

都市鉱山からのインジウムとガリウムの分離・回収

城南支所

レアメタルの安定供給につながる廃家電などからの分離・回収プロセスの確立は、産業界に共通する課題です。レアメタルの一つであるインジウムとガリウムを電子機器廃棄物から分離・回収する技術の確立を目指して、都産技研と東京学芸大学、日本薬科大学が実施した共同研究をご紹介します。

インジウムとガリウムの分離・回収技術の確立に向けた共同研究

レアメタルは、半導体や電子機器などで幅広く利用されていますが、日本はそのほとんどを輸入に頼っています。そのため、産出国に限られ、政治状況や市況の影響を受けやすいレアメタルの安定確保が日本のものづくりの課題となっています。天然資源に乏しいとされる日本ですが、(国研)物質・材料研究機構の調査によれば、「都市鉱山」と呼ばれる廃棄された電化製品や電子機器などに含まれるレアメタルの埋蔵量は、世界有数の資源国に匹敵するといわれており、これらを有効活用するための技術開発が進められています。「都市鉱山という言葉が一般的になりましたが、現在、商業ベースでの回収が可能なレアメタルは、白金族元素などに限られています。その理由は、回収コストにあります。

例えば、10kgの金をスマートフォンから回収しようとする約800万台が必要と試算されるように、電子機器に使用されている金は極わずかです。そのため、いかにコストをかけずに効率的に分離・回収し、高く販売できるかが実用化のポイントになります。そこで研究をスタートする際に目を付けたのが、当時価格が高騰していたインジウムでした(梶山)

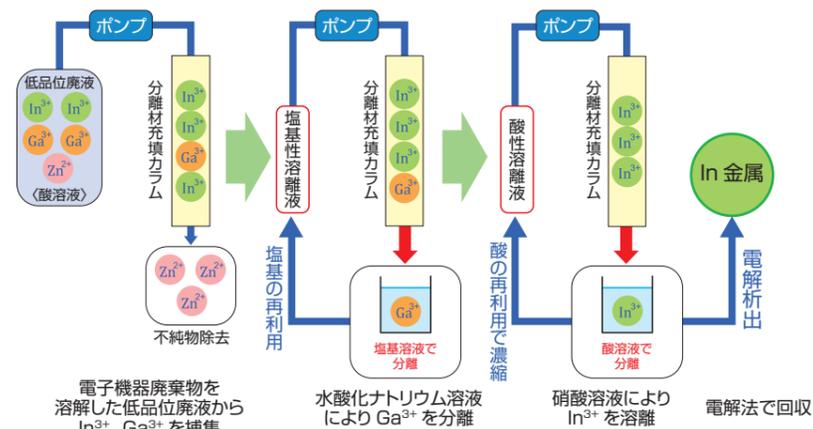
インジウムは、半導体やタッチパネルなどで用いられており、すでに製造工程で発生した端材などからの回収は行われていますが、含有量の少ない最終製品からの分離・回収技術は、確立していません。そこで、電子機器廃棄物からインジウムを分離・回収するとともに、不純物として含まれるガリウムを効率的に分離する技術の確立に向けて、都産技研は、東京学芸大学、日本薬科大学と

連携し、平成26年から環境省の環境研究総合推進費の補助を受けて、研究開発に取り組みました。

従来技術の「いいところ取り」で新しい分離材を開発

インジウムやガリウムを分離・回収するためには、まずタッチパネルやLEDのような電子機器廃棄物を強酸で溶解します。このインジウムやガリウムの濃度が低い「低品位廃液」から各金属イオンを捕集した後、水酸化ナトリウムと硝酸溶液を用いて分離し、電解析出により回収します(図1)。今回の共同研究では、低品位廃液モデルの調整や金属イオンの分離能の評価などを東京学芸大学、回収した金属の電解析出などを日本薬科大学、そして、新しい分離材の開発を主に都産技研が担当しました(表1)。

低品位廃液から金属を捕集する方



※開発した分離材を充填した同一のカラムを各工程で使用

図1 インジウムとガリウム回収フロー

表1 各機関の役割分担

	担当
東京学芸大学	低品位廃液モデルの調整、金属イオンの分離能の評価 など
日本薬科大学	回収した金属の電解析出 など
都産技研	新規分離材の開発 など

法には、混じり合わない有機溶媒と水相間の金属錯体の分配作用を利用する「溶媒抽出法」と、固体のイオン交換体に金属を吸着させる「イオン交換法」の2つが知られています。溶媒抽出法は、分離・回収能は高いのですが、人体や環境に悪影響を及ぼす有機溶媒を大量に使用します。一方、イオン交換法はハンドリングしやすく、有機溶媒も不要ですが、分離・回収能が低いというデメリットがあります。

「そこで都産技研と東京学芸大学は、それぞれのメリットだけを組み合わせ、ハンドリングしやすく分離・回収能が高い分離材の開発を目指し、『吸着担持型イオン交換分離材』と、これをさらに改良した『化学結合型イオン交換分離材』(特許出願中)を新たに開発しました。実験室レベルでは、インジウムとガリウムの分離・回収に成功していますが、

実用化に向けてはさらなる改良が必要です(梶山)

先述したように、まず電子機器廃棄物をpH 1.0程度の強酸中で溶離させます。この強酸環境下において、吸着担持型イオン交換分離材は、十分な分離・回収能を示します。一方、化学結合型イオン交換分離材は、強酸環境下でも使用できる抽出試薬をアルキル鎖に固定することが難しいため、分離・回収能が低くなってしまう。現在は、同等の性能を持ちアルキル鎖に固定できる抽出試薬の検討を進め、化学結合型イオン交換分離材による分離・回収技術の確立を目指しています。

開発した分離材の応用展開

開発した分離材は、別の用途にも展開できると期待されています。当初この技術は、電子機器廃棄物が対象でしたが、亜鉛鉱石からインジウ

ムを精製する際に不純物となるニッケルの除去にも利用できることがわかっています。さらに、今回開発した分離材を利用すれば、インジウムやガリウム以外にも、元素濃度が低い低品位廃液から目的の元素を分離・回収することができるため、さまざまな用途で応用が可能です。

都産技研が開発した新しい分離材を利用することで、都市鉱山に眠るさまざまなレアメタルを有効活用できる日が着実に近づいています。



城南支所 主任研究員 梶山 哲人

Key Point

「吸着担持型イオン交換分離材」は、シリカゲルなどの担体にアルキル鎖を表面修飾し、金属イオンを捕捉する抽出試薬を吸着担持させています。この分離材は、合成や抽出試薬の変更が簡単ですが、金属イオンを捕捉する際に抽出試薬が分離材から遊離します。そのため、金属を回収した後に分離材を再度利用する際には、高価な抽出試薬を追加する必要があります。

これに対して「化学結合型イオン交換分離材」は、アルキル鎖の先端に抽出試薬を化学結合させています。抽出試薬を固定することで、抽出試薬を補うことなく、繰り返し利用することが可能となり、コストダウンを図ることができました。

いずれの分離材でも、捕集した金属イオンは、周囲のpHを変化させることで、選択的に溶出できるため、吸着している金属のうち目的の金属だけを回収することができます。

