

# Volume III: ガイドライン

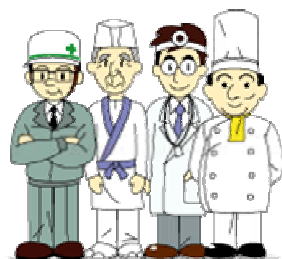
# 1. 発生源に対するリサイクル・ガイドライン

## 1.1 序

「発生源に対するリサイクル・ガイドライン」は、日常生活や業務活動を通じて廃棄物の発生源となっている個人や事業所を対象として作成されたものである。その中には、以下のような主体が含まれる。



一般家庭



事業所（オフィス、商業施設、工場、サービス施設等）



その他の施設

廃棄物の発生源は、「リサイクル資源の発生源における適切な分別」という点で、極めて重要な役割を有している。ここでの適正な分別により、その後のリサイクル及び再利用の効率性が極めて高いものとなる可能性がある。

この点を踏まえ、当ガイドラインでは「何がリサイクル可能か」、「どうしてリサイクルが必要か」、「リサイクル資源が発生源でどのように取り扱われるべきか」に焦点を置いて論じている。主な内容は次のとおりである。

分別排出の対象とするリサイクル資源

発生源（排出者・排出事業者）の役割







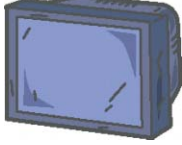


リサイクル資源の適切な取扱い方法

当ガイドラインは、JICA 調査団及びフィリピン国の関係政府機関、産業団体等から構成されるテクニカル・ワーキング・グループ（TWG）との共同作業により作成されたものである。


## 1.2 対象リサイクル資源


当ガイドラインで対象とするリサイクル資源は、紙類、金属容器、ガラス容器、プラスチック類及び使用済み電気・電子機器（携帯電話、コンピューター、テレビ、冷蔵庫）等である。




紙類	 古新聞	 古雑誌	 コピー・印刷用紙
	 混合紙	 紙容器・包装類	 ダンボール紙等
	 その他の紙		
金属容器	 スチール缶	 アルミ缶	
	ガラス容器	 ブラウン（ビール瓶等）	 透明ビン
プラスチック類	 PET ボトル	 ポリエチレン、 ポリプロピレン	 プラスチック・バッグ等 （PE/PP）

	  ポリスチレン・フォーム (食品トレー等)	  EPS	  PVC
使用済み電気・電子機器	 コンピューター	 テレビ	 冷蔵庫
	 携帯電話用バッテリー		

フィリピン国では、プラスチック類については、以下のようなコード表示が行われている。

 PET	ポリエチレン・テレフタレート： 安価で軽量なことから、多くの容器に使用されている。
--	--

 PVC	PVC： 各種パイプや建築資材等として利用されている。PVC 製品の 80% は 10 年間の耐用期間があると言われており、通常は一般廃棄物として排出されない。
--	---

 HDPE	高密度ポリエチレン / ポリプロピレン： 各種容器、パレットとして活用されている硬質プラスチック。
 LDPE	
 PP	



ポリスチレン・フォーム：  
ファースト・フードやスーパーマーケットで使用されている食品トレー  
発泡スチロール：  
電気製品等の容器・緩衝材、魚箱等に広く活用されている。

### 1.3 発生源（排出者・排出事業者）の役割

リサイクル活動は、全ての関係主体がそれぞれの役割を適切に果たすこと  
によって成功に導かれる。その点において、発生源となる排出者及び排出事  
業者は、以下に示す役割や責任を適切に果たすことが求められる。





- (1) 一般家庭
  - ◆ リサイクル・ガイドラインに基づく発生源でのリサイクル資源の適切な分別及び取扱い
  - ◆ リサイクル活動への積極的な参加、支援
  - ◆ 家庭内での廃棄物管理、リサイクルに関する情報の共有
  - ◆ 子供を初めとする家庭内での適切なリサイクル教育
  - ◆ 家庭内のみならず、仕事場、学校あるいは外出場所等での一貫したリサイクル行動
- (2) 事業所及び公共施設
  - ◆ リサイクル・ガイドラインに基づく発生源でのリサイクル資源の適切な分別及び取扱い
  - ◆ リサイクル活動への積極的な参加、支援
  - ◆ 従業員等への適切なリサイクルに関する教育、訓練、意識啓発
  - ◆ 業界団体等の横のつながりを通じたリサイクルに係る情報の共有及び共同での活動の展開
  - ◆ リサイクル教育の教育カリキュラム化
- (3) 工場及び商業施設
  - ◆ リサイクル活動への積極的な参加、支援
  - ◆ リサイクル資源の活用等を通じた「環境に優しい製品」の開発、製造

- ◆ 工場・商業施設内での分別及び再利用、リサイクルの推進及びリサイクル事業者との連携
- ◆ リサイクル事業者に関する情報の共有と活用
- ◆ リサイクルに係る技術や取り組みに係る情報の業界内及び政府、市民との間での積極的共有
- ◆ 工場・商業施設内でのリサイクルに係る教育、訓練、意識啓発

## 1.4 リサイクル資源の発生源における適切な取扱い・排出方法

家庭や事業所、公共施設等で排出された廃棄物は、一般的に大きく「生物分解性廃棄物」あるいは「有機系廃棄物」と「非生物分解性（非有機系）廃棄物」に分類される。

- ◆ 生物分解性（有機系）廃棄物：厨芥、庭ごみ等
- ◆ 非生物分解性（非有機系）廃棄物：紙、缶容器、ガラス容器、プラスチック等

Organic	Non-Organic (Recyclables)
	

リサイクル資源は、さらに資源の種類、あるいはそれぞれの地域における収集システムに応じてさらに分別される場合がある。以下に、それぞれのリサイクル資源の適切な取扱い及び排出方法を示す。

## 1.5 紙類

紙類は、以下に示すように適切に分別し、梱包して排出することが原則である

新聞紙・チラシ類



段ボール箱



雑誌類



紙類ではない不純物は、可能な限り排出する前に除去することが望ましい。特に有機系廃棄物（厨芥類）やプラスチック・フィルム等は、一旦混合すると分別が困難なため、可能な限り発生源での分別が求められる。

また、紙類の中にはリサイクルが困難な以下の紙類がある。これらについても、上述の紙類とは分別して排出されることが望ましい。

- ◆ 感熱紙
- ◆ 金属やプラスチック等によるコーティングがされた紙類
- ◆ 印刷度の高い紙（黒色、カラー等）
- ◆ 使用済みの化粧紙、ティッシュ等
- ◆ 写真紙

その他、以下のような注意が必要である。

- ◆ 梱包にテープ類を使用しない。
- ◆ ホッチキスの針は、可能な限り取り除く。
- ◆ 他の不純物等によって汚れた紙類は、廃棄物として排出し、リサイクル資源と混合しない。
- ◆ シュレッダー紙等の微粉碎された紙や小さな紙類は、袋等に詰め飛散を防止する。



## 1.6 金属容器

金属容器は、大きく「スチール缶」と「アルミ缶」に分類される。原則としては排出前に洗浄し、不純物を洗い流すとともに、アルミ缶については容量を削減するために、つぶすことが望ましい。



スチール缶





アルミ缶



スチール缶及びアルミ缶の発生源での取扱い方法を以下に示す。

種類	例	排出前の取扱い方法	除去すべき不純物
スチール缶	缶詰・飲料缶等 	洗浄及び乾燥 	プラスチック・紙ラベル、内容物の残渣


種類	例	排出前の取扱い方法	除去すべき不純物
アルミ缶	飲料缶 	洗浄・乾燥・減容化 	内容物の残渣

次の金属容器は、取扱いに際して特別な注意が必要なものについて示している。

取扱いに注意が必要な金属容器				
種類	例	取扱い方法	不純物	
			要除去	除去不要
スチール缶	スプレー缶 	内容物を完全に使い切る。	プラスチック・ノズル	
	塗料缶 	-	-	内容物
	オイル缶 	-	-	内容物

## 1.7 ガラス容器

ガラス容器は、原則として洗浄を行って内容物を洗い流した上で、ガラスの色（茶、無色透明、緑等）に応じて分別して排出されることが望ましい。破損したガラス瓶あるいは上記に分類されないタイプのガラス容器も地域によってはリサイクル資源として利用されている場合がある。破損したガラスについては、上記の色に分けて分類・排出することによって、ガラス・カレットとして再生利用が可能である。

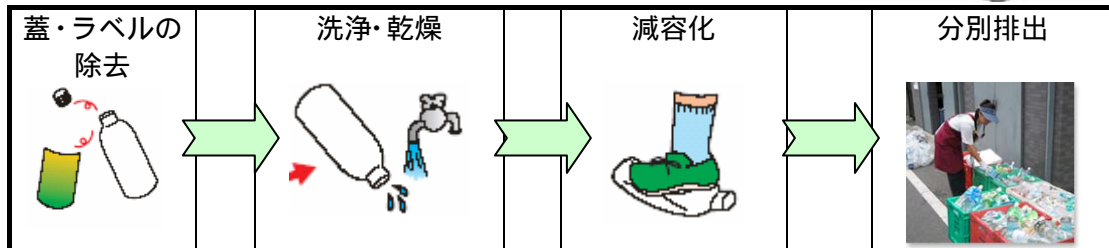
種類	例	取扱い方法	不純物の除去
再利用可能なガラス瓶	飲料瓶、調味料瓶等 	洗浄・乾燥の上で色別に分別 	各種ラベル、ふた、内容物残渣
カレットとしてリサイクル可能なガラス容器	上機瓶の破損したものの 	バッグ等に入れ、取扱い時の危険を防止	各種ラベル、ふた、内容物残渣、その他の不純物



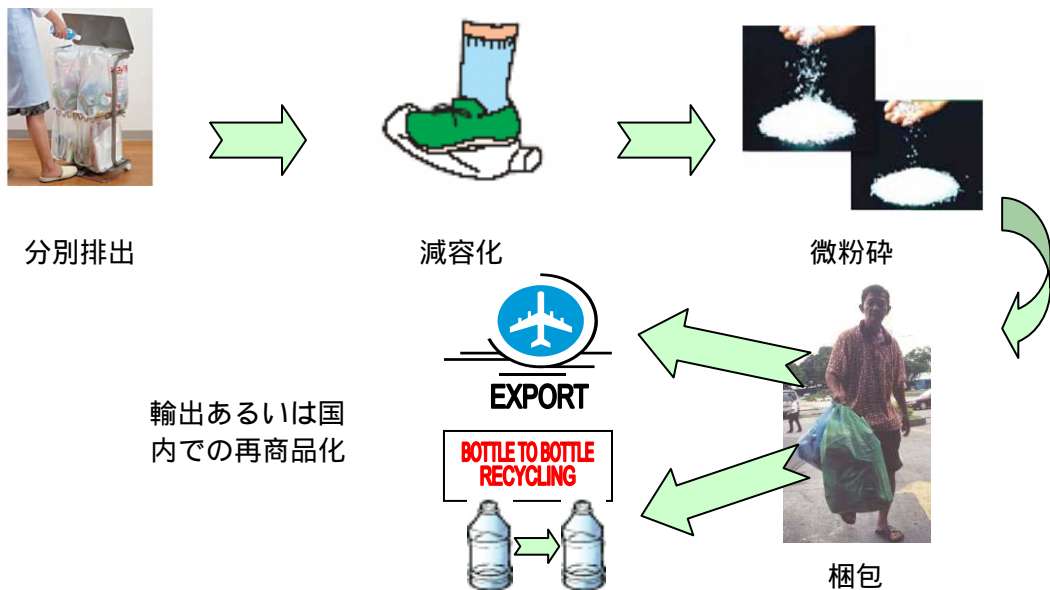
## 1.8 プラスチック類

プラスチック類は、各種容器包装で使用されており、その種類も様々である。

その中でも PET ボトルは、日常生活で最も頻繁に使用されているプラスチック容器の一つである。PET ボトルの適切なリサイクルを行うためには、キャップ及びラベルを除去し、内容物を洗浄によって洗い流した上で、排出することが望ましい。



PET ボトルのリサイクル・プロセスを以下に示す。



その他のプラスチック類のリサイクル・プロセスを以下に示す。

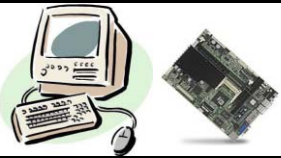





以下に、種類別のプラスチック類の分別・取扱い方法を示す。

種類	例	取扱い方法	不純物の除去
PET ボトル		洗浄・乾燥	キャップ、ラベル、内容物残渣
PE/PP 容器・製品		洗浄・乾燥	内容物及びその残渣
PE/PP フィルム		洗浄・乾燥	内容物及びその残渣
食品トレー		洗浄・乾燥	内容物及びその残渣(食品残渣)
発泡スチロール		洗浄・乾燥	内容物及びその残渣(食品残渣)
PVC		洗浄・乾燥	不純物一般

## 1.9 使用済み電気・電子機器

使用済み電気・電子機器は、それぞれ以下に示す方法に従って発生源において取り扱われ排出されることが必要である。

種類	例	取扱い方法
コンピューター及びその部品等		<p>一般廃棄物との混合排出は絶対に行わない。</p> <p>電気的な反応によって発火等の危険がある部分については、テープ等で絶縁処理を行う。</p>
テレビ		
冷蔵庫		
携帯電話用バッテリー		

その他、以下の事項に留意することが必要である。

- ◆ 適切な保管：電気・電子廃棄物は、リサイクラー等の適切な引き取り手による引取りがあるまでは、屋内で保管し、埃や雨等による劣化や発火等の危険を防止する。
- ◆ 携帯電話及び携帯電話用バッテリーの取扱いに際しては、破損による発火防止のために、電気との反応部分についてはテープ等で絶縁処理することが望ましい。

## 2. リサイクル資源取引業者のためのガイドライン

### 2.1 序

「リサイクル資源取引業者のためのガイドライン」は、リサイクル資源の回収を行っている個人あるいは事業者を対象とするものである。そのような取引業者には次のものが含まれる。

- ◆ リサイクル資源の輸出入及び取引業者・ディーラー
- ◆ ジャンク・ショップ
- ◆ 政府あるいは民間が運営する MRF
- ◆ その他個人あるいは団体・企業でリサイクル資源を有価物として取り扱うもの

リサイクル資源の取引業者は、廃棄物からリサイクル可能な資源を回収・取引することによって、フィリピン国におけるリサイクル活動を支える極めて重要な役割を果たしている。また、これらの業者は、リサイクル資源の回収、一次選別・加工等の役割を担うことで、特に社会経済的に弱い立場にある人々の雇用及び雇用機会を提供しており、この点で果たしている役割も極めて重要である。

一方、リサイクル資源の回収・取扱い及び一次加工については、現在のところどのようなガイドラインもフィリピン国には存在せず、そのため、これらの取引業者は、しばしば最終的な資源利用者や輸出業者の品質基準等を満たさず、劣化した資源を低い価格で取引せざるを得ない場合がある。また、労働環境や環境衛生面でも必ずしも適切な対策がとられていない取引業者も少なからず存在している。

これらの課題に対応するために当ガイドラインは以下のような内容から構成されている。

- ◆ リサイクル資源の種類別のエンド・ユーザーによる受入れ・引き取り基準
- ◆ リサイクル資源の保管施設基準
- ◆ リサイクル取引業者による在庫管理及び会計方法

このガイドラインは、JICA 調査団及びフィリピン国の関係政府機関、産業団体等から構成されるテクニカル・ワーキング・グループ (TWG) との共同作業により作成されたものである。

## 2.2 リサイクル資源の受入れ品質基準

### 2.2.1 古紙類

#### (1) 対象とする古紙類

古紙類に係る品質基準は、古新聞、紙容器、古雑誌、オフィス用紙、段ボール紙、その他の紙等、以下の表に定義するものを対象とすることとする。

表 2.2.1 古紙の定義

種類	定義
古新聞	家庭、オフィス、政府機関その他から排出される新聞紙及び折込広告を含む。6ヶ月以上経過した新聞紙は、低品質の新聞紙としてそれ以降のものとは分別して取り扱われる必要があるものとする。
紙容器	紙容器製造工場、及び家庭・事業所等から排出される使用済み紙容器を含む。紙容器は、白色のものとしてそれ以外のものに分別して取り扱われるものとする。
古雑誌	家庭や事業所から排出される古雑誌・古本及び販売店で売れ残った雑誌を含むものとする。
オフィス用紙	オフィスから排出される製本あるいは綴じられていない紙類を指すものとする。その中には、使用済みの印刷・コピー用紙、パンフレット類、名刺、封筒、包装紙等が含まれる。
その他の紙	上記に含まれないその他の全ての古紙類を含むものとする。感熱紙やプラスチック・フィルム等でコーティングされた紙もリサイクル可能な紙として定義するが、そのリサイクル率は極めて限られたものである。
段ボール紙	家庭やオフィス等から排出される梱包用の段ボール箱あるいは段ボール紙を含むものとする。

オフィス用紙やその他の紙の中でも、以下の表に示すものについては、その他の古紙類との混合排出を禁止するものとする。

表 2.2.2 古紙との混合を禁止する紙類

<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 防水加工を施した紙（紙コップ、カップ麺等に使用される紙容器等）</li> <li>◆ カーボン紙</li> <li>◆ 写真撮影用等の紙</li> <li>◆ アルミホイルやプラスチック・フィルムにより加工された紙</li> <li>◆ 金属ホイル等が押印された紙類</li> <li>◆ 臭気や香りを有する紙類</li> <li>◆ 濡れた紙あるいは不純物によって汚染されている紙（使用済みティッシュペーパー、ペーパータオル等）</li> <li>◆ その他、紙製品原料としての利用に不適と推定される紙</li> </ul>
--

#### (2) 古紙類との混合排出を原則として禁止する物質

古紙類との混合排出を原則として禁止する物質は、以下の2つのカテゴリーに大きく分類される。

1) カテゴリー A: リサイクルに支障を与える異物（不純物）

<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 石、ガラス、金属類、土、砂、木片</li> <li>◆ プラスチック</li> <li>◆ 樹脂を含有している紙</li> <li>◆ 宣伝・広告等に使用されている紙、パラフィン紙、紙製の建築資材等</li> <li>◆ 感染性廃棄物等と接触している可能性のある紙類</li> <li>◆ その他リサイクル・プロセスを妨げる可能性のある紙類</li> </ul>
--

2) カテゴリー B: 適切なリサイクルのために混合を可能な限り防止すべき物質

<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ カーボン紙</li> <li>◆ ノー・カーボン紙</li> <li>◆ 樹脂等でコーティングあるいはラミネートされている紙</li> <li>◆ 感熱紙、芳香紙</li> <li>◆ その他、紙製造に適當ではない古紙類</li> </ul>
--

(3) 古紙の種類ごとの受入れ基準

古紙の種類ごとの受入れ基準を以下に示す。

1) オフィス用紙

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリーA	混合してはならない
(2) カテゴリーB	原則として混合してはならない。混合が不可避の場合でも混合率は0.5%を超えてはならない。
2.含水率	12%未満

2) 古雑誌

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリーA	混合してはならない。
(2) カテゴリーB	原則として混合してはならない。混合が不可避の場合でも混合率は0.5%を超えてはならない。
2.古雑誌以外の紙類の混合	5%未満
3.含水率	12%未満

3) 段ボール紙等

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリーA	混合してはならない。
(2) カテゴリーB	カーボン紙は混合してはならない
2.段ボール以外の紙類の混合	5%未満

4) 紙容器類

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリーA	混合してはならない。
(2) カテゴリーB	原則として混合してはならない。混合が不可避の場合でも混合率は0.3%を超えてはならない。
2.紙容器以外の紙類の混合	3%未満
3.含水率	12%未満

5) 古新聞

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリー-A	混合してはならない。
(2) カテゴリー-B	原則として混合してはならない。混合が不可避の場合でも混合率は0.3%を超えてはならない。
2.新聞以外の紙類の混合	1%未満(ただし折り込み広告等を除く)
3.含水率	12%未満

6) その他の紙類

指標	基準
1.異物の混合率	
(1) カテゴリー-A	混合してはならない。
(2) カテゴリー-B	原則として混合してはならない。混合が不可避の場合でも混合率は0.5%を超えてはならない。
2.含水率	12%未満

(4) 梱包方法

紙類の梱包方法は、以下の通りとする。

- ◆ 原則として、圧縮し、紐等で縛って梱包するものとする。
- ◆ 梱包に際して異物を用いない(縛るための紐や針金の使用は可とする。)

(5) 低品質古紙

以下に該当する古紙類は、品質基準を下回る低品質古紙とする。

- 劣化した古紙(6ヶ月以上を経過した新聞紙等)
- 太陽光等で劣化した古紙
- 土や砂等で汚れている古紙
- その他上述の品質基準に満たない古紙

2.2.2 スチール缶

(1) 対象とするスチール缶

当ガイドラインが対象とするスチール缶は、真空密封型のスチール缶である。この種のスチール缶は、様々なものを適切に保管することが可能であるが、その多くが食品容器として使用されている。次の図は、実際に使用されているスチール缶の例を示したものである。



図 2.2.1 スチール缶

(2) スチール缶のリサイクル受入れ基準

スチール缶の一般的なリサイクル受入れ基準は、以下の表に示す通りである。

表 2.2.3 スチール缶のリサイクル受入れ基準

指標	受入れ基準
1.内容物の除去	◆ 内容物は洗浄等により除去する（スプレー缶を除く）
2.スチール缶以外の混入	◆ スチール缶以外の混入はあってはならない。
3.ラベル	◆ 可能な限り取り除く。
4.スプレー缶の取扱い	◆ 内容物は完全に使用しきる。 ◆ 圧力ガスは、缶に穴を開けるか、あるいは蓋をとる、あるいはスプレーボタンを押す等により完全に放出させる。
5.スチール缶のアルミ・トップ	◆ 除去の必要なし
6.減容化	◆ 可能であれば、手あるいは簡易な道具を用いてつぶす。
7.クッキー缶等	◆ 可能であれば、上部と下部を簡易な道具等で切断して減容化する。
8.潤滑油等のオイル缶	◆ 洗浄の必要なし
9.調味油等の缶	◆ 洗浄の必要なし
10.塗料缶	◆ 洗浄の必要なし

上記のリサイクル受入れ基準は、最終的な資源の受け取り手となるリサイクラーあるいは輸出業者の条件によっては、修正する必要があるものと推定される。したがって、取引業者とエンド・ユーザー間での適切なコミュニケーションが絶えず必要である。



### 2.2.3 アルミ缶

#### (1) 対象とするアルミ缶

ここで対象とするアルミ缶は、以下の図に示されているように、飲料水容器として幅広く利用されているアルミ缶である。



#### (2) アルミ缶のリサイクル受入れ基準

アルミ缶の一般的なリサイクル受入れ基準は、以下の表に示す通りである。

表 2.2.4 アルミ缶のリサイクル受入れ基準

指標	受入れ基準
1.内容物の除去	◆ 内容物は洗浄等によって除去する。
2.アルミ缶以外の缶の混入	◆ 原則として禁止。ただし、リサイクラーが導入している選別システムあるいは機器によっては受入れ可能な場合もある。
3.缶ラベル	◆ 可能な限り除去する。
4.プルトップ/プルタブ	◆ 除去の必要はない。
5.減容化	◆ 可能な限り、手あるいは簡易な道具を用いてつぶす。
6.リサイクル対象とならないアルミ容器	◆ エアロゾル缶 ◆ 歯磨き粉容器

スチール缶の場合と同様に、上記のリサイクル受入れ基準は、最終的な資源の受け取り手となるリサイクラーあるいは輸出業者の条件によっては、修正する必要があるものと推定される。したがって、取引業者とエンド・ユーザー間での適切なコミュニケーションが絶えず必要である。

