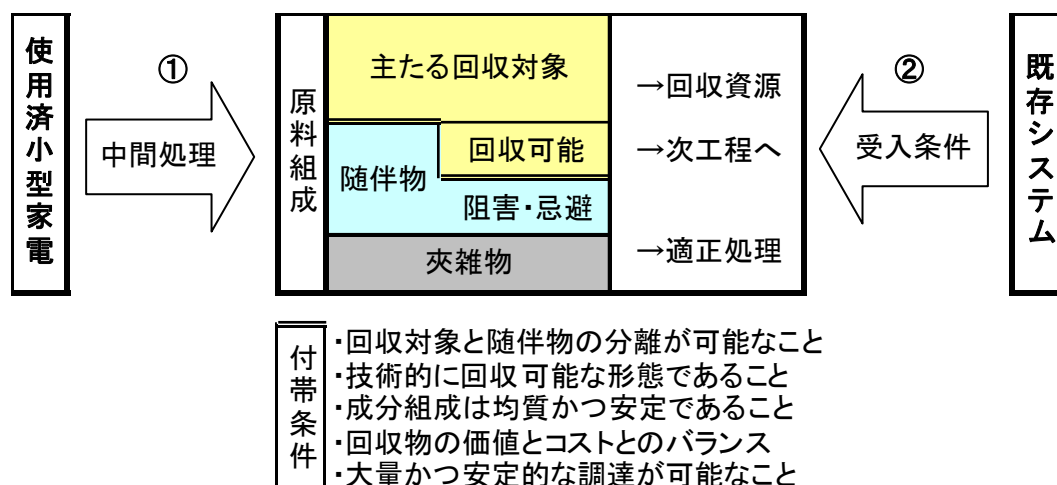


既存のレアメタル回収システムの使用済小型家電への適用可能性

1) 既存回収システムでの受入条件と使用済小型家電への適用可能性の検討

- ・ 既存のレアメタル回収システムは既存の原料の組成等に最適化され、対象とするリサイクル原料について技術的な受入条件があると考えられる。



リサイクル原料の組成と受入条件(例)

- ・ 使用済小型家電からのレアメタル回収においては、これら既存のレアメタル回収システムの受入条件(要件)を明らかにした上で、マッチングを行うことが必要であり、以下のように原料および回収システムの双方からの検討が考えられる。

① 使用済小型家電のリサイクル原料への最適化

- ・ 既存回収システムの(受入可能なレベルの)原料に適合させる調整
- ・ 回収対象レアメタルの含有量を最大化(随伴物の除去あるいは最小化)

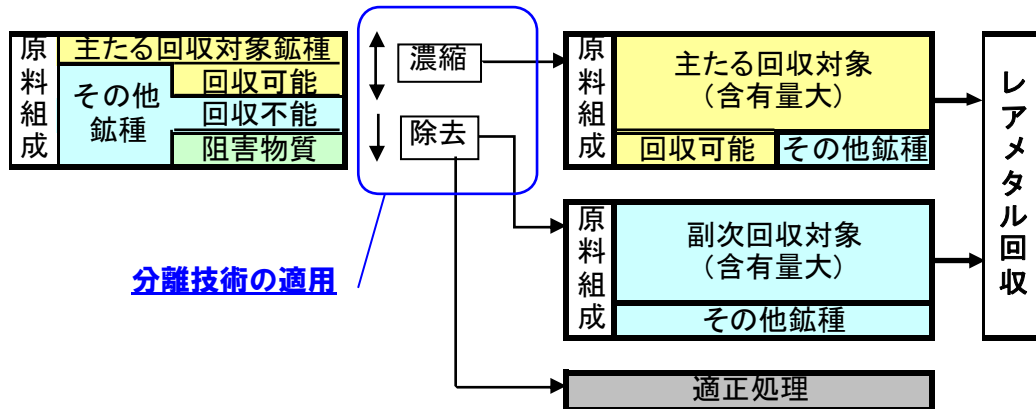
② 既存システムの使用済小型家電原料への最適化

- ・ 使用済小型家電からの原料に最適化した回収システムの検討

2) 使用済小型家電を既存システムで処理するための、分別・選別の水準の整理

- ・ 既存システムでのレアメタルの回収にあたって、使用済小型家電のリサイクル原料の既存回収システムの特性に合った性状・品位への調整、および工程阻害要因の観点からは、主たる回収対象以外の元素、含有量等の条件の確認が必要である。
- ・ これらの既存回収システムの原料受入条件は、原料化のための前処理、あるいは使用済小型家電の中間処理の目標値(水準)と考えることができる。

