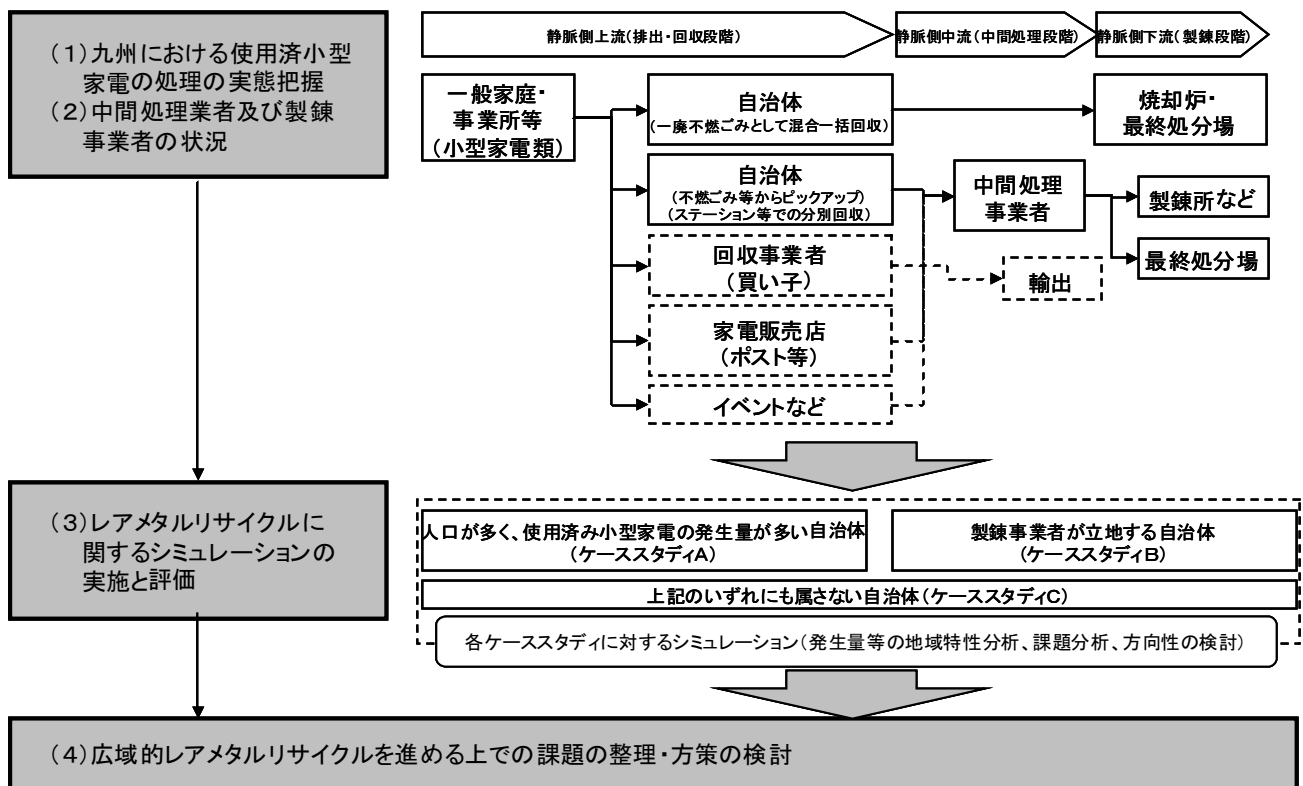


3. 九州地域における小型家電等のレアメタルリサイクル可能性調査について

(広域ブロック自立型施策推進調査結果)

1) 調査の背景と目的

- 小型家電は、近年、**高機能化及び小型化を目的として各種のレアメタルを使用**。自動車等の産業においても**必要不可欠の機能材料**。
- レアメタルには、**産出国偏在や価格乱高下という問題**があり、政府は「レアメタル確保戦略」で**海外資源確保、リサイクル、代替材料開発、備蓄の4本柱**を掲げたところ。
- 使用済み電気電子機器の回収・再資源化を拡大させようとする動きがあるものの、**小型家電は各種リサイクル法の対象外**であり、多くは一般廃棄物（不燃ごみなど）に。
- 使用済み小型家電からのレアメタルリサイクルは、政府モデル事業などが行われており、**効率的かつ効果的な回収方法や適正処理方法などについて検討中**。
- 九州地域では、20年度から政府モデル事業としての福岡県(大牟田市)、民間企業が推進する北九州市及び市の独自事業(21年度から政府モデル事業として実施)として実施する水俣市において、先駆けて実証事業開始・継続中。
- 本調査では、使用済み小型家電について、九州管内における**流通・処理の実態を把握**するとともに、**小型家電からのレアメタルリサイクルを拡大、促進させようとする場合に想定される課題の分析や方向性の検討**を目指した。また、連絡会議で九州管内の自治体関係者との情報・認識共有を目指した。



調査フロー

連絡会開催概要

	第1回会合	第2回会合	第3回会合
日時	平成21年8月27日(木) 13:30～16:45	平成22年1月14日(木) 13:30～16:00	平成22年2月19日(金) 13:30～15:30
場所	博多都ホテル 桐の間	福岡合同庁舎新館 共用大会議室A・B	ホテルハイット・リージェンシー・福岡 リージェンシーI
情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ○経済産業省のレアメタルリサイクル政策について 経済産業省 ○レアメタルの回収及び適正処理に関する環境省の取組について 環境省 ○国のレアメタル資源安定供給対策としてのリサイクル技術開発の取り組み 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 	<ul style="list-style-type: none"> ○レアメタル確保戦略について 資源エネルギー庁 ○平成21年度使用済小型家電の回収モデル事業について 環境省 	<ul style="list-style-type: none"> ○自治体越境を伴う小型家電の回収モデル事業について 秋田県
事例紹介	<ul style="list-style-type: none"> ○地域における先進的な取組事例について 福岡県 北九州市(ソニー(株)) 水俣市 	<ul style="list-style-type: none"> ○九州管内における廃棄物中間処理業の取組について 柴田産業(株) 日本磁力選鉱(株) 	<ul style="list-style-type: none"> ○九州管内における非鉄製錬業の取組について 日鉱金属(株) 三井金属鉱業(株)
調査報告	<ul style="list-style-type: none"> ○今後の進め方 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 	<ul style="list-style-type: none"> ○九州における小型家電からのレアメタルリサイクル調査(中間報告) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 	<ul style="list-style-type: none"> ○九州における小型家電からのレアメタルリサイクル調査(最終報告) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)

