○ 回答者

- ・日鉱金属株式会社
- ・DOWA エコシステム株式会社
- ・三井金属鉱業株式会社
- ・三菱マテリアル株式会社

リサイクルシステムの経済性評価について

1. 貴社における使用済小型家電の金属回収フロー（どのようなリサイクル原料（種類、状態、濃縮度合）をどのような設備で、どのような処理を実施して、どのような産物（品位・量）が得られるのか）及びリサイクル原料の投入原料全体に占める割合

- ・平成 21 年度のモデル事業実績は以下のとおり。

- <リサイクル原料>

- －自治体で集荷した小型家電を選別・破碎して濃縮したミックスメタル：
412kg

- <設備・処理>

- －製錬所において、電気銅、金地金、銀地金等を生産。

- <投入原料全体に占める割合>※平成 22 年 2 月の製錬所実績

銅精鉱	51,000t
-----	---------

故銅	700t
----	------

その他スクラップ	3,200t
----------	--------

処理合計	54,700t
------	---------

小型家電処理量	0.412 t	＝	比率	0.00075%
---------	---------	---	----	----------

- ・銅製錬/鉛製錬の設備を利用した、ベースメタルおよびレアメタルの回収については以下のとおり。

- <リサイクル原料の種類>

- －銅および/または貴金属（Au、Ag、Pt、Pd）が含まれるもの

- －受入最低品位：銅（10%）Au（10g/T）Ag（500g/T）

- －形状：サンプリングにより、代表サンプルが採取できる形状であること（製錬工程上の有害な物質が含まれていないこと）

- <設備/処理>

- －原料受け入れ→破碎/焼却 前処理（必要に応じて）→銅/鉛溶解炉での製錬 →湿式によるベースメタル、レアメタルの回収

- <生産物>

- －銅、鉛、亜鉛、Au、Ag、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Ni、Sn、Bi、Sb、In、Se、Te。基本的には 99.99%または 99.9%以上の地金として回収。

＜リサイクル原料の投入原料全体に占める割合＞

－5～10%（但し、個々の成分ごとに主原料として購入しているもの、副産物として回収しているものがあるので、回収メタルごとに異なる。）

- ・使用済小型家電から回収される産物のうち、銅・鉛・亜鉛および貴金属を含む電子基板等が回収の対象となる。液晶に含まれるインジウムは、別のラインで回収可能である。ただし、現在のメタル価格等により有価回収は不可能である。他のレアメタル、例えば、タングステン・タンタル・レアアース類は、現在の銅製錬・鉛製錬等では原理的に回収不可能である。よって、銅製錬・鉛製錬工程に入れる前に分離しなければならない。回収された資源は、電気銅等として市場に出される。原料構成比率にもよるが、制限はないと言える。
- ・レアメタルとしては、Pd（回収率 80%以上）、Bi（回収率 90%以上）、Sb（回収率 50%以上）、In（回収率 50%以上）の 4 種について回収可能。ここで言う回収率は、繰り返しを含まないマテリアルバランスにて示している。鉛以外の工程で Co（回収率約 95%）、Ta（回収率約 90%以上）等の回収が可能。全てメーカーが直接利用できる最終製品まで精製加工している。ほぼリサイクル原料にて操業製錬所もある。

2. 貴社において買い取りの対象となるリサイクル原料の買い取りの評価基準（ロット、価格等）

- ・銅製錬所の基準は以下のとおり。

＜買取基準ロット＞

－金銀銅原料の購入基準は 1 トン/ロット。含有が高品位なものなどは少量でも購入する。

＜価格等＞

－メタルの評価対象は次の通り。

金 0.001%以上

銀 0.030%以上

銅 10%以上

パラジウム 0.005%以上

白金 0.005%以上

- ・受入時の金属価格にて実収メタル成分を評価し、製錬費、不純物等の特別処理費等を差引いて有価となるものは有価原料として、廃棄物となるものは別途香川県の事前協議の承認を経て受け入れている。
- ・ロットの大きさは、リサイクル原料の種類により、購入先との話合いで決定している。価格等は、品位、種類により様々であり、一概には言えない。
- ・原則、トン単位。ロット毎に分析を行ない、評価。よって、ロットが小さくなると、分析コストの比率が高くなる。銅及び貴金属の LME メタル評価から精錬・精製費用、不純物の分離・安定化費用、受入評価のための分析費用等

