

## 小型家電リサイクルってどうなってるの？

神戸山手大学現代社会学部

教授 中野加都子(工学博士)

### 内 容

1. なぜ、いま「都市鉱山」？
2. これまでの使用済み小型家電の処理方法は？
3. 小型家電の特徴(携帯電話を例に)
4. 小型家電リサイクルはなぜ行われてこなかったの？
5. 小型家電リサイクル法の内容
6. 小型家電リサイクルの方向性

## 4月1日にスタートした 「小型家電リサイクル法」を知っていますか？



2013年4月1日に、小型家電リサイクル法（正式名称：使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律）が施行された。使用済みの小型電子機器などに使われている金属など有用な資源をリサイクルするための法律。

## 「都市鉱山」ってどういうこと？

地上に蓄積された工業製品を都市に眠る  
鉱山資源とみなすリサイクル概念

- 1988年に東北大選鉱製錬研究所の南條道夫教授らによって提唱されたリサイクル概念
- 地上に蓄積された工業製品を資源とみなして「都市鉱山」と名付けたもので、資源をそこから積極的に取り出すことを試みる概念

## 金属の種類

### ベースメタル

鉄や銅、亜鉛、鉛、アルミニウムなどのように、社会の中で大量に使用され、生産量が多く、様々な材料に使用されている金属

### 貴金属

一般的には金、銀、白金（プラチナ）やパラジウムなどの8元素を指し、希少で耐腐食性があるのが特徴の金属

### レアメタル

明確な定義はないが、「地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属のうち、安定供給の確保が政策的に重要（経済産業省）」で、産業に利用されるケースが多い希少な非鉄金属を指し、構造材料へ添加して特性を向上させたり、また電子材料・磁性材料などの機能性材料などに使用されているもの

## 希少金属と小型電子・電気機器

### 希少金属

・希少金属（レアメタル）は、地球上にもともの存在量が少ない金属や、量は多くても経済的・技術的に純粋なものを取り出すのが難しい金属を総称するもの。

・一般的にレアメタルと呼ばれている元素は31種類あり、他の元素と合金を作って、これまでにない性能や機能を有する。

・レアメタルはこのような特性を利用して、家庭用品から産業機械・ハイテク分野に至るまで幅広く用いられており、我が国の産業にとって欠くことのできない重要な原材料の一つ。

### 希少金属の種類

周期律表のグレーの部分が生少金属。

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

希土類（1種類とカウント）

鉱業審議会鉱山部会レアメタル総合対策特別小委員会資料

### 小型電子・電気機器における希少金属の主な用途

デジタルカメラの小型モーター、液晶（コバルト、インジウム、ネオジウム）

液晶パネル（インジウム）

携帯電話の二次電池、液晶パネル（コバルト、インジウム）

DVDレコーダーの小型モーター（プラチナ、ネオジウム）

MDプレーヤーの二次電池、小型希土類モーター（コバルト、ネオジウム）

電子レンジの小型モーター、液晶（コバルト、インジウム）

### 小型電子・電気機器の発生量等

40品目に限定しても年間70万トン発生

<小型電子機器中の分析例>

例えばMDプレーヤーに230gの金が含まれる

品目	金	銀	銅	パラジウム	鉛
MDプレーヤー	230 (0.02)	1400 (0.14)	8.7 (8.8)	10 (<0.01)	0.083 (<0.01)
デジタルカメラ	169 (0.06)	493 (0.18)	5.8 (20.2)	4 (<0.01)	0.017 (0.06)
ビデオカメラ	99 (0.09)	628 (0.58)	6.9 (64.0)	29 (0.03)	0.185 (1.72)

単位: Au, Ag, Pdはg, Cu, Pbは%、なお( )は1台当たり含有量(g)

