

ガラス この新しき素材

旭硝子株式会社 技術顧問

田嶋 喜助

Glass—This “New” Material

K. Tajima

Corporate Technical Adviser
Asahi Glass Co., Ltd.

1. はじめに

硝子はフェニキア以来 5000 年の歴史があるが尚開発が進み続く素材である。

硝子はアモルファス、つまり原子の配列に長期の規則性がない上原子を結ぶボンドの切れている部分が多くそこに他の原子をくわえ込む柔軟性に富んでいる。それが性能の思わぬ飛躍に繋がる期待を抱かせる。この不連続な飛躍こそ最も exciting な事であり結晶よりもアモルファスにより大きな発展の期待が込められていると信じる。今後は結晶のみでなくアモルファスへもより光が当たる事になりそこはガラスの世界である。今後のガラスの世界の広がりを示唆して実にわくわくする。

本稿ではこんな視点も持ちつつ最近のガラスの世界の広がりを先ず当社関連の製品を通して見る事から始めたい。

2. 開発、製法・技術の進展

(1) ガラスは長らく粉体原料による固相反応を用いていたが気相或は液相を経由する CVD, Sol-Gel 等も盛んになり特にファインな分野のガラスはこれにより飛躍をした。窯業よりは化学、物理、電気の人々が新しい発想を持

ち込み旧来の世界にショックを与えたがこれは貴重な事であった。異分野からの新規参入による競合がその分野の活性化を促すと言うホットなテーマを先取りした訳で且つそれがアモルファスであるガラスの分野で進展した事は興味あるところである。

(2) 熔融されたガラスは成型を伴う。Blowing によって Tube 等を、Press で TV-Bulb 等を、又糸引きをして Fiber を作る。Sheet を得るには以下の方式が競合している。

(a) Float 法（錫の Metal Bath 上に Molten Glass を Float させながら Sheet を得る）

(b) Fusion 法 或は DownDraw 法（Molten Glass を例えば樋から溢れさせ下に引く）。

Float 法 で LCD 用 の 1.1 mm や 0.7~0.5 mm を生産したのは当社が世界初、然も環境上有害な砒素を全く使用しない点も先駆であった。

一方 一度ガラスロッドをつくり Slice する方法もありこれはアルミディスクを得るのと同じ方式でありやはりガラスディスクを得る一つのやり方である。このロッドは熔融ガラスに限らない。例えば CVD による合成石英などにも適用されている。

Optical Glass Fiber の出現はガラスを大雑把なマスプロ製品ではなく精密で高度な機能をガ

ラスが実現し得る証しとなった。情報時代の幕を開けた主役であるがその役割は益々大きくなる。

3. 製品の広がり

ガラスは5000年の歴史を思うと開発し尽くされたと感じられるが素材自身の多機能化に加え、加工技術、表面処理技術等に施工技術が相乗して製品の多彩な展開に拍車がかかっている。表面処理はスッパッタリング、蒸着、Wet coat等を駆使してLow-e、撥水・吸収、UV-Cut、電磁遮蔽・透過、反射防止、スクラッチ防止、Textureなどの凹凸化、平滑化、など種々の機能を付加する事が出来る。

(1) 建築分野

- a; 複層ガラス (Fig. 1) (最近中間層が真空のタイプがNSGより出た。) これは省エネルギー、紫外線カット、防音、結露防止効果が高く特に銀系膜をコートしたLow-e typeは一段と性能が優れる。(Fig. 2)

若し日本の全建築の窓に取り付けられるとCO₂の削減は年間200万トンと計算

されこれは日本に対する1000万トンの削減課題から見てその効果に驚く。

このようにガラスが環境に貢献できる事をもっとアピールして良いのである。

- b; 建築用に防火ガラスも出てきた。火炎の侵入を防ぐ。従来からの網入り板は網が見た目に鬱陶しいが耐火性を上げた防火ガラスではこの点すっきりしている。NEGのFirelyteや当社が独SchottとFloat法で開発したPyran (Fig. 3) などがある。

