

使用済小型家電の回収モデル事業の報告

(レアメタル回収・環境管理分)

総 括

1. モデル事業の概要	1
2. 試験の概要	2
(1) 解体・中間処理	2
(2) 分析	4
3. まとめ	5

1. モデル事業の概要

	秋田県	茨城県
モデル事業の概要	背景 <ul style="list-style-type: none"> ○ 平成 18 年度より「使用済小型家電の収集試験」を開始しており、レアメタル含有量や部品ごとのレアメタル使用の情報を蓄積中。 ○ <u>レアメタル含有部品(部位)の分離回収のために機械解砕による分解試験を検討。</u> 	背景 <ul style="list-style-type: none"> ○ 使用済小型家電からのレアメタルの回収を目的とし、粉砕処理工程や溶解・浸出工程等における新技術の開発・導入による小型分散型プラント開発を検討中であり、開発の第一段階として、新技術(乾式)により高濃度化した「ミックスメタル(中間精製物)」を得ることを目的としている ○ <u>実装プリント基板を対象とし、新技術の開発により高濃度に濃縮した「ミックスメタル(中間精製物)」を回収しその後湿式工程によりレアメタルを回収する計画。</u>
	本年度モデル事業の概要 <ul style="list-style-type: none"> ○ 小型家電のレアメタル含有量分析 既存調査で分析されていない部品や基板類、過去に分析していない品目・部品等分析。 ○ 手分解実施によるデータ取得、分析 一定レベルの分離、あるいは特定の部品分離にかかるデータ(作業時間)取得 ○ 機械解砕のデータ取得 部品レベルの分離の効率等を把握。 ○ 溶出試験の実施 分離・回収された部品や解砕物に関し、数種の溶出試験を実施し、リスクを把握。 	本年度モデル事業の概要 <ul style="list-style-type: none"> ○ 手分解によるデータ取得 可能な限りの分離データ(時間、量)の取得 ○ 現状適用可能な既存技術(乾式)の適用 「ミックスメタル」を回収し、新技術により得られるミックスメタルの高濃度化効果を比較検証するための基礎データとする。 ○ 回収対象小型家電のレアメタル含有量分析 モデル事業回収物について実施 ○ 溶出試験の実施 中間処理産物についてリスクを把握。
	事業フローの概要 <pre> graph TD A[使用済小型家電] --> B[機械解砕] A --> C[手分解(分解試験)] B --> D[プリント基板] B --> E["○特定部品 (液晶、磁石、 コンデンサ、 その他素子)"] B --> F[鉄、プラ等] C --> G["○解体レベルの例 第一レベル： プリント基板 第二レベル： 特定部品回収 第三レベル 単一素材分離"] </pre>	事業フローの概要(中間処理フロー) <pre> graph TD A[使用済小型家電] --> B[手解体工程] B --> C[実装プリント基板 以外] B --> D[実装プリント基板] D --> E[破碎工程] E --> F[一次篩分工程] F --> G[二次篩分工程] F --> H[磁力選別工程] G --> I[集塵粉] G --> J[ミックスメタル] H --> K[磁着物] H --> L[渦電流選別工程] L --> M[渦電流 反応物] L --> N[渦電流 未反応物] </pre>

2. 試験の概要

(1) 解体・中間処理

	秋田県	茨城県
解体 分解 試験	目的 レアメタルを含有する部品(部位:ユニット)の分離選別可能性の確認として、その所要時間及び部品別重量の確認を行う。	目的 中間処理、レアメタル回収の対象のプリント基板とその部品の分離を行い、その所要時間及び部品別重量の確認を行う。
	対象機器 > 携帯電話 (12 台) > 卓上電話機 (20 台) > 電話機(子機) (19 台) > ビデオデッキ (13 台) > デジタルカメラ(9 台) > ゲーム機 (12 台) >	対象機器 ○ 携帯電話(計 50 台) ○ その他小型家電(計 23 台) ワープロ×1,カーナビ×1,電卓×5 携帯ゲーム機×2,電子手帳×3 携帯音楽プレーヤー×7 ビデオカメラ×1,デジカメ×3
	解体方法 ○ 手解体レベル別により、 <u>特定部品</u> を分離回収	解体方法 ○ 「解体基準」に基づく手解体による、 <u>プリント基板及びその他部品</u> の分離。
	解体レベル(例デジタルカメラ) ○ 第一レベル：粗解体、プリント基板分離 ○ 第二レベル：特定部品、部位の回収 水銀電池、コンデンサ、液晶 等 ○ 第三レベル：単一素材の分離 鉄、アルミ、プラ等、分解によって単一の素材を得ることができる部品について実施 ※品目、機種毎に実施可能なレベルを確認 ※水銀電池、蛍光灯等の有害物質含有部位については第二レベルにて回収 ※第三レベルは、困難であれば実施せず。	解体レベル(携帯電話) (その他小型家電) 4,171g 7,869g ・プリント基板 ・プリント基板 ・プラスチック類 ・プラスチック ・液晶ユニット ・鉄 ・マグネシウム合金 ・液晶モニタ部分 ・スピーカー ・アルミ ・鉄 ・モーター ・ゴム ・電池類 ・フレキシブルケーブル ・その他 ・ステンレス ・モーター ・その他 ・
	解体作業時間(例：デジタルカメラ) ○ 第1レベル(プリント基板分離)： 7分/台 ○ 第2レベル：0.5分/台 (水銀電池、コンデンサー、液晶の分離)	解体作業時間 携帯電話 50台を対象 <u>30時間43分</u>

(2) 分析(含有量試験・溶出試験)

	秋田県	茨城県
含有量 分析	<p>分析対象：機器(プリント基板)・部品</p> <p>○プリント基板(以下の機器に含まれるもの)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液晶ディスプレイ ・ファックス ・ポータブルカセットプレーヤー ・ポータブル MD プレーヤー ・ポータブル CD プレーヤー ・ポータブルゲーム機 ・家庭用テレビゲーム機 ・DVDドライブ <p>○部品類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液晶ディスプレイ(パネル) ・偏心モーター ・デジタルレンズユニット ・CDピックアップユニット ・CD モーター ・携帯電話のマイク、スピーカー ・AC アダプター ・メモリー類 	<p>分析対象：中間処理生成物</p> <p>○プリント基板(携帯電話及びその他小型家電)を中間処理により回収した以下の生成物。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミックスメタル ・ 集塵粉 ※ ・ 渦電流未反応物 ※ ・ 渦電流反応物 ※ ・ 磁着物 <p>※集塵粉：試料不足により試験未実施</p> <p>※樹脂類：試料不足により、渦電流反応物(アルミ、基板類)と渦電流未反応物(樹脂類)を混合し、選別前の「非磁着物」を溶出試験のサンプルとして使用。</p>
	<p>分析項目(分析方法)</p> <p>1) Au, Ag, Pd, Pt ○マット融解－乾式試金法－ICP 発光分析法</p> <p>2) Al, Fe, Cu, Zn, Sn, Ba, Pb ○酸分解・アルカリ融解－ICP 発光分析法</p> <p>3) As, Se ○酸分解－フレームレス原子吸光光度法</p> <p>4) Br ○燃焼－イオンクロマトグラフ法</p> <p>5) Hg ○還元加熱－原子吸光光度法</p> <p>6) その他金属 ○酸分解・アルカリ融解－ICP 質量分析法</p>	<p>分析項目(分析方法)</p> <p>1) Li, Be, Ti, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Y, Nb, Mo, Pd, In, Sb, Ba, La, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ta, W, Pt, Bi, Al, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sn, Au, Pb ○酸分解及びアルカリ融解－高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法(ICP-AES)により測定</p> <p>2) Si ○酸分解及びアルカリ融解－重量法により測定</p> <p>3) Br ○燃焼－イオンクロマトグラフィーにより測定</p>
溶出試験	<p>分析対象</p> <p>部品類(以下に示す品目)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話ディスプレイ ・タンタルコンデンサー ・モーター ・PC 砕けた基板・素子 ※解砕試験物 ・携帯砕けた基板・素子 ※解砕試験物 <p>(以下、参考(秋田県の独自試験によるもの))</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PC 基板のみ ※解砕試験物 ・携帯基板のみ ※解砕試験物 ・デジカメ液晶(バックライト回収含む) ・アルミコンデンサー 	<p>分析対象</p> <p>○プリント基板(携帯電話及びその他小型家電)を上記中間処理により回収した以下の生成物。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミックスメタル ・ 非磁着物 <p>(渦電流反応物と渦電流未反応物の混合物)</p>
	<p>試験方法</p> <p>1) 有価物の保管に関連した検討 ○環境庁告示 13 号法(有姿、0.5~5mm)</p> <p>2) 有害物の管理のための検討 (粉状になった場合の確認) ○環境省告示 18,19 号(土壌法 2mm 以下)</p> <p>3) 海外での取扱いの検討 ○TCLP 法 (9.5mm 以下、酢酸溶液/緩衝溶液、pH2.88/4.93)</p>	<p>試験方法</p> <p>1) 有価物保管 ○環境庁告示 13 号法(溶出試験)</p> <p>2) 有害物管理 ○環境省告示 19 号法(含有量試験)</p>
	<p>分析項目</p> <p>Cd, Pb, Cr⁶⁺, As, Hg, Ni, Zn, Sb, Br, Cl, P, Fe, Cu, Al</p>	<p>分析項目</p> <p>Cd, Pb, Cr⁶⁺, As, Hg, Se, B, F</p>

3. まとめ

1) 小型家電に含有するレアメタル

①プリント基板分析

・ 秋田

使用済小型家電の解体により得られたプリント基板 9 種類について、レアメタルおよび他のベースメタルについて分析を行った。

・ 茨城

携帯電話、およびその他小型家電の解体により得られたプリント基板の 2 種類について、中間処理後の回収産物のレアメタルおよび他のベースメタルの分析を行った。

過去の同様の分析試験結果とあわせて、次ページ以降にこれらの含有状況を示す。

全体

- ・ レアメタル 31 鉱種のうち、スカンジウム、セレン、ルビジウム、セシウム、テルル、レニウム、タリウム、一部のレアアースのように、ほぼすべての品目で検出されない元素があり、電子部品にあまり使用されない元素であるか、使用されてはいるが含有率が低いので検出されていない可能性があると考えられる。ただしいくつかの品目のみで確認される元素(リチウム、ベリリウム、ゲルマニウム等)も存在し、これらは特定の機能を発揮するために使用されると考えられる。
- ・ 全体として検出される元素は過去のデータと比較しても同様の傾向があり、同一品目で同様の使用形態、類似機能であれば、含有されるレアメタルの種類や含有量は似通っていると考えられる。同一分類の品目であっても、含有量に差異があるのは、メーカー、機種毎の違い、あるいは年式による差が現れているとも考えられる。
- ・ バリウムはプリント基板自体に含有され、成分や厚さなど構造材としての作り方の違いが含有量の差となっていると推測される。また、チタン、クロム、マンガ、コバルト、ニッケル、モリブデン等も構造材(外装等)に使用されていると考えられ、ほぼすべての品目で検出されている。
- ・ ただしこれらの傾向は、試料調整の差や分析精度の影響を考慮した評価が必要である。

ベースメタル等

- ・ 構造部材として鉄、アルミはすべての品目において%オーダーで検出される。銅は配線部に使用され、数十%のオーダーで検出されるものも多い。
- ・ 貴金属(金等)はコネクターや接点等に使用されていると考えられ、一体で機器が形成され、基板間や外部の機器との連結が少ないと想定される機器の含有量は多くはない。

特定用途部品

- ・ 振動モーターのおもりとしてのタングステン、代替はんだとして使用されるビスマス、コンデンサに使用されるタンタル、小型モーターに使用されるネオジウム、ジスプロシウム等、特定の元素が検出される品目がある。
- ・ タンタル(タンタルコンデンサー)については、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラ、音楽関係機器において比較的含有量が多いものがある。音楽プレーヤーでは部品のタンタルコンデンサに由来すると考えられるが、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラの光学部品(レンズ)に使用されることがあり、含有する部位の特定が行われる必要がある。

小型家電(プリント基板)分析結果 (1/4)

分析名称		携帯電話-PHS					ゲーム機			
		METI 1	JOGMEC 1	JOGMEC 2	JOGMEC 3	茨城 1-0	秋田 6	JOGMEC 4	METI 10	秋田 7
レアメタル検出数		26	17	16	16	23	21	13	10	21
原子番号	元素記号	元素名称	携帯電話	携帯電話 (97年製)	携帯電話 (03年製)	携帯電話 (06年製)	携帯電話	ポータブル ゲーム機	家庭用 ゲーム機	家庭用 ゲーム機
3	Li	リチウム	0.01				0.0137	0.001		0.001
4	Be	ベリリウム	0.01	0.002	0.012	0.001	0.0062	0.000		0.000
5	B	ボロン	0.12						0.19	
21	Sc	スカンジウム								
22	Ti	チタン	0.61				0.8618	0.150	0.08	0.220
23	V	バナジウム	0.01							
24	Cr	クロム	0.65	0.250	0.350	0.700	1.6405	0.270	0.054	0.01
25	Mn	マンガン	0.11	0.130	0.110	0.100	0.2234	0.064	1.500	0.03
27	Co	コバルト	0.33	0.065	0.110	0.021	0.0990	0.008	0.01	0.005
28	Ni	ニッケル	4.01	2.600	1.900	2.300	3.1929	1.200	0.930	1.68
31	Ga	ガリウム	0.01	0.011	0.012	0.014	0.0184	0.000	0.001	0.000
32	Ge	ゲルマニウム		0.002	0.002	0.002		0.009		0.000
34	Se	セレン								
37	Rb	ルビジウム								
38	Sr	ストロンチウム	0.03					0.130	0.04	0.230
39	Y	イットリウム	0.02				0.0161			
40	Zr	ジルコニウム	0.03					0.008		0.014
41	Nb	ニオブ					0.0011	0.009		0.015
42	Mo	モリブデン	0.04	0.027	0.032	0.020	0.0321	0.003	0.004	0.004
46	Pd	パラジウム	0.02	0.073	0.010	0.011	0.0342	0.000	0.001	0.001
49	In	インジウム	0.01	0.001		0.004	0.0000	0.000		0.000
51	Sb	アンチモン	0.05	0.190	0.076	0.040	0.0484	0.160	0.260	0.23
52	Te	テルル								
55	Cs	セシウム								
56	Ba	バリウム	2.05	1.100	1.900	1.500	1.9951	0.800	0.510	0.13
57	La	ランタン	0.03				0.1489			
58	Ce	セリウム		0.006	0.001			0.004	0.001	0.003
59	Pr	プラセオジム	0.02				0.0308			
60	Nd	ネオジム	0.09				0.2640			
61	Pm	プロメチウム								
62	Sm	サマリウム					0.0221			
63	Eu	ユウロピウム								
64	Gd	ガドリニウム	0.01							
65	Tb	テルビウム								
66	Dy	ジスプロシウム	0.01				0.0009			
67	Ho	ホルミウム	0.01							
68	Er	エルビウム								
69	Tm	ツリウム								
70	Yb	イッテルビウム								
71	Lu	ルテチウム								
72	Hf	ハフニウム								
73	Ta	タンタル		0.570	0.067	0.065	0.1610	0.014	0.008	0.000
74	W	タンクステン	0.16	0.160	0.300	0.450	0.9518	0.000	0.011	0.000
75	Re	レニウム								
78	Pt	プラチナ		0.001	0.000	0.009			0.000	
81	Tl	タリウム								
83	Bi	ビスマス	0.01	0.085	0.029	0.160	0.0381	0.008	0.130	0.04
レアメタル%計			8.460	5.273	4.911	5.397	9.800	2.837	3.411	2.440
12	Mg	マグネシウム	1.23						0.23	
13	Al	アルミニウム	1.13	2.400	3.800	2.400	2.3153	4.000	5.700	3.38
20	Ca	カルシウム	1.10						2.03	6.200
26	Fe	鉄	5.05	4.300	4.000	3.200	8.2363	17.000	9.900	4.68
29	Cu	銅	30.12	28.000	32.000	38.000	31.8463	23.000	13.000	17.52
30	Zn	亜鉛	1.67	1.700	0.650	1.300	1.4707	1.700	1.600	0.86
33	As	砒素	0.02	0.006	0.012	0.007		0.003	0.001	0.001
47	Ag	銀	0.53	0.130	0.063	0.065	0.3837	0.035	0.051	0.060
48	Cd	カドミウム		0.001	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
50	Sn	錫	3.15	4.000	2.800	3.000	3.2862	3.400	2.100	2.51
79	Au	金	0.16	0.180	0.140	0.120	0.1571	0.006	0.023	0.02
80	Hg	水銀								
82	Pb	鉛	1.15	2.700	1.300	0.086	1.0424	2.800	1.200	1.51
44	Ru	ルテニウム		0.001	0.000	0.001		0.000	0.000	0.000
45	Rh	ロジウム								
レアメタル外%計			45.310	43.418	44.766	48.180	48.738	51.944	33.575	32.830
35	Br	臭素		2.500	1.700	1.200	1.0614	2.100	1.600	1.900
17	Cl	塩素						0.290		0.110
14	Si	ケイ素					59.5998	2.200		4.600
16	S	硫黄								
19	K	カリウム						0.038		0.061
15	P	リン						0.034		0.052
11	Na	ナトリウム						0.086		0.120

※数値は%に統一。定量限界以下については空白

※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

- METI :平成18年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局
- JOGMEC :平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業 成果報告書(平成20年3月) 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
- 秋田 :平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」
- 茨城 :平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別凡例	%オーダー
	1.000ppm~
	100ppm~
	10ppm~
	分析対象外

小型家電(プリント基板)分析結果 (2/4)

分析名称		携帯音楽プレーヤー								車載	
		秋田 3	METI 6	秋田 4	METI 7	秋田 5	METI 2	METI 3	METI 4	METI 9	
レアメタル検出数		22	20	21	16	21	19	18	14	12	
原子番号	元素記号	元素名称	ポータブル カセット プレーヤー	ポータブル MD プレーヤー	ポータブル MD プレーヤー	ポータブル CD プレーヤー	ポータブル CD プレーヤー	フラッシュ メモリー プレーヤー (A)	フラッシュ メモリー プレーヤー (B)	ハードディスク プレーヤー	カーナビ
3	Li	リチウム	0.003		0.002		0.000				
4	Be	ベリリウム	0.013		0.006		0.000				
5	B	ボロン		0.15		0.18		0.06	0.10	0.12	0.32
21	Sc	スカンジウム									
22	Ti	チタン	0.630	0.41	0.590	0.38	0.300	0.41	0.51	0.20	0.19
23	V	バナジウム		0.01				0.02	0.01		
24	Cr	クロム	0.430	0.75	0.055	0.08	0.074	5.01	1.50	0.25	0.15
25	Mn	マンガン	0.390	0.31	0.400	0.32	0.038	0.25	0.40	0.04	0.03
27	Co	コバルト	0.051	0.02	0.010	0.01	0.006	0.01	0.02	0.01	0.01
28	Ni	ニッケル	1.400	1.85	1.700	1.38	0.850	1.14	2.04	1.02	0.95
31	Ga	ガリウム	0.007		0.000		0.000	0.02			
32	Ge	ゲルマニウム	0.043		0.012		0.014				
34	Se	セレン									
37	Rb	ルビジウム									
38	Sr	ストロンチウム	0.024	0.03	0.037	0.03	0.015	0.05	0.03	0.02	0.03
39	Y	イットリウム		0.01							
40	Zr	ジルコニウム	0.044		0.059	0.02	0.041	0.05	0.03	0.06	0.01
41	Nb	ニオブ	0.070		0.055		0.027				
42	Mo	モリブデン	0.007	0.01	0.003		0.002	0.01	0.01	0.01	
46	Pd	パラジウム	0.140	0.01	0.055		0.001	0.01			
49	In	インジウム	0.000	0.01	0.000	0.01	0.000	0.03	0.02	0.01	0.01
51	Sb	アンチモン	0.073	0.07	0.160	0.16	0.120	0.05	0.05	0.03	0.05
52	Te	テルル									
55	Cs	セシウム									
56	Ba	バリウム	1.700	1.40	2.300	1.15	0.560	1.37	1.58	0.70	0.55
57	La	ランタン		0.01		0.01					
58	Ce	セリウム	0.005		0.002		0.001				
59	Pr	プラセオジム									
60	Nd	ネオジム		0.01		0.02					
61	Pm	プロメチウム									
62	Sm	サマリウム									
63	Eu	ユウロピウム									
64	Gd	ガドリニウム					0.01	0.01			
65	Tb	テルビウム									
66	Dy	ジスプロシウム		0.01		0.01			0.01		0.01
67	Ho	ホルミウム						0.01			
68	Er	エルビウム									
69	Tm	ツリウム									
70	Yb	イットルビウム									
71	Lu	ルテチウム									
72	Hf	ハフニウム									
73	Ta	タンタル	2.800	0.02	1.900	0.04	0.093	0.01	0.30	0.01	
74	W	タングステン	0.000	0.02	0.001		0.002	0.01	0.02	0.02	
75	Re	レニウム									
78	Pt	プラチナ	0.000								
81	Tl	タリウム									
83	Bi	ビスマス	0.350	0.01	0.066	0.01	0.200		0.02		
レアメタル%計		8.180	5.120	7.412	3.810	2.344	8.530	6.660	2.500	2.310	
12	Mg	マグネシウム		0.18		0.17		0.12	0.27	0.12	0.12
13	Al	アルミニウム	5.200	1.78	3.700	3.58	10.000	0.90	1.40	1.85	4.58
20	Ca	カルシウム		1.48		1.85		0.79	1.50	1.25	3.00
26	Fe	鉄	8.700	4.80	4.200	3.80	5.300	19.20	7.68	2.38	3.53
29	Cu	銅	22.000	25.88	36.000	15.73	19.000	15.75	22.62	50.48	29.06
30	Zn	亜鉛	1.500	0.80	1.300	1.35	2.600	0.17	0.74	0.75	1.09
33	As	砒素	0.001		0.000	0.01	0.000			0.01	
47	Ag	銀	0.760	0.41	0.340	0.42	0.370	0.28	0.43	0.32	0.21
48	Cd	カドミウム	0.004		0.000		0.000				
50	Sn	錫	8.000	4.76	4.300	5.51	3.600	1.65	3.00	5.01	2.25
79	Au	金	0.041	0.10	0.097	0.06	0.024	0.11	0.09	0.09	0.01
80	Hg	水銀									
82	Pb	鉛	5.900	0.40	1.500	0.16	2.300	0.04	0.04	0.03	0.05
44	Ru	ルテニウム	0.000		0.000		0.000				
45	Rh	ロジウム									
レアメタル外%計		52.108	40.590	51.437	32.640	43.194	39.010	37.770	62.290	43.900	
35	Br	臭素	0.840		0.850		1.500				
17	Cl	塩素	0.350		0.025		0.260				
14	Si	ケイ素	1.100		0.440		2.300				
16	S	硫黄									
19	K	カリウム	0.047		0.037		0.030				
15	P	リン	0.032		0.025		0.054				
11	Na	ナトリウム	0.087		0.150		0.130				

