

環境管理ワーキンググループの検討状況

【内容】

1. 平成21年度環境管理ワーキンググループの成果概要
2. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討事項
3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容
 - ① ハザード情報と海外の規制動向の整理について
 - ② 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化について
 - ③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方について

1. 平成21年度環境管理ワーキンググループの成果概要

1) 金属・難燃剤等のハザードの評価

使用済小型家電に使用されているレアメタルやその他の金属のハザード情報等及び最近の国際的な関連規制の動向について、ある程度網羅的に情報を収集・整理した。

調査対象物質	レアメタル31鉱種、主要なベースメタル、主要な難燃剤等
整理したハザード情報	急性毒性、遺伝毒性、発がん性、生殖毒性、残留性・非分解性、生体蓄積性、慢性毒性、水生毒性、土壌移動性

毒性	当該毒性に関して注意が必要である元素
急性毒性	ベリリウム、クロム、コバルト、ニッケル、テルル、バリウム、タリウム、ビスマス、銅、カドミウム、水銀、臭素
遺伝毒性	バナジウム、クロム、コバルト、ニッケル、モリブデン、アンチモン、タリウム、鉄、銅、亜鉛、カドミウム、水銀、鉛
発がん性	ベリリウム、クロム、コバルト、ニッケル、モリブデン、アンチモン、砒素、カドミウム、鉛
生殖毒性	ベリリウム、クロム、マンガン、コバルト、ニッケル、セレン、アンチモン、テルル、タンタル、タリウム、銅、亜鉛、銀、カドミウム、水銀、鉛
残留性・非分解性	モリブデン、インジウム、セシウム、ルテチウム
生体蓄積性	亜鉛、砒素、銀

2) 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化

含有量試験、溶出試験、精度調査を行い、分析結果・分析精度等について考察するとともに、今後の検討課題を整理した。

<含有量試験>

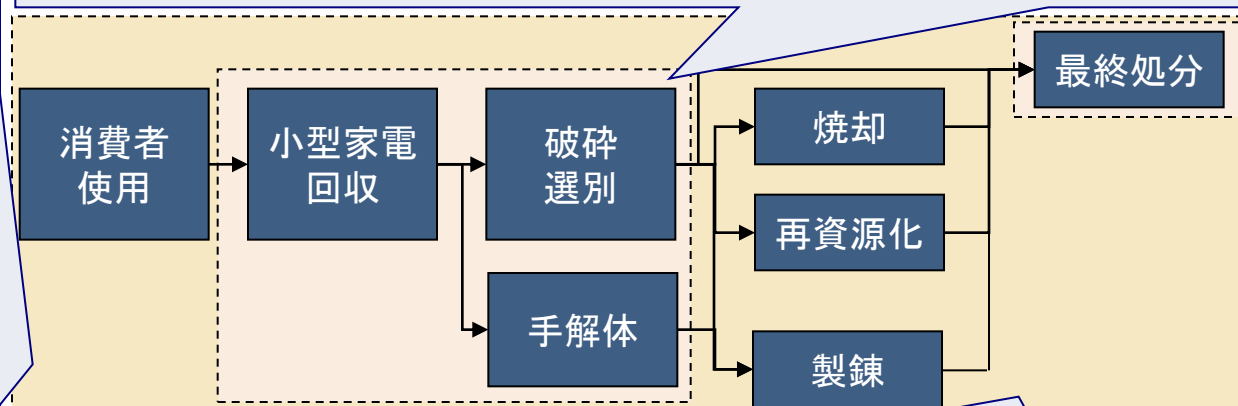
- 小型家電のプリント基板を対象に、レアメタルや臭素系難燃剤等について含有量試験を実施。
- ハザード情報に基づき注意が必要と整理された元素については、ベリリウム、クロム、アンチモン等、水銀以外の全ての元素が、多くの品目で数百ppm～パーセントオーダーで含有されていることを確認。

