

# 資料3

## 製造業者における技術動向等について

中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会家電リサイクル制度評価検討小委員会  
産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会  
電気・電子機器リサイクルワーキンググループ  
第8回合同会合

平成19年4月27日

# 目次

---

1. 製造業者等による処理技術動向の詳細
  - 再商品化率向上への取組
  - 再生資源の利用
  - 有害物質の除去
  - 出荷後の管理
  - その他メーカーの取組み(作業環境の向上、安全対策)
2. 今後の技術開発の可能性 電子タグ
  - 電子タグとは
  - 電子タグの利用方法

## 参考資料

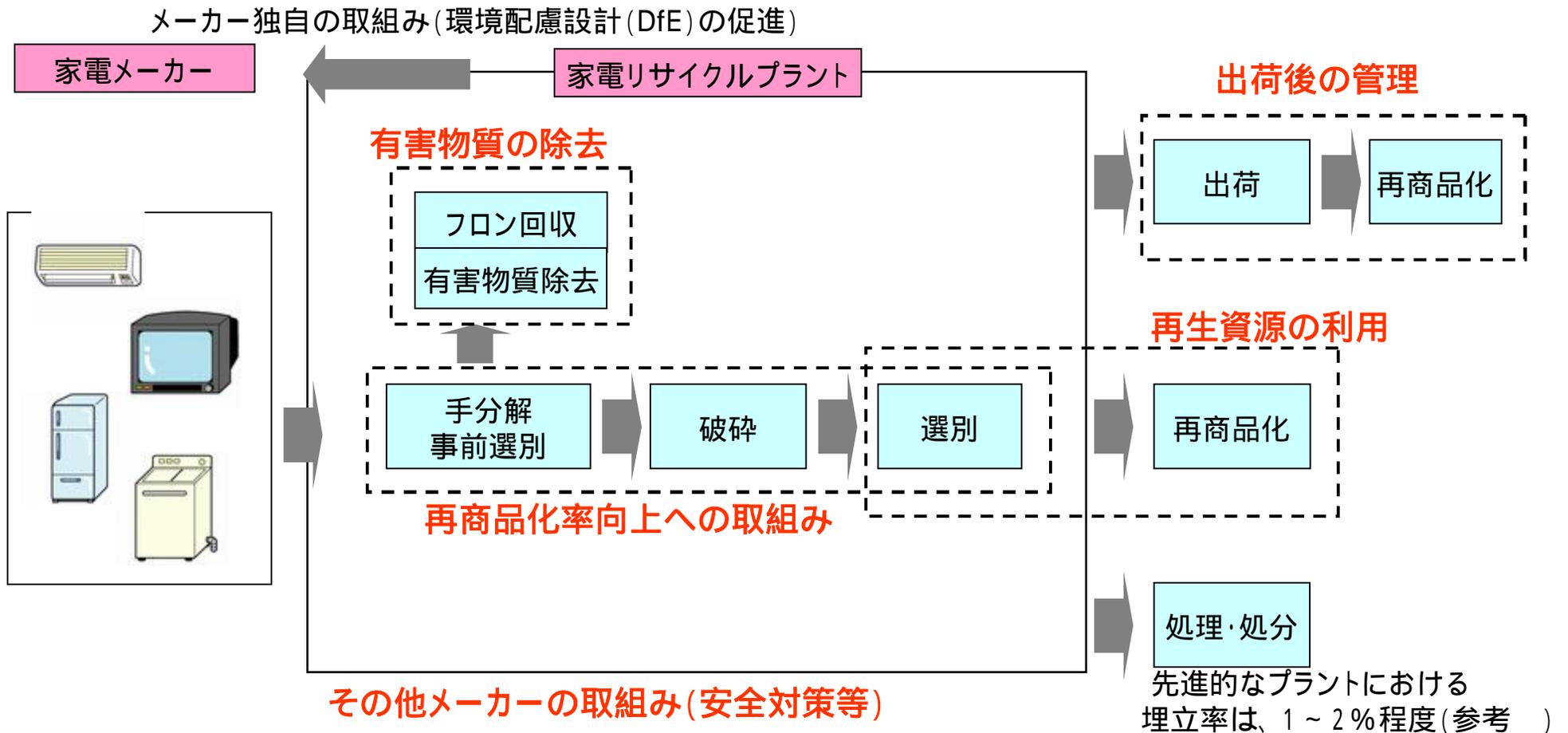
- 家電リサイクルルート処理の詳細フロー
- 有害物質等含有部分の適正処理
- 家電4品目毎の主な回収物と引渡先での利用・処理状況
- リサイクル率・最終処分量の推計
- 電子タグについて

