



夢はバラ色

夢ふくらむニューセラミックス

小泉光恵* 島田昌彦**

セラミック材料への期待を世間の人々に広く抱かせた最近の出来事として、一つにはスペースシャトル軌道船コロンビア号の打ち上げと着陸があり、もう一つには1月4日午後8時からのNHKテレビを通して流されたセラミックエンジン自動車のデモンストレーションがある。

現代の産業を支える構造材料は金属を基盤として発展してきたが、近年になりこれらの材料に対する性能の要求は著しく酷しくなってきた。例えば、機械や装置類に対して金属材料では耐えられない苛酷な作動条件が要求され、その結果金属材料の限界を突破する特性、すなわち高い硬度、高い耐摩耗性、高温での高い機械的強度や耐蝕性、耐熱性をもつ材料としてセラミックスが注目を浴びるように至った。

軌道船コロンビア号の船体は、地球への帰還に際し、大気との摩擦で、船体の一部は1450°Cの高熱を発生するために、アルミニウム製船体表面の70%は耐熱性にすぐれたシリカタイルで被覆され、その枚数は37,000枚に達する。第一回目の打ち上げで一部のタイルが剝離して帰還時の安全性が憂慮されたことは読者の記憶にも真新しいことである。このように軌道船にとって耐熱性シリカタイルそのものと船体への接着技術の開発は重要な課題となっており、近代科学技術の粋を集めた巨大なデバイスともいふべきコロンビア号にとって、セラミック材料がかけがえのない役割りを果たしていることが十分お判り願えるであろう。

よく似たことは、前にもふれたセラミックエンジンの開発についてもいえることである。自

動車やガスタービンのエンジン部材は現在金属材料でできており、作動温度を高くして熱効率を上げようとする努力の跡はそのまま金属材料基材の開発研究史でもあり、また加工技術の発展史でもあった。ところが作動温度を1200°C以上に上昇させて、熱効率を一段と上げるという要求に応えるとなると、それはもはや金属材料の限界をこえてセラミック材料の特長を100%生かし得る領域となり、NHKテレビの報ずるように、SiCとSi₃N₄を基材とした無冷却セラミックエンジンが試作されるに至った。聞くところによると、米国においては、大型トレーラーのディーゼルエンジンをセラミックス化し、Inter State Route 80での走行テストを行うまでになっており、さらに一部では航空機用エンジンの室内テストを行うまでになっているということである。

今まで取り上げてきたセラミック材料の話は、いずれも構造材料としてのセラミックスの利用であるが、セラミックスには、磁性体、半導体、強誘電材料などとしての機能を備えているものもあり、これらはエレクトロニクス材料としても大いに利用されている。電子工学の分野に一大革命をもたらしたトランジスタの出現は主にSiの完全結晶の育成と不純物制御の技術進歩によるところが大きい。また、近年における光通信システムの発展は光学ファイバーの高性能化によるものであり、それには天然原料から人工原料への転換による純度の飛躍的向上が大きな原因になっている。

このように、“やきもの”として長年人類に親しまれてきたセラミックには、電子工学との出会いにより材料としての新しい道が開かれ、さらに金属を補う構造材料として脚光を浴びはじめ、ここに第二の石器時代ともいふべきceramic ageを迎えようとしている。

*小泉光恵 (Mitsue KOIZUMI), 茨木市美穂ヶ丘8番1号大阪大学, 産業科学研究所, 教授, 理博, 無機固体化学

**島田昌彦 (Masahiko SHIMADA), 茨木市美穂ヶ丘8番1号大阪大学, 産業科学研究所, 助教授, 無機固体化学

人類が火を使用することを覚え、ふとした動機からある種の土が加熱によって固くかたまることに気付いて、所望の形をもつ道具を製造するようになったのが、セラミックス製造技術の原点である。我が国の縄文式土器の古さは約1万年前にまでさかのぼり、世界の土器の中でも最古のものときれ、さらにデザインの芸術性においても、土器としての製造技術においても世界に冠たるものであることを思い、かつその後の日本人の模倣に巧みな特性を考えると、古代日本人がもっていたこの種の創造性はいつどのようにして退化してしまったのであろうか。

セラミックスは、前述のように、人類が最初に作り上げた材料であるにもかかわらず、材料としての脆さとか加工性の悪さから、金属材料あるいはプラスチックによってとって代られ、一時は材料の世界という土俵から外に押し出されそうになっていたが、第2次大戦後における宇宙開発、原子力産業、エレクトロニクスなどの発達により、優れた耐熱性、機械的性質、電磁気特性、耐蝕性などの特長をもつ材料として再評価され、特にまずエレクトロニクス材料として花開くこととなった。

エレクトロニクス材料としてのセラミックスでは、はげしく変動する社会的ニーズに応える機能性材料として、製造面における温度や雰囲気制御は勿論のこと、原料に対しても厳しい管理が当然必要となってきた。従来の天然原料を用いての伝統的手法により製造されていたセラミック材料に対して原料及び製造プロセスを厳しく管理し、それによって製造される材料の特性評価を行うシステムのもとで作られる材料は伝統的セラミックスに対して、ニューセラミックス(ファインセラミックス)と呼ばれている。

ニューセラミックス材料の分野では、はじめに述べたように、高度の耐熱性や耐蝕性、あるいは優れた機械的性質を要求されるものとして、構造材料と呼ばれるものがあり、セラミックスエンジン部材としてのセラミックスはこの分野に属する。一方、誘電体材料、圧電材料、半導体材料、光電材料、磁性材料、センサー材料などのさらに多岐にわたる機能性を要求される材料分野においてもニューセラミック材料は

基幹材料としての地位を固めており、これらは機能性セラミックス材料と呼ばれている。

近年のめざましい物質文明の発展は、多岐にわたる機能性材料と構造材料によって支えられてきたと言っても過言ではないが、もう一步進んで考えるならば、エネルギー、資源や環境問題等の厳しい社会状況において、今後ともより一層苛酷な条件に耐え得るニューセラミック材料への依存度が高まるものと考えられる。

このような社会状況のもとで、わが国においては、通産省に次世代産業基盤技術研究開発制度が設けられ、ファインセラミックス技術研究組合が発足して構造材料としてのセラミックス材料開発が開始されることになり、一方科学技術庁においては、科学技術振興調整費による「高性能材料開発のための表面・界面の制御技術の研究」の組織が発足した。さらに文部省でも科学研究費特定研究として、昭和57年度より「機能性セラミックスの研究」が、著者の研究グループを中心として開始されることになっている。このように材料開発そのものを最終目的とした大型研究投資がいくつか始まったことは、わが国の科学技術史上特筆すべきことであると言わねばならない。

ニューセラミック材料に対する産業界および学会の協同步調がとられたのは、わが国においては、関西地域がもっとも早く、すでに10年前に発足したニューセラミック懇話会がこの分野において先鞭をつけたことは高く評価されるべきであろう。

この組織が10年にわたって発展を続けてきたのは、勿論社会のニーズの高まりにもよるが、何とんでもこの組織が材料メーカーとユーザー、あるいは材料屋とデバイス屋とから成っているからであろう。このことはこれらのセラミック開発に極めて重要なことであり、クラシックセラミック研究の沈滞がいわゆる窯業屋のみへの依存に終始していたという実態に起因していたことから明白であろう。この意味で、夢ふくらむ新しい未知材料としてのニューセラミックに、この新材料を利用される立場の読者諸氏の関心が向けられることを強く期待したい。