

量子物理学から量子制御技術へ

潮田 資勝

(東北大学電気通信研究所)

私の研究室では、走査型トンネル顕微鏡 (STM) からの可視発光を分光することによって、原子スケールの位置分解能で固体表面の局所的な電子遷移を観測する研究を進めている。このテーマを取り上げる前には、表面ポラリトンや表面吸着分子振動のラマン分光とトンネル接合からの発光を研究していた。これらのテーマに共通しているのは、測りたい光が極微弱で、難しい実験ばかりだということである。大抵の実験ではフォトン・カウンティングをすることで初めてスペクトルが測れる。よい S/N 比でスペクトルを得ようとすると、何時間も真っ暗な部屋でフォトンがやってくるのを待っているということになる。

1969年に私がカリフォルニア大学で初めて自分の研究室を立ち上げて以来、極微弱光の測定に挑戦するのが専門ようになってしまった。カリフォルニア大学で最初に作ったのは、当時初めて導入されたミニコンピュータによるデジタル制御の分光システムだった。1970年ごろはコンピュータ制御による計測がまだ目新しく、その設計と実装に関する論文が *Reviews of Scientific Instruments* の記事になったものである。これも、いかにして微弱光を高い S/N 比で分光するか、という問題に対する答えだった。その後、東北大学にきてからも弱い光とのお付き合いが続いている。

今回の特集テーマ「量子系と光技術」の目次企画をみると、クーロン・ブロッケード、スピン偏極電子注入、量子ドット、単一電子トランジスタ、量子ビットといったキーワードが並んでいて、光と量子系の相互作用の物理の基礎的問題の解明が応用技術の面でも必要になってきたことがわかる。これは、個々の素子はより小さく、より多くの素子を、より速く動作させたいという技術的ニーズがもたらした結果である。小さく、速くという要求に応えるのに最も適しているのは光と物質系の相互作用を制御する技術であろう。この分野の研究が進むと、いずれは私が今やっているように単一フォトンがやってくるのを待っているのではなくて、単一フォトンと単一電子を自由に制御して情報を処理するといった技術も実現するようになるだろうと思われる。20世紀は古典物理学の矛盾を解決した量子物理学の時代だったが、21世紀は量子の位相まで直接コントロールする“量子制御技術”の時代になるのだろうか。21世紀には今までの工学を総称して“古典工学”と呼ぶようになるのかもしれない。これからが楽しみである。