c; 工法の進歩

(Fig. 4) はガラスファサードシステムである。ガラス周囲にサッシのフレームが無くガラスで壁全体を作り上げるので透明で明るく抑圧感のない空間となる。

(Fig. 5) はガラスの天蓋で遂に構造材に使用された。これは欧米が先行したが日本でも安全に工夫を加えて今後建築家が意欲的に展開を計るであろう。

(2) 車両用

- a; 紫外線吸収ガラスは急速に採用が広がった。日焼け防止効果のほか退色軽減化に

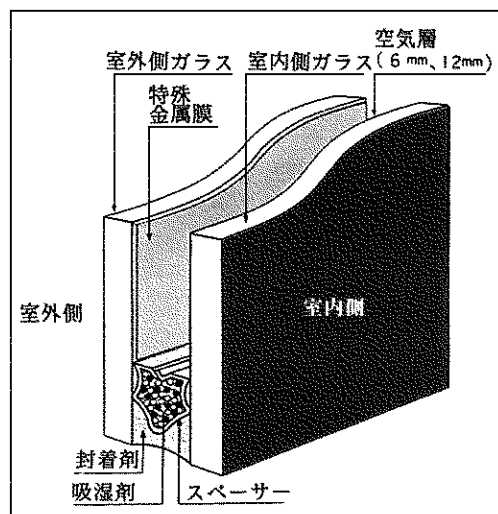


図1 複層ガラス 断面図
Fig. 1 Sealed Insulating Glass

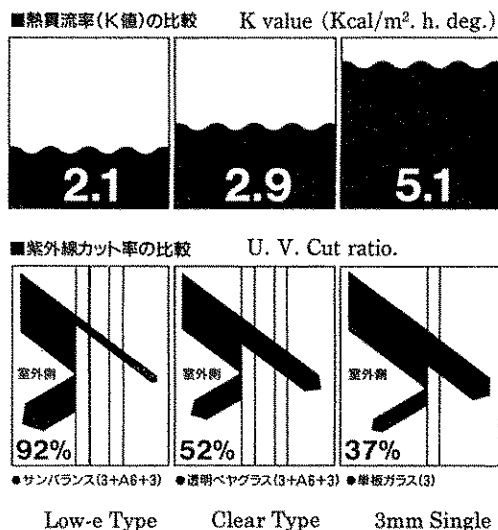


図2 複層ガラス比較例

Fig. 2 Comparison, K value (Kcal/m². h. deg.) & U. V. Cut ratio.

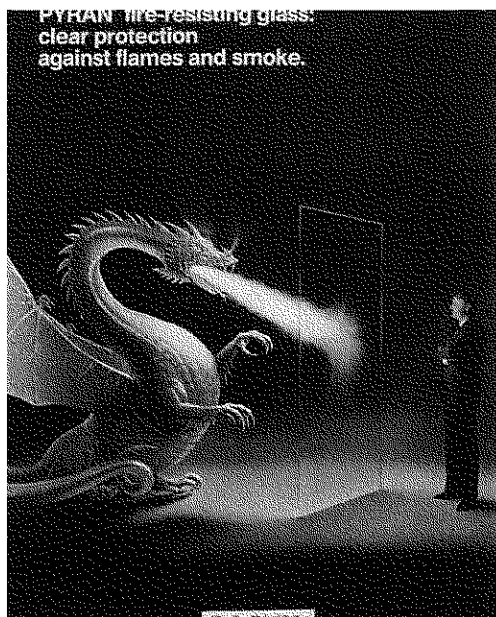


図3 Pyran
(Schott catalogue)
Fig. 3 Pyran (Schott Catalogue)

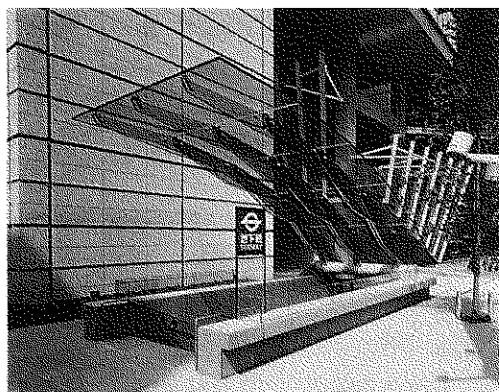
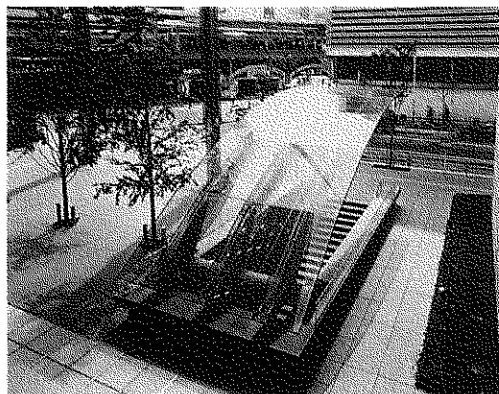


