



ガラスの相分離現象を利用した 廃棄物からの有用金属の回収

鳥取県衛生環境研究所リサイクルチーム 門木秀幸

はじめに

【内容】

- 還元反応とガラスの分相現象を利用した新規の金属分離技術（還元分相法）についての紹介

【背景】

- 廃ブラウン管型テレビの鉛ガラスのリサイクル
 - 現在行われている水平リサイクルは、ブラウン管型テレビから薄型テレビへの需要の転換により、将来的には持続困難。
 - ファンネルガラスは高濃度のPbを含有することから他の用途への利用が極めて難しい。
 - ガラスからの鉛の分離技術が必要
- 小型家電の廃プリント基板のリサイクル
 - 小型家電には多様な希少金属が含有。
 - 既存の精錬プロセスを活用する方法では、スラグ中に分配する鉱種は回収が困難。
 - より多様な鉱種を回収する技術が必要

ブラウン管ガラスの組成

ガラスの組成^{a)}

[パネル]

SiO ₂	60.7 %
SrO	8.6 %
BaO	9.9 %

パネル

ファンネル



[ファンネル]

SiO ₂	54.1 %
PbO	22 %
K ₂ O	6.2 %
Na ₂ O	6.2 %

出典

a) E. Bernardo, G. Scarinci, S. Hreglich, Foam glass as a way of recycling glasses from cathode ray tubes, Glass Sci Technol, Vol.78, pp.7-11 (2005)

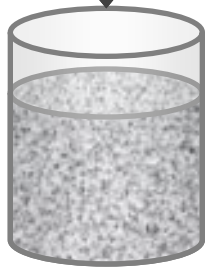
還元分相法による鉛分離 【還元分相工程】



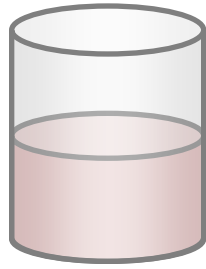
鉛ガラス

分相剤
(ホウ素)

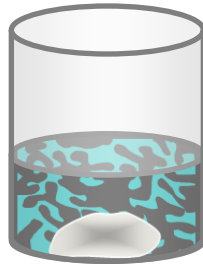
還元剤
(炭素)



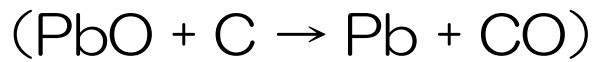
混合



溶融・還元
(1100°C)



冷却

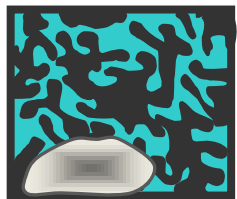


メタル

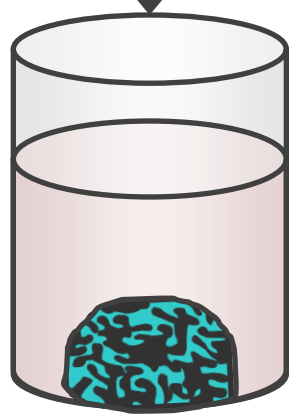
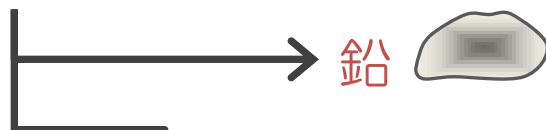
ガラス

シリカ相
+
ボレート相
+
鉛

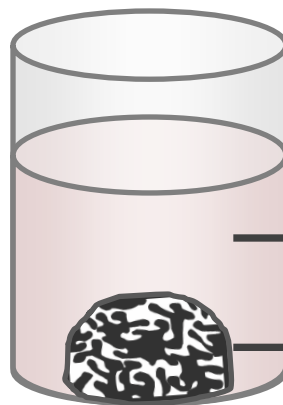
還元分相法による鉛分離 【メタル回収・酸抽出工程】



メタルとガラスを分離



2N HNO_3



抽出液 (鉛+ホウ素)

ガラス 

【還元-分相工程】

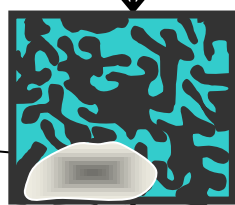


鉛ガラス

分相剤
(ホウ素)

還元剤
(炭素)

熔融



金属鉛

ガラス

(シリカの相+ホウ素の相)