※数値は%に統一。定量限界以下については空白

※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

ME TI :平成18年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局

JO GMEC :平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業(平成20年3月) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

秋田 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」

茨城 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別 凡例	%オーダー	
	1.000ppm~	
	100ppm~	
	10ppm~	
	分析対象外	

小型家電(プリント基板)分析結果 (3/4)

分析名称		デジカメ		ビデオカメラ		オーディオ		電話機等		
		METI 5	JOGMEC 5	METI 11	JOGMEC 6	JOGMEC 8	METI 12	METI 8	秋田 2	
レアメタル検出数		16	14	24	13	13	16	16	22	
原子番号	元素記号	元素名称	デジタルカメラ	デジタルカメラ	ビデオカメラ	ビデオカメラ	CDラジカセ	オーディオ	電話機	FAX
3	Li	リチウム							0.02	0.001
4	Be	ベリリウム		0.010						0.000
5	B	ボロン	0.23		0.14			0.27	0.05	
21	Sc	スカンジウム								
22	Ti	チタン	0.25		1.16			0.49	0.24	0.470
23	V	バナジウム						0.01		
24	Cr	クロム	0.25	0.540	0.03	0.058	0.028	0.50	0.35	0.052
25	Mn	マンガン	0.19	0.350	0.46	0.180	0.035	0.12	0.35	0.120
27	Co	コバルト	0.01	0.013	0.02			1.00	0.01	0.018
28	Ni	ニッケル	1.72	1.300	2.28	0.850	0.350	1.05	0.55	2.200
31	Ga	ガリウム		0.001		0.002	0.001			0.000
32	Ge	ゲルマニウム								0.000
34	Se	セレン				0.000				
37	Rb	ルビジウム								
38	Sr	ストロンチウム	0.05		0.06			0.04	0.03	0.036
39	Y	イットリウム			0.01					
40	Zr	ジルコニウム	0.01		0.16			0.10	0.04	0.062
41	Nb	ニオブ	0.01		0.07				0.01	0.039
42	Mo	モリブデン		0.007		0.003	0.002	0.01		0.002
46	Pd	パラジウム	0.02	0.006	0.13	0.060				0.000
49	In	インジウム			0.01		0.001	0.01	0.01	0.000
51	Sb	アンチモン	0.20	0.140	0.17	0.220	0.530	0.17	0.14	0.360
52	Te	テルル								
55	Cs	セシウム								
56	Ba	バリウム	0.65	1.600	3.23	0.600	0.140	1.65	0.47	0.330
57	La	ランタン	0.02		0.04				0.02	
58	Ce	セリウム			0.01	0.014				0.001
59	Pr	プラセオジム			0.01					
60	Nd	ネオジム	0.02		0.05				0.03	
61	Pm	プロメチウム								
62	Sm	サマリウム								
63	Eu	ユウロピウム								
64	Gd	ガドリニウム			0.01					
65	Tb	テルビウム								
66	Dy	ジスプロシウム			0.01					
67	Ho	ホルミウム								
68	Er	エルビウム								
69	Tm	ツリウム								
70	Yb	イットルビウム								
71	Lu	ルテチウム								
72	Hf	ハフニウム								
73	Ta	タンタル	0.03	0.700	0.18	0.260	0.001	0.05		0.000
74	W	タングステン		0.029	0.02	0.016	0.001	0.02		0.000
75	Re	レニウム								
78	Pt	プラチナ		0.000		0.001	0.000			0.000
81	Tl	タリウム			0.01					
83	Bi	ビスマス	0.04	0.009	0.15	0.004	0.011	0.01	0.05	0.015
レアメタル%計		3.700	4.705	8.420	2.267	1.099	5.500	2.370	3.707	
12	Mg	マグネシウム	0.15		0.11			0.22	0.08	
13	Al	アルミニウム	2.50	9.200	0.83	7.400	8.000	6.00	6.66	4.600
20	Ca	カルシウム	2.10		1.48			2.80	0.86	
26	Fe	鉄	3.38	5.200	4.50	4.500	10.000	3.00	15.07	9.200
29	Cu	銅	26.85	24.000	17.73	14.000	13.000	15.25	7.52	14.000
30	Zn	亜鉛	1.63	0.910	0.93	1.900	1.800	0.84	0.86	2.100
33	As	砒素		0.003		0.004	0.001			0.001
47	Ag	銀	0.35	0.120	0.47	0.130	0.025	0.27	0.26	0.083
48	Cd	カドミウム		0.000		0.000	0.000			0.000
50	Sn	錫	2.50	2.900	3.00	4.000	3.700	2.51	3.01	2.600
79	Au	金	0.03	0.140	0.09	0.046	0.004	0.04	0.01	0.008
80	Hg	水銀								
82	Pb	鉛	1.65	1.400	3.02	3.100	1.700	0.19	1.76	1.900
44	Ru	ルテニウム		0.001		0.001				0.000
45	Rh	ロジウム								
レアメタル外%計		41.140	43.874	32.160	35.081	38.230	31.120	35.590	34.493	
35	Br	臭素		1.700		2.100	1.200			2.900
17	Cl	塩素								0.570
14	Si	ケイ素								2.200
16	S	硫黄								
19	K	カリウム								0.071
15	P	リン								0.072
11	Na	ナトリウム								0.350

※数値は%に統一。定量限界以下については空白

※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

METI : 平成18年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局

JOGMEC : 平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業(平成20年3月) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

秋田 : 平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」

茨城 : 平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別凡例	%オーダー
	1.000ppm~
	100ppm~
	10ppm~
	分析対象外

小型家電(プリント基板)分析結果 (4/4)

分析名称		VTR,DVD 等				ディスプレイ等		混合試料		
		JOGMEC 9	METI 13	JOGMEC 7	JOGMEC 10	秋田 1	METI 14	METI 15	茨城 2-0	
レアメタル検出数		14	10	12	14	21	9	10	19	
原子番号	元素記号	元素名称	VTR	DVD プレーヤー	DVD プレーヤー	HDD内蔵 DVD プレーヤー	液晶 ディスプレイ	液晶 テレビ	デジタル 家電混合	小型家電 混合
3	Li	リチウム					0.002			0.0113
4	Be	ベリリウム					0.000			
5	B	ボロン		0.31				0.21	0.27	
21	Sc	スカンジウム								
22	Ti	チタン		0.18			0.140	0.13	0.11	0.1965
23	V	バナジウム								
24	Cr	クロム	0.030	0.01	0.038	0.032	0.032		0.10	0.3888
25	Mn	マンガン	0.027	0.01	0.950	0.016	0.042	0.45	0.02	0.3093
27	Co	コバルト	0.009			0.011	0.002			0.0476
28	Ni	ニッケル	0.800	0.52	0.220	0.480	0.580	0.24	0.76	1.1031
31	Ga	ガリウム	0.001		0.001	0.001	0.000			
32	Ge	ゲルマニウム					0.000			
34	Se	セレン	0.000		0.000					
37	Rb	ルビジウム								
38	Sr	ストロンチウム		0.04			0.014	0.03	0.04	
39	Y	イットリウム								0.0005
40	Zr	ジルコニウム		0.01			0.019	0.02		
41	Nb	ニオブ					0.012			0.0018
42	Mo	モリブデン	0.001		0.002	0.001	0.002		0.01	0.0000
46	Pd	パラジウム	0.005			0.002	0.001			0.0460
49	In	インジウム	0.003				0.000			0.0000
51	Sb	アンチモン	0.120	0.09	0.150	0.120	0.240	0.18	0.15	0.1389
52	Te	テルル								
55	Cs	セシウム								
56	Ba	バリウム	0.160	0.43	0.220	0.470	0.500	0.30	0.28	0.4643
57	La	ランタン								0.0181
58	Ce	セリウム				0.001	0.001			
59	Pr	プラセオジム								0.0024
60	Nd	ネオジム		0.01						0.0399
61	Pm	プロメチウム								
62	Sm	サマリウム								0.0012
63	Eu	ユウロピウム								
64	Gd	ガドリニウム								
65	Tb	テルビウム								
66	Dy	ジスプロシウム								
67	Ho	ホルミウム								
68	Er	エルビウム								
69	Tm	ツリウム								
70	Yb	イッテルビウム								
71	Lu	ルテチウム								
72	Hf	ハフニウム								
73	Ta	タンタル	0.002		0.000	0.015	0.000			0.1208
74	W	タングステン	0.001		0.000	0.001	0.000			
75	Re	レニウム								
78	Pt	プラチナ	0.001		0.001	0.000				
81	Tl	タリウム								
83	Bi	ビスマス			0.002	0.015	0.008	0.01	0.03	0.0099
レアメタル%計		1.160	1.610	1.584	1.166	1.594	1.570	1.770	2.901	
12	Mg	マグネシウム		0.14				0.08	0.65	
13	Al	アルミニウム	4.100	7.90	5.400	5.400	11.000	6.25	4.13	5.1996
20	Ca	カルシウム		2.88				2.35	2.43	
26	Fe	鉄	4.900	1.10	6.100	0.860	5.400	4.90	3.58	13.8004
29	Cu	銅	15.000	17.56	22.000	28.000	25.000	15.28	24.02	21.6897
30	Zn	亜鉛	2.700	0.53	2.600	4.000	3.000	2.04	2.02	0.5550
33	As	砒素	0.000		0.001	0.003	0.002	0.01		
47	Ag	銀	0.031	0.16	0.065	0.071	0.053	0.07	0.16	0.1371
48	Cd	カドミウム	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000			
50	Sn	錫	2.700	2.01	2.400	2.200	4.400	2.50	1.95	3.7370
79	Au	金	0.002	0.02	0.008	0.015	0.009	0.01	0.02	0.0282
80	Hg	水銀								
82	Pb	鉛	2.200	1.20	1.800	1.000	2.900	1.59	0.90	2.1480
44	Ru	ルテニウム	0.001			0.000	0.000			
45	Rh	ロジウム								
レアメタル外%計		31.636	33.500	40.374	41.548	51.764	35.080	39.860	47.295	
35	Br	臭素	1.600		2.100	2.900	3.000			1.7492
17	Cl	塩素					0.140			
14	Si	ケイ素					2.600			51.9448
16	S	硫黄								
19	K	カリウム					0.034			
15	P	リン					0.038			
11	Na	ナトリウム					0.140			

※数値は%に統一。定量限界以下について空白

※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

- ME TI : 平成18年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局
- JO GMEC : 平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業(平成20年3月) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
- 秋田 : 平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」
- 茨城 : 平成20年度・使用済み小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別凡例	%オーダー
	1.00ppm~
	100ppm~
	10ppm~
	分析対象外

②部品・部位分析(秋田)

- ・ 部品・部位毎での分析結果を見ると、検出される元素が絞られ、特定の元素では%オーダー含有が認められるものがある。メーカーや機種による使用部品の違いはあると考えられるが、これを分離すべき部品(部位)とみなすかなど、選別、回収のターゲットを絞りこむ面では有用である。
- ・ モーターやスピーカーのような磁石部品では、ネオジム、ジスプロシウム等が高濃度で検出され、スピーカー等でもフェライト磁石だけではなく、ネオジム磁石が使用されていることがわかる。スピーカーに関しては蛍光エックス線分析において、サマリウム、コバルトも検出されており、はサマリウム・コバルト磁石(あるいはアルニコ磁石)も使用されていることが予想される。
- ・ インジウムは液晶部品での使用が想定されるが、液晶を使用していない他の品目でも検出され、代替はんだのような使われ方も考えられるため、使用されている部位の特定、あるいは特定検討が必要である。
- ・ アンチモン、タンタル、ストロンチウム、バリウム、ゲルマニウム、ニオブなどの元素が各部品で検出されているが、これらの多くはガラス・レンズに使用されている元素と推察される。
- ・ チタン、ニッケル、クロム(メッキ)、アルミニウム、タングステン(ダイカスト)などが検出され、この部品の構造材として、それぞれの目的で使用されていることが考えられる。
- ・ 有害物質については、プリント基板の分析結果と同様に、はんだに起因すると考えられる鉛・鉛剤としてのアンチモン、臭素が検出される傾向があり、液晶ガラスからは砒素も検出されている。

過去の同様の使用済小型家電の特定部位・部品の分析試験結果とあわせて、次ページに含有状況を示す。

使用済小型家電の特定部位・部品分析結果

分析名称		部位・部品試料										
		秋田 8	秋田 1	JOGMEC 11	秋田 2	秋田 3	秋田 4	秋田 5	秋田 6	秋田 7	秋田 8	秋田 9
レア金属検出数		22	23	14	23	23	24	23	23	23	23	23
原子番号	元素記号	DVD ドライブ	液晶 パネル	HDD (ハードディスク)	偏心 モーター	デジカメ レンズ ユニット	ビデオ レンズ ユニット	CD ピックアップ ユニット	CD モーター	携帯電話 マイク スピーカー	AC アダプタ	メモリー 類
3	Li	リチウム	0.001	0.000		0.000	0.068	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
4	Be	ベリリウム	0.000	0.000		0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.000
5	B	ボロン										
21	Sc	スカンジウム										
22	Ti	チタン	0.270	0.007		0.120	0.330	2.400	0.120	0.095	0.099	0.084
23	V	バナジウム										
24	Cr	クロム	0.058	0.031	0.120	1.800	3.500	1.500	1.700	0.620	2.500	0.120
25	Mn	マンガン	2.200	0.004	0.040	0.200	0.270	0.140	0.190	0.160	0.250	0.810
27	Co	コバルト	0.004	0.000	0.009	1.700	0.075	0.010	0.012	0.008	0.250	0.004
28	Ni	ニッケル	0.430	0.017	0.710	2.200	1.700	0.730	0.920	0.360	1.900	0.350
31	Ga	ガリウム	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.010	0.000
32	Ge	ゲルマニウム	0.000	0.000		0.000	0.017	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
34	Se	セレン										
37	Rb	ルビジウム										
38	Sr	ストロンチウム	0.210	0.880		0.068	0.220	0.310	0.015	0.950	0.022	0.012
39	Y	イットリウム										
40	Zr	ジルコニウム	0.030	0.001		0.071	0.110	0.400	0.023	0.000	0.006	0.010
41	Nb	ニオブ	0.024	0.001		0.010	0.330	1.200	0.007	0.008	0.013	0.010
42	Mo	モリブデン	0.002	0.016	0.004	0.029	0.180	0.012	0.014	0.017	0.038	0.025
46	Pd	パラジウム	0.001	0.002	0.010	0.008	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000
49	In	インジウム	0.000	0.023		0.022	0.074	0.220	0.009	0.031	0.014	0.000
51	Sb	アンチモン	0.400	0.710	0.059	0.018	0.018	0.013	0.015	0.008	0.025	0.920
52	Te	テルル										
55	Cs	セシウム										
56	Ba	バリウム	0.700	3.600	1.800	0.061	0.430	12.000	0.280	0.130	0.043	0.190
57	La	ランタン										
58	Ce	セリウム	0.000	0.000	0.004	0.000	0.005	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
59	Pr	プラセオジム										
60	Nd	ネオジム		0.001		1.400	0.240	0.005	0.006	0.005	2.500	0.016
61	Pm	プロメチウム										
62	Sm	サマリウム										
63	Eu	ユーロピウム										
64	Gd	ガドリニウム										
65	Tb	テルビウム										
66	Dy	ジスプロシウム		0.000		0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.000
67	Ho	ホルミウム										
68	Er	エルビウム										
69	Tm	ツリウム										
70	Yb	イットルビウム										
71	Lu	ルテチウム										
72	Hf	ハフニウム										
73	Ta	タンタル	0.007	0.002	0.000	0.000	0.082	0.006	0.018	0.000	0.003	0.004
74	W	タングステン	0.000	0.006	0.002	0.001	0.220	0.005	0.000	0.000	0.700	0.000
75	Re	レニウム										
78	Pt	プラチナ	0.180		0.000			0.000				
81	Tl	タリウム										
83	Bi	ビスマス	0.039	0.003	0.005	0.006	0.004	0.001	0.002	0.000	0.023	0.110
レア金属%計		4.555	5.305	2.764	7.785	7.874	18.967	3.340	2.394	8.548	2.666	10.678
12	Mg	マグネシウム										
13	Al	アルミニウム	6.000	7.100	2.300	0.290	1.300	1.800	1.300	0.340	4.200	3.000
20	Ca	カルシウム										
26	Fe	鉄	17.000	0.210	1.100	85.000	28.000	5.800	35.000	70.000	61.000	4.600
29	Cu	銅	19.000	0.030	28.000	10.000	12.000	0.550	5.600	8.100	12.000	3.400
30	Zn	亜鉛	3.500	0.008	1.700	0.190	3.800	0.290	0.700	0.440	5.600	4.000
33	As	砒素	0.002	0.300	0.005	0.000	0.002	0.040	0.001	0.001	0.001	0.001
47	Ag	銀	0.043	0.009	0.130	0.940	0.006	0.016	0.014	0.017	0.160	0.067
48	Cd	カドミウム	0.000	0.000	0.000	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033
50	Sn	錫	2.100	0.056	2.300	0.560	0.670	0.007	4.600	0.360	2.500	1.000
79	Au	金	0.031	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.017	0.012
80	Hg	水銀		0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
82	Pb	鉛	0.700	0.005	1.400	0.130	0.510	0.540	3.900	0.150	0.290	0.800
44	Ru	ルテニウム	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45	Rh	ロジウム										
レア金属%外計		48.378	7.718	36.969	97.118	46.292	9.043	51.120	79.408	85.768	47.513	32.605
35	Br	臭素	2.300	0.005	2.200	0.044	0.038	0.014	0.066	0.023	0.044	2.200
17	Cl	塩素	0.210	0.037		0.023	0.016	0.010	0.079	0.260	0.021	3.400
14	Si	ケイ素	4.200	4.000		1.100	1.800	3.200	2.000	0.700	2.800	3.900
16	S	硫黄										
19	K	カリウム	0.034									
15	P	リン	0.089									
11	Na	ナトリウム	0.093									

※数値は%に統一。定量限界以下については空白
※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

- METI :平成18年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局
- JOGMEC :平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業(平成20年3月) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
- 秋田 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」
- 茨城 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別凡例	%オーダー
	1,000ppm~
	100ppm~
	10ppm~
分析対象外	

2) 小型家電に含有する有害物質

使用済小型家電の解体により得られた、プリント基板の分析結果について、法規制の対象となっている物質に関わる元素について特定を行った。次ページにこれらの状況を示す。

①有害物質(法規制対象物質)の含有状況

- ・ 古い機器については「はんだ」に起因する鉛が検出される。また、一部機器ではカドミウムが検出されるものもある。高濃度ではないものの砒素が検出されるものがあるが、半導体素子としての GaAs に起因するものではないものもあると考えられ、確認が必要である。
- ・ アンチモンは難燃剤として使用されていると考えられ、多くの品目で検出されている。
- ・ 同様に難燃剤として使用される臭素についても、多くの品目で検出され、特に AC 電源で使用される機種では含有量が多い傾向が見られる。

②溶出試験(秋田)