図5 硝子天蓋例
Fig. 5 Glass Canopy

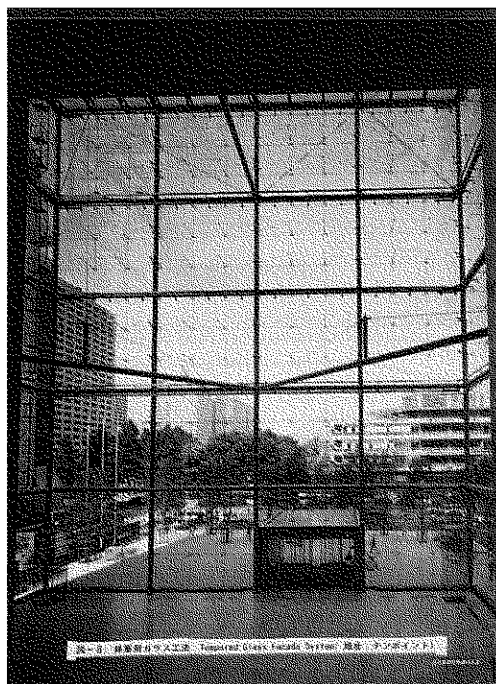


図4 建築用ガラス工法
Fig. 4 Tempered Glass Facade System

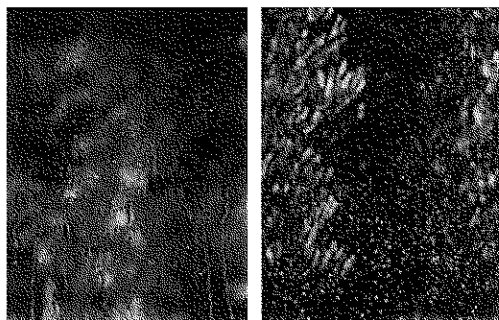


図6 撥水ガラス
Fig. 6 Water Repellent Glass

よって内装材選択の幅が広がる。

b; 撥水ガラスは車の次のセールスポイントであろう。(Fig. 6)

フッ素系コート膜が走行中のフロントガラスの水滴を弾きあげ視界が確保され

る。但しワイパーは無くならない。停車中や低速走行中に必要である。

砂埃の Scrubbing に撥水性が耐えなければならない。

c; 三次元曲面加工 (Fig. 7)

車のデザイン上ガラスを三次元に曲げる事は極めて重要である。透視や反射の歪みが無いように曲げる事は至難であるが硝子板を加熱軟化させ型に馴染ませる或はプレスして行う。Computer Simulation が必須であり車のデザイナーの厳しい注文の中で技術が大きく進歩した。

(3) TV

最近の TV は蛍光灯等の外光の写り込みを

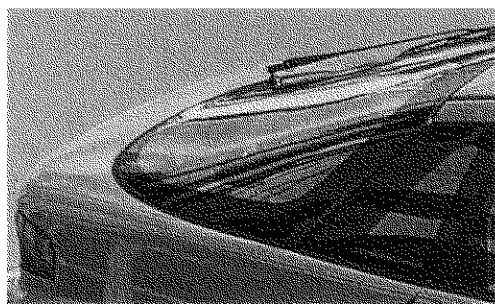


図7 三次曲面ガラス
Fig. 7 3-Dimensional Curved Glass

防ぐ為に反射防止を、電磁波の人体への影響を考へて電磁遮蔽を、又ブラウン管表面への帯電防止等の機能が付加されており更に成形技術の進歩で完全平面化も実現し (Fig. 8) 鮮明で見易く且つ安全なものになっておりとてもただのガラス球などとは言えない。

