

2. 川崎エコタウンにおける小型家電リサイクル事業の検証

2.1 事業の目的

川崎エコタウンのモデル事業においては、小型家電リサイクルの実施可能性を検証する。

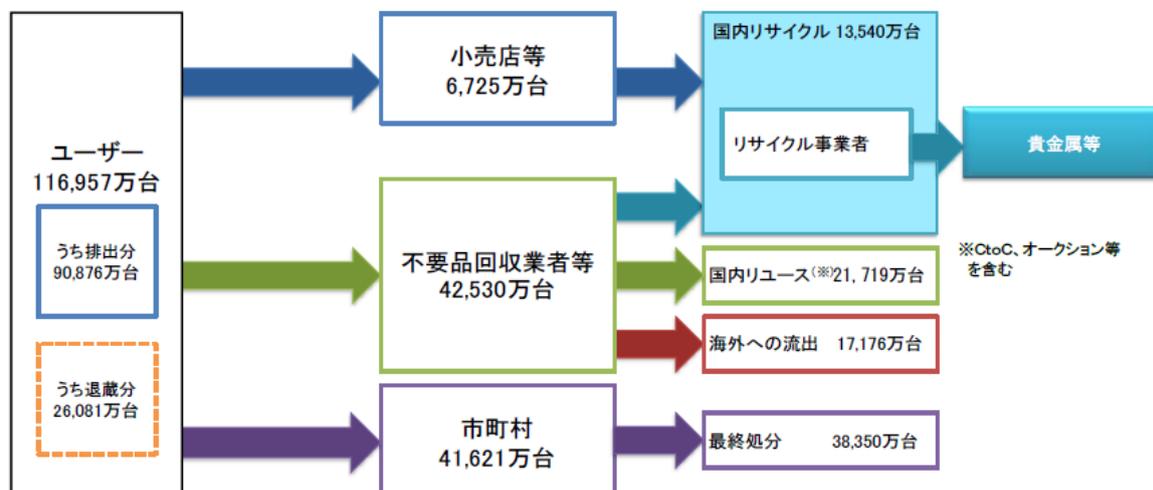
具体的には現在、川崎市が収集している小物金属から小型家電を回収し、破碎・選別を行うことによって、有用金属、廃プラスチックを回収し、どの品目について、どの程度の品位まで上げて資源を回収することができれば、採算性のあるリサイクル処理が可能となるのか、回収量とその成分を分析したうえで評価を行う。さらに、小型家電リサイクルの効果として、川崎市の焼却施設の焼却灰に含まれる重金属の削減についても分析、評価を行う。

また、小型家電リサイクルのCO2削減効果と、事業性の評価を行い、事業の実現性を高めるための仕組みとなる事業モデルの検討を行う。

2.2 小型家電リサイクルの現状と課題

(1) 全国における小型家電リサイクルの現状と課題

- 現在、使用済小型家電は家庭から「一般廃棄物」として排出され、自治体で廃棄物処理されるか、不用品回収業者等に引き渡され、輸出、あるいはリサイクルされている。
- 中央環境審議会の資料によれば、携帯電話、パソコン、カー用品を除いた80品目で推計したところ、国内リサイクルされた小型家電は13,540万台で、12%程度のリサイクル率にとどまっている状況である。



出典：中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会小型電気電子機器リサイクル制度及び使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会（H23年度）資料に基づき作成。
※上記小委員会の検討対象品目から、携帯電話、パソコン、カー用品を除いた80品目。

(出典) 経済産業省産業構造審議会・中央環境審議会 合同会合資料

図 2-1 使用済小型家電のマテリアルフロー

- 使用済小型家電の相当量が中国等の国外に輸出されているとされ、その後、不適正処理によって環境汚染が起きていることがかねてから問題となっている。
- 小型家電は、貴金属などの処理まで行われているケースは多くないものの、一部の自治

体では小型家電からのベースメタル、貴金属リサイクルまで行っている自治体の事例もある。

- 携帯電話、二次電池、パソコン等の一部の小型家電について製造業者等による回収・リサイクルシステムが存在しているが、業界ごとの取組となっており小型家電全体を対象とする包括的な制度が存在していない。

(2) 小型家電リサイクル法の概要

これまで一部の地域でしか取組が行われてこなかった小型家電リサイクルだが、小型家電に含まれる金属、プラスチックのリサイクルを積極的に推進するため、「使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律」（以下、「小型家電リサイクル法」という。）が平成 25 年 4 月 1 日に施行されることとなった。以下に、小型家電リサイクル法の概要を示す。

表 2-1 小型家電リサイクル法の概要(平成 24 年 8 月 10 日公布、平成 25 年 4 月 1 日施行)

① 目的	
1) 資源確保	鉱物資源であるベースメタル、レアメタルの確保
2) 有害物質管理	鉛などの有害物質の環境リスク管理
3) 廃棄物減量化	最終処分への埋立の減量化
② 対象者	
1) 排出者	主に一般家庭を対象
2) 回収先	自治体で回収（リサイクルの取組が可能な自治体が参加）
3) 処理事業者	認定事業者（国の認定が必要）
③ 制度対象品目	
1)	電話機、ファクシミリ装置その他の有線通信機械器具
2)	携帯電話端末、PHS 端末その他の無線通信機械器具
3)	ラジオ受信機及びテレビジョン受信機（特定家庭用機器再商品化法施行令（平成十年政令第三百七十八号）第一条第二号に掲げるテレビジョン受信機を除く。）
4)	デジタルカメラ、ビデオカメラ、ディー・バイ・ディー・レコーダーその他の映像用機械器具
5)	デジタルオーディオプレーヤー、ステレオセットその他の電気音響機械器具
6)	パーソナルコンピュータ
7)	磁気ディスク装置、光ディスク装置その他の記憶装置
8)	プリンターその他の印刷装置
9)	ディスプレイその他の表示装置
10)	電子書籍端末

- 11) 電動ミシン
- 12) 電気グラインダー、電気ドリルその他の電動工具
- 13) 電子式卓上計算機その他の事務用電気機械器具
- 14) ヘルスマーターその他の計量用又は測定用の電気機械器具
- 15) 電動式吸入器その他の医療用電気機械器具
- 16) フィルムカメラ
- 17) ジャー炊飯器、電子レンジその他の台所用電気機械器具（特定家庭用機器再商品化法施行令第一条第三号に掲げる電気冷蔵庫及び電気冷凍庫を除く。
- 18) 扇風機、電気除湿機その他の空調用電気機械器具（特定家庭用機器再商品化法施行令第一条第一号十八に掲げるユニット形エアコンディショナーを除く。
- 19) 電気アイロン、電気掃除機その他の衣料用又は衛生用の電気機械器具（特定家庭用機器再商品化法施行令第一条第四号に掲げる電気洗濯機及び衣類乾燥機を除く
- 20) 電気こたつ、電気ストーブその他の保温用電気機械器具
- 21) ヘアドライヤー、電気かみそりその他の理容用電気機械器具
- 22) 電気マッサージ器
- 23) ランニングマシンその他の運動用電気機械器具
- 24) 電気芝刈機その他の園芸用電気機械器具
- 25) 蛍光灯器具その他の電気照明器具
- 26) 電子時計及び電気時計
- 27) 電子楽器及び電気楽器
- 28) ゲーム機その他の電子玩具及び電動式玩具

④ 再資源化事業計画の認定基準

1) 再資源化事業の内容の基準

引取りから処分が終了するまでの一連の行程が明らかであること。

使用済小型電子機器等から密閉形蓄電池、蛍光灯、フロン類等を技術的かつ経済的に可能な範囲で回収し処理すること。

使用済小型電子機器等に含まれる鉄、アルミニウム、銅、金、銀、白金、パラジウム及びプラスチックを、破碎、選別その他の方法により高度に分別して回収し、当該回収物に含まれる資源の再資源化、熱回収又は安定化を行うこと。

個人情報の漏えいの防止のために必要な措置を講じていること。

再資源化事業を他人に委託する場合にあっては、適切に行うこと。

使用済小型電子機器等の再使用を行う場合にあっては、適正に動作することを確認すること等を行うことにより、再使用を適正に行うこと。

再資源化事業の実施の状況を把握する措置を講じていること。

2) 区域の基準

北海道若しくは沖縄県又は相互に隣接する三以上の都道府県の区域の全部を含むものであり、区域内の人口密度が一平方キロメートルあたり千人未満であること。

互いに隣接しない複数の区域で構成される場合においては、それぞれの区域について、上記の基準を満たしていること。

3) 者の能力及び施設の基準

申請者及びその委託先の者が、使用済小型電子機器等の収集、運搬又は処分を的確に行うに足りる知識及び技能並びに経理的基礎を有すること。

収集又は運搬の用に供する施設が、生活環境保全上の支障を及ぼさないよう必要な措置を講じた施設であること。

処分の用に供する施設が、生活環境保全上の支障や個人情報の漏えいを及ぼさないよう必要な措置を講じてあること等により、適切なものであること。

この法律の特徴は自治体が自主的に参加することができ、また、自治体が回収した小型家電は国が認めた認定事業者によって、リサイクルが実施されることである。

また、この認定事業者は廃棄物処理法で定める一般廃棄物、産業廃棄物の収集運搬業の許可や処分業の許可は不要であるが、原則として3都府県以上での広域処理処理が求められている。さらに、収集を行おうとする区域内の市町村から分別して収集した使用済小型電子機器等の引取りを求められたときは、正当な理由がある場合を除いて引き取らなければならない。

(3) 川崎市における小型家電リサイクルの現状と課題

① 川崎市の現状と課題

- 川崎市においては、使用済小型家電（以下、「廃小電」という。）は小物金属ごみ（大型のものは粗大ごみ）として回収されており、現在は鉄くず、アルミくず、鍋類、銅線等を選別・破碎し、金属類回収業者に売却している。

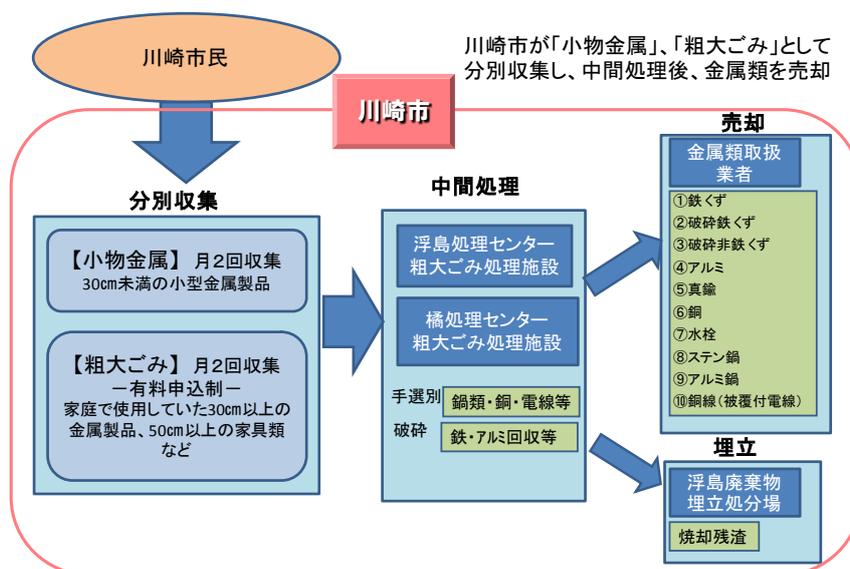


図 2-2 川崎市における使用済小型家電の排出・処理

- 川崎市においては、小型家電が含まれる小物金属の処理量は年 2500 トン程度で推移している状況である。

表 2-2 川崎市のごみ処理量の推移

(ス) ごみ処理量の推移

(単位：t)

年度		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
家庭系 ごみ	普通ごみ	356,409	355,396	307,754	308,166	308,769	301,468	296,254	293,313	289,213	270,732
	粗大ごみ	13,796	19,035	8,817	9,502	9,584	9,560	8,145	8,076	8,608	9,188
	空き缶	8,069	8,306	7,383	7,204	6,904	7,890	7,543	7,420	7,327	7,312
	空き瓶	11,582	11,859	11,057	10,894	10,926	10,966	11,013	10,930	10,969	11,577
	ペットボトル	1,503	2,485	3,707	3,691	4,149	4,662	4,586	4,655	4,872	5,167
	古紙	528	420	402	480	469	92	118	116	106	98
	ミックスペーパー	—	—	—	—	※① 25	269	1,157	1,172	1,865	10,618
	プラスチック製容器包装	—	—	—	—	—	—	—	—	※② 269	3,896
	小物金属	3,610	4,246	1,462	2,344	2,306	2,314	2,637	2,553	2,329	2,635
	使用済み乾電池	266	290	230	243	233	255	249	247	272	295
事業系 ごみ	大口扱	13,491	12,367	※③ 0	0	0	0	0	0	0	0
	自己搬入	115,653	116,036	155,688	145,026	146,213	139,885	124,281	119,721	115,832	122,901
道路清掃		1,216	1,187	1,022	661	700	727	638	586	515	441
合計		526,123	531,627	497,522	488,211	490,278	478,088	456,621	448,789	442,177	444,860

- 川崎市一般廃棄物処理基本計画の行動計画(平成 24 年改訂版)において重点施策として、「小型電気電子機器のリサイクル」が明記されており、今後、小型家電リサイクルの実施可能性を検討していく必要がある。具体的には、各市町村に任されている品目の選定や回収方法について、既存の回収方法や既存の設備をどのように活用していくのか検討していくこととされている。

② 川崎エコタウンの現状と課題

- 川崎エコタウンには各種のリサイクル企業が多数立地しているにも関わらず、小型家電リサイクル事業は行われていない。ただし、家電リサイクル法により回収された家電 4 品目における金属部品の破碎・選別処理を行っている状況である。
- 今後、小型電子機器等リサイクル制度の施行、川崎市での小型家電リサイクルの検討に伴って、川崎エコタウンにてどのように小型家電リサイクルを実施していくのが課題となっている。
- さらに、小型家電リサイクル法施行に伴って、川崎エコタウンでの既存のリサイクル施設を活用ができるのか、どのような対応をする必要があるのかを、実際に小型家電のリサイクルを実施することによって、その事業性を評価することによって、課題や必要な

対応策を明らかにする必要がある。

2.3 川崎エコタウンにおける小型家電リサイクル事業化の方策（仮説）

2.3.1 事業化の方策

(1) 廃小電の調達

環境省の『使用済小型電子機器等の回収に係るガイドライン』によれば、廃小電の回収方式として、「ボックス回収」、「ステーション回収」、「ピックアップ回収」、「集団回収・市民参加型回収」、「イベント回収」、「清掃工場への持込み」、「戸別訪問回収」の7つの方式が想定されている。また、環境省が実施したモデル事業¹によれば、モデル事業で実施したピックアップ回収、ボックス回収、イベント回収のうち、ピックアップ回収が全体の60%以上を占める結果となっており、最も有効な回収方法であると考えられる。

現在の川崎市では、廃小電は小物金属、または粗大ごみに区分され、ごみ集積所で収集された後、川崎市内の2つの処理センター（橘処理センター、浮島処理センター）へ運搬され、処理される。

ピックアップ回収が最も有効な回収方法と考えられることから、今回のモデル事業では、川崎エコタウンの事業者が各処理センターに集められた小物金属から小型家電をピックアップ回収して、川崎エコタウンへ運搬すれば、川崎市内で排出される小型家電を効率的に回収できると考えられる。

(2) 廃小電の再資源化

回収した廃小電を川崎エコタウンの既存静脈施設で手選別、機械解体、破碎・選別処理し、鉄くず、アルミくず、銅くず、貴金属滓、廃プラスチックを再資源化物として回収する。

