

表1 小型家電の基板に含有されるレアメタルの回収ポテンシャルの推計結果  
(小型家電の排出ポテンシャルを用いて推計)

原子番号	元素記号	元素名称	携帯電話	ゲーム機 (小型以外)	ゲーム機 (小型)	ポータブル CD・MD プレーヤー	ポータブル デジタル オーディオ プレーヤー	デジタルカメラ	カーナビ	ビデオカメラ	DVDプレー ヤー	合計	輸入量
排出ポテンシャル 1 (統計データより)千台/年			54,860	3,057	4,776	1,347	6,484	30,143	2,409	10,625	7,873	121,574	-
小型家電の基板に含有される元素の含有量 kg/年													
3	Li	リチウム	194	15	4	0		65				277	3,487,000
4	Be	ベリリウム	59	0	1	1		86				147	30,000
5	B	ボロン	1,031			56	49	1,492	2,459	2,248	8,884	16,219	6,063,000
21	Sc	スカンジウム										0	-
22	Ti	チタン	9,092	2,224	605	142	197	7,884	1,460	15,975	4,442	42,021	-
23	V	バナジウム	113	16		3	8	66		161	83	451	1,490,000
24	Cr	クロム	5,828	2,361	319	81	1,188	4,751	768	3,161	2,011	20,468	628,000
25	Mn	マンガン	1,696	10,095	196	90	121	3,999	4,649	5,046	11,927	37,819	947,000
27	Co	コバルト	881	144	95	4	7	206		231	276	384	14,676,000
28	Ni	ニッケル	35,957	17,060	3,753	489	738	20,398	6,494	33,050	17,243	135,180	260,000
31	Ga	ガリウム	194	67	4	0	11	65		231	143	465	61,800
32	Ge	ゲルマニウム	118	106	36	4		175			321	1,175	80,700
34	Se	セレン						1				3	4
37	Rb	ルビジウム										0	10,000
38	Sr	ストロンチウム	736	1,494	525	9	18	545	231	971	1,032	5,559	30,437,000
39	Y	イットリウム	177	8	9	3		101		75		80	1,435,000
40	Zr	ジルコニウム	975	169	32	14	25	638		77	1,646	573	4,149
41	Nb	ニオブ	40	76	36	14		242		620	20	1,048	5,317,000
42	Mo	モリブデン	318	389	8	2	5	113		273	110	1,218	22,994,000
46	Pd	パラジウム	615	46	31	7	5	237		98	87	2,467	157,000
49	In	インジウム	106	23	15	2	11	163		77	193	215	804
51	Sb	アンチモン	1,242	5,660	1,035	43	23	2,247		492	3,037	4,155	17,934
52	Te	テルル	163					140			686	989	-
55	Cs	セシウム										0	93,800
56	Ba	バリウム	26,898	6,527	3,027	457	642	20,335	3,228	24,931	18,055	104,097	-
57	La	ランタン	1,356	218	51	3		174		77	714	282	2,814,000
58	Ce	セリウム	1,336	117	27	2		116			357	131	2,087
59	Pr	プラセオジウム	424								161		585
60	Nd	ネオジム	4,368	363	121	5		421	307	1,311	482	7,378	14,486,000
61	Pm	プロメチウム										0	14,486,000
62	Sm	サマリウム	250									250	14,486,000
63	Eu	ユウロピウム	38	35				11			97	182	14,486,000
64	Gd	ガドリニウム	163					5			161	329	14,486,000
65	Tb	テルビウム	114	17				23			48	40	242
