

E．ブラウン管ガラスクズのリサイクル

（株式会社松下エコテクノロジーセンター）

目 次

1 . 目的と背景	E - 1
(1) 事業目的	E - 1
(2) テレビセトリサイクルの現状	E - 1
(3) 推進体制	E - 3
2 . 評価法と処理手順	E - 3
(1) 処理対象とする異物成分	E - 3
(2) 処理目標レベル	E - 3
(3) 溶解窯に戻すステップ	E - 3
3 . 取組内容	E - 4
(1) 定量評価法確立	E - 4
(2) 処理方法の確立	E - 12
(3) 種々サンプルの評価	E - 16
(4) 取組結果まとめ	E - 19
(5) 投入実験	E - 19
(6) サンプルングによる成分バラツキの評価	E - 21
(7) その他の取組み	E - 21
4 . 成果	E - 23
5 . 今後の取組み	E - 23
6 . 最後に	E - 23

1. 目的と背景

(1) 事業目的

家電リサイクル法に基づき、テレビのリサイクル処理を行っているが、テレビセット重量の6割近くはブラウン管が占めることから、テレビのリサイクル率を上げるには、ブラウン管のリサイクルを如何にするかが重要なポイントとなっている。

現在は手解体でテレビセットを分解してブラウン管を取り出し、ブラウン管ネック部の除去、補強バンドの除去、ブラッシングによるラベル・コーティング等表面施工物の除去を行いブラウン管単体として綺麗に仕上げている。しかしブラウン管をリサイクルするには、画像面側のパネル部と背面側のファンネル部とはガラス成分が異なるため別々に回収する必要がある、ブラウン管単体を分割機（P/F分割機）によってパネル部とファンネル部に分割している。その後、パネル部は内面に形成されているアルミ蒸着膜と蛍光体を吸引拭き取りによって取り除き、ファンネル部はそのままの状態で各々減容破砕をかけている。最後に乾式洗浄を行い残っている表面異物を除去し、異物付着のないパネルガラスカレット、ファンネルガラスカレットとしてブラウン管メーカーに有価で引き取ってもらっている。

この乾式洗浄はドラムシェーカーと呼ばれる洗浄方式で、円筒状のドラムの中にガラスカレットを供給してドラムを振動させることで、中に入っているガラスカレットがお互いに擦れ合わされて表面を綺麗にする方法であることから、メーカーの要求品質を満たす為には洗浄時間を充分にかけて行う必要がある。結果的に擦れ合うことによって生じるガラスクズが多量に発生してしまう。このガラスクズには洗浄前のガラスカレット表面に付着している異物が多く含まれていることから、ブラウン管メーカーに引き取ってもらえずリサイクル率を落とす結果となっている。

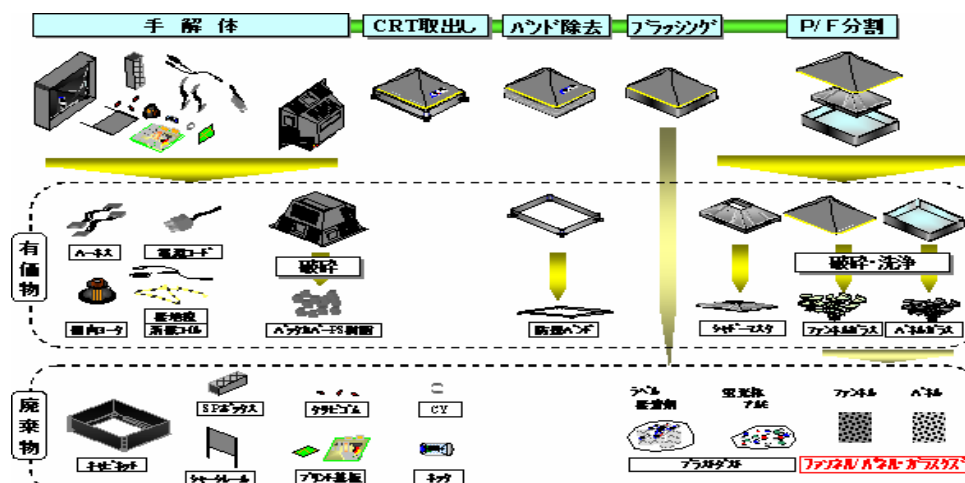
従って、このガラスクズをブラウン管メーカーが有価引き取りできる品質にする為、リサイクル処理の技術開発を行い、より高いテレビのリサイクル率を目指すものである。

(2) テレビセットリサイクルの現状

1) 解体フローと回収される資源

テレビセットの解体のフローと回収される資源について図1-1に示す。

今回リサイクルの技術開発に取り組むガラスクズは廃棄物で、逆有償となっている。



2) ガラスくず発生現状

松下エコテクノロジーセンターにおいて、テレビのリサイクル処理で発生するガラスくずの量は年間約280 ton。A、Bグループをあわせると、推定ではあるが年間約1600 tonと考えられる。ガラスくずは、前述のように洗浄過程の中で各々擦れ合うことによって生じるものであるが、洗浄槽にそのまま残るビリガラスと、洗浄中に集塵機によって吸引回収されるガラスダストに別けられる。当社の2003年4月から2004年1月までの実績をリサイクル率（処理したテレビセットの総重量に対する重量比率）に換算したガラスくずの内訳を見てみると図1-2に示すようになっており、ガラスくず全体で6.2%、ビリガラスだけでも3.4%と高いウェイトとなっている。

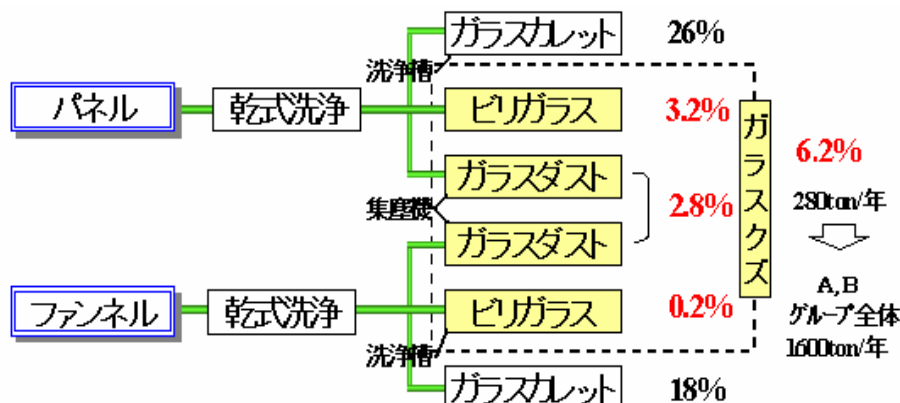


図1-2 ガラスくずのリサイクル率換算ウェイト

現在、このガラスくずのリサイクルについては、トライアル的に色々な用途開発は行われているが、ほとんどは焼却処理された後、スラッジとして埋め立て処分となってマテリアルリサイクルはされていない。特にファンネルのガラスくずについては鉛を含有しており、ブラウン管以外の資源としての活用はほとんど困難となっている。

この様に、ガラスくずは発生量も多い上に引き取り価格も高く（4～6万円/ton）、リサイクル率を落とすと共に処理費用がかさむ結果となっている。従ってこのガラスくずの原材料へのリサイクルが行われれば処理費用を削減する事ができる上に、リサイクル率を68%から72%へと4%程度向上させることができる。

3) ガラスくずリサイクルの課題

再原料化への問題点としては、ブラウン管ガラスくずには表1-1に示す様な異物・付着物がある。中でもカーボン、接着剤残り、異物の洗浄除去残りは、溶解過程でCO₂やCOとなって泡の原因となったり、溶解窯の中で炭化してブラウン管組成の酸化物を還元させ、その還元物質が窯内に留まり、遠赤外線加熱の妨げとなって溶解温度バラツキの原因となったり、異物としてガラス中に残ったりする。又、アルミ蒸着膜（金属アルミ）については溶解窯の高温酸化の中で表面にアルミナの不動態膜をつくり、異物として残ってしまうことがある。従って、カーボンや接着剤残り、更には、アルミ蒸着膜といった異物を溶解窯に戻しても問題のないレベルまで、除去処理することが必要となる。

表1-1 ブラウン管ガラスくずに含まれる異物・付着物

	異物・付着物
パネル	カーボン、蛍光体、アルミ蒸着膜、接着剤残り
ファンネル	カーボン、酸化鉄、粘着材残り

(3) 推進体制

今回の取組みにあたっては、図 1-3 に示すように、外部の協力会社として三社の協力を仰ぎ、それぞれの項目に取り組み推進することとした。

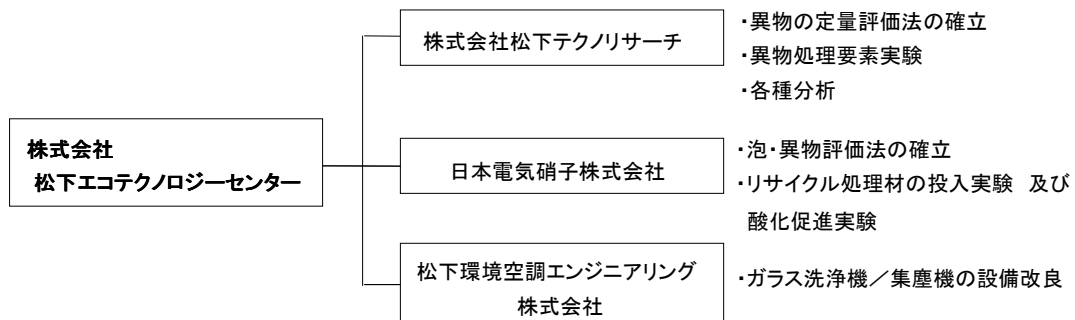


図 1 - 3 推進体制

2. 評価法と処理手順

取組みにあたっては、ブラウン管を製造している、日本電気硝子株式会社と協議・検討を行い日本電気硝子株式会社のファンネル溶解窯（350ton）へ戻すこととし、下記内容で進めることとした。

(1) 処理対象とする異物成分

ブラウン管のガラスの内外表面の異物・付着物の残りとしては、前述のようにカーボン、蛍光体、アルミ蒸着膜、接着剤残り etc があり、ガラスクズの中には、これらが洗浄残りとして混入してきている。又、ブラウン管ガラスを処理する破砕、洗浄工程の中で、設備側から発塵する鉄粉も混入してくる。従って、処理対象をブラウン管ガラス中に異物として残る懸念のあるアルミ蒸着膜、鉄粉、そして還元作用が強くブラウン管ガラス成分の金属酸化物を金属に還元させる可能性の高いカーボン(接着剤残りを含む)の3種類とした。

