

ガラス工学コース
帰国研修員フォローアップ調査報告書
(ブラジル・アルゼンチン)

平成3年1月

国際協力事業団
大阪国際研修センター

大阪セ
JR
91-03

国際協力事業団

23385

JICA LIBRARY



1096399(9)

23285

はじめに

本報告書は、国際協力事業団が実施したガラス工学集団研修コースに参加した帰国研修員の所属機関や研究施設、工場及び実際のガラス原料採掘の現場等を訪問視察し、帰国研修員の動向を把握するとともに現地での諸問題に関する指導並びに本コースに対する要望調査等を行う目的により、平成2年11月11日から11月16日までの16日間、ブラジル、アルゼンチンの2カ国に派遣したフォローアップ調査団の業務報告書である。

この報告書により、当該分野における各国の実情、帰国研修員の活動状況、及び研修に係る要望事項等について、関係各位の更に深い御理解を戴き、今後の研修コースの改善に役立てば幸いである。

なお、今回のフォローアップ調査団派遣のために御協力を賜った通商産業省大阪工業技術試験所並びに現地において数々の御指導と御協力を賜った関係機関の皆様に深く感謝の意を表したい。

平成3年1月

大阪国際研修センター
所長 八島 継 男



① 面接調査（ブラジル）



② 面接調査（アルゼンチン）



③ サンタマリナガラス会社
（サンパウロ）



④ ブラジルガラス工業会メンバーとの
意見交換会でのGIRIOの紹介を
する早川団長

目 次

I. フォローアップ調査の概要	1
1. ガラス工学コースの概要	1
(1) コースの目的・背景	1
(2) コースの内容	2
2. フォローアップ調査団派遣の目的・背景	2
3. 団 員 構 成	3
4. 調 査 日 程	4
II. 調査・指導内容	6
1. 帰国研修員の現状	6
2. 研修コースに関する評価・要望	6
(1) コースの有用度、修得技術の適用度	6
(2) 今後の目標設定、改善のための要望	7
(3) 各国のガラス工業に対する将来の展望及び 環境問題とガラス工業とのかかわりについての個人的見解	9
3. 現 地 調 査	9
(1) 各国における研究施設、会社等の視察	9
① ブラジル	9
② アルゼンチン	17
(2) ブラジル・アルゼンチンにおけるガラス工学分野の現状と問題点	21
4. 技 術 指 導	24
(1) セミナー	24
(2) ガラス技術向上のための技術指導及び提言	28
5. 先進ガラス材料コースへの具体的提言	31
表-1. 研修員受入実績	33
表-2. 帰国研修員の現状	34
表-3. アンケートの回収結果	36
別 添 資 料	
セミナー用資料	47
収 集 資 料	71
持ち帰り資料一覧	

I. フォローアップ調査の概要

1. ガラス工学コースの概要

(1) コースの目的・背景

本コースは、我が国のガラス工学技術を紹介し、途上国のガラス工学技術の向上に寄与する目的で昭和43年度に開設された。

本コースの目的は、講義、実習、見学を通して板ガラス、容器ガラス及び工業用ガラス等各種のガラス製造に関するガラス工学についての成形機械及びガラス原料処理の概括的知識についての理解を深めてもらうこと。さらには、自国のもつ技術上の問題点がどこにあるかを明確に認識させ、その問題を解決するための糸口をつかんでもらうとともに、その問題を自らの力で解決できるまでの知識と経験を習得せしめることにある。

本コースは、昭和43年度の第1回目以来、平成元年度で通算20回目をむかえており（昭和50年度、51年度は休止）この間、受け入れた研修員は28カ国176名を数える。

本コースのカリキュラムに関しては、過去20年の間に次のような変遷がある。昭和43年度の開設第1回目より同49年度までの7回にわたっては、研修対象者を「ガラスの研究者」とし、主として理論面を重視した講義中心の6ヶ月間の研修を行った。昭和50年、51年と2年間の休止を経て再開した昭和52年度第8回目よりは、対象者を「ガラスの生産に携わる者」と改めることにより、対象者を広げ、研修内容を板ガラスや容器ガラス、工業ガラス等の製造に重点をおいたものとした。また、これにともない講義数を減らし研修期間を3ヶ月に短縮した。

昭和62年度第18回目より実習の比重を重くし、研修の前半部で原料の調合、熔融、試験サンプルの作成、分析、試験等一連の作業を通じてガラスの物性等の試験プロセスを理解した上で、研修後半部に製造現場の見学等を実施するプログラム構成とし、平成元年度第20回の今日に至っている。（研修員受入実績は表-1 P33ページ参照）

なお、本コースは、過去20回の実績から、途上国における板ガラス、容器ガラス等の技術は一応の水準に達したと判断し、さらに高度なレベルの研究開発技術（光機能ガラス、電気機能ガラス、表面機能ガラス等）を習得してもらうため、コース名を「先進ガラス材料コース」と改め、内容を改変のうえ実施されることになる。

(2) コースの内容

本コースは講義，実習，見学を通して実施され、研修期間は約11.5週間である。研修カリキュラムは、次のとおりである。

(実習：日)

項 目	講義	実習	見学	項 目	講義	実習	見学
<Ⅰ．ガラスの物性とその測定>				ガラス用成形金型			1
ガラス組成と熔融	1	4		板 ガ ラ ス	1		1
ガラスの物性測定	1	2		ビ ン ガ ラ ス			1.5
膨 張 計 の 製 作		3		ク リ ス タ ル ガ ラ ス			1
ガ ラ ス の 強 度	1			ガ ラ ス 繊 維			1
ガラスの化学分析	1	1		特 殊 ガ ラ ス			1
化 学 的 耐 久 性	1	2		テ ク ニ カ ル ガ ラ ス			1
ガ ラ ス の 粘 性	1			電 気 ガ ラ ス			1
軟 化 点 測 定		2		管 ビ ン			1
<Ⅱ．各種工場見学等>				そ の 他			1
ガラスのプラント設計	1						
ガラスの原料と調合	1		1				
ガラス用耐火炉材	1		1	計	10	14	12.5

※昭和62年度より実習を組み入れた。

2. フォローアップ調査団派遣の目的・背景

前述のごとく、当コースは、これまで過去20回に亘り実施され、この間28カ国から176名の研修員を受け入れている。

本コースにおけるフォローアップチームの派遣は、コース回数14回目を数えた昭和58年度に、第1回目の派遣が受入実績の多かったタイ、インドネシア、フィリピンの3ヶ国において既に実施されており、今回のブラジル、アルゼンチンへの派遣は、本コース2回目の派遣となった。

当初予定では、今回の派遣は第1回目の派遣国を除いて受入実績の多いイラク、エジプト等の訪問を予定していた（研修員受入実績表（表-1）参照）。しかし、平成元年8月2日、

イラクのクウェート侵攻により、湾岸状勢が不透明な状態となったため、中近東周辺諸国への派遣を見合わせる事になったこと、及び、平成2年度より「先進ガラス工学コース」がはじまる関係上、中堅レベルのガラス工学技術を持っている国の現状調査が必要となったこと等を考慮した結果、今回のブラジル、アルゼンチンの2カ国の訪問となった。今回のフォローアップの目的は、次の3点であった。

- (1) 帰国研修員の活動状況を調査し、わが国で習得した技術の現地における適用度を測定する。
- (2) 当該国のガラス工学事情、ガラス工学技術のレベル及びニーズを把握し、上記(1)とあわせ、今後の研修目標設定、内容改善の資料とする。特に、平成2年度より開始される「先進ガラス工学コース」への参考資料とする。
- (3) わが国の最新ガラス工学技術の紹介及び現地における助言、技術指導。

3. 団員構成

- | | | |
|-----------|-------|--|
| (1) 団長・総括 | 早川 惇二 | 通商産業省工業技術院
大阪工業技術試験所
ガラス工学研究室 室長 |
| (2) ガラス工学 | 鈴木 守也 | 同上 主任研究官 |
| (3) 業務調整 | 永井 美幸 | (財)国際協力サービスセンター大阪分室
研修監理員 |

4. 調査日程

月 日	曜	時 間	プ ロ グ ラ ム	宿 泊 先
11/1	木	19:20-20:35 21:30----	移動:大阪→成田(JL411) 成田→サンパウロ(JL064)	機中泊
2	金	--- --- 9:05	サンパウロ着→ホテル チェックイン	サンパウロ Fuji
3	土	9:00-10:40	JICA サンパウロ事務所職員との打合せ	Palace Hotel
4	日	15:00-16:30	移動:サンパウロ→カンピナス	カンピナス
5	月	6:30-20:00	視察:石英採掘現場(Ouro Fino) 石英粉製造工場(Braganca Paulista)	Campinas Palace Hotel
6	火	8:00-10:00 10:30-12:00 13:00-15:00 16:00-18:00	視察:TELEBRAS (ブラジル電信・電話公社) カンピナス大学石英研究室・工学部 移動:カンピナス→サンパウロ 意見交換会:於ブラジル・ガラス工業会	サンパウロ
7	水	8:30-10:00 10:30-12:00 14:30-18:00 18:00-20:00	視察:IPT(サンパウロ大学工学部 セラミック研究室) 研修員との面接調査 技術セミナー:於Nikkei Palace Hotel 調査団主催カクテルパーティ	Fuji Palace Hotel
8	木	9:00-16:00	視察:*Companhia Vidraria 技術指導 Santa Marina (サンタマリナガラス会社)	
9	金	10:05-12:45 17:00-19:30 20:00-21:30	移動:サンパウロ→ブエノスアイレス(LH510) ホテル・チェックイン JICA事務所打合せ JICA事務所長主催夕食会	

10	土		資料整理	
11	日		休日	ブエノスアイレス
12	月	10:00-12:00 15:00-18:00 18:00-20:30	帰国研修員との面接調査 技術セミナー 調査団主催レセプション	CRILLON HOTEL
13	火	10:00-12:00 14:30-16:00 16:30-18:30	視察: *SANTA LUCIA CRISTAL (VASAグループ) *VIDRIERA ARGENTINA (VASA) *CRISTALERIAS CUYO	
14	水	9:00-12:00 12:30-13:00 19:00-21:45 23:10 ----	視察: INTI 国立工業技術院 JICA事務所報告 移動: ブエノスアイレス→サンパウロ(SC941) サンパウロ(RG866)発	機中泊
15	火	---- 7:30	ニューヨーク・John F.K 空港着、 ホテル・チェックイン	ニューヨーク
16	金	12:30 ----	ニューヨーク・John F.K 空港発 (JL005)	機中泊
17	土	---- 16:40 17:45-19:00	成田 着 移動: 成田→大阪(JL051)	

II. 調査・指導内容

1. 帰国研修員の現状

今回のフォローアップ当該国における帰国研修員およびその面接状況は次のとおりである。

項目	国名		
	ブラジル	アルゼンチン	(計)
帰国研修員数	5	3	8
面接者数	4	3	6
非面接者数	2	0	2
アンケート回答者数	4	3	7

※面接者はブラジル① Mr. Mauro Akerman ('87)

② Mr. Samuel M. Toffli ('88)

③ Mr. Peclro L. Guzzo ('89)

の3名。(Mr. Cristovao Roberto ('86) はアンケートのみ回収) アルゼンチンは帰国研修員全員と面接。

面談の結果、帰国後、研修員はそれぞれの場で日本で得た知識と経験を生かし、仕事および処遇の改善が見られ、現在指導的立場で活躍している者が多いことがわかった。

その帰国研修員の動向詳細は表-2 (34~35頁) に示す。

2. 研修コースに関する評価、要望

今回、調査対象となった帰国研修員の数8名(ブラジル5名、アルゼンチン3名)であったが、そのうち6名と面接、7名のアンケート回答を得た。

これらの面接及びアンケート調査の結果を以下に述べる。

(1) コースの有用度、修得技術の適用度

この研修コースに参加する研修員の研修に期待するもの、目的は様々であるが(表-3参照)、その当初の期待にどの程度応えたかという問いに対し、

- 期待通りの成果を得られた 1名
- 概ね期待どおり 3名

- ある程度の成果を得られた 3名

修得した技術、知識を自分の仕事にどの程度適用できたかについては

- そのほとんどのものを適用できた 1名
- かなりのものを適用できた 2名
- ある程度適用できた 4名

という回答であった。具体的に研修の成果として挙げられたのは次のようなものであった。

- ガラスの性質と生産工程の知識を増強する助けになった。
- 資料、文献類が役立った。
- ガラス材料の性質に関する知識を得た。
- 仕事の質を向上させる助けになった。
- 問題の解決や意志決定の過程で学んだ知識を生かすことができる。

などがあげられていた。

このことから、現場への修得技術、知識の適用度にある程度の差はあるものの、知識修得のための研修の成果は十分にあげていると考えられる。

また、この研修コースに参加したことによって、待遇改善が見られたかという問いに対しては、回答者全員が、何らかの改善があったと答えた。研修の成果が実際の仕事の場に生かされた結果だと言えよう。

主な改善項目は次のとおり。

- ① 将来への展望が開けた 4名
- 専門分野の認識が深まった 4名
- ② 仕事の内容が深くなった 3名
- 国際的な交流が広がった 3名

(2) 今後の目標設定・改善のための要望

1) 職務遂行上の問題点

帰国研修員各々が日頃の職務を遂行する上で、どのような問題を抱えているかを質問してみた。回答の多かった順にあげてみると、
仕事をする上での問題点として次のような事柄が指摘された。

A：職務遂行上の諸問題

- ① 研究施設の不足 4名 (B：3, A：1)
- ② 技術文献の不足 3名 (B：2, A：1)
- ③ 生産設備の不備 2名 (B A：2)
- ④ 資金不足 2名 (B：2)

B：社会的制約

- ① 経済状態の悪化 7名 (B：4, A：3)
- ② ずさんな経営内容 2名 (B：1, A：1)
- ③ ずさんな設備管理 2名 (B：1, A：1)

※B = ブラジル、A = アルゼンチン

2) 帰国後の技術研修

上述の質問の回答にも見られるとおり、技術向上のための研究施設の不足、専門技術文献の不足が、面接の際にもあげられていた。一方、JICA研修後、技術研修を受けたことがあるか、という問いに対しては、回答者7名のうち6名は何らかの研修に参加したと答えている。さらに、JICAの研修にもう一度参加してみたいかという質問については、回答者全員が参加したいと答えた。

その際研修したい項目として、特にブラジルでは、シリカガラスを2名が挙げているのは、産出国に働く者としての自覚と意気込みを感じさせる。

3) コース改善のための要望

帰国研修員から、今後の研修への要望としてあげられたものを次に述べる。

- a. 研究者と生産技術者との、それぞれ別々の研修コースを設定し、短期間に、より密度の高い研修を実施して欲しい。
- b. 製造部門の内でも、さらに板ガラスとビンガラスとに別々のコース設定をする方が、製造工程の違いを考える上でも都合が良い。
- c. 工場内での実習を1週間程度組んで欲しい。

4) JICAへの要望

JICAへの要望として次のような意見があった。

生産部門で本当に役立つ若年の技術者を育成する機関が国内にないため、従来のコース内容の研修の存続が望まれる。ただ、研修形態は、南米諸国から参加者を集めて第3国研修の形を取っても良い。その際に、日本の専門家の皆さんの協力を得ることができ

ば幸いである。

(3) 各国のガラス工業に対する将来の展望及び環境問題とガラス工業とのかかわりについての個人的見解

今回のアンケートでは、各国のガラス工業に関する個人的見解を聞いてみた。本質問に対する回答の詳細は表-3(39~40頁)を見ればわかるが、本回答で、各国のガラス工業の現状が把握できる。

以上、アンケート、面接、懇談の結果をまとめてみたが、アンケートへの回答の詳細についてはすべて表-3(39~40頁)を参照されたい。

3. 現地調査

(1) 各国における研究施設、会社等の視察

① ブラジル

石英採掘現場・石英微粉末工場 (MINERAÇÃO ESTRELA DO SUL & MINÉRIOS GERAIS株式会社)

同社の視察はカンピナス大学の PEDRO LUIZ GUZZO 氏(平成2年度ガラス工学研修員)の紹介によるものである。取締役 JOSÉ CAETANO DIRES 氏の案内でオーロ・ヒーノにある石英採掘現場を視察した。

石英採掘現場はなだらかな丘の頂上付近にあり、表土が数メートル、その下が岩石層で構成されており、これらの岩石層は石英、長石等の鉱物よりなっている。現在までに採掘された規模は、長さ200メートル、幅100メートル程であり、埋蔵量等のボーリングはまだ行われていない。このためどの程度の埋蔵量があるかは正確にわかっていない。同社の説明によると現在の場所での純度の高い石英(殆ど白色の石英)は不純物として、アルミナ1PPM、チタン1PPM、鉄5PPM程度を含み、この生産量は2000トン/月である。また、これより純度の悪いもの(少し着色しているもの)は5000トン/月であり、これらは10~15年継続して採掘できるとの話である。

ブラジルの石英埋蔵地帯は大体3カ所に分けられる。オーロ・ヒーノにある石英採掘

現場はこれらのいずれにも属さないことから、より詳しい埋蔵量の調査が必要であろう。

石英採掘現場から1 km程度離れた場所に、石英原石を破砕するプラントを設置し、ジョウクラッシャー等の粉砕機で1 mm程度まで粉砕している。このプラントは野外に設置されており粉砕された石英粉末は野積みのままであった。更にここから20 km程離れた所に微粉末工場（大型ボールミル1台）を持ち、微粉末化している。これらの石英微粉末品の品質管理はルーティンには行われておらず、また試験室内に設置されている測定器（分級器、天秤、顕微鏡等）も十分に活用されていなかった。このことは、おそらく原石の品質が一定のため、分析等の機器を必要としないのであろう。また、この工場で作られる石英粉末の用途は塗料、ゴム等の充填剤が主であることから、品質を検査する必要性もないことによるものと考えられる。

微粉末石英を他の分野（光学ガラス原料、ICパッケージ等）に使用するためには品質を目的に合わせる知識と管理者が必要となる。これらの技術者の養成は同社内では困難であるようである。これらの新規部門に対する提案を行っても、その提案を受け入れられるための基礎がないと、成功することは困難である。従って、総合的に考慮して提案することが必要である。

TELEBRAS（ブラジル電信・電話公社）

カンピナス大学石英研究室 助教授 ROBERTO T. ASSUMPSÃO 氏の紹介でTELEBRASの光通信用石英ガラスファイバーの製造工程を見学した。正門は厳重に警戒され、パスポートを提示しての見学であった。

当公社の製造法はアメリカコーニング社の製法と全く同じであり、横方向にストを作製し、これをガラス化していた。出来上がった石英ガラスの棒を縦型のリングヒーターを用いたファイバー成形機でファイバー化する。ここで作成する通信用ファイバーはシングルモードファイバーで透過損失は0.2 dbでかなりの水準である。これらのことから、この研究所に入る時の厳重さが伺い知れる。しかし、日本の現状からすれば、これほどの厳重さは必要ないものと思われる。

カンピナス大学石英研究室

カンピナス大学における石英研究室は研究室そのものが、各学部とは独立して建てられている。研究室内の物性測定機器、実験装置等の研究設備の整備はこれから始まると言った状況である。研究スタッフはペドロ・グゾ氏をはじめ5～6名の修士、学部の学生が主な研究員で、専属の研究員はいない。当研究室から発表された数々の石英に関する報告書はJICA専門家派遣研究員岩崎夫妻と現地スタッフの努力によるものが多く、日本とブラジルとの研究協力が着々と進行し、ますます充実していくものと感じられた。

カンピナス大学とガラス研修コースとの関連は石英が石英ガラスの原料であり、ブラジルが原料供給国の最大手であることによっている。この観点からカンピナス大学の石英研究室において石英ガラスに関しての研究の芽があるのかがフォローアップチームの最大の関心であった。また、前記のTELEBRASにおいて、光通信用合成石英ガラスファイバーの研究設備を見学しているので、カンピナス大学では天然石英を用いた石英ガラスの研究を期待していた。しかし、ここで行われている研究の大部分が石英のキャラクタリゼーションと合成石英に関するものである。石英ガラスに係るものとしては、石英の純度に関するものであろう。純度の高い石英は高価であるため、不純物除去の研究が行われるものと考えられる。

日本における石英ガラス会社はそれぞれ独自の方法で原料の石英を処理して石英ガラスを製造している。未利用の純度の悪い石英を高純度化して利用することは資源の有効利用のためにも開発しなければならない技術である。このような研究が資源国であるブラジルで開発され、これらの原料を用いて各種の石英ガラス製品を製造し、安価に世界に供給することが可能となればブラジルのガラス産業の一つとして成長するものと期待される。このためにはカンピナス大学石英研究室の拡充、整備と研究スタッフの充実が重要である。

日本は半導体産業の先進国であり、石英ガラスの最大の需要先である。石英は地球のどこにでも存在するが、高純度の石英及び水晶は限られた場所にしか存在しない。ブラジルはこれら資源の豊富な供給国の一つである。資源に乏しいわが国においてはこの一般には豊富にあるとされている石英においても、その輸入が止まれば、たちまちにその影響が各種の先端技術産業に現われることとなる。このように基礎材料の安定した供給先の確保は重要な問題である。これらの観点からもブラジルにおける石英資源の調査、

資源の有効利用及びこれら資源を用いた産業の育成に経済的、技術的協力が必要である。

カンピナス大学の石英研究室における研究活動の一端として次の研究報告を入手している。

1. Influence of Al impurity in the fabrication of synthetic quartz.
Study by X-ray topography and goniometry.
2. Seed technology for synthetic quartz.
3. Density measurement of grade quartz lascar (Characterization of natural quartz lascar)
4. Synthetic quartz technology (Growth and characterization by X-ray, ultrasonic characterization)

サンパウロ大学材料研究所 (IPT)

ガラス・セラミック部門

IPT ガラス・セラミック部長 ALEXANDRE ROMILDO ZANDONADI 氏から IPT の業務及び研究内容についての説明を受け、ガラス部門を担当している COLIN GRAHAM ROUSE 氏の専門であるガラスの結晶化、化学的耐火性そしてガラスによる耐久物の侵食（主にアルミナ系耐火物）等である。再結晶アルミナ耐火物等もこの研究所で製造されていた。ここでは耐アルカリガラス及びガラス繊維の研究が行われており、日本でのコンクリート補強用ガラス繊維の動向についての質問があった。さらに鉍滓を用いた結晶化ガラスの研究が行われており、研究面については今年から始まる先進ガラス材料コースを受け入れる有力な拠点となりうる。

この部門における各種の施設はアルミナ磁器を製造することを目的としているためか、磁器製造に必要な原料粉碎・成形・焼成に関する装置が多かった。物性測定に関しては最近の測定機器もあるが、日本の30～40年前における状態と大体同じである。大学院の学生、研究者が自分で自作し、測定を行っている状態であり施設面の援助が必要である。

ガラス部門における研究活動の一端として次の研究報告を入手している。

1. Crystal formation studies of glass.
2. Alkaline durability studies of commercial glasses.
3. Glass corrosion studies of a high alumina refractory.

