

新技術の地平を拓くナノ領域の探索

New Horizons Emerging from Nanometer-Scale Phenomena

佐藤 幸三
SATO Kozo, Ph.D.

20世紀はプランクの量子仮説の提唱とともにスタートしましたが、これはまさに今世紀が“物理の世紀”であったことを象徴的に物語るべき事だと思われまます。今日の情報通信分野の発展を支えるエレクトロニクスの二大発明であるトランジスタとレーザーの動作原理が量子力学に立脚していることは言うまでもありません。しかし、従来の延長線上の技術イノベーションがやがては飽和し、早晚行き詰まることは目に見えています。環境、資源エネルギー枯渇、人口爆発など地球的規模の諸問題を解決し、持続可能な人類社会を実現するには技術パラダイムの変革が焦眉(び)の急になっています。

さて、周知のように、Si集積回路は微細化の一途をたどっています。ここでは、いわゆるスケーリング則が微細化の指導原理になっています。スケーリング則とは、素子設計寸法の比例縮小によって集積度と性能の向上が図れることを示したものです。換言すると、現在のLSIは、素子動作原理は過去のを温存し、スケーリング則で生き延びてきたということになります。したがって、そこでのナノ領域の研究においては、いかに小さいデバイスを作るかという方法論や、いかにスケーリング則からのずれを調整して同じ動作原理を保持するかといった設計論に力点が置かれています。

ところで、近年の固体物理の研究から、固体素子の大きさをナノメートルにまで縮めると、従来とは質的に異なった現象が発現し、これをデバイスに応用できることがわかってきました。“波”と“粒子”の特徴を合わせもつ二重性が量子力学の根幹をなす基本コンセプトですが、ナノ領域では波動性によるトンネル効果などの奇妙な現象が本質的役割を果たします。ここでは、スケーリングの考えとは異なり、ナノメートルという絶対的な寸法が重要になってきます。スケールできない物理的な寸法が、素子特性を発現させる必要条件になるからです。

この特集では、このような観点から従来のSi-LSIの研究開発とは一味異なった、ナノ領域で出現するユニークな物理現象にスポットライトを当てるとともに、将来のデバイスへの応用可能性にも言及しました。半導体、磁性体、有機の三分野における、当社のナノ領域研究の一端をご理解いただければ幸いです。