

6. 薄膜・表面

物質・材料研究機構 小泉 聡

「薄膜・表面」大分類は講演件数 380 件、講演奨励賞応募件数は 82 件で、昨年春の講演会（筑波大学、それぞれ 429 件、93 件）に比べて少々減少した。産業界からの講演減少の影響は否定できないが、中分類によっては件数増加のところもあり、脈動の範疇と考える。各中分類における講演件数も安定して高いレベルにあり、講演会全体の中で見ても、長期にわたり高アクティビティを保ち注目される大分類である。以下に各中分類からの報告をまとめる。

「6.1 強誘電体薄膜」では無鉛圧電材料、巨大分極を有する BiFeO_3 、マルチフェロイック材料、1T 型不揮発性 FET、強誘電体ナノ構造、振動発電など 68 件の講演が行われた。強誘電体薄膜の評価方法として、ソフトモードを用いた強誘電性の見積もり、コヒーレントフォノンの評価（東工大）、THz - エリプソメトリを用いたソフトフォノンの誘電分散（村田製作所）などの進展が顕著であった。無鉛圧電材料に関しては、 $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ や $(\text{Ba},\text{Sr})\text{TiO}_3$ 系などの材料物性だけでなく、ユニモルフカンチレバー形状での評価で $e_{31}=-12.1[\text{C}/\text{m}^2]$ （日立電線）が報告されるなど活況であり、講演件数も増加傾向にある。巨大分極を有する BiFeO_3 薄膜のリーク電流機構や圧電特性の理解も進展し、Co 添加による MPB 領域で $d_{33}=100\text{pm}/\text{V}$ という大きな値を示す（京大）ことが明らかになった。また、本中分類が中心となり、シンポジウム「強誘電体薄膜の最近の進展」メモリからエネルギー、セキュア用途へ！が開催され、メモリ・安全・安心・エネルギーをキーワードに 9 件の講演があり、200 名近い聴衆が集まり熱心な議論が行われた。

「6.2 カーボン系薄膜」では 66 件の一般講演が行われた。聴講者は最大で 90 名程度であり、105 名収容の講義室では手狭であった。ダイヤモンド関係の講演は 33 件で、ここ数年の傾向である電子デバイス応用を目指した研究発表が大部分を占めた。その中でも、高品質ダイヤモンドの大型結晶化に関する講演が目をつけた。また、pn 接合デバイスの開発、紫外線センサ開発に関して宇宙利用などのめざましい進歩が見られた。非晶質炭素、B-C-N 系薄膜に関する講演は 33 件で、うち炭素系 25 件、窒化物系が 8 件であった。今回は炭素系材料の電気的特性についての発表が目立った。特に光発電を狙った新たな発表が増加したことは特筆に値する。アモルファス炭素薄膜の新たな研究の芽としてどう育つかを注視したい。以下に今回会場からの興味を惹いた発表のキーワードをマトリクスで示す。

材 料	合成, 合成機構	評 価	応 用
炭素系	FCA による 90GPa 硬さ級 DLC の合成, フッ素官能基修飾, スーパーマグネトロンプラズマ, パルスプラズマ CVD, 円筒内面への DLC 成膜, a-SiC:H 膜	膜からの水素の脱離・放出, 炭素原子の結合状態評価, バンドギャップ制御, 光発電特性, 水中での DLC のトライボケミカル反応, TEM 観察	太陽光発電素子, 燃料電池セパレータ, 人工心臓ポンプ, 抗感染性コーティング
CN, BN, BCN 系	CH ₃ CN の解離励起反応解析, CN ラジカルの付着確率	BCN 膜の膜質に及ぼす湿度の影響	BCN の low-k 応用



「6.2 カーボン系薄膜」講演会場の様子(収容定員 105 名の教室であったが満員で立ち見も出た)

「6.3 酸化物エレクトロニクス」の講演数は 94 件とほぼ例年通りであった。酸化物材料作製とその物性評価といった基礎研究段階から、メモリ素子・太陽電池・センサー等の応用研究へと重心が移りつつある。エネルギー・環境問題における酸化物エレクトロニクスの貢献度が試される最近の動向を反映していると言える。特に、VO₂ の金属絶縁体転移に注目した萌芽的な研究が数件見られたことは興味深い。TiO₂ 系は透明導電膜・光触媒・太陽電池等、具体的応用を見据えた研究が活発である。Re-RAM ではフィラメントの起源に関