# 1. 製造業者等による処理の詳細

再商品化施設に運ばれた使用済み家電4品目は、手解体工程、フロン回収工程、破碎・選別処理工程等の様々な工程を経て再商品化される。

平成17年度の全プラント合計の再商品化率は74%であり、先進的なプラントにおける埋立率は1~2%程度である。

家電リサイクルルート処理の各工程における様々な先進的取組みを、次ページ以降に紹介する。



**手選別の実施や解体装置の開発による資源回収量の向上**

家電リサイクルの処理は、まず、手解体から行われる。手作業による選別により、金属・電子部品・素材ごとのプラスチックなどの分別を実施している。

また、解体装置の開発により、手作業の分解が困難な部材（洗濯機の洗濯槽、脱水槽など）の分離を実施している。

**破碎・選別装置の開発による資源回収量及び回収純度の向上**

混合プラスチックや破碎ダストから、高純度なプラスチック（PP樹脂など）や非鉄を回収している。

**【再商品化率向上への先進的取組み事例（リサイクル技術の発展）】****徹底した手選別の実施や解体装置の開発**

A. 手解体  
プラスチック、金属、電子部品など、全て手作業によって細かく解体・分別。



B. 冷蔵庫：庫内容器プラスチックの選別  
冷蔵庫の庫内容器を素材・色別にPP等6種類に仕分け。プラスチックの素材を判別する分析機器を導入し、高精度な仕分け作業を実施。

C. 洗濯機：水槽ユニット解体装置の開発  
メーカー・年式・締結方法・経年変化を問わず分離するための油圧装置を考案し、水槽・脱水槽(PP)の回収率を大幅に向上。さらに回収した部材の付着物を除去。

**混合プラスチックの選別技術**

D. 混合プラスチックのうち潮水流選別（遠心式水比重選別）  
混合プラスチックから、高純度なPP（ポリプロピレン）樹脂を分離するための技術。  
混合プラスチックを細かく碎き、水槽に入れると、混合プラスチックのうち、PP樹脂だけが浮き上がるため、これを取り出す。ここで取り出した樹脂には、PP以外の素材が混入していることがあるため、遠心力を応用した選別機で更に高品位なPP樹脂を分離して取り出すことができる。

E. 断熱材ウレタンと廃プラ分離  
既存の風力選別機を改良・増設した2段風力選別方式。  
ウレタンと廃プラを2段階で選別。プラスチック純度として99%以上の品質を確保。

F. 破碎ダストの比重差選別  
破碎ダスト、非鉄、プラスチック(PP・PE、PVC・ABS・AS・PS)を比重差選別装置、渦電流選別機により分離。

**高純度な素材回収への取組**

熱交換器やコンプレッサーなどをリサイクルプラントにおいて解体し、高純度な素材回収を実施している。

**再生資源の利用拡大への取組**

再生資源の利用先の開拓や、用途拡大に向けた研究開発などに取り組むことで、従来は埋立・焼却していた素材を再生利用（又は再使用）している。

【再生資源の利用向上への先進的取組事例(リサイクル技術の発展)】

高純度な素材の回収への取組



A. エアコン：熱交換器の解体  
熱交換器を細かく破碎し、磁力選別機で鉄を回収した後、銅とアルミの比重差を利用した各種選別方式の組み合わせで、高純度（約99.8%）の銅とアルミを回収。高純度の素材を選別回収する技術はリサイクルプラントの実験によって確立した工法である。