使用済小型家電の、リサイクルにおける産物の有害性評価として溶出試験を実施した。

- ・ 廃棄物判定に使われる「環境庁告示 13 号試験」では、基板の破砕物、アルミコンデンサーなどから一定量の鉛が検出されている。
- ・ 土壌汚染の判定に使われる「環境省告示 18 号試験」では、「13 号試験」よりも試料サイズが小さいものも分析対象となるが、鉛について一部溶出値の増加が見られるものがある。また、「18 号試験」は、砒素が検知されたものがあることは注視しておく必要がある。
- ・ 臭素の値は「環境庁告示 13 号試験」で低く「環境庁告示 18 号試験」で高くなる傾向がある。絶対値としては小さい値ではあるものの、水に溶解しているものを計測していることから、難燃剤として含有されている有機分が検出されていない可能性もあり、今後検討の必要がある。
- ・ 「環境省告示 19 号試験」(土壌含有量試験・1N 塩酸抽出)では、鉛が多く検出され、人体の直接摂取には適さない値となっているため、使用済小型家電の破砕作業や破砕物の保管の際は、飛散防止などの措置が必要になる事を意味している。
- ・ 海外における溶出試験である「TCLP」では、鉛以外にカドミや砒素の検出があった。海外の基準値は様々であり、一様に比較はできないが、使用済小型家電が海外に輸出・処理された場合の影響を考慮する上で、今後も適宜考慮が必要と考えられる。

③溶出試験(茨城)

使用済小型家電の中間処理産物における、有害性評価として溶出試験を実施した。

- ・ 廃棄物判定に使われる「環境庁告示 13 号試験」では、中間処理後の生成物から鉛が検出されている。また、砒素についても検出が見られる。
- ・ 対象の粉砕の程度によっては、濾紙を通過してしまうことも考えられるため、試料の調整方法、分析方法を含めた検証が必要である。

法規制対象物質と小型家電(プリント基板)分析値の対比

分析名称			法規制対象 状況							携帯電話・ゲーム機										
			PRTR *1			RoHS *2	ハ-セル*3 付属書 I	環境基準*4		排水基準*5		海洋投入 基準*6	廃棄物*7 溶出基準	1-0	秋田 6	秋田 7	秋田 3	秋田 4	秋田 5	秋田 2
原子 番号	元素 記号	元素名称	特別	1種	2種		人健康	要監視	生活環境	健康		携帯電話	ポータブル ゲーム機	家庭用 ゲーム機	ポ-ータル カセット プレイヤー	ポ-ータル MD プレイヤー	ポ-ータル CD プレイヤー	FAX	液晶 ディスプレイ	小型家電 混合
			○	○化			○	○	○	○	○	○	23	21	21	22	21	21	22	21
4	Be	ベリリウム	○	○化		Y20					○	0.0062	0.000	0.000	0.013	0.006	0.000	0.000		
5	B	ボロン		○化			○			○										
23	V	バナジウム		○化	V2O5					○										
24	Cr	クロム	○Cr6+	○化		1000	Y21 Cr6+	○Cr6+		○	○Cr6+	1.6405	0.270	0.470	0.430	0.055	0.074	0.052	0.032	0.3888
25	Mn	マンガン		○化						○		0.2234	0.064	0.600	0.390	0.400	0.038	0.120	0.042	0.3093
28	Ni	ニッケル	○	○化				○		○		3.1929	1.200	1.000	1.400	1.700	0.850	2.200	0.580	1.1031
34	Se	セレン		○化		Y25	○			○	○									
42	Mo	モリブデン		○化				○		○	○	0.0321	0.003	0.004	0.007	0.003	0.002	0.002	0.002	0.0000
51	Sb	アンチモン		○化		Y27	○			○	○	0.0484	0.160	0.440	0.073	0.160	0.120	0.360	0.240	0.1389
52	Te	テルル		○化		Y28														
81	Tl	タリウム		○水化		Y30														
26	Fe	鉄							○			8.2363	17.000	15.000	8.700	4.200	5.300	9.200	5.400	13.8004
29	Cu	銅		○水塩		Y22	○+境			○	○	31.8463	23.000	15.000	22.000	36.000	19.000	14.000	25.000	21.6897
30	Zn	亜鉛		○水化		Y23			○		○	14.707	1.700	1.200	1.500	1.300	2.600	2.100	3.000	0.5550
33	As	砒素	○	○無機化		Y24	○			○	○		0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	
48	Cd	カドミウム	○	○化		100	Y26	○		○	○		0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	
80	Hg	水銀		○化		1000	Y29	○		○	○									
82	Pb	鉛		○化		1000	Y31	○		○	○	1.0424	2.800	1.900	5.900	1.500	2.300	1.900	2.900	2.1480

分析名称			法規制対象 状況							部位・部品試料											
			PRTR *1			RoHS *2	ハ-セル*3 付属書 I	環境基準*4		排水基準*5		海洋投入 基準*6	廃棄物*7 溶出基準	秋田 8	秋田 1	秋田 2	秋田 3	秋田 4	秋田 5	秋田 6	秋田 7
原子 番号	元素 記号	元素名称	特別	1種	2種		人健康	要監視	生活環境	健康		DVD ドライブ	液晶 パネル	偏心 モーター	デジカメ レンズ ユニット	ビデオ レンズ ユニット	CD ピックアップ ユニット	CD モーター	携帯電話 マイク スピーカー	AC アダプタ	メモリー 類
			○	○化			○	○	○	○	○	○	22	23	23	23	24	23	23	23	23
4	Be	ベリリウム	○	○化		Y20					○	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.000	0.006
5	B	ボロン		○化			○			○											
23	V	バナジウム		○化	V2O5					○											
24	Cr	クロム	○Cr6+	○化		1000	Y21 Cr6+	○Cr6+		○	○Cr6+	0.058	0.031	1.800	3.500	1.500	1.700	0.620	2.500	0.120	4.600
25	Mn	マンガン		○化						○		2.200	0.004	0.200	0.270	0.140	0.190	0.160	0.250	0.810	0.230
28	Ni	ニッケル	○	○化				○		○		0.430	0.017	2.200	1.700	0.730	0.920	0.360	1.900	0.350	4.500
34	Se	セレン		○化		Y25	○			○	○										
42	Mo	モリブデン		○化				○		○	○	0.002	0.016	0.029	0.180	0.012	0.014	0.017	0.038	0.025	0.050
51	Sb	アンチモン		○化		Y27	○			○	○	0.400	0.710	0.018	0.018	0.013	0.015	0.008	0.025	0.920	0.200
52	Te	テルル		○化		Y28															
81	Tl	タリウム		○水化		Y30															
26	Fe	鉄							○			17.000	0.210	85.000	28.000	5.800	35.000	70.000	61.000	4.600	20.000
29	Cu	銅		○水塩		Y22	○+境			○	○	19.000	0.030	10.000	12.000	0.550	5.600	8.100	12.000	34.000	10.000
30	Zn	亜鉛		○水化		Y23			○		○	3.500	0.008	0.190	3.800	0.290	0.700	0.440	5.600	4.000	0.054
33	As	砒素	○	○無機化		Y24	○			○	○	0.002	0.300	0.000	0.002	0.040	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
48	Cd	カドミウム	○	○化		100	Y26	○		○	○	0.000	0.000	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000
80	Hg	水銀		○化		1000	Y29	○		○	○		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
82	Pb	鉛		○化		1000	Y31	○		○	○	0.700	0.005	0.130	0.510	0.540	3.900	0.150	0.290	0.800	0.250

*1 PRTR(Pollutant Release and Transfer Register: 化学物質排出移動量届出 制度
特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律
特別:発がん性のある「特定第一種指定化学物質」
1種:第一種指定化学物質
2種:第二種指定化学物質(MSDSのみ)
*2 RoHS(Restriction of Hazardous Substances) ※数値単位はppm
DIRECTIVE 2002/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 27 January 2002 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment

*3 ハ-セル法:特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律 パ-セル法:約・付属書 I
*4 環境基準
水質汚濁に係る環境基準 人の健康の保護に関する環境基準
生活環境に関する環境基準 土壌の汚染に係る環境基準
*5 水質汚濁防止法:排水基準
*6 海洋投入処分に関する判定基準(H7.10.2改正 総理府令51号)
*7 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令

1000ppm+	分析対象外
100ppm+	分析対象外
10ppm+	分析対象外
10ppm	分析対象外
1ppm+	分析対象外
1ppm	分析対象外
0.1ppm+	分析対象外
0.1ppm	分析対象外
0.01ppm+	分析対象外
0.01ppm	分析対象外
0.001ppm+	分析対象外
0.001ppm	分析対象外
0.0001ppm+	分析対象外
0.0001ppm	分析対象外
0.00001ppm+	分析対象外
0.00001ppm	分析対象外
0.000001ppm+	分析対象外
0.000001ppm	分析対象外
0.0000001ppm+	分析対象外
0.0000001ppm	分析対象外
0.00000001ppm+	分析対象外
0.00000001ppm	分析対象外
0.000000001ppm+	分析対象外
0.000000001ppm	分析対象外

【データ出典】

MEIT: 環境省「使用済みパソコン等から回収された資源物の処理状況」平成20年度
JOGMEC: 国土交通省「自動車・船舶等から回収された資源物の処理状況」平成20年度
秋田: 秋田県「平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業」秋田県・中間報告
茨城: 茨城県「平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業」茨城県・中間報告

3) 中間処理

手解体

- ・ 小型家電の手解体は、サイズが小さいことから、手間・時間がかかり、分解選別を行うには多大な労力を要する。
- ・ 一部の部品・部位では、レンズユニットや、液晶ユニット等、その部位からさらに分解することが難しいあるいは手間が大きなものもあり、手分解のみでの詳細分解には困難なものもある。
- ・ 特定の有害物質を含む部位(水銀電池、蛍光管等)を破損することなく、回収する方法として、手解体は確実な手法であると考えられる。

機械解砕(秋田)

秋田における「機械解砕」は、手解体と同水準での使用済小型家電からの部品・部位の分離選別を、機械的に実現しようとするものである。

- ・ 手解体と同水準の解体(基板分離、基板からの部品分離等)を機械的に、効率良く実施することの可能性が見いだされ、今後さらに対象に応じた運転条件での試験が必要である。
- ・ 粉じんの発生や部位・部品の破損等の環境、あるいは人の健康への影響については、継続的に確認が必要と考えられる。
- ・ 手解体と同等の解体が可能で、かつ機械的に分離選別を行える技術については、さらに他の手法等の検討も可能と考えられる。

中間処理(茨城)

茨城における「中間処理」は、解体により得られたプリント基板を破砕し、破砕産物を選別して、分離してゆくものであり、今後の分離選別技術開発のための基礎情報を得るものである。

中間処理により得られた産物の分析結果について、次ページに示す。

- ・ クロムのように鉄系に随伴して分離されていると考えられる元素や、粉砕物(ミックスメタル)に分配されていると考えられるチタン、タングステン等、既存の処理技術による分配の傾向が得られている。
- ・ 次年度以降の研究課題である、プリント基板と実装部品の分離を行う「選別工程」、「前処理・中間処理工程」、「粉砕(破砕)処理工程」の組み合わせ(想定)による、レアメタルの分離、濃縮で得られる「高濃度中間精製物」との対比に活用するデータが得られている。

使用済小型家電の中間処理による、金属等の分配の状況を、次ページに示す。

中間処理(茨城)における金属の分配状況

原子番号	元素記号	元素名称	単位	1	1-0	1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	2	2-0	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤
				携帯電話 本体 (試算)	携帯電話 基板	ミックス メタル	集塵粉	樹脂類	アルミ 回収物	鉄 回収物	小型家電 (試算)	小型家電 基板	ミックス メタル	集塵粉	樹脂類	アルミ 回収物	鉄 回収物
		全重量(g)		4,170.54							7,869.00						
		全体比率(%)		24.0%	24.0%	10.3%	1.0%	2.0%	6.9%	3.2%	15.8%	15.8%	7.4%	0.8%	2.5%	2.5%	2.1%
		基板重量(g)		1,000.10	1,000.10	430.00	42.00	81.90	287.70	134.60	1,241.10	1,241.10	582.10	61.30	199.90	196.50	163.90
		基板比率(%)		100.0%	100.0%	43.0%	4.2%	8.2%	28.8%	13.5%	100.0%	100.0%	46.9%	4.9%	16.1%	15.8%	13.2%
3	Li	リチウム	%	0.0033	0.0137	0.0300	0.0200				0.0018	0.0113	0.0180	0.0430			0.0060
4	Be	ベリリウム	%	0.0015	0.0062	0.0130			0.0080								
5	B	ボロン															
21	Sc	スカンジウム															
22	Ti	チタン	%	0.2067	0.8618	1.6300	2.6200	0.0800	0.1140	0.0860	0.0310	0.1965	0.1480	2.0200	0.0710	0.0730	0.0330
23	V	バナジウム															
24	Cr	クロム	%	0.3934	1.6405	0.8130	0.1020			9.5600	0.0613	0.3888	0.5640	0.0530			0.9210
25	Mn	マンガン	%	0.0536	0.2234	0.3420	0.0650	0.0540	0.0160	0.4800	0.0488	0.3093	0.5520	0.3920			0.2350
27	Co	コバルト	%	0.0237	0.0990	0.2020	0.0190			0.0840	0.0075	0.0476	0.0870	0.0300			0.0400
28	Ni	ニッケル	%	0.7657	3.1929	4.1200	2.3900	4.6600	1.1700	4.4800	0.1740	1.1031	1.5900	1.3400	0.1420	0.0600	1.9600
31	Ga	ガリウム	%	0.0044	0.0184	0.0370	0.0230			0.0110							
32	Ge	ゲルマニウム															
34	Se	セレン															
37	Rb	ルビジウム															
38	Sr	ストロンチウム															
39	Y	イットリウム	%	0.0039	0.0161	0.0330	0.0460				0.0001	0.0005		0.0100			
40	Zr	ジルコニウム															
41	Nb	ニオブ	%	0.0003	0.0011		0.0260				0.0003	0.0018		0.0360			
42	Mo	モリブデン	%	0.0077	0.0321	0.0530				0.0690	0.0000	0.0000					
46	Pd	パラジウム	%	0.0082	0.0342	0.0520	0.0890			0.0600	0.0073	0.0460	0.0550	0.2150			0.0730
49	In	インジウム	%	0.0000	0.0000						0.0000	0.0000					
51	Sb	アンチモン	%	0.0116	0.0484	0.0930	0.0340	0.0440		0.0250	0.0219	0.1389	0.1830	0.0690	0.2430		0.0800
52	Te	テルル															
55	Cs	セシウム															
56	Ba	バリウム	%	0.4784	1.9951	3.3600	5.9600	0.3080	0.8080	0.3160	0.0732	0.4643	0.2540	5.0000	0.2290	0.3140	0.0880
57	La	ランタン	%	0.0357	0.1489	0.2830	0.3330		0.0320	0.0300	0.0029	0.0181	0.0230	0.1490			
58	Ce	セリウム															
59	Pr	プラセオジウム	%	0.0074	0.0308	0.0610	0.1090				0.0004	0.0024		0.0480			
60	Nd	ネオジウム	%	0.0633	0.2640	0.5170	0.8910		0.0150		0.0063	0.0399	0.0600	0.2380			
61	Pm	プロメチウム															
62	Sm	サマリウム	%	0.0053	0.0221	0.0290	0.2300				0.0002	0.0012		0.0240			
63	Eu	ユウロビウム															
64	Gd	ガドリニウム	%														
65	Tb	テルビウム															
66	Dy	ジスプロシウム	%	0.0002	0.0009		0.0210										
67	Hd	ホルミウム															
68	Er	エルビウム															
69	Tm	ツリウム															
70	Yb	イットルビウム															
71	Lu	ルテチウム															
72	Hf	ハフニウム															
73	Ta	タンタル	%	0.0386	0.1610	0.3500	0.2500				0.0191	0.1208	0.2560	0.0150			
74	W	タングステン	%	0.2282	0.9518	2.2100				0.0120							
75	Re	レニウム															
78	Pt	プラチナ	%														
81	Tl	タリウム															
83	Bi	ビスマス	%	0.0091	0.0381	0.0800	0.0880				0.0016	0.0099	0.0180	0.0300			
		レアメタル%計		2.3502	9.8005	14.3080	13.3158	5.1540	2.1550	15.2129	0.4575	2.9005	3.8079	9.7119	0.6850	0.4471	3.4360
12	Mg	マグネシウム															
13	Al	アルミニウム	%	0.5552	2.3153	3.2100	3.2400	1.2300	2.0200	0.8710	0.8201	5.1996	5.1200	2.9700	2.7600	7.6000	7.6000
20	Ca	カルシウム															
26	Fe	鉄	%	1.9751	8.2363	5.6200	1.8300	0.1650	0.1270	42.3000	2.1766	13.8004	14.6000	7.7700	0.1870	0.0950	49.4000
29	Cu	銅	%	7.6368	31.8463	26.4000	16.2000	34.8000	50.6000	17.9000	3.4209	21.6897	25.6000	5.7900	20.0000	34.0000	6.0000
30	Zn	亜鉛	%	0.3527	1.4707	1.8500	0.5290	5.6900	0.6420	0.0180	0.0875	0.5550	0.7300	1.6900	0.5860	0.1080	0.1340
33	As	砒素	%														
47	Ag	銀	%	0.0920	0.3837	0.6260	0.8630	0.1760	0.1590	0.1350	0.0216	0.1371	0.2030	0.0490	0.2000		0.0550
48	Cd	カドミウム	%												0.0050		
50	Sn	錫	%	0.7880	3.2862	4.3000	6.2400	4.5700	2.2700	1.1000	0.5894	3.7370	5.7600	3.7000	2.3600	1.5000	1.7800
79	Au	金	%	0.0377	0.1571	0.2800	0.1180	0.1700	0.0250	0.0790	0.0045	0.0282	0.0430	0.0330	0.0270		0.0160
80	Hg	水銀	%														
82	Pb	鉛	%	0.2500	1.0424	1.3800	1.6400	1.3800	0.6210	0.6580	0.3388	2.1480	2.7400	4.1300	2.2100	0.7290	1.4200
44	Ru	ルテニウム															
45	Rh	ロジウム															
		レアメタル外%計		11.6874	48.7380	43.6660	30.6600	48.1810	56.4640	63.0610	7.4594	47.2950	54.7960	26.1320	28.3350	44.0321	66.4050
35	Br	臭素	%	0.2545	1.0614	0.5500	1.5500	1.5500	1.1800	2.1800	0.2759	1.7492	1.3100	1.9800	1.8200	2.8300	2.2400
17	Cl	塩素															

階別凡例	%オーダー
	1,000ppm~
	100ppm~
	10ppm~
分析対象外	

※数値は%に統一。定量限界以下については空白

4) レアメタル回収

- ・本年度事業では回収物の分析情報を得ており、対象のプリント基板および特定部位・部品については、これらを基に既存レアメタル回収システムの原料としての適用可能性を確認する。
- ・これら以外の、鉄、アルミ、プラスチック等の回収産物については、再資源化の可能性を確認する。その他、廃棄物として適正処理を行う。

参考として、各モデル事業の分析結果のうち、我が国の非鉄金属製錬において回収対象となっている元素を以下に示す。今後これらのデータを元に、別のレアメタル回収システムとの原料条件との比較を行う等の検討が必要である。

非鉄製錬においては現状回収されていないレアメタルについては、これらを含む部位・部品の分離や、他のレアメタル回収システムを検討する必要がある。

我が国の非鉄製錬回収対象金属と小型家電(プリント基板)分析値の対比

分析名称			非鉄製錬回収対象			携帯電話・		ゲーム機		携帯音楽プレーヤー			電話機等		ディスプレ		混合試料
						茨城 1-0	秋田 6	秋田 7	秋田 3	秋田 4	秋田 5	秋田 2	秋田 1	茨城 2-0			
レアメタル検出数			5	2	2	23	21	21	22	21	21	22	21	21	19		
原子番号	元素記号	元素名称	銅製錬	鉛製錬	亜鉛精錬	携帯電話	ポータブルゲーム機	家庭用ゲーム機	ポータブルカセットプレイヤー	ポータブルMDプレイヤー	ポータブルCDプレイヤー	FAX	液晶ディスプレイ	小型家電混合			
28	Ni	ニッケル	○			3.1929	1.200	1.000	1.400	1.700	0.850	2.200	0.580	1.1031			
31	Ga	ガリウム			○	0.0184	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000				
34	Se	セレン	○														
46	Pd	パラジウム	○			0.0342	0.000	0.001	0.140	0.055	0.001	0.000	0.001	0.0460			
49	In	インジウム			○	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000			
51	Sb	アンチモン		○		0.0484	0.160	0.440	0.073	0.160	0.120	0.360	0.240	0.1389			
52	Te	テルル	○														
78	Pt	プラチナ	○						0.000			0.000					
83	Bi	ビスマス		○		0.0381	0.008	0.021	0.350	0.066	0.200	0.015	0.008	0.0099			
29	Cu	銅	◎			31.8463	23.000	15.000	22.000	36.000	19.000	14.000	25.000	21.6897			
30	Zn	亜鉛		◎		1.4707	1.700	1.200	1.500	1.300	2.600	2.100	3.000	0.5550			
47	Ag	銀	○	○		0.3837	0.035	0.060	0.760	0.340	0.370	0.083	0.053	0.1371			
48	Cd	カドミウム		○			0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000				
79	Au	金	○	○		0.1571	0.006	0.020	0.041	0.097	0.024	0.008	0.009	0.0282			
82	Pb	鉛		◎		1.0424	2.800	1.900	5.900	1.500	2.300	1.900	2.900	2.1480			