この分野で日本のレベルは高い。過去言われたごとく TV は液晶に取って代わられる事態には簡単には成らず住み分けが今後も続く。

その液晶表示パネルのガラスにも同じ機能付与がなされている。

(4) エレクトロニクスとガラス

ガラスとして機能の飛躍的な向上が求められるのはこの分野である。

21 世紀はマルチメディアの時代で特に高速大容量通信、情報処理、表示システムの3分野を構築する要素材料としてガラスに期待がかかる。

光 Fiber, Memory Disc, 多層配線基盤, Switching Memory 素子, 表示用 Display 等のガラスは重要である。透明性、均質性、平坦性、耐久性・耐熱性などで優れている事が、精密仕上技術と相まって必要である。

Display では TV, LCD, に加えて PDP, FED などがせめぎ合って市場規模 (Fig. 9)

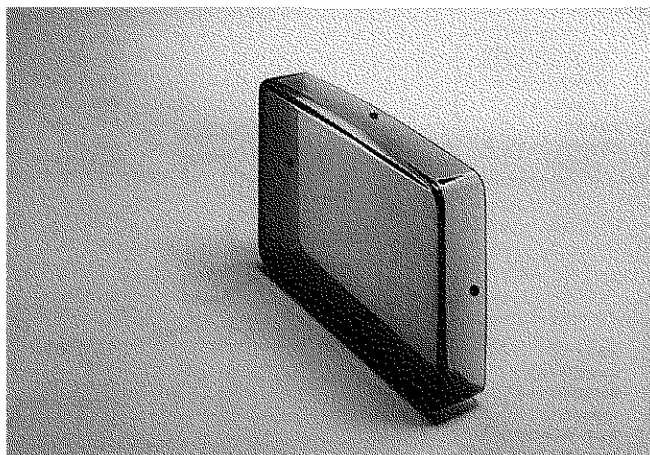


図8 フラットな TV Bulb
Fig. 8 Flat Bulb for TV

は伸びてゆく。LCD 用では米国の Corning を日本の NEG, 当社等各社が追ったが PDP では当社が先鞭をつけた。今後のディスプレイには数十ミクロンの薄い硝子から厚み数ミリでメーターサイズの大きな硝子まで要求は広がる。

ガラスディスクは日本の HOYA, NSG 等々によって世界で初めて量産された。

4. ニューガラスとその先

(1) 所謂ニューガラスの分野は多少の景気変

動はあっても長期的には確実に伸びる。年率 10%の成長で 2005 年には市場規模は 1.7 兆円と予測されている (95 年三菱総研)。(Fig. 10) に機能毎に製品群を示したがその主役は Fiber, Display, 高純度石英硝子及び封着用等である。

