

ニューガラス

米国調査団報告

ニューガラス米国調査団

団長 南 努

(大阪府立大学教授)

1. まえがき

ニューガラスの可能性、研究開発課題の調査研究、所要の提言を行うことなどを目的として昭和60年7月にニューガラスフォーラムが設立された。

このニューガラスフォーラムの活動の一環として、海外の先進諸国におけるニューガラスに関する研究開発動向の調査が重要課題であると認識されるに至った。

このような経緯を経て、昭和61年10月26日～昭和61年11月8日の2週間、アメリカで先導的役割を果たしている大学や企業を訪問して、研究開発動向の調査研究を行うことと、アメリカ窯業学会のガラス部会、電子材料部会、基礎科学部会の3部会合同研究集会に参加することとなった。

以下に訪問先毎での情報交換と調査結果の概要ならびに上記研究集会の印象を記す。

2. 訪問先における調査概要

2. 1 コーニングガラス社

世界の代表的なガラス会社であり、パイレックスガラス、テレビブラウン管用のガラス、結晶化ガラス、光ファイバーなどの開発でみられるように、ニューガラスの研究開発において、過去現在とも、世界をリードしている。研究所長のDuke博士を初めとして、国際ガラス委員長でもある研究開発部長のPrindle博士、FellowのMcDowell博士、Beall博士をはじめ12名の方々が出席し、南米及びアジア担当研究開発部長のMeiling博士の司会で会議が進められた。

(1)Duke博士の歓迎の挨拶について、(2)南団長の挨拶、(3)通産省辻班長の挨拶が行われた。さらに(4)Prindle博士による、コーニング社の研究開発の概要が説明された。

アメリカにおける第1号の研究所として1908年に設立され、パイレックスガラス、テレビ用ブラウン管、フォトセラム、CVDによる通信用光ファイバー等、輝かしい発明の数々が紹介された。これらは必ずしも新しい知識ではなく、従来からよく知られている内容ではあるが、現地で、研究開発部長から聞く講演には迫力が感じられ、コーニング社の研究開発に対する底力を改めて認識させられた。ついで(5)鈴木氏によるニューガラスフォーラムの概要説明、(6)岡田氏による日本ファインセラミックスセンターの概要説明が行われた。さらに、日本側の研究開発の一例として、(7)和田氏がエレクトロニクス用ガラス、(8)南が超急冷法による新しいガラスの作製を紹介した。これに対してコーニング社側

からは、(9)Quinn博士による光ファイバーの製造、(10)Day博士による触媒用セラミックス製品の開発が紹介された。

昼食会ののち、コーニング社における研究開発のあり方と運営方法がLeinen企画部長から説明された。

以上の情報交換を通して、コーニング社側から(イ)ニューガラスフォーラムの選択した研究テーマについて、通産省はどのような立場にあるか、(ロ)ガラスとプラスチックとの競合関係についてどう考えるかなどの質問があった。またコーニング社側の同席された方々の地位、人数などから判断して、ニューガラスフォーラムに対する関心の深さを感じとられた。

一方、必ずしも最新の研究テーマについての紹介例は少なく、コーニング社側の配慮を感じられた。

アイデアが生まれてから製品になるまでに、平均15～25年を要しているという実績、コーニング社特有のFellow制度(研究上、ことに優れた人には、管理的業務を与えず研究に専念できる制度、現在7名)や、政府からの補助金に対しては、過去はいっさい受け入れていなかったが、最近では、コーニング社の研究開発の目的と合致する場合のみ受け入れるという、主体性のもち方など参考にすべき多くの有益な情報を得ることができた。

2. 2 アルフレッド大学

セラミックス工学に重点をおいた大学であり、米国の窯業教育における中心的役割を果たしている。ことに、昨年ガラス関係の企業が出資して産学共同ガラス研究センター(The Industry-University Center for Glass Research,略称CGR)が設置されたので、その実績調査のために訪問した。

CGRの所長であるPye教授は、イタリアで開催中の国際ガラス委員会に出席のため不在であり、LaCourse教授は、フランスに長期出張中のため不在であったが、学部長であり、アメリカ窯業学会のFellowでもあるRossington教授をはじめ、Shelby教授、Varshneya助教授、Stevens助教授らが同席し、受け入れ窓口には渉外部長のBitting氏が当たった。また出資者としてコーニング社のHorsfall氏も参加していた。