分析名称			非鉄製錬回収対象			部位・部品試料									
						秋田 8	秋田 1	秋田 2	秋田 3	秋田 4	秋田 5	秋田 6	秋田 7	秋田 8	秋田 9
レアメタル検出数			5	2	2	22	23	23	23	24	23	23	23	23	23
原子番号	元素記号	元素名称	銅製錬	鉛製錬	亜鉛精錬	DVDドライブ	液晶パネル	偏心モーター	デジカメレンズユニット	ビデオレンズユニット	CDピックアップユニット	CDモーター	携帯電話マイクスピーカー	ACアダプタ	メモリー類
28	Ni	ニッケル	○			0.430	0.017	2.200	1.700	0.730	0.920	0.360	1.900	0.350	4.500
31	Ga	ガリウム			○	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.010	0.000	0.007
34	Se	セレン	○												
46	Pd	パラジウム	○			0.001	0.002	0.008	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001
49	In	インジウム			○	0.000	0.023	0.022	0.074	0.220	0.009	0.031	0.014	0.000	0.007
51	Sb	アンチモン		○		0.400	0.710	0.018	0.018	0.013	0.015	0.008	0.025	0.920	0.200
52	Te	テルル	○												
78	Pt	プラチナ	○			0.180				0.000					
83	Bi	ビスマス		○		0.039	0.003	0.006	0.004	0.001	0.002	0.000	0.023	0.110	0.031
29	Cu	銅	◎			19.000	0.030	10.000	12.000	0.550	5.600	8.100	12.000	34.000	10.000
30	Zn	亜鉛		◎		3.500	0.008	0.190	3.800	0.290	0.700	0.440	5.600	4.000	0.54
47	Ag	銀	○	○		0.043	0.009	0.940	0.006	0.016	0.014	0.017	0.160	0.067	0.028
48	Cd	カドミウム		○		0.000	0.000	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000
79	Au	金	○	○		0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.017	0.012	0.033
82	Pb	鉛		◎		0.700	0.005	0.130	0.510	0.540	3.900	0.150	0.290	0.800	0.250

※数値は%に統一。定量限界以下については空白

※すべて、対象小型家電中の電子基板の分析値。

【データ出典】

METI :平成19年度「使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査」平成19年3月 東北経済産業局

JOGMEC :平成19年度エネルギー使用合理化技術開発 希少金属等高効率回収システム開発事業(平成20年3月) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

秋田 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「秋田県・中間報告」

茨城 :平成20年度・使用済小型家電の回収モデル事業「茨城県・中間報告」

層別凡例	%オーダー
	1.00ppm~
	1.00ppm~
	10ppm~
	分析対象外

以上

使用済小型家電の回収モデル事業の報告（小型家電回収分）

（レアメタル回収・環境管理分）

（１）秋田県

1. モデル事業の内容と位置付け

(1) 秋田県における既存の小型家電の収集試験の経緯

- 秋田県ではこれまで、小型家電のレアメタル含有量や部品毎のレアメタル使用の情報を大まかながらも蓄積してきている。
- 手分解試験、機械による分離試験等によるレアメタルを含有する特定部品の分離回収の可能性を模索し、一部の部品については分離回収できる目処が立ってきている。
- プリント基板の分析等により、基板上の細かな実装部品毎のレアメタル評価を行い、これら部品類の分離回収についても検討を行っている。

(2) 現状で確認を要する事項

- ①レアメタルを含有すると考えられるものの、まだ確認していない品目、機種、部品や基板類がある。
- ②既存試験では手解体で分離を行っているが、実際の処理を考えると、より効率的な方法が求められる。機械化等も想定した最適な手法の検討には、小型家電における手解体に要する正確な時間や、機械解砕の運転条件等にかかる知見が必要となる。
- ③小型家電からのレアメタル回収におけるプロセス（一時蓄積、破砕分解処理等）における有害物の分配やリスクなどの環境影響に関しての知見が少ない。

(3) 今年度試験の内容

このような状況下において、本モデル事業では、以下の試験を実施する。

1) これまで分析されていない部品や基板類を対象とした分析

分析はベースメタル、レアメタル、有害物などの観点から実施する。

既存調査では既に幾つかの品目を対象にした分析を実施しており、本モデル事業では秋田県の既存の収集試験において回収された品目のうち、過去に分析を実施した外の主要な回収品目を対象に分析を実施する。

次ページに既に分析が実施された品目（部位）、本モデル事業での分析対象品目（部位）及び今後分析を実施する予定の品目を示す。

2) 手分解実施によるデータ取得

部品1点ずつの完全分解+分析を目的ではなく、分解工程の適用可能範囲内においてのレベル分け、あるいは部品(ユニット)を単体分離できるレベルとする。同じカテゴリーの小型家電でもメーカー・年代・モデルの違ったもので複数実施する。

3) 機械解砕のデータ取得

ロットが確保できるいくつかの小型家電について、機械解砕を実施し、目指す部品レベルまでの解体が実施できる条件を検討する。

4) 溶出試験の実施

上記試験によって得られる部品や解砕物に関し、いくつかの条件を想定した溶出試験を実施し、リスクを把握する。

(4) 本モデル事業の分析対象品目

モデル事業期間中に比較的多く回収された品目のうち、過去に分析した品目以外で、これまでの知見からレアメタルを含有する部品を実装していると考えられる品目のプリント基板を対象としている。

過去の分析がデータは特定機種 of データとなっているものは、他機種 of 分析試験を行う。また、比較的多く回収された部品 (DVD ドライブ) についても分析対象とした。

分析 (プリント基板、含有量試験) 実施状況

対象品目	分析	対象部品
ビデオカメラ	実施済 (H19 年度)	プリント基板
デジタルカメラ		
DVD プレーヤー		
HDD 内臓 DVD プレーヤー		
家庭用テレビゲーム機 (A 社)		
携帯電話 (97 年製、03 年製、06 年製)		
ノートパソコン		
ハードディスクドライブ		
CD ラジカセ		
ビデオデッキ		
デスクトップパソコン		
液晶ディスプレイ	本モデル事業 実施分 (H20 年度)	
ファックス		
ポータブルカセットプレーヤー		
ポータブル MD プレーヤー		
ポータブル CD プレーヤー		
ポータブルゲーム機		
家庭用テレビゲーム機 (B 社)		
DVD ドライブ		
その他 (回収された品目のうち今後の調査対象の例) 電子手帳、カーオーディオ、プリンター、チューナー ワープロ、CD ドライブ、他		

部品については、比較的多く回収される品目 (携帯電話、CD プレーヤー、デジカメ、ビデオカメラ等) に使用され、特定のレアメタルを含有すると考えられるものを対象とした。また、回収において付属品として数量の多いもの (AC アダプター、メモリ) および、レアメタルの使用が判明しているもの (液晶) を対象とした。

分析 (部品・含有量試験) 対象

部品の名称	分析
液晶ディスプレイ (パネル)	本モデル事業 実施分 (H20 年度)
偏心モーター	
デジカメレンズユニット	
ビデオレンズユニット	
CD ピックアップユニット	
CD モーター	
携帯電話のマイク、スピーカー	
AC アダプター	
メモリー類	

2. 解体・分解試験

2.1 手解体試験

手解体試験では、レアメタルを含有する部品（部位：ユニット）の分離選別可能性の確認、及びその所要時間の確認を行う。

モデル事業期間中に回収されたもののうち、これまでの知見からレアメタルを含有していると目される品目で、10台程度以上のロットがある品目を選定した。部品集積度が高く手間が大きいと考えられるデジタルカメラも対象としている。

手解体試験担当者は、過去の試験において他の小型家電の手解体を経験している人員を選定し、一つの品目について複数人（2人）での実施データをとっている。

手解体試験の内容

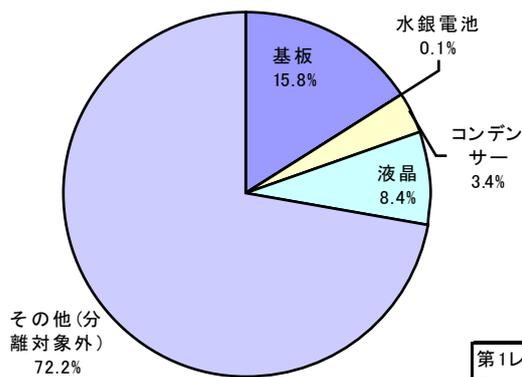
項目	内容
対象機器	○携帯電話（12台） ○卓上電話機（20台） ○電話機（子機）（19台） ○ビデオデッキ（13台） ○デジタルカメラ（9台） ○ゲーム機（12台）
解体方法	○手解体により、ある一定レベルの部品の分離を行う。 ○ネジ等含め、部品一式の完全分離は行わない。
解体による分類	レベルごとの作業時間を把握 ①粗解体してメイン基板を取り出す程度 ②部位・部品を分解する程度 ③部品のうち単一素材の組み合わせの場合、それを分解。 のレベル毎の解体時間を計測。（実施可能な範囲で） ※水銀電池、蛍光管等の有害物質含有部位については 第二レベルにて回収 ※第三レベルは、困難であれば実施せず

2.2 手解体試験結果（一部）

以下にデジタルカメラ（9台）の手解体試験結果（分解作業時間と分離部品の重量）を例として示す。試験では第1レベルで基板部を回収し、第2レベルでは、基板外部分より水銀電池、コンデンサー、液晶部を分離している。

手解体試験結果(デジタルカメラ9台)(分解時間及び分離部品重量)

項目\No.		平均	デジタルカメラ(9台)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
分解時間(分)	合計	7.5	12.4	5.4	8.6	8.1	5.7	8.5	8.2	5.6	4.7	
	第一レベル	7.0	12.3	5.0	8.3	7.9	4.1	8.2	7.8	5.4	4.5	
	第二レベル	0.4	0.1	0.4	0.3	0.2	1.6	0.3	0.4	0.2	0.2	
重量(g)	合計	153.9	229.2	134.8	121.4	156.9	161.6	264.6	87.2	110.9	118.1	
	第一レベル	基板	24.5	55.3	17.1	12.0	46.1	19.9	22.0	13.9	17.1	16.7
	第二レベル	水銀電池	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5		0.1
		コンデンサー	5.3	9.1	4.0	4.7	3.8	4.8	9.3	2.8	4.6	4.7
		液晶	13.1	17.2	13.5	15.0	15.4	9.1	12.0	4.9	17.4	
その他(分離対象外)	111.6	147.0	99.6	88.3	89.8	127.6	219.4	64.4	71.5	96.6		



第1レベル(基板)	7.0分
第1+第2レベル(水銀電池、コンデンサ、液晶)	7.5分

手解体試験後の、部品・部位の分離状況の一部を以下に示す。

	項目\No.	平均		MAX	MIN	
	調査機器	メーカー	7メーカー			
		型式	10機種			
	分解時間(分)	第一レベル	1.4	1.4	2.0	1.0
	第二レベル	0.3	1.5	0.6	0.1	
	第三レベル	0.6	2.1	1.2	0.3	
重量(g)	総重量		127.7		164.6	92.0
	第一レベル	基板	29.77	29.8	34.7	19.5
		ABS樹脂	5.17	29.0	9.4	5.2
		その他	43.72	78.7	113.7	16.2
	第二レベル	液晶	3.57	3.6	5	2.7
		ABS樹脂	1.17	3.4	3	1.2
第三レベル	ABS樹脂	42.0	42.0	79.4	29.8	

電話機 子機

解体時間および回収重量

2.2 機械解砕試験

機械解砕は破砕ではなく、レアメタルを含有する特定の部品の分離を目的するものである。

モデル事業において比較的多く回収された品目で手解体との比較を行うもの（携帯電話、ビデオデッキ等）の他、家電製品の付属品として多く回収されるもの、特定の部品でレアメタルを含有すると考えられるものを対象としている。

機械解砕試験の内容を以下に示す。

機械解砕試験の内容

項目	内容												
機器仕様	ドラム型衝撃式解砕機(バッチ式) 												
対象機器	<ul style="list-style-type: none"> ○ 携帯電話 ○ ビデオデッキ ○ 電話機(子機) ○ シェーバー(モーター部分、刃にレアメタル含有と想定) ○ ACアダプター ○ キーボード ○ DVDドライブ } 手解体対象												
破砕方法	<ul style="list-style-type: none"> ・衝撃式の解砕器で部品レベルの解砕を得られる状況と運転条件を把握 ○ 分離レベル <ul style="list-style-type: none"> ① 粗解体(基本的な解体。大きな部品が外れる程度) ② プリント基板をはずすことができる条件で実施。 ③ 基板上の部品を外すことができる条件で実施 <p>【確認する運転条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 投入量 10～20kg ・ 回転数 300RPM～ ・ 稼働時間 30～90秒程度 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>レベル 1</th> <th>レベル 2</th> <th>レベル 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sec</td> <td>30～</td> <td>60～</td> <td>45～</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>200～300</td> <td>300～1000</td> <td>1000～</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 対象品目、投入重量、目的とする解砕の程度により適した運転条件に相違があるため、試験を実施して、運転条件につき情報を整理する</p>		レベル 1	レベル 2	レベル 3	sec	30～	60～	45～	RPM	200～300	300～1000	1000～
	レベル 1	レベル 2	レベル 3										
sec	30～	60～	45～										
RPM	200～300	300～1000	1000～										

機械解砕試験後の産物



携帯電話のプリント基板：機械解砕後



携帯電話の液晶：機械解砕後



DVD ドライブ：機械解砕前



DVD ドライブ：機械解砕後

3. 分析

3.1 含有量分析

含有量試験の内容

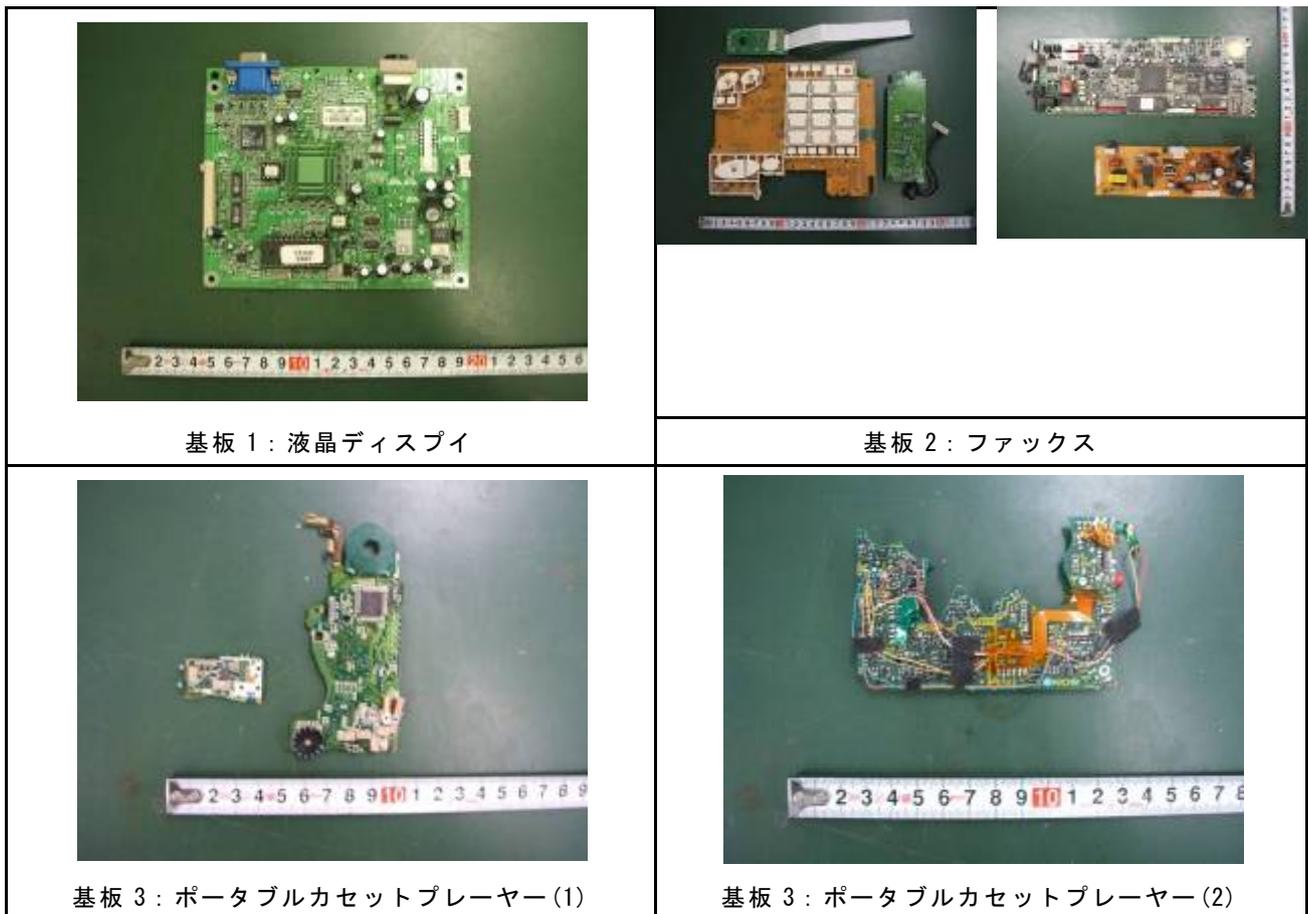
項目	プリント基板	部品類
前処理方法	破碎手順(プリント基板) ①分解と部品採取 ②大きな部品はさらに細かく(破壊か切断) ③破碎機で1mm以下程度まで破碎 (何回か繰り返す場合もあり) ④産物をさらにミル形式の破碎機で摩砕、 分析サンプルとする	破碎手順(部品) ←左記のほか、単一構成と思われる部品は 取り外して重量を測定して合算予定。 ※例として重りのタングステン等(破碎困難)
分析対象 機器・部品	<ul style="list-style-type: none"> ・液晶ディスプレイ ・ファックス ・ポータブルカセットプレーヤー ・ポータブル MD プレーヤー ・ポータブル CD プレーヤー ・ポータブルゲーム機 ・家庭用テレビゲーム機 ・DVD ドライブ 	(部品類、含有量試験) <ul style="list-style-type: none"> ・液晶ディスプレイ(パネル) ・偏心モーター ・デジカメレンズユニット ・CD ピックアップユニット ・CD モーター ・携帯電話のマイク、スピーカー ・AC アダプター ・メモリー類
分析項目 分析方法	a) 【分析項目】 Au, Ag, Pd, Pt ----- 【分析方法】 マット融解－乾式試金法－ICP 発光分析法	
	b) 【分析項目】 Al, Fe, Cu, Zn, Sn, Ba, Pb ----- 【分析方法】 酸分解・アルカリ融解－ICP 発光分析法	
	c) 【分析項目】 As, Se ----- 【分析方法】 酸分解－フレームレス原子吸光光度法	
	d) 【分析項目】 Br ----- 【分析方法】 燃焼－イオンクロマトグラフ法	
	e) 【分析項目】 Hg ----- 【分析方法】 還元加熱－原子吸光光度法	
	f) 【分析項目】 その他金属 ----- 【分析方法】 酸分解、アルカリ融解－ICP 質量分析法	

(1) 分析対象の概要 (プリント基板・含有量試験)

機器の種類	全重量 (g)	基板 重量(g)	基板 割合(%)	販売時期
1 液晶ディスプレイ	4,140	135.37	3.3	02 年頃
2 ファックス	3,400*	515.51	—	95 年頃
3 ポータブルカセットプレーヤー	230*	—	—	85~95 年頃
	230*	43.61	19.0	
	230*	—	—	
4 ポータブル MD プレーヤー	113	—	—	00 年頃
	80	26.25	—	
5 ポータブル CD プレーヤー	244.83	23.96	9.8	05 年頃
6 ポータブルゲーム機	216.11	84.5	39.1	90 年頃
7 家庭用テレビゲーム機	1,630	474.44	29.1	95 年頃
8 DVDドライブ	1,610	218.76	13.6	05 年頃

*同等機種の重量

分析対象 (プリント基板・含有量試験)



基板 1 : 液晶ディスプレイ

基板 2 : ファックス

基板 3 : ポータブルカセットプレーヤー (1)

基板 3 : ポータブルカセットプレーヤー (2)



基板 3 : ポータブルカセットプレーヤー (3)



基板 4 : ポータブル MD プレーヤー (1)



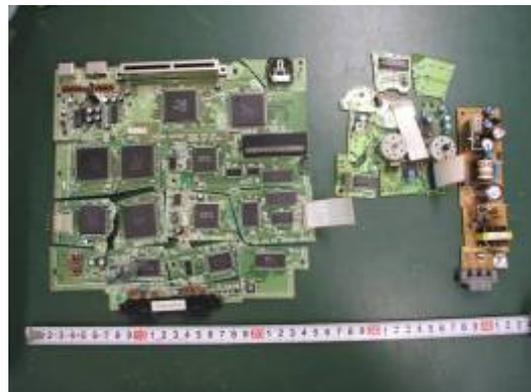
基板 4 : ポータブル MD プレーヤー (2)



基板 5 : ポータブル CD プレーヤー



基板 6 : ポータブルゲーム機



基板 7 : 家庭用テレビゲーム機



基板 8 : DVD ドライブ

(2) 分析対象の概要 (部品・含有量試験)

部品の種類	部品重量(g)
1 液晶ディスプレイ(パネル)	138.57
2 偏心モーター	5.1
3 デジカメレンズユニット	29.57
4 ビデオレンズユニット	74.75
5 CDピックアップユニット	8.37
6 CD モーター	32.72
7 携帯電話のマイク、スピーカー	14.65
8 ACアダプター(携帯電話用)	66.81
9 メモリー類	37.36

