



リサイクルの費用対効果分析の考え方 (案)

レアメタル研究会とりまとめ

「今後の検討に向けての論点整理」として挙げられている七項目のうちの一項目として次の項目が挙げられている。

①リサイクルシステムの必要性

・どの目的に重点を置くかを踏まえつつ、リサイクルシステムの必要性の判断に資する詳細な費用対効果分析等が必要である。



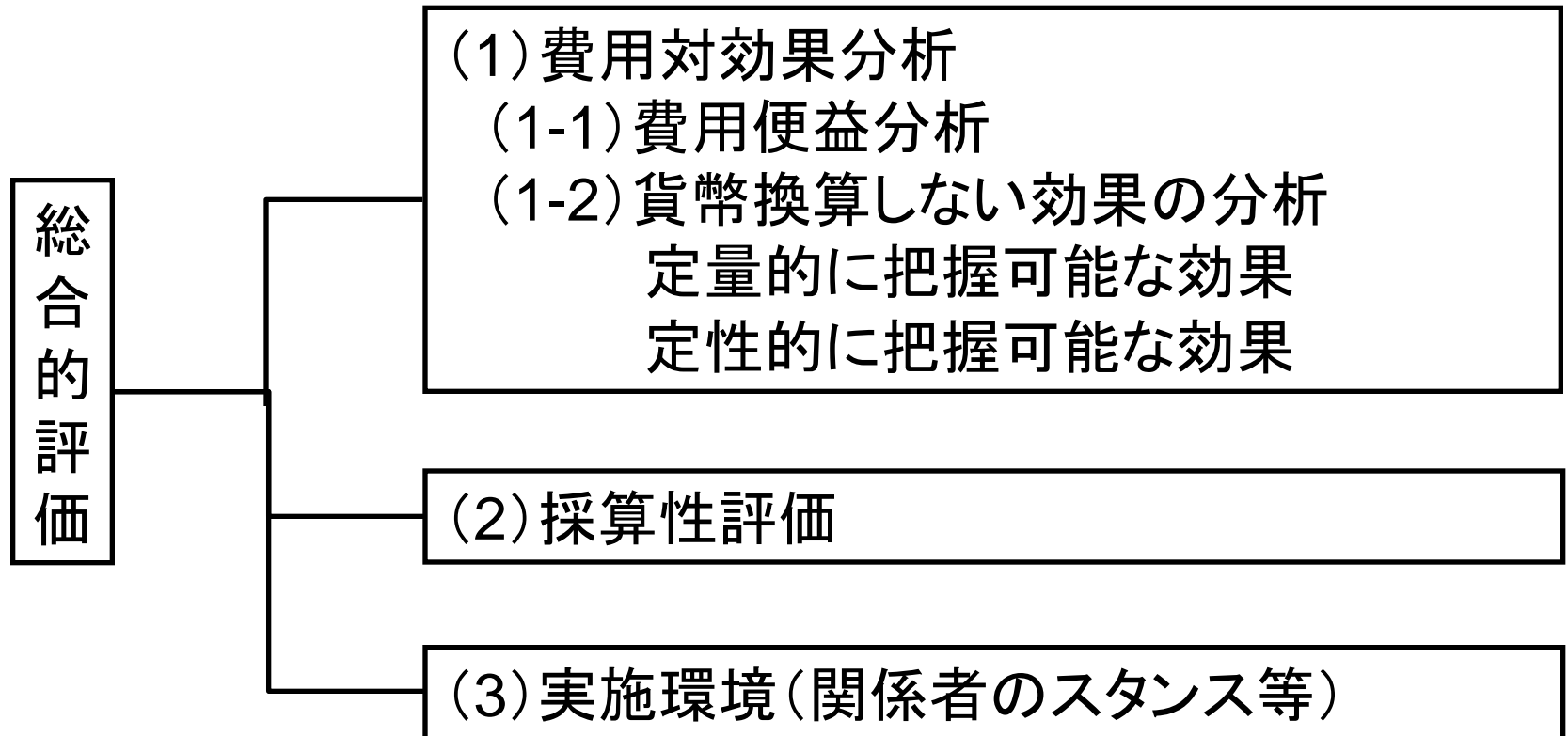
すなわち、リサイクルシステムの必要性が論点になり、そのためには費用対効果分析等が必要であるとされている。

なお、リサイクルシステムの目的としては、以下の項目が挙げられている。必要性の議論にあたっては、このうちどの目的に重点を置くかの議論が必要。

- ・資源確保
- ・廃棄物対策
- ・循環資源利用促進対策
- ・環境管理
- ・静脈産業の創出・振興

小型電気電子機器リサイクル制度の必要性検討

- 制度の必要性検討は、費用対効果分析を行うのが最も一般的な方法。
- 複数の制度オプションのうちどれを選択すべきかの検討は総合的な評価によるべき。
- 採算性評価は黒字・赤字が制度の必要性と直結するわけではないが、役割分担・費用負担の検討や制度の安定的な継続可能性の判断に資する。



費用便益分析・費用対効果分析・採算性評価

- 費用便益分析、費用対効果分析、採算性評価の意味は以下のとおり。
 - 費用便益分析はリサイクルシステムの経済効率性について評価するもの。
 - 費用対効果分析はリサイクルシステムの必要性の検討に資するもの。
 - 採算性評価はリサイクルシステムの構造や役割分担の検討に資するもの。
- システム全体の評価及び段階別の評価にあたっては、以下の点に留意する。
 - 費用便益分析については、調達コストの差から計測するアプローチと段階別の利益を合算するアプローチの両方から検討する。
 - 費用対効果分析では便益として計上できない効果(定量的・定性的)も含めて検討する。

(1) システム全体の費用対効果分析(費用便益分析+定量・定性的効果) (2) 採算性評価

費用便益分析

便益

(事業者の利益合計
+ 社会的便益)

費用

(回収費用+社会的費用)

効果

(事業者の利益合計
+ 社会的便益
+ 社会的効果)

費用

(回収費用+社会的費用)

【小型電気電子機器回収】

収益

採算性は?

費用

【中間処理】

収益

採算性は?

費用

【金属回収】

収益

採算性は?

費用

○ **リサイクルシステム全体**としての経済効率性を評価する。

○ 二つのアプローチで検討。

① 鉱山からの調達した場合とリサイクルした場合のコスト差が便益

② 関係者の利潤の合計が便益

○ システム全体の費用便益分析に **金額換算できない社会的効果も加味**した評価を実施する。

○ 社会的効果としては、資源の安定供給効果や地球環境改善効果等を想定。

○ 関係主体別の収益・費用を分析することを念頭に **段階別の採算性を評価**する。

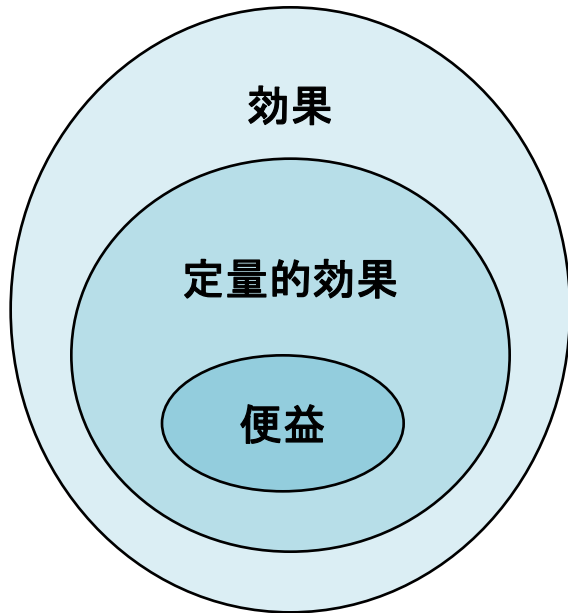
○ 採算性評価で赤字になったからといってリサイクルシステムの必要性が否定されるものではない。

○ 損益からみた必要回収量の試算も可能。

便益と効果

- 調達コスト削減便益と最終処分費用削減便益は確実に計上できる便益。
- 金属資源の安定供給効果、地球環境改善効果（TMR削減効果）等も精度良く計算できるのであれば、便益として計上できる可能性あり。