<溶出試験>

- 小型家電のプリント基板、部位・部品及びそれらの中間処理産物を対象に、溶出量試験を行い、参考として、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準と数値の比較を実施。
- カドミウム、鉛、砒素、水銀について、一部の分析対象から一定量が検出。

<精度調査>

- 標準物質(焼却主灰、パソコン基板破砕物)を用いて、含有量試験の精度調査を実施。
- ベースメタル及びPbについては分析結果のばらつきは概ね小さく、レアメタルについては、元素によって分析結果のばらつきに相違が見られた。また、貴金属については、Agが他の元素と比較し特にばらつきが大きい結果となり、分析方法の検討が望まれる。



3) リサイクル施設でのリスクイベント評価と適正管理技術の考え方

- モデル事業における回収・中間処理・レアメタル回収・残渣の管理の各段階において想定されるリスクイベントを整理するとともに、実際に起こったリスクイベント・実施したリスク回避対策に関する情報を収集・整理した。

2. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討事項

- 平成21年度環境管理ワーキンググループの成果を踏まえ、平成22年度環境管理ワーキンググループでは以下の事項について検討を行う。

① 元素のハザード情報と海外の規制動向の整理

- ・ 元素のハザード情報(定量的情報・定性的情報)の収集・整理
- ・ 海外の最新の規制動向の情報収集・整理

② 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化

- ・ 小型家電中の金属、難燃剤等の含有量試験
- ・ 精度調査
- ・ 測定手法の標準化に向けた検討

③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方

- ・ 環境影響ポテンシャルの把握(元素のハザード、元素の含有量(製品全体の含有を念頭に)、各段階における元素含有量の分配状況、各プロセスの制御状況、元素の移動・拡散・曝露状況の情報収集・整理)
- ・ 現状の処理とリサイクルする場合の比較
- ・ リサイクルにおいてリスク管理上注意すべき工程、段階の特定
- ・ リスク管理の考え方(環境影響を管理し、最小化する方策)の検討

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

① ハザード情報と海外の規制動向の整理について(1/2)

＜昨年度の検討内容・課題＞

- 昨年度は、小型家電中のレアメタル、その他の金属、難燃剤等のハザード情報及び海外における規制制度において規定されている対象物質や対象製品等について、情報を収集、整理した。
- 昨年度の検討内容・課題は下表に示すとおり。

検討事項	昨年度の検討内容	昨年度の課題				
1)元素のハザード情報(定量的情報・定性的情報)の収集・整理	・小型家電中におけるレアメタル等の存在形態が分からないケースも想定されることから、各元素とも最もハザードの高い存在形態(ワーストケース化合物)についてのハザード情報を把握。 ・環境管理に注意が必要である元素として、(i)急性毒性が高いもの、(ii)少量でも深刻な生体安全性、環境影響を引き起こす可能性が高いものを整理。 ・急性毒性については、ワーストケース化合物のLD50等の毒性の大きさに関するデータを、その他のハザード(遺伝毒性、発がん性等の次世代に影響を及ぼす可能性のあるハザード情報を選定)については、毒性情報の有無を整理。	・主にハザード情報の有無という観点から情報を整理しており、整理方法については更なる検討が必要。 ・現時点ではハザード情報自体が得られていない物質もあり、それらの扱いについても検討が必要。				
2)海外の最新の規制動向の情報収集・整理	・海外における規制制度において規定されている対象物質や対象製品、その背景となっているハザード情報等について収集、整理。 <table><tr><th>調査対象</th><th>調査内容</th></tr><tr><td> ・RoHS指令 ・スーパーRoHS ・POPs条約 ・WEEE指令(ANEEXⅡ) ・中国版RoHS/WEEE指令 </td><td> ・対象物質 ・対象製品 ・規制値 ・対象物質の分析方法 </td></tr></table>	調査対象	調査内容	・RoHS指令 ・スーパーRoHS ・POPs条約 ・WEEE指令(ANEEXⅡ) ・中国版RoHS/WEEE指令	・対象物質 ・対象製品 ・規制値 ・対象物質の分析方法	・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については、引き続き情報収集が必要。
調査対象	調査内容					
・RoHS指令 ・スーパーRoHS ・POPs条約 ・WEEE指令(ANEEXⅡ) ・中国版RoHS/WEEE指令	・対象物質 ・対象製品 ・規制値 ・対象物質の分析方法					