### 2.2.4 ガラス瓶・容器

#### (1) 対象とするガラス瓶・容器

当ガイドラインの対象とするガラス瓶・容器は、飲料水、その他人々によって直接・間接的に摂取される物質を対象とするガラス瓶容器とする。したがって、以下の表に示す容器は、当ガイドラインの対象とはしない。

表 2.2.5 当ガイドラインにおいてリサイクル資源の対象としないガラス類

種類	リサイクル資源の対象としない理由
容器用途以外のガラス	◆ その化学組成から、ガラス瓶の資源とはならないため。
耐熱ガラス	◆ ガラス瓶の製造プロセスの中で完全に溶融しないため。
セラミックス	◆ 混入によって、ガラス瓶の品質を劣化させるため。
砂、土、石等で汚れたガラス瓶	◆ 混入によって、ガラス瓶の品質を劣化させるため。
乳白色ガラス瓶	◆ その化学組成から、ガラス瓶の資源とはならないため。
農薬あるいは劇薬等のガラス容器	◆ 有害物質の混入のリスクを回避するため

(2) ガラス瓶のリサイクル受入れ基準

ガラス瓶の一般的なリサイクル受入れ基準は、以下の表のように規定することができる。

表 2.2.6 ガラス瓶のリサイクル受入れ基準

異物の種類	異物の混入許容基準 (g/ton of glass bottles)	
	瓶の蓋（キャップ）	アルミニウム
	鉄	0g
	その他金属	0g
	プラスチック	0g
セラミック		0g
石、コンクリート、砂、土		0g
透明ガラスの有色ガラスの混入		0g
有色ガラスへの他の色あるいは透明なガラス瓶の混入	受け入れ先の要求に基づく	
容器の内容物あるいは残渣		0g
プラスチック、金属缶、紙類等		0g


2.2.5 プラスチック類

(1) 対象とするプラスチック類

当ガイドラインの対象とするプラスチック類は、次の表に示すとおりである。

表 2.2.7 対象とするプラスチック類

		
PET/ポリカーボネート (PC)	PE/PP (硬質プラスチック)	PE/PP フィルム、バッグ

	 PS		 PS		 PVC
フォーム PS		EPS		PVC	

(2) プラスチック類のリサイクル受入れ基準

1) PET ボトル

PET ボトルは、可能な限り圧縮し、梱包した形でエンド・ユーザーに届けられることが望ましい。また、透明なものと有色なものの分別も必要である。

a 梱包された PET ボトルの荷姿に関する規定

指標	基準
安定性	輸送中に崩れないようにしっかり梱包すること
取扱い上の簡易性	梱包が容易にとけること。

b 梱包せずに運搬する場合の規定

指標	基準
安定性	運搬の際に PET ボトルをキャンバス・カバー等でしっかりと覆い、固定すること。

c 容積・重量及び梱包材

トラックの積載量及び運搬用パレットのサイズを考慮し、以下の3種類のいずれかの規模での梱包が望ましい。

容量	重量	梱包材
600 x 400 x 300 mm	15 – 20 kg	PP あるいは PET 製の紐・テープ等
600 x 400 x 600 mm	30 – 40 kg	同上
1,000 x 1,000 x 1,000 mm	180 – 230 kg	ワイヤー
あるいはリサイクラーの指示による		

注:

- ◆ 上表の容量は、圧縮した際の容量を示している。
- ◆ さび等による劣化を防ぐために、梱包の際にはメッキされたワイヤーを利用することが望ましい。

2) 梱包された PET ボトルのリサイクル受入れ基準

可能な限り低コストで価値の高い PET ボトルを回収するためには、以下のような受入れ基準を設定することが望まれる。

指標	目標受入れ基準
キャップ（蓋）付きボトルの混入率	10%以下
プラスチック・フィルム付きボトルの混入率	0.5%以下
PE あるいは PP ボトルの混入率	0.5%以下
ガラス瓶の混入率	0%
アルミ・スチール缶の混入率	0%
紙容器の混入率	0%
その他の異物の混入率	0%

3) その他のプラスチック容器包装類

PET ボトル以外のプラスチック容器包装類についても、輸送前に圧縮・梱包されることが必要である。

a 梱包されたプラスチック容器包装類の荷姿

指標	基準
安定性	輸送中に崩れないようにしっかり梱包すること。
環境衛生	悪臭の防止。 腐食する可能性ある有機系廃棄物の残渣を取り除くこと。
容易なハンドリング	容易に梱包をとけること。（比重は 0.25 トン/m <sup>3</sup> 程度）

b 梱包せずに輸送する場合の規定

指標	基準
分別	容器が、分類にしたがって明確に分別されていること。
環境衛生	悪臭の防止 腐食する可能性ある有機系廃棄物の残渣を取り除く。

c 容積・重量及び梱包材

トラックの積載量及び運搬用パレットのサイズを考慮し、以下の3種類のいずれかの規模での梱包が望ましい。

容量	重量	梱包材
600 x 400 x 300 mm	18 – 20 kg	PP あるいは PET 製の紐・テープ等
600 x 400 x 600 mm	36 – 50 kg	同上
1,000 x 1,000 x 1,000 mm	250 – 350 kg	ワイヤー

注:

- ◆ 上表の容量は、圧縮した際の容量を示している。
- ◆ さび等による劣化を防ぐために、梱包の際にはメッキされたワイヤーを利用することが望ましい。

4) PET ボトル以外のプラスチック容器包装のリサイクル受入れ基準

可能な限り、資源価値の高いプラスチック類を回収するためには、以下のような受入れ基準を目標とすることが望ましい。

指標	目標基準	留意点
1 ベール梱包に含まれるプラスチック容器包装の比率	90%以上	
PET ボトルの混入率	0%	
プラスチック以外の容器包装	0%	金属、ガラス、紙の混入は厳格に防止されなければならない。
その他のプラスチックの混入率	0%	特定のプラスチックについては他との混入を確実に防止しなければならないものがある。
その他の異物の混入率	0%	その他の異物についても、梱包物の中に含まれないよう、最大限の注意を払うことが必要である。
含水率	梱包物から水滴が落ちない程度	

(3) 食品トレイ（白色トレイ）

食品トレイは、洗浄した上で、透明な袋等に入れて回収することが基本原則である。

a 梱包済食品トレイの荷姿に関する規定

指標	基準
環境衛生	梱包された食品トレイは、透明な袋でしっかりと封印、梱包し、腐食等により悪臭を放つ可能性のある食品残渣その他の異物を完全に除去することが必要である。

b 梱包容積、重量

容易なハンドリングを考慮した適切な容積重量は、以下の通りである。

容積	重量
1,500 x 1,200 mm (25 μ thickness)	2.3 – 3.0 kg
1,200 x 1,000 mm (25 μ thickness)	1.7 – 2.0 kg

1) 食品トレイ等のリサイクル受入れ基準





可能な限り、資源価値の高い食品トレイ類を回収するためには、以下のような受入れ基準を目標とすることが望ましい。

指標	目標基準	留意点
食品トレイ類の最低限の1 ベール梱包内の含有比率（重量ベース）	90%以上	-
異物の混入	0%	-
発泡スチロール等の他の白色容器あるいは有色トレイ		有色トレイ等
他のプラスチック原料によるトレイ		PE, PP, PET 等
他のプラスチック容器包装		
食品残渣等の有機残渣		
その他		金属、ガラス、セラミック等
水分	梱包物から水滴が落ちない程度	-

## 2.2.6 使用済み電気・電子機器

### (1) 携帯電話用バッテリー

#### 1) リサイクル資源としての受入れ条件

指標	基準
適切な分別	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ バッテリーは以下に示すような種類別に分別排出することが求められる。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ni-Cd</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ni-MH</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Li-ion</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Pb</p> </div> </div>
携帯電話からのバッテリーの取り出し	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ バッテリーは携帯電話を廃棄する際に必ず取り外すこととし、その際にも、バッテリーの破損に十分注意することが必要である。</li> </ul>
種類の異なるバッテリーの混合排出	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 種類の異なるバッテリー（アルカリ電池、水銀電池その他）を混合排出しない。</li> </ul>
発火あるいは発熱の危険性の排除	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ バッテリーは、まだ帯電していることを前提として、電気と接触する部分については、絶縁・断熱性のあるテープ等により、絶縁し、帯電やそれによる発火を防止することが必要である。</li> </ul>

注：表中のマークは、日本で充電電池回収のため使用されているリサイクルマークを示している。

#### 2) 携帯電話用バッテリーのリサイクル受入れ基準

現在のところ、フィリピン国には携帯電話用バッテリーの回収・リサイクル・システムは構築されていない。したがって、このようなシステムが完成した段階で、受入れ基準もリサイクラーの条件にしたがって策定されるべきものである。

### (2) その他の使用済み電気・電子機器

その他の使用済み電気・電子機器についても、受入れ基準は最終的にこれらを生リサイクル資源として引き取り、利用するリサイクラーの条件に基づいて決定されるべき事項である。ただし、取引業者は次のような点には十分注意を払う必要がある。

項目	注意事項
労働安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 有害な化学物質の利用や焼却等、関係政府機関の承認を得ずに、使用済み電気・電子機器から有価物を回収する方法は厳格に禁止されなければならない。</li> </ul>
汚染防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 使用済み電気・電子機器を取り扱う際には、関係する環境保全及び汚染防止に係る法律に適合した対策（排ガス、排水、廃棄物等）をとらなければならない。</li> </ul>

## 2.3 リサイクル資源の保管基準

### 2.3.1 保管基準の目的

保管基準の目的は、次の点にある。

- ◆ 回収したリサイクル資源の品質の劣化を防ぐための適切な保管方法の周知
- ◆ リサイクル資源の取引業者による適切かつ安全な労働環境及び施設的环境衛生の確保

### 2.3.2 保管基準

#### (1) 保管施設の一般的基準

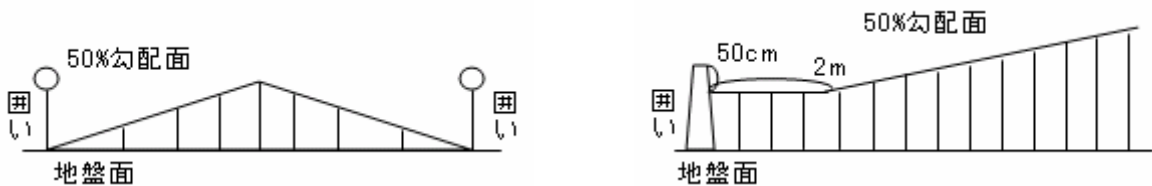
リサイクル資源保管施設の一般的な施設基準は、以下の表に示すとおりである。

項目	一般的基準
保管施設の立地	◆ 保管施設は、住居地域あるいは食品製造・消費地域から十分な距離を有した地域に立地することが望ましい。
保管施設の構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 保管施設は十分な強度を有するフェンスあるいは壁によって囲われたエリア内に設置されなければならない。</li> <li>◆ 保管施設は雨や日射により資源の劣化を防ぐために、屋根や壁を有した施設であることが望ましい。</li> <li>◆ 保管施設は適切な空調環境を持たねばならない。</li> <li>◆ リサイクル資源の洗浄等を行う場合には、適切な排水システム及び必要に応じた排水処理システムを有するとともに、排水が地中に浸透しないような構造を有さなければならない。</li> </ul>

#### (2) リサイクル資源保管施設の適切な運営

リサイクル資源の保管施設は、以下の事項を絶えず確かなものしなければならない。

- ◆ 保管施設は、ねずみやハエ、蚊、その他の害虫等の侵入を防ぐ構造あるいはそのための適切な措置がとられていなければならない。
- ◆ リサイクル資源が容器等に入れた形で保管されない場合には、当該するリサイクル資源を次の図に示すような適切な方法で積み重ねて保管する。



## 2.4 データ管理

### 2.4.1 データ管理の目的

データ管理の目的は、効率的なリサイクル資源の回収・販売を通じて、保管等によるロスを最小化し、コスト効率的なリサイクル資源の取引を行うことにある。

### 2.4.2 基本的な活動

#### (1) データ管理

##### 1) ミクロ・データの収集・記録

以下の情報の収集・記録は、取引を行ったリサイクル資源の回収と販売の推移を把握する上で重要かつ基本的なデータ管理活動である。

- ◆ 回収しているリサイクル資源の種類
- ◆ 購入/販売日
- ◆ 取引量及び取引額（種類別）
- ◆ 顧客（資源の購入及び売却先）リスト
- ◆ リサイクル資源の品質（選別レベル、洗浄、圧縮の有無等）

##### 2) データの編集・分析

収集されたミクロ・データは、以下のようなフォーマットを活用して編集・分析されることが市場動向を知る上で重要である。

リサイクル資源の種類							
取引番号	日	量 (A)	価格 (B)	単価 (B/A)	購入/売却先	連絡先	資源の品質

このようにして収集されたデータは、リサイクル資源の需給状況、価格、取引業者、品質、現在のストック等の様々な情報を知る重要な手掛かりとなる。

- ◆ 需給動向：取引量を月ベース等で年間に渡って把握することにより、需給の季節的傾向を把握あるいは推測する材料となる。
- ◆ 単価の動向：単価の変動が月ベース等で把握できれば、年間の需給状況と価格動向の関係、あるいは変動の幅等が把握でき、より効率的な資源の調達方法の検討材料となり得る。



- ◆ 顧客情報：取引量を顧客毎に記録しておくことにより、資源の調達及び取引について、より確実かつ安定的なビジネス・ネットワークを形成する上で重要な材料となり得る。
- ◆ 資源の品質：取引を行っているリサイクル資源の品質に関する情報が整理されていれば、誰がどのような品質のものを求め、あるいは供給しているかが的確に把握可能となり、リサイクル資源取引をより意識的にコントロールできる可能性が拡大する。
- ◆ リサイクル資源の在庫：リサイクル資源の在庫が絶えず確実に把握されていれば、その他の情報も含めて、総合的に自身のビジネスを自主的にコントロールする上での重要な情報を提供してくれる。

### 3. リサイクル産業に対するガイドライン

#### 3.1 リサイクル施設に対する必要条件

廃棄物のリサイクルを行う施設は、環境に加えて、安全や健康に関する当該国の法的な条件を遵守する必要がある。また、それらの施設は、国の機関または委託機関による定期的な監査を要するものである。

以下にリサイクル施設を整備・運営するに際して必要な技術並びに基本情報について示す。

##### 3.1.1 古紙のリサイクル施設

###### (1) リサイクル工程の例

古紙のリサイクル工程は、原料がパルプ（木材）から古紙に替わっただけで、通常の製紙工程と殆ど同じである。下図に古紙からの製紙工程の例を示す。

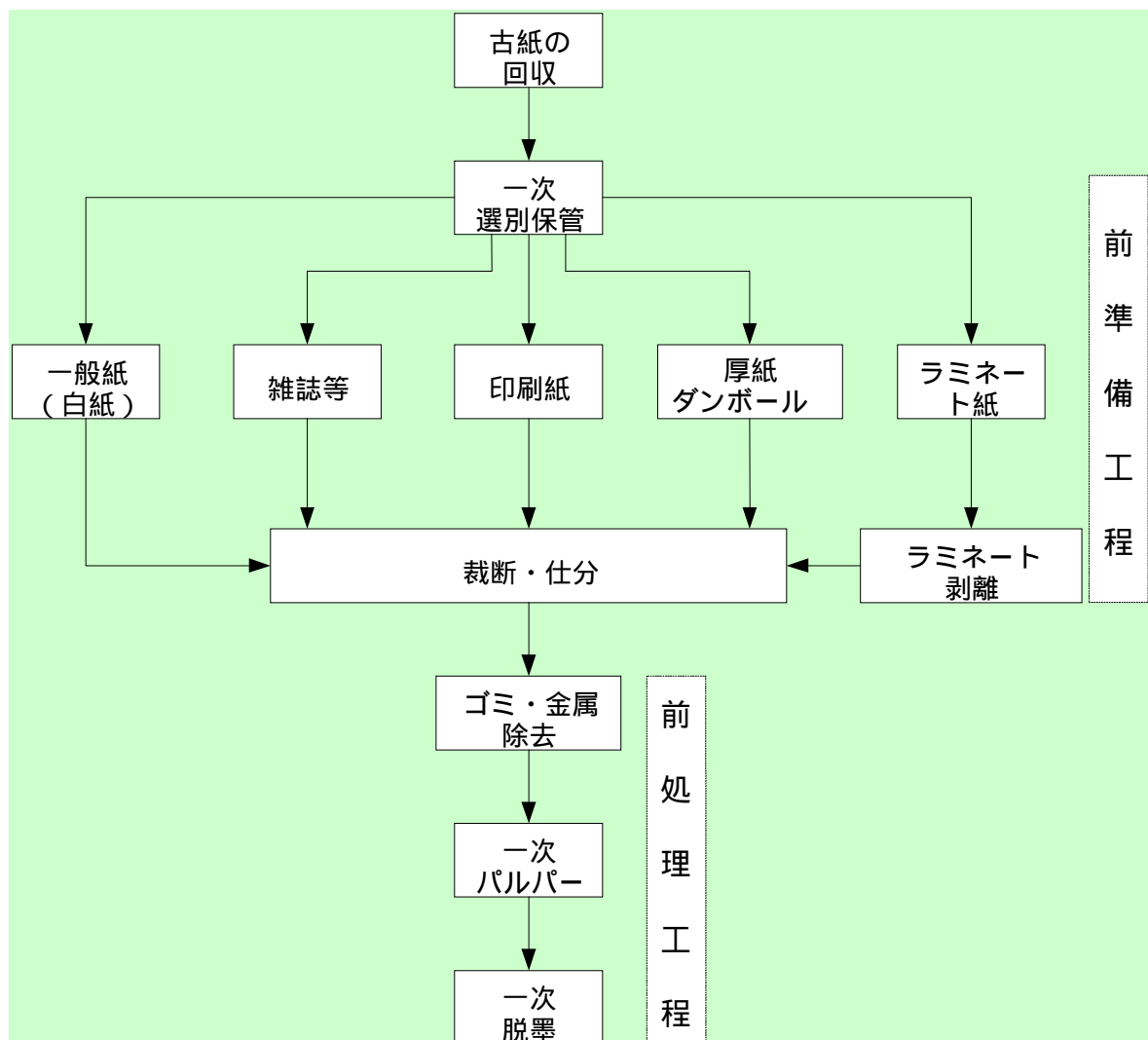


図 3.1.1 古紙リサイクルの前処理工程の例

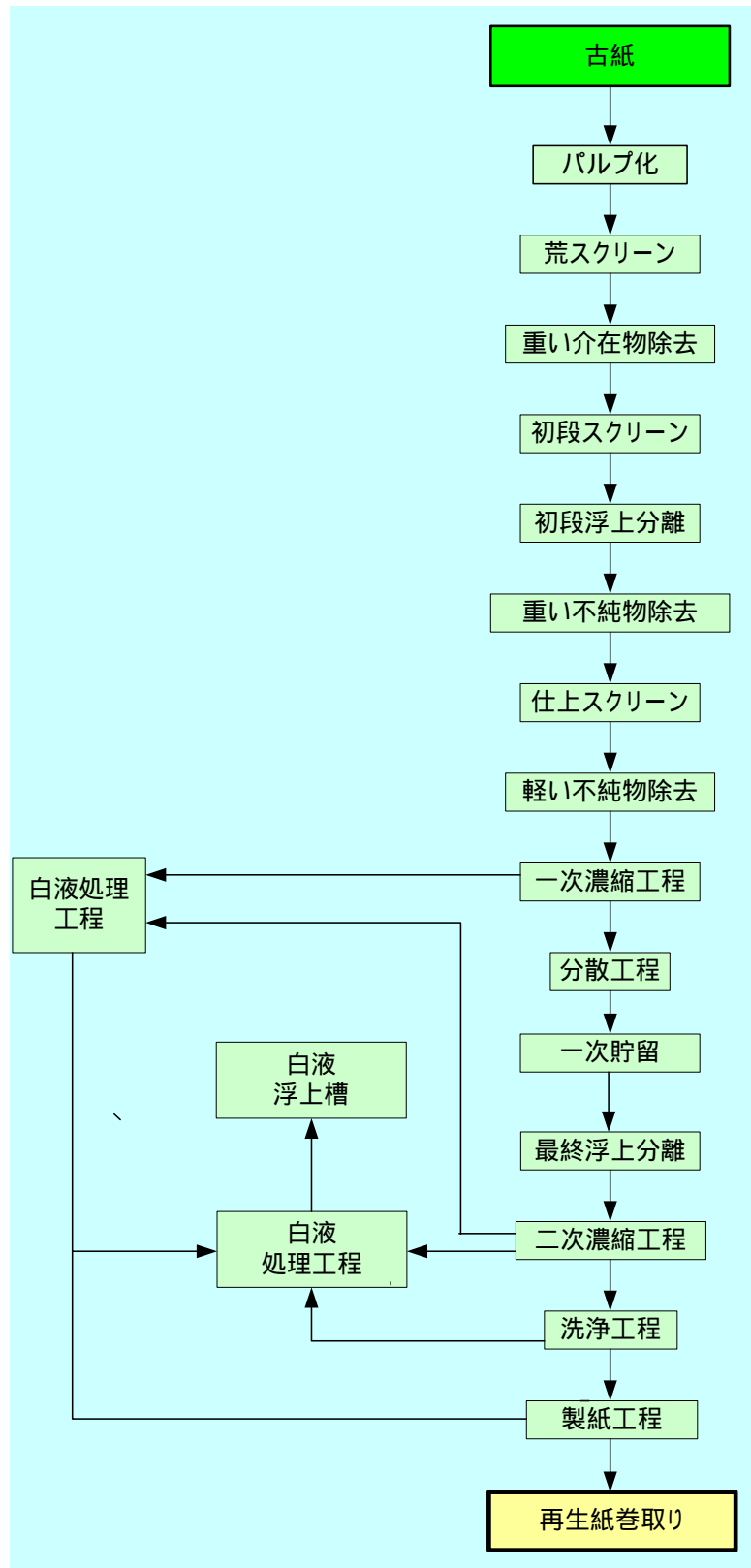


図 3.1.2 古紙を原料とした製紙工程の例

## (2) 必要な施設と設備

古紙リサイクル施設に必要な施設と設備を下に示す。

- ◆ 古紙受入れ施設
- ◆ 秤量及び記録室
- ◆ 受領品仮置き場
- ◆ 仕分け場所
- ◆ 屋内集積所（保管所）
- ◆ パルプタンク
- ◆ 脱墨及び漂白工程
- ◆ 製紙設備
- ◆ 廃水処理設備
- ◆ 汚泥処理設備
- ◆ プロセス水再利用設備

## (3) 環境保全

古紙リサイクル施設の運転は、国の環境法及び基準を遵守することが要求される。一般的に、製紙工程はプロセス水を大量に消費するが、その結果、廃水も大量に排出される。この廃水は脱墨・漂白工程、パルプ工程、希釈工程、製紙工程等から高濃度の汚染を伴っている。従って、これらの廃水を未処理のまま放流することは出来ないため、廃水処理施設を必ず設置する必要がある。また、これらの廃水は化学薬品や悪臭を含む有害物質で汚染されていることから、汚泥についても新たな汚染を発生する恐れがあり、適正に処理しなければならない。

## (4) 安全と衛生管理

### 1) 安全の遵守

紙は容易に燃焼し、また、十分な空気（酸素）が無い環境では燻る性質がある。古紙は、保管中に有機廃棄物と混ざり、また、適度な水分を吸収すると徐々に発火する場合がある。このような事故を防止する為、古紙の貯蔵施設には消火器や防火設備を設置する必要がある。

