

○ 回答者

- ・(株) エコリサイクル【秋田県】
- ・(株) リーテム【茨城県】
- ・(株) 中西【津島市】
- ・リサイクルテック・ジャパン(株)【名古屋市】
- ・(株) アビヅ【名古屋市】
- ・三菱マテリアル(株)【京都市】
- ・柴田産業(株)【福岡県】
- ・アクトビー・リサイクリング(株)【水俣市】

リサイクルシステムの経済性評価について

1. 昨年度実施した経済性評価について実態と乖離していると考えられる点。

- ・「中間処理」について、昨年度モデル事業で実施した金属含有状況調査における使用済小型家電の破碎試験（約 8 トンを機械破碎処理）と比較した。イニシャルコスト 155 千円は、概ね齟齬のない範囲と思われ、ランニングコストは約 1,300 千円となった。
- ・現時点では小型家電からのレアメタル回収を目的にした中間処理は実務ベースで行うことは難しい。その原因として、レアメタルを回収するための中間処理技術が確立されていないこと、例え一部のレアメタル濃縮物を得たとしてもその売却先がないことがあげられる。
- ・解体に時間がかかり過ぎる。解体する品目が多すぎ、本来必要とする基板以外の対象物は必要がない。
- ・経済性評価のコスト計算（特に人件費）は実態とは乖離していると考える。民間企業が小型家電で事業を成り立たせようとするならば、より工夫してコストを抑えようとするのではないか。
- ・モデル事業での取得データは以下のとおり。
<770kg の小型家電の解体作業>
①人件費 「管理者」9 時間×4,100 円/時+「作業員」51 時間×1,400 円/時=108,300 円
②その他コスト（受入、保管、破碎、回収物の計量・出荷に掛かるコスト）を上記人件費の倍と仮定すると）108,300 円×2=216,600 円
中間処理コスト（①+②）は、（108,300 円（人件費）+216,600 円（その他経費）=318,900 円（小型家電 1kg 当たりでは、318,900 円 ÷ 770kg = 414 円/kg
- ・経済性評価の中間処理コストは概ね実態どおりで乖離はない。ただし、下記の要因でコストは変動するので、詳細な検討をする場合は留意が必要。
①作業工程：モデル事業では製品を分別する作業が必要であったが、事業化

する場合は、レアメタルの含有量により 3~4 種類の分別が想定されるので、若干作業員のコストは下がる。

②破砕機の清掃作業回数：レアメタルの含有量により 3~4 種類に分けて破砕しているが、含有量が低い物の破砕くずが破砕機内に残っていると、含有量が高い物を破砕する時に、含有率が下がってしまうため、種類毎に破砕機の清掃が必要である。清掃回数は回収量により大きく変わらないので、回収量（処理量）が小さい方が、1kg あたりの処理コストは高くなる。ただし、破砕機の処理能力が低いと清掃回数が増え、更にコストが高くなる。経済性評価では、回収量（処理量）の異なる 3 つのモデルについて、1kg 当たりのコストが同じ（必要コスト：90~115 円/kg、追加コスト：30 円/kg）であるが、実態としては、処理能力が大きく回収量が多いほど、1kg 当たりの単価は下がる。

③地域性：人件費は地域によって相場が異なる。

2. 使用済小型家電回収に係る収益（便益）・費用について、別表以外に考慮すべき項目の有無。また、使用済小型家電の中間処理に要する実作業ベースの費用・収益。さらに、作業工程の追加と得られる成果物の資源性向上の関係（作業を丁寧にやる、あるいは追加すると売却額は高くなるが、当然費用も高くなる。そのあたりのバランスはどのように取っているのか）。

<ランニングコスト>

- ・周知費用（イニシャルコストでかかる回収の開始に係る周知だけでなく、定常的に回収するため、回収物の品位を保つために必要。イベント回収でもランニングコストとして必要。）
- ・運搬費（中間処理施設までの費用も別途発生。回収場所から直接中間処理施設まで運搬することを想定すると回収の費用と考えられるが、中間処理技術の選択、つまり、レアメタルが多く回収できる技術を持つ業者に運搬したい場合、その距離は最短ではなく、一旦自治体の清掃センター等に集積されてから運搬されることも想定される。）

<イニシャルコスト>

- ・試験費用または研究開発費用
- ・別表以外に考慮すべき項目は特に見当たらない。
- ・使用済小型家電の資源化処理において発生する機械破砕費、物理選別費及び廃棄物処理費は、産物である鉄スクラップや銅、アルミ、場合によってはプラスチック等の売却額でまかなわれるべきである。仮に売却額が処理費を上回った場合は残額を収集・運搬費に回すことでトータルのコストを抑えることができる。
- ・処理費と産物の資源性のバランスを検討するため、まずはコストを考慮せず理想的な分離（単体分離に近づける）ができた場合に得られる産物の資