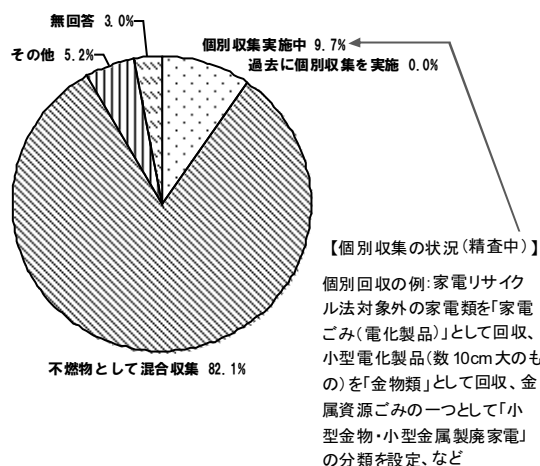
2) 九州管内における使用済み小型家電の流通・処理に関する現状

(九州管内の247全市町村を対象にしたアンケートから)

○自治体における小型家電の回収のほとんどは、不燃物として混合回収されている。

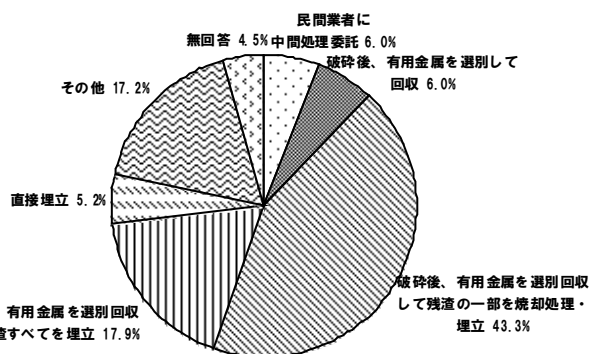
○小型家電の大半は、破碎後、鉄などを回収しただけで、焼却処理・埋立されている。

小型家電の回収状況



N=134

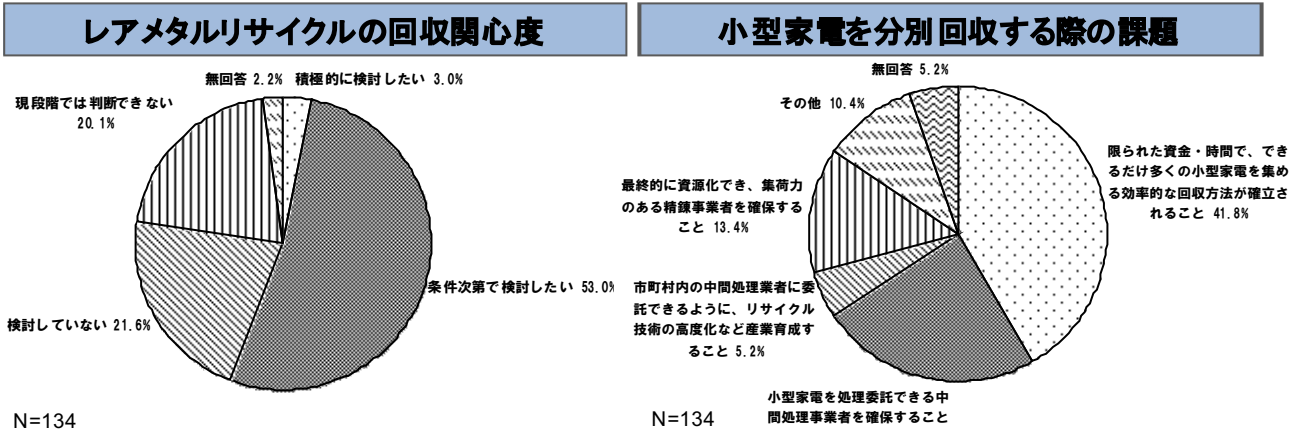
小型家電の処理状況



N=134

(九州管内の 247 全市町村を対象にしたアンケートから)

- 条件次第でレアメタルリサイクルを検討したいとの回答が過半数を占める。
- (自由回答から) 小型家電を分別収集する最大の課題は、設備投資や委託経費の増加である。予算を投じる意義が明確ではないといったことがある。また、既存の処理体制との整合性確保も難しいとの意見がある。



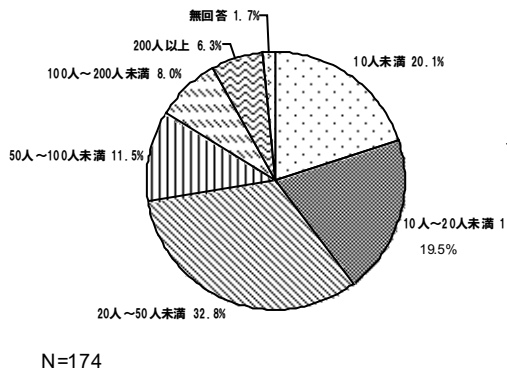
レアメタルリサイクルの可能性を検討する条件(自由回答から主なものを抜粋)