また、火災や化学薬品の漏洩のような事故に備えて、施設内には避難経路や注意標識を設置することも必要である。

### 2) 衛生管理と保護

パルプ工程や古紙の溶解工程は、苛性ソーダで汚染されている場合があり、汚染された液体が飛散して作業員の眼や皮膚を刺激する恐れがある。これらの事故の対策として、これらの工程の場所に、洗眼や洗面施設を設けることが有用であり、また、救急箱の設置が望ましい。

### 3.1.2 金属スクラップリサイクル施設

#### (1) 一般的な鉄スクラップのリサイクル工程

現在、製鉄所や鑄造工場、機械工場や自動車製造工場、一般家庭等から多様な鉄スクラップが市場に排出されている。しかし、これらの鉄スクラップは通常大きくかさばったり、他の金属と混ざったり、細く裁断されたり、細かい粉体であったりする。これらの鉄スクラップを効果的にリサイクルする為には、溶融前に仕分け・分別を行い、一括にまとめる工程が必要である。

一般的な鉄スクラップの前処理方法を下記に示す。

##### 1) ひげ状、帯状のスクラップ（機械スクラップ）

次の処理のため、細かく裁断したり、粉砕したりする必要がある。

- ◆ 機械スクラップから潤滑油を効率よく除去する
- ◆ サイズを統一する（最大 75mm 程度）

##### 2) 容量の大きい鉄スクラップ

取扱いや運搬を容易にする為に粉砕、裁断する。

##### 3) 鉄合金の除去

鉄・金属に、他の金属やクロム、炭素のような物質を添加することにより、合金鋼を作ることができる。また、ステンレスのように耐腐食性を付与し、耐熱強度や耐熱性を増加させることも可能である。これらの合金鋼は、精錬工程前に他の鉄スクラップから分別する必要がある。

##### 4) 磁力選別

磁力を利用することで、一般ゴミの中から鉄のみを分離することが可能である。高品質の鉄スクラップを得るためには、鉄金属のみで構成するスクラップにする必要がある。

#### (2) 廃アルミ缶のリサイクル工程

飲料等に使用するアルミ缶の材料は、胴とキャップの部分で下記に示すように異なるアルミ合金を使用している。

胴	アルミ・マグネシウム合金	マグネシウム含有量：1-1.5%
キャップ	アルミ・マグネシウム合金	マグネシウム含有量：4-5%

このように異なる合金を使用するのは、胴部分については、柔軟性と強さが必要であることから引抜き方式で製造されるためであり、また一方、キャップについては、容易に開けることが出来なければならないため、引き裂きによる「プルトップ」に対応する必要があるからである。

従って、「缶 to 缶」として新しい缶に再生するために使用する場合は、これら原料を混合してはならない。しかし、これらの材料で一般的な製品、(例えば、金型鋳造によるフレーム、家具飾り、ドアの取っ手、おもちゃ、家庭用品など)の製造を行う場合には、混合して使用することも場合によっては可能である。

下記のフローは、一般的なアルミ・スクラップのリサイクル工程を示している。

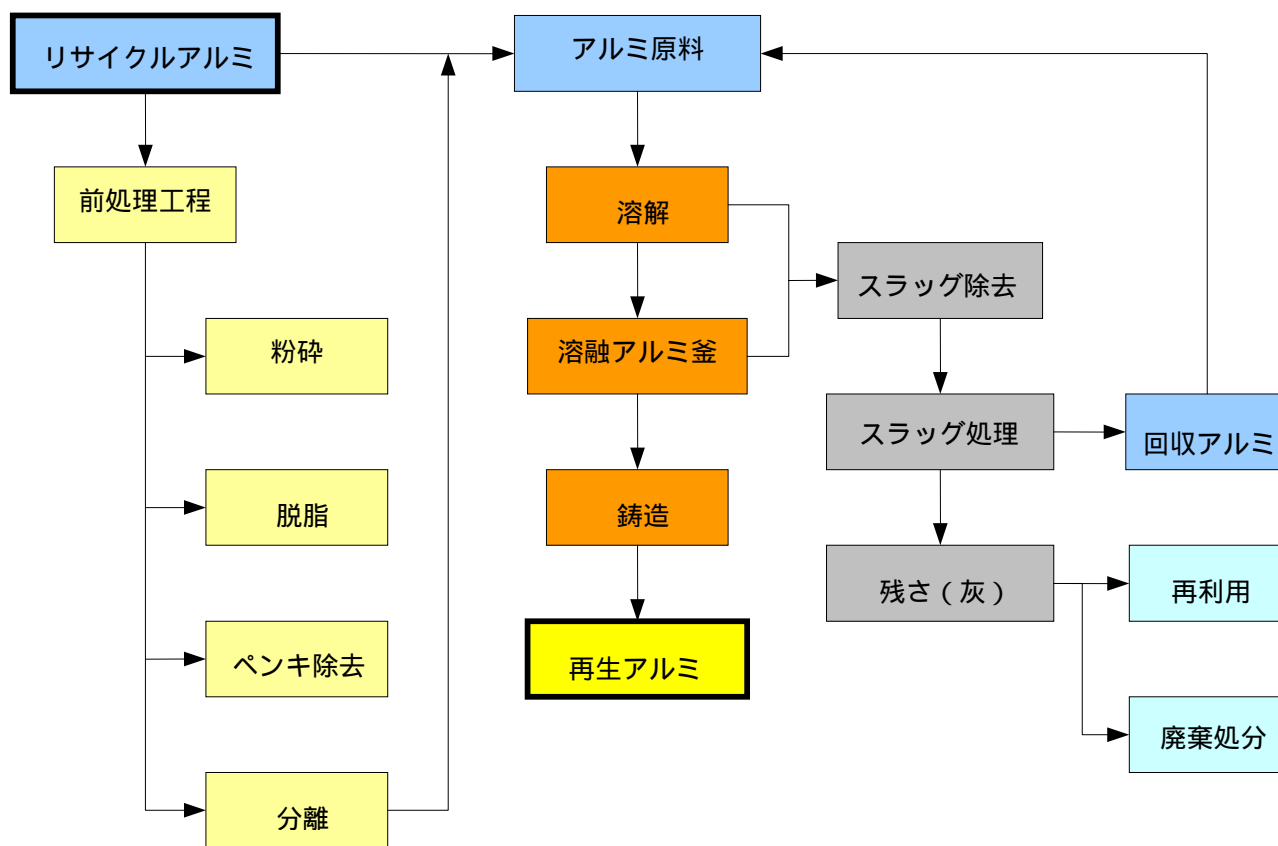


図 3.1.3 一般的なアルミ・スクラップのリサイクル工程

#### 1) 必要な施設と設備機器

金属リサイクル施設に必要な施設と設備を下に示す。

- ◆ 廃アルミ缶の受入れ施設
- ◆ 磁力選別機 (スチール缶除去)
- ◆ 破砕機
- ◆ 脱油装置
- ◆ ペイント除去装置
- ◆ 選別装置
- ◆ 溶融炉
- ◆ 溶解バス (槽)
- ◆ 鋳造装置

- ◆ インゴット排出装置
- ◆ スラグ処理設備
- ◆ 灰処理設備
- ◆ 集塵機

### (3) 環境保全

#### 1) 大気の保護

鉄やアルミは、基本的に安定した金属であり、有害物質ではない。しかし、溶融時には油を燃料として使用し、その結果、ダストを伴った排気ガスや煙を発生させる。従って、これらの物質の飛散による大気汚染を防止するために、環境法規制に基づいた集塵・排ガス処理等の大気汚染防止設備を設置する必要がある。

#### 2) 水や土壌の保護

金属は廃油で汚染されている場合があり、水や土壌、保管場所等が汚染される可能性がある。特に、機械工程から廃棄された金属類は、その保管中の取扱いに注意が必要であり、保管場所の床面は油汚染を防止する為に浸透防止材でカバーされていることが望ましい。

### (4) 安全と衛生保護

#### 1) 安全管理

鉄スクラップのような廃金属は、極少量のアルカリや酸のような化学薬品で汚染されている可能性がある。このような化学薬品は皮膚や目を刺激し、やけどを起こす恐れがある。従って、作業場所には救急箱の設置、洗眼、洗面設備を設けることが望ましい。

また、アルミ粉を廃金属として保管する場合は、その保管場所に「放水禁止」という注意看板を立てる必要がある。

#### 2) 衛生管理

##### a 鉄スクラップの保管

既に述べたように、鉄もアルミも安全な金属であるが、鉄スクラップは適量の酸素と水分の条件を与えると酸化反応によって発熱をする。特に、機械加工工程から廃棄された粉碎された鉄粉は、適量の酸素と水分の条件下において高温反応するため、水に濡れないように保管することが重要である。

##### b アルミ・スクラップの保管

アルミ・スクラップは鉄スクラップと同じように安全であり、自己反応を起こす金属ではないが、アルミ粉は水を加えると水酸化アルミになる。その結果、水素ガスを発生させ、爆発的に燃焼する可能性がある。従って、アルミ粉は火災防止の観点から、水や雨から完全に遮断した場所に保管しなければならない。

### 3.1.3 廃ガラス・リサイクル施設

#### (1) 代表的な廃ガラスのリサイクル工程

ビール瓶に代表される飲料用の瓶は、そのまま再利用可能な資源の典型的なものと言える。しかし、最近の傾向として「ワンウェイボトル」の割合が増加し、その結果「リターナブル・ボトル」が減少し、リサイクル・カレット（ガラス瓶を微粉碎し、リサイクル可能な原料としたもの）の生産量が増加傾向にある。

カレット製造では、粉碎工程にかける前に、ガラス瓶を色や形状で仕分けすることが極めて重要な作業である。現在、自動色識別装置の開発によって、多種のガラス瓶を事前に分別する事無く（混合状のまま）自動識別できる技術が開発されているが、この装置の導入には多額の投資が必要である。従って、フィリピンやその他アジアの途上国では、まだ手選別の方が有用な方法と言える。

リサイクル・カレットを利用することにより、ガラス瓶製造に要するエネルギー消費量及びコストは大きく削減され、かつバージン原料の使用を抑制することもできるため、リサイクルによる省資源・省エネルギー効果は非常に高いが、リサイクル・カレット製造に至る前段階での廃ガラス瓶の回収という静脈物流の部分、及び適正なカレット品質を保つために必要な洗浄や分別等の前処理にコストがかかるため、この部分をいかに効率化し、コスト抑制を図るかが重要な課題となる。特に、飲料瓶としての利用を図る場合には、厳しい品質管理が必要となるため、洗浄や選別には結果として大きなコストをかけることになる。

これに対し、低品質あるいは多種・多色混合のリサイクル・カレットを舗装材や骨材あるいはコンクリート部材等の土木・建設資材として活用する方法や、多色混合のガラス製品（花瓶や灰皿等）にリサイクルする方法もある。



図 3.1.4 リターナブル・ボトルの流れ



## (2) 必要な施設と設備

廃ガラスのリサイクルに必要な施設と設備を下に示す。

- ◆ 廃ガラス瓶受入れ施設
- ◆ 秤量、記録施設
- ◆ 色による仕分け作業場所（仕分け箱）
- ◆ カレット粉砕機
- ◆ 色別カレット保管場所
- ◆ カレット洗浄装置

## (3) 環境保全

回収されたガラス瓶の多くは、残留有機物で汚染されており、有害な化学物質や高濃度なCOD物質で汚染されている場合がある。従って、環境保全の見地から洗浄後の廃水は、環境基準を完全に遵守した廃水処理装置により処理した後に、放流しなければならない。更に、洗浄工程に使用される場所の床は、浸透防止材で処理することが望ましい。

## (4) 安全・衛生管理

### 1) 安全管理

手や目を保護する為に、作業者に手袋とゴーグルの使用を義務付ける必要がある。

### 2) 衛生管理

洗浄水の飛沫による目や皮膚への刺激、また不純物質や極少のガラス片による損傷に対処する為、作業場所に洗眼・洗面設備を設置する必要がある。

### 3.1.4 廃プラスチック・リサイクル施設

#### (1) 代表的なリサイクル工程

廃プラスチックのリサイクルは、その目的によって基本的に次の3種類に分類できる。破碎や粉碎等の機械的・物理的なプロセスによって、再利用・リサイクルを行うマテリアル・リサイクル、モノマー化や高炉還元等の化学処理を行い、原料としてのリサイクルを行うケミカル・リサイクル、燃料として活用することによりエネルギー回収を行うサーマル・リサイクルである。

表 3.1.1 廃プラスチックのリサイクル方法の分類

リサイクル・プロセス	リサイクルの方法・目的	EU 名称
マテリアル・リサイクル	洗浄、破碎、粉碎による廃プラスチックのフレーク、ビーズ、ペレット化	Mechanical Recycle
ケミカル・リサイクル	モノマー化 高炉還元剤 コークス炉化学原料化	Feedstock Recycle
	ガス化 油化	
サーマル・リサイクル	セメント・キルン ごみ発電、RDF	Energy Recovery

マテリアル・リサイクルにおいては、回収された廃プラスチックはリサイクル工場(企業)に搬入され、そこで紙類、金属類のような不純物を除去した後、粉碎機にかける。その後、洗浄工程にて完全に不純物を除去し、最終的に原料と使用するために、ペレットやフレーク状に加工する。(フレークは加熱加工によって顆粒化する)。これらのプラスチックはシート工場や繊維工場において溶融され、繊維製品等に加工される。下記に示すフローは PET ボトルの代表的なリサイクル工程である。

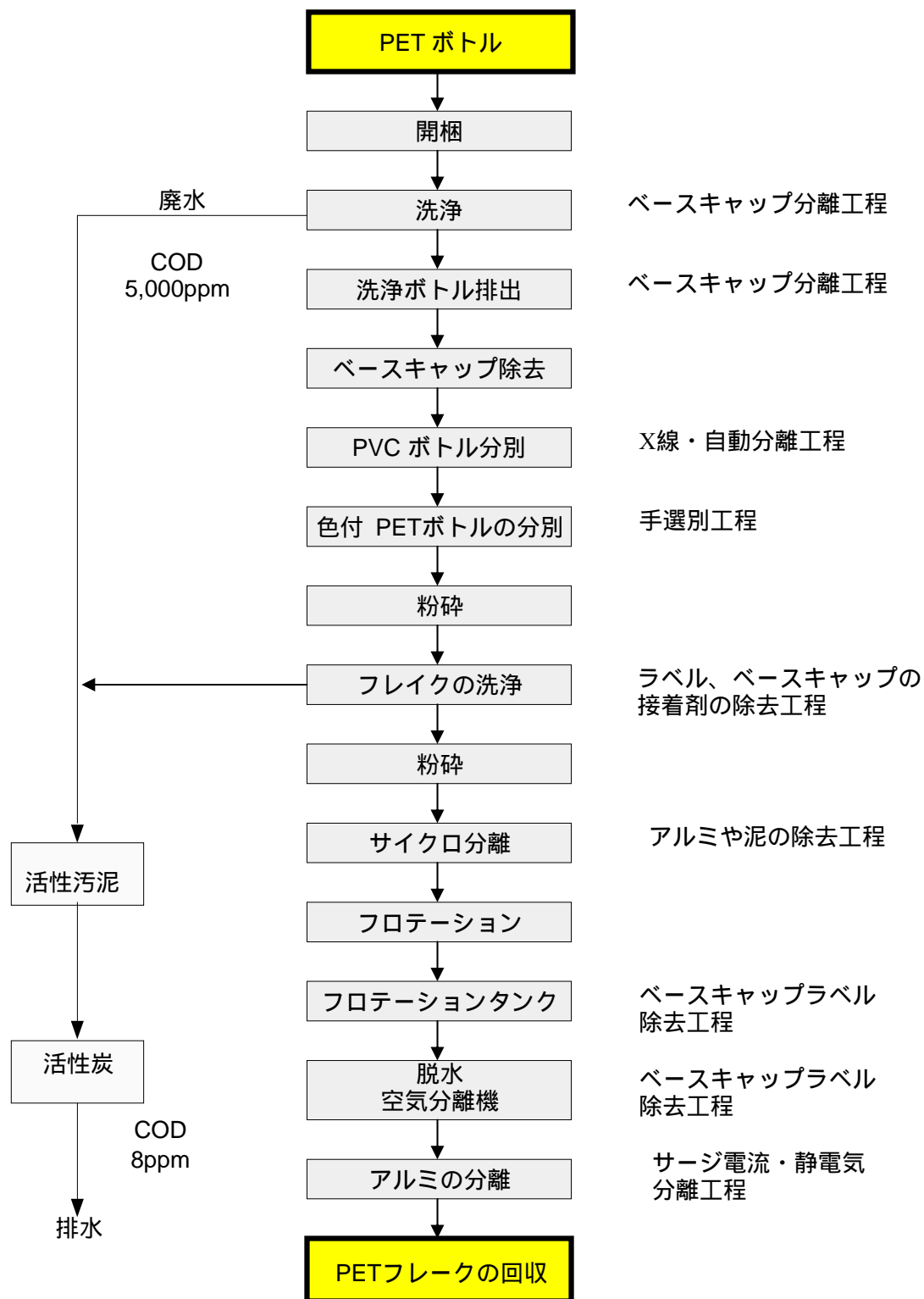


図 3.1.5 一般的な PET ボトルのリサイクル工程

(2) リサイクル施設と主要設備

リサイクルに必要な施設と主要な設備を下に示す。

- ◆ 廃プラスチック受入れ場所

- ◆ 秤量、記録施設
- ◆ 開梱機
- ◆ ビン類洗浄施設
- ◆ ベースキャップ切断機
- ◆ PVC 選別機
- ◆ カラー PET 分別機
- ◆ ボトル粉碎機
- ◆ フレーク洗浄設備
- ◆ 流体サイクロン（アルミ、塵埃除去）
- ◆ フローテーションタンク（ラベル除去）
- ◆ エアー分離機（軽質不純物除去）
- ◆ アルミセパレーター（静電気式）
- ◆ 廃水分離機
- ◆ スラッジ分離機
- ◆ 廃水処理設備

### (3) 環境管理

現在、PET のリサイクル施設に対する厳格な環境基準はないものの、一般的に PET ボトルの洗浄には大量の洗浄水を使用する。その結果、大量の廃水が排出される。この廃水は洗剤の使用によって高濃度の COD 汚染物質を含んでいるため、未処理のまま周辺環境へ排出することはできない。また、破碎機のタイプによっては、破碎工程からダストや悪臭が発生する場合がある。環境基準を超える大量のダストが発生する場合は、集塵機の設置が望ましい。

### (4) 安全、衛生管理

#### 1) 安全管理

基本的に、プラスチックは可燃性であるが、酸素が不十分な条件下では燻ぶる可能性がある。プラスチックが燃焼する場合、一般的に悪臭を伴った有害なガスが発生する。このため、プラスチック保管場所の火災事故を防ぐ為に、消火器や消火設備の設置が必要である。更に、目や鼻の障害を防ぐ為、破碎工程の作業員に対してゴーグルやマスクの使用を義務づける必要がある。

#### 2) 衛生管理

洗浄工程においては、アルカリ洗浄液（洗剤）が作業員の目や皮膚を刺激する可能性がある。このため、作業場所には洗眼、洗面設備、及び救急箱を設置すること、およびダスト障害に対する定期的な健康診断を義務づける必要がある。

### 3.1.5 使用済み携帯電話のリサイクル施設

ここでは、日本において実施されている使用済み携帯電話のリサイクル施設とそのプロセスについて紹介を行う。日本では、使用済み携帯電話を効率的に回収するために、「リサイクル・ボックス」を販売店、ディーラー、修理店、電話通信会社のデポ等に設置する方式が一般的である。回収された使用済み携帯電話は、回収業者やリサイクル会社が定期的に回収を行い、処理工場に搬送する。リサイクル会社は、回収された廃棄携帯電話を処理に必要な十分な量を確保できるまで保管をする。

#### (1) 携帯電話のリサイクル工程

携帯電話は本体、バッテリー（リチウム電池等）及び充電器から構成され、その本体のケース内に電子基盤やテンキーパッド（ダイヤル）が取り付けられている。まず、本体を手作業で解体し、処理量が確保出来るまで一時的に保管する。電子部品類には一般的に、金、銀、プラチナ、パラジウム等の貴金属類が含まれており、単純な推定であるが、約 1,000kg の廃棄携帯電話からおよそ 150g の金が回収できるとされている。これに対し、金鉱石の場合は、3,000kg から約 10g の金しかを採取できない。このようなことから、携帯電話は地上の金鉱とも称されている。ただし、最近では電子回路の集約化が高度になり、それらの貴金属の使用は極端に減少してきている。又、適切に分離することが出来れば、リチウム・バッテリーから銅やコバルトを回収することが可能で、チャージャーからは極細配線、非鉄金属、プラスチック等が回収可能である。

下記に代表的なリサイクル・フローを示す。

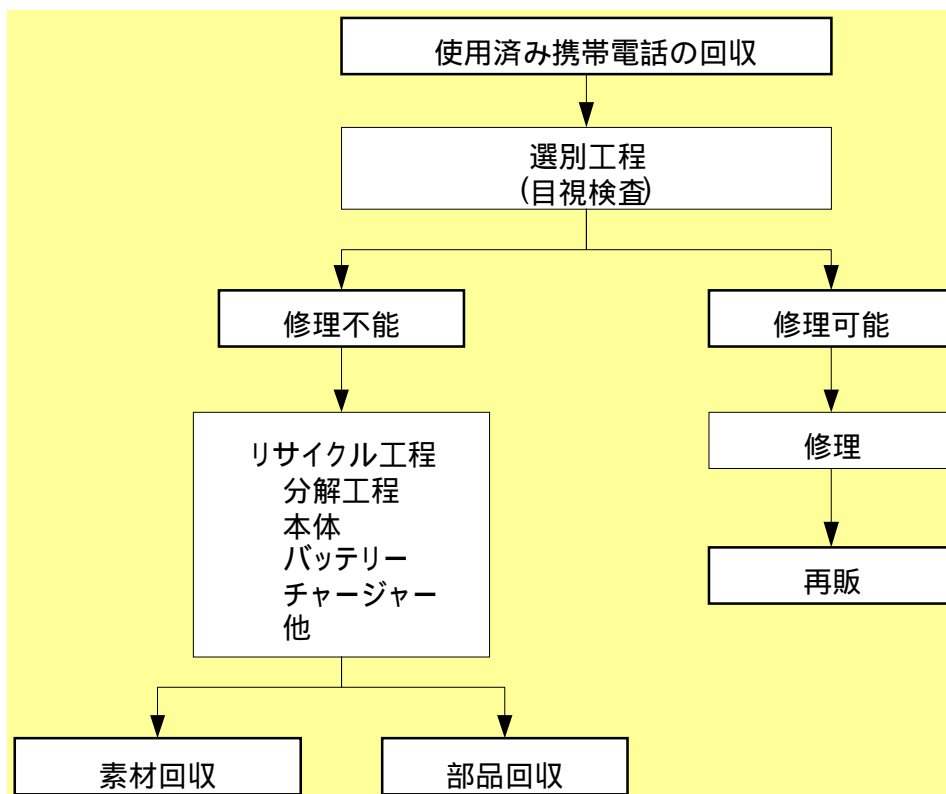


図 3.1.6 使用済み携帯電話のリサイクル・フロー

## (2) リチウム電池のリサイクル工程

廃棄されたリチウム電池からリチウム金属をリサイクルする技術はまだ研究途上であり、商業的に採算可能なプロセスは未だ完成されていない。下記に示す方法は、現在実験的に検討されている方法である。