※ 部品混合体は概ね 10 年程度前に製造されたもの。

分析対象 (部品・含有量試験)



部品 1 : 液晶ディスプレイ



部品 2 : 偏心モーター



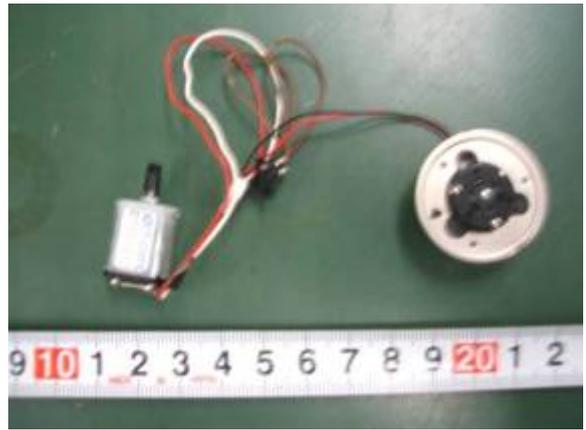
部品 3 : デジカメレンズユニット



部品 4 : ビデオレンズユニット



部品 5 : CD ピックアップユニット



部品 6 : CD モーター



部品 7 : 携帯電話マイク、スピーカー



部品 8 : AC アダプター



部品 9 : メモリー類

分析結果 (1)

プリント基板・含有量試験

原子番号	元素記号	元素名称	分析方法	単位	I:プリント基板							
					基板1	基板2	基板3	基板4	基板5	基板6	基板7	基板8
					液晶ディスプレイ	ファックス	ポータブルカセットプレーヤー	ポータブルMDプレーヤー	ポータブルCDプレーヤー	ポータブルゲーム機	家庭用ゲーム機	DVDドライブ
				全重量(g)	4,140.00	3,400.00	不明	不明	244.83	216.11	1,630.00	1,610.00
				基板重量(g)	135.37	515.51	43.61	26.25	23.96	84.50	474.44	218.76
				基板割合(%)	3.27				9.79	39.10	29.11	13.59
3	Li	リチウム	ICP法	mg/kg	18	14	28	16	4	7	12	10
4	Be	ベリリウム	ICP法	mg/kg	<1	<1	130	64	<1	<1	<1	<1
5	B	ボロン										
21	Sc	スカンジウム										
22	Ti	チタン	ICP法	mg/kg	1,400	4,700	6,300	5,900	3,000	1,500	2,200	2,700
23	V	バナジウム										
24	Cr	クロム	ICP法	mg/kg	320	520	4,300	550	740	2,700	4,700	580
25	Mn	マンガン	ICP法	mg/kg	420	1,200	3,900	4,000	380	640	6,000	22,000
27	Co	コバルト	ICP法	mg/kg	17	180	510	98	64	78	51	36
28	Ni	ニッケル	ICP法	mg/kg	5,800	22,000	14,000	17,000	8,500	12,000	10,000	4,300
31	Ga	ガリウム	ICP法	mg/kg	<4	<4	72	<4	<4	<4	<4	<4
32	Ge	ゲルマニウム	ICP法	mg/kg	<20	<20	430	120	140	87	<20	<20
34	Se	セレン										
37	Rb	ルビジウム										
38	Sr	ストロンチウム	ICP法	mg/kg	140	360	240	370	150	1,300	2,300	2,100
39	Y	イットリウム										
40	Zr	ジルコニウム	ICP法	mg/kg	190	620	440	590	410	84	140	300
41	Nb	ニオブ	ICP法	mg/kg	120	390	700	550	270	89	150	240
42	Mo	モリブデン	ICP法	mg/kg	18	17	70	27	18	30	36	16
46	Pd	パラジウム	ICP-MS法	mg/kg	9	3	1,400	550	9	7	10	10
49	In	インジウム	ICP法	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
51	Sb	アンチモン	ICP法	mg/kg	2,400	3,600	730	1,600	1,200	1,600	4,400	4,000
52	Te	テルル										
55	Cs	セシウム										
56	Ba	バリウム	ICP法	mg/kg	5,000	3,300	17,000	23,000	5,600	8,000	7,100	7,000
57-71	[RE]	レアアース										
57	La	ランタン										
58	Ce	セリウム	ICP法	mg/kg	14	14	54	16	7	38	26	<1
59	Pr	プラセオジウム										
60	Nd	ネオジウム	ICP法	mg/kg								
61	Pm	プロメチウム										
62	Sm	サマリウム										
63	Eu	ユウロピウム										
64	Gd	ガドリニウム										
65	Tb	テルビウム										
66	Dy	ジスプロシウム	ICP法	mg/kg								
67	Ho	ホルミウム										
68	Er	エルビウム										
69	Tm	ツリウム										
70	Yb	イットルビウム										
71	Lu	ルテチウム										
72	Hf	ハフニウム										
73	Ta	タンタル	ICP法	mg/kg	<1	<1	28,000	19,000	930	140	<1	65
74	W	タングステン	ICP法	mg/kg	<1	<1	<1	12	19	<1	<1	<1
75	Re	レニウム										
78	Pt	プラチナ	ICP-MS法	mg/kg	<2	2	4	<2	<2	<2	<2	<2
81	Tl	タリウム										
83	Bi	ビスマス	ICP法	mg/kg	76	150	3,500	660	2,000	79	210	390
12	Mg	マグネシウム										
13	Al	アルミニウム	ICP法	mg/kg	110,000	46,000	52,000	37,000	100,000	40,000	62,000	60,000
20	Ca	カルシウム										
26	Fe	鉄	ICP法	mg/kg	5,400	92,000	87,000	42,000	53,000	170,000	150,000	170,000
29	Cu	銅	ICP法	mg/kg	250,000	140,000	220,000	360,000	190,000	230,000	150,000	190,000
30	Zn	亜鉛	ICP法	mg/kg	30,000	21,000	15,000	13,000	26,000	17,000	12,000	35,000
33	As	砒素	ICP法	mg/kg	22	12	9	4	4	30	8	16
47	Ag	銀	ICP法	mg/kg	530	830	7,600	3,400	3,700	350	600	430
48	Cd	カドミウム	ICP法	mg/kg	4	4	39	<1	<1	<1	<1	<1
50	Sn	錫	ICP法	mg/kg	44,000	26,000	80,000	43,000	36,000	34,000	27,000	21,000
79	Au	金	ICP法	mg/kg	86	81	410	970	240	64	200	310
80	Hg	水銀	*1	mg/kg								
82	Pb	鉛	ICP法	mg/kg	29,000	19,000	59,000	15,000	23,000	28,000	19,000	7,000
44	Ru	ルテニウム	ICP-MS法	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
45	Rh	ロジウム										
35	Br	臭素	*2	mg/kg	30,000	29,000	8,400	8,500	15,000	21,000	19,000	23,000
17	Cl	塩素	*2	mg/kg	1,400	5,700	3,500	250	2,600	2,900	1,100	2,100

*1:底質調査方法 II.5

*2:燃焼イオンクロマトグラフ法

分析結果 (2)

部品・含有量試験

原子番号	元素記号	元素名称	分析方法	単位	II: 部品・部位								
					部品1	部品2	部品3	部品4	部品5	部品6	部品7	部品8	部品9
					液晶ディスプレイパネル	偏心モーター	デジカメレンズユニット	ビデオレンズユニット	CDピックアップユニット	CDモーター	携帯電話マイクスピーカー	ACアダプタ	メモリー類
				全重量(g)	4,140.00	不明	189.00	1,306.00	244.83	244.83	不明	66.81	37.36
				基板重量(g)	138.57	5.10	29.57	74.75	8.37	32.72	14.65	66.81	37.36
				基板割合(%)	3.35		15.65	5.72	3.42	13.36		100.00	100.00
3	Li	リチウム	ICP法	mg/kg	1	<1	680	7	3	<1	8	4	7
4	Be	ベリリウム	ICP法	mg/kg	<1	3	<1	43	11	<1	7	<1	61
5	B	ボロン											
21	Sc	スカンジウム											
22	Ti	チタン	ICP法	mg/kg	66	1,200	3,300	24,000	1,200	950	990	840	2,600
23	V	バナジウム											
24	Cr	クロム	ICP法	mg/kg	310	18,000	35,000	15,000	17,000	6,200	25,000	1,200	46,000
25	Mn	マンガン	ICP法	mg/kg	40	2,000	2,700	1,400	1,900	1,600	2,500	8,100	2,300
27	Co	コバルト	ICP法	mg/kg	4	17,000	750	98	120	77	2,500	43	1,000
28	Ni	ニッケル	ICP法	mg/kg	170	22,000	17,000	7,300	9,200	3,600	19,000	3,500	45,000
31	Ga	ガリウム	ICP法	mg/kg	6	<4	<4	<4	41	<4	100	<4	65
32	Ge	ゲルマニウム	ICP法	mg/kg	<4	<4	170	94	<4	<4	<4	<4	<4
34	Se	セレン											
37	Rb	ルビジウム											
38	Sr	ストロンチウム	ICP法	mg/kg	8,800	680	2,200	3,100	150	9,500	220	120	220
39	Y	イットリウム											
40	Zr	ジルコニウム	ICP法	mg/kg	13	710	1,100	4,000	230	<2	58	100	250
41	Nb	ニオブ	ICP法	mg/kg	8	100	3,300	12,000	74	77	130	100	310
42	Mo	モリブデン	ICP法	mg/kg	160	290	1,800	120	140	170	380	250	500
46	Pd	パラジウム	ICP-MS法	mg/kg	21	83	7	8	5	18	7	3	7
49	In	インジウム	ICP法	mg/kg	230	220	740	2,200	92	310	140	<4	69
51	Sb	アンチモン	ICP法	mg/kg	7,100	180	180	130	150	78	250	9,200	2,000
52	Te	テルル											
55	Cs	セシウム											
56	Ba	バリウム	ICP法	mg/kg	36,000	610	4,300	120,000	2,800	1,300	430	1,900	5,600
57-71	[RE]	レアアース											
57	La	ランタン											
58	Ce	セリウム	ICP法	mg/kg	<1	<1	49	<1	23	<1	<1	<1	23
59	Pr	プラセオジウム											
60	Nd	ネオジム	ICP法	mg/kg	12	14,000	2,400	54	64	54	25,000	160	340
61	Pm	プロメチウム											
62	Sm	サマリウム											
63	Eu	ユーロピウム											
64	Gd	ガドリニウム											
65	Tb	テルビウム											
66	Dy	ジスプロシウム	ICP法	mg/kg	<1	500	<1	<1	<1	<1	1,500	<1	34
67	Hol	ホルミウム											
68	Er	エルビウム											
69	Tm	ツリウム											
70	Yb	イットリビウム											
71	Lu	ルテチウム											
72	Hf	ハフニウム											
73	Ta	タンタル	ICP法	mg/kg	19	<1	820	59	180	<1	30	36	<1
74	W	タングステン	ICP法	mg/kg	63	8	2,200	50	<1	<1	7,000	<1	84
75	Re	レニウム											
78	Pt	プラチナ	ICP-MS法	mg/kg	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2
81	Tl	タリウム											
83	Bi	ビスマス	ICP法	mg/kg	27	61	41	5	16	2	230	1,100	310
12	Mg	マグネシウム											
13	Al	アルミニウム	ICP法	mg/kg	71,000	2,900	13,000	18,000	13,000	3,400	42,000	30,000	15,000
20	Ca	カルシウム											
26	Fe	鉄	ICP法	mg/kg	2,100	850,000	280,000	58,000	350,000	700,000	610,000	46,000	200,000
29	Cu	銅	ICP法	mg/kg	300	100,000	120,000	5,500	56,000	81,000	120,000	340,000	100,000
30	Zn	亜鉛	ICP法	mg/kg	76	1,900	38,000	2,900	7,000	4,400	56,000	40,000	540
33	As	砒素	ICP法	mg/kg	3,000	3	17	400	5	9	12	11	2
47	Ag	銀	ICP法	mg/kg	88	9,400	64	160	140	170	1,600	670	280
48	Cd	カドミウム	ICP法	mg/kg	<1	75	34	<1	<1	<1	<1	330	<1
50	Sn	錫	ICP法	mg/kg	560	5,600	6,700	70	46,000	3,600	25,000	10,000	7,400
79	Au	金	ICP法	mg/kg	<2	<2	<2	<2	56	<2	170	120	330
80	Hg	水銀	*1	mg/kg	<0.01	0	<0.01	<0.01	0	0	0	0	0
82	Pb	鉛	ICP法	mg/kg	51	1,300	5,100	5,400	39,000	1,500	2,900	8,000	2,500
44	Ru	ルテニウム	ICP-MS法	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
45	Rh	ロジウム											
35	Br	臭素	*2	mg/kg	52	440	380	140	660	230	440	22,000	7,600
17	Cl	塩素	*2	mg/kg	370	230	160	98	790	2,600	210	34,000	1,300

* 1: 底質調査方法 II.5

* 2: 燃焼イオンクロマトグラフ法

3.2 溶出試験

手解体により回収したレアメタルを含有する部品および、解砕試験により得られた産物について、保管時の管理、有害物質管理のための知見を得るために溶出試験を行う。

溶出試験の内容

項目	内容			
分析対象	部品類(以下、本モデル事業の対象) ・携帯電話ディスプレイ ・タンタルコンデンサー ・モーター ・PC 砕けた基板・素子 ※解砕試験物 ・携帯砕けた基板・素子 ※解砕試験物 (以下、参考(秋田県の独自試験によるもの)) ・PC 基板のみ ※解砕試験物 ・携帯基板のみ ※解砕試験物 ・デジカメ液晶(バックライト回収含む) ・アルミコンデンサー			
試験方法 (分析前処理)	○ 有価物の保管に関連した検討 ……13号法(有姿,0.5~5mm)(結果、別途参照) ○ 有害物の管理のための検討: 粉になってしまった場合の対応 ……告示 18,19号(土壌 2mm以下)(実施中) ○ 海外での取り扱いの検討: 他国基準(TCLP) TCLP EPA Method 1311 (試料 9.5mm以下、酢酸溶液(pH2.88) 酢酸緩衝溶液 pH4.93)			
分析項目 分析方法	Cd, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, Ni, Zn, Sb, Br, Cl, P, Fe, Cu, Al ※分析方法は以下の通り			
項目	溶出量(13号)	溶出量(TCLP)	溶出量(18号)	含有量(19号)
	分析方法	分析方法	分析方法	分析方法
カドミウム	JIS K 0102 55.3	JIS K 0102 55.3	JIS K 0102 55.3	JIS K 0102 55.3
鉛	JIS K 0102 54.3	JIS K 0102 54.3	JIS K 0102 54.3	JIS K 0102 54.3
六価クロム	JIS K 0102 65.2.1	JIS K 0102 65.2.1	JIS K 0102 65.2.1	JIS K 0102 65.2.1
ヒ素	JIS K 0102 61.3	JIS K 0102 61.3	JIS K 0102 61.3	JIS K 0102 61.3
水銀	環境庁告示第59号付表1	環境庁告示第59号付表1	環境庁告示第59号付表1	環境庁告示第59号付表1
ニッケル	JIS K 0102 59.3	JIS K 0102 59.3	JIS K 0102 59.3	ICP法
亜鉛	JIS K 0102 53.3	JIS K 0102 53.3	JIS K 0102 53.3	ICP法
アンチモン	JIS K 0102 62.3	JIS K 0102 62.3	JIS K 0102 62.3	ICP法
臭素	イオンクロマトグラフ法	イオンクロマトグラフ法	イオンクロマトグラフ法	---
塩素	イオンクロマトグラフ法	イオンクロマトグラフ法	イオンクロマトグラフ法	---
全りん	JIS K 0102 46.3	JIS K 0102 46.3	JIS K 0102 46.3	底質調査方法 II.19
鉄	JIS K 0102 57.4	JIS K 0102 57.4	JIS K 0102 57.4	ICP法
銅	JIS K 0102 52.4	JIS K 0102 52.4	JIS K 0102 52.4	ICP法
アルミニウム	JIS K 0102 58.4	JIS K 0102 58.4	JIS K 0102 58.4	ICP法

分析対象の概要（溶出試験）

（単位：g）

	名称	A(0.5~5mm)	B(0.5mm 以下)	C(2mm 以下)
1	携帯液晶ディスプレイ	141.49	44.61	63.55
2	タンタルコンデンサー	98	20.88	53.41
3	モーター	111.25	15.91	77.76
4	PC 碎けた基板+素子	121.75	23.4	45.82
5	携帯碎けた基板+素子	139.85	23.22	58.12
以下、参考(秋田県独自調査)				
6	PC 基板のみ	57.82	27.51	46.18
7	携帯基板のみ	80.88	26.62	56.16
8	デジカメ液晶(バックライト含む)	49.25	10.73	20.45
9	アルミコンデンサー	79.57	65.3	14.29

分析対象（溶出試験）



溶出 1：携帯液晶ディスプレイ



溶出 2：タンタルコンデンサー



溶出 3：モーター



溶出 4：PC 碎けた基板、素子（機械破砕品）



溶出 5 : 携帯碎けた基板、素子 (機械破砕品)



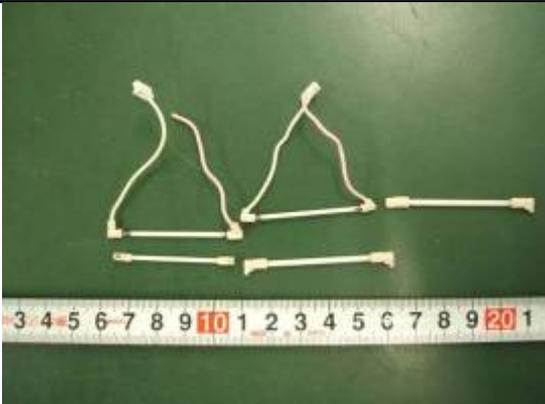
(参考) 溶出 6 : PC 基板のみ



(参考) 溶出 7 : 携帯基板のみ



(参考) 溶出 8 : デジカメ液晶



(参考) 溶出 8 : バックライト



(参考) 溶出 9 : アルミコンデンサー

分析結果 (3)

分析方法	名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	定量 下限値	
		携帯液晶 ディスプレイ	タンタル コンデン サー	モーター	PC 砕けた基板 + 素子	携帯砕けた 基板+素子	PC基板 のみ	携帯基板 のみ	デジタル液 晶(バックラ イト含む)	デジタル液 晶バックラ イトのみ		アルミ コンデン サー
①溶出量(13号)試験 (単位:mg/L)												
JIS K 0102 55.3	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
JIS K 0102 54.3	鉛	0.012	0.015	<0.005	<0.005	0.13	0.15	0.005	<0.005	0.01	0.13	0.005
JIS K 0102 65.21	六価クロム	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.04
JIS K 0102 61.3	ひ素	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
環境庁告示第59号付表1	水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.03	<0.0005	0.0005
JIS K 0102 59.3	ニッケル	<0.01	0.22	<0.01	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.07
JIS K 0102 53.3	亜鉛	0.01	0.16	0.01	<0.01	0.45	<0.01	<0.01	0.16	0.41	8.0	0.01
JIS K 0102 62.3	アンチモン	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
イオンクロマトグラフ法	臭素	0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.6	0.3	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
イオンクロマトグラフ法	塩素	<0.5	<0.5	1.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	2.3	0.5
JIS K 0102 46.3	全りん	<0.01	0.01	0.01	0.05	<0.01	<0.01	0.03	0.01	0.01	5.63	0.01
JIS K 0102 57.4	鉄	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	3.6	0.08
JIS K 0102 52.4	銅	0.04	0.07	<0.01	<0.01	0.63	0.03	0.02	0.03	0.05	0.79	0.01
JIS K 0102 58.4	アルミニウム	4.0	<0.5	3.8	3.7	<0.5	<0.5	1.4	<0.5	<0.5	2.1	0.5
	pH	8.9	7.1	8.1	8.6	7.6	8.3	8.3	5.2	-	4.5	
②溶出量(TCLP)試験 (単位:mg/L)												
JIS K 0102 55.3	カドミウム	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
JIS K 0102 54.3	鉛	25	28	0.29	0.44	700	1100	990	5.6	6.0	0.51	0.005
JIS K 0102 65.21	六価クロム	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.04
JIS K 0102 61.3	ひ素	0.009	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	0.064	0.039	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
環境庁告示第59号付表1	水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0052	<0.0005	0.0005
JIS K 0102 59.3	ニッケル	0.83	3.3	1.8	3.7	8.8	4.0	8.2	0.73	0.94	0.24	0.01
JIS K 0102 53.3	亜鉛	4.1	4.6	97	6.3	36	15	6.7	3.0	2.7	31	0.01
JIS K 0102 62.3	アンチモン	<0.5	2.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
イオンクロマトグラフ法	臭素	<0.1	<0.1	<0.1	1.7	2.2	1.3	1.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
イオンクロマトグラフ法	塩素	2.2	<0.5	3.4	2.4	2.0	0.5	3.0	1.3	2.2	7.8	0.5
JIS K 0102 46.3	全りん	<0.03	0.28	0.42	<0.03	<0.05	<0.03	<0.03	0.58	<0.1	0.63	0.01
JIS K 0102 57.4	鉄	45	0.57	480	140	380	16	25	140	140	93	0.08
JIS K 0102 52.4	銅	4.8	21	0.01	0.07	0.29	450	440	0.21	0.21	0.82	0.01
JIS K 0102 58.4	アルミニウム	17	5.9	1.3	<0.5	21	9.1	5.2	<0.5	<0.5	1.7	0.5
③溶出量(18号)試験 (単位:mg/L)												
JIS K 0102 55.3	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
JIS K 0102 54.3	鉛	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.042	<0.005	<0.005	0.008	0.019	0.005
JIS K 0102 65.21	六価クロム	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.04
JIS K 0102 61.3	ひ素	<0.005	<0.005	<0.005	0.015	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
環境庁告示第59号付表1	水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0051	<0.0005	0.0005
JIS K 0102 59.3	ニッケル	<0.01	0.78	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.01
JIS K 0102 53.3	亜鉛	<0.01	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.26	5.2	0.01
JIS K 0102 62.3	アンチモン	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
イオンクロマトグラフ法	臭素	0.1	0.4	<0.1	0.8	1.8	1.7	0.9	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
イオンクロマトグラフ法	塩素	0.5	0.5	1.2	0.7	0.7	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	1.5	0.5
JIS K 0102 46.3	全りん	<0.01	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	1.0	0.01
JIS K 0102 57.4	鉄	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	4.5	0.08
JIS K 0102 52.4	銅	<0.01	0.04	<0.01	0.02	0.55	0.02	0.01	<0.01	0.02	0.44	0.01
JIS K 0102 58.4	アルミニウム	8.9	<0.5	5.3	6	2.9	1.6	2.8	<0.5	<0.5	1.0	0.5
④含有量(19号)試験 (単位:mg/kg)												
JIS K 0102 55.3	カドミウム	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
JIS K 0102 54.3	鉛	92	1,000	950	10,000	4,600	8,900	7,400	670	870	4	1
JIS K 0102 65.21	六価クロム	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2
JIS K 0102 61.3	ひ素	<1	<1	3	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	1
環境庁告示第59号付表1	水銀	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.8	<0.01	0.01
ICP法	亜鉛	870	720	3,500	970	680	330	260	400	380	210	1
ICP法	アンチモン	4.4	1500	9.3	27	150	130	56	4.2	<0.5	4	0.5
	臭素	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
	塩素	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
底質調査方法 II.19	全りん	17	270	210	24	14	<10	<10	49	130	810	10
ICP法	鉄	1,400	3,400	50,000	8,400	4,500	730	730	9,200	8,600	970	1
ICP法	銅	250	3,600	43	420	440	24,000	33,000	110	140	5	1
ICP法	アルミニウム	10,000	620	5,300	2,300	4,200	740	940	2,000	1,500	69,000	0.5
ICP法	ニッケル	140	2,500	85	820	680	180	530	51	30	13	1

