



Title	家電リサイクル施設における物質収支及び重金属収支に関する研究
Author(s)	佐々木, 通充; 松藤, 敏彦; 松尾, 孝之 他
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 廃棄物 . 6-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 157-160
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7125">https://hdl.handle.net/2115/7125</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-6-3_p157-160.pdf



### 6-3 家電リサイクル施設における物質収支及び重金属収支に関する研究

○佐々木通充、松藤敏彦、松尾孝之、田中信壽（北海道大学大学院）

#### 1. 研究背景と目的

資源循環型社会の構築を目指すなかで、平成13年4月より家電リサイクル法が施行された。法の施行以前、廃家電製品は自治体の破碎施設、民間のシュレッダー業者で処理され、金属回収が行われていたが十分ではなかった（図1（a））。またシュレッダーダストは重金属を多く含むことから特別管理廃棄物に指定され、環境影響が懸念されていた。<sup>1)</sup>これに対し家電リサイクル法では廃家電4品目（TV、冷蔵庫、洗濯機、エアコン）が対象とされ、小売店に回収をメーカーに再商品化を義務付け、部品回収・素材回収を促進してごみ発生量を削減しようとするものである（図1（b））。また廃家電製品中には有害重金属が多く含まれることから<sup>2)</sup>、環境影響の削減も期待できる。

本研究では、施設へのアンケート調査、搬出物のサンプリング調査により家電リサイクル施設における物質フロー及び重金属フローの推定をした。そして、家電リサイクル法施行後の典型的な処理シナリオと従来処理との比較を行い法施行による資源回収、重金属の環境放出削減の効果を評価した。図2に研究対象の範囲を示す。

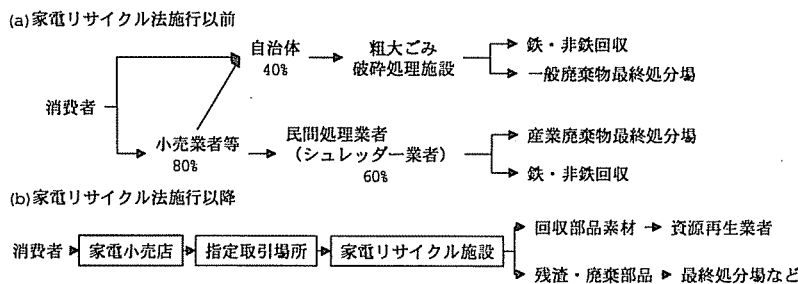


図1 家電リサイクル法施行前後の廃家電処理の流れ

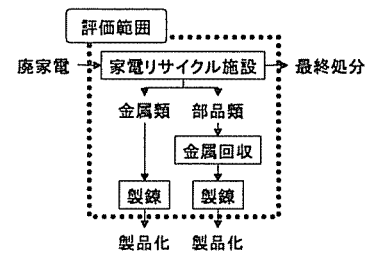


図2 評価範囲

#### 2. 調査方法

家電リサイクル施設はメーカーによってAグループとBグループに分かれている。

Aグループは既存の民間処理業者に処理を委託し、自動車・自動販売機など家電製品以外とともに処理されている。Bグループは新たに家電リサイクル施設を新設した。施設数は全国でAグループ24ヶ所、Bグループ14ヶ所である。

##### (1) 施設調査

リサイクル施設に関するデータ収集を以下の方法で行った。

- ①アンケート調査：全国の14ヶ所のBグループ家電リサイクル施設に対し、施設概要、搬入搬出量、電力使用量、建設コストなどに関するアンケートを送付した。その結果、9施設より回答が得られたが、パンフレットのみの送付が多く十分なデータは得られなかった。Aグループに関しては製造メーカーとの守秘契約により調査できなかった。
- ②ヒアリング調査：北海道内にあるA,Bグループの家電リサイクル施設A1、B1に対してヒアリング調査を行った。またB1施設で回収された部品及び素材の引取先に対してその処理フロー、物質収支に関するヒアリング調査を行った。
- ③文献調査：アンケート、ヒアリング調査で得られなかったデータについて、家電製品協会

実証試験報告書などの文献の数値を用いた。

(2) 重金属分析

家電製品中の重金属含有量を明らかにするために、家電製品の処理工程で回収された部品及び素材を B1 施設より入手し、重金属分析を行った。各サンプルは破碎困難物を除去したのち破碎機で微細化した。微細化した試料は、マイクロウェーブ分解し、原子吸光法により Pb、Cu、Zn、Sn、Cd、Cr、Sb を測定した。