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

① ハザード情報と海外の規制動向の整理について(2/2)

- ＜今年度の調査方針＞
- 文献からの情報については昨年度整理したため、今年度はハザード情報の不足している元素について、金属の環境影響等の有識者にヒアリングを行うとともに、ハザードに関する定性的な情報(HSAB則※等)を収集・整理する。
 - 昨年度ハザード情報を整理した元素についても、深掘りして情報を収集することを検討する。
 - 中間処理業者及び製錬事業者から、環境管理上留意している元素、化合物等についてのヒアリング等を実施する。
 - 海外の規制動向について、引き続き最新の情報を収集、整理する。

■アウトプットイメージ

	原子番号	元素記号	元素名称	小型家電中の想定される存在形態	ワーストケース化合物	定量的な情報					定性的な情報			
						急性毒性	遺伝毒性	発がん性	生殖毒性	...	遺伝毒性	発がん性	生殖毒性	...
レアメタル	3	Li	リチウム	Li2O	LiCl	区分4	-	-	-	-	○	○	○	-
	4	Be	ベリリウム	BeCu Nd2Fe14B	BeSO4・4H2O	区分3	-	●	●	-	△	-	-	-
	5	B	ボロン		B	区分4	-	-	-	-	△	△	○	-
	21	Sc	スカンジウム			-	-	-	-	-	○	○	○	-
	22	Ti	チタン	Ti TiO2		-	-	-	-	-	○	○	○	-
	23	V	バナジウム		VOCl3	350	●	-	-	-	-	△	△	-
	24	Cr	クロム	Cr Cr2O3	K2Cr2O7	区分3	●	●	●	-	-	-	-	-
	25	Mn	マンガン	MnO2 Fe-Mn	MnCl2・4H2O	区分4	-	-	●	-	△	×	-	-
	27	Co	コバルト	SmCo	CoCl2	80	●	●	●	-	-	-	-	-
	28	Ni	ニッケル	Ni Ni2O3	NiCl2	区分3	●	●	●	-	-	-	-	-
	31	Ga	ガリウム	GaN		-	-	-	-	-	○	○	○	-
	32	Ge	ゲルマニウム	SiGe	GeO2	1,250	-	-	-	-	○	○	○	-
その他	34	Se	セレン		Se	6,700	-	-	●	-	△	△	-	-
	37	Rb	ルビジウム		Rb	4,625	-	-	-	-	○	○	○	-
	38	Sr	ストロンチウム	SrTiO3	SrCl2	1,796	-	-	-	-	○	○	○	-
	39	Y	イットリウム	Y2O3	Y2O3	>10,000	-	-	-	-	○	○	○	-
			...											

【凡例】

急性毒性

層別凡例	急性毒性 (ラット・経口)
	区分1: ~5mg/kg
	区分2: 5~50mg/kg
	区分3: 50~300mg/kg
	区分4: 300~2,000mg/kg
	2,000mg/kg~
	(-) 毒性情報なし

※GHSの区分に基づく

急性毒性以外の定量的な情報

- : 毒性情報あり
- : 情報なし

定性的な情報

- ×: 毒性のある可能性が高い
- △: 毒性に注意が必要
- : 毒性のない可能性が高い

定量的な情報に加え、定性的な情報についても情報収集を行う。

※HSAB則とは、金属イオンの反応しやすさの指標の一つで、酸・塩基を「硬さ・軟らかさ」で分類する方法である。HSAB則と細胞毒性との関係を見ると、軟らかい金属イオンの細胞毒性は強く、硬い金属イオンの細胞毒性は弱いという傾向が認められる。このことから、金属イオンの細胞毒性の強さは、金属イオンの硬さ、軟らかさと関係があると考えられている。

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

② 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化について(1/2)