(2) 処理目標レベル

処理目標レベルについては、家電製品協会がブラウン管ガラスカレットの処理品質基準として各処理拠点に配布している限度見本をベースに、アルミ蒸着膜、カーボンについては『限度+』の見本に含まれる含有量を、そして鉄粉については 100ppm 以下を目標とした。

(3) 溶解窯に戻すステップ

溶解窯に戻すステップとしては次の通りとした。

1) 定量評価法の確立

処理目標レベルを明確にする為に

化学分析に基づく定量評価法の確立

処理対象であるアルミ蒸着膜、カーボン、鉄の定量評価方法を確立する。

実プロセスの簡易評価法の確立

溶解窯に戻すにあたっては、成分分析とは別に、実際のプロセスで問題となる泡や異物に対しての確認を行う必要がある。特に泡については、カレットとは違いガラスクズという粉体を溶解窯に戻すことから、含有異物の成分起因による泡とは別に、エアーの巻き込みによって生じる泡の発生も懸念される。従って、溶解時における泡の発生を定量評価する方法を確立しておく必要がある。

2) 処理方法の確立

処理対象となる)アルミ蒸着膜の処理、)カーボンの処理、)鉄粉の除去の3つに

ついて処理方法を確立する。

3) 溶解窯への投入実証試験

投入実証試験は、事前に少量実験→中量実験と行い、問題のないことを確認した上で実施する事とした。

3. 取組内容

(1) 定量評価法確立

1) 化学分析法の確立

アルミ蒸着膜

イ) 分析値の推定

まず、どの程度の分析オーダーになるのかを把握するため、発生条件を推定してパネルビリガラス中の金属アルミ含有量を予測した。

<推定条件>

- ・ ガラス厚み 15 mm ・ アルミ蒸着膜厚み 0.1 μm
- 比重 3.0 比重 2.7
- ・ 乾式洗浄でガラスクズ 10%発生(実測データ)、その内ビリガラスは 60%(多めに推定)
- ・ 吸引拭き取り後のガラス表面に残っているアルミ蒸着膜の面積 3~5%(顕微鏡観察)

<計算式> m単位で計算

$$(0.1 \times 10^{-6}) \times 2.7 \times (0.03 \sim 0.05) / ((15 \times 10^{-3}) \times 3 \times 0.1 \times 0.6) = (3 \sim 5) \times 10^{-6} \\ = 3 \sim 5 \text{ppm}$$

よって、多くても 10ppm 以下と予測される。

ロ) 溶解試薬の評価

ブラウン管ガラス成分には Al_2O_3 が入っている。従って、一般的に金属溶解の試薬として用いられる塩酸では、ガラスを溶かしガラス成分中のアルミも溶出してしまうため、ガラスを極力溶かさずに金属だけを溶かす溶解試薬を種々検討してきた。パネルのガラス原料(カレット状態で金属アルミ付着無し) ビリガラス、ガラスダストを臭素飽和メタノールおよび、塩酸で溶解させた時の溶出アルミの濃度を表 3-1 に示す。

表 3 - 1 溶解試薬と溶出アルミ濃度 (ppm)

	臭素飽和メタノール	塩 酸
ガラス原料	1.2	38
ビリガラス	1.9	60
ガラスダスト	8.5	190

ガラス原料のところからわかる様に、10ppm 以下のオーダーを分析対象とするのに、溶解試薬として塩酸を用いた場合は、ガラス原料(金属アルミ付着無し)でも 38ppm とガラス成分のアルミが多量に溶出してしまい、不適であることがわかる。一方、臭素飽和メタノールでは 1.2ppm とガラス中のアルミを僅かしか溶かさず、粉体で且つ金属アルミが含有しているビリガラス、ガラスダストでも 10ppm 以下と評価できるレベルにあることがわかる。よって溶解試薬としては、臭素飽和メタノールを使用することとし、分析のプロセスについては更に検討することとした。

ハ) 分析値に対する粒度依存性(粒度が細かくなるとガラス中のアルミが溶出)の確認

溶解試薬における溶出量は、表面積によって大きく左右されることから、粒度依存性を考慮する必要がある。従って、これを確認するためパネルガラス原料(金属アルミ付着無し)を、分析用ディスクミル粉碎機で粉碎時間を変えて粉碎したものを臭素飽和メタノールで溶解し、アルミ濃度を分析した。その結果を表 3-2 に示す。表からわかる様に、粉碎時間が長くなればなるほど、すなわち粒度が細くなればなるほどガラス成分中のアルミの溶出濃度が高くなり、臭素飽和メタノール試薬においても粒度依存性のあることがわかる。従って、ビリガラス、ガラスダストを分析評価する分析プロセスを検討するにあたっては、検討試料を実際に分析する試料の粒度に合わせて行う必要がある。ビリガラス、ガラスダスト、及び、粉碎時間を変えたガラス原料の粒度分布を測定してみると図 3-1 に示す様な結果となっており、ビリガラス、ガラスダストおよび粉碎 60sec のガラス原料は、ほぼ同じ粒度分布となっていることがわかった。従って粉碎時間 60sec の試料で、分析プロセスを検討して行くこととした(粒度が 1000 μm 以上のものは、分析プロセスの試料を水に分散する過程の中で沈んでしまい測定されていない。又、下記に示すように、1000 μm 以上の粒子のものはほとんど溶出せず、無視できるレベルにある)。

尚、粒度依存性の影響については、粉碎時間 1sec のものは粒度 10 μm 以上となっており、その時のアルミ濃度は 0.5ppm とほとんど溶け出していないことがわかる。又、粉碎時間 60sec の粒度は 10 μm 以下が 60%程度あり、アルミ濃度はガラス中の成分から溶け出し 14.4ppm と大きくなっている。このことから 10 μm 以下の粒度になると粒度依存性が大きく効いてくることがわかる。

表 3 - 2 粒度依存性の確認(パネルガラス原料粉碎粉の分析用ディスクミルによる粉碎時間と臭素飽和メタノール中への溶出アルミ濃度分析値)

ミル粉碎時間	1sec	5sec	60sec
溶出アルミ濃度(ppm)	0.5	1.7	14.4

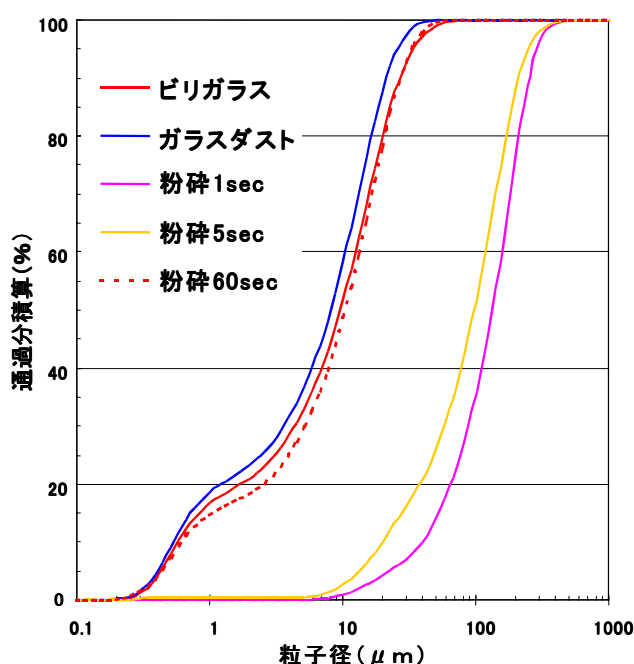


図 3 - 1 粉碎時間を変えた粒度分布

二) 分析プロセスの確立

分析のプロセスについては図 3 - 2 に示す様に、ガラス粉末を臭素飽和メタノールで室温放置溶解させ、その液を濾過したのち、加熱してメタノールと余剰臭素を除去し、残った溶解析出物をさらに塩酸で溶解し、それを ICP 発光分光分析することとした。

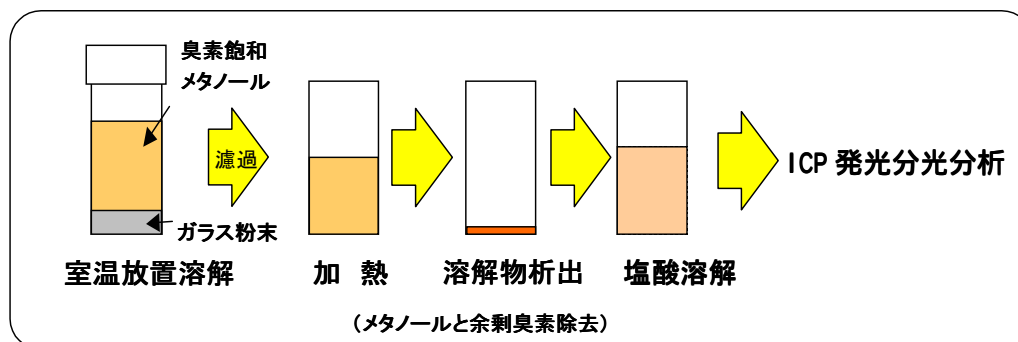


図 3 - 2 金属アルミの分析プロセス

分析プロセスの検討ポイントは、臭素飽和メタノールで、粉碎時間 60sec の試料を溶解する溶解時間を求めることにある。表 3 - 2 に示す値は粒度依存性を見るため十分に時間をかけて(4 時間)溶解させた時の値であり、ブランク値として 14.4ppm となり 10ppm 以下と予測されるアルミ濃度を分析するにはあまりにも大きな値となっている。従って、溶解時間を短縮するため、金属アルミ(アルミ蒸着膜)が溶け切るのにどのくらいの時間がかかるのかを観察すると、15 分でほぼ溶解することが判った。そこで、溶解時間としては安全をみて倍の 30 分とし、上記プロセスでの検量線を確認した結果を図 3-3 に示す。