B. コンプレッサーの解体  
手分解されたコンプレッサーを自社にて開発したシェルカッターにて外枠を切断し、その後手解体し、油抜き後、鉄、銅、アルミを回収。

C. 銅分離装置  
家電製品に付随する電源ケーブルから純度99.9%の銅を回収できる小型な銅分離装置を導入。

D. 単一素材のプラスチックの回収  
徹底的な手分別により回収した単一素材のプラスチックを、素材ごとに破碎・洗浄し、高品位なペレットを出荷している。



再生資源の利用拡大への取組

E. エアコン：フロンR22 フッ素樹脂への加工  
エアコンから回収されたフロン(R22)を、工業・医療家電品等に用いるフッ素樹脂に再生利用。

F. 洗濯機：塩水 塩水として再利用  
洗濯機には、パランサーとして約1リットルの塩水が使用されている。回収した塩水を浄化し、再び洗濯機に使用している。

G. 冷蔵庫：ウレタン 建材原料へ加工  
冷蔵庫の破碎後、選別工程においてウレタンフォームを風力によって吸引し、更に破碎してからホットケーキのような円筒形に圧縮。回収したウレタンフォームは、建材の原料として再生利用。

H. 冷蔵庫：塩ビパッキン 窓枠・磁石として加工  
冷蔵庫のドア部分に付随している塩ビパッキンは手分解後、更に塩ビ部分と磁石に選別。塩ビ部分は樹脂が含まれる四隅をのこし、建築メーカーにて窓枠へ再生利用している。磁石は、磁石・マグネット製品として再加工している。

有害物質に関する取組

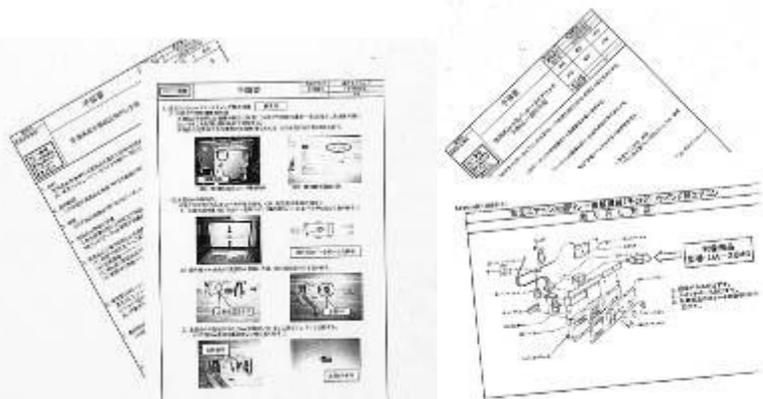
家電4品目には、製造年次や品種等によって、PCB、水銀、アンモニア、鉛等の有害物質を含有する製品がある。

有害物質については、有害物質の適正除去に関するマニュアルを作成・活用し、当該物質含有製品を識別、該当有害部品を取り出した後、専門処理業者へ引渡し、処分している。

例えば、PCBについては1972年から家電製品への使用が禁止されているため、PCBを含有する製品（1972年以前に製造された製品）がリサイクルプラントに運ばれることは稀であるが、有害物質を100%除去するために全ての製品に対してチェックを行っている。

【有害物質の適正除去】

有害物質に関するマニュアル



有害物質のマニュアル作成・活用

PCB等の有害物質に関しては、家電メーカーにて当該物質に関するマニュアルを作成し、家電リサイクルプラント内にて活用している。

マニュアルには、当該物質を含有している製品リスト(メーカー別、機種別)、含有部位、取り外し方法、適正引渡先等が示されている。マニュアルは、写真や図解を用いており、わかりやすいものとなっている。

有害物質の取扱状況



有害物質含有部品の除去取扱状況

現場では、マニュアルの手順に従って、有害物質含有部位を適正に回収し、個別保管し、専門業者へ引渡ししている。

例えばPCBを含有する製品は1972年以前に製造されたもののみであるなど、有害物質を含有する製品は外観的特徴を有している製品が多い。

あるリサイクルプラントにおけるPCBや水銀リレースイッチ等を含有する製品の処理台数は、全体の処理台数に対して0.1%程度以下である。

## フロン回収に関する取組

エアコン及び冷蔵庫・冷凍庫に用いられている冷媒フロン、断熱材フロンの回収・処理において、回収量、破壊業者への出荷重量、破壊処理重量の3点の帳簿記載(3点管理)を義務付けている。