ガラスセンターの設立は、1983年11月に、コーニング社をはじめとして、ガラス関連9社が討議した結果生まれたものであり、東部の11大学が候補に上がった。それらの中からアルフレッド大学の他に、オハイオ州立大学、ケースウェスタン大学、イリノイ大学の計4大学にしばって選考され、アルフレッド大学に設置が決まったとのことである。

現在出資しているのは、ピッツバーグ板ガラス(PPG)社、オーエンスイリノイ(OI)社、コーニング社、マンスビル社、フォード社、スペシャリティープロダクツ社、AFG(American Float Glass Co.)社、サバンナリバ研究所の8社と国家科学基金(NSF,2F)の計9団体である。

年会費は一口25,000ドルである。従って運営資金は年間250,000ドルであるが、他にも参加希望者があり、年間500,000ドルにもっていききたいとのことであった。

設立の主な目的は産業界に役立つ教育をすること、ガラスの基礎的な研究を進めること、ことに、産業界に共通の基礎的な研究テーマを産学共同で推し進めることである。

このような目的を達成するために、テーマの選択に当たっては、加入会社からの希望を受け、CGRで選ぶ。6カ月毎に連絡会議を開き、報告書を提出し、双方の密接な関係を保っているとのことであった。

論文公表の自由度について質したところ、大学は論文公表が使命なので、そのことは最も重要であるが、特許にかかわる問題が生じるときは、前もって相談して処理するとのことであった。

教育面からみると、工学部セラミックス学科の学生数は約400名で、大学院生は約100名、そのうちの半数は何らかの形でガラス関連の研究を行っているとのことである。このことは一つの大学からガラス工業界への学生の供給源としてはかなり高い比率であると推察される。

Shelby教授が各教授の研究テーマの概要を説明されたが、そのうち、主なものは次の通りである。(イ) 放射性廃棄物処理ガラス、(ロ) ガラス融液の特性、(ハ) ゾルゲル法によるガラスファイバーの作製とコーティング膜、(ニ) ミクロ多孔性ガラス、(ホ) ガラス融液へのガス溶解度、(ヘ) ガラスの気体透過性、(ト) 陰イオン伝導ガラス、(チ) 石英ガラスの電気伝導度におよぼす微量水分の影響などである。

日本側からは(1)鈴木氏によるニューガラスフォーラムの概要説明、(2)南による日本のガラス研究の動向に関する説明、および(3)南による超急冷による新しいガラスの作製についての紹介を行った。

研究室の内部を見学して、ガラスのキャラクタリゼーションのための設備が、小型のものから大型のものまで含めて、非常によく装備されていると感じた。CGRの設立による効果が絶大であると推察される。

2. 3 ATTベル研究所 (マレーヒル)

マレーヒルのベル研究所はさまざまな分野で現在のハイテクをリードしていることは周知の通りであるが、ニューガラスの分野ではガラスファイバーによる光通信のまさに先導的役割を果たしており、その研究開発動向の調査のために訪問した。

材料研究部長のChin博士を初めKurkjian博士、Nagel博士など約25名のベル研究所のスタッフの出席のもとで、以下のような情報交換と討論を行なった。なおBell研究所側の発表はKurkjian博士が、日本側は南が司会を務めた。

Chin博士の説明では、ベル研究所は全体として社員が93,000人、このうち3,000人がマレーヒルに配属されており、このうち1,000人が研究員であるとのことであった。研究の予算は2,120ミリオンドル(約3,500億円)とのことである。いくつかの研究所に分かれているが、マレーヒル研究所の役割は主に基礎研究であり、(イ) 物理学、(ロ) 情報、(ハ) 通信、(ニ) 材料科学の4つの分野に分けることができる。材料科学の分野には400人いて、このうち25人がガラスの研究に従事している。

研究の紹介は(1)Nagel博士が石英系ファイバーについて、(2)MacChesney博士がMCVD法によるファイバー作製過程について、(3)Tai博士が石英系ガラスファイバーの非線型現象について、(4)Nassau博士がラマン散乱効果の大きいガラスファイバーの探索について、(5)Fleming博士がBeF₂系ガラスについて、(6)Broer博士が長波長用フッ化物ファイバーとしてZBLA系ガラスについて、(7)Rabinovich

博士がゾルーゲル法によるガラス作製、ことに、酸素プラズマによって作製したシリカゲルを原料に用いる方法について、それぞれ紹介された。

これら全体の研究内容の紹介を通して、新しい製造プロセスの開発、長波長用光ファイバーの開発、光増幅などが研究の主なねらいであると感じられた。

日本側は、(1)鈴木氏によるニューガラスフォーラムの概要説明、(2)黒羽氏によるMCVDにおける不純物の拡散、(3)同じく黒羽氏による高強度フッ化物ファイバーの作製、(4)熊田氏による微小光学用ガラスファイバーの発表を行なった。