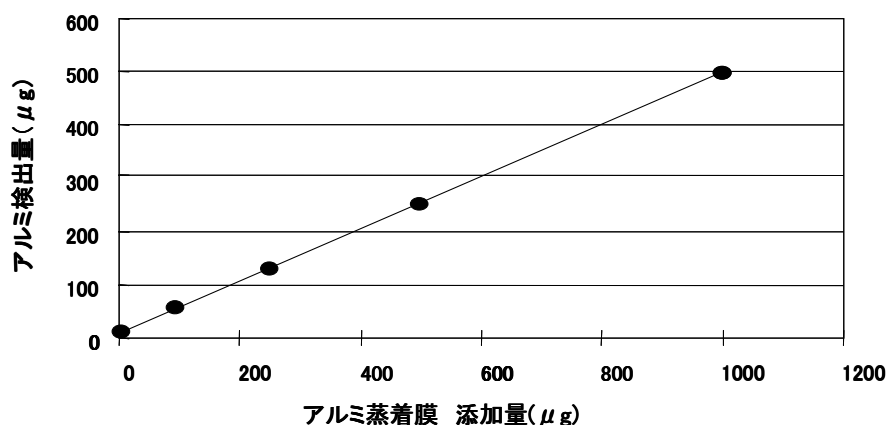


図 3 - 3 検量線

アルミ蒸着膜の添加量に対し検出アルミ量が直線となっており、金属アルミの溶解が定量性良く行われていることがわかる。

ここで、添加したアルミ蒸着膜の重量に対し、検出されたアルミの量が 1 / 2 程度となっている。これを検証するため、アルミ蒸着膜のガラス側との接合面を SEM 観察すると、ストライプ状に蛍光体が付着していることがわかり、且つその割合を確認するため、アルミ蒸着膜 1g を臭素飽和メタノールで溶解させてそのアルミの溶出量を測定すると 530mg となり、アルミ蒸着膜重量の約半分は蛍光体であることが判った。

ホ) サンプルの評価

上記分析プロセスでサンプルのアルミ濃度を評価した結果を表 3-3 に示す。

表 3 - 3 サンプルのアルミ濃度評価

	操作ブランク	手粉碎ガラス	ハネビリガラス
Al濃度(ppm)	2.6	3.1	3.9

ここで、操作ブランクはガラス試料無しで分析プロセスだけを通して分析した時の値、手粉碎ガラスはパネルガラス(金属アルミ付着無し)をビリガラスの粒度になるようにメノウ乳鉢にて手粉碎したガラス試料(粉碎時間 60sec の粒度にも相当)を分析した値、パネルビリガラスは実際の工程から出たアルミ蒸着膜を含むガラス試料を分析した値である。表からわかる様に、ブランク値としては手粉碎ガラス 3.1ppm から操作ブランク 2.6ppm を差し引いた 0.5ppm となり 1ppm 以下に押さえられていることが確認できた。又、パネルビリガラスの金属アルミ濃度は 0.8ppm となった。

以上によりアルミ蒸着膜の分析は、臭素飽和メタノールでの溶解処理プロセスを経て、ICP 発光分光分析で評価可能と判断した。

カーボン

イ) 分析値の推定

アルミ蒸着膜と同様に、どの程度の分析オーダーになるかを把握するため、発生条件を推定してパネルビリガラス中のカーボン含有量を予測した。

<推定条件>

- ・ ガラス厚み 15 mm カーボン厚み 0.05mm(実測データ)
 比重 3.0 比重 2.2
- ・ 洗浄でガラスくず 10%発生(実測データ)、その内ビリガラスは 60%(多めに推定)
- ・ 吸引拭き取り後のガラス表面に残っているカーボン残りの面積 1～3%(顕微鏡観察)

<計算式> m単位で計算

$$(0.05 \times 10^{-3}) \times 2.2 \times (0.01 \sim 0.03) / ((15 \times 10^{-3}) \times 3 \times 0.1 \times 0.6) = (410 \sim 1220) \times 10^{-6} \\ = 410 \sim 1220 \text{ppm}$$

よって、多くても 1000ppm 程度以下と予測される。

ロ) 燃焼赤外線吸収法の検証

カーボン量の測定にあたっては燃焼赤外線吸収法による検量線での確認をファンネルガラス粉碎品で行った結果を図 3-4 に示す。

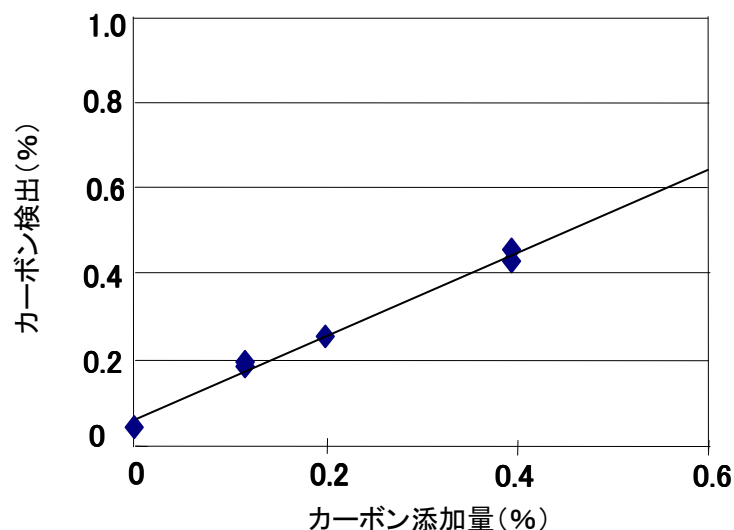


図 3-4 燃焼赤外線吸収法の検証

カーボンの添加量に対し検出量が直線となっており、カーボンが定量性良く測定されていることがわかる。ただ、1000ppm 程度の分析に対しブランク値が 800ppm と大きい値となっており、これに対する検証は必要である。

ハ) ブランク値の検証

ブランク値が高く出ることについては考えられることとして、カーボンのコンタミとエアークラスによる CO₂ のカーボンを検出している可能性があり、この 2 点を検証することとした。

1) コンタミの検証

当初分析するにあたり、日本電気硝子㈱で使用されたディスクミル粉砕機では、その円柱状のストーン（ロッド）としてタングステン・カーバイト(WC)が用いられており、且つ、リングなしの状態で粉砕が行われていた。その為、粉砕中はストーンがポットに直接衝突する音がしており、ストーン材質のWCのカーボンがコンタミとして混入する可能性が充分あることがわかった。

2) 粉砕粉のエアークラスの検証

エアークラスについては分析試料の粒度が小さくなればなるほどエアークラス量も増えブランク値も高く出ると予測される。そこで、ファンネルガラス(カーボン付着無し)を、粉砕無し(塊)、メノウ製乳鉢での手粉砕試料(ピリガラス、ガラスダストの粒度に合わせた手粉砕試料)、ラボ用ディスクミル粉砕機での機械粉砕試料(分析装置メーカーの理学電機工業㈱所有のラボ用の粉砕機を借用し、リング有りの状態で粉砕した試料、手粉砕した試料よりは更に粒度が細かい)、且つ、前記 1)のディスクミル粉砕機でのコンタミ検証の結果をふまえ、ストーンをWCとした場合およびカーボンを含まないクロム・鉄(Cr/Fe)とした場合の2種類で機械粉砕した試料を準備し、これらについて日本電気硝子㈱のディスクミル粉砕機で粉砕した試料とカーボンの分析値を比較した結果を図 3-5 に示す。

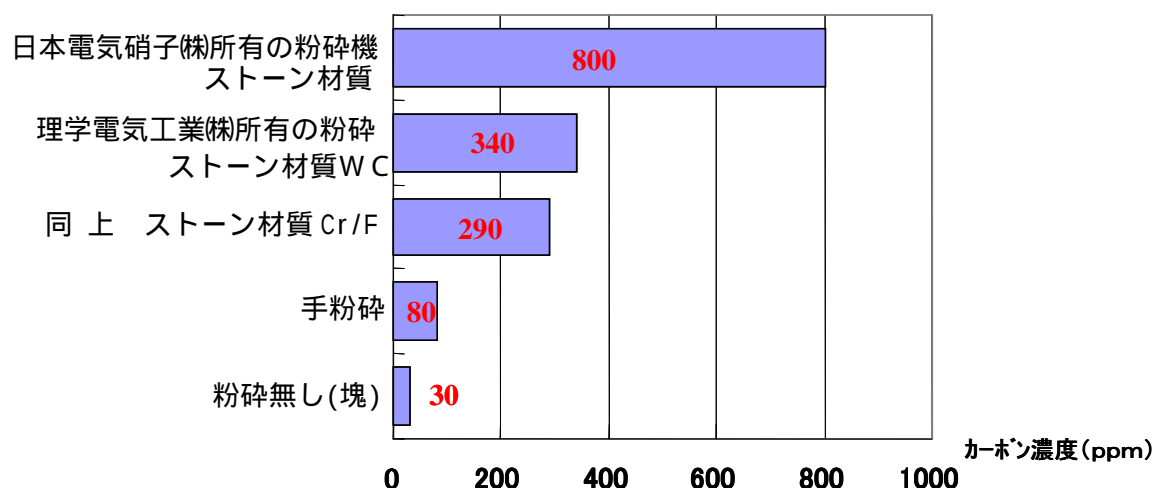


図 3 - 5 カーボンのブランク値検証

この図に見られる様に、ラボ粉砕機でのストーン材質からのカーボンのコンタミによる分析値の違いよりも、更に大きな違いが試料の粒度の差として現れている。粉砕無し(塊)手粉砕、機械粉砕の順に粒度が細くなるにつれて、粉砕時に大気中から CO₂ を巻き込んでカーボンの分析値が大きくなっていると考えられる。日本電気硝子㈱での粉砕試料では、

ストーン材質からのカーボンの他に、粉碎時の CO₂ の巻込みが加わって大きな分析値が出ていると判断した。

以上の結果より、試料の粉碎方法の違いによりブランク値を、粉碎無しの塊で 30ppm、メノウ乳鉢手粉碎では 80ppm、機械粉碎では 290ppm として、燃焼赤外線吸収法による分析を行うこととした。

鉄分

イ) 分析値の推定

アルミ蒸着膜、カーボンと同様に、分析値を推定する為に図 3-6 に示すように 10000 G (ガウス) の棒磁石で、鉄分を付着させ、付着した重量より含有量を推定すると、1000ppm と予測された。

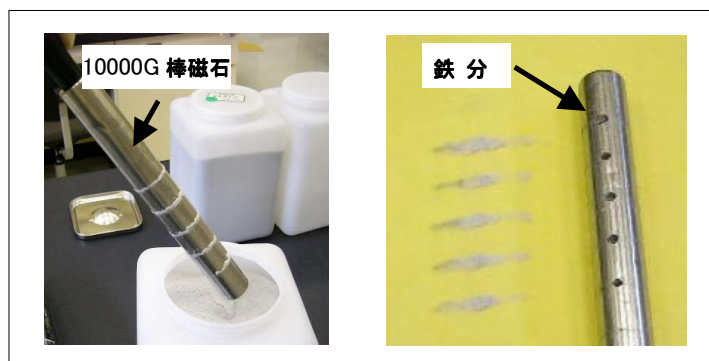


図 3 - 6 鉄分の付着

ロ) ICP 発光分光分析法での検証

鉄分については、一般に磁力選別装置にて除鉄されていることから、パネルビリガラスに対して、複数回磁力選別を行い、各回毎に磁選後のガラスを王水にて溶解させ、ICP 発光分光分析法で検証した結果を図 3-7 に示す。

