

旭硝子(株)ニューガラス開発研究所

海老沢 純一

筆者は機会を得て、米国、ペンステート大学、S. B. Krupanidhi 教授の研究室に、90 年 4 月より約 1 年間滞在した。大学での研究、アメリカ生活を通して得た印象について雑感を記したい。

ペンシルバニア州立大学、略してペンステート大学 (Penn State University) は、1855 年に創立され、現在、全米でも学生数、予算規模、レベル共に上位に入る、有数の総合大学の一つである。ペンシルバニア州内の各地にキャンパスがあるが、メインキャンパスは、州のほぼ中央に位置するステートカレッジにある。筆者が滞在したのは、ここにあるマテリアルズ・リサーチ・ラボラトリー (以下 MRL) という無機材科学系の研究施設であった。

まず始めに、ステートカレッジとキャンパスを簡単に紹介したい。ペンシルバニア州は東部の建州 13 州の内のひとつであり、アメリカの中では古い歴史を持つ地域である。主要な都市としては、独立史で名高いフェラデルフィアと鉄の町ピッツバーグがある。ステートカレッジは、これらのほぼ中間に位置する。ステートカレッジは車で 15 分もいくと町を外れて一面に広がる畑や森に入ってしまう位の小さな町である。この辺りは昔からハッピーバレー (Happy Valley) と呼ばれていたそうで、その呼び名からもわかるように、いたって平和で、美しい町である。人口の約半分が学生で、町の経済の大部分を大学に依存しており、住人も何等かの形で大学と関係を持つ人がほとんどである、まさに大学町と言えよう。

ちなみにペンステート大はフットボールが強いことでも有名で、過去 2 回、全米チャンピオンになっている。キャンパスには十万人近い収容規模を誇るスタジアムがあり、年 6 回のホームゲーム

の時には近郷近在から乗用車、バス、トレーラーで人々が集り、この巨大なスタジアムが満席になってしまう。ホテルはもちろん数か月前から予約で満室、試合の時間には町中がらんとしてしまい、試合終了後は夜遅くまで交通渋滞が続く。こんなところからも地域にとって大学がなくてはならない存在であることがうかがえる。

キャンパスには、創立以来の古い建物から最新のビルまでが、木々や芝生の緑が美しい広いキャンパスにゆったりと配置されており、なんとも羨ましい限りであった。ペンステートでは以前から、無機材料関係の講座が充実していたが、1962 年に設立された MRL は、材料学、セラミックス、地質学、鉱業、電子工学、物理、機械工学、コンピューター、化学等の、市広い分野からスタッフを集めている点に最大の特徴がある。約 30 名の教授、助教授を始めとして、学生、テクニカルスタッフを含め、規模はおよそ 200 名である。現在進行中の主な研究テーマを以下に挙げた。

1. 強誘電体材料
2. ダイアモンド薄膜
3. セメント系材料 (Chemically Bonded Ceramics)
4. ナノコンポジット材料
5. エリプソメトリー (偏光解析法) による薄膜の成長過程や構造の解析
6. 放射性破棄物固化処理
7. X 線回折データベース

これらの中で、強誘電体材料、ダイアモンド薄膜、セメント系材料の 3 つの研究グループは人員、予算とも大きく、いわば MRL の売り物であると言えよう。これらのテーマについては、コンソーシアム (Consortium) 形式で研究が進められてい



研究室にて

左：krupanidhi 教授，中央：筆者

る。コンソーシアムとは、その分野に関心を持つ民間企業や国公立や軍関係の研究所をスポンサーとして集めて研究資金をプールし、それをもとに研究を進めていく、いわばマルチクライアント共同研究とでもいうようなものである。参加企業は、出資した研究費の見返りとして、大学での研究成果や学会等で収集された情報を、定期的にレポートや報告会などで得る。大学側では、まとまった額の資金が得られるため、教授クラスからポスドク、学生まで多くの研究員を動員できるし、研究費にも余裕ができるので、多くの成果が期待できる。一方、企業側では、複数に参加するので、研究成果を独占的に利用することは出来ないものの、同じ投資額に対してより多くの成果が期待される。従って基礎的な段階のテーマについては、こういったコンソーシアムへの参加はメリットが大きいと思われる。ダイヤモンド薄膜、セメント系材料のコンソーシアムについては、日本の企業も多く参加しているようであった。