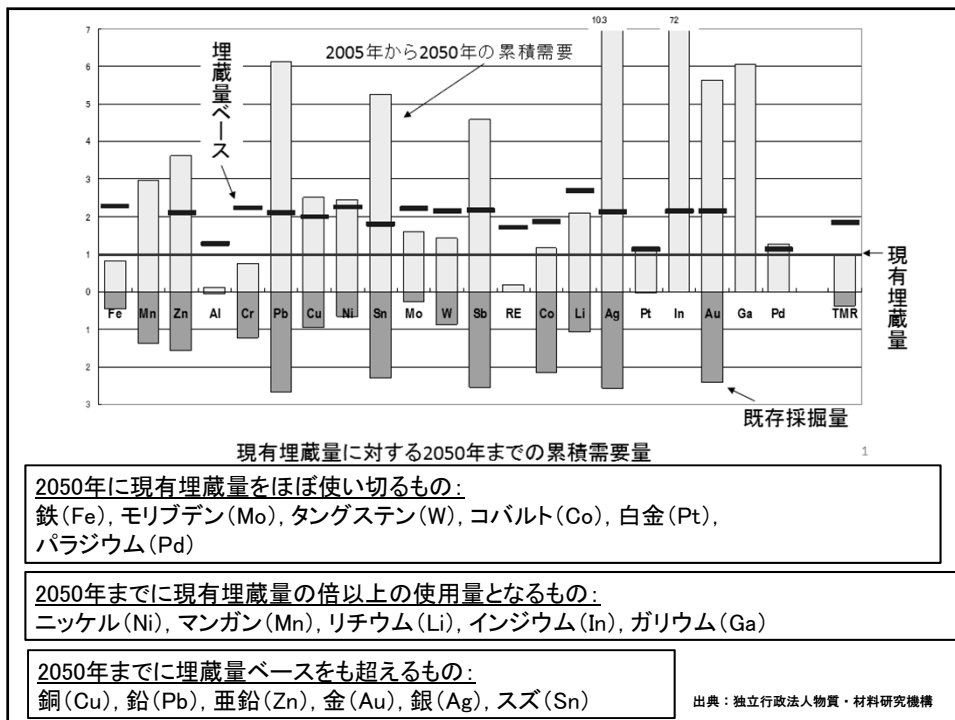
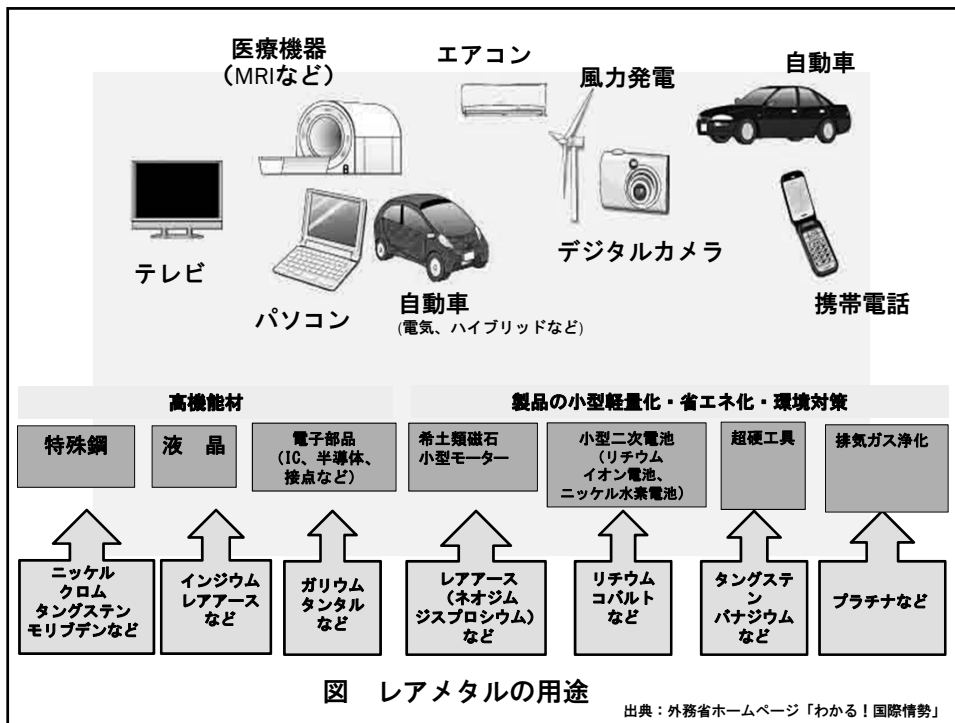


