

小型電気電子機器リサイクル制度の在り方について（案）

1. 目指すべき方向性

循環型社会形成の推進は我が国の目指すべき方向性である。循環型社会形成推進基本法では、循環型社会は「製品等が廃棄物等となることが抑制され、並びに製品等が循環資源となった場合においてはこれについて適正に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会」と定義されており、使用済製品に含まれる有用金属（資源として価値のある金属）のリサイクルは循環型社会形成推進の観点から重要である。

資源循環の範囲としては、循環型社会形成推進基本計画の理念を踏まえれば、環境保全上問題がなく経済的に優位性を持つ場合には、国際資源循環を否定するものではない。特に、有用金属の場合はその特性から国際循環も視野に入れるべきだが、以下の観点から国際循環を補完的なものと位置付ける。

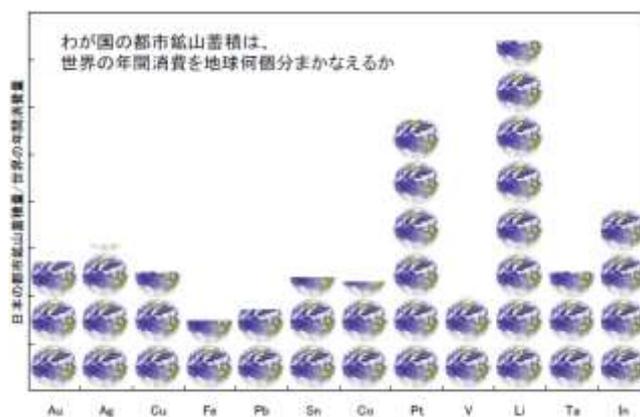
- ・アジア地域で大気汚染、海洋汚染、温暖化など越境する環境問題が顕在化しており、さらに食品や日用品などをアジアより輸入している現状を踏まえれば、現地の汚染防止が我が国の利益になることから、アジアスケールでの汚染防止が重要。日本は高い技術力をもって、アジア全体のリサイクル技術の底上げをしていく必要がある。まずは、現時点で高い技術を持つ日系静脈産業が、アジアで中心的役割を果たすべく、国内でノウハウを蓄積することが重要。
- ・資源価格の変動等により使用済製品の海外での需要が減少した場合に、国内静脈産業が十分に機能していなければ、廃棄物が国内に溢れることになる。

なお、小型電気電子機器からの有用金属のリサイクルにおいては、製造業における国際水平分業が進展した状況に鑑みれば、必ず回収した金属を国内で製品に再生利用するべきというものではない。

2. 現状認識、課題把握

図 1 に示すとおり、我が国は世界有数の都市鉱山（使用済製品に含まれる有用金属を鉱石に見立てたもの）を有するとの計算結果が存在する。しかし、表 1 に示すとおり、現状として金属系廃棄物の循環利用量は十分ではなく、一般廃

棄物については 48.8 万 t/年（発生量の約 30%）、産業廃棄物については 26.5 万 t/年（同約 3%）が最終処分されており、循環型社会形成の観点から金属系廃棄物の更なる循環利用が求められる。



出典：(独) 物質・材料研究機構：平成 20 年 1 月 11 日プレスリリース資料

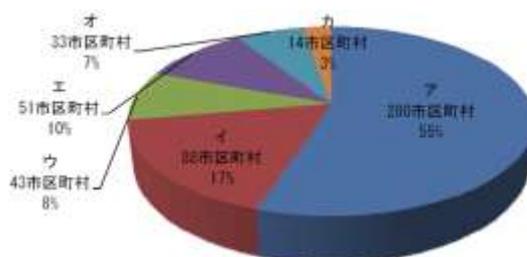
図 1 世界の年間消費量とわが国の都市鉱山との比較

表 1 金属系廃棄物の循環利用量の推計結果（平成 20 年度）（千 t/年）

	一般廃棄物	産業廃棄物
発生	1,549	8,766
循環利用量	1,059	8,501
直接	177	4,066
処理後	883	4,435
減量化量(自家処理)	1	0
最終処分量	488	265
直接最終処分	106	61
処理後最終処分	382	205

※「直接最終処分」とは処理施設を経由せずに、直接埋立処分されるものであり、「処理後最終処分」とは処理施設の中間処理により排出された処理残渣物のうち、埋立処分されるものである。
出典：環境省：平成 22 年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）：平成 23 年 3 月に基づき作成

一方、そのような有用資源が不用品回収業者等を経由して海外に流出している可能性も指摘されている（図 2 参照）。さらに、海外において不適正に処理されている事例も報告されており、天然資源の消費の抑制と環境負荷の低減の観点から課題となっている。



ア 不明
 イ リサイクル業者に現況のまま売却している
 ウ 解体後、モーター、金属類の一部部品を売却している
 エ 現況のまま輸出している
 オ 解体・分別の上、輸出している
 カ その他

出典：環境省：不用品回収業者に関する調査結果について（お知らせ）：平成23年5月23日

図2 不用品回収業者における不用品の販路等の捕捉状況

資源制約の観点からは、有用金属は産出国の偏在性が高い鉱種も多く、中国のレアアースの輸出枠制限の例にみられるように、主要生産国の輸出政策の変更の影響を大きく受ける状況にある（表2、表3参照）。また、近年非鉄メジャー各社による大型のM&Aが進められ、生産者の寡占化が進展しており、中国国内では、レアアースにおいて環境対応や生産調整を目的とした事業者の再編が政府主導で実施されている。このように、資源確保の観点から、資源供給の偏在性と寡占性への対応の必要性が高まっている。

表2 非鉄金属資源の産出国の偏在性

	資源の上位産出国（2009年）			上位三カ国の合計シェア
レアアース	①中国 97%	②インド 2%	③ブラジル 0.5%	【99%】
リチウム	①チリ 41%	②豪州 24%	③中国 13%	【78%】
バナジウム	①中国 37%	②南アフリカ 35%	③ロシア 26%	【98%】
タングステン	①中国 81%	②ロシア 4%	③カナダ 3%	【88%】
白金	①南アフリカ 79%	②ロシア 11%	③ジンバブエ 3%	【93%】
インジウム※	①中国 50%	②韓国 14%	③日本 10%	【74%】
モリブデン	①中国 39%	②米国 25%	③チリ 16%	【80%】
コバルト	①コンゴ民 40%	②豪州 10%	③中国 10%	【60%】
マンガン	①中国 25%	②豪州 17%	③南アフリカ 14%	【56%】
ニッケル	①ロシア 19%	②カナダ 13%	③インドネシア 13%	【45%】
銅	①チリ 34%	②米国 8%	③ペルー 8%	【50%】
亜鉛	①中国 25%	②ペルー 13%	③豪州 12%	【50%】
鉛	①中国 43%	②豪州 13%	③米国 10%	【66%】

出典：Mineral Commodity Summaries 2010

表3 非鉄金属資源の埋蔵と我が国の輸入に関する偏在性

	上位埋蔵国*	上位三カ国シェア		上位輸入先国***	上位三カ国シェア
レアアース	①中国 36%、②旧ソ連圏 19%、③アメリカ 13%	【68%】		①中国 89%、②フランス 5%、③旧ソ連圏 4%	【98%】
リチウム	①チリ 76%、②アルゼンチン 8%、③オーストラリア 6%	【90%】		①チリ 72%、②アメリカ 21%、③中国 5%	【98%】
バナジウム	①中国 38%、①ロシア 38%、③南アフリカ 23%	【99%】		①南アフリカ 34%、②中国 33%、③韓国 15%	【82%】
タングステン	①中国 64%、②カナダ 9%、③ロシア 8%	【81%】		①中国 86%、②アメリカ 4%、③韓国 4%	【94%】
白金	①南アフリカ 89%、②ロシア 9%、③1%	【99%】		①南アフリカ 72%、②スイス 10%、③ドイツ 5%	【87%】
インジウム	①中国 73%、②ペルー 3%、③アメリカ 2%	【78%】		①韓国 62%、②中国 18%、③台湾 8%	【78%】
モリブデン	①中国 38%、①アメリカ 31%、③チリ 13%	【82%】		①チリ 45%、②アメリカ 16%、③メキシコ 10%	【71%】
コバルト	①コンゴ民主共和国 52%、②オーストラリア 23%、③キューバ 8%	【83%】		①フィンランド 32%、②カナダ 17%、③オーストラリア 16%	【65%】
マンガン	①ウクライナ 26%、②南アフリカ 24%、③オーストラリア 16%	【66%】		①南アフリカ 36%、②中国 28%、③オーストラリア 26%	【90%】
ニッケル	①オーストラリア 37%、②ニューカレドニア 10%、③ロシア 9%	【56%】		①インドネシア 47%、②フィリピン 16%、③ニューカレドニア 10%	【73%】
銅	①チリ 30%、②ペルー 12%、③メキシコ 7%	【49%】	(銅鉱石)	①チリ 36%、②インドネシア 21%、ペルー 16%	【73%】
			(銅地金)	①チリ 69%、②ペルー 17%、③インドネシア 3%	【89%】
亜鉛	①中国 17%、②オーストラリア 11%、③ペルー 10%	【38%】	(亜鉛鉱石)	①オーストラリア 34%、②ボリビア 23%、③ペルー 22%	【38%】
			(亜鉛地金)	①ナミビア 49%、②ペルー 35%、③カナダ 7%	【91%】
鉛	①オーストラリア 30%、②中国 15%、③アメリカ 10%	【55%】	(鉛鉱石)	①オーストラリア 45%、②アメリカ 37%、③ボリビア 20%	【55%】
			(鉛地金)	①ペルー 19%、中国 2%	【21%】

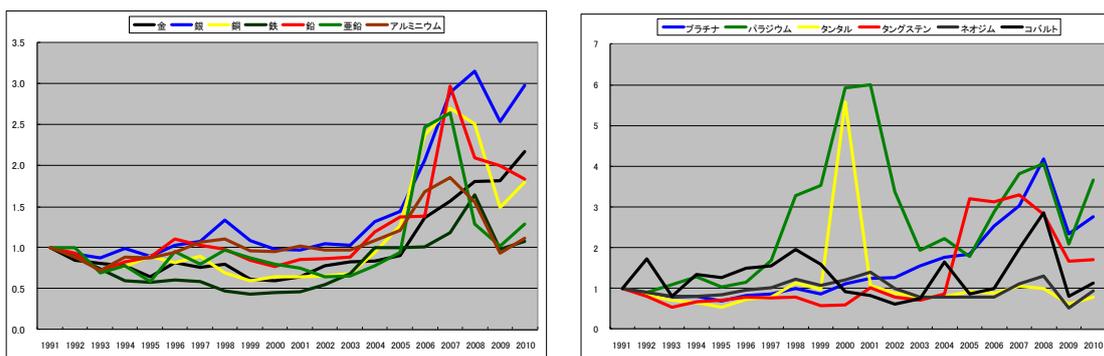
出典：U. S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2010、日本貿易月表 2008 年 12 月号、貿易統計