- レアメタルリサイクルに関する社会・政策動向の情報
- レアメタルリサイクルへの認識不足の解消、対象小型家電のレアメタル含有量、個人情報への対処
- 小型家電の範囲が不明確。安定的に処分ができる処分先が確保可能か。
- 経費増に対する説明・根拠
- 設備投資や委託経費の確実な増加を招くことから、相当な大義名分と住民の理解が必要。
- 限られた予算の中で、新たに分別収集を行うことが難しい。分別収集・処理に費用がかかる。
- リサイクルコストの負担、環境負荷の低減効果、地方自治体が率先して行う意義
- 既存リサイクル設備・制度との整合性
- 現在の処理体制や既存のリサイクル施設などを考慮すると、現段階では判断できない
- 中間処理事業者等の存在
- 離島であるため海上輸送費が高い。島内にレアメタルの回収業者がない。
- 地元で中間処理事業者がないため

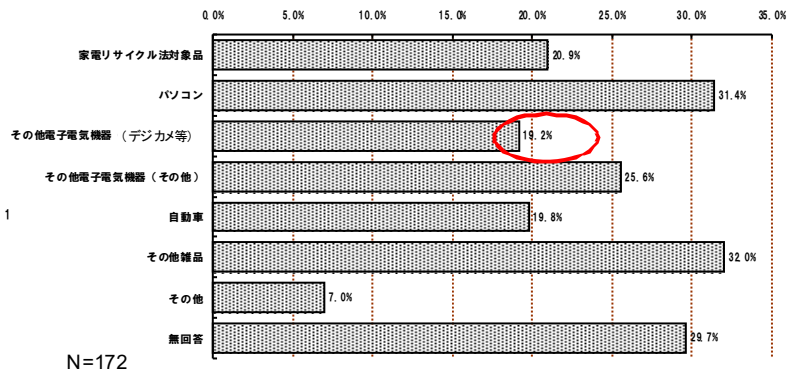
(九州管内の産廃処理業（金属くず）621 事業者を対象にしたアンケートから）

- 九州管内で廃棄物の中間処理業を営む事業者の7割近くは従業員数が50人未満。
- 廃棄物中間処理業（金属くず）で許可申請している事業者のうち、実際に金属くずを取り扱っているのは約7割で、そのうち小型家電（その他電子電気機器：デジカメ等）を処理している事業者はその2割。

中間処理事業者の従業員規模



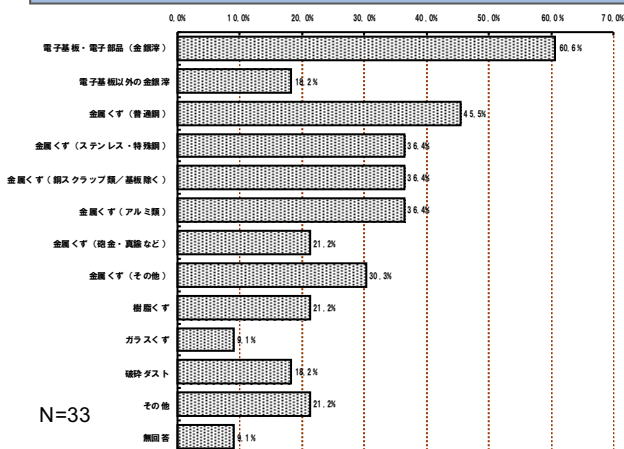
中間処理取り扱いの割合(処理対象物別)



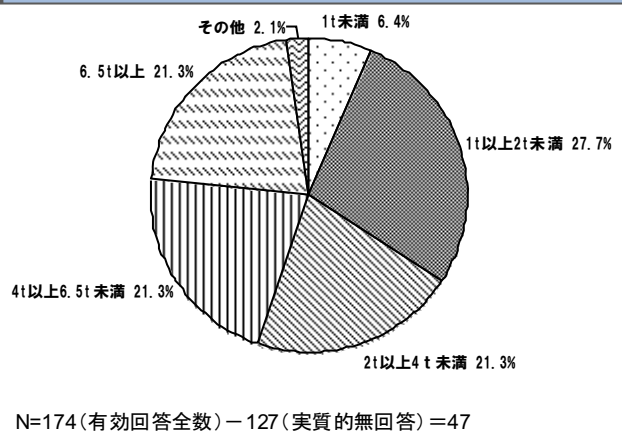
(九州管内の産廃処理業（金属くず）621 事業者を対象にしたアンケートから）

- 小型家電の処理方法は、手解体と機械粉砕が同程度。小型家電における選別・抽出の特徴は、いずれの事業者も電子基板類（金銀滓）に注目している点である。
- 1日あたり4トン近い数量（機器ベース）を確保できれば、過半数の事業者が有価回収に応じる可能性。
- ・回収頻度の設問では、多くの事業者が「特にこだわりなし（ただし上記の数量を確保できた場合）」と回答。

小型家電の処理で発生するもの



回収に応じて良い1日あたり回収量



(文献調査等から)

○小型家電中のレアメタルを再資源化できる非鉄製錬所は、主に銅製錬所と鉛製錬所

- ・小型家電に含まれる非鉄金属（レアメタルを含む）として、銅（Cu）、鉛（Pb）、亜鉛（Zn）、金（Au）、銀（Ag）、ニッケル（Ni）、アンチモン（Sb）、パラジウム（Pd）がある。
- ・これら非鉄金属を再資源化できる製錬所は、銅製錬所と鉛製錬所（右図）
→上記のようなベースメタルの製錬所とは別に金銀の湿式製錬に特化した製錬所も存在する。
- ・これら非鉄金属を含有する部位は、おもに電子基板や銅線などであり、破碎・分解後、含有金属量に応じてグレード分けされ、製錬所に売却される。
- ・製錬所では、持ち込まれた電子基板くずや銅線くず（最低ロット：トンオーダー）の成分分析を行い、その時点の相場に応じた買い上げ評価を行っている。