- ①対象元素の濃縮回収、②阻害要因の除去・最小化 という目的と、対象となる原料の性質等により、複数の分離技術を最適に選択する必要がある。



分離技術の適用によるリサイクル原料化(イメージ)

- 分離技術としては、大別して物理選別等による分離と、化学的性質を利用した分離がある。

分離技術の例

利用される特性		分離手法(例示)	
物理的性質	粒度、サイズ	篩い分け、分級	選鉱技術
	色、その他光学的特性	手選、色選別、形状選別	
	形状、摩擦性	形状分離	
	結合組織	選択破碎	
	反発性	反発選別	
	比重	比重選別(重液、風力、ジグ、テーブル、スパイラル等)	
	磁性	磁力選別	
	電気伝導性	静電選別、渦電流選別	
	熱伝導性	熱破碎	
	濡れ性、凝集・分散性	浮遊選鉱(表面&溶液化学) 選択凝集・選択造粒	
化学的性質 ※対象となる原料、金属の性質により、選択される	熱分解、溶融、還元	製錬技術	
	焙焼(酸化、塩化、硫化等)		
	浸出、溶媒抽出(酸・アルカリ、酸化還元)		
	溶解、滲出、晶析		
	沈殿(水酸化物、硫化物)		
	イオン交換、キレート吸着 電解採取 等		

出典:Journal of MMIJ vol.123(2007)No.12「資源・リサイクル特集号」
大和田秀二「粉碎・選別技術総論」を参考に事務局にて作表

(検討の留意事項)

- **共存物質の相互要因**・・・使用済小型家電は複数種のレアメタル、他の微量物質を含み、これらは特定のレアメタルの回収プロセスにおいて、不純物(阻害物質)となる場合があり、その際には事前に分離を行う必要がある。
- **システム面での検討**・・・使用済小型家電をリサイクル原料として使用するにあたり、分離後の副生成物からの別の元素の回収や、残渣の適正処理を含めた、システム的な検討が必要であり、その回収(分離)工程の複雑化に鑑み、妥当な分離の水準についても検討が必要である。
- **現状のレアメタル回収システム**・・・使用済品を対象としたレアメタルの回収システムは一部しか存在せず、既存のシステムで回収が難しいレアメタルの存在を考慮すべき。

3) 既存レアメタル回収システムの事例

既存の回収システムの事例として非鉄金属製錬を例に検討を行った。

- 非鉄金属製錬では、原料となる鉱石(精鉱)等から種々の工程段階を経て、銅、鉛、亜鉛、貴金属の他、一部レアメタルが回収されている。我が国の非鉄金属製錬は金属の回収において、以下の特徴がある。

非鉄金属製錬工程を利用した金属回収	
○ マット・メタルに分配する金属(貴金属、白金、Se、Te、Bi等)	・ 通常は回収されている。
○ ダストに分配する金属(Cd、In等)	・ 経済的に回収可能な濃度まで濃縮するかがポイント ・ ハロゲン、硫黄との反応や減圧を利用した揮発促進
○ スラグに分配する金属	・ 一般的に回収は困難 ・ 事前に分離して回収するプロセスが必要

- 我が国の主たる非鉄製錬のうち銅、鉛、亜鉛の各製錬所においては、天然原料の精鉱あるいはリサイクル原料と呼ばれるスクラップ等から、以下のような金属が回収されている。

非鉄製錬(銅・鉛・亜鉛)での回収金属

回収金属	銅製錬	鉛製錬	亜鉛製錬
Cu	○		
Pb		○	
Zn			○
Au	○	○	
Ag	○	○	
Cd			○
<i>Ni</i>	○		
<i>Sb</i>		○	
<i>Pt</i>	○	○	
<i>Pd</i>	○	○	
<i>Ga</i>			○
<i>Se</i>	○		
<i>Te</i>	○		
<i>Bi</i>		○	
<i>In</i>			○