このような状況を受け、米国（全米科学アカデミー）では、戦略的に重要な鉱物資源として、銅・マンガン・ガリウム・インジウム・ニオブ・タンタル・リチウム・チタン・バナジウム・レアアース・白金族をクリティカルミネラルと定義している。EU では、2011 年 2 月に欧州委員会が公表した「Tackling the challenges in Commodity markets and on Raw materials」において、アンチモン・ベリリウム・コバルト・蛍石・ガリウム・ゲルマニウム・グラファイト・インジウム・マグネシウム・ニオブ・白金族・レアアース・タンタル・タングステンの 14 の鉱物が Critical Raw Materials と位置づけられている。これらの鉱物確保のための方策として、資源外交や探鉱開発、使用済電気電子機器のリサイクル等が提案されている。

国連環境計画（UNEP）では 2007 年 11 月に「持続可能な資源管理に関する国際パネル」を設置し、パネルの作業部会の 1 つとして、「Global Metals Flow」を設置し、金属の社会蓄積量、金属の将来需要シナリオ、金属のリサイクル率、金属が環境に及ぼす影響、地質学的な金属の蓄積量、重要金属と金属政策オプションについて順次レポートを作成中である。各金属について、どの程度の時間軸にて供給が危機的状況になるか、今日の金属使用は持続可能であるか、持続可能でない場合は、どのような政策オプションが示唆されるか等について今後報告される予定となっている。

金属価格については、図 3 に示すとおり、ベースメタル、貴金属はここ 20 年で見ると価格が上昇傾向にあり、リーマンショック（2008 年 9 月）後の下落はあるものの、特に近年の上昇は著しい。レアメタルも上昇傾向にあるが、ベー

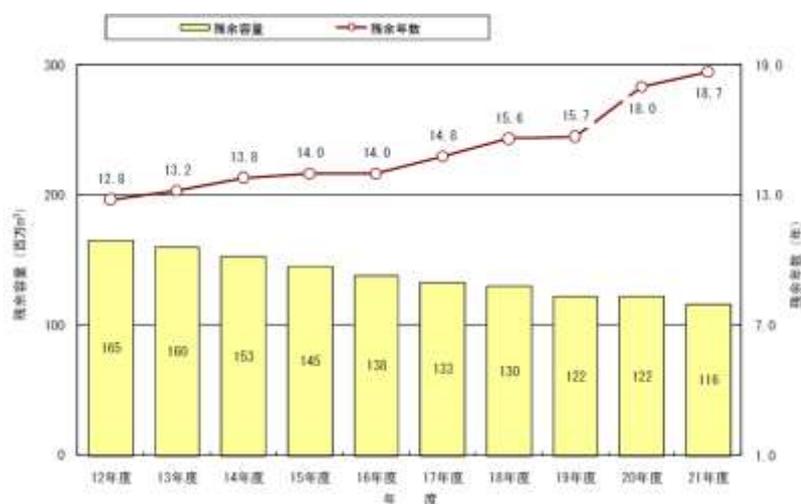
スメタル、貴金属と比較すると乱降下する鉱種もある。例えばタンタルは 2000 年に IT 需要を背景に価格が暴騰しているが、パソコン、携帯電話の普及によりコンデンサ向けのタンタルの需要が急増したこと等が原因とされている。有用金属のリサイクルを検討する際には、金属資源の価格が変動することを前提に考える必要がある。



※1991年の価格を1として各鉱種の価格の変動を示したもの

図3 金属価格の変動

環境制約の観点では、図4に示すとおり、最終処分場の残余年数は近年増加しているものの、残余容量は減少が続いており、依然として逼迫しており、廃棄物のさらなる排出削減が求められている。



出典：環境省：日本の廃棄物処理（平成21年度版）

図4 最終処分場の残余容量及び残余年数の推移（一般廃棄物）

また、表4に示すとおり、現時点では使用済製品中には鉛等の有害物質が含

有されているものもあり、これらの使用済製品の廃棄物処理に伴う環境リスク管理に配慮が必要である。

表 4 使用済製品中への含有が考えられる鉱種

品目	鉱種
小型家電	Be, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Mo, Ru, Ag, Cd, Sb, Te, Cs, Ba, Ta, Tl, Pb, Bi, Hg ^{※1}
家電4品目	Hg, As, Sb Pb ^{※2} Zn, Sn, Cd, Cr, Sb ^{※3}
自動車	Li, Ni, Co, Nd, Dy, Pt, Pd, Rh, Cr, Mn, Ni, V, Co, W, Mo, Ga, Ta, Ti, Zr, Nb, In ^{※4}

出典：

※1 「使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会」環境管理ワーキンググループ資料

※2 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会特定家庭用機器の再商品化・適正処理に関する専門委員会（第7回）「特定家庭用機器廃棄物の適正処理について（取りまとめ案）」

※3 環境省「リサイクル制度の体系化・高度化推進検討調査」（平成20年）

※4 環境省「使用済自動車再資源化の効率化及び合理化推進調査」（平成22年）

さらに、資源採掘時には、岩石、土砂を含めた廃棄物の発生やエネルギー消費等、多数の物質・資源が関与しており、資源採取時の環境影響にも配慮が必要となる。表5に示すとおり、資源採取時の潜在的な環境負荷を表すものとして物質1tを入手するために採掘した鉱石、岩石、土砂等の総量を示す関与物質総量（TMR）の研究等が行われている。

表 5 金属の関与物質総量（TMR）

鉱種名	TMR(t/t)	鉱種名	TMR(t/t)
Fe	8	Li	1,500
Al	48	Co	600
Zn	36	Pt	520,000
Pb	28	Pd	810,000
Cu	360	In	4,500
Ag	4,800	Nd	3,000
Au	1,100,000	Dy	9,000
		Ta	6,800
		W	190

出典：NIMS-EMC 材料情報環境データ No. 18 概説資源端重量（片桐 望、中島謙一、原田幸明：2009年3月）

3. 検討の方向性

2の現状認識や課題整理を踏まえると、特に以下の点への対応について検討する必要がある。

- ・使用済製品に含まれる有用金属がリサイクルされずに最終処分場に埋め立てられること
- ・環境上の問題を惹起する不適正なリサイクルに繋がる海外流出が行われること

資源制約の課題、環境制約の課題に対応し、循環型社会の形成を推進するため、有用金属を含む使用済製品のリサイクルが重要であるが、リサイクルにより循環型社会形成の推進される他にも、以下のような効果があると考えられる。

- ・資源制約が進むなか、リサイクルが有用金属の安定供給の一助となり、またリサイクルシステムを有することが資源生産国の貿易政策や供給調整に対する牽制となる。
- ・最終処分量が減少し、最終処分場が延命化される。
- ・リサイクル工程の中で有害物質が適切に処理されることになり、環境影響の改善効果（大気・水域・土壌等を通じた生態系への有害物質の曝露量の減少等）や健康影響の改善効果（人体への有害物質の曝露量の減少等）が期待される。
- ・天然資源使用量を削減することで、地球に与える環境負荷を削減できる。

このため、あらゆる使用済製品についてリサイクルがなされることが理想的であるが、全ての使用済製品のうち、既存法制度の枠内で既にリサイクルが進んでいるもの、自主的な取組により既にリサイクルが進んでいるものを把握し、どの範囲でリサイクルを検討する必要があるのかについて整理する必要がある。

4. 小型電気電子機器のリサイクルを検討する必要性

（1）使用済製品のリサイクルの現状

循環型社会形成推進のため、使用済製品に含まれる有用金属のリサイクルが必要であるが、法制度やガイドラインに基づく自主的な取組により、既にリサイクルが進んでいる製品分野が存在する。また、特別なリサイクルの枠組みがなく、通常的一般廃棄物・産業廃棄物として処理される場合でも、素材を構成

する有用金属の鉱種次第では、一般的な市町村や産業廃棄物処理業者の施設で一定のリサイクルが可能となる製品も存在する。市町村における有用金属の回収状況を表 6 に、それを踏まえた製品分野別の有用金属のリサイクルの状況を表 7 に示す。

表 6 市町村における有用金属の回収状況

金属	回収割合
鉄	66.8%
銅	21.7%
銀	4.0%
金	4.6%
アルミ	52.9%
ステンレス	16.5%
レアメタル	2.6%

※回収割合とは自治体数の割合（回答自治体数 1,748 自治体）

出典：環境省アンケート結果（平成 22 年度実施）

表 7 から、製品分野別にみると、個別リサイクル法もしくは産業構造審議会品目別リサイクルガイドライン等に基づく自主的取組による回収・リサイクルのスキームが存在する製品については、回収ルートの確立及び一定水準の金属回収が行われている。一方、そのようなスキームがない製品のうち、事業用・産業用の製品の多くは、販売業者や解体業者による引取ルートが一定程度存在すること、大型の製品が多く金属としての資源価値も比較的高いこと等から、金属スクラップもしくは産業廃棄物として経済合理性を有する範囲での金属回収が行われている。他方、自治体で収集・処理されているもののうち、鉄・アルミニウムが主たる構成素材である製品については、自治体でも一定程度の金属回収が行われている。以上を踏まえれば、小型電気電子機器（家電リサイクル法の対象品目以外の全ての電気電子機器。ただし、パソコンと携帯電話については法制度及び自主的な取組により一定のリサイクルがなされている）については市町村等の施設で回収される鉄とアルミニウムを除けばリサイクルが進んでおらず、特に回収技術が確立されているベースメタルや貴金属の回収が課題となる製品分野のひとつであることが分かる。鉱種別にみると、製品横断的にレアメタルのリサイクルが課題となるが、回収技術が確立されておらず経済的なリサイクルができない鉱種も多く、リサイクルの是非については慎重に判断すべきである。