非鉄製錬所で回収可能な金属の種類

回収金属	銅製錬	鉛製錬	亜鉛製錬	DVDプレーヤー・レコーダー	ビデオカメラ	デジタルカメラ	携帯電話
Cu	●			○	○	○	○
Pb		●		○	○	○	○
Zn			●	○	○		
Au	●	●		○	○	○	○
Ag	●	●		○	○	○	○
Cd			●				
Ni	●			○	○	○	○
Sb		●			○	○	
Pt	●	●					
Pd	●	●			○		
Ga			●				
Se	●						
Te	●						
Bi		●			○		
In			●				

(注1) ●: 非鉄製錬所で回収可能な金属の種類

○: 小型家電に含まれる非鉄金属の例

(注2) 受け入れスクラップ中の濃集度や相場によっては回収されない金属もあることに注意。

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(ヒアリング調査・文献調査から)

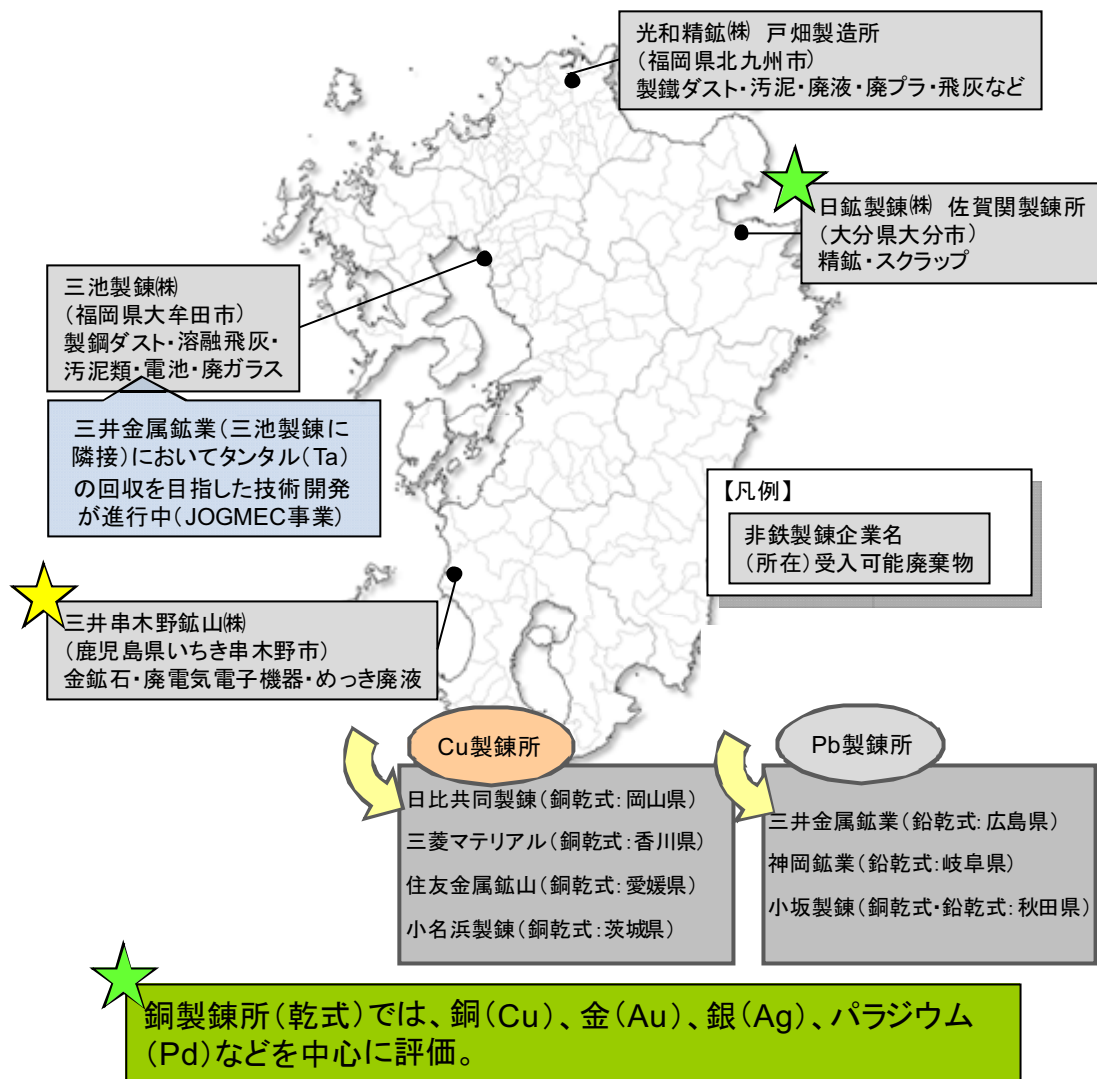
○小型家電中の金属類のうち、国内製錬所・電炉で再資源化されるのは、鉄、アルミニウム、銅、金、銀、パラジウムが主である。