### 1) 焼却法（ベイキング）

リチウム電池を焼却炉に投入し高温焼却して、その後磁力選別機にてリチウムやコバルト金属を選別する、または完全に冷却後に浸出法にて分離することが可能である。

### 2) 浮上分離法

使用済みリチウム・バッテリーを破砕・粉砕し、細かな粉体にしてからリチウム・コバルト酸と炭素の混合体（黒色）とする。この黒色の粉体（リチウム・コバルト酸として表面を覆っているが）を、約 500 で加熱焼却して結合剤を焼失させる。結合剤を完全に除去すると、リチウム・コバルト酸の混合粉は、凝固剤、若しくは発泡剤を使うことによって親水性の性質に変えることが出来る。この結果、このプロセスでは全量の約 92%のリチウム・コバルト酸を 93%以上の純度で回収できる。

## (3) リサイクル施設の暫定的な環境管理

使用済みリチウム・バッテリーは効果的、経済的なリサイクル方法が開発されるまで、リサイクル施設で保管することが必要である。暫定的なリサイクル方法が確立するまで、バッテリー製造メーカー、または販売店（ディーラー）は、バッテリーによる新たな汚染を防止する為にそれらの回収と保管の責任を有するべきであり、それらの保管施設は設置地域における環境法や規制を遵守したものとする必要がある。

## (4) 安全、衛生管理

### 1) 安全管理

リチウム金属は、水と酸素の元で水素ガスを発生させ、発火する恐れがある。従って、リチウム金属を湿度の高い場所や水のかかる環境に置くことは、発火のリスクを高くすることになる。

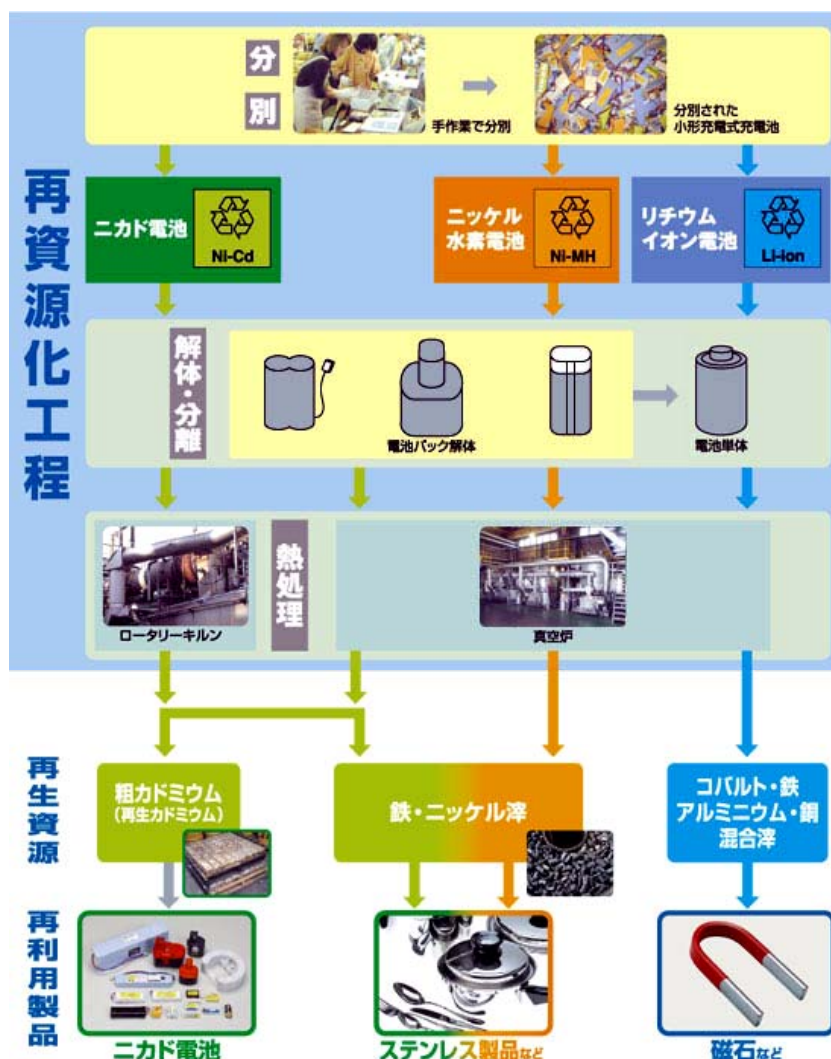
- ◆ 火災に際して水をかけない
- ◆ 水気のない場所に保管

### 2) 衛生管理

- ◆ リチウム金属で汚染された空気や粉を吸い込まない
- ◆ 万一吸い込んだ場合、新鮮な空気のある所に一刻も早く移動させる、また、休息させる
- ◆ 飲み込んだ場合は、口内を十分にすすぐ
- ◆ 目に入った場合は、清水で十分に洗い、直ぐに医師の診療を受ける
- ◆ 皮膚に付着した場合は、水で洗い流す
- ◆ 衣服に付着した場合は、直ぐに洗濯する
- ◆ どのような場合でも医者による診断が必要

(5) 充電式小型電池のリサイクル・フロー

下記のフローは代表的な充電式小型電池のリサイクル・フローを示す。



出典：JBRC（日本小型電池リサイクル協会）

図 3.1.7 充電式小型電池のリサイクル・フロー

3.1.6 廃家電のリサイクル施設

(1) PCの主な構成部品

PCの構成は、ディスプレイ、電子部品、キャビネット（ケース）から成り立っている。次の図はリサイクル工程によって回収可能な主な部品や材料を示している。

使用済みPCの分解は、手作業によって3つに仕分けし、材料として、またはパーツとして回収する。

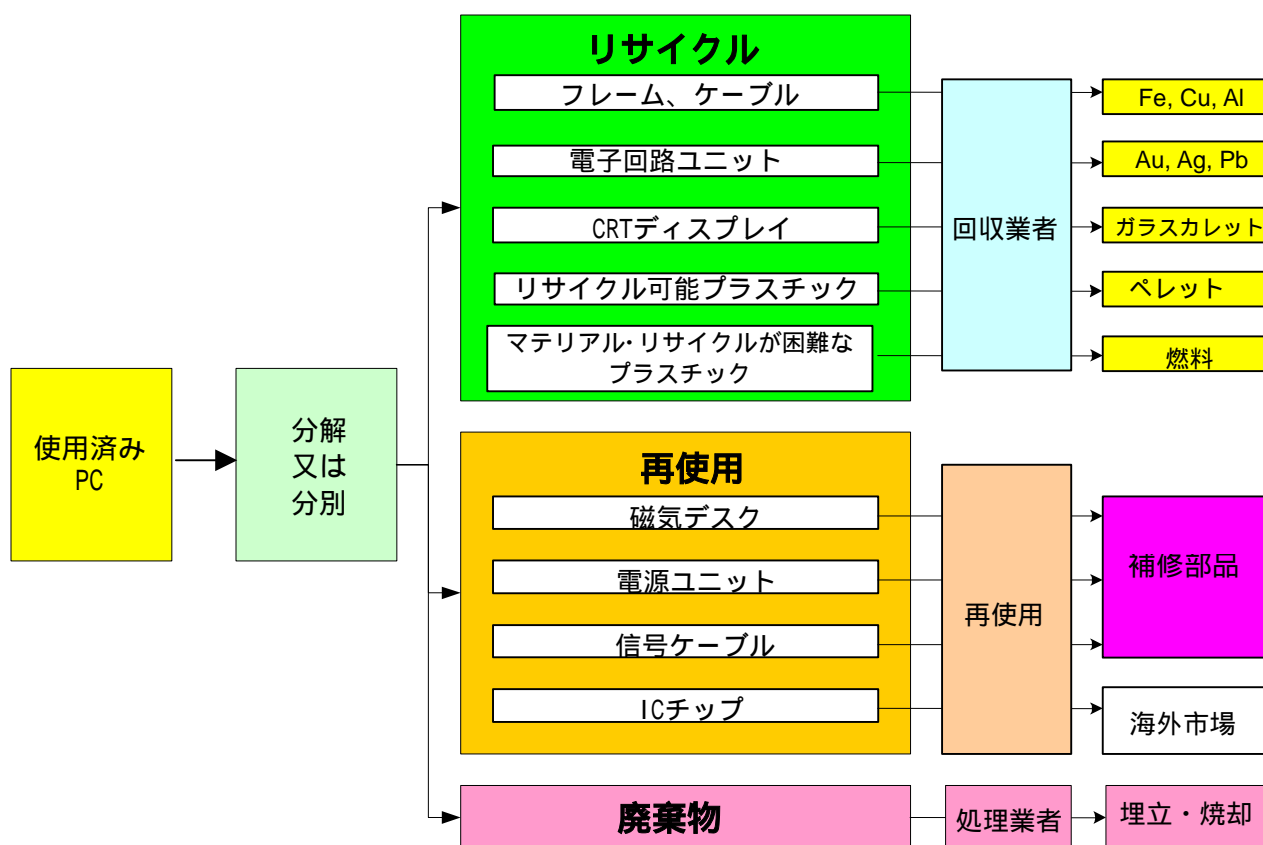


図 3.1.8 PC の主要構成部品とリサイクル・フロー

(2) テレビの主な構成部品

PC と同様、テレビは下記の表に示すような 3 つの主な構成部品から構成されている。これらの部品から回収可能な材料は、鉄、一般ガラス、鉛ガラス、プラスチック類である。

表 3.1.2 テレビの主要構成部品

構成部品	主な回収可能材料
ブラウン管 (CRT) ◆ シャドウ・マスク ◆ 電子銃 ◆ 防磁バンド	鉄、一般ガラス、鉛ガラス
電子部品 ◆ 回路基盤 ◆ 配線材	銅、銀、プラスチック
キャビネット(ケース)	プラスチック材

回収した使用済みテレビのリサイクルは、手作業により上記の構成部品を分解した後、各パーツ類の粉砕、洗浄等の工程を経て最終的な資源を採取する。

電子回路基盤等はプラスチックや金属(銅等)から構成されており、分別前に基盤を粉砕してはならない。プラスチックのような材料は、通常シートやフィルム状であるため、まず



基盤から引き剥がすことにより、銅・金属が基盤に残ることになる。これらのプロセスの開発によって、プラスチックや銅金属がそれぞれの素材に容易に分離することが可能となる。通常、粉碎プロセスに必要なエネルギーは全工程の中でも最も大きいものの一つであるが、このプロセスを経ることにより粉碎に必要なエネルギーを削減することが出来る。

### (3) 冷蔵庫の主な構成部品

一般的な冷蔵庫は、次の4タイプの機器、素材類から構成されている。これらの構成部品から回収される資源は、鉄類、銅、アルミ、プラスチック類である。

表 3.1.3 冷蔵庫の主要構成部品

構成部品	主な回収資源
キャビネット	鉄類、プラスチック
コンプレッサー	鉄類、銅、プラスチック類
電子機器類	銅、銀、プラスチック類
内部部品	プラスチック類、アルミ

### (4) 電気・電子機器部品の解体

E-Waste のリサイクルに必要な主な技術は、次の3つに集約される。

#### 1) 低温粉碎/選別法

プラスチック材は、その材質の「脆化温度」性質を利用して分別する。この性質は、材料（プラスチック）の「脆化性」がそれぞれ固有の温度で異なることを利用するものである。プラスチック材を粉碎し、「脆化性あり」「脆化性なし」の2種類に分離する。

#### 2) 渦電流（EC）選別法

混合されたプラスチック類に、渦巻磁場を掛けて「鉄」と「非鉄」の2種類の材質に分別する。

#### 3) 不溶解法

シュレッダーダストのような焼却灰、飛灰、煤塵、（重金属類によって汚染されている可能性がある）に、水と化学薬品を添加して、アルカリ状態で練り合わせることによって、重金属類が溶解しない化合物に変化させることが可能である。

### (5) リサイクル施設の主要設備と工程

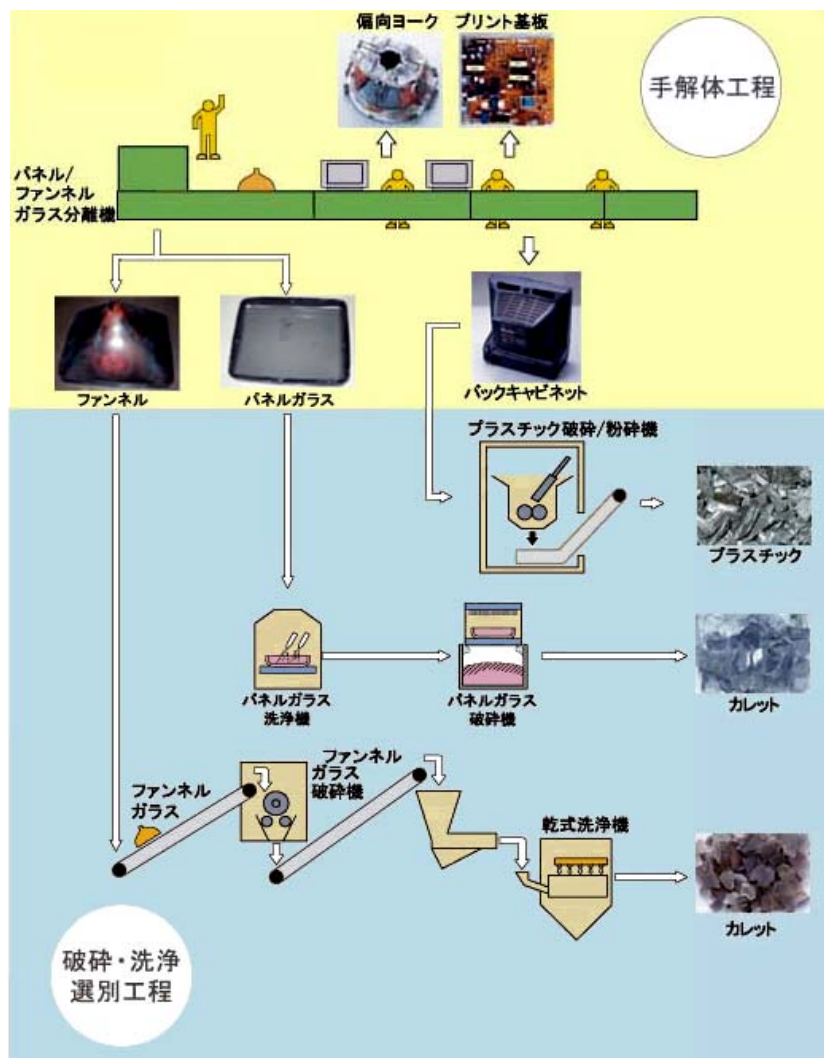
リサイクル施設に必要な設備と工程を下に示す。

- ◆ 受入れ施設
- ◆ 目視検査、記録施設

- ◆ モデル、サイズ等による分類
- ◆ 手作業による分解作業場
- ◆ 分別品の一時保管場所（プラスチック、キャビネット、ディスプレイ、電子部品）
- ◆ プラスチック類の破砕機
- ◆ 電子回路専用破砕機
- ◆ CRT 分解機
- ◆ CFC 回収機
- ◆ 集塵機

(6) 廃家電の分解工程、リサイクル・フロー

標準的な使用済みテレビの分解工程を下図に示す。



出典：家電リサイクル協会

図 3.1.9 使用済みテレビのリサイクル工程の例

使用済み冷蔵庫の解体フローを下図に示す。

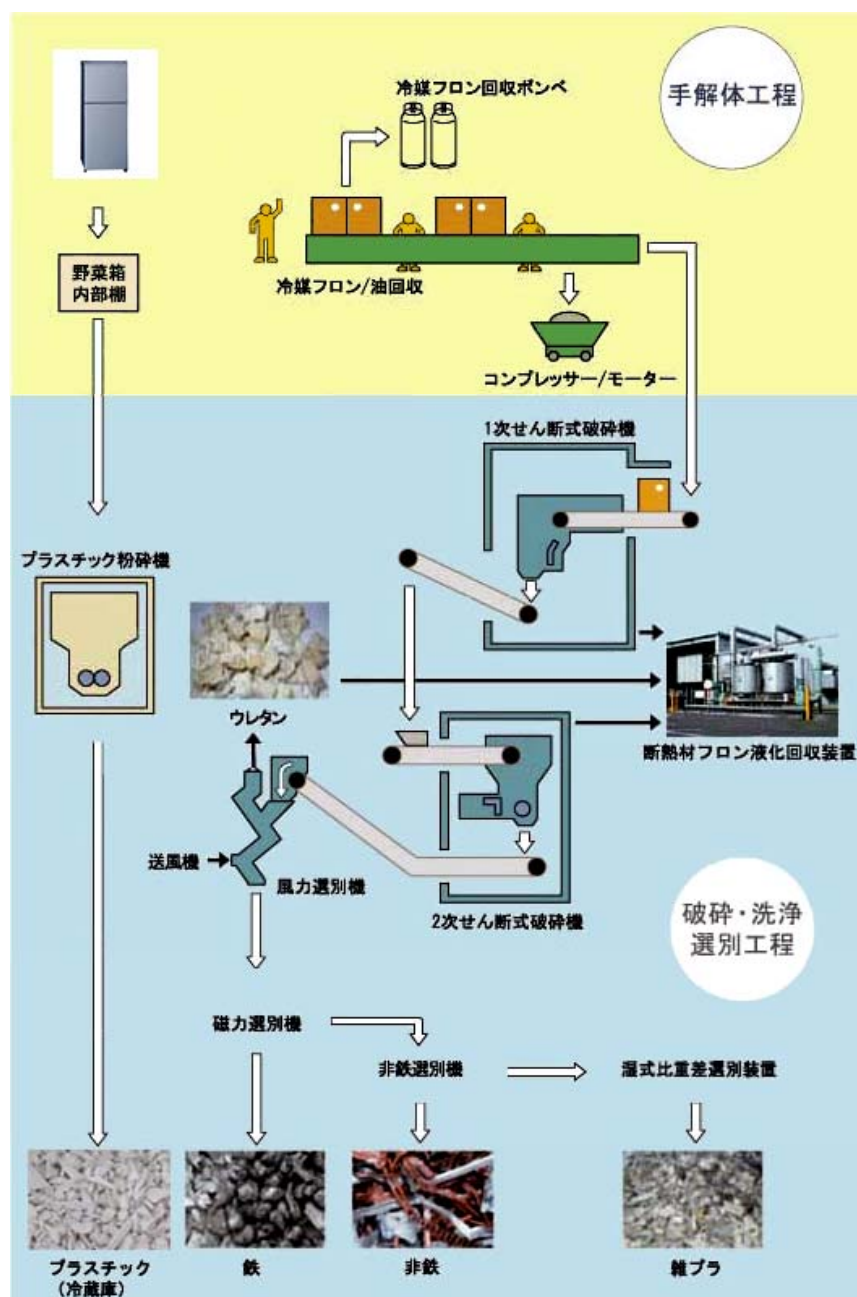


図 3.1.10 使用済み冷蔵庫の解体工程の例

廃家電のリサイクルに対しては、厳格な環境基準は規定されていないが、シュレッダーダストや CRT の解体時に発生するガス等が、大気中へ放出されることを防止する設備の設置が必要である。電子基盤から各部品を取り外す際は、部品が破損しないように丁寧な作業が求められる。また、電子部品は有害な化学品が使用されている場合がある。従って、電子基盤を粉砕する場合は、ダストの大気中への拡散防止のために集塵機の設置が必要である。また、廃棄冷蔵庫の分解に際しては、コンプレッサーを取り外す前に冷媒として活用されているフロンを完全に回収する必要がある。

## (7) 安全、衛生管理

解体作業現場では、目や皮膚を保護するためのゴーグルやマスク、手袋の使用を義務付ける。特に、粉碎作業で発生するダストが目や皮膚に障害を起こす恐れがあり、作業現場には洗眼器や救急品の設置を義務づける。また、粉碎作業場では聴力に障害を起こす恐れがあり、作業員に対し騒音から耳を保護する為の耳栓を支給する。

## 3.2 リサイクルにおける技術

### 3.2.1 古紙のリサイクルに必要な技術

古紙を回収してリサイクルする技術は歴史的にも古く、紙はリサイクルの容易な製品といえる。製紙工程は、非常に単純な工程の組合せから構成されており、パルプ（紙の繊維）を水で膨潤させてスクリーンで漉き、それを乾燥させたものが紙となる。従って、紙の再生プロセスについても同様の工程から成り立っており、最も効果的なリサイクル・システムの一つといえる。

効率的かつ経済的に古紙のリサイクルを実現するためには、古紙の回収を効率的に行うための回収ネットワークを構築する必要がある。下記のフローは古紙回収システムの一例であるが、実際の回収システムは市場の状況によっては、もっと複雑なネットワークとなる場合がある。

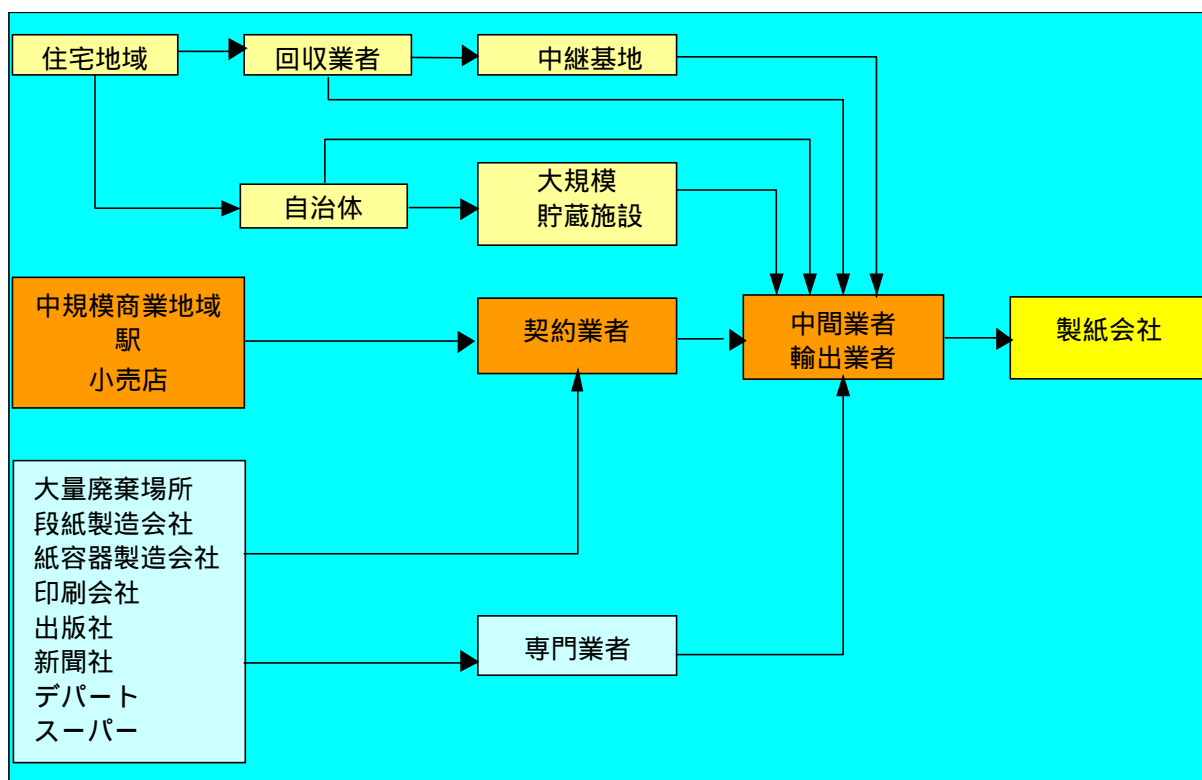


図 3.2.1 古紙の回収フロー

### (1) 受入れ及び保管設備

古紙の受入れ、保管設備に必要な要件を下に示す。

- ◆ 入荷した古紙の計量および記録
- ◆ 古紙の保管場所は火の気の無いこと
- ◆ 可能な限り湿気の無い場所に保管
- ◆ 長期間の保管が必要な場合は、屋根付きの場所にする
- ◆ 塵埃等の飛散を防ぐこと