4. Alkaline durability studies of glass fibers by scanning electron microscopy.

サンタ・マリーナガラス会社
サンパウロ工場

同社の技術主任 MAURO AKERMAN 氏（昭和62年度ガラス工学研修員）によるとサンタ・マリーナ会社は板ガラス、容器ガラス、工業用ガラス（鉛ガラスを除いた）等全てのガラスを製造するブラジル最大の自動ガラス製造会社で、ブラジル各地に工場を持ち、従業員は5300名の大企業である。

板ガラスはイギリスのビルキントン社、そして容器ガラス、工業用ガラス（ホウケイ酸ガラス）ではフランスのサンゴバン社と技術提携を行っている。板ガラスの製造部門は容器ガラス製造部門と完全に別系統の工場となっており、我々フォローアップチームでもその一端すら見る事ができなかった。この例のごとく、容器部門との相互の技術交流も少なく、ガラス工学について先端技術の波及効果も少なかったのは、この会社が2系統の技術を導入したためであろうか。この会社のサンパウロ工場における板ガラス以外の規模は次のようである。

FURNACE	TYPE	PULL MACHINE (t/day)	KIND OF GLASS
3	EP	175	1 I S BOTTLE FLINT
6	SP	80	4 I S VIALS AMBER
12	SP	185	5 I S 6 POTS FLINT
16	ELECTRIC	70	1 I S 5 VIALS FLINT

ガラス溶融炉の構成からも明らかなように、電気によるガラスの溶融が主力となってきている。電気によるガラス溶融は、電力のコストが安いこと、電力の安定した供給が確保出来る事を前提としなければならない。ガラス溶融への電気の使用は他の燃料に比べると維持、管理が容易で操業上問題が少ない。これらの点からも同社が新しい技術を導入し、積極的にガラス製品のコストを下げ、他の容器材料の競争に対応していく姿勢が感じられた。

この会社における技術戦略としては外国との技術提携を強め、生産設備もコンピュータ技術を導入して自動化を進めている。このことは途上国におけるソーダ石灰ガラスの対応の仕方が示されているような状況を感じた。具体例としてMAURO AKERMAN氏らの技術管理部門を生産現場から独立させている。このため、新しい技術の導入が比較的容易に行われたと考えられる。

外国からの技術導入は生産効率をそれなりに向上させるが、先進国並に引き上げることは難しい。例えば、容器ガラス部門の品質管理室には先進国並の測定装置があり、日常的に分析が行われていた。しかし、ガラス原料が蛍光X線分析装置を用いて随時分析されてはいるものの、これらのデータと製品について日常的に測定される各種の物性測定値との比較検討はされず、ガラス製造プラントにおける総合的な品質管理技術は導入されていなかった。

この会社における次の技術の導入はおそらく容器金型の自動設計と最終製品の自動パッケージングであろうと考えられる。これには生産現場技術者のより高度な技術教育が必要であり、更にそれらの基礎になっているガラス科学、ガラス工学の知識を必要とする。板ガラスにおけるフロート法にその定型をみているように、容器ガラス分野において技術の進歩とそれらの蓄積が一つの型に収束しつつあることが、この会社の技術的戦略から伺い知れ、途上国に対する技術指導の定型を見た感じである。

ブラジルガラス工業協会との意見交換

ブラジルガラス工業協会の協会長ヴィドラリア・サンタ・マリナ・ブラジルの取締役ROBERT PRADO氏から同協会職員の紹介があった。また、現在ガラス工業協会は積極的にカレットリサイクリングに取り組んでいる。カレット普及活動の一環としてカレットリサイクリングの推進と書かれたTシャツを作っており、フォローアップチーム一同に配布された。フォローアップチームを代表して早川総括から、日本における最近のガラス材料研究について、GIRIO（大工試）における研究活動の紹介を行い次に同協会職員から下記のようなブラジルにおけるガラス製造業の状況及びガラス工業協会の役割についての説明があった。

1. ブラジルにおけるガラス製造業の現況

ガラス製造業は製造プロセスからみると(1)手動、(2)自動、(3)成形・加工に分類され、

その内(2)の自動製造プロセスは吹き込み、プレス、板、ファイバーに分類される。(3)の成形・加工は主として自動車、建築用のガラスを対象としている。(2)の自動製造工業の特徴としては①製造メーカーの数が少ない。②人件費が安い。③建設費が高い。④減価償却が遅い等があげられる。

ブラジルにおけるガラス工業の現在の状況を世界的に位置付けると次のようになる。
①板状ガラス（同等レベル）②テクニカルガラス（同等レベル）③ビン類（10年程遅れている。）④クリスタルガラス（手動製品・同等レベル／自動製品・製造されていない）⑤ファイバー（同等レベル）

ビン等のガラス製品が遅れている理由として次のことが挙げられる。①マーケットが変動し安定していない。②消費者側からの抑制がある。③価格抑制がなされており値段を上げられず収益性が悪い。④投資が少ない。⑤コンピュータ技術を導入して自動化を進めるための最新技術は政府の規制のため外国から導入できない。

ブラジル国内では200社のガラス製造業が存在するが、その内ガラス工業協会に登録されている企業は77社であり、他は登録されていない。登録されている企業77社の内、手動製造業数43社、自動製造業数22社、ガラス成形・加工業数12社である。資本の受け入れ先は自動製造業は国内8社・外国14社、手動製造業は国内43社、成形・加工業は国内10社・外国2社からである。

ブラジルにおける最近の生産能力と実働値は次のようである。

(年)	生産能力 (ton)	実働値 (ton)	割合 (%)
1988	2,373,558	1,488,349	62.7
1989	2,372,830	1,674,862	70.6
1990	2,475,692	-	-
1991	2,500,692	-	-

生産能力に対する実働値の割合は約70%程度である。ガラス製品種別でみると、板ガラス：25%、容器ガラス：55%、住宅用9%、ファイバー：1.5%、理化学用：9.5%の割合である。

2. ブラジルガラス工業協会の役割

同協会は20年程前に設立し、主として自動製造プロセスを持つガラス製造企業の集まりとして発足した。営利活動を目的とするものではなく、単にガラス工業の技術的

要請に応えることを目的としている。実際の活動としては他分野の工業協会及び外国のガラス工業協会との交流、そして各種の委員会活動がある。

各種委員会活動としては下記の内容が挙げられる。

(1)法律関係 (2)市場調査 (3)ガラスのイメージアップ(代替品に対して) (4)リサイクル委員会(ガラスの再利用を進めることによって、消費者に対してガラス製品は環境上良い物であることをアピールしている。) (5)調達委員会(原料調達、新しいサプライヤーの開発、設備の調達等) (6)人材委員会(労使関係、給与調査、給与調整に関する指導) (7)安全と衛生委員会(各工場で働いている人達が選定され、工場内での安全・衛生に関する活動を行なっている。) (8)職業病に関する委員会

以上の委員会活動の他に次のテクニカルコミッションがある。

(1)ガラス製造技術 (2)エネルギーと環境に関するコミッション (3)プロセスコントロールと自動化(コンピュータ技術の導入を検討し、生産設備の最新化を進める) (4)耐火物に関するコミッション (5)文献及びドキュメンテーション(図書館を作することを計画している。また、年1回程度セミナーを開催しており、最近はフランスのガラス関係の研究者に協力してもらい、ガラス製造技術に関する講座を実施した。)

最後に1991年11月17日～21日の期間にラテン アメリカ テクニカル シンポジウム(第4回)が開催されるので、日本のガラス関係の技術者、研究者に対して参加要請があった。

日本のガラス工業協会としては(社)日本硝子製品工業会があり、ガラス製造会社における技術者を対象として、ガラス技術研修会等を開催している。最近の研修会ではガラスの溶解技術、ガラスの加工技術が取り上げられており、各ガラス製造会社の製造部・課長クラスの技術者が講演を行なっている。ブラジルガラス工業協会のような広範な活動を行なっているわけではなく、瓶ガラス協会など製造品種別に協会が組織され、それぞれ独自に活動を行なっている。また、日本では学術協会の役割が大きく、ガラス材料研究については(社)日本セラミック協会において、数多くの講演会等が組織されている。最近ではガラスの製造方法が、ニューガラスの出現により多様化しており、新しいガラスの製造方法と開発動向に関しての講演会等が予定されている。

② アルゼンチン

現在アルゼンチンにはブラジルにおけるガラス工業協会のような営利活動を離れた組織は存在していない。従って調査結果としてアルゼンチンでのガラス工業の全体状況を
知る機会を持つことは出来なかった。以下概略的な訪問先調査結果について報告する。

アルゼンチン硝子会社
VIDRIERA ARGENTINA

同工場の工場長 RAUL A. CARATINI 氏によると、この会社は従業員数 800名、その内 スタッフは315人であり、700t/dayの型板ガラス炉と3500t/dayのフロート炉を有している。現在の生産率は60~65%程度であり、需要動向に対応して生産しているとのことである。自動車用ガラスの需要は現在量以下に落ち込むことはないが、10年前と比べて1/3程度である。アルゼンチンは経済的にインフレ傾向が強く、各種産業分野においてその制約を受けているようであり、財政赤字を無くすことを目標において生産量も調整されている。

型板ガラス炉は通常の板ガラス炉と比べると溶融規模が著しく小さく、同社の独自技術で5種類程の型板ガラスを製造していた。また、フロート炉は英国ピルキントン社の特許に基づくことから、炉回り、成形部分は見学できなかったが、板の切断工程を見ることが出来た。この工程は各国共通であり、日本における板ガラス製造会社の場合と同様にコンピュータ制御により自動的に所定寸法の板ガラスを製造していた。

サンタ ルシア クリスタル
自動車用ガラスの加工工場

同社はアルゼンチン硝子会社（V A S Aグループ）と同系統の会社であり、アルゼンチン硝子会社で製造した板ガラスを原材料として自動車用の加工板ガラスを製造している。

MARCELO JORGE MAROLDA 氏（昭和58年度ガラス工学研修員）によると、同工場では従業員数270人、その内スタッフは60人である。工場内設備は日本における加工設備と比べてもそれほど劣ることはなく、各種の加工機械が合理的に配置

され、合わせガラス（ラミネート）の設備も完備していた。現在の歩留まり率は86%程度であるが、生産量は日本と比べて著しく低いことに驚かされた。

アルゼンチンにおける自動車産業の需要は10%程度以下である。確かに市中を走っている車は中古品が多く、整備も制度的に完備していないようである。車の値段が高価であることにもよるが、自動車産業の需要は将来的にもそれほど大きくならないようである。従って、自動車用ガラスの製造能力が高いにもかかわらず、その生産量も低く調整されざるを得ないものと思われる。

CRISTALERIAS CUYO ビンガラス製造会社

技術部長のEDUARDO CARLOS SUAR氏（昭和60年度ガラス工学研修員）の案内でアンバービン用のガラス製造プラントを見学した。アルゼンチン国内では比較的大きな工場であり、同社の製造したビン類は市中のレストラン、ホテル内でよく認められる製品である。同工場内には160t/day程度の溶融炉を3つ保有している。また、他の地域にも製造工場が数カ所あるとのことである。

同社は先に報告したブラジルのサンタ・マリーナガラス会社 サンパウロ工場のような大企業ではなく、総従業員数も千人程度の中企業であり、ガラス種も容器用ビンガラスのみを製造している。また、外国からの技術導入を積極的に進めているような状況ではなく、同社独自の経験で製造を行なっている。技術管理部門のスタッフもEDUARDO CARLOS SUAR氏を含めて数人程度であり、彼らの指導能力と経験が大きな影響を与えている。

同社の生産現場は日本における30年前の中規模容器ガラス製造会社と類似した形態であり、ガラス製造プラントとしては必ずしも合理的に配置されておらず、改善されるべき所が多く認められた。特に原料管理（原料貯蔵場所の改善、原料の品質検査の必要、カレット選別方法の改善、調合設備の近代化）、操業管理（温度、炉圧計等の近代化、空気比の計測）、品質管理（自動化）等が挙げられる。これらの内カレット選別に多くの従業員が配置され、手作業で行なわれていた。同社の製造プラントでは全原料に占めるカレット使用率が8割以上であり、相当にカレットの使用率が高いことから、カレット選別システムの自動化が特に必要と思えた。また、製品の品質管理は一人の検査員の

肉眼検査で済まされているのには驚かされた。アルゼンチンにおける容器ビンの品質基準はそれほど厳しくないこと、生産量が著しく少ない事によるのであらうと思われた。

日本におけるガラス製造プラントにおいても、製品には時たま欠点（泡、脈理、石）等が現われ、技術者を困らせることがある。これらの問題は経験的に解決できる面もあるが、ガラス製造過程の全工程について管理していかないと解決出来ない場合が多い。これらの問題に対しては、技術管理部門のスタッフの増加とレベルの向上が必要である。同社においては、EDUARDO CARLOS SUAR氏がガラス工学に関する知識を得るために、JICAのガラス工学研修員として来日し、多くの日本のガラス製造プラントを見学し、また大阪工業技術試験所においてガラス工学の理論的な学習を行っている。しかしながら、彼の後に続く技術者のトレーニングについてその機会がないのは非常に残念に思う。

国立工業技術院（INTI）

ガラス部門

国立工業技術院（INTI）は日本の通産省工業技術院に相当する機関であり、ブエノスアイレスに本院がある。また、アルゼンチン全国に支所を持つ研究機関である。職員は全体で1800名おり、本院には約1000名の職員がいる。ここでは科学技術分野の多方面な研究が行われている。我々フォローアップチームはDr. EDUARDO A MARI氏の案内で、同院のセラミック・ガラス関係の研究部門（CIIM）を見学した。

CIIMのディレクター Ing.HUGO NIELSON氏によると同研究部門にはガラス、セラミック、地質学、鉱物、科学研究の5部門があり、35名の研究者と30名の補助研究者がいる。国立工業技術院の機構は国の研究機関であるが、国と企業との共同で行われており、幹部会は15社の民間企業とINTIの幹部との参加の基に運営されている。同院は民間企業に応用できる研究を行っており、ガラス部門ではガラス原料の分析と原料の工業化を基本として研究をしている。JICAとの間では、現在具体的プロジェクトはないが、希土類原料の研究に関する事項を希望している。しかし、現在他の部門であるパッケージ研究センターではJICAのプロジェクトが進められているとの説明があった。

C I I Mのガラス関係部門には、ガラス溶解用電気炉、物性を測定するのに必要な一通りの測定装置等を完備しており、例えばガラスの高温粘性を測定する回転式の粘性装置、熱分析装置、スーパーガンタル電気炉、各種顕微鏡等が研究室に設置されていた。同部門での役割は I N T I の性格上必ずしも先端的なガラス材料についての研究が行われているのではなく、ガラス製造企業の技術者向けにガラス工学に関する教科書、辞典、参考書等の作成を行っている。また、ガラス製造企業で問題となるガラス製品の欠点の解析等も行われている。ガラス部門の顧問である Dr. EDUARDO A. MARI 氏はガラス国際会議にも参加し、日本の著名なガラス関係の研究者をよく知っており、彼の著書である LOS VIDRIOS (ガラス) をフォローアップチームに贈呈された。

国立工業技術院 (I N T I) のセラミック・ガラス関係研究部門 (C I I M) におけるガラス関係の研究者を知ることが出来たのは、フォローアップチームにとって大きな収穫であった。彼らはアルゼンチンにおけるガラス工学研究の第一線におり、同国のガラス技術者に対して指導的立場にいる。従って、研究面について今年から始まる先進材料コースを受け入れる有力な拠点となりうる。

見学終了後、国立工業技術院 (I N T I) と G I R I O との具体的な研究交流に関して Dr. EDUARDO A. MARI 氏から下記のような提案があった。

1. 従来のガラス工学コースの継続の可能性は有るのかどうか。
2. 先進ガラス材料コースへの参加については検討し J I C A に要請する。
3. J I C A のアルゼンチン事務所に溶融技術についてのセミナーの開催を現在要請している。この企画はアルゼンチンのガラス企業が望んでいる。民間企業へのアンケートを取り、それらのまとめを次ぎのように作成した。内容的にはガラス溶融技術に関して従来技術の向上を目的としている。

Proposal of short course on :

IMPROVEMENTS IN GLASS MELTING TECHNOLOGIES

Contents : 1. Overview about conventional melting operations. Principles of furnace design. Types of furnaces. Types of heating systems : gas and/or oil burners ; all electrical ; mixed. Operations of firing and furnace life. Control and regulation.

2. Types of refractories for glass furnaces. Pots. Selection

of refractory materials. Reactions between glass and refractories. Present trends in refractories for glass.

3. Physical-chemistry of the melt. Influence of raw materials, refining agents and other minor components, furnace atmosphere, temperature, and flow of glass. Sources of defects, bubbles and stones. Colour and redox conditions.
4. Characteristics of the melt accordingly to forming operations. Composition, viscosity, homogeneity. Influence of forming and annealing processes.
5. Improvements regarding transfer of matter : furnace charge and glass flow, convection currents, stirring, extraction, gob formation, mass balance. Other forming operations: drawing, float, spinning.
6. Improvements regarding transfer of heat : heating systems, temperature gradients, cooling systems, conditioning, insulation, heat recovery. Temperature control and regulations.
7. Summary. Questions. Discussions. Evaluation.

Schedule : Six lectures of about 4 hours each, plus one or two summarizing, discussion and evaluating classes. TOTAL : 8 days.

Attendance : Graduate staff of glass firms and researchers of INTI and other institutes ; it is expected to have about 30 people.

Language : English.

Texts and bibliography : Professors are requested to give a list of selected bibliography and an extended summary of their lectures, including graphs, in English.

Facilities : Slide and transparency projectors ; typing and photocopies ; samples ; laboratory.

August, 1990.

(2) ブラジル・アルゼンチンにおけるガラス工学分野の現状と問題点

各国における研究所，会社等を視察した結果、次の現状と問題点がわかった。

① 板ガラス

板ガラスについては先進国、途上国に関わらず全世界ほとんどの国において、従来の引き上げ法からフロート法によって製造されるようになってきた。このフロート法は英国 Pilkington 社の特許で、全世界どこの工場でも同社の技術を導入すれば、同一の製品を製造することが出来る。従来の技術の延長と言うタイプではなく、資本と技術が一体となって、管理される全くの装置産業である。このため途上国においては、従来の技術とは隔離することが必要となり、この部門は技術的にも別系統とし、Pilkington 社が製造に関わる全ての技術を総括している。

途上国における都市問題の根源は共通に人口の都市集中が激しく、都市の巨大化が進行していることである。このため大型の高層ビルの建築が盛んである。このビル用板ガラスの需要は途上国でも大きく、板ガラス製造の90%が建築用である。人口の都市への集中化、住宅の質の向上等により、途上国での板ガラスの需要はますます高まるものと思われる。しかし、この需要はその国の経済状況の進展によって大きく左右される。また、日本においては自動車産業における板ガラスの需要は大きい、途上国ではその需要は10%以下である。自動車産業は総合技術の上に成り立つが、途上国では総合的な技術の発展が遅れているため、自動車産業の生産力も小さく、自動車用ガラスの需要は少ない。この傾向は今後とも変わることはなく、途上国での板ガラス産業の著しい発展は期待できないと考えられる。ブラジル・アルゼンチンにおいてもこのことは変わりがない。このような観点から板ガラス製造部門でのガラス工学研修コースの貢献は少ない。

② 容器用ガラス

途上国の容器用ガラスは食品産業、特に飲料、アルコール産業の基礎素材として必須の材料である。途上国における収入の増加は食生活への充足がまず考えられる。このため食品産業の発展、社会的インフラでの飲料水の問題は清涼飲料をはじめとしてアルコール飲料の消費の拡大が考えられる。これらの需要を満たすためにはその容器が必要となる。

これらの分野における容器の需要は単に、ガラスのみではなくペットボトルを代表とするプラスチック容器、あるいは紙容器等が考えられるが、途上国における物流のルートは先進国のように整備はされておらず、容器への充填後の保管状況及び衛生等の観点からも耐久性のある容器が望まれている。

ガラス容器はリサイクル数が増えるのに従い、そのコストが低減するためビンの再使

用の回数は先進国の何倍にも達している。このことは、ブラジル・アルゼンチンによる市販清涼飲料用ビンが著しく充填キズが認められていた。このような状況から容器としてのガラスビンのコストは使用回数が増えるほど下がり、プラスチック、紙、スチール、アルミ缶等との競合に打ち勝っているのが現状である。途上国の容器としてのガラスはこの点で先進国とは大きく変わり、先進国のワンウェイ容器の問題はこれからである。

途上国の容器ガラス工業は先進国とは異なり、途上国の全体的な収入の向上と共に食生活の向上、種類の拡大等によりますます発展し、その規模も先進国以上になり、板ガラス以上の規模になるものと考えられる。途上国におけるこれらの容器需要を満たすために途上国のガラス技術者は、より早く多量のビンを生産するための、いろいろな方法を試みていることが明らかとなった。その一つの方法として、カレットを多量に使用することで解決を見いだしている。これによりエネルギーと原料コストを下げ、総合的なコストの低減を図っている。しかし、反面良質カレットの市中からの回収方法、カレット中の異物の選別設備などは先進国からの技術を導入する必要がある。

ガラス工学研修の目的がこれら容器ガラスの技術者育成を目的において進められて来たことがこれら途上国に実現され、貢献したことが確かめられたのも今回のフォローアップの成果の一つであった。

③ 工業用ガラス、その他特殊ガラス

板ガラス、容器用ガラスを代表とする実用ガラス（ソーダ石灰ガラス）以外のガラス製品の中で、比較的生産量の多いのはホウケイ酸ガラス組成を持つ工業用ガラス、理化学用ガラスである。ブラジルにおけるこの種のガラス製品の生産量は全てガラス製品の10%程度であり、実用ガラスの生産量と比べると著しく少ない。

ホウケイ酸ガラスはソーダ石灰ガラスと比べると膨張係数が小さく、また耐水性も良い等の物理・化学的性質が優れており、主として理化学用ガラス、照明用ガラス、医薬用ガラス等として使用され、代表的なものとして、アメリカ、コーニング社のパイレックスガラスが知られている。ブラジル・アルゼンチンにおいて、パイレックスガラスが製造されているのかどうかは不明であったが、ブラジル サンタ・マリーナガラス会社では外国との技術提携を行ない、工業用ガラスの製造をしていた。途上国では多分この種のガラスを多量に製造している企業は外国との技術提携を行なっている場合が多いと考えられる。

工芸用ガラスを除いて、工業用ガラス、光学ガラス等の特殊ガラスは化学工業の進歩、

理化学部門の発展と共に、実用ガラスでは得られないガラス製品に対する要求が高まるにつれてそれらの需要が増大すること、また石英ガラスはハイテク工業分野の発展と共に重要な素材として用いられることから、ブラジル・アルゼンチンにおいて、当面はこれらガラス産業の著しい発展は期待できないと考えられ、ガラス工学研修コースの貢献は少ない。しかし、将来的にはこれら特殊ガラスに対する研究・技術指導等が要請されるものと考えられ、特に研究面については平成2年度より開始される先進材料コースの役割が相当に増大するものと思われる。

④ ガラス工業協会及び研究機関

ブラジルのガラス工業協会の役割は非常に大きい。ガラス製造企業の実態把握、技術者教育、エネルギー・環境問題に対する社会的活動等極めて多面的な活動を行っている。ガラス製造企業としての営利活動ではなく、ガラス工業の技術的な要請に対して総合的な検討を行い、一般消費者向けに雑誌（GLASSMAKING IN BRAZIL）技術者に対しては（VIDRO）等の出版活動を行っている。このような工業協会の存在は極めて必要なことであり、特に各種の情報交換、ガラス製品と消費者との関係改善、ガラス製品のイメージアップ、カレットリサイクルに関する社会的なアピール等については日本のガラス製品工業協会との交流及び情報交換を行うことが必要であろう。

ガラス工学に関する研究はブラジルのサンパウロ大学材料研究所（IPT）、そしてアルゼンチンでは国立工業技術院（INTI）のガラス部門の両機関が活発な研究活動を行っている。特にINTIのガラス部門は、アルゼンチンにおけるガラス企業に対して指導的立場にあり、これらの機関とは今後情報交換の必要があるものと思われる。

4. 技術指導

(1) セミナー

1) 今回の調査では、わが国の最新のガラス工学技術の紹介という意味で、セミナーを開催した。概容は次のとおりである。

① ブラジル

開催日時：1990年11月7日

14：30－18：00

場 所：NIKKY PALACE HOTEL

参加者数：21名（JICA関係者除く）

- 講義内容：① 通商産業省工業技術院大阪工業技術試験所全体の紹介（早川）
- ② 同上ガラス・セラミック材料部の研究紹介（鈴木）
- ③ Temperature Coefficient of Refractive Index on Silica Glass（早川）
- ④ 「平成2年度 先進ガラス材料工学コース」の紹介