表7 金属を含む主な使用済製品からの有用金属のリサイクルの現状

	排出量 ◎: 100万ト超 ○: 10~100万ト △: 10万ト未満	現行スキーム				金属含有・リサイクル状況					
		法制度		産 構 審 ガ イ ド ラ イ ン	そ の 他 の 自 主 取 組	鉄	ア ル ミ	ベ ス メ タ ル (ア ル ミ を 除 く)	貴 金 属	レ ア メ タ ル	回収・リサイクル等の状況 ◎:主たる構成素材、○:補助的構成素材、△:希に含有 ■:一定程度リサイクルされていると想定
		個 別 リ サ イ ク ル 法	資 源 有 効 利 用 促 進 法								
電気電子機器											
家電四品目	○	●	●		◎	○	○	○	○	○	家電リサイクル法に基づき回収。鉄・アルミ・銅・基板等をリサイクル
パソコン	△		●	●	◎	○	○	○	○	○	資源有効利用促進法に基づき回収。鉄・アルミ・銅・基板等をリサイクル
複写機	△			●	◎	○	○	○	○	○	メーカーが自主的に回収。部品リユースや鉄・アルミ・銅・基板等をリサイクル
携帯電話	△			●	○	○	○	○	○	○	MRNにおいて自主的に回収。基板等に含まれるベースメタル・貴金属を中心にリサイクル
その他の電気電子機器	○			△ ^{*1}	○	○	○	○	○	○	自治体収集については、鉄・アルミ等が一部回収されたのち、多くは埋立処分
容器											
スチール缶	○	△ ^{*2}	●	●	◎	○					自治体で資源ごみ回収、事業所等で分別回収されたのち、鉄をリサイクル
アルミ缶	○	△ ^{*2}	●	●		◎					自治体で資源ごみ回収、事業所等で分別回収されたのち、アルミをリサイクル
エアゾール缶	△	△ ^{*2}	●	●	◎	○					多くは自治体で資源ごみ・不燃ごみ等として回収され、製鉄・アルミ原料等としてリサイクル
輸送機械											
自動車	◎	△ ^{*3}	●	●	◎	○	○	○	○	○	解体事業者、破砕事業者において主に鉄・アルミ・銅等を回収。排ガス用触媒から貴金属を回収。基板は一部リサイクル。ASR、エアバッグ、フロン類は自動車リサイクル法に基づきリサイクル・適正処理
オートバイ・原動機付き自転車	△			●	◎	○	○				多くは販売店を通じて回収され、二輪車メーカーの構築する二輪車リサイクルシステムで鉄・アルミ・銅等をリサイクル
自転車	△			●	◎	○					多くは粗大ごみや放置自転車として自治体が回収。鉄・アルミ等をリサイクル
船舶・鉄道・航空機等	△			●	◎	○	○	○	○	○	排出元で解体業者により解体され、鉄・アルミ・銅等をリサイクル。プレジチャーボートについては、業界団体によるリサイクルシステムあり。
ガス・石油機器											
ガスこんろ、ガス・石油ストーブ等	○		●	●	◎	○	○				多くは自治体で粗大ごみ等として回収。金属含有率の高い製品は民間業者への引渡により鉄・アルミ・銅等をリサイクル。その他の製品は自治体で鉄・アルミ等をリサイクル
ガス湯沸器、石油給湯機、ガスふろがま等	△		●	●	◎	○	○				多くは住設工事業者等経由で回収され、鉄・アルミ・銅等をリサイクル。
生活用品											
金属製家具	○			△ ^{*4}	◎	○	△				家庭用の多くは粗大ごみ等として自治体が収集し、鉄・アルミ等をリサイクル。オフィス家具については、鉄スクラップ業者等により回収され、鉄・アルミ等がリサイクル
なべ・やかん等	?				◎	○	△				多くは不燃ごみ等として自治体が収集し、鉄・アルミ等をリサイクル
土木・建設資材											
電線	○		●	●		○	◎				電力・通信用は電線メーカーにより回収。建設用は新築・解体時に分別。いずれも、銅・アルミをリサイクル
建設資材	◎		●	●	◎	○					多くは解体時に分別され、鉄・アルミ等をリサイクル
産業用機械											
建設機械	△				◎						建設機械販売業者や産廃処理業者が回収。解体され、再使用可能な部品は中古部品としてリユースし、鉄はリサイクル
農業機械	?				○	○					多くは販売店を通じて回収され、製品リユースもしくは鉄・アルミ等をリサイクル
自動販売機・ATM等	○			△ ^{*5}	○		○	○	○	○	飲料メーカーや販売業者により回収され、鉄・アルミ・銅・基板等をリサイクル
ばちこ遊技機等	△		●	●	○		○	○	○	○	多くはメーカーにより回収され、部品リユースが行われたあと、鉄・アルミ・基板等をリサイクル
医療機器 (X線装置、MRI等)	?				○	○	○	○	○	○	メーカー・ディーラーの下取りにより、産業廃棄物取扱業者で鉄・アルミ・銅・基板等を回収。中古品としてリユースされるものも多い
超硬工具	△							◎			工具メーカー等により一部回収。回収されたものからタングステン、コバルトをリサイクル
その他産業機器・生産設備等	?				○	○	○	○	○	○	排出元で解体業者により解体もしくは鉄・非鉄スクラップ業者により回収され、鉄・アルミ・銅・基板等がリサイクル
その他											
乾電池	△		●	●	○		○		○	○	多くは自治体が回収し、水銀の再生処理業者にて鉄・亜鉛・水銀をリサイクル
小形二次電池	△		●	●	○		○		○	○	資源有効利用促進法に基づき回収。ベースメタル・レアメタル等を中心に電池材料、特殊銅原料等へリサイクル
自動車用バッテリー	○		●	●	○		◎				販売店を通じて回収。ベースメタル等を中心に電池材料等へリサイクル
その他 (その他工具、ゴルフクラブ等)	?				○	○	○		△		多くは不燃ごみとして自治体が収集し、鉄・アルミ等をリサイクル

国内出荷台数、一台当たり重量等に基づき推計
*1: 家電製品については産構審ガイドラインに基づき製品アセスメント等を実施。*2: 容器包装リサイクル法の再商品化義務対象外。*3: 自動車リサイクル法ではASR、エアバッグ、フロン類がリサイクル対象。*4: オフィス家具のみ対象。*5: 自動販売機のみ対象

JOGMEC「鉱物資源マテリアルフロー」(2009)、産業構造審議会「品目別廃棄物処理・リサイクルガイドラインの改定及びフォローアップ」(2005)、産業構造審議会基本政策ワーキンググループ資料(2007)、企画ワーキンググループ資料(2001)、関東経済産業局「一般廃棄物としてのガス石油非設備機器のリサイクルシステムの検討」(2008)、非鉄製錬事業者へのヒアリング等を参考に記載

(2) 1年間に使用済みとなる小型電気電子機器の台数と有用金属含有量

小型電気電子機器を家電リサイクル法対象品目以外の全ての電気電子機器と捉え既存統計を参考に整理すると97品目が対象となる。

まず、1年間に使用済みとなる小型電気電子機器に含まれる有用金属の量を整理することで、リサイクルによるインパクトを把握する必要があるが、使用済台数の統計データは存在しない。そこで、使用済台数の推計が必要となるが、基本的には統計データの存在する出荷台数と平均使用年数から使用済み台数を推計する方法を採用している。

1年間に使用済となる使用済小型電気電子機器の台数・重量とそこに含まれる有用金属含有量の推計結果を表8に示すが、重量は65.2万トンとなり、平成20年度の一般廃棄物最終処分量と産業廃棄物最終処分量の合計の0.850%に相当する。また、1年間に使用済みとなる小型電気電子機器に含まれる有用金属の97品目の合計量は、重量ベースで27.9万トン、金額ベースで843億円となる。国内需要量に占める割合では表9に示すとおりで、鉍種別にはタンタル9.4%、金6.4%、銀3.7%などが多くなっている。なお、表9では法制度及び自主的な取組により一定のリサイクルがなされている携帯電話とパソコンについては、内数で表示している。

このように、資源確保や廃棄物対策の観点から見て、小型電気電子機器は一定のインパクトを与えるポテンシャルを有していると考えられる。

表8 1年間に使用済みとなる小型電気電子機器の台数・重量と有用金属含有量

分類	品目	台数(台)	重量(t)	有用金属含有量※		
				重量(t)	金額(万円)	
電気機械器具	電子レンジ	3,529,000	43,160	22,205	120,557	
	炊飯器	6,180,333	21,792	7,871	124,971	
	ジャーボット	6,267,466	12,894	6,054	36,085	
	食器洗い乾燥機	343,667	6,319	2,786	26,243	
	クッキングヒーター	102,500	371	153	4,743	
	換気扇	7,120,333	19,082	16,029	90,003	
	電気温水器(電気瞬間湯沸器)	212,243	308	262	1,909	
	空気清浄機	1,790,333	8,292	546	8,785	
	加湿器	1,174,667	2,701	320	3,254	
	除湿機	657,000	6,430	567	14,314	
	扇風機	2,010,000	8,295	3,022	16,616	
	電気掃除機	5,559,667	13,994	1,234	61,620	
	電気かみそり	8,108,000	1,541	420	11,167	
	家庭用生ゴミ処理機	108,860	1,179	743	4,746	
	ミキサー	1,572,581	1,408	736	14,507	
	コーヒーマーカー及びティーメーカー	1,336,670	2,072	532	5,836	
	トースター	3,138,149	5,809	4,537	19,833	
	ホットプレート	2,043,869	8,249	1,072	5,050	
	電動歯ブラシ	1,791,000	215	2	891	
	携帯用電気ランプ	490,630	142	0.09	0.62	
	電気暖房機器	1,273,000	2,928	1,371	17,490	
	電気カーペット	1,415,000	6,505	673	14,882	
	ヘアドライヤー	4,456,333	2,406	679	8,721	
	電気アイロン	2,179,333	4,339	770	25,467	
	家庭用ミシン	1,272,275	9,811	7,600	33,996	
	電話機	3,991,933	2,816	417	61,789	
	通信機械器具	ファクシミリ	2,185,569	7,489	1,932	62,815
		携帯電話	40,157,667	5,622	1,601	1,063,230
		公衆用PHS端末	1,507,000	126	55	35,985

分類	品目	台数(台)	重量(t)	有用金属含有量※	
				重量(t)	金額(万円)
電子機械器具	ラジオ放送用受信機	2,265,667	725	229	13,924
	ビデオテープレコーダ(セット)	4,604,333	13,491	6,449	95,090
	DVDビデオ	6,200,000	21,576	15,253	460,191
	BDレコーダ/プレーヤ	59,222	211	164	2,496
	ビデオカメラ(放送用を除く)	1,503,333	421	79	52,604
	プロジェクタ	392,504	2,576	1,040	18,543
	ビデオプロジェクション	40,333	265	107	1,905
	BS/CSアンテナ	737,333	1,078	945	5,263
	CS専用アンテナ	110,000	161	141	785
	CSデジタルチューナ	715,000	1,202	892	16,383
	地上デジタルチューナ	45,444	11	3	347
	ケーブルテレビ用STB	244,389	306	221	3,803
	デジタルオーディオプレーヤ(フラッシュメモ)	5,095,000	408	202	37,484
	デジタルオーディオプレーヤ(HDD)	908,000	154	73	10,414
	デッキ除くテープレコーダ	5,454,667	976	50	77,018
	MDプレーヤ	239,000	27	9	3,451
	ステレオセット	1,739,333	16,785	6,647	342,112
	CDプレーヤ	671,000	218	8	7,216
	ICレコーダ	925,000	47	12	5,478
	アンプ	297,333	3,100	2,264	18,521
	スピーカシステム	291,667	316	45	754
	ヘッドホン及びイヤホン	6,123,000	855	105	3,445
	カーナビゲーションシステム	3,403,333	5,581	3,136	133,897
	カーカラーテレビ	1,137,000	887	489	8,986
	カーDVD	168,667	228	121	1,564
	カーステレオ	906,667	1,106	589	8,122
	カーCDプレーヤ	6,500,667	8,191	4,354	58,859
	カーMD	281,000	520	271	2,942
	カーアンプ	723,667	2,091	1,075	9,381
	カースピーカ	23,559,333	44,763	23,319	249,470
	カーチューナ	532,000	649	346	4,766
	カーラジオ	899,667	1,098	585	8,059
	VICSユニット	202,333	94	77	3,472
ETC車載ユニット	2,917,000	321	168	11,214	
デジタルカメラ	10,507,667	2,312	582	286,659	
電子計算機	PC(デスクトップ型)	5,013,000	40,906	20,910	1,584,337
	PC(ノートブック型)	6,696,000	13,995	2,959	1,176,312
	モニター(電子計算機用)	5,385,333	28,758	14,351	147,770
	プリンタ	5,638,667	56,499	30,088	553,846
	フォトプリンター	135,114	132	72	2,562
電球・電気照明	電球	735,308,674	32,989	1,488	5,163
	電気照明器具	59,754,277	77,066	41,460	449,342
光学機械器具	カメラ	91,057	37	5	791
時計	時計	82,431,127	12,384	2,247	87,251
ゲーム機	据置型ゲーム機	3,616,667	10,995	3,423	347,144
	携帯型ゲーム機	9,606,667	1,921	444	48,839
事務用機器	電卓	7,706,500	786	13	12,122
	電子辞書	2,567,000	343	15	14,431
医療機器	家庭用マッサージ・治療浴用機器及び装置	3,723,065	14,706	829	50,231
	家庭用電気・光線治療器	3,270,711	2,944	166	10,055
	家庭用磁気・熱療法治療器	87,718	395	22	1,348
	家庭用吸入器	145,773	101	14	299
	家庭用医療用物質生成器	327,325	1,015	57	3,466
	補聴器	418,014	13	1	70
	電子体温計	10,276,502	256	20	1,433
	電子血圧計	3,980,148	1,146	152	10,394
楽器	電子キーボード	596,064	2,733	337	1,055
	電気ギター	493,235	1,726	302	2,552
電子玩具	ハンドヘルドゲーム(ミニ電子ゲーム)	276,126	9	2	96
	ハイテク系トレンドトイ	852,323	177	26	358
電動工具	電気ドリル(電池式も含む)	1,537,478	3,268	1,731	18,434
	電気のかぎり	945,040	2,009	1,064	11,331
	その他の電動工具	2,340,027	4,974	2,635	28,056
付属品	リモコン	428,635	73	2	1,247
	キーボードユニット	36,879	36	8	61
	ゲーム用コントローラ	363,990	122	16	1,174
	プラグ・ジャック	111,638	9	6	466
	ACアダプタ	1,168,568	187	150	2,343
合計		1,157,704,978	651,755	279,251	8,434,507