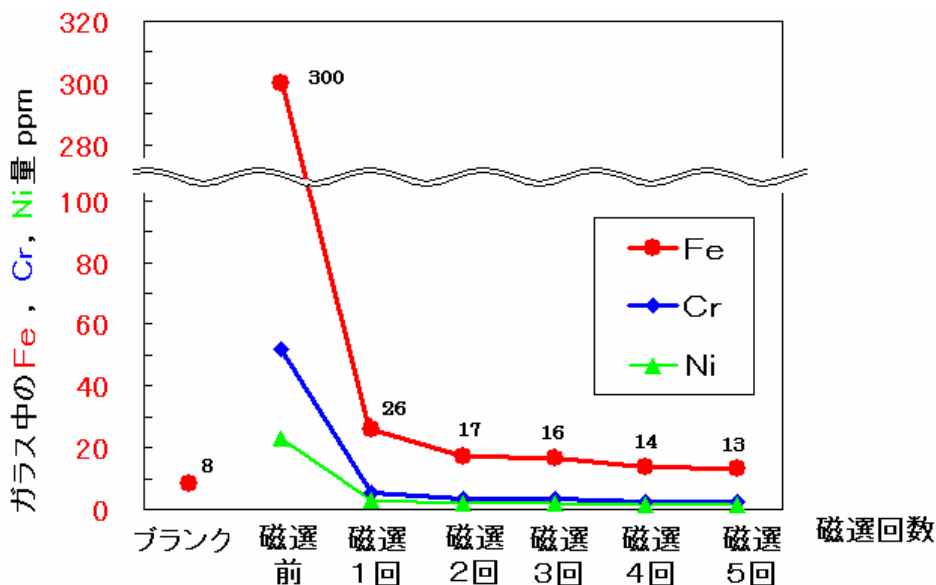


図 3 - 7 ICP 発光分光分析法での検証

図からわかる様に、磁選前 300ppm あったものが、磁選回数を経るに従い、分析値が少しずつ低くなっているが、ブランク値 8ppm(ガラス原料をメノウ製乳鉢にて手粉碎した試料の分析値)に較べて、磁選回数による差が判断できる分析精度となっており、ICP 発光分

光分析法で充分に可能と判断した。

尚、棒磁石を用いた分離量からの予測値 1000ppm に対し、ICP 発光分光分析法による分析値が 300ppm と少ない値を示すのは、棒磁石への付着物には、ガラス粉末の付着も多く、且つ、付着鉄分の成分分析値に Cr (クロム)、Ni (ニッケル)を含むことも判り、分離鉄分は SUS304 と推定された。

2) 泡・異物評価法の確立

日本電気硝子㈱による評価方法の検討

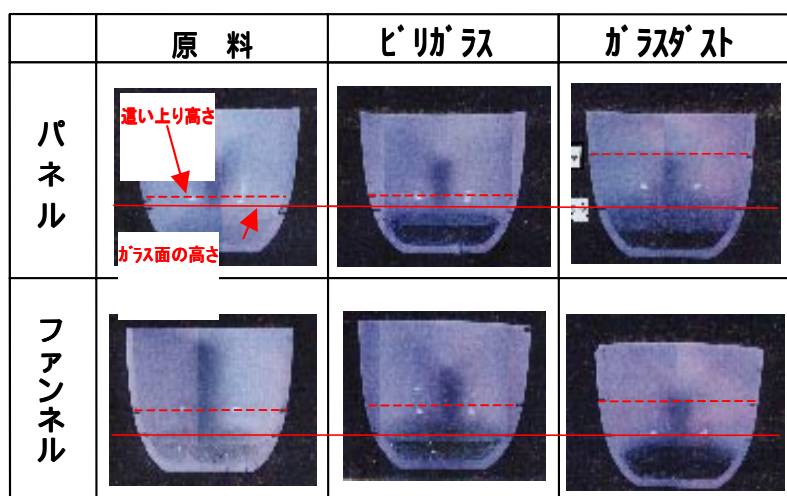
溶解窯に戻したときの実プロセスの影響を簡易に評価できる方法の検討を日本電気硝子㈱にて行った。具体的にはガラスクズを溶解温度相当で一旦溶解させた後、急冷させるとその溶解状態が保たれたまま冷えて固まることとなり、溶解時の状態を簡易に把握することができる。

イ) 泡

泡については、汚れ・異物の混入が多いと泡の発生も多く、その泡の這い上り高さと、ガラス中に残っている泡の数が評価できるかを検討した。

ロ) 泡の這い上り高さの評価

図 3-8 は、坩堝に試料を入れ、溶解温度まで温度を上げ (1450 × 30 分) 急冷させて固まった後、坩堝を縦にスライスした断面の写真である。図中の赤の実線のラインは固まったガラス面の高さで、その上の赤の点線のラインは、坩堝の内壁面に残った泡の這い上りの跡である。この結果からわかるように、試料の違いにより泡の這い上り高さが違い、汚れ・異物の混入度合いが高いと、泡の這い上り高さも高いことがわかる。



(1450 × 30分)

図3 - 8 泡の這い上り高さ

ハ) 泡数

泡数については図 3-9 に示す様に、パネルピリガラスを坩堝に入れ一旦溶解させたものを冷却過程の中でプリンの様に坩堝から取り出し、側面から写真を撮り画像処理で 2 値化し、泡を白くさせた画像である。又、図 3-10 はその泡数ある閾値でカウントした値である。 と 、 と の比較より、パネルピリガラスの方が汚れ・異物が多く泡数も多いことがわかる。又、 と 、 と の比較より、添加剤 Sb_2O_3 (三酸化アンチモン) の添加量を多くすると泡数が減り、消泡剤としての効果が確認できた。

更に、1400 の方が 1300 より温度が高いため溶解ガラスの粘性が低くなり、泡が出て

行き易くガラス中に残る泡数が少なくなることもわかる。

材料	原料 80%	パネルガラス 80%	
添加剤	Sb ₂ O ₃ 1%		Sb ₂ O ₃ 1.3%
1300℃ ×2H			
1400℃ ×2H			

図 3 - 9 泡数の評価 (酸化促進評価)

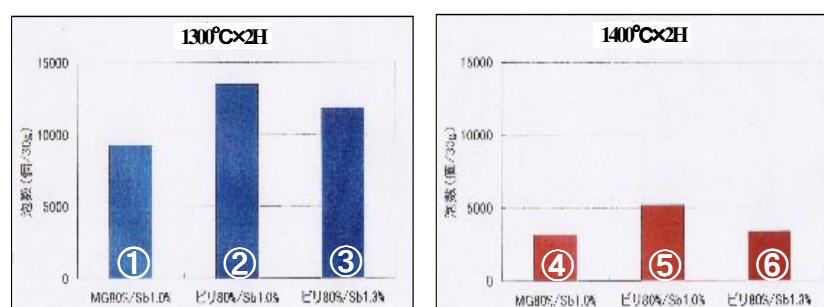


図 3 - 10 画像処理での泡数

以上の結果より、泡の評価については、その這い上り高さ、泡数、共に坩堝溶解評価で数値化することができ、評価可能と判断することができる。

ロ) 異物

図 3-11 は坩堝に試料を入れ、一旦溶解温度で溶解させ冷却させた後、上から撮った写真である。異物の有無や変色、更には表面の泡立ちが観察される。この結果より、ビリガラスやガラスダストには異物残りがあり、且つ、パネルガラスダストは泡立ちが激しく、ファンネルガラスダストは異物残りや変色が激しいことがわかる。

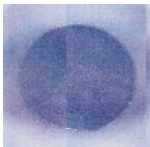
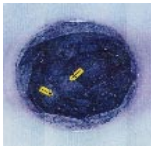
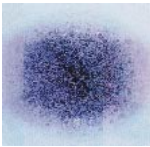
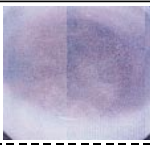
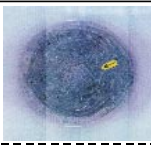
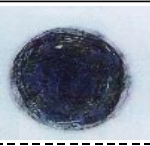
	原料80%	ビリガラス80%	ガラスダスト80%
パネル	 泡・異物なし 透明度高い	 泡点在、異物あり 緑色に変色	 泡多数、異物あり やや黒色に変色
ファンネル	 泡・異物なし 透明度高い	 泡点在、異物あり やや緑色に変色	 泡、異物多数 黒色に変色

図 3 - 11 坩堝溶解評価

以上の結果から、坩堝での溶解観察により、材料の汚れ具合や異物混入度合いがわかり、評価可能と判断することができる。

尚、パネルの異物を分析すると図 3-12 に示す様に Fe-Sb の合金であることが判明し、鉄分がどこから混入してきたのかを調査した結果、ガラスの破碎機の破碎歯からと断定した。従って、鉄分は設備からの混入であることから除鉄は必要という結論付けを行った。又、ダストにおいて、パネルは泡立ち、異物も多く、ファンネルは鉛の金属コロイドの異物が多数あることから、処理するにはハードルが高いと考えられ、検討して行く順番として、ピリガラスを優先させることとした。