② アルゼンチン

開催日時：1990年11月12日

14：30-18：00

場 所：HOTEL PANAMERICANO

参加者数：16名（JICA関係者除く）

- 講義内容：① 通商産業省工業技術院大阪工業技術試験所の紹介（早川）
- ② 同上ガラス・セラミック材料部の研究紹介（鈴木）
- ③ Utilization of Glass Cullet on Global Environment Problems（早川）
- ④ Decolorization of Glass in High Temperature Heat Treatment（鈴木）
- ⑤ 「平成2年度 先進ガラス材料工学コース」の紹介

2) セミナーにおける討議内容

① ブラジル

石英ガラスに関する屈折率の温度係数についてのセミナー主課題に対する質問は少なく、新しいガラス材料研究に関する質問そして日本のガラス産業に対する一般的な質問が多かった。この理由として、セミナー課題である石英ガラス材料のハイテク分野の利用が進んでいないこと、セミナーの参加者が板、ビン等の実用ガラスを製造している企業の技術者が多かったことによるものと考えられる。ブラジルでは日本製のカメラ、ビデオ等の光学機器が良く知られている反面、それらの素材を生産している日本のガラス産業の実情はそれほど知られていないようである。セミナーにおける質問、討議事項を下記に示した。

- (1) 無容器ガラス溶融に関して、飛行機による無重力実験で作られるガラス材料の用途は。
- (2) 高レベル放射性廃棄物の研究に関して、日本における原子力発電所からの廃棄物

量及び将来的な動向。

- (3) 日本製のカメラは世界的によく売れているが、世界に占めるシェアはどの程度か。
- (4) 戦後の日本の技術開発は著しい。残念ながら外国にいる者にとって日本のテクノロジーに接することは非常に少ない。日本政府として技術交流に対して障害を少なくするような施策、例えば言葉の問題もあるが外国人に日本の文献をアクセスする事を可能にするような施策を行っているのか。
- (5) 容器用ガラスの機械的強度を向上させるための研究なり技術開発が行われているのか。
- (6) ホウケイ酸ガラスの製造において、ホウ酸の揮発を管理することによって製品中の欠点である、結晶物の生成を少なくできるのか。オーブンのトレーを製造しているが、日本の製品と比べて品質が劣っている。その理由は品質管理の問題かそれとも材質上の問題か。

(1)~(5)に関しては日本のガラス産業に対する一般的な実情及びGIRIOのガラス・セラミック部で行われている研究例、そしてJICAの業務説明などの説明を行なった。しかし、(6)については相当に技術的な質問であり、またブラジル サンタ・マリーナガラス工場の技術者からの質問であったので、後日、技術指導を行うことにした。その結果は3-3-1で述べられている。

② アルゼンチン

アルゼンチンでのセミナー主課題は日本におけるカレットリサイクリングの現状と問題点、そしてカレット利用に関するアンバーガラスカレットの脱色についての研究紹介であった。それに先立ってGIRIO及びガラス・セラミック部の研究活動の説明を行った。

セミナー課題の内容がガラス技術者にとって身近な話題であり、現実にアルゼンチンでのガラス製造企業ではカレット使用率が高いこともあり、カレット使用に対する省資源、省エネルギーなどの経済的利点、またグローバルな地球環境に対する利点等の理論的な効果については、セミナーで説明するまでもなく十分に理解されていた。質問としてはカレット使用に対する技術的な質問及びカレット回収、選別法に関する質問があった。セミナーにおける質問、討議事項を下記に示した。

- (1) GIRIOにおける研究予算は企業からの出資もあるのか。
- (2) 日本の板ガラス製造におけるカレットの使用割合はどの程度か。

- (3) 日本でカレットのみでガラス製品を製造しているケースはあるのか。
- (4) カレットの使用率を増加すると製品が割れやすくなるか。
- (5) 市中カレットから異物を除去する際にアルミニウムはどのようにして選別するのか。

アルゼンチンでのカレット使用の現状については、訪問先調査で視察することができ、予想外にカレット使用率が高いこと、またいくつかの問題点を知ることが出来た。これについては4. 3. 3-2で詳細に述べられている。

3) セミナーの総括評価及び成果

ブラジル、アルゼンチンで開催されたセミナーは現地の通訳を介しての説明、討議であった。しかし予想外に多くの質問が出され、討議も活発に行われた。

ブラジルでは石英ガラス材料という非常に特殊な分野の内容であったために、セミナー主課題についてよりは日本のガラス産業の紹介が出来、ガラス関係者との交流が進んだものと考えられる。石英ガラス材料に関してはサンパウロよりむしろ、カンピナス大学で開催した方が良かったと思われる。

アルゼンチンでは訪問先調査に先だってセミナーを開催したために、アルゼンチンのガラス製造業の実態、とりわけカレット使用の実態を知らないこともあり、技術指導を踏まえるようなより具体的な討議が出来なかった。しかし、反面セミナーで提起された幾つかの問題については工場視察の中で認識を新たにすることが出来た。

セミナーの成果は単に技術的な情報交換だけではなく、そこに参加した多くの人達との交流がフォローアップ主催レセプションで出来た事だと思う。ブラジル、アルゼンチンにおけるガラス関係の技術者、研究者の多くを知り、彼らのJICAに対する幾つかの要望なり、実情を直接に聞くことが出来たという事であった。その一つとして、過去20年間行われてきたガラス工学研修コースの継続の可能性について多くの若いガラス技術者から質問された。このことは従来のガラス工学研修が一定の成果を治めたということ、そして過去に参加したガラス工学研修員に続く若いガラス技術者の育成が今後必要であることを痛感したことであった。

4) セミナーでの「先進ガラス材料コース」紹介の成果。

セミナーの中では今年から始まる先進ガラス材料コースの内容について、セミナー参加者の多くに説明することが出来た。途上国においては板ガラス、容器用ガラスの実用ガラスについては、既に報告しているように先進国から技術提携を行ない、それらの技

術の消化を図ってきている。この結果、これらの実用ガラスの分野では一定の水準に達している。途上国では将来的に実用ガラス以外の特殊ガラスへとその多様化を図る必要がある。これらの新規分野に対して最も関心を示したのはブラジル、アルゼンチンにおいてガラス工場の技術者よりはむしろ大学、研究機関の研究者であることが解ったのも成果の一つであった。なお、本体に関する詳細は5.先進ガラス材料コースへの具体的提言（31頁）を参照されたい。

(2) ガラス技術向上のための技術指導及び提言

1) ブラジル

(1) 石英粉末の利用方法について（石英採掘現場、及び石英微粉末工場）

石英採掘現場、及び石英微粉末工場の調査結果から、同工場で製造される石英微粉末は単に塗料、ゴム等の充填剤としての用途しか使用されていなかった。

フォローアップチームは同工場において、石英粉末の他の利用方法について指導を行なった。特に先端材料（ハイテク関連材料）としての石英ガラスの用途が拡大していることについて、日本での現状を説明した。また、高純度の石英微粉末は石英ガラスを始め光学ガラスの原料として極めて高い価値を持つことから、同工場で製造される石英微粉末の正確な純度を知ることの必要性についての指導を行なった。この観点からの指導は同工場のみならず、カンピナス大学石英研究室の研究者達との討論の中においても、我々が指導した内容でもある。

カンピナス大学石英研究室の研究者は、確かにブラジルにおける石英のキャラクターゼーションの研究において、最先端の位置にある。しかし、この石英材料を用い、より付加価値の高い材料の創製とその応用に関する視点が全く認められなかった。このような研究が資源国であるブラジルで発展するためには、同研究室の拡充と整備を行うと共に研究スタッフがガラス材料に対して関心を持つことが必要である事などを指導した。

(2) ホウケイ酸ガラス製品に発生する欠点の解析

（サンタ・マリーナガラス会社サンパウロ工場）

同工場ではフランスのサンゴバン社との技術提携を行ない、工業用ガラス（ホウケイ酸ガラス）を製造している。フォローアップチームは同工場の技術者CAVALCANTI氏及びMAURO AKERMAN氏から提起された、ホウケイ酸ガラス製品に発生する欠点（主としてSiO₂鉱物トリジマイト、クリストバライト）の発生

原因について質問を受け、工場見学後技術指導を行なった。

同工場におけるホウケイ酸ガラス製品中のトリジマイト、クリストバライトの発生原因はガラス中のホウ酸分の揮発に原因している。アルカリホウ酸塩となっているガラス融液表面からは揮発損失が盛んに起こっている。従って、融液表面層はホウ酸塩の揮発によって高ケイ酸質のガラスに変化する。特にタンク炉で連続的に製造している場合、ガラス融液表面に生成した高ケイ酸質のガラスがガラス融液の対流によって内部に巻き込まれ脈理となる。また、これらの高ケイ酸質のガラスは作業槽などでは表面失透を起こし、炉内で観察することが出来る。これらの失透物がガラス中に存在すると石等の欠点（トリジマイト、クリストバライト）として現われることになる。

一般にホウケイ酸ガラスの溶融において、ホウ酸分の揮発による表面の変質ガラス層の生成をさけることは不可能であり、表面失透物を内部のガラス中へ混入しないような方法（炉構造、温度管理）を工夫する必要がある。生産設備がコンピューター導入によりかなり自動化されていても、製品に現われる欠点の発生問題は日本の同種類のガラス製造会社の場合と同様であり、特にホウケイ酸ガラス製造においてはビン、板ガラスに代表されるソーダ石灰ガラスに比べて、脈理、石などの欠点が発生しやすい。

2) アルゼンチン

(1) ビンガラスの品質管理方法（CRISTALERIAS CUYO ビンガラス製造会社）

同社については調査結果報告に述べているように、技術的課題以前に技術管理部門のスタッフの増加とレベルの向上が必要であることについて、同社の責任者である EDUARDO CARLOS SUAR 氏に提言した。また、技術的課題として各工程における管理技術についての技術指導を行った。

ビンガラス製品の各種の欠点（泡、脈理、石）は各製造工程における管理技術と直接的に関係する。また、ビンの肉厚の不揃い等の欠陥品は成形機械、フィーダー部の温度制御等と関係を持っている。これら製品の欠陥検査は熟練検査員による肉眼検査及び検査機械によって行われる。日本においても、肉眼検査及び検査機械の両者が配置されているのが普通である。ここで選別される合格品の品質水準はその国の消費者の意向なり、容器ビンの安全性等によって決まる。

同社においてこの種の欠点の解析は多分国立工業技術院（INTI）に相談してい

るものと考えられる。INTIのガラス部門で解析が可能なのは脈理、石についてであり、泡の分析装置は無かったことから、ガラス製品中に存在している泡のガス分析については不可能と考えられる。ビールビンガラス中に発生する泡のガス分析法について技術相談を受けたが、後日それらの文献を送ることにした。

同工場で必要なのは欠点の解析そのものではなく、その発生原因についてである。その発生原因を知るためには、各工程における日常的な検査が必要であるという認識を持っていないことに大きな問題がある。幾つかの改善すべき所見を下記にまとめた。

管理技術	問題点	改善すべき内容
原料管理	原料が野積み	異物が混入する可能性がある。 貯蔵場所の改善 個々の原料について日常的検査 (珪石中の水分、組成分析)
	多くの異物の混ざった市中カレットを多数の従業員によって選別している。	カレット選別設備の改善 カレット貯蔵設備の必要 市中からのカレット回収方法
操業管理	計測機器が旧式	温度計、炉圧計、流量計の改善 空気比の計測
製品検査	一人の検査員により行なわれている。	生産量に応じて検査機の導入を図る必要がある。

同社のビン製造プラントではカレット使用率が非常に高い。ガラス原料としてのカレット使用率の増加は溶解に要するエネルギー消費量と原料コストを下げ、総合的なコストの低減を行なうことを可能とする。その経済的メリットを考慮して同社では非常に多くのカレットを使用していることは非常に望ましいことである。

このような同社の実態を踏まえ、ガラス製品の品質管理上特に問題とされるのは市中から回収した多種類のゴミの混ざったカレットの中からガラス原料として使用できる良質カレットの選別をするために多くの従業員が配置され、選別カレットは鉄分などの混入の検査も無しにただちに原料として炉内に供給されていた。

ガラス原料中に金属、石等の異物が混入するとたちまちガラス中に泡、石等の欠点

を生じることになることから考えても、この工程については機械化、合理化を図り、自動的なカレットの選別システムを確立すること、カレット貯蔵設備を持つ等の対策を必要とする。また、既に先進国で行われているように市中から良質カレットを回収する方法についてガラス業界としてのアピールが必要であろう。

5. 先進ガラス材料コースへの具体的提言

平成2年度から始まる先進ガラス材料コースは途上国における技術開発、研究グループの中核として活躍できる人材を育成することを目的としている。この目的は、単に日本におけるガラス製造工場を見学したり、実用ガラスの製造方法やその品質管理技術についての一般的な知識を得ても達成出来るものではない。研修員自らが研究活動に参加し、自らの研究能力を主体的に高め、より高度な技術開発能力を身につけるように努力する必要が多分にある。この点が従来実施されてきたガラス工学研修コースとの大きな違いである。

先進ガラス材料は日本ではニューガラスと呼ばれているが、その製造方法一つ取っても、従来の実用ガラスの製造方法とは全く異なる多様な方法がとられている。その用途も窓ガラス、容器ガラスといった製品ではなく、ハイテク産業分野に使用される素材、機能材料として使用される物である。途上国において、これらの素材についての関心が高まっているとはいえ、先進ガラス材料についての認識がそれほどあるとは言えない。先進ガラス材料に関する全般的な知識の習得もまた重要なことである。

以上の様に先進ガラス材料コースへ参加する研修員は必然的にある一定の制限を受けることになり、板ガラス、容器用ガラスを製造するガラス製造関係の技術者よりは大学、研究機関そして企業の研究・開発部門に所属する研究者が望ましい。今回の現地調査及びセミナー討議を通じてブラジル、アルゼンチンの両国において、この可能性の大きい機関は、ブラジルにおいてはサンパウロ大学のIPT、そしてアルゼンチンでは国立工業技術院（INTI）が重要な拠点となりうるということがわかった。

先進ガラス材料は途上国において需要が高いわけではなく、むしろこれらを製造する際の原材料の改質を必要とされている。また、日本のハイテク産業分野は総合的な工業技術の上に成り立っているが、途上国ではまだ未発達の工業分野がある。従って、先進ガラス材料コースは単に日本におけるハイテク産業に対する素材としての視点だけではなく、途上国で受け入れられるような新規ガラス材料の開発に適合する研究を行うという視点もカリキュラムの中に位置付けることも重要であることが、本調査を通じて把握できた。

今後は、本成果をコース運営に反映させたい。

表一 1 研修員受入実績

区 分		43 49年度	52 年度	53 年度	54 年度	55 年度	56 年度	57 年度	58 年度	59 年度	60 年度	61 年度	62 年度	63 年度	平成 元年度	合 計
1	韓 国	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2	中国（本土）	0	0	0	0	1	※	1	1	1	0	0	1	1	1	7
	“（台湾）	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	フィリピン	5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	0	0	0	15
4	インドネシア	4	1	1	0	1	1	2	1	0	1	0	2	2	1	17
5	シンガポール	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
6	マレーシア	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	タイ	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	19
8	ビルマ	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	10
9	バングラデシュ	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	7
10	インド	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	スリランカ	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	パキスタン	2	0	0	0	0	2	※	0	1	0	1	0	0	0	6
13	イラン	4	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8
14	イラク	2	1	2	0	0	2	0	0	1	1	0	1	1	2	13
15	トルコ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16	シリア	3	1	1	0	0	0	0	0	※	0	1	0	0	0	6
17	エジプト	4	2	2	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	13
18	マラウイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
19	ガーナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
20	ユーゴスラビア	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	メキシコ	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
22	エクアドル	2	0	0	0	0	0	0	0	※	0	0	0	0	0	2
23	ペルー	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
24	ウルグアイ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	アルゼンチン	0	0	0	0	0	0	0	1	※	2	0	0	0	0	3
26	ブラジル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
27	コロンビア	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
28	ウガンダ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
合 計		54	9	13	6	10	8	9	10	7	10	9	9	9	9	172

※来日せず

表一 2 帰国研修員の現状

① ブラジル

No YEAR	Name Date of Birth	① Previous Post ② Present Post	Office Address
'85	① Mr. Cristovao Roberto Lopez De Farias May 23, 1953 (37)	① Researcher, UNICAMP カンピナス大学研究員 ② Quality Control Engineer GTE Sylvania Ltda. シルバニア機 品質管理技師	Cidade Universitaria Prot. "Zeferino Vaz", Barao Geraldo 13100, Campinas, Sao Paulo BRAZIL Av. das Industrias SIN 13.280 Vinhedo SP TEL. (0912)76-1131
'86	② Ms. Virginia Argusta Rodrigues do Oliveira Oct. 16, 1959 (31)	① Chemist/Researcher Laboratory of Quartz UNICAMP カンピナス大学研究員 ② 転職後現在は銀行員へのコンピュータ指導をしている	Cidade Universitaria, Zeferino Vaz-13100, Campinas, Sao Paulo BRAZIL アンケート未回収のため不明
'87	③ Mr. Mauro Akerman July 18, 1955 (35)	① Glass Elaboration Engineer, Companhia Vidraria Santa Marina サンタマリナガラス会社 ガラス装飾技師 ② 前職に同じ	Companhia Vidraria Santa Marina Avenida Santa Marina, 482, 05036 Sao Paulo BRAZIL
'88	④ Mr. Samuel Marcio Toffoli July 5, 1960 (30)	① Instructor, Researcher Chemical Engineering Dept., Faculty of Engineering, University of Sao Paulo サンパウロ大学工学部化学工学科 指導員兼研究員 ② 前職に同じ	Cidade Universitaria CEP 05508 Sao Paulo BRAZIL
'89	⑤ Mr. Pedro Luiz Guzzo Jan. 25, 1965 (25)	① Researcher, Laboratory of Quartz Technology, Faculty of Engineering, UNICAMP カンピナス大学研究員 ② 前職に同じ	Cidade Universitaria Zeferino Vaz 13081-Campinas, Sao Paulo BRAZIL

② アルゼンチン

No. YEAR	Name Date of Birth	① Previous Post ② Present Post	Office Address
① '83	Mr. Marcelo Jorge Marolda Apr. 23, 1953 (37)	① Sheet Glass Production Engineer, Vidrieria Argentina S.A. 板ガラス製造技師 ② Safty Glass Production Manager 安全ガラス製造部長	Antartida Argentina Y Vias Del F.F.C.C., (1836) Llavallol Bs. As. ARGENTINA SANTA LUCIA CRISTAL AV. ADER 3180 (1605) MUNRO-PCIA, DE BS. AS. ARGENTINA
② '85	Mr. Marcelo Alfredo Fehleisen Mar. 3, 1954 (36)	① Sheet Glass Research and Development Engineer, Vidrieria Argentina S.A. 板硝子研究開発技師 ② Head of Division, Melting and Forming of Float Line フロートライン溶融・成形担当技師	Antartida Argentina Y Vias FCGR (1836) Llavallol Sheet Glass Factory, Bs. As. ARGENTINA VIDRIERA ARGENTINA S.A. (VASA), ANTARTIDA ARGENTINA y VIAS FCGR (1836) LOMAS DE ZAMORA-PCIA. DE BS.AS. ARGENTINA
③ '85	Mr. Eduardo Carlos Suar May 26, 1953 (37)	① Production Manager Nuevas Cristalerias Avellaneda 製造部長 ② Industrial Manager 技術部長	General Madariaga 626, Lanus Este Pcia, Bs. As. ARGENTINA CRISTALERIAS CUYO CAMINO GRAL. BELGRANO KM. 11,500 (1876) PCIA. DE BS.AS. ARGENTINA

表一 3

① アンケートの回収結果

回答者一覧：

ブラジル

- ①(1985) Mr. Cristovao Roberto Lopes de Farias
- ②(1986) Ms. Virginia Augusta Rodrigues do Oliveira *回収不能
- ③(1987) Mr. Mauro Akerman
- ④(1988) Mr. Samuel Marcio Toffoli
- ⑤(1989) Mr. Pedro Luiz Guzzo

アルゼンチン

- ①(1983) Mr. Marcelo Marolda
- ②(1985) Mr. Marcelo Alfredo Fehleisen
- ③(1985) Mr. Eduardo Carlos Suar

項 目	ブラジル					アルゼンチン			
	1 1985	2 1986	3 1987	4 1988	5 1989	1 1983	2 1985	3 1985	
B. コース終了後の研修:	*有	☆		☆	☆		☆	☆	☆
	無			サンゴパン		★	ビルキントン	ビルキントン	サルバドール
C. 研修の評価	知識と技術の増強		研究所・ガラス工業界との関係強化	ガラス工学の基礎知識の習得	知識増強・材料科学研究者との関係強化		広範なガラス工学関連の先進技術の習得	ガラス生産に関する知識の増強	
1. 何を期待していたか。	2. 満足度	A	☆						
	高い	B		☆	☆	☆			
	↑	C					☆	☆	☆
	ま	D							
	あ	E							
↓									
低い									
コメント	資料文庫が役立った		資料文庫が役立った	仕事の助けになった	グループ研修としてはまあ満足している		分野によって満足度には差がある	ガラスの性質と生産工程の知識を増強	
3. 実用度	A			☆					
	高い	B	☆					☆	
	↑	C		☆		☆	☆		
	ま	D							
	あ	E							
↓									
低い									
コメント	問題解決の助けになる		意思決定過程に於いて助けになる	仕事の質の向上に役立った	材料の性質について学んだ		専門外の習習ガラス中心の研修だった	問題を早く処理出来るようになった	

項目	ブラジル					アルゼンチン		
	1 1985	2 1986	3 1987	4 1988	5 1989	1 1983	2 1985	3 1985
4. 待遇改善等	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆
*有								
無								
*a. 労働条件								☆
b. 責任	☆							
c. 将来性	☆				☆	☆		☆
d. 給与	☆							
e. 仕事内容			☆	☆				☆
f. 専門認識	☆		☆	☆				☆
g. 国際関係	☆				☆		☆	
h. 他							☆A2	
5. 改善の程度： 高い							☆	☆
いくらか	☆		☆	☆		☆		
皆無					☆			
コメント				大学が海外での研修を評価する様になった	将来への土台がまだできていない			国内に研修プログラムがない
6. 機会があれば	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆
*参加したい								
再び参加したくない								
* 希望する研修内容	シリカガラス		ガラス組成の改善	どんな内容でも良い	シリカガラス**	板ガラスの加工	板ガラス製造技術	

** シリカガラスの組織内の水酸基と水の分子の性質、およびそれらのガラス組織に与える物理的、光学的性質。

項 目	ブラジル					アルゼンチン		
	1 1985	2 1986	3 1987	4 1988	5 1989	1 1983	2 1985	3 1985
7-A 仕事上の 問題点	a. 人材の不足	★						★
	b. 職場内訓練							★
	c. 国立訓練施設不足			★				
	d. 研究施設の不足			★	★	★	★	
	e. 生産設備の不足						★	★
	f. 輸送手段の不備							
	g. 技術文庫の不足	★			★			★
	h. 資金不足				★	★		
	i. 市場が不十分							★
	j. 外貨不足							
	k. 外国からの専門家 不足				★			
	l. 上司からの支持が ない							
	m. 将来の見通しが暗い					★		
	n. 他							
7-B 仕事上の 問題点	a. 経営状態	★		★	★	★	★	★
	b. ずさんな経営内容					★		★
	c. エネルギー危機							
	d. 外国からの悪影響							
	e. 頭脳流出				★			
	f. 昇進システム	★						
	g. ずさんな設備管理				★			★
	h. 他							

8. JICAに対する意見・要望等

ブラジル：

- a. 技術的な側面に限らず、人生経験として貴重な体験だった。（'87 アッカーマン）
- b. ある程度の期間（1週間程度）工場内で製造工程を追って実地研修できるようなプログラムを組めばより有益だ。（'88 トフォリ）
- c. 1990年度ガラス工学コースが、より高度な内容に衣替えして、個別対応になることを聞いてうれしい。（'89 グゾ）