源価値を把握する。これによって機器の資源ポテンシャルを把握した上で、処理費と有価物の売却額とのバランスから最適な処理方法を決定していく。

- ・費用・収益に関しては、一般論として、資源性の向上との関係はあるが、バランスは売却額に対し費用が低くなるようにすることと、小型家電をいくらかで受け入れるまたは購入するかによる。
- ・細かく分解するほどに付加価値は増加すると思われるが、手分解が前提であるため、人件費の採算性を確保することは困難。
- ・小型家電の解体で収益性を保つ方法としては、レアメタル回収を主目的とし基板のみを取り出し回収を行うことが考えられるかもしれない。しかし、他の物については素材毎に解体・分別して経済性を保つ事は困難。
- ・費用対効果を考えた上で環境・資源循環（国内循環最優先で）の最善を探りバランスをとっている。別表以外に考慮すべき点として『持込に対してインセンティブを与える』という項目を追加してはどうか。例えば現金ではなくポイント付与等。そこには税金を投入するのではなく、協賛企業を募り協賛金で小型家電リサイクル全体を運営し、協賛企業のクーポンなどでポイント還元する等が考えられる。
- ・別表で項目は十分と思われる。問題はコスト算定の基礎データをいかにして取得するかである。また、レアメタルリサイクルのために小型家電よりレアメタルを含有する特定部品を設定し、これを手分解で取り出す際のコストを、一般的な中間処理コストにプラスするかたちでコスト試算することが必要と思われる。
- ・有価物の売却収入の算定に当たっては、製錬業者の買取条件やメタル等の市場価格等の変動を考慮する必要がある。中間処理に要する実操業ベースの費用・収益は、回収量や買取価格等により大きく変動するため、一般的な回答は困難。ただし、費用・収益を考慮した実操業を行うためには、安定的な回収量の確保と、変動の少ない製錬業者の買取価格設定が必要。さらに、作業工程の追加と得られる成果物の資源性向上の関係も考慮が必要。製錬業者の買取条件と収支バランスを踏まえ、成果物の資源性が向上し、高収益となるように作業工程を設定している。人手を使うと高度な選別が出来るが、人件費や製錬業者の買取条件も考慮して機械化も検討しており、先般、湿式選別機を導入し、実証中である。

3. 経済性の観点から最低限対応可能な処理ロット・処理量と現状施設で最大限対応可能な処理ロット・処理量。処理量を増やす際に設備投資が必要な場合はその費用と費用回収期間。

- ・一次破碎として既存の家電リサイクル法品目の破碎設備を使用する場合、設備の規模、並びに処理中のロスを考慮すると 1 バッチ当たり最低でもトン単位は必要である。ただし、当初は、既存施設をパートタイムで使うの

であれば、蓄積がうまくできれば使用に関しては問題ないのではないかと（家電プラントの破砕機がベストな破砕方法かどうかは別として）。一次破砕物の物理選別、篩い分けに関する現有設備の処理能力は機器構成により変えられるが、現在の収集量であれば現在試験している工場の保有設備で対応可能。

- ・ 運搬費用や品目により経済的に見合うかが決定するため一概にどの程度の量を行えるか回答することは難しく、ケースバイケースという回答になる。一般的には、他のものと混ぜて処理を行うため、排出先による持ち込みであればごく少量でも受け入れ可能である。単独で処理を行う場合は 10 トン程度が最低処理量となる。最大処理量は 1 日当たり 37.8 トンとなる。
- ・ 携帯電話のような「超小型家電」以外の手分解は採算性を保つことができない。よって、「超小型家電」ならばロットが増えるということには人件費の問題だけであるので対応はできる。また、ストックヤードはそれほどスペースを取らない。
- ・ 大雑把には、最低 10 t/月、最大 100 t/月。設備投資はどの程度の処理規模を想定するかによって異なるため、単純には回答できない。
- ・ 小型家電 770kg の処理では、
 - ① 中間処理コスト：-318,900 円
 - ② 有価金属売却益と廃棄物処理の収支：55,684 円→収支は、55,684 円 - 318,900 円 = -263,216 円
のマイナス収支となった。よって 770kg 程度の少量では経済性は無いと判断できる。有価金属となるミックスメタル・鉄スクラップ・その他の売却収入が処理コスト、運賃コストをカバーするためには、それに見合った数量の有価金属が必要となる。損益分岐点は、解体や破砕の度合い工数を検証しなければならず、現時点では試算できない。少なくとも有価金属を売却する際に運賃コストがマイナスにならないように 4 t 車、10 t 車で運べる単位のロットが必要と考える。最大数量、設備投資に関しては、集荷数量に合わせて検討する。
- ・ 経済性は、製錬業者の買い取り価格に左右され、経済性のある対応可能な最低処理量の回答は困難。回収量が安定的に確保できるのであれば、高度処理するための設備を追加したい。（価格変動により中国へ回収物が流れてしまうようなシステムでは困る。）