川崎エコタウンでは家電リサイクル法による特定4品目の部品リサイクルを行っており、この部品リサイクルを行っている既存施設において、廃小電から資源を回収することができると考えられる。このとき、品位を高めて資源を回収することができれば、資源の価値が上がり、各製造業者により高い価格で売却できると考えられる。

したがって、実証実験では予め品位が高いと想定される品目を分類した上で、破碎・選別処理し、それぞれの資源の含有量を分析する。これによって、廃小電の分類ごとの価値を評価することができる。本事業では廃小電を高品位、中品位、低品位の3つの分類に区分し、分析を行う。

対象とする資源は、既存施設で回収可能なベースメタル（鉄、銅、アルミ）、貴金属（金、銀、プラチナ、パラジウム）、プラスチックとする。また、選別後の残渣については、焼却処分とするのではなく、RPFとして再資源化することにより、経済性、環境性を高めることができると考えられる。

¹ 環境省『平成22年度 使用済小型家電の回収モデル事業（茨城県事業運営業務）に関する報告書』p.34

(3) 再資源化物の供給

回収した再資源化物は製鉄事業者、非鉄精錬事業者等へ売却することができ、川崎エコタウンの場合は、製鉄事業者が川崎エコタウン内に存在し、鉄、アルミ、銅を転炉用の添加剤として売却することができる。廃プラスチックおよび貴金属等を含むミックスメタルについては、エコタウン内には存在しないため、川崎エコタウン外の事業者へ売却することとなる。

このとき、再資源化物の品位が高いほど、売却価格は高値となるため、事業の採算性を確保することができる。

したがって、事業化のためには、経済的に以下の要件を満たすことが必要である。

廃小電引取費用+再資源化費用 < 再資源化物の売却益の合計

※ 中間処理費用には、回収・運搬費、保管費、解体費、選別・破碎処理費、RPF 製造費が含まれる。

(1) から (3) までの小型家電リサイクル事業を以下の図 2-3 に示す。

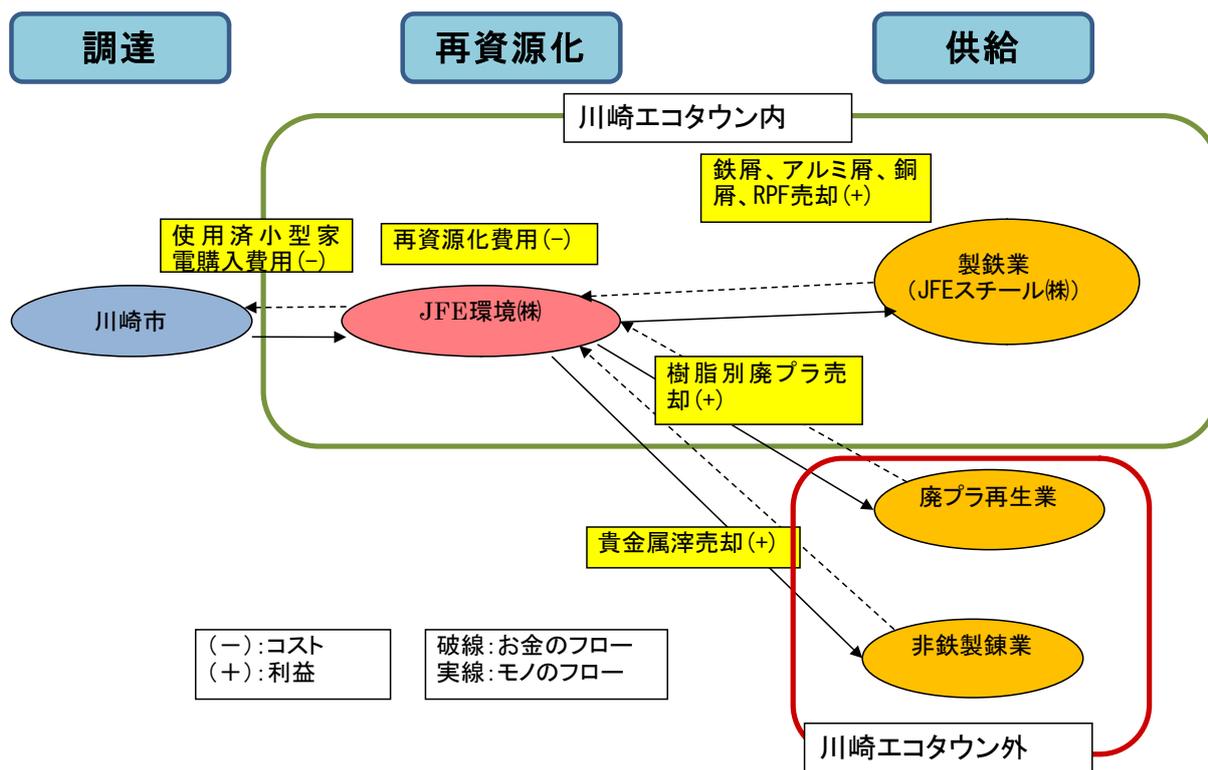


図 2-3 川崎エコタウンにおける小型家電リサイクル事業

2.3.2 事業化の効果

小型家電リサイクル事業によって、以下のような効果が期待できると考えられる。

(1) 環境負荷削減効果

- ① 天然資源投入量の削減
- ② CO2 排出量の削減
- ③ 最終処分量の削減

本事業では CO2 排出量について、LCA 評価にて定量的に削減効果を評価する。

(2) 経済効果

- ① 重金属低減に伴う焼却施設での薬剤（キレート剤）の削減
- ② 金属資源、廃プラスチックの資源化による新たな収益源の創出

特に、収益がどの程度見込めるか事業性を再資源化のコストと売却価格を評価する。

2.4 実証実験

2.4.1 実証実験の狙い

(1) 小型家電リサイクルの事業性評価

川崎エコタウンの既存静脈施設において小型家電リサイクル事業のビジネスモデルを検討し、採算性の取れる事業として成立することを検証する。具体的には、再資源化物がそれぞれ実際にどの程度回収できるのかを調査する。小型家電のどの品目までを対象とすれば採算性を確保できるのか実証実験にて検証する。

(2) 小型家電リサイクルの環境負荷削減効果の定量評価

小型家電リサイクル事業での CO2 排出量、重金属含有量、廃棄物等の削減効果を定量的に評価する。

2.4.2 実験計画概要

表 2-3 実験計画概要

項目	内容
実験期間	平成 25 年 1 月末～3 月 15 日
実施場所	JFE 環境株式会社東日本事業所、株式会社ワタベ埼玉工場
対象品目	<p>対象品目は小型家電リサイクル法における「使用済小型電子機器等の回収に係るガイドライン」の特定対象品目と、その他の品目に区分する。</p> <p>特定対象品目は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とされる。</p> <p>特定対象品目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話端末・PHS 端末、パーソナルコンピュータ(モニターを含む) ※これらには、タブレット型情報通信端末を含みます ・電話機、ファクシミリ ・ラジオ ・デジタルカメラ、ビデオカメラ、フィルムカメラ ・映像用機器(DVD-ビデオ、HDD レコーダ、BD レコーダ/プレーヤー、ビデオテープレコーダ(セット)、チューナ、STB) ・音響機器(MD プレーヤー、デジタルオーディオプレーヤー(フラッシュメモリ)、デジタルオーディオプレーヤー(HDD)、CD プレーヤー、デッキ除くテープレコーダ、ヘッドホン及びイヤホン、IC レコーダ、補聴器) ・補助記憶装置(ハードディスク、USB メモリ、メモリーカード) ・電子書籍端末 ・電子辞書、電卓 ・電子血圧計、電子体温計 ・理容用機器(ヘアドライヤー、ヘアアイロン、電気かみそり、電気バリカン、電気かみそり洗浄機、電動歯ブラシ) ・懐中電灯 ・時計 ・ゲーム機(据置型ゲーム機、携帯型ゲーム機、ハンドヘルドゲーム(ミニ電子ゲーム)、ハイテク系トレンドトイ) ・カー用品(カーナビ、カーカラーテレビ、カーチューナ、カーステレオ、カーラジオ、カーCD プレーヤー、カーDVD、カーMD、カースピーカー、カーアンプ、VICS ユニット、ETC 車載ユニット) ・これらの附属品(リモコン、AC アダプタ、ケーブル、プラグ・ジャック、充電器等) <p>その他品目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空調用電気機械器具(扇風機、除湿機等) ・電気アイロン、電気掃除機等 ・電動ミシン、電動工具 ・台所用電気機械器具(ジャー、炊飯器等) ・電気こたつ、電気ストーブその他の保温用電気機械器具 ・蛍光灯器具その他の電気照明器具 ・ランニングマシンその他の運動用電気機械器具 ・ヘルスメーターその他計量用電気機械器具 ・医療用電気機械器具(電動式吸引器等) ・電子楽器及び電気楽器など
実施内容	<p>①廃小電の回収・運搬</p> <p>②廃小電の再資源化(手解体・機械解体、破碎・選別処理)</p> <p>③再資源化物の有用金属、プラスチック含有量分析</p> <p>分析対象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベースメタル(鉄、アルミ、銅) ・貴金属(金、銀、プラチナ、パラジウム) ・プラスチック(PP、PS/ABS) <p>※ 貴金属の分析は特定品目のみ。</p> <p>④焼却灰の重金属分析</p>

	分析対象・・・鉛
実施体制	事業実施者：環境省 事業受託者：みずほ情報総研株式会社 試験申請者：一般財団法人日本環境衛生センター 試験実施者：JFE 環境株式会社 試験協力者：株式会社ワタベ 埼玉工場