便益と効果の関係

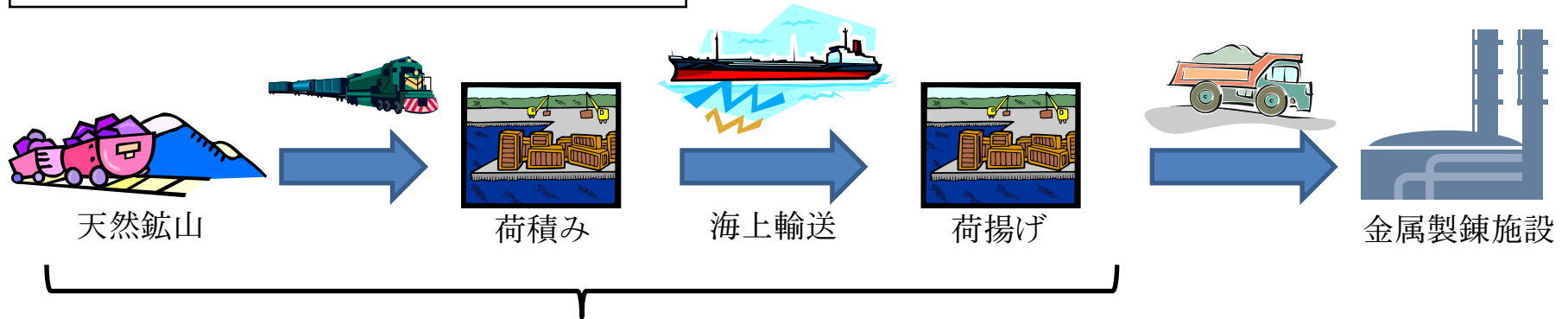


レアメタル研究会とりまとめに記載された効果

	定量的評価	定性的評価
資源の安定供給効果	使用済小型家電の潜在的回収可能台数に含まれるレアメタルは 350トン（輸入量に占める割合は 0.02%）と見込まれ、国内資源として活用可能。	<ul style="list-style-type: none"> ・一般廃棄物として処分されていた小型家電から資源を回収することが可能となる。 ・鉱山からの供給を代替する機能となり、国際的な需給の逼迫や供給障害等が発生した場合、安定供給確保に対する補完的貢献となる。 ・技術を有することが生産国の貿易政策や供給調整に対する牽制となる。
最終処分場延命効果	以下の最終処分場延命効果あり。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 679m³/年（回収率 10%） ・ 2,037 m³/年（回収率 30%） （使用済小型家電 9 品目の最終処分場残余容量に占める割合は一年分で 0.0024%）	
有害物質環境影響改善効果		<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型家電のプリント基板には、ハザード情報に基づき注意が必要とされたベリリウム、クロム、アンチモン等、水銀以外の全ての元素が、数百 ppm～パーセントオーダーで含有されており、小型家電のプリント基板、部品・部位及びそれらの中間処理産物を対象とした溶出試験でもカドミウム、鉛、砒素、水銀については、一部の分析対象から一定量が検出されている。現状では小型家電は一般廃棄物として最終処分場に埋立処分されているが、リサイクルシステムが構築された場合には、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（作業環境における人体への有害物質の曝露量の減少等）が期待される。
有害物質健康影響改善効果		
地球環境改善効果		<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用済小型家電のリサイクルにより天然資源使用量を削減することで、TMR（関与物質総量）の削減や温室効果ガス排出量の削減等の効果が期待される。

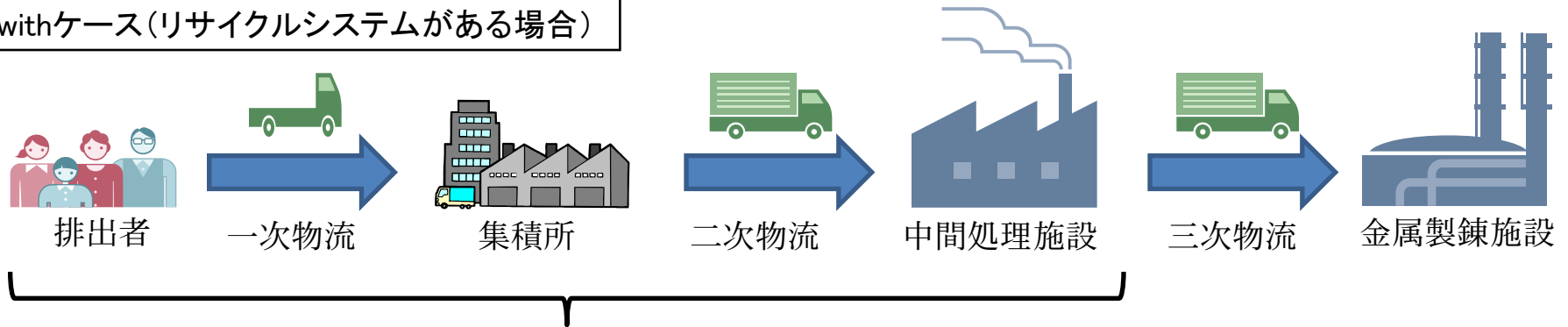
費用便益分析（アプローチ①）

withoutケース（リサイクルシステムがない場合）



リサイクルシステムがない場合の調達コスト＝鉱石価格＋輸送費用

withケース（リサイクルシステムがある場合）

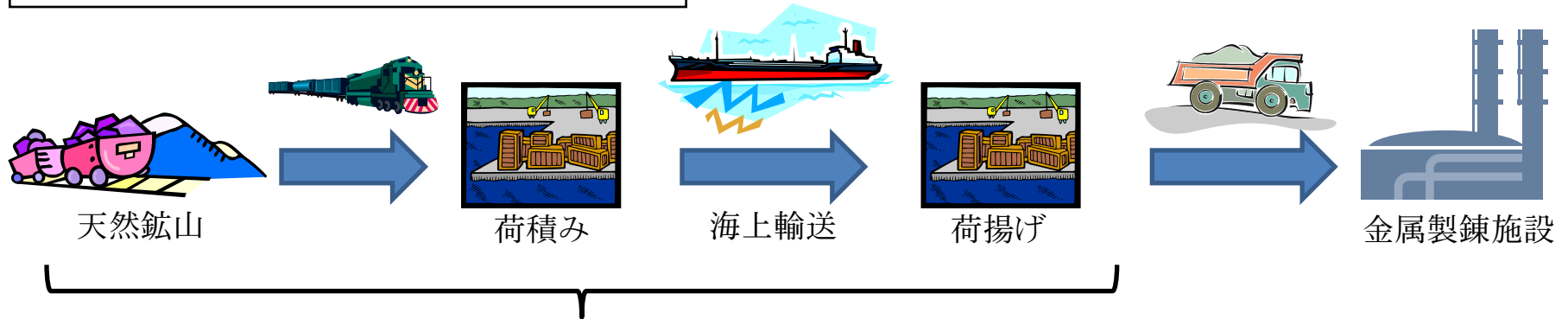


リサイクルシステムがある場合の調達コスト＝静脈物流費用＋中間処理費用

便益＝（withoutケースの調達コスト－withケースの調達コスト）＋その他便益
費用＝初期投資（ボックス・ステーション設置費、周知費用等）

金属資源の調達コスト

withoutケース(リサイクルシステムがない場合)



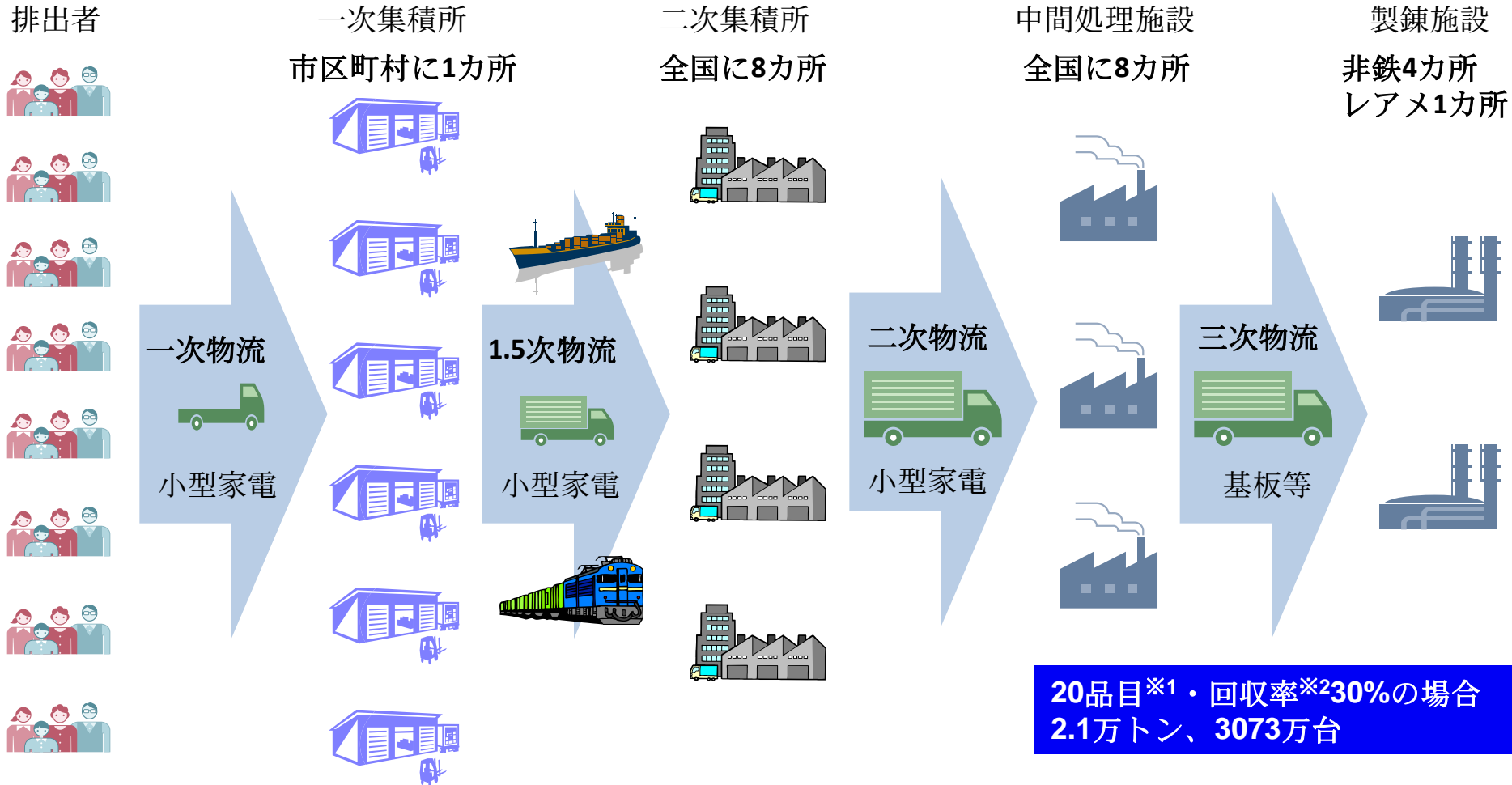
リサイクルシステムがない場合の調達コスト＝鉱石価格＋輸送費用

- 貿易統計※では輸入についてはCIF価格で計上。
- CIF価格とは Cost(価格)とInsurance(保険料)とFreight(運賃)の三要素から構成される価格。
- 輸出業者が貨物を荷揚げ地の港(輸入港)で荷揚げするまでの費用(輸出梱包費、輸出通関費、運賃、船荷保険料等)を負担し、荷揚げした以降の費用は輸入業者が負担するという取引条件。