研究所内の見学は、(イ)光ファイバーの線引き過程、(2)ゾルーゲル法による光ファイバー用ガラスの製造過程、(3)熱分析、ESR、応力-歪測定(1000°程度まで測定可能)などの物性測定室について行われた。

全体を通じての印象を付記する。

40名程度入る講堂に日本側と合わせて満員になるほどの参加があり、Bell側からの研究発表も数件行われ、研究所内部の見学も許されるなど、暖かい歓迎を受けたと評価できる。研究紹介からは、基本に忠実な姿勢がうかがわれたのが印象的であり、スケールの大きさと米国の底力をまざまざと見る思いであった。

2. 4 レンセラー工科大学

1824年に設立され、工科大学としては全米最古の伝統を誇るレンセラー工科大学には、Tomozawa教授、Doremus教授、Moynihan教授など、著名な方々がおられ、また最近、ガラスの科学と工学センター(Center for Glass Science and Technology)が設立されたので、ニューガラスの研究開発動向を調査研究するのに適当と考え訪問した。

Tomozawa教授の司会で午前の議事が進められた。工学部長のSangrey博士の歓迎の挨拶について、材料学科長のDoremus教授によるレンセラー工科大学材料工学科の紹介があった。この中では、ことに材料工学科の教育研究体系と上記のガラス工学センターが詳しく紹介された。

このセンターは、ガラスの科学と工学に関心を持つ教授陣が共同して、(1)ガラスに関する大学院教育の強化、(2)最新の設備とガラスに関する専門知識の共同利用化による、産学における知的資源となることの2つが重要な目的である。

このセンターの構成員は、材料科学から、Tomozawa教授(センター長)、Doremus教授、Moynihan教授、MacCrone教授、物理学科からSchroeder教授、地質学科からWatson教授の6名である。

このセンターの基金は、当初学内から145,000ドルが1985～86年の2年間に設立の費用として調達され、さらに国家科学基金(NSF)から33ヶ月に1,480,000ドルの援助がなされている。なお、このNSFからの援助は、新材料研究グループ計画に基づく基金であり、全米で5つの大学が援助を受けたが、ガラス分野では唯一のものである。テーマは「ガラスの安定性」(Stability of Glass)であり、廃棄物処理ガラス、光ファイバーに関する研究が重要課題である。

ついで、Tomozawa教授、Doremus教授、Moynihan教授、Schroeder教授、Watson教授が各自の研究室の研究内容について紹介され、MacCrone教授は講義の関係で遅れて参加されたので、大学院生2名が研究内容を発表した。

Tomozawa教授の研究テーマは、(イ)高靱性結晶化ガラス、(ロ)オキシナイトライドガラス、(ハ)ガラスの静的疲労、(ニ)イオン伝導、(ホ)低誘電性

結晶化ガラスなどである。Doremus教授の研究テーマは、(イ) フッ化物ガラス、(ロ) シリコンの酸化、(ハ) ガラス中の水の挙動、(ニ) 水酸化アパタイト系の人工骨材料などである。

Moynihan教授は、(イ) 重金属フッ化物ガラス、(ロ) 赤外透過用ガラスの透過と損失機構(フッ化物ガラス)、(ハ) フッ化物ガラスの化学的安定性、(ニ) フッ化物ガラスの結晶化、(ホ) イオン伝導、(ヘ) 構造緩和、(ト) 粘性などである。

Schroeder教授は、(イ) 重金属フッ化物ガラスの非線型現象、(ロ) ガラスの高圧挙動、(ハ) スピンガラス、(ニ) 多重散乱機構などである。

Watson教授は、(イ) SiO_2 ガラス中で水の拡散、(ロ) $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-H}_2\text{O}$ 系ガラスの分相、(ハ) ガラスおよびガラス融液中での F^- , Cl^- の拡散などである。

MacCrone教授は、(イ) ESRによるゾルーゲル過程の追跡、ことに銅を添加して、そのESRシグナルからゲル化過程を調べること、(ロ) イオン注入の過程における欠陥生成と耐食性などである。