分離

【金属鉛回収工程】

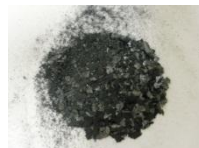


金属鉛

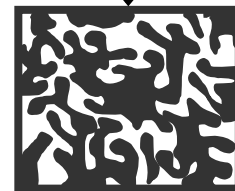
ガラス

酸処理

鉛、ホウ素含有廃液



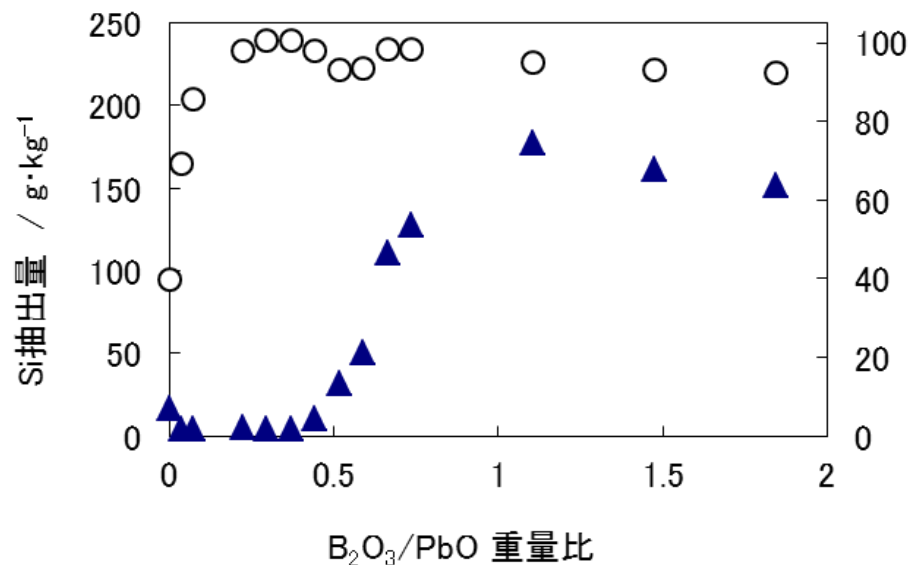
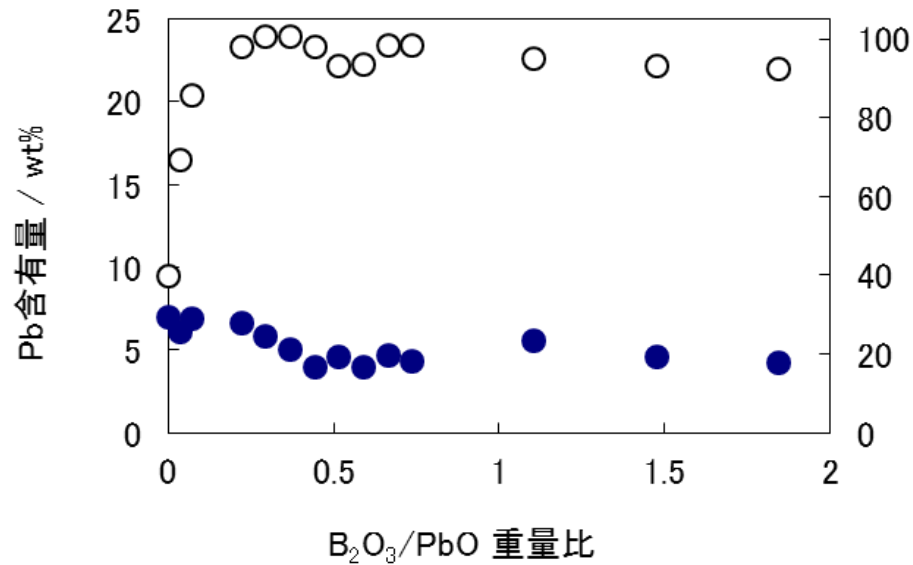
電解等により鉛回収
(研究開発中)



ガラス (シリカ)

【酸抽出工程】

分相剤($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)の添加量と鉛の抽出率



1. 原料の鉛ガラス：鉛 21.8%
2. 還元により、鉛ガラス中の酸化鉛は還元され、メタルとして分離
 - ガラス中の鉛は、約7%程度まで低減
3. ガラスは分相剤により分相
 - ホウ素（分相剤）未添加では、Pb抽出率は約4割程度
 - ホウ素（分相剤）の添加により、ほぼ100%鉛が抽出

●:Pb含有量, ○:Pb抽出率, ▲Si抽出量

溶融条件:温度1100℃

溶融時間1.5hr

添加剤: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、炭素、 Na_2CO_3

酸抽出条件:2N HNO_3 、24hr

小型家電とレアメタル

- **レアメタル** 「地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属」のうち、工業需要が現に存在する（今後見込まれる）ため、安定供給の確保が政策的に重要であるもの。
- **31 鉱種**（レアアースは17 鉱種を総括して1 鉱種）を対象
- **小型家電**には、ベースメタル、レアメタル、貴金属が集積