⇒ 貿易統計から有用金属の調達コストを把握可能

※貿易の実態を正確に把握し各国の外国貿易との比較を容易にすることにより、国及び公共機関の経済政策並びに私企業の経済活動の資料に資することを目的として、条約(経済統計に関する国際条約議定書及び附属書並びに1928年12月14日にジュネーブで署名された経済統計に関する国際条約に関する議定書及び附属書(昭和27年条約第19号))及び関税法(昭和29年法律第61号)に基づき作成されているいわゆる業務統計。品目分類は「国際統一商品分類」(HS)に準拠して作成された輸出(入)統計品目表(昭和62年大蔵省告示第94号)に拠っている。輸出については、FOB価格(本船渡し価格)、輸入については、CIF価格(保険料・運賃込み価格)で計上。

静脈物流体系



**20品目※1・回収率※230%の場合
 2.1万トン、3073万台**

※1 ここではレアメタル研究会で経済性評価の対象とした9品目と9品目の半分の品位を有した仮想の11品目を対象とした

※2 回収率: 潜在的回収可能台数(既存統計の出荷量を用いて平均使用年数に基づき排出されると仮定することで求めた台数)のうち回収されリサイクルに回る率

村上委員モデル(参考①)
 を用いて計算

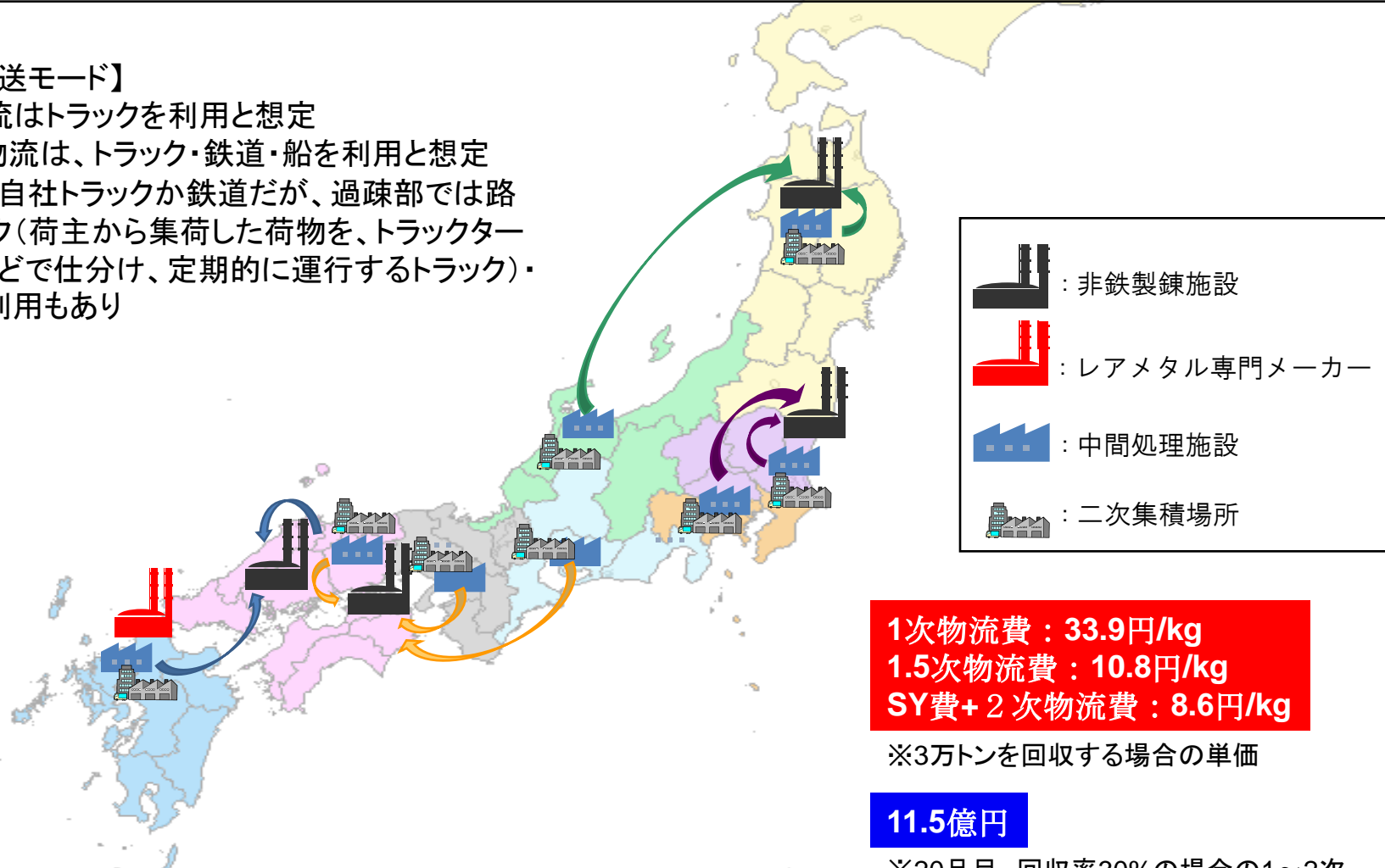
環境省モデル(参考②)
 で計算

静脈物流の考え方

- 最も厳しい(B/Cが小さくなる)条件として、全国から回収することを想定。例えば、離島など過疎地域を除けば単位重量あたりの輸送コストは低減する(感度分析的に別途計算を実施予定)。
- 中間処理施設での受入ロット確保により中間処理コストが削減できること、現実的に貴金属・非鉄用の施設を有する中間処理業者は多くないことから、地域ブロック毎に1箇所の中間処理施設で処理することを想定。

【利用輸送モード】

- ・1次物流はトラックを利用と想定
- ・1.5次物流は、トラック・鉄道・船を利用と想定
- ・基本は自社トラックか鉄道だが、過疎部では路線トラック(荷主から集荷した荷物を、トラックターミナルなどで仕分け、定期的に運行するトラック)・宅配の利用もあり



1次物流費：33.9円/kg
1.5次物流費：10.8円/kg
SY費+2次物流費：8.6円/kg

※3万トンを回収する場合の単価

11.5億円

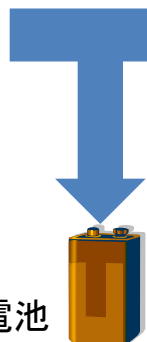
※20品目、回収率30%の場合の1~2次物流までの合計

中間処理費用の考え方

シナリオ① (withケース: 特定部位・部品の選別なし)



小型電気電子機器



前処理(二次電池の取り外し等)

手作業

1,007円/h^{※1}

6.4億円



機械破碎

合計20.8億円

※20品目、回収率30%の場合

20円/kg^{※2}

11.5億円



中間処理成果物
(ミックスメタル)

※1 平成21年賃金構造基本統計調査(R88廃棄物処理業)に基づき設定

※2 中間処理業者へのヒアリングに基づき設定

シナリオ② (withケース: 特定部位・部品の選別あり)



小型電気電子機器



二次電池

1,007円/h^{※1}

6.4億円



手解体
+機械破碎

1,007円/h^{※1}

46億円

合計58.9億円

※20品目、回収率30%の場合



中間処理成果物
(基板、モーター等)

調達コストの比較（試算）

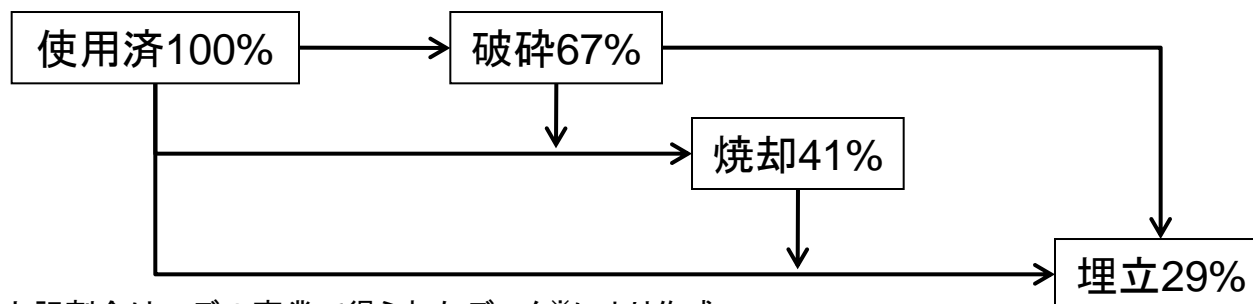
金属	回収方法	withoutケース (右枠は輸入形態)		withケース シナリオ①	withケース シナリオ②
Cu(銅)	製錬施設で主産物として回収	728円/kg	鉱石	432円/kg	662円/kg
Pb(鉛)	製錬施設で主産物として回収	363円/kg	鉱石	174円/kg	267円/kg
Zn(亜鉛)	製錬施設で主産物として回収	121円/kg	鉱石	172円/kg	263円/kg
Fe(鉄)	製錬施設で主産物として回収	37円/kg	くず	17円/kg	26円/kg
Al(アルミニウム)	製錬施設で主産物として回収	35円/kg	くず	86円/kg	132円/kg
Au(金)	製錬施設で副産物として回収	3,523,076円/kg	金属	2,449,442円/kg	3,751,197円/kg
Ag(銀)	製錬施設で副産物として回収	56,577円/kg	金属	37,446円/kg	57,347円/kg
Pd(パラジウム)	製錬施設で副産物として回収	1,612,587円/kg	金属	993,249円/kg	1,521,111円/kg
Sb(アンチモン)	製錬施設で副産物として回収	912円/kg	金属	541円/kg	829円/kg
Bi(ビスマス)	製錬施設で副産物として回収	1,719円/kg	金属	1,241円/kg	1,901円/kg
W(タングステン)	レアメタル専門メーカーで回収	3,812円/kg	金属	—	6,031円/kg
Ta(タンタル)	レアメタル専門メーカーで回収	28,948円/kg	金属	—	55,532円/kg
Nd(ネオジム)	レアメタル専門メーカーで回収	3,679円/kg	金属	—	6,679円/kg
Co(コバルト)	レアメタル専門メーカーで回収	3,560円/kg	金属	—	6,463円/kg
合計(20品目回収率30%の場合)	W,Ta,Nd,Coは回収せず→ W,Ta,Nd,Coも回収→	45.4億円 67.1億円		32.2億円	74.4億円

