

ガラスリサイクル 開発事例集

全国公設試・産総研版

Glass Recycling Case Studies
by Local Public Technology Centers in Japan



Ver.2
2019 年版

はじめに

全国にある公設の試験研究機関（公設試）では、それぞれが地域のニーズに応え、ガラスリサイクルの研究開発に取り組んでいますが、その成果が各公設試の報告書や事例集にとどまり、全国の事業者の方々が情報を得るのが難しい状況がありました。

そこで、公設試の連携組織である産業技術連携推進会議（産技連）のナノテクノロジー・材料部会ガラス材料技術分科会では、各公設試が開発に関わった事例を集約し、「ガラスリサイクル開発事例集」として公開することといたしました。

この事例集については、単にガラスからガラスへのリサイクルにとどまらず、ガラスの評価、廃ガラスを使った製品開発や環境技術、また廃棄物、未利用資源を有効活用したガラス製品開発など、幅広い技術を対象としました。

ガラスリサイクル関係者にとって、リサイクル技術、製品の開発の一助になれば幸いです。

2019年5月20日

産業技術連携推進会議 ナノテクノロジー・材料部会 ガラス材料技術分科会

ガラスリサイクルにおける公設試の役割

相 談

企業、団体、自治体からのご相談に対応します。

評 価

化学成分分析、熱分析、溶融試験、異物の分析などでガラスの特性を調べます。

開 発

リサイクル製品や、適切な処理方法の開発を支援します。

About this file

Glass recycling is an important issue for environment and industry. All prefecture and some big city in Japan have local public technology centers. Several these centers study glass recycling for bottles, lighting, display, automotive window, PV cell cover glass and so on. This file consists of mainly case studies of glass recycling technology such as characterization of waste glass, recycling products, and treatment of hazard glass, which were developed by these centers.

目 次 Contents

自動車廃ガラスリサイクルにむけた素材分析と溶融試験 Material Analysis and Melting Tests for Automotive Window Glass Recycling	5
薄型テレビ (FPD) に使用されるガラスの調査と分類 Investigation and Classification of the Glass Used for a Flat Panel Display (FPD).....	6
環境安全性の高い発泡ガラスの製造方法 Production Method of Foam Glass with High Environmental Safety.....	7
鋳込み成形法によるビンガラスを使ったレリーフタイル Relief Tile with Bottle Glass Using Slip Casting Method.....	8
ブラウン管ガラス造粒焼結体によるリン酸リサイクルシステム Recycling of Phosphate in Soil-water System by Using the Sintered Materials Made from CRT Panel Glass and Shell Powder	9
色ガラスカレットを原料とする脱色発泡ガラス作製技術 Formation of Pale Foam Glass from Colored Glass Cullet.....	10
ゴミ焼却灰主原料による結晶化ガラスの開発 Glass-ceramics Synthesized from Municipal Incinerator Residue	11
空きびんを利用した水栽培容器の開発 Development of a Container for Hydroponics Using Waste bottles	12
コールドキャスト法による蛍光管ガラスを使った装飾品 Decorative Items Using Fluorescent Light Tube Glass by Cold Casting Method	13
発泡ガラスを用いたランプシェード Lamp Shade Using Foamed Glass.....	14
液晶パネルガラスを用いた耐熱食器用釉薬の開発 Development of the Low Thermal Expansion Transparent Shiny Glazes Using Waste Glass from Liquid Crystal Display.....	15
三宅島火山灰を利用したガラス製品の開発 Glassware from MIYAKEJIMA-Island Volcanic Ash	16
液晶パネルガラスのリサイクル技術の開発 Development of the Glass-Ceramic Material Using High-definition Waste Liquid Crystal Display (LCD) Panel Glass	17
カレット工場から排出されるガラス含有汚泥の減量・処理技術 Reduction of the Sludge Generated from the Manufacturing Process of Glass Cullet from Cullet Factory	18
廃ブラウン管ガラスから還元溶融による鉛回収技術 Lead Recovery Technology by Reduction Melting from Waste CRT Glass.....	19
廃ブラウン管ガラス溶融残渣からの鉛溶出抑制 Suppression of Lead Leaching from Waste CRT Glass Melt Residue.....	20
塩化揮発反応を利用したガラスに含まれる重金属の分離技術 Separation Technology of Heavy Metals Contained in Glass Using Chlorination Volatilization Reaction	21
廃 FPD パネルガラスを利用した製鋼スラグの粉化抑制 Suppression of Dusting of Stainless Steel Slag using Waste FPD Panel Glass.....	22
溶融炉でのガラスカレットの有効利用 Waste Glass Use in a Melting Furnace	23
放射性廃棄物焼却灰の減容・固化 Volume Reduction and Solidification of Radioactive Waste Incineration Ash.....	24
廃ブラウン管ガラスからの鉛浸出評価及び浸出防止技術 Evaluation and Suppression of Lead Leaching from Waste CRT Glass	25
ヨーロッパにおけるガラスリサイクル調査 Topic - Glass Recycling Survey in Europe.....	26

注 これは PDF を基本としているため、ページ数表示の関係上、表紙から 1 ページとしています。

目的別目次

数字は掲載ページ数

		カ レ ッ ト 評価	リサイクル製品			処理、 利用技術、 その他	
			建築、土木 農業資材	食器、 工芸品	機能材料		
廃 ガ ラ ス 、 原 料	ガラス全般			7, 10, 27	27		24
	びん			8	12		18, 23, 26
	板	建築					
		自動車	5				
		太陽光パネル					
	電 気 通 信 用	照明			13, 14		
		ディスプレイ	6	9	15	17	19, 20, 21, 22, 25
		光ファイバー					
	食器						
	耐熱						
廃棄物、未利用資源			11	16			

* 重複有り

自動車廃ガラスリサイクルにむけた素材分析と溶融試験 Material Analysis and Melting Tests for Automotive Window Glass Recycling

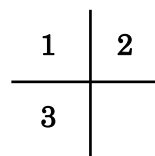
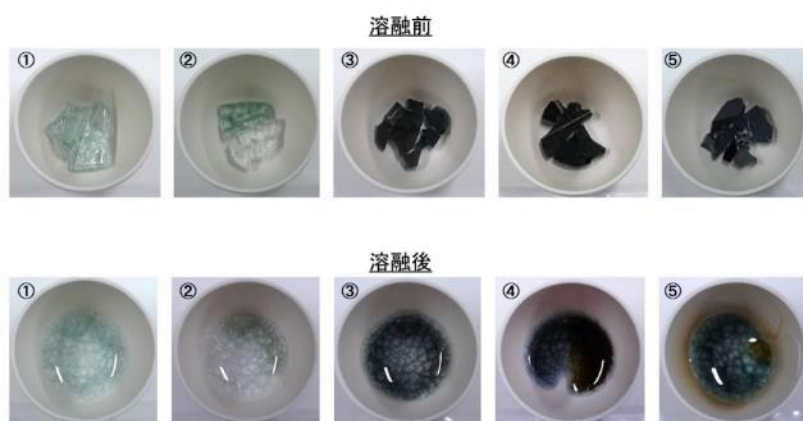
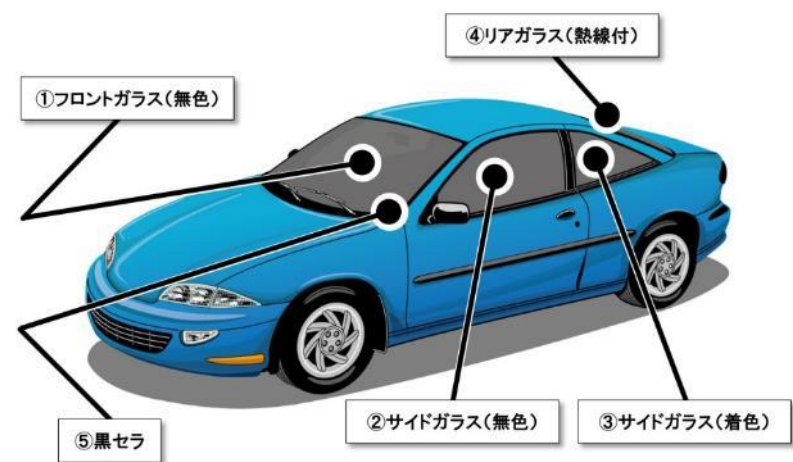