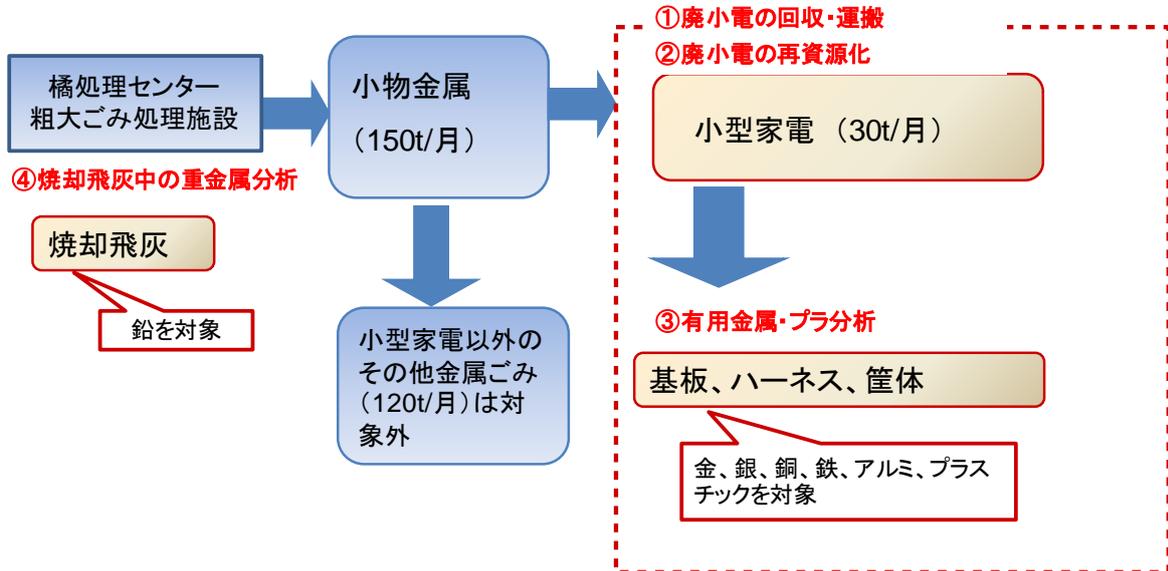


図 2-4 川崎エコタウンにおける小型家電リサイクル事業の実施概要

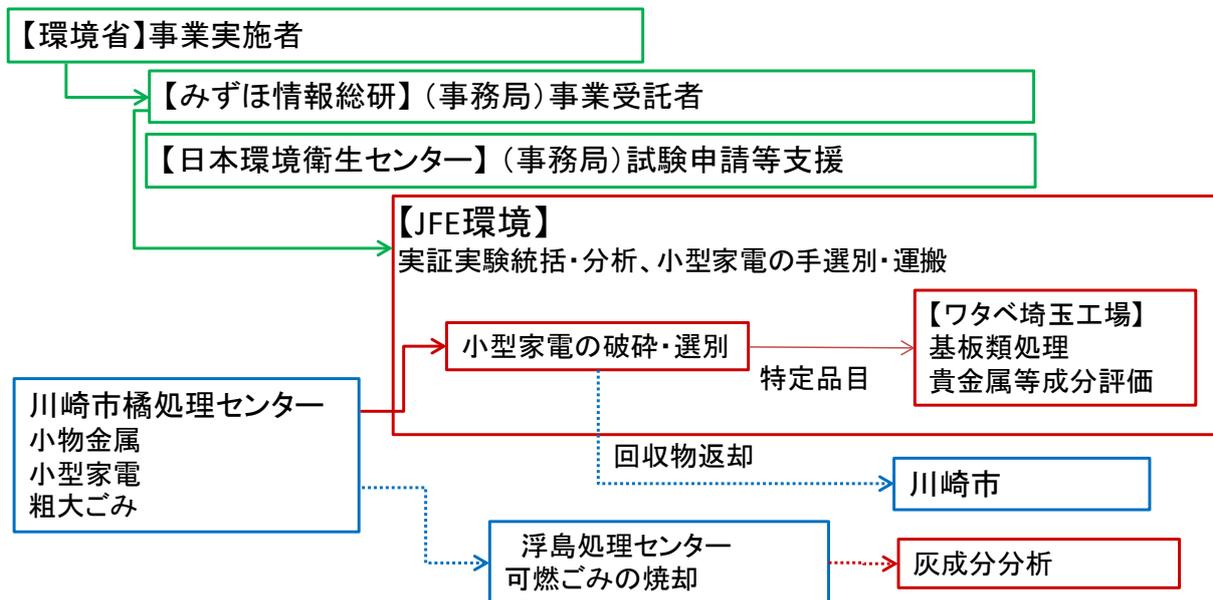


図 2-5 実施体制図

2.4.3 実験内容

(1) 全体フロー

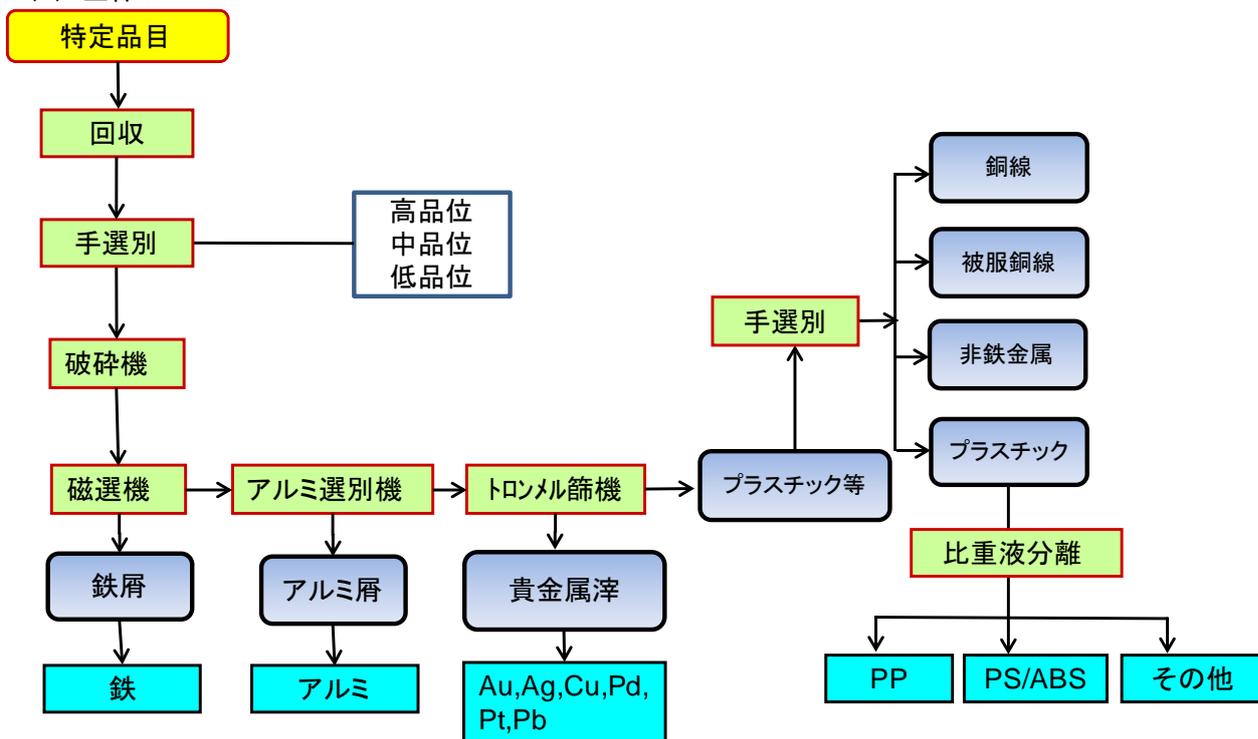


図 2-6 特定品目の実験処理フロー

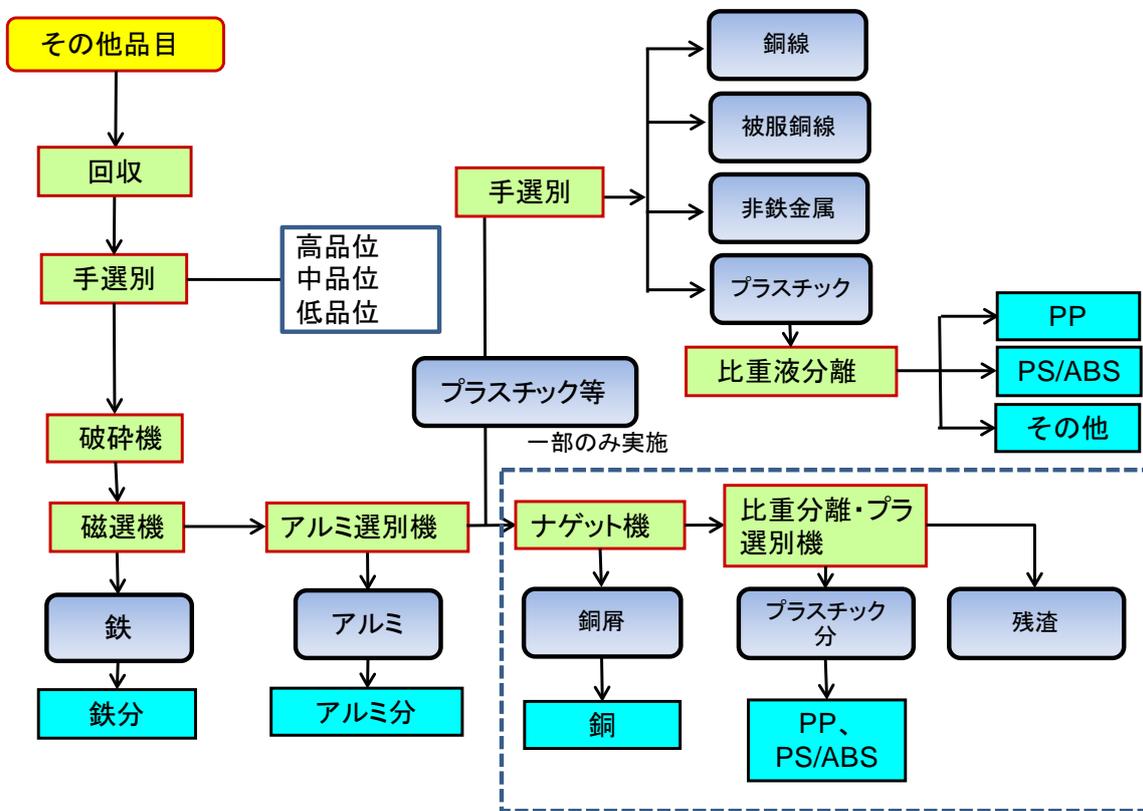


図 2-7 その他品目の実験処理フロー

(2) 回収・運搬

回収方法はピックアップ回収として、JFE 環境(株)が橋処理センターの小物金属から、対象となる廃小電を分別回収し、破碎・選別処理をする施設まで運搬する。

また、特定品目については、貴金属の選別処理が可能な(株)ワタベの埼玉工場まで運搬する。

① 回収期間

2013年1月22日～2013年3月15日

(特定品目は2月28日まで)

対象地域：中原区、高津区、宮前区、多摩区、麻生区

(人口：1,066,126人、平成25年2月1日現在) (市の人口の74.0%)

② 運搬量

1日平均約1.4t 総量約50トン

③ 回収車

アームロール車(積載量4トン)

④ 運搬距離

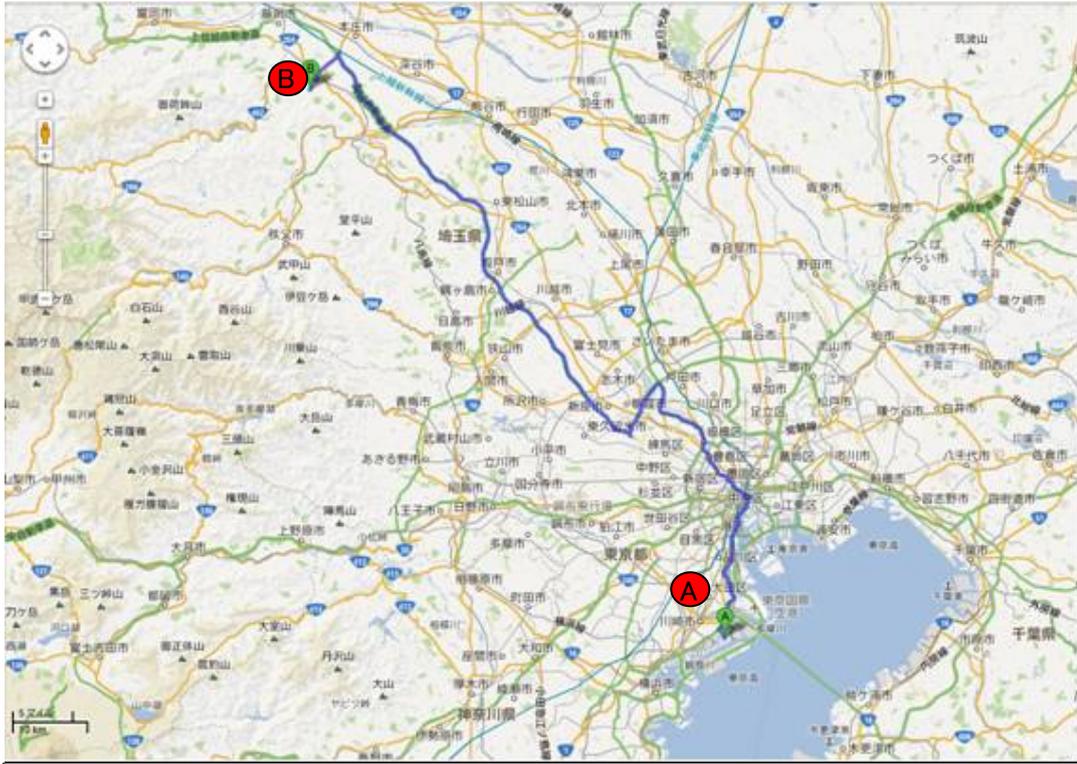
約20Km(橋処理センター～JFE環境(株))

約130Km(JFE環境(株)～ワタベ(株)) ※ 特定品目のみ



A: 橋処理センター
B: JFE環境(株)

図 2-8 橋処理センターから JFE 環境(株)までのルート



A: JFE 環境(株)
B: (株)ワタベ

図 2-9 橋処理センターから JFE 環境(株)までのルート

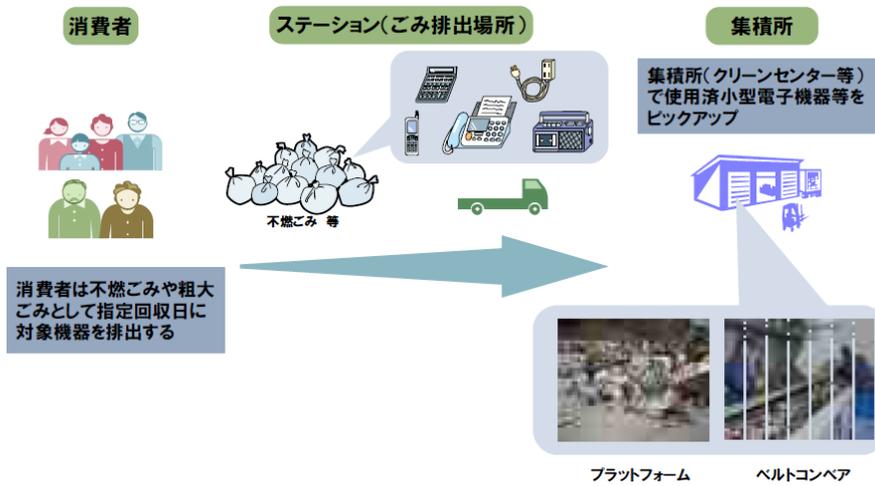


図 2-10 ピックアップ回収のイメージ

(3) 手選別

破碎処理前に特定対象品目、その他品目に分類した後、さらに以下の表 2-5 のように高品位、中品位、低品位に選別する。また、バッテリー、電池等のリサイクルが難しい部品については、この段階にて取り外す。

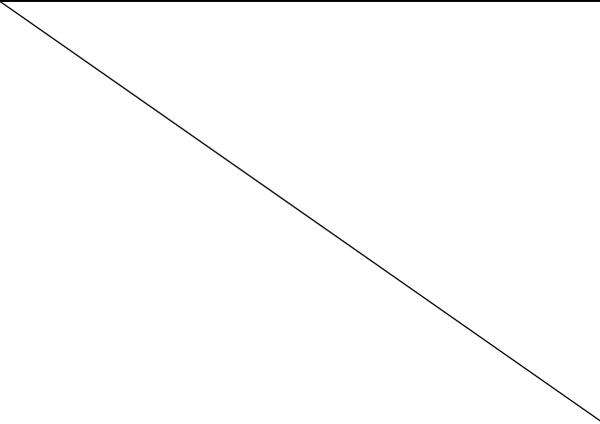
① 特定品目

特定品目では、以下の表 2-5 のように貴金属が多いと考えられる品目を順に高品位、中品位、低品位に分類した後、破碎・選別処理を行う。

表 2-5 特定品目の品位区分

〔特定高品位〕（貴金属多）	
①携帯、PC類	<ul style="list-style-type: none"> 1) 携帯電話 2) パソコン本体・タブレット端末本体
②補助記憶装置・PC 付属品	<ul style="list-style-type: none"> 1) HDD・CD/DVDドライブ・ルーター類
③ばら基板	
〔特定中品位〕（貴金属中）	
①デジタルオーディオプレーヤー	<ul style="list-style-type: none"> 1) DVDプレーヤー 2) CDプレーヤー 3) その他コンポプレーヤー
②デジカメ・ビデオカメラ・カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 1) デジカメ 2) ビデオカメラ 3) フィルムカメラ
③ビデオ等の録画・再生装置	<ul style="list-style-type: none"> 1) ビデオデッキ 2) DVD再生装置 3) チューナーその他
④電子辞書・電卓・電子書籍等	<ul style="list-style-type: none"> 1) 電子辞書 2) 電卓 3) 電子書籍端末
⑤ゲーム機類	
⑥カー用品（カーナビ・カーステレオ）	
⑦電話機・ファックス	<ul style="list-style-type: none"> 1) 電話機 2) ファックス 3) インターホンその他
⑧付属品（ACアダプター類・充電器）	
⑨PC付属品（キーボード）	
〔特定低品位〕（貴金属小）	
①電子血圧計・電子体温計	<ul style="list-style-type: none"> 1) 電子血圧計 2) 電子体温計
②理容用機器	<ul style="list-style-type: none"> 1) ヘアドライヤー・電気かみそり
③ラジカセ・ラジオ	
④プリンター	
⑤付属品（リモコン・マウス・スピーカー等）	<ul style="list-style-type: none"> 1) リモコン・マウス・コントローラー 2) スピーカー 3) ケーブル 4) 時計

【特定品目 高品位】

	
<p>①携帯、PC類 (1) 携帯電話 (2) パソコン本体・タブレット端末本体</p>	<p>②補助記憶装置類・PC 付属 (1) HDD・CD/DVD ドライブ、ルーター類</p>
	
<p>③バラ基板</p>	

【特定品目中品位】

	
<p>①デジタルオーディオプレーヤ (1) DVD プレーヤ (2) CD プレーヤ (3) その他コンポプレーヤ</p>	<p>②デジカメ、ビデオカメラ、カメラ (1) デジカメ (2) ビデオカメラ (3) フィルムカメラ</p>



- ③ビデオ等の録画・再生装置
(1) ビデオデッキ
(2) DVD再生装置
(3) チューナーその他



- ④電子辞書、電卓、電子書籍等
(1) 電子辞書
(2) 電卓
(3) 電子書籍端末



- ⑤ゲーム機類
(1) ゲーム機本体



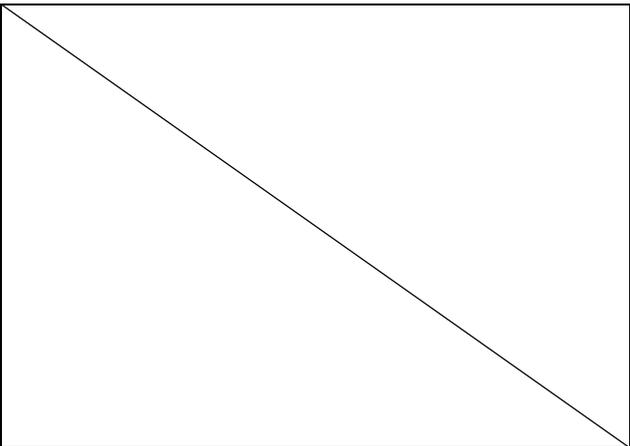
- ⑥カー用品
(1) カーナビ、カーステレオ



- ⑦電話機、ファックス
(1) 電話機
(2) ファックス
(3) インターホンその他



- ⑧付属品 (ACアダプター類)
(1) ACアダプター、充電器



⑨PC 付属品 (キーボード)
 (1) キーボード

【特定品目 低品位】



①電子血圧計・電子体温計
 (1) 電子血圧計
 (2) 電子体温計

②理容用機器
 (1) ヘアドライヤー、電気かみそり



③ラジカセ・ラジオ
 (1) ラジカセ・ラジオ(箱)
 (2) ラジカセ・ラジオ(プラ)

④プリンター
 (1) プリンター



- ⑤ 付属品（リモコン、マウス、スピーカ）
- (1) リモコン、マウス、コントローラ
 - (2) スピーカー
 - (3) ケーブル
 - (4) 時計

② その他品目

その他品目では、以下の表 2-6 のように銅を含む鉄・非鉄主体の品目を高品位、銅が含まれない鉄・非鉄主体の品目を中品位、プラ主体の品目を低品位として分類した。

表 2-6 その他品目の品位区分

【高品位】 (鉄・非鉄(銅含む)主体)	
①	空調用電気機械器具 (扇風機、除湿機等)
②	衣料・衛生用電気機械器具 (電気アイロン、電気掃除機等)
③	電気照明器具 (電動ミシン、電動工具等)
④	医療用電気機械器具 (電動式吸引器、電気マッサージ器等)
【中品位】 (鉄・非鉄(銅なし)主体)	
①	台所用電気機械器具 (ジャー、炊飯器等)
②	工具用電気機械器具 (電気ミシン、電気ドリル・グラインダー等)
④	運動用電気機械器具 (ランニングマシン等)
【低品位】 (プラ主体で鉄・非鉄少ない)	
①	計量用電気機械器具 (ヘルスメーター、台所用はかり)
②	保温用電気機械器具 (電気こたつ、電気ストーブ)
③	電子楽器及び電気楽器 (電気・電子楽器)

