

# ニューガラスの技術開発動向と利用動向

通商産業省生活産業局窯業建材課

通商産業省は、さきに昭和 63 年度ニューガラス産業対策調査研究（技術開発動向）を社団法人ニューガラスフォーラムに委託した。以下に、同調査の概要を、報告書の内容を追いつながら紹介する。

## 1 調査の目的

ニューガラスを素材とした製品やデバイスは多岐にわたり、ニーズに応えるに足る技術の進歩も目覚ましい。この広範多岐にわたるニューガラスの産業としての将来は、これから開発される新しい技術によって大きく左右され、その開発は、求めるユーザーのニーズや競合する他素材との共存関係によって大きく成長するものと考えられる。従って、各種新素材のなかでのニューガラスの位置付けを明確にし、ニーズ（利用）・シーズ（製造）の出会いのなかで今後のニューガラスの技術開発の進むべき方向を模索することは大変重要なことである。

本調査は、上記のような観点から、ニューガラスに関する現在（昭和 63 年）の技術開発動向と利用動向とに大別して、それらの進むべき方向を示唆することを目的として実施した。

## 2 調査の方法

社団法人ニューガラスフォーラム内に、17 名の学識経験者からなる委員会（委員長：早稲田大学教授一ノ瀬昇氏）を組織して調査にあたった。

技術開発動向に関しては、特許・文献調査により調査を実施した。

利用動向に関しては、アンケートにより調査を実施した。

## 3 ニューガラスの技術開発動向

調査の項目および対象としては、ニューガラスの持つ機能と特性を、現在実用化されている製品を主体に、これから実現が期待されているものを加えて選択した。対象とした機能、特性、調査項目（ニューガラスの品目）を表 1 に示した。

これらの項目については、技術的に完成の域に近く各種の用途に応じた展開がな

されているものが多い。また、ガラス特有の特徴ある材料もあるが、応用展開で出遅れているものもある。表2に各種ニューガラスの研究開発の段階と他材料との競合状態をまとめて示す。

製造・加工技術について、ニューガラスと他素材との類似性を用途分野別に見ると、光学的分野ではガラス固有の技術が多い。絶縁体としてのガラスの技術は、セラミックスや高分子の技術に似たものがある。熱的・機械的分野では、セラミックスの技術に近く、化学・生体適合性の関係ではセラミックスや高分子の技術に類似している。

一方、研究開発の手法についてみると、大きく分けて外からの技術と内からの技術の二つに分けることができる。外からの技術は他の科学や光学分野の新技術の導

表1 機能・特性・調査項目

A. 機能	B. 特性	C. 調査項目 (ニューガラスの品目)
光学的機能	透光性	1.光ファイバー材料 2.ガラスフォトマスク
	屈折率	3.屈折率分布ガラス
	光感応性	4.フォトクロミックガラス 5.非線形光学ガラス 6.感光性ガラス
	発光性	7.レーザガラス
	記憶性	8.光ディスク用ガラス基板
電気・磁氣的機能	表面電導性	9.透明電導膜付ガラス
	イオン電導性	10.超イオン電導性ガラス
	半導性・記憶	11.カルコゲナイドガラス
	絶縁性	12.低温焼成ガラスセラミック複合基板
	低誘電・圧電	13.誘電体ガラス
	透磁性(率)	14.アモルファスフェライト
熱的機能	熱軟化性	15.封着用ガラス
	低熱膨張性	16.低熱膨張ガラス
	耐熱性	17.耐熱ガラス
機械的機能	高強度	18.セラミックファイバ補強結晶化ガラス
	靱性	19.高靱性結晶化ガラス
	高硬度・高弾性	20.オキシナイトライドガラス(透明)
化学・生体適合機能	分離・触媒	21.多孔質ガラス
	生体適合性	22.生体用結晶化ガラス
	成形性・強度	23.精密成形人工歯冠
その他	超電導性	24.超電導ガラス
合計		5機能・26特性・24項目(品目)

入であり、内からの技術はガラス分野での新たな革新である。しかし、この両者が混然として一概に区別できない場合もある。

プロセス技術のうち、高純度化、気相反応、複合化、表面修飾などの技術は、半導体やセラミックス、化学の分野とのつながりが大きい。これに対して溶融技術はガラスの伝統的な技術である。また、結晶や分相のような材料変成技術と微細構造の制御もガラス質材料に特徴的な技術といえる。