図 1 対象としたガラス部品

図 2 蛍光 X 線分析装置
(化学組成分析用)

図 3 溶融後のガラスサンプル

産業廃棄物として多量に発生する自動車廃ガラスの有効利用を目的とし、部位別のガラス素材について、蛍光 X 線分析法での化学組成分析と酸化雰囲気での溶融試験による基礎的な情報収集をしました。組成分析では、ガラス表面の塗布材等に多様な重金属類が含まれていることがわかりましたが、1200℃での溶融試験において安定したガラス化が確認できたことから、加熱溶融処理を施すことでこれらの重金属類をガラスの中に保持できる可能性があるかと期待されます。

開発機関：(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場、(地独) 京都市産業技術研究所、
福岡県工業技術センター

協力機関：全国板カレットリサイクル協議会、(有) 飯室商店

問い合わせ先：(地独) 北海道立総合研究機構工業試験場
材料技術部高分子セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2935(材料化学直通)

薄型テレビ (FPD) に使用されるガラスの調査と分類 Investigation and Classification of the Glass Used for a Flat Panel Display (FPD)



図 1. FPD の現状調査

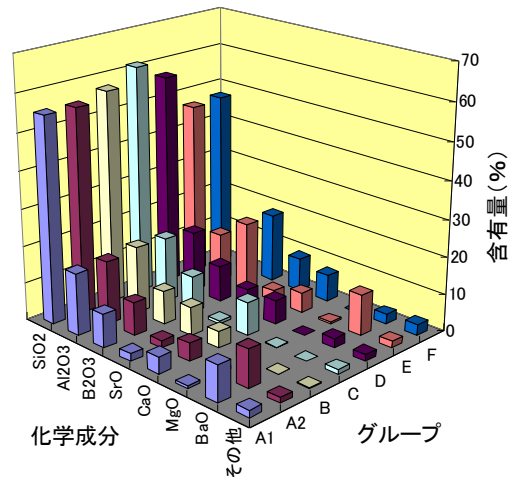


図 2. LCD (液晶) ガラスの化学組成からの分類

廃棄された薄型テレビ (FPD) を 100 台回収し、メーカー名や製造年月日、サイズや材料ごとの重量計測等の調査 (図 1) を行いました。液晶テレビに使われているガラスの化学組成を蛍光 X 線分析装置で分析した結果、液晶 (LCD) ガラスは 6 グループ (A~F) に分類されました (図 2)。

テレビが日本メーカーでも、製品を構成する部品を海外からも調達するケースがあるため、パネル部分が海外メーカー製であることがあります。そのため、使われているガラスの種類も多くなることが確認され、リサイクルする上でパネル部分の製造情報が重要であることが判りました。

FPD ガラスは、製品や製造時期により特性が大きく異なり、パネルガラス部分の構造が微細かつ複雑で、ガラスのみを分離することが難しいため、FPD ガラスに再利用できません。

【データ】

参考文献：

- ・ 小山秀美、中澤亮二、ディスプレイ TT プロジェクト、フラットパネルディスプレイのリサイクルの現状と課題、セラミックス、47、pp.81-85 (2012)
- ・ 小山秀美、FPD リサイクルの現状と課題、ディスプレイ、pp. 64-68 (2012)

開発機関：(地独) 東京都立産業技術研究センター、(一社) 電子情報技術産業協会

問い合わせ先：(地独) 東京都立産業技術研究センター 多摩テクノプラザ TEL:042-500-2300

環境安全性の高い発泡ガラスの製造方法 Production Method of Foam Glass with High Environmental Safety

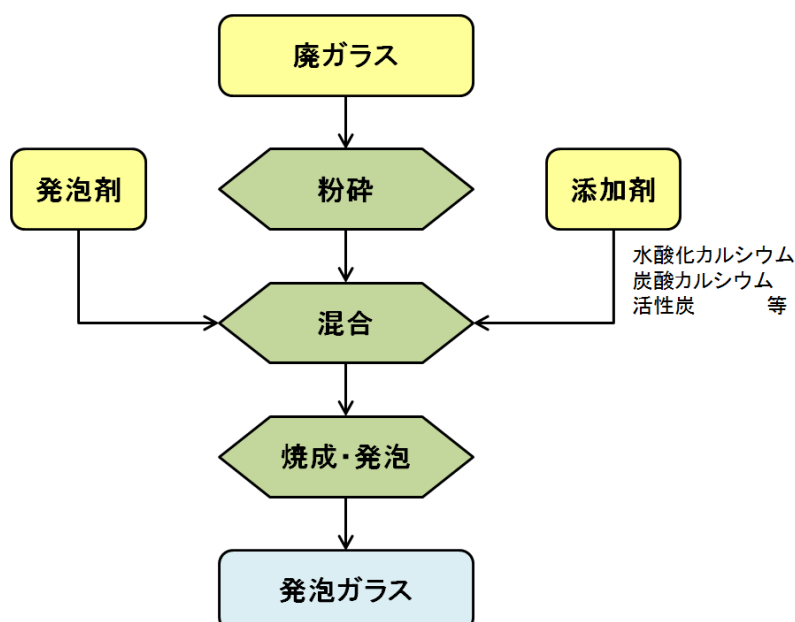
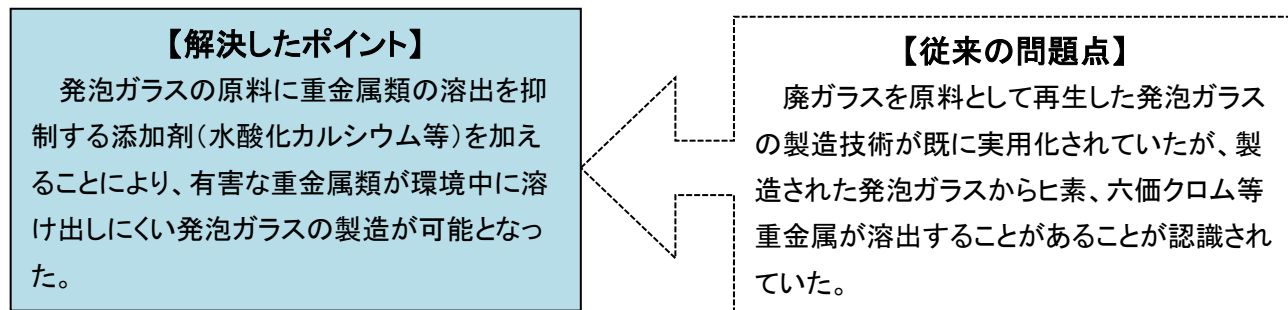


図1 発泡ガラスの製造フロー

粉碎したガラスと、消石灰等を含む混合物を 700℃以上 1100℃以下の温度で溶融・発泡させ、且つ、カルシウム成分が、製造される発泡ガラス中に分散するようにした製造方法です。原料のガラスには、家庭から排出されるびん等の廃ガラス利用できます。

この技術により、廃ガラスを原料として、環境安全性が確保された発泡ガラスを製造できます。また、発泡ガラスは、軽質な土木資材、園芸用資材、水質浄化材等に利用できます。

【データ】

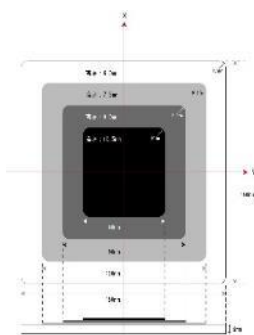
参考文献：

・門木秀幸他、発泡ガラスの製造方法及び発泡ガラス、特開 2005-132714

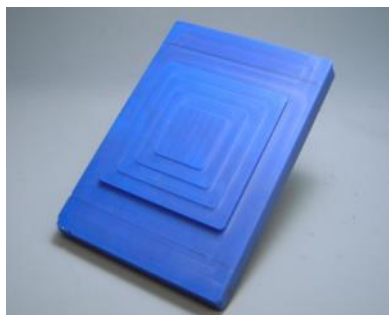
問い合わせ先：鳥取県衛生環境研究所 Tel. 0858-35-5411(代表)