表 非鉄金属資源の産出国の偏在性

	資源の上位産出国（2009年）	上位三カ国の合計シェア
レアアース	①中国97% ②インド2% ③ブラジル0.5%	【99%】
リチウム	①チリ41% ②豪州24% ③中国13%	【78%】
バナジウム	①中国37% ②南アフリカ35% ③ロシア26%	【98%】
タングステン	①中国81% ②ロシア4% ③カナダ3%	【88%】
白金	①南アフリカ79% ②ロシア11% ③ジンバブエ3%	【93%】
インジウム※	①中国50% ②韓国14% ③日本10%	【74%】
モリブデン	①中国39% ②米国25% ③チリ16%	【80%】
コバルト	①コンゴ民40% ②豪州10% ③中国10%	【60%】
マンガン	①中国25% ②豪州17% ③南アフリカ14%	【56%】
ニッケル	①ロシア19% ②カナダ13% ③インドネシア13%	【45%】
銅	①チリ34% ②米国8% ③ペルー8%	【50%】
亜鉛	①中国25% ②ペルー13% ③豪州12%	【50%】
鉛	①中国43% ②豪州13% ③米国10%	【66%】

出典：Mineral Commodity Summaries 2010

## 都市鉱山 (urban mining) の可能性は？

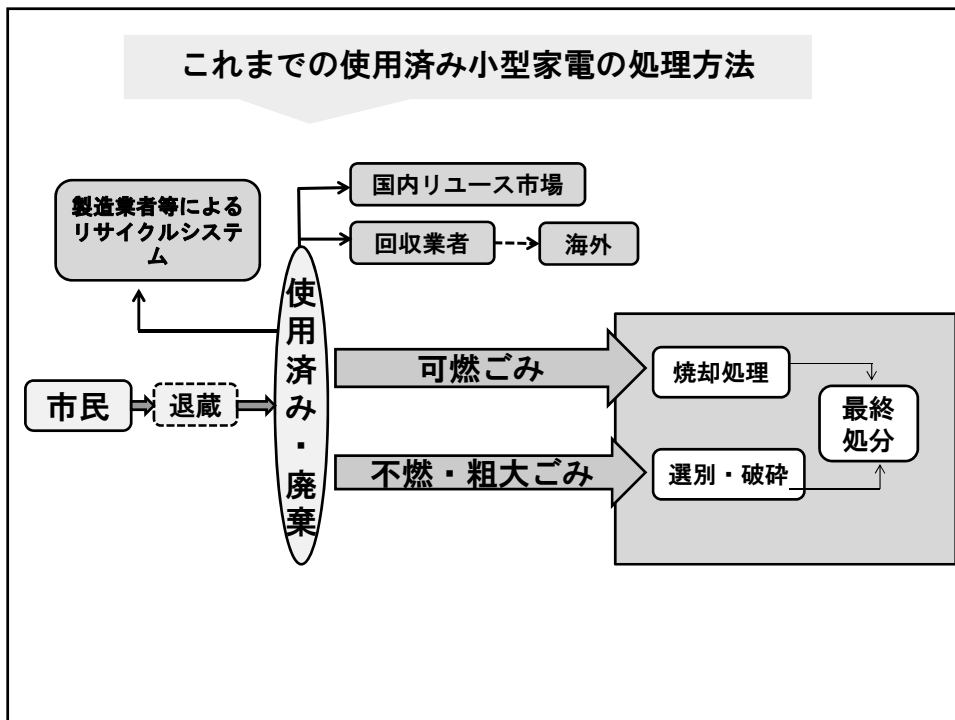
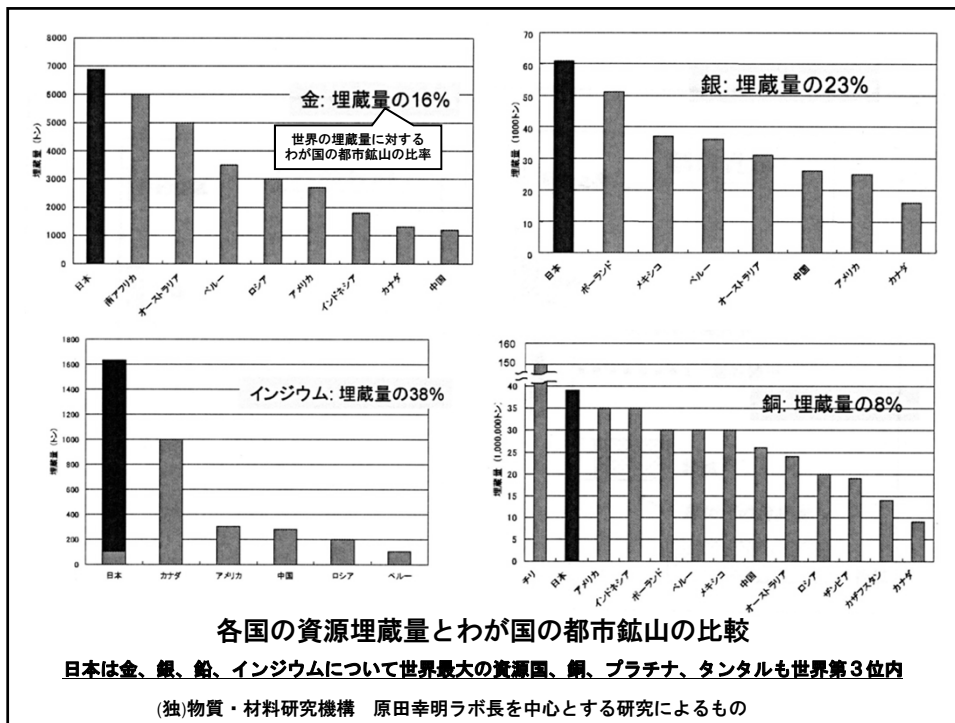
既に利用されている資源量が、地下資源量を上回る時代