会食ののち、午後は南の司会で日本側の発表を行った。(1) 鈴木氏によるニューガラスフォーラムの概要説明、(2) 南による日本のガラス研究の動向、(3) 和田氏によるエレクトロニクス用ガラス、(4) 黒羽氏による石英ファイバーの水素による損失の増大およびその生成機構、(5) 南による超急冷法による新しいガラスの作製についてそれぞれ紹介した。

その後各教授の研究室を見学した。高温電気炉、粘度測定装置、熱分析装置、強度試験器、各種分光光度計、電子顕微鏡、X線回折装置、泡観察装置、ESR測定装置、ドライボックス、光散乱測定装置、微小硬度計、エリブソメータ、誘電率測定装置、磁気天秤、小角散乱X線カメラ、高圧装置など設備が非常によく備っていることが印象的であった。

2. 5. カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)

UCLAの工学部材料学科においてガラスの研究を行っているのは、J. Non-Crystalline Solidsの編集長であり、世界的に著名なJ.D. Mackenzie教授のみであるが、Mackenzie教授のもとでPh.D.を取得し、GEを経てUCLAの教授になって、イオン伝導材料の研究を行っているBruce Dunn教授もいるので、最近の研究開発動向を知るために訪問した。

Mackenzie教授は残念ながら不在であったが、代わってDunn教授がホスト役を務めてくれた。Mackenzie研究室やDunn研究室の大学院生さらにはWagner教授など9名が出席して、下記のような情報交換、討論、研究室見学を行った。

Mackenzie研究室の研究テーマや研究動向の紹介は(1) 院生のPope氏によって、ゾルーゲル法によるガラスおよび複合体の製造プロセスとして詳しく紹介された。さらに(2) 同じく院生のYuen氏によって、 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系結晶化ガラスの紹介、(3) Wagner教授による中性子線およびX線回折によるBe-Ti-Zn系アモルファス合金の構造解析、Ba-Zr-F系ガラスの構造解析の研究結果が紹介された。

ゾルーゲル法によるガラスおよび複合体の作製の発表では、ゾルーゲル法の特徴、問題点、ゲルの微構造と微構造に影響を与える様々な要因、 $\text{SiO}_2\text{-SiC}$ 粒子系、 $\text{SiO}_2\text{-SiC}$ ウィスカー系、 $\text{SiO}_2\text{-Si}_3\text{N}_4$ 系、 $\text{SiO}_2\text{-PMMA}$ 系の複合体など

について詳しく研究成果が説明され、印象的であった。MgO-Al₂O₃-SiO₂系結晶化ガラスは、結晶化によって、期待通り、低膨脹化、高密度化に加えて、ヤング率の増大が見られた。また結晶化過程の解析より、三次元結晶成長の起きていることが示された。

Ba-Zr-F系ガラスの構造解析については、かなりの論議があった問題であるが、UCLAにおいても、Zrに対するFの配位数は7という結果が得られていた。ただこれが6のものとの混合として7なのか、7が主体であるのか、さらに今後の検討を要するとの見解が示された。

日本側は(1)鈴木氏によるニューガラスフォーラムの紹介と、(2)南によるハイオン伝導ガラスの発表が行われた。

研究室の見学では、赤外分光光度計、紫外可視分光光度計、BETの表面積測定装置、エリプソメーター、熱分析装置などが備えられていたが、何よりも印象的であったのは独立に雰囲気制御できる4室からなる巨大なドライボックスが設置されていることであった。このドライボックスの中で、ガラスの溶融、ファイバーの作製(フッ化物系、カルコゲナイド系とも)、ファイバー強度の測定などが一貫して行えるようになっている。また、ゾルーゲル法で作製した1000個以上におよぶ各種の複合体の試料が示されたことも興味深かった。

Dunn教授の研究室では、β'-Al₂O₃単結晶の製造と光学的性質やイオン伝導機構の研究、アモルファス MoS₃ の電気化学的特性(ことにカソード材料としての特性)、ゾルーゲル法による高誘電性アモルファスコーティング膜の作製などが行われていた。

全体として、Mackenzie教授の発想のユニークさと豊富さ、極めて精力的な研究の展開に強い感銘を受けた。

3. アメリカ窯業学会、ガラス部会、基礎科学部会、電子材料部会合同研究集会

11月2～5日の4日間にわたって、ルイジアナ州ニューオーリンズ市で開かれた上記学会に参加した。

420名をこす参加者(同伴者も含む)があり、4会場並行して研究発表が行われた。

各発表の紹介は割愛して、全体としての印象を以下に簡単に記す。

まず特徴的なこととして、(1)ゾルーゲル法がガラス分野だけでなく、幅広く勢力的に研究されていること、(2)フッ化物ファイバーに関する研究が極めて盛んであること、(3)石英系光ファイバーの非線型現象がガラス分野だけでなく、高分子分野の研究者をも交えて盛んに研究されていること、(4)石英系光ファイバーに対する紫外線やγ線などの照射による欠陥形成の研究発表が多いこと、(5)ガラスの構造緩和のような基礎研究が、なお盛んに行われていることである。