66	Dy	ジスプロシウム	91	7	8	3	5	70	77	99	120	481	14,486,000
67	Ho	ホルミウム	163					5				169	14,486,000
68	Er	エルビウム										0	14,486,000
69	Tm	ツリウム										0	14,486,000
70	Yb	イットルビウム										0	14,486,000
71	Lu	ルテチウム										0	14,486,000
72	Hf	ハフニウム										0	2,300,000
73	Ta	タンタル	4,579	937	244	174	56	10,189	1,076	13,859	3,267	34,381	695,000
74	W	タングステン	3,824	102	137	3	9	868	154	929	609	6,634	8,317,000
75	Re	レニウム										0	-
78	Pt	プラチナ	23					1	2	16	14	57	157,000
81	TI	タリウム									161	161	1,400
83	Bi	ビスマス	16,189	20,954	23	24	11	3,989	154	4,543	33,008	78,895	-
レアメタル合計			119,352	69,228	10,344	1,637	3,139	79,811	22,339	116,509	108,676	531,035	145,872,700
12	Mg	マグネシウム	20,108			59	90	1,878		922	1,766	4,012	28,835
13	Al	アルミニウム	24,588	74,842	12,156	1,611	730	34,171	46,954	50,087	164,688	409,827	-
20	Ca	カルシウム	17,983			563	622	26,291	23,054	23,761	82,535	174,810	-
26	Fe	鉄	57,704	153,270	21,389	1,530	5,144	79,094	78,115	125,328	119,886	641,461	-
29	Cu	銅	539,482	318,206	66,509	8,168	15,619	310,426	118,575	308,784	571,060	2,256,828	1,756,000
30	Zn	亜鉛	10,654	18,093	2,914	511	292	11,715	10,144	22,263	56,934	133,521	623,800
33	As	砒素	182	197	9	1	5	208		626	245	470	1,943
47	Ag	銀	13,510	1,546	2,116	130	181	8,723	1,468	14,231	6,739	48,643	1,545,000
48	Cd	カドミウム	7	1	1	0		1		3	4	17	1,511,000
50	Sn	錫	55,276	46,793	14,690	1,536	1,698	48,489	17,291	60,431	92,422	338,626	33,659,000
79	Au	金	2,380	471	103	24	51	988		90	889	478	35,000
80	Hg	水銀	0							2	1	3	5,000
82	Pb	鉛	20,992	24,037	10,114	369	19	20,193	5,956	42,860	39,214	163,753	124,000
44	Ru	ルテニウム	15	1	1	0		13		21	9	59	157,000
45	Rh	ロジウム	883	0	157			588				1,629	157,000
レアメタル外合計			763,763	637,456	130,157	14,503	24,450	542,781	303,194	650,670	1,138,453	4,205,428	39,572,800
35	Br	臭素	31,238	22,843	9,605	397		28,973	16,906	36,605	73,795	220,362	-
17	Cl	塩素		798	1,170	48						2,016	-
14	Si	ケイ素		33,358	8,879	463						42,700	746,100
16	S	硫黄										0	-
19	K	カリウム		442	153	68						663	-
15	P	リン		377	137	13						528	236,000
11	Na	ナトリウム		870	347	47						1,265	-