3. 物質収支の推定

(1) 物質収支 B1 施設のテレビ・冷蔵庫の詳細な処理フローを図 3 に示す。

テレビの場合、配線類・電子銃・偏向ヨークなどの部品類が除去され、ブラウン管が取り外される。ブラウン管は、パネルガラスとファンネルガラスに分割され、それぞれカレット化される。部品類を取り外した箱体部分は破碎され、金属・プラスチックが回収される。

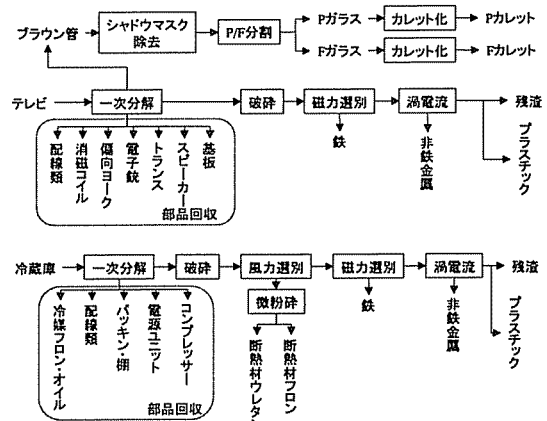


図-3 家電リサイクル施設B1におけるテレビ・冷蔵庫の処理フロー

各部品の重量と組成は以下の手順で設定した。

- ① B1 施設から得られた部品、素材、廃棄物の回収、搬出量データより各製品の部品構成比を決定した。
- ② 部品ごとの組成は回収部品の素材重量比より設定し、不足分に関しては文献値で補った。<sup>3) 4) 5)</sup>

製品ごとの物質収支（テレビ、冷蔵庫）を図 4 に示す。

製品	部品回収	(ブラウン管処理)	(破碎後選別)
テレビ 100	鉄	6.15	6.60
	銅	36.93	1.20
	アルミ	18.75	13.10
	ガラス	2.09	0.02
	プラスチック		1.85
	ウレタン		0.04
	その他		
部品重量		小計61.83	小計20.90
		ガラスダスト 2.09	ダスト 0.02
			木キャビ 1.85
			吸音材 0.04
			小計1.91
冷蔵庫 100	鉄	43.50	
	銅	2.58	
	アルミ	0.11	
	プラスチック	25.87	
	ウレタン	10.70	
	フロトン	0.35	
	ドレイン水	0.85	
部品重量		小計82.76	
		ダスト 0.01	
		小計1.21	

図4 テレビ・冷蔵庫の家電リサイクル施設内物質収支

(2) 施設内の物質収支の推定

図 4 を用いると部品回収の程度の異なる施設の物質収支が計算できる。B グループ施設へのアンケート調査の結果を表 1 に示す。各施設の製品別処理台数、平均重量が得られたので B4・

表-1 製品別処理重量・平均重量

	B 1	B 3	B 4	B 13	平均
テレビ	38434	21022	76082	20606	39036
冷蔵庫	29.7	26.7	19.6	26	25.5
洗濯機	37754	19143	73622	26645	39291
エアコン	57.7	57.2	58.2	59.5	57.1
洗濯機	28047	12526	50376	20260	27802
エアコン	27.5	27.6	26.5	28	27.4
エアコン	858	5178	44543	7804	14596
エアコン	44.2	45.5	49.8	37.1	44.2

上段：台数 4～8月 (B1は4～10月)  
下段：平均重量 [kg]

B13 施設の搬出物量の計算を行い、実績値と比較した。結果を図 5 に示す。B13 施設のガラスの実績値が小さいのは、ブラウン管による重量を含んでいないためであり、それ以外では良く一致している。