以上

使用済小型家電の回収モデル事業の報告（小型家電回収分）

（レアメタル回収・環境管理分）

（２）茨城県

1. モデル事業の内容と位置付け

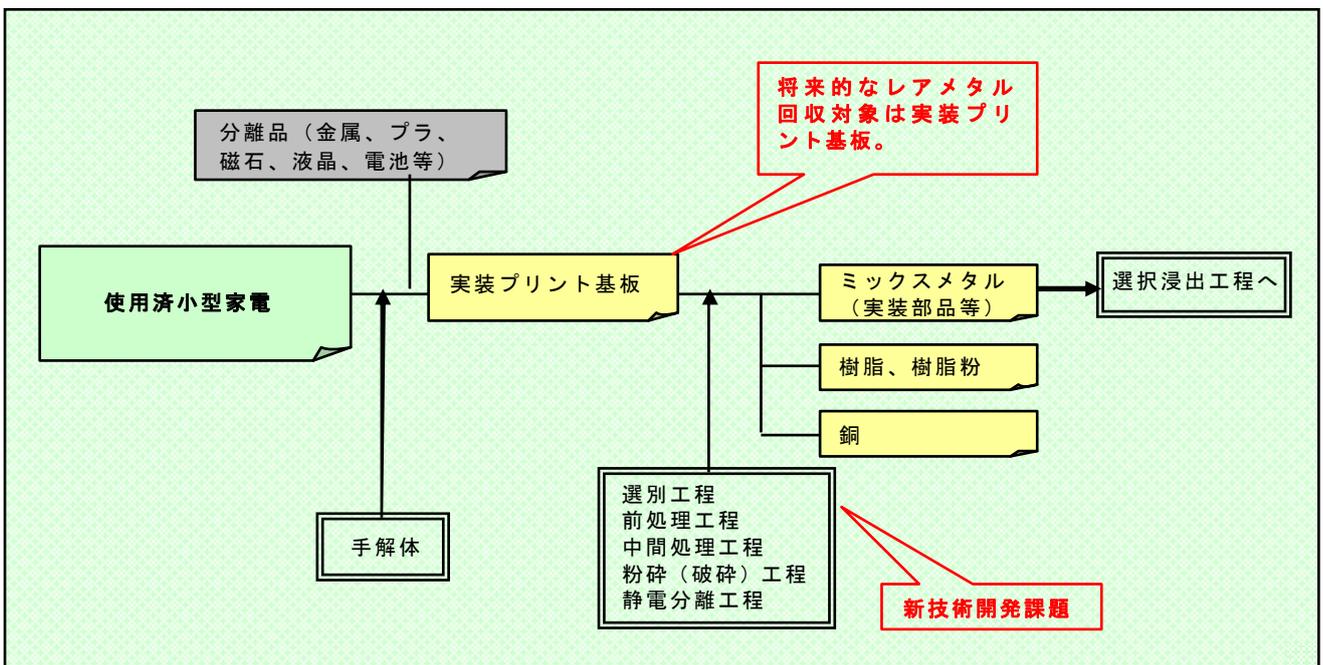
茨城県では、使用済小型家電からのレア金属の回収を目的とし、産業技術総合研究所や物質・材料研究機構等との連携により、粉碎処理工程（乾式）や溶解・浸出工程、抽出・回収工程（湿式）等における新技術の開発・導入による小型分散型プラントの開発計画をすすめている。

この取り組みの中で、第一段階として、新技術（乾式）により高濃度化した「ミックスメタル（中間精製物）」を得る計画がある。

本モデル事業（平成 20 年度使用済小型家電の回収モデル事業）では新技術により得られるミックスメタルの高濃度化効果を比較、検証するために、現状適用可能な既存技術（乾式）により「ミックスメタル」を回収し、レア金属および有害物質の分配等のデータを得て、基礎データとする計画である。

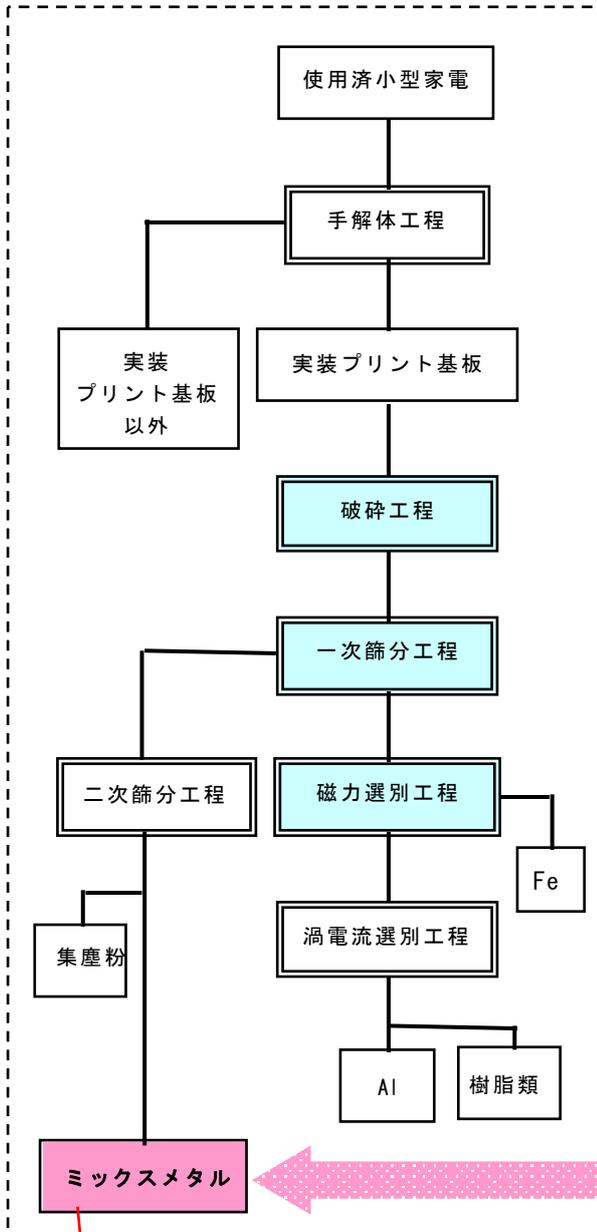
次ページに本モデル事業（既存技術）と今後技術開発を行う新技術等（現状での想定のため、今後変更の可能性あり）の対比を示す。

将来的には以下の図に示すとおり、手解体で分離した実装プリント基板を対象とし、新技術の開発により高濃度に濃縮した「ミックスメタル（中間精製物）」を回収し、その後の湿式工程によりレア金属を回収する計画である（なお、磁石、液晶等の部品類は対象外となる）。

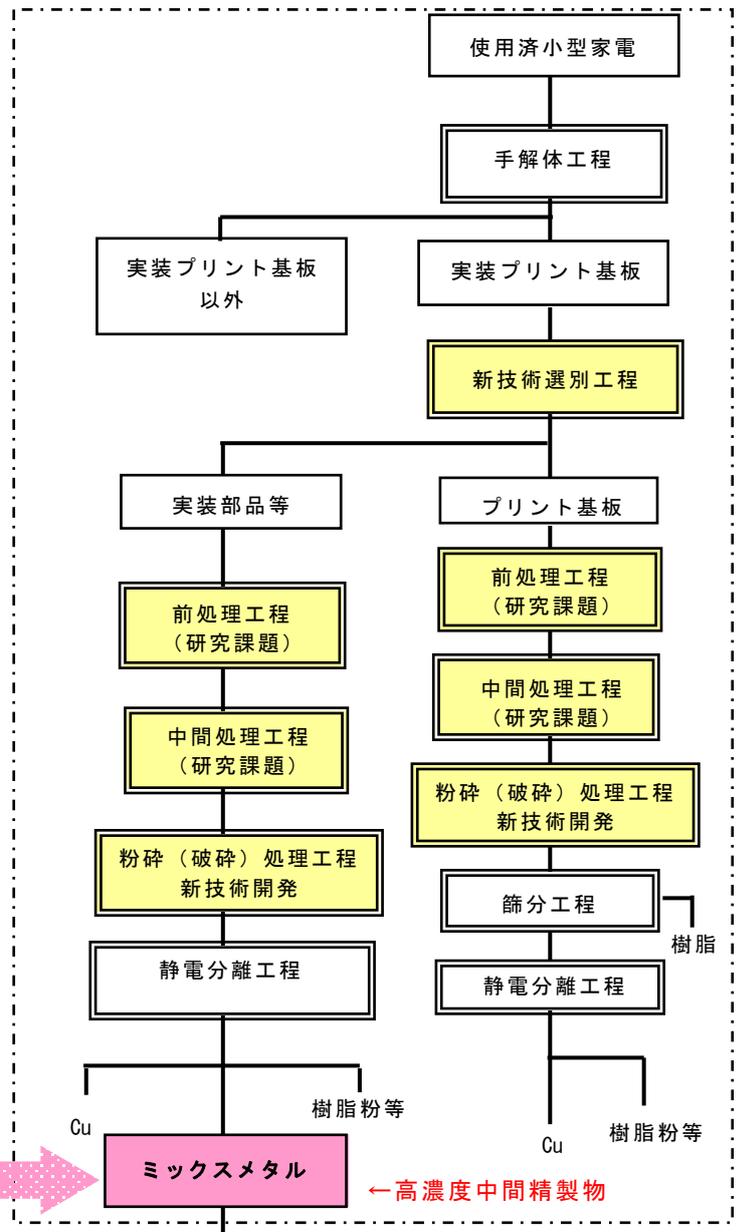


茨城県 全体計画の概要

既存技術による乾式処理
平成 20 年度モデル事業

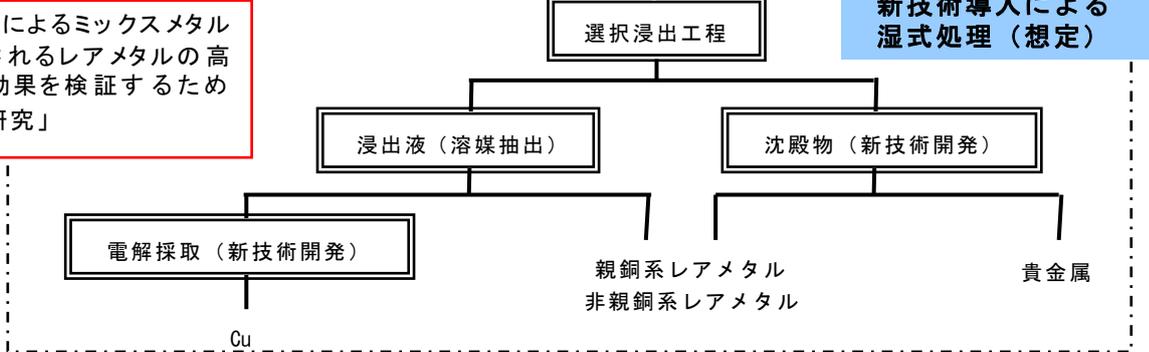


新技術導入による乾式処理
(想定フロー)



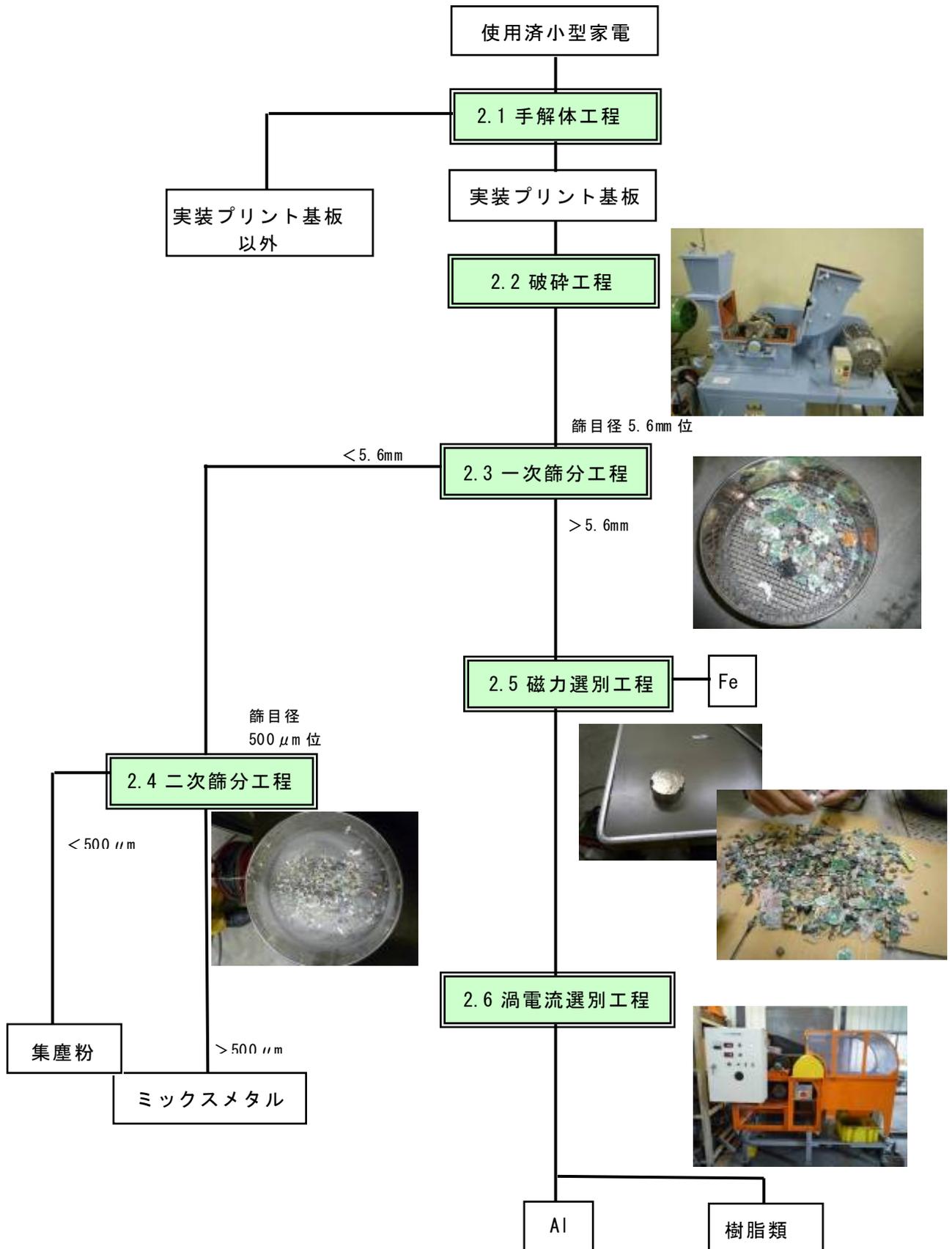
「新技術によるミックスメタルに含有されるレアメタルの高濃度化効果を検証するための基礎研究」

新技術導入による湿式処理 (想定)



2. 中間処理

本モデル事業で実施している中間処理のフローを以下に示す。



2.1 手解体工程

	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
	<p>携帯電話（計 50 台）</p> <p>※回収された携帯・PHS からランダムに 50 台を選定した。</p> <hr/> <p>選定理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的には既存の知見等により基板へのレアメタル・貴金属の含有率が高いと想定されるものについては、個別に分類することが望ましいと考える。 ・ ただし、モデル事業での中間処理において必要な基板量（約 1kg）の確保が必要であることから、本モデル事業ではレアメタル等の含有率が高いと想定され、かつ必要量を確保した「携帯電話」のみを単独で区分することとした。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯音楽プレーヤー、電子手帳、携帯ゲーム機、卓上計算機、カーナビ、ワープロ（計 23 台） <p>※回収物のうち、AC アダプタは除く（手解体が困難で基板の分離不可）</p> <hr/>
解体方法	<p>手解体（解体基準は次ページ以降に示す）</p> <p>※試験員として小型家電分解の経験者を 3~4 名配置し適宜作業した。</p>	
【結果】 解体作業時間	<p><u>30 時間 43 分</u></p> <p>携帯電話 50 台を対象 →平均 36.86 分/台</p>	<p><u>6 時間 29 分</u></p> <p>モデル事業回収品目から 23 台 →平均 16.9 分</p> <p>ワープロ×1、カーナビ×1、電卓×5 携帯ゲーム機×2、電子手帳×3 携帯音楽プレーヤ×7 ビデオカメラ×1、デジカメ×3</p>
【結果】 解体・分離 データ (区分別重量 等)	<p><u>合計 4,170.54g</u></p> <p>【内訳】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プリント基板 1,000.10g ・ プラスチック類 1,484.19g ・ 液晶ユニット 650.33g ・ マグネシウム合金 193.32g ・ スピーカー 119.07g ・ 鉄 110.19g ・ ゴム 84.79g ・ フレキシブルケーブル 72.37g ・ ステンレス 61.93g ・ モーター 53.21g ・ その他 341.04g 	<p><u>合計 7,869g</u></p> <p>【内訳】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プリント基板 1241.1g ・ プラスチック 2192.4g ・ 鉄 1876.9g ・ 液晶モニター部分 560.9g ・ アルミ 552.7g ・ モーター 255.1g ・ 電池類 211.6g ・ その他 978.3g <hr/> <p>※基板の内訳</p> <ul style="list-style-type: none"> デジタルカメラ 124.6g(3 台) ビデオカメラ 151.0g(1 台) 携帯音楽プレーヤー 173.3g(7 台) 電子手帳 79.4g(3 台) 携帯ゲーム機 86.8g(2 台) 電卓 68.8g(5 台) カーナビ 319.0g(1 台) ワープロ 238.2g(1 台)
		

<携帯電話の解体基準>

- ・それぞれ単一素材として出荷できる状態になるまで解体する。
- ・液晶(メイン・サブ)、カメラ(メイン・サブ)、スピーカー、モーターは付着している場所を把握し、計量する。「筐体側」「基板側」
- ・解体の順序は以下の通りである。
 1. 本体から筐体を取り外す。筐体部分付着の部品を取り外し、計量する。
 2. 基板から、カメラ(メイン・サブ)、液晶(メイン・サブ)を取り外す。フレキケーブルは各種製品から全て取り外す。基板部分に残った取り外し可能な部品を、分離し、計量する。
 3. カメラ、液晶を解体しそれぞれの部品を計量する。