※ここでは、Fe、Cu、Al、Pb、Zn、Ag、Au、Sb、Ta、W、Nd、Co、Bi、Pdについて推計している。

表9 使用済小型電気電子機器中の有用金属含有量と国内需要量の比較

	国内需要量 (トン)	小型電気電子機器						
		携帯電話		パソコン				
		量(トン)	対内需	量(トン)	対内需	量(トン)	対内需	
ベースメタル	鉄(Fe)	94,291,000	230,367	0.2%	418	0.0%	16,845	0.0%
	アルミニウム(Al)	4,002,000	24,434	0.6%	50	0.0%	3,914	0.1%
	銅(Cu)	1,763,000	22,752	1.3%	1,001	0.1%	2,730	0.2%
	鉛(Pb)	251,000	740	0.3%	19	0.0%	220	0.1%
	亜鉛(Zn)	489,000	649	0.1%	44	0.0%	70	0.0%
貴金属	銀(Ag)	1,870	68.9	3.7%	10.5	0.6%	21.1	1.1%
	金(Au)	166	10.6	6.4%	1.9	1.2%	4.5	2.7%
レアメタル	アンチモン(Sb)	7,666	117.8	1.5%	2.3	0.0%	43.5	0.6%
	タンタル(Ta)	360	33.8	9.4%	3.2	0.9%	14.9	4.1%
	タングステン(W)	4,000	33.0	0.8%	27.1	0.7%	1.1	0.0%
	ネオジウム(Nd)	7,000	26.4	0.4%	18.9	0.3%	—	—
	コバルト(Co)	16,260	7.5	0.0%	2.2	0.0%	—	—
	ビスマス(Bi)	682	6.0	0.9%	0.7	0.1%	0.8	0.1%
	パラジウム(Pd)	131	4.0	3.1%	0.5	0.4%	2.1	1.6%

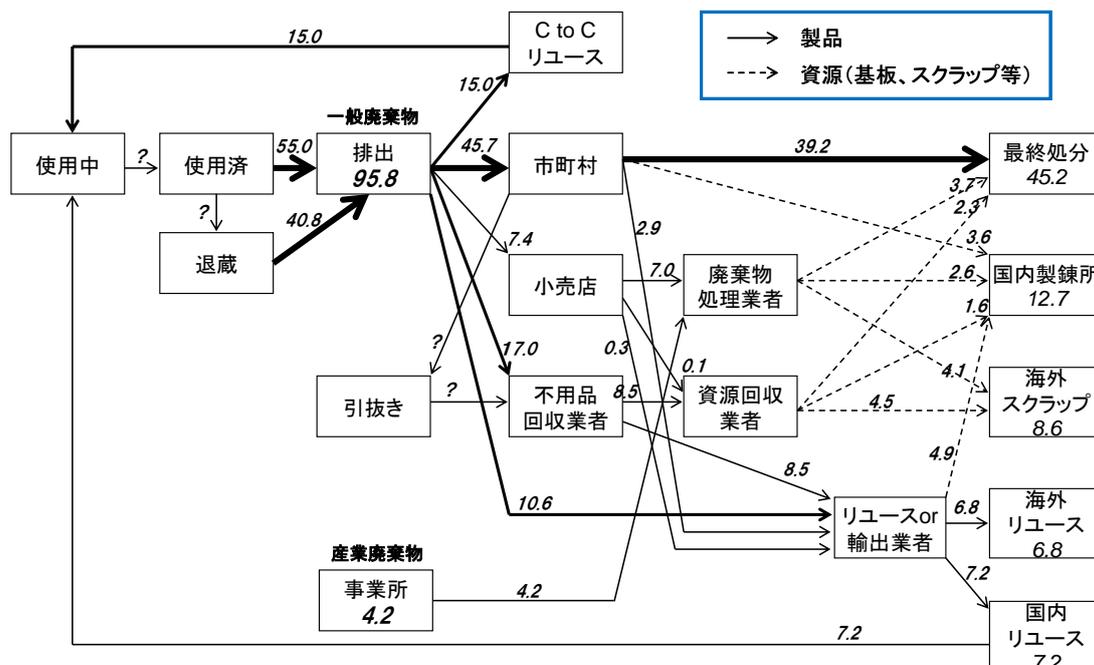
※「-」は、データがないため算定していないことを示す(含有なしを意味するものではない)。パソコンにはデスクトップ型パソコン、ノート型パソコンを含む。

出典：＜国内需要量＞ 2008年の国内需要量（(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2009）＜小型電気電子機器＞2011年における小型電気電子機器の潜在的回収可能台数に占める有用金属含有量（有用金属含有量推計結果）

