

CERAMICS JAPAN

BULLETIN OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN

セラミックヒストリー 100選

環境関連セラミックス



公益社団法人 日本セラミックス協会

1960年代後半から70年代初頭の高度成長とともに環境問題が深刻化する中、80年代のセラミックスブームを経て大きく開花した「環境関連セラミックス」。環境関連セラミックスは、セラミックス分野の中でも近年とりわけ進歩した技術分野ではないだろうか。環境問題の解決を目指すだけでなく、より安全で安心な社会の実現、そして、より快適な環境を目指すというユーザー目線への技術開発へと次第につながっていく。1990年代半ばからは、民間企業からの積極的な情報発信が相次ぐようになり、日本セラミックス協会誌である「セラミックス」の誌面でも重要なポジションを占めるようになっていく。

本書「セラミックヒストリー 100選・環境関連セラミックス」では、この1990年代半ばから現在に至るまでのセラミックス誌掲載記事のうち、特に読み応えのある100件を選び出し、時系列に沿ってその進歩を眺められるように再構成を行った。いくつかの技術・製品については繰り返し掲載されており、互いに読み比べることで時間発展に伴う着実な進歩が窺えるようになっている。

具体的なトピックスとして、セラミックス分離膜（水浄化、バイオフィルター）、光触媒（NO_x分解・ダイオキシン分解・有機塩素化合物分解・農薬分解）、光触媒（抗菌・セルフクリーニング）、ゼオライト系吸着剤、低環境負荷プロセス、多孔質セラミックス、保水性建材、吸音材、CO₂吸収材、排気ガス浄化用セラミックス担体、セラミックスDPF、無鉛（非鉛）圧電体、エコセメント、アスベスト分解技術、放射性廃棄物処理、化学的再資源化、セリウム化合物系吸着剤、抗菌セラミックス、エコマーク認定強化磁器、環境修復技術、フッ素ガスによる耐火物の損傷調査、ガラスリサイクル、脱硫触媒などを取り上げた。

日本発の技術である光触媒や、日本のメーカーが大きな世界シェアを占める自動車関連環境セラミックスについては、数多くの執筆者によって繰り返し執筆されており、関連技術への関心の高さが見て取れる。また、福島原発事故以降では、放射性廃棄物や汚染水の処理に関する記事も数多く寄稿されるようになり、環境関連セラミックスが、実社会に直結した技術分野であることが改めて浮き彫りとなった。

さらに本書では、環境経営、LCA、エクセルギー評価など、環境技術に関連する経営・評価指標についての記事も積極的に採録した。本書が読者の皆様の研究開発の参考となるだけでなく、環境問題への取り組みや生活環境の改善を考えるきっかけとなれば幸いである。

日本セラミックス協会出版委員会 鈴木義和

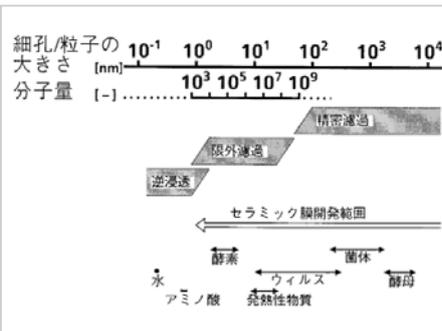


▶ 各内容の詳細は各記事の囲みをクリックしてご覧ください。

分離膜

セラミックス分離膜の特徴とバイオプロセスへの応用

清水 康利・渡辺 敦夫 (東陶機器 (株))



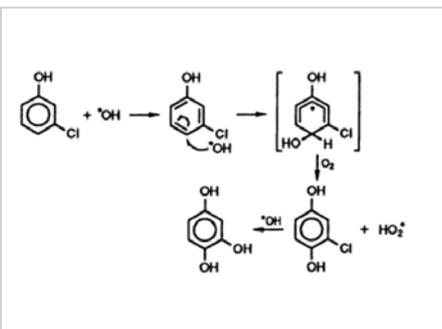
セラミックス膜では、有機膜にはない特性を生かして、新規構造のモジュールが開発され従来膜が使えなかった工程にまで適用範囲を拡張してきている。

CERAMICS JAPAN 29 [11] 979-982 (1994)

光触媒

光触媒の水処理への応用

田中 啓一 (物質工学工業技術研究所)



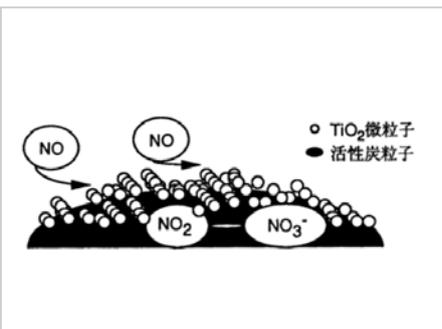
光触媒による水中の有害物質の分解については、これまでに多くの研究があり、その結果、大部分の有機化合物が分解できることが明らかになっている。しかしその効果は、化合物によって大きな差がある。

CERAMICS JAPAN 31 [10] 825-828 (1996)

光触媒

光触媒による環境中窒素酸化物の除去技術

指宿 堯嗣 (資源環境技術総合研究所)



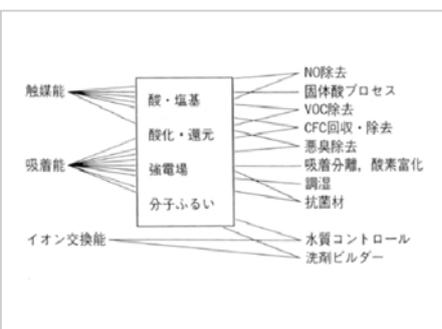
東京、大阪、神奈川等の大都市域では窒素酸化物 (NO_x) 濃度が下がらず、固定・移動発生源での対策に加えて、NO_x 濃度の高い環境を直接浄化する技術開発が求められている。

CERAMICS JAPAN 31 [10] 829-832 (1996)

ゼオライト

環境浄化材料としてのゼオライト

御園生 誠 (東京大学)



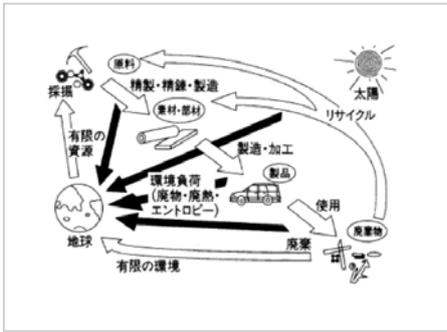
環境の問題は広範囲にわたっている。そのシステムの要素技術の中で機能する材料として、ゼオライトがどのような素質を持っているのか、どんな所で利用されるのか解説されている。

CERAMICS JAPAN 32 [5] 347-350 (1997)

低環境負荷

環境低負荷型のセラミックス製造プロセス

吉村 昌弘 (東京工業大学)



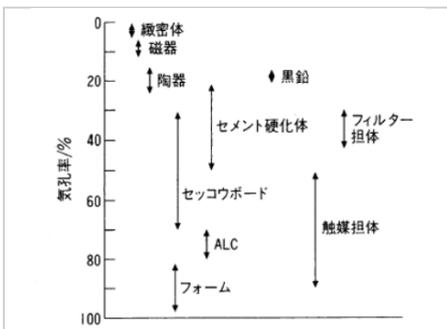
いたずらに化石燃料を燃やして高温・高エネルギー状態をもたらすことなく、低温・低エネルギーで活性な水系を用いたプロセスで物質系の循環ができないのかを考えるべきであろう。

CERAMICS JAPAN 33 [2] 91-97 (1998)

多孔体一般

環境問題と多孔性セラミックス

松尾 陽太郎 (東京工業大学)



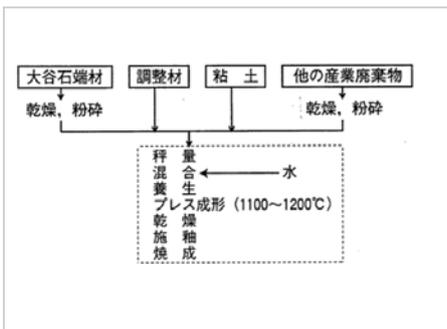
日本ファインセラミックス協会 EC-1 委員会多孔体 WG「多孔体の諸特性に関する試験方法の標準化プログラム」の紹介を含めて、多孔性セラミックスを含む多孔体の定義とその熱的・機械的特性評価に関する概要が述べられている。

CERAMICS JAPAN 33 [7] 525-529 (1998)

機能性建材

水の蒸発潜熱で涼しい環境を作る—保水性建材—

阿部 美紀也 ((株) 建材技術研究所)



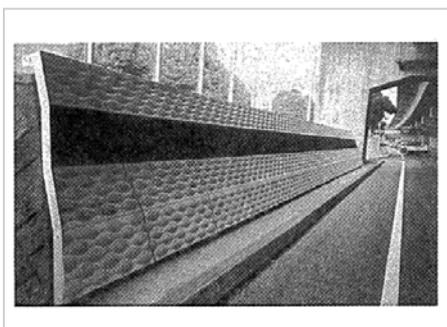
保水性建材の一例として、保水性セラミックタイルを取り上げ、産業廃棄物を利用した製造方法、その空隙や水分特性の概要および野外実験の概要を紹介する。また、保水性建材一般に関し、ニーズおよび今後の展望について概説されている。

CERAMICS JAPAN 37 [1] 10-13 (2002)

吸音材

静かな環境を作る—剛体系吸音材料—

寺村 敏史 ((株) 建材技術研究所)



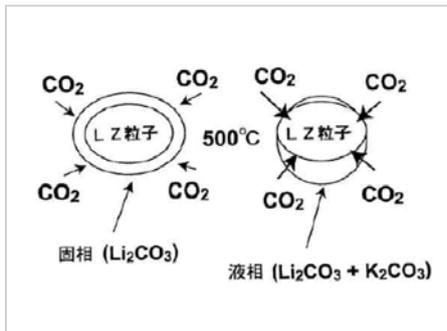
建物外壁等で使用される軽量気泡コンクリート (ALC) の製造技術を利用した耐候性、耐火性に優れたセメント系多孔質吸音材の開発について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 37 [1] 18-21 (2002)

CO₂ 削減

CO₂ を吸収するセラミックスの開発

中川 和明 ((株) 東芝)



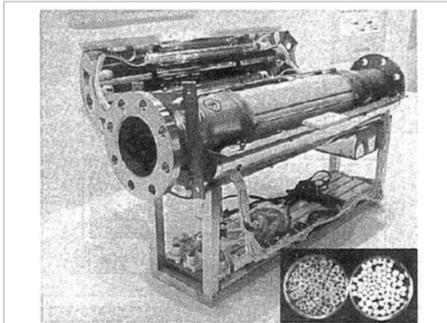
高温で機能する CO₂ の化学吸収材があれば効率低下につながる冷却過程を省いた本来の燃焼前分離が実現する。溶融炭酸塩中でのセラミックスの安定性を調べる実験で、リチウムジルコネートによる可逆反応を見いだした。