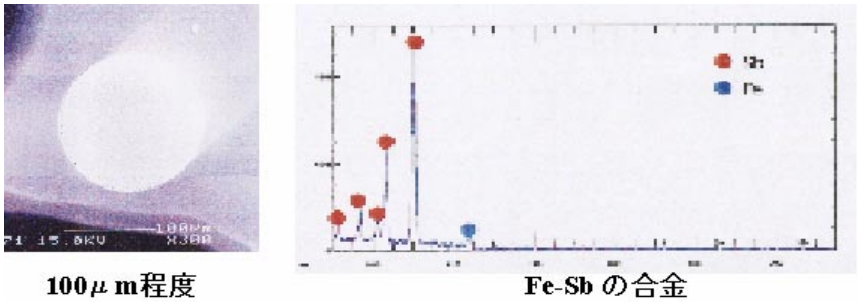


図 3 - 12 異物分析

松下側での簡易評価法の検討

日本電気硝子㈱での評価結果を受け、松下側でも簡易評価できるかを溶解プロファイル条件(図 3-13)を変えて検討してみた。図 3-14 に評価結果を示す。

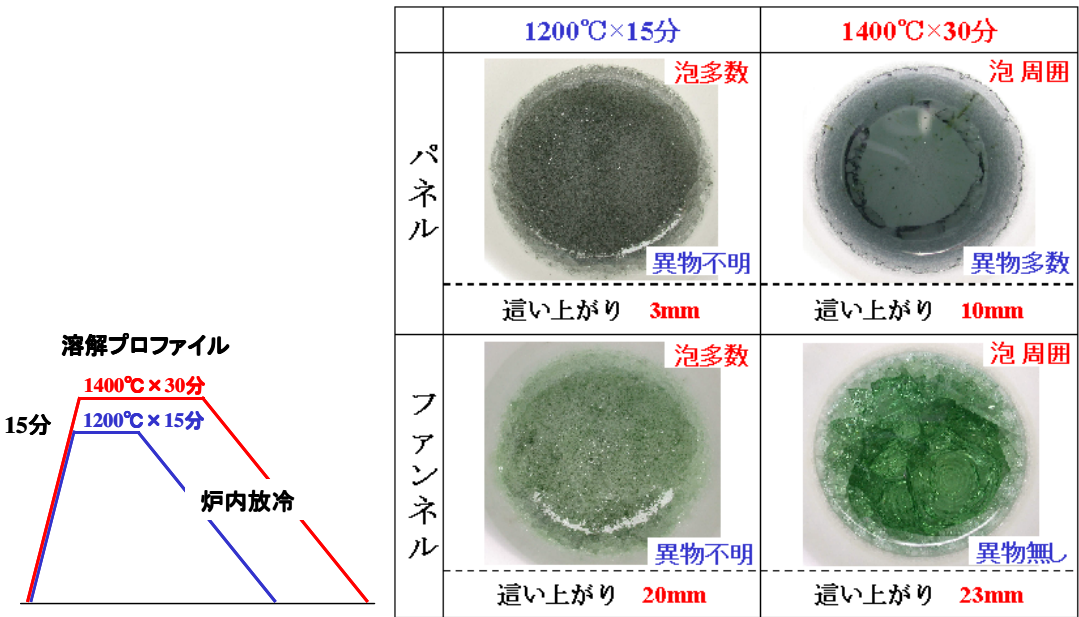


図 3 - 13 溶解プロファイル条件

図 3 - 14 松下側の簡易評価

この結果より、1200 × 15 分での泡は、まだ発生過程で非常に多く、異物が観察不能であることがわかる。又、泡の這い上りも不十分であることから、異物が確認でき、泡の這い上り高さも充分にあり、且つ、変色度合いも確認できる 1400 × 30 分という条件で、異物、泡、着色の評価を行うこととした。

(2) 処理方法の確立

1) アルミ蒸着膜の処理

アルミ蒸着膜については、溶解窯へ投入して温度が上がる酸化過程で、表面が Al_2O_3 の不動態膜となり酸化が進まず内部にアルミがそのまま残り、結果として溶解ガラスの中に異物として残ってしまうこととなる。従って、アルミ蒸着膜の金属アルミを水酸化物、或いは酸化物に変える処理法を検討することとした。図 3-15 はアルミ蒸着膜を過熱水蒸気処理、ボイル処理、加熱処理をしたものをオージェで分析した結果である。

ブラウン管ガラスカレット上のアルミ蒸着膜(約 $0.3\ \mu\text{m}$)で処理評価

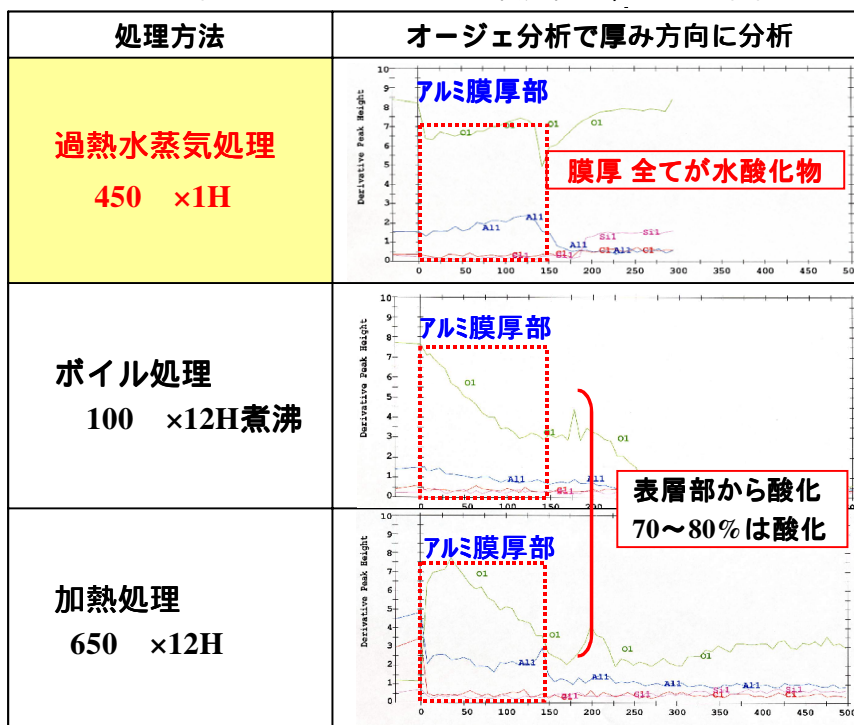


図 3 - 15 アルミ蒸着膜の処理

この結果より、過熱水蒸気処理によりほぼアルミ膜厚全体が水酸化物になっていることがわかる。これをさらに定量確認するため、前述の化学分析法の確立のアルミ蒸着膜のところで論じた新たな方法で分析した結果を表 3-4 に示す。

表 3 - 4 新たな分析方法での分析結果

	アルミ蒸着膜	過熱水蒸気処理
アルミ膜重量	1400 μg	1600 μg
溶出 Al	740 μg	25 μg
溶出 %	52.9	1.6

この結果より、アルミ蒸着膜の溶出を 100%とすると、過熱水蒸気処理されたものの金属アルミの溶出は、初期アルミ蒸着膜中アルミの 3%($1.6/52.9 \times 100$)となり、97%は処理されていることが確認された。

以上の結果により、アルミ蒸着膜は過熱水蒸気処理(450 ×1h)で処理可能と判断することができる。

2) カーボンの処理

カーボンについては、塗工されているダックや、ブラウン管の補強バンドの下に巻かれ

ているテープの接着剤残りがあり、溶解窯への投入で温度が上がる酸化過程の中で、CO₂やCOとなり、泡の原因となると共に還元性もあることから、溶解ガラスの中では、金属酸化物を還元させ金属を析出させることとなる。従って、カーボンについては予め酸化させてCO₂やCOにしてとばしておく必要がある。ここでとばす方法として一般的には温度を上げてやれば良いと考えられるが、カーボンがとびきるには800以上が必要となる。しかしこの温度では、ブラウン管のガラス成分も溶融し始めることからCO₂やCOを巻き込んでしまい、泡としてガラス中に残ることが懸念される。従ってガラスを溶かさずに処理する方法として、プラズマ処理をトライすることとし、酸素プラズマ低温灰化法と大気プラズマ法を検討することとした。

酸素プラズマ低温灰化法

ラボレベルの実験装置でピリガラスを処理した前後のカーボン量の分析結果を表3-5に示す。この結果からわかる様に、ブランク値を差し引いて考えたとしても、大きな効果は期待できず、何よりも時間がかかりすぎることがわかった。

表3-5 酸素プラズマ低温灰化法によるカーボン量の分析結果

	初 期	8 時 間 後
パ ネ ル	0.11 %	0.10 %
フ ァ ン ネ ル	0.08 %	0.05 %

大気プラズマ処理法

前述の結果を受け、処理能力の高い大気プラズマ法にて処理した結果を図3-16、図3-17に示す。

未処理	1 回照射
	
70 ppm	20 ppm

図3-16 ダック面

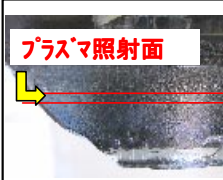
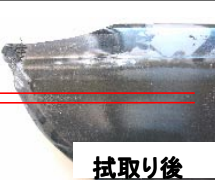
1 回照射	3 回照射
	
90 ppm	30ppm

図3-17 接着剤残り面

図3-16はブラウン管ガラスに塗布されているダックに直接プラズマを照射したもので、1回の照射(照射スピード 70mm/sec)でカーボン残りがほぼきれいになり20ppmレベルにまでおちることがわかった。一方、図3-17はブラウン管ガラスからのテープ剥離後に残っている接着剤の面を同様にプラズマ照射させたもので、3回照射させることにより、残渣は残るものの、拭き取れば30ppmレベルにおちることがわかった。

以上の結果より、大気プラズマ処理でカーボンや異物(有機物)を効果的にとばせることが確認できた。ただ、今回の実験はカレット上での処理であり、粉体を直接処理していないため、今後粉体を量産処理するプロセスを検討し、確認していく必要がある。

3) 鉄粉除去

鉄粉については、前述したように泡除去の消泡剤として加えるSb(アンチモン)と合金をつくり、異物として残る可能性があることや、変色(青緑色)の原因となることから取り除いておく必要がある。又、SUS粉についてもCrが変色(緑色)の原因になることから、取

り除いた方が良い。除鉄については、一般的な磁力選別装置で SUS 粉含めて可能であることから、パネル、ファンネルのビリガラスを磁力選別装置に 5 回通し、それぞれ分析した結果を表 3-6 に示す。磁力選別装置を 1 回通せばほぼブランクレベル*になることがわかる。

*資料を入れずに測定した場合装置自体から検出される値

表 3 - 6 磁選回数と鉄分量

パネル		Fe	Cr	Ni
手粉碎 ビリガラス	ブランク	8	0	2
	磁選前	300	52	23
	磁選1回	26	5	3
	磁選2回	17	3	2
	磁選3回	16	3	2
	磁選4回	14	2	2
	磁選5回	13	2	2

(磁選残りはSUS)

ファンネル		Fe	Cr	Ni
手粉碎 ビリガラス	ブランク	4	0	0
	磁選前	100	9	4
	磁選1回	7	0	0
	磁選2回	6	0	0
	磁選3回	5	0	0
	磁選4回	3	0	0
	磁選5回	5	0	0

(ほぼ鉄⇒除鉄で無くなる)

以上の結果より、除鉄(SUS 粉含む)は磁力選別装置にて充分可能と判断できる。

4) ガラスズ処理システムの構想

処理システムとしては、新たに処理プロセスが加わることになる。大気プラズマ処理および過熱水蒸気処理については、中量実験の結果でその必要性を判断して導入することになるが、磁力選別については必須条件とした。処理システムの全体を、図 3-18 に示す。新たに追加する処理プロセスの順番としては、最初に大気プラズマ処理を行ってカーボン飛ばし、次に過熱水蒸気処理を行って、アルミ蒸着膜を処理することとした。これは、過熱水蒸気処理をすることで、約 25% 程度泡数が減少することから大気プラズマ処理を先に行い、残ったカーボンや過熱水蒸気処理で更にとばすこととした(過熱水蒸気処理で 450 × 1h が加わる為、残ったカーボンや混入している有機物がとぶと考えられる)。最後に除鉄することにしたが、これは設備起因の鉄粉が混入することから、最終のプロセスで行うこととした。