○レアメタルも国内製錬所・電炉に向かうが、濃集度や相場次第で再資源化される。

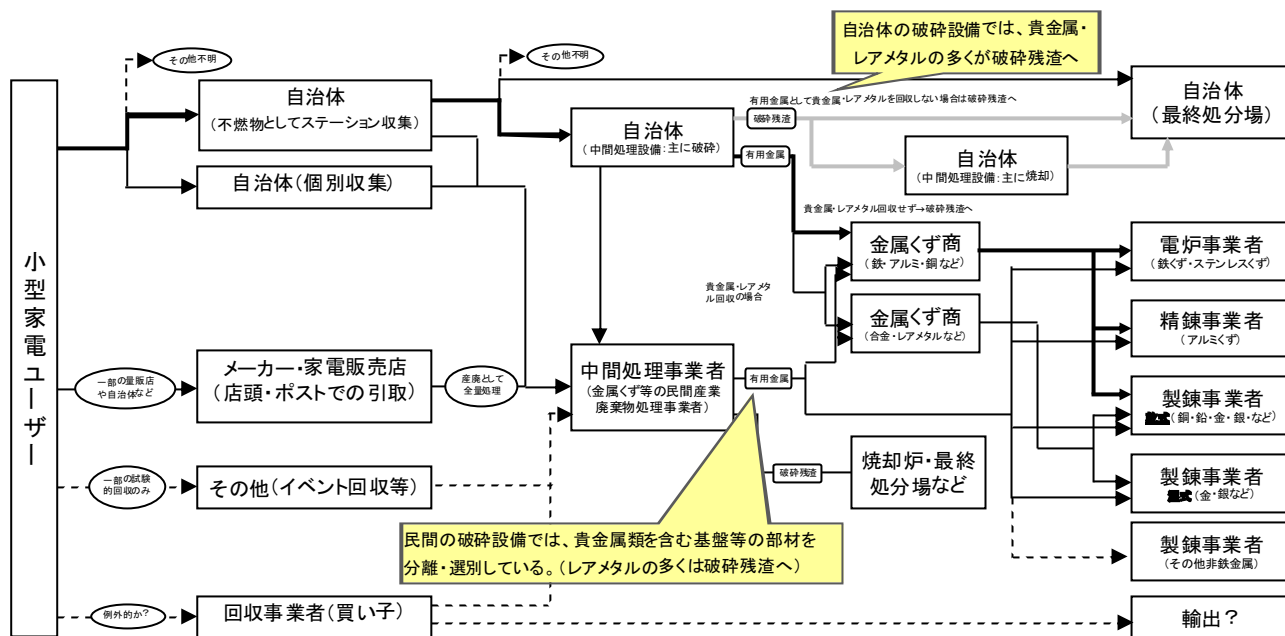
- 鉄くず：磁選で回収された鉄くずは、九州管内外の電炉事業者などに引き取られ、鉄地金等として再資源化される。
- アルミ：渦電流選別機等で回収されたアルミくずは、九州管外の精錬事業者等に引き取られ、アルミ地金等として再資源化される。
- 金・銀・銅・パラジウムなど：金・銀・パラジウムを含む故銅や基板等は、手選別等によって回収された後、九州管内外の銅製錬所や鉛製錬所に引き取られ、地金として再資源化される。
- レアメタル：レアメタルを含むモーターは鉄くずと一緒に電炉に、またレアメタルを含む電子基板等は故銅等と一緒に銅・鉛製錬所に引き取られる、電炉スラグや電解スライムなどになってしまう。濃集度や相場によっては再資源化される。

○国内の主な製錬事業者の動き

- 日鉱グループ：日立メタル・リサイクル・コンプレックス計画
- 三菱グループ：連続製銅炉を香川県で建設（1991年）。
- DOWAグループ：新型炉を秋田県で建設（2007年）。
- 三井グループ：タンタルリサイクルの技術開発。
- 住友グループ：使用済み触媒や貴金属のリサイクル。



使用済み小型家電の発生から再資源化に至るまで(九州管内の実態俯瞰)



(出所) 三菱UFJリサーチ & コンサルティング作成

○使用済み小型家電の回収状況

- ・家庭などから排出された使用済み小型家電の大半は、自治体の一般廃棄物として回収され、多くは不燃ごみの区分として取り扱われている。
- ・一部には家電販売店等によって引き取られているものもある（産業廃棄物へ）

○使用済み小型家電の処理状況

- ・自治体で回収されたものは、自治体や広域行政組合が保有する中間処理設備において破碎され、磁選などを経た後、鉄・銅・アルミニウムなど含有量の多い金属のみを回収して、小型家電中の金・銀・レアメタル等は破碎残渣として埋立処理されている。
- ・産業廃棄物として民間の中間処理事業者が引き受けた場合、中間処理設備での破碎や手解体、また磁選、風選などを経て、鉄・銅・アルミニウムなどのほか、金・銀及びレアメタルの一部（白金族元素）を含む電子基板や部品が回収される。

○使用済み小型家電からのレアメタル再資源化状況

- ・民間の中間処理事業者が選別した電子基板は、スクラップの原料として銅・鉛製錬所に売却され、含有される金・銀及びレアメタルの一部（白金族元素）が回収される。一方、廃電子基板中に含まれるレアメタルのほとんどは、銅・鉛製錬所で発生する電解スライムなどに止まり、濃集度や相場によって回収される。

3) 使用済み小型家電の再資源化賦存量と再資源化の課題分析

(1) 使用済み小型家電の再資源化賦存量に関する試算

- 試算対象とした小型家電
 - ◆ DVDプレーヤー・レコーダー、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話の4種
 - ◆ 金・銀・レアメタルの含有量が多い小型家電を中心に選定
- 再資源化賦存量
 - ◆ 買い替えなどによって廃棄される可能性のある小型家電の数量(1年あたり)
 - ◆ 上記数量の概念には、一般廃棄物としての回収分以外に各家庭での退蔵分、販売店等による回収分なども含まれる。いわゆる「排出予想量」とは異なるものであり、回収可能な最大量である。
 - ー 小型家電の回収モデル事業などでは、上記試算値との乖離が見られるが、その理由として、本試算では期間を1年間としてみていること、また販売店で引き取られるものや退蔵されているものも見込んでいること、などが考えられる。
 - ー 別手法で推計された学術研究(例：岡田ほか「消費者調査に基づく小型電気電子機器の静脈フロー推計」第20回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集2009)などとは概ね整合的な試算結果が得られている。