CERAMICS JAPAN 37 [11] 876-879 (2002)

光触媒

ダイオキシン分解光触媒による除去・無害化技術

埜田 博史 (産業技術総合研究所)



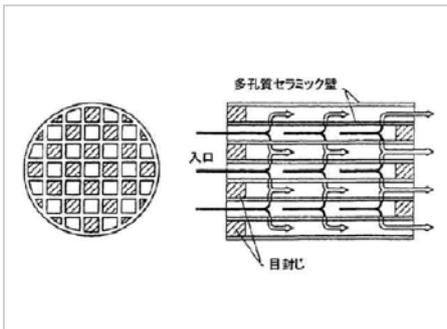
企業と共同で、ほぼすべての有害有機化学物質を分解することができるという特長を持つ光触媒を用いた世界で初めてのダイオキシン類分解・除去装置を開発した。

CERAMICS JAPAN 37 [12] 958-961 (2002)

自動車関連

ディーゼルパティキュレートフィルター (DPF) 用ハニカムセラミックスの開発

市川 周一・原田 節・浜中 俊行 (日本ガイシ (株))



2種のセラミックス材料, SiC とコーゼライトの材料開発状況について, DPF システムとの関係の観点から述べられている。

CERAMICS JAPAN 38 [4] 296-300 (2003)

光触媒

注目されている光触媒

藤嶋 昭 (神奈川科学技術アカデミー)



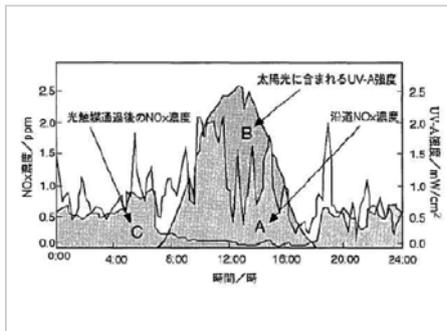
“光触媒”とはいったいどのようなものであろうか? 触媒というのは、そのもの自身は反応の前後で変化しないが、化学反応を速く進める効果のある物質のことである。したがって、“光”が当たったときに“触媒”として働くのが“光触媒”ということになる。

CERAMICS JAPAN 39 [7] 499-503 (2004)

光触媒

光触媒による大気浄化 —道路沿道における NO_x 処理—

根岸 信彰 (産業技術総合研究所)



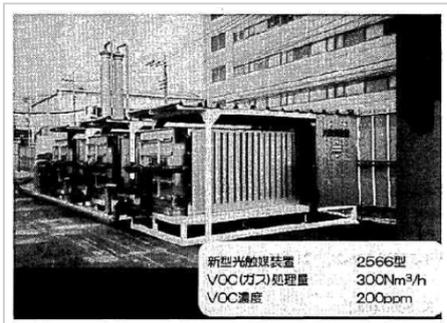
今まで不可能とされてきたいったん放出された NO_x を処理する技術として光触媒に注目が集まり始めたのは 1993 年頃からである。この頃、既に大都市の自動車交通集中地域における排ガスによる健康被害が甚大なものとなっていた。

CERAMICS JAPAN 39 [7] 504-506 (2004)

光触媒

光触媒による地下水・土壌中の有機塩素化合物の無害化

村林 眞行 (横浜国立大学)



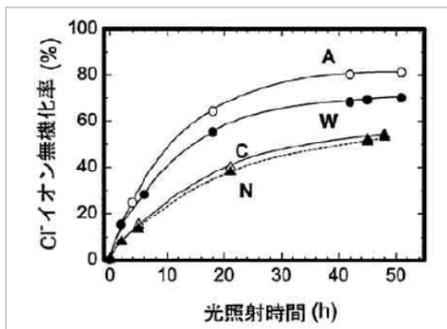
トリクロロエチレン (TCE) やテトラクロロエチレン (PCE) 等の塩素系有機溶剤による地下水汚染, 土壌汚染の多くが未解決のまま残されている。有機塩素化合物の光触媒分解技術について述べられている。

CERAMICS JAPAN 39 [7] 515-518 (2004)

光触媒

二酸化チタン分散系における農薬の分解処理

日高 久夫・渡辺 奈津子・堀越 智 (明星大学)



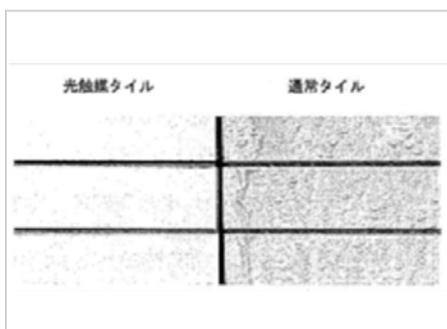
水質環境汚染の主な原因として水中に残留している農薬が挙げられる。農薬の中には毒性の高い物質や内分泌かく乱物質の疑いのある物質, 生分解されにくい物質も多い。

CERAMICS JAPAN 39 [7] 519-523 (2004)

光触媒

光触媒抗菌・セルフクリーニングタイル

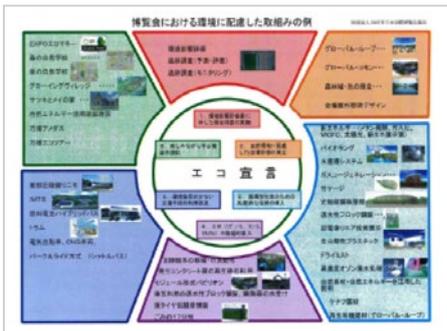
佐伯 義光 (東陶機器 (株))



光触媒の原理と機能から応用商品であるタイルの技術開発を中心にした実用化技術と応用製品開発の動向を中心に紹介されている。

CERAMICS JAPAN 39 [7] 524-526 (2004)

愛・地球博における環境に対する配慮
 鴫浦 真紗子 (2005年日本国際博覧会協会)



愛・地球博では人と自然の新たな関係を創造する自然の叡智というテーマのもと、「環境に配慮する」という側面を積極的に事業内容に反映した。21世紀の新しい環境影響評価のモデルとなり、今世紀はじめの万博にふさわしい先駆的な取り組みとなった。

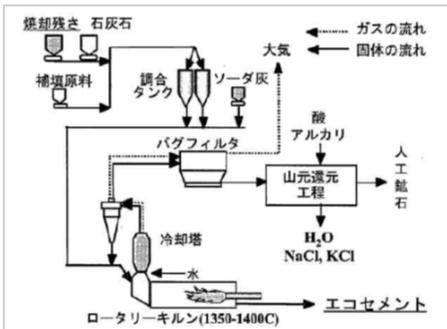
CERAMICS JAPAN 40 [4] 278-281 (2005)

欧州における電子部品の鉛規制状況と無鉛圧電材料の研究開発動向
 塩崎 忠 (奈良先端科学技術大学院大学)

加盟国は2006年7月1日以降に市場に出荷される電気電子機器が鉛、水銀、カドミウム、6価クロム、2種類の臭素系樹脂難燃剤(PBB, PBDE)のいずれをも含んでいないことを保証しなければならない。

CERAMICS JAPAN 40 [8] 631-634 (2005)

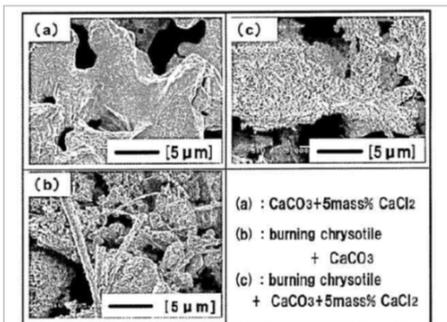
都市ごみの再資源化技術
 玉重 宇幹 (太平洋セメント(株))



特に1990年代中頃からは、ごみ焼却残さをセメント原料として活用するための技術開発が本格化し、エコセメント、灰水洗という二つの技術が実用化された。

CERAMICS JAPAN 41 [2] 100-105 (2006)

塩を添加することによるクリソタイルの熱分解温度の低温化
 小島 昭・藤重 昌生 (群馬工業高等専門学校)



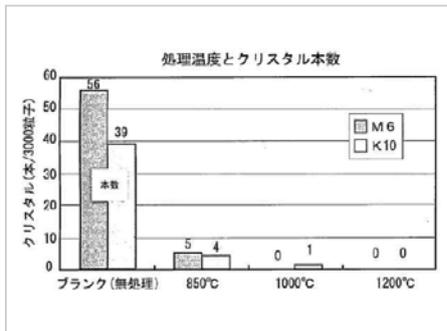
廃棄されるフロンガスの分解処理物を利用して、アスベストの一種であるクリソタイルが600℃で分解し、700℃ではSEM観察によっても繊維状物質が検出されない状態まで分解する現象を見いだした。

CERAMICS JAPAN 41 [10] 847-850 (2006)

アスベスト対策

マイクロ波照射によるアスベスト廃棄物の迅速無害化処理技術

佐藤 元泰 (自然科学研究機構)



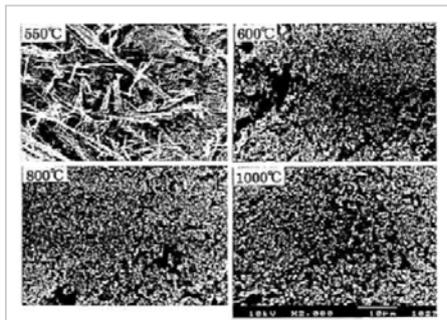
アスベスト含有建築廃材に混ぜられているセメント、セッコウ等カルシウムまたは有機系樹脂成分にマイクロ波を吸収させ、塊全体を均一・迅速に高温処理する方法を考案、実験により有効性を確認した。

CERAMICS JAPAN 41 [10] 851-855 (2006)

アスベスト対策

低温加熱粉碎法によるアスベストの無害化処理技術

橋本 忍^{*1}・山口 明良^{*2} (*¹名古屋工業大学・*²岡山セラミックス技術振興財団研究所)



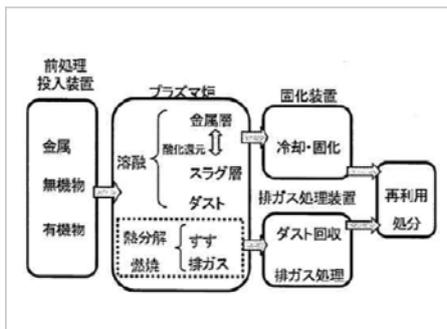
アスベストの95%は、蛇紋石族系のクリソタイルとみてよい。溶融法と一線を画するクリソタイルの鉱物的な特徴を生かした無害化処理技術について解説されている。