ビンガラス／鋳込み成形＋低温焼成／レリーフタイル

鋳込み成形法によるビンガラスを使ったレリーフタイル Relief Tile with Bottle Glass Using Slip Casting Method



原型の設計



3 D 加工した原型



シリコン樹脂型



カラーバリエーション豊富なレリーフタイル

ビンガラスと石膏の粉末を原料に用いて、複雑異形状でカラーバリエーションに富んだレリーフタイルを開発しました。

石膏の自硬性を活用したシリコン樹脂型による鋳込み成形法と、ビンガラスの低温熔融性を活用した 800℃以下での低温焼成が特長で、高価な金型等を使用せず低コストで製造が可能です。豊富なカラーバリエーションは陶磁器加飾技術の応用によるものです。

【データ】

参考文献：

・非晶質化技術を用いた低温焼結セラミックスの開発、長崎県窯業技術センター平成 13 年度研究報告、No.49、pp. 1-6 (2002)

開発機関：長崎県窯業技術センター

協力機関：有限会社福嶋窯材、有限会社一誠陶器

問い合わせ先：長崎県窯業技術センター 陶磁器科 Tel. 0956-85-3140（代表）

ブラウン管パネルガラス／造粒焼結体／リン酸リサイクルシステム

ブラウン管ガラス造粒焼結体によるリン酸リサイクルシステム Recycling of Phosphate in Soil-water System by Using the Sintered Materials Made from CRT Panel Glass and Shell Powder

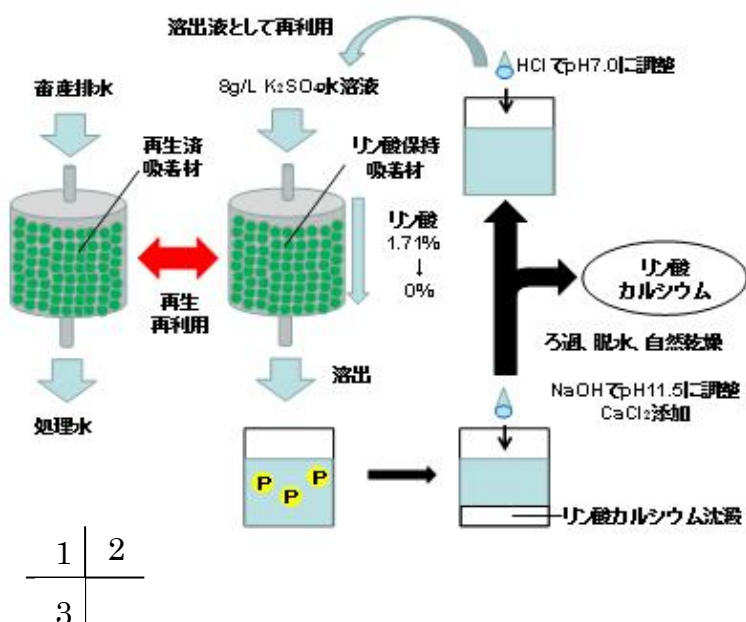


図 1: ブラウン管パネルガラスを原料としたリン酸吸着材
図 2: リン酸リサイクルシステムの概念図
図 3: 回収されたリン酸を原料としたリン酸肥料の効果試験
(ホウレンソウを用いた栽培試験)

テレビのブラウン管パネルガラス粉末を押し出し方式で加圧成形後焼成して多孔質の焼結体を得ました。畜産排水を対象としてこの焼結体のリン酸吸着能・減耗程度を評価したところ、実使用可能な性能が確認できました。本吸着材によって畜産排水から回収されたリン酸カルシウムの肥料効果は市販リン酸質肥料と同等でした。本システムはリン含有排水からのリン回収、リン酸肥料への再資源化、ガラスリサイクルの3つの課題に貢献する一石三鳥のリサイクルシステムです。

【データ】

参考文献：

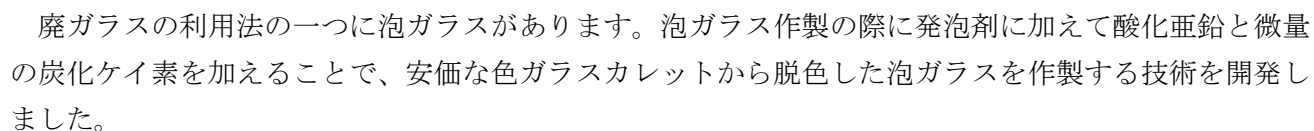
- ・ 中澤亮二他、造粒体、造粒体の製造方法、水質浄化装置、リン酸肥料、及び、土壌改良資材、特開 2013-132583
- ・ 中澤亮二他、ブラウン管パネルガラス粉末および貝殻粉末を原料とした造粒焼結体を用いたリン酸再循環利用システム、人間と環境、第 41 巻、第 2 号、pp.17-27 (2015)
- ・ 中澤亮二他、[ブラウン管パネルガラス粉末および貝殻粉末を原料とした造粒焼結体の密度向上による通水強度の改良](#)、東京都立産業技術研究センター研究報告 第 10 号、pp.90-91 (2015)

開発機関：(地独) 東京都立産業技術研究センター

協力機関：パナソニック株式会社アプライアンス社、東京都農林総合研究センター

問い合わせ先：(地独) 東京都立産業技術研究センター 開発本部開発第二部環境技術グループ
Tel. 03-5530-2660(環境技術グループ直通)

色ガラスカレットを原料とする脱色発泡ガラス作製技術 Formation of Pale Foam Glass from Colored Glass Cullet



脱色した泡ガラスはこれまで有色泡ガラスの利用が広がっていなかった目に触れる用途への活用が可能となりました。

【データ】

参考文献：

- ・山下勝、赤井智子他、脱色泡ガラスの製造方法、特願 2017-183617

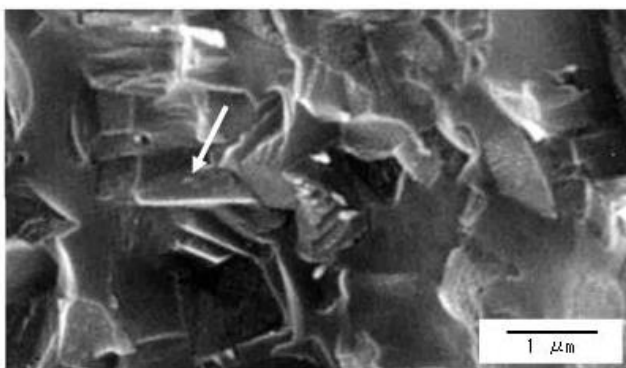
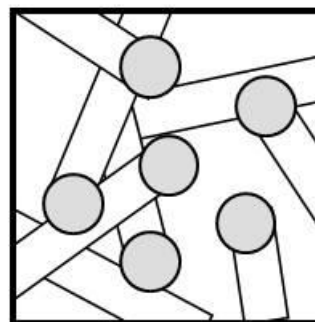
開発機関：国立研究開発法人 産業技術総合研究所

問い合わせ先：(国) 産業技術総合研究所

無機機能材料研究部門高機能ガラスグループ Tel. 072-751-9521 (高機能ガラス G 直通)

都市ごみ焼却灰／熱処理による結晶化／結晶化ガラスタイル、コンクリート用骨材

ゴミ焼却灰主原料による結晶化ガラスの開発 Glass-ceramics Synthesized from Municipal Incinerator Residue



1	3
2	

図 1 : ガラス(左)、結晶化ガラス(右)

図 2 : 結晶化ガラス破断面 SEM 写真
(参考文献より引用)