### (2) 分別

回収した古紙を処理し一定の品質を持った再生紙を作る為には、種々の制約(条件)があり、上質の再生紙を作る為には、選別や前処理が重要なポイントとなる。一般的に古紙を再生する場合、基本的な製紙工程に先立ち、一次前処理工程や選別工程が不可欠である。古紙は次のような種類分けが必要である。

- ◆ 印刷済み及び印刷されていない紙類
- ◆ 新聞紙、雑誌
- ◆ 厚紙、ダンボール
- ◆ 事務用紙、非事務用紙
- ◆ 一般紙、包装紙
- ◆ 美術用特別紙、高品質紙
- ◆ プラスチック・フィルム紙、ビニール・コーティング紙
- ◆ 混合紙、その他紙類

### (3) 選別

古紙の種類によって、パルプ工程または水による希釈工程前に、種類ごとに選別する必要があり、また古紙の状態や品質によって脱墨工程や漂白工程が必要となる。

### (4) パルプ工程・希釈工程

プラスチックの小片、紐類、塵埃、金属片(鉄、アルミ等)その他の不純物は、希釈工程やパルプ工程における攪拌タンクや分離タンク内で完全に除去する必要がある。

この攪拌・分離タンク内で古紙に大量の水を加え、底部に取り付けられた攪拌プロペラによって攪拌、または渦巻き水流によって攪拌する。

この攪拌工程により軽い不純物は上部に浮き上がり渦の外側に押出されてタンク外に排出される。但し、重い土砂のような不純物はタンクの底部に堆積するため、定期的に排出させる必要がある。

#### (5) 脱墨、漂白工程

脱墨・漂白工程は、印刷済の古紙を再生する為に必要な工程である。現在、殆どの古紙が印刷済、カラー印刷済の混合古紙であり、従って脱墨、漂白工程は品質の良い再生紙を製造する為に必ず必要な工程である。しかし、この工程では、漂白剤を使用するため廃水による汚染をもたらす可能性がある。従って、脱墨、漂白工程後の排水は必ず廃水設備で処理後に放流しなければならない。

#### (6) 製紙工程

脱墨・漂白後の製紙工程は、バージン・パルプと古紙パルプで基本的な差異はない。

#### (7) 廃水処理設備

希釈工程で発生する排水をホワイト・ウォーター（White Water）と称するが、この排水は高濃度の COD を含んでいる。ホワイト・ウォーターが、低濃度のアルカリあるいは酸性である場合、ホワイトウォーター中の不純物をスクリーンにて除去し、リサイクル水として再利用することが可能である。

ホワイト・ウォーターの殆どは、中和処理及び曝気処理、濾過処理、汚泥分離、上澄み処理等の標準的な廃水処理設備により不純物除去をおこなう。

#### (8) 省エネルギー

一般的に、製紙工場は大量の水と製紙機械の動力や乾燥工程で大量の電気を消費する。乾燥用の蒸気を製造する為に通常石油燃料を燃焼するが、これらの熱源から廃熱を回収して予熱に使用することがエネルギー利用の効率化につながる。

### 3.2.2 鉄スクラップのリサイクルに必要な技術

#### (1) 鉄スクラップのリサイクル

##### 1) 鉄スクラップ利用の優位性

金属スクラップを代表する鉄スクラップは、製鉄所で鉄鉱石、石灰石等と一緒に溶解される。溶解された鉄は鋳型に流し込まれ、冷却後にビレットとなる。また金属加工プロセスから廃棄された鉄スクラップは電気炉で溶解されて再生される。

##### 2) 鉄スクラップの再生

リサイクルされた鉄には幅広い用途があり、鉄の再生使用分野は無限の可能性を持っている。その一例を下記に示す。

- ◆ 自転車のフレーム
- ◆ パイプ
- ◆ 鉄道線路
- ◆ 船の構造材

### 3) 混合鉄スクラップのリサイクルに必要な技術

現在、製鉄、鋳造、鋳物、金属加工、自動車等々の製造工程から多くの種類の鉄スクラップが市場に排出されている。通常これらの鉄スクラップは嵩が大きく、他の金属と混合排出されていたり、裁断スクラップあるいは粉末スクラップの状態で廃棄されていたりする。これらの鉄スクラップを有効に再生するためには、精錬工程の前に分割や分別処理、また同種の鉄ごとに束ねたりする必要がある。下記に鉄スクラップの前処理工程を示す。

#### a 金属加工スクラップ（ひも状の細い切削クズ）の前処理

これらの加工クズは小さくチップ加工する。その理由として次の利点が挙げられる

- ◆ 機械切削の際に使われた油等の分離や再生を容易にする
- ◆ サイズを統一する（75 ミリ程度）

#### b 容量の大きい鉄スクラップ

取扱いや運搬を容易にする為に粉碎、裁断する。

#### c ブリケット・メタル・チップ

ブリケット・メタル・チップは、ショベル・サイズに裁断、固形化して取扱いや運搬を容易にする。

- ◆ 荷扱いコスト、運搬コストの削減
- ◆ スクラップ価値の増加
- ◆ 切削油の再生が可能
- ◆ 環境汚染の防止

#### d 合金鋼の分別

鉄・金属に、他の金属やクロム、炭素のような物質を添加することにより、合金鋼を作ることができる。また、ステンレスのように耐腐食性の付与や、耐熱強度や耐熱性の強化も可能である。これらの合金鋼は、精錬工程前に他の鉄スクラップから分別する必要がある。

#### e 磁力分離

磁力を利用することで、一般ゴミの中から鉄のみを分離することが可能である。高品質の鉄スクラップを得るためには、鉄金属のみで構成するスクラップにする必要がある。

次のフローは、鉄鉱石から鉄製品を製造するプロセスを示したものである。

■ 鋼材の製造プロセスとスクラップの再利用

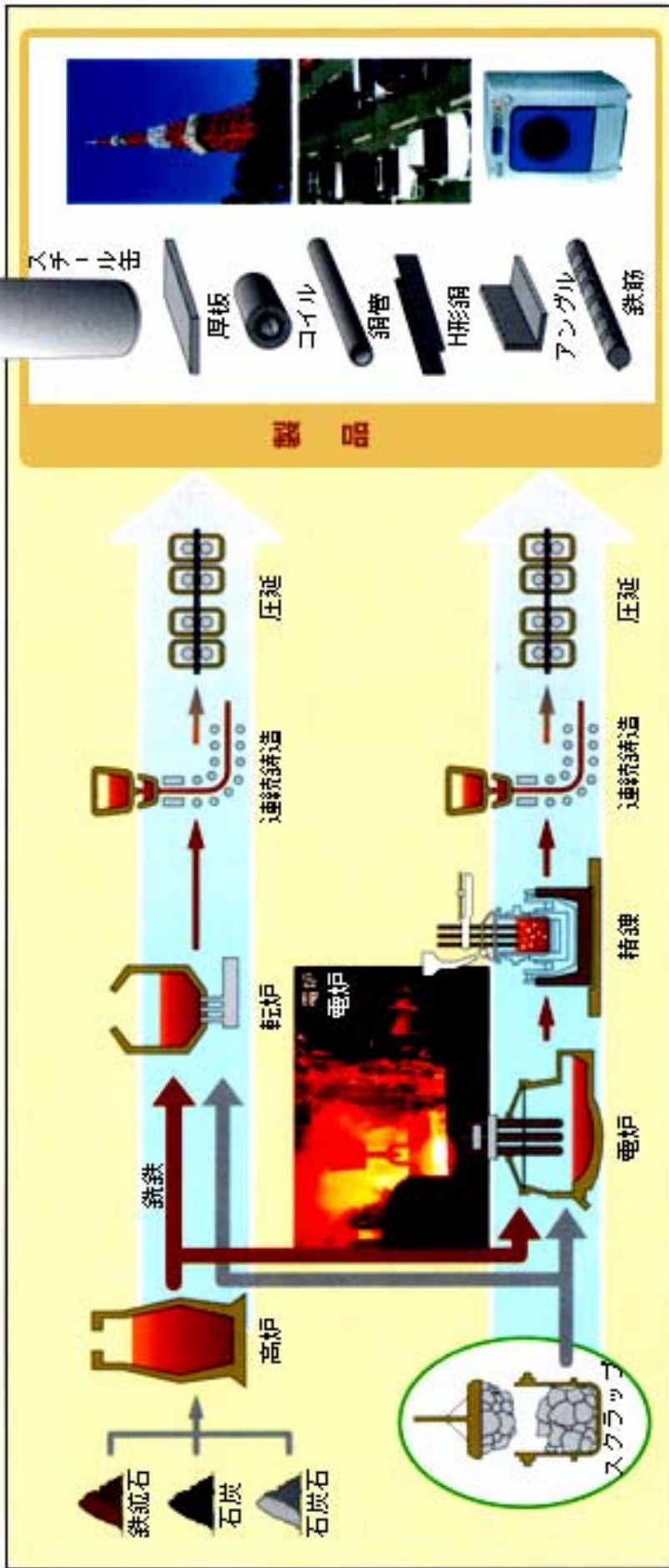


図 3.2.2 鉄製品の製造フローの例

出典：日本鉄リサイクル協会、2006



## (2) スチール缶のリサイクル

およそ 100 年前にスチール缶の製造が始まって以来、フルーツ、野菜、スープ、肉、香料、ジュース、ペットフード、洗浄剤、塗料、接着剤、コーヒー、クッキー等々、スチール缶は様々なものの容器として活用されている。鉄スクラップは、これらの缶の他に、建築材、自動車、機械加工等からも同様に排出され、鉄の原料として精錬工場と混合・精錬されている。

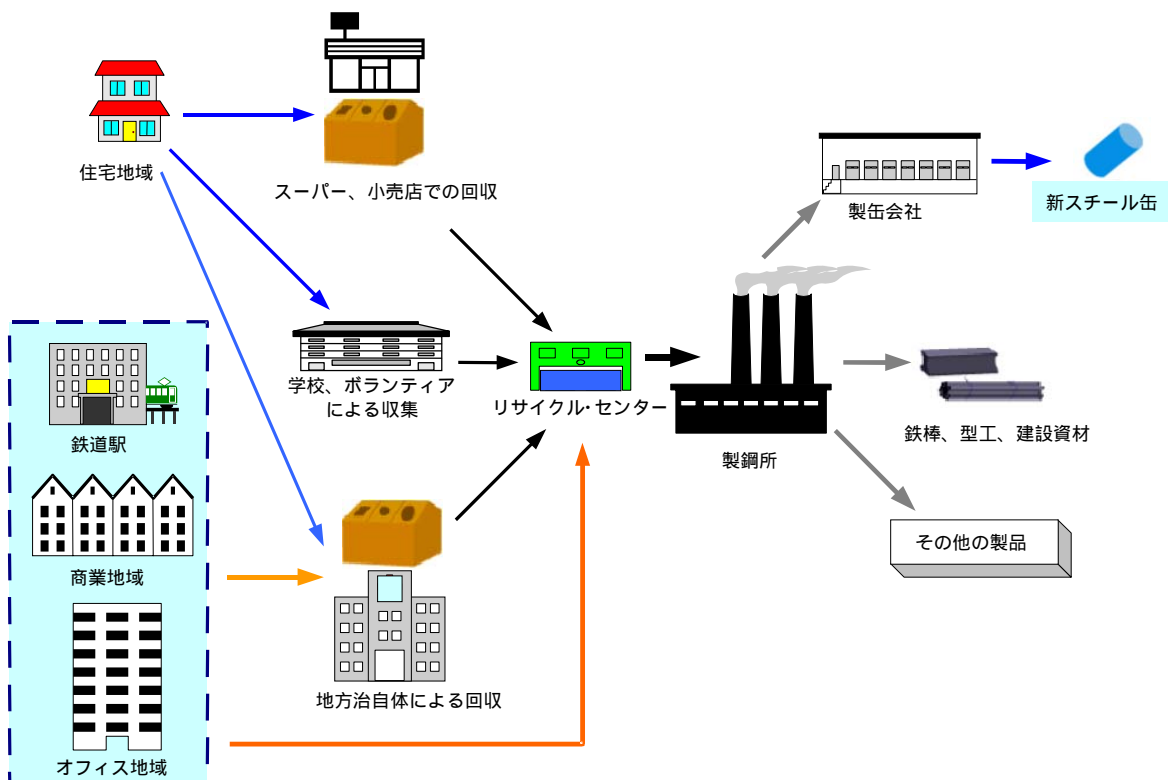
現在、鉄の精錬工程は溶鉱炉と電気炉の 2 つの方式があるが、鉄スクラップの利用は、原料に鉄鉱石のみを使う場合と比較して約 75% のエネルギーの節減になる。

### 1) スチール缶のリサイクル技術

- ◆ 廃棄されたスチール缶を原材料に、別のスチール缶を製造
- ◆ 磁力による選別
- ◆ 選別後、種類毎に分別・プレスし、一定サイズの鉄の塊に加工
- ◆ プレスした鉄の塊を、他の回収鉄スクラップと共に溶解炉へ投入

### 2) スチール缶のリサイクル・ネットワーク

廃棄されたスチール缶は下図に示すようなネットワーク・フローによって回収される。



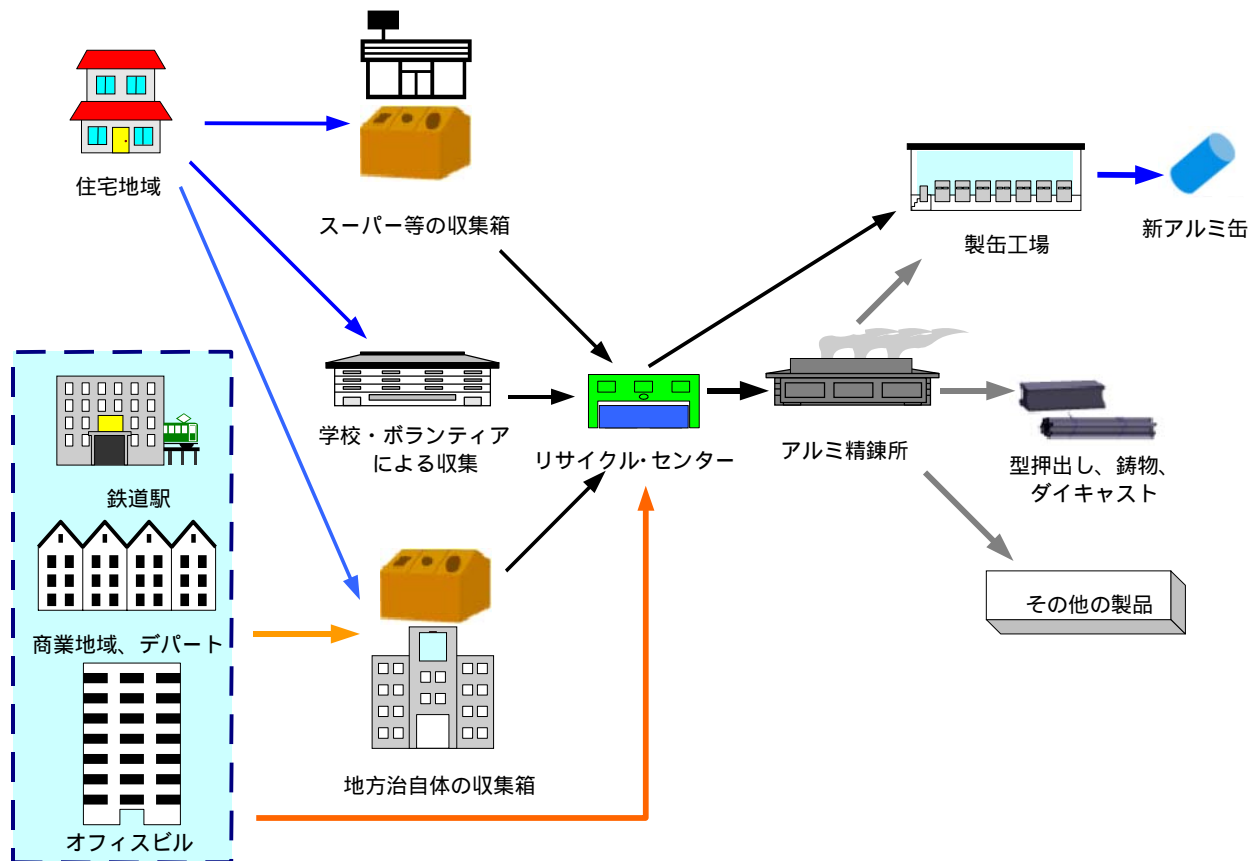
出典：日本スチール缶リサイクル協会

図 3.2.3 スチール缶のリサイクル・フロー

### 3.2.3 アルミ缶のリサイクル

#### (1) アルミ缶リサイクルの利点

アルミ缶をリサイクルして再利用する際のエネルギーは、ボーキサイトから精錬してアルミ金属を作る時に必要なエネルギーの約 3%程度とされている。。従って、廃棄アルミ缶をリサイクルすることは直接的な環境負荷の軽減に加え、資源消費量の削減、総合的なエネルギーの軽減となる。下図に廃棄アルミ缶のリサイクル・フローを示す。



出典：日本アルミ缶リサイクル

図 3.2.4 アルミ缶のリサイクル・フロー

#### (2) 受入れ、計量、記録

回収したアルミ缶は、リサイクル工場での受入れ後、重量を測定し記録する。

#### (3) 鉄、プラスチック等の不純物の除去

回収したアルミ缶には、スチール缶やプラスチック類の紐、パッケージ、フィルム等が混入している場合がある。特に、スチール缶(他の金属)は完全に除去しなければならないが、磁力選別機による選別は、比較的安価で効果的な方法である。しかし、回収したアルミ缶が既につぶされた塊の状態では、鉄分は溶融アルミに溶け込んでしまい、冶金学的方法で分離可能ではあるものの、機械的に分離することは不可能となる。

また、プラスチックのような不純物は、アルミ缶の製造に直接的に悪影響を与える。これらは溶融アルミ中に溶け燃えてしまうが、スラッグとして除去される。

#### (4) 回収アルミ缶のプレス

一般的に、回収されたアルミ缶は鉄等の金属を除去した後、60 × 60cm または運搬に都合の良いサイズにプレスする。

#### (5) アルミの品質

アルミ缶の材質は胴の部分とキャップ部分では異なった種類のアルミ材(合金)が使用されている。

胴の材質：	アルミ・マンガン合金(1~1.5%含有)
キャップの材質：	アルミ・マグネシウム合金(4~5%含有)

その理由として、胴部分是一片のアルミ板から深絞り加工で成形するため、柔らかく、粘りのある材質が要求され、また、プルトップ型のキャップ部分は開けやすいように簡単に切れる「せん断力」材質が要求されるためである。

両材質の成分の違いは、以下の通りである。

##### 胴部分のアルミ材質

成分	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Cr
%	0.15	0.37	1.39	0.15	0.36	0.79	0.01	0.01

##### キャップ部分のアルミ材質

成分	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Cr
%	0.05	0.07	3.80	0.01	0.21	0.36	0.00	0.02

#### (6) コーティング、ペインティング

一般的に、胴の部分は塗装や印刷が施されており、インクの中にはチタン(白色)やカドミウム(黄色)が含まれる顔料(色素)が使われている。これらの材質は、アルミニウムの融点に近く、再生地金の中に溶解するが、溶解した際に溶融アルミ中に溶け込んでしまう。これらの不純物は冷却中に再び結晶化してしまい、その後アルミ金属中に残留するため分離することは不可能である。

#### (7) インクやペイント等の不純物除去

リサイクル・アルミの純度を確保するためには、溶解する前にこれらの塗装を完全に除去する必要がある。しかし、胴の塗装を機械的に除去することは困難である。一般的に、塗装を落とす方法として焼却等のプロセスがあるが、焼却設備の導入に過大なコストがかかり、リサイクルという観点から採算面で難しい問題がある。

#### (8) 高純度なキャップ部分のアルミの再利用

一方、キャップ部分のアルミ材は不純物が少なく、溶解したときのアルミ純度が高い。そのため、胴部分のアルミと比較し、引き取り単価が高くなる。しかし、廃棄アルミ缶からキャップ部分だけを分別することは、コストの観点から現実的でない。

現在のリサイクル工程においては、胴部分もキャップ部分も一緒に処理しているため、再生アルミの純度は、バージン・アルミに比べかなり低く、100%再生アルミのみを使用した「缶 to 缶」のプロセスは現実的には困難である。

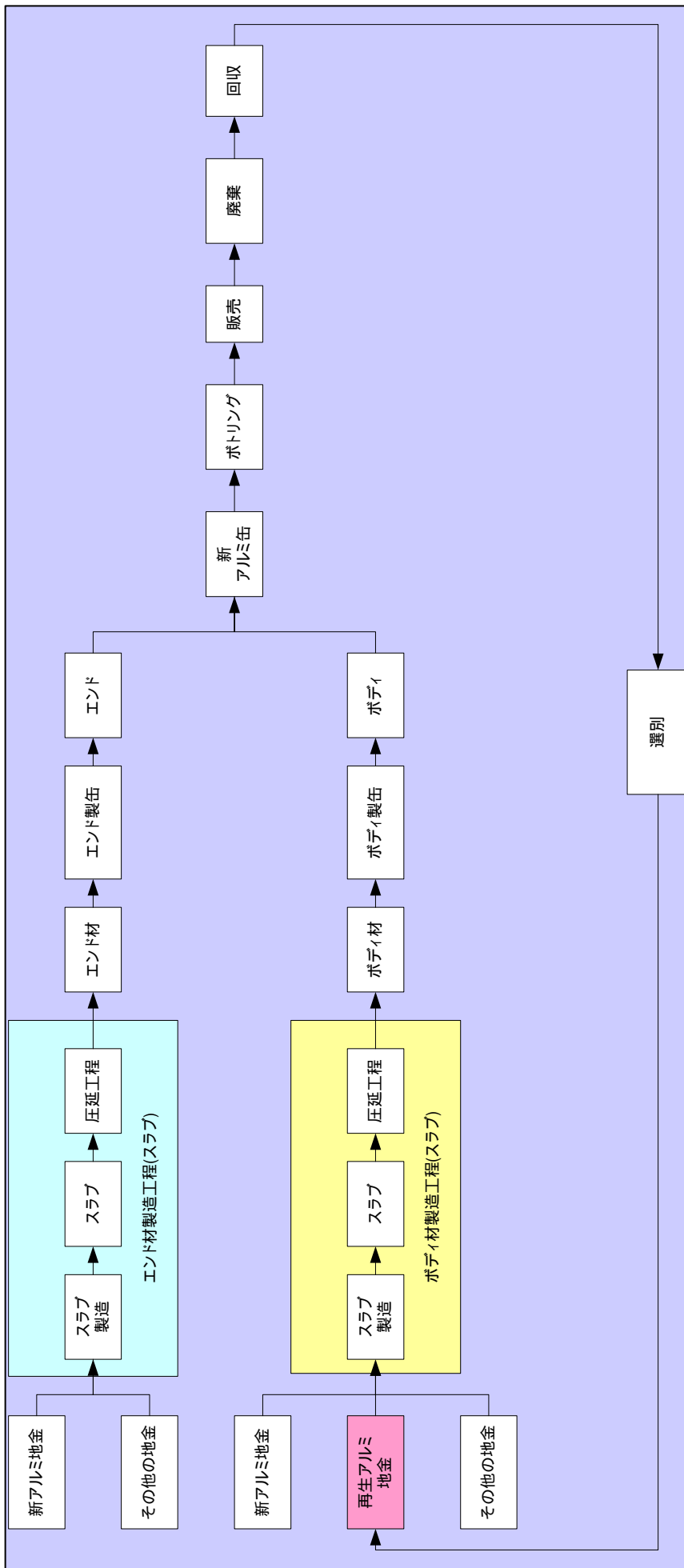
#### (9) リサイクル・アルミを使用したアルミ缶製造の状況

現在の再生アルミを利用した缶製造は、胴部分のアルミのみにバージン・アルミを混合しての製造する「缶 to 缶」のプロセスである。ただし、キャップ部分についてはアルミ合金の種類の違いから、100%バージン・アルミで作られている。