↑
貿易統計から計算
(参考③)

↑ ↑
静脈物流コストと中間処理費用の合計を按分
(参考④)

最終処分コスト削減便益の試算

最終処分コスト削減便益＝埋立処分コスト等削減便益＋薬剤処理コスト削減便益



上記割合はモデル事業で得られたデータ※により作成

※ 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P.3-17

破碎処理コスト削減＝破碎処理量(67%)×破碎処理単価36円/kg
焼却処理コスト削減＝焼却処理量(41%)×焼却処理単価23円/kg
埋立処分コスト削減＝埋立処分量(29%)×埋立処分単価22円/kg

合計が埋立処分コスト等削減便益

※処理・処分単価は処理・処分単価を公表しているモデル事業実施自治体の平均値を採用

8.4億円

※20品目、回収率30%の場合

薬剤処理コスト削減＝小型電気電子機器由来の飛灰発生量(kg)×薬剤処理単価(円/kg)※1

※1 5,000円/鉛kg

薬剤処理コスト削減＝焼却回避小型電気電子機器重量×削減原単位(円/kg)※2

※2 T市の実績では55.6万円/トン

0.3～48.5億円

※20品目、回収率30%の場合

どちらかの方法で薬剤処理コスト削減便益が算出可能(参考⑤)

金属資源の安定供給効果（便益）の試算

- 有用金属の供給障害が生じた場合に、小型電気電子機器のリサイクルによる有用金属の供給によりどの程度の効果・便益をもたらすかを計算するもの。
- リサイクルにより有用金属が供給されることで回復される生産額が効果、回復される総付加価値額が便益となる。ただし、供給された有用金属は小型電気電子機器に使用されるものとする。
- 供給障害が起きる確率を乗じることで、年間当たりの効果・便益の期待値が計算される。

供給障害一回あたりのリサイクルにより回復できる効果・便益（参考⑥）

レアメタル研究会で有用金属の含有量を把握した、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プレーヤーの9品目に加え、オーディオ、カーオーディオ、その他中品位品を対象として試算

(a) 小型電気電子機器のリサイクルにより得られる有用金属の量（回収率30%の場合）
金：943kg 銀：7,445kg パラジウム：154kgなど

(b) (a)で得られた有用金属により回復する小型電気電子機器の台数
携帯電話816万台、デジカメ214万台、DVDプレーヤー115万台 など

(c) 回復する生産額（効果）（(b)の台数×製品価格） 6,431億円／回

(d) 回復する付加価値額（便益）（(c)×付加価値率） 2,088億円／回

供給障害の発生確率の踏まえた年当たりの効果・便益（参考⑦）

既往文献を参考に、「20年間のうちに1回の供給量に対する8.5%以上の供給障害が発生する確率（ニッケルの場合）」を用いると6.61%となり、年間の発生確率に置き換えると0.33%。

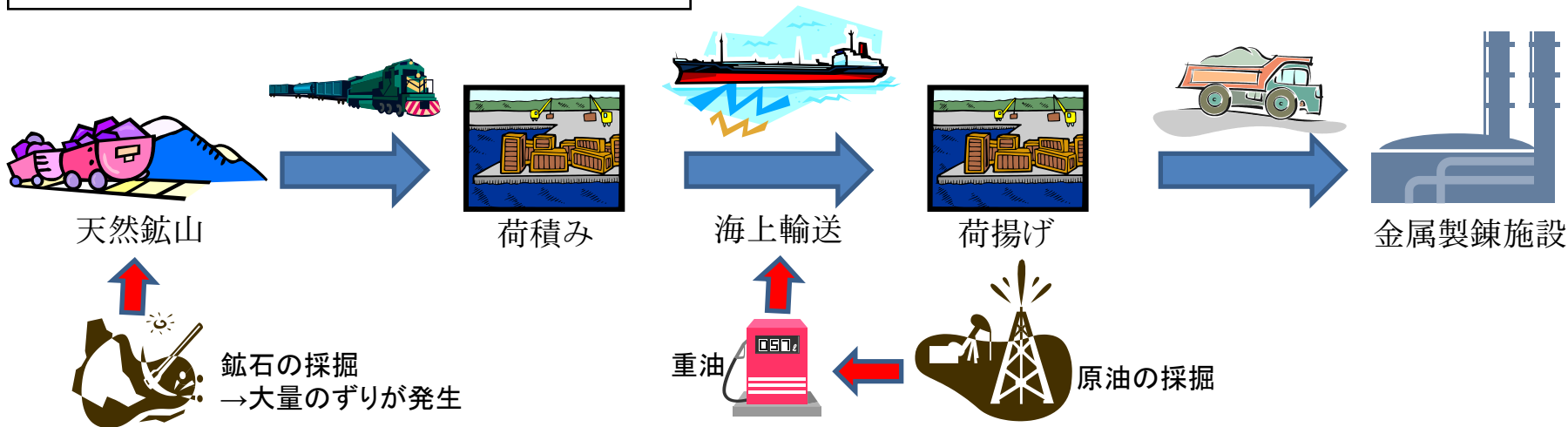
安定供給効果は、(c)×(d)×0.33%=21(7)億円／年（なお、発生確率の考え方は精査が必要）

TMR削減効果の試算

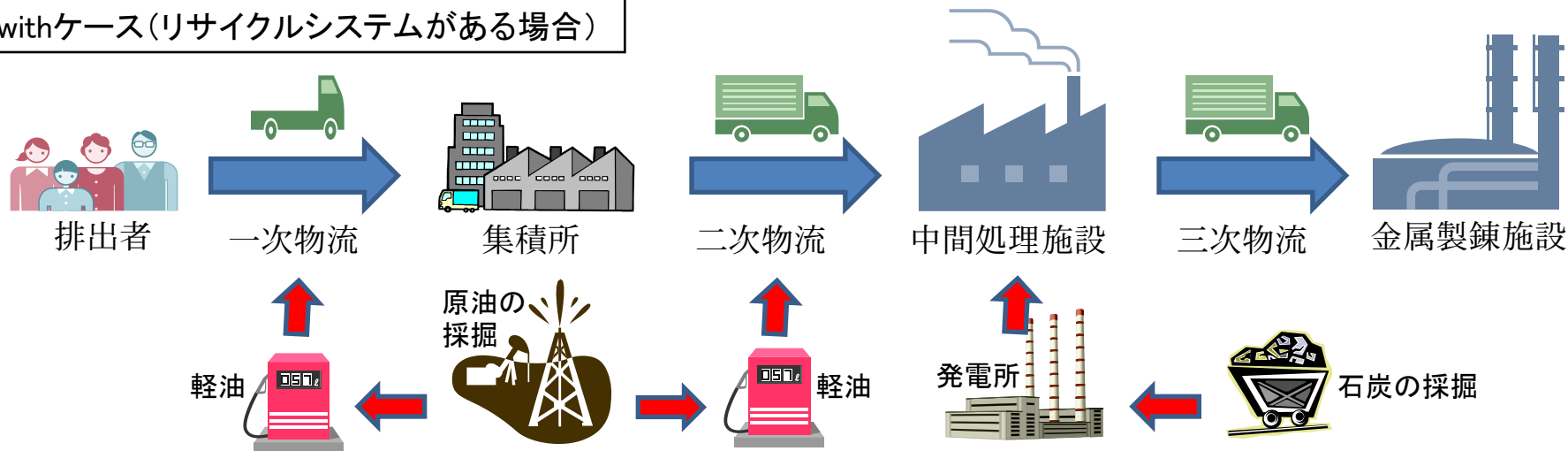
●TMR(関与物質総量)とは、人類が資源採取にあたって一旦地球に与えた環境負荷。第2次循環型社会形成推進基本計画(平成20年3月25日閣議決定)でモニタリング指標として設定されている。

● $TMR = \Sigma(\text{直接投入物質質量}) + \Sigma(\text{間接投入物質質量}) + \Sigma(\text{隠れた物質フロー量})$

withoutケース(リサイクルシステムがない場合)



withケース(リサイクルシステムがある場合)



TMR削減効果の試算

- withoutケース(リサイクルせずに天然鉱石から金属を製錬するケース)のTMRとwithケース(リサイクルにより金属を製錬するケース)のTMRの差から、TMR削減効果を算出。
- withoutケースでは、withケースのリサイクルにより得られる有用金属の量と同等の量を、鉱山から採取すると想定。withケースでは鉱山から資源を回収する必要がなくなるため、約60~80万トンのTMR削減効果が得られる。
- 現在は、単位がトンの定量的効果であるが、貨幣換算して便益として計上することも検討中。

プロセス	20品目・回収率30%・シナリオ①	20品目・回収率30%・シナリオ②
資源採取	602,900トン	892,500トン
海上輸送	1,280トン	1,339トン
一次物流	-647トン	-647トン
二~三次物流	-330トン	-330トン
中間処理	-6,937トン	-8,299トン
金属製錬	-11,173トン	-83,028トン
最終処分	60トン	74トン
合計	585,153トン	801,610トン

