

（3）使用済小型家電のリサイクルにおける環境管理手法

使用済小型家電からのレアメタル等金属回収のための中間処理及び金属回収プロセスにおいて、環境管理の観点から注視すべきポイントについて整理を行った。また、有害物質の排出規制に関する主な環境関連法規制について、以下の法令を念頭に現行における規制状況について整理するとともに、モデル事業で得られた知見を通じて、使用済小型家電のリサイクルが実施された場合に各プロセスで想定されるリスクイベント及びリスク回避対策についてとりまとめた。

<主な環境関連規制>

- 大気汚染防止法
- 水質汚濁防止法（瀬戸内海環境保全特別措置法・下水道法）
- 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- ダイオキシン類対策特別措置法

①中間処理プロセスにおける環境管理の考え方

1）環境管理の観点から注視すべきポイントの抽出

比較的オーソドックスと考えられる中間処理プロセスを想定し、環境管理の観点から注視すべきポイントを整理した。

具体的には、解体プロセスにおける蛍光管の破砕による粉塵及び有害成分の発生や電池の液漏れによる有害成分の漏出、破砕・選別プロセスにおける粉塵及び有害成分の発生等について注視する必要がある。

2）環境関連法規制における規制状況

モデル事業の中間処理プロセスに参加した事業者においては、当該プロセスに関連する施設について、排ガスや排水についての排出規制の対象はなかった。他方、破砕工程において、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、「廃棄物処理法」という。）に基づき、廃棄物処理業の許可や破砕処理施設の施設設置許可を取得している例が多い。

3）中間処理プロセスで想定されるリスクイベント及びリスク回避対策

使用済小型家電の中間処理プロセスにおいて想定されるリスクイベントとその回避対策について、モデル事業実施主体へのヒアリング調査等をベースにとりまとめた結果は以下のとおり。

- 解体作業時の有害物質漏出（蛍光管の破損、電池の液漏れ等）対応
 - ・ 保護具マスクの着用
 - ・ 作業手順の確認

○粉じんの発生への対応

- ・ 保護具マスクの着用
- ・ 集塵機の設置（解体時に局所集塵を設置等）
- ・ 活性炭フィルターの設置
- ・ 作業手順の確認

○粉塵爆発や火災の発生への対応

- ・ 分別の徹底（ライター、スプレー缶、電池類の誤投入の防止）
- ・ 電池の事前分別、抜き取り
- ・ 保護パーツ（粉塵爆発抑制装置等）の設置
- ・ アース接地
- ・ 火災予防措置（専用容器の使用等）
- ・ 作業手順の確認

○排水を通じた有害物質漏出への対応

- ・ 保管・作業スペースのコンクリート舗装
- ・ 排水処理装置（油水分離装置等）の設置

4) 中間処理プロセスにおける環境管理の方向性

これまでの使用済小型家電の処理において、約6割の市町村が破碎を行っている。

今後、使用済小型家電からのレアメタルの回収のために部品の分離・回収を行う場合には、専用の中間処理プロセスにおいて、まずは電池や蛍光管など環境管理上留意が必要な部位・部品を事前に取り外した後に、解体・破碎・選別の工程に回ることが望ましい。これにより、「3) 中間処理プロセスで想定されるリスクイベント及びリスク回避対策」に記載されている解体作業時の有害物質漏出（蛍光管の破損、電池の液漏れ等）や、粉塵爆発や火災の発生を防止することにつながることを期待される。

また、中間処理プロセスの中では、引き続き破碎工程が重要な役割を担うと考えられることから、現行の廃棄物処理法に基づく処理基準、構造・維持管理基準を引き続き遵守することが重要である。

②金属回収プロセスにおける環境管理の考え方

1) 環境管理の観点から注視すべきポイントの抽出

小型家電からの金属回収を担う主たるプロセスと考えられる銅製錬、亜鉛製錬及び鉛製錬と、湿式処理の例としてインジウム精錬について、環境管理の観点から注視すべきポイントを整理した。また、金属の製錬プロセスにおいて、各元素がどのような挙動を示すのか（金属相／ガス相／スラグ相のいずれに強く分配されるのか）について、乾式の製錬プロセス（鉄鋼（転炉、電炉）、銅転炉、鉛溶鋳炉、ISP、

アルミニウム再溶解)を対象とした熱力学的なモデル解析結果に基づき整理した。
(詳細は参考資料 8 の 3 . を参照)

系外への移動の可能性があるものとしては、排ガス(煤じん)、排水、鉱さい(スラグ)が考えられる。ガス相への移行が想定される物質(水銀等)については、排ガス(及び湿式の排ガス処理を行っている場合は排水)処理において特に留意する必要があると考えられる。

また、製錬プロセスでは、各所で濃縮した中間産物を複数の工程で回収するが、スラグ相への分配傾向が強い物質(主に酸化物となる金属)については非鉄製錬スラグに移行していると考えられる。代表的な非鉄製錬スラグである銅スラグからの有害物質の溶出に関する既往研究においては、溶出によるリスクは十分低いことが確認されており、土木資材として有効利用されている。

2) 環境関連法規制における規制状況

モデル事業の金属回収プロセスに参加した事業者のうち、非鉄製錬事業所においては、焼却灰、金属くず、廃酸・廃アルカリ等様々な廃棄物を処理しており、廃棄物処理法に基づく廃棄物処理業の許可や廃棄物処理施設設置許可を取得している例が多い。また、水質汚濁防止法や大気汚染防止法(鉱山保安法の相当規定を含む)に基づき、排ガス規制や排水規制がなされている。

3) 金属回収プロセスで想定されるリスクイベント及びリスク回避対策

小型家電からの金属回収プロセスにおいて想定されるリスクイベントとその回避対策について、モデル事業実施主体へのヒアリング調査等をベースにとりまとめた結果は以下のとおり。なお、ここで挙げた対策は、現行の環境規制への対応の中で既に実施されているものと考えられる。

- 排ガスを經由した有害物質の系外移動への対応
 - ・ 排ガス処理装置の設置
 - ・ 既存排ガス処理装置の適正管理(電気集塵機の電圧、電流値の適正管理等)
 - ・ ガス洗浄装置(スクラバー)の循環水量の適正管理
- 飛灰やスラグを經由した有害物質の系外移動への対応
 - ・ 飛灰、スラグからの有害物質の拡散防止対策、溶出対策
 - ・ 分別及び事前分析(溶出試験による確認)
 - ・ 残渣物の適正保管(容器保管、養生など)
- 排水を通じた有害物質の系外移動への対応

- ・ 排水処理装置の設置
- ・ 排水処理装置の適正管理
- その他の有害物質の飛散、漏出、曝露への対応
 - ・ 屋内保管、輸送中の飛散防止対策
 - ・ 保護具の着用
 - ・ 溶融処理による無害化
 - ・ 公害防止装置、曝露防止

4) 金属回収プロセスにおける環境管理の方向性

平成 21 年度使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会とりまとめによれば、レアメタル専門メーカーについては、その多くの施設において、電子部品屑、廃メッキ液、貴金属スクラップ等を主な原料として利用しており、むしろ、鉱石を主な原料としている施設は希といえる。そのため、使用済小型家電からのレアメタル回収システムが構築された場合にあっても、取り扱う原料の質に大きな変化はないと考えられる。

非鉄製錬事業者については、鉱石を主な原料とする施設は多数存在するが、一部の施設ではもっぱら廃棄物を含むスクラップ等を原料としているなど、廃電子基板や家電・自動車の破碎残さを利用している施設はめずらしくない。現状、製錬施設で処理されている廃基板類の量（10～12 万トン：日本鉱業協会推計）に対し、使用済小型家電からのレアメタル回収システムが構築された場合（9 品目、回収率 30% とした場合に製錬プロセスに投入される基板量は約 2,600t /年と想定される）にあっても、取り扱う原料としての廃基板類の量に大きな変化はないと考えられる。

製錬プロセスでは、各所で濃縮した中間産物を複数の工程で回収するが、主に酸化物となる金属はスラグに移行することとなる。また、排ガス処理等、他の環境媒体への移行を防止する処理が行われており、有害物質は排ガス（煤じん）、排水、スラグとして管理されることとなる。

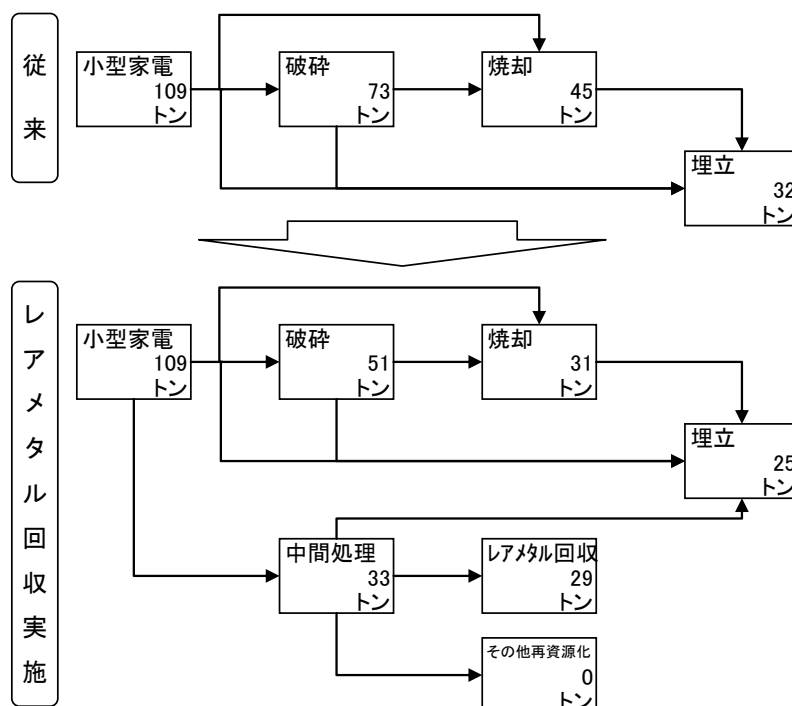
排ガス及び排水については、大気汚染防止法や水質汚濁防止法（鉱山保安法の相当規定を含む）といった既存の法体系で規制がなされており、引き続きこれらの法令を遵守することが重要である。また、特にこれまで廃棄物を受け入れていない施設にあっては、使用済小型家電に由来する原料が廃棄物である場合、廃棄物処理法の適用を受けることとなることから、同法に基づく環境管理の徹底（処理基準、構造・維持管理基準の遵守）が必要となる。

なお、銅スラグからの有害物質の溶出リスクについては、十分低いこととする文献が確認されている。廃棄物の最終処分量の減量と資源の有効利用を促進する観点から、スラグの有効利用のための品質管理が重要と考えられる。

③使用済小型家電のリサイクルによる最終処分場等での環境影響の変化に関する情報について

使用済小型家電が国内でリサイクルされると、焼却施設や最終処分場への有害物質の投入の減少が想定される。後述する5. (3) リサイクルシステムの経済性評価と同様、比較的金属含有濃度が高い9品目を対象に、小型家電の回収・リサイクルにより、排出量の最大30%が回収されると仮定し、最終処分場や焼却施設への鉛の負荷量がどのように変化するかについて試算を行った。

結果は次図に示すとおりであり、最終処分に向かう鉛の量は32トンから25トンへと約21%減少すると推計された。鉛については、基板へ一定量が集中していることから、中間処理における基板の選別により、多くがレアメタル回収に向かうこととなる。このように、使用済小型家電のリサイクルは、最終処分場へ投入される有害物質負荷の減少に一定程度効果があることが示唆される。



