

制御された輻射場による量子技術の発展

高橋 義朗

(京都大学)

輻射場を制御することによる量子効果として、30年ほど前、筆者がまだ学生の頃に大きな衝撃を受けたのが、自然放出の抑制および増大の効果であった。自然放出の寿命というのは「自然」が各原子に与えた定数で、人間の制御のおよぶ範囲外のもの、と頑なに信じ込んでいた。しかし、自然放出は孤立した原子自体の性質ではなく、原子と輻射（真空）場とが結合した系が示す現象である。真空場を制御することにより、自然放出寿命を変更することが可能であり、これが実験的に示されたことは、筆者にとって大きな衝撃であった。

記憶に新しいところで、2012年のノーベル物理学賞は David Wineland と Serge Haroche に授与された。受賞の理由は、「光や原子の個々の量子系を測定・制御する画期的な実験手法の開発」である。Haroche は、共振器中に閉じ込められたマイクロ波領域の輻射場の量子状態を、原子を用いて測定・制御する量子非破壊測定・量子フィードバック制御法を開発し、一方、Wineland は、電磁場によって閉じ込められたイオンの量子状態を、サイドバンド冷却法や量子論理分光法など、最先端の光を用いて測定・制御する手法を開発した。まさに、「輻射場」「制御」「量子」がキーワードである。そもそも、量子エレクトロニクスの分野は、光と原子・イオンの相互作用をもとに研究を行う分野であり、ここ四半世紀ほど、数々のノーベル物理学賞が授与されている。1989年のイオントラップ法とラムゼー共鳴法の開発、1997年の中性原子のレーザー冷却法の開発、2001年のボース・アインシュタイン凝縮の実現、2005年の光の量子論および光周波数コムの開発がそれであり、これまで「輻射場」「制御」「量子」を中心に研究が展開されてきた、といっても過言ではない。

現在、制御された輻射場による量子技術は、超伝導回路 QED (quantum electrodynamics)、共振器 QED、量子計測、量子シミュレーション、量子暗号など、量子光学・量子情報のさまざまな分野で大きな発展を遂げようとしている。さらにその先に待っているのは、大規模量子系の精密量子制御技術の開発であろう。世界中で凌ぎを削って激しい競争を展開しているこの分野では、継続的な研究サポートが大いに望まれるところである。