ここに取り上げたニューガラスに関連しての各種新素材の競合状態について見ると、高性能の透明材料の分野ではニューガラスが優位に立っている。他の機能分野では、セラミックス、金属、高分子が主流になっている場合が多い。しかし、ニュ

表2 各種ニューガラスの研究開発段階と他材料との競合状態

調査項目 (品目)	研究開発の段階	他材料との競合状況				
		G	C	M	P:競合の動向	
1.光ファイバー材料	シリカ系は完成、フッ化物系はR	◎	△	-	○	Pもほぼ完成
2.ガラスフォトマスク	シリカ系は完成、寿命近い(X線)	◎	-	-	-	ガラス材料間の競合
3.屈折率分布ガラス	製品に応じたD、実用製品多	◎	-	-	△	
4.フォトクロミックガラス	完成実用化、オールド	◎	-	-	○	PはR中
5.非線形光学ガラス	R 初期	○	◎	◎	○	
6.感光性ガラス	用途D、実用製品多、オールド	○	-	-	◎	
7.レーザガラス	D	○	◎	◎	△	Gは超大型とファイバー
8.光ディスク用ガラス基板	加工技術のD	○	-	-	◎	Gは高機能品
9.透明電導膜付ガラス	R	◎	-	-	○	
10.超イオン電導性ガラス	R	○	○	-	○	
11.カルコゲナイドガラス	Rは一段落、用途D	○	○	○	-	
12.低温焼成ガラスセラミック複合基板	ほぼ完成、一部実用化。	○	◎	-	◎	Gは高機能品
13.誘電体ガラス	用途D	○	◎	-	◎	
14.アモルファスフェライト	R	○	◎	-	-	
15.封着用ガラス	用途D	○	-	△	◎	G、Pは電気絶縁性
16.低熱膨張ガラス	用途D	◎	○	△	-	
17.耐熱ガラス	製品に応じたD、実用品多。	○	◎	○	-	Gは透明
18.セラミックファイバ補強結晶化ガラス	D	○	○	◎	-	Mは在来品、CはR中。
19.高靱性結晶化ガラス	D	○	◎	◎	-	
20.オキシナイトライドガラス(透明)	R、一部D	○	◎	-	◎	P(FRP)はEガラスと競合
21.多孔質ガラス	用途D	○	◎	○	◎	
22.生体用結晶化ガラス	D	○	○	○	-	Gは歯根用が主体
23.精密成形人工歯冠	D、一部実用化	○	-	◎	-	
24.その他(超電導ガラス)	R	○	◎	◎	○	Mは完成、CはR。

[注] 1.材料の略号 - G:ガラス, C:セラミックス, M:メタル(金属:半導体を含む), P:高分子(ポリマー),  
 2.段階の略号 - R:研究段階, D:開発段階, オールド:技術は古くなった。  
 3.競合の優位 - ◎:主流, ○:特色ある位置付を持つ, △:特殊な分野を能く持つ, -:無関係、或いは関係が薄い。

ーガラスが他材料にない独特の特性を持ち、他材料にとって大きな競争をもたらそうとしているものもある。

#### 4 ニューガラスの利用動向

ニューガラスへ参入するであろうと考えられる広い産業分野の関連企業体・機関に対し、アンケートを発送して調査した。発送数 232、回収率は 61.2%であった。

アンケートの結果によると、ニューガラスという新しい素材へ参入する企業は、資本金 20 億円以上の大企業が半数を占めている。また、大企業は関連する分野も多く、ニューガラスが広い範囲の産業分野で応用される可能性を示している。

業種と関連する分野・製品との分布を表 3 に示した。表中の数字は企業・機関数で、シャドーを入れた部分は、企業・機関数 6 以上、横合計で 31 以上、縦合計で 51 以上のものを示している。

縦合計でシャドーが入っている窯業土石、電気機器、化学、精密は、大企業が多い業種で、関連分野・製品の種類も多い。

また、横合計でシャドーが入っている分野は、ニューガラスの利用への関心の強さを示すものと見ることができる。無機化学製品、ガラス関連、光学機器分野がニューガラスに参入するのは当然として、特徴的なことは、通信機器、コンピュータ関連、電子応用機器などのエレクトロニクス分野にシャドーが入っていることで、これらの分野でニューガラスの利用が期待されていることを示している。