アルゼンチン：

- a. 研究者と生産技術者とにそれぞれ別々の研修コースを設定し、期間を短くしてより密度の濃い内容のものにしてほしい。（'83 マロルダ）
- b. 技術的な側面のみならず、あらゆる面で非常に満足できるものだった。3ヶ月間を日本で過ごしたことで、他の国の文化を知ることができた。（'85 フェレイセン）
- c. 製造工程の違いを考えると、板ガラスと容器ガラスとを分けると良い。また、研修期間の内何日かを大規模なガラス企業での実習に充てるようにすることを提案したい。（'85 スアル）

D. 次の項目に関する個人的見解を述べよ。

国名	No	1. 我が国におけるガラス工業の将来における展望	2. 今エネルギー危機、天然資源の枯渇、環境破壊等、様々な問題が世界中で議論されているが、エンジニア/研究者として上記の問題をどう見るか。私見を述べよ。
アルゼンチン	① 83	ガラス工業界は発展し続けるだろうと思う。経済状態の改善が必要だ。	ガラス生産にかかるエネルギー効率をあげることが大切である。
	② 85	ガラス産業は、多くの製造業と同じく、国内産出の原料を利用できる潜在的な成長力を持っていると思う。	ガラス工業界は、他の先進諸国が辿って来た様々な状況に対処できるように、準備しておかなければならないだろう。
	③ 85	容器ガラス産業界は、品質管理と工程管理技術を導入して、短期間のうちに生産性および品質を上げる必要がある。また国際的なレベルのガラス生産を達成するためには、省エネルギーやピンの軽量化が図られなければならない。さらに、労働者に十分な技術を習得させることが肝要だ。	ガラス産業は、大量のエネルギーを消費するため、省エネルギーと資源の確保のための方策を採ることが必要だ。またエンジニアとして、環境の保全と労働条件の改善にも取り組まなければならない。

国名	No	1. 我が国におけるガラス工業の将来における展望	2. 今エネルギー危機、天然資源の枯渇、環境破壊等、様々な問題が世界中で議論されているが、エンジニア/研究者として上記の問題をどう見るか。私見を述べよ。
ブラジル	①	未熟練労働者を製造工程に沢山抱えている状態から脱するために、もっと自動化が進められるべきだ。	ブラジルでは、大気汚染、地下水汚染、あるいは固形廃棄物投棄などの問題が注目を浴びている。エネルギー資源の不足に対しては、リサイクルが肝要である。尚現在のガラスパッチ中のカレット量は50%である。
	85		
	③	ブラジルは経済問題を抱えているがガラス工業は未だ成長しており、新しい工場が建設され、新製品の開発が行われている。経済状態が改善されれば、将来はもっと生産量の伸びが期待される。	エンジニアは自然環境の保全を念頭に置きながら、消費者を満足させる高品質の製品を最小のコストで供給することを求められている。ガラス工業界では、カレットのリサイクリングや、公害防止設備の開発に力を入れ、可能な限り、代替原料や、代替エネルギー資源の使用に努めている。
	87		
ル	④	ブラジルのガラス工業はもっと成長し、内容改善を図る必要があると思う。現在、ほとんどの一般的ガラス消費財が国内のメーカーで生産されているが、多くの工場は相変わらず従来の技術を使用しており、製品の品質は先進諸国のものと競合できる程のレベルには達していない。にも拘らず、一般的にガラス製造メーカーは、自社以外での研究活動を奨励することにはあまり積極的でないのが残念だ。	ブラジルのガラス工業の抱える主な問題はエネルギー不足であると考えられる。ガラス産業は多量のエネルギーを消費するからである。そこで、燃料のコストが上がれば、工場ではエネルギー消費を良くするための手段がとられなければならない。例えば、より良質の耐火炉材を用い、効率の良いバーナーを取付け、炉の設計を改良してより良いガラス組成のものを生産することが必要だ。さらには、新しい需要である軽量ビンのような製品の製造のためには、生産現場での工程管理の改善が必要だと思う。
	88		
	⑤	ブラジルでは、経済不振にも拘らず1989年度のガラス産業への全投資額はおよそ5億ドルあった。幾つか将来のガラス工業への提言がなされているので次に挙げる。 a. 容器ガラスメーカーによる実効性のあるリサイクリングシステムの確立。 b. 技術的水準を引き上げ、ガラスの建造物への適切な使用条件を創り上げる。	ガラス、金属、紙などは資源としてリサイクルされるべきだ。ブラジルでは特に、使用済み製品の回収についての情報が一般に広まるようにマスコミの活用が望まれる。また、企業はそれぞれリサイクルのためのプログラムを創る必要がある。
	89		

② アンケート用紙

Group Training Course in
Glass Technology

QUESTIONNAIRE
TO
EX-PARTICIPANTS

JICA Follow-up Team 1990

A.[Personal Data]

1. Your Name in Full: Age:

Your Home Address:
.....
.....

Telephone:

2. Organization where you work at present:

.....
Address:
.....
.....

Telephone:

3-A. Your present post:

B. Describe your responsibilities briefly:

B.[Education/Training after attending the JICA training]

Have you undergone any technical or academic training after returning from Japan?

Yes No

If "Yes", please give information on the following items:

(1) Name of the training institution:

(2) Training period:

(3) Contents of the training:

C.[Evaluation of the JICA training program]

1.What was/were your initial expectation(s) of the JICA training?

2.To what extent did the training program satisfy your initial expectation(s)?

- completely
- highly
- somewhat
- hardly
- not at all

Please explain your answer briefly:

3.To what extent can you apply the knowledge/skills, etc. acquired through the training in your present job?

- completely
- highly
- somewhat
- hardly
- not at all

Please explain your answer briefly:

4.Is there any improvement in your job resulting from JICA training?

- Yes, there is/are improvement(s) No improvements

If yes, please check where applicable:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> work conditions | <input type="checkbox"/> contents of work |
| <input type="checkbox"/> responsibility | <input type="checkbox"/> professional recognition |
| <input type="checkbox"/> prospects for the future | <input type="checkbox"/> international contacts |
| <input type="checkbox"/> salary-wise | <input type="checkbox"/> others |

Please explain your answer(s) briefly:

5. To what extent did your training contribute to the improvement(s) mentioned in the previous question?

- greatly
- somewhat
- not at all

Please explain your answer briefly:

6. Do you want to participate in a course program in the field of glass technology if you are given another chance?

- Yes
- No

If yes, what are the particular subject(s) you want to study?

7. What do you think are the major obstacles in performing your present job?

Please check in the following blocks with the maximum number of 4 items in respective group A & B. And list other items under "others".

(A) Lack of:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> well trained personnel | <input type="checkbox"/> funds |
| <input type="checkbox"/> in-house training | <input type="checkbox"/> markets |
| <input type="checkbox"/> national training institution | <input type="checkbox"/> foreign currency |
| <input type="checkbox"/> research facilities | <input type="checkbox"/> foreign experts |
| <input type="checkbox"/> production equipment | <input type="checkbox"/> support of supervisor |
| <input type="checkbox"/> means of transport | <input type="checkbox"/> career perspective |
| <input type="checkbox"/> technical reference material | |
| <input type="checkbox"/> others: | |

(B) Various constraints:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> economic situation | <input type="checkbox"/> brain drain |
| <input type="checkbox"/> poor management | <input type="checkbox"/> promotion systems |
| <input type="checkbox"/> energy crises | <input type="checkbox"/> poor maintenance of equipment |
| <input type="checkbox"/> undesirable foreign influence | |
| <input type="checkbox"/> others: | |

8. Suggestions/Comments for JICA training course.

D. [Personal Vision]

1. What is your future vision of the glass industry in your country?
Please describe your own idea briefly.

2. As you are aware, there are several issues currently drawing special attention, such as energy crisis, lack of natural resources and environmental destruction.
As an engineer/researcher, what do you think about such issues from the viewpoint of glass industry?
Please describe your idea briefly.

Thank you for your cooperation,

Osaka International Training Centre
Japan International Cooperation Agency

添 付 資 料

- (1) セミナー配布資料（ブラジル）
- (2) " （アルゼンチン1）
 " （アルゼンチン2）
- (3) 収集資料（ブラジル1）
 " （ブラジル2）
 " （アルゼンチン）
- (4) 持ち帰り資料一覧

(1) ブラジル

Temperature Coefficient of Refractive Index on Silica Glass

(GIRIO Junji HAYAKAWA)

Due to its excellent properties in chemical stability, thermal durability, formability, optical homogeneity and transmittance, etc., fused quartz is widely used as a material for laboratory ware, chemical reaction vessels, light source envelopes, window materials, optical fiber, optical lenses, and many other things.

The light transmission of fused quartz covers the ultraviolet, visible, and near infrared ranges as shown in Fig. 1, particularly, its high transparency to ultraviolet light is the specific character of the fused quartz when it is used as an optical material.

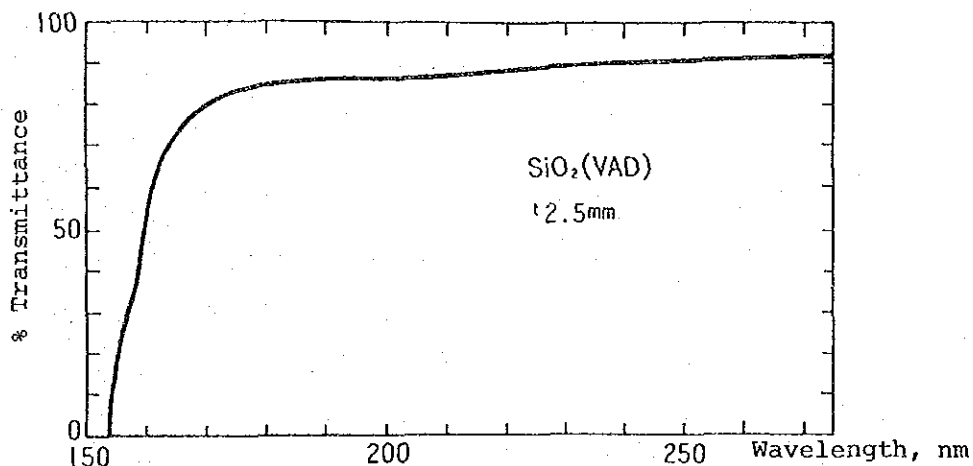


Fig. 1 Transmittance Curve of High-purity Fused Quartz

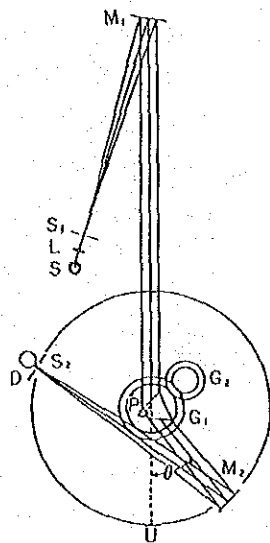
Use of fused quartz as stepper (light exposer for super-LSI manufacturing) lens is recently becoming important among optical applications of the fused quartz. The stepper lenses are made of high purity fused quartz. The required functions for these lenses are that the unevenness of illuminance on the LSI wafer must be within 1%, the resolution must be sufficient for the whole area, and focus field must not be vary depending on the temperature change, and so on.

Production of super-LSI with integrity of 4M ($1M = 10^6$) DRAM (Dynamic Random Access Memory) is now about to start. Monochromic wavelength used for exposure of this 4M DRAM is 365 nm or 313 nm by mercury lamp. It is expected that eximer laser may be used as light source for the subsequent new 16M and 64M super-LSI, and in that case the exposure wavelength is to be 248 nm by KrF. Particularly, for 64M DRAM exposure, resolution of at least $0.3 \mu\text{m}$ is required. This means that the fused quartz which is used as exposure lens in such a case must have a refractive index variation within 10×10^{-6} .

The refractive index of fused quartz is known to vary a great deal depending on the raw material and manufacturing method. As for raw materials, there are those natural (Crystal) and those artificial (Tetrachlorosilica, Silane, etc.) and the refractive index variation of the former is greater than the latter.

In case of those artificial, impurities (except water) are less than 1 ppm so that the components are exactly the same. Its refractive index, however, depending on the manufacturing method such as Bernoulli, soot, or sol-gel method, is present within the range of about 159×10^{-6} . Also the temperature changes of the refractive index (dn/dt) is greater than that of usual optical glasses and is reported to even reach a temperature coefficient of 18×10^{-6} at 248 nm wavelength in the ultraviolet range. To produce high resolution stepper lenses, it is necessary to measure precisely the refractive index and temperature coefficient in the ultraviolet range of the high purity fused quartz manufactured by each method and to design the stepper lenses based on those measuring data.

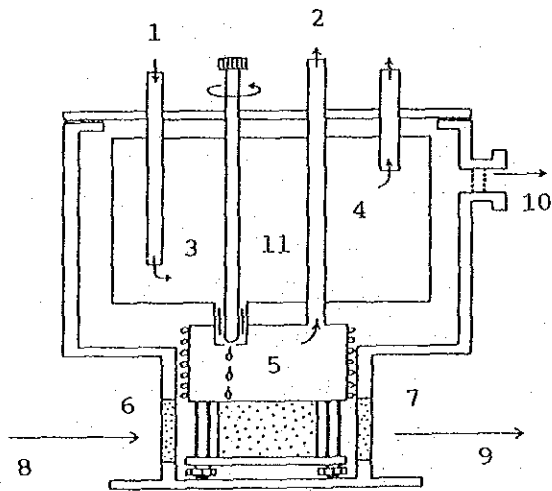
We conducted research work on the precise measurement of the refractive index of fused quartz in 1973 through 1976 and succeeded to develop an equipment as illustrated in Fig. 2, and measuring technology capable of measuring the refractive index for wide wavelength ranges from ultraviolet to near-infrared.



- S = Light source L = Lens
- S₁ = Inlet slit S₂ = Outlet slit
- M₁ = Mirror P = Prism
- M₂ = Mirror D = Detector
- G₁, G₂ = 1/2 Minimum deviation holding device
- θ = Minimum deviation angle
- U = Non-deviation position

Fig. 2 Schematic Drawing of the Precise Refractive Index Measuring Unit for Ultraviolet, Visible, and Near-infrared Lights

Though this equipment allows us to measure the refractive index of glass at room temperature, it does not allow us to measure the refractive index at temperatures higher or lower than room temperature. Whereupon we have developed a new device as shown in Fig. 3, which enables measurement of the refractive index at temperatures of +83.8°C through -165.4°C.



- 1 Liq. N₂ inlet
- 2 N₂ gas outlet
- 3 Liq. N₂ regulating valve
- 4 Liq. N₂ storage chamber
- 5 Liq. N₂ evaporating chamber
- 6 Light inlet window
- 7 Light outlet window
- 8, 9 Light
- 10 To a pump
- 11 Liq. N₂ quantity

Fig. 3 Schematic Drawing of the Measuring Apparatus for the Refractive Index Temperature Coefficient

Sample prism

For precise measuring of the refractive index, the minimum deviation method is used and a prism is necessary as a sample for this method. For the measurement to have an accuracy of 10^{-6} , the refractive index distribution must be of the same degree or higher. And also the surface flatness of the prism must be around one tenth of the wavelength used. Prism with surface size of 30×30 mm was used for this measurement.

Precision refractive spectrometer

The precision refractive spectrometer is, as shown in Fig. 2, composed of a precision spectrometer with an reflective optical system and a photoelectric microscope with which the deviation angle is read from a graduated dial. A specific character of this equipment is that the minimum deviation angle can be precisely measured for ultraviolet, visible, and infrared lights, whatever the wavelength is, by setting the equipment precisely at a certain wavelength, say 546.1 nm, an account of the equipment's structure such that a disk on which the sample is placed, is always kept at half the deviation angle by the gear mechanism. Angle measuring accuracy of this spectrometer is 0.7 seconds and error for refractive index measurement is in general about $\pm 3 \times 10^{-6}$.

Temperature cell

The refractive index measurement in the temperature range of -163.4°C to 83.3°C was carried out placing the measuring apparatus (temperature cell) as shown in Fig. 3 on the sample disk. The inside of the measuring apparatus was kept vacuous at about 5×10^{-6} Pa to avoid dew condensation on the window at low temperatures and wavering of air at high temperatures when the atmosphere inside the apparatus is air. High-purity fused quartz which well transmits ultraviolet light was used as window material of the apparatus. Parallel surface flatness of the window glass as less than 0.4 seconds, seemingly to be of no effect to the angle measurement. The temperature distribution of the prism at room temperature is even, but at higher or lower temperatures it becomes uneven. So we tried to improve the thermal conduction of the prism as much as possible.

Refractive index measuring method

Refractive index can be obtained by the minimum deviation method from vertical angle of the prism (ω) and minimum deviation angle measured (θ_m) using formula (1).

$$n_{rel} = \frac{\sin 1/2(\omega + \theta_m)}{\sin 1/2\theta_m} \quad (1)$$

We used the measuring apparatus (temperature cell) from which air was evacuated for the measurement this time. So, it is necessary to correct the formula considering the effects of air. If the apparent minimum deviation angle and refractive index of air are given as θ_m and n_{rel} respectively, absolute refractive index n_{abs} is obtained from the formula (2)

$$n_{abs} = \frac{\sin(1/2\omega + \sin^{-1}(n_{air} * \sin\theta_m))}{\sin 1/2\omega} \quad (2)$$

Table 1 Refractive Indices of Fused Quartz for Each Manufacturing Method at +2.5°C

Wavelength	Soot	Sol-gel	Bernoulli
546	1.46457	1.460375	1.460313
435	1.467066	1.467002	1.466929
404	1.469994	1.469917	1.469855
365	1.474914	1.474838	1.474778
334	1.480132	1.480067	1.479993
275	1.496287	1.496217	1.496150
248	1.508785	1.508719	1.508655
246	1.509823	1.509751	1.509677
244	1.510821	1.510747	1.510672
237	1.515087	1.515018	1.514947

The measurement this time was carried out for ten levels of wavelengths shown in the leftmost column in Table 1 using the shorter wavelength of mercury lamp. The temperatures of the prism were as follows: 7 levels - -165.4°C, -111.3°C, -43.4°C, 2.5°C, 20.5°C, 45.2°C, and 83.3°C.

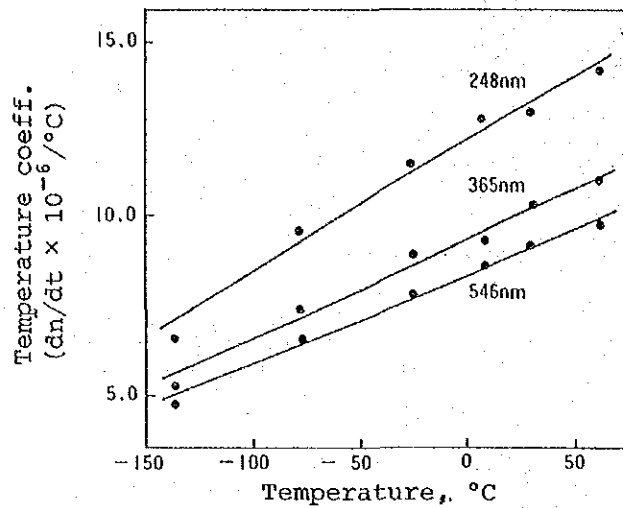


Fig. 4 Refractive Index Temperature Coefficients of Fused Quartz Manufactured by the Bernoulli Method

Results

Refractive indices of the fused quartz manufactured by Bernoulli, soot, and sol-gel methods for each wavelength at 2.5°C are shown in Table 1 and refractive index temperature coefficients of each temperature of the fused quartz manufactured by Bernoulli method are shown in Fig. 4.

From the measurement this time, it has been found that the refractive index differs a great deal as much as 150×10^{-6} , depending on the manufacturing method, and that the refractive index temperature coefficients are fairly large as $8.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ at 546 nm in the visible light range and $12.8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ at KrF 248 nm of the eximer laser. Therefore, it is necessary to strictly control the temperature of the atmosphere in which the stepper lenses are used. Now it has been made clear that the refractive index of fused quartz differs depending on its manufacturing method. Also, there is a possibility that the refractive index may vary a lot by lot even in case of the same manufacturing method and furthermore group by group even in the same lot.

So, it is suggested to measure the refractive index of each glass to be used if high precision of refractive index measurement is required.

(2) アルゼンチン -1

Decolorization of Glass in High Temperature Heat Treatment
(GIRIO Junji HAYAKAWA)

Contents

Summary	1
1. Foreword	2
2. Experiments	2
2-1 Source for our analyses	2
2-2 Samples	2
2-3 Standards for the measuring instruments	3
2-4 Conditions of the experiment	3
3. Results and Comments of the Experiment	6
4. Conclusion	10
Reference Sources	10

Summary

Relation between melting time and color change of glass was examined by absorptiometric analysis and fluorescent X-ray analysis using beer bottle glass (brown, or amber color), one of the most common types of glass.

The glass was melted at a temperature of 1650°C. The brown color of the glass gradually faded as time went by and turned into a blue color after 9 hours.

The sample was analyzed on 5 elements - Fe, Si, Na, C, and S by fluorescent X-ray analysis, and only a S decrease in content was found as the melting time progressed while contents of other 4 elements remained unchanged. Transmittance of the sample glass in the visible and infrared ranges was also measured, and an absorption band having one peak due to iron sulfide was found at wavelengths of 350 - 450 nm for the sample glass which had been melted for less than 7 hours and this absorption decreased with longer melting time. On the other hand, an absorption band having two peaks due to ferrous ion was observed for the sample glass which had been melted for more than 7 hours and this absorption remained almost unchanged even with longer melting time. Another absorption band having a peak at a wavelength of about 1135 nm due to ferrous ion was observed for all sample glasses and this absorption decreased as the melting time increased.

From these results, it was found that the content of S decreased as the melting time increased causing decrease of iron sulfide, giving brown color to the brown-colored glass, and this inturn caused the color of the beer bottle glass to turn into blue.

1. Foreword

Color of glass is developed by varying transmittance of each wavelength in the visible light range. One of the conditions which cause coloration of the glass is the transition metal ion in the glass. Other conditions which cause coloration of the glass are metal colloid, structural defect center, and solarization. Electron configuration of the transition metal ion is in the state where its d-orbit is filled with electrons to some degree but not completely. This incomplete filling of the d-orbit is significant cause of coloration by the transition metal ion. Coloration of the glass which we simply take for granted in everyday lives is actually caused by such complicated glass structure.

Beer bottle glass is one of the more common colored glasses, and its brown color changes to blue with the increase in melting time.

In this experiment, color change and variation in amount of chromophoric constituents of the glass depending on its melting time are examined by absorptiometric analysis and fluorescent X-ray analysis, and further causes of that phenomena are discussed.

2. Experiment

2-1 Source for our analyses

It is necessary to examine the glass composition and chemical state of chromophoric ion in the glass in order to study the coloration of the glass. Absorptiometric analysis is appropriate in analyzing the state of chromophoric ion. And fluorescent X-ray analysis is the proper method to determine the concentration of many elements in the number of glass samples. Thus these two analytical methods - absorptiometric analysis and fluorescent X-ray analysis - were used in this experiment.

2-2 Samples

Beer bottle (40, T3A, 8-11, Toyo Glass Co.)

2-3 Standards for the measuring instruments

Hitachi's Spectrophotometer 330

Rigaku Denki's X-ray spectrometer SYSTEM 3370

2-4 Conditions of the experiment

A beer bottle (Carbon-amber glass) was used as the sample. The bottle was wrapped with news paper to avoid scattering of glass fragments, and then crushed by hammer. See Photo 1.



Photo 1 Crushed beer bottle

About 30 g of glass fragments was taken and placed on platinum crucible.

The glass sample was melted in an electric oven at 1650°C for 1, 3, 5, 7, 9, 12, and 24 hours respectively. Small amount of alumina cement was spreaded around the center of the oven floor to protect the oven from corrosion caused by alkali under high temperature. The platinum crucible was taken from the electric oven using tongs partly covered with platinum, and then the melted glass was quickly poured into a carbon forming mold of and the glass was left to be cooled naturally.