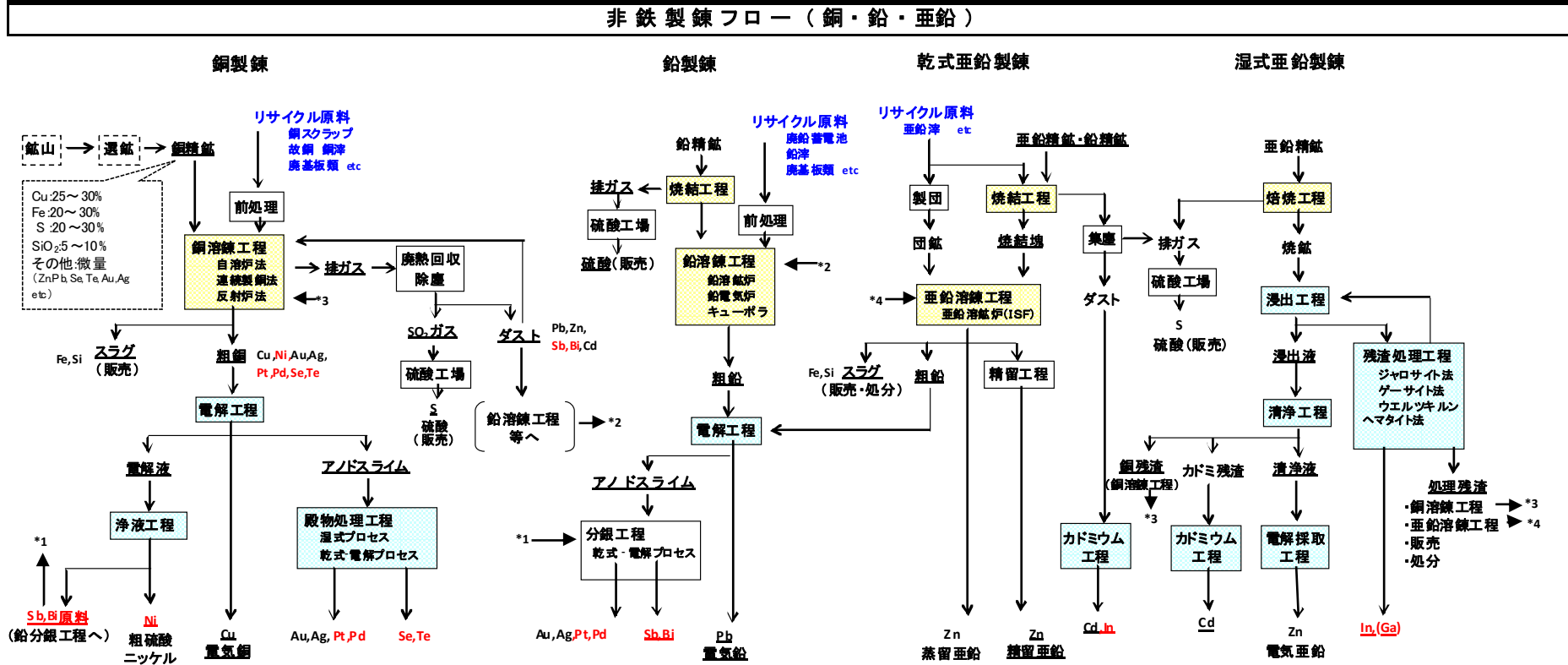
※赤字:レアメタル

- 既存の非鉄製錬は天然原料(鉱石、精鉱)に最適化されたシステムとなっており、レアメタルが製造されている場合でも副産物としての位置付けのため、レアメタル回収に最適化されているとは限らない。
- 非鉄製錬では現在回収しているレアメタル以外の回収は現状困難であり、これら以外の鉱種については、事前の分離(除去)、あるいは別のレアメタル回収システムが必要である。

①既存のレアメタル回収システム(非鉄金属の製錬フロー)