<昨年度の検討内容・課題>

- 昨年度は、小型家電中の金属、難燃剤等の含有量分析、溶出試験、精度調査を実施。
- 昨年度の検討内容・課題は下表に示すとおり。

検討事項	昨年度の検討内容	昨年度の課題
1)含有量試験	・ 小型家電のプリント基板を対象に、レアメタルや臭素系難燃剤等について含有量試験を実施。 ・ ハザード情報に基づき注意が必要と整理された元素については、ベリリウム、クロム、アンチモン等、水銀以外のほぼ全ての元素が、多くの品目で数百ppm～パーセントオーダーで含有されていることを確認。	・ 【鉍種】分析データが少ない鉍種(例えば、Li、Ge等)を始め、これまで分析対象としなかった未分析元素の分析。 ・ 【部位・部品】基板以外の部位や機器全体に関するデータの取得。 ・ 【機器】レアメタル含有量は高くないが、モデル事業において比較的収集量が多かった機器(例えば、リモコン、ACアダプタ、電話機等)等を分析。
2)溶出試験	・ 小型家電のプリント基板、部位・部品及びそれらの中間処理産物を対象に、溶出量試験を行い、参考として、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準と数値の比較を実施。 ・ カドミウム、鉛、砒素、水銀について、一部の分析対象から一定量が検出。	・ 一定程度のデータが得られたものと理解。
3)精度調査	・ 標準物質(焼却主灰、パソコン基板破碎物)を用いて、含有量試験の精度調査を実施。 ・ ベースメタル及びPbについては分析結果のばらつきは概ね小さく、レアメタルについては、元素によって分析結果のばらつきに相違が見られた。また、貴金属については、Agが他の元素と比較し特にばらつきが大きい結果となり、分析方法の検討が望まれる。	・ Agについては標準分析方法として暫定法の提示となっており、更なる検討による改訂が望まれる。 ・ 小型家電中のレアメタル分析については通常分析しない元素の多元素同時分析であることから、標準試料を用いた精度管理について継続的な検討が必要。

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

② 小型家電中の金属、難燃剤等の測定手法の標準化について(2/2)

<今年度の調査方針>

1) 含有量試験

【分析対象】

- 以下を踏まえて詳細を決定する。

・収集量の多い機器 ・レアメタルの含有量が多いと考えられる部位・部品

【分析項目】

- レアメタル31鉱種(レアメタル30元素、レアアース17元素)鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、砒素及び臭素系難燃剤より、分析対象にあわせて決定。

【分析方法】

- (社)廃棄物資源循環学会物質フロー研究部会作成の製品中のレアメタル等の暫定分析方法による。

2) 精度調査

【分析対象】

- 焼却主灰、パソコン基板破碎物

【分析項目】

- レアメタル31鉱種(レアメタル30元素、レアアース17元素)及びAg

【分析方法】

- (社)廃棄物資源循環学会物質フロー研究部会作成の製品中のレアメタル等の暫定分析方法による。

※ 実際の分析調査にあたっては、レアメタルワーキンググループと連携して行う。

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方について（1／4）

<昨年度の検討内容>

● 昨年度は、モデル事業実施地域への聞き取り調査等により、使用済小型家電の回収・中間処理・レアメタルの回収・残渣の管理において想定されるリスクイベント及び実際に起こったリスクイベント・実施したリスク回避対策について整理した。