また、使用済製品から完全にフロンを抜き取るため、製品を斜めに置く等の工夫や、フロン回収機の改良などを行っている。

### フロン回収における先進的取組



#### A. フロン管理システム

冷媒フロンの回収を的確に行うため、回収ポンベの重量変化を常時パソコンに記録するとともに、回収データを操業管理システムで集中管理している。異常が生じた場合は、自動的に警報を出し回収装置を停止する。また、冷媒フロンを回収したポンベは管理責任者を選定し、厳格な保管管理をしている。回収時には、ポンベ重量が定期的にコンピューターに登録される。

例えば、回収時に重量減少などの異常が生じた場合には、回収機が停止し、シグナルタワーにより異常が発報される。ポンベはID管理されており、該当ポンベがどこにあるかが全て把握できるようになっている。



#### B. フロンの完全回収

完全にフロンを抜き取るために、冷蔵庫を斜めに置いた状態でフロン回収を行ったり、コンプレッサーを叩くこともフロンの完全回収には効果的である。

#### C. フロンを回収するポンベの徹底管理

フロンを確実に回収・処理できるよう、フロンを回収するポンベは、個体毎に管理されている。プラントによっては、ポンベをID管理し、該当ポンベが、どこにあるのか(倉庫保管中か、充填中か、破壊処理(委託先)かなど)が、全て把握できるようになっている。

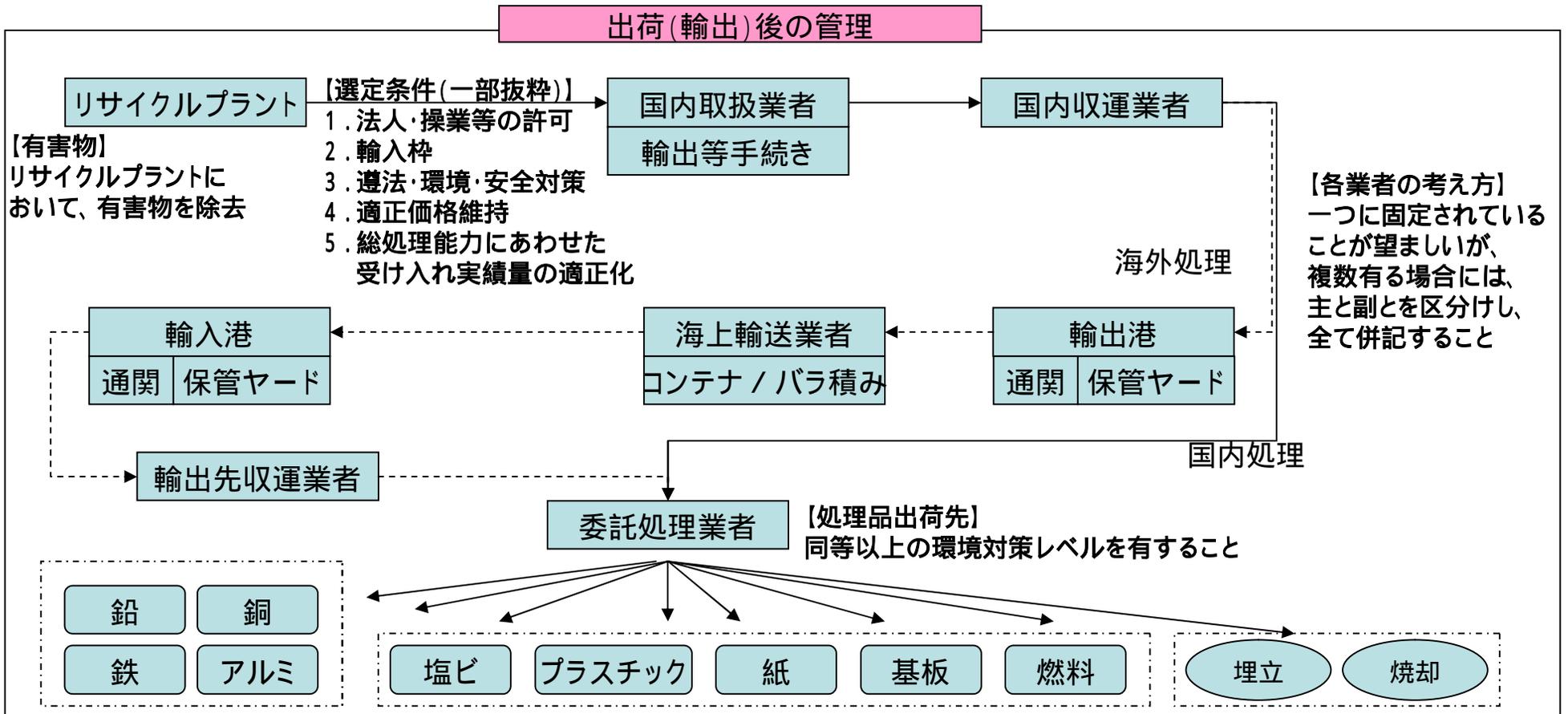
Aグループのプラントにおけるポンベ数は、エアコン用フロンが1,253本、冷蔵庫用フロンが595本であり、合計1,848本のポンベを管理している。

