く輻射場と物質系を相互作用させることによって新しい物理現象を探索することと同時に、デバイスへの応用まで目指すものである。物理学としては非古典光としての特性であるアンチバンチング、サブポアソン分布およびスキューズド光の発生などもっと深く、そして広く解明されなければならない興味ある現象である。レーザー光は、光子数のゆらぎを表す分散が光子数の平均値に等しいようなポアソン分布に従う。光子数のゆらぎの縮小したサブポアソン光は、光子数スキューズド光である。これは、定電流下で発振する半導体レーザーで実現される。また、微小共振器モードへの自然放射が圧倒的に増強された半導体レーザーでは、量子効率100%で、発振の閾値ゼロの理想のレーザーに近づき、情報処理と情報伝送のための有効な光源になると期待されている。この重点領域は発足したばかりであるが、上記の新現象の理解を深めると同時に、現在の理論の予想をはるかに越えた野心的な実験・理論の発展が望まれている。

* 東京大学工学部物理工学科 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1