(2) 使用済み小型家電の再資源化賦存量に関する試算

- 小型家電の保有率や買い替え周期は、年齢による点が高いことから、年齢層別の買い替え・廃棄特性に着目したモデルを採用
- 各自治体における世帯主年齢別の世帯数は、平成17年国勢調査に基づき、全世帯数に当該自治体の年齢別人口構成比を乗じることで推計
- 各小型家電の世帯保有率や平均使用年数は、内閣府「消費動向調査(平成21年3月末)」に基づく
- 重量あたりの再資源化賦存量は、これに1台あたりの平均重量を乗じることで算出
- 含有レアメタルとしての再資源化賦存量は、これに1台あたりのレアメタル含有量を乗じることで算出

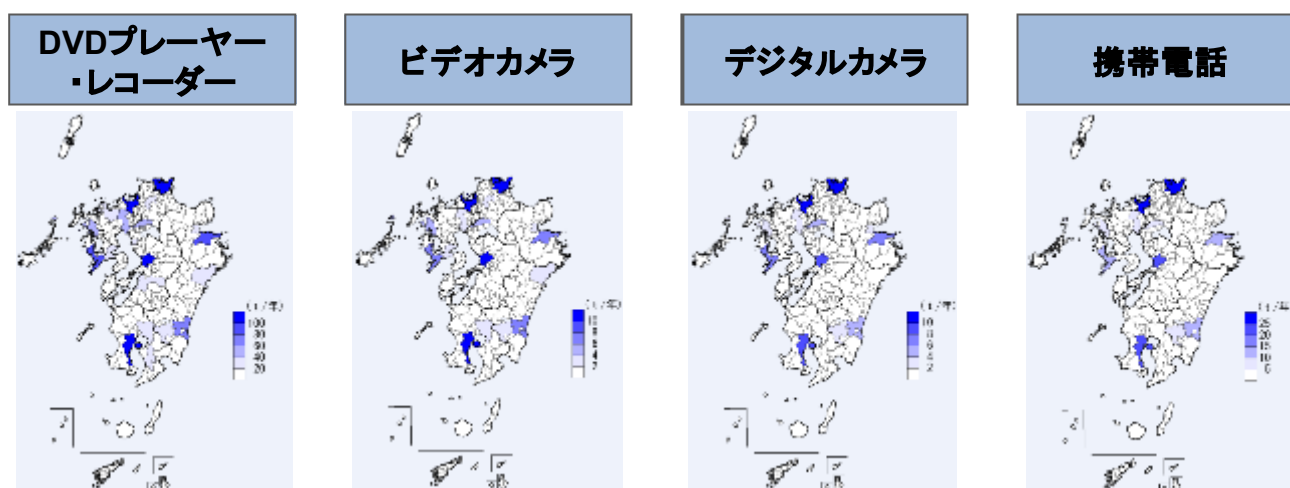
再資源化賦存量の試算モデル式

$$S_{\alpha,A} = (U_{\alpha,<29} \times H_{A,<29} \div C_{A,<29}) + (U_{\alpha,30-59} \times H_{A,30-59} \div C_{A,30-59}) + (U_{\alpha,60<} \times H_{A,60<} \div C_{A,60<})$$

- $S_{\alpha,A}$: 買い替えなどによって自治体 α で廃棄される可能性のある小型家電Aの1年あたり数量[台/年]
- $U_{\alpha,<29}$: 自治体 α における世帯主年齢が29歳以下の世帯数[世帯]
- $H_{A,<29}$: 世帯主年齢が29歳以下の世帯における小型家電Aの保有率[台/世帯]
- $C_{A,<29}$: 世帯主年齢が29歳以下の世帯における小型家電Aの平均使用年数[年]

- 再資源化賦存量：北九州市、福岡市、長崎市、熊本市、大分市、宮崎市、鹿児島市などの大都市に集中。
- 九州管内における再資源化賦存量
 - ◆ DVDプレーヤー・レコーダー：約120万台（1,179千台/年 = 2,476 t/年）
 - ◆ ビデオカメラ：40万台（403千台/年 = 201 t/年）
 - ◆ デジタルカメラ：約100万台（1,037千台/年 = 187 t/年）
 - ◆ 携帯電話：約310万台（3,141千台/年 = 408 t/年）

金で234kg、銀で989kg、パズウムで86kg、銅で166tで相当の都市鉱山（潜在的な年間産出量）。



- 【ケーススタディA】
 - 人口が多く、使用済み小型家電の発生量が多い自治体の例・市町村としての例
- 【ケーススタディB】
 - 製錬事業者が立地する自治体の例・県としての例
- 【ケーススタディC】
 - 左記いずれにも属さない自治体の例・広域処理に取り組む市町村としての例

■ 調査検討項目の一例

- 地域特性
 - ✓ 人口、世帯数、年齢構成
 - ✓ 住宅の建て方別世帯数の変化、世帯あたり自動車保有台数
 - ✓ 産業別事業所・従業員割合
 - ✓ 域内の主要駅における乗降客数、
 - ✓ イベント回収に適したイベントの内容・回数 など
- 一般廃棄物の収集区分における使用済み小型家電の位置づけ
- 小型家電を含む不燃ごみの回収方法・処理方法
- 仮に小型家電を分別回収しようとする場合に目的となり得る事項・取り組む上での課題
- レアメタルリサイクルへの関心度
- 不燃ごみの回収区分や現在の回収・処理体制を踏まえた今後の対応方向性

