

## 無機材質研究所における表面・ 界面研究の現状

上村 揚 一 郎

科学技術庁無機材質研究所

〒 305 茨城県新治郡桜村並木 1-1

(1983年7月29日 受理)

### Present Surface and Boundary Research in the National Institute for Research in Inorganic Materials

Yoichiro UEMURA

National Institute for Research in Inorganic Materials  
Namiki 1-1, Sakura-mura, Ibaraki-ken, 305

(Received July 29, 1983)

In April 1966, the Institute was established in the Science and Technology Agency to pursue basic research in inorganic materials under demand from various fields of science and technology. The Institute has 15 Research Groups and 1 Station. A Research Group is constituted for each project and consists specialists for synthesis, characterization, and the general study of material properties. A project period is nominally 5 years. Upon project completion, a new Research Group is organized to undertake a new project. In the Station, material synthesis and characterization under high pressured are mutually conducted with the Research Group. This report describes research activities of some 6 Groups which carry out studies on surface or interface related subjects.

当研究所は昭和41年(1966)4月に科学技術庁に付属する研究機関として設立された。設立の趣旨は当時諸外国にくらべ立ち遅れているとみられていた固体無機物質の基礎的研究を行うというものであり、その組織はグループ制度という新しい研究体制をとって発足した。現在は15の研究グループと1つのステーションが研究活動を行っている(**Table 1** 参照)。まずこのグループ制について紹介することから始める。各研究グループは種々の専門分野の研究員(平均7~8名)が集まって構成されている。そして各グループ毎に具体的な物質の名前をかか

**Table 1** 無機材研における研究組織(昭和58年度)

—第1研究グループ: 酸化亜鉛 ZnO	
—第2研究グループ: 複合モリブデン硫化物	$M_xMo_yS$
—第3研究グループ: 炭化けい素 SiC	
—第4研究グループ: 酸化ビスマス $Bi_2O_3$	
—第5研究グループ: アモルファス・ペロブスカイト $\alpha-ABO_3$	
—第6研究グループ: 窒化リチウム $Li_3N$	
—第7研究グループ: チタン酸アルカリ金属	$M_2O(TiO_2)_n$
—第8研究グループ: ダイヤモンドC	
—第9研究グループ: 希土類けい酸塩ガラス	$Ln_2O_3-SiO_2$ Glass
—第10研究グループ: タンタル酸リチウム $LiTaO_3$	
—第11研究グループ: バナジウム酸アルカリ金属	$M_xV_yO$
—第12研究グループ: 炭化ジルコニウム ZrC	
—第13研究グループ: アルミン酸希土類	$Ln_2O_3 \cdot nAl_2O_3$
—第14研究グループ: 水素タングステンブロンズ	$H_xWO_3$
—第15研究グループ: りん酸ジルコニウム	$Zr(HPO_4)_2 \cdot H_2O$
—超高压カステーション	

げてメインテーマとし、その物質の合成、キャラクターゼーション、物性等に関して有機的に研究を行っている。原則として1つの物質に対する研究期間は5年間であり、総合報告をまとめた上で解散する。そして新しいテーマの物質を決め、構成員の再編成を行って次の研究へと移行していく。ステーションはある特定の分野での極限的な技術の開発を目的とし、グループと連がりを持ちながらも期間に縛られずに研究を行うもので、現在は高圧力に関するステーションが設けられている。現在研究所には表面・界面の研究だけを行っているグループは存在せず、研究グループの中の一部門としてその研究が行われている。以下に研究グループの中で特に表面・界面に関わりの深い研究を行っているグループを幾つか取り上げてそのテーマと研究手段を紹介する。

#### i) 第1研究グループ (ZnO)

このグループは表面・界面(特に界面)研究に関しては非常にアクティブなグループである。特に焼結体としてのZnOを、機能性セラミックスの一員としてとらえた場合、まさに界面現象の把握がその機能性の理解に不可欠のものとなる。例えば最近になってZnOを始め種々の焼結体で透光性セラミックスの作製が注目されているが、これは界面を制御することによって始めて可能に

なったものである。このグループの主な研究テーマは焼結、拡散、粒界、転位構造、点欠陥構造等界面研究に集中している。ここで使用されている主な装置及び研究手段は超高压電子顕微鏡、SEM、同位元素を利用した質量分析法による拡散の研究等である。