【筐体の取り外し】

分類	部品名	選別基準・備考
筐体	プラスチック()	(カッコ)内にプラスチックの素材名記入
	プラスチック()	
	プラスチック()	
	プラスチック(複合)	単一素材に分離できないもの
	プラスチック(不明)	プラスチックに素材表記が無いもの
	スピーカー	筐体側に付着している場合
	モーター	筐体側に付着している場合
	ダイヤル部分(ゴム)	
	ダイヤル部分(ボタン)	ボタンはゴムから全て剥がす
	金メッキ品	筐体側に付いている端子等の接続部分の金属
	鉄	
	ねじ	基板についているねじ以外
	マグネシウム合金	

【基板の解体】

分類	部品名	選別基準・備考
基板	基板	チップ保護鉄枠は除外→鉄
	フレキケーブル(配線系)	
	フレキケーブル(ダイヤル部)	
	スピーカー	基板側に付着している場合
	モーター	基板側に付着している場合
	鉄	
	銅箔	
	プラスチック()	(カッコ)内にプラスチックの素材名記入
	プラスチック()	
	プラスチック()	
	プラスチック(複合)	単一素材に分離できないもの
プラスチック(不明)	プラスチックに素材表記が無いもの	
その他	フォーマカード・SDカード	
	紙くず	

【カメラ・液晶の解体】

分類	部品名	選別基準・備考
液晶(メイン)	メイン液晶ガラス	ガラス部位のみ
	偏光フィルム類	
	鉄	保護枠
液晶(サブ)	メイン液晶ガラス	
	偏光フィルム類	
	鉄	
カメラ(メイン)	レンズ部分ユニット	
	鉄枠	
カメラ(サブ)	レンズ部分ユニット	
	鉄枠	
その他		

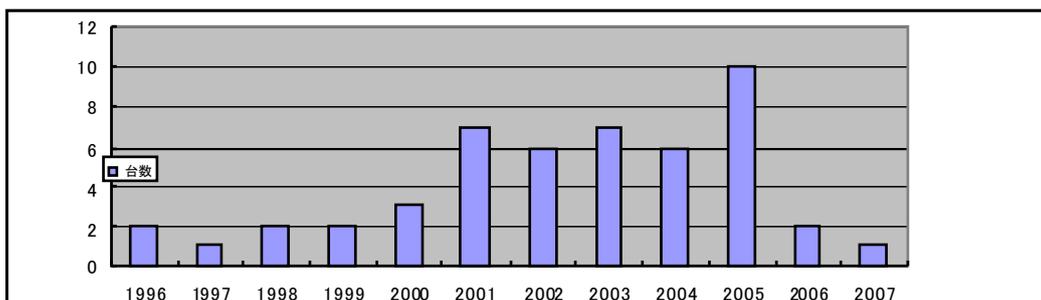
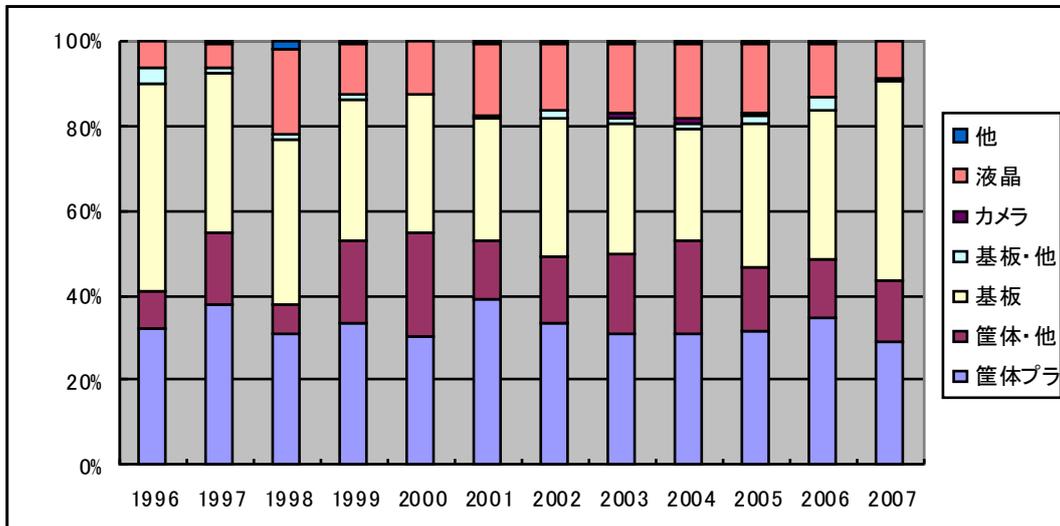
<携帯電話の手分解結果>

手選別分類	重量(g)
1	プラスチック(PC/ABS) 17.00
2	プラスチック(PC+ABS) 176.12
3	プラスチック(PC-ABS) 98.19
4	プラスチック(PC-GF) 23.67
5	プラスチック(PC) 42.67
6	プラスチック(PC-GF10) 39.04
7	プラスチック(ABS) 368.71
8	プラスチック(ABS+PC) 25.83
9	プラスチック(PA) 2.65
10	プラスチック(PPS) 3.71
11	プラスチック(PPE+PS) 23.99
12	プラスチック(複合) 0.73
13	プラスチック(不明) 542.76
14	スピーカー 93.22
15	モーター 41.71
16	外側カメラ 1.24
17	ダイヤル部分 1.11
18	金メッキ品 4.95
19	鉄 40.53
20	ねじ 44.24
21	ステンレス 13.45
22	マグネシウム合金 141.39
23	銅 0.70
24	銅メッキ品 1.49
25	フレキケーブル 8.33
26	ケーブル 3.47
27	アンテナ 71.58
28	アルミ箔 0.44
29	磁石 4.36
30	ボタン電池 0.41
31	金属複合物 99.52
32	ゴム 76.89
33	ビニール 26.21
34	0.00

手選別分類	重量(g)
35	基板 99.55
36	外側カメラ 28.35
37	内側カメラ 5.39
38	フレキケーブル(配線系) 29.99
39	フレキケーブル(ダイヤル部) 34.05
40	スピーカー 20.31
41	モーター 11.50
42	鉄 24.38
43	ねじ 1.04
44	ステンレス 48.48
45	ケーブル 4.87
46	ボタン電池 6.51
47	プラスチック(ABS) 35.29
48	プラスチック(FA+ABS) 2.16
49	プラスチック(PA+ABS) 1.13
50	プラスチック(PC) 2.68
51	プラスチック(混合) 1.47
52	プラスチック(不明) 69.39
53	銅箔 1.29
54	銅 0.30
55	金メッキ品 0.66
56	マグネシウム合金 51.93
57	フロンカード・SDカード 3.61
58	紙くず 0.00
59	ビニール 7.54
60	ゴム 4.63
61	他 金属複合物 40.43
62	磁石 0.23
63	ダイヤル部分 2.47
64	0.00

手選別分類	重量(g)
65	外側カメラ 12.55
66	鉄枠 0.00
67	内側カメラ 0.13
68	鉄枠 0.00
69	プラスチック(不明) 7.00
70	ケーブル 1.23
71	メイン液晶ガラス 284.54
72	メイン液晶フレキケーブル 34.46
73	偏光フィルム類 101.13
74	鉄 19.90
75	ステンレス 13.80
76	メイン液晶ブラ(ABS) 1.00
77	メイン液晶ブラ(PC) 11.33
78	メイン液晶ブラ(PC-ASA) 6.79
79	メイン液晶ブラ(PPS) 4.65
80	メイン液晶ブラ(PPC+ABS) 0.82
81	メイン液晶ブラ(不明) 53.69
82	マグネシウム合金 44.01
83	基板 1.50
84	サブ液晶ガラス 42.68
85	サブ液晶フレキケーブル 5.69
86	サブ液晶偏光フィルム類 12.38
87	サブ液晶ブラ(PC) 0.87
88	サブ液晶ブラ(不明) 9.68
89	ステンレス 1.41
90	基板 2.55
91	金属複合物 4.34
92	銅箔 0.39
93	銅 0.02
94	スピーカー 5.54
95	アンテナ 2.20
96	磁石 0.51
97	ビニール 2.54
98	ゴム 3.27
小計 4,170.54	

<年式別の素材構成比と対象台数>



＜その他小型家電の解体基準＞

手順と基準は携帯電話とほぼ同じだが、発生する品目が多い上に、人力で分別できない金属複合品が多い為、表を別途作成した。）

（解体順序）

1. 本体から筐体を取り外す。内部の基板を取り外す。
2. 基板から、フレキケーブルや、金属部品等を取り外す。
3. その他部品をねじやストッパーで付いている部分を取り外しできるだけ単一金属、単一プラスチックが多くなるように分解・選別を行う。
人の力で取り外せない部品は金属複合として取り扱い、1部品ごとに計量を行う。

【筐体の取り外し】

分類	部品名	選別基準・備考
筐体	プラスチック()	単一素材に分離できないプラ→「その他プラ(混合)」へ
	プラスチック()	(カッコ)内にプラスチックの素材名記入
	金属()	筐体の解体部位ごとに記入
	金属()	

【基板付着部品の解体】

分類	部品名	選別基準・備考
基板	基板	
	フレキケーブル	フレキケーブルを全て取り外す。
	鉄	実装されているICチップ保護目的の鉄枠含む
	プラスチック()	
	プラスチック()	
	プラスチック()	
	銅箔	
	金メッキ品	

【その他部品の解体】

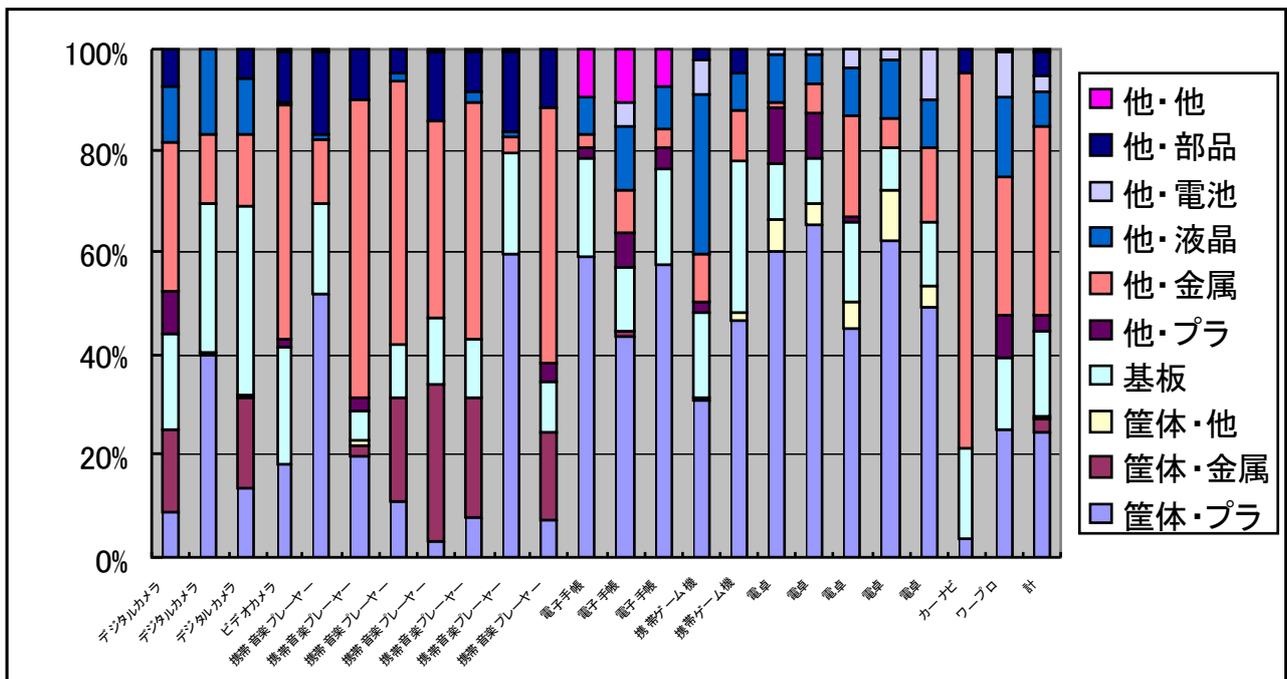
分類	部品名	選別基準・備考
その他	鉄	ねじは除外する
	鉄(ねじ)	
	アルミ	
	ステンレス	
	配線類	
	ゴム	
	カラー液晶	ガラス部分のみ
	白黒液晶	ガラス部分のみ
	一次電池()	
	ボタン電池	
	二次電池()	
	プラスチック()	
	プラスチック()	
	プラスチック(混合)	
	プラスチック(種類不明)	
	金属複合	
	金属複合	

<その他小型家電・手分解結果>

分類	部品名	重量(g)	
筐体	プラスチック ABS(灰)	581.5	
	プラスチック ABS(黒)	69	
	プラスチック ABS(紫)	50.6	
	プラスチック POM(灰)	5.1	
	プラスチック POM(白)	18.2	
	プラスチック PC+ABS(灰)	41.4	
	プラスチック PC(灰)	38.7	
	プラスチック POM(灰)	17.3	
	プラスチック 不明(黒)	575.1	
	プラスチック 不明(白)	71.1	
	プラスチック 不明(灰)	191.1	
	プラスチック 不明(紫)	4.4	
	プラスチック 不明(銀)	4.2	
	プラスチック 不明(青)	173.9	
	プラスチック 不明(透明)	1.2	
	プラスチック 不明(混合)	89.1	
	金属	金属(鉄)	6
		金属(アルミ)	194.7
		金属(金メッキ)	1.8
	他	その他(ソーラーパネルガラス)	3.6
その他(ゴム)		38	
その他(スポンジ)		0.5	
その他(ビニール)		0.7	
基板	基板	1241.1	
	フレキケーブル	71.3	
	ICチップ	0.9	

分類	部品名	重量(g)
プラ	プラスチック 不明(黒)	20.5
	プラスチック 不明(白)	3.3
	プラスチック 不明(青)	8.5
	プラスチック 不明(混合)	47.5
	プラスチック(種類不明)	180.7
	金属	鉄
鉄(ねじ)		69.2
ステンレス		102.1
アルミ		358
金属複合材		549.8
真鍮		24.6
銅		1
銅接点		1.5
配線類		21.2
晶液		カラー液晶
	白黒液晶	395.3
電池	一次電池(ニカド電池)	164
	ボタン電池	28.7
	二次電池(リチウムイオン電池)	18.9
部品	スピーカー	44.3
	モーター	255.1
	磁石	1.8
	ライト	0.1
	バックライト	0.1
	アンテナ	6.4
	レンズ部分 複合材	55.5
他	ゴム	48.9
	その他(シート)	2.7
	その他(シール)	1.4
	その他(布)	0.1

<機種毎の素材構成比>



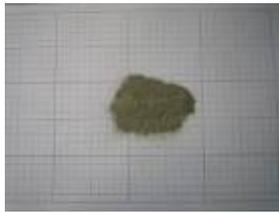
2.2 破碎工程

	携帯電話	その他小型家電
解体対象	2.1 で分離されたプリント基板(携帯電話)	2.1 で分離されたプリント基板
破碎方法	ハンマミル方式の破碎機により破碎処理	
使用する機械の概要	ハンマークラッシャー (粒子径 10mm)	
【結果】 破碎作業時間	1分30秒 (基板(1,000.1g)作業時間)	1分30秒 (基板(1241.1g)作業時間)
【結果】 破碎による 回収物の種類 と量	破碎物: 982.8g 	破碎物: 1208.1g -

2.3 一次篩分工程

	携帯電話 (プリント基板)	その他小型家電 (プリント基板)
篩分対象	2.2 により回収された破碎物 (プリント基板)	2.3 により回収された破碎物 (プリント基板)
篩分方法	J I S 規格の標準篩を使用(篩目径 5.6mm)	
【結果】 篩分データ	・ 篩上: 511.6g ・ 篩下: 471.8g	・ 篩上: 564.7g ・ 篩下: 643.4g

2.4 二次篩分工程

	携帯電話 (プリント基板)	その他小型家電 (プリント基板)
篩分対象	2.3 で篩分された篩下	2.4 で篩分された篩下
篩分方法	J I S 規格の標準篩を使用(篩目径 500 μ m)	
【結果】 篩分データ	・ ミックスメタル (篩上): 430g ・ 集塵粉 (篩下): 42g	・ ミックスメタル (篩上): 582.1g ・ 集塵粉 (篩下): 61.3g
	ミックス メタル 	ミックス メタル 
	集塵粉 	集塵粉 

2.5 磁力選別工程

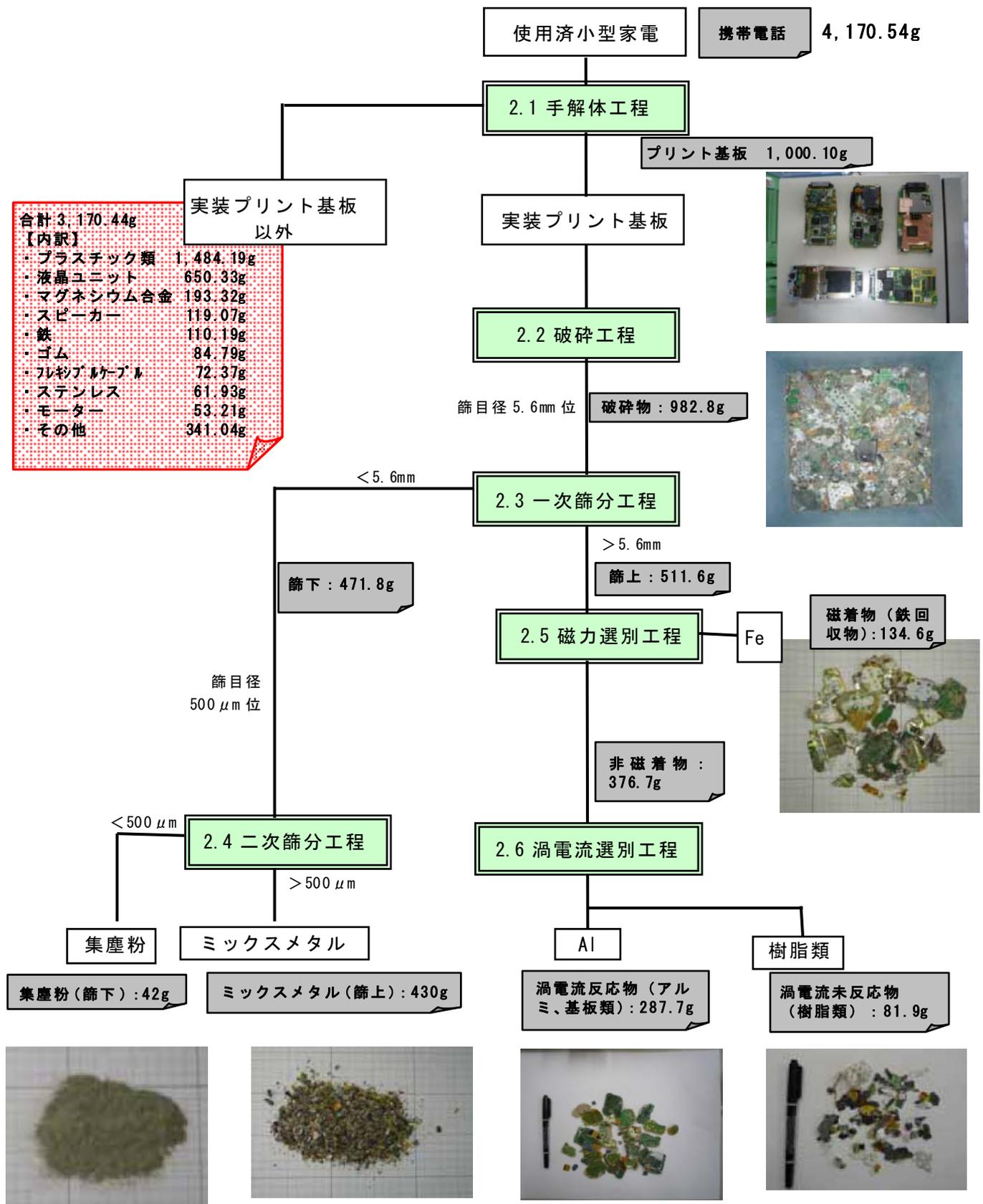
	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
選別対象	2.4 で篩分された篩上	2.4 で篩分された篩上
選別方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試料をビニール袋内で攪拌・均一化 ・ 試料を薄く広げて磁着物を選別した。 	
使用機器概要	Nd-B 磁石 (3,500 ガウス)	
【結果】篩分データ	磁着物（鉄回収物）：134.6g 非磁着物：376.7g	磁着物（鉄回収物）：163.9g 非磁着物：400.8g
	磁着物（鉄回収物） 	磁着物（鉄回収物） 