【その他品目 高品位】



- ①空調用電気機械器具
 (1) 扇風機
 (2) 除湿機
 (3) その他空調用



- ②衣料・衛生用電気機械器具
 (1) 電気アイロン
 (2) 電気掃除機
 (3) その他衣料・衛生用



③電気照明器具

- (1) 天井据付蛍光灯
- (2) スタンド証明
- (3) その他照明器具

④医療用電気機械器具

- (1) 電動式吸引器
- (2) 電気マッサージ機
- (3) その他医療用

【その他品目 中品位】



①台所用電気機械器具

- (1) ポット
- (2) 炊飯器
- (3) その他台所用

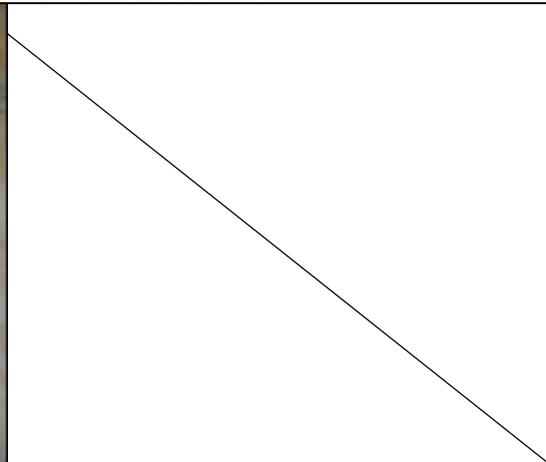
②工具用電気機械器具

- (1) 電気ミシン
- (2) 電気ドリル・グラインダ
- (3) その他電動工具

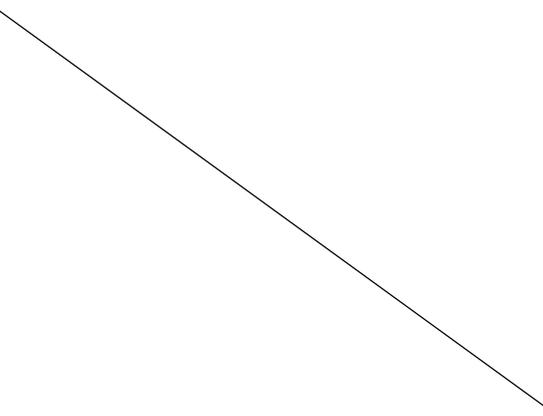


③運動用電気機械器具

- (1) ランニングマシン
- (2) その他運動用



【その他品目 低品位】

	
<p>①計量用電気機械器具 (1) ヘルスメーター (2) 台所用はかり (3) その他計量用</p>	<p>②保温用電気機械器具 (1) 電気こたつ (2) 電気ストーブ (3) その他保温用</p>
	
<p>③電子楽器および電気楽器 (1) 電気・電子楽器 (2) その他楽器</p>	

(4) 破碎・選別処理

① 特定品目の処理フロー

品位区分の分類後、破碎機、磁選機に、アルミ選別機、篩機によって、鉄、アルミ、貴金属滓、プラスチックを回収する。

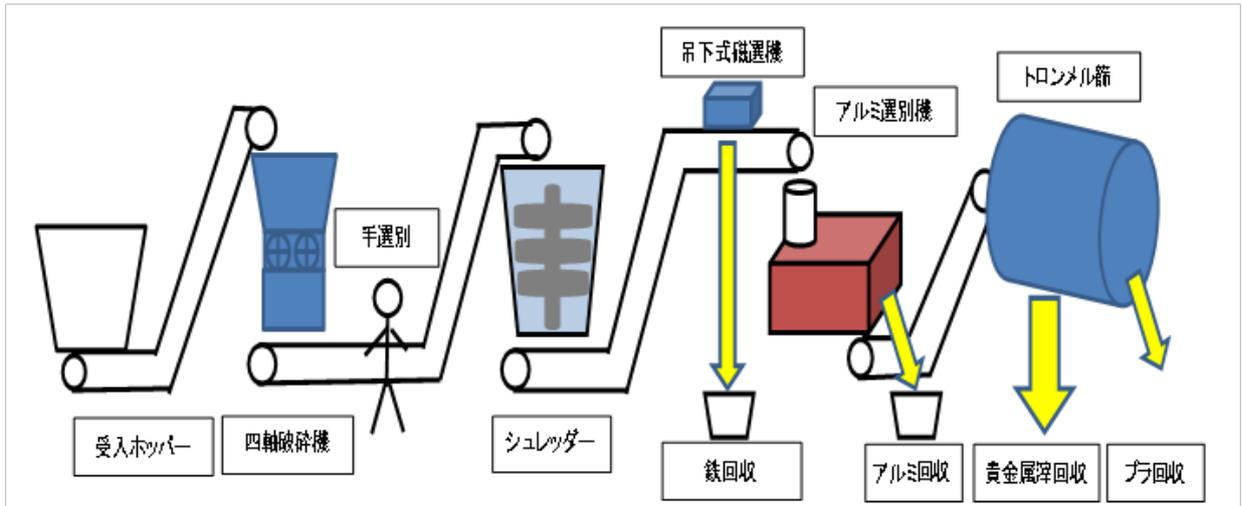


図 2-13 特定品目の機械処理ライン（イメージ）

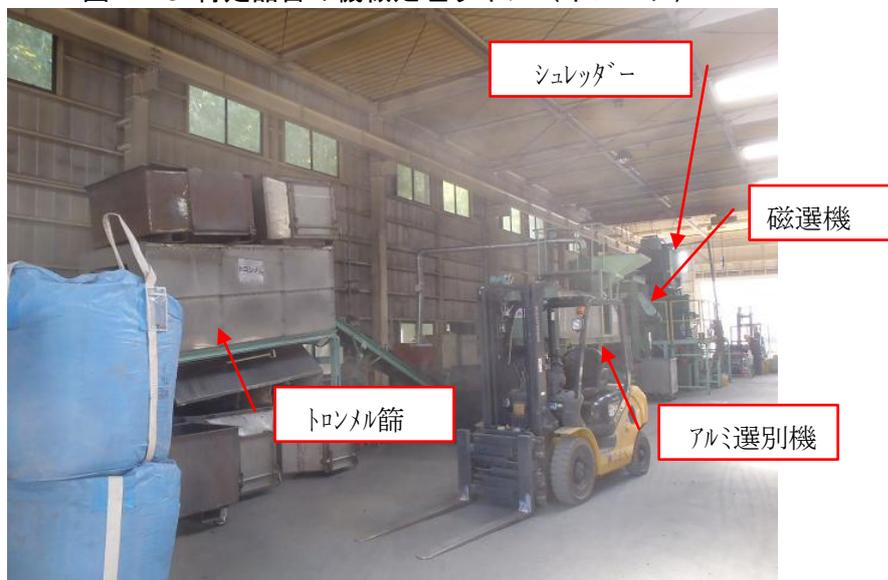


図 2-14 特定品目の機械処理ライン（写真）





② その他品目の処理フロー

品位区分の分類後、破砕機、磁選機に、アルミ選別機によって、鉄、アルミ、プラスチックを回収する。その他品目は貴金属の含有量が少ないと考えられるため、貴金属滓の選別までは行っていない。

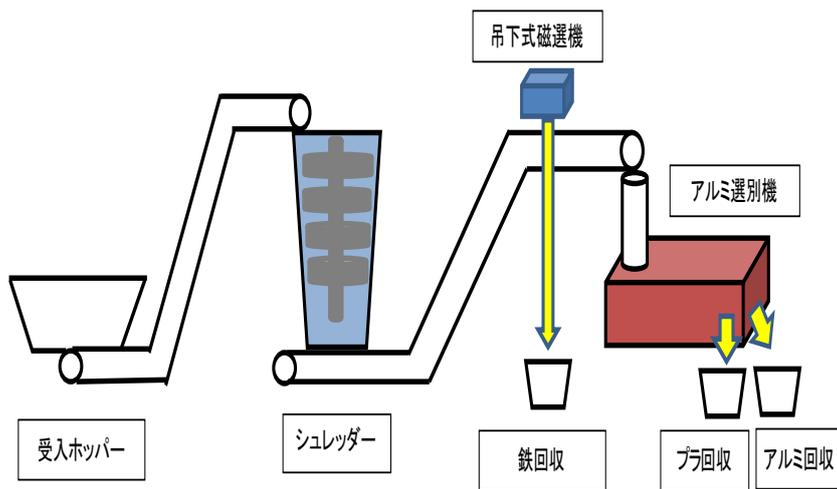


図 2-15 その他品目の機械処理ライン (イメージ)



図 2-16 その他品目の機械処理ライン (写真)



磁選機



磁選機によって選別された鉄くず



アルミ選別機（アルミ、その他金属・プラに選別）

アルミ選別機：強力な永久磁石を内蔵するアルミ選別ドラムを高速に回転させると、ドラム表面の磁界がN極S極とめまぐるしく入れ替わり、強力な回転磁界が発生する。ここにアルミニウムや銅などを通過させると電磁誘導現象による渦電流が発生し、この渦電流と磁界相互作用により、アルミニウムや銅などが前方に推進力を受けて加速して飛び出し選別できる。磁界に反応しないプラスチックは下に落ちて選別される。



その他金属・プラくず



アルミ・銅

③ プラスチック等の選別

アルミ選別後のプラスチック等について、比重液（比重 1.0、1.1、1.2 の3種）にて、比重分離を行い、比重 1.0 より軽いプラスチックを PP、比重 1.0 と 1.1 の間のプラスチックを PS・ABS と分別した。

なお、その他品目の中品位①台所用電気機械器具のみ、さらに銅分と樹脂別の選別技術の検討を行った。

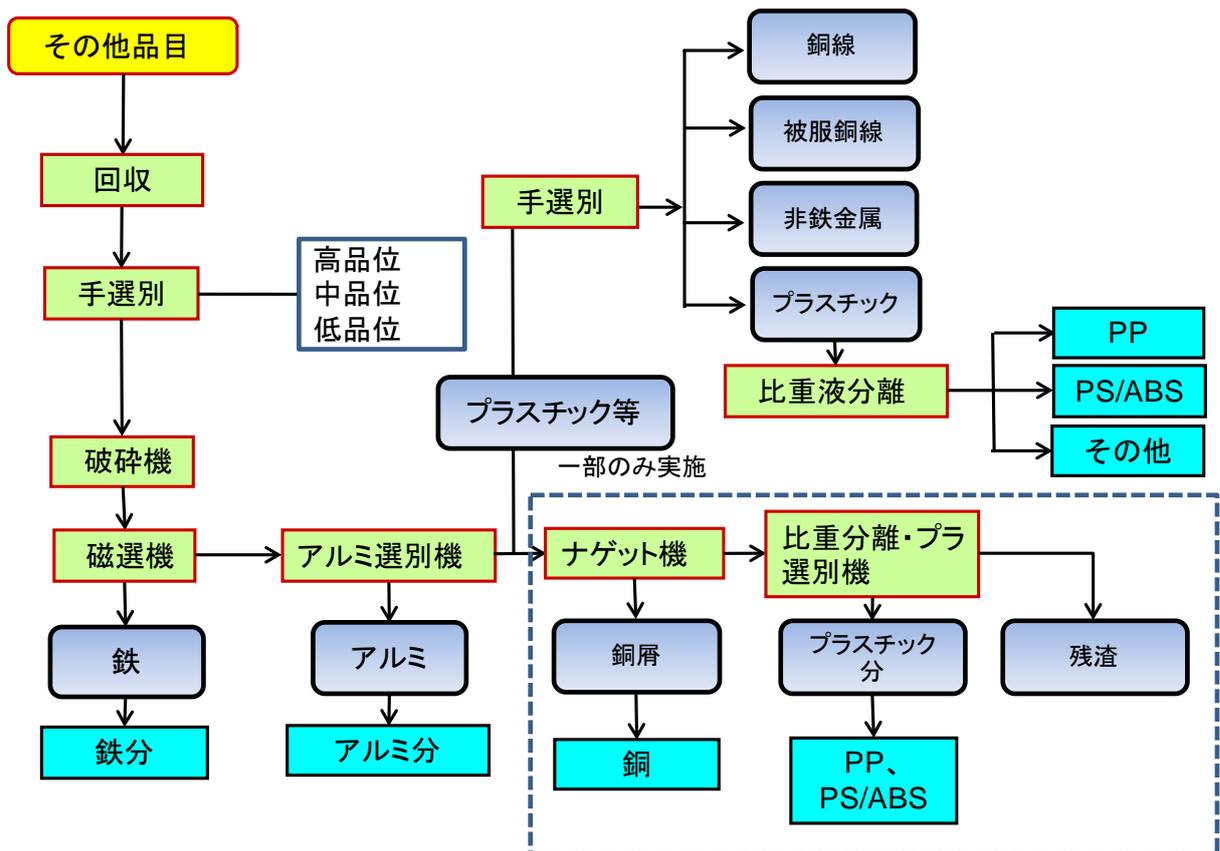


図 2-17 その他品目の処理フロー（再掲）

1) 銅選別技術の検討

アルミ選別後のプラスチック類から銅分の選別技術の検討を行った。プラスチック中には、銅分として銅線および被覆銅線が存在する。そのため、被覆銅線の銅分も同時に回収する目的で、回収プラスチックを一旦粉砕機にて粉砕(8mm アンダー)して被覆銅線の被覆を剥がすとともに、プラスチック粒度を揃えた後に、電線処理に用いられるナゲット処理機にて湿式比重分離を行った。

なお、この実験は全ての品目ではなく、その他品目の台所用電気機械器具について、実施を行った。

その結果、選別された回収物を分析したところ、約 64%が銅、27%がステンレス、9%がガラス片だった。プラスチック等全体として含まれていた銅は約 6%だった。

なお、ナゲット機での処理は、三立機械工業株式会社の協力で、同社の湿式ナゲット機

WN-800 型を使用した。



図 2-18 ナゲット機（湿式比重分離機）による銅選別



図 2-19 分離された銅分の詳細

2) プラスチック樹脂別の選別技術検討

回収されたプラスチックの樹脂別の選別技術として、①ハイドロサイクロン機による比重分離と、②樹脂別での選別が可能な近赤外分光プラスチック選別機による分別を実施した。なお、サンプルは前述の所用電気機械器具のプラスチック等から銅分を分離した後のプラスチック等を用いた。

i) ハイドロサイクロン機による比重分離

ハイドロサイクロン機は、三立機械工業製のハイドロシステム S-100 型を使用した。



図 2-20 ハイドロサイクロン機（比重分離機）によるプラ選別

試験の結果、回収された軽比重分の純度は、PP97.5%、重比重成分 2.5%であった。また、重比重分では、PP9.6%、重比重成分 90.4%であった。この方法は、設備がシンプル・廉価で今後活用できるものと考ええる。