さて、筆者は滞在中、S. B. Krupanidhi 教授が率いる強誘電体薄膜グループに籍を置いて研究をおこなった。この分野では、PZT($\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$)を始めとした膜の、不揮発性メモリー IC への応用が注目されている。強誘電体薄膜を用いたメモリー素子(FERAM)では、強誘電性のスイッチングを利用して電気的な消去・再書き込み可能な不揮発性メモリーを簡単な構造で実現できる他、誘電

率が大きくキャパシターが小面積で済むので集積度が上げられる、メモリー化けに対する信頼性が良好、等の多くのメリットが理論上は期待されている。ところが良質な強誘電体薄膜の作成には通常、高い基板温度が必要とされている。そこで、日米を中心に、良質な膜の低温での成長技術に現在、研究の焦点があてられている。Krupanidhi 教授のグループは、教授が3年程前に民間企業から移ってきたばかりとまだ新しいグループであるが、多元スパッタ法、レーザーアブレーション法、多元イオンビームスパッタ法、ECR スパッタ法、スピンコート法など、種々の成膜装置を揃えていて、プロセスパラメーター、あるいはプロセスそのものと膜特性との関係に注目して現在、研究を進めていた。

スパッタ法は一般に、最も広く用いられている成膜法のひとつであり、優れた長所を多くもっている。しかしながら強誘電体材料の成膜に対しては、成膜時に組成がずれて化学量論組成の膜がなかなか得られないという問題点があり、これが良質な膜を得るための問題点のひとつになっている。筆者は多元スパッタ装置を用いて、PZT のスパッタ膜で起こる組成ずれの、プロセスパラメータによる挙動、さらにその原因について研究をおこなった。成膜装置が手製のためよく壊れたり、分析装置が混みあっていたり、なかなか思うように実験は進まなかったが、最終的にはなんとか結果もまとまり、有意義な滞在であった。

MRL には世界各国から研究員や学生が集まっていた、非常に国際的な環境であった。アメリカの材料学関係の分野では同様の所が多いと聞いていたが、MRL でもやはり、中国、インド、台湾、韓国、日本など、アジアからの人は多かった。研究室によってはアメリカ人が少数派のひとつとなっているところもあり、そこでは午後7時以降は公用語が中国語に変わるというようなうわさもあった。そんな中でお国柄による研究の進め方の違いを垣間見ることができて、おもしろかった（もちろん全員が以下のようなだといっている訳ではない。筆者が見たのは限られた場所の限られた人数だけである。誤解のないよう、念のため）。一般的にアジア系の人はボスの言うことをよく聞き、ま

た夜遅くまででもこつこつとマメに実験をするようである。それに対してアメリカ人は、必要なときは休日でも夜遅くまで実験をやることもあるが、概して実験量は少ない。しかしその少ない結果に対して理屈をこねまわそうとする。またアフターファイブや休日を非常に大事にしている、特に家庭持ちは朝早く出勤し、昼休みをつぶして働いてでも早く帰るという人も少なくなかった。われわれは一般にややもすると、実験の数を打つと安心してしまい、理屈をこねる方にはあまり労力を割かない傾向があるように思う。確かに、余暇に何をするにも高い金がかかり、また住宅事情もよくない日本では、早く家に帰って何をするんだという人もいるかもしれないが、この辺は少し考え方を変えて、密度を上げて効率良く仕事をして、浮いた時間を生活のゆとりの創造へと振り向けることを考え始めてもいいのではないかと思う。

〔筆者紹介〕

海老沢 純一（えびさわ じゅんいち）

昭和31年 兵庫県生まれ

昭和55年 東京大学工学部金属材料学科卒業

昭和57年 同工学系研究科修士課程修了

同 年 旭硝子入社。

以来、同研究開発部とニューガラス開発研究所において、ガラス、およびガラス表面処理関係の研究開発に従事。

平成2～3年 ペンステート大学客員研究員

〔連絡先〕

〒221 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1150

旭硝子(株)ニューガラス開発研究所

TEL 045-334-6043