して議論されたが決定的な実験的証拠は出ていない。今後はメカニズムと素子特性との関係等に関する研究が期待される。基礎研究に目を移すと、電気二重層 FET による物性制御・酸化還元制御・表面観察等、引き続き進歩を遂げていると言える。特に FET は新奇物性制御・評価方法として更なる発展が期待される。また、ペロブスカイト型酸化物をはじめとした新物質薄膜化の研究も多くみられ、今後の酸化物エレクトロニクス分野において新たな展開が期待できると感じた。



「6.3 酸化物エレクトロニクス」会場の様子

「6.4 薄膜新材料」の講演件数は41件で前回に比べ約1割の件数減であったが、発表の質は年々向上の傾向にあり、今回もよく練れた良質の発表が目立った。例年のことながら当該セッションはその性格から応用技術に関する発表は少なく、新しい薄膜評価技術の開発、薄膜成長過程の基礎科学、新しい原理に基づく薄膜製造装置開発など、将来の薄膜科学の要素技術を基礎学理の立場から追求するといった先進的内容の発表が多い。今回にあっては有機金属錯体を用いた新規薄膜合成法、組織制御法が長岡技大、相模中研など複数のグループから提案されるなど薄膜合成の基礎科学にさらなる新しい潮流を予感させる内容が多かった。また新規薄膜技術を駆使しての新物質開発、新機能開拓は当該セッションのメインテーマの一つであるが、今回も斬新かつ完成度の高い発表が目立った。特に京大グループのスピントロニクス材料や東工大グループのイオン液体薄膜の構造制御に関する発表は特に聴衆の興味をひき、時間オーバーするほどの活発な討論が行われていた。

「6.5 表面物理・真空」は、今回はポスターセッションであったため、講演奨励賞受賞記念講演は口頭発表のある6.6 プローブ顕微鏡のセッションにて行い、一般65件のポスター発

表があった。写真は、ポスター発表会場の様子である。都心から少し時間がかかる会場での第一日目の朝のポスターセッションにも関わらず、来場者も多く活発な議論がなされた。発表のトピックが広範にわたるのがこのセッションの特徴であるが、表面・真空計測技術、吸着、表面化学、表面磁性、ナノ構造等に関する発表があり、活発な議論が行われた。昨年からの傾向として、酸化シリコン以外の酸化物表面に関する発表が増加している。また、今回は、ナノ構造の力学特性に関する発表もあり、発表内容はさらに広がりを見せている。今回は、三つのセッションの発表を、敢えてトピックごとにはまとめなかったのだが、各セッションとも盛況であり、ポスター発表ではこの方法も悪くないようである。講演奨励賞の申請件数は前回の7件よりさらに増加して、今回は8件の応募があった。



「6.5 表面物理・真空」ポスターセッション会場の様子

「6.6 プロブ顕微鏡」では前々回の春の講演会が65件（講演奨励賞受賞記念講演1件を含む）、前回の秋の41件に対し、今回49件（講演奨励賞受賞記念講演2件を含む）の報告があった。プロブ顕微鏡装置および測定法の高精度化・高速化・多機能化に関する研究と、顕微鏡を用いた物性測定や加工に関する研究とは、ほぼ半数ずつであった。応用研究の対象は例年通り、金属、半導体、誘電体、生体分子、細胞など多岐にわたった。周波数変調型AFMの要素技術の精緻化が進み、液中高分解能観察の試料対象も広がってきている。また、様々な物性計測に周波数変調型AFMが使用されるようになってきており、今後の超高精度ナノ力学計測の応用研究が期待される。プロブ顕微鏡に対する若い研究者の活躍が顕著であり、講演奨励賞への審査希望は昨年秋と同数の7件あった。薄膜・表面物理分科会企画の「ナノ材料・デバイスのためのプロブ顕微鏡技術」において、最先端のプロブ顕微鏡技術について活発な議論がなされた。

本報告作成にあたり、各プログラム委員に担当中分類の報告執筆をしていただいた。ここに感謝いたします。