を差し引いた残り分を原料代とすることが評価の基本の考え方となる。

- ・ 基板類の購入条件での評価対象金属種は Cu、Au、Ag、Pd。なお、これ以外の金属種で購入可能なレアメタルは、In、Co、Ta、Bi、Pt であるが、現在の金属価格水準では、In は 1.5%以上、Co は 20%以上、Ta(Ta205)は 15%以上、Bi は 50%以上、Pt は 20g/t 以上まで濃縮できていれば有価購入が可能。ロットについては、基板類は基本的に 1t を最低ロットとするが、Ta については 50kg を最低ロットとし、市況によって変化するが 500 円/10%Ta205 (kg) 程度で評価が可能。

3. 貴社における使用済小型家電の金属回収に要する実操業ベースの費用・収益、うち有価譲渡できている鉱種とその品位・量等

- ・ 厳密に使用済小型家電の回収に係わる費用等を分けることは困難であり、具体的な回答は差し控えたい。
- ・ 操業コストについての回答は差し控えたい。受け入れ最低品位を満足している原料については、購入対象としている。
- ・ 電子基板、銅線等が対象になる。ヒートシンク等のアルミニウムは、対象外となる。
- ・ 小型家電をそのまま溶鉱炉原料とした場合の費用は基本的に基板を処理する場合と同様で 50,000 円/t。基本的には見積条件にて計算を行い、有価となれば有価譲渡できるものとなる。小型家電そのもので有価譲渡条件を超えるものとして、携帯電話、携帯電話電池、デジタルカメラ、ノート PC、携帯型音楽プレイヤーなどがある。

4. 使用済小型家電の金属（鉱種別）回収における設備投資の必要性及び設備投資が必要な場合はその費用・回収期間

- ・ 中間処理で選別・濃縮すれば、金銀銅の原料として既存の銅製錬所の設備で処理可能。設備投資の計画は考えていない。
- ・ 使用済小型家電の種類によっては、評価対象金属の濃縮等の中間処理が必要となる。ただし、具体的な設備投資金額は不明。
- ・ 原則、設備投資は、行なわずに対応可能。
- ・ 小型廃家電中に一定量含有されているレアメタルの中で、現在回収できていないものには Ni が挙げられるが、本件については現在、未検討の状況。ただし、竹原製錬所に既存工程で硫酸 Ni 製造工程が存在するため、溶鉱炉投入前原料についてあらかじめ Ni の濃縮物を分離できれば、比較的安価に回収できる可能性はある。この場合、部品分別が重要となる。

リサイクルシステムの構築に向けた課題の整理について

5. 使用済小型家電の金属回収について、既存制度との整合性（法律の遵守や弊害等）について検討が必要な点

- ・一般廃棄物の県外移動については許可に基づいた中間処理事業者の選択、自治体へ連絡が必要であるため、しっかりとした処理フローの構築が重要と考える。
- ・評価対象金属価格が変動するため、同じリサイクル原料が「廃掃法」の対象物になる場合がある。また、自治体が集荷した一般廃棄物の流通が規制されている。使用済小型家電のリサイクルを推進するために、取引、流通を簡易にする施策が望まれる。
- ・リユース目的で、使用済小型家電がそのまま、高値で海外へ輸出されていると聞いている。実態の調査が必要ではないか。
- ・有価物の場合、商取引で対応可能。逆有価物の場合、一般廃棄物となると考えられるので、越境問題があると考えられる。他方、銅等は国際商品であり、まともでない前処理を行なう業者は、処理費を最低限にするために、中国バイヤー等が買っていく程度に荒っぽく壊して分離をする。その場合、有害物を含めたものが海外で有価物のみ回収して、有害物は未処理の例が多いと聞いている。電子基板等の有害物を含むものの輸出は制限する必要があると言える。また、資源確保の観点からも制限は必要と考える。
- ・昨年度のモデル事業における対応を例に挙げると、自治体にて中間処理を行い、基板として製錬所に送付することで有価扱いとなり、廃掃法に掛からないという方法にて実施してきた。本来、中間処理工場を労務費や土地代の安い郊外に集約する方が、メリットがあると考えられる。広域認定や特区認定で越境移動を簡単にできるようになれば効率が向上すると考えられる。