<推計方法>

- ・後述する5. (3) リサイクルシステムの経済性評価における前提条件 (表 5-4) に基づき、比較的金属含有濃度が高い9品目を対象に、排出量の最大30%が回収されると仮定して試算。
- ・昨年度事業でとりまとめた自治体における小型家電処理方法別の処理割合 (破碎処理：約67%、焼却処理：約41%、埋立処理：約29%) に基づき、破碎・焼却・埋立のフロー量を分配。
- ・中間処理プロセス中の分配状況については、経済性評価において用いた部品別の分配状況データを用いて試算。

図 4-1 小型家電リサイクルによる鉛のフロー変化

④使用済小型家電等の海外流出等に関する情報について

我が国で排出された使用済小型家電は、市町村へ排出、中古品として販売店等で下取り、リサイクルショップ等へ売却等が考えられる。今般環境省が実施した市町村へのアンケート調査のフォローアップによれば、一般廃棄物として家庭から排出された使用済小型家電が海外へ資源として輸出されている実態が確認されている（全体の約13%の市町村が有価物として売却しており、うち約30%の市町村が海外に輸出されている又は輸出されている可能性があるという回答）。

電気電子機器廃棄物（e-waste）の途上国への輸出に関しては、特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律で輸出の制限があるが、途上国においては、環境上適正な処理がなされていない事例が報告されている。小型家電については、どのように輸出され、途上国においてどのように再利用され、若しくは再資源化されているかという実態は不明であり、我が国からの使用済小型家電の海外流出と直接結びつくものではないが、使用済小型家電のフローの最下流における参考情報として、途上国における e-waste の処理実態に関する情報を収集したので、ここに紹介する。

1) フィリピンの例⁵

フィリピンのフォーマル・インフォーマルリサイクル現場で内部ダスト、周辺土壌、内部大気、労働者毛髪・血液・尿の重金属等を調査（2010年2月、8月）した結果、どちらの現場でも内部ダストや周辺土壌から Pb、Zn 等が検出。その他からも重金属を検出。

2) 中国（広東省貴嶼鎮）の例⁶

電子廃棄物回収分解地区である広東省貴嶼鎮では、廃電線の被覆プラスチックの野焼き、プリント基板の焼却処分や強酸処理といった方法でのリサイクルによって、環境汚染、健康被害が懸念されている。例えば、1～6歳児、の血中鉛濃度を調査した結果、約8割程度の児童が鉛中毒（100 μ g/l以上）であることがわかった。また、広東省貴嶼の e-waste 解体処理産業の人々の健康への影響について調査した結果、ある程度の影響（回路基板の焼却やプラスチックの酸洗浄作業による皮膚への影響等）を与えていると考えられている。

以上のように、アジア等の途上国においては、e-waste からの資源回収を環境上適正に行っている例もある一方で、未だインフォーマルセクターが e-waste の回収やリサイクル等の主たる役割を担っており、環境上不適正な処理による環境汚染や健康被害が指摘されている。

⁵ 愛媛大・国立環境研究所調査、第7回国立環境研 E-waste ワークショップ資料

⁶ 中央環境審議会循環型社会計画部会（第29回）ヒアリング アジアごみ問題研究会資料（2006年10月24日）

我が国で発生する使用済小型家電については、国内の環境上適正な処理施設を用いることにより、適正に処理することが可能である。アジア地域に視野を広げた場合、環境上不適正な処理に繋がる可能性を回避することは望ましく、国内での適正な処理がこれに寄与するものと考えられる。

⑤資源採取段階における環境影響等に関する情報について

小型家電は、自動車や家電4品目に比べて重量は小さいものの、レアメタルや貴金属等の有用金属が含有されており、単に重量ではなく、それらの有用金属の資源性にも注目する必要がある。資源性を示す指標のひとつに関与物質総量(TMR: Total Material Requirement)がある。TMRは、物質集約度を表す指標であり、人間の経済活動に伴う直接的・間接的な物質の量、および、経済外の隠れたフロー量を含めた物質の量を示す指標である。隠れたフローは、直接および間接的な経済行為に伴う物質の移動や攪乱の量であり、TMRは、ある物質1tを入手するために採掘した鉱石・土砂・岩石の量を示している。つまり、資源採取時の潜在的な環境負荷を表すものであり、使用済小型家電の最上流における潜在的な環境負荷を検討するひとつの指標となる。例えば、鉄のTMRは8であるが、これは鉄1tに対して鉄鉱石の採取、コークスの原料炭の採取に伴う覆土、脈石、尾鉱等の量が8tあるということである。銅の場合にはそれが360tであり、金では1,100,000tに及ぶということである。

図4-2は、乗用車、CPU、携帯電話、LCDパネルについて、各機器の実重量(消費端重量)と各機器の実重量をTMRにて重み付けした結果(資源端重量)の対応を示している。自動車は従来型素材(アルミ、鉄、銅、ステンレス)を多用しているため実重量の15倍程度の資源端重量となっているが、CPU、携帯電話、LCDパネルなどは300から1,000倍の資源端重量を示しており、いかに負荷をかけたかがよくわかる。

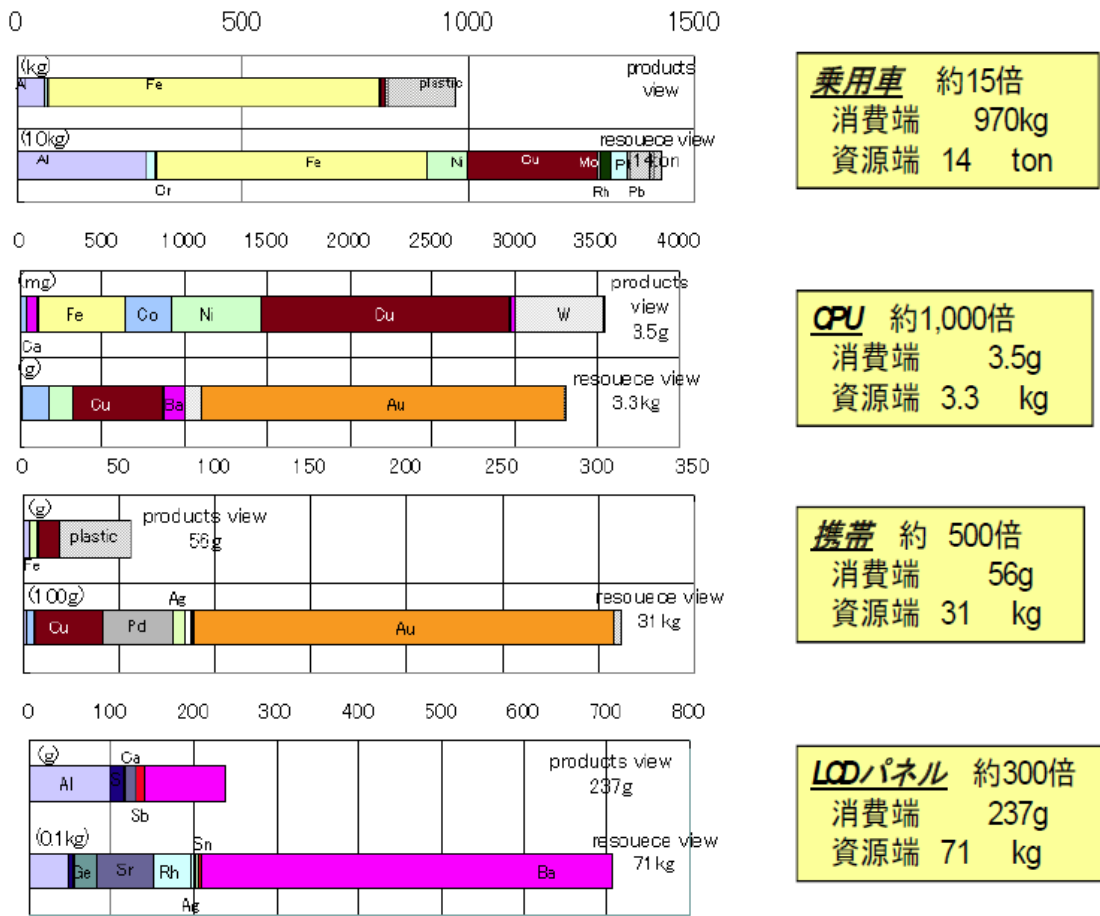


図 4-2 各種製品の消費端重量と資源端重量

出典： NIMS-EMC 材料情報環境データ No.18 概説 資源端重量 (2009)

図 4-3 は、携帯電話、携帯音楽プレーヤー、デジタルカメラ、薄型テレビの基板に含有される主なレアメタル含有量とボディ等に含有される鉄、アルミ、プラスチックに重み付け係数として TMR を乗じた結果を製品 1 台当たり、1 年間の潜在的回収可能台数当たり、にて示したものである。

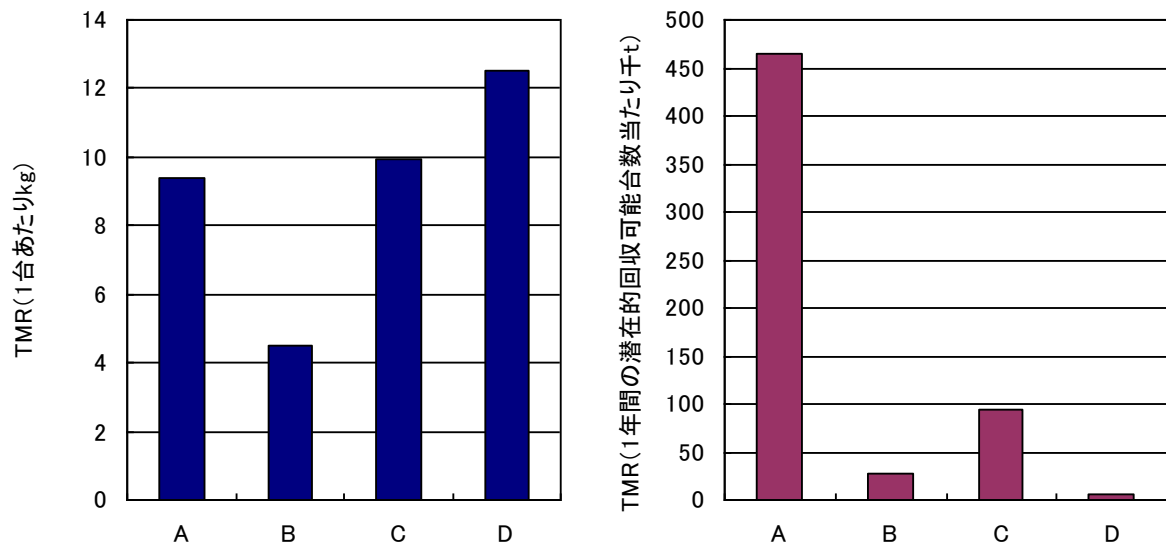


図 4-3 主な製品の基板に含有される主なレアメタル含有量（TMR にて重み付け）

※A：携帯電話、B：携帯音楽プレーヤー、C：デジタルカメラ、D：薄型テレビ、評価対象レアメタルは4品目にてデータの存在する、Li、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Ga、Sr、Nb、Mo、Pd、In、Sb、Nd、Dy、Ta、W、Pt とした。