一般的に、ニューガラス産業は、エレクトロニクス・オプトエレクトロニクス産業（ソフト）を支えるハード産業として位置付けられている。金属製品加工、産業用機械関連では、この面からハード産業発展の基盤造りとして関心を持って参入している。家電機器はニューガラスが実用化の段階に入ったことを示すものである。

有機化学製品関連も、バイオテクノロジーを含めて、ニューガラス製品の利用に関心を有している。

#### 5 まとめ

調査の結果をまとめると以下のようなになる。

- (1) 技術開発動向の調査は、5 機能、26 特性、24 品目について行なった。競合素材としては、セラミックス、ニューメタル、高機能性高分子を選択した。
- (2) ニューガラスの利用動向調査に回答を寄せたのは 142 企業体・機関である。これらは、製造業を主体としているが、種々の多様な業種から構成されている。
- (3) 機能分野別に見たニューガラスと他素材の技術開発の特徴は次のようである。

光学的機能分野

ガラス固有の技術が多い。

電気・磁氣的機能分野

プロセス技術のうち気相反応、複合化、表面修飾などは半導体、セラミックス、

表3 業種別関連分野の分布

業種 関連分野	窯土	電機	電力	ガス	熱	食品	非鉄	金属	化学	建設	器具	紙	繊維	輸送	精密	他	横合計
無機化学	15	8	0	0			1	3	17	1	1		0	2	4	3	55
ガラス	37	8	0	1			1	2	12	1	4		1	3	4	7	81
セメント	5	0	0	0			0	0	4	1	1		0	0	0	0	11
陶磁器	5	1	0	0			1	0	1	0	2		0	1	0	0	11
電線	2	6	1	0			5	2	2	0	2		0	1	1	0	22
金属加工	4	4	1	1			2	3	5	0	3		0	4	3	4	34
産業機械	5	7	0	1			1	4	6	0	6		2	4	4	1	41
家電機器	8	9	0	0			0	2	5	0	3		0	0	3	1	31
重電機器	0	4	0	0			0	0	1	0	2		0	0	0	0	7
通信機器	5	14	0	0			4	1	4	0	4		0	1	2	3	38
電子計算	10	15	0	0			1	1	3	0	2		0	2	4	3	41
電子応用	10	17	0	0			3	2	8	0	6		0	2	6	7	61
繊維	3	0	0	0			0	0	5	0	1		2	2	1	1	15
鉄鋼	3	0	0	0			0	2	0	1	0		0	2	0	0	8
非鉄金属	2	2	0	0			6	2	3	0	1		0	2	1	2	21
有機化学	9	6	0	0			1	2	16	0	1		0	2	3	2	42
化学繊維	0	0	0	0			0	0	6	0	0		2	2	0	1	11
洗剤塗料	4	1	0	0			0	0	8	0	0		0	3	1	2	19
医療品	1	0	0	0			1	0	9	0	0		1	1	3	1	17
紙・加工	5	0	0	0			0	0	7	0	0		0	0	0	4	16
出版印刷	0	0	0	0			0	0	2	0	1		0	0	1	3	7
飲食品	3	0	0	0			0	0	6	0	0		0	0	0	0	9
自動車	6	4	0	0			4	1	4	0	1		0	2	1	4	27
他輸送品	0	2	0	0			0	0	2	0	0		0	1	0	0	5
建設	2	1	0	0			0	2	5	1	0		0	0	0	0	11
光学機器	11	6	0	0			1	0	5	0	2		0	1	7	4	37
計測分析	5	6	0	1			1	1	5	0	2		0	2	6	1	30
医療機器	3	6	0	0			1	1	5	0	1		2	0	8	2	29
レジャー	0	0	0	0			1	1	1	0	0		0	0	1	1	5
エネルギー	2	6	0	0			0	1	5	0	0		0	1	1	0	16
航空宇宙	1	6	0	0			1	1	1	0	2		0	0	1	0	13
通信	0	5	0	0			1	0	1	0	0		0	0	1	0	8
放送	0	3	0	0			1	0	1	0	1		0	0	2	0	8
その他	2	1	0	0			0	0	1	0	0		0	0	0	0	4
縦合計	168	148	2	4	—	—	38	34	166	5	49	—	10	41	69	57	791

注：(1) 業種「他」の内訳：製造21・販売25・研究11・計57

(2) シャドーマークは個別の業種で6件以上、横合計31件以上の企業・機関が関連している産業分野を示す。  
個別の産業分野で6件以上、縦合計51件以上の企業・機関が関連している業種を示す。