図 3 : 結晶化ガラス内部イメージ

ゴミ焼却プラントなどで廃棄物が焼却されたときに排出される都市ゴミ焼却灰を、ガラス原料バッチの 60%以上に利用し、還元雰囲気で熔融してガラスを作製しました。そのガラスは、熱処理過程を経ることで、硫化鉄を結晶核形成剤とする体積結晶化によりアノーサイト結晶が析出した結晶化ガラスを作製することができました。この材料は、タイル状に成形することで、建材用タイルとして利用でき、またコンクリート用骨材としての用途にも活用できます。埋め立てるしかない焼却灰の利用方法のひとつとして期待される技術です。

【データ】

参考文献：

- Tanaka, M., Suzuki, S., Imai, T. and Kaneko, T., J. Ceram. Soc. Japan, Vol. 113, pp. 573-578 (2005)

開発機関：地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

協力機関：東京都清掃研究所（現在 公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所へ統合）

問い合わせ先：地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター
城南支所 Tel. 03-3733-6281

びんガラス／ガラス工芸／水栽培容器

空きびんを利用した水栽培容器の開発 Development of a Container for Hydroponics Using Waste bottles



水栽培キット

北海道江別産米を使った清酒のびんが、水栽培の容器に生まれ変わりました。これは、熱した空きびんを、吹きガラスの技法で口の部分を広げました。

この容器とスズランの球根を組み合わせた「水栽培キット」は、球根の成長を観察しながら花が咲くのを楽しめます。

水栽培キットは江別市の市民グループの働きかけで、空きびんは市内のレストラン、球根は道内の農家の協力で生まれました（現在は販売していません）。

【データ】

参考文献：

- ・橋本祐二、[空きびんを利用した水栽培容器の開発](#)、北海道立工業試験場 技術支援成果事例集 2003、pp. 48(2003)
- ・使用済み酒瓶にスズラン咲かせて、北海道新聞、2003年1月31日朝刊
- ・空き瓶でスズラン ～ 数週間でかれんな花、毎日新聞、2003年3月6日朝刊

開発機関：北海道立工業試験場（現 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 工業試験場）

協力機関：まちづくり会議 大麻（おおあさ）元気倶楽部

問い合わせ先：（地独）北海道立総合研究機構 工業試験場 材料技術部

高分子・セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2362(セラミックス技術直通)

蛍光管ガラス／ガラス工芸／装飾タイル

コールドキャスト法による蛍光管ガラスを使った装飾品 Decorative Items Using Fluorescent Light Tube Glass by Cold Casting Method



1	2
3	

図 1: 蛍光管

図 2: 蛍光管を焼き固めた装飾品

図 3: 上記装飾品を利用壁面装飾
(北海道千歳市泉沢小学校)

蛍光ランプのガラスカレットを耐火石膏などの型に入れて 800℃に加熱するとガラスは一体化し（コールドキャスト法）、その時にオパールのような模様がでます。この模様は、蛍光ランプの管内側についている薄膜によるものです。着色ガラスと組み合わせると模様はより鮮明に見えます。この性質を利用したアクセサリーや装飾タイルを開発しました。

【データ】

参考文献：

- ・ 稲野浩行他、[廃蛍光管ガラスのリサイクルによる装飾品の開発](#)、北海道立工業試験場報告 No. 296、pp. 27-32 (1997)
- ・ 稲野浩行、使用済み蛍光灯がモザイクタイルに、廃棄物学会市民編集 C&G 第 3 号、pp. 20-21 (1999)
- ・ 稲野浩行他、廃蛍光管ガラスの性質と装飾品への応用、第 11 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 492-494 (2000)
- ・ 使用済み蛍光灯“輝き”再び 廃ガラス管 装飾品に、日本経済新聞、1997 年 1 月 18 日朝刊

開発機関：北海道立工業試験場（現（地独）北海道立総合研究機構 工業試験場）

協力機関：野村興産株式会社、玉井環境システム株式会社

問い合わせ先：（地独）北海道立総合研究機構工業試験場

材料技術部高分子セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2935 (材料化学直通)

カレット／発泡ガラス／透光性／ランプシェード

発泡ガラスを用いたランプシェード Lamp Shade Using Foamed Glass



カレットを型に充填



電気炉で焼成・発泡



脱型後、内部加工



完成したランプ



暖かみのある空間を演出

微粉碎した廃ガラス(カレット)に、炭酸カルシウムなどの発泡剤を添加・混合した後に、型に充填し、電気炉で焼成して発泡体を作製しました。脱型後、内部をくりぬくことで、ランプシェードができます。

ガラスの種類や作製条件を変えることによって、色味や透光性にバリエーションを持たせることが可能となりました。できあがったランプシェードは、暖かみのある空間を演出します。

【データ】

参考文献

- ・ 工藤和彦他：[廃蛍光管ガラスを用いたランプシェードの開発](#)、(地独)北海道立総合研究機構工業試験場技術支援成果事例集 2010、pp. 53
- ・ 工藤和彦他：[廃ガラスを利用した軽量材料の開発](#)、北海道立工業試験場報告 No. 301、pp. 117～122 (2002)

開発機関：(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場

協力機関：株式会社テクノ

問い合わせ先：(地独)北海道立総合研究機構工業試験場 ものづくり支援センター
工業技術支援グループ Tel. 011-747-2345

液晶パネルガラス／釉薬／耐熱陶磁器

液晶パネルガラスを用いた耐熱食器用釉薬の開発 Development of the Low Thermal Expansion Transparent Shiny Glazes Using Waste Glass from Liquid Crystal Display



1 2
- 3

図 1：開発した釉薬テストピース（色見本）
図 2：直火での耐熱試験をクリア
図 3：耐熱食器試作品

液晶ディスプレイ（LCD）に用いられているパネルガラスは、窓ガラス等に用いられる一般的なソーダライムガラスとは組成や物性が大きく異なる特殊なガラスであるため、その有効なリサイクル技術は未確立です。LCD パネルガラスの低熱膨張、無アルカリ組成といった特性に着目して、土鍋や耐熱食器等に適用可能で高付加価値化が期待できる低膨張光沢・透明釉を開発しました。この釉薬を用いて、直火で使用可能な耐熱食器を作製しました。

【データ】

参考文献：

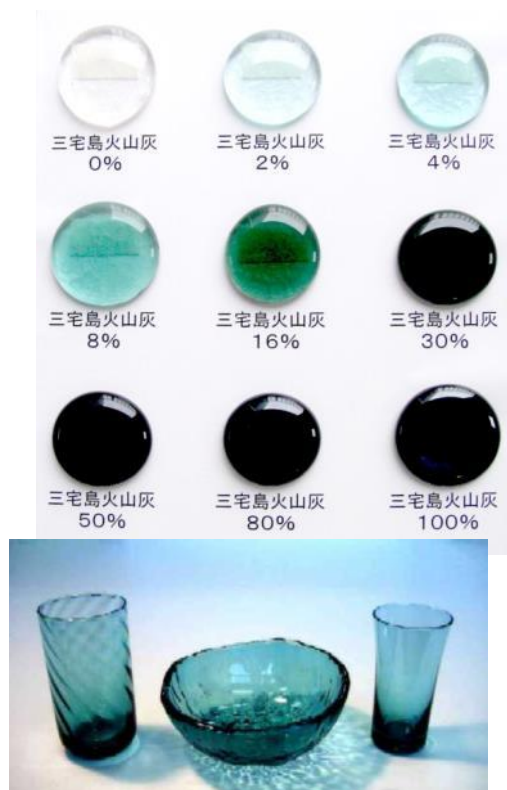
- ・高石大吾他、廃液晶パネルガラスを用いた低膨張透明光沢釉の開発、日本セラミックス協会 2017 年年会予稿集（2E31）
- ・第 46 回デザイン担当者会議 資料集（陶とくらしのデザイン展 2015）

開発機関：（地独）京都市産業技術研究所

問い合わせ先：（地独）京都市産業技術研究所
窯業系チーム Tel. 075-326-6100(代表)