※TMRは、NIMS-EMC 材料情報環境データ No.18 概説 資源端重量（2009）にて示されているものを用いた。

製品1 台当たりでは、薄型テレビの TMR が最も大きく、次いで、デジタルカメラ、携帯電話、携帯音楽プレーヤーとなる。1 年間の潜在的回収可能台数当たりでは、携帯電話が最も大きく、次いで、デジタルカメラ、携帯音楽プレーヤー、薄型テレビの順となった。1 年間の潜在的回収可能台数当たりで考えた場合、薄型テレビの潜在的回収可能台数は現時点では小さいが、CRT テレビを含む潜在的回収可能台数で比較したとしても、携帯電話等の小型家電は種類も多く潜在的回収可能台数が多くなる。そのため、レアメタル等の資源採取時の負荷は小さくないと考えられる。

また、図 4-4 に、現状の TMR と、リサイクルが全くなされなかった場合の TMR、さらにリサイクルを促進した場合の TMR を示す。これよれば、金属によって程度の差はあるものの、リサイクルによって資源の有効利用を図ることにより、TMR を減少させることができることがわかる。

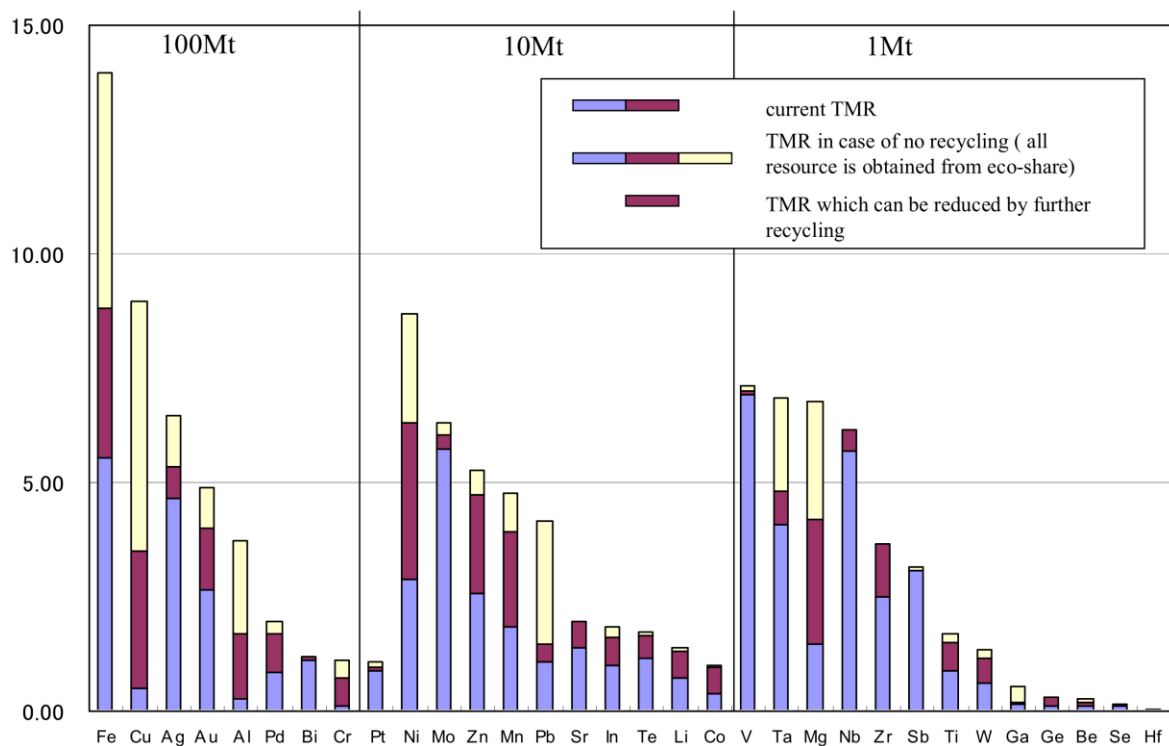


図 4-4 日本における金属ごとの年間 TMR

出典：NIMS-EMC 材料情報環境データ No.18 概説 資源端重量（2009）

以上のように、使用済小型家電のリサイクルを促進することにより、天然の鉱物資源の消費量が減少することで、資源採取時の潜在的な環境負荷の減少につながる事が期待される。

5. リサイクルシステムの検討

(1) リサイクルシステムの目的・必要性

リサイクルシステム（使用済小型家電からのレアメタルのリサイクルシステムのこと。以下同じ。）の目的・必要性について、資源確保、環境管理、廃棄物対策、静脈産業の創出・振興等の観点から総合的に検討を行った。

①資源確保の観点から見た必要性について

我が国における資源確保の観点から見たリサイクルシステムの必要性については以下のとおり整理できる。

<資源供給の遍在性と寡占性>

- ・レアメタルは産出国の遍在性が高い鉱種も多く、中国のレアアースの輸出枠制限の例にみられる様に、主要生産国の輸出政策の変更の影響を大きく受ける状況にある。
- ・近年、非鉄メジャー各社による大型のM&Aが進められ、生産者の寡占化が進展。一方、中国国内では、レアアースにおいて環境対応や生産調整を目的とした事業者の再編が政府主導で実施。
- ・こうした資源生産国・生産者の遍在性や寡占性による供給リスクを回避するためには、海外調達先の分散、備蓄の強化や代替材料の開発の促進とともに、国内資源の確保としてのリサイクルも重要。

<国際的な資源需要の増大>

- ・省エネ家電・次世代自動車のモーター用の磁石用途などにレアアース（ネオジム、ジスプロシウム）や、自動車の排ガス触媒用途のプラチナ、次世代自動車のバッテリー用途のリチウムなどの需要の拡大が見込まれる。

<国際的な資源価格の変動>

- ・近年の国際資源の価格の動向については、リーマンショック後の世界的な不況の影響から一時的な価格の低下はみられたものの、中国をはじめとした新興国の経済成長に伴う、金属消費量の拡大を背景に、上昇傾向にある。
- ・特に、レアアース（特にジスプロシウム）に関しては、中国の輸出枠制限等の影響から、急激に資源価格が上昇。
- ・急激な資源価格の変動による影響を緩和するとともに、価格交渉を優位に進めるという観点からも、国内資源の確保策の一つとして、工程くずや廃製品からのリサイクルも重要。

また、上記を踏まえた必要性検討の際の配慮事項としては以下が挙げられる。

- ・これまでの分析結果から、国内需要に占める割合でパラジウム 2.4%、タンタル 4.4% など一定量（潜在的回収可能量を 100% 回収した場合。表 5-1 国内需要量（2010）を参照のこと。）のレアメタルが含まれている。レアメタルには供給リスクが常に存在するため、それが顕在化する以前の段階からリサイクルシステムを検討するしておくことが必要ではないか。
- ・一方、国内需要量に比べ少ないことを認識した上で、リサイクルシステムの検討が必要ではないか。
- ・ただし、この目的に即したシステムを検討する際には、鉱種に着目し、資源開発から備蓄までを視野に入れた上で、産業・製品横断的な視点で検討する必要があるのではないか。

表 5-1 小型家電の潜在的回収可能量に含まれるレアメタルの量

単位：トン

		Li	Co	Pd	In	Nd	Dy	Ta	W	Pt	Sb	Bi	La	Mn
小型家電	携帯電話	0.17	0.79	0.55	0.10	3.93	0.08	4.12	3.44	0.02	1.12	0.61	1.22	1.53
	ゲーム機(小型以外)	0.01	0.14	0.05	0.05	0.73	0.02	0.94	0.13	0.00	4.72	0.56	0.44	10.09
	ゲーム機(小型)	0.00	0.10	0.03	0.00	0.12	0.01	0.24	0.14	-	1.03	0.02	0.05	0.20
	ポータブルCD・MDプレーヤー	0.35	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.18	0.00	-	0.04	0.03	0.00	0.09
	ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
	デジタルカメラ	0.02	0.06	0.07	0.05	0.12	0.02	2.85	0.24	0.00	0.63	0.07	0.05	1.12
	カーナビ	-	0.21	0.09	0.07	0.28	0.07	0.99	0.14	0.00	0.45	0.14	0.07	4.29
	ビデオカメラ	-	0.04	0.21	0.03	0.21	0.02	2.19	0.15	0.00	0.48	0.08	0.11	0.80
	DVDプレーヤー	-	0.33	0.09	0.14	0.44	0.11	2.51	0.47	0.01	3.73	0.34	0.26	9.50
	オーディオ	-	0.63	-	0.63	-	-	3.17	1.27	-	10.79	0.63	0.00	7.61
	カーオーディオ	0.01	0.21	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	0.13	0.03	0.41
	ヘッドライヤー	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.01
	電子レンジ	0.00	1.05	0.02	0.33	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	25.31	0.56	0.32	27.78
	電気掃除機	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	0.01	0.01	-	1.36	0.01	0.00	4.12
	小電合計	0.58	3.60	1.18	1.46	5.92	0.36	17.22	6.02	0.04	52.45	3.19	2.55	67.56
(参考)	国内需要量(2010)に占める割合	0.01%	0.02%	2.42%	0.12%	0.16%	0.11%	4.37%	0.08%	0.12%	0.68%	0.33%	0.08%	0.01%

※潜在的回収可能量を 100%回収した場合

②廃棄物対策・循環資源利用促進対策の観点から見た必要性について

我が国における廃棄物対策・循環資源利用促進対策の観点から見たレアメタルリサイクルシステムの必要性については以下のとおり整理できる。

- ・最終処分場の残余年数は近年増加しているものの、残余容量は減少が続いており、依然として逼迫しており、廃棄物のさらなる排出削減が求められている。

- ・2010年における主要な電気電子機器の全推定排出量は139万t（潜在的回収可能量を100%回収した場合。表5-2 主要な電気電子機器の推定排出量を参照のこと。）のうち、特定家庭用機器（家電リサイクル法対象の4品目）とパソコンを除く41.3万tは既存リサイクル制度の対象外（市町村が収集）。