※マイナス(赤字部分)は天然鉱石から金属を製錬する場合には生じないTMR

費用便益分析の試算結果

社会的便益

【便益】

シナリオ	調達コスト削減便益	最終処分コスト削減便益	小計	社会的便益			合計
				金属の安定供給便益	TMR削減便益	その他の便益	
20品目・回収率30%・シナリオ①	13億円	9億円 (57億円)	22億円 (70億円)	7億円	貨幣換算 検討中	?	29億円+α (77億円+α)
20品目・回収率30%・シナリオ②	-7億円	9億円 (57億円)	1.4億円 (50億円)	7億円	貨幣換算 検討中	?	8億円+α (57億円+α)

【費用】

費用項目	費用	備考
コンテナ準備費用	5.0億円	耐用年数5年
ボックス準備費用	14.2億円	耐用年数10年
広報費用	3.9億円	初年度のみ
合計	23.1億円	

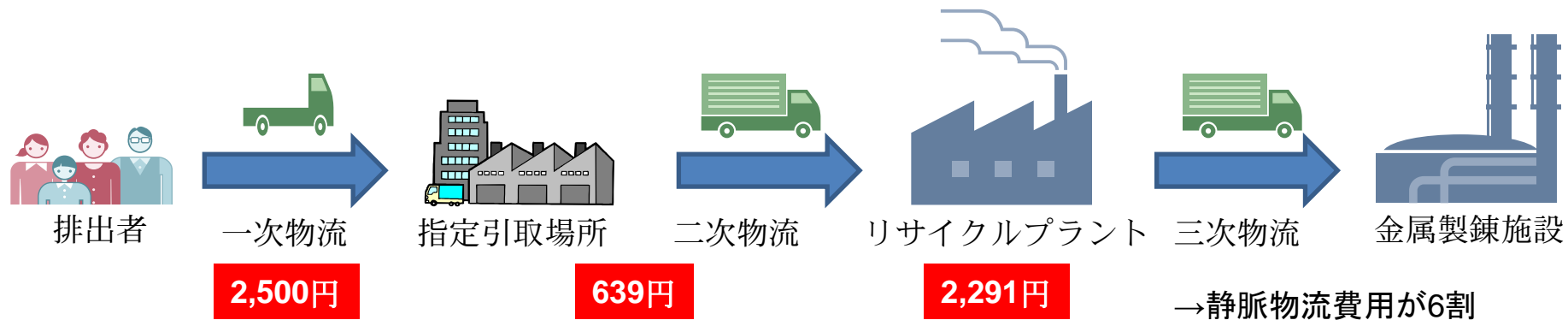
- ・総便益の括弧内の数字は最終処分コスト削減便益が最大の場合
- ・金属の安定供給効果については、レアメタルの供給障害の発生確率が高いと想定され、本来であればシナリオ②のほうが大きくなるため、精査が必要
- ・TMRは貨幣換算の可能性について検討する予定
- ・制度の内容次第では、管理費用等を加算する必要がある

【費用便益比】

シナリオ	総便益 (20年分)	総費用 (20年分)	B/C
20品目・回収率30%・シナリオ①	298億円 (953億円)	41億円	7.2 (23)
20品目・回収率30%・シナリオ②	20億円 (730億円)	41億円	0.48 (18)

- ・総便益の括弧内の数字は最終処分コスト削減便益が最大の場合
- ・計算期間20年、社会的割引率4%で計算(参考⑨)
- ・便益は調達コスト削減便益、最終処分コスト削減便益のみを計上している

家電リサイクル法に関する試算



リサイクルシステムがある場合の調達コスト＝静脈物流費用＋中間処理費用

調達コストの比較(参考⑩)

金属	回収方法	withoutケースの調達コスト		withケースの調達コスト
Cu(銅)	製錬施設で主産物として回収	728円/kg	鉱石	2,280円/kg
Fe(鉄)	製錬施設で主産物として回収	37円/kg	くず	116円/kg
Al(アルミニウム)	製錬施設で主産物として回収	35円/kg	くず	110円/kg
Au(金)	製錬施設で副産物として回収	3,523,076円/kg	金属	11,030,980円/kg
Ag(銀)	製錬施設で副産物として回収	56,577円/kg	金属	177,146円/kg
鉄・非鉄混合物	—	36円/kg	—	113円/kg
プラスチック	—	20円/kg	—	63円/kg
合計		286億円		951億円

家電リサイクル法に関する試算

最終処分コスト削減便益(参考⑪)

	(トン)	(トン)	(百万円)
	再商品化重量	埋立処分回避重量	最終処分費用削減額
鉄	176,518	95,987	2,112
銅	19,272	19,272	424
アルミニウム	11,631	11,631	256
非鉄・鉄など混合物	64,111	64,111	1,410
ブラウン管ガラス	137,644	137,644	3,028
その他の有価物(プラ等)	127,695	19,154	421
再商品化合計重量	536,871	347,800	7,652

フロン回収に伴う便益(参考⑫)

		(トン)	(トン)	(百万円)
		回収重量	CO2換算	貨幣換算
冷媒フロン	エアコン	1,304	2,217,041	6,409
	冷蔵庫・冷凍庫	320	716,499	2,071
	洗濯機・衣類乾燥機	1	1,101	3
断熱材フロン	冷蔵庫・冷凍庫	544	593,060	1,714
合計		2,168	3,527,702	10,198

家電リサイクル法に関する試算

$$\text{便益} = (\text{withoutケースの調達コスト} - \text{withケースの調達コスト}) + \text{その他便益}$$

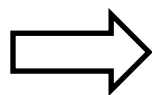
$$= 239\text{億円} - 951\text{億円}$$

$$= \underline{-712\text{億円}} \text{が調達コスト削減便益}$$

このうちの
最終処分コスト削減便益
が77億円
フロン回収に伴う便益
が102億円

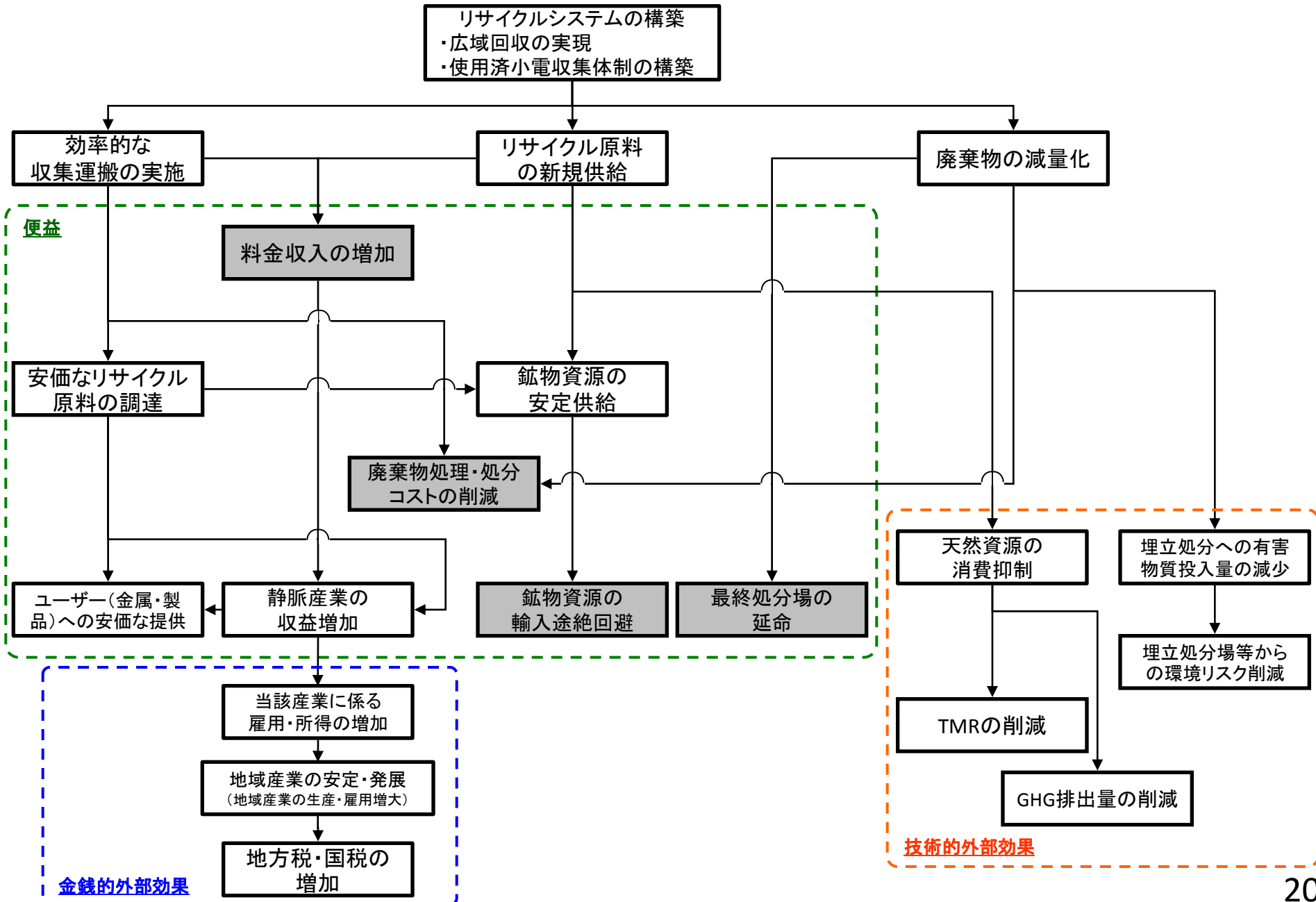
	調達コスト削減便益	最終処分コスト削減便益	小計	フロン回収に伴う便益	その他便益	合計
【参考】小型電気電子機器(20品目・回収率30%の場合の試算)	12億円	9億円	21億円	—	?	21億円 + α
家電リサイクル法	-712億円	77億円	-635億円	102億円	?	-533億円 + α

社会的便益



法制定時に定量的な評価は行われていないが、上記以外の便益や効果が存在することを踏まえて、制度が創設されたと捉えるべき(消費者から料金徴収することでシステムの採算性を確保)

