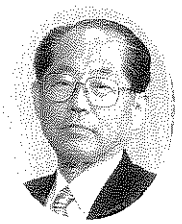
巻　頭　言

“バルク”から“表面”へ



高　木　俊　宜

情報化社会におけるソフトウエアの肥大化は，材料へのソフトウエアのビルトイン，すなわちファームウェアの増大を促した。たとえば，航空・宇宙・原子力など過酷な使用環境においては，材料自身に自己診断性，自己修復性の能力発現が要請される。シリコン系半導体の能力にも限界が見え始めて，材料自身に情報処理能力を持たせ，より高度な機能を発現できるデバイスを開発したい。生体工学では，成長，治癒，病状などの状態に応じて自らを制御できる材料の開発が要請される。

不測の事故を未然に防ぐ安全工学，老齢化社会・身障者の支援を目指す人間工学，環境浄化を目標とする環境工学，現用機器の高効率化・新エネルギー源開発・省エネルギーなど緊急の課題をかかえるエネルギー工学，枯渇資源対策・新機能材料創成・リサイクルなどの問題をかかえる省資源工学，新材料工学，それらのすべての分野にわたって，「地球や人間社会にやさしい研究開発」のあり方が問われている。

このように，ソフトウエア側からの要求が厳しくなるにつれて，自然界に存在する材料をそのまま使用するだけでは不充分となる。画期的なブレークスルーをやるためには，材料自体を人工的に作っていくことになる。いわゆる“natural materialsからtailored materialsへ”という時代になる。無生命体における遺伝子工学とでも称すべき分野である。

また，自然界にある材料の結晶性，その他の諸物性を自由に制御することになると，凝縮核の形成，成長という膜形成の初期過程から人工的に制御する必要がある。塊状（バルク）の材料を用いるのではなく，基板上へ人工的に制御された高機能薄膜を作って用いなければならないという意味で，“bulkからthin filmへ”という合言葉となる。これには，基板の表面層のみを改質し，高機能化することも含まれるので，“バルクから表面へ”というキーワードも生まれた。

電子やホールの制御に必要な極薄層は無欠陥の結晶層とし，あとは適当な品質，あるいは安価で豊富な材料の組合せでウェーハを形成したい。省資源の立場からも重要である。表面層のみの物性制御，高機能化も同じ思想である。

そうなると，従来の高温処理や化学反応というような，熱エネルギーないしは化学エネルギーによる平衡状態下の現象を利用するだけでは，製作技術として自由度が不足してくる。異質のエネルギーを併用した新技術，例えば，イオン化し加速することによって運動エネルギーを利用し，併せてイオンのもつ電荷の効果をも併用するイオン工学的手法など，見掛け上，平衡状態をはずした新技術の開発が必要となり，新しい基盤技術の研究が注目される。

それによって，原子・分子オーダでの組成・構造・機能の制御が可能となり，有機・無機複合系をはじめ，異種物質接合の設計が現実のものとなった。また，原子・分子の尺度で論ずるには大きすぎ，バルクの尺度で律するには小さすぎる，いわゆるメゾスコピックの領域（クラスターの世界）の解明と制御が飛躍的に進歩した。これらのバックグランドに支えられて，新しい表面科学の進展が大いに期待される。

（イオン工学研究所）