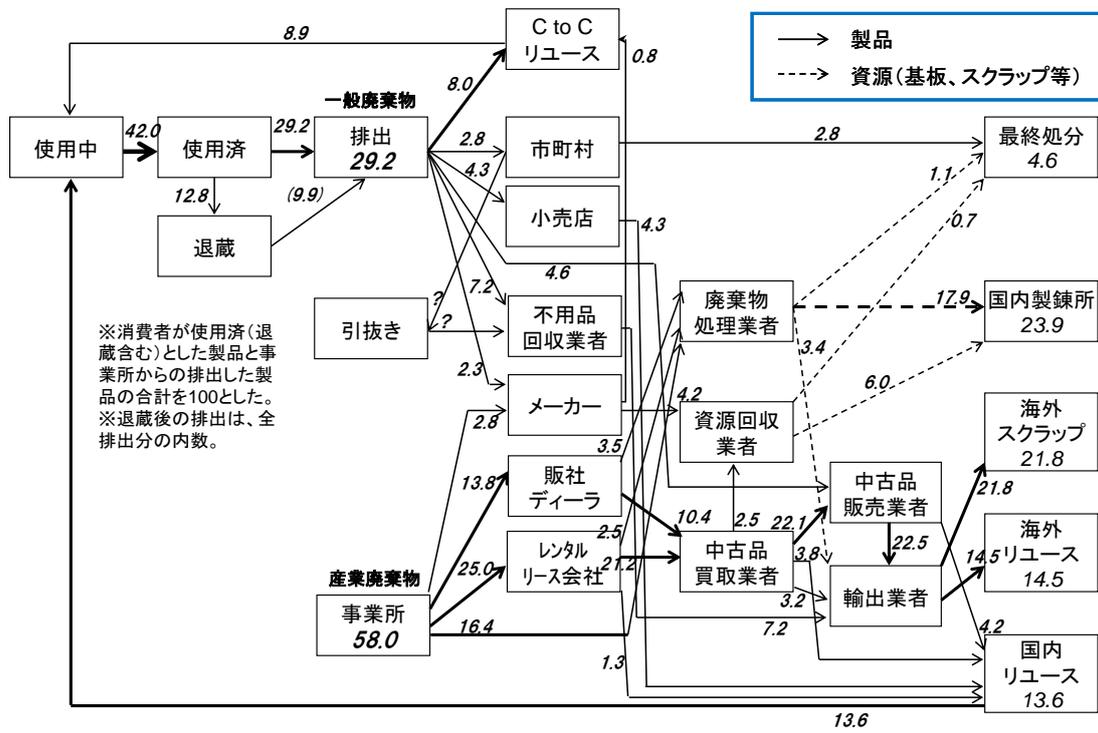
(3) 使用済小型電気電子機器の使用後のフロー

小型電気電子機器が使用済みとなった後のフローを図5に示す。

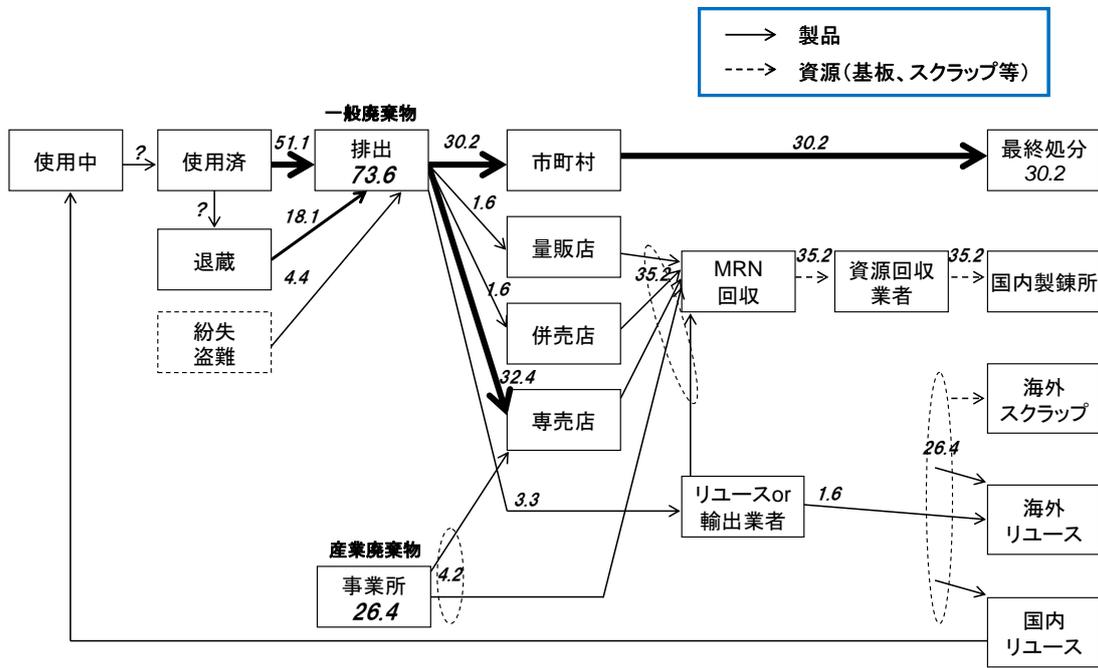
＜パソコン、携帯電話、カー用品を除く小型電気電子機器＞



<パソコン>



<携帯電話>



<カー用品>

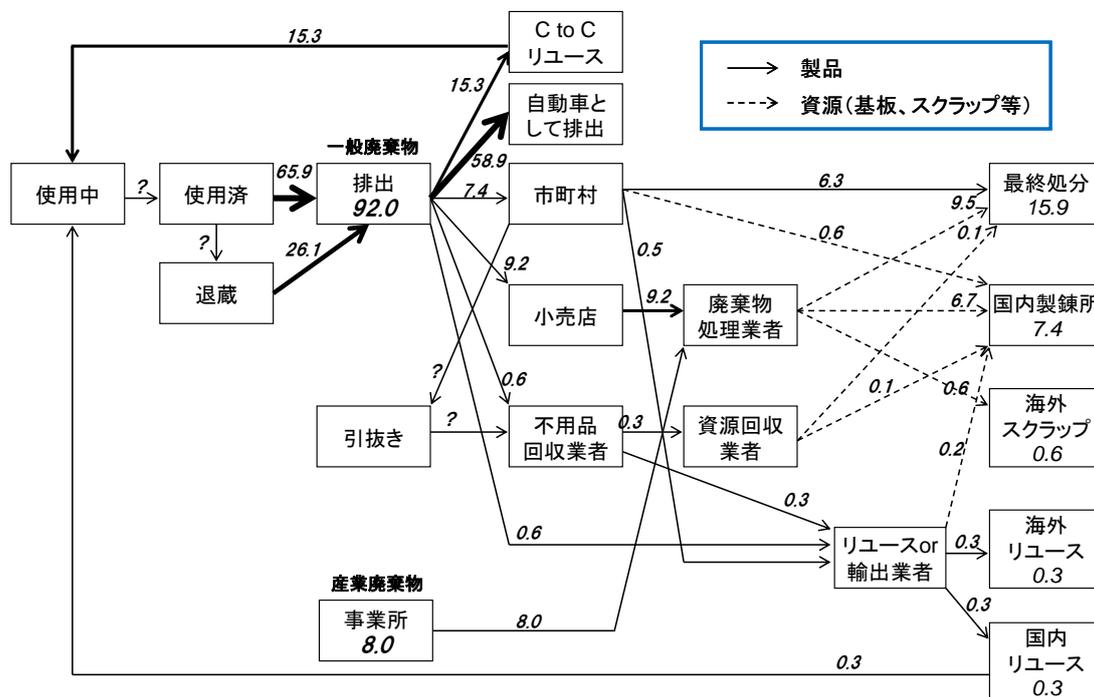


図5 使用済小型電気電子機器のフロー推計（暫定版）

表10 使用済小型電気電子機器の退蔵実態

品目	退蔵割合 %	品目	退蔵割合 %
携帯電話・PHS	52.7	電子レンジ・オーブンレンジ	8.7
デジタルカメラ	26.1	電気炊飯器(電気がま)	12.9
カメラ(デジタルカメラ以外のその他のカメラ)	31.6	食器洗い乾燥機・食器乾燥機	4.2
携帯音楽プレーヤー(デジタルオーディオプレーヤー、テープレコーダ、MDプレーヤー、CDプレーヤー)	31.5	電気瞬間湯沸器(電気給湯器)	4.7
時計(腕時計、置き時計、掛け時計等)	59.6	電気クッキングヒーター	5.4
電卓	30.7	電気調理器(電気圧力鍋、電気ジャーボット、揚げ物器、ホームベーカリー、精米器、ミキサー、コーヒーメーカー・コーヒーミル及びティーマーカー、トースター、ホットプレート等)	35.9
電子辞書	12.2	換気扇(据付型も含む)	9.4
カーナビ(外付け持ち運び可能なタイプ)	2.3	家庭用生ごみ処理機	1.7
カー電子機器(カーナビ(据付型のタイプ)、カーテレビ、カーDVD、カーステレオ、カーCDプレーヤー、カーMDプレーヤー、カーアンプ、カースピーカー、カーチューナー、カーラジオ、VICISユニット、ETC車載ユニット)	6.8	空気清浄機・加湿器・除湿機	21.8
デスクトップ型パソコン	20.1	扇風機	21.0
ノートブック型パソコン	24.1	電気暖房機器(電気ファンヒーター等)	21.5
タブレット型パソコン	0.7	電気カーペット	16.2
パソコン用モニター	12.9	こたつ	20.9
据置型ゲーム機	30.0	電気毛布	16.8
携帯型ゲーム機	22.2	電気掃除機	23.3
電子玩具	9.7	電気アイロン	14.9
ラジオ	28.4	ミシン	16.9
ラジカセ・ステレオセット・スピーカー・アンプ	29.0	布団乾燥機	11.4
ビデオカメラ	21.5	スボンプレッサー	3.3
ICレコーダ	5.5	体脂肪計・体重計	14.2
デジタルフォトフレーム	4.2	懐中電灯	34.6
ビデオ・DVDプレイヤー・レコーダ(再生機能のみ・録画機能付のものを含む)	39.9	電気美容機器(電気かみそり、ドライヤー、電動歯ブラシ、その他の電気美容機器)	33.7
プロジェクタ	0.8	家庭用医療機器(電気マッサージ器、血圧計、電気体温計、吸入器、補聴器等)	20.7
アンテナ	10.0	固定電話機・FAX	11.8
チューナー	8.5	プリンタ	18.3
電球・蛍光灯	27.6	電気ギター	4.1
電気照明器具	34.2	電子キーボード	9.9
小型電気電子機器付属品(リモコン、キーボード、マウス、モデム、ゲーム用コントローラ、プラグ、ACアダプタ、延長用コード等)	60.6	電動工具(電気ドリル、電気のござり等)	9.6

使用済小型電気電子機器の使用後のフローについて整理すると、以下のとおりとなる。

- ・携帯電話・PHS、携帯音楽プレーヤ等、比較的小型の場合、退蔵が多い。また、消費者からの排出のうち退蔵からの除去は製品分類毎に差異があるものの全体では40.8%であり、退蔵された製品は一定程度排出されている。
- ・使用済小型電気電子機器の消費者及び事業所から排出される割合はそれぞれ95.8%と4.2%であり多くが消費者から排出されている。小売店での下取りを含んでも産業廃棄物の割合は1割程度と推計される。
- ・市町村への排出が多く(45.7%)、その多くが最終処分されている。
- ・最終的に廃棄物処理業者、資源回収業者、リユース・輸出業者を経て、3割程度が国内にてリユース・リサイクルされている。
- ・一方、15.4%が海外にリユース目的またはスクラップとして輸出されており、フロー推計と併せて実施したヒアリング等によれば、そのうち不適正に輸出されているものも存在する。

以上のように、リサイクルされずに最終処分されるものや、不適正に海外に輸出されるものの割合が大きくなっている。

(4) 海外におけるリサイクル制度化の動き

表11に示すとおり、海外では、電気電子機器を対象としたリサイクル制度の拡大の動きが見られる。欧州、韓国では、日本の家電リサイクル法対象の4品目に加え、その他の電気電子機器についてもリサイクル制度の対象となっている。欧州、韓国の他にインドでも廃電気電子機器(ITおよび遠距離通信機器や民生電気電子機器)に関して環境上適正な管理を保証するための法案の審議が行われている。一方、中国では日本の家電リサイクル法対象の4品目とパソコンに関して回収処理条例が施行された。国、地域によって制度の詳細は異なるものの、使用済製品のリサイクルの対象品目を検討する際には、こうした動きも踏まえる必要がある。

表 11 海外におけるリサイクル制度化の動き

	欧州 WEEE指令	韓国 電気・電子製品及び自動車の資源循環に関する法律	中国 廃棄電気電子製品回収処理条例
背景・目的	電気・電子機器廃棄物の急増、前処理なしの埋立、焼却または再利用による環境リスクの高まりを背景に、生産者責任の拡張等による環境影響軽減を目的として欧州議会にて採択された。	「資源の節約と再活用促進に関する法律」により、当初は廃棄物預託金制度、その後、製造業者に使用済製品の回収・リサイクルの責任を負わせる生産者責任制度を導入した。廃電気・電子機器に関する取組は継続していたが自動車に関するリサイクル制度が未整備であったため、新たに本法を制定。	廃電気・電子製品の回収処理活動の基準を示し、資源総合利用および循環経済の発展の促進、環境保護、国民の健康を保証することを目的とし、廃電気・電子製品の回収・処理および関連活動が規定されたもの。
施行状況	2002年 欧州議会にて採択 2003年 発効 2008年 改正提案 2009年～ 改正に向けた検討	1993年 資源の節約と再活用促進に関する法律に基づきリサイクル 2003年 生産者責任制度導入 2007年 本法公布 2008年 施行	2009年 公布 2011年 施行
対象	大型家電、小型家電、IT・通信機器、消費者機器、照明器具、電気・電子工具、玩具・レジャー・スポーツ用品、医療機器、モニター機器・コントロール機器、自動販売機・ATM	テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、パソコン、オーディオ、携帯電話、プリンター、コピー機、ファクシミリ、自動車	(第一次リスト)※2011年1月現在 テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、パソコン
役割分担・費用負担	<ul style="list-style-type: none"> <製造業者> ・回収・処理の実施及び費用負担 <小売業者> ・引取、製造者あるいは廃棄物管理当局への引渡 <地方自治体> ・回収拠点の設置及び回収拠点における分別・回収、廃電子機器登録財団(EAR)への引取要請 <処理業者> ・許認可を受けた処理業者が、引取、処理等を実施 	<ul style="list-style-type: none"> <製造業者およびリサイクル事業共済組合> ・自社独自又はリサイクル事業共済組合に加盟することによるリサイクルの実施。 ・収集所を指定し、当該収集所の情報を小売業者に周知。 <小売業者> ・下取りによる廃電気・電子機器の回収、収集所までの運搬。 <地方自治体・回収業者> ・一次引取先として、収集所までの運搬を行う(本法の対象範囲外)。 	<ul style="list-style-type: none"> <製造業者等> ・廃電気・電子製品処理基金の納付。 ※基金への納付基準については、2011年1月時点では明らかになっていない。 <小売・修理・アフターサービス業者> ・回収した廃電気・電子製品の資格を有する処理業者への引渡。 <回収業者> ・迅速な回収サービスの利用者への提供。 <処理業者> ・廃電気・電子製品の処理(処理資格の取得が必要)。