1 既存統計(下記参照)の出荷量を用いて平均使用年数に基づき小型家電が排出されると仮定することで求めた台数(本推計値には、輸出台数が含まれており、輸入分は含まれていない)。

- ・機械統計年報・携帯電話・PHS、携帯音楽プレーヤー、デジタルカメラ、HDドライブ、カーナビ、ビデオカメラ、DVDプレーヤー
- ・(社)電子情報技術産業協会 民生用電子機器国内出荷データ集(MD、CDプレーヤ、デジタルオーディオプレーヤの合計):携帯音楽プレーヤー
- ・(社)ビジネス機械・情報システム産業協会統計:電卓、電子辞書/デジタルコンテンツ白書:ゲーム機器(小型以外も含む)

注)「排出ポテンシャル×平均基板重量」に各レアメタル等の濃度を乗じて算出。各レアメタル等の濃度は、モデル事業及び既存調査結果等から平均値を算出、空欄は含有なし

輸入量:2008年のデータ(元素純分換算の合計値) 出所:JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー は、レアアース(ランタン、セリウム以外)としての情報

表2 平成21年度 7地域でのレアメタル回収結果総括表

地域	収集試験・金属含有状況調査			選別・濃縮試験					回収可能性検討					
	対象機器	全収集量 A	回収対象 金属	選別 部位・部品	試験 投入量 B	濃縮物			金属 回収率 (推定値) F	収集機器全量を 処理した場合				
						重量 C	減量率 D(=C/B)	金属濃度 E		濃縮物 重量 G=(AxD)	回収量 (GxExF)			
秋田県	ハードディスクドライブ	225kg (426個)	ネオジム	ホイスイルモーター中の磁石	7.6kg	0.96kg	12.6%	20%	60%	28kg	3.4kg			
	携帯電話	183kg (1732個)	タングステン	振動モーター中の振動子	33.5kg	0.328kg	0.98%	91%	85%	1.8kg	1.4kg			
茨城県	携帯電話、デジタルカメラ、携帯音楽プレーヤー(HDD,フラッシュメモリ,MD型)「高品位物」	928.6kg	アンチモン	金属濃集物(ミックスメタル)	591.9kg	1.1kg	0.19%	0.12%	70%	1.76kg	1.5g			
			ニッケル					5.60%	40%		39g			
			ビスマス					0.166%	80%		2.3g			
			インジウム					0.002%	60%		0.021g			
	パラジウム	0.14%	80%	2.0g										
	ビデオカメラ、他の携帯音楽プレーヤー、電子手帳、ゲーム機、電卓、カーナビ、ワープロ、ACアダプタ「準品位物」	8228.4kg	アンチモン	金属濃集物(ミックスメタル)	5642kg	49.2kg	0.88%	0.38%	70%	72.4kg	182g			
ニッケル	0.58%	40%	168g											
ビスマス	0.032%	80%	18g											
インジウム	<0.001%	60%	-											
パラジウム	<0.01%	80%	-											
福岡県	デジタルカメラ	92.1kg	タンタル	タンタル濃縮物	30kg	140g	0.47%	1.8%	60%	433g	4.7g			
	ビデオカメラ	61.5kg									3.2%	289g		
	ポータブル音楽プレーヤー	182kg									0.30%	2.6%	546g	8.5g
	携帯電話	570kg									0.31%	3.6%	1767g	38g
東京都	携帯電話、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯音楽プレーヤー、携帯ゲーム機、電子手帳、電卓、カーナビ、携帯DVDプレーヤー、携帯ラジオ、携帯テレビ	844.4kg	パラジウム	基板	538.8kg	287.1kg	53.3%	0.029%	60%	450kg	78g			
			インジウム					0.0032%			8.6g			
			プラチナ					0.00032%			0.86g			
			ビスマス					0.029%			78g			
			ニッケル					1.6%			4.32kg			
			アンチモン					0.10%			270g			
テルル	0.0033%	8.9g												
名古屋市中津島市	携帯電話、デジタルカメラ、ビデオカメラ、DVDデッキ、携帯音楽/映像プレーヤー、電子辞書/手帳/電卓、HDD、ゲーム機、プリンター、リモコン「高品位物」	1287kg	アンチモン	金属濃集物(ミックスメタル)	314kg	24kg	7.6%	0.16%	60%	98kg	94g			
			セレン					0.0003%			0.13g			
	パラジウム	<0.0001%	-											
	アンチモン	0.0018%	1.1g											
ビデオデッキ、ワープロ、パソコン付属品(プリンタ以外)、ACアダプタ・ケーブル・コード、ラジオ、携帯ラジオ、電気調理器、おもちゃ、カーナビ、電動歯ブラシ、シェーバー、ヘアドライヤー「低品位物」	3122kg	アンチモン	250kg	18kg	7.2%	0.0003%	0.21%	60%	225kg	284g				
セレン	0.0003%	0.4g												
ビスマス	0.0009%	1.2g												
パラジウム	<0.0001%	-												
京都市	携帯電話、デジタルカメラ、ビデオカメラ、電子辞書、電卓、携帯音楽プレーヤー、携帯ラジオ、家庭用ゲーム機、家庭用ゲームソフト、	1000kg	パラジウム	破碎混合物	770kg	412kg	53.5%	0.003%	60%	535kg	9.6g			
			プラチナ					-			-			
			ニッケル					0.47%			1.5kg			
			ビスマス					0.002%			6.4g			
			アンチモン					0.064%			205g			
テルル	0.009%	29g												
水保市	携帯電話	21.2kg	タンタル	基板	9.72kg	0.167kg	1.7%	0.0003%	-	-	-			
	電話機	97.6kg						2.5mm以下			0.109kg	0.59%	0.0031%	-
	デジタルカメラ	3.8kg						2.5kg			0.28kg	11.2%	0.017%	-
	ポータブルゲーム機	10.8kg						2.64kg			0.48kg	18.2%	0.0029%	-
	電話子機	10.0kg						5.30kg			1.84kg	34.5%	0.0001%	-