火山灰／地域資源のガラス原料化／食器類（グラス、皿）、工芸品

三宅島火山灰を利用したガラス製品の開発 Glassware from MIYAKEJIMA-Island Volcanic Ash



1	3
2	

図 1：試作ガラスサンプル

図 2：三宅ガラス試作品

図 3：三宅ガラスの工芸的な利用

2000年に噴火した三宅島雄山の火山灰を利用して、クリアな美しい青色のソーダ石灰ガラスを作製することができました。クリアな美しい青色は、主に火山灰中に含まれる鉄によるもので、還元雰囲気での熔融により実現しました。色に特徴がある以外、ガラスとしての品質は市販のガラス製品と同等です。我々はこのガラスを「三宅ガラス」と命名し、グラスや皿などを中心に製品化も行い、複数の商品が発売されました。

【データ】

参考文献：

- ・ 大久保 一宏 他、[三宅ガラスの開発](#)、東京都立産業技術研究所研究報告 第5号、p.17-20（2002）
- ・ 鈴木 蕃・大久保 一宏、三宅島火山灰を用いた三宅ガラスの開発、GLASS 日本ガラス工芸学会誌 No. 45、pp.11-14（2002）
- ・ 鈴木 蕃・大久保 一宏・田中 実 他、着色ガラスの製造方法、特許第 4233222 号

開発機関：地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

協力機関：（製品の製造）三晃硝子株式会社 [現在生産していません]

問い合わせ先：（地独）東京都立産業技術研究センター

実証試験セクター Tel. 03-5530-2193（実証試験セクター直通）

環境技術グループ Tel. 03-5530-2660（環境技術グループ直通）

液晶パネルガラス／粉末成形技術、低温焼成／ガラスセラミックス

液晶パネルガラスのリサイクル技術の開発 Development of the Glass-Ceramic Material Using High-definition Waste Liquid Crystal Display (LCD) Panel Glass

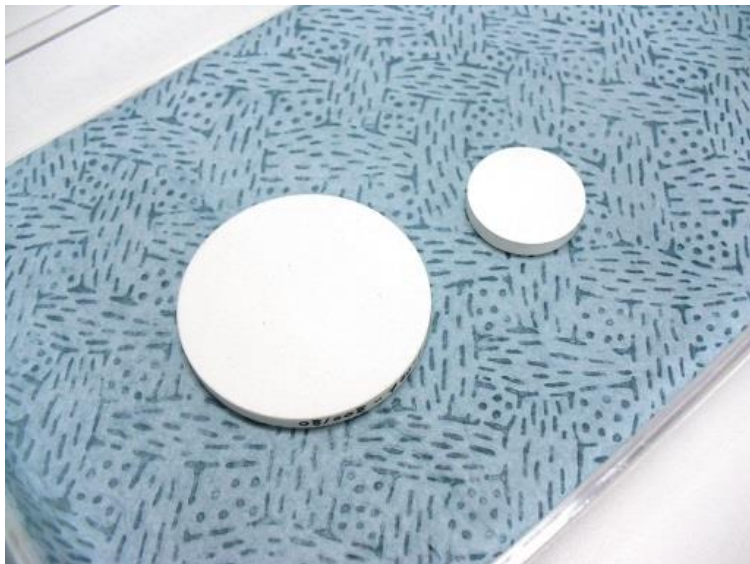


図1 液晶パネルガラスを用いたガラスセラミックス



図2 テストピース着色例

液晶テレビをはじめとした薄型表示パネル（F P D）使用製品の急速な普及に伴い、廃棄されるF P Dガラスの急増が懸念されますが、その有効なリサイクル技術は未確立です。F P Dガラスは高品位かつ特徴的な組成の原料であることに着目し、この廃棄されるF P Dを有効利用するためのマテリアルリサイクル技術を開発しました。粉砕した廃F P Dガラスを50%以上使用し、900℃以下での低温焼成で、電氣的、機械的特性を有するガラスセラミック材料を製造することができます。

【データ】

参考文献：

- ・高石大吾他、無アルカリガラスを用いたセラミックス材料およびセラミックス構造体の製造方法、特許第 5196444 号

開発機関：（地独）京都市産業技術研究所、シャープ（株）

問い合わせ先：（地独）京都市産業技術研究所
窯業系チーム Tel. 075-326-6100（代表）

カレット／湿式分級・生物利用／汚泥減量

カレット工場から排出されるガラス含有汚泥の減量・処理技術 Reduction of the Sludge Generated from the Manufacturing Process of Glass Cullet from Cullet Factory



図 1. ガラスカレット製造への本技術を導入したイメージ

【背景】ガラスビンはカレット（Cullet）と呼ばれるガラス粒へ粉砕加工され、ガラス製品へ再利用されています。カレット工場からは、ガラス粒・ラベル紙・水分を含む汚泥が発生しています。汚泥廃棄にはコストがかかるため、汚泥減量技術の開発が求められました。

【特徴】カレット汚泥減量の手段として、① 湿式分級によりガラス粒を分離回収する、②微生物を使って汚泥中の紙ラベルを分解する、③上記 2 つを組み合わせた方法、を提案しています。

参考文献：

- 田中真美、中澤亮二、佐々木直里、小林宏輝、ガラスカレット工場から排出されるガラス含有汚泥の減量・処理技術の開発、平成 27 年度 都立産技研 研究成果発表会要旨集、pp. 20 (2015)
<http://www.iri-tokyo.jp/uploaded/attachment/3714.pdf> (都立産技研 HP で閲覧可能)
- 田中真美他、東京都立産業技術研究センター研究報告、第 10 号、pp. 86-87 (2015)
<http://www.iri-tokyo.jp/uploaded/attachment/1191.pdf> (都立産技研 HP で閲覧可能)
- 田中真美他、セルロース分解微生物を利用したガラスカレット汚泥の減量、第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会、pp.207-208 (2016)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmcwm/27/0/27_207/_pdf (J-stage で閲覧可能)
- 特開 2017-000935 発明の名称「廃棄汚泥の減少方法」

開発機関：地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター

問い合わせ先：(地独) 東京都立産業技術研究センター

バイオ応用技術グループ Tel. 03-5530-2671

ブラウン管ガラス／還元溶融／鉛回収

廃ブラウン管ガラスから還元溶融による鉛回収技術 Lead Recovery Technology by Reduction Melting from Waste CRT Glass



テレビのブラウン管後部にあるファンネルガラスには約 25mass%の酸化鉛が含まれており、処理が困難です。一方、鉛はバッテリーの電極材料として有用な資源です。ファンネルガラスの中で酸化鉛は還元されやすい成分であり、還元剤を加えて 1200℃で溶融すると金属鉛を得ることができますが、ガラスの粘性が高いために分離することができません。さらにガラスの粘度を下げるができる減粘剤（炭酸ナトリウム）を加えて溶融すると生成した鉛が沈殿し、ガラスと分離して回収することができます。

【データ】

参考文献：

- ・ 稲野浩行、橋本祐二、工藤和彦：還元溶融による廃ブラウン管からの鉛分離、北海道立工業試験場報告、No.304、pp.71-77 (2005)
- ・ Hiroyuki INANO, Keiichi TOMITA, Tatsumi TADA, Naoki HIROYOSHI: Lead generation and separation mechanisms from lead silicate glass by reduction-melting, J. Ceram. Soc. Jpn., 126, pp. 595-601 (2018).