我が国における非鉄製錬のうち銅製錬、鉛製錬、亜鉛製錬のフローの一例を以下に示す。

図中赤字:レアメタル

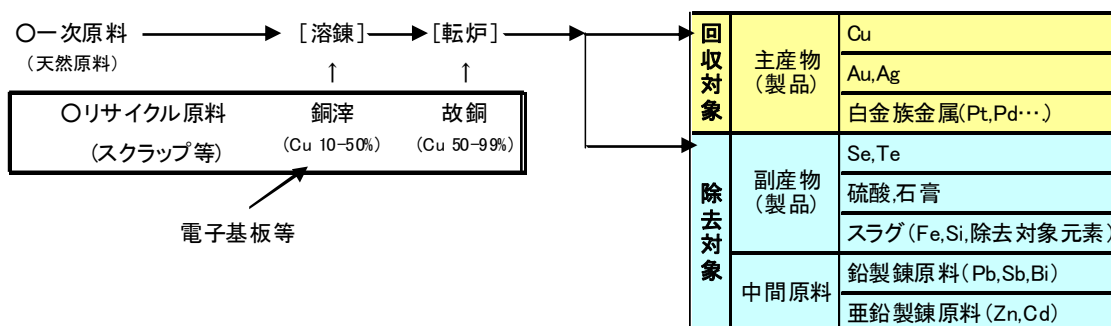


(出典:日本鉱業協会)

- ・ 鉱石(精鉱)等の天然原料以外にスクラップ等も原料として受入。(リサイクル原料:天然鉱石等以外に由来する原料)
- ・ 種々の乾式・湿式プロセスの組み合わせにより、目的金属の抽出・精製を行う過程で、副産物として数種の金属(レアメタル含む)が回収。
- ・ 一部の金属について、スラグへの安定固定化、排ガス処理、排水処理等の工程で分離除去。(Hg,As 等)
- ・ 鉄との合金に使用されるレアメタルや、レアアースのほとんどはスラグとなるが、その含有量は低く回収は困難。

②既存回収システムの受入条件(銅製錬)

- 我が国の非鉄製錬では、使用済電子基板を含むスクラップはリサイクル原料として受け入れられている。銅製錬においてこれらは、「銅滓」または「貴金属滓」として取り扱われ、含有金属は前項のフローに従い、以下のように回収されると考えられる。しかしながら、使用済電子基板に含まれている他の多くのレアメタルは回収されていない。



銅製錬における電子基板等リサイクル

- 銅製錬では使用済電子基板等のリサイクル原料の受入には以下のような条件が付される。工程の違いにより差異はあるものの、受入条件の一例をあげると以下のとおりである。

受入条件の例(銅製錬)

条件(例)	理由	
阻害要因 (ペナルティ)	製品品質 への影響 物質制限	・主要生産品の品質規格に関わるもの 例:電気銅規格(As,Bi,Fe,Pb,S,Sb,Se,Te)
		・副産物の品質(溶出値、含有量)に関わるもの 例:スラッグの溶出基準等の規制対象物質 等
	プロセス 阻害原因 物質制限	・溶融における流動性低下(MgO,Zr2O3 等)
		・原料均質性の変動、熱化学反応の変化、可燃物による熱量変化、ガス組成変化等の工程への影響
		・スラッグや廃棄物の増加を伴うもの
		・投入資材の増加を伴うもの
		・公害防止装置(大気、水質)の処理能力の制限 例:有害物質(Hg 等)濃度、ハロゲン濃度 等
含有量 等	<ul style="list-style-type: none"> ・回収対象物はプロセスの回収下限値以上であること ・経済的にコスト以上の価値を有すること ・一定量以上のロットを有すること (入荷の継続性を含む) 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・分析評価サンプルの代表性及び信頼性が確保されること ・運転を阻害しない状態であること(サイズ、水分、危険性等) 	

- 使用済小型家電を、銅製錬のリサイクル原料とするためには、これらの条件を満足させる必要があり、かつ分離除去した副産物からのレアメタル回収の検討が必要である。

③非鉄製錬で回収されていないレアメタル

- ・ 非鉄製錬システムの使用済小型家電への適用にあたっては、現在回収されている鉱種以外のレアメタルが、どのプロセスに分配されるかという観点から検討する必要がある。
- ・ 非鉄製錬システムにおいて、実際の挙動や分配が判明していないレアメタル等について、特定のプロセスにおける、熱力学的な観点からの金属の分配傾向に関する理論的検討も有用である。

以 上