注) 金属回収率(F):秋田のタングステン及び茨城については既存データ等から推定した回収率を用い、他の地域では茨城の回収率の中間的な数値を利用。

注) 高品位・準品位・低品位は、各モデル事業毎に独自に定義されたものであり、共通的な定義ではない。

【レアメタル回収可能量の考え方(試算方法)】=(1)×(2)×(3)×(4)

(1)全収集量=(選別・濃縮試験機器の全収集量)

(2)減量率=(選別・濃縮試験により得られた濃縮物量)/(選別・濃縮試験に投入した機器量)

➢ 減量率は、機器からの電池や鉄等を除去(京都)、基板のみを抜き出す(東京)、などの手解体を中心とした処理を行った場合は50%程度。一方、機器を機械破碎し物理選別した場合(茨城、福岡、愛知)は数%以下となり、濃縮物は減容化され対象金属濃度は高くなるが、選別過程でのロスは大い。

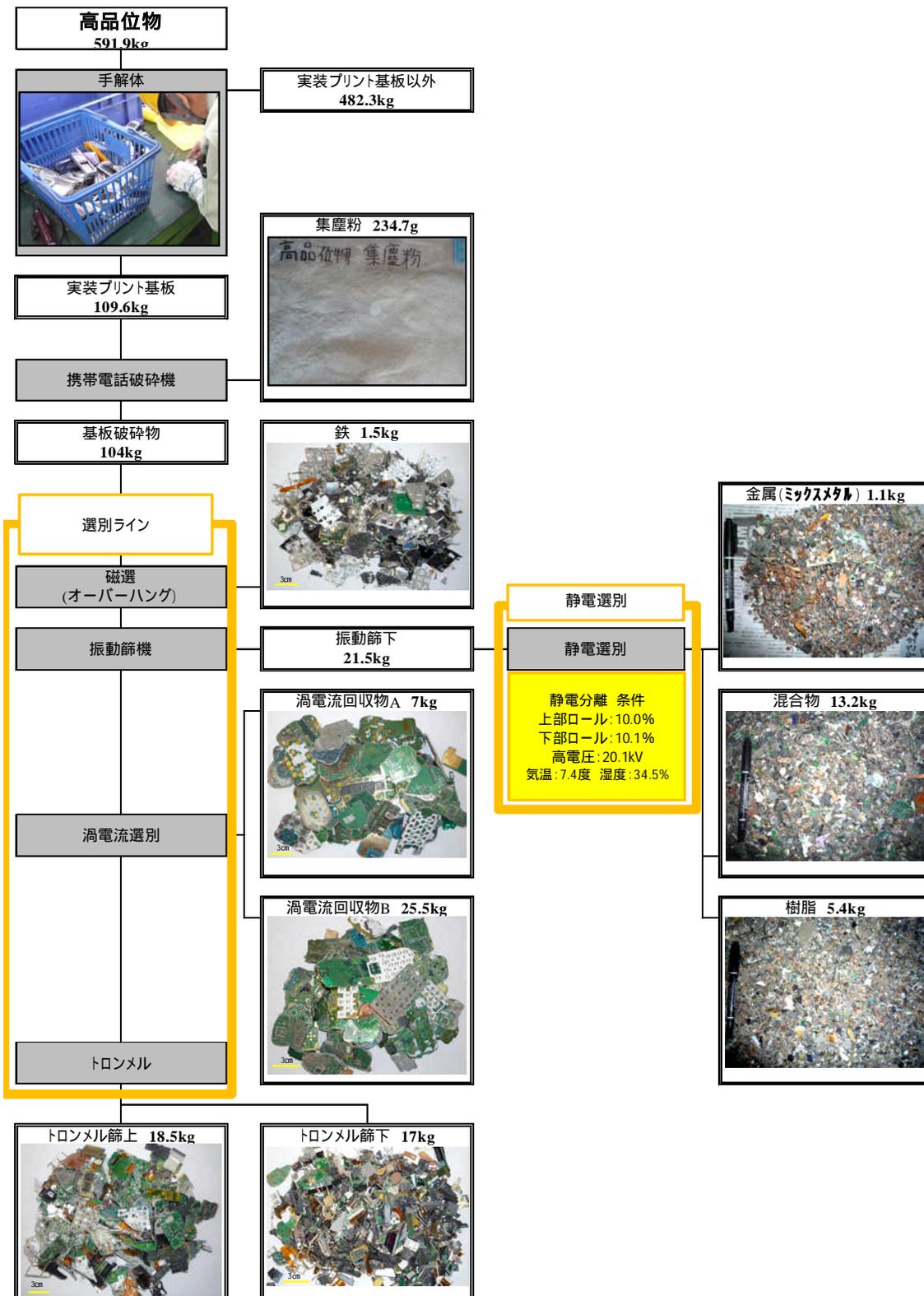
(3)金属濃度=(選別・濃縮試験により得られた濃縮物の分析値)