表 2-7 ハイドロサイクロン機選別後による各樹脂の割合

樹脂		割合
軽比重分	PP	97.5%
	重比重成分	2.5%
	合計	100.0%
重比重分	PP	9.6%
	重比重成分	90.4%
	合計	100.0%

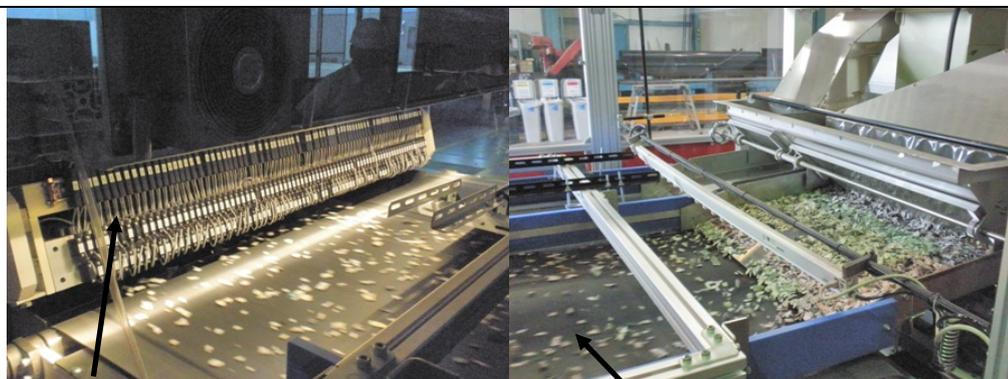
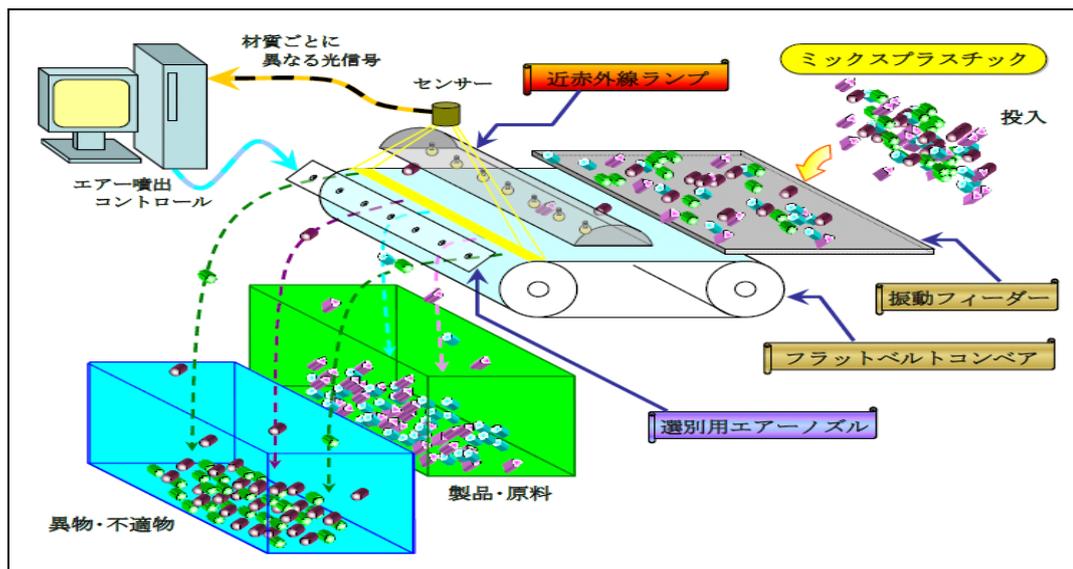
ii) 近赤外分光プラスチック選別機による選別

近赤外分光プラスチック選別機による選別は、ダイオーエンジニアリング株式会社の協力でエアロソータⅢを使用した。なお、サンプルはハイドロサイクロン機にて分離した重比重分のプラスチックを使用した。試験の結果選別された各樹脂の割合は以下の表 2-8 の通りである。

異成分プラスチックまたは黒色等で識別できなかったものが 57.2%あった。非識別対象の成分分析、および回収率の向上については、今後の課題と考えられた。

表 2-8 近赤外分光プラスチック選別機による各樹脂の割合

樹脂	割合
ABS	26.2%
PP	13.5%
PS	3.1%
識別不能	57.2%
合計	100.0%



検出器 318 チャンネル
4mm ピッチ

投入コンベヤ 150m/s

図 2-21 エアソータⅢ（近赤外分光プラ選別機）によるプラ選別

(5) 有用金属、プラスチック含有量分析

破碎・選別処理して回収された資源物は、各々秤量して集計し、プラスチック類については、含まれる金属類（銅線、被覆銅線、非鉄金属）を手選別で選別して秤量、集計した。

選別後のプラスチックについては、比重液（比重 1.0、1.1、1.2 の3種）にて、比重分離を行った後、PP、PS/ABS の区分で秤量、集計した。

(6) 焼却灰における重金属含有量分析

焼却灰中の鉛の一部は、家電類の基板中の鉛が考えられる。そこで、川崎市の協力を得て、当該処理物の可燃物を焼却している浮島処理センター焼却炉の飛灰をサンプリングし、鉛濃度を測定するとともに、回収選別した小型家電のうち、特定品目の高品位、中品位品の貴金属滓中の鉛濃度を分析して、低減効果を評価する。

また、以下の図表に浮島処理センターの概要を示す。

表 2-9 浮島処理センターの通常時の稼働状況

処理量	300t/日・基 (×3 基)
処理方式	全連続燃焼式機械炉 (NKK・フェルント式)
飛灰中鉛濃度*	平成 24 年 5 月 29 日 1,100mg/kg
	平成 24 年 7 月 30 日 910mg/kg

* : 試験方法 昭和 63 年 農水管第 127 号「底質調査方法」

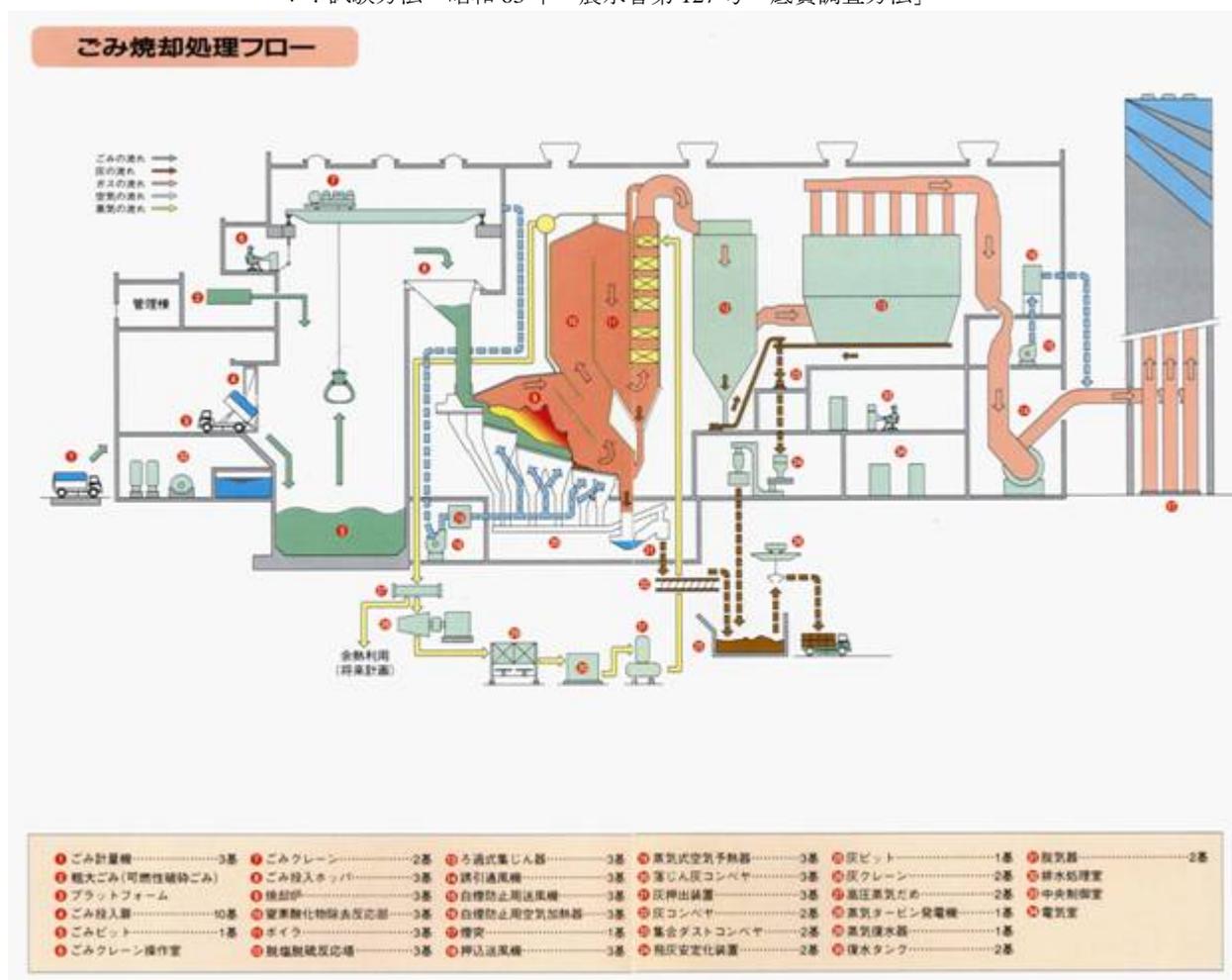


図 2-22 浮島処理センターフロー図

(出典) 川崎市 HP 浮島処理センター施設概要

2.5 実証実験結果

2.5.1 廃小電の回収量

(1) 小物金属および小型家電の回収量

小物金属は、1日平均約8トン回収されそのうち、小型家電が1日平均 1,353kg 回収された。小型家電のなかで、小型家電の割合は、16.8%だった。なお、特定品目は、処理後の貴金属分析のスケジュールの都合上、2月28日で選別・回収を終了した。

表 2-10 廃小電の回収量 (単位:kg)

回収日	小物金属	特定品目	その他品目	区分不明・残査	合計	小電比率
1月23日(水)	8,530	500	751	41	1,292	15.1%
1月24日(木)	8,020	587	631	0	1,218	15.2%
1月25日(金)	6,950	494	585	0	1,078	15.5%
1月28日(月)	8,100	608	629	0	1,237	15.3%
2月1日(金)	6,760	494	658	110	1,262	18.7%
2月4日(月)	9,040	858	786	34	1,679	18.6%
2月5日(火)	11,980	944	1,167	54	2,164	18.1%
2月6日(水)	11,690	710	937	33	1,680	14.4%
2月7日(木)	10,180	935	1,129	47	2,111	20.7%
2月8日(金)	6,280	440	612	32	1,085	17.3%
2月11日(月)	6,930	475	695	16	1,186	17.1%
2月12日(火)	9,240	674	869	21	1,565	16.9%
2月13日(水)	8,590	562	988	31	1,581	18.4%
2月14日(木)	7,990	617	894	32	1,543	19.3%
2月15日(金)	6,600	564	703	33	1,300	19.7%
2月18日(月)	8,870	704	902	27	1,634	18.4%
2月19日(火)	7,950	546	819	20	1,385	17.4%
2月20日(水)	8,670	639	835	27	1,500	17.3%
2月21日(木)	7,730	519	711	22	1,253	16.2%
2月22日(金)	7,710	466	633	29	1,127	14.6%
2月25日(月)	7,910	542	759	41	1,342	17.0%
2月26日(火)	7,010	537	707	22	1,267	18.1%
2月27日(水)	6,810	485	624	12	1,121	16.5%
2月28日(木)	7,140	511	696	48	1,255	17.6%
3月1日(金)	6,930	—	594	11	606	8.7%
3月4日(月)	9,630	—	924	13	936	9.7%
3月5日(火)	8,170	—	766	15	781	9.6%
3月6日(水)	9,150	—	798	28	827	9%
3月7日(木)	8,290	—	702	13	715	9%
3月8日(金)	7,170	—	653	12	665	9%
3月11日(月)	6,700	—	708	15	723	11%
3月12日(火)	6,670	—	545	11	557	8%
3月13日(水)	7,660	—	693	13	706	9%
3月14日(木)	6,720	—	535	18	552	8%
3月15日(金)	7,880	—	709	17	726	9%
総計	281,650	14,411	26,346	897	41,653	14.5%
平均(kg/日)	8,047	600	753	26	1,379	
1月23日～2月28日	196,680	14,411	18,719	732	33,862	16.8%

(2) 特定品目回収量

特定品目の回収量は割合順に低品位のリモコン・スピーカー等の付属品 15.5%、低品位のラジカセ・ラジオ 14.3%、高品位の記憶装置・ルーター等 PC 付属品 11.4%、中品位の AC アダプター等付属品 11.2%、中品位のビデオ類 9.6%、中品位の電話・ファックス 8.7%で、合計 70.7%を占めた。

表 2-11 特定品目回収量 (単位:kg)

特定品目		合計	比率
高品位	①携帯・PC類		
	1) 携帯電話	71.2	
	2) パソコン本体・タブレット端末本体	236.3	
	計	307.5	2.1%
	②補助記憶装置・PC付属品		
	1) HDD・CD/DVDドライブ・ルーター類	1649.7	
	計	1649.7	11.4%
	③バラ基板		
	1) ばら基板	289.6	
計	289.6	2.0%	
高品位合計		2246.8	15.6%
中品位	①デジタルオーディオプレーヤー		
	1) DVDプレーヤー	37	
	2) CDプレーヤー	48.1	
	3) その他エポプレーヤー	86.5	
	計	171.6	1.2%
	②デジカメ・ビデオカメラ・カメラ		
	1) デジカメ	101.1	
	2) ビデオカメラ	103.6	
	3) フィルムカメラ	180.2	
	計	384.9	2.7%
	③ビデオ等の録画・再生装置		
	1) ビデオデッキ	444.6	
	2) DVD再生装置	360.9	
	3) チューナーその他	571.7	
	計	1377.2	9.6%
	④電子辞書・電卓・電子書籍等		
	1) 電子辞書	39	
	2) 電卓	48.1	
	3) 電子書籍端末	3.2	
	計	90.3	0.6%
⑤ゲーム機類			
1) ゲーム機本体	574.9		
計	574.9	4.0%	
⑥カー用品			
1) カーナビ・カーステレオ	163.4		
計	163.4	1.1%	
⑦電話機・ファックス			
1) 電話機	625.1		
2) ファックス	630.9		
3) インターホンその他	4.7		
計	1260.7	8.7%	
⑧付属品 (ACアダプター類)			
1) ACアダプター・充電器	1621		
計	1621	11.2%	
⑨PC付属品 (キーボード)			
1) キーボード	225.3		
計	225.3	1.6%	
中品位合計		5869.3	40.7%

特定品目		合計	比率
低 品 位	①電子血圧計・電子体温計		
	1) 電子血圧計	55.6	
	2) 電子体温計		
	計	56.3	0.4%
	②理容用機器		
	1) ヘアドライヤー・電気かみそり	1377.8	
	計	1377.8	9.6%
	③ラジオ・ラジオ		
	1) ラジオ・ラジオ(箱)	877	
	2) ラジオ・ラジオ(プラ)	1176.7	
	計	2053.7	14.3%
	④プリンター		
	1) プリンター	576.5	
	計	576.5	4.0%
	⑤付属品(リモコン・マウス・スピーカー等)		
1) リモコン・マウス・コントローラー	918.3		
2) スピーカー	1074.2		
3) ケーブル	84.1		
4) 時計	154.2		
計	2230.8	15.5%	
低品位合計	6295.1	43.7%	
特定品目合計	14411.2	100%	

(3) その他品目回収量

その他品目では、中品位の台所用が 51.7%と半数以上を占め、高品位の衣料・衛生用 13.2%、高品位の電気照明用 9.8%、高品位の空調用 9.7%で、この4種類で 84.4%を占めた。

表 2-12 その他品目回収量 (単位:kg)