面白い例に癌を治すガラスもある (Kokubo et al. New Glass Vol. 11 No. 2 1996)。

(2) New Glass Forum & Conjugate Materials

New Glass Forum は、1985 年にニューガラス産業の推進を目指して産・官・学の総意によ

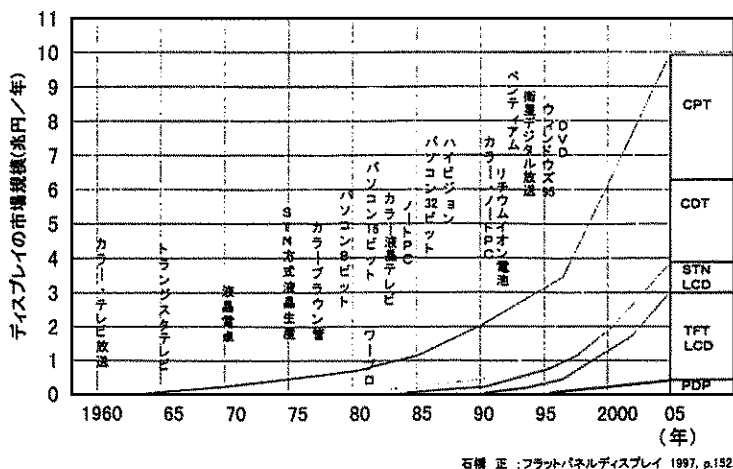


図9 ディスプレイ産業規模

Fig. 9 Market estimation for Display

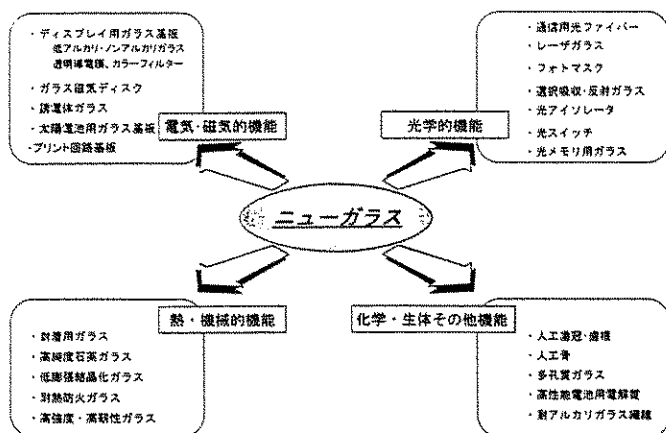


図10 ニューガラスの機能と用途

Fig. 10 Function & Use of New Glass

コンジュゲートマテリアルの概念

“コンジュゲート マテリアル”とは、
2相以上の相からなり、高度に制御された配列構造を持ち、
単独の相では得られない性質・機能を発現するガラス

微細構造

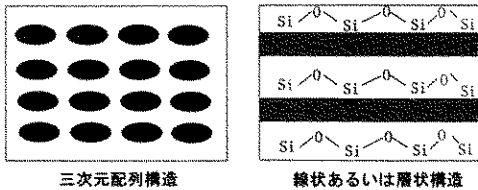


図 11 Conjugate materials の概念

Fig. 11 Concept of Conjugate materials

コンジュゲートマテリアルの応用と展開

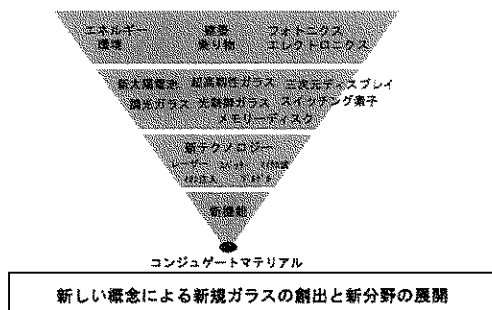


図 12 Conjugate materials の新分野

Fig. 12 Conjugate Materials & its New Market

り設立されたユニークな機関で、これまで様々な活動を行ってきている。これは世界に初めての活動であり、欧米にも影響を与えている。

1997年、当フォーラムは通産省から、国家先導研究の一環として次世代のガラス産業の中核となると期待される Conjugate Materials に関する全般的な調査研究を委託された。

Conjugate Materials は、いわばニューガラスの先にあるガラスであり、その特徴はこれまで均一系では難しいガラス複合体、特に分子オーダーまで制御され、或いは分散相が配列した構造の複合体である (Fig.11)。これにより創造される新しい機能或いは分野は、Fig. 12 の如く、波長変換、大容量 Memory、光 Switching、立体 TV など、先進的であり興味ある分

野が多い。素材は単なる無機や有機の物質ではなく、その複合体となろう。Laser, Micro 波, Ion 注入, Sol-Gel 法などの基幹技術がその素材創出プロセスを支える。

通産省受託調査研究の成果を踏まえて、近い将来、国の全面的支援を受ける国家研究開発プロジェクトとして採択され、産・官・学の叡知を結集しながら具体的な研究開発活動が実現することを強く願っている。

5. 終わりに

ガラスは面白い。アモルファスである事が一つの理由だと思っている。Net-work の切れ目に原子を取り込む柔軟性があるとしてもガラスである。結晶に比べて訳の判りにくい世界であったようにも思えるがカオス或いは複雑系の科学の最近の発達もガラスに思わぬ飛躍をもたらすであろう。又ガラスにはそれが十分期待出来る。

終わりに硝子とは離れるが世の中を見渡して最近特に感じている事を述べる。世界は整然とした結晶ではなく気象や経済の動きを見ても“複雑”なカオスの世界である。米国は日本より国家も社会もずっとアモルファスである。

我々はその特有な年功序列の人事と賃金体系、談合、規制これら結晶の世界に安住していたが今それが崩れんとし皆不安を持つ。

変わり行く先は何処か？

それはアモルファスの世界である。21世紀はアモルファスの世紀となる。

今、歴史の転換点にあるとの認識に至り一層想いは深まる。

以上

付記 本稿は 97 年 1 月に(株)化学工学会関東支部恒例の第 32 回新春講演会に筆者が招かれて行った招待講演をもとにして纏めたものである事を付記する。