#### ii) 第3研究グループ (SiC)

主な研究対象物質としての SiC の他に関連物質としてサイアロン (SiAlON) 系もとりあげて、それらの高強度耐熱セラミックス、耐摩耗材料等への応用に関する基礎的研究を行っている。ここでも焼結体としての実用化を考えると第1グループの場合と同様界面が非常に重要な研究テーマとなっている。高強度の必要性から共有結合性物質をとりあげているが、それらは一般に難焼結性であり、現在のところ助剤を使用して焼結体を得ている。ところがその助剤が粒界に偏析したり、母体と異なった組成を持つ境界層を形成して高温での強度が維持されなくなってしまう。結局は粒界の構造・組成等をより基本的に理解していく必要があり、単結晶 SiC の接合面等についての研究も行われている。実験的には昨年度設備された STEM が微少部の構造解析・組成分析に稼働を開始している。

#### iii) 第8研究グループ (C)

従来ダイヤモンドの合成は高温高压下での単結晶・多結晶の育成が主であった。ところが近年 IC の高集積化に伴い熱放散の点から薄膜としてのダイヤモンドが注目され、その作製が世界的に活発に行われるようになってきた。このグループではマイクロ波、高周波のプラズマ CVD 法によりメタンガスを原料として、種々の基板上に自形を持った単結晶の生成することを既に報告している。現在更に表面が滑らかで良質の薄膜状ダイヤモンドを作製する研究が続行されており、機能性ダイヤモンドの実用化の可能性が生じ始めたといった段階である。しかしメタンガスからダイヤモンドが生成する機構等についてはまだ不明な点が多く、プラズマガス中でどのような分子種がダイヤモンド膜の作製に有効に寄与しているのかといった反応系を取り上げた基本的問題も重要な研究テーマの1つとなっている。主に使用されている膜の評価法は SEM、反射電子回折法、レーザーラマン分光法等である。

#### iv) 第12研究グループ (ZrC)

このグループでは電子放射材料の開発に関する基本的研究を重要なテーマとしていることから、表面研究と非常に深いかわりを持っている。そこで仕事関数の比較的小さい ZrC を始め遷移金属の炭化物に関して、表面状態の研究が進められている。特に TiC においては (100)面が化学的に非常に安定な面であり、安定な電子

放射特性の得られることが確められている。このような表面状態に関する研究を行うためには良質の単結晶が必要であり、定比に近い炭化物を FZ 法で得ることに成功していることがこれらの研究の支えとなっている。表面状態に対する主な研究手段は角度分解型の光電子分光法、低速電子回折、電子エネルギー損失分光法、及び当グループで開発した直衝突イオン散乱分光法等が用いられている。この最後の方法は表面の構造解析を定量的に行うことができることから、表面の空孔に対し貴重な知見が得られることが報告されている。

#### V) 第14研究グループ ( $H_xWO_3$ )

このグループは、水素タンゲステンブロンズ ( $H_xW-O_3$ ) とその関連物質を対象として、触媒機構の解明を目指していることから表面研究が重要なテーマとなっている。特に構造的には同じでありながら金属的な  $ReO_3$  と絶縁体的な  $WO_3$  の表面で2重結合が切断 ( $ReO_3$ ) したり生成 ( $WO_3$ ) したりすることが確認され、伝導電子の有無が触媒反応にどのような影響を及ぼすかの検討がなされている。また XPS, UPS 等を用いて  $ReO_3$  表面への CO ガスの吸着による表面電子状態の変化についても研究が進められている。

#### iv) 第15研究グループ ( $Zr(HPO_4)_2 \cdot H_2O$ )

このグループでは標記のりん酸ジルコニウムとその関連物質に対して、合成からイオン交換反応、分子吸着の問題等について研究を行っている。これらの物質は生体材料として注目されており、当グループではその基礎的問題として多種類のアミノ酸が共存する場合の混合吸着が重要な研究テーマの1つとして行われている。またりん酸カルシウムに対しても種々のイオン (Cd, Cu,  $NH_4$ , F 等) の吸着特性を調べ、分子ふるい材料、触媒材料等への応用を期待した基礎研究が行われている。

以上無機材研における表面、界面研究の現状を概観した。紙数の関係から Table 1 に示した研究グループの中から特に表面、界面に関係の深い研究を行っているグループを取りあげたが、この他にも、表面問題や、薄膜を手がけている研究グループもある。また前にも述べた様に物質を主テーマとして研究グループを構成することから、表面・界面現象だけを取り上げたり、薄膜そのものを主テーマとするような研究グループは現在では存在していない。研究グループは5年単位で一応解散し、再編成するのが立て前となっているため、ここで紹介した研究内容も、年々変わっていく可能性が大きい。とはいっても大型の装置を整備し、研究体制が軌道に乗ってくると、それらを有効に働かせるようなテーマ(物質)の選択が望まれる面もあり、当研究所のグループ制度においては、5年毎のテーマ設定が非常に大きな意味を持っている。