(4)製錬回収率=(金属回収工程により抽出される金属量)/(金属回収工程に投入する濃縮物中の金属量)

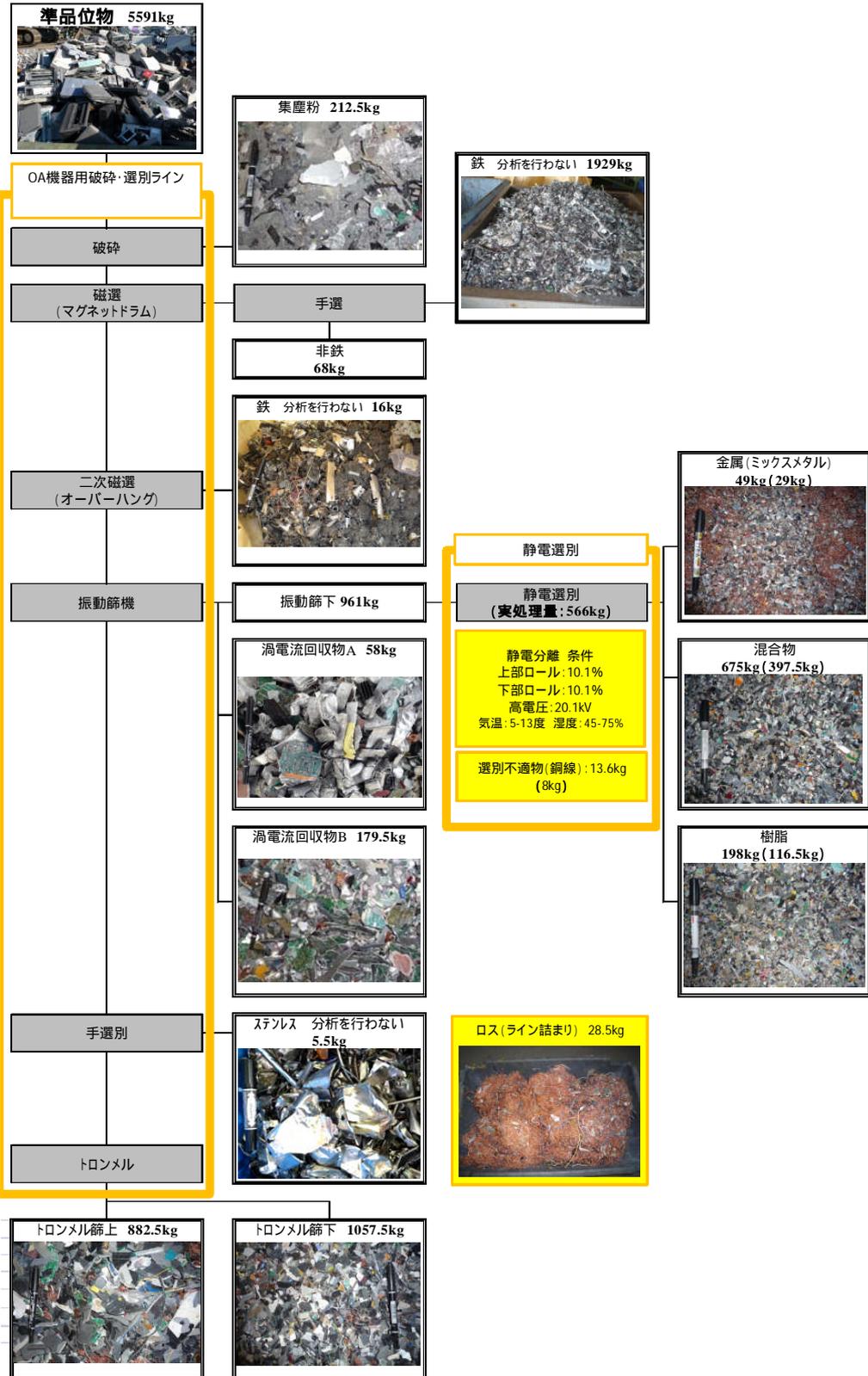
➢ 製錬回収率は、操業中の非鉄製錬施設では大量の一次原料(鉱石)や他の二次原料と共に投入され処理するため、当該選別・濃縮試験により得られた濃縮物だけの製錬回収率を直接測定することは困難。このため、茨城では金属毎の既存データ等から製錬回収率を推定(40%~80%)し、また、他の地域では茨城の推定値の中間的な数値(60%)を活用。