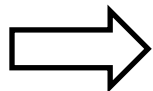
効果の波及フロー



便益帰着構成表

項目 (内訳)	主体		リサイクルシステム関係主体										間接の関係主体				合計			
	国	排出者・製品ユーザー	小型電気電子機器回収 (一次物流)		中間処理	金属回収	静脈物流	金属ユーザー		全体管理	リユース業者	不用品 回収業者	廃棄物処理業者 資源回収業者	関連企業						
			国民	事業所	地方公共団体	家電販売店	中間処理 事業者	製錬事業者	物流事業者	素材メーカー 部品メーカー					組立メーカー	管理会社 指定法人				
費用の変化																				
設備投資費					設備投資費発生(-)		設備投資費発生(-)	設備投資費発生(-)												(-)
普及啓発・広報費	普及啓発・広報費発生(-)			普及啓発・広報費発生(-)	普及啓発・広報費発生(-)	普及啓発・広報費発生(-)	普及啓発・広報費発生(-)			普及啓発・広報費発生(-)	普及啓発・広報費発生(-)									(-)
収集運搬費				収集運搬費発生(-)																(-)
輸送費										輸送費発生(-)										(-)
保管費						保管費用発生(-)				保管費用発生(-)										(-)
中間処理費						中間処理費発生(-)														(-)
有用金属回収費								金属回収費発生(-)												(-)
原材料・部品調達費							使用済小電受入(+/-)	中間処理成果物購入費発生(-)		金属調達費用削減(+)	部品調達費用削減(+)		使用済小電受入(+/-)	使用済小電受入(+/-)	使用済小電受入(+/-)					(+/-)
システム運営・管理費													管理費用(-)							(-)
料金支出		リサイクル料金支出(0/-)	廃棄物処理委託費変化(+/-)			リサイクル料金支出(0/-)	リサイクル料金支出(0/-)			リサイクル料金支出(0/-)	リサイクル料金支出(0/-)	委託料金支出発生(-)								(-)
便益の変化 (直接的便益)																				
廃棄物処理・処分コスト削減 (有害物質処理コスト削減も含む)				コスト削減(+)		コスト発生(-)	コスト発生(-)													(+)
料金収入							新たな販売機会の発生(+)	基板等売却収入増加(+)	金属売却収入増加(+)	委託料金収入発生(+)		リサイクル料金収入発生(+)								静脈産業振興に伴う売上増加(+)
(社会的便益)																				
最終処分場延命			最終処分場延命便益(+)																	(+)
鉱物資源の安定供給			金属の安定供給便益(+)																	(+)
GHG排出変化			GHG排出削減便益(+)																	(+)
(定量的効果)																				
埋立処分への有害物質投入量変化			有害物質投入量削減(+)																	(+)
TMRの変化			TMR削減(+)																	(+)
(定性的効果)																				
埋立処分場等からの環境リスク変化			環境リスク削減(+)																	(+)
雇用・所得 の変化																				
雇用創出による所得の変化			所得の増加(+)				賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)	賃金支出の増加(-)					賃金支出の増加(-)
補助金の変化		補助金(-)						補助金(+)	補助金(+)											0
税金の変化		法人税(+) 所得税(+)	所得税(-)		法人住民税(+) 所得税(+)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)	法人税(-) 法人住民税(-)								法人税(-) 法人住民税(-)
合計			(+)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)	0	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

凡例: + 便益の増加 - 便益の減少 +/- 増加も減少もあり得る場合 -/0 減少またはゼロの場合



制度を創設する場合には、マクロな分析だけではなく、各関係者にどのような便益が帰着するか、どの費用を負担すべきかを踏まえた役割分担、費用負担の議論が必要

参考① 村上委員モデル

参考

- 本シミュレーションモデルは、一般廃棄物の収集・運搬を概算するモデルであるGrid City Model ※の単純化の手法を活かしつつ、より実態に近づけるよう、工夫が施されている。具体的には、自治体の形状や、人口分布の偏りなど各自治体固有の特性を考慮すべく、国勢調査による人口のメッシュデータを利用したものである。下表に示すようなパラメータを入力することで、1年間の収集に必要な車の台数、移動距離、作業時間などが出力される。
- 本経済性評価では、これまでのモデル事業実施自治体での実態を踏まえたパラメータを入力し、その出力結果に基づき使用済小型家電回収コストを試算している。
- 「村上他：地理的特性を考慮した収集・運搬費用算定モデル：廃棄物学会論文誌 Vol. 19(3), pp.225-234, 2008」参照

【シミュレーションモデルにて入力するパラメータ】

	項目	単位
Cap	収集車積載容量	m3
Dens	かさ密度	kg/m3
Vst	排出地点間の移動速度	km/h
Vb	拠点_収集ブロック間往復移動速度	km/h
Tst	ステーションでの作業準備時間	sec/ステーション
Tb	拠点での積み下ろし時間	sec
Sst	積み込み作業速度	kg/sec
Hmax	1日最大労働時間	H
D	1週間の稼働日数	日/週間
Fr	各種ごみの収集頻度	日/週間
G	発生原単位	kg/人/費
HHst	ステーションあたりの世帯数	世帯/ステーション
Phh	世帯あたり人数	人/世帯
	収集拠点の3次メッシュコード	

【シミュレーション結果からコストを試算する際に用いたデータ】

項目	データ	単位
アイドリング時の燃費	0.00036	L/sec
ブロック内走行時燃費	0.58800	L/km
ブロック_施設間走行時燃費	0.16	L/km
燃料単価	105	円/L
人件費単価	10,000,000	円/人
平ボディ車購入費	35,500,000	円
車両償却期間	7	年

※ M. Ishikawa: A Logic Model for Post-Consumer Waste Recycling, Journal of Packaging Science & Technology, Vol. 5, No. 2, pp. 119-130 (1996)

参考① 村上委員モデル

参考

- シミュレーションモデルより算出したモデル地域の使用済小型家電回収コスト原単位を用いて、自治体規模別の人口比に基づき日本全国に拡大推計。

$$\begin{aligned}
 \text{使用済小型家電回収コスト} &= \left(\text{小規模自治体における回収見込量} + \text{中規模自治体における回収見込量} \times 1/2 \right) \times \text{ステーション回収コスト原単位} \\
 &+ \left(\text{中規模自治体における回収見込量} \times 1/2 + \text{大規模自治体における回収見込量} \right) \times \text{ボックス回収コスト原単位}
 \end{aligned}$$

<自治体の規模別人口>

	小規模(人口5万人未満)	中規模(人口5～30万人)	大規模(人口30万人以上)
人口 人	26,126,048	48,510,710	53,131,236

※ 平成17年度国勢調査より

<20品目・回収率30%の小型家電回収見込量>

	小規模(人口5万人未満)	中規模(人口5～30万人)	大規模(人口30万人以上)
回収見込量 トン/年	4,357	8,090	8,860

<20品目・回収率30%の小型家電回収コスト原単位(シミュレーションモデルより算出)>

		小規模(人口5万人未満)	中規模(人口5～30万人)	大規模(人口30万人以上)
ステーション回収※1	燃料費 円/kg	0.13	0.25	—
	人件費 円/kg	—	71	46
ボックス回収※2	燃料費 円/kg	—	2.19	1.96
	人件費 円/kg	—	71	46

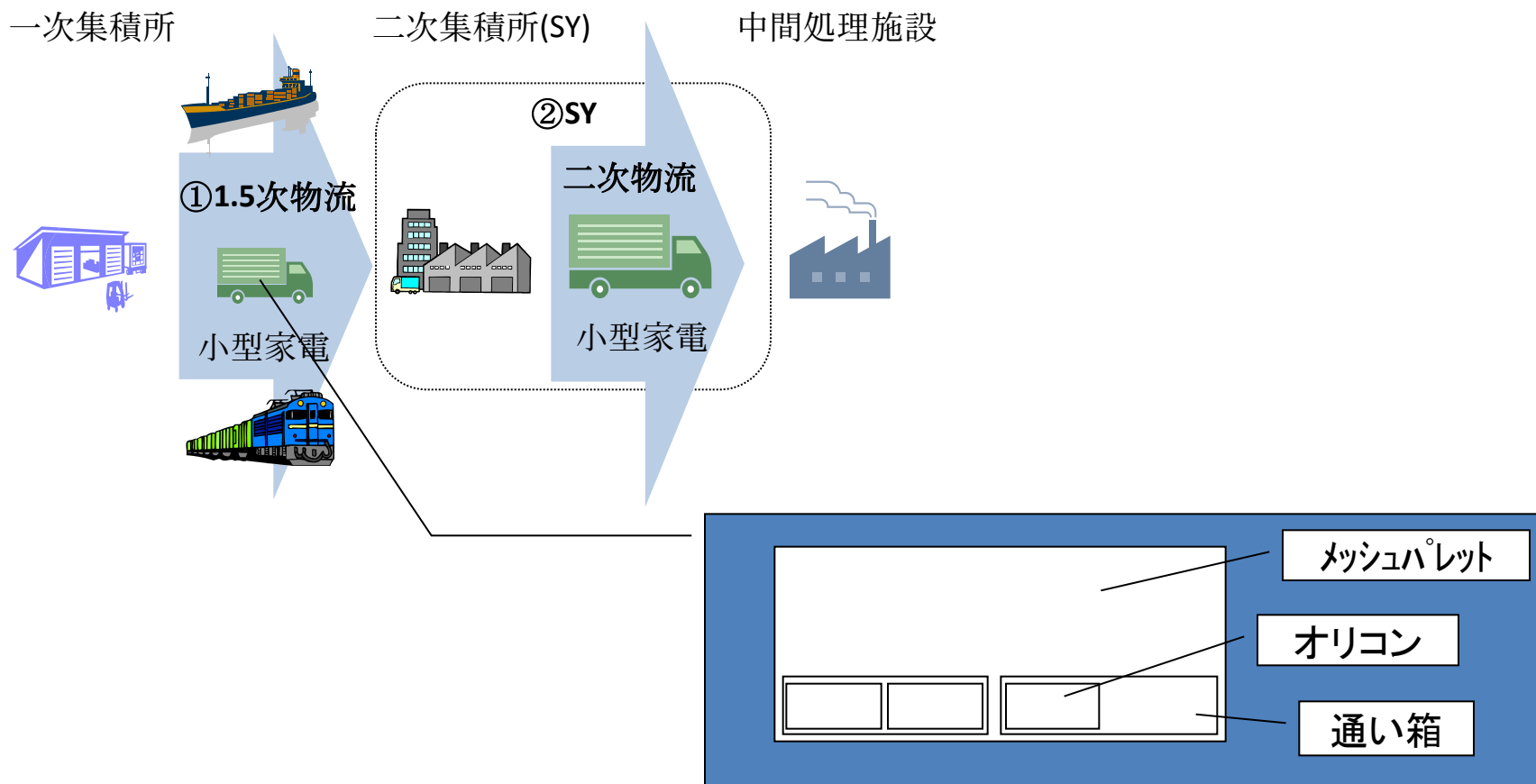
※1 ステーション回収は、資源ごみ回収と同時に回収するため、燃料費のみを考慮(混載対象となるごみと比較すると使用済小型家電の重量は小さいため、人件費の占める割合は非常に小さくなる。)