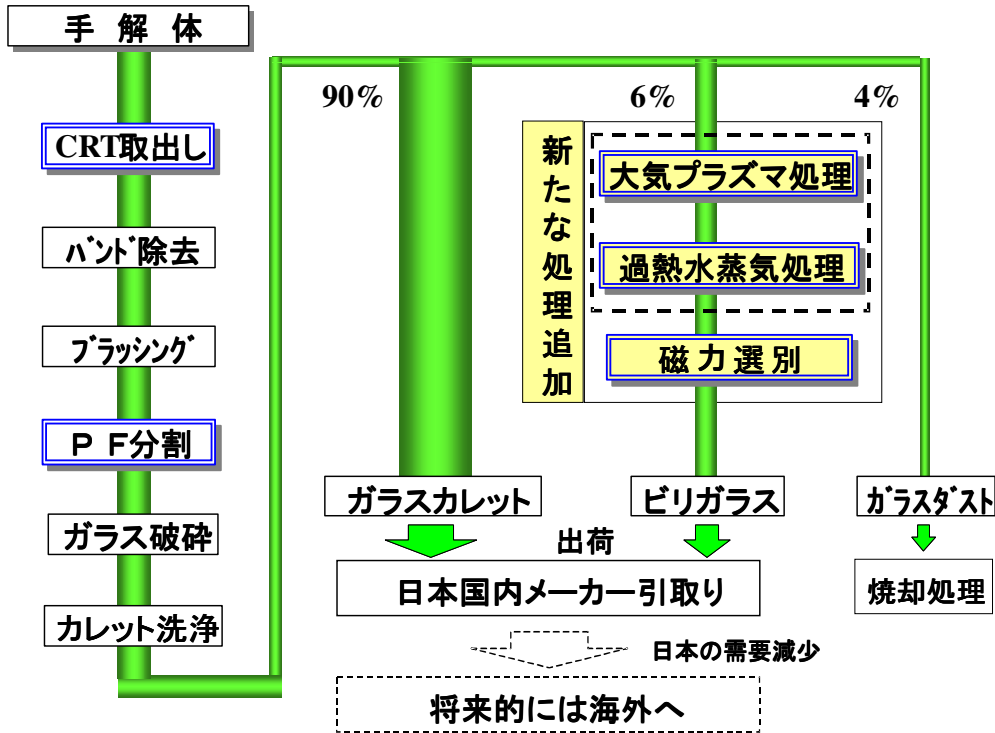


図 3 - 18 ガラスズ処理システムの構想

現在ガラスカレットは日本国内のブラウン管ガラスメーカーに引き取ってもらっており、ビリガラスも適切な処理を行えば再原料化されることとなる。しかし日本のブラウン管の需要は減少してきているため、全部の量は再利用出来なくなる。従って、近い将来海外のブラウン管ガラスメーカーに引き取ってもらわざるを得ない時期が来ると予測される。しかし、輸出するには材料として取り扱う必要があり、材料としてのグレードや品質を明確にしておく必要が出てくる。

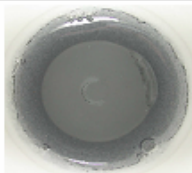
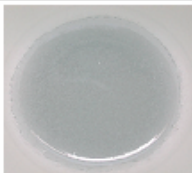
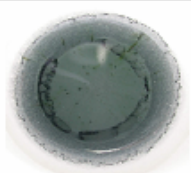
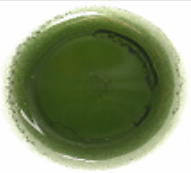
(3) 種々のサンプルの評価

種々のサンプルを前述の定量評価法で評価した結果を次に示す。

1) 工程品

ブランクと工程サンプルの対比評価例を表 3-7 に示す。

表 3 - 7 ブランクと工程サンプルの対比評価例

		ブランク		工程サンプル	
		カレット	メノウ乳鉢手粉碎	ビリガラス	ガラスダスト
パネル ガラス	増埧溶解評価				
	這い上り	9mm	9mm	10mm	32mm
	C	30 ppm	80 ppm	120 ppm	680 ppm
	A 1	0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	8.2 ppm
ファンネル ガラス	増埧溶解評価				
	這い上り	10mm	10mm	23mm	46mm
	C	30 ppm	60 ppm	350 ppm	7500 ppm

まず、ブランクの方の増埧溶解評価は、パネル、ファンネル共に異物も無く綺麗な状態である。又、泡の這い上がり高さもパネルは 9mm、ファンネルは 10mm で共に変わらない。しかし、C (カーボン) については、メノウ乳鉢手粉碎が粉体であるため、大気中の CO₂ や CO の巻き込みによる影響でカレットより高目に出ており、パネルで 50ppm、ファンネルで 30ppm 高い。又、A 1 (アルミ) については、メノウ乳鉢手粉碎の方がカレットより 0.4ppm 高く、アルミの分析方法が粒度依存性のあることを示している。

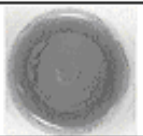
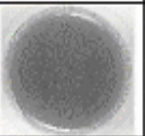
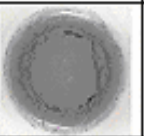
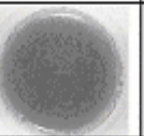
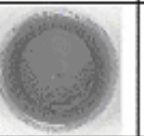
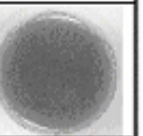
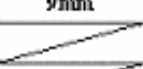
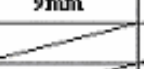
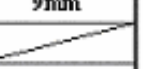
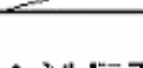
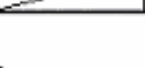
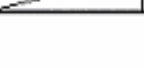
一方、工程サンプルの増埧溶解評価は、パネル、ファンネル、また、ビリガラス、ガラスダスト共に異物があり、泡の這い上がり高さもビリガラスよりガラスダストの方が高く汚れや異物を多く含んでいる事がわかる。又、C (カーボン) については、パネル・ビリガラスで 120ppm、パネル・ガラスダストで 680ppm、ファンネル・ビリガラスで 350ppm、ファンネル・ガラスダストで 7500ppm となっている。ここで、実際に汚れ・異物として分析される値はブランク値を差し引く必要があり、ビリガラス、ガラスダストの粒度に合わせたメノウ乳鉢手粉碎の値を引くと、パネル・ビリガラスで 40ppm、ファンネル・ビリガラスで 290ppm となる。

2) 限度見本

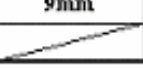
家電製品協会がブラウン管ガラスカレット処理品質基準として、各処理拠点に配布して現在運用されている限度見本を、今回の処理目標レベルとしているので、その『限度+』の見本を前述の定量評価法で評価した結果を表3-8に示す。

表3-8 『限度+』の見本評価

<パネルガラス>

	BM限度+		のり限度+		AL限度+	
	カレット	粉 砕	カレット	粉 砕	カレット	粉 砕
増 埒 溶 解						
泡 の 這 い 上 り	9mm	9mm	9mm	10mm	9mm	9mm
C		120ppm		100ppm		
Al						1.0ppm

<ファンネルガラス>

	カーボン限度+	
	カレット	粉 砕
増 埒 溶 解		
泡 の 這 い 上 り	9mm	11mm
C		70ppm

パネルガラスについては増埒溶解、泡の這い上がり高さ、C（カーボン）、Al（アルミ）を評価し、C（カーボン）量については『BM限度+』（BMとはブラック・マトリックスのことで蛍光面に形成されているカーボン）の見本と『のり限度+』（のりとは補強バンドの下に貼り付けてあるテープの接着剤残り）の見本を、そしてAl（アルミ）量については『Al限度+』（アルミ蒸着膜残り）の見本を評価した。

又、ファンネルも同様に、増埒溶解、泡の這い上がり高さ、C（カーボン）を評価することとし、C（カーボン）量については『カーボン限度+』（ガラス表面に塗布されているカーボンの残り）の見本を評価した。

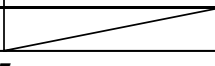
パネルの増埒溶解はいずれも異物は無く、泡の這い上がり高さも9mmとブランクのメノウ乳鉢手粉碎と同レベルにある。又、C（カーボン）については、『BM限度+』粉碎で120ppm、『のり限度+』粉碎で100ppmとなっており、工程品同様にブランクのメノウ乳鉢手粉碎の値80ppmを引くとそれぞれ40ppm、20ppmとなる。又Al（アルミ）の『Al限度+』は1.0ppmでブランクのメノウ乳鉢手粉碎の値0.5ppmを引くと0.5ppmとなる。

一方、ファンネルの増埒溶解も異物は無いが、泡の這い上がり高さは11mmとブランクのメノウ粉碎の10mmに対してやや大きい。しかし、その要因と思われるC（カーボン）量が、『カーボン限度+』粉碎で70ppmとなっており、ブランクのメノウ乳鉢手粉碎の値60ppmを引くと10ppmと低い値となることから、C（カーボン）の影響と言うよりはパラツキの範囲と考えられる。

3) 処理品

パネルビリガラスの処理品の評価を表 3-9 に示す。

表 3 - 9 パネルビリガラスの処理品の評価

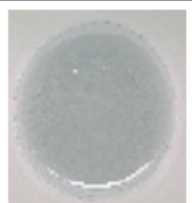
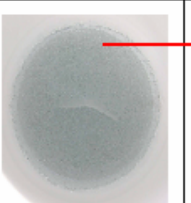
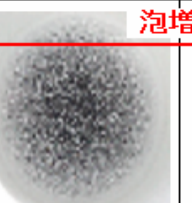
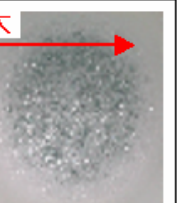
	未処理	磁 選	磁選 + 過熱水蒸気	気 備 考
坩堝溶解				松下簡易評価
這い上り	10mm	10mm	10mm	
泡 数	12000	13500	10000	NEG画像処理評価
C	140ppm			
Al	1.05 ppm			0.67 ppm

表より、泡の這い上がり高さは変わらないが、泡数は磁選をすることによって増え、さらに過熱水蒸気処理をすることによって 25% 程度減少することがわかった。これは 450 × 1h の過熱水蒸気処理で C (カーボン) がとぶことによって 140ppm から 130ppm へと減少し、その影響が出ているためと考えられる。