- 資源の偏在と消費の偏在を一致に近づけられる可能性
- ショート・サイクル循環の可能性
- 過去の国内蓄積を資源として活用できる可能性



- 確定埋蔵量が明確であり、探索の必要がない。
- 加工を経て集約的に使用されたものであるため、一般に天然鉱石より高品位。
- 採鉱・製錬という視点で、省資源・省エネルギーの可能性が大きい。
- 景観の改善や拡散による環境汚染を回避できる。



## 平成22年度の市町村における有用金属の回収状況

金属	回収割合
鉄	66.8%
銅	21.7%
銀	4.0%
金	4.6%
アルミ	52.9%
ステンレス	16.5%
レアメタル	2.6%

※回収割合とは回収を行っている自治体数の割合  
(回答自治体数1,748自治体)

資料：環境省

## 資源価値の高い品目は排出されにくい？

### 通信機械器具（携帯電話等）、電子機械器具（ビデオカメラ等）など

- 小型なので保管スペースにそれほど困らない。
- 使えないわけではない（また使うかもしれない）。
- 記録再生のために記録媒体に合わせた機器を保管しておきたい。
- いつでも可燃ごみ等に出せる。
- 個人情報に関わるものが多い。

異動や引っ越しなど  
何らかのきっかけにより、  
一気に排出される  
可能性がある

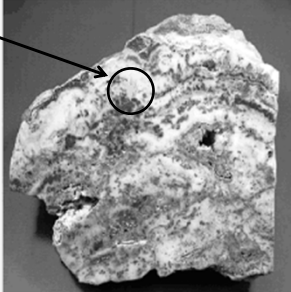
### 電気機械器具（炊飯器、加湿器、コーヒーメーカー等）

- 小型家電製品の中では比較的かさばる。
- 再度使うことは少ない。
- 記録媒体などが不用品が多い。
- 可燃ごみには出しにくい。
- 個人情報に関わるものは少ない。