< 参考: 選別・濃縮試験のフローの例(茨城県) >

・高品位物



低品位物



## 平成22年度の検討事項

昨年度開催した2回の研究会及びそれぞれ2回のワーキンググループでは、モデル事業の結果を踏まえて、使用済小型家電の効率的・効果的な回収方法等における課題、使用済小型家電からのレアメタル回収における課題、並びに使用済小型家電のリサイクルに係る環境管理における課題について検討してきた。

その中で、今後も継続的な検討が必要な事項、またより詳細な検討が必要な事項として、以下の項目が整理された。

### 1. レアメタルの効率的な回収が望める小型家電の把握

- 回収対象となり得る小型家電の把握
  - ・ レアメタルを含有する製品、部位・部品等の情報(特に、基板以外の特定部位・特定部品)を引き続き収集し、回収対象となり得る小型家電について整理する。
- 使用済小型家電の回収ポテンシャルの把握
  - ・ 今年度の検討結果を踏まえ、モデル事業における回収量データの充実や地域特性も考慮した把握手法の検討等を通じて、より精度の高い回収ポテンシャルを整理する。
  - ・ 中間処理・レアメタル回収に関するモデル事業の実施を通じて、中間処理・製錬技術に応じた小型家電からのレアメタル回収可能量を整理するとともに、回収対象とする鉱種・品目を抽出する。
- 使用済電気電子機器に関する国際動向の把握
  - ・ 使用済小型家電の回収、レアメタル回収及び環境管理の検討に資する情報を整理するために、国際的な規制や資源利用に係る、最新の動向を整理する。

### 2. 使用済小型家電の回収について

効果的・効率的な回収方法の把握

- 効果的・効率的な回収手法の把握
  - ・ 多様な地域におけるモデル事業の継続的な実施を通じて、小型家電回収に関するノウハウの蓄積を行い、地域特性等も踏まえた小型家電の効率的な回収方法に関する情報を整理する。
- 市民とのコミュニケーション手法の把握
  - ・ 回収事業にかかる時間経過に伴う市民の意識や回収量の変化、周知の効果等を確認するために、モデル事業を通じて継続的なデータ収集・分析を行い、効果的・効率的な回収を進めるにあたって必要になる様々な周知手法とその効果、フィードバックすべき情報やその発信のあり方等について整理する。

制度との整合性

- ・ 廃棄物処理法等の既存の制度と効率的・効果的な回収方法との整合性を確保する上での問題点についてとりまとめる。

### 3. 使用済小型家電からのレアメタルの回収について

小型家電に含まれるレアメタル及びそれらを含有する部位・部品

- 使用済小型家電に含まれるレアメタル含有量の把握

- ・ これまでのモデル事業で取得したデータ等を踏まえ、更に製品毎、部位・部品毎のレアメタル含有状況を特定する必要がある製品、部品等を中心に、引き続き、使用済小型家電に含まれているレアメタル分析調査等含有実態について把握する。

#### レアメタル回収の現状

- レアメタルリサイクルの回収に関する実態把握
- ・ レアメタルリサイクルあるいはレアメタル製品取り扱っている非鉄製錬事業者及びレアメタル専門事業者の既存技術・システムについて、引き続きプロセス等詳細を把握する。また、レアメタルリサイクルに係る国内外の技術開発動向について最新情報等を整理する。