#### (10) 缶 to 缶システム

廃棄されたアルミ缶を効果的にリサイクルすることによって、循環型アルミ缶リサイクルシステムが可能となる。この一環システムの採用によって、アルミ精錬時のエネルギー供給を最大 97%削減することが可能となるため、アルミ缶のリサイクルは環境への負荷を大幅に軽減させることが可能である。。



下記のフローはアルミ缶の「缶 to 缶」システムの一例である。



(11) アルミ缶のリサイクル工程

下記の表は、一般的な廃棄アルミ缶リサイクルのプロセスを示している。

表 3.2.1 アルミ缶のリサイクル工程

工程	作業	
回収	自治体、ボランティア、回収業者等による回収	
鉄、不純物の除去 粉砕	磁力選別機により、完全に鉄分を除去 シュレッダーにより一定のサイズに粉砕	
塗装類の除去	ロータリー・キルン等を使用し、粉砕後のアルミ片を焙焼	
溶解	ある一定量を溶解炉に投入して溶解	
スラグの鋳造	溶解したアルミ金属を圧延用のサイズに鋳造	
熱間圧延	アルミ・スラグを熱間圧延加工により一定の厚さに成型	
冷間圧延	熱間圧延後、表面の酸化皮膜を除去、シートに冷間圧延加工	

工程	作業
胴缶のサイズにトリミング（スタンピング切断）	缶の幅に合わせたサイズに切断
製缶	胴の絞り加工 
洗浄、検査、製品完成	溶剤、油分の除去、割れ、しわ、変形、ピンホール等の検査 
塗装（印刷）	ポトリングメーカーにて実施

写真は三菱マテリアル・パンフレット

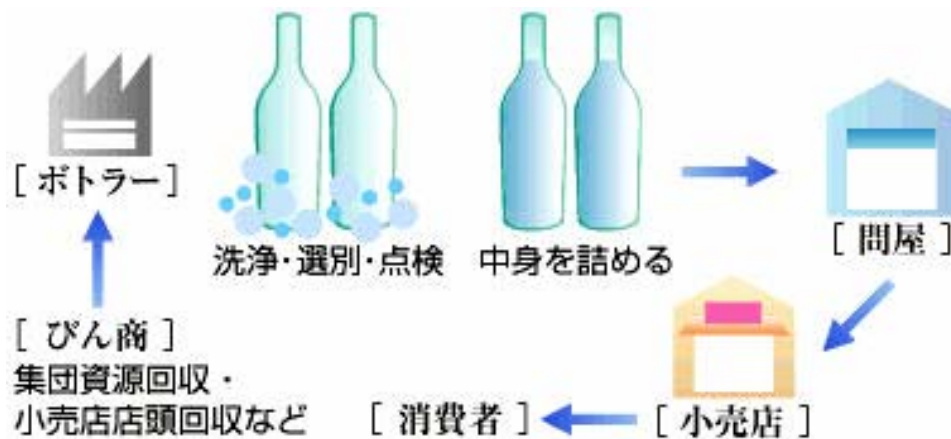
### 3.2.4 ガラス瓶のリサイクルに必要な技術

ガラス瓶の製造技術は、およそ 3,000 年前にフェニキアで開発された。その後、ガラス瓶は液体や穀物粉、水、ワイン、油、薬、その他の容器として幅広く使用され、「リターナブル」容器として使われるようになった。

現在、市場では、瓶の形、サイズ、色等により様々な種類のガラス瓶が利用されている。酒類やビール、ジュース、医薬品等の瓶は、既に「瓶 to 瓶」としての利用が普及しており、ガラス瓶のリサイクル方法として「リターナブル」、「ワンウェイ」の 2 方式が一般化している。

#### (1) リターナブル瓶のリサイクル・フロー

処理業者または契約業者、リサイクル・センターによって回収された「リターナブル瓶」は、タイプ毎によって種分けされた後、瓶製造業者または飲料水メーカーに返却される。次の図は「リターナブル瓶」における一般的なリサイクル・フローを示したものである。



出典：ガラスびんリサイクル促進協議会 2006

図 3.2.5 一般的なガラス瓶（リターナブル瓶）のリサイクル・フロー

## (2) ガラス瓶のリサイクルに必要な処理

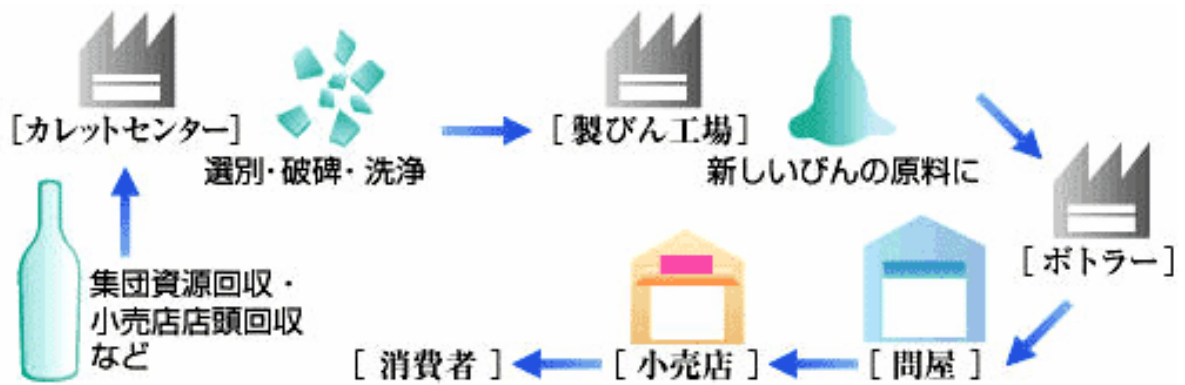
飲料水メーカーでは、受入れ時に検査を行うと共に、使用前の工程で瓶の割れやひび、傷や欠け、またその他の欠陥を検出する。これらの欠陥瓶を取り除き、一定品質の瓶のみを洗浄工程に搬送する。再度品質検査をおこない、瓶の中にゴミ（不純物）が入っていないかどうか確認する。不純物が発見されなければ、最終的に滅菌消毒され、ボトリング工程に送られる。除かれた欠陥瓶はガラス原料として再利用され、「ワンウェイ・ガラス瓶」と同様に新しい瓶として再生される。

## (3) ワンウェイ・ガラス瓶のリサイクル・フロー

ワンウェイ・ガラス瓶とは、一回のみ使用する瓶であり瓶詰め後に商品として市場に配出された後、消費者のところで廃棄される。これらの廃棄ガラス瓶を効果的にリサイクルするためには、瓶を色別に回収する必要がある。色別に回収された瓶は、カレットに加工され、新たな瓶を製造する際に、ガラスの原料として使用される。色つきの瓶はそれぞれの色毎にカレットされることによって、「瓶 to 瓶」システムが可能となる。

次の図は「ワンウェイ・ガラス瓶」における、一般的なリサイクル・フローを示したものである。





出典：ガラスびんリサイクル促進協議会 2006

図 3.2.6 一般的なガラス瓶（ワンウェイ瓶）のリサイクル・フロー

#### (4) 廃棄ガラス瓶の処理技術

ガラス瓶のリサイクルとして代表的な例としてビール瓶があげられるが、最近では「リターナブル瓶」より「ワンウェイ瓶」の比重が大きくなっている。その結果、カレットの生産量が増加傾向にある。

##### 1) カラー及び形状による選別

カレットの製造において非常に重要な条件は、カレットとして粉砕する前に瓶を色別、種別別に分別することである。現在では、各ガラス瓶を自動的に識別する装置が開発されているが、かなり高価な投資を強いられる。従って、フィリピンや他のアジア諸国においては、まだ人件費の方が安く、手作業による分別がもっとも一般的な方法と言える。

##### 2) 舗装材や新分野での応用

最近では、種々な色付き瓶のカレットをコンクリート板や骨材、または路材として使用する技術が開発されてきている。更に、新製品としてカラー・ミックス瓶の製品化もされている。

#### (5) 高品質の製品化を行う場合の考慮点

- ◆ 有色ガラスについては、無色透明なガラスと完全に分ける必要がある。これらの有色ガラスはチタンのような金属材料によって着色されているため、非常に高耐熱性がある。また、強化ガラスはその他の金属を添加してあり、リサイクル・ガラスの不純物となる。
- ◆ 一般的なガラス食器は、高耐熱性金属が添加してあり、普通のガラスの熔融温度では熔融しない。

### 3.2.5 廃プラスチックのリサイクルに必要な技術

現在、市場で回収される多くの廃プラスチックには、多種類のプラスチック材が混入している。一般的に、これらのプラスチックを原料として再利用することが可能であるが、廃棄されたプラスチック類は混合状態のまま回収される事が多いため、可能な限り排出源や回収拠点、リサイクルセンター等において、破砕機に掛ける前に分別することが望ましい。

最近の技術では、回収されたプラスチックを、最初に裁断工程で細かく破砕した後、これを「分級技術」を利用した選別機にて分別することができる。このプロセスは多様な混合プラスチックはそのままの状態で分離することが可能であるが、設備に多額の投資が必要であり、経済的な方法とは言えないため、まだ途上国向けの技術とはいえない。

PET をポリプロピレンやポリエチレン等の他のプラスチックと混在したままりサイクルした場合、ウレタン(スポンジ)のような新しい素材に転換することができる。現在、新しい技術が開発されてきており、これらの廃プラスチックを利用してクッション材、床材、自動車の内装材、吸音材に転換することが可能となった。

更に新しい技術では、通常リサイクルすることが困難な FRP(繊維強化プラスチック)をプラスチック、ガラス繊維、溶剤に分解することが可能である。この新技術の開発を更に進めることによって、将来廃棄 FRP を FRP に再生することが可能となると推察される。

このように、プラスチック・リサイクルについては、分別や再生に新しい技術が開発されているが、それらの技術はまだ開発途上であり、コスト的にも高価である。

#### (1) プラスチックの種類とその用途

下記の表はプラスチックの種類ごとの用途を示したものである。

表 3.2.2 プラスチックの種類と用途

形状		用途・内容物	樹種の種類	
ボトル・チューブ	飲料用ボトル	清涼飲料	ジュース・コーラ、飲料水、お茶、アルコール飲料	
		乳酸飲料	ヨーグルト	
	食材・調味料ボトル		てんぷら・サラダ油、醤油、みりん、ソース	
	調味料チューブ		マヨネーズ、ケチャップ、ドレッシング、練わさび・辛子	
日用品ボトル・チューブ		トイレタリー用品、園芸用品・カー用品、液体洗剤、柔軟仕上げ剤、練歯磨、化粧品、シャンプー、リンス、漂白剤、ボディー洗剤		
パック及びカップ類	食料品パック(発泡・非発泡パック)		発泡	ポリスチレン
			非発泡	ポリスチレン、ポリプロピレン、PET
食料品カップ(発泡・非発泡カップ)		味噌、卵豆腐、味噌汁、ヨーグルト、ラーメン、焼きそば、ゼリー、プリン、デザート		

	形状	用途・内容物	樹種の種類	
	ブ)		非発泡	ポリスチレン、ポリプロピレン、PET、ポリエチレン
	カップ及びコップの蓋			ポリスチレン、PET、ポリプロピレン、ポリエチレン
くぼみシート トレイ及び	トレイ (発泡・非発泡トレイ)	肉、魚、刺身、スライスハム、野菜、加工食品	発泡	ポリスチレン
			非発泡	ポリスチレン、ポリプロピレン、PET
	くぼみシート	薬品(錠剤)、魚肉加工品、ロースハム、ベーコン、カレールウ、家庭用工具、歯ブラシ、化粧品		ポリエチレン、ポリプロピレン、PET、ポリスチレン、塩化ビニル樹脂
	卵パック			PET、ポリスチレン
袋	大・中袋、無地袋	米、園芸用袋、魚、果物、菓子、冷凍食品、ラーメン、レトルト食品、漬物、佃煮、味噌、パン、干物、クリーニング袋		ポリエチレン、ポリプロピレン
	レジ袋			ポリエチレン
	ゴミ袋			ポリエチレン
	小袋	うずら卵、生姜、梅漬、調味料、ラーメンスープ、和菓子、飴、ウエハース、チョコレート		ポリプロピレン、ポリエチレン、複合素材
キャップ 栓及び				ポリプロピレン、ポリエチレン
ラップ フィルム及び	ラップ			塩化ビニリデン樹脂・塩化ビニル樹脂、ポリエチレン
	フィルム	豆腐、カレールウ、和菓子、チーズ、冷凍食品、たらこ、ソーセージ、冷凍麺		ポリプロピレン、ポリエチレン、複合素材
	ラベル	ボトル、キャップ		ポリスチレン、ポリエチレン、PET、ポリプロピレン
ケース 箱及び		洗剤の箱・蓋、食品、下着、コンパクト、化粧水、除湿剤、除臭剤		ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエチレン、塩化ビニル樹脂
固定 及び保護		ウレタンスポンジ、発泡品、ネット、エアキャップ		ポリスチレン、ポリエチレン
その他		籠、把手、マルチパック、ざる、移植ポット		ポリエチレン、PET、ポリプロピレン、塩化ビニル樹脂、ポリスチレン

出典：(社)プラスチック処理促進協会「一般廃プラスチック再商品化のための基礎調査報告書」1999年3月

## (2) リサイクルの基本的なプロセス

廃プラスチックは、最近の技術により再生し、原料化、油化、エネルギー回収を行うことが出来る大きな可能性を持った材質である。これらのリサイクルに多くの技術が開発されているが、次の3つのプロセスが実用化されている。

- ◆ マテリアル・リサイクル(再生利用)
- ◆ ケミカル・リサイクル(モノマー・原料化、高炉還元剤、コークス炉原料化、ガス化、油化等)

◆ サーマル・リサイクル（セメント・キルン、ごみ発電、RDF 等）

これらの3プロセスをまとめて次の表に示す。

表 3.2.3 廃プラスチックのリサイクル方法

リサイクル・プロセス	リサイクルの方法・目的	EU 名称
マテリアル・リサイクル	洗浄、破碎、粉碎による廃プラスチックのフレーク、ビーズ、ペレット化	Mechanical Recycle
ケミカル・リサイクル	再原料・モノマー化 高炉還元剤 コークス炉化学原料化	Feedstock Recycle
	ガス化 油化	
サーマル・リサイクル	セメント・キルン ごみ発電、RDF	Energy Recovery

プラスチック・リサイクルにおける重要な技術は、分別技術であるが、これはプラスチックの製造の際、バージン原料である石油の消費削減を可能とし、また廃棄物による環境への影響を減少させることに繋がる。

### (3) PET材のリサイクルとそ用途

次のフローは PET の回収からリサイクル工程によって各製品になるまでを示したものである。

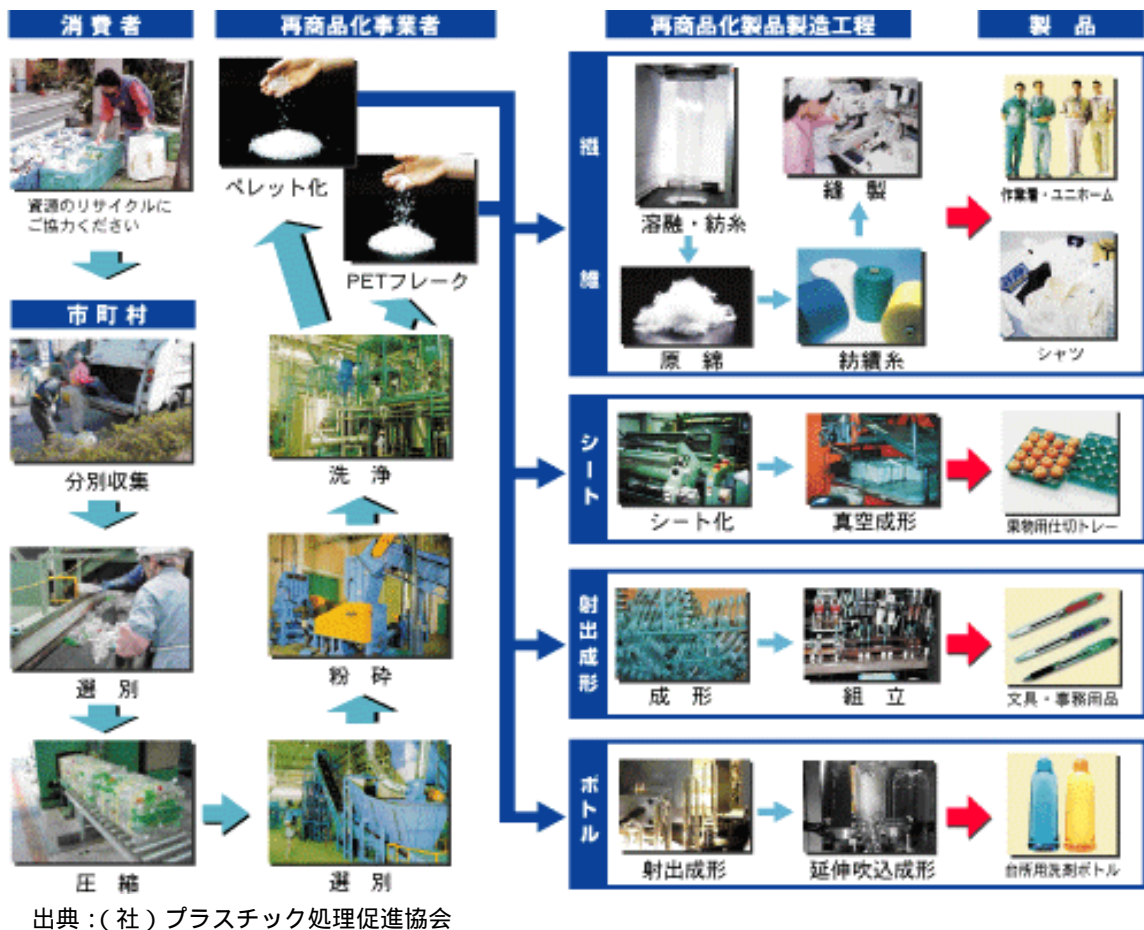


図 3.2.7 PET ボトルのリサイクル・フロー

(4) マテリアル・リサイクル工程 (メカニカル・リサイクル)

メカニカル・リサイクルでは、リサイクル工場の選別工程において、プラスチック以外の紙類、金属片等の不純物がまず除去される。種別ごとに分別されたプラスチックは、粉砕、洗浄した後、再度プラスチック以外の異物が完全に除去される。その後、分離工程で異なったプラスチックを選別してフレークやペレット(フレークを造粒機により熱で溶かし粒状にしたもの)に加工した後に再生原料とする。この再生原料は、繊維工場やシート製造工場に送られ、再び溶かされて繊維やシート、更に製品に加工される。

1) 標準的なプラスチック成型の種類

下記の表にプラスチック成型工業で広く採用されている成型方法とその用途を示す。

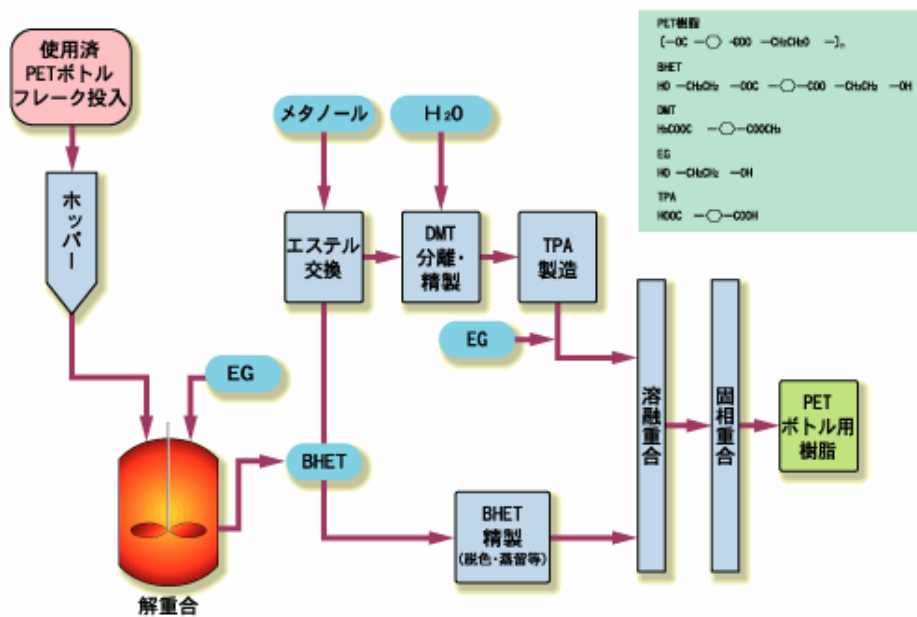
表 3.2.4 プラスチックの成型方法

成型の種類	プロセス	主な製品
押出成形	溶融した樹脂をスクリーで押し出しながら連続して成形する。	パイプ、シート、フィルム、被覆電線
射出（インジェクション）成形	加熱溶融した樹脂を金型内に射出後、固化して成型品にする。	小型：洗面器、バケツ、プラモデル、 大型：バンパー、パレット
吹込（ブロー）成形	押し出しや射出成形でできた成型材料を金型にはさみ、空気を入れ膨らませてボトル容器を成型する。	PET ボトル
真空成形	シートを加熱後軟化し、金型ではさんだ後、真空にして、金型に密着させカップやトレーを成型する。	カップ、トレー
インフレーション法	押出成形の一種、溶融した樹脂を円筒状に膨らませながらフィルムを成形する。	レジ袋等

(5) ケミカル・リサイクル

1) 原料モノマー化プロセス

モノマー化工程はプラスチックを化学的に分解してモノマー質に変える方式（Depolymerization）である。次に示すフローは、テイジン社が開発したプロセスであり、エチレン・グリコール（EG）とメタノールを使い、廃棄 PET を分解してテレフタル酸ジメチル（DMT）に戻すことが可能である。この技術を使って廃棄 PET を更に分解し、DMT からテレフタル酸（TPA）をつくるのが可能となり、これを PET 樹脂の原料とすることが可能である。