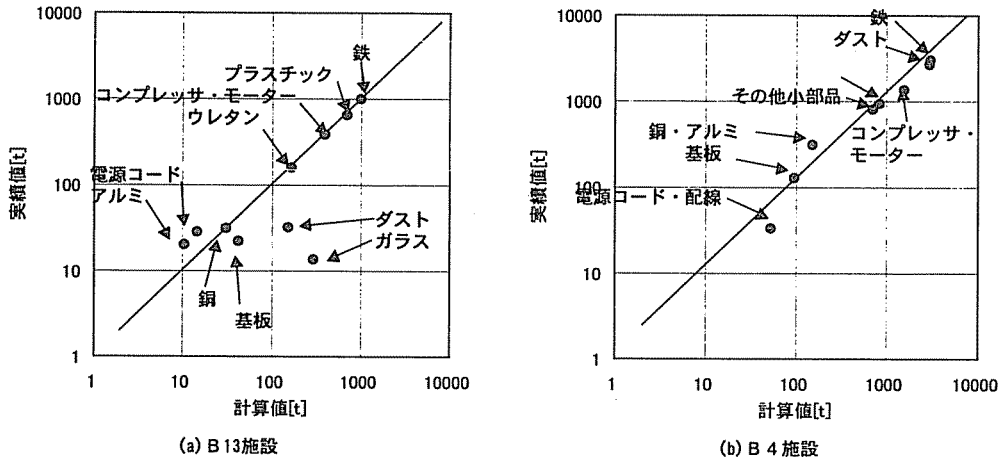


図-5 リサイクル施設における回収量実績値と計算値の比較

#### 4. 部品中の重金属量

各サンプルの重金属分析の結果を表 2 に示す。Pb はテレビブラウン管のファンネルガラスが著しく高く、ガラスダストも高濃度であった。プラスチック（特に冷蔵庫断熱材ウレタン）中にも多く含まれた。集塵ダスト中の Pb は、家電リサイクル法以前とほぼ同じ濃度であった<sup>6)</sup>。Cd、Cr は集塵ダスト、基板等に含まれていた。

表-2 重金属分析結果 (mg/kg-部品)

部品名	Pb	Cu	Zn	Sn	Cd	Cr	Sb
配線類	6275.4	422657.7	45.5	12248.9	2.7	120.4	4122.0
消磁コイル	4195.6	34.1	73.0		3.3		8856.4
プリント基板	8170.5	136822.2	2358.9	71242.9	2.9	9.1	3021.0
電子銃	14084.6	176.8	59.4	141.5	2.0		2637.2
Fガラス	265000.0	33.0	708.1	137.5	2.0		1960.6
ガラスダスト	18424.7	20.4	2235.5		2.9		2423.8
ドアゴムパッキン	207.5	27.6	427.1	400.5	3.2		
排水ホース	679.7	3895.3	643.7	43.2	2.6		
吸音材ゴム		25.4	4133.4	183.8	2.5		
吸音材ワタ		93.2	435.3	168.7	4.5		
断熱材ウレタン	186.2	4499.3	15448.6	127.7	2.6		
プラスチック	251.6	3891.8	791.1	226.1	3.4		
テレビキャビネット	2251.1	2989.9	573.6	2021.3	51.2		
非鉄	317.6	859.3	834.3	122.7	3.1		
集塵ダスト	2349.5	5411.4	71867.8	935.4	10.0	113.4	1686.6

#### 5. 処理方法の比較

比較対象とする処理方法のシナリオとして以下に特徴的な 4 つを設定した。(図 6)

- ・従来型：すべての製品をシュレッダー処理
- ・A 型：テレビのみ部品回収を行い、その他の製品は従来型と同様
- ・B 型：すべての製品で部品類を最大限回収する。
- ・BMP 型：B 型のうちプラスチック類の回収を行わない。