4) カーボンの影響

カーボンの影響を見る為に、パネルガラス粉碎品にパネルから除去したカーボンを定量添加して評価した結果を表 3-10 に示す。

表 3 - 10 カーボンの影響度の評価

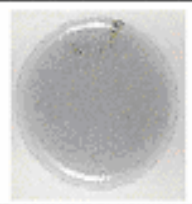
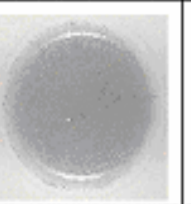
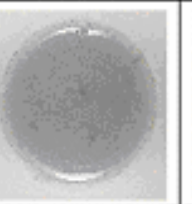
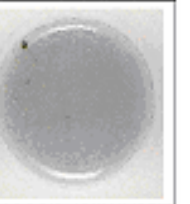
C	添加無し	10ppm	40ppm	100ppm
坩堝溶解				
這い上り	9mm	9mm	11mm	25mm

この結果より、数 10ppm で泡への影響がでることがわかる。

5) アルミ蒸着膜の影響

アルミ蒸着膜の影響を見る為に、パネルガラス粉碎品に、パネルから除去したアルミ蒸着膜を定量添加して、評価した結果を表 3-11 に示す。

表 3 - 11 アルミ蒸着膜の影響度評価

Al	添加無し	3ppm	10ppm	30ppm
坩堝溶解				
這い上り	9mm	9mm	9mm	9mm

この結果より、通常予測される含有量の数 10 倍添加しても泡発生には影響のないことがわかる。

(4) 取組結果まとめ

以上行ってきたビリガラスの定量評価の結果を表 3-12 にまとめる。

表 3 - 12 定量評価の結果まとめ

	評 価 項 目	分 析 値		
		限度見本	ビリガラス	処理品
パネル	金属AL (ppm) ^(注 1)	0.5	0.5	0.17
	カーボン (ppm) ^(注 1)	20~40	40	(20~30) ^(注 3)
	鉄 分 (ppm) ^(注 1)	—	292	9 ^(注 2)
	泡の這い上がり(mm)	9~10	10	
ファンネル	カーボン (ppm) ^(注 1)	10	290	
	泡の這い上がり(mm)	11	23	

注 1) 金属 A L、カーボン、鉄分の分析値はブランク値(メノウ乳鉢手粉碎)を差し引いた値

注 2) 磁選 2 回の値

注 3) 大気プラズマ処理法のカレット上で処理した値を代用

表より、パネルビリガラスについては、鉄分を除いてほぼ限度見本レベルにあり、ファンネルについては、カーボン、泡の這い上り共に限度見本より大きい事がわかる。

(5) 投入実験

1) 方向づけ

上記評価結果をもとに、パネルのビリガラスを優先的に溶解窯に戻すトライを行うこととし、溶解窯へ戻す為の方向づけを行った。

アルミ蒸着膜

アルミ蒸着については含有レベルも低く、限度見本と同等であり、且つ泡への影響もほとんどないことから処理なしで行う。

カーボン

カーボンについては、40ppm と限度見本同等程度であるが、泡への影響が出始めるレベルであることから、少量混ぜ込みで実験を行うこととし、場合によっては消泡剤を添加して実験を進めることとした。

鉄粉(SUS 粉含む)

鉄粉については、異物残りの影響があるため、磁力選別装置による除鉄は必須条件とする。

以上の方向づけを行った上で、少量投入実験を実施することとした。

2) 少量投入実験

上記方向付けに基づき、パネルビリガラスを除鉄し、ファンネル溶解窯(350ton)への投入を行った。図 3-19 は除鉄の様子、図 3-20 は日本電気硝子㈱における投入の様子でホッパーへの投入、および、計量装置のところの写真である。

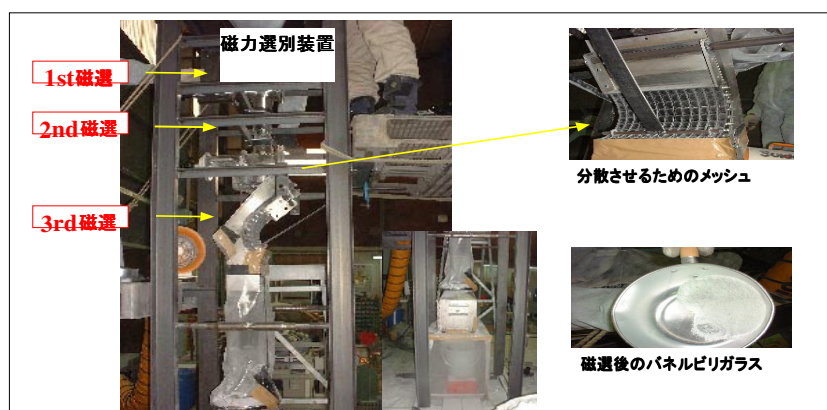


図 3 - 19 除鉄の様



図 3 - 20 日本電気硝子㈱における投入の様子

現在、日本電気硝子㈱におけるリサイクル材のカレット投入量はトータルで8%の混ぜ込みとなっている。この中でカレットの『限度+』に相当するものの混ぜ込み量は、家電製品協会が定める品質基準では20%以内となっている。従って、窯全体から見た『限度+』の投入量限度は1.6%となるが、カレットではなく粉体を投入することによる泡の増加が考えられることや、初めてのトライアルでもあり様子がわからないこと、更にはトラブルになった時の影響の重大さを考慮し、その1/10程度の投入から実験をスタートすることとした。投入量は、0.16~0.2%の混ぜ込みで、約600kg/日で10日間Total 6 tonを投入した。泡の影響を見るため投入前後での泡の評価を行ったが、その結果を図3-21に示す。

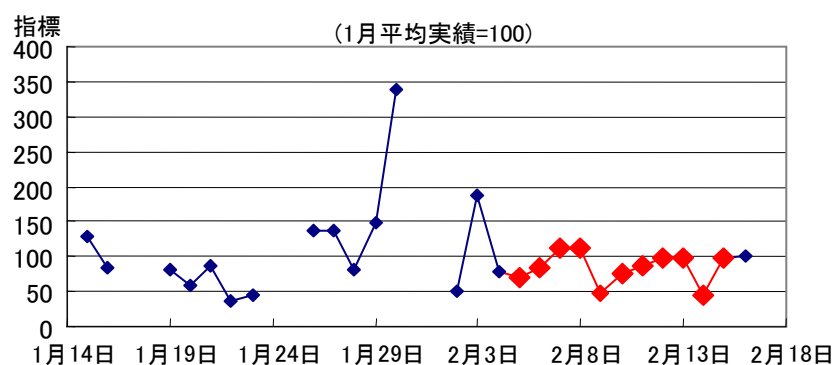


図 3 - 21 投入前後の泡数の評価

ファンネル成型前の溶解ガラス中の泡数を、2004 年 1 月の平均泡数を 100 とした時の指標のグラフである。投入後の指標は 46～113 で平均 86 と影響がない結果となった。

よって今後混ぜ込み量を徐々に増やして行き、実働状態に合わせた 1.3～1.5%混ぜ込みの中量実験(投入限度は 1.6%)をした上で実施していくこととした。

(6) サンプルングによる成分バラツキの評価

工程で発生するガラスクズの成分バラツキを把握するため、蛍光 X 線分析でサンプル内バラツキ(同一サンプルングロットの中で 2 サンプル分析)と日間変動を調べた。分析結果を表 3-13 に示す。

表 3 - 13 成分分析値

試料	検出元素	含 有 量 (wt%)										
		7月10日		7月30日	8月21日	9月4日	9月23日		10月23日		1月20日	
パネル ビリ ガラス	SiO ₂	47	48	47	48	48	49	48	49	49	48	49
	SrO	16	15	16	15	16	15	16	16	16	16	16
	BaO	11	11	14	11	13	14	15	15	15	14	15
	K ₂ O	13	13	13	13	13	14	14	13	13	13	13
	ZrO ₂	3.9	3.8	4	3.5	3.5	3.5	4	4	3.6	3.8	3.5
	Al ₂ O ₃	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	1.8	2.5	2.7	2.4	2.5
	ZnO	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
	Fe ₂ O ₃	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2				0.3
	Na ₂ O	2.5	2.6	2.5	2.8	2.3						
	TiO ₂	1.9	1.9		1.9							
	CaO		1									1.1
Sb ₂ O ₃	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6		
ファン ネル ビリ ガラス	PbO	36		35	38	38			37	40	39	38
	SiO ₂	34		32	34	33			34	33	33	33
	K ₂ O	12		12	12	12			12	13	12	12
	CaO	4.1		4	4.3	4.4			4.4	4.4	4.2	4.3
	Al ₂ O ₃	3.3		3.1	3.3	3.3			3.4	3.2	3.2	3.5
	SrO	3.3		4.5	3.4	3.4			3.8	3.8	3.8	4
	BaO	2.4		3.8	3.1	3			3.3		3.3	
	Na ₂ O	2.4		2.5		2						
	Sb ₂ O ₃	0.5		0.5	0.5	0.5				0.5	0.5	0.5
	ZnO	0.5		0.3	0.3	0.4			0.3	0.5	0.4	0.5
	ZrO ₂			1.7	1.4				1.5			1.5
	Fe ₂ O ₃	0.4		0.3		0.3			0.2		0.35	0.4
	MgO	0				0.6						
	TiO ₂	0.4		0.5						1.7		1.7

表 3-13 より、サンプル内バラツキ、日間変動において、問題のないレベルにあることがわかった。

(7) その他の取組み

前述の取組みの他に下記 3 項目を実施した。以下、項目と結果だけ記述する。

ビリガラス・ガラスダスト発生量を抑える実験

(内容)

ガラスカレットの乾式洗浄時間を短くすることにより、ビリガラス・ガラスダストの発生量を抑えることができるが、表面に洗浄残りの異物が増え、カレット品質を落とすこととなる。従って、カレット品質が確保(家電製品協会が定める限度見本の『限度 4』のレベル以上のもの 78%以上)できる最短洗浄時間を求める実験を行った。

(結果)

60 分以上の洗浄(洗浄機へ 20kg/分の割合以下での連続投入)が必要だという結論を得た。

ビリガラスを増やしガラスダストを抑える実験

(内容)

上記 60 分洗浄による、ガラスクズ(ビリ+ダスト)の発生量は一定であるが、収塵の強さにより収塵機の方に吸われればガラスダストとなり、吸われずに浄機槽の中に残ればビリガラスとなる。従って、リサイクルの可能性が高いビリガラスを増やすためには、集塵能力を落とし、集塵機に吸われるガラスダストを減らせば良い。しかし、そうすればビリガ

ラスの中に洗浄によって削られた表面異物が多く含まれる様になり、品質を落とすこととなる。従って、品質に影響のない範囲で収塵能力をおとす実験を行った。

(結果)