● 昨年度の成果は下表に示すとおり。

■ 想定されるリスクイベントの例※

段階	分類	想定されるリスクイベント	想定されるリスク回避対策
小型家電回収	・ごみの混入	・有害物質の混入の可能性 ・臭気の発生 ・害虫の発生	・監視 ・回収対象品目の掲示 ・分別(手選別)
	・飲料等液体混入	・腐食による有害物質の漏出 ・臭気の発生 ・害虫の発生	・監視 ・回収対象品目の掲示 ・分別(手選別)
中間処理	・電池の混入、液漏れ	・有害物質の混入の可能性及び腐食による有害物質の漏出／電池ショートによる火災の発生	・電池の事前分別 ・電池の抜き取り ・分別、火災予防措置
	・内蔵電池からの液漏れ	・液漏れによる有害物質の漏出	・保護パーツの設置
レアメタル回収	・回収に伴う有害物質の発生	・排ガスへの有害物質の移動の可能性	・排ガス処理装置の設置
	・飛灰、スラグ中への有害物質混入	・スラグへの有害物質の混入の可能性 ・有害物質の生成の可能性	・飛灰、スラグからの有害物質の拡散防止対策 ・飛灰、スラグからの有害物質の溶出対策
残渣の管理	・有害物質の混入	・リサイクル物への有害物質の混入の可能性 ・有害物質の飛散、漏出等	・分別及び事前分析(溶出試験による確認) ・残渣物の適正保管(容器保管、養生など)
	・リサイクルでの副次生成物発生	・有害物質の飛散、漏出、曝露等	・屋内保管、輸送中の飛散防止対策 ・溶融処理による無害化 ・公害防止装置、曝露防止

■ 実際に起こったリスクイベント・実施したリスク回避対策の例※

段階	実際に起こったリスクイベント	実施したリスク回避対策
小型家電回収	●ごみの混入 ・有害物質の混入の可能性あり	●ごみの混入 ・ごみの分別 (想定される対策としては、ボックス設置場所の工夫や使用済小型家電回収ボックスであることの明示等(ごみ箱ではないことの明示)が考えられる。)
中間処理	●火災の発生の懸念(有害物質の発生) ・電池類を含む機器(携帯電話、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ポータブル音楽プレーヤーなど)が多数あったが機器に電池が装着された状態であったため、火災の危険性は低かった。	●火災の発生の懸念(有害物質の発生) ・火災予防措置(専用容器) ・作業手順の確認
レアメタル回収	●焼却・溶融に伴う有害物質の発生 ・排ガスへの有害物質の移動の可能性。 小型家電を銅製錬炉に投入処理した際にPb、Zn、Hg、S、Cl、Br等が揮発し排ガスへ移行すると考えられる。	●焼却・溶融に伴う有害物質の発生 ・既存排ガス処理装置の適正管理。排ガス系電気集塵機の電圧、電流値、ガス洗浄装置(スクラバー)の循環水量を適正管理により無害化可能。
残渣の管理	本年度のモデル事業の実施期間では、リスクイベントの発生はなかったものの、継続的な情報収集により、リスクイベントの発生状況を把握する必要がある。	本年度のモデル事業の実施期間では、リスクイベントの発生はなかったものの、継続的な情報収集により、リスク回避対策を把握する必要がある。

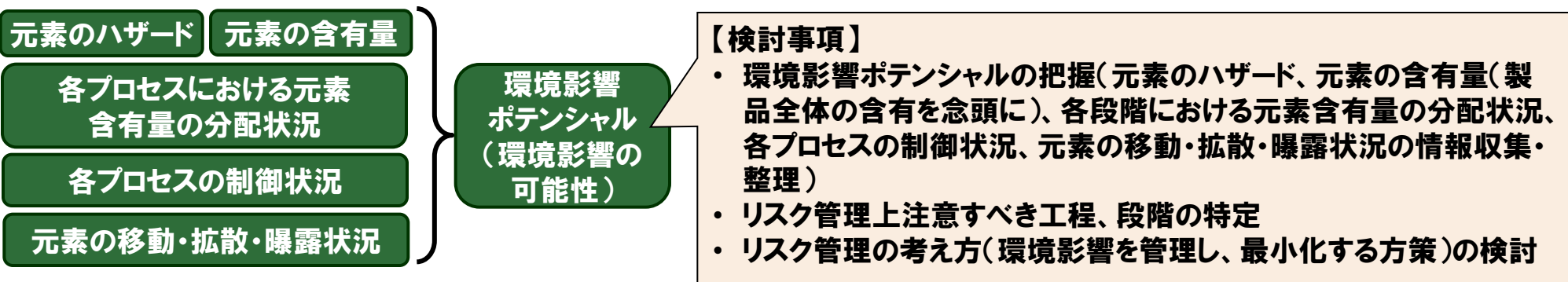
※ 平成21年度 使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会とりまとめ(平成22年3月):環境省、経済産業省
表3-9及び表3-11より一部を抜粋して作成