- 化学分野とのつながりが大きい、  
 熱的・機械的機能分野  
 セラミックスの技術に近い、  
 化学・生体適合性機能分野  
 セラミックスや高分子の技術に類似している、
- (4) 技術の成熟度については下記のように考えられる、  
 光学的機能分野・熱的機能分野  
 技術的に成熟した材料が多い、  
 電気・磁氣的機能分野  
 研究段階の材料を含めて成長過程にある、  
 機械的機能分野  
 目下研究段階にあり、これからの材料である、  
 化学・生体適合性機能分野  
 一部実用化に入ってきたが、人体との安全性を含めて、これからの材料が多い、
- (5) ニューガラスは、エレクトロニクス・オプトエレクトロニクス産業の発展にともなって実用化の段階に入っており、さらに個別エンドユーザーのニーズに合わせた広範な用途開発を迫られる状況にある。これを反映して、新規用途分野の開拓を目指す材料が多く、機能性の向上を目指す材料を上回っている。開発技術を目指す新規材料も各分野に見られる。
- (6) 他の新素材との競合関係は次のように見られる、  
 光学的機能  
 高機能性高分子、セラミックス  
 電気・磁氣的機能  
 セラミックス、メタル、高機能性高分子  
 熱的・機械的機能  
 セラミックス、メタル  
 化学・生体適合機能  
 セラミックス、メタル、高機能性高分子  
 光学的機能の観点から見れば、ニューガラスは充分競合に耐えると評価されている。
- (7) ニューガラスを利用しているユーザーには大企業の参入が多い、
- (8) ニューガラスに係わる業種としては、無機化学製品、ガラス関連、光学機器の分野の参入は当然ながら、通信機器、コンピュータ関連、電子応用機器等、エレクトロニクス分野からの参入は特徴的である、
- (9) 金属加工、産業用機械関連は、ハード産業の基盤造りの一環としてニューガラスに関心を持ち、また、有機化学製品は、バイオテクノロジーを含めて、ニューガラスの利用に関心を示している、
- (10) エレクトロニクス産業のニューガラスへの認識は、熱心な企業も多い反面、関心の薄い企業も多く、全体としては、他の産業分野に比較して、認識が浅い、エレクトロニクス発展のテンポにマッチングさせて認識させる努力が必要である、
- (11) ニューガラスは、利用・研究の状況からみて実用化の段階に入っている、

- (12) ユーザーの調達状況は、国内から、直接素材や完成品の状態で購入している。素材の状態で購入しているものが多いことは特徴的である。
- (13) ニューガラスの購入単位は、一部を除き小規模なものが多く、1億円以下の購入が約7割を占めている。
- (14) ニューガラスを利用している理由としている機能としては、光学的特性を評価するケースが多く、新分野への用途開発、機能性の向上に期待している。
- (15) ニューガラスへ期待する性能の実現は、平均して約3.8年以内であり、3年程度が多い。
- (16) 各種ニューガラスの性能に競合する他材料としては、用途によって順位が変わるが、平均してセラミックス、高機能性高分子、メタルの順であると評価されている。
- (17) ニューガラスを利用する主な理由としては、品質と他に競合がない独特の機能が評価されている。
- (18) ニューガラスを利用しない主な理由として、求めている機能が異なるとする意見が一部にある。

ニューガラス産業は、高度情報化社会という環境のなかにあつて、高付加価値が期待されているソフトウェア産業を支えるハードウェア産業として着実に高度化への方向を進んでいると見ることができる。

現状では、シーズ側の発展もまだ充分とは言えず、ニーズ側も今後の基礎的研究開発の進展や用途分野の開拓に期待しているところが大きいと思われる。

ニューガラスは、今後とも新しい機能の発見や開発がなされる可能性が非常に高く、そのテンポは急である。高度情報化の時代といわれる現代の社会にあつて、ニューガラスは欠くべからざる材料となつてきていることは認識されたといつてよい。これを将来に生かすのは、ニーズ側の要請を確かめたシーズ側の開発であり、求める機能とのマッチングによる新機能材料創出のブレークスルーであろう。

他の新素材との競合のなかで特出した材料の創出や、共存・連携の道を探ることは決してやさしいことではないが、その追求するエネルギーが、国内のみでなく国際的にもニューガラス産業発展の将来を約束する重要な要素であり、その技術的成果がまた先端産業としてのニューガラスの機能を拡大し、将来の社会に大きく貢献するものと期待される。