その他品目		合計	比率
高品位	①空調用電気機械器具	-	
	1) 扇風機	734.3	
	2) 除湿機	1810.9	
	3) その他空調用	10.4	
	計	2555.6	9.7%
	②衣料・衛生用電気機械器具	-	
	1) 電気アイロン	1496.8	
	2) 電気掃除機	1601.7	
	3) その他衣料・衛生用	391.2	
	計	3489.7	13.2%
	③電気照明器具	-	
	1) 天井据付蛍光灯	1703.8	
	2) スタブ照明	837.9	
	3) その他照明器具	37.3	
	計	2579	9.8%
	④医療用電気機械器具	-	
1) 電動式吸引器	11.8		
2) 電気マッサージ器	440.5		
3) その他医療用	11.2		
計	463.5	1.8%	
高品位合計		9087.8	34.5%
中品位	①台所用電気機械器具	-	
	1) ボット	3297.5	
	2) 炊飯器	3480	
	3) その他台所用	6845	
	計	13622.5	51.7%
	③工具用電気機械器具	-	
	1) 電気シン	258.9	
	2) 電気ドリル・グラインダー	252.5	
	3) その他電動工具	290.9	
	計	802.3	3.0%
④運動用電気機械器具	-		
1) ランニングマシン	9		
2) その他運動用	-		
計	9		
中品位合計		14433.8	54.8%
低品位	①計量用電気機械器具	-	
	1) ヘルスマーター	1603.6	
	2) 台所用はかり	37.3	
	3) その他計量用	-	
	計	1646	6.2%
	②保温用電気機械器具	-	
	1) 電気こたつ	346	
	2) 電気ストーブ	481.7	
	3) その他保温用	290.8	
	計	1118.5	4.2%
③電子楽器及び電気楽器	-		
1) 電気・電子楽器	59.4		
2) その他楽器	-		
計	59.4	0.2%	
低品位合計		2823.9	10.7%
その他品目合計		26,345.5	100.0%

2.5.2 金属含有量、プラスチック含有量の分析

(1) 特定品目

特定品目における金属、プラスチック含有量と含有率の結果を以下の表 2-13、表 2-14 に示す。なお、貴金属は含有率が高いと考えられる高品位と中品位のみを分析した。なお、当初、評価対象としていたプラチナ、パラジウムについては、検出されなかった。

この結果によると、基板類が含まれる高品位において、金が 0.0026%、銀が 0.0158%含有されていた。

表 2-13 特定品目の金属・プラスチックの含有量（単位:kg）

成分	特定品目					合計	割合	1トン当たり 含有量(kg) (金、銀(g))	
	高品位	中品位	低品位						
			①ラジカセ	②理容用	その他				
金	0.059	0.035	-	-	-	0.094	0.0007%	7	
銀	0.356	0.397	-	-	-	0.753	0.0057%	57	
銅	49.6	261	18	27	591	945.6	7.2%	72	
鉄	832.0	2,281	980	275	70	4,438.0	33.6%	336	
アルミ	181.0	149	68	37	23	458.1	3.5%	35	
ステンレス	110.6	117	47	47	66	388.1	2.9%	29	
プラスチック	PP	1.0	13	15	52	80	161.8	1.2%	12
	PS/ABS	67.4	67	688	188	688	1,698.1	12.8%	128
	その他	338.5	1,281	167	310	542	2,638.6	20.0%	200
貴金属滓(金銀除く)	675.9	1,814				2,489.7	18.8%	188	
合計	2,256.0	5,983	1,983	936	2,060	13,218.0	100.0%	1,064	

表 2-14 特定品目の金属・プラスチックの含有率

成分	特定品目					全体	
	高品位	中品位	低品位				
			①ラジカセ	②理容用	その他		
金	0.0026%	0.0006%	-	-	-	0.0007%	
銀	0.0158%	0.0066%	-	-	-	0.0057%	
銅	2.2%	4.4%	0.9%	2.8%	1.1%	7.2%	
鉄	36.9%	38.1%	49.4%	29.4%	28.7%	33.6%	
アルミ	8.0%	2.5%	3.4%	4.0%	3.4%	3.5%	
ステンレス	4.9%	2.0%	2.4%	5.0%	3.2%	2.9%	
プラスチック	PP	0.0%	0.2%	0.8%	5.6%	3.9%	1.2%
	PS/ABS	3.0%	1.1%	34.7%	20.1%	33.4%	12.8%
	その他	15.0%	21.4%	8.4%	33.1%	26.3%	20.0%
合計	18.0%	22.7%	43.9%	58.8%	63.6%	34.0%	
貴金属率(金銀除く)	29.9%	30.3%				18.8%	
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

(2) その他品目

その他品目における金属、プラスチック含有量と含有率の結果を以下の表 2-15、表 2-16 に示す。

表 2-15 その他品目の金属・プラスチック含有量（単位:kg）

成分	その他品目									合計	割合	1トン当たり 含有量(kg)	
	高品位				中品位		低品位						
	①空調用	②衣料・衛生用	③電気照明用	④医療用	①台所用	②工具用	①計量用	②保温用	④電子楽器				
金	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
銀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鉄	784	995	1,806	157	5,651	416	1,085	684	12	11,590	48.4%	484	
アルミ	136	362	72	20	892	58	10	23	2	1,575	6.6%	66	
銅	133	103	127	23	294	11	4	13	0	708	3.0%	30	
ステンレス	54	80	34	6	375	5	30	11	1	597	2.5%	25	
プラスチック	PP	165	412	36	24	2,183	5	12	75	2	2,914	12.2%	122
	PS/ABS	896	774	237	128	1,791	114	332	49	36	4,358	18.2%	182
	その他	180	527	197	84	1,031	81	33	89	7	2,228	9.3%	93
合計	1,240	1,713	471	236	5,006	200	377	213	45	9,501	39.6%	396	
合計	2,347	3,253	2,510	442	12,218	690	1,507	944	60	23,971	100.0%	1,000	

表 2-16 その他品目の金属・プラスチック含有率（単位:kg）

成分	その他品目									全体	
	高品位				中品位		低品位				
	①空調用	②衣料・衛生用	③電気照明用	④医療用	①台所用	②工具用	①計量用	②保温用	④電子楽器		
金	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
銀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鉄	33.4%	30.6%	72.0%	35.5%	46.3%	60.3%	72.0%	72.5%	20.0%	48.4%	
アルミ	5.8%	11.1%	2.9%	4.5%	7.3%	8.4%	0.7%	2.4%	3.3%	6.6%	
銅	5.7%	3.2%	5.1%	5.2%	2.4%	1.6%	0.3%	1.4%	0.2%	3.0%	
ステンレス	2.3%	2.5%	1.4%	1.5%	3.1%	0.7%	2.0%	1.1%	2.2%	2.5%	
プラスチック	PP	7.0%	12.7%	1.4%	5.5%	17.9%	0.7%	0.8%	7.9%	2.5%	12.2%
	PS/ABS	38.2%	23.8%	9.5%	28.9%	14.7%	16.5%	22.0%	5.2%	60.8%	18.2%
	その他	7.7%	16.2%	7.9%	18.9%	8.4%	11.8%	2.2%	9.4%	11.0%	9.3%
合計	52.8%	52.7%	18.8%	53.3%	41.0%	29.0%	25.0%	22.6%	74.2%	39.6%	
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

2.5.3 焼却灰の分析結果

本実証実験期間中に、川崎市で回収される小物家電から小型家電を選別したことにより、同期間中の焼却灰中の鉛濃度の低減が期待されるため、焼却飛灰中の鉛濃度の分析を行った。また、小型家電特定品目について、破碎後の貴金属滓に鉛が多く含まれることが想定されるため、貴金属滓中の鉛濃度の分析を行った。この結果から、飛灰の鉛溶出を抑制する際に使用される薬剤処理費用の削減便益を算定した。

① 焼却飛灰中の鉛濃度の測定結果

川崎市浮島処理センターの焼却飛灰について、2013年1月22日から3月15日まで週別にサンプリングを行い、飛灰中の鉛濃度を測定した。

1) サンプリング期間

2013年1月22日～2013年3月15日

2) サンプリング場所

飛灰出口で薬剤注入前

3) サンプリング方法

上記場所での1回/日のサンプルを、1週間分を混合・縮分して試料を作成した。

4) 焼却灰中鉛含有濃度の測定結果

浮島処理センターにおける実証実験期間中の飛灰の発生量は、17トン/日であった。分析結果を表3-13に示す。

表 3-13 実証実験期間中の飛灰中鉛濃度

週	1/22～ 1/25	1/28～ 2/1	2/7～ 2/9	2/12～ 2/16	2/18～ 2/22	2/25～ 3/1	3/4～ 3/8	3/11～ 3/15	平均
鉛濃度 (mg/kg)	1,380	1,390	930	950	1,160	1,120	1,190	1,360	1,185

※2月2日～2月6日は休炉期間

5) 通常稼働時の焼却飛灰中鉛濃度*

実証実験期間以外の焼却飛灰中鉛濃度は、次の数値であった。

平成24年5月29日 1,100mg/kg

平成24年7月30日 910mg/kg

*：試験方法 昭和63年 農水管第127号「底質調査方法」

② 小型家電・特定品目中の鉛濃度の測定結果

川崎市の小物金属から手選別により回収した小型家電のうち、特定品種の高品位および中品位品について、鉛の濃縮が期待される貴金属滓について、鉛濃度を測定した。その結果を用いると、小型家電特定品目に含まれる鉛濃度は4,519mg/kgとなった。

表 3-14 小型家電特定品目の貴金属滓中の鉛濃度と製品鉛濃度

処理日	高品位品		中品位品		平均値 (mg/kg)
	2月14日	3月7日	2月14日	3月7日	
小型家電処理量 (kg)	916	1,345	2,064	3,919	
貴金属滓量(kg)	275	444	700	1,331	
貴金属滓中の鉛濃度(mg/kg)	9,500	6,100	22,800	12,000	
鉛量 (kg)	2.61	2.71	15.96	15.97	
製品鉛濃度(mg/kg)	2,852	2,014	7,733	4,076	
平均鉛濃度(mg/kg)	2,353		5,337		4,519

③ 小型家電の回収による焼却飛灰中の鉛濃度低減効果の算定

焼却飛灰中の鉛濃度低減効果を算定するため、使用済小型電子機器等の回収に係るガイドラインの以下の式から、小型家電の回収により減少する焼却飛灰中の鉛減少量を算定した。その結果鉛量は 2.0kg/日の低減効果となった。これは飛灰中鉛の 10.2%となる。

なお、本実証実験では鉛が濃縮されている貴金属滓中の含有量データを用いたことから、焼却比率は用いていない。

$$\begin{aligned} \text{減少する鉛量(kg)} = & \text{1,353kg/日} \times \text{0.0045kgPb/小電 kg} \\ & \text{(小型家電回収量)} \quad \text{(小型家電中鉛濃度)} \\ & \times 32.8\% \\ & \text{(焼却時の飛灰への分配率)*} \\ & = 1.997\text{kgPb/日} \end{aligned}$$

*：使用済小型電子機器等の回収に係るガイドライン（案）36頁より引用

また、鉛減少によるキレート薬剤処理コスト削減額は、以下の式から 9,985 円/日（約 3,000 千円/年）となった。

$$\begin{aligned} \text{薬剤処理コスト削減便益 (円/日)} = & \text{1.997kg/日} \times \text{5,000 円/kgPb} \\ & \text{(減少する)} \quad \text{(キレート薬剤処理)} \\ & \text{飛灰中の鉛)} \quad \text{単価)} \\ & = 9,985 \text{ 円/日} \end{aligned}$$

2.5.4 回収金属、プラスチックの経済性評価

回収した金属、プラスチック含有量の経済性評価のため、品位別での含有率から、それぞれの単価を乗じて、品位別に 1 キロ当たりの経済性を評価した。

(1) 単価の設定

金属、プラスチック含有量の経済性評価のための、単価については以下のように設定した。

- 1) 金・銀・銅（特定高、中品位）は、A 社 2013 年 2 月分の決定価格
- 2) 銅（特定低品位、その他品種）は、電解銅建値の 8 割； $780 \text{ 円/kg} \times 0.8 = 624 \text{ 円/kg}$
- 3) 鉄は、スクラップ H2 ランク価格； 26 円/kg
- 4) アルミは、アルミ地金価格の 6 割； $232 \text{ 円/kg} \times 0.6 = 139 \text{ 円/kg}$

- 5) ステンレスは、鉄スクラップ H2 ランク価格
 6) プラスチックは、再生樹脂会社へヒアリング
 2)~5)の数値の出典は、鉄鋼新聞 (2013.3.08 付)

表 2-17 単価の設定 (単位:円/kg)

成分	単価(円/kg)
金	4,555,000
銀	83,170
銅(特定高/中)	400
銅(特定低,その他)	624
鉄	26
アルミ	139
ステンレス	26
プラ・PP	40
プラ・PS/ABS	20

(2) 特定品目

特定品目の各品位別で 1kg 当たりの金属含有量、プラスチック含有量の割合から単価を乗じて、算出した結果を以下の表 2-18 に示す。高品位の経済性が最も高く 161 円/kg、中品位が 60 円/kg、低品位が 28~38 円という結果となった。なお、加重平均は 65.3 円/kg となった。

表 2-18 特定品目の経済性評価 (単位:円/kg)

成分	単価(円/kg)	特定品目					加重平均
		高品位	中品位	低品位			
				①ラジカセ	②理容用	その他	
金	4,555,000	119.3	26.7	-	-	-	29.5
銀	83,170	13.1	5.5	-	-	-	4.3
銅(特定高/中)	400	8.8	17.4	-	-	-	8.5
銅(特定低,その他)	624	-	-	5.6	17.7	7.0	3.9
鉄	26	9.6	9.9	12.8	7.6	7.5	9.6
アルミ	139	11.2	3.5	4.8	5.5	4.7	5.3
ステンレス	26	1.3	0.5	0.6	1.3	0.8	0.8
プラ・PP	40	0.0	0.1	0.3	2.2	1.6	0.6
プラ・PS/ABS	20	0.6	0.2	6.9	4.0	6.7	2.9
合計(¥/kg)		163.8	63.9	31.1	38.4	28.3	65.3

(3) その他品目

その他目における各品位の1kg当たりの金属含有量、プラスチック含有量の割合から単価を乗じて、算出した結果を以下の表 2-19 に示す。高品位の空調用が最も高く 63.2 円/kg、その他の高品位は 53.6 円/kg～57.0 円/kg、中品位は 41.3～48.1 円/kg、低品位が 24.7～35.5 円という結果となった。なお、加重平均は 49.1 円/kg となった。

表 2-19 その他品目の経済性評価（単位：円/kg）

その他品目									
高品位				中品位		低品位			加重平均
①空調用	②衣料・衛生用	③電気照明用	④医療用	①台所用	②工具用	①計量用	②保温用	④電子楽器	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.4	19.7	31.5	32.2	15.0	10.2	1.7	8.8	1.1	18.3
8.7	8.0	18.7	9.2	12.0	15.7	18.7	18.8	5.2	12.6
8.1	15.5	4.0	6.3	10.1	11.7	0.9	3.4	4.6	9.1
0.6	0.6	0.4	0.4	0.8	0.2	0.5	0.3	0.6	0.6
2.8	5.1	0.6	2.2	7.1	0.3	0.3	3.2	1.0	4.9
7.6	4.8	1.9	5.8	2.9	3.3	4.4	1.0	12.2	3.6
63.2	53.6	57.0	56.1	48.1	41.3	26.6	35.5	24.7	49.1