※2 ボックス回収は、小型家電専用回収車にて回収するため、燃料費、人件費を考慮

参考② 環境省モデル（概要）

参考

- 環境省モデルの対象とする費用を、I. 1.5次物流にかかる費用、II. 二次集積所(SY)等に係る費用に区分。
- 小型家電をメッシュパレットに積載。10トントラックの場合、16のメッシュパレットを積載。
- 必要に応じてオリコン・通い箱を使用するが今回の検討では、オリコン・通い箱の費用は対象外。



- 一次集積所から二次集積所(以下、SY)までの輸送を1.5次物流と定義
- トラック、鉄道・船、路線トラック・宅配便のいずれかの手段で輸送。

輸送手段	地域	輸送方法
①トラック	一次集積所からSYまでの距離が近い場合 (②鉄道・船よりも、①トラックの方が低コストな場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・4トン～14トン車を使用(取扱量より使用するトラックを決定) ・1回/月以上の集荷。 ・ルート回収が基本(取扱量が多い場合は、ピストン輸送)
②鉄道・船	一次集積所からSYまでの距離が遠い場合 (①トラックよりも、②鉄道・船の方が低コストな場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・コンテナ又は車単位によるピストン輸送 ・1回/年以上の輸送。 ・集荷駅近郊にサブSYを設ける(返送用のメッシュパレットの管理のため)
③路線トラック	遠隔地において①②の輸送が非効率と判断される場合	<ul style="list-style-type: none"> ・メッシュパレット単位で輸送
③宅配	遠隔地・離島において①②③の輸送が非効率と判断される場合	<ul style="list-style-type: none"> ・30kg/1梱包として、段ボールを輸送

距離

- 一次集積所は該当市町村の基準地点とする
- SYは、全国に8カ所を設定
- 一次集積所からSYまでの距離は、営業キロ程及び距離計算ソフトを使用して算出
- 同一市町村内における一次集積所・SY・港・貨物駅については、基準地点より10kmと設定
- 一般道にて検討
(ただし、運転及び作業時間合計が1運行当り16時間を超える場合、高速道路・フェリーを使用)

速度

- 都市部と地方に区分し、以下のとおり速度を設定。

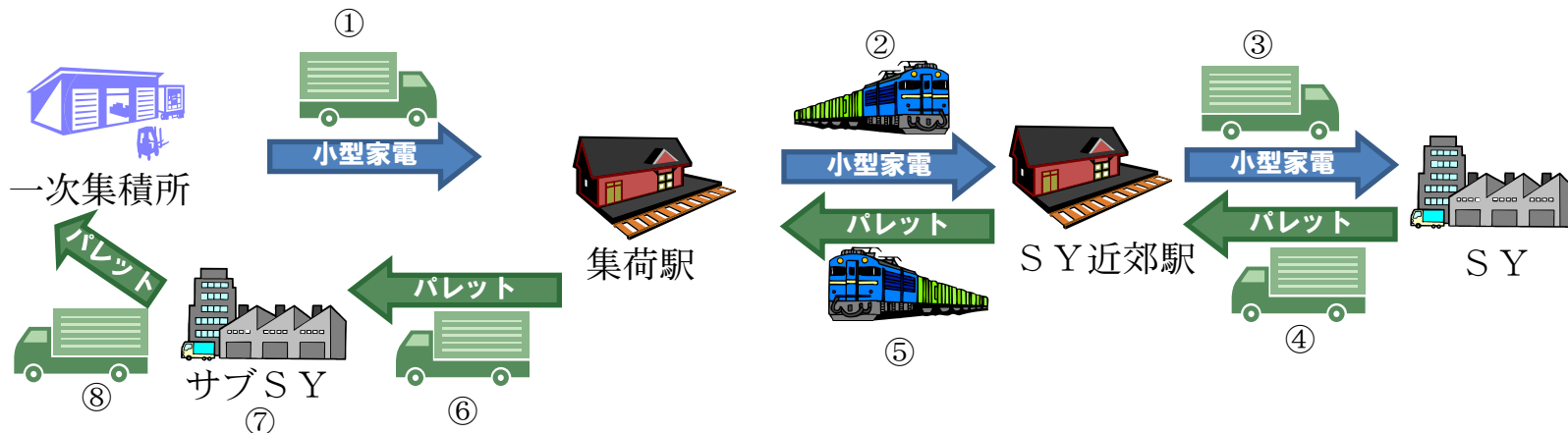
集荷エリア	SY～1ヶ所目の一次集積所	ルート配送	最終の一次集積所～SY
都市部	35km/h	30km/h	35km/h
地方	45km/h	40km/h	45km/h

都市部：札幌市内・宮城・関東・東海・近畿（和歌山除く）・山陽（岡山・広島・山口）・福岡・沖縄

地方：北海道（札幌除く）・東北（宮城除く）・新潟・長野・山梨・北陸・山陰・四国・九州（福岡除く）

適用単価

- 平成11年関東運輸局制定距離制許可運賃



対象とする費用

以下の①～⑧にかかる費用を積算

小型家電輸送	一次集積所→集荷駅	①トラックによる輸送
	集荷駅→SY近郊駅	②鉄道による輸送
	SY近郊駅→SY	③トラックによる輸送
メッシュパレット返送 ※メッシュパレット本数×20%と設定 (返送時はパレットを折りたたむため)	SY→SY近郊駅	④トラックによる輸送
	SY近郊駅→集荷駅	⑤鉄道による輸送
	集荷駅→サブSY	⑥トラックによる輸送
	サブSY	⑦パレットの管理
	サブSY→一次集積所	⑧トラックによる輸送

適用単価

- 日本貨物鉄道(株)標準運賃

- SY費には、二次集積所にかかる費用（倉庫費、作業費）、資材費、二次物流費が含まれる。

SY費内訳	内容	単価(円/kg)
倉庫費	・倉庫の賃借料	1.4
作業費	・入庫・出庫に係る作業費 ・検品に係る作業費(数量確認程度を想定)	3.1
資材費	・メッシュパレットの費用 ・段ボールの費用(路線トラック・宅配便使用の場合) ・オリコン・通い箱は今回の試算では対象外	1.9
二次物流費	・SYから中間処理施設までの輸送費用 ・20トン車にて輸送 ・距離・速度・単価の設定は、1.5次物流と同様	2.2
合計		8.6

参考③ withoutケースの調達コストの算定

参考

- シナリオ①、②のそれぞれについて、以下の算定式に基づきwithoutケースの調達コストを算定。
withケースの回収金属量(kg) × 貿易統計に基づく有用金属の調達コスト(円/kg)。
- 貿易統計に基づく有用金属の調達コストは以下の値を使用。