小型家電の回収・処理現状(A)

回収状況	不燃物として混合収集 【4区分】燃えるごみ、燃えないごみ(ガラス、陶磁器、空き缶など)、空きびん・ペットボトル、粗大ごみ
処理状況	破碎後、有用金属を選別回収して残渣を焼却処理・埋立
分別回収する場合の目的	埋立処分場の延命化、3Rの取組促進
分別回収に係る障害	環境への影響を少なくしつつ、限られた資金・時間で、できるだけ多くの小型家電を集める効率的な回収方法が確立されること。(市以外に)実施主体が存在すること。
レアメタルリサイクルの関心度	積極的に検討したい (リサイクルコストの負担、環境負荷の低減効果、地方自治体が率先して行う意義)

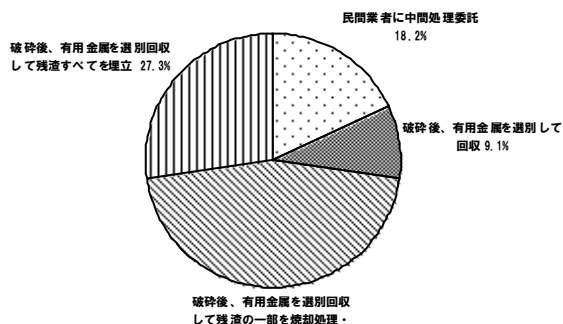
小型家電の再資源化賦存量(A)

- DVDプレーヤー・レコーダー: 150 千台(315t)/年
- ビデオカメラ: 52 千台(25t)/年
- デジタルカメラ: 128 千台(23t)/年
- 携帯電話: 399 千台(52t)/年

ケーススタディAの場合における対応方向性

- 現状の回収システムとは別枠での回収
 - 現在の回収・処理システム(夜間戸別回収・一括して破碎・焼却)の改変は困難。
- 市民の自発的な回収運動を拡大支援
 - 1,800近い集団回収(古紙、ビンなど)の活動を支援。有価で売却し回収促進。
- 住民移動が集中する場所・時期での回収を実施
 - 駅やスーパーなどでのボックス設置、転出が集中する3~4月における限定回収など。
- 民間企業・団体等による回収活動の拡大支援
 - 民間企業・団体等による商業的・ボランティア的回収の支援など
- 回収した小型家電は近隣の間処理事業者や製錬事業者の有価で売却をめざす

小型家電の処理現状(B)



小型家電の再資源化賦存量(B)

- DVDプレーヤー・レコーダー : 106 千台(222t)/年
- ビデオカメラ: 36 千台(18t)/年
- デジタルカメラ: 94 千台(17t)/年
- 携帯電話: 282 千台(37t)/年

ケーススタディBの場合における対応方向性

- 各市町村の連携による広域的回収システム構築
 - 各市町村の収集区分は自治体で異なる上、小型家電の多くは不燃ごみとしての取り扱い。
- 自動車移動拠点や転出集中時期での回収支援
 - 回収段階は、各自治体に適した方法で個別に集約(資源回収、イベント回収など)。
 - 乗降客数上位駅や日頃の自動車移動に着目した場所での回収ポスト設置(スーパー等)。
 - 転出が集中する3~4月での期間限定回収。
- 回収した小型家電は域内の中間処理事業者や製錬業者に有価で売却をめざす
 - 処理・製錬段階では、集約させた小型家電を再資源化できるような中間処理事業者などを県内で育成・誘致。

小型家電の回収・処理現状(C)

回収状況	不燃物として混合収集【廃棄物2区分+資源物5種類13品目】 ・廃棄物 一燃やせるごみ(日向東臼杵南部広域連合:焼却処分) 一燃やせないごみ(小型家電を含む:民間への委託) ・資源物(月1回の地区別回収:民間への委託)
処理状況	破碎後、有用金属を選別回収して残渣すべてを埋立(家電リサイクル品目以外のものは、破碎・埋立処理)
分別回収する場合の目的	対外的な環境配慮のPR
分別回収に係る障害	限られた資金・時間で、できるだけ多くの小型家電を集める 効率的な回収方法が確立されること
レアメタルリサイクルの関心度	積極的に検討したい

小型家電の再資源化賦存量(C)