CERAMICS JAPAN 41 [10] 856-858 (2006)

アスベスト対策

アークプラズマによるアスベスト廃棄物の溶融技術

池田 弘一^{*1}・天川 正士^{*1}・安井 普示^{*2} (*¹電力中央研究所, *²名古屋工業大学)



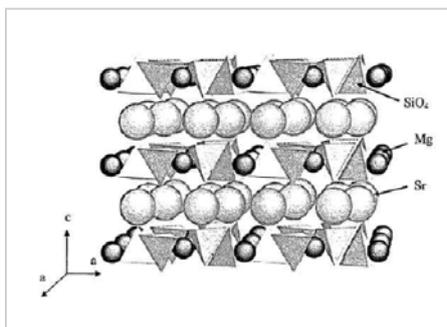
アスベスト廃棄物に加えて、アスベスト除去作業時に出る金属やコンクリート等を一括溶融でき、かつ大幅な減容比も得られるアークプラズマ加熱を用いて、アスベスト廃棄物の溶融無害化・再資源化技術の開発に取り組んできている。プラズマ溶融無害化研究の概要が紹介されている。

CERAMICS JAPAN 41 [10] 859-862 (2006)

アスベスト対策

アスベスト関連物質を原料とする蛍光体の合成

戸田 健司・白倉 重樹・上松 和義・佐藤 峰夫 (新潟大学)



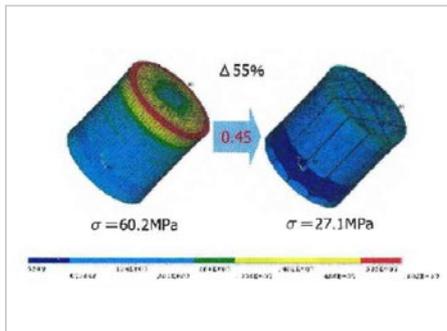
「アスベストを原料として蛍光体を合成したい」というと、「なぜ、そんな危険なもので蛍光体を作るの? そもそもアスベストなんかで蛍光体が合成できるの?」というのが多くの人たちの反応である。

CERAMICS JAPAN 41 [10] 863-867 (2006)

自動車関連

ディーゼル自動車事業への展開を実現した多孔質体技術

大野 一茂 (イビデン (株))



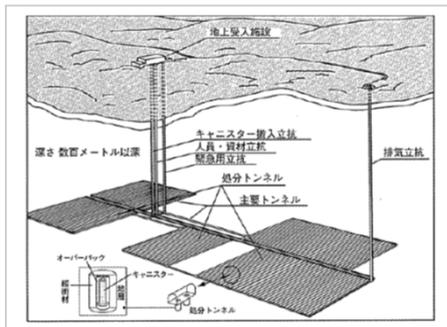
SiC 多孔質体は、耐熱衝撃材としてよく知られているコーゼライトに比較してかなり気孔分布を均一に制御できる。その理由は、SiC 多孔質体は、粒子の間隙を孔とするからである。

CERAMICS JAPAN 42 [6] 431-438 (2007)

放射性廃棄物対策

高レベル放射性廃棄物処分の安全確保のために

長崎 晋也 (東京大学)



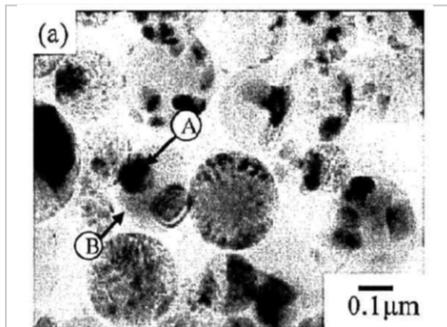
高レベル放射性廃棄物とは、我が国の場合、原子力発電所で使用した使用済み燃料から、燃料として再利用されるウランとプルトニウムを分離・回収した後に残る極めて放射線レベルの高い廃液をガラス固化したものをいう。

CERAMICS JAPAN 43 [1] 55-58 (2008)

3R

無機系廃棄物の環境保全材料への再資源化

三宅 通博・松田 元秀・西本 俊介 (岡山大学)



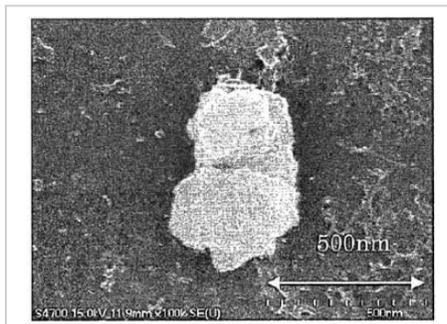
少資源国であるわが国にとって、廃棄物の再資源化技術開発は非常に重要な課題である。石炭灰、鋳造廃棄物、ニッケル水素2次電池系廃棄物について、執筆者らの検討した化学的再資源化手法が紹介されている。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 824-829 (2008)

機能性吸着剤

環境修復剤としてのセリウム吸着剤の提案

白木 康一^{*1}・園田 敬広^{*1}・高橋 康史^{*1}・河村 雄行^{*2}・菱沼 晶光^{*1}・鎌田 雅美^{*3}・川上 智^{*3} (*1 日本板硝子(株)・*2 東京工業大学・*3 DOWA エコシステム(株))



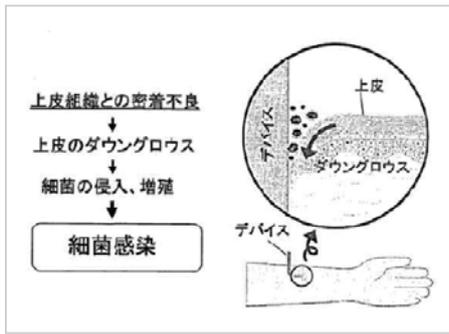
セレン、ヒ素に対してセリウム化合物系の吸着剤を用いた排水からの吸着除去の可能性を説明し、第一原理計算による吸着機構の議論および環境技術(不溶化処理)への応用について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 830-835 (2008)

低環境負荷

抗菌薬を必要最小限に抑えた環境低負荷医療の実現を目指すセラミック技術

伊藤 敦夫^{*1}・大矢根 綾子^{*1}・六崎 裕高^{*2}・十河 友^{*1}・上高原 理暢^{*3}・井奥 洪二^{*3} (^{*1}産業技術総合研究所・^{*2}つくばセントラル病院・^{*3}東北大学)



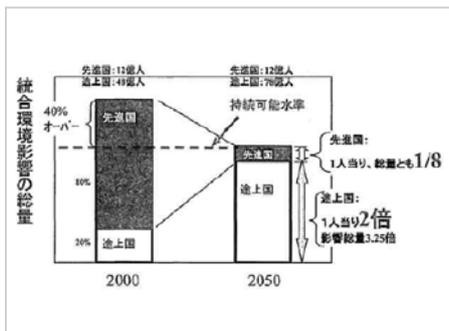
抗菌薬に耐性を持つ細菌が医療機関内で患者に伝染する、院内感染の問題が叫ばれて久しい。抗菌薬の使用削減と環境負荷低減に資する可能性のあるバイオセラミック技術について解説されている。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 836-839 (2008)

環境経営

商品提供の視点からの環境経営

則武 祐二 ((株) リコー)



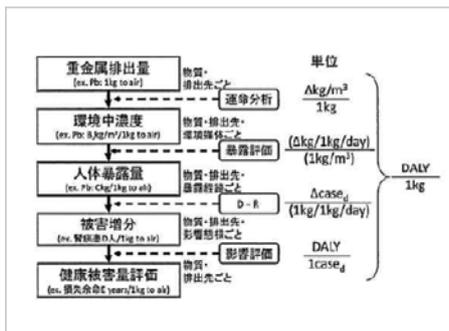
地球環境問題に対しては、被害が顕在化する前に取り組む必要がある。重要な点は社会全体で取り組むべきレベルを明確にし、確実に取り組んでいくことである、その中ではさまざまな技術開発が必要であり、ビジネスチャンスともなる。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 854-858 (2008)

環境経営

エコプロダクツの評価指標 — LCA の活用とセラミックス —

伊坪 徳宏 (武蔵工業大学)



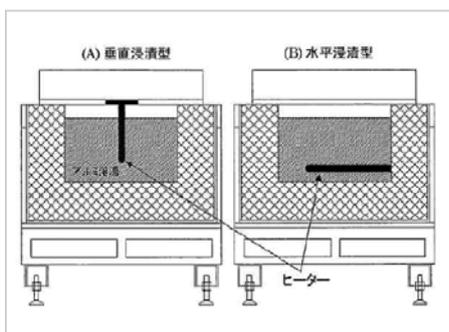
LCA は製品やサービスをライフサイクルの観点から注目され、環境負荷や環境影響を定量的に評価する手法である。LCA で CO₂ もしくは GHG (温室効果ガス) に特化して分析した結果を製品に直接ラベルとして表示したものがカーボンフットプリントである。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 859-867 (2008)

環境経営

エクセルギー概念に基づくセラミック部材のプロセス効率と環境価値の評価

北 英紀 (産業技術総合研究所)

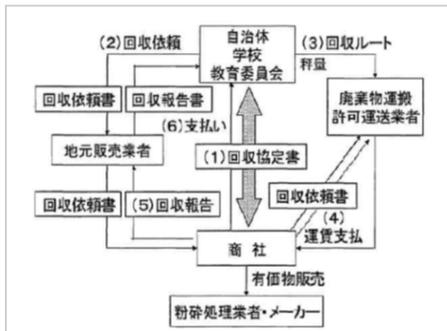


エクセルギーとは環境を基準としたギブスの自由エネルギーであり、「着目する系が環境と熱的に平衡状態になるまでになすことのできる最大仕事」と定義されている。

CERAMICS JAPAN 43 [10] 868-873 (2008)

学校給食用強化磁器食器の循環再生システム

高橋 良夫 (山津製陶 (株))



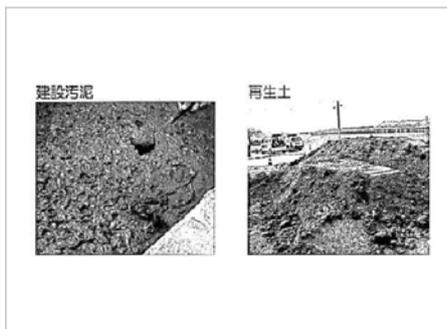
破損後に廃棄されている強化磁器食器を各自治体から回収し、これを粉砕した再生原料を15%以上配合した坯土を使用してエコマーク認定リサイクル強化磁器食器(以後エコ強化磁器食器)を生産している。

CERAMICS JAPAN 44 [1] 37-41 (2009)

環境修復

リン酸カルシウムの水溶液中反応を利用した環境修復技術

袋布 昌幹・豊嶋 剛司・高松 さおり・丁子 哲治 (富山工業高等専門学校)