# 1. 製造業者等の処理技術等の詳細 出荷後の管理

## 素材・部品の出荷後の管理

家電リサイクルプラントで回収した素材・部品の出荷に際しては、遵法・環境・安全対策、価格適正維持、総処理能力に合わせた受入実施量の適正化、契約外の業者への売却の禁止などを条件として、適正な処理を行う業者へ引き渡している。

特に分解レベルの低い部品等の引渡し先に対しては、最低1年に1度の定期的な監査を実施し、引渡し品目・量や、再資源化までのルートの確認など、適正な処理・リサイクルが行われていることを確認している。



## 1. 製造業者等の処理技術等の詳細 その他メーカーの取組み

### メーカー独自の取組み(2) (作業環境の向上、安全管理の徹底)

家電リサイクルプラントでは、大型集塵装置や粉塵監視モニター等を導入して「作業環境の向上」「安全管理の徹底」に努めている。

環境マネジメントシステム「ISO14001」の認証を93%のプラントが取得しており、環境負荷軽減に向けた取組を促進している。

#### 作業環境の向上

##### マスクレスへの取組

家電リサイクルプラントでは、適切な作業環境の確保に力を入れている。健康で安全な作業環境を確保するために、様々な取組や設備導入を行っている。その一つが「マスクレス」への取組である。

##### 大型集塵装置

エアラインには、合計5台の集塵機が設置されている。1 $\mu$ mの粉塵が99.7%回収され、オフィスと同レベルのクリーンな空気を作り出している。



##### 粉塵監視モニター

エアコン手解体ライン内の粉塵を、4箇所測定し、粉塵監視モニターで管理を行っている。粉塵の基準は労働基準よりもはるかに厳しいメーカー基準値を採用している。



#### ISO14001の認証取得

##### ISO14001認証取得率

家電リサイクルプラントではISO14001の取得率は、93% (42工場中、39工場)であり、環境に対する積極的な配慮を行っている。なお、本年度以内に認証取得を予定している拠点が、2拠点あり、本年度中にISO14001認証取得率は、97%となる。

#### 安全管理

##### 再商品化施設における災害防止ガイドライン

再商品化等を実施するにあたり、リサイクルプラントにおける災害を防止し、安全かつ健全な操業を行うために、ガイドラインを作成し、運用を行っている。ガイドラインには、チェックリストや手順書が盛り込まれている。

##### 【手順書に記載されている主な項目】

別処理や前処理を必要とする製品やその対応方法

別処理: 吸引式冷蔵庫

前処理: 石油暖房付きエアコン、イソブタン(冷媒)使用冷蔵庫

それぞれについて、手順書があり対応方法が明記されている。

安全衛生活動において必要とする組織体制や活動内容

プラントの設備に関して必要とする設備や装置

消化装置の設置、破砕機入り口に逆止板の設置 等

オペレーションに関して必要な項目・工程

## 電子タグとは

- ・電子タグとは、無線技術を活用した次世代バーコード。
- ・在庫管理、生産工程管理、物流工程管理、商品管理等に幅広い応用が可能。
- ・サプライチェーンマネジメントの改革を通じた産業の競争力の強化に資する。