※ただし、経済性評価に用いた小型家電9品目では、推定排出量は約2万6千t（最終処分場残余量に占める割合は0.0016%）。

表5-2 主要な電気電子機器の推定排出量

	2010年排出量 台	製品重量 kg	排出重量 万t	電気電子機器のみ割合 %
1 エアコン(ルームエアコン)	5,980,000	44.1	26.4	19.0%
2 冷蔵庫	4,497,000	57.9	26.0	18.8%
3 薄型テレビ	442,000	30.0	1.3	1.0%
4 CRTカラーテレビ	8,040,000	27.2	21.9	15.8%
5 洗濯機	4,543,000	30.2	13.7	9.9%
6 ノートパソコン	6,900,000	2.7	1.9	1.4%
7 デスクトップパソコン	5,838,000	10.8	6.3	4.6%
8 電子レンジ	4,032,013	19.8	8.0	5.8%
9 DVDプレーヤー	5,932,000	4.0	2.4	1.7%
10 電気がま	6,567,201	4.4	2.9	2.1%
11 掃除機	5,885,184	4.0	2.4	1.7%
12 電気温水器	255,179	79.8	2.0	1.5%
13 換気扇	7,821,748	1.9	1.5	1.1%
14 温水洗浄便座	2,482,811	5.0	1.2	0.9%
15 ジャーボット(電気ポット)	6,870,846	2.8	1.9	1.4%
16 ホットプレート	2,379,568	6.8	1.6	1.2%
17 トースター	3,220,969	2.8	0.9	0.6%
18 VTR	6,132,000	4.0	2.5	1.8%
19 除湿機	379,315	10.2	0.4	0.3%
20 電気カーベット(ホットカーベット)	2,383,064	6.5	1.5	1.1%
21 扇風機	2,487,288	4.0	1.0	0.7%
22 ラジカセ(ラジカセCD付き)	2,094,000	2.0	0.4	0.3%
23 電気マッサージ器具(いす型除く)	1,117,773	4.1	0.5	0.3%
24 コーヒーメーカー	1,346,916	2.8	0.4	0.3%
25 ジューサー・ミキサー	1,432,326	3.7	0.5	0.4%
26 電気アイロン(アイロン)	3,173,117	1.3	0.4	0.3%
27 ヘアドライヤー	7,297,318	0.5	0.4	0.3%
28 食器乾燥機(乾燥機能のみ)	1,068,401	4.3	0.5	0.3%
29 電気ストーブ	1,837,189	2.0	0.4	0.3%
30 ビデオカメラ	1,587,000	1.0	0.2	0.1%
31 電気かみそり(シェーバー)	9,045,175	0.2	0.2	0.1%
32 生ごみ処理機(家庭用生ごみ処理機)	60,601	12.4	0.1	0.1%
33 電磁調理器(卓上型)(IH調理器)	338,042	2.8	0.1	0.1%
34 電気毛布(電気掛敷毛布)	1,449,751	1.0	0.1	0.1%
35 ハンドクリーナー	1,608,465	1.9	0.3	0.2%
36 電気こたつ(家具こたつ)	459,661	16.5	0.8	0.5%
37 携帯電話	49,637,000	0.1	0.7	0.5%
38 ゲーム機(小型以外)	2,446,000	3.0	0.7	0.5%
39 ゲーム機(小型)	7,853,000	0.2	0.2	0.1%
40 ポータブルCD・MDプレーヤー	961,000	0.3	0.0	0.0%
41 ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	6,003,000	0.1	0.1	0.1%
42 デジタルカメラ	9,424,000	0.2	0.2	0.1%
43 カーナビ	2,829,000	1.4	0.4	0.3%
44 オーディオ	2,525,000	11.1	2.8	2.0%
45 カーオーディオ	8,136,000	1.2	1.0	0.7%
電気電子機器合計	216,798,921	-	139	100.0%

※潜在的回収可能量を100%回収した場合

- ・ 収集した廃電気電子機器から、金属等の資源の回収を行っている市町村は約 6 割。鉄は 50%前後の市町村が回収しているものの、アルミの回収を行っている市町村は 35%前後、銅の回収は 6%前後。アルミ、銅以外の非鉄金属の回収を行っている市町村は 2%未満。

また、上記を踏まえた必要性検討の際の配慮事項としては以下が挙げられる。

- ・ 家電 4 品目以外の廃棄量は、廃棄物の減量が法目的となっている家電 4 品目の最大半分程度（重量ベース）になる可能性があり、レアメタルを含む品目を幅広く対象とすれば、小型家電の適切なりサイクルは廃棄物の減量化に寄与するのではないか。
- ・ 限定的な品目・部位の分析結果から見ただけでも、国内需要に占める割合で金 2.9%、銀 2.3%、銅 0.23%、パラジウム 2.4%、タンタル 4.4%、金額ベースでは金 222 億円、銀 28 億円、銅 24 億円、パラジウム 17 億円、タンタル 27 億円といった有用金属が小型家電の潜在的回収可能量に含まれているが、非鉄金属のリサイクル率は低いことが推定される。

※金額は 2010 年 3 月末時点での金属価格をもとに計算。価格が変動することについては留意が必要。

表 5-3 小型家電の潜在的回収可能量に含まれる貴金属・ベースメタルの量
単位：トン

		Au	Ag	Cu	Zn	Pb
小型家電	携帯電話	2.1	12.2	485.8	9.6	18.9
	ゲーム機(小型以外)	0.4	1.3	265.2	15.1	20.0
	ゲーム機(小型)	0.1	2.1	66.5	2.9	10.1
	ポータブルCD・MDプレーヤー	0.0	0.1	8.5	0.5	0.4
	ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	デジタルカメラ	0.3	2.4	87.0	3.3	5.7
	カーナビ	0.1	1.4	109.4	9.4	5.5
	ビデオカメラ	0.1	2.2	48.7	3.5	6.8
	DVDプレーヤー	0.4	5.4	506.6	55.0	39.2
	オーディオ	2.5	17.1	967.5	53.3	12.1
	カーオーディオ	0.0	0.2	201.8	37.5	21.1
	ヘアードライヤー	0.0	0.0	30.4	5.7	0.4
	電子レンジ	0.1	7.4	843.8	109.0	63.3
	電気掃除機	0.0	0.0	219.9	9.3	38.7
	小電合計	6	52	3,841	314	242
(参考)	国内需要量(2010)に占める割合	2.91%	2.30%	0.23%	0.02%	0.01%

※潜在的回収可能量を 100%回収した場合

- ・こういった事態は、循環型社会構築における課題であり、特に、回収技術が確立されており、確実に回収されうる有用金属（ベースメタル、貴金属中心）についても、リサイクルに取り組むべきとの視点で検討する必要があるのではないか。

③環境管理の観点から見た必要性について

環境管理の観点から見たレアメタルリサイクルシステムの必要性については以下のとおり整理できる。

- ・小型家電の基板における含有量試験において、ハザード情報に基づき注意が必要と整理された元素については、ベリリウム、クロム、アンチモン等、水銀以外の全ての元素が、多くの品目で数百 ppm～パーセントオーダーで含有されていることを確認。また、溶出試験においても、カドミウム、鉛、砒素、水銀について、一部の分析対象から一定量が検出。
- ・ほとんどの市町村において、小型家電からの非鉄金属類の回収は行われておらず（鉄・アルミ・銅以外の非鉄金属の回収を行っている市町村は 2%未満）、基板

に含まれる有害金属は、そのまま又は焼却後、廃棄物処理法の処理基準に従い埋立処分されている。

- ・適切なリサイクルシステムの構築による有害物質の環境負荷低減は、環境管理における予防的取組方法のひとつである。例えば、最終処分場への埋立が回避されることとなり、処分場管理に係る負荷低減に資することが期待される。
- ・資源採掘時には、土石を含めた廃棄物の発生やエネルギー消費等、多数の物質・資源が関与。特に、レアメタルは、鉱石採掘に伴う関与物質総量（TMR）が高い鉱種が多数存在。使用済製品からのレアメタル等の回収は、天然資源採掘よりTMRが低くなる可能性があると言われている。

また、上記を踏まえた必要性検討の際の配慮事項としては以下が挙げられる。

- ・小型家電には有害物質が一定量含まれていることが明らかになっており、リサイクル及びその過程での適正処理により環境への負荷を軽減することが技術的に可能であることを踏まえれば、有害物質管理の視点からのシステムを検討することが必要ではないか。

④ 静脈産業の創出・振興の観点から見た必要性について

静脈産業の創出・振興の観点から見たレアメタルリサイクルシステムの必要性については以下のとおり整理できる。

- ・小型家電（9品目）のリサイクルの経済規模は約91億円と試算（詳細は後述）。
- ・世界の静脈産業は2006年で約38兆円、2050年には約70兆円の市場規模と言われ、今後成長が見込まれる分野である（出典：環境経済成長ビジョン）。

また、上記を踏まえた必要性検討の際の配慮事項としては以下が挙げられる。

- ・リサイクルシステムに関係する中間処理業者、製錬事業者、静脈物流業者等の静脈産業の振興は、我が国の国益となるとともに、将来の積極的な海外展開にも繋がるため、システムの検討において考慮すべき視点ではないか。

（２）対象鉱種・対象品目の考え方

① 対象鉱種の考え方

今般、P.31にあるとおり、小型家電に比較的多く含有されているかどうかという基準により「使用済小型家電からのリサイクル検討優先鉱種」としてW、Co、Ta、Ndの4鉱種を選定した。ただし、レアメタルの含有量調査の対象とした品目が限定的であることに留意が必要である。

これに加え、レアメタルのうち、Pd等の白金族についてはリサイクル技術が確立しているため、使用済小型家電がリサイクルされれば自ずとリサイクルされることとな

る。また、リサイクルシステムの検討に際しては、既に回収技術が確立している貴金属・ベースメタルの回収を併せて考える必要がある。

使用済小型家電からのリサイクル対象鉱種の選定にあたっては、「使用済製品のどの部位・部品からレアメタルを取るのか」、「ビジネスベースにおける最低必要量はどの程度か」、「経済性のあるリサイクル技術が確立されているか」という視点が重要である。

②対象品目の考え方

使用済小型家電の回収対象品目については、リサイクルシステムの目的により変わり得るが、選定にあたっては、以下の視点に基づき、精緻な検討が必要となる。ただし、いずれの視点においても経済性の考慮が必要である。

また、事業者による自主的な取組みが行われている携帯電話の回収等、既存の回収スキームとの整合について整理が必要となる。

なお、製造技術の変化に伴い金属の使用状況は変化することから、柔軟な対応が必要となる。

(資源確保)

「使用済小型家電からのリサイクル検討優先鉱種」を多く含有する小型家電を対象に選定。

(廃棄物の減量化)

廃棄物の量の削減の観点からは、回収・リサイクルされるものの量が多い方が望ましいため、廃棄物の減量効果が高い小型家電を対象に選定。

(循環資源利用促進対策)

循環資源利用促進の観点からは循環利用する有用金属が多い方が望ましいため、有用金属を多く含む小型家電を対象に選定。

(環境管理)

有害物質の環境への排出を低減させることが望ましいとの観点から、レアメタルを含み、有害物質を含む小型家電を対象に選定。

(3) リサイクルシステムの経済性評価

リサイクルシステムの構築の是非の判断及び具体的内容の議論の材料とするため、これまでのモデル事業の実施結果及び研究会での検討結果を踏まえ、市町村が使用済小型家電を回収する小型家電回収段階、中間処理業者が分解・破碎・選別などの中間処理を実施する中間処理段階、非鉄製錬業者およびレアメタル専門メーカーが金属を回収する金属回収段階からなるリサイクルシステムを想定し、以下のとおり、経済性の評価を行った。

なお、評価に当たっては、比較的金属含有濃度が高い9品目を選定し、試算を行った。

①経済性評価の実施方法

経済性評価は、a「システム全体の費用対効果分析（費用便益分析含む）」及び、b「小型家電回収、中間処理、金属回収の各段階の採算性評価」の二通りの方法で実施した。このうち、aについてはリサイクルシステム構築の是非の判断、bについてはリサイクルシステムの具体的内容の議論に資するものである。また、小型家電の回収率を変化させることで感度分析を実施した。

②経済性評価の前提条件

経済性評価については、これまでのモデル事業の実施結果及び研究会での検討結果を踏まえつつ、仮定や前提条件をおいて実施した。

また、評価結果については、「回収対象とする金属」、「レア金属の回収にどれだけ重点を置くか」によって大きく変わりうると考えられるため、レア金属だけを回収対象とするのではなく、ベース金属や貴金属の回収と併せてレア金属の回収を行うことを想定するとともに、金属回収段階においてレア金属が副産物として抽出されるシナリオである「従来型レア金属回収シナリオ（シナリオ①）」と中間処理段階でレア金属を回収するための特定部位選別工程を追加し、レア金属を回収するシナリオである「レア金属重点回収シナリオ（シナリオ②）」の二つのシナリオを想定した。