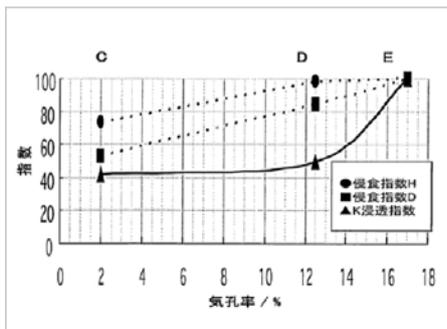
リン酸カルシウムの水溶液中での反応を利用した環境修復技術の開発に関して執筆者が進めてきた研究内容および今後の展望が概説されている。

CERAMICS JAPAN 44 [8] 635-638 (2009)

耐火物

廃棄物焼却炉におけるフッ素ガスによる耐火物の損傷

山本 猛志 (AGC セラミックス (株))



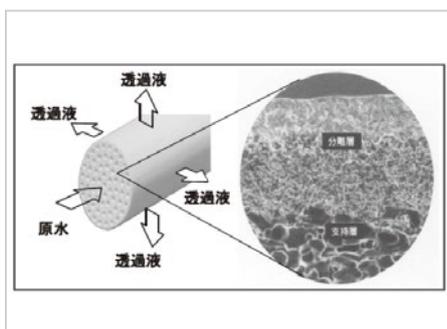
地球温暖化防止の側面からも注目を浴びているフロン類破壊に伴うフッ素ガスによる耐火物の損傷と適正耐火物の考え方について、実炉損傷データを集約してまとめた報告である。

CERAMICS JAPAN 45 [1] 30-34 (2010)

分離膜

セラミックフィルターの応用と今後の展開

脇田 昌宏 (日本ガイシ (株))



20年程前の1990年頃より、日本においても精密ろ過(MF)・限外ろ過(UF)用のセラミック膜が開発され、食品・バイオ分野を中心に化学・機械分野等で適用が拡大してきた。

CERAMICS JAPAN 45 [10] 796-800 (2010)

自動車関連

排気ガス浄化用セラミックス担体

宮入 由紀夫 (日本ガイシ (株))



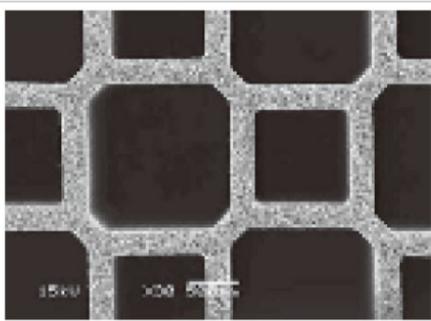
1970年代以降、米国・日本・欧州等の各国は相次いで自動車排ガス規制を導入し、年々その規制は厳しいものとなってきた。今後、自動車台数の急激な増加が見込まれる新興諸国においても、これを追う形で規制の強化が予定されている。

CERAMICS JAPAN 45 [10] 805-809 (2010)

自動車関連

排ガス規制の強化に対応したDPFの技術動向

山田 啓二 (イビデン (株))



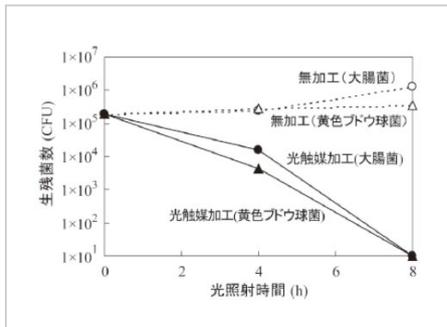
排ガス規制の強化に伴って触媒担持量も増加し、気孔が閉塞する割合が多くなると圧力損失が上昇することから、DPFの低圧力損失化の要求が強くなってきた。それに対しては、気孔径や気孔率を大きくした仕様や、壁厚を薄くした仕様も追加された。

CERAMICS JAPAN 45 [10] 810-812 (2010)

光触媒

光触媒反応による抗菌・抗かびおよび抗ウイルス評価

石黒 齊^{*1, *2}・木村 太門^{*3}・中野 竜一^{*1, *4}・窪田 吉信^{*2, *1} (*¹ 神奈川科学技術アカデミー・*² 横浜市立大学・*³ TOTO (株)・*⁴ 北里環境科学センター)



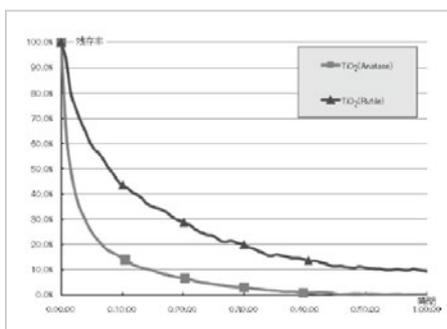
光触媒による抗菌・抗かびの評価について、さらに抗菌・抗かび性評価に用いた試験方法の抗ウイルス性評価法への応用について述べられている。

CERAMICS JAPAN 45 [12] 1002-1005 (2010)

光触媒

光触媒を用いた高性能環境浄化システムの開発

安藤 仁・栗屋野 伸樹 (盛和工業 (株))



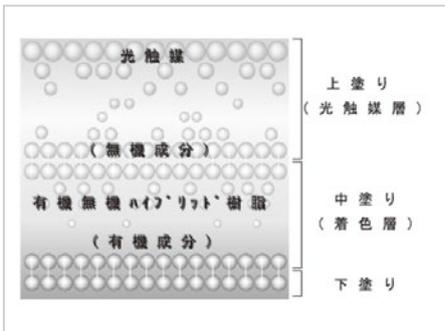
光触媒環境浄化装置は紫外線を光触媒セラミックフィルターに照射することにより活性種を発生させ、そこに大気質を通過させることにより有害物質を分解する。装置の中心となるのが光触媒セラミックフィルターである。

CERAMICS JAPAN 45 [12] 1017-1020 (2010)

光触媒

光触媒を用いた環境浄化技術の開発

北崎 聡 (TOTO (株))



光触媒の新たな機能として、超親水性が見いだされ、光触媒をコーティングした基材の表面に付着した汚れが、降水によって自然に洗い流されるセルフクリーニング効果が注目された。光触媒の大気汚染物質を除去する機能に再び注目が集まっている。

CERAMICS JAPAN 45 [12] 1021-1024 (2010)

機能性建材

ゲルキャスト法によるヒートアイランド緩和材の開発とその環境効果

藤 正督・白井 孝 (名古屋工業大学)



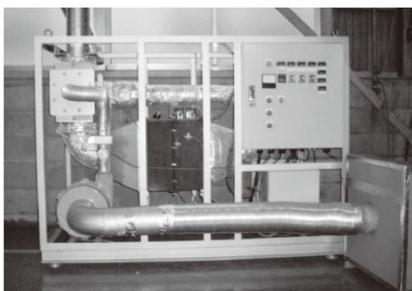
廃棄物を使用して作製した多孔質セラミックスの吸水性・保水性および冷却効果について述べ、名古屋工業大学キャンパス内の建物へ緑化壁や屋上保水タイルとして実際に施工した例について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 46 [2] 134-137 (2011)

環境修復

大気汚染の原因となる揮発性有機化合物の分解除去

西川 治光 (岐阜県保健環境研究所)



岐阜県保健環境研究所環境科学部では産(学)官連携共同研究により、種々の環境浄化技術・装置の開発を推進してきた。炭化ケイ素(SiC)ハニカムを発熱体として利用した溶剤成分ガスの新規分解除去方法について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 46 [2] 141-142 (2011)

機能性吸着剤

水に溶けているヒ素の溶存状態とアルミニウムの酸化物によるその吸着除去

櫻田 修^{*1}・谷口 幸司^{*1}・吉田 道之^{*1}・加藤 晋二^{*2}・木戸 健二^{*2}
(*1 岐阜大学・*2 河合石灰工業(株))

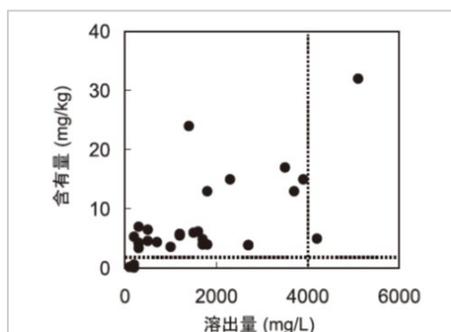


世界各地でヒ素、カドミウム、水銀等の重金属類による水質汚染が報告されている。水溶液中のヒ素を酸化アルミニウムの一つであるペーライトを用いて吸着除去する方法についての執筆者らの試みが紹介されている。

CERAMICS JAPAN 46 [2] 143-145 (2011)

環境修復

環境技術を指向したリン酸カルシウム塩の反応性制御 ～土壤汚染対策技術を中心に～
袋布 昌幹 (富山工業高等専門学校)

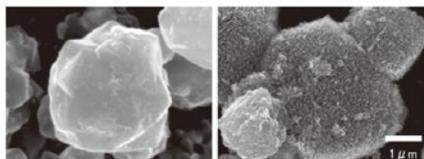


土壤汚染に対応した技術に焦点を絞り、リン酸カルシウム塩の反応制御法の開発、環境技術に適したリン酸カルシウム塩の量産技術開発に関して進めてきた取り組みが紹介されている。

CERAMICS JAPAN 46 [9] 723-726 (2011)

放射性廃棄物対策

アパタイトを用いた放射性ヨウ素の固定化
末次 寧 (物質・材料研究機構)



アパタイト構造の安定性は、構成成分として実に多様なイオン種の組み合わせを許容し得る。それらの化合物の中には天然鉱物として地質学的に長い時間を経て存在するものが多い。

CERAMICS JAPAN 46 [9] 727-730 (2011)

3R

地球環境問題とガラスリサイクル
安井 至 (国連大学)

表2 ガラスの生産量の推移

	板ガラス	びんガラス	電気ガラス
2006	1,294,747	1,472,405	144,503
2007	1,245,975	1,433,283	153,629
2008	1,085,397	1,386,560	166,931
2009	894,534	1,330,421	139,825
2010	1,066,213	1,337,292	184,630

鉛ガラス等の有害物質を含むガラス以外は、ガラスは有害物として健康影響を考える必要性は少ない。今後、もし問題になることがあるとすれば、それはガラス繊維がアスベストと同様の形状効果があるのだが、抜けやすいため、大きな問題にはならないだろう。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 68-73 (2012)

3R

ガラスびんリサイクルの現状と課題
幸 智道 (ガラスびんリサイクル促進協議会)



