



特集

ナノテクのトレンド

1.

量子電子デバイスの最近のトピックス

2.

超分子化学からのナノテクノロジーへのアプローチ
—ケミストリーで作る分子デバイス・分子コンピューター—



編集にあたって

森川 直人

nmorika@f3.dion.ne.jp

(株)日立製作所 インターネットプラットフォーム事業部

島谷 民夫

tamios@ebina.hitachi.co.jp

研究開発の最前線の華やかさの一方で、後進の育成についての地味だが深刻な議論がある。インターネットを行き交う情報は、圧倒的な量を指摘されることが多いが、質の深さにおいても同様である。高度に抽象化された数理物理学の議論、生物学における緻密な構造解析、あるいは、生命科学の化学による的確な表現。行き会う対象は人それぞれと思うが、その深さへの驚きに違いはなかろう。そして、それらは日々刻々と深まっている。通常は、試験を乗り越えれば無関係となるこれらの事柄だが、それもこれまでの話かもしれない。これらが21世紀を支える力を形成している限り、どんどんと身近になってくるからである。技術立国を標榜する国においては、なおさらである。

本小特集は、「温新知今」を意図して企画された。ナノテクはきわめて学際的な分野であり、さまざまなバックグラウンドを持つ多数の研究者が、各自のアプローチを試みている。話題をポスト・シリコンに絞っても、物理学からのアプローチ(量子コンピュータ)、化学からのアプローチ(分子コンピュータ)、生物学からのアプローチ(DNAコンピュータ)とさまざまである。21世紀の幕開けとなった昨年は、カーボンナノチューブや単分子層を用いた回路が開発され、分子コンピュータが実現に向け大きく前進した。

トランジスタを博物館で見物する時代には、どのような教育が必要／可能なのだろうか。もちろん、自然回帰してもよい。必要以上に便利になってしまおうがない、というのも一理だからだ。しかし実は、これは我々自身の問題でもある。時代の変化のスピードに、

どうやってついていくのか。雇用のミスマッチという言葉もある。5年後10年後に必要なとされるスキルについて、思いを巡らすのも正月の一興かもしれない。

時代の先端をいくナノテクだが、古い一面も持つ。量子コンピュータの基本概念がDeutsch教授(Oxford大学)により提示されたのは1985年である。1994年のShor氏(AT&T)による素因数分解の高速アルゴリズムの発表を機に、セキュリティとの関連から注目を集め、現在に至っている。また、飯島氏(NEC)によるナノチューブの発見は1991年だが、1960年代に発見されたカーボンの巻物に、チューブも混ざっていたのではとの推測もある¹⁾。当時は誰もそんなものに見向きもしなかったようだ。

現在のコンピュータは、「半導体の性能と集積度は18カ月ごとに2倍になる」という「ムーアの法則」にそって進歩してきている。現状、シリコン半導体チップ上のトランジスタ集積度はチップあたり数千万トランジスタ。トランジスタの基本サイズを示すゲート長でいうと0.1 μm 程度である。このまま「ムーアの法則」に従って微細化が進めば、2020~30年にはトランジスタのサイズは原子並みの大きさになる。しかし、現状の半導体技術による比例縮小では、2010年までに限界がくると予測されている。現在のデバイス構造をナノ領域まで比例縮小した場合、消費電力(発熱)密度や電子の量子的性質が無視できなくなる(デバイス動作原理上の限界)。また、現在のデバイス加工技術に使われている光リソグラフィ技術が、光の波長を基本的に加工限界としているために、ナノ領域の加工には使えない(微細加工技術の限界)のである。

そこで、前者の解としては、量子的性質を積極的に利用する量子デバイス技術が注目され、後者の解としては、分子という単位を組み立てて微細機能デバイスを構成する分子デバイス技術が注目されている。量子デバイスや分子デバイスは、従来のデバイスとはまったく異なる特長を持っている。この特長を積極的に利用して、従来型コンピュータよりはるかに高速な、量子コンピュータや分子コンピュータの実現も期待されている。

本小特集では、量子デバイスと分子デバイスのそれぞれの専門家に記事の執筆を依頼した。理論や技術の詳細に立ちいることなく、直感的な理解を得やすいように図や記述を工夫していただいている。そのご苦勞に感謝したい。

参考文献

1) Ball, P.: Carbon Nanotubes: Roll up for the Revolution, *Nature* 414, pp.142-144 (2001).

(平成13年12月5日)