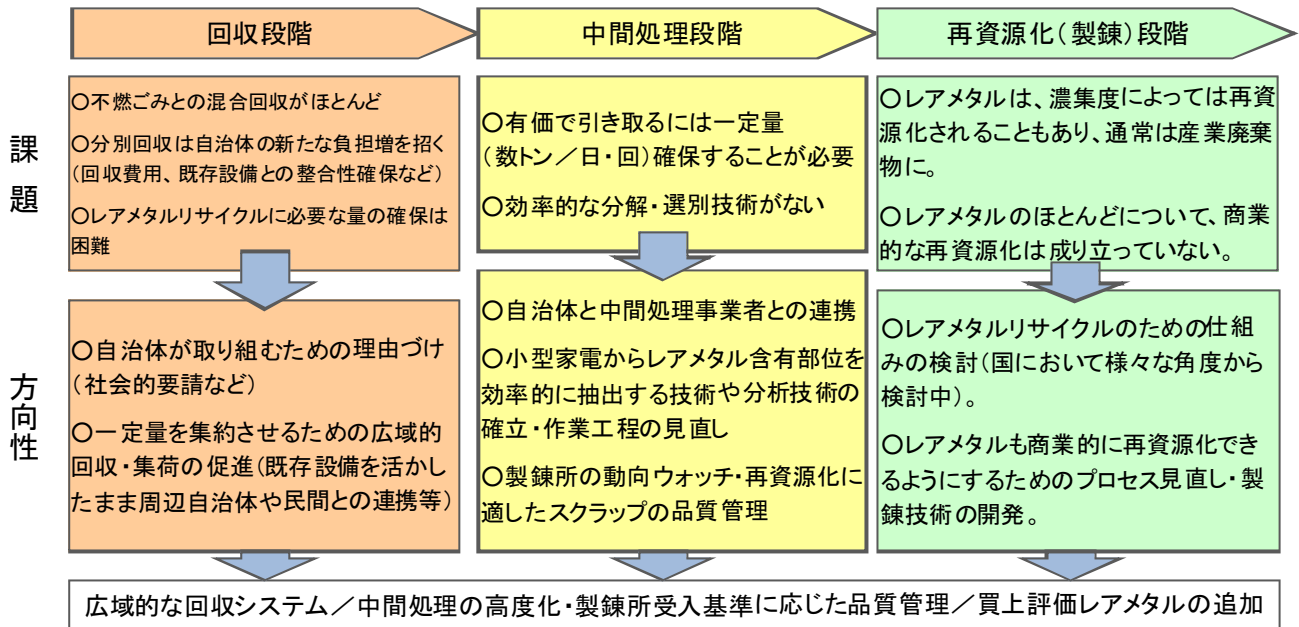
- DVDプレーヤー・レコーダー : 8 千台(16t)/年
- ビデオカメラ: 3 千台(1t)/年
- デジタルカメラ: 7 千台(1t)/年
- 携帯電話: 21 千台(3t)/年

ケーススタディCの場合における対応方向性

- 必要最低量を確保できる各市町村連携による広域的回収システムの構築
 - 地域内で回収から中間処理までをビジネスベースで完結させるのは困難。
 - 小型家電を有価物として売却するためには広域回収で必要最低限の数量を集約させる必要あり。
 - 不燃ごみの約5~12%程度が小型家電等であることから、これら資源化による最終処分量の削減とレアメタルリサイクルを最小限の投資で両立させるモデル構築を目指す。
- 回収した小型家電は域内の中間処理事業者に有価で売却をめざす
 - 処理・製錬段階では、集約させた小型家電を再資源化できるような中間処理事業者を県内で育成・誘致(混合回収された小型家電からのピックアップも視野に)。

4) 使用済み小型家電のレアメタルリサイクル拡大に向けた方向性

使用済み小型家電からのレアメタルリサイクルを進めようとする場合の課題と方向性



方向性1: 広域的回収・集荷の促進策の検討例(家庭→自治体)

自治体向けの検討例

- 各市町村の連携による広域的回収システムの構築
 - 必要最低限の数量を集めるために広域回収を検討する必要があるのではないか。
 - 不燃ごみの一部は小型家電等であることから、これらの資源化による最終処分量の削減とレアメタルのリサイクルを最小限の投資で両立させるモデルなどを検討してみてはどうか。
- 地域特性に応じた追加的回収システムの個別検討
 - 追加的投資を極力抑えた回収方法が重要であり、住民移動が集中する場所や時期を狙った効率的な回収のしくみを追加的に検討してみてはどうか。
 - 自治体主催によるイベントや駅頭、スーパーでの回収・引越シーズン限定の回収を検討してみてはどうか。
 - (自治体以外の主体による取り組みとして) 市民による自発的な回収運動(集団回収)や民間企業・団体等による商業的・ボランティア的回収活動への支援を検討してみてはどうか。 _

方向性2:有価買上を目指した民間企業等との連携例(自治体→中間処理事業者)

中間処理事業者
の検討例

○有価買上を目指した中間処理業との連携

- 小型家電を有価物として売却するためには高度な再資源化技術を有する中間処理事業者の確保及び連携体制の構築が必要なのではないか。
- 優れた中間処理事業者に対するインセンティブ(エリア内への誘致等自治体で対応可能なもの)の付与を検討してみてもどうか。
- 有価買上が可能となる最低基準を引き下げることの方策を連携する中間処理事業者と協議する必要があるのではないか。

方向性3:非鉄製錬所の動向・ニーズに沿った品質管理などの検討例(中間処理業の高度化)

中間処理業
における検討例

○非鉄製錬所における新たな技術開発動向のウォッチ

- 中間処理事業者は、製錬事業者との連携を強化する必要があるのではないか。
 - ・レアメタル抽出技術に関する開発動向のウォッチを実施してみてもどうか。
 - ・レアメタルに関する買上評価の働きかけを行ってどうか。

○受入基準に合致したスクラップ品質の管理

- 中間処理事業者は、発生した金属くずの商品性を高める工夫を検討する必要があるのではないか。
 - ・混入すると製錬に障害が発生する不純物の特定とそれを混入させないための品質管理。
 - ・レアメタルが濃集している部位の特定や情報収集のさらなる強化 など。

方向性4:分解・選別技術の開発(中間処理業の高度化)

中間処理業に
おける検討例

自治体におけ
る検討例

○レアメタル濃集部位を効率的に分離・選別させる作業手順の標準化や技術開発への支援

- レアメタル濃集部位を効率的に取り外し・選別するための作業手順の標準化、要素技術の開発を試みてどうか。
 - ・現在、非鉄製錬所で評価対象とはされていないレアメタルについて再資源化の可能性を製錬事業者と連携しながら追及してみてもどうか。
- 中間処理業の育成を目指した技術開発支援を検討してみてもどうか。

○買上評価とするレアメタルの追加可能性に関する検討

- レアメタルも再資源化できるようにするためのプロセス見直し・製錬技術の開発を検討してみてはどうか。また、買上評価するための基準や方法も検討してみてはどうか。
- レアメタルを受け入れる際の基準検討(最低限必要な濃集度や不純物の基準など)を行ってみてはどうか。