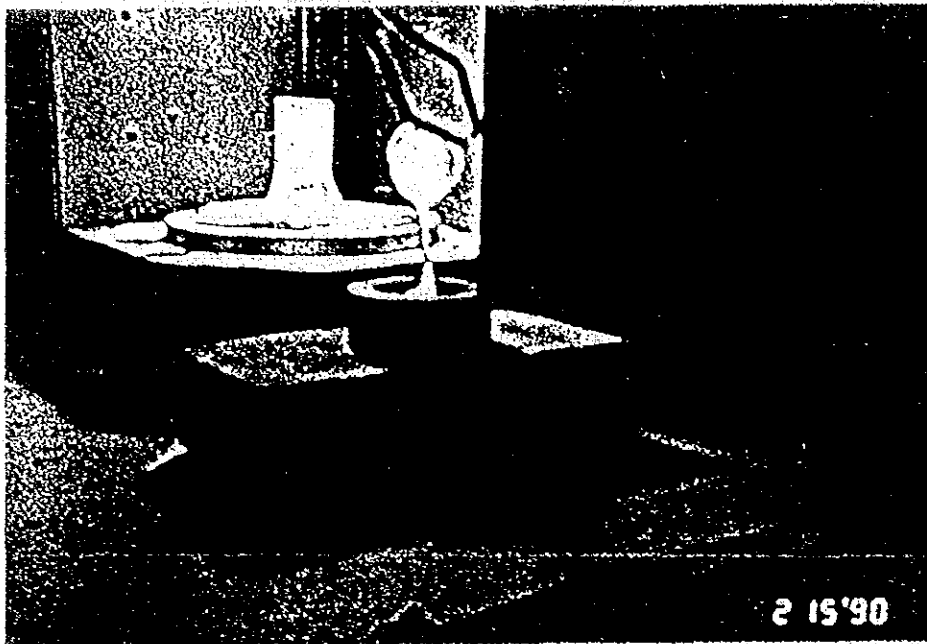


Photo 2 Melted glass is being poured into a carbon mold

After cooled, the glass sample was heated again in the electric oven at 600°C for one hour, then left to cool in the oven for annealing. This annealing is carried out to remove the permanent stress generated in the glass during the cooling period after melting.

The salient part of the glass sample, if any, is ground off with a grinder.

Both surfaces of the sample was ground with SiC abrasives of #240, 800 and 1500, then finished with suedo applying cerium oxide as abrasive. These samples were used for absorptiometric analysis and fluorescent X-ray analysis. See Photos 3 and 4.



Photo 3

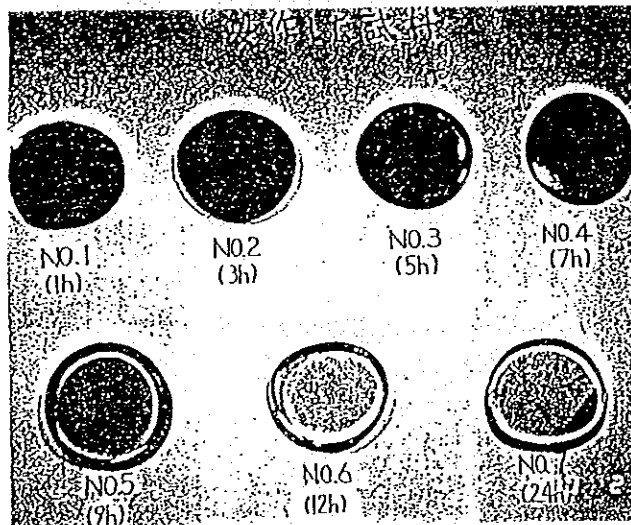


Photo 4 Prepared samples

Transmittance of the sample glasses was measured by an absorptiometric analysis method using the wavelength range of 2600 through 300 nm. See Photo 5.

Its measuring conditions are:

Scan speed	100 nm/min.
Chart speed	100 nm/cm
Full scale	Transmittance of 0 - 100%
Scanned range	2600 - 300 nm

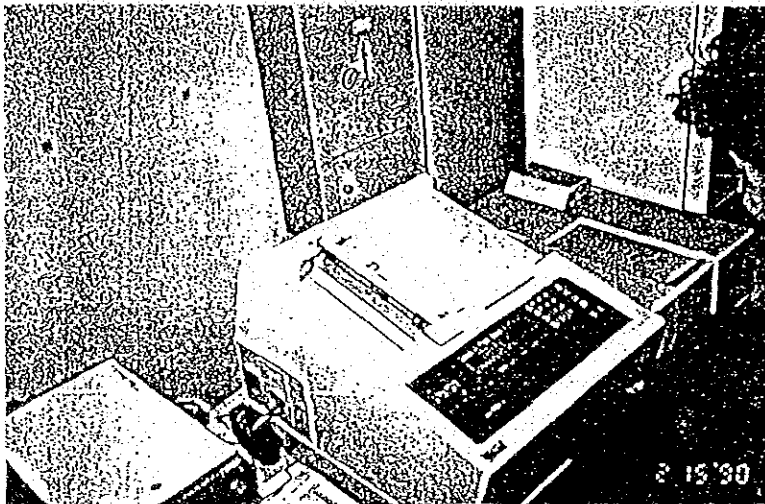


Photo 5 Measurement by the absorptiometer

Si, Fe, C, Na, and S, which are main components of the carbon-amber glass, were measured by a fluorescent X-ray analysis method to obtain their X-ray intensities. See Photo 6.

Its measuring conditions are:

Filter	Out
Diaphragm (irradiated area by X-ray)	25 mm ϕ
Attenuator	1/1
Slit	Coarse (C/B 5S in case of C)
Spectral crystal	LIF
PHA (Pure Height Analyzer)	100 - 300



Photo 6 Measurement by the fluorescent X-ray analyzer

3. Results and Comments of the Experiment

The glass changed its color from brown to blue when it was heated at 1650°C. In the visible and near-infrared light ranges, the absorption bands characteristically due to Fe^{++} ion, Fe^{+++} ion and FeS are known to be observed at the wavelengths around 1135 nm, 380 nm, 420 nm, and 450 nm respectively, and when each of these ions and compounds acts as chromophoric material separately, each one will develop a blue, brown, and brown color in the glass, respectively. The resulting transmittance of each sample measured in the wavelength range of 2600 - 300 nm are shown in Fig. 1. Here, the data are based on the samples which were melted for 5 and 12 hours, respectively.

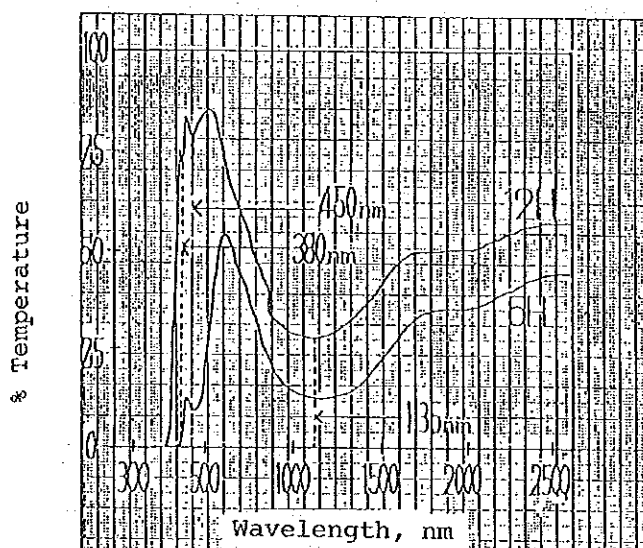


Fig. 1 Variation of Absorption Peaks Depending on the Melting Time

Absorption spectrum in the visible light range of the glass samples heated for 1, 3, and 5 hours respectively, showed two absorption peaks at the wavelength around 450 nm and 1135 nm. On the other hand, absorption peaks were found at the wavelengths 380 nm, 420 nm, and 1135 nm for the glass sample heated for 7 hours or more.

Results of these transmittance measurements are shown in Tables 1 and 2 and also in Fig. 2 in graph form.

Table 1 Absorption Coefficients at 450 nm

Sample No.	Transmittance (I/I ₀)	Absorption (-log I/I ₀)	Thickness of the sample (m)	Absorption coefficient
No. 1 (111)	0.000	∞	0.790	∞
2 (311)	0.000	∞	0.695	∞
3 (511)	0.138	0.860	0.680	1.265
4 (711)	0.255	0.593	0.685	0.866
5 (911)	0.675	0.171	0.655	0.261
6 (1211)	0.786	0.105	0.680	0.154
7 (2411)	0.718	0.144	0.660	0.218

Table 2 Absorption Coefficients at 1135 nm

Sample No.	Transmittance (I/I)	Absorption (-log I/I)	Thickness of the sample (cm)	Absorption coefficient
No. 1 (111)	0.056	1.252	0.790	1.585
2 (311)	0.000	1.036	0.695	1.491
3 (511)	0.128	0.893	0.680	1.313
4 (711)	0.169	0.772	0.685	1.127
5 (911)	0.246	0.609	0.655	0.930
6 (1211)	0.274	0.562	0.680	0.826
7 (2411)	0.379	0.421	0.660	0.638

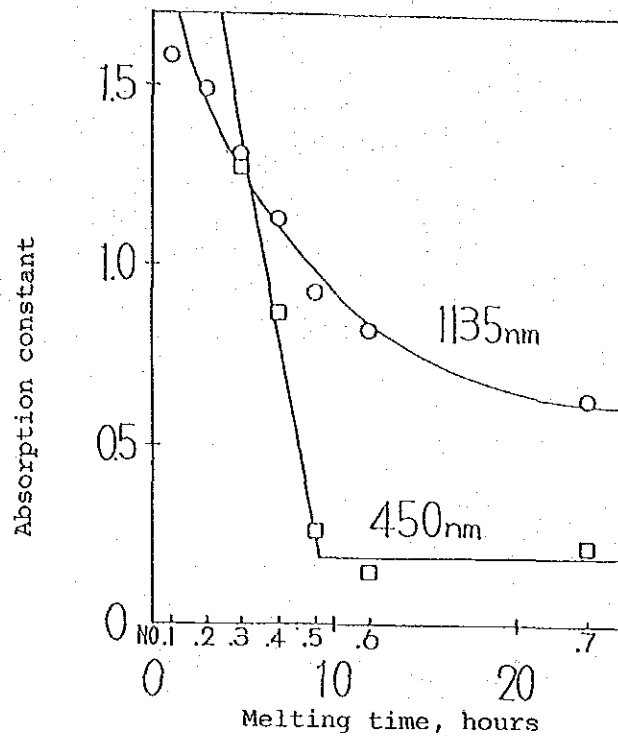


Fig. 2 Melting Time vs Absorption Coefficient

The transmittance at wavelengths around 350 - 450 nm increased gradually as the melting time increased, and was leveled after at least 9 hours melting time. At this point where melting time was 9 hours or more and transmittance was leveled, the glass samples turned a completely blue color. The glass samples melted for 7 hours or less showed absorption band having one peak. This absorption band seems to be an absorption by FeS due to the fact that the absorption band having one peak, and the amount of FeS in the glass seems to decrease as the melting time increases.

Results of the fluorescent X-ray analysis are shown in Table 3 and Fig. 3. The data show that intensity of only S decreases as the melting time increases. So it seems reasonable to assume that FeS decreased due to decrease of the total S content as the melting time increased.

Table 3. Melting Time vs Intensity of Each Element in the Fluorescent X-ray Analysis

Sample No.	Fe	C	S	Si	Na
No. 1 (111)	3.153	0.121	0.027	200.086	7.780
2 (311)	3.135	0.116	0.028	199.777	7.784
3 (511)	3.073	0.118	0.022	200.022	7.743
4 (711)	3.113	0.119	0.020	199.954	7.728
5 (911)	3.074	0.115	0.020	198.593	7.720
6 (1211)	3.144	0.127	0.014	200.374	7.710
7 (2411)	3.144	0.111	0.011	199.137	7.574

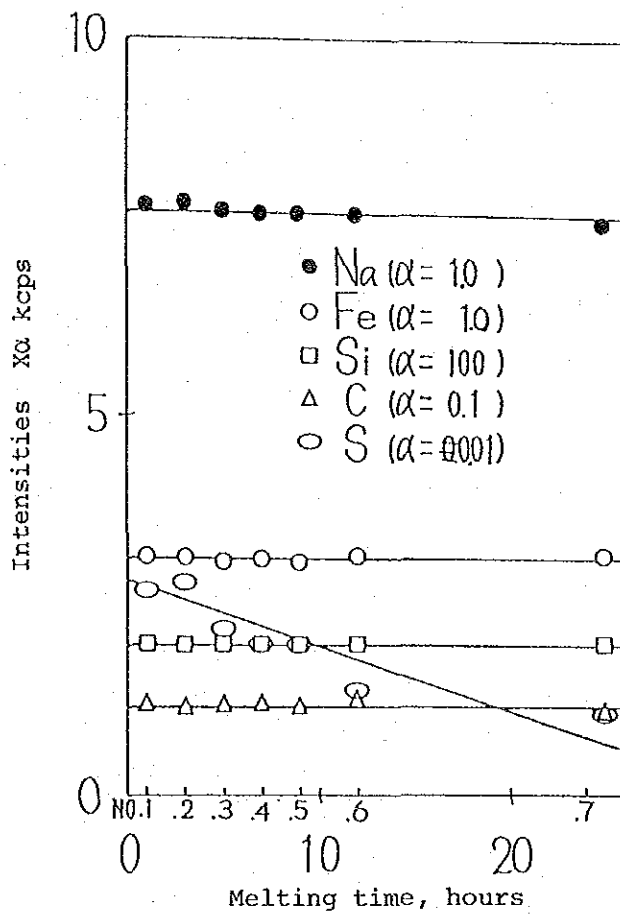


Fig. 3 Melting Time vs Intensity of Each Element in the Fluorescent X-ray Analysis

As wavelength around 1135 nm, the transmittance increased as the melting time increased. This seems to be due to the decrease of Fe^{++} ion. On the other hand, it was evident from the fluorescent X-ray analysis that the total iron content did not change even if the melting time increased. Therefore, it is to be considered that Fe^{++} and Fe^{+++} are in an equilibrium in the glass, and the Fe^{++} changes to Fe^{+++} as the melting time increases.

In the absorption spectrum in the visible light range, the absorption peaks at wavelengths 380 nm and 420 nm, which are characteristic of Fe^{+++} , appeared after 5 hours or more melting and became more and more conspicuous as the melting time increased. This fact suggests that Fe^{+++} ion increases in accordance with the increase of melting time.

4. Conclusion

Brown color development of "carbon-amber" glass is thought to be due to FeS in the glass. The reason the glass develops a blue color as the melting time increases in spite of the Fe^{+++} ion increase and Fe^{++} ion decreases, is because Fe^{+++} is much weaker than Fe^{++} in the absorption intensity.

Reference Sources

- [1] S. Naruse, Glass Engineering, p.308-329, Kyoritsu Shuppan (1958)
- [2] K. Nakagawa, compiled by S. Sakuhana, Glass Dictionary, p.361, Asakura Shoten (1985)
- [3] T. Sakaino, compiled by T. Moritani, etc., Glass Engineering Handbook, p.739, 746, Asahi Shoten (1963)

Utilization of Glass Cullet on Global Environment Problems

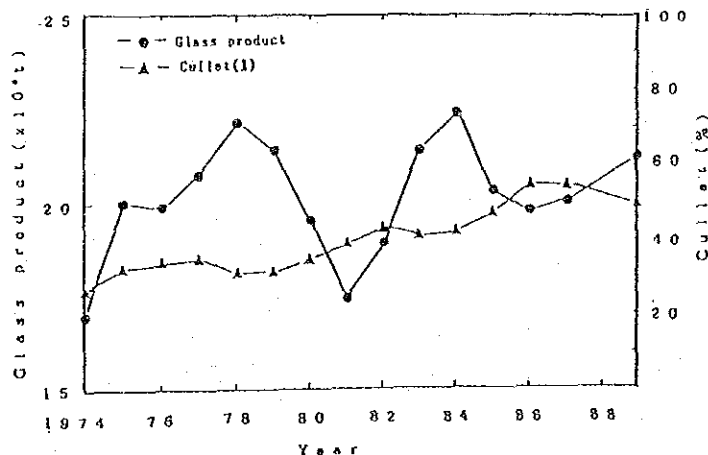
(GIRIO Moriya SUZUKI)

In this paper, the current situation in energy utilization and energy-saving technology in the Japanese glass industry are discussed focusing mainly on the cullet utilization.

The energy-saving technology in the glass industry can be discussed on the following three points.

- (1) Energy saving in terms of raw materials
- (2) Energy saving measures by improving the furnace (or tank) structure
- (3) Energy saving in terms of the furnace operation

Energy saving in terms of raw material mainly aims forward increased use of the cullet. The utilization ratio of cullet for the raw materials in the Japanese glass industry, mainly glass bottle manufacturers, has increased each year, and it is hoped to reach 60% in the future. (Refer to Fig. 1.)



(Japan Bottle-Manufacturing Association)

Fig. 1 Glass Product and Use of Cullet in Japan

Advantage of cullet utilization

The melting energy of the glass raw material mixture without cullet is said to be about 560 kcal/kg while that of cullet only is estimated to be about 420 kcal/kg. From this, increase of the cullet utilization ratio is expected to bring about a great energy-saving effect to glass melting.

Relation between the cullet ratio and the energy saving of an actually operating furnace in Japan which is melting brown and black glass for glass bottles (about 70 t/day) is shown in Fig. 2. In the figure it is shown that increase of the cullet ratio from 45% to 70% brought about energy saving of about 7% in brown glass manufacture and that increase of the cullet ratio from 23.3% to 34.7% brought about energy saving of about 3% for black glass. From these data, Saving (%) / Cullet (%) is about 0.3. Another result from Switzerland was reported such that Saving (%) / Cullet (%) was 0.40 - 0.47 at a bottle glass furnace.

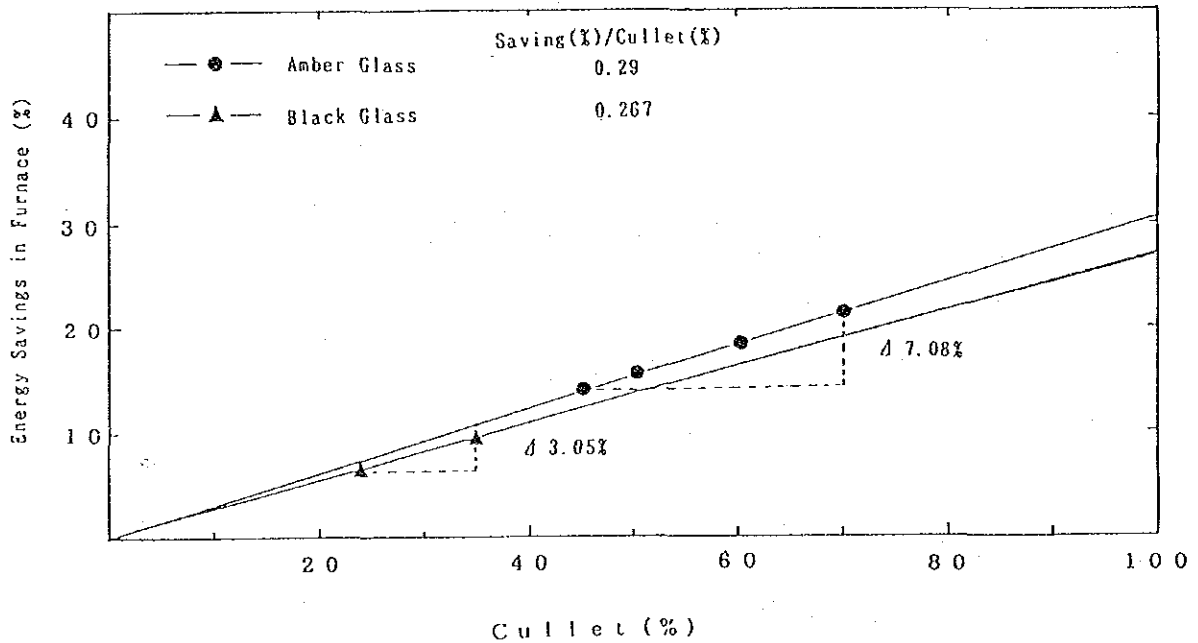


Fig. 2 Relation between the Energy Saving Ratio and Cullet Mixing Rate of the Batch

Recovery and control of the cullet

It is not easy to collect the good cullet in Japan and some foreign matter may give unfavorable effects to the glass product quality. So, development in the selection technology is desired.

For stably obtaining good cullet, glass bottle manufacturers are energetically trying to establish the cullet recovery and selection systems, to unify the cullet standards (refer to Table 1), and to publicize against the general consumers and local governments. Pelletization or briquetting of the batch is also being reconsidered beside utilization of the cullet as another energy-saving measure in the raw material field, and the pelletization of the batch combined with utilization of waste heat from the furnace is being studied as well. To reduce the melting temperature of glass, use of fine silica sand, drying of the silica sand by waste heat, use of blast furnace slags, etc. are considered.

Table 1 Quality Standard of Recycled Cullet

Category of foreign matter	Foreign matter	Standard (%)
Metal	Iron	0.0005
	Aluminum	0.0005
	Copper, Lead, Brass, etc.	0.002
Stone	Mineral (Chromite, etc.)	0
	Refractories	0
	Concrete, Earth sand, Brick, etc.	0.005
China	China, Pottery	0.002
Foreign Glass	Glass ceramics	0.002
	Crystal glass, Optical glass, Borosilicate glass, etc.	0.3
Organic matter	Plastics, Wood chip, etc.	0.01
	Plastic coated bottle	0.05

(Japan Bottle-manufacturing Association Standard)

Closing remarks

Development of energy-saving technology for the glass industry reduces not only heavy oil consumption which will bring economic merit to us, but also reduces CO₂ generation due to combustion of fossil fuel that is one of the serious problems concerning the global environment.

COLOR CHANGE OF BROWN GLASS CULLET ACCORDING TO
THE MELTING TIME

(GIRIO Junji HAYAKAWA, Moriya SUZUKI)

Concerning the fundamental problems for re-use of cullet, color change and chromophoric constituents variation were measured on a brown glass cullet and cause of the color change was examined.

Transmittance

Results of the transmittance measurement of the samples which were melted for 5 and 12 hours respectively at 1650°C are shown in Fig. 1. The peaks for the former are found at around 450 and 1135 nm while those for the latter are found at around 380, 420, and 1135 nm. Also, the latter shows larger transmittance than the former at around 1135 nm. This means decrease of Fe^{++} ion. The transmittance at around 350 - 450 nm increased as the melting time increased and was leveled after 9 hours of melting, whereupon the glass color changed from brown to blue.

The absorption peaks at around 380 nm and 420 nm which are characteristic for Fe^{++} ion, were found after 5 hours of melting and they became more conspicuous as the melting time increased.

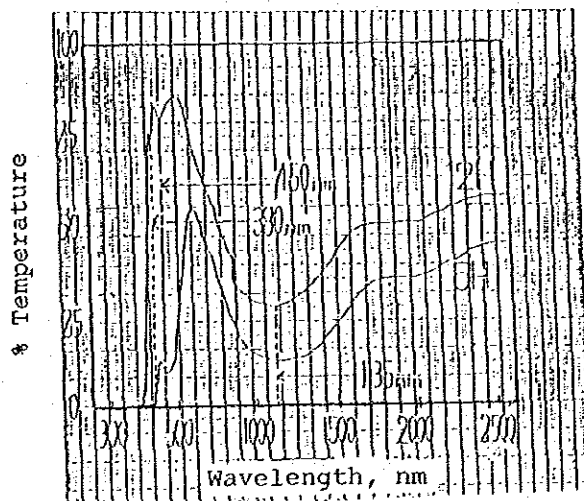


Fig. 1 Variation of Absorption Peaks Depending on the Melting Time

Measurement of changes in the glass components by
the fluorescent X-ray analysis

The fluorescent X-ray intensities corresponding to each element in the glass samples of which melting times were different are shown in Fig. 2. From the figure, decrease in intensity of only S-component is found.