電話機、ファクシミリ、携帯電話、PHS、ラジオ受信機、カメラ、ビデオカメラ、DVD、CD、MD、PC、プリンター、電子書籍端末、電動ミシン、電気グライNDER、電気ドリルその他の電動工具、電子計算機、ヘルスメーター、電動式吸入器、炊飯器、電子レンジ、扇風機、電気除湿機、電気アイロン、電気掃除機、電気こたつ、電気ストーブ、ヘアドライヤー、電気かみそり、電気マッサージ器、ランニングマシン、電気芝刈機、蛍光灯器具、時計、電子楽器、ゲーム機 など

還元分相法による電子基板からの希少金属の分離



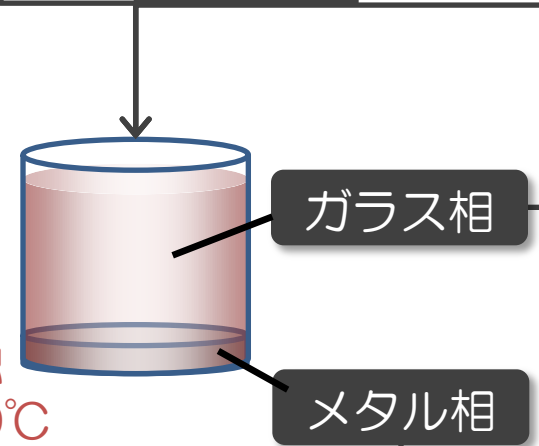
- 有用金属 Cu、Pb、Fe
- レアメタル Cr、Mn、Ni、Sr、Zr、Nb、Sb、Ba、Ta
- レアアース(希土類) Sc、La、Ce、Nd
- 貴金属 Au、Ag、

廃小型家電等の
電子基板

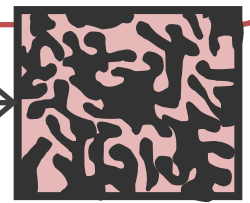


ガラス (SiO₂)

分相促進剤
(B、P等)

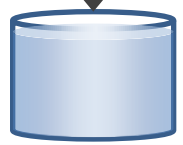


冷却



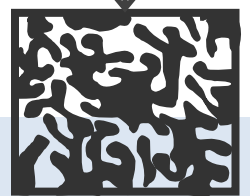
分相ガラス

酸処理



抽出液

電解・溶媒抽出等
(研究開発中)



ガラス (SiO₂)
Ta、Nb、Sc

回収資源

Cu、Pb
Ni、Sb
Au、Ag

Fe
Cr、Mn、Sr、Zr、Ba
La、Ce、Nd

従来技術 溶融還元法



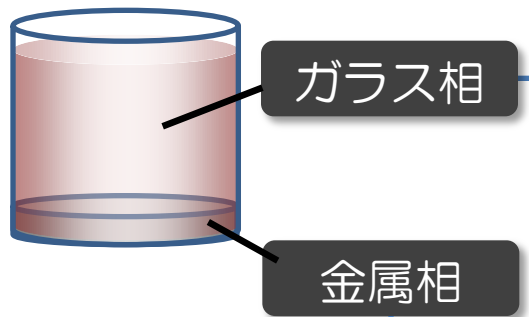
有用金属 Cu、Pb、Fe
レアメタル Cr、Mn、Ni、Sr、Zr、Nb、Sb、Ba、Ta
レアアース 希土類 Sc、La、Ce、Nd
貴金属 Au、Ag

廃小型家電等の
電子基板



ガラス (SiO₂)

溶融



冷却



ガラス (スラグ)

Fe

Cr、Mn、Sr、Zr
Nb、Ba、Ta
Sc、La、Ce、Nd

処分
または、
土木資材等

回収資源

Cu、Pb
Ni、Sb
Au、Ag

ガラス (スラグ) の
中で化学的に強く安
定化されるために分
離できない。

まとめ

【従来技術との比較】

- 溶融還元による金属回収では、ガラス中に鉛が残留しガラスの再利用が困難であった。また、レアメタルについては、還元される金属はメタルとして回収が可能であるが、還元が難しい金属はガラス中に残留し分離が困難であった。

【技術シーズの特徴】

- 還元反応とガラスの分相現象を利用することにより、より多様な金属の分離・回収技術としての活用が期待

【想定される用途】

- ブラウン管鉛ガラスのリサイクル技術
- 廃小型家電等からのレアメタル等の回収技術

お問い合わせ先

鳥取県衛生環境研究所リサイクルチーム

チーム長 門木秀幸

TEL : 0858-35-5416

FAX : 0858-35-5413

e-mail : mongih@pref.tottori.jp

鳥取県衛生環境研究所企画調整室

主事 田中 亜由美

TEL : 0858-35-5412

FAX : 0858-35-5413

e-mail : tanaka-ay@pref.tottori.jp