2.5.5 コスト評価

実証事業でのコスト評価は 1kg 当たりのコスト（円/kg）で算出する。

① 廃小電の引取料金

廃小電の引取について、今回の実証事業では、川崎市より無償で提供を受けている。しかし、実際の事業化にあたっては、廃小電を有償で引き取ることになるため、引取料金を他の自治体での廃小電の入札価格を参考にする。経済産業省「平成23年度我が国情報経済社会における基盤整備（小型家電のリサイクルに係る先進的取組事例の研究）調査報告書」によれば、自治体によって 3.6 円/kg～21 円/kg と幅がある。

今回は経済性の高い特定品目の高品位、中品位を 10 円/kg と設定し、経済性の低い特定品目の低品位、その他品目については無償での引取を想定し、0 円/kg と仮定した。

- 廃小電の引取料金（特定品目高品位・中品位） 10 円/kg（仮定値）
（特定品目低品位、その他品目）0 円/kg（仮定値）

② 分別回収コスト

分別回収コストは実際の事業化にあたっては、橘処理センターにおける小物金属から廃小電の分別回収のコストを自治体側での処理することを想定する。

なお、実証実験での分別回収コストは 30 円/kg だった。

③ 運搬コスト

運搬コストは橘処理センターから JFE 環境㈱までの廃小電の運搬コストである。実証実験より運搬コストは以下のとおりとなった。

- 廃小電の運搬 10 円/kg（実験値）

④ 手選別、破碎・選別処理コスト

手選別、破碎・選別処理コストは貴金属滓まで選別する処理がある特定品目の高品位、中品位のコストと特定品目の低品位、その他品目のコストで差異がある。

- 特定品目（高・中品位） 45 円/kg（実験値）
- 特定品目（低品位）、その他品目 30 円/kg（実験値）

⑤ コスト合計

①から④までのコストを以下の表 2-20 に整理した。特定品目の高品位、中品位は 65 円/kg、特定品目の低品位、その他品目は 40 円/kg となった。

表 2-20 特定品目とその他品目のコスト評価（単位：円/kg）

区分		特定品目 (高・中品位)	特定品目(低品位)、その他品目
引取料金		10	-
処理コスト	運搬費	10	10
	手選別・破碎・ 選別処理費	45	30
合計		65	40

2.6 環境負荷削減効果の評価

2.6.1 基本方針

- ・評価対象は、鉄、銅、アルミ、金、銀、プラスチック（PP、PS、ABS）、残渣（ミックスプラ等）である。
- ・廃小電リサイクルケースは小物金属から回収した廃小電が再資源化されるまでを評価範囲とする。
- ・ベースラインは桶処理センターにて、小物金属中の廃小電から鉄、アルミを再資源化し、その後の残渣を焼却・埋立処理とする。残渣はプラスチック類を評価する。
- ・代替資源としてRPFは石炭の代替とする。また、再生地金（金、銀、銅）は新地金（金、銀、銅）、再生プラスチック(PP、PS、ABS)はバージンプラスチック(PP、PS、ABS)の代替とする。

2.6.2 評価範囲

- ・評価範囲としては小型家電の回収から再資源化までを対象とする。
- ・ベースラインでは、廃小電は小物金属中のごみとして処理された評価となることに留意が必要である。

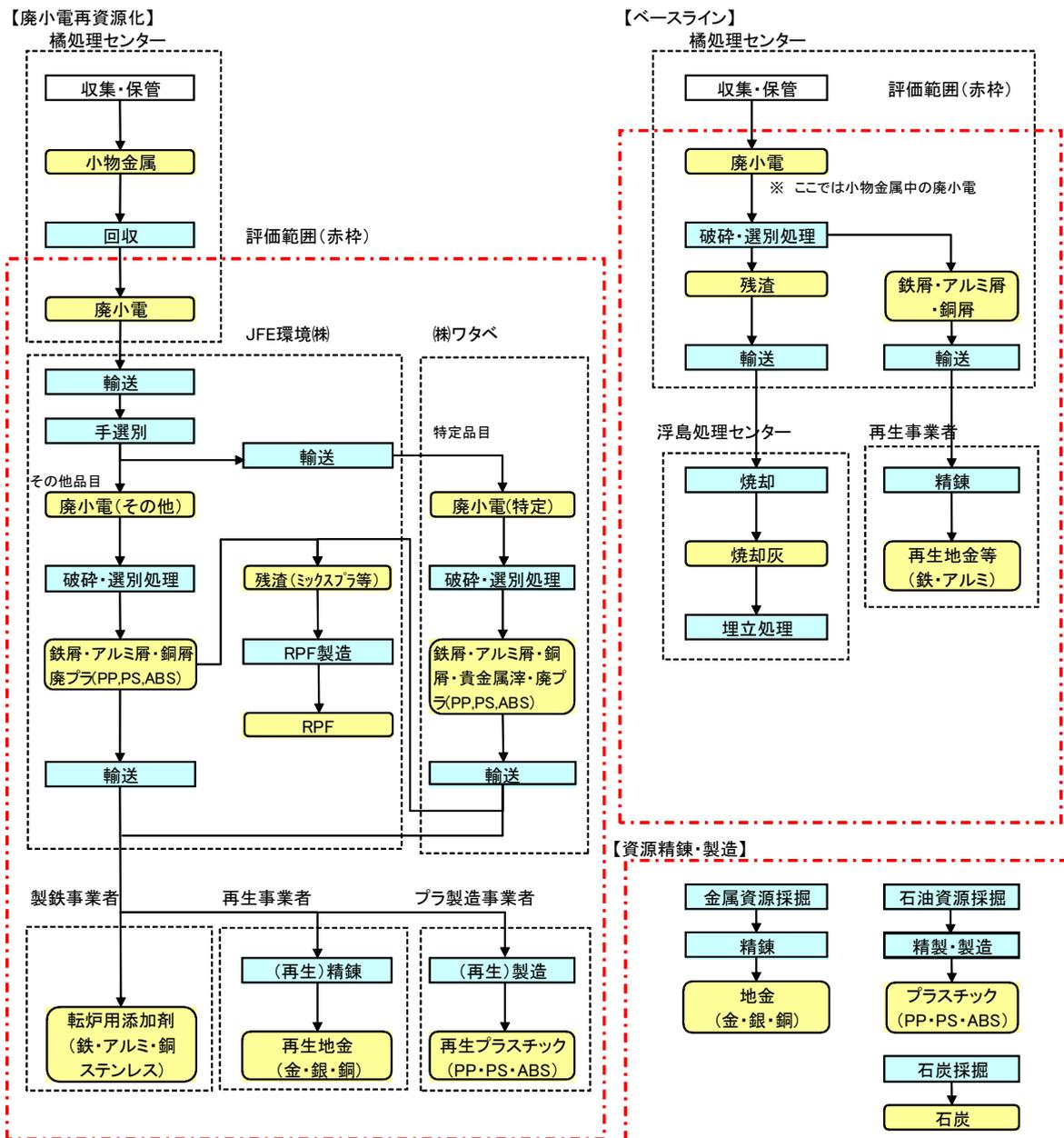


図 2-23 廃小電再資源化の評価範囲

2.6.3 使用データ

原則として、実証実験で得られたデータを使用した。得られなかったデータについては、「カーボンフットプリント制度試行事業 CO2 換算量共通原単位データベース ver. 4.01 (国内データ)」(以下、CFP 共通原単位 DB)などの文献値を用いた。

(1) 廃小電中の金属含有量・プラスチック含有率

廃小電 1 トン当たりの CO2 排出量を評価するため、実験より得られた以下の廃小電中の金属含有量、プラスチック含有率を使用する。この含有率にて、廃小電再資源化のケースとベースラインのケースを評価する。

表 2-21 廃小電中の金属含有量・プラスチック含有率

種類	含有率
金	0.0003%
銀	0.0022%
銅	2.84%
鉄	43.34%
アルミ	5.38%
ステンレス	2.72%
PP	7.58%
PS/ABS	16.51%
その他プラ	14.23%
貴金属滓(金銀銅除く)	7.40%
合計	100%

(2) 廃小電の再資源化

① 破碎・選別処理

破碎・選別処理については、JFE 環境㈱での破碎・選別機での実験値データを使用する。

② 輸送

輸送については、CFP 共通原単位 DB を使用する。

それぞれの輸送でのトラック、積載率については、JFE 環境㈱へのヒアリングに基づき、以下のように設定した。

表 2-22 輸送における原単位

区分名(区間)	積荷の種類	輸送距離(km)	輸送量(積載率)	原単位 (kg-CO2/tkm)
廃小電輸送(橘処理センター～JFE 環境㈱)	廃小電全て	20	2トン(50%)	0.325
特定品目輸送 (JFE 環境㈱～㈱ワタベ)	特定品目全て	130	10トン(50%)	0.178
金属くず輸送 (JFE 環境㈱～JFE スチール)	鉄、アルミ、銅	2	4トン(50%)	0.325
貴金属滓輸送(JFE 環境㈱～非鉄精錬業者)	金銀銅、残渣	100	4トン(50%)	0.325
廃プラ輸送(JFE 環境～プラスチック製造業者)	PP,PS/ABS	100	10トン(50%)	0.178

(出典) カーボンフットプリント制度試行事業 CO2 換算量共通原単位データベース ver. 4.01 (国内データ)

③ 再資源化

再資源化については、再生する貴金属滓中の金、銀、銅については CO2 排出量を評価するが、転炉用添加剤とする鉄、アルミ、銅については、選別後に加工を行わないため、CO2 排出量はないものと想定した。

銅の再資源化については、産業管理協会「製品等に係る LCA 及び静脈系に係る LCA の研究開発」より銅スクラップから再生地金したときのインベントリデータを使用した。

また、金、銀の再資源化については、物質・材料研究機構「金属元素の精錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査」でのプロセスごとの CO2 排出量のデータがあり、溶解段階から精錬段階の CO2 排出量と CFP 共通原単位 DB から、再資源化の原単位を推計した。

RPF については、環境省「平成 22 年度 循環基本計画の重点課題検討業務」における 2R 検討会からのデータを使用した。

プラスチックの再生について、PP はプラスチック処理促進協会「プラスチック廃棄物の処理・処分に関する LCA 報告書」の PP 再生フレークのデータを使用する。PS、ABS については、再生フレークの原単位がなかったため、PP のバージン製造の原単位と、PP 再生フレークの原単位の比率をもとに推計した。

表 2-23 再資源化における原単位

製品	プロセス	原単位(t-CO2/t)
金再生地金	溶解～電解	5.6
銀再生地金	溶解～電解	26.0
銅再生地金	溶解～鋳造	0.2
RPF	RPF 製造	0.026
PP 再生品	再生	0.07
PS 再生品	再生	0.08
ABS 再生品	再生	0.17

(出典) 金、銀：物質・材料研究機構「金属元素の精錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査」

(プロセス毎の CO2 排出)、CFP 共通原単位 DB ver.4.0(金原単位)

銅：産業環境管理協会「製品等に係る LCA 及び静脈系に係る LCA の研究開発」

RPF：環境省「平成 22 年度 循環基本計画の重点課題検討業務」における 2R 検討会からのデータ

プラスチック：プラスチック処理促進処理協会「プラスチック廃棄物の処理・処分に関する LCA 報告書」

(3) ベースライン（橋処理センターでの一部再資源化・焼却処理）

① 破碎・選別処理

破碎・選別処理については、橋処理センターの電力使用量データを使用する。

② 輸送

輸送については、CFP 共通原単位 DB を使用する。

それぞれの輸送でのトラック、積載率については、川崎市へのヒアリングに基づき、以下のよう

表 2-24 輸送における原単位

区分名(区間)	積荷の種類	輸送距離(km)	輸送量(積載率)	原単位 (kg-CO2/tkm)
金属くず輸送(橋処理センター～再資源化事業者(市内の想定))	鉄、アルミ、銅	20	2トン(50%)	0.510
残渣輸送(橋処理センター～浮島処理センター)	残渣	20	鉄道輸送	0.011

(出典) カーボンフットプリント制度試行事業 CO2 換算量共通原単位データベース ver. 4.01 (国内データ)

③ 焼却

残渣の単純焼却時の CO2 排出原単位のデータとしては、CFP 共通原単位 DB より一般廃棄物の焼却処理データを使用する。

ただし、プラスチックの焼却時にはプラスチック起因の CO2 排出量を考慮する必要がある。実験での廃小電中のプラスチック含有率は 45.7%であるため、この含有率よりプラスチックから排出される CO2 排出量をする。

- 一般廃棄物焼却時の CO2 排出原単位 0.033 t-CO2/t
- 焼却プラスチック由来の CO2 排出原単位 2.695 t-CO2/t

(出典) 社団法人産業環境管理協会「平成 14 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル影響表技術開発成果報告書」

④ 焼却灰埋立

一般廃棄物の焼却灰の埋め立て処分による CO2 排出量データは、CFP 共通原単位 DB の一般廃棄物の埋立処分のデータを使用する。

- 埋立処分(一般廃棄物)の CO2 排出原単位 0.0379 t-CO2/t

(出典) カーボンフットプリント制度試行事業 CO2 換算量共通原単位データベース ver. 4.01 (国内データ)

⑤ 資源精錬・製造

廃小電の再資源化として、金、銀、銅、PP、PS、ABS を再資源化しているが、ベースラインでは再資源化していないため、その代替として資源精錬・製造を評価する。さらに、廃小電の再資源化で評価している RPF 製造の代替として、石炭製造を評価する。これらの資源精錬・製造については CFP 共通原単位 DB のデータを使用する。

表 2-25 資源精錬・製造の原単位

資源	プロセス	原単位(t-CO2/t)
金	金属採掘～精錬	28.0
銀	金属採掘～精錬	26.8
銅	金属採掘～精錬	2.8
石炭	石炭採掘～製造	0.03
PP	石油採掘～製造	1.5
PS	石油採掘～製造	1.9
ABS	石油採掘～製造	3.9