3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方について（2／4）

<今年度の調査方針：総論>

- 昨年度は、リサイクル施設でのリスクイベント評価と適正管理技術の考え方の整理を行ったが、本年度は、使用済小型家電の中間処理、再資源化、レアメタル回収の各段階における環境影響の可能性（環境影響ポテンシャル）を把握し、その環境影響をどのように管理し、最小化していくかといった観点から、リスク管理の考え方を検討する。
- 使用済小型家電からレアメタルを回収する各プロセスにおける環境影響については、データが少なく、特に、製錬周りについてはデータが不足している。まずは、既往研究を一通りサーベイし、関連情報を整理した上で、検討対象とする元素（ハザード情報や得られた情報に基づき設定）、プロセスフローにおける分配傾向（国環研調査等を参考）、各プロセスの制御状況、移動・拡散・曝露経路（大気、水域、作業環境等）を特定し、ケーススタディ的に環境影響の可能性について検討を行い、リスク管理上注意すべき工程、段階を特定する。
- また、中間処理、再資源化、製錬のプロセスをより詳細化・具体化するとともに、小型家電からレアメタルを回収する際のトータルのフローをいくつか想定し、リスク管理の考え方（環境影響を管理し、最小化する方策）を検討することとする。



3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

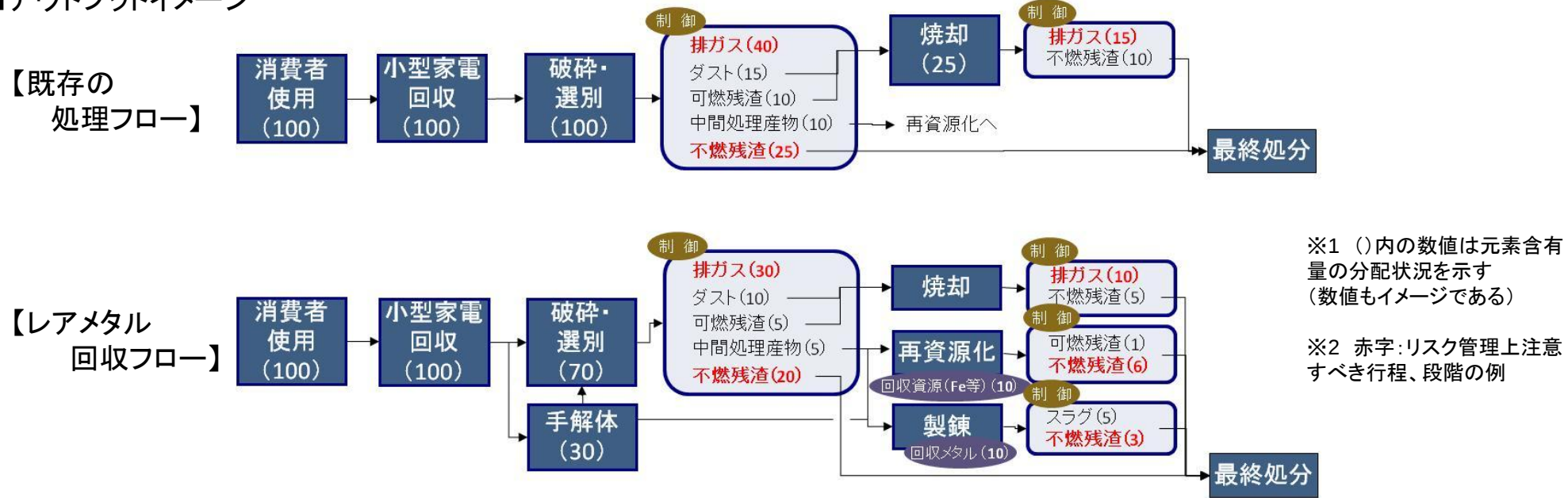
③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方について（3／4）