このうち(1)と(2)は日本でも似た状況にあると思われるが、(3)に関しては、高分子材料研究者との交流をはかっている点に特徴が感じられた。(4)については、基礎的研究を目的としたものか、さらには光ファイバーの実用上で起こる問題を想定しているかは即断できなかった。(5)については、このような基礎的な問題がなお引続き研究されていること、さらに、企業に属する研究者も数多く取り組んでいることは、アメリカの研究の幅広さと力強さの一つの現れと解釈することもできる。

4. あとがき

アルフレッド大学、レンセラー大学、カリフォルニア大学ロサンゼルス校では、いずれもここ2、3年で急速に研究設備の充実が行なわれているということであった。確かにいずれの大学においても設備の充実は日本の大学と比べて、目を見張るものがあったが、このように3大学ともここ2、3年で急速に充実が進んでいくことは、偶然の一致とは考えられない。

企業からの研究費援助だけでなく、国家的規模での研究投資が行われているように感じられた。

アメリカのニューガラス産業に関するある動向調査によると、ニューガラス産業の分野は、日本に比べてアメリカの優位は決定的であると述べられている。今後さらに差が開くことを防ぐためのただが是非必要であると痛感される。

[この報告とは別に、詳細な報告書が作成され、事務局に保管されています。]

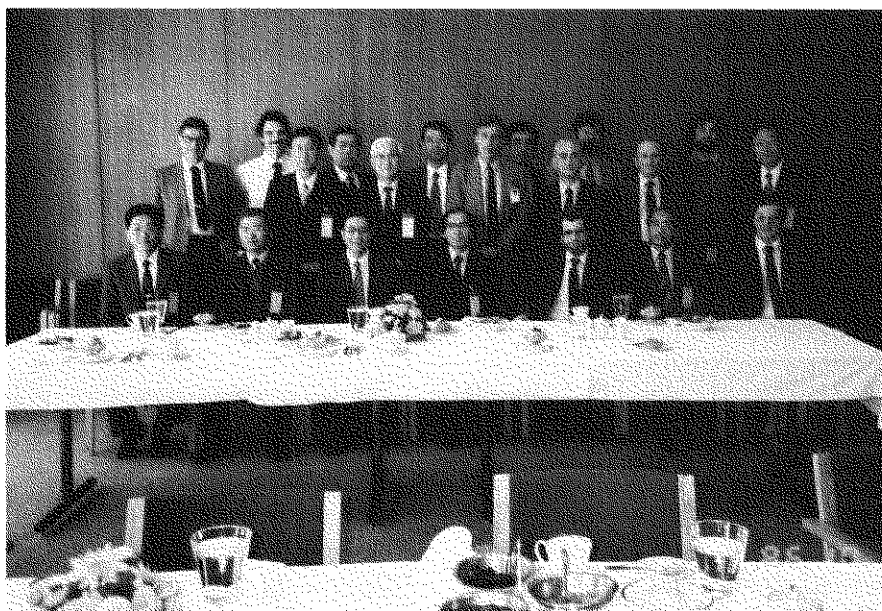


◆ニューガラス米調査団

団 長 南 努 大阪府立大学工学部 教授

団 員 (50音順)

今井 淳夫	名古屋市工業研究所 電子部長
上村 宏	セントラル硝子㈱技術部 主席技術員
大里 信義	日本板硝子㈱中央研究所長
岡田 芳之	㈱ファインセラミックスセンター 建設部長
小野 博之	㈱山村R&D 取締役副社長
熊田 虔	日本板硝子㈱筑波研究所 主席研究員補
黒羽 敏明	古河電気工業㈱研究開発本部 技師長
鈴木 由郎	旭硝子㈱開発本部 主幹技師
辻 洋典	通商産業省生活産業局窯業建材課窯業班長
虎溪 久良	HOYA Optics, Senior Scientist
和佐 清孝	松下電器産業㈱中央研究所 材料科学研究室長
和田 正道	日本電気硝子㈱取締役技術本部長



ATTベル研究所にて