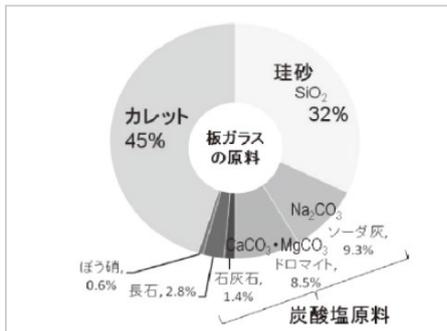
日本のガラス産業の中で、ガラスびんはリサイクルフローを整え、リサイクル(回収・再資源化)の有効性を高めている。家庭・飲食店等から排出されるあきびん(約140万t/年)は地方自治体の資源化センターで色別を選別された後、専門業者により再生原料「カレット」に加工される。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 74-76 (2012)

3R

建築用および自動車用板ガラスのリサイクルの現状と課題

工藤 透 (旭硝子 (株))



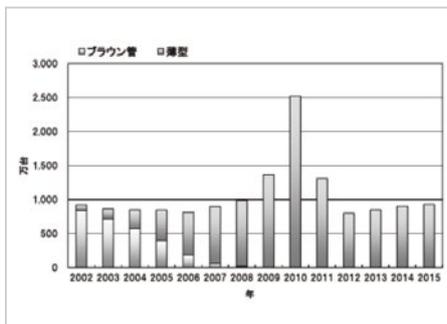
種々の板ガラス製品について、それらを生産する上での技術的課題についてまとめた。板ガラス製品の使用後のリサイクルを実現するための技術的課題をまとめ、今後の取り組みについて、概要が報告されている。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 77-80 (2012)

3R

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

小山 秀美^{*1}・中澤 亮二^{*1}・ディスプレイ IT プロジェクト^{*2}
 (*¹ 東京都立産業技術研究センター・*² 電子情報技術産業協会)



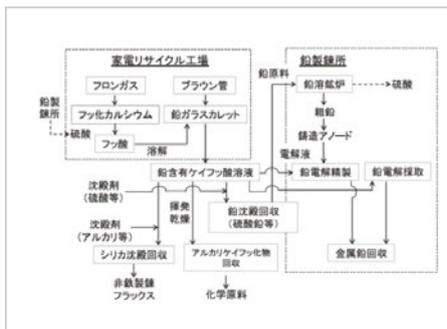
家電業界(電子情報技術産業協会 JEITA)と共同で取り組んだ2008年度NEDO技術開発機構より受託した調査研究と、その後の薄型テレビのガラスリサイクルの取り組みについて紹介されている。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 81-85 (2012)

3R

ブラウン管用ガラスのカレットリサイクルの現状と課題

中村 崇 (東北大学)



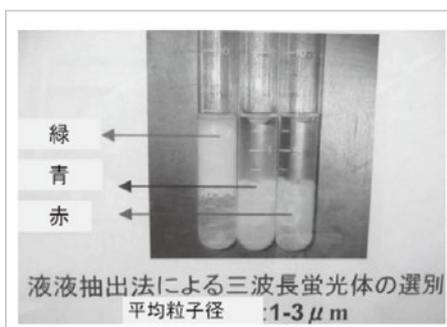
日本で発生したガラスカレットを処理できるのはマレーシアのみとなっており、また、ブラウン管式テレビの需要の大幅な減少により、ブラウン管ガラス製造も急激に落ち込んでいることから受け入れがこれまで通り継続できるか厳しい状況になっている。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 86-89 (2012)

3R

資源と循環型社会およびガラス廃棄物のリサイクル技術例

藤田 豊久 (東京大学)



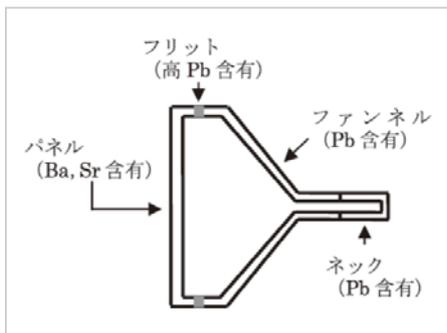
硝子の物理的選別機としては、色のついた硝子破砕物のカレットをベルト上に流し、センサーで色を識別した後、圧縮空気やパドルではじいて分離するカラーソーター(色選別機)や金属片をベルト上で識別し硝子から取り除くためのメタルソーター(金属選別機)等が古くから使用されている。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 90-95 (2012)

3R

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

稲野 浩行^{*1}・多田 達実^{*1}・岡田 敬志^{*2}・広吉 直樹^{*2}(^{*1}北海道立総合研究機構・^{*2}北海道大学)



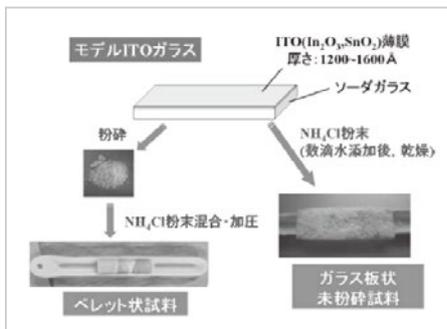
使用量としてはごくわずかだが、フリットには約 80 mass% の PbO が含まれている。このファンネル部分から、金属鉛を資源として取り出し、ガラス残渣を埋め立てではなく有効利用できるように技術開発を行った。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 96-100 (2012)

3R

ITO 蒸着ガラスからの非高温型乾式塩化法によるインジウムの分離回収技術

寺門 修・平澤 政廣 (名古屋大学)



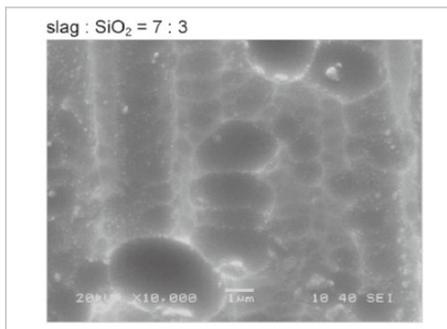
FPD 用ガラスからのインジウム回収に関する研究について解説。この技術は、反面ではガラス表面からの In 除去プロセスであるため、大量に廃棄される電極用ガラスのリサイクルプロセスとも密接なかかわりがある。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 101-104 (2012)

3R

ガラスの相分離を利用した有用元素の回収

難波 徳郎・崎田 真一・紅野 安彦 (岡山大学)



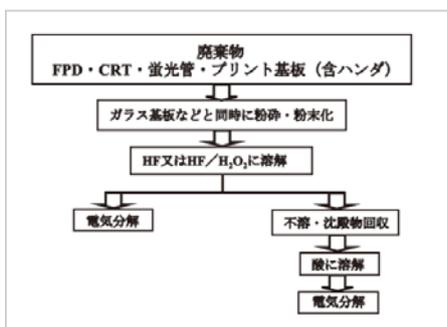
分相させたガラスを酸に浸漬すれば、遷移金属元素はポレートリッチ相とともに酸に溶出し、無色透明なシリカリッチ相を回収することができ、これをガラス原料等としてリサイクルすることができると考えた。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 105-109 (2012)

3R

廃棄 FPD・CRT・蛍光管等からの有用金属の抽出技術

本間 哲哉 (芝浦工業大学)



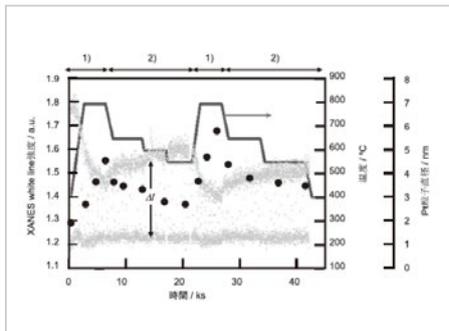
廃棄 FPD・CRT・蛍光管・プリント配線基板 (PWB) 等から、In, Ag, Cu, Pb, Sb, Y, Eu 等の有用金属を抽出する技術について解説されている。

CERAMICS JAPAN 47 [2] 110-112 (2012)

自動車関連

自動車排ガス浄化触媒開発の現状

松本 伸一（トヨタ自動車（株））



現在では、自動車の排ガス浄化触媒に要求される浄化率が実に99%以上という非常に厳しい数値になっている。自動車排ガス浄化触媒の開発課題について材料開発に視点を置いて、リアルタイムと原子レベルをキーワードとした執筆者らの研究開発例が紹介されている。

CERAMICS JAPAN 47 [6] 412-416 (2012)

放射性廃棄物対策

放射性廃棄物固化体の特徴と原子力事故への適用性

出光 一哉（九州大学）

表2 ホウケイ酸ガラスと鉄リン酸ガラスの諸元^{®)}

諸元	鉄リン酸ガラス	ホウケイ酸ガラス
密度 (g/cm ³)	2.90~3.45	2.7~2.8
比熱 (J/g/K)	0.96~1.28 (300°C)	0.78~0.95 (100°C)
粘度 (Pa·s)	0.3~0.6 (1,100°C)	4~5 (1,150°C)
ガラス転移温度	550°C	501°C
難溶解元素	Zr リン酸塩、 白金族元素	ハロゲン, Cr, Mo, 白金族元素
溶融炉材料	高純度アルミナ, ZrB ₂	高 Cr レンガ

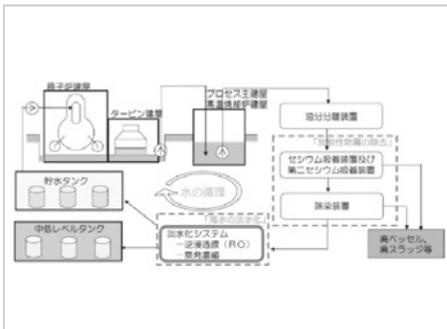
これまでに開発されてきた固化体材料としては、ホウケイ酸ガラス、リン酸ガラス、シンロック、溶融固化体、アスファルト、セメント等がある。これら放射性廃棄物固化体の特徴をまとめるとともに、原子力事故に関わる汚染物等への適用性について述べられている。

CERAMICS JAPAN 47 [11] 855-858 (2012)

放射性廃棄物対策

福島第一原発事故で発生した放射性廃棄物の処理・処分に内在する課題

佐藤 努（北海道大学）



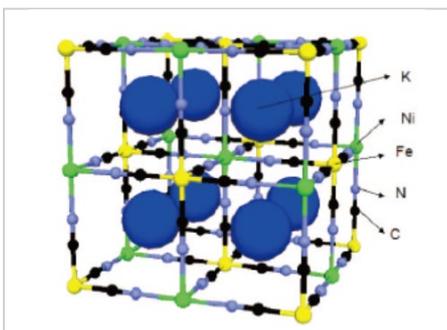
福島第一原子力発電所内で発生した廃棄物と発電所外の除染によって発生した廃棄物，それらを処分する際の課題について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 47 [11] 859-863 (2012)