開発機関：(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場

問い合わせ先：(地独) 北海道立総合研究機構工業試験場

材料技術部高分子セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2935(材料化学直通)

廃ブラウン管ガラス溶融残渣からの鉛溶出抑制 Suppression of Lead Leaching from Waste CRT Glass Melt Residue

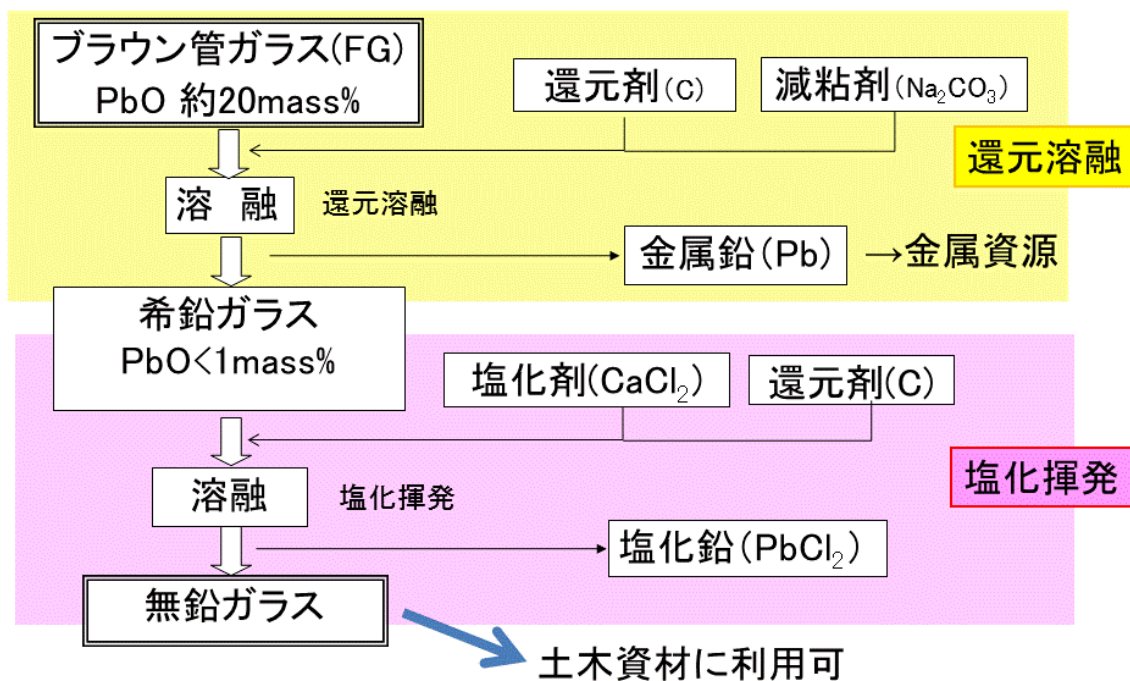


図1 塩化揮発による廃ブラウン管溶融ガラスからの鉛の除去フロー

鉛入りブラウン管ファンネルガラスを還元溶融することで、鉛を金属として回収することができますが、残渣ガラス中に鉛が 1mass%程度残るためにそのガラスを有効利用することができませんでした。残渣ガラスの処理として、塩化揮発により鉛を除去したり、酸化溶融で鉛を安定化することで、鉛の溶出を基準以下に抑え、有効利用することができるようになりました。

【データ】

参考文献：

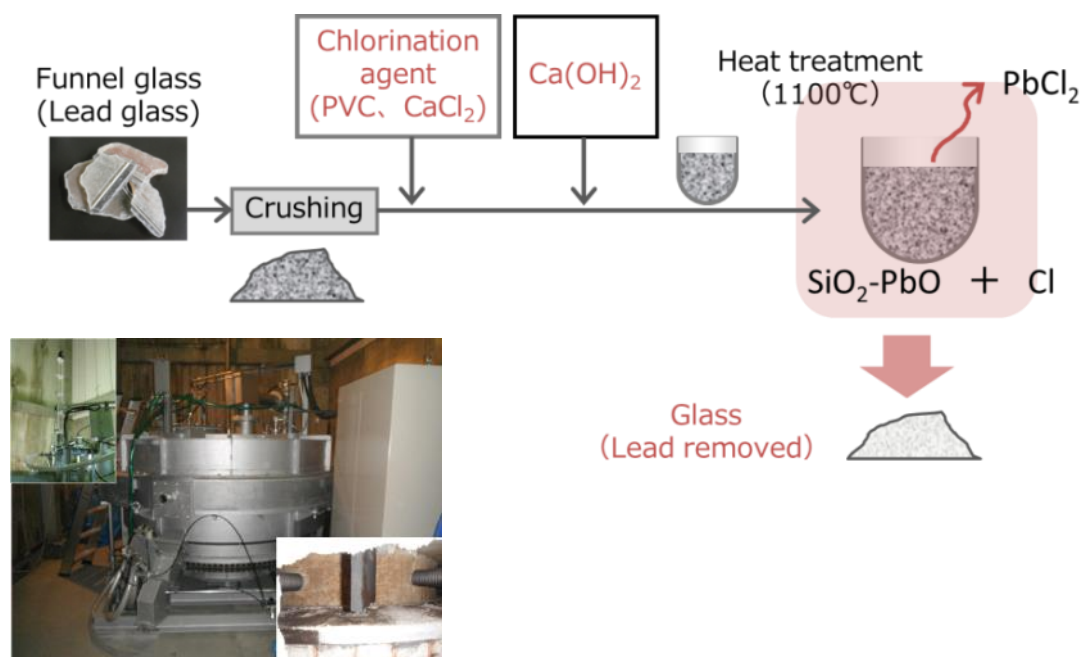
- ・ 広吉直樹他、鉛含有ガラスの脱鉛方法、特開 2012-239945
- ・ 広吉直樹他、鉛含有ガラスの鉛溶出抑制方法、特開 2012-245494
- ・ 稲野浩行他、還元溶融/塩化揮発ハイブリッド法によるブラウン管ガラスからの鉛の分離抽出技術、セラミックス、47、pp.96-100 (2012)

開発機関：(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場、北海道大学大学院工学研究院
協力機関：旭硝子株式会社

問い合わせ先：(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場
材料技術部高分子セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2935(材料化学直通)

ブラウン管ガラス／塩化揮発／重金属の分離除去

塩化揮発反応を利用したガラスに含まれる重金属の分離技術 Separation Technology of Heavy Metals Contained in Glass Using Chlorination Volatilization Reaction



塩化揮発処理のパイロットスケールプラント

ブラウン管式テレビに使用されているブラウン管（Cathode Ray Tube：CRT）には、鉛を高濃度に含む鉛ガラスが使用されています。本技術は、鉛等の重金属を含有するガラスから塩化揮発法により重金属を分離し、ガラスを無害化する方法です。

鉛を含有するガラスに塩化剤と水酸化物を添加し、高温で熱処理することで、ガラス中の鉛を揮発除去します。ガラス中の鉛を極めて高い除去率（99.9％）で分離できることが実験室レベルでの研究では確認されています。

【データ】

参考文献

- ・ 門木秀幸、成岡朋弘、居藏岳志、吉岡敏明、藤森崇、ガラスからの重金属類の分離方法、特開2014-94366

開発機関：鳥取県衛生環境研究所、東北大学、京都大学

問い合わせ先：鳥取県衛生環境研究所、TEL：0858-35-5411、FAX：0858-35-5413

廃 FPD パネルガラスを利用した製鋼スラグの粉化抑制 Suppression of Dusting of Stainless Steel Slag using Waste FPD Panel Glass

【課題】 高塩基度の製鋼スラグにおいて冷却時の同素変態（ γ 変態）に伴う粉塵化現象を抑制すること。



図 1 製鋼スラグの粉化機構とホウ素成分添加による塊状固化原理

現在、製鋼工程で排出されるスラグは、冷却時に体積膨張によってミクロンサイズの粒子に粉化するため、リサイクルやハンドリングが困難になる傾向があります。そこで、粉化抑制のためにホウ素系の改質剤が利用されていますが、高価なホウ素源の確保は重要な課題となっています。

今後大量に排出されることが予想される液晶ディスプレイ（LCD）を代表とするフラットパネルディスプレイ（FPD）ガラスはホウケイ酸系ガラスであり、実験では現行の改質剤を一部置換できることも確認でき、これからのホウ素源として大きな可能性をもつと期待されます。

【データ】

参考文献：

- ・ 製鋼スラグの粉塵化抑制剤、特開 2002-18286
- ・ 製鋼スラグの粉塵化抑制剤 特開 2003-212616
- ・ 製鋼スラグの粉塵化抑制剤及びそれを用いた粉塵化抑制方法 特開 2005-336007

開発機関：福岡県工業技術センター、九州工業大学

協力機関：株式会社アステック入江

問い合わせ先：福岡県工業技術センター

化学課ナノセラミック材料チーム Tel. 092-925-7722(ナノセラミック材料チーム直通)