価値の高い資源の回収のためには、何らかのインセンティブ、普及啓発が必要！


都市鉱山からの金の採掘イメージ

鉱石 52.8kg



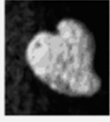
約30cm

基板1枚 140g



約15cm

拡大

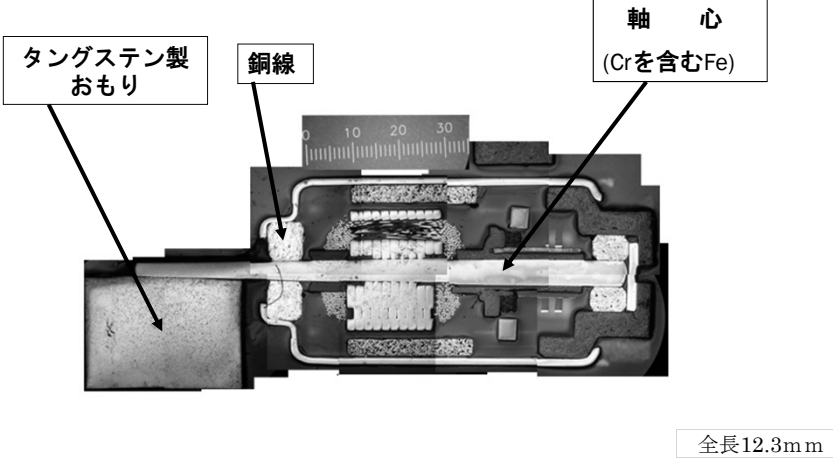


約1mm

金 48mg (200円相当) が含有

出典：九州大学総合研究博物館ホームページ  
独立行政法人産業技術総合研究所ホームページ

携帯電話の中にあるモーター



タングステン製おもり

銅線

軸心  
(Crを含むFe)

全長12.3mm

携帯電話のモーターにはタングステンというレアメタルが含まれている



表 携帯電話1台に含まれる貴金属・レアメタルの経済的価値試算例

Au (金)	Ag (銀)	Cu (銅)	Pd (パラジウム)	Pb (鉛)	Ni (ニッケル)
96.21	5.62	5.01	4.31	3.96	2.34

Sn (スズ)	Co (コバルト)	Zn (亜鉛)	W (タングステン)	Mo (モリブデン)	計
0.93	0.45	0.09	0.05	0.04	119

円/台

### なぜ、携帯電話に金が使われているの？

一度に必要とされる情報量が増すと情報パスが微細化し電線が細くなる



電気抵抗が大きくなり無駄な電力を消費



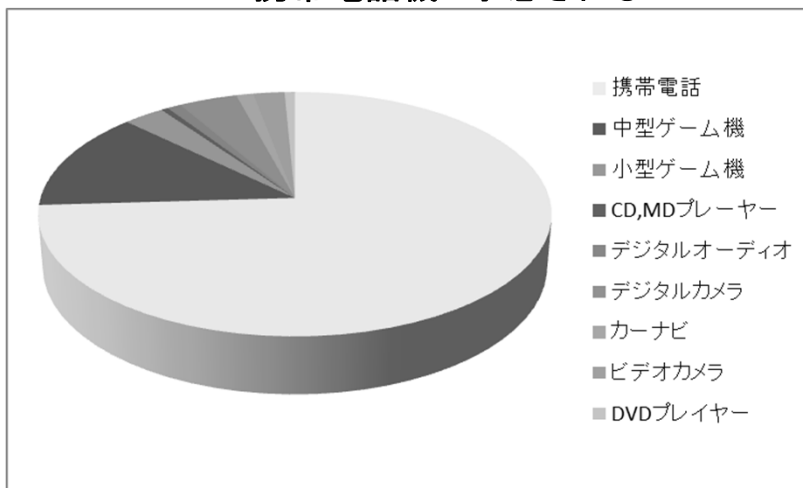
電気抵抗を小さくするためには電気伝導率のよい材料が必要



#### ○ 電気伝導率のよい材料

- N01 銀：亜硫酸ガスに弱い（都市部では亜硫酸ガス濃度が高い）。
- N02 銅：酸化しやすい。
- N03 金：化学的安定性の面で信頼性が高い。

## 小型家電での金の年間増分(約400kg)のうち3/4は 携帯電話機と予想される



環境省・経産省レアメタルリサイクル研究会報告書2009データより作図  
出典：原田幸明（物質・材料研究機構）SOZAI JAPANは生き残れるか？  
激変する世界のサプライチェーンのなかで、モノづくり戦略の中のリサイクル - より

## 携帯電話(スマートフォン、PHS含む)の特徴

- 1) 1台あたり使用期間が短い。
- 2) 通信機能以外の要因から**退蔵**されやすい。
  - ・ アドレス帳、写真等のデータのバックアップ
  - ・ 蓄積されている情報の思い出として保存
  - ・ カメラ・ゲーム・目覚ましなど付帯機能の利用
  - ・ 個人情報の流出の防止
  - ・ スペースをとらないために目的はないが何となく保管されやすい
  - ・ 単なる愛着

**退蔵**：通信手段としての機能を使わず、使用済みとなった後もユーザー等の手元に保管されている状態

### リサイクルが成立する条件

1. 回収目的の資源が大量に存在していること
2. 回収資源に有用な属性が存在すること
3. 目的とする資源を回収・分離・再資源化する技術が存在すること
4. 再生資源への需要が存在すること
5. 採算性があること
6. 回収主体が明確なこと
7. 目的とする回収資源以外の廃棄物処理の責任・コスト負担の主体が明確なこと