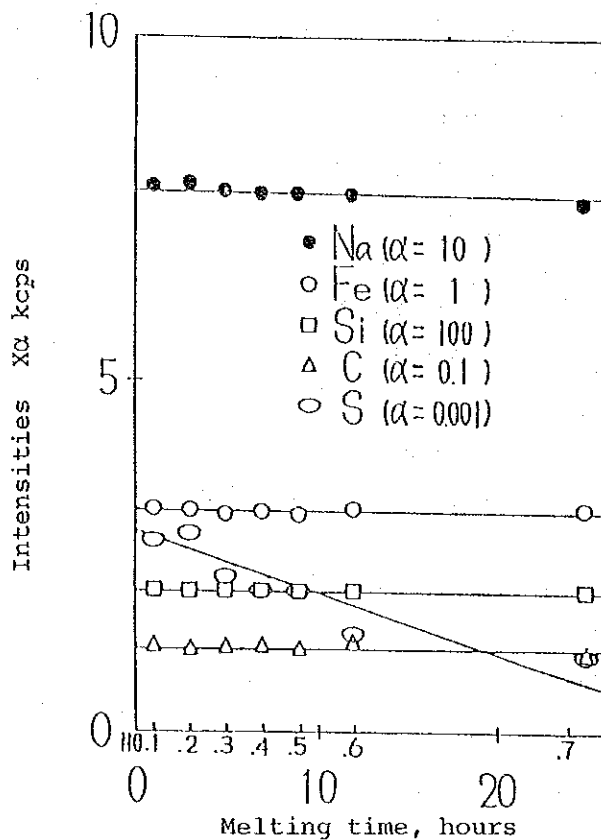


Fig. 2 Melting Time vs Intensity of Each Element in the Fluorescent X-ray Anaoyis

Conclusion

Color development of brown glass is known to be due to FeS in the glass. With the increase of the melting time, S-component decreases by evaporation and amount of FeS in the glass decreases. Due to this, color of the glass turns from brown to blue. In spite of the increase of Fe⁺⁺ and the decrease of Fe⁺⁺⁺, color of the glass was blue instead of yellowish green. This seemed to be due to the weaker absorption by Fe⁺⁺⁺ ion than Fe⁺⁺ ion.

Caracterização ultrassônica de cristais de quartzo sintético e natural (*)

ARMANDO H. SHINOHARA
FLAMÍNIO O. RANGEL
HIDEO IWASAKI (**)
DANIELE A.C. HUMMEL
CARLOS K. SUZUKI

UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP

ABSTRACT

Ultrasonic characterization of synthetic and natural quartz crystals.

Ultrasonic attenuation characterization of natural and synthetic quartz crystals were carried out by "Longitudinal and Transverse" pure mode waves on X and Z direction propagations in the frequency range from 10 to 90 MHz at room temperature, using quartz transducer bonded on one of parallel surfaces in a sample. Intrinsic attenuation was evaluated by correcting the apparent losses due to "diffraction" and "nonparallelness". The attenuation anisotropies observed on the synthetic quartz samples exhibited different characteristics in compared with that of natural quartz. These characteristics in attenuation anisotropies may be due to defect structures in synthetic quartz.

INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento de propagação de ondas elásticas de alta frequência (MHz) nos sólidos é considerado como um meio efetivo para examinar certas propriedades físicas do material, especialmente a atenuação de onda elástica devido aos defeitos estruturais no material. A caracterização ultrassônica em sólidos de um modo geral é realizada através de medidas de velocidades e do fator de atenuação.

Os estudos de caracterização ultrassônica de quartzo com ondas elásticas em modos selecionados têm sido efetuados em grande parte em ressonadores de corte-AT com análise do fator Q em função da temperatura e da frequência, e publicados em vários artigos científicos (1 à 25).

No presente trabalho, foi realizado estudo em quartzos crescido sinteticamente e no quartzo natural que foi tomado como referência utilizando o método pulso-eco, um método conveniente dentre as técnicas ultrassônicas, do fator de atenuação. Através da técnica ultrassônica pela característica da atenuação tem por objetivo realizar o controle de quali-

dade dos quartzos crescidos sinteticamente. Os fatores de atenuação nas direções X e Z dos quartzos sintéticos obtidos foram comparados com o do quartzo natural. A atenuação anisotrópica observada nos quartzos sintéticos exibiram características diferentes em comparação com o do quartzo natural e estas características na atenuação anisotrópicas devem ser devido os defeitos estruturais no quartzo sintético.

Modos puros das ondas elásticas no quartzo

As características de propagação de ondas elásticas são teoricamente e exatamente analisadas baseando-se em: Equação de movimento, Matriz de constantes elásticas e vetor de Poynting que se associa com o fluxo de energia das ondas elásticas. Nesta análise, os modos puros de propagação de ondas elásticas são definidos como segue (26):

a) Modo puro longitudinal: Ondas elásticas, as quais o vetor de onda, vetor de deslocamento e o vetor de energia são paralelos entre si;

b) Modo puro transversal: Ondas elásticas, as quais o vetor de deslocamento é perpendicular aos outros dois vetores, isto é, ao vetor de Poynting e de onda.

No quartzo monocristalino as proporções de ondas elásticas com modos puros são efetuados nas direções orientadas da amostra como mostrado abaixo:

Propagação na direção X	}	Modo puro longitudinal
		Modo puro transversal
Propagação na direção Y	}	Modo puro inexistente
Propagação na direção Z		Somente modo puro longitudinal

MEDIÇÃO DA ATENUAÇÃO

O método pulso-eco, é um método que consiste em introduzir na amostra, através de um transdutor eletromecânico (efeito piezoelétrico), um pulso de curta duração na ordem de microssegundos.

Para executar a introdução de pulso de onda elástica em uma das faces paralelas da amostra, um sinal do oscilador de pulso operando com a frequência fundamental do transdutor ou em uma das de suas frequências "odd harmonics" é aplicado nas faces do transdutor. O sinal elétrico é convertido em vibração mecânica em forma de ondas elásticas de modo longitudinal pelo transdutor de quartzo de corte X e de modo transversal com o de corte Y com o diâmetro de 10 mm, cementado em uma das faces plana e paralela com salicilato de fenila (salol) e a análise foi efetuada a temperatura ambiente com a frequência na faixa de 10 a 90 MHz. O diagrama de bloco do aparelho de medição é apresentado na figura 1.

Em cada propagação de onda elástica, uma parte da energia é absorvida devido o movimento de deslocamento e a outra é espalhada devido a presença de fronteiras e obstáculos na propagação do feixe ultrassônico, portanto, cada eco (assim denominado a onda refletida na face oposta que retorna ao transdutor) sucessivo apresenta-se uma amplitude menor cujo decaimento tem um comportamento logarítmico. Em consequência deste comportamento, tem-se como resultado uma série de ecos em decaimento em função do tempo como pode ser visualizado na figura 2. Se a energia absorvida na colagem do transdutor-amostra é desprezível em relação a energia absorvida no interior da amostra, esta absorção é a própria atenuação de propagação de onda elástica no material onde conjuntamente encontra-se embutida devido a difração e ao não paralelismo que são consideradas atenuação aparente de maior relevância. A correção da atenuação aparente para a difração é estimada de modo geral na ordem de 1 dB/distância do R^2/λ (27), onde R: raio do transdutor e λ : comprimento de onda elástica na amostra. O não paralelismo das faces planas da amostra contribui de forma significativa na atenuação de onda elástica em frequência alta. As ondas planas que refletem na face não paralela retornam para o transdutor de forma distorcida, esta atenuação aparente é estimada (28) por:

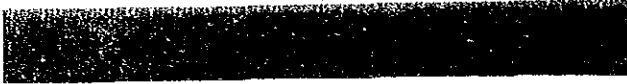
$$(868 n/D) [(R\theta\pi)/V]^2 : (\text{dB/cm}) \quad (\text{A})$$

(*) Trabalho apresentado ao XXIX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Crisóluma, abril de 85.

(**) Especialista da JICA — Japan International Cooperation Agency.

Estudo da cristalinidade de um cristal de quartzo por topografia de raios-X. (*)

CARLOS K. SUZUKI
CRISTOVÃO R.L. FARIAS
FUMIKO IWASAKI (**)
UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP



ABSTRACT

Crystallinity study of a faceted Brazilian quartz by X-rays topography.

Usually, natural, single quartz presents a remarkable change in transparency from the base to the top part. It is believed that a grade up in crystal perfection occurs in nature, at the point that even though it starts growing from an untransparent region, the top part of the single crystal usually is clear and transparent. In the present research, we have conducted a characterization study of crystalline perfection along the Z-direction (from the base to the top) of a single crystal of natural quartz. X-ray topographic and goniometric observation in samples cut along and perpendicular to the Z-direction revealed a gradual and very significant change of crystalline perfection with the transparency. The topographic images are very similar to the ones observed in latices of different degrees. The study of basic crystallinity improvement which occurs in nature is fundamental for the understanding of the crystal growth mechanism.

INTRODUÇÃO

Os cristais de quartzo na natureza apresentam diversas variedades (1), tais como:

- (i) cristal de rocha, que é um quartzo transparente, incolor revelando as faces naturais;
- (ii) quartzo fumê, que é um quartzo enfumaçado, cujo tom varia desde transparente até próximo de preto;
- (iii) quartzo leitoso, que se apresenta com tonalidade leitosa com diferentes graus de opacidade;
- (iv) quartzo colorido, tal como ametista, citrino, rosado, etc.

As jazidas de quartzo no Brasil geralmente apresentam uma mistura das variedades (i), (ii) e (iii), que são atualmente utilizadas como insumos básicos para as indústrias de quartzo sintético, quartzo fundido, silício, vidros especiais, etc. Diversos trabalhos de caracterização dos defeitos em cristais de quartzo natural têm sido realizados. Por exemplo, estudos

(*) Trabalho apresentado ao XXX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Rio de Janeiro, abril de 86.

(**) Especialista da JICA — Japan International Cooperation Agency.

de deslocamentos em cristais de rocha por topografia de raios-X (2), (3), identificação de centros de cor por ressonância paramagnética eletrônica (EPR), (4), estudos em citrino por microscopia eletrônica de transmissão (5). Também no caso de ametista, estudos de caracterização por topografia de raios-X (6) tem sido divulgados. Na natureza, mesmo cristais bem conformados e facetados apresentam geralmente regiões transparentes e opacas, como podemos observar na figura 1.

No presente trabalho, realizamos um estudo minucioso da perfeição cristalina do cristal A, figura 1 ao longo da direção Z, usando técnicas de topografia e goniometria de raios-X, micrografia óptica e método de ataque químico (etching).

PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

As amostras foram obtidas seccionando-se o cristal A como esquematizado na figura 2. As placas Y_1 e Y_2 de corte Y foram seccionadas abrangendo totalmente a face prismática Y. Os blocos Z_0 , Z_1 , Z_2 e Z_3 de corte Z foram obtidos ao longo da direção Z, como representado na figura 2. Estas amostras foram polidas sequencialmente, com pó de SiC de granulometria 320, 600 e 2000 e em seguida submetidas à ataque químico em solução de HF, para remover a tensão residual por intervalo de 10 a 30 minutos dependendo do corte da amostra (corte Z, corte Y).

TOPOGRAFIA E GONIOMETRIA DE RAIOS-X

O sistema topográfico/goniométrico de raios-X de cristal duplo no arranjo não-paralelo (7), (8), usando radiação de cobre, está esquematizado na figura 3. Como é indicado, nesta técnica existem duas geometrias: as posições (+, -) e (+, +). No presente trabalho foi usado topografia de reflexão com o objetivo de caracterizar a perfeição cristalina. Inicialmente, medidas de topografia e goniometria de raios-X na reflexão (2020), foram realizadas na amostra Y_2 . Uma fenda de 1,5 mm de largura foi usada para limitar a região da amostra em observação, e após cada medida, a fenda foi transladada sequencialmente de 1,5 mm num total de dez posições medidas ao longo da direção Z. As topografias foram expostas usando o filme para raios-X Fuji 400, com um tempo de exposição de 30 minutos para cada posição. A figura 4b mostra a seqüência de topografias obtidas por reflexão a partir da região transparente. As quatro primeiras exposições mostram uma alta perfeição cristalina, mas à medida que a região opaca é alcançada, o contraste aumenta, sendo que nas topografias 9 e 10, já dentro da região opaca, uma parte do cristal não aparece na imagem, indicando desorientação da rede cristalina. A figura 4a mostra a distribuição da região não-transparente na topografia óptica.

Para cada uma das dez posições observadas por topografias de raios-X, obteve-se respectivamente medidas de perfis de difração (rocking-curve). A figura 5 a mostra o alargamento do rocking-curve para as posições 2, 5 e 10. A intensidade bem como a largura a meia-altura (H.W) dos perfis de difração aumenta em função da tensão causada pela concentração dos defeitos. Os resultados das medidas da largura do perfil de difração em função da posição na amostra ao longo da direção Z é apresentada na figura 5 b. Podemos observar um aumento gradual da posição 1 à 9, sendo que na posição 10 ocorre um aumento abrupto, que corresponde à região opaca. O rocking-curve correspondente à região opaca deixa de resolver os picos $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ tal é a magnitude do alargamento do perfil. Assim sendo, na medida do H.W. para essa posição consideramos a largura total $K\alpha_1$ mais $K\alpha_2$, o que contribui para o aumento exagerado do H.W.

O perfil de difração da amostra Y-1, mostra a ocorrência de diversos picos (fig. 6a), que denota a existência de regiões na amostra que possuem diferentes orientações cristalográficas. Em virtude da dimensão da amostra (cerca de 70 mm ao longo da direção Z), foi necessário iluminar com o feixe de raios-X em duas posições sobre a amostra, que denominamos posição 1 e 2 na figura 6b. Assim sendo, os picos denominados A, B e C são correspondentes à posição 1 e o pico D à posição 2. As imagens topográficas obtidas nas posições angulares A, B, C e D são mostradas na figura 6c. A ocorrência de blocos macroscópicos com diferentes orientações ao longo da direção Z, ocorre provavelmente no processo de liberação da tensão causada pelos defeitos.

Com o objetivo de examinar em maior detalhe a mudança na qualidade do cristal ao longo do eixo Z, foram também realizadas as mesmas análises topográficas e goniométricas (caso Bragg) nas amostras Z_0 , Z_1 ,

Caracterização de lascas de quartzo para indústrias de "Alta Tecnologia". Parte I: Estudos por difração de raios-X (*)

FUMIKO IWASAKI (**)
DANIELE C.A. HUMMEL
CARLOS K. SUZUKI
HIDEO IWASAKI (**)

UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP

ABSTRACT

Characterization of quartz lascas for high tech industries. Part I: Studies By X-Ray Diffraction

The Brazilian quartz lascas represents actually the main basic material for the high technology industries in the world. However, there is a large gap between the necessity of industries from one side and the very old and subjective method for lascas classification adopted in Brazil. During the last few years this problem has become very critical for both, the supplier country and the users. In the present study, we have conducted a fundamental characterization of the physical-chemical properties of graded lascas from various origins in Brazil by using various techniques such as X-ray topography and goniometry (Part I), density measurement and optical micrograph (Part II) and impurity analysis by atomic absorption spectrophotometry (Part III). In this paper, we have studied the structural imperfection of graded lascas by X-ray techniques.

INTRODUÇÃO

O quartzo brasileiro em forma de lascas representa hoje o principal insumo básico para as indústrias de alta tecnologia, no campo da microeletrônica, comunicações e informática. Como indicado no quadro 1, os campos de aplicação das lascas de quartzo é amplo e o espectro de aplicações é bastante variado (1). Entretanto, junto com o avanço tecnológico, a questão da especificação e controle de qualidade da matéria-prima torna-se cada dia mais importante e necessários.

Em contraste com a exigência cada vez maior das indústrias consumidoras, o processo de classificação das lascas no Brasil ainda é o mesmo usado desde a década de 1940 e efetuada pelos garimpeiros usando o processo visual para verificar a maior ou menor transparência, sem o necessário controle das suas propriedades físico-químicas. Isto tem causado grandes prejuízos às exportações brasileiras de lascas, e sobretudo tem

(*) Trabalho apresentado ao XXX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Rio de Janeiro, Abril de 86.

(**) Especialista da JICA — Japan Internacional Cooperation Agency.

abalado a credibilidade de qualidade do produto nacional, o que no momento tem criado situações de competitividade, dando chances à participação de outros países neste mercado, tais como Índia, Angola, Canadá, Estados Unidos, e também a China. Embora estes países possuam quartzo de qualidade inferior, já ameaçam de forma irreversível a hegemonia da lasca nacional. É o caso por exemplo do quartzo da Carolina do Norte nos Estados Unidos, de origem pegmatita, que é processado e purificado em grande quantidade e transformado no pó Iota Quartz para uso em fusão e fillers. No caso do Iota Quartz, processos dispendiosos de purificação são empregados para se chegar a um nível de impureza equivalente às lascas brasileiras in natura ***.

O presente trabalho, desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Quartzo da UNICAMP (colaboração UNICAMP-JICA) constitui-se num estudo pioneiro das propriedades físico-químicas das lascas do Brasil em que se realizou a caracterização integrada por diversas técnicas, tais como topografia e goniometria de raios-X (Parte I), medidas de densidade e micrografia óptica (Parte II) e análise de impurezas por espectrofotometria de absorção atômica (Parte III).

Além do aspecto científico, as fronteiras de contribuição deste trabalho se alastra no estabelecimento de uma metodologia de controle de qualidade das lascas com o objetivo de reverter a atual situação quanto à credibilidade das exportações e ao estabelecimento de back-ground para processamento desta matéria-prima no país.

TOPOGRAFIA E GONIOMETRIA DE RAIOS-X DE DUPLA REFLEXÃO

Técnica

O sistema topográfico/goniométrico de raios-X de dupla reflexão no arranjo não-paralelo (2) (3), na geometria de reflexão (caso Bragg) é apresentado na figura 1. Nesta montagem, a primeira reflexão ocorre num cristal de silício assimétrico, de modo que a largura do foco efetivo de raios-X é ampliada de modo a abranger toda a amostra evitando-se efetuar varredura. A difração assimétrica também torna o feixe de raios-X altamente paralelo; no presente arranjo a divergência do feixe incidente é de 1,5 segundos de arco. Nestas condições, torna-se possível obter imagens topográficas de alta resolução e a sensibilidade para se detectar tensões na estrutura cristalina é de $\Delta d/d \approx 10^{-5}$.

A grande vantagem deste método é podermos obter o perfil de difração (rocking-curve), que corresponde à própria imagem topográfica. O rocking-curve é diretamente relacionado à quantidade de tensão gerada pelos diversos tipos de defeitos estruturais na amostra cristalina. A combinação da goniometria (rocking-curve) com a topografia foi utilizada no presente trabalho para a caracterização das lascas de quartzo.

Preparação de Amostras

A preparação de amostras para análise topográfica/goniométrica a partir dos fragmentos de lascas seguiu as seguintes etapas:

- (i) determinação e orientação do eixo óptico do fragmento (lasca) usando o método de dupla polarização da luz (precisão na orientação dentro de $\pm 4^\circ$);
- (ii) orientação do eixo Z com raios-X usando o método da Laue por reflexão (precisão na orientação em $\pm 1^\circ$);
- (iii) corte usando serra diamantada em placas-Z;
- (iv) polimento mecânico usando pó abrasivo de SiC na seqüência # 320, # 600 e # 2.000, na qual a espessura final da amostra fica em torno de 1 mm.
- (v) polimento químico em solução de HF durante um intervalo de 10 a 12 minutos.

Resultados e Discussão

As topografias de raios-X foram obtidas usando a reflexão (0003), e expostas com filme Fuji X-Ray Film 8D. O tempo de exposição variando de 1 a 8 horas dependendo da amostra e da posição (+, -) ou (+, +) de

(***) Refere-se às lascas in natura de boa qualidade em termos de concentração de impurezas.

Table VI Q-values comparison. Vibrators and Longitudinal wave propagation.

Samples	Cut	Direction	Q ⁻¹ × 10 ⁶ (5MHz)			Ref.
			AT	X	Z	
N.Q.	-	X	-	1.3	-	7
N.Q.	-	X	-	0.3	-	8
N.Q.	AT	-	4.9	-	-	9
N.Q.	-	X, Z	-	5.2	6.8	*
S.Q.						
RUN-812 ⁺	AT	-	5.5	-	-	9
-812 ⁺⁺	AT	-	8.0	-	-	9
-688 ⁺	AT	-	12.5	-	-	9
-644 ⁺⁺	AT	-	35.0	-	-	9
I	-	X, Z	-	14.8	21.8	*
II	-	X, Z	-	11.1	23.3	*
III	-	X, Z	-	15.0	17.0	*
IV	-	X, Z	-	23.3	23.8	*
V	-	X, Z	-	16.4	21.7	*
VI	-	X, Z	-	20.9	19.1	*
VII	-	X, Z	-	42.2	14.3	*

N.Q.=Natural quartz. S.Q.=Synthetic quartz.

*Present works, +=z-minor seed, ++=Basal seed

The values, 1/Q, are calculated at the frequency of 5MHz using loss factors, α , at 5MHz which are estimated by extrapolation of equ. (2). Q-values at 5MHz estimated from loss factors are shown in Table VI, with some reference data. /7-9/ Q-values reduced from ultrasonic loss factors show reasonable values. This result suggests the fact that Q-value and loss factor are exchangeable quantity in each others.

However, in the future, Q-value of a resonator made from quartz crystal in which ultrasonic loss factor is evaluated, should be compared with original ultrasonic loss factor.

7. OH content problem.

It is supposed that loss characteristics of AT-cut quartz resonator at room temperature is dominantly controlled by OH content in the crystal as a resonator. /2,3/ Therefore, from the correspondence relation between Q-value and ultrasonic loss factor, it is possible to speculate that OH content influences the ultrasonic loss factors.

On the other hand, Strakna and Savage studied the influence of OH content on loss factor of longitudinal wave propagation (20MHz) in fused quartz samples with high and low content of OH. They reported that no significant change of ultrasonic loss was observed in samples with extremely different OH contents. /10/ It is needed to confirm the influence of OH content on propagation loss factors in crystalline quartz.

AT-cut quartz resonators have thickness-shear mode of vibration which is corresponding to transverse mode of elastic wave propagation. Therefore, in future, relationship between OH content and loss factors should be confirmed by both longitudinal and transverse modes.

8. Summary

The experimental results in the present work show that;

1) Gross defects so called "dislocations" and/or "inclusions" influence loss factors of longitudinal wave propagation along Z-direction when the defect densities are higher than some "threshold";

2) Interaction between "dislocations" and longitudinal wave may depend on properties of dislocations characterized by "edge-screw" character, Burgers vector, and configurational orientation with respect to the propagation directions of waves;

3) The α -Q relation induced from phenomenological theory is applicable to estimate Q-values from ultrasonic data characterized by A's and n's in as grown synthetic quartz;

4) No significant influence of seed boundaries is observed from loss evaluations by longitudinal and transverse waves.

In addition, on the present work, it is emphasized that, in future, the following items should be studied in detail;

1) Qualitative characterization of "dislocation properties" such as density and contrast dependent patterns in topographs observed by different diffractions, in connection with ultrasonic loss characteristics of as grown quartz;

2) Confirmation of the influence of OH-content on ultrasonic loss factors measured by longitudinal wave and, especially, by transverse wave in synthetic and natural quartz samples at room temperature.

Acknowledgement

Authors would appreciate for kind consideration in utilization of Matec instruments in low temperature laboratory in Institute of Physics, UNICAMP. Growth of synthetic quartz was performed by collaboration with ABC XTAL Microeletronica S.A. in Rio de Janeiro.