(5) 小型電気電子機器リサイクルの検討必要性

有用金属を含む製品のうち大部分は、既存法制度や自主回収によりリサイクルが行われているが、現在リサイクルシステムが存在しないと考えられる製品分野が小型電気電子機器(家電リサイクル法対象品目以外の電気電子機器。ただし、パソコン、携帯電話は法律及び自主的回収により一部リサイクルされている)である。海外では、電気電子機器のリサイクル制度の拡大の動きが見られ、電気電子機器全般が制度の対象となっているところも多い。こうした動きを踏まえても、小型電気電子機器を対象とした検討を行うことは適当であると考えられる。

現状として、図6、図7に示すとおり、循環利用されずに市町村等の最終処分場に埋め立てられるものも多い。なお、年間に使用済みとなる小型電気電子機器は先述したとおり65.2万トンになり、(3)のフロー推計によるとそのうち29.8万トンが市町村に排出されることになるが、それを裏付けるものとして、某市(人口10万人台)のごみの組成調査によれば、人口一人あたりの自治体への小型電気電子機器の排出量は2.75kg(日本の人口で拡大すると約33万トン。なお、世帯当たりの排出量は5.36kgであり、日本の世帯数で拡大すると約26万トン)となっている。また、最終処分場に埋め立てられる以外にも、一部は海外流出して不適正に処理されているとの報告もなされている。これらは、循

環型社会形成の観点からは大きな課題である。

さらに、上述した小型電気電子機器に含まれる有用金属の国内需要量に占める割合や一般廃棄物及び産業廃棄物に占める小型電気電子機器の割合を踏まえれば、資源確保や廃棄物対策として一定のインパクトを与えるポテンシャルを有している。

なお、市町村や産業廃棄物処理業者の有する通常の施設でも鉄やアルミニウムについてはリサイクルが可能なことから、特に、小型電気電子機器に含まれる基板等からの有用金属のリサイクルを検討する必要がある。

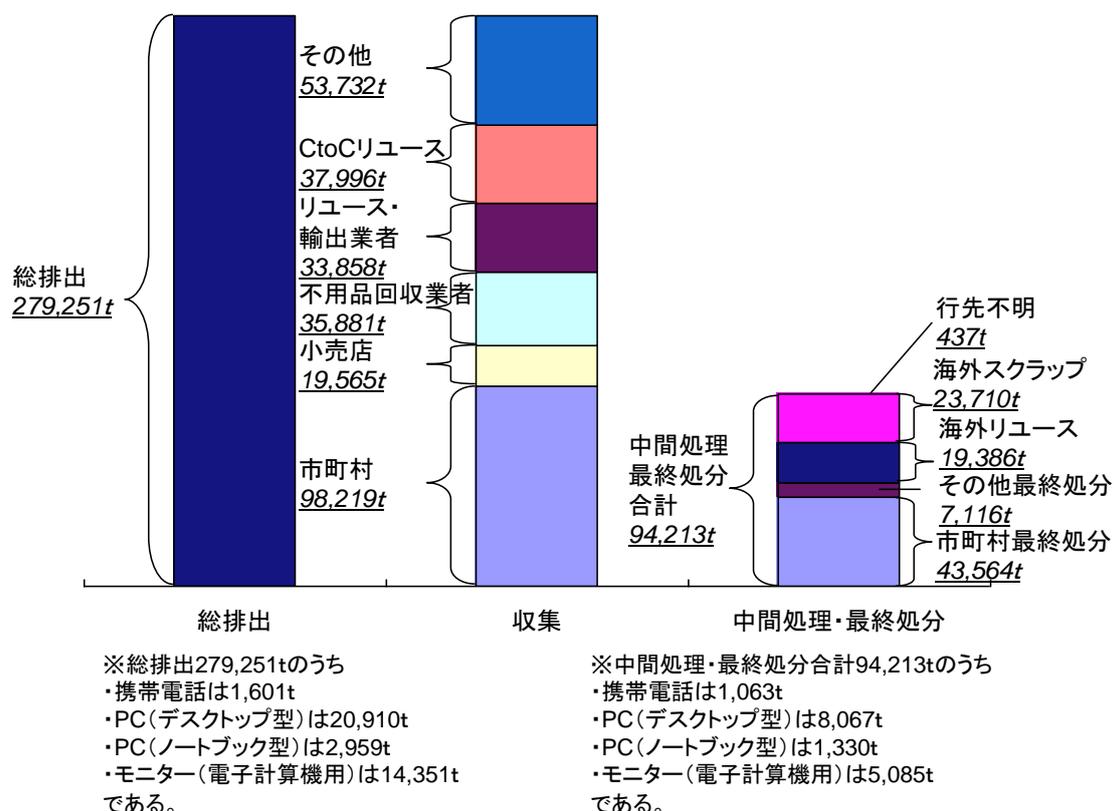


図6 使用済小型電気電子機器に含まれる有用金属の処理状況 (重量ベース)

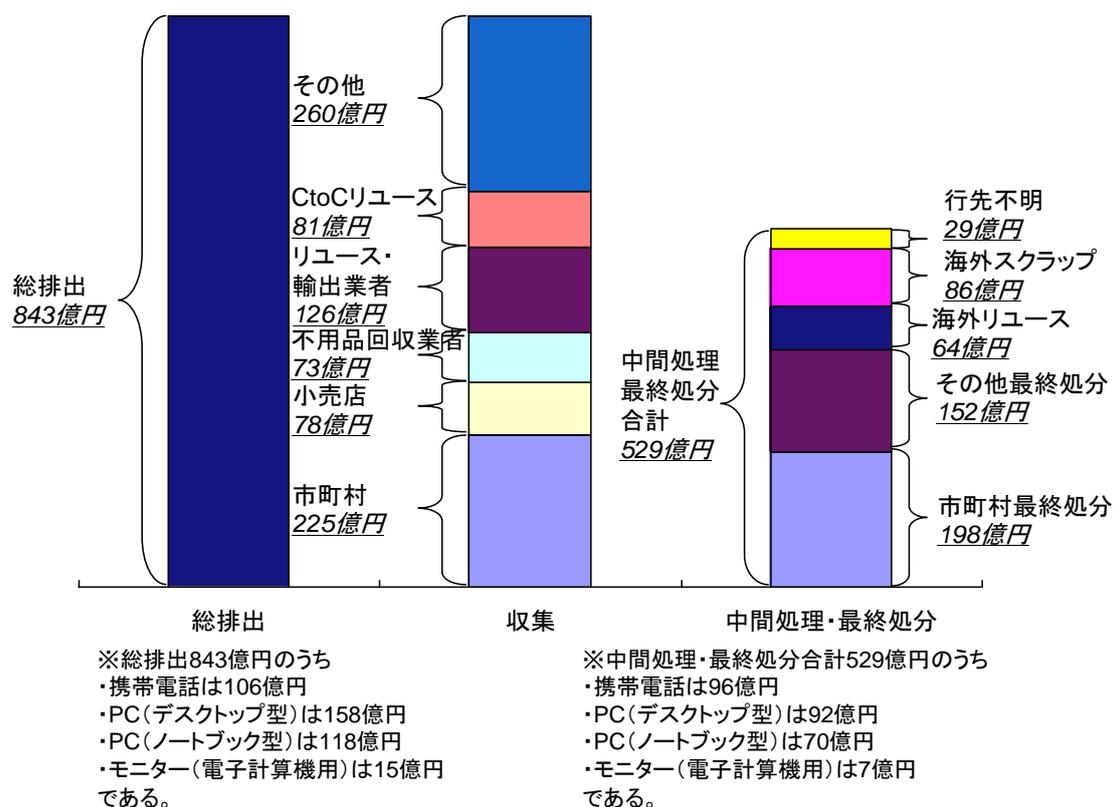


図7 使用済小型電気電子機器に含まれる有用金属の処理状況 (金額ベース)

5. 小型電気電子機器リサイクルの目的

小型電気電子機器のリサイクルの目的は、資源確保、廃棄物減量化、有害物質管理を含む、循環型社会形成の推進であると考えられる。

- ・ 年間に使用済みとなる小型電気電子機器に含まれる有用金属の量は重量で27.9万トン、金額で843億円である。このうちの全てがリサイクル可能というわけではなく、技術的な問題として、中間処理と製錬段階での歩留まりや、リサイクルでは排出された製品の回収率も考慮する必要があるが、下記の試算に示すとおり、資源確保の観点から一定のインパクトはある。
- ・ すなわち、有識者へのヒアリングによると、中間処理の歩留まりが0.7程度、製錬の歩留まりが0.9程度であるため、技術的に可能な量は含有量のうち $0.7 \times 0.9 = 0.63$ 程度となる。すなわち、重量ベースで18万トン程度、金額ベースで531億円程度となる。さらに、リサイクルでは排出された製品の回収率も考慮する必要があるため、回収率20%で3.5万トン、106億円程度、回収率30%で5.3万トン、159億円程度となる。(数値は中間処理方法や回収鉱種

の設定次第で増減するものであり、規模感を把握するための理論値であることに留意が必要)。

- ・リサイクルにより削減される最終処分量は、回収率 20%で 13.0 万トン、回収率 30%で 19.6 万トンとなり、これは一般廃棄物最終処分量のそれぞれ 0.75%、1.1%に相当する（なお、本推計には現状リサイクルできているものも含まれている点に留意が必要）。廃棄物減量化の観点から見て、小型電気電子機器のリサイクルにより減量できる廃棄物の量が、最終処分場残余容量の逼迫問題を抜本的に解決するとはいえないが、一定のインパクトはある。
- ・小型電気電子機器には鉛等の有害物質が含有されているものもあり、これらの使用済製品の廃棄物処理に伴う環境リスク管理が不可欠であるが、自治体においては、キレート剤添加による鉛処理を行うなど、廃棄物処理法等に基づく適正な処理を行っている。小型電気電子機器をリサイクルに回すことにより、自治体において処理しなければならない鉛の量が減少することから、環境管理の観点からも一定のインパクトはある。

これまでの個別リサイクル法は、廃棄物減量化といった環境負荷の低減を主眼として循環型社会形成を推進してきた。これに対し、小型電気電子機器のリサイクルは、資源確保の観点も踏まえて循環型社会形成の推進を目的としており、新たなリサイクルの方向性を提示することになる。

6. 小型電気電子機器リサイクル実施の是非

(1) 基本的考え方

これまでで、小型電気電子機器リサイクルの検討の必要性は示されたが、実際にリサイクルを実施するべきかどうかは、リサイクルによる効果とリサイクルに要する費用を比較衡量する必要がある。効果と費用については、対象品目、対象鉱種（特定レアメタルを回収するかどうか）、使用済小型電気電子機器の回収率、広域回収の有無、回収対象地域（全国一律で回収するかどうか）によって変動する。費用については網羅的に貨幣換算できるが、効果については定量的に把握することが困難な部分もある。効果の部分集合である便益が費用を上回っている場合には、確実に効果が費用を上回るが、そうでない場合は慎重な判断を要する。