なお、評価結果は前提条件に依存する部分も大きいため、結果の取り扱いには留意が必要である。特に、対象回収品目については、比較的金属濃度が高く、潜在的回収可能台数が既存統計により把握可能な小型家電9品目のみとしており、非常に限定的であるという意見も予想される。このように一部には評価実施のために暫定的に置かれた前提条件が含まれているため、それらの事項については留意が必要となる。

表 5-4 前提条件

		①従来型レアメタル回収シナリオ	②レアメタル重点回収シナリオ
小型家電回収	回収品目	携帯電話、ゲーム機（小型以外）、ゲーム機（小型）、ポータブル CD・MD プレーヤー、ポータブルデジタルオーディオプレーヤー、デジタルカメラ、カーナビ、ビデオカメラ、DVD プレーヤー ※比較的金属含有濃度が高い 9 品目を選定	
	回収対象地域	日本全国を対象	
	回収率	日本全国ベースの潜在的回収可能台数の 5%、10%、20%、30% ※モデル事業の回収実績の全国拡大値は、潜在的回収可能台数の 5.2%。	
	回収方法	5 万人未満の全市町村、5 万人以上 30 万人未満の市町村の半数： ステーション回収（資源ごみ回収と同時実施） 5 万人以上 30 万人未満の市町村の半数、30 万人以上の市町村： ボックス回収（小型家電専用回収車にて回収） ※シミュレーションモデルを活用して回収費用を試算	
中間処理	中間処理方法	手解体・手選別により基板・ボディ等を選別し、残りを機械的に破碎・選別	手解体・手選別により基板・特定部品・ボディ等を選別し、残りを機械的に破碎・選別。基板から更にタンタルコンデンサ等を選別。
	生成物	基板、ボディ等、鉄等、アルミ等、プラスチック等、その他	基板、タンタルコンデンサ等、特定部品（モーター、マイクスピーカー、液晶パネル）、ボディ等、鉄等、アルミ等、プラスチック等、その他
	使用データ	モデル事業における選別試験データや製品の素材構成データ等を参考に設定	
金属回収	リサイクル施設・方法 ※（）内は重量の分配率	基板 → 銅製錬、鉛・亜鉛製錬 (100%)	基板 → 銅製錬、鉛・亜鉛製錬 (100%) タンタルコンデンサ等、特定部品 → レアメタル専門メーカー (100%)
	回収対象とする金属と採取率 ※採取率は昨年度検討結果及び既存文献等より事務局にて設定	銅製錬、鉛・亜鉛製錬 → Cu・Pb・Au・Ag：90% → Zn・Pd・Sb・Bi：60%	銅製錬、鉛・亜鉛製錬 → Cu・Pb・Au・Ag：90% → Zn・Pd・Sb・Bi：60% レアメタル専門メーカー → W・Ta・Nd・Dy・In：60%

③収益・費用の考え方

経済性評価にあたっては、リサイクルシステムの段階毎に、表 5-5 の項目を収益・費用として算定した。

表 5-5 収益・費用一覧

段階	収益	費用
小型家電回収	・最終処分費用の削減 (マイナスの費用)	・管理人件費 ・収集運搬費 ・中間処理施設への輸送費用 ※準備人件費 ※ボックス・コンテナ等購入費 ※資材運搬費 ※周知費用
中間処理	・有価物の売却収益	・選別・解体作業人件費 ・保管ヤード費 ・破碎費 ・残渣・廃棄物処理費 ・金属回収施設への輸送費用
金属回収	・有価物の売却収益	・人件費 ・製錬費 ・残渣・廃棄物処理費

※は初期投資費用、その他は経常的な費用

(注) 金属回収段階については、想定した費目の把握が困難であったため、非鉄製錬業者の利益率から費用を逆算した。

④システム全体の費用対効果分析結果

システム全体の費用対効果分析の評価項目を表 5-6 に示す。

表 5-6 費用対効果分析の評価項目

	費用便益分析	定量的評価	定性的評価
経済効率性	○		
資源の安定供給効果		○	○
最終処分場延命効果		○	
有害物質環境影響改善効果			○
有害物質健康影響改善効果			○
地球環境改善効果			○

表 5-6 に示すとおり、費用対効果分析とは、経済効率性を評価するための費用便益分析結果と、便益として計上できない効果を総合的に勘案して、リサイクルシステム構築の是非を判断するための分析手法である。

費用及び便益については、レアメタル等を使用済小型家電からリサイクルした場合とリサイクルせずに海外から調達した場合の調達コストの差から計測した。

効果については、定量的に計測するものと定性的に評価するものがあり、それぞれ表 5-6 に示すとおりである。

はじめに、費用便益分析結果については、表 5-7、表 5-8 に示すとおりである。なお、表 5-7 は単年度の便益と費用を比較したもの、表 5-8 は初期投資（ステーション設置費用、広報費用を考慮し、計算期間 20 年、社会的割引率 4%として分析したものである。

表 5-7 費用便益分析結果（単年度）

	シナリオ①	シナリオ②
回収率10%	B/C=0.83	B/C=0.79
回収率20%	B/C=2.08	B/C=1.98
回収率30%	B/C=5.10	B/C=4.84

表 5-8 費用便益分析結果（初期投資込み、計算期間 20 年間）

	シナリオ①	シナリオ②
回収率10%	B/C=0.44	B/C=0.42
回収率20%	B/C=0.99	B/C=0.94
回収率30%	B/C=1.81	B/C=1.72

費用便益分析結果が示唆することをまとめると以下のとおりとなる。

- ・リサイクルシステムを構築することは、一定の回収率が確保される場合には、経済効率性を有している。
- ・シナリオ①とシナリオ②を比較すると、シナリオ②の方が B/C の値が小さくなる。すなわち、経済効率性の観点からは、シナリオ②に優位性はない。
- ・便益は「海外から調達した場合のコストーリサイクルした場合のコスト」として算出しており、シナリオ①と比べてシナリオ②が小さくなるのは、レアメタルを含有する特定部品を中間処理で選別するためにコストがかかっているためである。したがって、選別技術が向上すれば、シナリオ①との大小関係も含め、結果が変化する可能性がある。

また、便益として計上できない定量的又は定性的な効果については、表 5-9 のとおりである。ただし、表 5-9 以外の効果が存在することも想定される。

表 5-9 定量的又は定性的効果

	定量的評価	定性的評価
資源の安定供給効果	使用済小型家電の潜在的回収可能台数に含まれるレアメタルは 350トン（輸入量に占める割合は 0.02%）と見込まれ、国内資源として活用可能。	<ul style="list-style-type: none"> 一般廃棄物として処分されていた小型家電から資源を回収することが可能となる。 鉱山からの供給を代替する機能となり、国際的な需給の逼迫や供給障害等が発生した場合、安定供給確保に対する補完的貢献となる。 技術を有することが生産国の貿易政策や供給調整に対する牽制となる。
最終処分場延命効果	以下の最終処分場延命効果あり。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 679m³/年（回収率 10%） ・ 2,037 m³/年（回収率 30%） （最終処分場残余容量に占める割合は一年分で 0.0016%）	
有害物質環境影響改善効果		<ul style="list-style-type: none"> 小型家電のプリント基板には、ハザード情報に基づき注意が必要とされたベリリウム、クロム、アンチモン等、水銀以外の全ての元素が、数百 ppm～パーセントオーダーで含有されており、小型家電のプリント基板、部品・部位及びそれらの中間処理産物を対象とした溶出試験でもカドミウム、鉛、砒素、水銀については、一部の分析対象から一定量が検出されている。現状では小型家電は一般廃棄物として最終処分場に埋立処分されているが、リサイクルシステムが構築された場合には、リサイクル工程の中で有害物質が適切に処理されることになり、環境影響の改善効果（大気・水域・土壌等を通じた生態系への有害物質の曝露量の減少等）や健康影響の改善効果（作業環境における人体への有害物質の曝露量の減少等）が期待される。
有害物質健康影響改善効果		
地球環境改善効果		<ul style="list-style-type: none"> 使用済小型家電のリサイクルにより天然資源使用量を削減することで、TMR（物質総需要量）の削減や温室効果ガス排出量の削減等の効果が期待される。

費用対効果分析結果が示唆することをまとめると以下のとおりとなる。

- ・リサイクルシステムを構築することは、一定の回収率が確保される場合においては、経済効率性を有していると言え、資源の安定供給確保や環境管理の観点等での効果もあると考えられる。
- ・資源の安定供給効果等についてはシナリオ②の方が大きいと考えられるため、定性的な効果まで加えると、シナリオ①と比較して、シナリオ②の方が費用対効果は大きくなる可能性がある。その場合は、資源戦略等の観点から、シナリオ②のリサイクルシステム構築の意義があるということになる。

⑤段階別の採算性評価

システム全体の構造・課題を整理するために、段階別の収益・費用を分析し、採算性を評価した。

回収率を30%として試算した場合、結果は、表5-10のとおりである。

表5-10 段階別の採算性評価（回収率30%）（単位：百万円）

段階	収益(b)	費用(c)	収益－費用 (b－c)	収益／費用 (b／c)
小型家電回収	313	528	-214	0.59
中間処理(シナリオ①)	3,903	3,093	810	1.26
中間処理(シナリオ②)	4,065	3,738	327	1.09
金属回収(シナリオ①)	3,949	3,732	217	1.06
金属回収(シナリオ②)	5,032	4,755	277	1.06

(注1) 中間処理段階については、費用の算定にあたり、手解体・手選別により基板・ボディ・特定部品を選別し、残りを既存の機械設備を活用して破碎・選別を行うことを想定した。また、金属回収段階については、費用を非鉄製錬業者の利益率から逆算することとした。このため、中間処理・金属回収の各段階においては、費用が、回収率の増大に伴って、線形的に増大する前提となっている。

(注2) 中間処理の成果物を金属回収に売却することとしているが、鉄やアルミ等は中間処理段階で売却する想定のため、中間処理の収益が金属回収の費用よりも小さい値となる。

<参考>

回収率が10%のケース及び20%のケースについては、表5-11、表5-12のとおりである。

表5-11 段階別の採算性評価（回収率10%）（単位：百万円）

段階	収益(b)	費用(c)	収益－費用 (b－c)	収益／費用 (b／c)
小型家電回収	104	462	-358	0.23
中間処理(シナリオ①)	1,301	1,031	270	1.26
中間処理(シナリオ②)	1,355	1,246	109	1.09
金属回収(シナリオ①)	1,316	1,244	72	1.06
金属回収(シナリオ②)	1,677	1,585	92	1.06

表 5-12 段階別の採算性評価（回収率 20%）（単位：百万円）

段階	収益 (b)	費用 (c)	収益－費用 (b－c)	収益／費用 (b／c)
小型家電回収	209	513	-305	0.41
中間処理(シナリオ①)	2,602	2,062	540	1.26
中間処理(シナリオ②)	2,710	2,492	218	1.09
金属回収(シナリオ①)	2,633	2,488	145	1.06
金属回収(シナリオ②)	3,355	3,170	185	1.06

この結果が示唆することをまとめると以下のとおりとなる。

- ・システム全体としては、一定の回収率が確保される場合においては、経済効率性を有していると言えるが、個別の段階を見ると、小型家電回収段階は損失が生じ、中間処理段階、金属回収段階は利益が出る。ただし、今回の評価では、前提条件として、回収した使用済小型家電を無償で中間処理業者に引き渡すこととしているため、有価物として売却する場合は、損失幅が削減され、小型家電回収段階に利益が生じる可能性がある。
- ・中間処理及び金属回収段階については、収益と費用が回収率の増加に伴い線形的に増加する前提となっているため、いずれのシナリオでも b/c は回収率に関わらず一定となる。すなわち、使用済小型家電が集まれば集まるほど利益が増加する。
- ・シナリオ②については、中間処理において、レアメタルを含有する特定の部位・部品の選別工程を追加することにより、シナリオ①と比較して追加的な費用が発生するが、それに見合う売却額とならないため、シナリオ①よりも b/c が小さくなっている。仮に、中間処理費用に見合う売却額となる場合は、金属回収段階においてシナリオ②の b/c が下がる結果となる。つまり、経済効率性の面からは、レアメタルを回収することに優位性はなく、レアメタルを回収するにはインセンティブ等が必要になると考えられる。