2.6.4 推計結果

(1) 廃小電 1t あたりの効果

ベースラインケース	2,481	kg-CO2e/t
廃小電の再資源化	143	kg-CO2e/t
削減効果(CO2削減量)	2,338	kg-CO2e/t

(2) 廃小電の再資源化

工程	項目	データ	単位	GHG排出量	単位	設定条件	出典
	廃小電処理量	1.00	t				
廃小電輸送	輸送距離	20	km	0.007	t-CO2e	橋処理センター～JFE環境施設	CFPの廃棄物輸送標準値
	輸送量	1.00	t				
	輸送原単位	0.325	kg-CO2e/tkm				
特定品目輸送	輸送距離	260	km	0.020	t-CO2e	JFE環境～株式会社ワタベ(往復) 実験値(廃小電中の特定品目量) ・10トントラック 積載率50%	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量(特定品目)	0.43	t				
	輸送原単位	0.178	kg-CO2e/tkm				
破碎・選別	破碎・選別処理	0.067	t-CO2e	0.067	t-CO2e	実験値 実験値(廃小電中の未処理分) 実験値(廃小電中の鉄、アルミ、銅の含有量) 実験値(廃小電中の貴金属滓の含有量) 実験値(廃小電中の廃プラの含有量)	JFE環境(株)ヒアリング
	電力使用量	120	kWh/t				
	歩留まり	98%					
	金属くず選別量(鉄、アルミ、銅)	0.50	t				
	貴金属くず選別量(金銀銅滓)	0.10	t				
	廃プラ選別量(PP、PS・ABS、その他)	0.38	t				
金属くず輸送 (転炉用添加剤)	輸送距離	2	km	0.000	t-CO2e	JFE環境～JFEスチール 廃小電中の鉄、アルミ、銅の含有量 ・4トントラック 積載率50%	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量(鉄、アルミ、銅)	0.50	t				
	輸送原単位	0.325	kg-CO2e/tkm				
貴金属滓輸送	輸送距離	100	km	0.002	t-CO2e	JFE環境～非鉄精錬業者 実験値(廃小電中の廃プラの含有量) ・10トントラック 積載率50%	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量(金銀銅滓)	0.10	t				
	輸送原単位	0.178	kg-CO2e/tkm				
廃プラ輸送	輸送距離	100	km	0.004	t-CO2e	JFE環境～プラスチック製造業者 実験値(廃小電中のPP,PS,ABSの含有量) ・10トントラック 積載率50%	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量(PP、PS・ABS)	0.24	t				
	輸送原単位	0.178	kg-CO2e/tkm				
再資源化	RPF製造(残渣(混合プラ等))	0.026	t-CO2e/t	0.006	t-CO2e		2R検討会データ
	RPF原料使用量	0.21	t				
	再生精錬(金)	5.6	t-CO2e/t	0.000	t-CO2e	金再生地金(溶解～電解)として推計 実験値(廃小電中の金の含有量)	NIMS「金属元素の精錬・精製だんかにおける環境負荷算定に関する調査」(プロセスのCO2排出)、CFP共通原単位DB ver.4.0(金原単位)
	含有量(金)	2.82E-06	t				
	再生精錬(銀)	26.0	t-CO2e/t	0.001	t-CO2e	銀再生地金(溶解～電解)として推計 実験値(廃小電中の銀の含有量)	NIMS「金属元素の精錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査」(プロセスのCO2排出)、CFP共通原単位DB ver.4.0(銀原単位)
	含有量(銀)	2.25E-05	t				
	再生精錬(銅)	0.222	t-CO2e/t	0.006	t-CO2e	銅スクラップ 実験値(廃小電中の銅の含有量)	産業管理協会「製品等に係るLCA及び静脈系に係るLCAの研究開発」p398(銅スクラップ)
	電力使用量	400	kWh/t				
	含有量(銅)	0.028	t				
	再生製造(PP)	0.07	t-CO2e/t	0.005	t-CO2e	PP再生フレーク 実験値(廃小電中のABSの含有量)より推計	プラスチック処理促進処理協会「プラスチック廃棄物の処理・処分に関するLCA報告書」基礎資料10.8
	PPの含有量	0.076	t				
	再生製造(PS)	0.08	t-CO2e/t	0.002	t-CO2e	PSの精錬にPP再生/精錬分を乗じて推計 実験値(廃小電中のPSの含有量)	推計値
	PSの含有量	0.021	t				
	再生製造(ABS)	0.17	t-CO2e/t	0.025	t-CO2e	ABSの精錬にPP再生/精錬分を乗じて推計 実験値(廃小電中のABSの含有量)より推計	推計値
	ABSの含有量	0.144	t				
合計				0.143	t-CO2e		

(3) ベースライン(橋処理センターでの一部再資源化・焼却処理)

工程	項目	データ	単位	GHG排出量	単位	設定条件	出典
	廃小電処理量(小物金属中)	1.0	t				
破碎・選別	破碎・選別処理	0.057	t-CO2e/t	0.057	t-CO2e	橋処理センター、平成25年1月実績値 小型家電中の鉄、アルミ分を想定	川崎市ヒアリング
	電気量	103.6	kw/t				
	歩留まり	51.4%					
	金属くず選別量	0.514	t				
	残渣量	0.486	t				
金属くず輸送 (鉄・アルミ、銅)	輸送距離	20	km	0.005	t-CO2e	橋処理センター～再資源化事業者(市内の想定) ・2トントラック 積載量50%	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量(鉄、アルミ)	0.514	t				
	輸送原単位	0.510	kg-CO2e/tkm				
残渣輸送	輸送距離	20	km	0.000	t-CO2e	橋処理センター～浮島処理センター 鉄道輸送	CFP共通原単位DB ver.4.0
	輸送量	0.486	t				
	輸送原単位	0.011	kg-CO2e/tkm				
残渣焼却	単純焼却処理	0.033	t-CO2e/t	0.015	t-CO2e	一般廃棄物焼却処理 実験値(廃小電中のプラ含有量) 灰分想定値 混合プラと想定 仮定値	産業環境管理協会「製品等ライフサイクル影響表技術開発成果報告書」
	残渣量(プラのみ)	0.457	t				
	灰分	2%					
	廃プラ由来CO2	2.695	t-CO2e/t	1.207	t-CO2e		
	未燃炭素分	1%					
未燃炭素量	0.097	kg					
埋立処分	廃棄物埋立	0.038	t-CO2e/t	0.001	t-CO2e	一般廃棄物埋立処分	CFP共通原単位DB ver.4.0
再資源化	精錬(鉄・ステンレス)	0.22	t-CO2e/t	0.094	t-CO2e	鉄スクラップ 電炉プロセスでの使用量 実験値(廃小電中の鉄含有量)	産業管理協会「製品等に係るLCA及び静脈系に係るLCAの研究開発」p395(鉄スクラップ) 川崎市ヒアリング
	電力使用量	390	KWh/t				
	鉄の含有量	0.433	t				
	精錬(アルミ)	0.287	kg-CO2e/t	0.015	t-CO2e		
	アルミの含有量	0.054	t				
資源精錬・製造	金属採掘～精錬(銅)	2.8	t-CO2e/t	0.078	t-CO2e	実験値(廃小電中の銅含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0 川崎市ヒアリング
	銅の含有量	0.028	t				
	金属採掘～精錬(金)	28.0	t-CO2e/t	0.000	t-CO2e	実験値(廃小電中の金含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0
	金の含有量	2.82E-06	t				
	金属採掘～精錬(銀)	26.8	t-CO2e/t	0.001	t-CO2e	実験値(廃小電中の銀含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0
	銀の含有量	2.25E-05	t				
	石油採掘～製造(PP)	1.5	t-CO2e/t	0.113	t-CO2e	実験値(廃小電中のPP含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0
	PPの含有量	0.076	t				
	石油採掘～製造(PS)	1.9	t-CO2e/t	0.040	t-CO2e	実験値(廃小電中のPS含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0
	PSの含有量	0.021	t				
	石油採掘～製造(ABS)	3.9	t-CO2e/t	0.563	t-CO2e	実験値(廃小電中のABS含有量)	CFP共通原単位DB ver.4.0
ABSの含有量	0.144	t					
石炭採掘～製造	0.03	tCH4/t	0.288	t-CO2e	環境省資料「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」		
廃プラの含有量	0.46	t					
合計				2.481	t-CO2e		

2.7 事業性の評価

2.7.1 廃小電回収量のポテンシャル推計

(1) 川崎市における廃小電回収量のポテンシャル推計

実証事業の結果より川崎市の廃小電の年間排出量のポテンシャルを以下の式により、推計した。

$$\begin{aligned} \text{川崎市廃小電年間排出量(kg)} &= \text{実証実験での平均回収量(kg/日)} \times 240(\text{稼働日}) \\ &\quad \times 1/0.74(\text{橘処理センターの人口カバー率}) \end{aligned}$$

この式よりポテンシャル量の推計結果を以下の表 2-26 に示す。これによると、年間で約 439 トンの廃小電の回収が見込まれる。これは小物金属の約 17%を占めている。

表 2-26 川崎市における廃小電の年間排出量ポテンシャル推計結果

区分	推計量(kg)
特定品目	194,746
高品位	30,380
中品位	79,262
低品位	85,104
①ラジカセ	27,849
②理容用	18,696
③その他	38,560
その他品目	244,128
高品位	84,224
①空調用	23,925
②衣料・衛生用	32,225
③電気照明用	23,925
④医療用	4,394
中品位	133,782
①台所用	126,214
②工具用	7,324
低品位	26,122
①計量用	15,136
②保温用	10,498
④電子楽器	488
合計	438,874

なお、留意点として、小物金属の区分から回収される廃小電の量の推計であるため、粗大ごみとして排出されるオーディオ機器や通信レンジなどの大型の小型家電は含まれていない。したがって、小型家電全体の排出量はさらに大きくなる。

2.7.2 事業利益の見込み

2.5.4 回収金属、プラスチックの経済性評価、および2.5.5 コスト評価の評価結果より、事業利益の見込みを評価する。

ここでは品位区分別の1kg当たりの価格とコストの差分によって、それぞれの利益を求めた。以下の表2-27に結果を示す。

特定品目では、高品位のみがプラスとなっており、利益が最も見込める結果となった。また、その他品目では高品位がプラスとなっており、特定品目以外の廃小電でも利益がプラスになることが分かった。

表 2-27 品位区分別事業利益の見込み (単位:円/kg)

区分		売却価格(円/kg)	コスト(円/kg)	利益(円/kg)	
特定品目	高品位	163.8	65	98.8	
	中品位	63.9	65	-1.1	
	低品位	①ラジカセ	31.1	40	-8.9
		②理容用	38.4	40	-1.6
③その他		28.3	40	-11.7	
その他品目	高品位	①空調用	63.2	40	23.2
		②衣料・衛生用	53.6	40	13.6
		③電気照明用	57	40	17
		④医療用	56.1	40	16.1
	中品位	①台所用	48.1	40	8.1
		②工具用	41.3	40	1.3
	低品位	①計量用	26.6	40	-13.4
		②保温用	35.5	40	-4.5
		④電子楽器	24.7	40	-15.3
	加重平均		56.3	46.2	10.1

※ コストには、引取料金として特定品目の高・中品位に10円/kgの仮定値を設定している。

さらに、表2-26で求めた年間排出量ポテンシャル推計結果から年間での品位区分別の利益を求めた。以下の表2-27に結果を示す。

表 2-28 品位区分別年間事業利益の見込み（単位：円）

区分		売上(円)	コスト(円)	利益(円)	
特定品目	高品位	4,976,304	1,974,724	3,001,580	
	中品位	5,064,816	5,152,004	-87,188	
	低品位	①ラジカセ	866,094	1,113,947	-247,853
		②理容用	717,911	747,824	-29,913
③その他		1,091,239	1,542,388	-451,148	
その他品目	高品位	①空調用	1,512,032	956,982	555,050
		②衣料・衛生用	1,727,256	1,288,997	438,259
		③電気照明用	1,363,700	956,982	406,718
		④医療用	246,521	175,772	70,748
	中品位	①台所用	6,070,906	5,048,571	1,022,336
		②工具用	302,475	292,954	9,521
	低品位	①計量用	402,616	605,438	-202,822
		②保温用	372,662	419,900	-47,239
		④電子楽器	12,060	19,530	-7,470
	合計		24,726,593	20,296,014	4,430,578
赤字分				-1,073,633	
黒字分				5,504,212	

この表によれば、売却価格の合計が約 2400 万円、コストの合計が約 2000 万円であり、利益は約 440 万円となった。すなわち、回収した廃小電の全てを引き取っても、事業として成立することを示した。

また、品位区分別にみると、特定品目の高品位が最も利益が見込める結果となったが、中品位、低品位の利益がマイナスとなった。しかし、その他品目においては高品位と中品位がプラスとなり、特定品目以外の品目でも利益が見込めることが分かった。これはその他品目でも経済性の高い銅の含有率が高かったためである。

なお、留意点としては、コストに係る引取料金は仮定値をおいて、利益を算出している。実際に、事業化した場合には、廃小電の引取料金は入札によって決定されるため、利益は引取料金によって変動する。

2.7.3 小型家電リサイクル事業化拡大可能性の検討

小型家電リサイクル事業化の拡大可能性としては、平成 25 年 4 月 1 日より開始される小型家電リサイクル法に基づき、認定事業者となることが考えられる。

ただし、認定事業者となるには小型家電リサイクル法省令により区域の基準が以下のように定められており、川崎市あるいは神奈川県のみを区域として参加することはできない。

① 北海道若しくは沖縄県の全域又は隣接する 3 以上の都府県（沖縄県を除く。）の区域の全部を含む区域であること。

② ①の区域ごとに算定した人口密度が 1000 人/km²未満であること。

川崎市の事業者が①②の要件を神奈川県と近隣県で満たすためには、神奈川県および隣接する山梨県、静岡県を区域とすることが必要となる。このときの人口密度は 932人であり、①②の要件を満たすことにより、川崎エコタウンを拠点とした広域処理として、事業を拡大していくことが考えられる。

ただし、事業化拡大にあたっては、以下の課題、制約が考えられる。

自治体で、廃小電が予め分別回収されていることが前提

廃小電はすでに他の廃棄物と区分されている状態で回収されていなければ、コストがかかり (30円/kg)、事業として成立しないことが明らかになったため、自治体の分別協力が必要となる。

③ 運搬コストが増加すること

他県にまたがる場合、運搬距離が長くなり、コストが増大する。そのため、効率的な回収方法を検討していく必要がある。

④ 自治体から引取を依頼された品目は全て引き取らなければならない

小型家電リサイクル法での対象品目において、自治体が引取を依頼した品目は事業者が全ての品目を引取らなければならない。したがって、低品位の品目の割合が多くなると採算が合わなくなる可能性がある。

2.7.4 成果と今後の課題

(1) 成果

① 小型家電リサイクル事業の事業性

本実証事業にて、小物金属からのピックアップ回収で、1日当たり約 1.4 トンの廃小電を回収し、これらを品位区分によって分類した後、それぞれ破碎・選別処理を行った。それらの回収物から金属含有量、プラスチック含有量を分析することによって、現在の資源価格から小型家電リサイクルにおける経済性を評価した。

その結果、特定品目の高品位では、主に貴金属の回収によって高い利益を上げることが示した。また、貴金属の回収を行わないその他の品目でも、高品位と中品位の区分では、主に銅の回収によって十分な利益が出ることが明らかになった。

さらに、廃小電をすべて回収対象としても、特定品目の高品位と、その他品目の高品位と中品位の黒字分が、特定品目の中品位と低品位、その他品目の低品の赤字分を補うことによって、合計でも黒字となり、事業として成立することが明らかになった。

② 小型家電リサイクルの環境負荷削減効果

1) CO2 排出量削減効果

実験より得られたデータ等により CO2 排出量削減効果を算定した。その結果、2,338kg-CO2e/t の削減効果があることが分かった。これはプラスチック等を焼却処理せずに、RPF として再資源化していることが削減効果をより高める結果となった。

2) 焼却飛灰中の鉛濃度低減効果及び薬剤（キレート剤）のコスト削減効果

焼却飛灰中の鉛濃度低減効果として焼却飛灰中の鉛減少量を算定したところ、鉛量は 2.0kg/日の低減効果となった。これは飛灰中鉛の 10.2%を占めることになり、有害廃棄物管理としても効果があることが分かった。また、鉛減少によるキレート薬剤処理コスト削減額を算出した結果、9,985 円/日（約 3,000 千円/年）の削減効果となり、焼却処理コストの削減効果があることが分かった。

(2) 今後の課題

① 処理コストの低減

今後の課題としては、処理コストを低減していくことにより、中品位、低品位の廃小電での採算を確保していくことが必要と考えられた。

これについては、川崎エコタウンでは既存静脈施設（JFE 環境株）で家電リサイクル法における特定対象 4 品目の部品リサイクルを行っているため、その既存の設備を活用しながら、小型家電リサイクル事業を実施することによって、コストの低減を図っていくことが可能と考えられた。

② 選別技術の高度化

回収された資源の経済性評価によって、既存静脈施設での設備において事業として成立することが示されたが、経済性の高い銅については川崎エコタウンの既存静脈施設（JFE 環境株）では回収しきれていなかった。また、プラスチックについても PP と PS/ABS の回収はできたが、その他の樹脂別での回収はできていなかった。

そのため、一部の品目のみ、アルミ選別後のプラスチック等からの銅及びプラスチックの樹脂別選別について、追加的に実験を行った。その結果、ある程度の回収ができたが、プラスチックは黒色系の回収率が低く、今後さらなる回収率の向上が課題だと考えられた。

さらに、実証事業ではエコタウンにおける既存静脈施設、既存技術の活用によって、ベースメタル、貴金属、プラスチックの回収を実施したが、さらに高度選別としてレアメタルの回収についても今後の検討課題であると考えられた。

以上