

シヨットグラスヴェルケ・マインツ

上級副社長  
研究開発担当 ユルゲン・ペッツォルト

思うに70年代後半は、ガラス産業の開発責任者にとって、ニューガラスやガラスの新しい用途の為の予算増をかちとるのに困難な時代でした。何かばったした発明の余地など残されていなかったのです。その当時は、ガラス素材について、開発に携わる科学者と産業界が一緒になって取り組まねばならない様な挑戦的課題などごく少なくなっていたのです。

ガラス産業は、光学・精密機械、化学、自動車、電子、製薬、家庭用器具や建設といった業界からの諸要求にた易く沿うことができたのです。高い表面性を有するフロートガラス、経済的でしかも興味深い製法によるコート付きのガラス、要求の光学・機械的、化学的あるいは電気的特性を有するいく百もの特殊ガラス——こういったガラスの入手が可能であり、しかも均質かつ多量に製造することができたのです。結晶化ガラスも厳密なコントロールの下に製造され、又こうした素材の使用範囲もますます広がって行きました。眼鏡の領域で、光に感応するガラスのもたらした快適性にも著しいものがありました。

ガラス産業のその当時の開発課題と言え、既存の製品の用途面での改善、またいかに経済的に加工を行うか、といったことにありました。

一方、新しい製造工程によって、特別な物性を持ち、かつ高度に効率的なガラスを作る可能性が明らかにされたのも当時のことだったのです。CVD法による信号伝送用のSiO<sub>2</sub>ファイバーが、ガラス

素材の更なる発展に向けての路をはっきりと指し示しました。また、劣化のメカニズムを理解し、長期的に最大限の安定性を持った素材を開発するための結晶化ガラス系に対する基礎研究の必要性も、実は天文学、光学、レーザー工学からの無膨張素材の要求という形で、突如としてもたらされたものだったのです。口径が2 mもあるミラーに対する品質要求として、膨張係数が $\pm 0.5 \times 10^{-7} / \text{K}^{-1}$ 以内、製品全域にわたっての均質性が $1 \times 10^{-9}$ 以内といった例もありました。通信用光ファイバーについては、読者諸賢周知のことであるため、今さらここで述べるまでもありません。

今日、1987年には、ガラス産業における研究開発費は上昇傾向を示しています。これは、80年代初期以来の傾向です。このことは、他の将来指向性ある全ての分野についても当てはまります。ニューガラス開発上の課題、ニューガラスの使用はますます多様化しつつあります。と言うより、ガラスや結晶化ガラス素材についての新しいアイデア、提案、諸要求が多くなりすぎており、そのため、各会社なり研究機関は、各自の活動分野を限定せざるをえず、また研究開発や応用面で活動している研究機関相互の共同も必要になってきています。同時に、ガラス産業における開発課題も、ますます複雑化の様相を呈してきました。

特殊ガラス産業の各社は、もはや単なる素材製造業者としてはやって行けなくなっています。新しい用途のため、新しい素材が特注品として生産されねばなりません。従って素材開発の科学・技

術者は装置の中でのガラス、場合によってはそれを用いたシステムについても学ばねばならなくなっています。これは相手方が公正な経済的評価を下す上にも必要なことです。実はこのような隣接分野連携的思考の必要性こそ、この10年間のガラス産業に強力なインパクトを与えてきたのです。

以下 このような動機・指針の源泉をたどってみようと思います。

1986年にドイツガラス工業会の行った1985年度中における引合いに関する統計調査によれば、全世界で作られた特殊ガラスの内50%は電子・電気技術産業用であったことが分ります。続く18%が化学・製薬、医療用として購入され、12%が光学・精密機械工業用、そして20%がその他向けとなっています。ショットグループでは、全製品の40%が電気・電子用、33%が化学・製薬用、19%が光学・精密機械工業用となっており、その他向けはわずか8%にすぎません。

これらの数字は、特殊ガラスの主な用途を示すとともに、ガラス素材開発への重要な動機・指針を与えています。板ガラス業界は、このような指針を建設、自動車、電子業界から得ています。

学会、展示会、セミナー等の回数や出版物の数は急増しつつあります。このことはまさに、1980年以降世界的に新素材が新しい技術の基礎を成し、且つ素材科学とその発展に高い優先順位が与えられていることを示しています。

このようなわけで、ヨーロッパにも、国ベースの他、EECのEURAMプログラムのようなヨーロ

ッパベース、双方のプログラムがあります。前者としては、ドイツ技術開発省による素材科学プログラムがあり、これは素材科学分野の中でも特に基礎研究を支援しております。それでも、当地ではガラス素材は高効率のセラミック、ポリマーおよび高効率の金属素材に比べて、やや表に現われて来ない面があるようです。

課題として取り扱われるのは、新しい複合材の開発という見地からで、その中に、いくつかの特殊ガラスがその目標、テストプログラムという形で含まれているにすぎません。しかしこれも、次のような点から速からず変わってきます。というのは、ドイツ連邦共和国のガラス産業においては、ガラスや結晶化ガラスの秘めている開発可能性につき、関連する業界、大学、委託研究機関にもっともっと知られるべきだということが認識されてきているからです。研究、製品開発、ガラスの応用を密接に結び付け、かつお互いに学び合うことにより共同していくといったことをいかに実現するか——その好例が日本のニューガラス・フォーラムであります。このような一致した目標に対する様々な活動については、ヨーロッパのガラス界でもほどなく知られるようになりましょう。ニューガラスや結晶化ガラスの開発目標については、ニューガラス・フォーラムの文書に特に詳しく述べられています。ヨーロッパ人あるいはドイツの特殊ガラス製造業者の視点から、これ以上のコメントは必要ないものと思われますが、これも別段驚くに当たらぬことなのです。というのは、特殊ガラスは世界的商品であるとともにその市場規模は比較的小さく、また私達には、世界的にガラスの分野におけるコミュニケーションは大変うまく行っていると思われるからです。