集塵能力を落とすと、ビリガラス量は増えるが、カーボン量が平均で4倍、最大で10倍も増えることから当面は現状の条件とした。

投入コンベアー機能追加・集塵ダクト追加工事

(内容)

1) 投入コンベアー機能追加工事 (図3-22 参照)

破碎品質の安定化を図るため、カレット送りを定量ピッチ送りにすることとし、ピッチ送り用の棧を搬送ベルトに追加し(図参照)、そのピッチ検出の制御機構を追加した。

2) 集塵ダクト追加工事 (図3-23 参照)

上記の実験を行う為、現在洗浄機の両端2ヶ所から強力に吸引しているのを、洗浄機中央に集塵ダクトを追加して3ヶ所で吸引させる様にし、個々の集塵能力を落とした。又、追加した集塵ダクトにはダンパーを設け、集塵能力を調整できる様にもした。

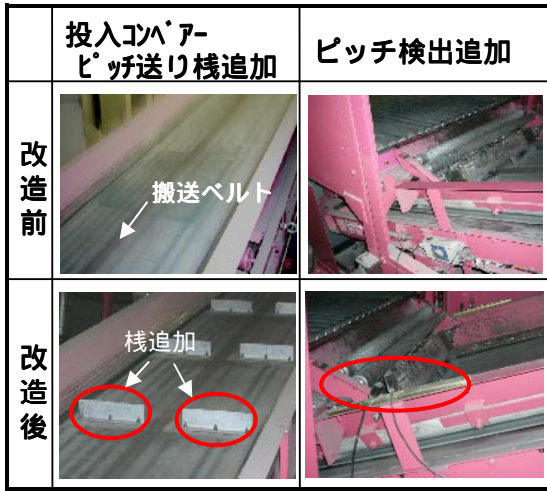


図3-22 投入コンベアー機能追加工事

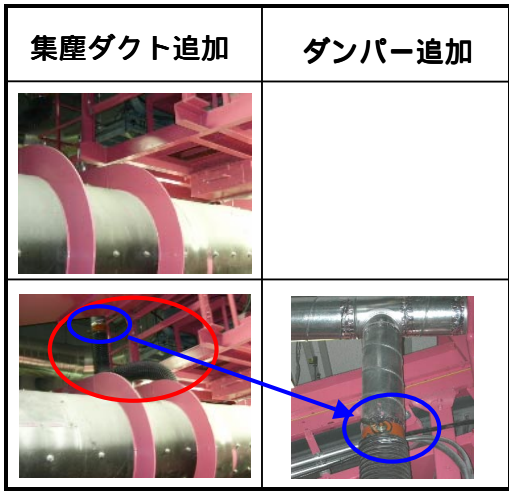


図3-23 集塵機ダクト追加工事

4. 成果

(1) ガラスズに含まれる異物の定量評価法を確立することができた。

1) 化学分析による異物の定量評価法確立

アルミ蒸着膜

臭素飽和メタノール溶解→ICP 発光分光分析

カーボン

燃焼赤外線吸収法

鉄粉

ICP 発光分光分析

2) 実プロセスに即した泡・異物の評価法確立

垢垢溶解により、泡・異物の定量評価法と更には変色の評価法を確立することができた。

(2) 異物処理の要素技術の確立が図れた。

アルミ蒸着膜

過熱水蒸気による処理(450 × 1h)

カーボン
大気プラズマ処理
鉄粉

磁力選別機による除鉄

(3) ガラスくず処理システムを構築することができた。

現在の処理プロセスに大気プラズマ処理 → 過熱水蒸気処理 → 磁力選別の順でプロセスを追加することとした。

(4) 少量投入実験ではあるが溶解窯への戻しを行い問題ないことが確認できた。

(5) テレビリサイクル率UPへの見通しが得られた。

(パネルビリガラスだけで3.2%UP)

5. 今後の取組み

(1) 必要な処理の見極めと、処理レベルのスペック化

今後、中量投入実験を行って行く上で、溶解窯への影響を確認しつつ、必要な処理については、その処理レベルをスペック化していく必要がある。

(2) 量産処理プロセスの確立

上記(1)の結果に基づき、必要な処理についての量産処理プロセスを確立していく必要がある。

(3) 導入に向けての対応

1) 設備面において、日本電気硝子(株)、(株)松下エコテクノロジーセンター共に新規設備導入やレイアウト変更等を行って対応していく必要がある。

2) 引き取りの運用面においても、出荷品質の保証や受入れ検査のあり方、更には、荷姿、価格の決定等を決めて行く必要がある。

6. 最後に

(1) 今回の取組みで得られた結果については、当社だけにとどまらず、他のテレビやブラウン管の処理拠点への展開も図るべく、Aグループのリサイクルの管理会社や家電製品協会を巻き込んだ取組みとして今後も継続していきたい。

(2) テレビの生産が国内から海外へとシフトしていき、テレビがプラズマテレビ(PDP) 液晶テレビ(LCD)といった薄型テレビに移行していく中、ブラウン管の国内生産(テレビ+モニター)は図6-1に示すように、ここ数年で極端に減少していく方向にある。

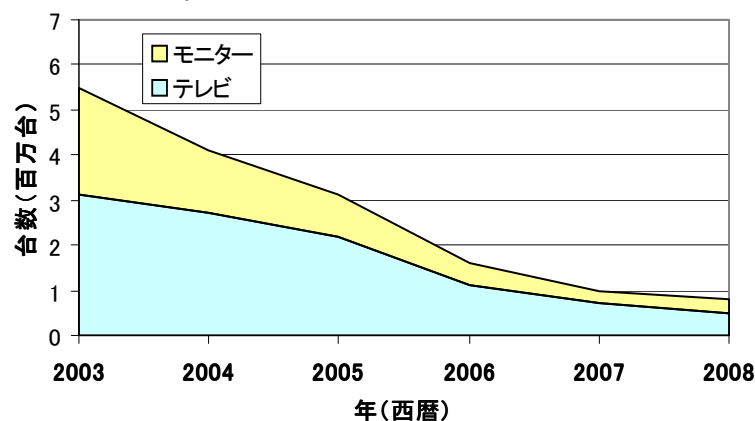


図6-1 ブラウン管の国内生産予測値

又、国内廃テレビ排出の今後の予測を見てみると、図 6-2 に示すように C R T 方式のものはここ数年でピークを迎えた後減傾向となるが、極端な減少とはならず相当量が引き続き排出されると予測される。

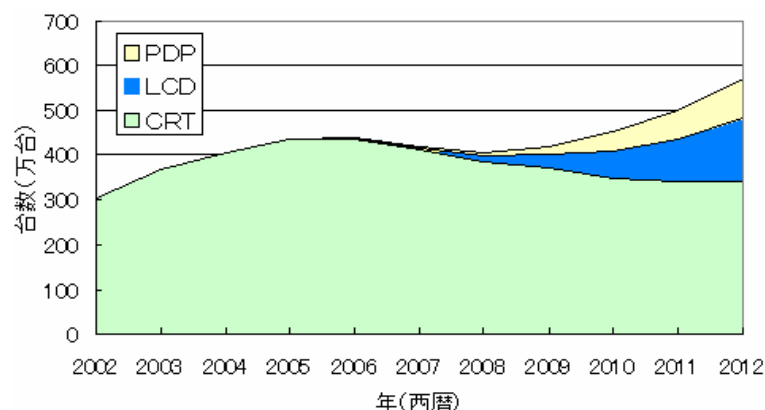


図 6 - 2 廃テレビ排出予測

一方、テレビセットの世界需要動向の方は、図 6-3 に示すように今後とも微増ではあるが増加傾向にある。

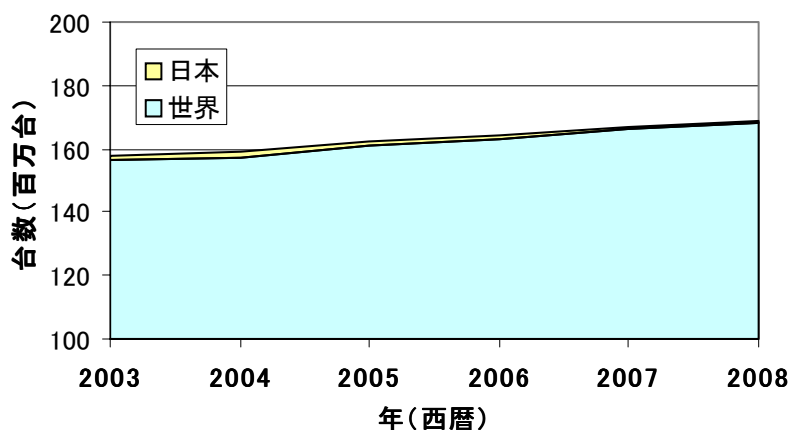


図 6 - 3 テレビセットの世界需要動向

以上のことから、精製されたブラウン管ガラスカレットやビリガラスは全量再利用できなくなり、国内生産では消化しきれず、需要のある海外に輸出せざるを得ない状況となる。

このような状況の中、リサイクルカレットの輸出に対する取組みも行われつつあり、カレット品質の JIS 化といった動きもある。

今回の取組みはこの様な動きも念頭におき、評価法については、定量評価、数値化を目指して取り組んできた。従って今回の取組みについては、充分参考にしていただける内容だと考えている。

又、今後排出されてくるプラズマテレビ (P D P) や液晶テレビ (L C D) のガラスのリサイクルに対しても参考になるものと考えている。

(3)近い将来、精製されたガラスカレット同様にビリガラス処理品も海外に輸出されることになると考えられるが、その際の問題点として、

1)ガラスカレットやビリガラスを輸出するには材料としてのグレードの区分や品質の明確化が必要となる。

2)又、そうなると各拠点におけるブラウン管の破碎・洗浄・処理といった品質レベルの

均一化やその品質の評価方法を考えていかなければならない。従って各処理拠点においては、そのグレードに応じた処理レベルの見直しを図る必要が出てくると考えられる。

3)処理にあたっては、各リサイクル処理拠点が個々に処理したものをブラウン管ガラスメーカーに持ち込むのか、各拠点で出たものを一ヶ所に集約させて処理した後、ブラウン管ガラスメーカーに持ち込むのか の2通りが考えられる。

上記のように海外への輸出となると、品質問題もからんでくるようになることや、各拠点が分散投資するよりは一ヶ所に集中投資した方が total コストとしては抑えられると考えられることから、輸出基地として国内に一括処理工場を設け、そこで処理を行うようにした方が良いと思われる。

以上のような問題を取り組んでいくには、経済産業省、環境省をはじめ、家電製品協会、日本電機工業会といった業界団体、さらにはリサイクルの管理会社及び処理拠点を含め、日本全体としての方向付けを行っていく必要があると考える。