### 小型家電リサイクルを実施する際の問題点

#### コスト：採算性の問題

物流、解体、分離、選別、抽出、人件費がかかる。

2011年の段階で、法的な位置づけも明確でなかった

#### 回収：主体・方法の問題

- 主体 事業者（メーカー、通信事業者、量販店）、自治体、その他？  
企業は回収のしくみのどこで貢献すればいいのか？
- 方法 専売店、量販店による回収、市町の分別収集、イベント回収？

#### 廃棄物処理：費用負担、技術の問題

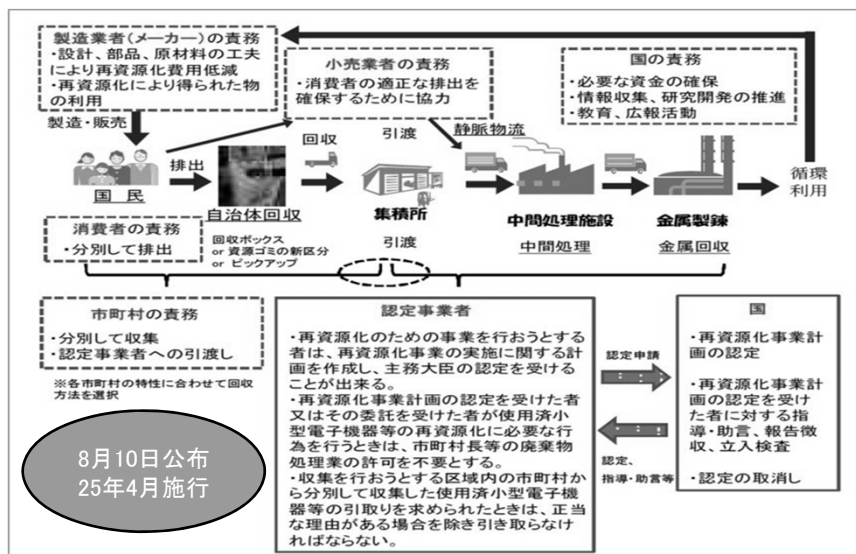
- 抽出後の廃棄物処理費用は誰が負担するのか？
- 現在は有価物である金を中心に、銀、銅、パラジウムの回収を実施しているケースが多い。
- 他のレアメタルを回収する技術開発も必要。

なぜ市町村は廃小型家電分別回収に積極的でなかったのか？

- 既に多品目にわたる分別収集を実施、または予定。  
これ以上複雑な分別は、市民から協力を得にくい。
- 回収ボックスで回収する場合、対象品目以外のものを入れられることがある。
- 管理の問題（個人情報を含む携帯電話などの場合）。
- 分別収集する側の選別、収集負担が大。
- 回収ステーションの問題、頻度の問題がある。
- プラスチック製容器包装の分別収集体制の構築が先決。
- 粗大ごみ、また不燃ごみの従来からの区分の変更に問題がある。

使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律（小型家電リサイクル法）（概要）

市町村等が回収した使用済小型電子機器等について、これを引き取り確実に適正なリサイクルを行うことを約束した者を国が認定し、廃棄物処理法の特例措置を講じる制度。



## 制度対象品目

- ①消費者が通常家庭で使用する電気機械器具であって、
- ②効率的な収集運搬が可能であり、
- ③経済性の面における制約が著しくないもの。

携帯電話端末・PHS 端末、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラなどをはじめとする電気機械器具を28に分類

### <制度対象品目の例>

携帯電話端末・PHS 端末 ・デジタルカメラ ・ビデオカメラ、電子レンジ ・電気掃除機 ・ジャー炊飯器、パーソナルコンピュータ、扇風機、電気除湿機、電気アイロン、電気掃除機など