(2) 費用対効果分析

リサイクルによる効果とリサイクルに要する費用の大小関係を確認することを目的に、回収率、広域回収の有無、回収対象地域、回収対象鉱種を変動させて費用対効果分析を行った結果を表 12 に示す（まずは費用対効果の規模感を確認するために回収率 50%、広域回収の有無等、幅広いケース設定を行っている）。

表 12 費用対効果分析結果の一例

	ケース1 20品目 30%	ケース2 20品目 5%	ケース3 20品目 10%	ケース4 20品目 20%	ケース5 20品目 50%	ケース6 自区内処 理	ケース7 特定レア メ回収	ケース8 50品目	ケース9 過疎部除 き
関係者利潤	18.6億円	-6.5億円	-0.3億円	10.4億円	33.2億円	-107.6億円	-5.9億円	-59.1億円	16.9億円
その他便益	?	?	?	?	?	?	?	?	?
便益計(20年)	253億円	-88億円	-4億円	142億円	451億円	-1,463億円	-82億円	-803億円	229億円
費用計(20年)	41億円	41億円	41億円	41億円	41億円	41億円	41億円	41億円	35億円
費用便益分析	B-C= 212億円 B/C=6.14	B-C= -129億円 B/C=-2.13	B-C= -46億円 B/C=-0.11	B-C= 101億円 B/C=3.45	B-C= 410億円 B/C=10.96	B-C= -1,504億円 B/C=-35.52	B-C= -123億円 B/C=-1.98	B-C= -844億円 B/C=-19.51	B-C= 194億円 B/C=6.50
金属資源の 安定供給効果	5.7億円	1.0億円	1.9億円	3.8億円	9.5億円	5.7億円	7.9億円	20.8億円	4.6億円
TMR削減効果	27万t	4.3万 t	8.9万 t	18万 t	45万 t	26万t	48万 t	47万 t	22万 t
最終処分場 延命効果	7.6千m3/年 (0.0065%)	1.3千m3/年 (0.0011%)	2.5千m3/年 (0.0022%)	5.0千m3/年 (0.0043%)	13千m3/年 (0.011%)	7.6千m3/年 (0.0065%)	7.6千m3/年 (0.0065%)	48千m3/年 (0.042%)	6.1千m3/年 (0.0052%)
有害物質による 環境・健康 影響改善効果	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり	効果あり
その他効果	?	?	?	?	?	?	?	?	?
費用対効果	効果>費用	?	?	効果>費用	効果>費用	?	?	?	効果>費用

※ケース 6～9 の回収率は 30%

リサイクルで得られる有用金属の売却収益からリサイクルに要する費用を差し引いた便益以外にも、安定供給効果、TMR 削減効果、最終処分場延命効果、有害物質による環境・健康影響改善効果等が発生すると考えられる。

効果全体のうちの部分集合である便益が費用を上回っているケースでは、効果が費用を上回ることが確実であるが、便益が費用を下回る場合は、定量的・定性的効果を加えた効果全体と費用の大小関係は明確に決定できない。リサイクルにより得られる環境面等での効果は定量的には把握できないものが多く、環境面等での効果が非常に大きい場合には、価格に換算できる便益が費用を大きく下回る場合でもリサイクルを実施することが社会的に望ましい場合もあると考えられるが、その場合には消費者を始めとする関係者による損失分（リサイクル成果物の売却益－リサイクル費用）の補填が必要となる。

また、採算性分析は、前提条件次第で変化し得るものであり、一定の不確実性を有していることには留意が必要である。

7. リサイクル制度の必要性

(1) 基本的考え方

リサイクルを実施する場合には、ガイドライン等を策定することで現行法制度の枠内での自主的な取組を一層促進させていく方法と、新たな制度的な枠組みを構築してリサイクルを推進していく方法がある。制度的な枠組みが必要かどうかは、自主的な取組の分析が重要となる。

(2) 先行事例の分析

環境省は、経済産業省と協力しながら、「使用済小型家電の回収モデル事業」を平成20年度より全国7地域で実施している。また、制度的枠組みがない中でも、モデル事業以外に小型電気電子機器リサイクルの取組を進めている自治体も存在する。モデル事業における課題や自主的な取組事例を分析すると、以下のように整理される。なお、自主的な取組事例については、住民意識、自治体の意識、物流方法、既存事業者の実態、資源価格下落時の担保等といった様々な視点で今後追加的に分析を行う予定である。

- ・モデル事業にて実施された収集・運搬、保管、越境移動等については、廃棄物処理法上の規制や手続を遵守して行われている。機械破砕を主に行うことで中間処理コストの低減を図っているが、収集コストが高く、モデル事業実施自治体においては採算性を確保できていない。既存制度との整合性に関し、モデル事業を実施した自治体にアンケートを行ったところ、「広域的な収集運搬が不可欠であることから、業の許可を不要とする制度や緩和措置を講ずるべき」といった意見が多かった。
- ・モデル事業以外の自主的な取組事例のほとんどは、廃棄物処理法が適用されない「有価物」としてリサイクルを行っている。「廃棄物」に該当することとなった場合には、廃棄物処理法上の規制に従う必要があり、各市町村の一般廃棄物処理計画との整合性の問題や一般廃棄物処理業許可の問題、中間処理段階で発生する残渣の処理の問題などが生じることから、これらの事例によるせつかくのリサイクルの取組がスムーズに行われなくなるおそれがある。
- ・自治体が集めた小型電気電子機器について自ら手解体を行った場合には、手解体によって得られた基板などについて、有価物として中間処理業者に売却することが可能である。しかし、携帯電話のような特に高品位の小型電気電子機器を除き、物流コストを考慮すると、手解体を行わない場合には有価物として売却できないケースも出てくる。手解体にかかるコストを考慮すると、手解体まで行おうとする自治体は多くはないと想定される。
- ・資源価格が下落した場合、又は原油価格の上昇により輸送費などの処理コストが増大した場合には、「有価物」であったものが「廃棄物」となってしまう、

リサイクルの取組がスムーズに行われなくなるおそれがある。

- ・処理業者が確実に引き取って高度なリサイクルを行ってくれるのであれば、市町村は住民に対する周知を行い、安心してリサイクルの取組を開始することができるが、現状ではリサイクルに踏み切れない自治体が相当数存在すると想定される。

(3) リサイクル制度の必要性

先行事例の分析結果を踏まえると、リサイクルを担う企業、市町村、排出者のそれぞれの立場から見て、以下の点で制度的な枠組みが必要と考えられる。

- ・リサイクルを自主的に進めている先行的取組については、広域回収を可能とするなどして取組を後押し、資源価格が変動してもリサイクルが安定的・継続的に行われるよう制度的に担保することが望ましい。
- ・また、手解体までの取組を行うことが困難であり、安定的・継続的に処理業者に高度なリサイクルを適正に行ってもらえるという担保がない現状においては、リサイクルの実施に踏み切れない自治体が相当数存在すると想定される。これらの自治体にリサイクルの取組への参加を促すためには、手解体されていなくとも確実に小型電気電子機器を引き取ってリサイクルを行う主体を制度的に担保することが望ましい（当然、この主体に対しても広域回収を可能とするなどリサイクルを効率化・促進する措置を講ずるべき）。
- ・さらに、循環型社会形成の推進という目指すべき方向性を、小型電気電子機器のリサイクルの制度化という具体的な形で国民に対して提示することは、循環型社会形成への国民の意識を高めるきっかけとなり、消費者を啓発し排出を促すことにも繋がる。
- ・なお、資源戦略の観点から、小型電気電子機器について、十分な環境対策を施した上で長期保管するという考えられる。そのためにも、廃棄物処理法上の規制や手続について必要な見直しを行うことが望ましい。

8. リサイクル制度の在り方

(1) 基本的考え方

小型電気電子機器のリサイクルの目的は、資源確保、有害物質管理、廃棄物減量化を含む、循環型社会形成の推進であると考えられるが、小型電気電子機器のリサイクルを実施しなければ即大きな問題が発生するというものではなく、資源確保の観点も踏まえて、リサイクルの取組を行うべきという性格のものである。

また、現在行われている先行的取組を活かしながら、これらの取組が安定的・継続的に行われるよう制度的に担保するとともに、リサイクルの取組を全国に広げていくためには、義務化で一つの方法を限定するよりも、様々な取組を包含できる方が望ましい。

従って、誰かに義務をかけるのではなく、全ての関係者が協力しながらリサイクルを促進する方が望ましく、促進型の制度を目指すべきであると考えられる。

また、試算によれば、制度創設によって広域回収を可能とした場合、対象品目、対象鉱種の設定次第では採算性を確保しながらのリサイクルも実現できる可能性がある。そのような場合は排出者や特定の関係者がリサイクル費用を負担する必要がなく、大がかりな制度運営体制や運営コストを必要としない。したがって、出来るところ（品目・鉱種・地域）からリサイクルの取組を開始し、回収率を増やししながら徐々に品目・鉱種・地域を拡大させることを前提に、まずは消費者等からの料金徴収を前提としない形で制度設計を行うべきである。ただし、わかりやすさ等の観点から対象品目を広げた場合には、何らかの費用負担が必要となり得ることに留意する必要がある。

関係者の役割分担については、義務的に実施するのではなく、全ての関係者が協力しながらリサイクルを進めていくべきであるため、関係者が応分の役割を果たすことを基本としながら制度設計することが重要である。

（２）目指すべき回収率

循環型社会形成推進の目的を踏まえれば、目指すべき回収率は当然 100%となる。一方で、リサイクルが安定的・継続的に実施されることを前提に、最低限確保すべき回収率を想定しながら制度設計を行い、回収方法を検討する必要がある。

先述したとおり促進型の制度で料金徴収を前提としないのであれば、静脈物流や中間処理において規模の経済を働かせ効率的に実施するためには使用済小型電気電子機器の回収率の確保が重要となる。回収率が確保されなければそもそも制度を構築する意義が失われる上、採算性を確保しながらのリサイクルが困難となる。回収対象品目等の諸条件にも依存するが、費用対効果分析結果の一例（表 12）を踏まえると採算性を確保するためには、最低でも 20%～30%を目指すべきであると考えられ、そのための回収方法の在り方を検討する必要がある。その際には、消費者の排出インセンティブを含めて検討する必要がある。

（３）制度の対象鉱種

循環型社会形成の観点からは、小型電気電子機器に含まれる鉱種については、

レアメタルを含め出来る限り網羅的に回収することが望ましい。

ベースメタル、貴金属については、経済的に回収できる技術が確立されているが、レアメタルについては鉱種によって状況は異なっている。具体的には、非鉄製錬業者が銅、鉛、亜鉛といったベースメタルを生産する施設において副産物として回収するものと、レアメタルを原料として中間製品や最終製品を生産する専門メーカーが回収するものとに分けることができる。前者については経済的に回収する技術が確立されているが、後者については経済的に回収できる技術が確立されていない鉱種が多い。小型電気電子機器に含まれる有用金属については、以下のように分類される。