放射性廃棄物対策

高汚染水処理の観点からのセラミックス化学

三村 均（東北大学）



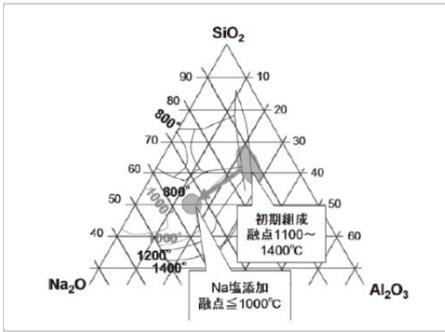
福島第一原子力発電所事故では、セシウム (Cs) 等の放射性物質を高濃度で含む汚染水が短期間で大量に発生し、保管場所の確保も困難な状態となった。セシウムとストロンチウム (Sr) の選択的吸着剤の吸着特性および安定固化法および安全性評価に関わる課題について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 47 [11] 864-868 (2012)

放射性廃棄物対策

福島事故に関わる放射性廃棄物処理へのセラミックスの適用

豊原 尚実・春口 佳子・川野 昌平・川原田 義幸・
三倉 通孝・林 弘忠・小畑 政道 ((株) 東芝)



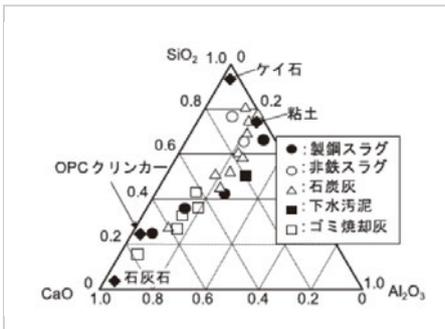
今回の事故で想定される放射性廃棄物に関し、過去に検討された手法の中でセラミックスに関する廃棄物処理技術に着目し、その適用性や処理プロセスの成立性について考察されている。

CERAMICS JAPAN 47 [11] 869-875 (2012)

3R

セメント産業の持続可能な社会への貢献と環境負荷低減

坂井 悦郎 (東京工業大学)



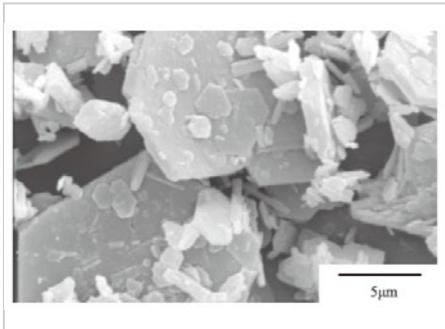
セメント産業は、健全な社会資本を構築するための材料を供給することが使命であるが、最近では、循環型社会の構築や東日本大震災に伴う震災廃棄物のセメント資源化による処分等においても重要な役割を果たしている。

CERAMICS JAPAN 48 [2] 82-85 (2013)

3R

セメント系材料による重金属アニオンの固定化挙動

大宅 淳一 (日本大学)



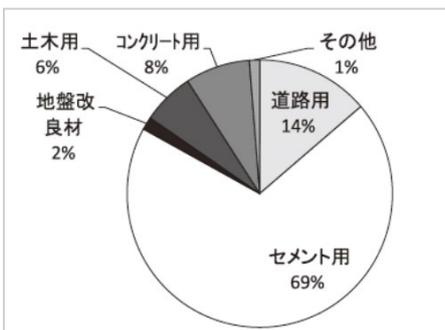
近年、ポルトランドセメント製造時には多くの産業廃棄物や副産物が原燃料として使用されており、循環型社会の構築に貢献しているが、産業廃棄物や副産物を多く利用して製造されたセメントはアルミ含有量が従来よりも多い傾向を示す。

CERAMICS JAPAN 48 [2] 86-92 (2013)

3R

高炉セメントの性能と環境負荷低減効果

檀 康弘・平本 真也 (日鉄住金高炉セメント (株))

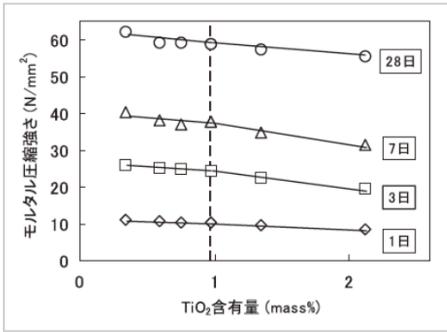


鉄鋼生産過程において溶鉱炉から排出される熔融スラグを、高圧水により急冷したものを水砕スラグといい、これを乾燥微粉碎したものが高炉スラグ微粉末である。この高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントと混合したものが高炉セメントである。

CERAMICS JAPAN 48 [2] 117-122 (2013)

廃棄物・副産物利用のための基礎技術の開発

茶林 敬司 ((株) トクヤマ)



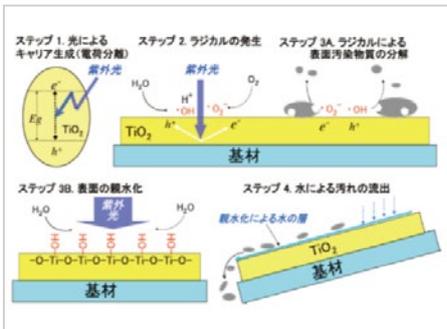
今後、さらに廃棄物を使いこなしていくためには、このような少量成分の増加に伴うクリンカー組成やセメント物性への影響を事前に把握しておくことは重要であるといえる。執筆者らはTiO₂に着目して検討を行なった。

CERAMICS JAPAN 48 [2] 123-127 (2013)

機能性建材

超親水性日射熱反射コーティング

外岡 和彦 (産業技術総合研究所)

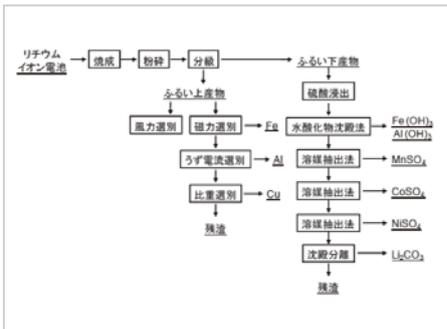


環境負荷の低減に資する機能ガラスは「エコガラス」と呼ばれ窓ガラスへの導入が推奨されている。窓は熱と光の主要な出入り口であるため、居住空間の快適さと省エネルギーの両立には窓ガラスの性能向上が重要である。

CERAMICS JAPAN 48 [4] 319-322 (2013)

リチウムイオン電池のリサイクルの動向

芝田 隼次 (関西大学)

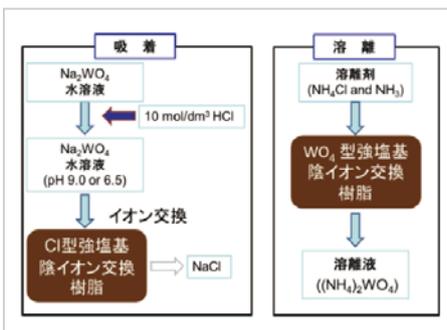


リサイクルの問題点として、リサイクルしやすい対象とリサイクルしにくいものがある。二次電池であれば、ニカド電池はリサイクルする上で優等生のような対象であり、リチウムイオン電池はアルミ箔や銅箔が積層されていて、リサイクルは難しいものである。

CERAMICS JAPAN 49 [1] 10-13 (2014)

セラミックス廃材からの資源再生技術とリサイクルシステム

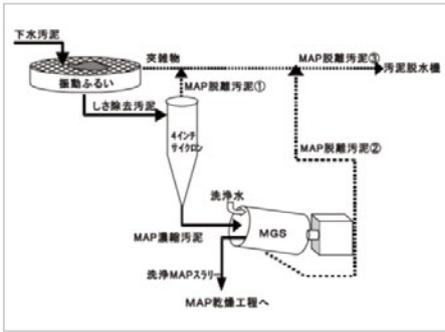
伊藤 秀章 (名古屋大学名誉教授)



セラミックス系廃棄物のリサイクルの考え方を示し、執筆者らが開発した水熱処理およびメカノケミカル処理による難処理人工物の資源再生技術を紹介。さらにこれらの固体廃棄物に含まれるレアメタルの回収システム構築の重要性について述べられている。

CERAMICS JAPAN 49 [1] 35-39 (2014)

下水汚泥からのリン回収—自立採算型リン回収プロセスを目指して— 萩野 隆生^{*1}・平島 剛^{*2} (^{*1}水ing (株)・^{*2}九州大学)

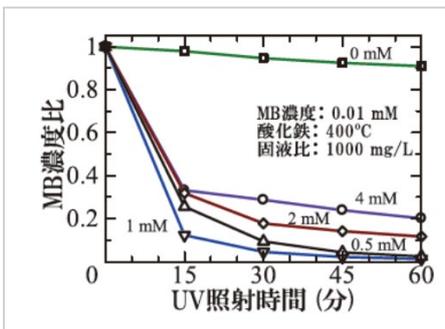


改良を重ねてきたリン回収プロセスの開発経緯の概略を示すとともに、最新の自立採算型リン回収プロセスのパイロットスケール実証試験結果およびコスト試算結果に関して報告されている。

CERAMICS JAPAN 49 [1] 49-53 (2014)

酸化鉄とシュウ酸を組み合わせた水中有機物の光分解

柳田 さやか^{*1}・亀島 欣一^{*2}・磯部 敏宏^{*3}・中島 章^{*3}・岡田 清^{*3}
(^{*1}東京理科大学・^{*2}岡山大学・^{*3}東京工業大学)

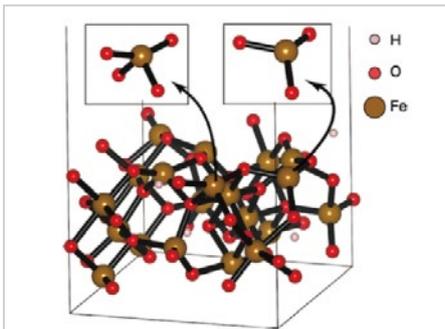


Pechini 法で調製した酸化鉄を種々の温度で熱処理し、シュウ酸と組み合わせることで太陽光でも水中有機物の光分解が可能になると考え、メチレンブルーを分解対象として検討した。

CERAMICS JAPAN 49 [6] 469-472 (2014)

メソポーラスフェリハイドライトの合成と大気浄化への応用

鈴木 賢一郎・長井 康貴 ((株) 豊田中央研究所)

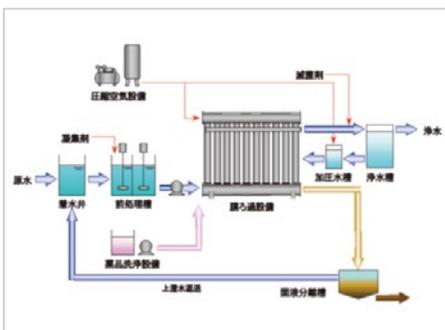


従来の Fh の問題点を解決すべく有機テンプレートを利用した自己組織化法により、Si 等の不純物を含まない純粋な 2LFh のメソ多孔体 (M2LFh) の合成を試みた。その構造と活性との関連を考察した内容について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 49 [6] 473-477 (2014)