25

## 回収方法

ボックス回収

ピックアップ回収

ステーション回収

集団回収

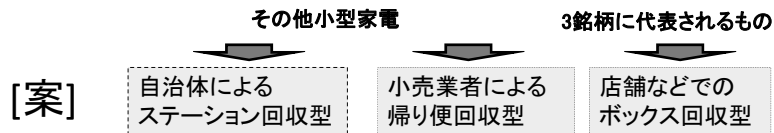
市民参加型回収

イベント回収

## 回収方式のモデル化

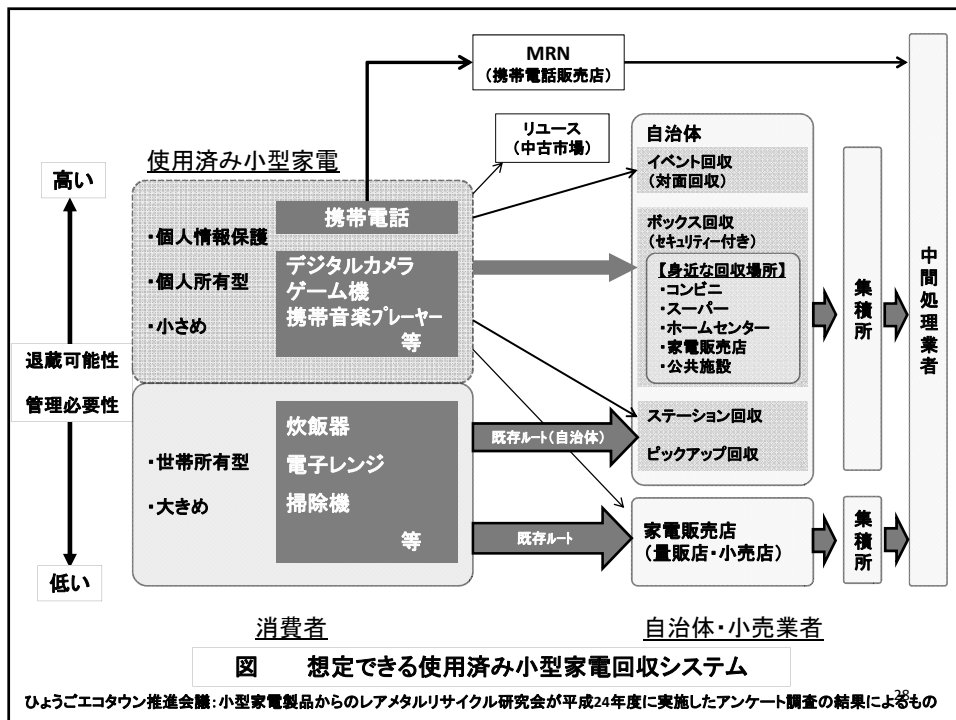
表 アンケート調査から想定できる消費者が協しやすい小型家電回収方法

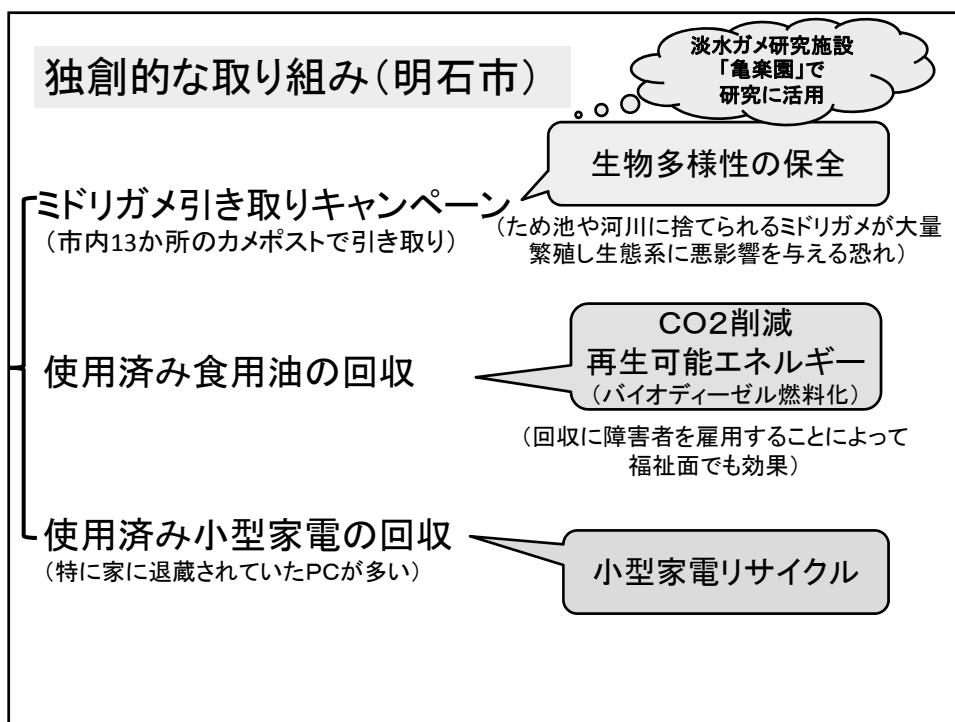
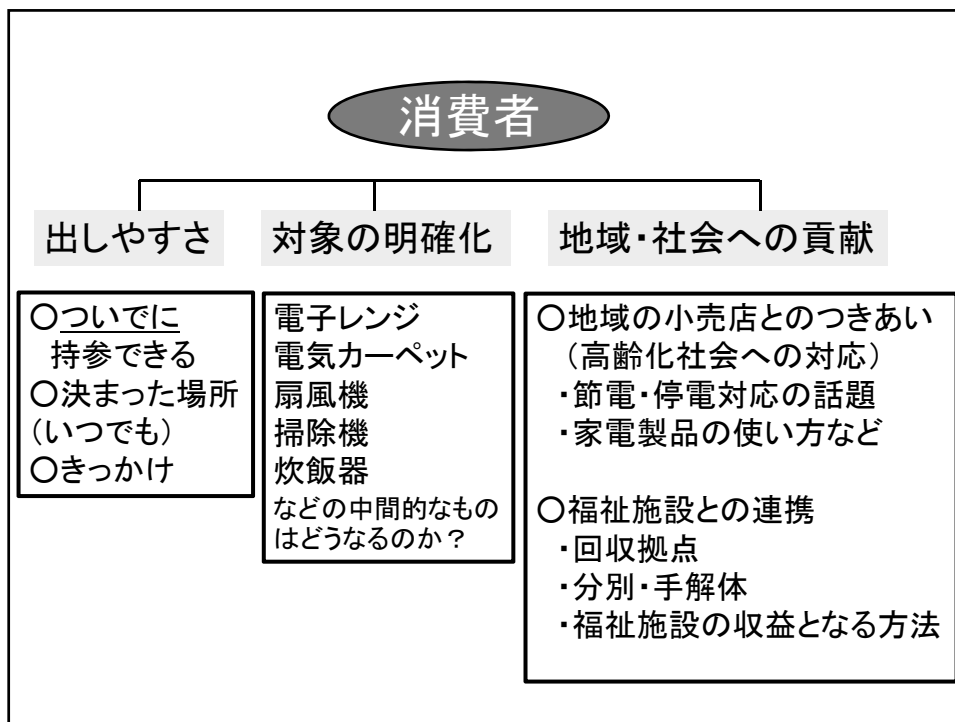
排出者	主な排出目的	タイプⅠ	タイプⅡ	タイプⅢ
		不用物の処理	不用物の処理	リサイクル
	動機	保管困難(スペース)	買い換えやリフォームのついでなど	啓発
	主な意思決定者	世帯代表者(主婦など)	世帯代表者(主婦など)	個人
	リサイクルへの意識	中	中	?
	リサイクルコスト負担意識	・既存ごみ処理の有料/無料による	・大きさ・重量による ・回収輸送費の負担による	・なし <span style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px;">どう動機づけるか!</span>
排出物	代表的なもの	炊飯器、照明器具、電気カーペット、扇風機、カー用品、掃除機、加湿器、ジューサー・ミキサーなど	照明器具、換気扇、電子レンジ、ドアホン、インタフォンなど	デジタルカメラ、ゲーム機、携帯音楽プレーヤーなど*
	資源的価値	低	低	高
	大きさ	大、中	大、中	小
	主な所有者	世帯	世帯	個人
	退蔵の可能性	低	低	高



\*携帯電話は、個人情報保護の観点からイベント回収(対面回収)またはMRN(携帯電話販売店)による回収を想定

ひょうごエコタウン推進会議:小型家電製品からのレアメタルリサイクル研究会が平成24年度に実施したアンケート調査の結果によるもの 27





## 小型家電リサイクルの方向性

他の目的とセットにして  
どう付加価値の高い  
ものにするか？

(ただし、これは個人的見解)