- ① 経済的に回収できる技術が確立済：ベースメタル、貴金属、一部レアメタル
- ② 経済的に回収できる技術が未確立：①以外のレアメタル

この 2 つのカテゴリーについては、制度上は分けて取扱いを決めるべきであり、先述した（1）の基本的考え方を踏まえれば、①については回収することを原則とし、②については可能であれば回収を目指しつつ当面は回収技術開発の促進を行うという考え方が現実的であるが、具体的な対象鉱種についてはリサイクルの費用対効果と技術開発動向等を踏まえ、更に検討を行う必要がある。なお、②についても全てのレアメタルを対象とするのではなく、レアメタル研究会にて「小型家電からのリサイクル検討優先鉱種」として提言された W（タングステン）、Ta（タンタル）、Nd（ネオジウム）、Co（コバルト）を対象とすべきと考えられる。

（4）制度の対象品目

先述したとおり、市町村や産業廃棄物処理業者の有する通常の施設でも鉄やアルミニウムについてはリサイクルが可能である。一方、製品をそのまま破碎するような処理を行った場合、有用金属が含有されている小型電気電子機器に含まれる基板等はリサイクルすることが不可能となり、このような有用金属が含有されている基板等のリサイクルを検討する必要がある。すなわち、鉄やアルミニウムで構成されている製品については、市町村に排出される場合でも一定のリサイクルがなされるため、現状リサイクルされないことが多い基板等を含む製品をリサイクルの対象として考えるべきである。

また、料金徴収を前提としない形で制度設計を行う場合、制度の対象品目については、比較的高品位の品目を中心に検討する必要がある。例えば、回収率 30%を前提として、現在の資源価格及び資源価格が $\frac{2}{3}$ に下落した場合に採算性を確保しながら回収可能な品目としては表 13 のとおりとなる。

なお、品目を指定した場合には、消費者にとってわかりにくいのではないか、自治体における分別コストが増加するのではないか、資源価格の上下に対応した柔軟な見直しが可能か、等の論点について検討が必要である。

また、対象品目を検討するにあたっては、個人情報保護の観点や、既存のリサイクルの仕組みとの関係など、製品特性に応じた検討が必要である。

(5) 関係者の役割分担

関係者の役割分担は、関係者が応分の負担をすることを基本とするべきである。また、現在の仕組みを可能な限り活用し、なるべく効率的なリサイクルが実現されるよう、それぞれの関係者が得意分野において役割を果たすことが必要である。

まず、リサイクルが行われることで、循環型社会の形成が促進され、その恩恵は社会全体で享受されるものであることから、何より国民が、循環型社会形成のため、適正なリサイクルが行われることが確実なルートに小型電気電子機器を排出することが必要である。

次に、現状において小型電気電子機器を一般廃棄物として収集・処理していることを考えると、市町村が小型電気電子機器の分別収集の役割を担うことが現実的である。市町村の分別収集を促進するため、都道府県は技術的助言を行うことが望ましい。なお、分別収集を行う以上は確実な引き渡し先が必要となり、資源価格の変動により受け入れ可否が変わるようなものであってはならない。また、回収に際しては、小売店等が協力することで効率的な回収を実現できる場合もあると考えられる。

適切な有用金属のリサイクルは、最終的には高度な技術を有する金属製錬事業者等だけがなすものであり、その前処理として中間処理業者による中間処理が必要となる。リサイクルにより静脈産業が振興し、利潤獲得の可能性があることから、市町村が収集した使用済小型電気電子機器を引取り、リサイクルを実施するのはリサイクル事業者の役割であると考えられる。ただし、リサイクル事業者でなくとも、リサイクル事業者を活用しながらより効率的なリサイクルを実施できる者が存在する場合には、その者が使用済小型電気電子機器を引取ることあり得る。

製造業者については、易解体設計等でリサイクルに協力すると共に、再生資源の利用に努める必要がある。

国は地方自治体と協力しながらリサイクルの重要性や制度の中身についての普及啓発を行うと共に、研究開発を促進する役割を担うべきである。

以上を踏まえると大まかな役割分担については以下のようにまとめられる。

事業者及び消費者：使用済小型電気電子機器を市町村や協力小売店に引き渡すことによりリサイクルに協力

市町村：使用済小型電気電子機器の分別収集を実施

都道府県：市町村の分別収集実施にあたっての技術的助言

小売店：消費者による使用済小型電気電子機器の適正な排出に協力

中間処理業者：使用済小型電気電子機器の適切なリサイクルを実施

金属製錬事業者等：使用済小型電気電子機器の適切なリサイクルを実施

製造業者：易解体設計等によるリサイクルへの協力と再生資源の利用

国：普及啓発、研究開発の促進

（6）今後の論点

リサイクル制度の在り方について、今後の論点をまとめると以下のとおりとなる。

- ・使用済小型電気電子機器の回収方法（消費者の排出インセンティブ、個人情報保護対策も含む）
- ・不適正な処理に繋がる海外流出の防止方法（不用品回収業者や抜き取り対策）
- ・対象品目
- ・対象鉱種
- ・リサイクル実施方法、実施主体 等

表 13 採算性を確保しながら回収可能となる品目（暫定版）

品目※1	1kgあたり円※2	使用済み製品 個数	使用済み製品 発生量(トン)	使用済み製品 含有有用金属価 値	◎	○
公衆用PHS端末	2,860	1,507,000	126	360	1	
携帯電話	1,891	40,157,667	5,622	10,632	1	
MPプレーヤ	1,267	239,000	27	35	1	
ビデオカメラ(放送用を除く)	1,250	1,503,333	421	526	1	
デジタルカメラ	1,240	10,507,667	2,312	2,867	1	
ICレコーダ	1,159	925,000	47	55	1	
デジタルオーディオプレーヤ(フラッシュメモリ)	920	5,095,000	408	375	1	
デッキ除くテープレコーダ	789	5,454,667	976	770	1	
デジタルオーディオプレーヤ(HDD)	675	908,000	154	104	1	
プラグ・ジャック	500	111,638	9	5	1	
電子辞書	421	2,567,000	343	144	1	
VICSユニット	371	202,333	94	35	1	
ETC車載ユニット	349	2,917,000	321	112	1	
CDプレーヤ	331	671,000	218	72	1	
据置型ゲーム機	316	3,616,667	10,995	3,471	1	
地上デジタルチューナ	310	45,444	11	3	1	
携帯型ゲーム機	254	9,606,667	1,921	488	1	
カーナビゲーションシステム	240	3,403,333	5,581	1,339	1	
電話機	219	3,991,933	2,816	618	1	
カメラ	216	91,057	37	8	1	
DVD-ビデオ	213	6,200,000	21,576	4,602	1	
ステレオセット	204	1,739,333	16,785	3,421	1	
フォトプリンター	184	135,114	132	26	1	
ラジオ放送用受信機	182	2,285,667	725	139	1	
リモコン	171	428,635	73	12	1	
電車	154	7,706,500	786	121	1	
OSデジタルチューナ	136	715,000	1,202	164	1	
クッキングヒーター	128	102,500	371	47	1	
ACアダプタ	125	1,168,568	187	23	1	
ケーブルテレビ用STB	124	244,389	306	38	1	
BDレコーダ/プレーヤ	119	59,222	211	25	1	
ハンドヘルドゲーム(ミニ電子ゲーム)	103	276,126	9	1		1
ミキサー	103	1,572,581	1,408	145	1	
カーカラーテレビ	101	1,137,000	887	90	1	
プリンタ	98	5,638,667	56,499	5,538	1	
ゲーム用コントローラ	96	363,990	122	12	1	
電子血圧計	91	3,980,148	1,146	104	1	
ファクシミリ	84	2,185,569	7,489	628	1	
カーステレオ	73	906,667	1,106	81	1	
カーチューナ	73	532,000	649	48	1	
カーラジオ	73	899,667	1,098	81	1	
電気かみそり	72	8,108,000	1,541	112	1	
プロジェクタ	72	392,504	2,576	185	1	
ビデオプロジェクトン	72	40,333	265	19	1	
カーCDプレーヤ	72	6,500,667	8,191	589	1	
ビデオテープレコーダ(セット)	70	4,604,333	13,491	951		
時計	70	82,431,127	12,384	873		
カーDVD	69	168,667	228	16		
電気温水器(電気瞬間湯沸器)	62	212,243	308	19		
ファン	60	297,333	3,100	185		
電気暖房機器	60	1,273,000	2,928	175		
電気アイロン	59	2,179,333	4,339	255		
電気照明器具	58	59,754,277	77,066	4,493		
炊飯器	57	6,180,333	21,792	1,250		
カーMD	57	281,000	520	29		
電気ドリル(電池式も含む)	56	1,537,478	3,268	184		
電気のかぎり	56	945,040	2,009	113		
その他の電動工具	56	2,340,027	4,974	281		
補聴器	56	418,014	13	1		
電子体温計	56	10,276,502	256	14		
カーナビカ	56	23,559,333	44,763	2,495		
BS/CSアンテナ	49	737,333	1,078	53		
CS専用アンテナ	49	110,000	161	8		
換気扇	47	7,120,333	19,082	900		
カーアンブ	45	723,667	2,091	94		
電気掃除機	44	5,559,667	13,994	616		
食器洗い乾燥機	42	343,667	6,319	262		
電動歯ブラシ	41	1,791,000	215	9		
ヘッドホン及びイヤホン	40	6,123,000	855	34		
家庭用生ゴミ処理機	40	108,860	1,179	47		
ヘッドライヤー	36	4,456,333	2,406	87		
家庭用ミシン	35	1,272,275	9,811	340		
家庭用マッサージ・治療用機器及び装置	34	3,723,065	14,706	502		
家庭用電気・光線治療器	34	3,270,711	2,944	101		
家庭用磁気・熱療法治療器	34	87,718	395	13		
家庭用医療用物質生成器	34	327,325	1,015	35		
トースター	34	3,138,149	5,809	198		
家庭用吸入器	30	145,773	101	3		
コーヒーメーカー及びティーメーカー	28	1,336,670	2,072	58		
ジャーポット	28	6,267,466	12,894	361		
電子レンジ	28	3,529,000	43,160	1,206		
スピーカーシステム	24	291,667	316	8		
電気カーペット	23	1,415,000	6,505	149		
除湿機	22	657,000	6,430	143		
ハイテク系トレンドイ	20	852,323	177	4		
扇風機	20	2,010,000	8,295	166		
キーボードユニット	17	36,879	36	1		
電気ギター	15	493,235	1,726	26		
加湿器	12	1,174,667	2,701	33		
空気清浄機	11	1,790,333	8,292	88		
ホットプレート	6	2,043,869	8,249	51		
電子キーボード	4	596,064	2,733	11		
電球	2	735,308,674	32,989	52		
携帯用電気ランプ	0	490,630	142	0		

◎:現在の資源価格の2/3でも黒字で金属回収可能な品目

◎+○:現在の資源価格にて黒字で金属回収可能な品目

※1:法制度に基づきリサイクルの対象となっているパソコン(デスクトップ型・ノート型)を除く

※2:基板及び鉄・銅・アルミを評価対象とした