(4) リサイクルシステムの構築に向けた現状と課題

①リサイクルの現状

報道等によると、既存の一般廃棄物の回収スキームを活用し、中間処理業者・製錬業者と連携した使用済小型家電の回収・リサイクル事業を実施する自治体が存在している。

- ・秋田県では、平成 18 年 12 月から大館市で使用済小型家電の回収試験を開始し、平成 20 年 10 月には再生利用指定制度を活用して回収エリアを県内全域に拡大している。なお、平成 20 年 12 月からは国の実証事業のモデル事業実施地域として、使用済小型家電の回収試験を実施した。回収試験を今後も実施予定であり、来年度以降、収集・運搬費と PR 費用を企業からの協力金で賄う独自スキームでの実施を検討している。
- ・東京都調布市では、粗大ごみから、DVD やビデオデッキなどに組み込みこまれているモーター、電子基板、ハードディスクなどを取り出し、専門業者に売却している。市では年間 1 万 1 千件程度の回収を想定していたが、12 月から 2 月の実績は見込みを上回る回収となっている。
- ・愛知県豊田市では、中間処理業者にピックアップ回収を委託している。回収された廃家電（約 6 トン／月）を中間処理業者が 0.5 円／キログラムで買い取り、解体・選別の後、非鉄製錬業者等へ売却し、リサイクルしている。また、これにより、ごみの中から廃家電由来の鉛等が減少し、ごみ焼却炉の薬剤費削減（約 4,000 万円）に効果を発揮している。
- ・富山県富山市等では、環境センターにある資源物ステーションに専用の回収箱を設置し、回収した家電を、入札で選ばれた業者に売却している。業者が家電に含まれる鉄やアルミニウム、銅などを取り出して再利用するとともに、焼却処分していたプラスチックも固形燃料としてリサイクルを検討している。
- ・その他にも、環境省が平成 22 年度に市町村に行ったアンケート調査では、燃えないごみや粗大ごみとして回収した一般廃棄物から有価性の高い品目をピックアップし、中間処理業者等へ有価物として売却する事例が散見されている（約 240 の市町村）。
- ・また、ソニーは平成 20 年 9 月から北九州市と連携し小型家電の回収実証試験を開始している。平成 22 年 6 月からは福岡市とも連携し、回収エリアを拡大して実施中である。

②関係者のニーズ・スタンス

研究会におけるこれまでの検討や既存調査結果等から関係者のニーズ・スタンスは以下のとおり整理できる。

<市町村>

- ・ 中間処理業者・製錬業者や製造事業者と連携した使用済小型家電の回収事業を実施する市町村が存在（ピックアップ回収により、焼却炉の薬剤費の大幅な削減（数千万円）や、有価売却を見込んでいる市町村もあり）。
- ・ 環境省が平成 22 年度行ったアンケート調査では、小型家電収集を実施したいとする市町村が 8.4%、検討したいとする市町村が 59.2% 存在しているが、住民の理解や分別回収費用が課題として挙げられている。

<中間処理業者・製錬業者>

- ・ 使用済小型家電のリサイクルビジネスに積極的な事業者が存在。
- ・ 使用済小型家電については、調達方法や処理数量の確保が課題と考えている事業者が多い。

<販売業者>

- ・ 一部の量販店においては、使用済小型家電を回収。
- ・ CSR の観点から 3 R の取組に積極的な事業者も存在しているが、各事業者のニーズ・スタンスは様々で温度差が存在。

<製造業者>

- ・ 原料調達の多角化を含む資源循環の観点から自治体等と連携した使用済小型家電の自主的な回収・リサイクルを実施する事業者も存在するが、各事業者のニーズ・スタンスは様々で温度差が存在。

<消費者（排出者）>

- ・ 使用済小型家電を排出したいと思う引き渡し先としては、販売店約 45%、市町村約 35%、不用品回収業者約 5%等（平成 20 年度経済産業省「使用済み家庭用電気・電子機器の回収及び適正処理の在り方に関する調査」より）。

③リサイクルに係る課題

上記のような取組事例やニーズはあるものの、以下の課題があり、現在は、一部の自治体や製造業者による取組に留まっている。なお、使用済小型家電が資源として海外に流出している懸念がある。また、解体・選別後の部品、素材等が有価物として海外に売却されることがあるため、それらを国内に留める仕組みを検討する必要がある。

(既存の市町村の回収・処理方法に関する課題)

- ・現在使用済小型家電は市町村が「燃えないごみ」等として回収しているため、追加的に新たな回収方式を設け分別回収を行う場合でも、「燃えないごみ」等に引き続き使用済小型家電が排出されるおそれがあることから、排出先が分散することになり、使用済小型家電の十分な回収は困難。
- ・使用済小型家電を分別回収しリサイクルを行うことで廃棄物処理経費が削減される可能性があることや、回収した使用済小型家電が有価物として売却可能なものであることを知らない市町村が存在する。

(中間処理業者・非鉄製錬事業者と市町村との連携に関する課題)

- ・使用済小型家電からレアメタルをリサイクルするには、市町村と適切な技術を有する中間処理業者や非鉄製錬業者との連携が必要となるが、市町村の収集拠点から中間処理事業者等の処理施設までの運搬の効率化が必要。また、区域内に中間処理業者等が存在しない場合は、後述の廃棄物処理法の規制が課題となる場合がある。

(制度的課題)

- ・使用済小型家電の回収量の確保のためには、複数の市町村に渡る広域の回収エリアを設定し、回収・リサイクルを行うことが有効であると考えられるが、回収した使用済小型家電が一般廃棄物である場合、以下のように、廃棄物処理法の収集運搬、処分に関して規制が適用され、広域での円滑な回収・リサイクルの実施が困難となる場合がある。また、既存の広域的処理に係る特例等も小型家電のリサイクルに関しては活用が難しい制度となっている。
- ・一般廃棄物の収集運搬及び処分に関しては、複数の市町村に渡る広域の回収を行う場合、関係する市町村間の一般廃棄物処理計画の調和が求められるため、関係市町村間での調整が煩雑である。
- ・収集運搬に関しては、民間事業者が使用済小型家電の回収・リサイクルを行う場合、荷積みを行う市町村と荷卸しを行う市町村の両方の市町村からの一般廃棄物収集運搬業の許可が必要になるが、複数市町村から許可を受けている事業者は少なく、各市町村の一般廃棄物処理計画との適合性等が求められるため、新規の許可を取得することは難しいという実態が存在すると考えられる。
- ・処分に関しては、中間処理業者や非鉄製錬業者は一般廃棄物の処分業の許可を持たない場合には、使用済小型家電の処理を行うことができないが、各市町村の一般廃棄物処理計画との適合性等が求められるため、新規の許可を取得することは難しいという実態が存在すると考えられる。また、中間処理段階及び製錬段階で発生する残渣も一般廃棄物となるため、残渣の処理についても同様の問題が生

じる。

- ・一般廃棄物の広域的処理に係る特例が存在するが、対象となる廃棄物が一部の廃棄物に限定されており（小型家電は現状では携帯電話を除き対象外）、特例の申請者は、製造事業者等のみが対象となり、中間処理業者、非鉄製錬業者が申請者の対象とならないほか、自社製品を扱う場合に限られ、活用が難しい。
- ・非鉄製錬業者は、一般廃棄物の再生利用に係る特例を利用することが可能であるが、処理業の許可に係る特例は自ら行おうとする場合に限られ、他人に委託して収集運搬を行おうとする場合には、一般廃棄物収集運搬業の許可を有する者に委託する必要がある。しかし、各市町村の一般廃棄物処理計画との適合性等が求められるため、新規の許可を取得することが難しいケースもあり、また、一般廃棄物収集運搬業の許可を有する者へ委託する場合、複数市町村から許可を受けている事業者は少ない。

（技術的課題）

- ・使用済小型家電の中には比較的金属含有濃度が高い製品も存在するが、単位あたりの重量は少なく、回収される金属量は多くないため、使用済小形家電からレアメタルを回収するには、経済性のあるリサイクル技術が必要。
- ・リサイクル検討優先鉱種については、現在、国内においては、経済合理性に合うようなレアメタルの抽出技術が確立されていない。
- ・技術開発の検討にあたっては、リサイクルの対象とする鉱種の必要性、使用済製品の回収見込み量、適用技術のコストのバランスを踏まえる必要がある。

（5）リサイクルシステムの種類の整理

リサイクルシステムが構築されるか否かは、リサイクルの目的・必要性や経済性等の観点からの検討を経て判断されることになるが、ここでは、仮にリサイクルシステムを構築する場合に想定されるリサイクルシステムの類型について整理を行う。

リサイクルシステムは、社会的仕組みの考え方に応じて異なったものになると考えられる。社会的仕組みの考え方について、リサイクルシステムの目的・必要性やリサイクルシステムの構築に向けた現状と課題、関係者のニーズ・スタンス等を踏まえ、関係主体の連携や役割分担等の観点から検討したところ、リサイクルシステムの類型は、大きく「自主回収タイプ」「自主計画タイプ」「義務的参加タイプ」の3つに整理される。各類型の概要は以下のとおりである。なお、いずれの類型においても今後フィージビリティの検証が必要であることに留意が必要である。

①自主回収タイプ例

1) 社会的仕組みの考え方

使用済小型家電からのレアメタルの回収については、期待される効果は大きくない。しかしながら、市町村により収集されている使用済小型家電は有用金属を多く含んでいるにも関わらず十分に再資源化されているとは言い難いことから、これを促進することは、再生資源の十分な利用にも資する。

そのため、仮に実効性が保たれるのであれば市町村の自主的な取組を促進する方向で対応することが適当であるという考えに則れば、自主回収タイプの類型が導き出される。

2) リサイクルシステムの構築にあたっての対応方法

国が、市町村に対して、使用済小型家電の回収・リサイクルの実施に係るガイドラインや先進的取組事例集を作成し、周知・啓発を行うことで、自主的な分別回収・リサイクルを促進することが考えられる。

小型家電の買取りを望む市町村が 744 (46.5%)、小型家電の無料引取りを望む市町村が 729 (45.6%)存在することから、こうした市町村と小型家電リサイクルの実施能力のある中間処理業者とのマッチングを実施する。

また、市町村広報等により、排出者に対して適正なリサイクルルートへの排出を促すことで、ロットの確保に努めるとともに、使用済小型家電が資源として海外に流出してしまうことを回避する。

3) 関係者の役割分担

上記の社会的仕組みにおける関係者の役割分担については、以下のとおり整理できる。

<市町村>

- ・使用済小型家電は、消費者から不燃ごみ等として排出される場合や家庭内に退蔵されることが多いことから、市町村が、既存の一般廃棄物の収集スキームを活用しつつ、住民による小形家電の分別回収（ステーション回収）、若しくは不燃ゴミや粗大ゴミ等からの小型家電のピックアップを実施。
- ・消費者に対するリサイクルの周知。