## 電子タグの特徴(バーコードとの比較)

- ・バーコードと比較して、以下の諸点から大きな潜在力を保持。

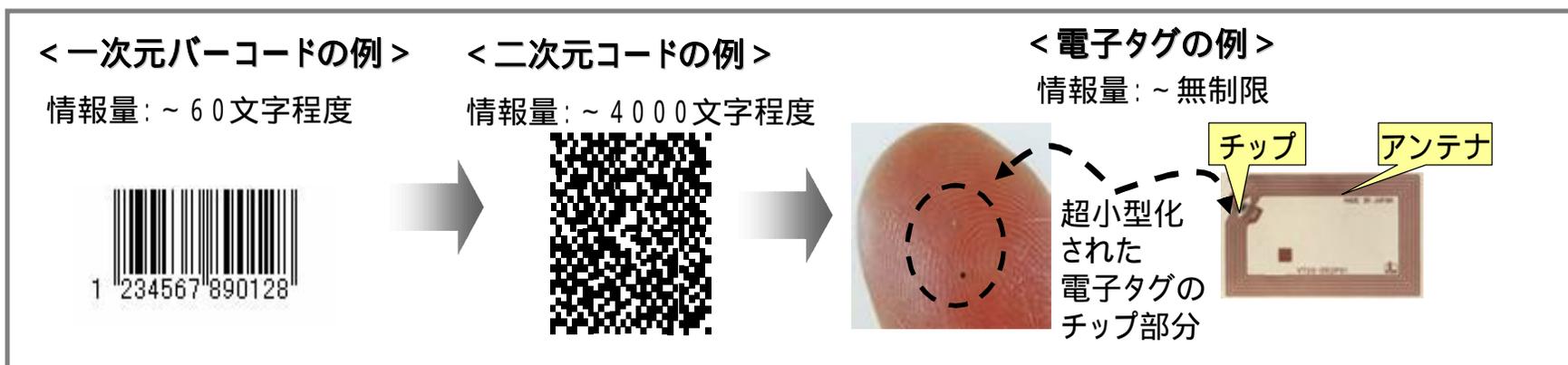
情報量が  
大きい

書き込み  
が可能

見えない場所  
の読みとり可能

移動中での  
読みとり可能

多くの情報の  
一括読みとり可能



3 × 5 cm程度の電子タグ

## 2. 今後の技術発展の可能性 電子タグの利用方法

想定される目的・用途毎に、タグの貼付時期、必要な入力情報、必要なリーダライタの整備等は異なる。

家電製品は数十年単位で使用される可能性もあるため、電子タグには、耐久面などにおいて高性能であることが求められる。その他、コスト面や、プライバシー保護など法制度・規制面も今後の検討課題。

### 【想定される目的・用途に対する問題点・課題】

想定される目的・用途	貼付時期	必要な入力情報	必要なリーダライタの整備	問題点
家電リサイクル券の代替	排出時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排出に関する情報(日時等)</li> <li>・SYへの持込み情報</li> <li>・RPへの入荷情報</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃家電の引渡し先(小売、自治体、SY)</li> <li>・リサイクルプラント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・故意的な破壊の防止が必要</li> <li>・バーコードに比べ高コスト</li> <li>・システム整備の投資を鑑みれば、管理の容易性等だけでは十分なメリットとはならない(現状バーコードの方が経済的)</li> </ul>
解体時における容易性	出荷時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品情報(素材、有害物質の含有、解体方法等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサイクルプラント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・寿命の長い家電製品に対応できる耐久性等の確保が困難</li> <li>・家電解体時に伝えるべき特別な情報の必要性</li> <li>・必要あれば、メーカーからRPへの普及広報等で対応も可能</li> </ul>
「見えないフロー」のトレース	出荷時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品購入情報</li> <li>・排出に関する情報(日時等)</li> <li>・SYへの持込み情報</li> <li>・RPへの入荷情報</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小売業者(購入者情報を入力)</li> <li>・中古品売買業者(買取及び中古品購入者の情報を入力)</li> <li>・廃家電の引渡し先(小売店、SY、RP等)</li> <li>・税関</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・故意的な破壊の防止が必要</li> <li>・寿命の長い家電製品に対応できる耐久性等の確保</li> <li>・独占禁止法に抵触する可能性(メーカーの優越的地位の濫用等)</li> <li>・リーダライタの整備に係る設備投資費用が莫大</li> <li>・プライバシー保護を考慮する必要がある。</li> <li>・情報の入力及び出力に関する権利義務関係から整備する必要がある。</li> </ul>