References

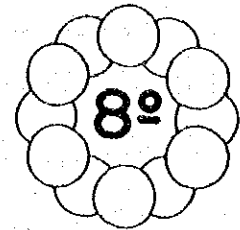
- 1) A.W. Warner, Proc. I.R.E., 40 (1952) 1030-1033
- 2) D.M. Dodd and D.B. Fraser, J Phys. Chem. Solids, 26 (1965) 673-686
- 3) D.B. Fraser, "Physical Acoustics", Ed., W.P.Mason, Vol. V, 59-110, Academic Press, N.Y., 1968
- 4) E.R. Fuller, Jr., A.V. Granato, J. Holder, and E.R. Naimon, "Methods of Experimental Physics", Ed. R.V. Coleman, Vol. 11, 371-441, Academic Press, N.Y., 1974
- 5) F.Iwasaki and M.Kurashige, Ferroelectrics 43 (1982) 43-50
- 6) H. Iwasaki, J. Radio Res. Laboratories (Japan) 3 (1956) 259-264
- 7) J. Lamb, M. Redwood, and Z. Shteinshleifer, Phys. Rev. Letters, 3 (1959) 28-29
- 8) J. Lamb and J. Richiter, Proc. Roy. Soc., A293 (1966) 479-492
- 9) J.C. King, A.A. Ballman, and R.A. Laudise, J. Chem. Phys. Solids, 23, (1962) 1019-1012
- 10) R.E. Strakna and H.T. Savage, J. Appl. Phys., 35 (1964) 1363-1362



UNICAMP

SYNTHETIC QUARTZ TECHNOLOGY
PART I, GROWTH AND CHARACTERIZATION BY X-RAY

CARLOS K. SUZUKI
Departamento de Engenharia de Materiais - UNICAMP
JOZSEF KISS, SIMÃO TAKIYA, FLAVIO R.M. FERNANDES
ABC XTAL Microeletrônica S/A



cbecimat

The effect of Al impurity contained nutrient in the quality of synthetic quartz grown by hydrothermal process was studied. Various structural defects, such as dislocations, inclusions, growth striations, in terplanar spacing dilatation due to the absorption of impurity Al-atoms have been observed. In special, the increase of S-regions and the consequent decrease of Z-regions of synthetic quartz is highly dependent on Al-content in the nutrient lascas.

INTRODUCTION

The synthetic quartz is the main source of material for the production of oscillators and resonators in the field of advanced electronics. It is well known that in natural quartz, the Al presents the highest concentration in comparison with other elements [1].

In this paper, we have studied the effect of lascas quality used as a nutrient in hydrothermal growth process with the quality of the grown crystal. In order to verify the effect of Al, he have conducted an experience to grow Al-doped and undoped synthetic crystals. The degenerative effect of Al impurity [2], [3] contained in nutrient lascas on the synthetic quartz is characterized in detail by using the technique of x-ray topography and goniometry.

HYDROTHERMAL GROWTH OF CRYSTALS

The hydrothermal growth of synthetic quartz consists in the recrystallization of natural quartz used as a nutrient in a solution maintained at high pressure and temperature [4]. The main parameters which influence the quality of synthetic crystals are:

- (1) The type of solution and its concentration.
- (2) The growing temperature.
- (3) The temperature gradient between the upper zone (seeds) and the lower zone (nutrient lascas) of the autoclave.
- (4) The internal pressure of autoclave.
- (5) The crystallographic orientation of seeds.
- (6) The quality of seeds (free of structural defects).
- (7) The quality of lascas (nutrient).

In this research work, we are going to concentrate in the analysis of parameter (7), quality of lascas. The parameters (1), (2), (3), (4) and (5) are controllable in the production plant. And the parameter (6), quality of seed is discussed in another paper presented in th's 8th CBECIMAT Congress.

GROWTH OF DOPED CRYSTALS

The growth of doped and undoped crystals were conducted in production autoclaves with similar conditions, as specified in table I. Raw material lascas were the same for both, the doped and undoped crystals.

Table I. Growth Conditions

	Al - Doped	Undoped
Solution	Solution 7% Na ₂ CO ₃	Solution 7% Na ₂ CO ₃
Growth Temperature	345.2°C	345.1°C
Temperature Gradient	21.7°C	21.1°C
Pressure	940 kg/cm ²	940 kg/cm ²
Dopant	Al*	-
(*) 1000 ppm Al/SiO ₂ in weighth by using Al ₂ O ₃ dopant.		

Growth by Using Lascas from Various Regions. Third graded lascas extracted from eight different quartz mines were used to grow synthetic quartz in production autoclaves of ABC-XTAL Microeletronica. Standard growth conditions as specified in Table II were used.

Table II. Growth Conditions

Growth Temperature	345°C
Temperature Difference	15 - 35°C
Pressure	1700 kg/cm ²
Days of Growth	35 - 40
Solution	NaOH (1.0 mol) + Li ₂ CO ₃ (0.025mol)
Autoclave	
Inner Diameter	25 cm
Length	600 cm

The Al content in these lascas presented a wide variation in the range 15 ppm to 241 ppm, depending on their origin. Table III shows the Al concentration and the corresponding extraction sites.

Tecnologia de sementes para quartzo sintético (*)

CARLOS K. SUZUKI
CRISTOVÃO FARIAS
UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP
SIMÃO M. TAKIYA
JOZSEF KISS
ABC-XTAL Microeletrônica S/A
Av. Brasil, 20.201
21510 Rio de Janeiro — RJ

ABSTRACT

Seed technology for synthetic quartz

The Brazilian country has a natural condition of resource and energy availability to become an important producer and exporter of synthetic quartz. However, the actual key point is to be able to produce a very competitive high quality and low cost crystals. In this sense, it becomes necessary to develop a high level scientific-technological research in synthetic quartz technology.

The present research represents a contribution in a vital area of seed technology. In this investigation, we have used various types of natural and synthetic quartz with different degrees of perfection in defects and surface treatments to grow crystals, and the characterization studies has been conducted by X-ray double crystal topography.

INTRODUÇÃO

Pelas condições naturais de farta matéria-prima e pela disponibilidade de energia elétrica, o Brasil apresenta grandes perspectivas de se impor como um importante produtor e exportador de cristais de quartzo sintético. Entretanto, a questão vital é a capacidade de produzir cristais de alta qualidade para torná-lo competitivo no mercado internacional.

Dentro da tecnologia de quartzo sintético, a tecnologia de sementes é vital no sistema de crescimento hidrotérmico. O presente trabalho representa uma importante contribuição à área, servindo também de base para novos desenvolvimentos.

CRESCIMENTO HIDROTÉRMICO

O crescimento hidrotérmico é atualmente o método usado para crescer cristais de quartzo sintético, também denominado quartzo cultivado. Isto é realizado em autoclaves de aço, cuja representação esquemática

consta na figura 1. A autoclave é um vaso de pressão selado, que consta de duas partes, a parte superior onde são colocadas as sementes e portanto localiza-se a região do crescimento, e a parte inferior onde são colocadas as lascas. A autoclave é envolta com resistências de aquecimento, de modo que a temperatura é controlada, mantendo-se a parte superior e inferior com um gradiente de temperatura. As duas regiões ficam imersas em solução alcalina, e as placas ao se dissolverem migram por convecção até as sementes ocasionando o crescimento do quartzo sintético.

Uma visão das sementes de quartzo montadas no rack antes de se processar o crescimento, é mostrada na figura 2. O rack após o ciclo de crescimento (corrida) já com as barras-Y crescidas são apresentadas na figura 3. A figura 4 ilustra uma semente e a barra-Z.

SEMENTE E QUALIDADE DO CRISTAL

A qualidade do cristal sintético depende basicamente da qualidade da semente e das lascas usadas como nutriente. Os defeitos estruturais do tipo deslocamentos dependem da perfeição estrutural da semente. Assim sendo, sementes contendo deslocamentos induzem deslocamentos no cristal por propagação. Este efeito pode ser observado na topografia de raios-X de dupla reflexão (1,2) de uma amostra de corte-Y (barra-Y), na reflexão (2020) mostrada na figura 5. No centro da topografia localiza-se a seção retangular da semente (2 x 3 mm, dimensão real), sendo que a área em sua volta foi agregada durante o crescimento da barra. Várias texturas definem as regiões de crescimento (regiões $\pm Z$, $\pm X$ e $\pm Y$) com maior ou menor quantidade de impurezas (2) e defeitos. Através da topografia da figura 5 podemos observar que as deslocamentos na região Z se propagam através das deslocamentos da própria semente. De uma forma geral, as deslocamentos se originam:

- por propagação de outra deslocamento da semente,
- de tensões na superfície da semente e
- de inclusões.

Outra necessidade de se usar novas sementes de alta perfeição é devido ao efeito da degeneração cíclica do produto, em que a cada ciclo de geração de sementes os defeitos tendem a aumentar.

COMPRIMENTO DA SEMENTE E QUARTZO NATURAL

A maior dimensão da semente ou barras corresponde à direção Y da estrutura cristalina do quartzo. Nesta direção não há praticamente crescimento durante o cultivo, e assim sendo, as sementes obtidas na geração seguinte serão menores que as originais. Portanto, a cada ciclo crescem-se barras cada vez menores. Em termos industriais, gerar barras mais compridas passa a ser um problema econômico, já que estas são mais produtivas para o corte de lâminas (ressonadores).

Dessa forma, após um certo número de ciclos de crescimento torna-se necessário recorrer à natureza fazendo-se uso de blocos de quartzo natural para preparar sementes e gerar "barras-mãe". Atualmente, os blocos de quartzo natural suficientemente grandes e perfeitos são encontrados somente no Brasil, e mesmo neste país, que é o celeiro do mundo nesta matéria-prima, já começa a se tornar raro. A figura 6 mostra um bloco de quartzo-natural para preparar sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização desta pesquisa, foram preparadas vinte e duas amostras de semente de diversas qualidades, e o crescimento foi realizado nas autoclaves de produção da ABC-XTAL mantendo as condições de corrida padrão comercial. É importante enfatizar o interesse em realizar este estudo em condições reais de produção, uma vez que em tecnologia de quartzo sintético normalmente a extrapolação das condições de crescimento em escala de laboratório não é direta.

O cristal crescido com semente de quartzo sintético contendo alta densidade de deslocamentos é mostrado na topografia da figura 7. Como podemos observar, grande parte das deslocamentos da região Z se propagam a partir das deslocamentos da própria semente. Entretanto, a parte superior da região Z é mais perfeita em virtude da semente possuir menos defeitos nesta parte, como é observável nesta figura.

(*) Trabalho apresentado ao XXX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Rio de Janeiro, abril de 86.

Influência da impureza de Al na fabricação do quartzo sintético estudada por topografia e goniometria de raios-X (*)

CARLOS K. SUZUKI
FUMIKO IWASAKI (**)
HIDEO IWASAKI (**)

UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP

ABSTRACT

Influence of Al impurity in the fabrication of synthetic quartz. Study by X-ray topography and goniometry.

In the present research, synthetic crystals were grown doped with Al in order to simulate the effect of Al contained in the natural quartz luscas used as nutrient for industrial hydrothermal process. Characterization studies in Al-doped and undoped crystals were performed by various techniques, such as, X-ray topography and goniometry, infrared absorption spectroscopy and atomic absorption spectroscopy. We have observed that in this case the Al impurity contributes to the generation of structural defects, increases the infrared absorption coefficient in the region of 3 μm , degrades the geometry of growth sectors and also contributes to higher the Al concentration in the synthetic crystals. The results indicate how important and fundamental is the characterization and quality control of natural quartz luscas as a raw-material. It can also be concluded that the hydrothermal method is a highly efficient purification process for Al.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista as aplicações eletrônicas, as indústrias de cristais de quartzo sintético têm experimentado nesta última década um crescimento considerável. De acordo com dados recentes do "Quartz Industry Trade Association" do Japão(1), a demanda dos produtos usando quartzo neste país triplicaram nos últimos cinco anos, e tudo indica que a sua utilização em novos produtos tende a aumentar ainda mais o seu consumo.

Atualmente, a produção mundial de quartzo sintético é de aproximadamente 3.000 toneladas/ano, sendo que deste total o Brasil produz cerca de 20 toneladas/ano (0,7%) através de sua única indústria, a ABCXTAL Componentes e Materiais Eletrônicos S/A.

(*) Trabalho apresentado ao XXIX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Curitiba, abril de 85.

(**) Especialista da JICA — Japan International Cooperation Agency.

Durante quarenta anos do pós-guerra, o país limitou-se quase exclusivamente a exportar quartzo in natura em forma de lascas sem nenhum investimento científico e tecnológico. A exportação de lascas para aplicações diversas tem suprido em mais de 60% as necessidades de insumos básicos para as áreas estratégicas de informática, microeletrônica e comunicações. Somente o mercado de cristal sintético no Japão é da ordem de US\$ 500 milhões anuais(1). Entretanto, as exportações brasileiras de lascas para todas as aplicações têm gerado anualmente ao país menos de US\$ 10 milhões.

Muito embora o Brasil reúna os dois parâmetros básicos, matéria-prima abundante e energia, que regulam o custo na produção do quartzo sintético, o país encontra-se ainda empenhado no desenvolvimento de "know how" e aprimoramento de qualidade. O presente trabalho constitui-se numa contribuição para a implantação de capacitação técnica nesta importante área de alta tecnologia.

No processo de crescimento hidrotérmico, a presença da impureza de Al gera imperfeições variadas durante o crescimento, e praticamente regula no que diz respeito a insumos, a qualidade do cristal sintético em termos de aplicações tecnológicas. Embora diversas pesquisas tenham sido realizadas anteriormente com o intuito de correlacionar o efeito de impurezas(2); (3) no crescimento do quartzo sintético, não se tinha notícia até o presente sobre a correspondência do efeito de dopagem controlada com Al e a geração de imperfeições estruturais e a degradação da qualidade do cristal sintético. Nesta experiência foram crescidos cristais dopados com Al afim de simular o efeito desta impureza contido na lasca de quartzo natural usado como nutriente. Para efetuarmos um estudo de comparação, foram crescidos cristais sintéticos em duas autoclaves. Num das autoclaves adicionou-se impurezas de Al, sendo que na outra autoclave manteve-se a condição "standard". Ambas as autoclaves foram operadas em condições similares.

O estudo de caracterização foi realizado usando técnicas de topografia e goniometria de raios-X, espectroscopia de absorção infra-vermelha e análise de impurezas por espectroscopia de absorção atômica. Realizou-se um estudo minucioso das imperfeições estruturais causadas pelo efeito de dopagem em comparação com o cristal crescido nos padrões "standard" (não-dopado).

CRESCIMENTO HIDROTÉRMICO DE CRISTAIS

O processo de crescimento de quartzo sintético consiste na recristalização do quartzo, natural numa solução mantida à pressão e temperatura elevadas (4). Este processo, denominado crescimento hidrotérmico de cristais, é atualmente utilizado para a sintetização em larga escala de monocristais de quartzo a partir de quartzo natural, que é usado como nutriente.

A figura 1 mostra uma representação esquemática do equipamento de crescimento. O vaso de alta pressão, denominado autoclave, é separado em duas zonas através do "bufle", que é um disco metálico contendo orifícios. O nutriente, que são lascas de quartzo, são colocadas na zona de temperatura mais elevada (parte inferior da autoclave) e as sementes são posicionadas na zona de temperatura menos elevada. Com a autoclave carregada com solução a uma porcentagem de enchimento característica, esta é lacrada e aquecida por um forno elétrico. Quando a temperatura alcança o valor próximo a condição de operação, o nutriente começa a se dissolver ocasionando a saturação da solução. Como a zona superior da autoclave é mantida a uma temperatura mais baixa que a zona inferior, por efeito de convecção ocorre um movimento circulatório da solução de baixo para cima. Neste processo, as sementes começam a crescer uma vez que a solução supersaturada deposita-se sobre a sua superfície. Tendo em vista o gradiente de temperatura entre as duas zonas, correntes de convecção ocasionam o crescimento contínuo do cristal.

Os principais fatores que influenciam na qualidade dos cristais sintéticos são: (1) O tipo de solução e a sua concentração; (2) A temperatura de crescimento; (3) O gradiente de temperatura entre as zonas superior e inferior; (4) A pressão interna da autoclave; (5) A orientação cristalográfica das sementes; (6) A qualidade das sementes (livre de imperfeições cristalinas); (7) A qualidade do nutriente (lascas).

Dentre os fatores mencionados, os parâmetros (1), (2), (3), (4), (5) e

Determinação de densidade de lascas de quartzo (*)

DANIELE C. A. HUMMEL
HIDEO IWASAKI (**)
FUMIKO IWASAKI (**)
CARLOS K. SUZUKI
UNICAMP — Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin
Caixa Postal 1170
13100 Campinas — SP

ABSTRACT

Density measurement of grade quartz lascas (Characterization of natural quartz lascas)

We present a study relating the classification and characterization of Brazilian quartz lascas. The study was carried out in samples of lascas "graded" nominally by only visual inspection, for instance, first, mixture, 2nd, 3rd, and 4th. The graded lascas exploited from a mine in Diamantina region (MG), were characterized by density measurements and microscopic observations of defects structures. We have observed a good correlation between density values and nominal grade of lascas. The density differences in each graded lasca correspond to the differences of defects concentration, such as, cracks and microcavities with "liquid". The present study suggests that the density measurement is applicable to identify and compare the "grade" of lascas classified by only visual inspection and collected at independent lascas production site distributed in various regions in Brazil.

INTRODUÇÃO

Especificamente sobre o quartzo, dados revelam o Brasil como detentor de 95% da reserva mundial (1;2), matéria-prima para a produção de quartzo sintético, quartzo fundido, fibras ópticas, silício metalúrgico, vidros e cerâmicas especiais, além de suporte da microeletrônica aplicada à informática e comunicações.

Atualmente grande parte é exportada indiscriminadamente sem atender a uma política de valorização real frente ao mercado mundial (3), sendo que esta só poderá ser estabelecida quando definirmos critérios físico-químicos consistentes de classificação das lascas de quartzo natural internacionalmente aceitos.

No momento a classificação das lascas é realizada tomando como base somente a inspeção visual proposta empiricamente por garimpeiros. Nesta inspeção visual a transparência e concentração de cracks e regiões leitosas no material são adotadas como critério de classificação, sendo as lascas distribuídas em; 1ª, mista, 2ª, 3ª, 4ª, etc; segundo o decréscimo do grau de transparência e perfeição visual das lascas. Entretanto, até o momento não há confirmação de uma relação de qualidade entre os ní-

veis de graduação atribuídos às lascas. Então, estabelecer um fundamento físico-químico é importante para evidenciar a relação entre as propriedades físicas e químicas das lascas pré-graduadas e utilizá-lo como critério de classificação das mesmas.

Neste estudo a propriedade física densidade é utilizada como parâmetro para estabelecer-se uma primeira relação entre os diferentes níveis de classificação das lascas.

As lascas utilizadas provêm de uma jazida da região de Diamantina (MG). O termo lasca é utilizado por garimpeiros para o quartzo natural em forma de blocos de 5 a 50g sendo aceito internacionalmente.

EXPERIMENTO MEDIDAS DE DENSIDADE

O primeiro estágio do estudo utiliza uma básica técnica de caracterização de materiais, ou seja, a determinação de densidade através do princípio de Arquimedes; onde pretende-se detectar as diferenças de densidade entre os níveis de classificação das lascas pré-determinados apenas por observação visual. Ao mesmo tempo, acompanha-se a observação microscópica de defeitos do material em cada nível de classificação da lasca analisado.

Define-se a propriedade densidade como massa por unidade de volume, e segundo o princípio de Arquimedes; Todo corpo mergulhado em um fluido fica submetido a ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima de módulo igual ao peso do fluido deslocado (4). Aplicando-se este princípio, a densidade de sólidos irregulares, como as lascas, podem ser medidas através da imersão na água. A densidade do sólido é apresentada por;

$$\rho = \frac{\text{Peso do corpo no ar}}{\text{Peso aparente do corpo imerso na água } (^{\circ}\text{T})} \rho_{\text{H}_2\text{O}}(^{\circ}\text{T})$$

O processo de determinação de densidade através do princípio de Arquimedes é descrito esquematicamente na figura 1, onde podemos verificar as várias etapas; pesagem a seco da amostra (figura 1a e 1b) e pesagem da amostra mergulhada no fluido (figura 1c e 1d).

Na figura 2, o procedimento prático, utilizando-se uma balança analítica é descrito por;

$$\rho = \frac{(M_1 - H_1)}{(M_2 - H_2) - (M_1 - H_1)} \rho_{\text{H}_2\text{O}}(^{\circ}\text{C})$$

onde: M_1 = peso da amostra + haste a seco (figura 2a.);
 H_1 = peso da haste;
 M_2 = peso da amostra + haste mergulhada em água (figura 2b);
 H_2 = peso da haste parcialmente mergulhada em água;
 $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ = densidade da água a temperatura em que foi realizada a medida.

Nota-se na figura 2 que o peso da amostra + haste quando mergulhada em água sofre uma redução aparente de 13g a 10g devido a ação da força de empuxo.

A figura 3 mostra os valores médios de 1ª a 4ª. Estes valores médios foram obtidos da análise de cinco amostras escolhidas aleatoriamente de cada nível de classificação.

O valor médio para as lascas de 1ª é de 2,6463/cm³ (valor aceito pela literatura (5)), enquanto que as lascas de 4ª apresentam o valor médio de 2,6378 g/cm³. As medidas foram realizadas a 27°C, temperatura da água. Na figura 3 verifica-se uma característica decrescente dos valores médios de densidade associados a graduação de 1ª a 4ª, exceto o valor anômalo no grau de mista. Até o presente, entretanto, a razão não é muito clara. Nos resultados obtidos verificamos uma boa correlação entre os

(*) Trabalho apresentado ao XXIX Congresso Brasileiro de Cerâmica, Criciúma, abril de 85.

(**) Especialistas da JICA — Japan International Cooperation Agency.

CRYSTAL FORMATION STUDIES OF GLASSES AND
GLASS-CERAMICS BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

C.G.Rouse , P.K.Kiyohara, S.M.Toffoli and R.
R.Zucchini - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
do Estado de São Paulo S.A. - IPT, Cidade
Universitaria, São Paulo, SP.

Glass production involves the melting of crystalline raw materials at high temperatures, of the order of 1500°C, in refractory lined furnaces. The glass is formed by rapidly cooling the molten material. It is during the cooling stage of the glass making process that crystal formation can occur. Crystal formation in glassy systems can be produced by two distinct mechanisms. The first mechanism is heterogeneous nucleation normally caused by the presence of impurities or unmelted crystals left from the raw materials. The second mechanism is homogeneous nucleation, where the nuclei necessary for crystal growth are formed from compositional instabilities within the glassy melt. Crystals may also be found in glasses coming from the refractory linings of the furnaces.

It is very important, in technological terms, to determine the type and composition of crystals that are formed in different glassy systems and to determine which of the above mentioned mechanisms is the principle cause of crystal formation.

The Scanning Electron Microscope (SEM) coupled to an X-Ray Energy Dispersive (XRED) analyser is a very convenient tool for studying the presence of crystals in glassy systems (1). Sample preparation is simple and only a fractured surface of the glass, that has been suitably coated either with a thin sputtered layer of gold (for visual inspection) or with an evaporated layer of carbon (for micro-analysis), is required.

In this study, a glass system based on a basalt glass (2) doped with 5% of zirconium silicate was used. The ground basalt and zirconium silicate

ALKALINE DURABILITY STUDIES OF COMMERCIAL GLASSES

Rouse C.G., Toffoli S.M., Zucchini R.R.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT
Cidade Universitária, CP 7141, 05508 São Paulo SP, Brazil

ABSTRACT

The behaviour of glass in contact with chemical solutions is an important parameter in the industrial applications of these materials. Glass is a chemically inert material when in contact with most acid, basic and neutral solutions. This property gives it considerable advantage over other materials when being considered for a particular industrial application. Glass is chemically attacked by alkaline solutions. The extent and nature of the attack and the type of surface damage caused by alkaline solutions depends on a number of factors, such as: pH and temperature of the solution, time of contact, surface conditions and the chemical composition of the glass. In this paper, a study has been made to correlate the alkaline durability and the chemical composition of a number of commercial glasses. The alkaline durability of the glasses was determined on bulk samples using a standardized mass loss test method.