溶融炉でのガラスカレットの有効利用 Waste Glass Use in a Melting Furnace

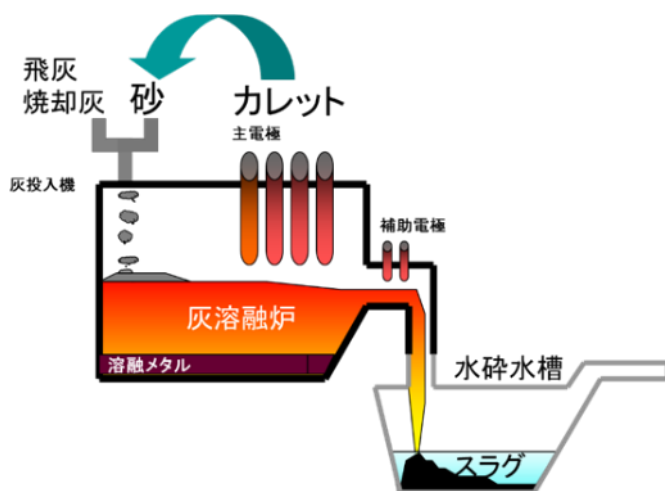


図 1. 清掃工場溶融炉でのカレットの利用例

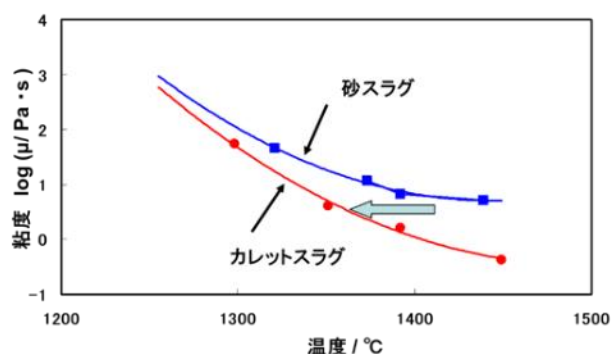


図 2. スラグの粘度特性

一部の清掃工場ではごみの減量化・安定化・資源化のため、発生する焼却灰を溶融固化（スラグ化）しており、その際に耐火物の浸食抑制の目的から、塩基度（ CaO/SiO_2 ）を下げる調整剤として天然砂を添加する場合があります。天然砂の代わりにガラスびんカレットを利用することを検討しました。（図 1）

スラグの粘度特性を測定した結果、清掃工場の焼却灰に天然砂を添加して作った砂スラグに比べ、カレットを添加して作ったカレットスラグの方が同じ温度では粘度が低くなることを確認しました。溶融炉を運転する場合、カレットを使うと 50°C 程度温度を下げて運転できる可能性があり（図 2）溶融炉耐火物の浸食抑制に加え、省エネ効果も期待できます。

使用するカレットは違った色（無色、茶色、赤、緑、その他）の物が混合しても問題はありません。

【データ】

参考文献：

- ・ 小山秀美、小林政行、他：灰溶融過程でのガラスびんカレットの有効利用、廃棄物学会誌、Vol.13, No1, pp162-171（2006）
- ・ 小山秀美、：溶融炉の浸食防止に廃ガラス、環境産業新聞（2006 年 5 月 25 日）
- ・ 小山秀美、小林政行、他：清掃工場における廃ガラスの有効利用、東京都立産業技術研究センター研究報告、No.1、pp54-57（2006）

開発機関：（地独）東京都立産業技術研究センター

問い合わせ先：（地独）東京都立産業技術研究センター 多摩テクノプラザ TEL:042-500-2300

放射性廃棄物焼却灰の減容・固化 Volume Reduction and Solidification of Radioactive Waste Incineration Ash

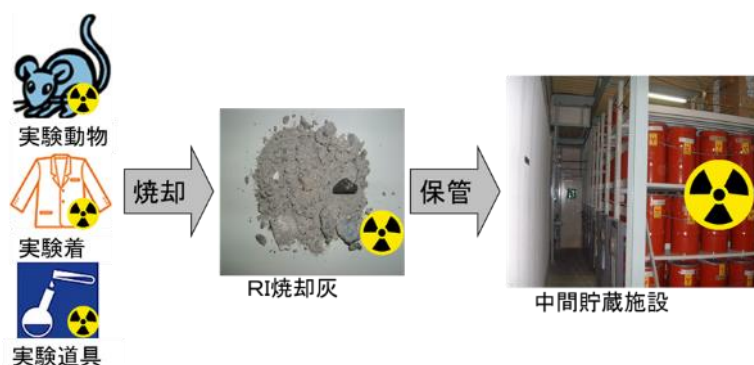


図 1. 低レベル放射性廃棄物の保管



図 2. 放射性物質の溶出抑制効果

研究機関や病院などから発生する放射性同位元素（RI）を含む低レベル放射性廃棄物は、焼却や圧縮処理により減容化された状態または未処理の状態ドラム缶に詰めて保管されています（図 1）。

特に、低レベル放射性廃棄物焼却灰は比重が小さく飛散しやすいため保管場所の確保、安全性、安定性、取り扱いなどの面で問題があり、より安全で安定した処理方法が求められます。

そこで、RI を含有しない模擬焼却灰と粉碎したガラスカレットを混合・成型し、低温（800℃前後）焼結しました。その結果、固化体は耐衝撃性があり焼却灰に比べ溶出抑制効果が大幅に向上し、RI の溶出抑制効果も期待できることが分かりました（図 2）。また、減容化率も 50%以上達成できます。

原子力発電所由来の高レベル放射性廃棄物の処理に適用できる可能性があります。

【データ】

参考文献：

- ・ 小山秀美、小林政行、他：放射性廃棄物の処理方法及びその焼結体（特許第 4573174 号）
- ・ 小山秀美、小林政行、他：廃棄物焼却灰の減容化・安定化方法の開発、環境資源工学、Vol.53, No.4、pp171-177、(2006)
- ・ 小山秀美、：放射性廃棄物 廃ガラス使い固化、日刊工業新聞（2006 年 8 月 31 日）
- ・ 小山秀美、平井和彦、池田沙織、他：C R T ガラスを使った放射性廃棄物の固化、東京都立産業技術研究センター研究報告、No.8、pp154-155（2013）

開発機関：（地独）東京都立産業技術研究センター

問い合わせ先：（地独）東京都立産業技術研究センター 多摩テクノプラザ TEL:042-500-2300

廃ブラウン管ガラスからの鉛浸出評価及び浸出防止技術 Evaluation and Suppression of Lead Leaching from Waste CRT Glass

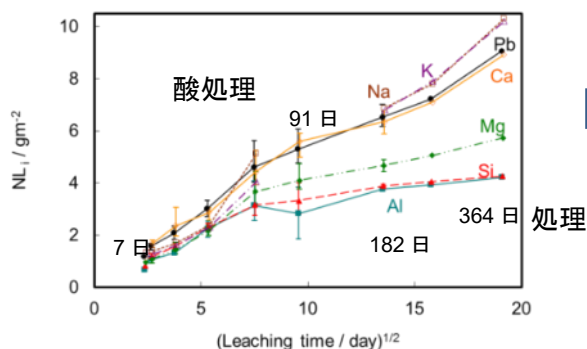


図1. ファンネルガラス未処理品の酸性溶液中での各元素規格化浸出量。処理時間の平方根に比例

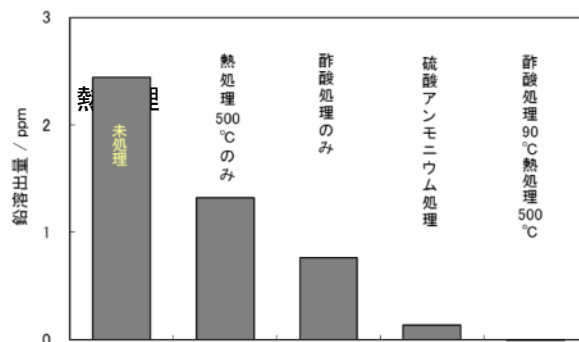
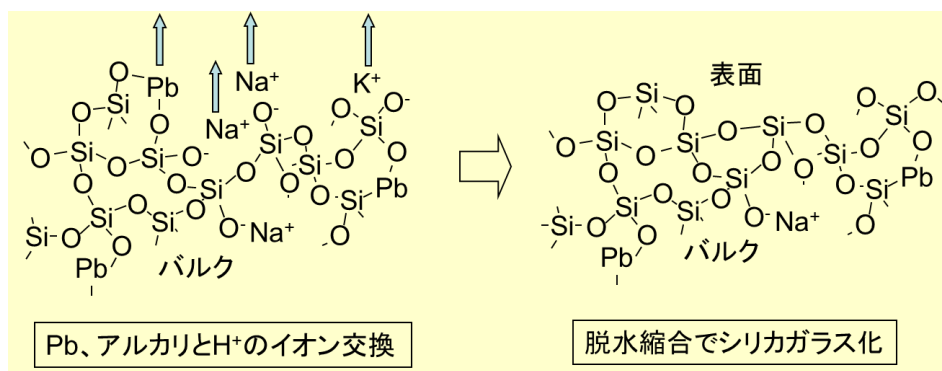