<今年度の調査方針:環境影響ポテンシャルの把握>

● 金属のハザード及び金属の含有量から、「環境管理に注意が必要な元素※」をピックアップし、各元素について分配状況を整理する(「既存の処理フロー」と「レアメタル回収フロー」を比較可能な形で整理)。

※ベリリウム、クロム、コバルト、ニッケル、アンチモン、銅、亜鉛、砒素、カドミウム、水銀、鉛、臭素(昨年度研究会とりまとめより抜粋)

■アウトプットイメージ

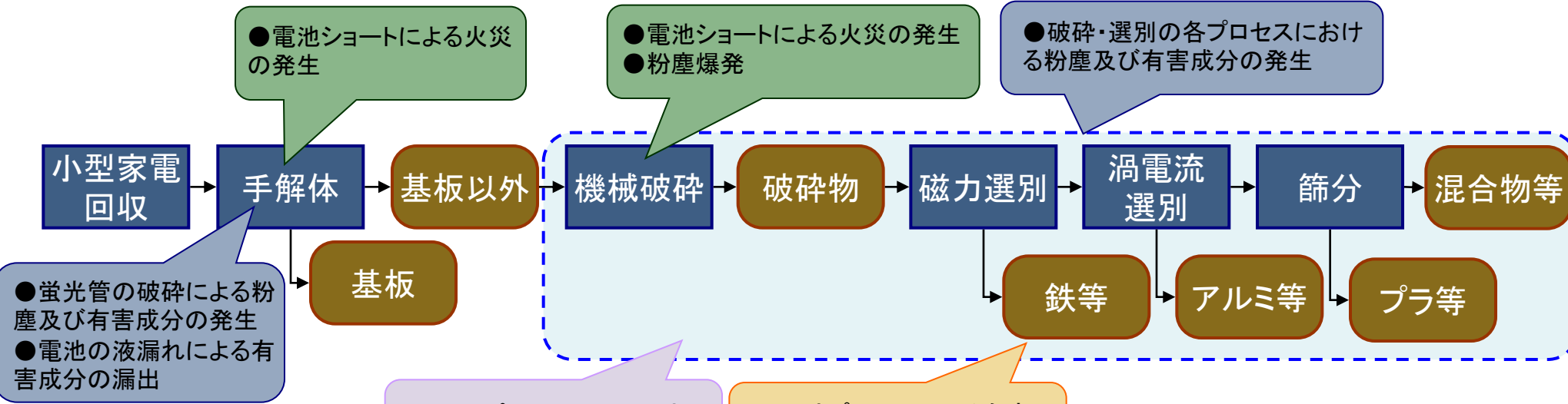


3. 平成22年度環境管理ワーキンググループの検討内容

③ 環境影響ポテンシャルを用いたリスク管理の考え方について（4／4）

- ＜今年度の調査方針：リスク管理上注意すべき工程、段階の特定＞
- 使用済小型家電からのレアメタルリサイクルフローにおける各プロセスを具体化し、当該プロセスにおけるリスクイベント及びその曝露経路を整理する。
 - 以下に中間処理（手解体、破碎・選別）を例に、リスクイベント及びその曝露経路を整理した。小型家電の中間処理については、既存の粗大ごみ中間処理とリスクイベント、曝露経路ともに大きな相違点はないものと考えられる。
 - 今後、「再資源化」、「製錬」についてもリスクイベント・曝露経路の情報を収集し、同様の具体化を行う。

■アウトプットイメージの例（中間処理プロセスでのリスク管理上注意すべき工程、段階の特定）



- 【凡例】
- : 作業環境・周辺への曝露
 - : 大気への曝露
 - : 水域への曝露
 - : その他

※1 集塵機による排ガス中の有害物質の除去等
※2 スクラバー（洗浄集塵装置）による排ガス中の有害物質の除去等