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

4. モデル事業における使用済小型家電の中間処理について、既存制度との整合性（法律の遵守や中間処理の効率化等）を図るために苦労した点。

- ・ モデル事業はあくまで試験であり、収集の問題（自治体間の移動の問題）

を除けば、資源化処理段階で大きな問題はなかった。ただし、これは資源化処理を行っている当工場が、既に産業廃棄物、一般廃棄物の許可を持ち、家電リサイクルを行っているためと考えられ、このような条件のないところでは、産業廃棄物・一般廃棄物の区別等、問題となる項目も多いと想像できる。

- ・一般廃棄物を処理することは可能だが、中間処理を行なった後のものが有価物でないとその先の受け入れ先が少なく難しい。小型家電の収集量が少なく、単独の地域だけでは最小ロットがなかなか集まらない。ロットが少ないため単独での運搬は難しく、運搬可能な車両も限られる。また、各自自治体より回収を行った場合、新規参入することは難しい。
- ・回収量から考えると現時点では複数の自治体に渡り回収・中間処理を行なった方が効率的であるが、中間処理業者の一般廃棄物処理の許可取得状況から考えると現実的には実施できないと思われる。収集運搬および中間処理を効率的に行うには広域認定のような制度が必要と考える。
- ・一般廃棄物という枠の中で法律を遵守することに苦労した。
- ・自治体が回収した小型家電の中間処理で破碎を行う場合、「汚泥」、「廃プラ」、「金属」、「ガラス」の処分業許可（破碎）を持っている事業者（もしくは同等の能力を有すると判断できる事業者）に、市から委託することが必要（廃棄物処理法施行規則第3条（処分基準）、第4条（委託基準）関係）。
- ・今回はモデル事業として実施したため、特に課題はなかった。今後、事業化する際には、法律改正も含めた制度改正が必要。
- ・廃掃法の管理下での処理となると、申請の関係上、新たな設備導入が困難。

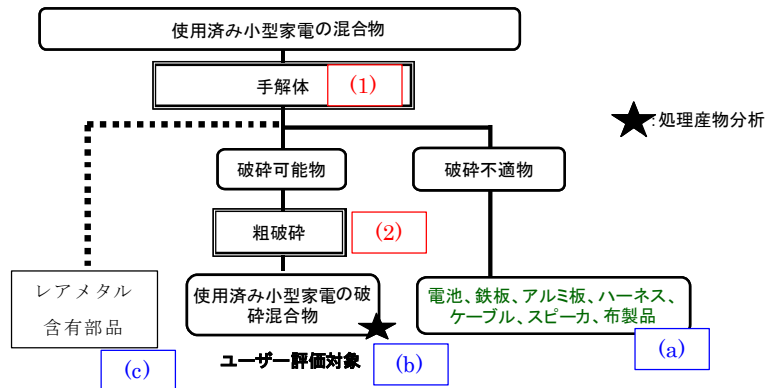
5. 一般的に、使用済小型家電の中間処理に関して、処理の程度や品質の決定主体（どのような処理・品質にするかについて、非鉄製錬業者・貴金属専門メーカー・レアメタル専門メーカー等のニーズを把握して中間処理業者が決定しているのか、それとも先方から受入品質について指定があるのか）。

- ・分離する側はお金になる（誰かが買ってくれる）のなら取るのみで、受け側は買えないもの（利益がない）であれば買わないだけである。これは完全に経済原則であり、一般には銅・鉄・アルミや貴金属のような誰もがわかっていて設備も一定規模があるものの中での動きである。
- ・最低限の受け入れ条件は、受け入れ先によって決められておりそれ以上の品質で中間処理業者は出荷することになる。ただし、受け入れ金額や量によっては中間処理の手間を省き他の受け入れ先に変更したりすることもある。また、中間処理を行う物の品質や量、中間処理を行う金額（買い取りか処理か、その金額がいくらか）によっても出荷先を変更したり、処理方法を変えたりする。レアメタルのリサイクルについては現状としては鉄や銅、貴金属の量によってどうするか決定しており、レアメタルは副次的に

回収できるかどうか、ということに留まっている。

- ・基板に関しては3~4種類のグレードに分けて出荷することが単価的に好ましい。プラスチック、金属に関しては先方からのリクエストはないが細かに分別すれば当然付加価値は増すこととなる。
- ・主に中間処理業者で決定している。
- ・平成21年度にモデル事業にて実施した中間処理内容を以下に示す。受入基準に対して、最も効率が良い、選別加工をして品質が決定される。