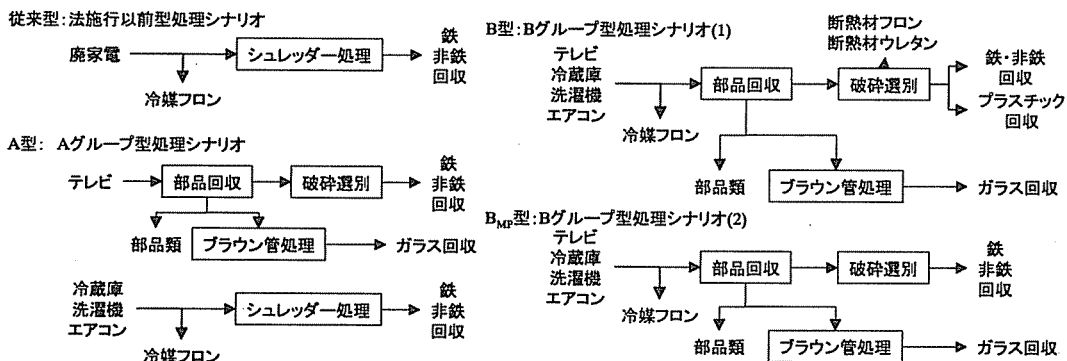


図-6 計算評価する処理シナリオ

各シナリオごとの素材回収率、サーマルリサイクル率（プラスチックの固形燃料化）、廃棄物発生率を計算した。

ただし、施設内で回収された部品及び素材の引取業者へのヒアリング調査と文献値より、回収物処理プロセスにおける有価物回収率を設定した。（表 3）

従来型と各リサイクルシナリオの計算結果を図 7 に示す。これより素材回収率はテレビブラウン管処理によるガラスによる寄与が大きく、A 型と B 型の差で示される部品回収による寄与はさほど大きくない。これは家電中の鉄、非鉄はどの処理シナリオでも回収が行われており、その回収率もそれほど低くないことによる。また、プラスチックの回収、固形燃料化が最終処分量の減少に大きく寄与している。

また重金属については、廃棄物として処理される素材、部品中の重金属含有量を「環境への放出量」とし重金属の環境放出削減率を計算した。結果を表 4 に示す。やはりテレビブラウン管処理によって大部分の Pb を回収することができる。Zn や Sn は部品回収によって大きく回収率が向上した。Zn は冷蔵庫断熱材ウレタン、Sn はプリント基板中の含有量が大きいためである。

表-3 各処理工程における素材別回収率

	破碎選別	ブラウン管処理	回収物処理
鉄	98.6		99.8
銅	82.7		89.9
銅線	0		89.9
アルミ	82.7		92.2
真鍮	82.7		89.9
ガラス	0	96.4	
プラスチック	95		
断熱材ウレタン	99.8		

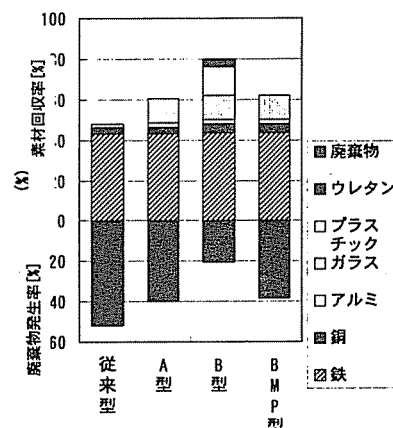


図-7 処理シナリオ別の素材回収率と内訳

表-4 重金属の環境放出削減率

	Pb	Cu	Zn	Sn	Cd	Cr	Sb
従来型	0.0	73.8	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
A型	97.4	78.8	3.4	50.2	0.3	26.1	71.1
B型	98.9	90.0	94.1	90.7	94.7	83.7	83.1
B <sub>MP</sub> 型	97.6	87.8	3.5	73.8	0.3	83.7	83.1

## 6. おわりに

家電リサイクルは物質回収を目的としているが、個々の部品回収によるマテリアルリサイクルの効果はそれほど大きいものではない。むしろ、有害重金属の環境への放出を減少させる意味の方が大きいといえる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、アンケート・ヒアリング調査にご協力頂いたりサイクル施設の方々、また特に部品サンプルやデータの提供などについては B-1 施設の吉田社長には大変お世話になりました。ここに記して感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 経済産業省：特定家庭用機器再商品化法、同省ホームページ  
[http://www.meti.go.jp/policy/kaden\\_recycle/case2/01.html](http://www.meti.go.jp/policy/kaden_recycle/case2/01.html)
- 2) 関戸知雄、田中信寿、松藤敏彦、松尾孝之：家庭系粗大ごみ中に含まれる鉛量の推定、土木学会論文集、No. 671 (VII-18)、49-58、2001
- 3) 家電製品協会：廃家電品一貫リサイクル処理システム開発・平成 10 年度成果報告書（概要版）、平成 11 年 3 月
- 4) 神鋼リサーチ「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発/LCA プロジェクト」インベントリ研究会 WG-2 資料（2000.12.5）
- 5) 岩崎大介：テレビ基板からの金属回収、タクマ技報、8(2)、79-85、2000
- 6) 小川眞佐子、酒井伸一、高月紘：廃車・廃家電シュレッダーダストの有害成分と適正処理に関する研究第 1 回廃棄物学会研究発表講演論文集、pp. 423-426、1990