<中間処理業者・製錬業者>

- ・市町村から小型家電を定期的に一定のロットで確保でき、事業採算性を確保できる場合は、有価又は無償で小型家電を引き受ける。
- ・また、非鉄製錬体系で回収不能なレアメタルも存在するため、特定のレアメタル

専門メーカーとも連携も考慮

<販売業者>

- ・回収率確保の観点から、販売店を拠点とした回収ルートは、消費者の利便性が高く、補完的な回収ルートとして重要であると考えられるため、積極的な関与を得ることが望ましい。ただし、販売業者の管理負担を軽減する方策（管理責任の明確化など）についても慎重に検討する必要がある。

<製造業者>

- ・リサイクル容易設計の実施（特定の部位部品に係るレアメタルの使用状況の表示等）を通じて、再資源化効率向上に協力。ただし、使用状況の表示については、代替材料開発の進展などの技術開発動向により、将来必要とされる鉱種が変わる可能性があること、また、企業（技術）としての秘密に該当するものなど開示に馴染まない部分があることに留意すべき。
- ・資源循環の観点から関与が得られることが望ましい。

<消費者（排出者）>

- ・家庭で使用した使用済小型家電の適正な排出に努め、市町村等の回収取組へ協力。

4) 本類型の特徴

- ・既存の制度で実施可能であるため、行政コストを余りかけることなく、早期の実現が可能と想定される。
- ・市町村の裁量が大きく創意工夫が可能であり、市町村間の競争を刺激することが可能と想定される。
- ・回収率が低くなる可能性及び回収品目が限定的となる可能性がある。
- ・資源価格の低下による事業の中断があり得る。
- ・各主体が別々に収集を行うことでロットの確保が困難となり、静脈物流が非効率になる可能性がある。

②自主計画タイプ例

1) 社会的仕組みの考え方

使用済小型家電からのレアメタルの回収については、期待される効果は大きくない。

しかしながら、レアメタルには供給リスク等が常に存在するため、それが顕在化する前の段階から、非常時に備えて予め回収システムを構築しておくことには一定の意義がある。

また、市町村により収集されている使用済小型家電は有用金属を多く含んでいるにも関わらず十分に再資源化されているとは言い難いことから、これを促進することは、再生資源の十分な利用にも資する。

そのため、仮に実効性が保たれるのであれば、関係者に対して、回収や再資源化について厳格な義務を課すのではなく、使用済小型家電からのレアメタルリサイクルに積極的な関係者の様々な工夫を促進できるような柔軟性を持たせるべきという考えに則れば、自主計画タイプの類型が導き出される。

2) 社会的仕組みの構築にあたっての対応方法

市町村、事業者等が連携して使用済小型家電の回収を行うために、国に対して事業計画の申請を行い、国が認めた場合には、広域的に回収できる許可等を与える社会的仕組みを設けることが考えられる。

また、市町村広報等により、排出者に対して適正なリサイクルルートへの排出を促すことで、ロットの確保に努めるとともに、使用済小型家電が資源として海外に流出してしまうことを回避することが考えられる。

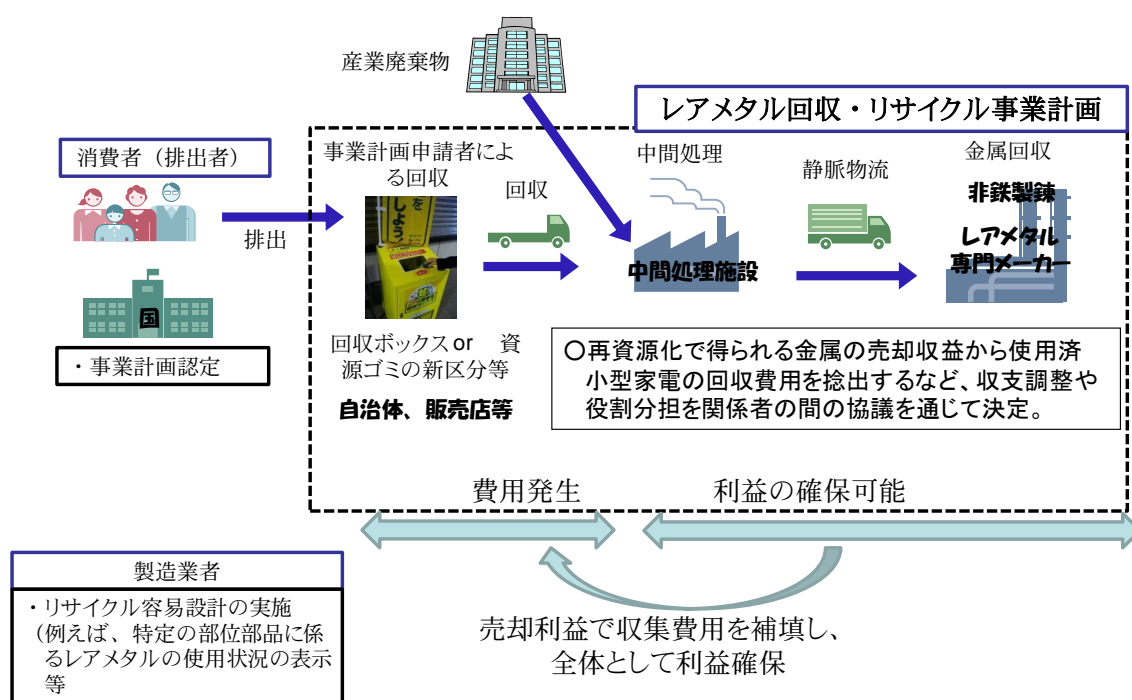


図 5-1 自主計画タイプ例のイメージ

3) 関係者の役割分担

上記の社会的仕組みにおける関係者の役割分担については、1) 自主回収タイプ例と同様となる。加えて、本タイプでは、社会的仕組みにより広域回収などが可能となることを想定しているため、自主回収タイプと比較してより効率的な回収・リサイクルの実施が可能となる。

4) 本類型の特徴

- ・ 関係者の裁量が大きく創意工夫が可能及び、社会的状況の変化に柔軟に対応できる可能性がある。
- ・ 参加企業の社会的評価が向上する可能性がある。
- ・ 事業計画次第では、回収率が低くなる可能性及び回収品目が限定的になる可能性がある。
- ・ 資源価格の低下による事業の中断があり得る。
- ・ 事業計画次第ではロットの確保が困難となり、静脈物流が非効率になる可能性がある。

③義務的参加タイプ例

1) 社会的仕組みの考え方

市町村により収集されている使用済小型家電は有用金属を多く含んでいるにも関わらず、十分に再資源化されているとは言い難いことから、小型家電のリサイクルを促進することは、再生資源の十分な利用に資するとともに、廃棄物の減量化にも資する。

さらに、レアメタルには供給リスク等が常に存在するため、それが顕在化する前の段階から、非常時に備えて予め回収システムを構築しておくことには一定の意義がある。

また、有害物質を含む使用済小型家電がリサイクルされることにより、環境への負荷を軽減することが技術的に可能と考えられる。

そのため、関係者に対して、回収や再資源化について一定の義務を課すことにより、使用済小型家電からの有用金属のリサイクルを十分に実現すべきという考えに則れば、義務的参加タイプの類型が導き出される。

2) 社会的仕組みの構築にあたっての対応方法

一般廃棄物の処理責任を有する市町村が小型家電回収及び有用金属の分別・回収の義務を負い、例えば有用金属のリサイクルは指定法人が担い、指定法人から、静脈物流・中間処理・金属製錬をそれぞれ物流企業・中間処理業者・製錬事業

者に一括で委託することにより、一定のロットを確保可能とし、効率的なりサイクルを目指す社会的仕組みを設けることが考えられる。

また、市町村広報等により、排出者に対して適正なりサイクルルートへの排出を促すことで、ロットの確保に努めるとともに、使用済小型家電が資源として海外に流出してしまうことを回避することができると考えられる。

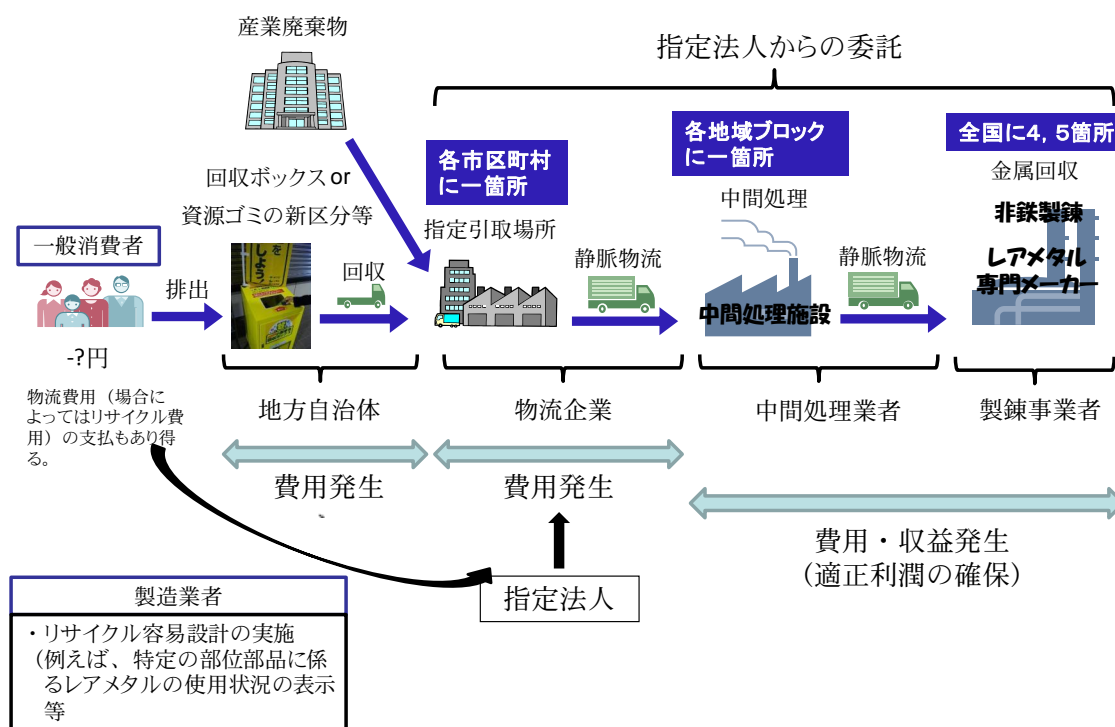


図 5-2 義務的参加タイプ例のイメージ

3) 関係者の役割分担

上記の社会的仕組みにおける関係者の役割分担については、以下のとおり整理できる。

<市町村>

- ・リサイクルの実施責任者、使用済小型家電の回収、指定引き取り場所までの輸送。ただし、市町村の積極的な参加が得られるような方策についての検討が必要である。

<中間処理業者・製錬業者>

- ・指定法人からの委託を受けての中間処理及び有用金属回収。

<物流業者>

- ・指定法人からの委託を受けて指定取引所から中間処理施設までの輸送。

<製造業者>

- ・リサイクル容易設計の実施（特定の部位部品に係るレアメタルの使用状況の表示等）を通じて、再資源化効率の向上に協力。ただし、使用状況の表示については、代替材料開発の進展などの技術開発動向により、将来必要とされる鉱種が変わる可能性があること、また、企業（技術）としての秘密に該当するものなど開示に馴染まない部分があることに留意すべき。