#### 既存レアメタル回収システムの使用済小型家電への適用可能性

- 使用済小型家電からのレアメタル回収可能性の検討
- ・ 今年度、既存技術・システムを活用し一部モデル事業で実施した使用済小型家電からのレアメタル回収の可能性の検討について、投入量を増やしかつ、これまでのモデル事業で得られた成果等(例えば、含有量が多い製品・部品に限定し、レアメタルがより濃縮する適当な中間処理を採用する等)を踏まえ本格的に行う。

### 4. 使用済小型家電からのレアメタルの回収における環境管理について

#### 廃小型家電処理のリスクの把握

- 金属、難燃剤等のハザードの評価
- ・ 小型家電に含まれるレアメタルやその他の金属、難燃剤等について、ハザード情報や小型家電中の存在形態・含有量等の更なる把握を進め、一定の整理を行う。
- ・ 欧州の関連規制の見直し状況、アジアの規制の制定状況等、最新の国際的な規制の動向を把握し、海外の電気電子機器に関する規制の動向について一定の整理を行う。
- 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化
- ・ 使用済小型家電の含有量試験・溶出試験における分析結果・分析精度を踏まえ、小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化に向け更に検討し、一定の整理を行う。
- 処分した場合とリサイクルした場合の環境影響ポテンシャルの把握
- ・ 小型家電の処理方法別処理量の推計値と、破碎・焼却・埋立及びリサイクルの際のレアメタルの分配挙動等を用いて、使用済小型家電を処分した場合とリサイクルした場合等をケーススタディとして環境影響ポテンシャルを比較し、一定の整理を行う。

#### リサイクル施設でのリスク管理の考え方の整理

- 中間処理施設におけるリスク管理の考え方の整理
- ・ これまでのモデル事業における検討結果や更なる情報収集を踏まえ、使用済小型家電からのレアメタル回収におけるリサイクル施設でのリスク管理の考え方について一定の整理を行う。
- 製錬施設におけるリスク管理の考え方の整理
- ・ 本年度のモデル事業を通じて製錬施設におけるリスクイベント評価のためのデータを収集・整理し、製錬施設でのリスク管理の考え方について一定の整理を行う。

### 5. システムの経済性について

- モデルケースの精緻化

- ・ 本年度のシステムの経済性に関する検討結果を踏まえ、次年度のモデル事業を通じてさらにデータ(特に、レアメタル回収(製錬)に係る費用データ、大都市でのモデルケースの設定に必要なデータ)を収集し、システムの経済性の検討を行うためのモデルケースを精緻化する。
- 使用済小型家電からのレアメタルリサイクルに係る費用・便益の検討
- ・ 使用済小型家電からのレアメタルリサイクルを実作業ベースにて実施した場合を想定した費用・便益を試算し、システムの経済性を検討・整理する。

## 6. モデル事業について

使用済小型家電からのレアメタル回収と適正処理の検討においては、引き続きモデル事業の継続を通じて情報を収集、分析し、一定の結論を得ることが必要である。

### 使用済小型家電の回収

- 効果的回収方式の把握
- ・ 多様な地域におけるモデル事業の継続的な実施を通じて、小型家電回収に関するノウハウの蓄積を行い、地域特性等も踏まえた小型家電の望ましい回収方法に関する情報を整理する。

### 使用済小型家電からのレアメタルの回収

- 適用可能な中間処理の水準と既存レアメタル回収システムとの整合性の把握
- ・ 本年度モデル事業に引き続き、使用済小型家電の中間処理の検討を行うと共に、既存のレアメタル回収システムとのマッチングを行う。
- 様々な特定部位・部品の分離技術、特定のレアメタルの分離(抽出・製錬)技術の把握
- ・ 使用済小型家電に適用可能な特定部品・部位の分離技術や、レアメタル分離技術を整理する。

### 使用済小型家電からのレアメタルの回収における環境管理

- 適切にハザードを把握、評価するためのレアメタル及び有害物質の分析
- ・ 使用済小型家電に含有されているレアメタルや有害物質の分析(精度調査を含む)を継続して実施し、その結果を取りまとめる。
- 適用するレアメタル回収フローに即した環境影響ポテンシャルとリスクイベントの把握
- ・ レアメタルリサイクルシステムを構築していく上でのリスク管理の考え方を整理するため、環境影響ポテンシャルに係る基礎情報やリスクイベント等を把握する。

以上