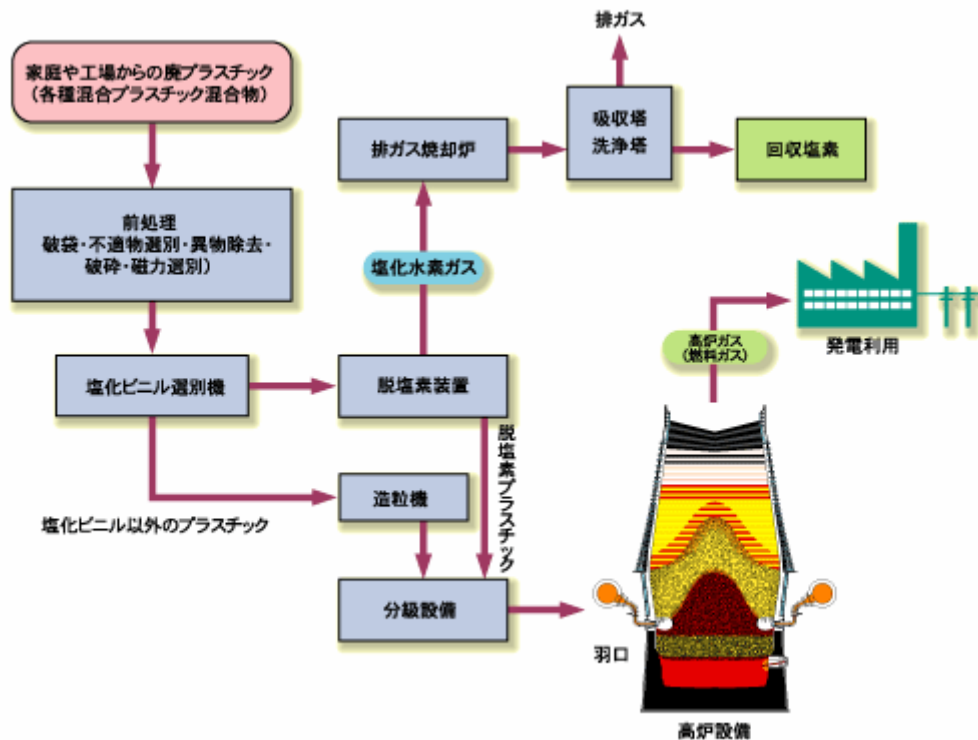
出典：(社)プラスチック処理促進協会

図 3.2.8 PET 材のケミカル・リサイクル工程

## 2) 高炉原料化プロセス

製鉄所では鉄鉱石とコークス及びその他の原料を高炉に入れ、鉄鉱石を溶解して銑鉄を製造する。この際、コークスは燃料として炉内を高温にするとともに、鉄鉱石の主成分である酸化鉄から酸素を奪う還元剤としての働きをする。石油や天然ガスを原料とするプラスチックの主な成分は炭素と水素である。従って廃プラスチックは、高炉で還元剤として利用することが可能である。

プラスチックを還元剤として使う手順は、以下の通りである。工場や家庭から集めた廃プラスチックは不燃物や金属などの異物を除去した後、細かく粉碎・押し固めを行い、容積を少なくする。さらに、塩化ビニルを除去し、粒状に加工後、コークスと一緒に高炉に吹き込む。塩化ビニルを含むプラスチックは、発生した塩化水素で炉が損傷するため、予め無酸素の状態ですべての酸素を除去し、約 350℃ の高温にして塩化水素の分離をおこなった後に、高炉に吹き込む。この工程で生成した塩化水素は塩酸として回収し、製鉄所の熱延工程の酸洗浄ラインなどで使用することができる。



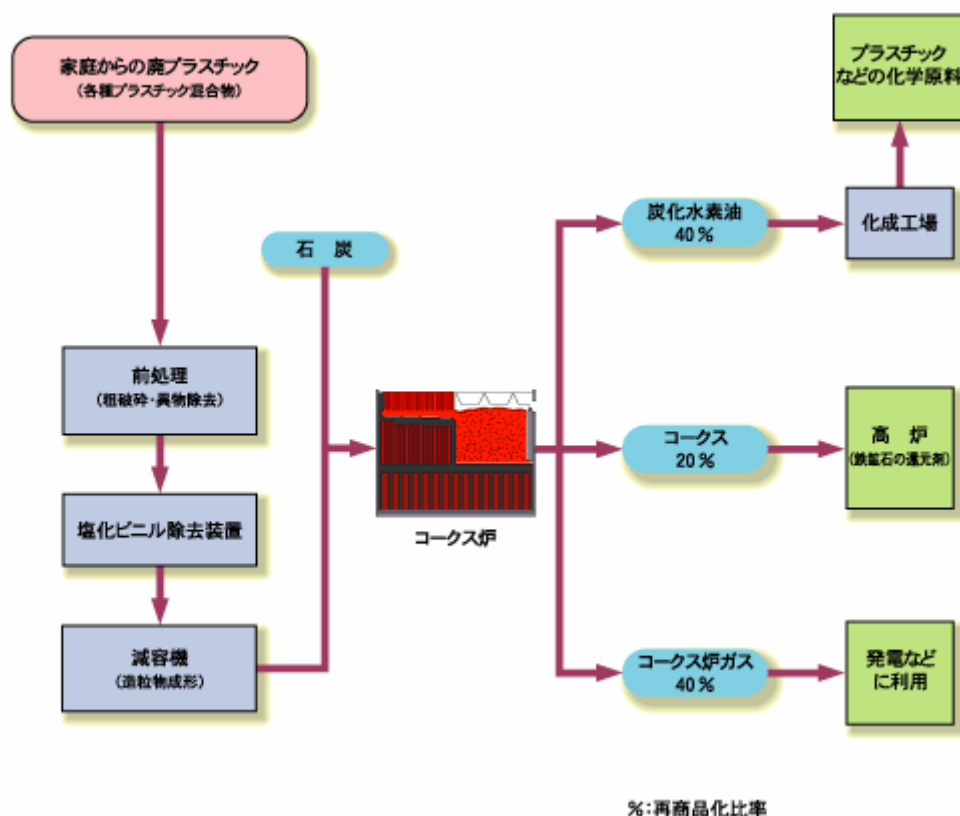
出典：(社)プラスチック処理促進協会

図 3.2.9 廃プラスチックの還元剤としての利用プロセス

## 3) コークス炉化学原料化プロセス

石炭を蒸し焼きにしてコークスを製造した際に発生する揮発成分からは、炭化水素油、コークス炉ガスが生成される。同様に廃プラスチックからも、コークスや炭化水素油、コーク

ス炉ガスが発生する。まず、家庭から回収された廃プラスチックを裁断した後、鉄分などの不純物を除去し、さらに塩化ビニルを除去した後、コークス炉の炭化室を約 100 に加熱し、粒状にして石炭と共に投入する。更に炭化室内は無酸素状態であるため、廃プラスチックは高温で熱分解し高炉の還元剤となるコークス、化学原料となる炭化水素油、コークス炉ガスが生成する。



出典：新日本製鐵（株）パンフレット

図 3.2.10 廃プラスチックのコークス炉での利用

## (6) 燃料化及びサーマル・リサイクル

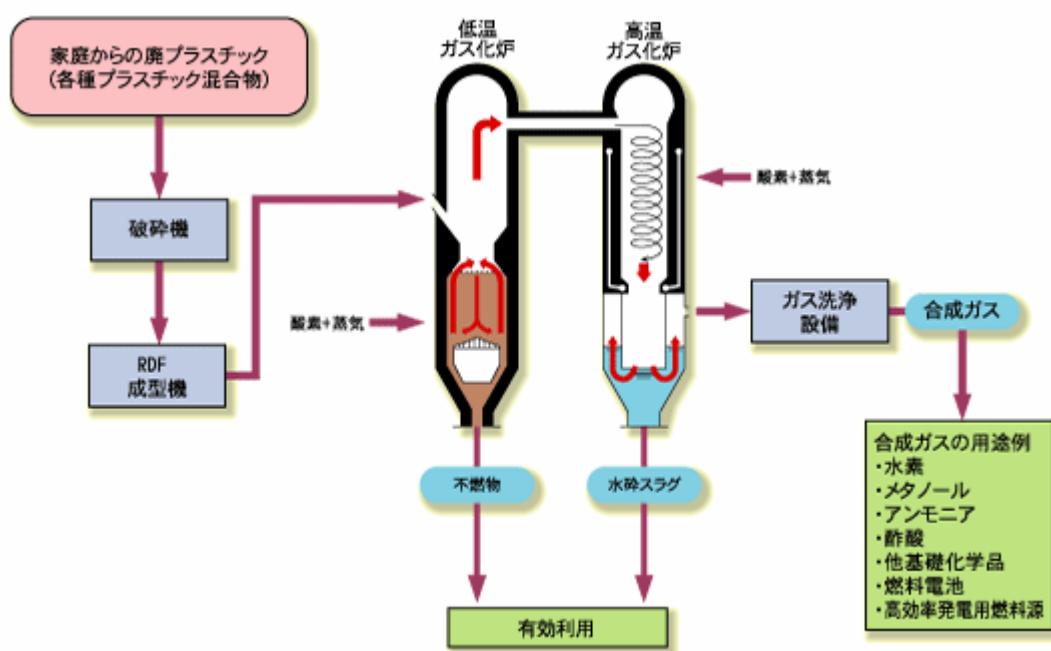
### 1) ガス化プロセス

プラスチックの主成分は、炭素と水素であるため、通常燃焼させると二酸化炭素（炭酸ガス）と水を生成する。廃プラスチックをガス化するプロセスでは、ガス化に要求される酸素と蒸気の供給をコントロールして加熱する。しかし、このプロセスでは酸素の供給が制限されているため、プラスチックの大部分は炭化水素、一酸化炭素、水素に分解される。

1 段目の低温ガス化炉の内部は、約 600～800 に加熱した砂が循環しており、投入された廃プラスチックはこの砂に接触して、炭化水素、一酸化炭素、水素、チャー（炭化固形物）等が生成される。しかし塩素を含んだ廃プラスチックからは、塩化水素が発生する。金属やガラスを含んだプラスチック製品の場合は、金属やガラスがそのまま不燃物として溶融後固形化されて回収される。



2 段目の高温ガス化炉は約 1,300～1,500 で加熱されており、低温ガス化炉から導かれたガスは蒸気と反応して一酸化炭素と水素主体のガスになる。そして炉の出口では、排ガスは冷却水によって 200 以下まで急冷され、ダイオキシンの生成を防止することが可能である。また、排出される水砕スラグは土木・建築資材として利用することができる。更に生成したガス中に残存する塩化水素はガス洗浄設備によって、アルカリ中和されて除去される。この生成ガスは、水素、メタノール、アンモニア、酢酸などの化学工業の原料になる。

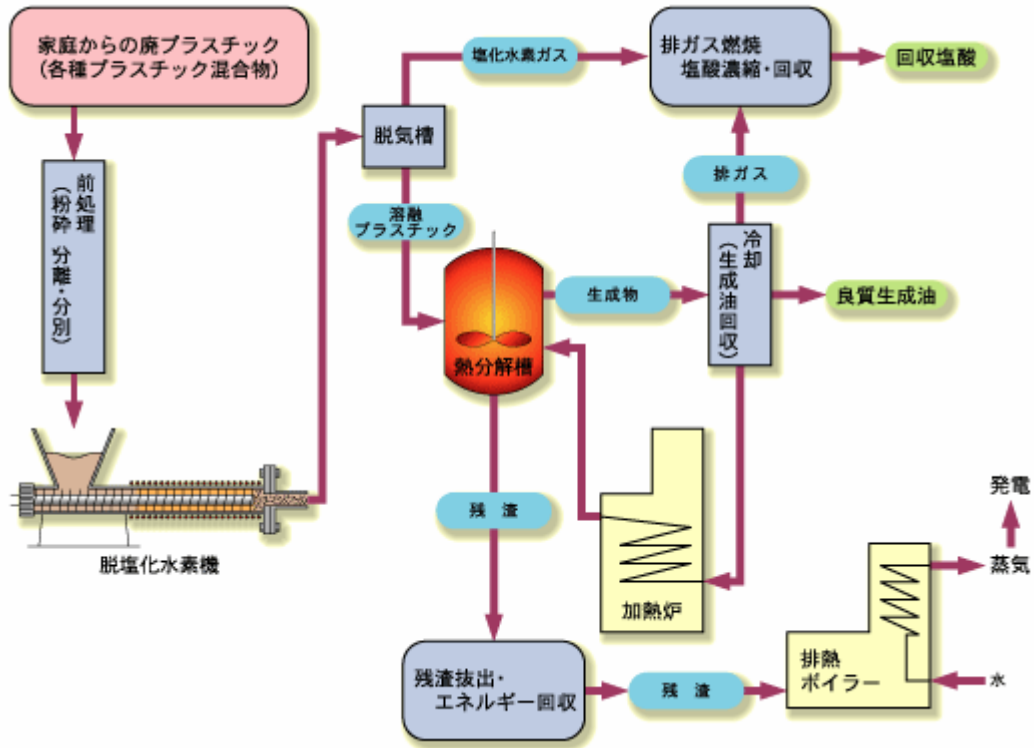


出典：(社)プラスチック処理促進協会

図 3.2.11 廃プラスチックのガス化による利用

## 2) 油化プロセス

石油を原料とするプラスチックは、原理的には製造と全く反対のプロセスをたどれば石油に戻る。この原理に基づき、1970 年代以来、廃プラスチックの油化技術開発が進められてきているが、まだ経済的、実用的な技術の確立にいたっていない。現在まで比較的処理しやすい産業系廃プラスチックを対象としたプロセスが開発されているが、家庭などから出される一般廃棄物から分別回収される廃プラスチックの処理が急務であり、特に、塩化ビニルを含む多種類のプラスチックを同時に油化する技術の開発が必要となっている。



出典：(社)プラスチック処理促進協会

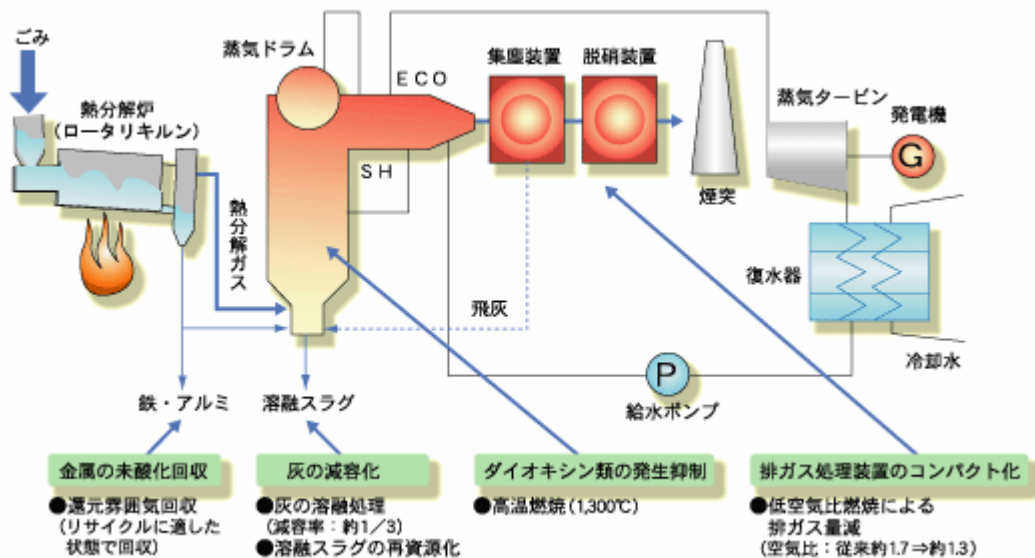
図 3.2.12 廃プラスチックの油化技術

### (7) エネルギー回収プロセス

廃プラスチックの削減、再利用、マテリアル・リサイクル、ケミカル・リサイクル、サーマル・リサイクルは、廃プラスチック・リサイクルにおける基本的なプロセスである。しかし、サーマル・リサイクルによるエネルギー回収は、マテリアル・リサイクルと同様に二次的な選択肢といえる。

廃棄物発電としては、ストーカー炉、ガス化溶融炉、ガス化改質炉が最も一般的な施設(発電)である。ロータリー・キルン炉は、ガス化・溶融プロセスによって廃棄物を高温で処理することができる代表的なシステムであるが、この炉では、熱分解(パイロリシス)ガスおよび炭化物を燃料化してタービンを作動させ、発電機を回して発電する為の蒸気を作り出すことが可能である。燃焼後の灰は高温度で溶融した後、固形化される。これらのプロセスでは、ガス化プロセスは酸素や若干の水蒸気(水が蒸発した)を含んだガスによって熱分解(パイロリシス)ガスを生成する。このプロセスの代表的な炉はシャフト炉、及びロータリー・キルン炉である。

次のフローはガス化溶融炉式発電システムを目的としたロータリー・キルン炉のフローである。



出典：(社)プラスチック処理促進協会

図 3.2.13 廃プラスチックを利用したロータリー・キルン炉のフロー

#### (8) PETのリサイクルに必要な技術

最近の PET の生産量は急激な増加を示し、リサイクル市場・産業ではリサイクル率の大幅な増加が見られる。回収した PET の主な市場としては、製糸、繊維、梱包（卵パック）等がある。一方「PET to PET」の技術も開発されつつあるものの、まだ経済的かつ実的に完成した技術とはいえない。

一方、モノマー化プロセスが開発中であり、「超臨界メタノール法」によって使用済みの PET ボトルを原料プラスチックに素材化することによって、不純物の混入の心配がなく新しい PET ボトルをオリジナルと全く同じ品質で作ることが可能となった。現在、このプロセスは真の意味で「PET to PET」といえる。

以下に PET ボトルリサイクルに必要な基本プロセスについて記載する。

##### 1) 選別プロセス

選別プロセスの一つとして PET 材質を識別するための「近遠赤外線ガイド・システム」の導入がある。この技術は他のプラスチックと混合している PET の材質を非常に適格に選別することが可能である。

##### 2) 選別式粉碎プロセス

種々のプラスチックの混合したものから PET を正確に選別するためには「選別式粉碎」方式の採用が効果的である。この方式は、粉碎すべきプラスチックのみを選別して裁断機に掛ける方式で、もっとも効果的且つ実用的、そしてコストが掛からない方法であるが、現在の混合プラスチックでは選別前に粉碎工程をおこなっている。

3) ペレット、フレーク化

不純物を完全に除去した PET 材は、ペレットまたはフレーク加工されるが、熱成型加工の要求に合わせて、粉体機を使って更に細かな粉体にする場合もある。

### 3.2.6 E-Wasteリサイクルに必要な技術

#### (1) 携帯電話のリサイクルに必要な技術

##### 1) リサイクルの基本的な工程

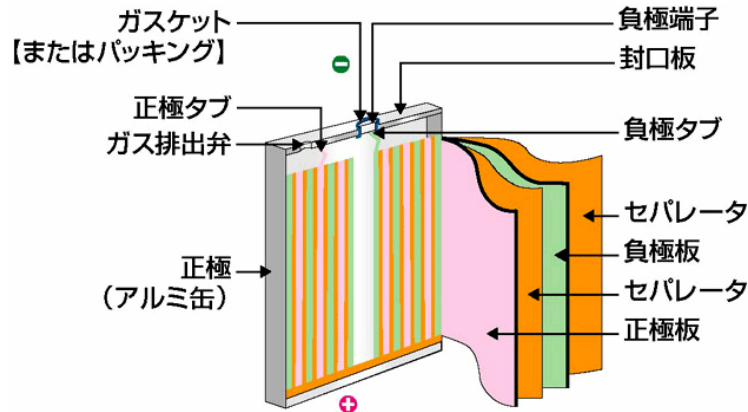
携帯電話は本体、バッテリー、充電器で構成されており、本体は電子回路、プッシュボタン及びケース(カバー)で構成されている。従来の機種の種類は、およそ 100~300g 程度であったが、最新の機種では小型化と計量のリチウム・バッテリーの開発により 100g 以下になってきている。従って、貴金属類の使用もこれに伴って少なくなっている。

下記に基本的な携帯電話を構成する素材とその一般的なリサイクル方法を示す。



図 3.2.14 携帯電話を構成する素材とリサイクル方法

- 2) リチウム・バッテリーの構造  
次に、リチウム・バッテリーの構造を示す。



出典：充電式小型電池協会

図 3.2.15 リチウム・バッテリーの一般的構造

- 3) リチウム金属の性質

リチウム金属は、非常に限られた地域のみで産出される希少金属（レアメタル）である。下記にその特徴と使用目的を示す。

- ◆ リチウム鉱石の主成分はリシア輝鋳 ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ )
- ◆ 偏在性が非常に強く、チリの埋蔵量が世界の半数以上を占める
- ◆ アルカリ金属、銀白色の金属光沢を有し、大気中で黒色の錆びを生成
- ◆ 密度は  $534\text{kg/m}^3$ 、金属中で最も軽い
- ◆ 融点は  $453.5\text{K}$ 、沸点は  $1,620\text{K}$ 、金属元素の中では比較的低い
- ◆ 水と激しく反応し水素を発生、水素化リチウム ( $\text{LiH}$ ) を生成
- ◆ ハロゲン族の元素と容易に結合し、塩を生成
- ◆ リチウム金属、その化合物はリチウム（一次）電池、リチウム・イオン電池の電極材、ガラスの添加剤、ガス吸収式冷温水機の冷媒吸収剤、航空機の構造材等に利用される
- ◆ 合成ゴムの触媒、蛍光体、弾性表面波素子（SAW）用材料等のファイン・セラミックス等の用途に広範囲に使用されている

- 4) リチウム・コバルト酸の回収技術

一般的に、充電式乾電池のリサイクルは、次の指標を総合的に判断して、そのリサイクルの有効性について検討する必要がある。

- ◆ 環境負荷大きさ
- ◆ 資源の有効利用の可能性
- ◆ エネルギー消費量
- ◆ 経済性

従来、回収したリチウム・イオン電池は、経済的に有効なプロセスが開発されていなかったこと、また排出量もそれ程大きな量でなかったため、リサイクル・コストが掛かることなどから、回収後の電池は廃棄されていた。しかし、近年、携帯電話や小型電子カメラ、その他の小型電子製品の用途が増加すると共に、その廃棄量も急激に増加した。このような背景から、従来一次処理後に埋め立て処分されていたリチウム(イオン)電池を回収して貴金属であるリチウムを回収する技術が開発されつつあるが、現時点ではまだ経済的な回収・再生技術は確立されていない。

現在一般的に採用されているリチウム回収方法に、次のプロセスがある。

a 焙焼法

廃棄リチウム電池を炉内に封入し、直接焙焼する。冷却後に焙焼物(焼却灰)を磁石選別及び浸出処理し、金属物質であるコバルトやリチウムを回収する。

b 浮遊選別法

廃棄リチウム電池をそのまま粉砕して、コバルト酸リチウムとグラファイト(黒鉛)の混合粉末(黒色)として回収する。この混合粉末を約 500℃ に加熱し、コバルト酸リチウム表面に固着したバインダー(樹脂質)を除去する。バインダーを除去したコバルト酸リチウムの混合粉末は親水性となり、捕集剤、または起泡剤を用いてコバルト酸リチウムのみを沈殿させる。この方式では、コバルト酸リチウムの回収率は 92%以上、品位は 93%以上とさせることが可能となる。