INTRODUCTION

Glass is known to be a chemically resistant material that is only significantly attacked by hydrofluoric acid, phosphoric acid and by some strongly alkaline reagents.

In normal conditions of use, glass has to resist the chemical attack of water, which in itself does not cause a very violent reaction. However, if water remains on the glass surface for some time, then an ion exchange process can produce an alkali rich surface layer that can provoke a more accelerated corrosion phenomena.

The alkaline corrosion process, although not as aggressive as the attack produced by hydrofluoric acid, where the silica matrix is totally destroyed, nevertheless still represents a very serious effect for the practical application of glasses. The alkaline corrosion process, both as an extended form of the hydrolytic corrosion described earlier or as a consequence of direct attack by alkaline solutions can be observed in a number of practical situations such as: corrosion of flat glass in sheets during storage, corrosion of optical components made out of glass, corrosion of glass containers.

GLASS CORROSION STUDIES OF A HIGH ALUMINA REFRACTORY

COLIN G. ROUSE, SAMUEL M. TOFFOLI AND ALVARO B. LOPES

Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de Sao Paulo Cidade Universitaria, Caixa Postal 7141 Sao Paulo, Brasil

ABSTRACT

The development of special glasses on a laboratory scale involves the use of refractory crucibles capable of withstanding the corrosive nature of molten glass. It is standard practice to use platinum and platinum alloyed with rhodium for trial melting tests. However, these materials are extremely costly and for certain glass compositions their performance can be considered unpredictable. This fact has stimulated interest in using high alumina as an alternative to platinum for the melting of special glasses on a laboratory scale.

In this work, three different glasses (a standard soda-lime glass, a phosphate glass and an alumino-silicate glass) were melted in locally produced high alumina crucibles. From the initial melting trials a test method was developed to determine the corrosion resistance of the refractory material.

It was shown that for the soda-lime glass the high alumina refractory performed well at the melting temperature of 1500°C showing very little signs of corrosion, but that for the alumino-silicate and phosphate glasses severe corrosion took place at temperatures ranging between 1000-1300°C.

INTRODUCTION

The glass group of IPT has, for many years, been involved in the development of special glasses for a wide variety of industrial applications [1]. The extensive range of glass compositions melted has always meant a need for a readily available and cheap refractory material for making early experimental melts. Although for some of the glass compositions it was possible to use platinum/rhodium crucibles, this material was considered too expensive for melting trials of certain of the special glasses.

The initial part of this study was done with glasses melted in the high alumina crucibles. The work was then extended so as to study the corrosion process on rods of the refractory materials immersed in the molten glass. In this way it was possible to develop a test method that could be used in the future to quantify the corrosion resistance of the high alumina refractory for any given glass composition.

Several authors [2,3,4,5,6] have studied extensively the corrosion mechanism of refractory materials in contact with molten glass. The corrosion process can be described in terms of a series of physical and chemical reactions between two or more of the components in the system, which result in the dissolution or disintegration of the refractory into the molten glass.

Alkaline Durability Studies of Glass Fibres by Scanning Electron Microscopy

C.G. Rouse*, C.M.L. Guenaga and P.K. Kiyohara
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
Caixa Postal 7141 - 01000, São Paulo, Brasil

Abstract

Five glass fibre types, two available commercially (E-glass and Cem-fil) and three produced in our laboratories (a high ZrO₂ glass, a basalt glass and a basalt glass with 5% ZrO₂) were subjected to chemical attack in alkaline solutions (pH > 12) in two tests under different conditions of temperature and time. The coatings of the commercial fibres were removed by heating at 350°C. The locally produced fibres were not coated. In the first test condition, samples of the five fibre types were treated in a 40 ml solution of 1N NaOH for 500h at 25°C. In the second test condition, fresh samples of each fibre type were treated in a 150 ml solution of 1N NaOH for 3h at 97°C. A study was made by Scanning Electron Microscopy of the five fibres types, before and after attack by the alkaline solution, to determine visually the extent of surface damage. The results showed clearly that, under both test conditions, the cem-fil fibre and the locally produced ZrO₂ fibre suffered no visible attack. The E-glass, basalt glass and basalt glass with 5% ZrO₂ showed visible signs of attack under both test conditions. It was concluded that glasses made from basalt, even with the presence of 5% ZrO₂, do not resist well in alkaline environments.

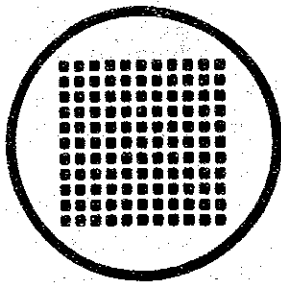
Introduction

The early work on the development of glass fibres suitable for reinforcing ordinary portland cement showed that these had to be inherently resistant to alkaline environments (1). The use of organic coatings is mainly limited to protecting the fibre during handling and application. The subsequent development work reached the conclusion that only special glasses containing large quantities of ZrO₂ would achieve the required alkaline durability and be suitable for forming fibres to reinforce ordinary portland cements (2,3,4,5). Such fibres have now been available commercially for several years under the trade-mark of Cem-fil (6).

In recent years there has been a growing interest in the use of glass fibres to reinforce cements, especially as an asbestos replacement (7). This has stimulated much work by research groups to find alternative glass compositions that do not contain ZrO₂ (8) and other compositions based on cheap and readily available raw materials, that would have alkaline durability properties similar to the high ZrO₂ glasses (9,10,11,12). The availability in the State of São Paulo, Brasil of large deposits of basalt rocks (used industrially for the production of rock-wool) led our research group to study several possible uses of this raw material (13,14).

In this paper, a study is presented of the alkaline durability of

Secretariat
of industry and
foreign trade



INTI

**National Institute
of Industrial
Technology**

Functions
and fields
of activity

INTI is a decentralized body under the Secretariat of Industry and Foreign Trade, whose purpose is to cooperate with the technological progress of the productive sector. To this end, INTI

- renders direct technical services to companies in its field of interest;
- promotes developments for the adjustment and generation of technology;
- undertakes joint research projects with similar companies and institutes, both local and foreign, in order to improve or generate products or processes;
- tests materials and products according to international standards;
- participates in the implementation of industrial standardization and quality control.
- fulfills the role of advisor and auditor to the state and to private industry;
- trains human resources in technical and management processes, especially for small and medium companies;
- is responsible for the Technology Transfer Registry;
- supplies technical and industrial information and facilitates access to available technologies both in Argentina and abroad.

For this wide range of multiple activities, INTI has developed a scientific and technical structure with two different kinds of organization units which can nonetheless act together, according to the requirements of each undertaking.

One of the units is made up by the departments of Physics, Chemistry, Food Technology, Mechanics, Construction and Energy, together with five special sectors: Computers and Calculus, Applied Microelectronics, Projects and Prototypes, Biotechnology and Applied Electrochemistry. This unit is known by the generic name of Central Laboratories.

The other unit is made up by research centers—currently twentythree in number— whose studies in specific areas cover a large portion of the Argentine industrial spectrum.

Eleven such centers —those devoted to cellulose and paper, industrial design, documents, rubber, dairy products, meat, minerals, plastics, textiles and environmental and energy performance of housing— are located with the already mentioned departments and sectors in the Miguelete Technological Park (Parque Tecnológico Miguelete - PTM).

Of the twelve remaining centers, four are located in the provinces of Córdoba (materials and metrology), Mendoza (fruits and vegetables), Rosario (Santa Fe technology) and Villa Regina (technical assistance to industry). They take care of the specific problems of each area. Three other institutes are in the province of Buenos Aires: leather, wood and fisheries. And the remaining five institutes have their headquarters in the Federal District and take care of: measurements and telecommunications, methods and techniques for small and medium companies, national safety rules and technology applied to constructions.

Since October 1980, the financing of INTI is in the hands of the National Treasury. It currently employs 1566 people, 975 of which are professionals and technicians. A sizable proportion of its materials and equipment are extremely advanced and complex and frequently unique in the country.

At present INTI's activities cover the following areas: foodstuffs, informatics and electronics; applied physics, metrology and quality control; chemical processes and products; constructions and housing; materials, equipment and processes; natural resources; extension and documentation. Each one of the technical units participates in these activities according to its respective speciality.

Food area

Food Technology Department

The various studies that have been undertaken include bromatological, microbiological and technological areas. Work is being done on the following products and materials: grain and oilseed; vegetable oils, derivatives and by-products; plant proteins; wheat and other grain flour; starch and by-products; floury products; sugars, sweeteners and sugary products; juices and concentrates; spices; balance feeds. This department has a 350 m² pilot plant.

Technical personnel: 40
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 260/425)

Meat Research and Technology Center (Centro de Investigaciones y Tecnología de Carnes - CITECA)

It renders technical assistance to the industry on meat processing in order to obtain products which better suit the demands of local and foreign markets. Its activities are aimed at solving companies' technical problems and at the optimal utilization of available resources. The main lines of work include preserves, semi-preserves, health and effluents, refrigeration, by-products and sausages. The institute runs a pilot plant and publishes a quarterly journal called NOTICITECA.

Technical personnel: 23
PTM - 755-6161/752-5101
(Ext. 304/307).

Center for Research in Fruit and Vegetable Technology (Centro de Investigación Tecnológica de Frutas y Hortalizas - CITEF)

This center works for the preserve industry of the Cuyo area and studies: agroindustrial process in fruit and vegetable preserves and its adjustment for exports; machine handling of tomato crops in low irrigation areas; new tomato varieties for preserve industry; agroindustrial process of olives; corrosion of tin packagings. Besides, the institute is working on the obtention of turbid juices and pulp and their packaging in large containers. CITEF is located in Chacras de Coria, Mendoza, in a modern building that houses a pilot plant.

Technical personnel: 16
Acceso Sur y Aráoz 1511 -
CC Nº 15 - (5505) Chacras de Coria -
Mendoza - 061/960702.

Technological Research Center for the Dairy Industry (Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Láctea - CITIL)

The main activity of CITIL is the study of: physical and chemical composition of raw milk of different basins of Argentina; coagulants and their influence on cheese quality; physical and chemical composition of local dairy products; microbiological evaluation of hard and semi-hard cheeses. This center has an experimental milk and cheese plant with a processing capacity of 2,500 liters of milk per day.

The plant is located in Rafaela, in the province of Santa Fe.

Technical personnel: 40
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 399 - 403) - 755-9493.

Fishery Technology Research Center (Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera - CITEP)

The main lines of research undertaken at this center include: fish freezing, especially of hake, the main species captured in Argentina, both for local consumption and for export; salted fish, with special reference to the chemical changes that take place during the maturation of small anchovy; fish preserves, kinetics of thermal coagulation of fish proteins with determination of sterilization times; waste and non-conventional products; use of raw material for the conversion of industrial waste into raw material for the production of manufactured products for human and animal consumption and the formulation of materials of biological origin, economic engineering; development of a linear programming model for optimal production planning of freezing plants. CITEP has a pilot freezing plant.

Technical personnel: 38
Marcelo T. de Alvear 1168 -
(7600) Mar del Plata -
023 801 801.

Electronics and informatics area

Center for Research and Technical Assistance to Industry (Centro de Investigaciones y Asistencia Técnica a la Industria - CIATI)

This center, located in Villa Regina, province of Río Negro, studies the behavior and adjustability of horticulture and fruit varieties in relation to various forms of marketing and industrialization, including the juice obtention. It also verifies the physical and/or organoleptic characteristics of contaminants and additives and establishes quality types. This center also has a pilot plant for juices, fruits and fruit homogenization.

Technical personnel: 15
Bartolomé Mitre y 20 de Junio -
(8336) Villa Regina - Río Negro -
0941 - 61101.

Computers and Calculus Sector

This sector was created to support and spread the use of informatics to all INTI technical and administrative units and to any sectors of the industry which should so require. The sector is structured into four divisions. The function of the Model Division is to turn the problems posed into equivalent mathematical models and solve them by means of analysis or simulation methods. The Software Division improves on the services rendered by the system and by the program library, and works on new developments that will attract non-traditional users. The Services and Training Division plans and organizes courses for INTI and industry personnel and, together with the Software Division, works in the development of management system programs which can then be transferred to the National Public Administration. The Hardware Maintenance and Development Division, which takes care of the maintenance of the computer equipment, develops repair instruments, does research in connections for non-traditional peripheral devices and links up equipment to national data-transmission networks.

Technical personnel: 31
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 374 - 376) - 752-6915.

Applied Microelectronics Sector

This sector is devoted to the development of microcomputers for specific purposes, and has already developed a telephone switchboard, a lift battery controller and software for a videotext system.

Technical personnel: 13
PTM - 755-6161/752-5151,
(Ext. 371 - 376)

Research Center for Telecommunication Standardizations (Centro de Investigaciones de Mediciones en Telecomunicaciones - CIMETEL)

The task of this center is to measure and standardize telecommunication equipment and essential parts. As a result of its research, this center has created a multiple-access rural telephone system.

Technical personnel: 18
Av. R.S. Castillo y Calle 12 -
Ed. Movimiento - 4º piso -
(1104) Capital - 311-5656/392-0606.

Applied physics and metrology area

Physics Department

The main objective of the Physics Department is to establish and maintain a scale of national measurements standards in order to improve the measurement methods used by industry and to ensure their comparison and transference. Its uninterrupted activities have given it an operational reference capacity that covers a wide range of industrial measurements (mechanical, acoustic, electrical, optical, electronic and thermal measurements) each of them under a separate division. This Department is the national authority of application of Act 19511/82 which defines the Argentine Legal Metric System (Sistema Métrico Legal Argentino - SIMELA). In order to optimize Argentina's metrology resources, this Department is working on the establishment of an Argentine Calibration System. At the international level, the Department promotes the participation of *argentine specialists in the organizations of the Meter Convention*; it works with the PTB (Federal Republic of Germany) and with the Instituto de Metrología "Gustavo Colonetti" (Italy); it participates in international comparisons of optic filters, standard lamps for flux and luminosity length caliper blocks, mass standards and standard resistors. The Physics Department of INTI is a member of the Interamerican System of Metrology (Sistema Interamericano de Metrología - SIM) together with fourteen other American countries.

Technical personnel: 97
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 274 - 275) - 752-5402.

Construction and housing area

Construction Department

This department gives services and develops specific technologies referent to housing, public works and energy savings. It has the following divisions: fire, rocks and aggregates, conglomerants, component testing, applied chemistry, concrete technology, masonry and facings, structural analysis and testing, hygrothermal inhabitability, numeric models and informatics.

It works in close contact with CIRSOC (rules and technical specifications) and CITAC (verification of materials for public works) and CICAIVI (hygrothermal behavior of housing).

Technical personnel: 89
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 500 - 501).

Research Center on National Safety Rules for Civil Works (Centro de Investigación de Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles - CIRSOC)

The purpose of this center is to update and publicize national rules for constructions, reinforced and prestressed concrete structures and metal structures. CIRSOC has created regional secretariats in various locations in the country in order to publicize projects and rules and to receive any suggestions for modifications.

Technical personnel: 11
Venezuela 155 - 5º piso -
(1095) Capital - 33-1378.

Center for Research and Applied Technology on Constructions (Centro de Investigación y Tecnología Aplicada a la Construcción - CITAC)

Created at the end 1984, together with the Ministry of Public Works and Services, CITAC has the specific task of controlling the cement and steel produced in the country.

Technical personnel: 2
9 de Julio 1925 - 3º piso -
(1332) Capital - 37-1240/38-1472.

Research Center on the Environmental and Energy Performance of Housing Units (Centro de Investigación de Comportamiento Ambiental y Energético de Viviendas - CICAIVI)

This center studies matters related to construction materials, elements and systems from the hygrothermal point of view. To do so, the Center uses experimental prototypes equipped with measurement instruments and also carries out in - situ measurements related to an efficient and rational use of energy.

Technical personnel: 2
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 500 - 501).

Materials, equipment and processes area

Department of Mechanics

This Department was set up to support the development of the metal industry and is made up of six departments: non-destructive testing, metallurgy, welding, fractures and fatigue, design and safety, and quality guarantee. There are four additional support sectors: electron microscopy, applied mathematics, photography and machining.

Technical personnel: 45
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 460) - 752-0818.

Applied Electrochemistry Sector

The activities of this sector currently encompass the following areas: corrosion and anticorrosion, including cause analysis and materials selection; anticorrosive paints, surface coatings and inhibitors; sensors and electrochemical instruments which make it possible to make a quantitative determination of the components present in industrial environments, chemical processes, etc.; electrochemical engineering, including metal electroplating, electrorecovery and electrosynthesis.

Technical personnel: 23
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 338 - 339).

Projects and Prototypes Sector

This Sector designs, projects and builds the equipment and devices required by the INTI laboratories, which are not available in the market or whose cost is very high. This task is carried out especially in the following areas: mechanics, control and automation, electricity, pneumatics and hydraulics.

Technical personnel: 8
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 458 - 528).

Machine-Tools Research Center (Centro de Investigaciones de Máquinas-Herramienta - CIMHER)

This Center studies computerized numerical control and robotics and develops experimental prototypes to master the key aspects of this technology. In order to improve productivity in the metallurgic industry, it also performs mechanization tests to optimize the life and sharpness of cutting tools and makes the determinations necessary to certify compliance with national and international standards.

Technical personnel: 9
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 355 - 357).

Technological Research Center for the Plastic Industry (Centro de Investigaciones Tecnológicas para la Industria Plástica - CITIP)

The technical assistance provided to the industry by this center ranges from the polymerisation process to preparation and formulation of compounds, the use of additives, transformation processes and tests. Some of its technological developments include work on sterilizable flexible packages, reinforced plastic adhesives, permeability, migration and ageing,

among others. The Center has a plant with injection, film extrusion and monofilament equipment.

Technical personnel: 22
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 572 - 573).

Technological Research Center for the Rubber Industry (Centro de Investigación Tecnológica de la Industria del Caucho - CITIC)

This center works mainly in the optimization of processes for the manufacture of elastomers and in the processability of rubber compounds. It also studies the possibility to develop guayule as a species for the production of natural rubber.

Technical personnel: 11
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 472 - 474) - 755-1810

Materials and Metrology Research Center (Centro de Investigación de Materiales y Metrología - CIMM)

This Center is devoted to research and development for the creation of new metallic materials and for the establishment of new metallurgic techniques. It advises those areas of industry which extract and process materials, metals, alloys and refractory materials, in order to improve manufacturing and end products. It also promotes a better understanding and use of materials among users. In addition, the Center calibrates instruments and equipment to meet the demands of industry and performs specialized measurements and controls of weights and measures.

Technical personnel: 70
C. C. 884 (5000) Córdoba
051-35317/39013/61334.

Chemical processes and products area

Industrial and Graphic Design Research Center (Centro de Investigación del Diseño Industrial y Gráfico - CIDI)

This Center promotes and divulges information on its field of interest by means of development work requested by the Industry as well as by competitions and exhibitions. It particularly assists the furniture industry.

Technical personnel: 2
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 406 - 561).

Chemistry Department

The Chemistry Department is equipped with valuable instruments and its work includes instrumental chemical analysis, biorganic chemistry, applied chemistry and process chemistry. In the field of analytical chemistry, special attention has been given to the application of modern instrumental techniques that enable the analysis of biorganic materials and the determination of minor components and of inorganic traces in all types of materials. In the field of applied chemistry, work has been carried out on microencapsulation techniques (which are of particular interest to the pharmaceutical, food and graphic industries); tapping of renewable natural resources, particularly the industrialization of pine resin and the obtention of natural dyes, reverse osmosis; ultrafiltration and enzyme technology.

Technical personnel: 57
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 318 - 322).

Biotechnology Sector

Among other activities, the Biotechnology Sector develops lignolytic microorganism systems that can serve as a basis for the industrial process to pulp cellulose matter used in the paper and cellulose industry.

Technical personnel: 4
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 387)

Environmental Engineering Research Center (Centro de Investigación de Ingeniería Ambiental - CIIA)

This Center works in three fields: methods for the evaluation and correction of working environments; study of the techniques for the control of water pollution, and development of techniques for the control of air pollution. The main efforts of CIIA are focused on the problem of the treatment of liquid effluents, particularly for the tanning, milk, meat-packing, paper, fishing and textile industries. In this respect, it works jointly with other Research Centers within the INTI System, such as CITEC, CITIL, CITECA, CICELPA, CITEP and CIT.

Technical personnel: 24
Paseo Colón 850 - 4º piso -
(1063) Capital - 34-6441 (Ext. 144).

Natural resources area

Energy Department

The work of this Department covers two basic areas: the utilization of energy in industrial processes and in transportation, for the purpose of rationalizing and preserving available energy resources. The work performed by the Department to achieve this includes: combustion and heat transfer, particularly in the most important production processes; motor vehicles and internal combustion engines, especially with respect to energy efficiency and the release of contaminants by motor vehicles; numeric models, simulations of heat and matter transfer phenomena applicable to the design and control of operations; non-conventional energy, study of alternative energy resources, particularly renewable resources (forestal energy, solar energy, biogas and others).

Technical personnel: 25
PTM - 755-6161/752-5151
(Ext. 415 - 416).

Cellulose and Paper Research Center (Centro de Investigación de Celulosa y papel - CICEIPA)

CICEIPA studies in particular local forest species and their possible use in the manufacture of cellulose pastes and of different types of paper. For this purpose, work is carried out on new bleaching and pulping processes; recovery of byproducts; fiber microscopy; corrugated cardboard packaging; printing; chemistry of wood and its byproducts; environmental pollution; microbiology; systems engineering.

Technical personnel: 23
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 553 - 559)

Research Center for Mineral Industries (Centro de Investigación para las Industrias Minerales - CIIM)

This Center provides technological support to the mining industry, by means of the study of the methods to concentrate minerals and/or concentrates, ceramic products and related products; physical and physico-chemical analyses of raw material and finished products, in particular those related to the refractory ceramic products; the study of properties and uses of glass materials and the technologies applied in the manufacture of glass; integral analysis of minerals and industrial end products (mineral analysis, petrographic analysis and others).

Technical personnel: 30
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 542 - 543).

Textile Research Center (Centro de Investigaciones Textiles - CIT)

The purpose of this Center is to incorporate into the textile industry new non-conventional spinning techniques or to optimize existing processes; the rational utilization of locally-produced raw materials (wood fibers, cotton fibers, manufactured fibers) and the implementation of quality-control systems. In addition, studies are carried out on environmental pollution in the textile industry, particularly on dust levels in carding rooms and cotton mills.

Technical personnel: 23
PTM - 755-6161/752-5201
(Ext. 560 - 561) - 755-2994.

Technological Research Center for Wood and Related Materials (Centro de Investigación Tecnológica de la Madera y Afines - CITEMA)

This Center is devoted to general research on wood and its products. Its work program includes: technological information (typification of wood and resistance tests on conglomerate boards); drying and stabilization of wood (drying programs) preservation of wood (durability of natural and impregnated wood; outdoors behavior; fire retardants); workability of wood (optimization of machining processes). CITEMA also designs woodwork for the building industry and analyses the utilization of residues..

Technical personnel: 17
C.C. 42 - (1708) Morón -
665-3362/0068.

持ち帰り資料一覧

1. VIDRO ブラジル・ガラス工業会刊 (ピンク小冊子)
2. A INDUSTRIA DE VIDRO NO BRAZIL
3. DIAGNOSTICO SETORIAL INDUSTRIA DE VIDRO
4. GLASSMAKING IN BRAZIL
5. NOVA Emgalagem
6. Companhia Vidraria Santa Marina (90 anos)
7. Santa Marina & Glass
A Long-Standing Association from Hand Blown to
Hith-tech Production
8. Santa Marina Products Domesticos
9. Glass by Marinex
10. EMBALAGENS SANTA MARINA
11. GLASS BY MARINEX
12. DEPTO TECNICO FIBRA DE VIDRO
13. Outline of the Company: Mineracao Estrela do Sul
Mineracao Serra Mare Ltda.
Mineracao Gerais Ltda.
14. CRISTALERIAS DE CUYO S.A.
15. CRISTALERIAS DE CUYO S.A : 工場の設備概要

