新時代のニーズと新材料開発の方向*

内田 盛也**

*World Needs in New Age and Development of Advanced Materials / Moriya UCHIDA***Key words:** industrial innovation, atomic-molecular level, functional material, composite material

1. 第三次産業革命の到来

1973年の石油危機は、大恐慌以来成長を続けてきた世界経済を停滞させた。1980年代に入って、これまでエネルギー消費量の伸びと、GNPの伸びが並行して拡大してきたものが、エネルギー消費量が横ばいとなる一方、GNPの伸びは拡大する様相へと変化した。明らかに産業構造の変革が始まったのである。

第二次産業革命の特徴は、豊富な石油エネルギーに支えられる、構造材料の進歩と力学的設計技術の高度化による産業革新を基盤とするものであった。それが元素の持つ電子そのものの活動による機能物質・材料を媒介として、第三次産業革命ともいべき新しい時代へと変貌しつつあるのが現代である。

新材料は、これまで産業革新の鍵としての役割を果たしてきた。しかし今後の新材料の役割は、これまでの材料のそれと大きく異なっている。材料の有する機械的性能に依存した構造材料としてだけではなく、電気・磁気・光・熱・生体等の機能をそのまま実用的な目的に使用できるようになってきている。これは電子文明時代ともいえる新しい社会の到来であって、最小エネルギーによる最適機能の発現が考慮されるようになった。

21世紀へ向けて変貌しつつある産業社会の中で、期

待される新産業は、保健・食糧などの新バイオテクノロジー、宇宙航空・海洋・新運輸システムなどのニューフロンティア、エレクトロニクスおよび情報・通信、新エネルギーなどの分野で展開される。これら新産業の構築には、新しい物質・材料の原子・分子レベルの機能が、材料科学、情報科学、ロボット工学、生科学などに関連しつつ活用され、種々の産業技術と複合システム化されつつ融合事業ともいえる既存事業と全く異なる展開がなされるものと思われる。

2. 原子・分子レベルの物質・材料設計

量子物理学と化学との結合によって、物質と材料を原子・分子レベルの機能としてとらえることが可能となった。エレクトロニクスの進歩は、原子・分子レベルで計測制御する技術を発達させ、化学の反応を電子の動きとしてとらえることが出来るようになり、解析制御をも可能とするコンピュータケミストリーを誕生させた。それは同時に物質・材料の原子・分子構造と性質を、電子の動きとして解明する可能性を与えることとなった。この科学技術を基盤として、これまでエネルギー消費の増大によって経済成長を図っている産業体質から、エネルギー消費の拡大によらない経済成長への移転が始まったのである。

今日では元素を資源として考えねばならぬ時代へ入りつつある。近年21世紀へ向けての物質・材料に関する新しい概念設計がなされつつある。「新材料は先端

* 原稿受付 昭和62年9月8日

** 帝人(株)(東京都千代田区内幸町2-1-1)

図1 新材料と産業革新⁵⁾

技術の核であり、機能デバイスのエレメントあるいは機能デバイスそのものとして性能が生かされる」ということである。これまでの物質・材料の研究開発は、平衡系に終始してきたが、今後は未知の物質と共に非平衡系物質の探索、平衡系・平衡/非平衡系・異物質間の複合化が焦点となりつつある。特に原子・分子レベルでの電子移動による機能性発現を考慮すると、10～20 Å レベルの原子積層の範囲のハイブリッド材料が、同一物質の各種系及び異物質間の各種系の集積による電子相互間作用による独特の機能発現が次々と行われるようになってきている。

こうした原子・分子レベルの集合体は、クラスターあるいは分子膜などの形態のもとに、デバイス機能を発揮することになる。このように金属・非金属元素の電子状態によって各種の結晶あるいはアモルファス構造が作られるが、成形加工技術の進歩によって結晶構造の制御が可能となるにつれて、次第に元素の電子状態の持つ機能が解明把握されるようになった。原子・分子集合体の設計と作成プロセスの科学技術が進歩すると共に、新機能発現のメカニズムを解明する原子間・分子間相互作用機構、界面機能の微視的解析の科学技術の進歩が望まれている。その進展によって、特殊機能、極限機能、超電導、強透磁性などを示す材料、生体適合性または生体類似機能を持つ材料についての原子・分子集合体の設計と作成が、21世紀には可能になると思われる。

3. 新材料の経済波及効果

アメリカ商務省は、1987年6月9日「新技術の現状——2000年に向けての経済的・技術的アセスメント」を発表し、経済戦略的に強化する必要がある高度先端技術をまとめている。高度先端技術を新素材、エレクトロニクス、自動化、バイオテクノロジー、コンピュータ、医療技術、薄膜技術の7つの領域に分類し、その中から特に17の要素技術を強化する必要性があることを指摘している。さらに要素技術別の経済的インパ

クトへの波及の大きさを分析し、強い順にランク A, B, C をつけている。

新素材では、ランク A に高分子複合材料(高強度繊維強化可塑性樹脂)、強度対重量比の向上、三次元非対称のためのデザインの柔軟性を技術特性にあげて、構造材料への応用、航空宇宙産業用、自動車産業用、建設材料用への波及を期待している。

ランク B にセラミックス(高機能性構造用セラミックスと電子機器用セラミックス)、高温での強度対重量特性の向上、絶縁特性と光学特性の向上を技術特性にあげて、熱機関、タービンプレード、熱遮蔽、電子機器用基板、光集積回路への応用、自動車用・航空機用エンジン、電子機器用材料への適用が示されている。

ランク C に金属(急冷固化と金属マトリクス混合物)、強度と高温特性の向上、磁気特性の向上を技術特性にあげて、構造用材料、超電導材料、電磁氣的設備への応用、加工材料、電子機器への適用が示されている。このように、これまでの材料になかった特性の向上を製品・プロセスへ応用して、産業革新の鍵とすることによって、産業システム全体の経済効果を画期的に飛躍させようとして期待している。他の A ランクの要素技術は、遺伝子工学、オプトエレクトロニクス、先端マイクロエレクトロニクス、コンピュータ本体、自動製造技術であるから、複合材料はこれらと並ぶ経済的インパクトを与えると期待されており、またこれらの技術に新材料は何らかのかかわりを持っている。

文 献

- 1) 内田盛也：新素材開発における新思想と将来展望，'87 新素材展ガイドブック，日本経済新聞社（1987）。
- 2) 内田盛也：先端材料と日本産業，化学経済，4，5（1987）。
- 3) 内田盛也：21世紀に向けての産業構造変革と化学工業，化学と工業，40，3（1987）。
- 4) 米商務省：The Status of Emerging Technologies: An Economic/Technological Assessment to the Year 2000, (1987)。
- 5) 内田盛也編著：先端複合材料，工業調査会（1986）。