それはともかく、1985年に完成したバッチルの資料『創造的素材』は興味深いことを示しています。そこには、新しい無機素材にとっての目標全般が述べられていますが、2000年時においても、その重要性は、ポリマーや金属に互するものであろうということです。

『少ない入力から大きな結果を産む』とは、無機素材にもあてはまるものです。

新素材は、低比重高硬度、高い化学的耐性を有し、また熱伝導性にすぐれ、あらゆる種類の波長に対する透過性をもったものでなければなりません。さらに加工性に優れ、他の素材と容易に組み合わせられることも必要です。こういった条件が満たされ、かつ経済的に生産されなければなりません。

これら物性面での改善の余地はありますが、その多くは、既存のガラス、溶解、成型および加工技術から考えて、ガラスや結晶化ガラスによって充分到達可能なもののようです。

ガラスおよび結晶化ガラス素材は、化学組成の無限ともいえる可変性の故に、特別な用途に応じた生産ができ、かつ再現性があります。ガラスの科学・技術は、すでに高いレベルに達しておりますが、それでもなおオプトエレクトロニクス、バイオテクノロジー、医療工学、化学、エネルギーおよび宇宙工学あるいは交通工学、家庭用器具といったところから、ガラス素材に対する新たな要求が次々と出てきています。

1985年のバッチルの調査では、新しい無機材に対して要求されるものとして、先に述べた諸特性

の改善という点の他に、ガラスと結晶化ガラスに対する全般的な開発目標が特にオプトロニクス、バイオテクノロジーあるいは医療工学からの要求としてかけられています。

ガラスや結晶化ガラスは、より均質かつ高純度で、また狭い特性公差を以て作られ、その上再現性もあるものとなるに違いありません。

その表面特性もあらかじめ意図された通りにコントロールされねばなりません。これは、ガラスの他の素材に対する存在意義を今まで以上に持たせる上に必要なことなのです。

さらに、特殊な性質を持った機能性ガラスで特殊光学用、電磁用、音響光学用、オプトエレクトロニクス用、機械的、化学的また生体適応かつ複合的な使用に向いたものも開発される必要があります。

ニューガラス、結晶化ガラスあるいは既存またはニューガラスの新しい用途、こういったものの開発に適用される方法は部分的には知られています。しかし、まだコンピューターを用いたシミュレーション、生産、テスト方法による改善の可能性があります。例えば、用途に対して最適な化学組成をガラス構造における微量成分のかかわり方の制御に至るまで行ないうるといった具合にです。高純度の原材料を既存のガラス溶解工程に持ち込む際必ず持ち上がってくるのが、基本材料の純粋性を損なわない方法に対する要求です。この場合には、マイクログラムという次元で、るつぽを使わない方法というものが追求されることになります。こういった問題の解決には、ゾルゲル法、気

相法も考えに入れることができます。このような方法で経済的にも効率良く作るのが今後の課題です。

ガラスの化学組成を変えるのに加えて、ガラス溶解の熱履歴の変化も重要となります。その例としては、結晶化のコントロールや溶解ガラスの分相といったものがあげられます。ガラス溶解時における雰囲気、溶解中の物理的・化学的現象（例えば、酸化還元率の調整）との相互作用についての知識は、ガラス製法上の再現性を高めるものと思われます。

表面または下地コートをはどこすことによるガラスの表面仕上げは、評価にコンピューターを使うことにより精度・信頼性とも格段に改善された近代的な表面分析法が、その進歩を確実なものとしています。

ガラスや結晶化ガラスの脆性破壊傾向を減少させることは、今や到達不可能な目標ではありません。ここでは、ガラスとセラミックが問題解決へ向けてのふさわしい素材結合となることでしょう。また、多相方式やガラスと結晶化ガラス材との素材結合といった興味ある課題の発展には、コンピューターを用いたシミュレーション技術が力になると思われます。

以上のまとめとして、素材としてのガラスに関する現代技術は、素材科学、製品およびシステム開発者やユーザー相互間の共同といった多分野の連携が必要となってきたものと思われます。15年前にはその複雑さすら見えなかった問題点が、今やはっきりと規定され、分野を越えた共業によ

り解決されております。また、コンピューターを用いたシミュレーション、制御、測定技術面でのめざましい進歩一つとってみてもこのような複雑な問題への取り組みを可能とし、その効率は今後ますます高められて行くにちがいありません。

ガラスという素材の将来は今始まったばかりです。この点については、日本とヨーロッパの間で見解の差はありません。

将来の課題は複雑化し、倍加されまたそれだけに挑戦的でもあります。ガラスの科学・技術の分野で、国際間の共同を促進しそれによる利点を分かち合おうではありませんか。



#### 著者紹介

ドクター ユルゲン ベツォルト  
1935年生まれ  
学歴 ボン大学で化学・物理・  
鉱物学・物理化学を専攻  
1963年 ドクター称号取得  
1964年 ショットグラスワーク  
スマインツ社に入社

この間、ガラス欠点分析方法全般を研究ならびに  
ソルダーガラス・ガラスセラミックスの基礎研究  
1970年 望遠鏡用ミラー（ゼロドゥアー）に関するプ  
ロジェクトマネージメント光学事業部副社長  
（生産と販売およびマーケティングの責任者）  
1979年 子会社テサーク社の重役を兼任  
現在 上級副社長 研究開発担当