6. 貴社における使用済小型家電の金属回収に関する中間処理事業者等との連携、意思疎通の状況や要望等

- ・自社にて中間処理事業者等を選定するため、連携・意思疎通は問題ないと考ええる。
- ・銅、貴金属の回収を中心とした、破碎、濃縮等の中間処理に関しては、すでに「仕組み」が出来上がっており、特に要望はない。
- ・中間処理業者でレアメタルの濃縮をするにあたり、銅、貴金属の回収率を下げないような手法の開発が望まれる。
- ・現在、中間処理は、グループで行なっており、意思疎通には問題はない。他の中間処理業者から受入する場合、分解工程や不純物の取り扱い等の意思疎通が不可欠である。可能であれば分解・分別に関する指針があるとやりやすいと考える。

- ・昨年度のモデル事業では、製錬所側の要望に沿った解体がなされたが、今年度はより効率よい解体を行い、製錬原料として耐えられるかという部分を追求したいと考えている。特に Ta について、破碎機の設定と比重選別機の組み合わせを幾通りも検討し、見極めていきたいと考えている。

7. 使用済小型家電の金属回収について、①量及び②費用の観点から、効率化するための要望や考えられる施策（既存制度への改正要望、新たな金属回収技術の提案、対象品目・対象鉱種に対する提案等も含む）

- ・数量がまとまれば、費用面でも改善していくと考える。モデルケースの広域での横展開が必要かと考える。
- ・リサイクル目的で流通している原料、廃棄物については、その流通を促すため、新しい枠組みでの法規制が望まれる。
- ・一般家庭に退蔵されている使用済小型家電の供出を促すため、インセンティブ制度等の施策が望まれる。
- ・国内での資源循環を促すため、バーゼル制度の運用厳格化等、リユース目的の使用済製品輸出に対する、監視の強化が望まれる。
- ・既存の銅製錬、鉛製錬等の既存プロセスで回収出来ない金属、例えば、タンタルやタングステンは、製錬工程に入る前に分離する必要がある。ただし、現在のメタル価格ではこれらの金属含有部分を分離・濃縮する費用は捻出することができない。経済の視点のみで考えると、これらのメタルは、分離しないでそのまま製錬で処理し、スラグに入れるのが最も安価な方法と言える。
- ・タンタルやタングステン等の前分離や精製にかかる費用は機器に含まれる金属価値で充てられるべきと考える。現状のように、この金属価値が収集運搬費の対価となっている限りはレアメタルの金属回収費用を捻出することはできない。実際にレアメタルを回収していくためには、この経済合理性の上に成り立つ構造を打破し、大量の原料を定期的に安価に（もしくは無償で）確保することが必須である。しかし、現行法制度では一般廃棄物である使用済小型家電の収集に際しては市町村越境の問題等、1箇所的大量に集めることに障害がある。そのため、例えば、リサイクルされることが確実なことを担保したうえで、対象となる使用済小型家電については中間処理を行う業者に（一般廃棄物として）広域的に集約され、なおかつ、レアメタル等金属の使用済小型家電からの分離・選別が確実に行えるようなインセンティブを設けるといった措置を検討してみたいか。
- ・製錬設備側から考えた場合、量が多ければ多いほど効率が良くなるため地域連携が重要と考える。特に素材メーカーとして着目しているのが、Ta コンデンサー中の Ta と、リチウムイオン電池中の Co である。これらは使用済小型家電中の含有量が多いことと、これからも需要が見込まれていること、そして天然資源が中国等に偏在しており資源セキュリティの観点から、これら金属種については確実に回収できるシステムを構築しなければならないと考

えている。特に Ta については、使用済小型家電からいかに効率良くこれらの濃縮物を抽出できるかにかかっており注力していきたい。

以上