図2. 酸処理及び熱処理による鉛浸出量抑制効果



鉛含有ガラスは鉛精錬のフラックスとしてリサイクルできますが年間需要量が少ないため処分地等で一時保管の必要があります。処分地での鉛浸出抑制のために浸出メカニズムの評価及び浸出抑制技術を検討しました。鉛含有ブラウン管ファンネルガラスは酸性水溶液へは拡散律速で鉛が浸出しアルカリ性水溶液中では鉛イオンが飽和すると浸出が止まることがわかりました。浸出した鉛は酸性土に吸着されて外部に出てこないため、地下水が移動する条件では弱酸性の方が外部への溶出量は少なくなります。酸性下での浸出量をさらに低下させるためにガラスの酸処理及び熱処理を行いました。この処理により表面がシリカガラス類似構造となり鉛浸出量を大幅に抑制することが可能となりました。

【データ】

参考文献：

- ・ M. YAMASHITA et al., “Leaching behavior of cathode ray tube (CRT) glasses”, J. Ceram. Soc. Japan 122 [12] 1020(2014).
- ・ 山下勝、赤井智子他、鉛含有ガラスの表面処理方法及び表面処理装置、特開 2014-073920

開発機関：国立研究開発法人 産業技術総合研究所

問い合わせ先：(国) 産業技術総合研究所

無機機能材料研究部門高機能ガラスグループ Tel. 072-751-9648(高機能ガラス G 直通)

トピック

ヨーロッパにおけるガラスリサイクル調査 Topic - Glass Recycling Survey in Europe



1	2
3	

図 1: 街中の瓶回収ボックス (無色用)

図 2: 飲料水のリターナブル瓶 — 共通化はされていない

図 3: スーパーマーケットでの瓶回収装置—レシートが発行される (すべてオーストリア、ウィーン)

1997年にオーストリア、フランス、オランダ、ドイツでガラスびんを中心としたガラスリサイクル調査を行いました。廃棄物回収機関、廃棄物処理場、ガラス関係機関での調査に加え、実際のスーパーマーケットでの飲料の販売や回収、路上のびん回収ボックスなどを調査しました。

ヨーロッパでは、ワインやびん入り飲料水を多く消費するというライフスタイルや、費用負担に対する考え方、歴史的な背景などが日本と異なります。そのため、びん回収の社会システムや、そのための社会インフラなどにおいて日本でのびんリサイクルとは異なる点が多く見られました。

【データ】

参考文献：

- ・ 稲野浩行、オーストリアにおけるガラスのリサイクル、C&G 廃棄物学会誌市民編集 No.4、pp100-101 (2000)

調査機関：北海道立工業試験場（現（地独）北海道立総合研究機構 工業試験場）

問い合わせ先：（地独）北海道立総合研究機構工業試験場

材料技術部高分子セラミックス材料グループ Tel. 011-747-2935(材料化学直通)

美術・工芸への利用 Topic -Application for Glass Art and Craft

ガラスの廃材は、工業用途だけではなく、その特性を活かして工芸や装飾などの素材として利用されています¹⁾。カレットを溶融して吹きガラスの手法で食器や花器を製作したり、カレットを効果的に使用した建材などを作り、建築物に装飾的に使われたりしています。その中から代表的なものを紹介します。

1. 吹きガラスでの使用

空き瓶、蛍光灯などを原料にして吹きガラスをしている例は全国に見られます。戦後の沖縄では、駐留米軍から出る空き瓶を溶かして吹きガラスで製品を作っていました。現在、北海道では小樽市のガラス工房で、自動車の窓ガラスを溶かして切りガラスを製作しています^{2,3)}。また、全国的には、市民のリサイクル意識を高めるために、行政の協力のもと工房を運営している例もあります。

びんを完全に溶解するのではなく、元の瓶の形を残し、熱で変形させて製作している例もあります。
(本事例集 12 ページなど)

びんや板ガラスのカレットは、一般に工芸で使われるガラス原料と化学組成が異なるために、成形時の作業性や、熱膨張特性が違うために注意が必要です。

2. ガラス装飾建材

ガラスの質感や透明性などを活かして装飾建材が作られています。板ガラスカレットを型に入れて焼成し失透させたガラス建材を、ブティックの壁、床、什器に使用していた例があります⁴⁾。同様の手法で蛍光灯カレットを使った例があります。(本事例集 13 ページ)

1970 年代から、ガラスカレットの色を利用したテラゾ（人工大理石）が製造されています⁵⁾。さらに、図 1 に示すように、空き瓶の元の形を残して、テラゾの手法によりデザイン性の高い建材や置物などが作られました⁶⁾。横須賀市リサイクルプラザ“アイクル”のエントランスのレリーフにも使われています。



図 1 ガラスびんを使ったテラゾの例
三宅道子作りサシリーズ 撮影：斎城卓

吹きガラスにしても建材にしても、ガラスを使う量は比較的少ないため、廃棄物処理や埋立量の削減という意味合いではなく、色、質感、透明性、形状など、ガラスの性質を利用した高付加価値な有効利用になります。

参考文献：

- 1) 稲野浩行：[カレットの錬金術, NEW GLASS, Vol.16, No.2, pp.33-37 \(2001\)](#)
- 2) マテック：<http://www.matec-inc.co.jp/topics/news/20180820/>
- 3) 深川硝子工芸：<https://fukagawaglass.co.jp/>
- 4) talkshop 吉岡徳仁、AXIS, 57, pp.64 (1995)
- 5) 倉俣史郎（展覧会カタログ）、財団法人アルカンシェール美術財団（1996）
- 6) 三宅道子：<http://www.asahi-net.or.jp/~iu9m-myk/artworks/risa/index.html>

執筆者一覧

(地独) 北海道立総合研究機構 工藤和彦、橋本祐二、稲野浩行
(地独) 東京都立産業技術研究センター 田中実、大久保一宏、中澤亮二、田中真美、小山秀美
(地独) 京都市産業技術研究所 高石大吾
鳥取県衛生環境センター 門木秀幸
福岡県工業技術センター 阪本尚孝
長崎県窯業技術センター 吉田英樹
(国研) 産業技術総合研究所 山下勝
(所属は執筆時)

発行履歴

2015 年 11 月 12 日 ver.1.0
2016 年 9 月 29 日 ver.1.1
2016 年 11 月 29 日 ver.1.11
2017 年 10 月 26 日 ver.1.2
2019 年 5 月 20 日 ver.2.0

発行 産業技術連携推進会議

ナノテクノロジー・材料部会 ガラス材料技術分科会

2019 年 5 月 20 日 発行

問い合わせ先：(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場 稲野

Tel.011-747-2935 inano-hiroyuki(@)hro.or.jp (カッコは外して下さい)

無断転載を禁じます。

注：掲載されている問い合わせ先等は、発行時のものです

この PDF ファイルは、産業技術連携推進会議（産技連）のホームページからダウンロードできます。（産技連成果物）<https://unit.aist.go.jp/rcpd/sgr/seika.html> (only Japanese)