

【3K133005】溶媒抽出技術を基盤とする電子機器廃パネルからの環境保全型レアメタル循環システムの構築（H25～H27；累計予算額 59,007千円）

馬場 由成（宮崎大学）

## 1．研究開発目的

最近では、日本を始め世界各国で「原発推進」を見直す動きが高まりつつある中、太陽光発電などの自然エネルギーの活用がより一層加速すると予想される。特に、「CIS(Cu、In、Se)およびCIGS(Cu、In、Ga、Se)型太陽電池」として知られる薄膜型太陽電池パネルの生産が急増しており、従来のシリコン系太陽電池に比べて安定した発電が可能であり、さまざまな形状にも適用できる利点がある。この太陽電池は、ガラス基板上にCu、In、Ga、Seからなる薄膜を形成させ、上層にはZnOの透明電極、裏面にはMoの電極が貼り付けられている。特にInは太陽電池や電子部品等の需要拡大に伴って生産量も急激に拡大しているが、それに伴って太陽電池の製造工程で発生する不良品・端材の量も増加し、現在30%が廃棄物として処理されている状況である。しかし、そこには高濃度（In：300-500ppm）のInが含まれており、資源のない日本にとって高品質のレアメタル資源として期待される。亜鉛精錬残渣中や一般の廃電子機器の廃パネル（In：50-100ppm）と比較すると、その含有率が高いことがわかる。ほとんど鉱物資源のない日本にとって、これらを含む廃電子機器の廃パネルからのレアメタル資源の回収・リサイクル技術の開発は急務となっている。さらに、一方ではSe、Cdなどの有害金属も含まれており、環境保全・ゼロエミッションの観点からも廃棄物の減量化とともに資源の有効利用を推進するためにも極めて重要な緊急課題であり、技術立国日本の持ち味を活かす道である。

「溶媒抽出法」は、廃電子機器からレアメタルを高選択的に分離・回収するための有効な手段であり、高純度が要求される最先端材料の開発に欠かすことができない技術の一つである。本法で最も重要なことは、「目的金属イオンに高い選択性を示す抽出剤の開発」であり、これは分離・回収プロセスを簡素化できる重要な要素となる。今までIn、Gaに対しても多くの抽出剤が研究開発されてきたが、本研究で必要なIn、Zn、Ga、Cuを相互分離できる抽出剤は未だ開発されていない。また、溶媒抽出法は多くの分野で利用されているが、大量の有機溶媒を使用する、相分離が難しい、逆抽出が難しい等のいくつかの問題点があり、その解決策が求められている。

本研究では、目的金属に対して高選択性を示す新規抽出剤を分子設計・合成し、それを活用した新規材料（吸着材・膜）を創出し、環境保全型レアメタル循環システムの構築を目指す。

## 2．本研究により得られた主な成果

### （1）科学的意義

本研究の科学的意義は、主に「ターゲットにした金属イオンに対する高選択的抽出剤の新たな分子設計」に関するデータの蓄積、および工業的に重要なポイントとなる「ワンステップ合成法」の確立であり、今後の技術立国日本を活性化するための最先端技術開発の基礎となる重要なポイントである。特に資源のない日本にとっては、本研究で開発したリサイクル技術の基礎となる「高選択的で高効率な抽出剤」の開発、およびそれを応用した分離膜および吸着材を用いた分離・回収技術は、日本はもちろんのこと、将来的な資源枯渇の時代を迎える世界各国にとって貴重な技術であり、さらに本研究の応用分野は広く、有害物質がターゲットであれば地球環境汚染を防止する技術開発につながり、その科学的意義は多大なるものがある。

## (2) 環境政策への貢献

- (1) 電子機器廃棄物の適正処理技術の確立
  - (2) 廃棄物低減および有害元素除去
  - (3) 地域資源の利活用（太陽光廃パネル：宮崎の工場から排出される廃パネルの不良品・端材）
  - (4) 資源の安定供給・産業基盤の充実
  - (5) 各県が管理している産業廃棄物処理場の残余年数の延命
- 間接的に期待されるものとしては
- (6) レアメタルはハイテク産業のビタミンと呼ばれ、その安定供給は、電気・電子・情報・機械・材料等の科学技術の発展につながる。

### < 行政が既に活用した成果 >

本研究課題は、高性能の抽出剤の開発によって高効率な再資源化技術を提供できることから、環境・リサイクルが産業として成立することに寄与すると考えられる。これまで小型廃家電品については、収集が難しかったために廃棄が一般的であったが、再資源化技術が確立すれば、同じ場所での処理が可能となり、収集が進むと考えられる。さらに、平成 24 年度から宮崎県工業技術センターとの共同研究も実施したことから、県の研究予算として「レアメタルの分離回収に関する予算」が計上され続けており、本研究成果が行政に認められたことを示唆している。

### < 行政が活用することが見込まれる成果 >

現在、宮崎県が日本有数の太陽電池パネル生産基地となりつつある中で、薄膜型太陽電池の増産に伴って製造工程で発生する規格外品の量も急増すると予想され、これらの規格外品の処理については、処分場の不足、地域の良好な環境の保持、資源の有効活用の視点から、CIGS 系太陽電池の「薄膜部分からのレアメタル回収」や「基板ガラスの再利用」といったリサイクル処理システムの確立が強く求められている。また、地元で生産されたものを地元でリサイクルするという、いわゆる「地産地消」の考え方に立ち、宮崎県においてリサイクル技術を確認すること将来的には非常に重要ポイントである。

以上のことを勧案すれば、宮崎県の行政が将来「本研究成果を活用する」ことが見込まれる。

## 3. 委員の指摘及び提言概要

特異的な配位子を利用した抽出剤の合成計画手法を創造した点は評価できる。一方で、研究が直接的なプロセスに結び付いておらず、企業の参加を通して実績を上げることが期待される。また、高濃度の硝酸等を使うことは環境面と経済面でもハンディキャップが大きく、残渣物の処理方法と経済性も明らかにする必要がある。

## 4. 評点

総合評点：B