中間処理フロー（点線部は今年度実施予定の昨年からの追加分）



| 工程/産物 | 中間処理業者 | スクラップ業者 | 非鉄製錬所 | レアメタル回収業者 |
|--------------|--------|---------|-------|-----------|
| (1)手解体 | ◎ | ○ | | |
| (2)破砕処理 | ◎ | | ○ | |
| (a)手解体分別物 | ◎ | ○ | | |
| (b)破砕物 | ◎ | | ○ | |
| (c)レアメタル含有部品 | ◎ | | | ○ |

◎：品質決定主体（受入条件を勘案して品質を決定）
○：受入品質を提示する主体。

- ・各製錬業者からの受入品質の指定に従っている。
- ・濃縮技術が確定されていないため、現時点では中間処理サイドでレアメタルが含まれていると考えられる部位の抽出処理を行う。

6. 使用済小型家電の中間処理について、①処理量及び②処理費用の観点から、効率化するために考えられる施策（既存制度への改正要望、新たな中間処理フロー（技術も含む）の提案、対象品目・対象鉱種に対する提案等も含む）。

- ・今のモデル事業での検討は以下のようなトータルでの検討を考えているとは思えない。すなわち、一般廃棄物でどの程度の負担があるのか、違法な収集が横行することで国や自治体、国民に対してどのようなデメリットが

発生しているか、当然ながらレアメタル類などの戦略金属の供給障害によって将来日本の産業が負う可能性のあるリスクを考慮した中での、「資源化処理のコスト」が議論されるべきである。切り刻んで要望を汲み取るのではなく、トータルな面からのシステム提示をいただき、その枠の中での最適化を考えたい。一般的に言えば、最適フローや処理コストは条件によって決まってくるものであるが、目標が明確であれば（実際に社会システムで実施する決断があれば）、かなり改善できるものであることは、我が国の過去からして容易に想像できる。

- ・ 処理量を多くするためには、市町村を超え運搬や処理を行う必要があるかと思う。どのような鉱種をターゲットにするのか、どの製品から回収するのかを明確にする必要がある。多鉱種多品目（製品）をターゲットにするには技術的・システムの課題が山積しており、小型家電からのレアメタルリサイクルは不可能と思われる。また、たとえ各品目に対し技術開発とリサイクルシステムの確立がされたとしても、中間処理業者に対し各品目それぞれに各鉱種を回収するような装置や技術の導入を促されても運用が難しい。
- ・ (対象品目について) 最終的に処理量や処理費用は売却益に左右されるため、現時点で中間処理業では決めかねる。現状では、金や銅などの含有量から利益を得るとして携帯電話やデジカメなどのデジタル機器や、OA 関連機器が主に扱える品目になるかと考えられる。
- ・ 今回は知的障害者による手解体を実施しているが、基本的には機械による粗破碎をした後に手分別するような中間処理フローが好ましいと考える。
- ・ 現在のレアメタル価格では、回収・選別・解体コストが民間では採算が取れないことから国が買い取って備蓄するなどの方策が必要と考える。小型家電リサイクルのレアメタル回収の事業化の為には、レアメタルの中間処理を国の買い取り価格に反映することが必要。
- ・ 対象品目としては、プリント基板を含有していること、基板中の金銀やレアメタル含有量などか検討が必要と考える。その他の小型家電（電動髭剃り機、電動ハブラシなど）については、貴金属の品位が低いことが考えられるため、コストを掛けて回収しても収益が少ないことが予想される。
- ・ 事業性を確保するためには、広範囲から回収し、回収量を確保することが必要なため、回収地域の自治体が複数にまたがる。それぞれの自治体から許可等を取得することは非効率であり、回収品目も限定されていることから、広域的な許認可制度を検討いただきたい。また、ステーション回収の場合は、1自治体内の複数個所から拠点に回収するまでは、これまでどおり一般廃棄物の許可事業者とし、拠点から中間処理施設までは、産業廃棄物や広域認定等の認可事業者に限るようにして欲しい。産業廃棄物の処理施設について、許可品目と性状が同等である一般廃棄物も処理出来るようになれば、既存の施設を有効に活用できる。
- ・ 最終処分場が少なくなってきたおり、廃プラ等の残渣の処理の受入口をセ

メントや製鉄への許認可等により拡大して欲しい。（残渣物が不適正に海外に輸出されていることが懸念される。）リモコンや電話子機に乾電池、ゲーム機等にバックアップ用電池が入っている。電池を粉砕機に入れると発熱・発火するため、外しておく必要がある。電池の一部は日本電池リサイクル工業会に引き取ってもらっているが、乾電池やTVブラウン管等は引き取り先がないため、これらの処理困難物を適正に処理するルートの確保が必要。

- ・現時点で収益性はなく、本件に関する設備を導入した場合の費用対効果が得られる処理費の導入が必要と考える。

以上