セラミック膜ろ過浄水システム

青木 伸浩 (メタウォーター (株))



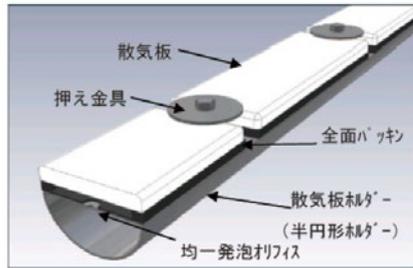
膜ろ過浄水システムの特徴としては、膜分離による浄水水質の疫学的安全性の向上、維持管理性の容易さがあり、当初は、小規模の簡易浄水場を中心に導入が開始された。その後、膜ろ過浄水システムの効率化が推進され、現在では、十数万 m³/日規模の浄水場にも適用されている。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 80-84 (2015)

環境修復

セラミックス製超微細気泡型散気装置

杉山 聡^{*1}・和田 努^{*2} (^{*1}岩尾磁器工業・^{*2}メタウォーター (株))



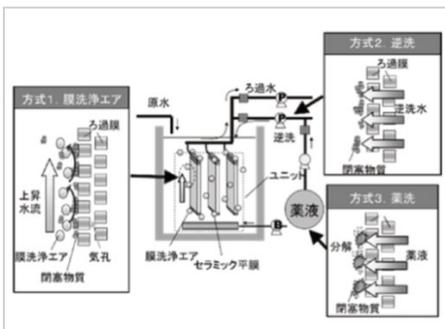
全国の多数の処理場において長年使用されてきたセラミックス製ディフューザー(散気板)を利用した散気装置を新たに改良し、開発した超微細気泡型散気装置(高密度配置対応型)について、その特徴が紹介されている。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 85-87 (2015)

分離膜

セラミックス膜による排水処理技術

中田 昌幸 ((株)明電舎)



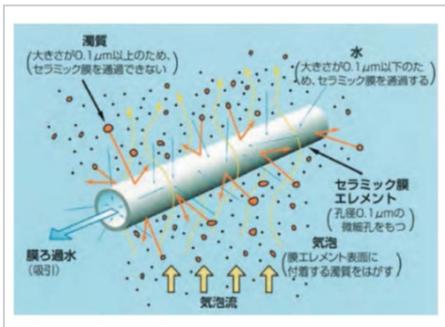
従来は中空糸膜や有機平膜等有機成分が用いられている分離膜に、アルミナを主体とする平板型セラミックス製分離膜(セラミック平膜)の適用による検討を行った。セラミック平膜は堅牢で物理的・化学的な耐久性が高い。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 88-90 (2015)

分離膜

浄水場向け槽浸漬方式セラミック膜ろ過システム

保科 克行 ((株)クボタ)



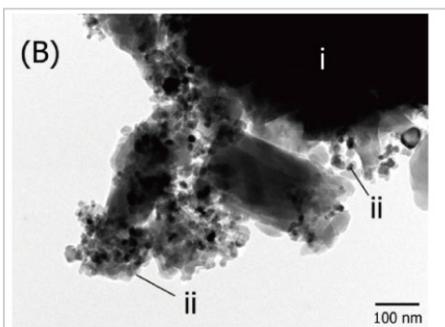
浄水場へ膜ろ過法が導入され始めた当初、ろ過膜は有機材質(酢酸セルロースやポリアクリロニトリル等)が中心であったが、近年、有機材質よりも強度が高いセラミックスを用いたろ過膜以下、セラミック膜)が数多く導入されている。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 91-95 (2015)

光触媒

流動床の光触媒を用いた水浄化技術

猪野 大輔・橋本 泰宏・高岡 友康・丸尾 ゆうこ・原 恒平 (パナソニック (株))

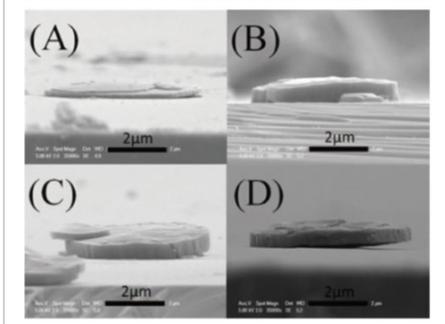


さまざまな高度酸化処理法の中でもTiO₂ ナノ粒子の不均一系光化学反応を利用した方法は、他の高度酸化処理法にはない大きな特徴があり、飲料水の新しい浄化技術として幅広い応用が期待されている。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 96-100 (2015)

アニオン交換機能を有する粘土鉱物と アニオン性界面活性剤をもちいたリン回収技術の開発

嶋村 彰紘 (産業技術総合研究所)

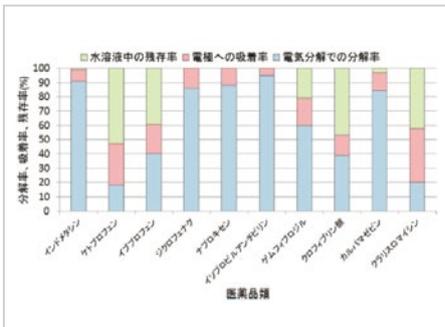


層状複水酸化物とは粘土鉱物の一種であり層間にはアニオンが存在している。この層間アニオンは水中の他のアニオンとイオン交換可能であるため、リサイクル可能なアニオン交換吸着材として研究がなされている。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 101-103 (2015)

多孔質セラミックスを用いた廃水中医薬品類の電解処理

谷口 省吾・山田 修・尾崎 博明 (大阪産業大学)

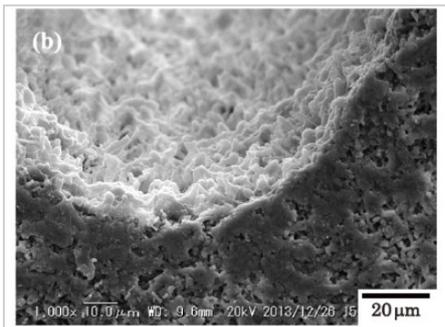


一定の溶質吸着能を有する多孔質セラミックスを電極兼フィルターとして反応槽に設置して被処理液を通水する電気分解反応槽を構成し、10種類の医薬品類を含む試験排水の通水、分解実験を行い、医薬品類の分解特性について検討を行った。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 104-108 (2015)

バイオフィルターの開発研究

北山 幹人・太田 能生 (福岡工業大学)

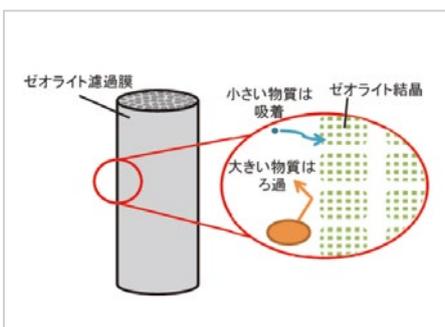


マイクロ-マクロ複合細孔構造を有する窒化ケイ素多孔体が開発され、その細孔径を制御することが可能になった。本多孔体に、酵母菌と乳酸菌をそれぞれ好気性と嫌気性のモデル微生物として用い、「好気性-嫌気性微生物コンソーシアム」の発現を確認した結果の報告である。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 109-115 (2015)

カーボン導入による MFI ゼオライトろ過膜の開発

野村 幹弘^{*1}・飯田 幸二^{*1}・高橋 祐貴^{*1}・小野 竜平^{*1}・池田 歩^{*1}・松山 絵美^{*1}・田中 章太郎^{*2}・松尾 陽^{*2} (^{*1} 芝浦工業大学・^{*2} (株) タカギ)

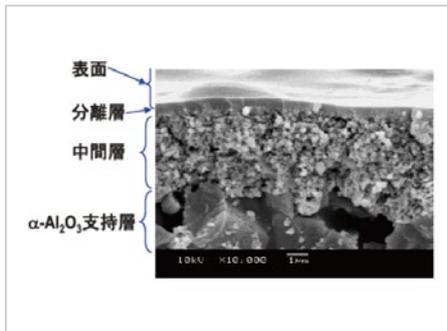


ドライゲルコンバージョン法による MFI ゼオライト自立膜の合成時に、 μm サイズの炭素繊維を添加することで、結晶間隙を制御した。自立膜の製膜後、ろ過性能を評価した。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 116-120 (2015)

分離膜

多孔質セラミック膜の細孔径制御と Robust ナノろ過・逆浸透膜への応用 都留 稔了・Suhaina M. IBRAHIM・Waravut PUTHAI (広島大学)



Robust な特性を有するセラミック材料に着目し、セラミックナノろ過および逆浸透膜の開発を目指して、ゾル-ゲル法によるナノ～サブナノ細孔の精密制御に取り組んでいる。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 121-125 (2015)

3R

リン酸カルシウム塩を用いた水環境中のリン資源回収とフッ素処理 袋布 昌幹 (富山工業高等専門学校)

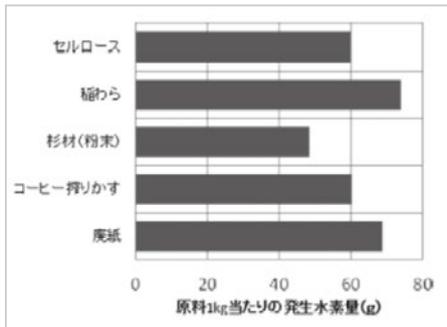


これまでバージン資源に頼っていた HAp 系セラミックスを我が国の水環境中にある未利用リン資源から製造することで、企業や市民が費用を負担している「水処理技術」が利益を生み出す「材料製造プロセス」へと転換させることが可能である。

CERAMICS JAPAN 50 [2] 126-130 (2015)

3R

乾燥を要しない粉碎と低温加熱によるバイオマスからの高純度水素の製造 張 其武^{*1}・加納 純也^{*1}・齋藤 文良^{*2}・松本 満^{*3} (*¹ 東北大学・² 東北大学名誉教授・³ (株) 豊田中央研究所)

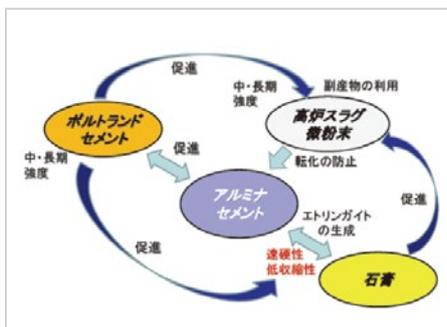


粉碎-加熱によるバイオマスからの高純度水素製造法を概説し、そこで使われる各種触媒について検討した結果より得られる効果的な触媒を紹介。その上で、効果的触媒を用いた各種バイオマスからの高純度水素発生の結果の報告である。