2.6 渦電流選別工程

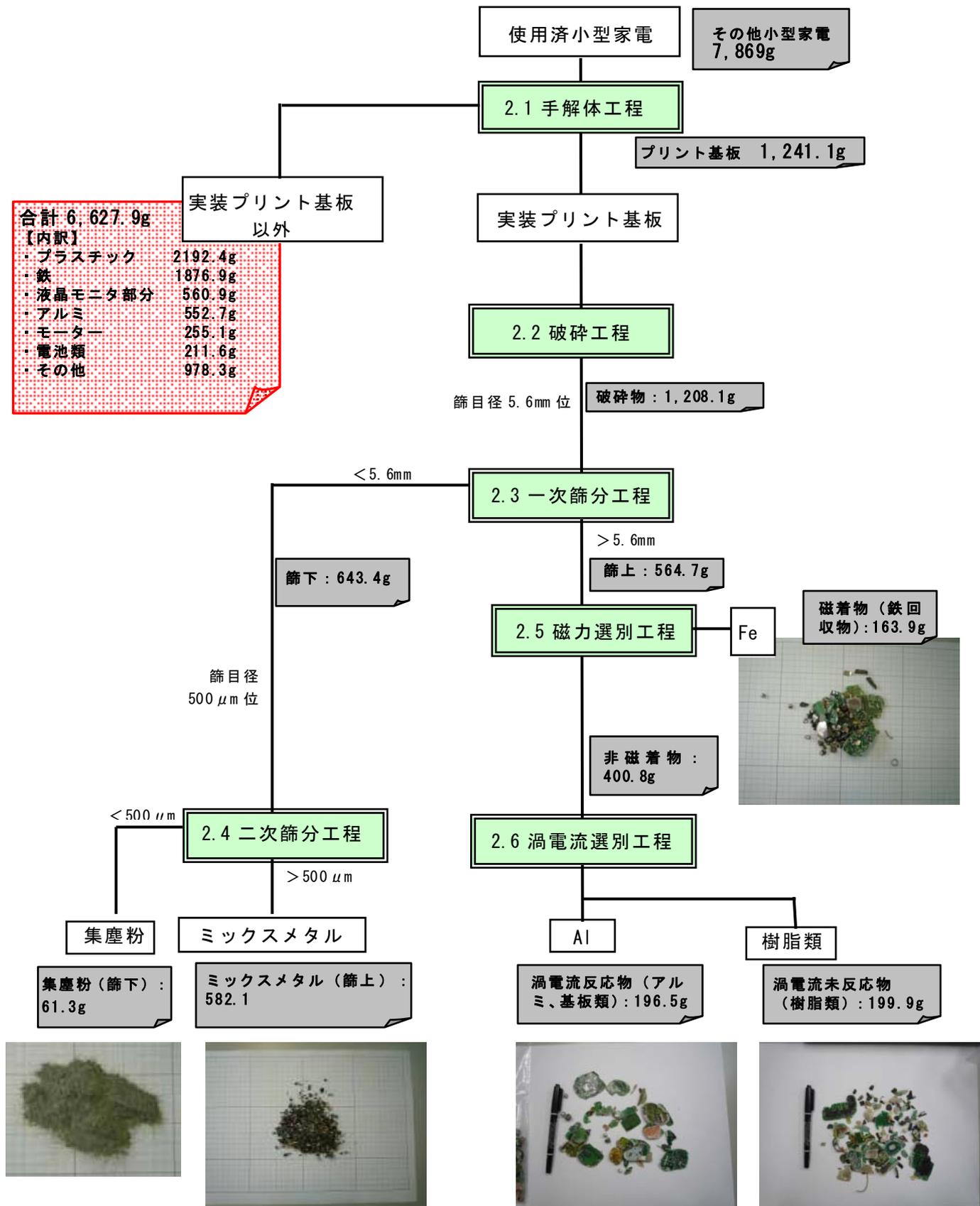
	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
選別対象	2.5 で選別された非磁着物	2.5 で選別された非磁着物
選別方法	渦電流選別装置を使用	
使用機器概要	エリーズ社製 ECS 1222	
【結果】選別データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 渦電流反応物（アルミ、基板類）：287.7g ・ 渦電流未反応物（樹脂類）：81.9g ※渦電流に反応した品物には当初想定したアルミより基板類が多く含まれている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 渦電流反応物（アルミ、基板類）：196.5g ・ 渦電流未反応物（樹脂類）：199.9g ※渦電流に反応した品物には当初想定したアルミより基板類が多く含まれている。
	渦電流反応物（アルミ、基板類） 	渦電流反応物（アルミ、基板類） 
	渦電流未反応物（樹脂類） 	渦電流未反応物（樹脂類） 

2.7 中間処理結果整理

上記 2.1~2.7 の工程の「携帯電話」の処理結果を以下のフローに示す。



上記 2.1~2.7 の工程の「その他小型家電」の処理結果を以下のフローに示す。



3. 分析

3.1 含有量分析

	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
前処理方法	【粉碎・破砕】ウイレ－粉碎機を使用（篩目 1mm） ----- 【試料採取】円錐四分法	
分析対象	携帯電話のプリント基板を対象として、上記2により回収された以下の回収物。 ----- ・ ミックスメタル（二次篩上[500 μm～5.6mm]） ・ 集塵粉（二次篩下[500 μm 以下]） ・ 渦電流未反応物（一次篩上[5.6mm 以上]） ・ 渦電流反応物（一次篩上[5.6mm 以上]） ・ 磁着物（一次篩上[5.6mm 以上]）	以下のその他小型家電のプリント基板を対象として、上記2により回収された回収物。 デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯音楽プレーヤー、電子手帳、携帯ゲーム機、卓上計算機、カーナビ、ワープロ ----- ・ ミックスメタル（二次篩上[500 μm～5.6mm]） ・ 集塵粉（二次篩下[500 μm 以下]） ・ 渦電流未反応物（一次篩上[5.6mm 以上]） ・ 渦電流反応物（一次篩上[5.6mm 以上]） ・ 磁着物（一次篩上[5.6mm 以上]）
分析項目 分析方法	a)【分析項目】 Li,Be, Ti, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Y, Nb, Mo, Pd, In, Sb, Ba, La, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ta, W, Pt, Bi, Al, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sn, Au, Pb ----- 【分析方法】 酸分解及びアルカリ融解－高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法(ICP-AES)により測定	
	b)【分析項目】 Si ----- 【分析方法】 酸分解及びアルカリ融解－重量法により測定	
	c)【分析項目】 Br ----- 【分析方法】 燃焼－イオンクロマトグラフィーにより測定	

分析結果 (1) (含有量試験)

原子番号	元素記号	元素名称	分析方法	単位	1携帯電話基板/1,000g					2小型家電基板/1241.1g					
					1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	
					ミックスメタル /430.0g	集塵粉 /42.0g	渦電流未反応物(樹脂類) /81.9g	渦電流反応物(アルミ、基板類) /287.7g	磁着物(鉄等) /134.6g	ミックスメタル /582.1g	集塵粉/61.3g	渦電流未反応物(樹脂類) /81.9g	渦電流反応物(アルミ、基板類) /287.7g	磁着物(鉄等) /134.6g	
レア	3	Li	リチウム	1	mg/kg	300	200	<50	<50	<50	180	430	<50	<50	60
31	4	Be	ベリリウム	1	mg/kg	130	<50	80	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
5	B	ボロン													
21	Sc	スカンジウム													
22	Ti	チタン	1	mg/kg	16,300	26,200	800	1,140	860	1,480	20,200	710	730	330	
23	V	バナジウム													
24	Cr	クロム	1	mg/kg	8,130	1,020	<50	<50	95,600	5,640	530	<50	<50	9,210	
25	Mn	マンガン	1	mg/kg	3,420	650	540	160	4,800	5,520	3,920	<50	<50	2,350	
27	Co	コバルト	1	mg/kg	2,020	190	<100	<100	840	870	300	<100	<100	400	
28	Ni	ニッケル	1	mg/kg	41,200	23,900	46,600	11,700	44,800	15,900	13,400	1,420	600	19,600	
31	Ga	ガリウム	1	mg/kg	370	230	<100	<100	110	<100	<100	<100	<100	<100	
32	Ge	ゲルマニウム													
34	Se	セレン													
37	Rb	ルビジウム													
38	Sr	ストロンチウム													
39	Y	イットリウム	1	mg/kg	330	460	<100	<100	<100	<100	100	<100	<100	<100	
40	Zr	ジルコニウム													
41	Nb	ニオブ	1	mg/kg	<100	260	<100	<100	<100	<100	360	<100	<100	<100	
42	Mo	モリブデン	1	mg/kg	530	<100	<100	<100	690	<100	<100	<100	<100	<100	
46	Pd	パラジウム	1	mg/kg	520	890	<100	<100	600	550	2,150	<100	<100	730	
49	In	インジウム	1	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
51	Sb	アンチモン	1	mg/kg	930	340	440	<100	250	1,830	690	2,430	<100	800	
52	Te	テルル													
55	Cs	セシウム													
56	Ba	バリウム	1	mg/kg	33,600	59,600	3,080	8,080	3,160	2,540	50,000	2,290	3,140	880	
57	La	ランタン	1	mg/kg	2,830	3,330	<100	320	300	230	1,490	<100	<100	<100	
58	Ce	セリウム													
59	Pr	プラセオジム	1	mg/kg	610	1,090	<100	<100	<100	<100	480	<100	<100	<100	
60	Nd	ネオジム	1	mg/kg	5,170	8,910	<100	150	<100	600	2,380	<100	<100	<100	
62	Sm	サマリウム	1	mg/kg	290	2,300	<100	<100	<100	<100	240	<100	<100	<100	
64	Gd	ガドリニウム	1	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
66	Dy	ジスプロシウム	1	mg/kg	<100	210	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
68	Er	エルビウム													
69	Tm	ツリウム													
70	Yb	イットルビウム													
71	Lu	ルテチウム													
72	Hf	ハフニウム													
73	Ta	タンタル	1	mg/kg	3,500	2,500	<100	<100	<100	2,560	150	<100	<100	<100	
74	W	タングステン	1	mg/kg	22,100	<100	<100	<100	120	<100	<100	<100	<100	<100	
75	Re	レニウム													
78	Pt	プラチナ	1	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
81	Tl	タリウム													
83	Bi	ビスマス	1	mg/kg	800	880	<100	<100	<100	180	300	<100	<100	<100	
12	Mg	マグネシウム													
13	Al	アルミニウム	1	mg/kg	32,100	32,400	12,300	20,200	8,710	51,200	29,700	27,600	76,000	76,000	
20	Ca	カルシウム													
26	Fe	鉄	1	mg/kg	56,200	18,300	1,650	1,270	423,000	146,000	77,700	1,870	950	494,000	
29	Cu	銅	1	mg/kg	264,000	162,000	348,000	506,000	179,000	256,000	57,900	200,000	340,000	60,000	
30	Zn	亜鉛	1	mg/kg	18,500	5,290	56,900	6,420	180	7,300	16,900	5,860	1,080	1,340	
33	As	砒素	1	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
47	Ag	銀	1	mg/kg	6,260	8,630	1,760	1,590	1,350	2,030	490	2,000	<100	550	
48	Cd	カドミウム	1	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50	<50	<50	
50	Sn	錫	1	mg/kg	43,000	62,400	45,700	22,700	11,000	57,600	37,000	23,600	15,000	17,800	
79	Au	金	1	mg/kg	2,800	1,180	1,700	250	790	430	330	270	<100	160	
80	Hg	水銀													
82	Pb	鉛	1	mg/kg	13,800	16,400	13,800	6,210	6,580	27,400	41,300	22,100	7,290	14,200	
44	Ru	ルテニウム													
45	Rh	ロジウム													
35	Br		4	mg/kg	5,500	15,500	15,500	11,800	21,800	13,100	19,800	18,200	28,300	22,400	
17	Cl														

【分析方法凡例】

- 1：酸分解・アルカリ融解—ICP発光分析法
- 4：燃焼—イオンクロマトグラフ法

【参考データ】

- ・ 分析データを%に換算（定量下限以下の数値を削除）
- ・ 回収物重量配分より、元の基板、および使用済製品全体の含有量を試算
→ 1-0、2-0が、プリント基板の分析値に相当する。

原子番号	元素記号	元素名称	単位	1					2																									
				1-0		1-(1)~1-(5)			2-0		2-(1)~2-(5)																							
				携帯電話	携帯電話基板	ミックスメタル	集塵粉	樹脂類	アルミ回収物	鉄回収物	小型家電	小型家電基板	ミックスメタル	集塵粉	樹脂類	アルミ回収物	鉄回収物																	
				全重量(g)	全体比率(%)	基板重量(g)	基板比率(%)																											
				4,170.54	24.0%	1,000.10	100.0%	430.00	43.0%	42.00	4.2%	8.190	8.2%	28.80	28.8%	13.50	13.5%	7,869.00	15.8%	1,241.10	100.0%	582.10	46.9%	61.30	4.9%	199.90	16.1%	196.50	15.8%	163.90	2.1%			
3	Li	リチウム	%	0.0033	0.0137	0.0300	0.0200											0.0018	0.0113	0.0180	0.0430									0.0060				
4	Be	ベリリウム	%	0.0015	0.0062	0.0130				0.0080																								
5	B	ボロン																																
21	Sc	スカンジウム																																
22	Ti	チタン	%	0.2067	0.8618	1.6300	2.6200	0.0800	0.1140	0.0860								0.0310	0.1965	0.1480	2.0200	0.0710	0.0730	0.0330										
23	V	バナジウム																																
24	Cr	クロム	%	0.3934	1.6405	0.8130	0.1020			9.5600								0.0613	0.3888	0.5640	0.0530									0.9210				
25	Mn	マンガン	%	0.0536	0.2234	0.3420	0.0650	0.0540	0.0160	0.4800								0.0488	0.3083	0.5520	0.3920									0.2350				
27	Co	コバルト	%	0.0237	0.0990	0.2020	0.0190			0.0840								0.0075	0.0476	0.0870	0.0300									0.0400				
28	Ni	ニッケル	%	0.7657	3.1929	4.1200	2.3900	4.6600	1.1700	4.4800								0.1740	1.1031	1.5900	1.3400	0.1420	0.0600						1.9600					
31	Ga	ガリウム	%	0.0044	0.0184	0.0370	0.0230			0.0110																								
32	Ge	ゲルマニウム																																
34	Se	セレン																																
37	Rb	ルビジウム																																
38	Sr	ストロンチウム																																
39	Y	イットリウム	%	0.0039	0.0161	0.0330	0.0460											0.0001	0.0005		0.0100													
40	Zr	ジルコニウム																																
41	Nb	ニオブ	%	0.0003	0.0011		0.0260											0.0003	0.0018		0.0360													
42	Mo	モリブデン	%	0.0077	0.0321	0.0530				0.0690								0.0000	0.0000															
46	Pd	パラジウム	%	0.0082	0.0342	0.0520	0.0890			0.0600								0.0073	0.0460	0.0550	0.2150									0.0730				
49	In	インジウム	%	0.0000	0.0000													0.0000	0.0000															
51	Sb	アンチモン	%	0.0116	0.0484	0.0930	0.0340	0.0440		0.0250								0.0219	0.1389	0.1830	0.0690	0.2430							0.0800					
52	Te	テルル																																
55	Cs	セシウム																																
56	Ba	バリウム	%	0.4784	1.9951	3.3600	5.9600	0.3080	0.8080	0.3160								0.0732	0.4643	0.2540	5.0000	0.2290	0.3140	0.0880										
57	La	ランタン	%	0.0357	0.1489	0.2830	0.3330		0.0320	0.0300								0.0029	0.0181	0.0230	0.1490													
58	Ce	セリウム																																
59	Pr	プラセオジム	%	0.0074	0.0308	0.0610	0.1090											0.0004	0.0024		0.0480													
60	Nd	ネオジム	%	0.0633	0.2640	0.5170	0.8910		0.0150									0.0063	0.0399	0.0600	0.2380													
61	Pm	プロメチウム																																
62	Sm	サマリウム	%	0.0053	0.0221	0.0290	0.2300											0.0002	0.0012		0.0240													
63	Eu	ユウロビウム																																
64	Gd	ガドリニウム	%																															
65	Tb	テルビウム																																
66	Dy	ジスプロシウム	%	0.0002	0.0009		0.0210																											
67	Hd	ホルミウム																																
68	Er	エルビウム																																
69	Tm	ツリウム																																
70	Yb	イットルビウム																																
71	Lu	ルテチウム																																
72	Hf	ハフニウム																																
73	Ta	タンタル	%	0.0386	0.1610	0.3500	0.2500											0.0191	0.1208	0.2560	0.0150													
74	W	タングステン	%	0.2282	0.9518	2.2100																												
75	Re	レニウム																																
78	Pt	プラチナ	%																															
81	Tl	タリウム																																
83	Bi	ビスマス	%	0.0091	0.0381	0.0800	0.0880											0.0016	0.0099	0.0180	0.0300													
12	Mg	マグネシウム																																
13	Al	アルミニウム	%	0.5552	2.3153	3.2100	3.2400	1.2300	2.0200	0.8710								0.8201	5.1996	5.1200	2.9700	2.7600	7.6000	7.6000										
20	Ca	カルシウム																																
26	Fe	鉄	%	1.9751	8.2363	5.6200	1.8300	0.1650	0.1270	42.3000								2.1766	13.8004	14.6000	7.7700	0.1870	0.0950	49.4000										
29	Cu	銅	%	7.6368	31.8463	26.4000	16.2000	34.8000	50.6000	17.9000								3.4209	21.6897	25.6000	5.7900	20.0000	34.0000	6.0000										
30	Zn	亜鉛	%	0.3527	1.4707	1.8500	0.5290	5.6900	0.6420	0.0180								0.0875	0.5550															

3.2 含有量分析（有害物質）

	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
試験方法 （前処理）	環境省告示 19 号による（1 規定塩酸を溶媒とする）	
分析対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ ミックスメタル（二次篩上〔500 μm～5.6mm〕） ・ 集塵粉（二次篩下〔500 μm 以下〕） ・ 渦電流未反応物（一次篩上〔5.6mm 以上〕） ・ 渦電流反応物（一次篩上〔5.6mm 以上〕） ・ 磁着物（一次篩上〔5.6mm 以上〕） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ミックスメタル（二次篩上〔500 μm～5.6mm〕） ・ 集塵粉（二次篩下〔500 μm 以下〕） ・ 渦電流未反応物（一次篩上〔5.6mm 以上〕） ・ 渦電流反応物（一次篩上〔5.6mm 以上〕） ・ 磁着物（一次篩上〔5.6mm 以上〕）
分析項目 分析方法	Cd JIS K 0102 55 Pb JIS K 0102 54 Cr6+ JIS K 0102 65 As JIS K 0102 61 全 Hg 環境省告示第 59 号付表 1 Se JIS K 0102 67 B JIS K 0102 47	

分析結果（2）（有害物質・含有量試験）

分析方法	項目	携帯電話(プリント基板)			その他小型家電(プリント基板)			判定基準
		1-①	1-②	1-③	2-①	2-②	2-③	
		携帯電話・ ミックスメタル (二次篩上 (500 μm))	携帯電話・ 非磁着物 (アルミ回収 物と樹脂類 の混合物)	集塵粉	小型家電・ ミックスメタル (二次篩上 (500 μm))	小型家電・ 非磁着物 (アルミ回収 物と樹脂類 の混合物)	集塵粉	
含有量試験 (単位: mg/kg)	Cd	<2	<2	<2	9	13	21	<150
	Pb	5000	4060	7320	226	1740	12800	<150
	Cr ⁶⁺	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<250
	As	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<150
	全Hg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<15
	Se	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<150
	B	64	63	163	56	251	271	<4000
	F	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<4000

3.3 溶出試験

	携帯電話（プリント基板）	その他小型家電（プリント基板）
試験方法 (前処理)	環境庁告示 13 号による	
分析対象	携帯電話のプリント基板を対象として、上記 2 により回収された回収物。 ・ミックスメタル(二次篩上(500 μm 以上)) ・非磁着物(渦電流反応物と渦電流未反応物の混合物) ・集塵粉: 試料不足により試験未実施 ・樹脂類: 試料不足により、渦電流反応物（アルミ、基板類）と渦電流未反応物（樹脂類）を混合し、選別前の「非磁着物」を溶出試験のサンプルとして使用。	以下のその他小型家電のプリント基板を対象として、上記 2 により回収された回収物。 デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯音楽プレーヤー、電子手帳、携帯ゲーム機、卓上計算機、カーナビ、ワープロ ・ミックスメタル(二次篩上(500 μm 以上)) ・非磁着物 (渦電流反応物と渦電流未反応物の混合物)
分析項目 分析方法	Cd JIS K 0102 55 Pb JIS K 0102 54 Cr6+ JIS K 0102 65 As JIS K 0102 61 全 Hg 環境庁告示第 59 号付表 1 Se JIS K 0102 67 B JIS K 0102 47	

分析結果（3）（溶出試験）

分析方法	項目	携帯電話(プリント基板)			その他小型家電(プリント基板)			判定基準
		1-①	1-②	1-③	2-①	2-②	2-③	
		携帯電話・ミックスメタル(二次篩上(500 μm))	携帯電話・非磁着物(アルミ回収物と樹脂類の混合物)	集塵粉	小型家電・ミックスメタル(二次篩上(500 μm))	小型家電・非磁着物(アルミ回収物と樹脂類の混合物)	集塵粉	
溶出量試験 (単位: mg/L)	Cd	<0.01	<0.01	/	<0.01	<0.01	/	<0.3
	Pb	2.48	<0.05		0.07	0.62		<0.3
	Cr ⁶⁺	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05		<1.5
	As	0.56	<0.01		<0.01	0.03		<0.3
	全Hg	<0.0005	<0.0005		<0.0005	<0.0005		<0.005
	Se	<0.03	<0.03		<0.03	<0.03		<0.3
	B	0.6	0.1		0.3	0.2		-
	F	0.6	0.1		<0.1	0.2		-

※ 1-③及び 2-③集塵粉の溶出量試験は試料が必要量に達しなかった為試験を行わなかった。

以上