<指定法人>

- ・リサイクルの実施。実施手段としては、物流業者、中間処理業者、製錬業者に委託

<消費者（排出者）>

- ・使用済小型家電の適切な排出に努める。場合によっては、収集運搬料金の負担。

実効性の高いシステムとするためには、中間処理施設への持ち込み時点で一定のロット確保が必要。

→市町村が個別に持ち込んでもロットが確保できない。一括輸送しないと輸送コストが高くなるのではないか。

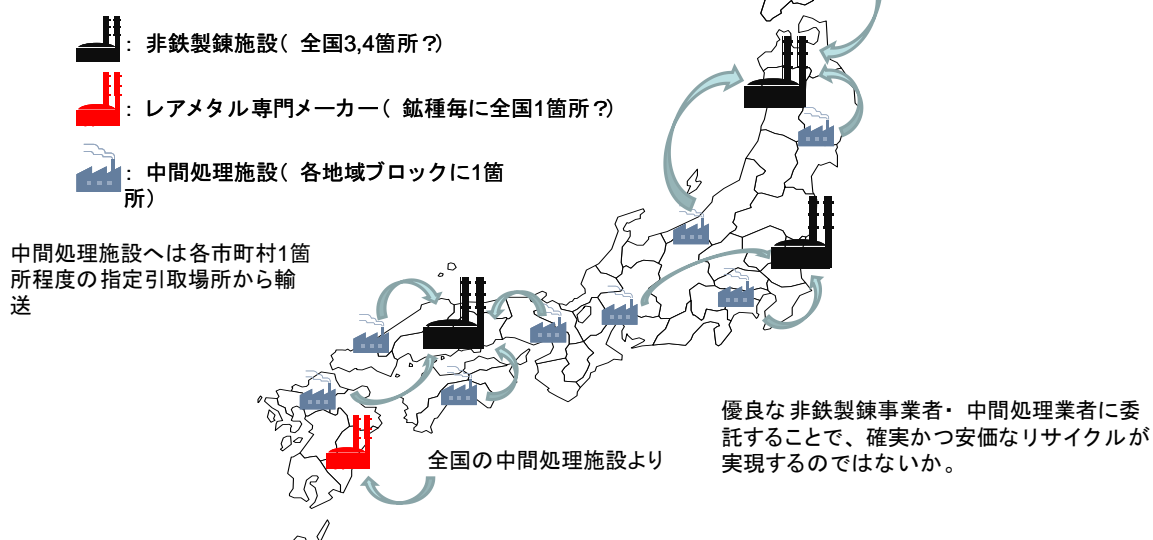


図 5-3 義務的参加タイプ例で想定される静脈物流のイメージ

4) 本類型の特徴

- ・市町村等に回収義務を課すことができれば、回収率が確保される可能性がある。
- ・指定法人からの一括委託によりロットの確保が可能となるため、効率的な静脈物流が実現する可能性がある。
- ・対象品目次第では、消費者等による費用負担の可能性がある。
- ・回収主体となる市町村等に使用済小型家電の回収等の義務を負わせられない可能性がある。
- ・実施体制の整備や運営管理に多大なコストがかかる可能性がある。

6. 今後の検討に向けた論点整理等

ここでは、本研究会で明らかになった事項と今後の検討に向けての論点整理を整理する。さらに検討を進めるに当たっての留意点も整理する。

(1) 研究会で明らかになった事項

① モデル回収事業について

- ・三年間にわたり7地域で使用済小型家電の回収モデル事業を実施した結果、約33万台(約120トン)の使用済小型家電を回収した。モデル事業回収実績全国拡大値の潜在的回収可能台数に占める割合は、地域毎に0.5%~17.9%と差があり、全国平均で5.2%であった。
- ・都市のタイプにより傾向の違いが見られ、大規模都市はボックス回収とイベント回収の組合せ、中規模都市はボックス回収とピックアップ回収の組合せが効率的な回収方法との結果になった。分別収集先進地域のような従来から細かな分別区分を設定している地域は、ステーション回収にもスムーズに対応し、回収効率は特に高かった。人口規模の大きな市町村ではボックス設置数が少ない影響もあり、回収台数が低調であった。

② レア金属の回収について

- ・潜在的回収可能量を100%回収した場合に回収が見込まれるレア金属、貴金属、ベース金属の金属量は、国内需要に占める割合でパラジウム2.4%、タンタル4.4%、金2.9%、銀2.3%、銅0.23%程度であることが把握された。
- ・使用済小型家電からのリサイクル検討優先鉱種は、鉱種毎の供給リスク、需要見通し、小型家電に比較的多く含有されているかどうかという基準により、タンゲステン、コバルト、タンタル、ネオジムの4鉱種が選定された。ただし、レア金属の含有量調査の対象とした品目が限定的であることに留意が必要である。

③ 環境管理について

- ・製品・部品における含有量試験では、一部の元素(鉛、カドミウム等)について参考とした「欧州RoHS指令」の最大許容濃度を超える含有が見られた。ただし、欧州RoHS指令等の規制が広がる以前に製造された製品を含んでいることに留意が必要である。一方、溶出試験では、参考とした「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準」との比較では、部品・製品では基準値以下であったが、一部の中間処理産物から基準値を超える濃度が検出された。

- ・我が国では一般廃棄物として家庭から排出された使用済小型家電が海外へ資源として輸出されている実態が確認されている。これらの海外における処理実態は不明であるものの、途上国において e-waste の環境上不適正な処理による環境汚染や健康被害の実態があることを踏まえた観点も必要。
- ・使用済小型家電のリサイクルにおける環境管理手法として、中間処理工程においては、想定されるリスクイベントの回避対策を講じつつ、電池や蛍光管等環境管理上留意が必要な部品を事前に取り外した後に、解体・破碎・選別工程に回ることが望ましい。また、製錬施設における金属回収工程においては、既存の法体系での規制を引き続き遵守することで適切な環境管理がなされることが分かった。

④ リサイクルシステムについて

- ・リサイクルに係る経済性の試算を行ったところ、一定の回収率が確保されれば、経済性を有していることが明らかとなった。また、段階別の採算性を見ると、小型家電回収段階で損失が出ること、また、収益性の高い金属に加えてレアメタルを重点的に回収することにより中間処理段階・金属回収段階の利益率が低下することが明らかになった。

(2) 今後の検討に向けての論点整理

① リサイクルシステムの必要性

- ・どの目的に重点を置くかを踏まえつつ、リサイクルシステムの必要性の判断に資する詳細な費用対効果分析等が必要である。

② 対象鉱種の選定

- ・使用済小型家電からのリサイクル対象鉱種の選定にあたっては、「使用済製品のどの部位・部品からレアメタルを取るのか」、「ビジネスベースにおける最低必要量はどの程度か」、「経済性のあるリサイクル技術が確立されているか」という視点からの検討が必要である。なお、レアメタルのうち、Pd等の白金族についてはリサイクル技術が確立しているため、小型家電がリサイクルされれば自ずとリサイクルされることとなる。また、リサイクルシステムの検討に際しては、既に回収技術が確立している貴金属・ベースメタルの回収を併せて考える必要がある。
- ・リサイクル検討優先鉱種は、限定的な品目のデータに基づき選定されているため、品目を拡大してリサイクル検討優先鉱種を選定する場合には、更なる検討が必要となる。

③ 対象品目の選定

- ・回収対象品目については、リサイクルシステムの目的により変わり得るが、品目の選定にあたっては、レアメタル等のリサイクルによる回収可能資源量・価値等についての更なるファクトデータの調査を行い、費用対効果等の観点も踏まえ、精緻な検討が必要となる。なお、製造技術の変化に伴い金属の使用状況は変化することを踏まえた、柔軟な対応が必要となる。また、携帯電話等の個人情報の取り扱いには留意が必要である。
- ・事業者による自主的な取組みが行われている使用済携帯電話の回収等、既存の回収スキームとの整合について整理が必要となる。

④ リサイクルシステムの持つべき性格と類型

- ・段階別の採算性で赤字の段階があることなどを踏まえると、実効性、効率性、受益と負担のバランス等の観点を踏まえつつ、関係者の適切な役割分担についての検討が必要である。
- ・使用済小型家電の回収量の確保が重要であることに鑑み、回収量を確保するための回収主体や回収方法について、モデル事業の結果等を踏まえながら検討することが必要である。また、回収量を確保するための普及啓発についても検討が必要である。
- ・ロットを確保した効率的な使用済小型家電の回収及び中間処理業者・製錬業者への運搬が重要であることを踏まえると、効率的な静脈物流について検討することが必要である。そのためには、広域的な回収が有効であるので、廃棄物処理法の収集運搬・処分に関する特例措置等について検討することが必要である。
- ・現状のリサイクル技術を前提とすれば、経済性が低下するため、リサイクル検討優先鉱種をどこまでリサイクルするか検討が必要である。
- ・製品中の金属使用状況等が短期間に大きく変動することも想定されるため、そのような状況に柔軟に対応出来るシステムについて検討する必要がある。
- ・システムの実効性を担保するために、使用済小型家電及び、解体・選別後の部品、素材等の海外流出をどのように回避するかについて検討することが必要である。
- ・リサイクルシステムの類型として、自主回収タイプ、自主計画タイプ、義務的参加タイプの3つを提示し、それぞれの特徴について整理したが、各類型の一例を示したに過ぎないため、提示例以外のシステムのオプションや関係者間の役割分担・費用分担を含め、更なる検討が必要である。

⑤ リサイクルシステムのフィージビリティ

- ・研究会において実施した経済性評価は多くの仮定や前提条件の下で行っているため、リサイクルシステムの検討に当たっては、詳細な経済性評価を行うことが必要

である。さらに各関係者に発生する収益や費用についても詳細に検討する必要がある

- ・多くの関係者が関与することから、費用対効果の観点に加えて関係者のスタンスを踏まえた、リサイクルシステムのフィージビリティについて詳細な検証が必要である。

⑥ 技術的課題

- ・リサイクル検討優先鉱種については、現在、国内においては、経済合理性に合うようなレアメタルのリサイクル技術が確立されていないが、技術開発のポイントは程度明かになったため、技術開発について具体的な検討を進めていく必要がある。特に、これまであまり技術開発の行われていない前処理（中間処理）技術に関する検討が必要である。なお、技術開発の検討にあたっては、使用済製品の回収見込み量や適用技術のコストのバランス等を踏まえる必要がある。
- ・適正なリサイクル・処理を行う観点から、環境配慮設計の推進や、製品部品中の含有鉱種情報の開示、伝達の仕組みについて検討する必要がある。一方で、代替材料開発の進展などの技術開発動向により、将来必要とされる鉱種が変わる可能性があり、また、企業（技術）としての秘密に該当するもの等開示に馴染まない部分があるため、関係者間での実現の可能性を含めた慎重な検討が必要となる。

⑦ 環境管理面の課題

- ・海外の情報を含め、既存の規制や新たな規制の動向等を踏まえ、小型家電に含まれる有害物質の取り扱いについて、ハザード評価やリスク評価に基づき慎重に検討する必要がある。
- ・有害物質を含有している小型家電のリサイクルにおける環境管理方法については、破碎前の前処理のあり方等、具体的な管理方法や管理費用を検討する必要がある。
- ・TMRのような資源採取段階における環境負荷の取り扱いについて検討が必要である。

（3）留意点

- ・レアメタルリサイクルについては、小型家電以外の製品のレアメタル使用量やレアメタル回収量、既存スキームにおけるレアメタル回収可能性等を見極めた上で、小型家電以外も含めたレアメタルリサイクルについて検討する必要がある。