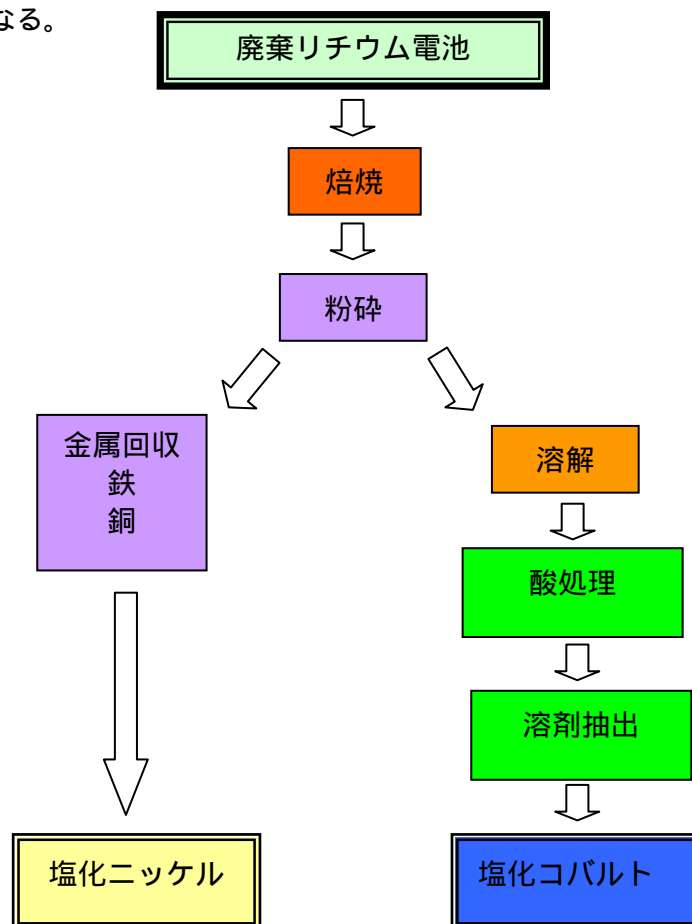


図 3.2.16 携帯電話用バッテリーからの希少金属回収方法

## (2) E-Wasteのリサイクル技術

PC やテレビ、冷蔵庫のような E-Waste は、類似した構造を持っており手分解することになる。分解後の各部品から、物理的処理及び化学的分離によって再利用可能な材料が回収できる。

E-Waste のリサイクルに必要な技術として、次の3つのプロセスが一般的である。

### 1) 低温粉碎/選別法

プラスチック材は、その材質の「脆化温度」性質を利用して分別する。この性質は、材料（プラスチック）の「脆化性」が、それぞれ固有の温度で異なることを利用するものである。プラスチック材を粉碎し、「脆化性あり」「脆化性なし」の2種類に分離する。

### 2) 渦巻き電流選別法

混合されたプラスチック類に渦巻磁場（EC）を掛けて、「鉄」と「非鉄」の2つに分別する。

### 3) 不溶解法

シュレッダーダストのような焼却灰、飛灰、煤塵、これらには重金属類によって汚染されている可能性があるが、これらを水と化学薬品を加え、アルカリ状態で練り合わせることで、重金属類は不溶解な化合物に変化させることが可能である。

但し、冷蔵庫のリサイクルについては解体の前に CFC を完全に抜き取る必要がある。

一般的に、E-Waste のリサイクルに必要な技術は、それらの製造に使われた技術と同じものである。ただし、材料には多くの化学素材が使われており、特に、プラスチックは幅広く使用され、益々複雑化してきている。このことから E-Waste のリサイクルに必要な技術としては、選別、分解、粉碎、分別、精製、抽出、資源化、再加工等々のプロセスに更なる高度な技術が要求されている。

### 4) 電子部品の分解

電子回路基盤等はプラスチックや金属（銅等）から構成されており、分別前に基盤を粉碎してはならない。プラスチックのような材料は、通常シートやフィルム状であるので、まず基盤から引き剥がすことにより、金属は基盤に残ることになる。これらのプロセスの開発によって、プラスチックや金属を2種類の素材に容易に分離することが可能となる。通常、粉碎プロセスに必要なエネルギーはリサイクル・プロセスの中で最も大きい工程の一つであるが、このプロセスでは粉碎に必要なエネルギーを削減することが出来る。

また、新しい試みとして、プラスチックや銅金属の混合体から経済的に二者を分離する方法が研究されている。この方法が完成すれば経済的でエネルギー消費の少ない方法となること予想される。

5) 解体した材料の再利用

解体した部品材料の再利用のフローを下記に示す。

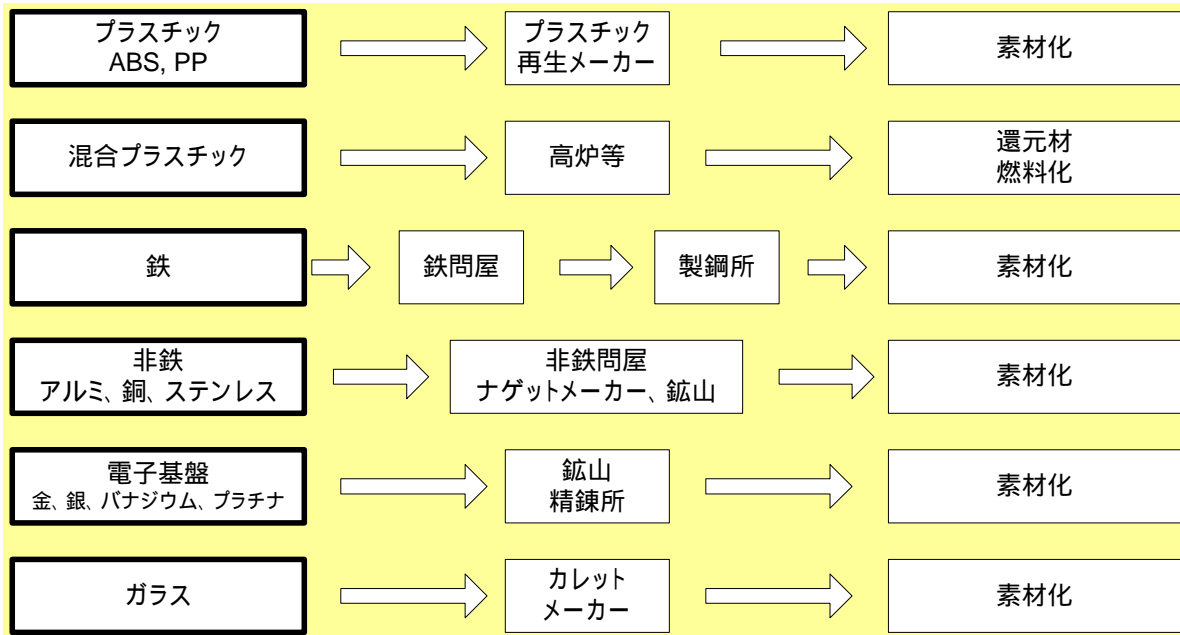


図 3.2.17 解体した部品の再利用フロー

(3) 使用済みテレビのリサイクル・フロー

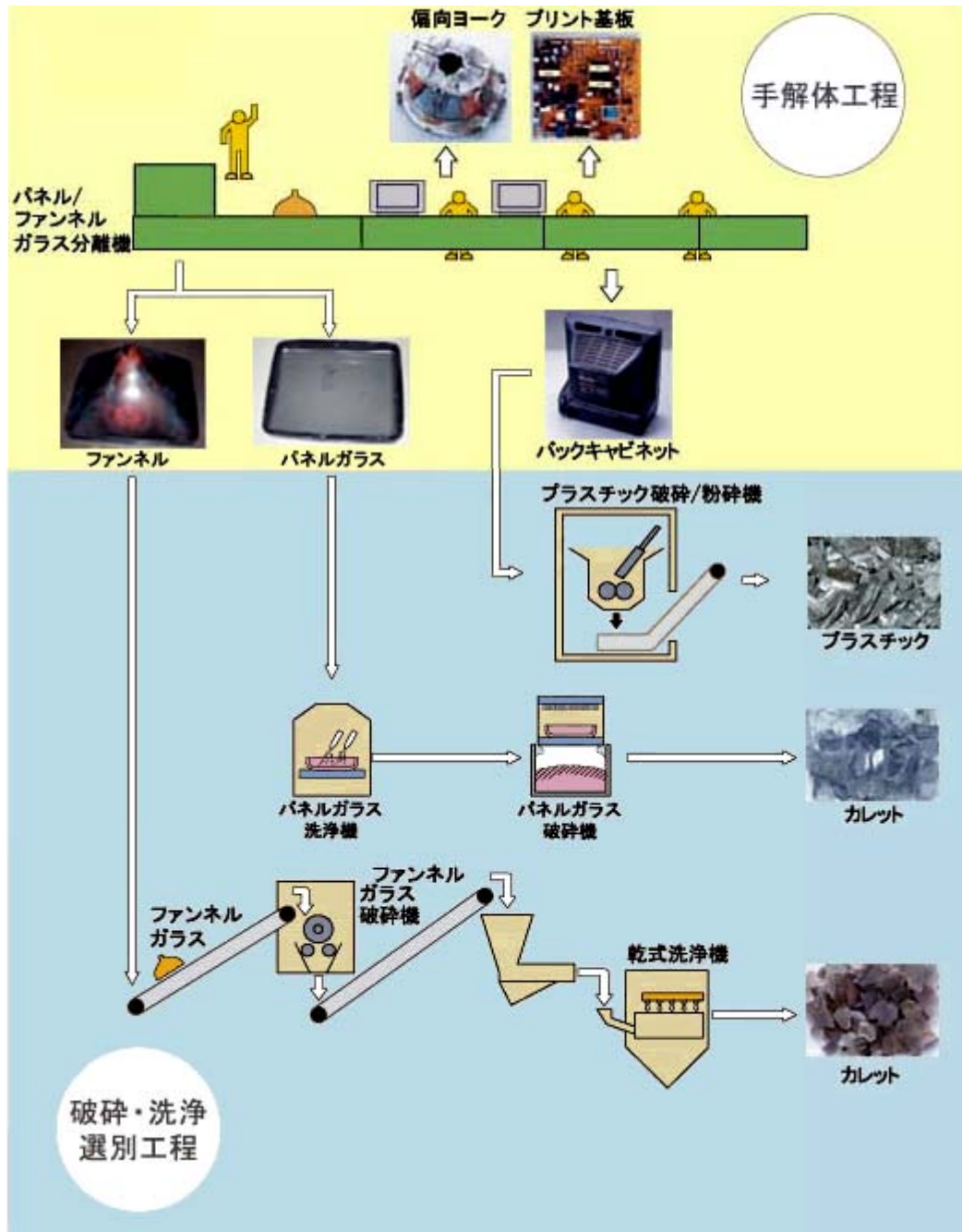
一般的なテレビを構成する機器、素材類は、次の3つから構成される。これらの構成部品から回収される資源は、鉄類、普通ガラス、鉛ガラス、プラスチック類である。

表 3.2.5 テレビの主要構成部品

構成部品	主な回収資源
ブラウン管 ◆ シャドウマスク ◆ 電子銃 ◆ 防磁バンド	鉄類、通常ガラス、鉛ガラス
電子部品 ◆ 基盤 ◆ 配線	銅、銀、プラスチック類
キャビネット(ケース)	プラスチック類

回収した使用済みテレビのリサイクルは、手作業により上記の構成部品を分解し、それらの分解後に各パーツ類を粉砕、洗浄等を行う工程を経て最終的な資源を採取する。下図に代表的な分解手順及び回収する資源類を示す。





(出典：家電リサイクル協会)

図 3.2.18 使用済みテレビの分解手順及び回収資源

(4) PCリサイクル

使用済み PC の分解と材料として再利用するフローを以下に示す。

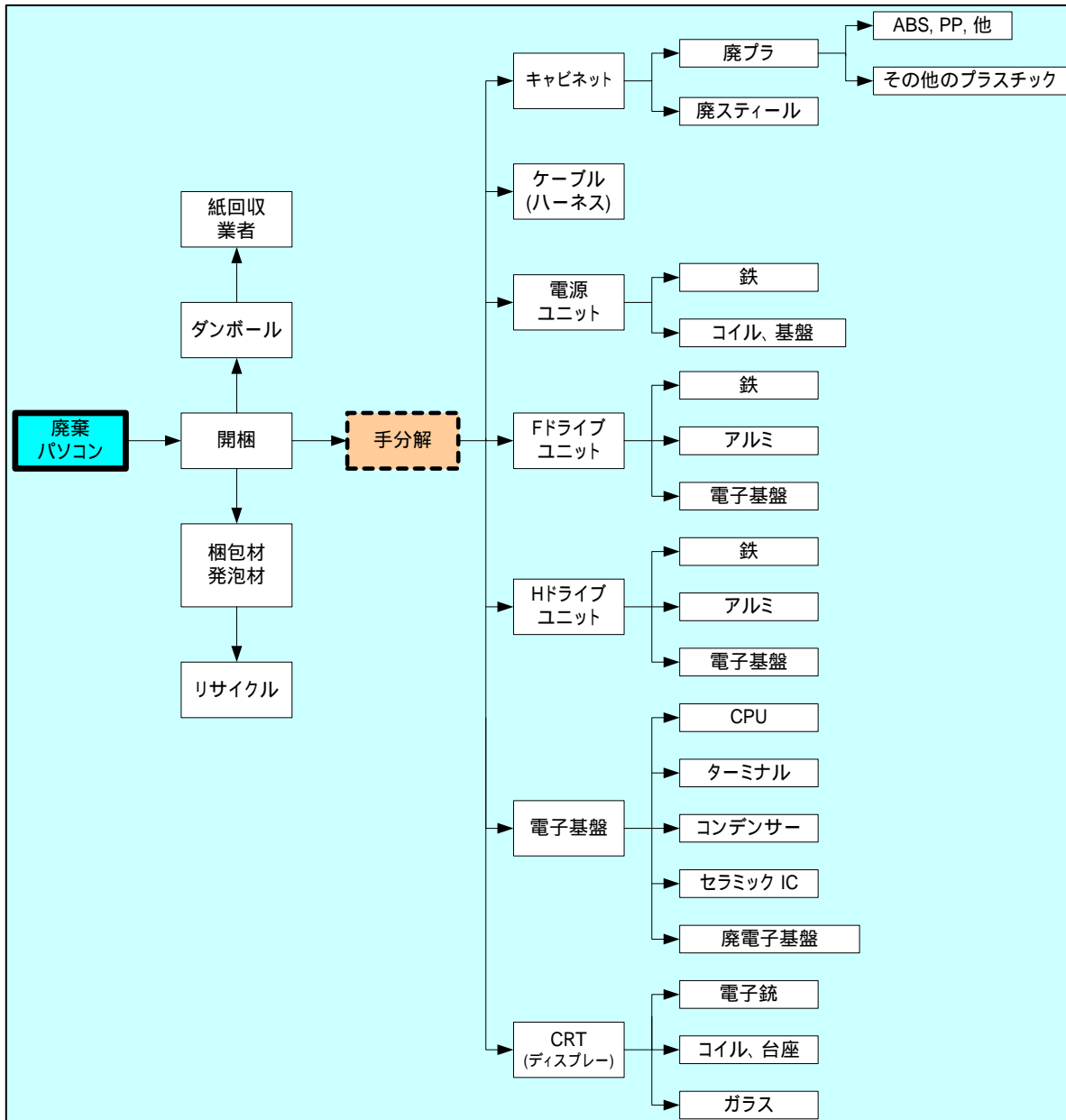


図 3.2.19 使用済み PC の分解手順及び回収資源

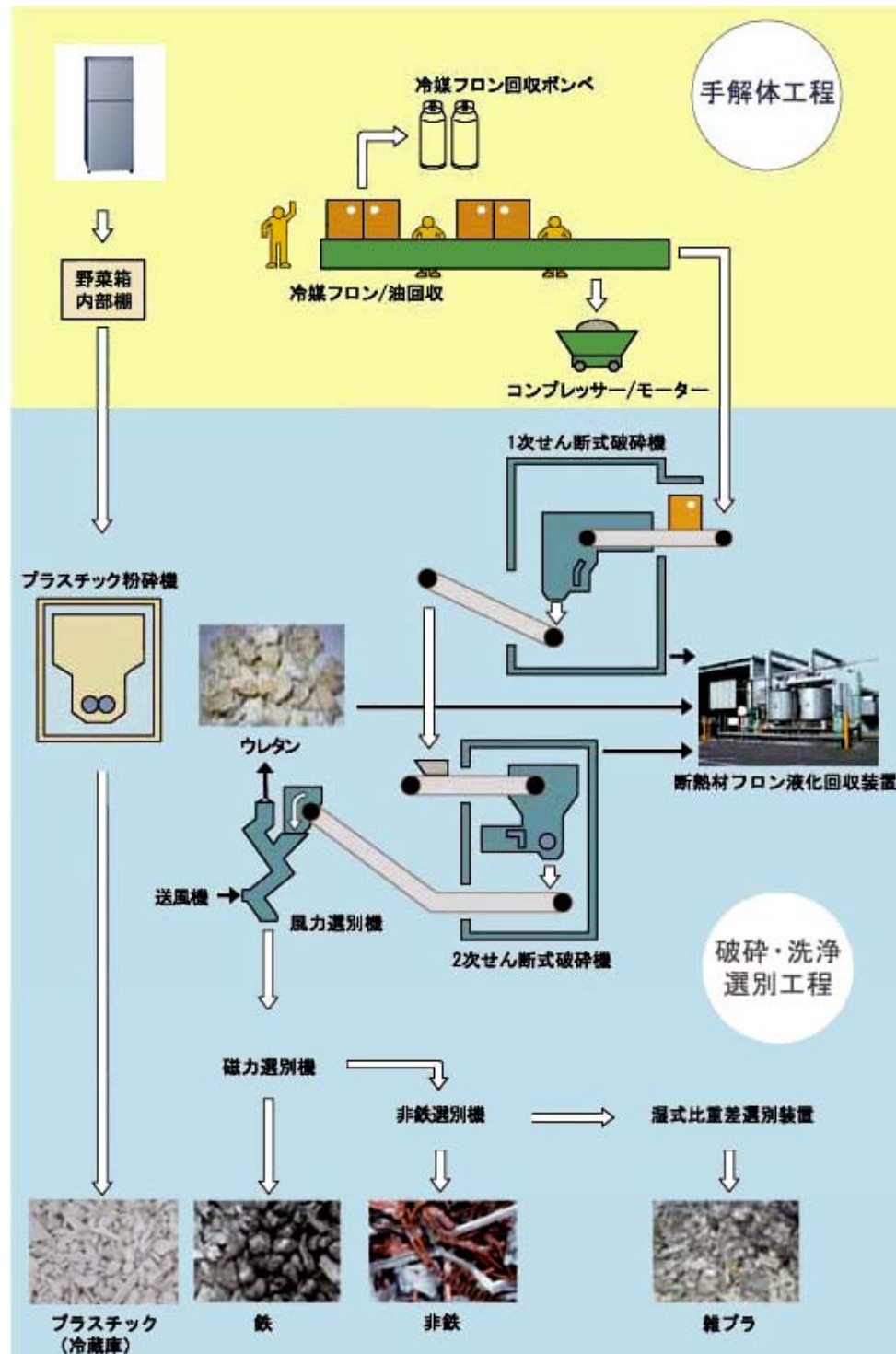
(5) 使用済み冷蔵庫のリサイクル・フロー

一般的な冷蔵庫を構成する機器、素材類は、次の4つから構成され、これらの構成部品から回収される資源は、鉄類、銅、アルミ、プラスチック類である。

表 3.2.6 一般的な冷蔵庫の主要構成部品

構成部品	主な回収資源
キャビネット	鉄類、プラスチック
コンプレッサー	鉄類、銅、プラスチック類
電子機器類	銅、銀、プラスチック類
内部品	プラスチック類、アルミ

回収した使用済み冷蔵庫のリサイクルは、手作業により上記の構成部品を分解し、それらの分解後に各パーツ類を粉砕、洗浄等を行う工程を経て最終的な資源を採取する。なお、旧式の冷蔵庫には冷媒としてフロンが使われており、またキャビネット内に充填されている断熱材についても、ポリウレタン材をフロンで発泡させている場合が多いため、冷蔵庫の分解の際には、このフロンの回収を確実に行う必要がある。下図に代表的な分解手順及び回収する資源類を示す。

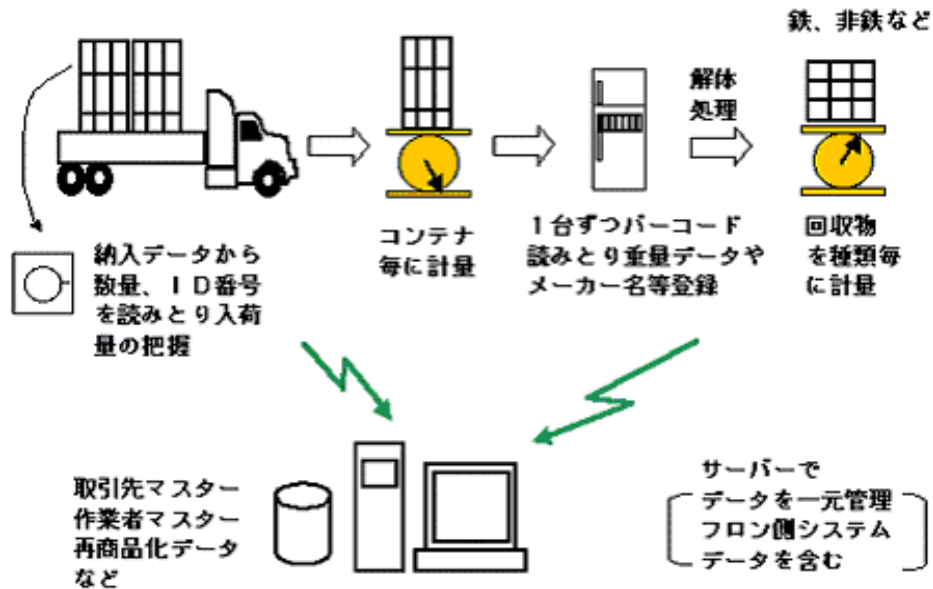


出典：家電リサイクル協会

図 3.2.20 使用済み冷蔵庫の分解手順及び回収資源

(6) E-Wasteのマニフェスト管理

E-Waste の管理を的確に実施するためには、マニフェスト・システムを導入して E-Waste の受領から処理業者による処理の開始にわたる全ての情報を記録する必要がある。下記の図はその概念を示したものである。



出典：家電リサイクル協会

図 3.2.21 マニフェスト・システムによる E-Waste 管理

(7) CFCの回収システム

使用済み冷蔵庫（およびエアコン）の回収処理においては、資源回収と同時に、フロン等の冷媒の回収・破壊も行う必要がある。下記に示すフローは冷蔵庫及びエアコンからフロンを回収するプロセスを示したものである。回収後のフロン、廃油は記録に残し、コンピューターにより完全に管理する必要がある。

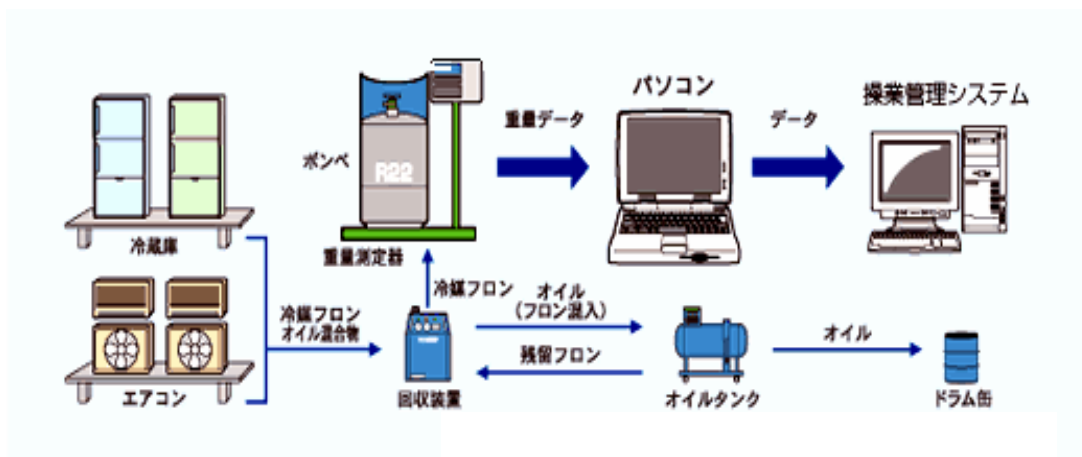


図 3.2.22 使用済み冷蔵庫及びエアコンからのフロンガスの回収