CERAMICS JAPAN 50 [4] 303-309 (2015)

低環境負荷

環境負荷低減と高機能性を両立する建設用セメント系材料の開発 森 裕克 (宇部興産 (株))

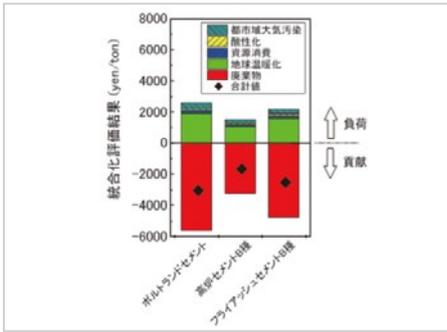


セメント系材料としてポルトランドセメントにアルミナセメントと石膏を加えた三成分系複合材料の水和反応に関する研究を進め、さらには将来の環境負荷低減も両立できる高炉スラグ微粉末も配合した四成分系複合材料の開発に取り組んでいる。

CERAMICS JAPAN 50 [11] 877-880 (2015)

低炭素・資源循環型セメントの開発状況

星野 清一・平尾 宙 (太平洋セメント (株))



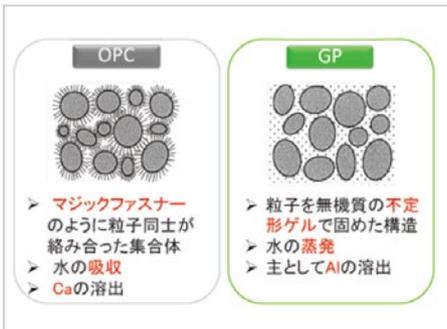
従来の品質を確保しながら、低炭素化や資源循環を可能とする技術について、ここ最近の開発の状況を概説し、また、CO₂の排出や廃棄物の活用等、セメントの環境影響を評価するための最近の取り組みについても併せて紹介されている。

CERAMICS JAPAN 50 [11] 881-885 (2015)

低環境負荷

環境負荷低減に寄与するジオポリマーの研究開発の現状

一宮 一夫 (大分工業高等専門学校)



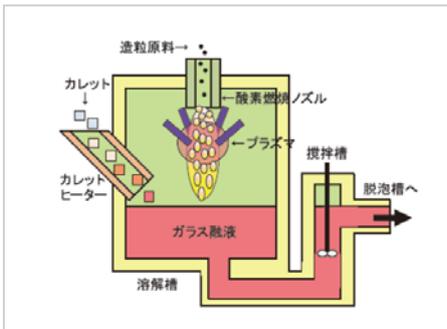
無機質ポリマーの一種であるジオポリマーは、化学組成が天然ゼオライトに似ているが、組織は非結晶質であり、ポリマー化はアルカリ環境において急速に進行する。ジオポリマーは低炭素社会を実現する上でのカギとなり得る技術である。

CERAMICS JAPAN 50 [12] 914-919 (2015)

低環境負荷

日本における環境とガラス

難波 徳郎・崎田 真一・紅野 安彦 (岡山大学)



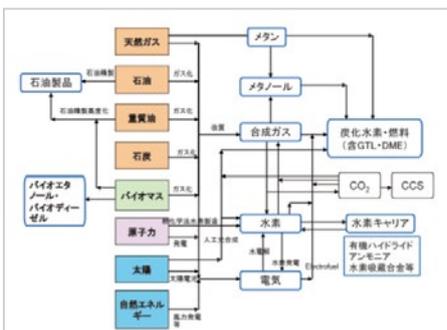
ガラス産業は国内の全産業で使用するエネルギーの1%を消費するエネルギー多消費産業ともいわれている。このように、ガラスは必ずしも環境に優しい材料とはいえないようにも思われるが、こういったマイナス要因をなくすための取り組みも数多くなされてきた。

CERAMICS JAPAN 50 [12] 944-946 (2015)

自動車関連

触媒技術の動向と展望

濱田 秀昭 (産業技術総合研究所)



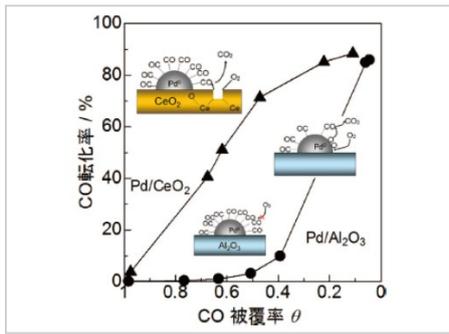
今世紀に入って人類は多くの問題に直面しているが、触媒技術はその解決のためのキーテクノロジーとなっている。触媒技術の開発動向と今後の課題について整理する。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 3-6 (2016)

自動車関連

貴金属-酸化物相互作用の最適化による排ガス浄化触媒の高性能化

大山 順也・薩摩 篤 (名古屋大学)



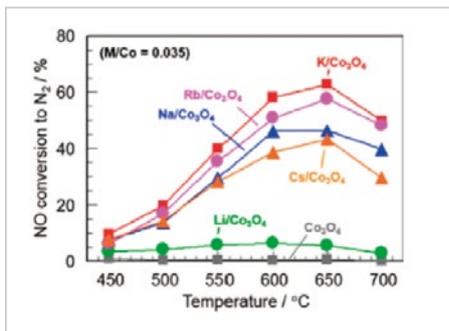
貴金属であるPdは、 Al_2O_3 等表面積および耐熱性の高い「担体」と呼ばれる金属酸化物表面に微粒子として分散させて、担持Pd触媒として用いられる。担体は金属の分散状態を保持するだけでなく、担持Pd触媒の燃焼活性に促進効果をもたらす。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 24-26 (2016)

自動車関連

複合酸化物触媒による燃焼排ガス中の窒素酸化物の浄化

羽田 政明・土井 泰幸 (名古屋工業大学)



触媒表面の塩基点がNO直接分解反応の活性点として作用することを見だし、塩基点を制御することによる高活性なNO直接分解触媒を目指してきた。アルカリやアルカリ土類を活性成分とする酸化物触媒のNO直接分解性能について紹介されている。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 27-30 (2016)

低環境負荷

クリーン燃料製造における新規触媒開発

関 浩幸 (JX 日鉱日石エネルギー (株))



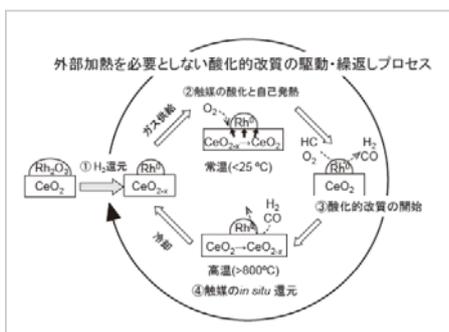
環境に優しいサルファーフリー燃料(硫黄分10 massppm以下)を製造するためには、脱硫装置が不可欠である。ここでは軽油の脱硫に焦点を当て、商業装置にて優れた実績を示した新規開発触媒が紹介されている。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 31-33 (2016)

低環境負荷

触媒の自己発熱を利用した水素製造プロセス 酸化的改質のコールドスタート

佐藤 勝俊^{*1}・永岡 勝俊^{*2} (*1 京都大学・*2 大分大学)



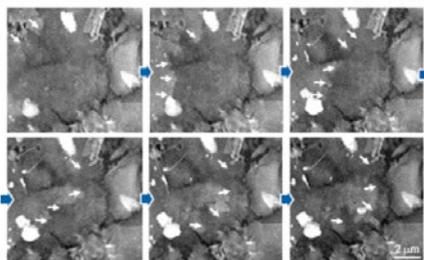
還元状態の触媒担体が反応ガス中の酸素によって酸化される際に発生する酸化熱を利用して、酸化的改質を起動させるプロセス(コールドスタートプロセス)を着想した。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 34-38 (2016)

低環境負荷

ソーラー熱化学水素製造のための酸化物融体触媒材料

町田 正人・川田 貴宏 (熊本大学)



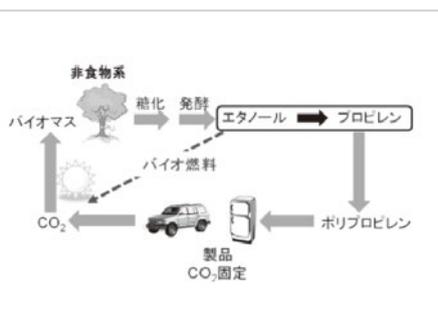
大規模太陽集光熱源を利用する熱化学水素製造が再生可能エネルギー技術として期待されている。大規模化が容易なトラフ式集光器で到達可能な温度は600°C程度であるため、実用的な反応速度を実現するためにはSO₃分解触媒が必要不可欠となる。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 39-41 (2016)

低環境負荷

バイオマスから低級オレフィン転換のための触媒材料

高橋 厚・藤谷 忠博 (産業技術総合研究所)



化石資源由来の二酸化炭素を減らす目的や、燃料や化学原料に限られた地域の国に大きく依存してしまうことに対する不安から、地球上に豊富に存在するバイオマス資源を燃料や化成品原料に変換する技術に注目が集まっている。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 42-45 (2016)

光触媒

高機能性光触媒材料の探索 光触媒フィルターおよび酸化チタンエアロゲルの開発

長谷川 章・本間 哲雄 (八戸工業高等専門学校)



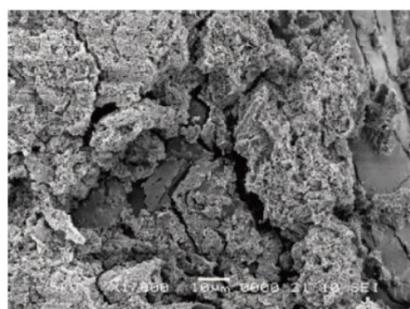
酸化チタンを基材にコーティングするのではなく酸化チタン光触媒自身に機械的強度を持たせた酸化チタンエアロゲルの調製とその光触媒活性についても検討した。

CERAMICS JAPAN 51 [5] 300-304 (2016)

アスベスト対策

アスベスト廃棄物の有効な分解について

藤重 昌生^{*1}・小島 昭^{*2}
(*1 群馬工業高等専門学校・*2 小島昭事務所)



アスベスト含有セメント廃棄物へ少量の塩を水に溶かし含浸させると、700°C程度でもアスベスト分解が認められ、CaCl₂が非常に効果的であることを示した。

CERAMICS JAPAN 51 [5] 330-333 (2016)



▶ 各内容の詳細は 各記事の囲みをクリックしてご覧ください.



CERAMICS JAPAN

BULLETIN OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN

公益社団法人 日本セラミックス協会

〒169-0073 東京都新宿区百人町2-22-17

TEL:03-3362-5233 FAX:03-3362-5714 E-mail:shoseki@cersj.org

2018年3月発行