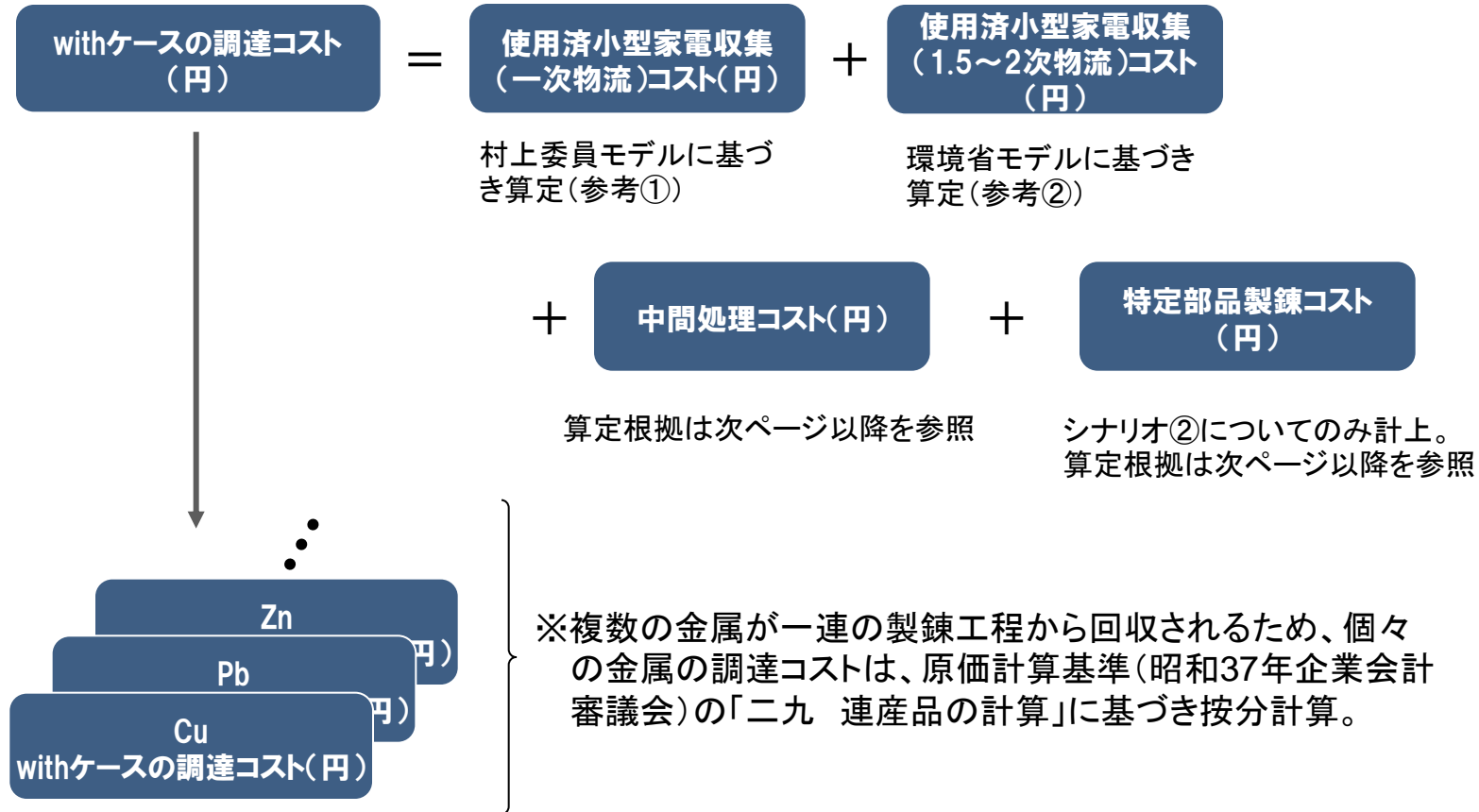
金属	貿易統計データ(2009年度)(a)	想定品位(b)	調達コスト(a/b)	
Cu(銅)	銅鉱(精鉱を含む)	204円/kg	28%	728円/kg
Pb(鉛)	鉛鉱(精鉱を含む)	210円/kg	58%	363円/kg
Zn(亜鉛)	亜鉛鉱(精鉱を含む)	62円/kg	51%	121円/kg
Fe(鉄)	鉄鋼のくず(切削くず及び打抜きくず(束ねてあるかないかを問わない。))	37円/kg	100%	37円/kg
Al(アルミニウム)	アルミニウムのくず	35円/kg	100%	35円/kg
Au(金)	金(その他の形状のもの(加工していないものに限る。))	3,523,076円/kg	100%	3,523,076円/kg
Ag(銀)	銀(加工していないもの)	56,577円/kg	100%	56,577円/kg
Pd(パラジウム)	パラジウムの加工していないもの、粉、棒、型材、板、シート、ストリップ、その他	1,612,587円/kg	100%	1,612,587円/kg
Sb(アンチモン)	アンチモン及びその製品(くずを含む。)	912円/kg	100%	912円/kg
Bi(ビスマス)	ビスマス及びその製品(くずを含む。)	1,719円/kg	100%	1,719円/kg
W(タングステン)	タングステン及びその製品(くずを含む。)	3,812円/kg	100%	3,812円/kg
Ta(タンタル)	タンタル及びその製品(くずを含む。)	28,948円/kg	100%	28,948円/kg
Nd(ネオジム)	希土類金属、スカンジウム及びイットリウム(これらの相互の混合物又は合金にしてあるかないかを問わない。)	3,679円/kg	100%	3,679円/kg
Co(コバルト)	コバルトのマット、塊、粉、その他コバルト製錬の中間生産物	3,560円/kg	100%	3,560円/kg

※ 想定品位はJOGMEC「鉱物資源マテリアル・フロー」等に基づく

参考④ withケースの調達コストの算定

参考

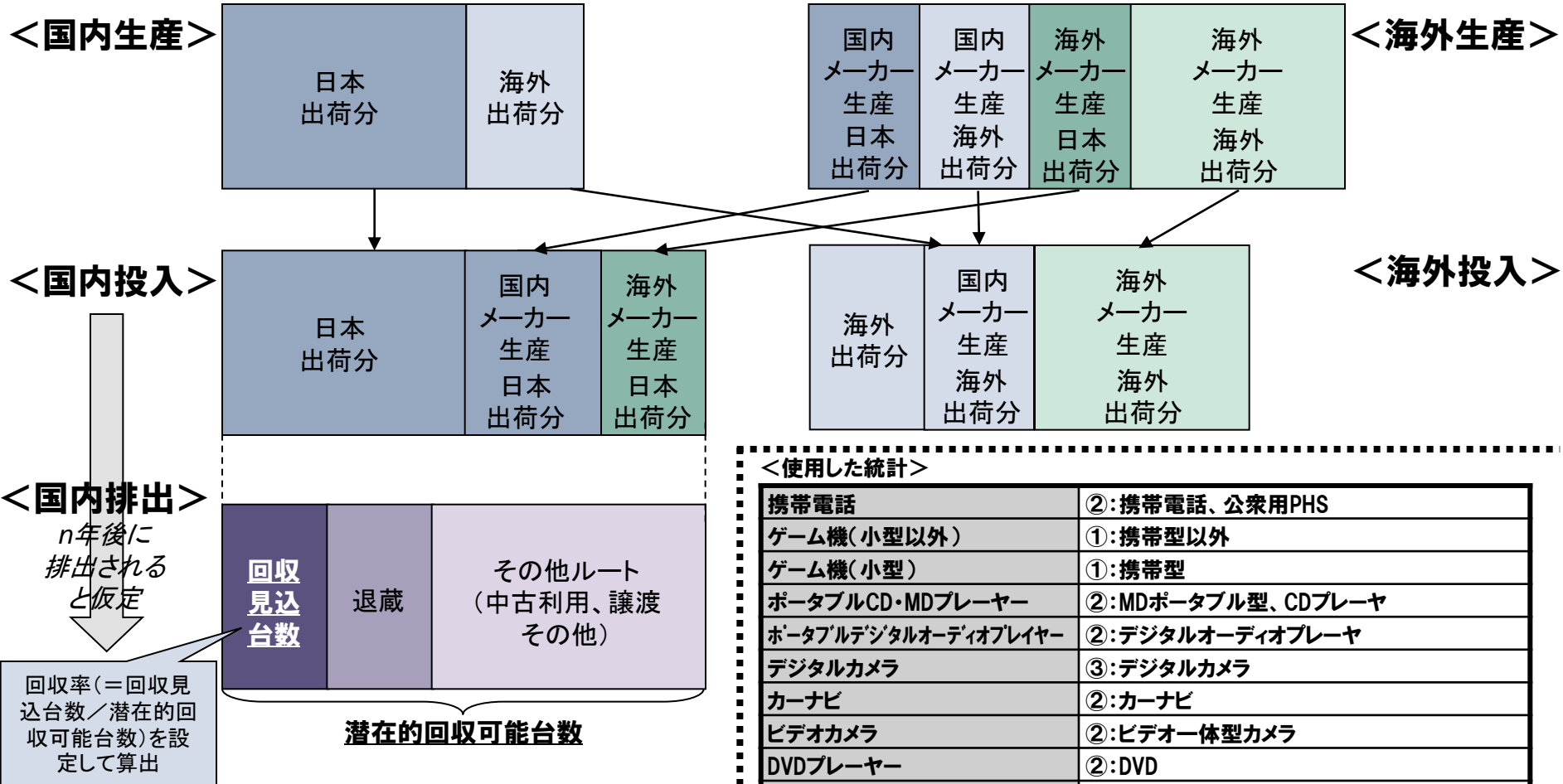
- ケース①、②のそれぞれについて、以下の算定式に基づきwithケースの調達コストを算定。
- 個々の金属の調達コストは原価計算基準に基づき按分計算。



参考④ withケースの調達コストの算定 潜在的回収可能台数・回収見込量の考え方

参考

- 国内生産、海外生産をパターン分けし、国内に投入される小型家電を特定。
- 国内投入量＝業界統計における国内出荷量と考え、国内投入量を推定。
- 小型家電がn年後に排出される(例えば、平均使用年数が3年の製品については、2011年の潜在的回収可能台数は2008年の国内投入量となる)と仮定し、潜在的回収可能台数を推定。



<使用した統計>

携帯電話	②:携帯電話、公衆用PHS
ゲーム機(小型以外)	①:携帯型以外
ゲーム機(小型)	①:携帯型
ポータブルCD・MDプレーヤー	②:MDポータブル型、CDプレーヤー
ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	②:デジタルオーディオプレーヤー
デジタルカメラ	③:デジタルカメラ
カーナビ	②:カーナビ
ビデオカメラ	②:ビデオ一体型カメラ
DVDプレーヤー	②:DVD
オーディオ	②:ステレオセット
カーオーディオ	②:カーDVD、カーステレオ、カーCDプレーヤー、カーMD、カーアンブ
その他	②:ビデオテープレコーダ(セット)、④:電子辞書

【統計出典】

- ①(社)コンピュータエンターテインメント協会:ゲーム白書
- ②(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
- ③一般社団法人カメラ映像機器工業会:統計(総出荷(日本向け))
- ④社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会:統計:国内出荷実績

参考④ withケースの調達コストの算定 潜在的回収可能台数・回収見込量

参考

- 比較的有用金属含有濃度が高いと想定される以下の製品を対象に2011年の潜在的回収可能台数を推計。その30%を回収見込量とした。特定部品として、携帯電話の偏心モーター、マイクスピーカーを選定。
- 中間処理過程に投入する各部位の金属含有量は下表の通り。

製品	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	オーディオ	カーオーディオ	その他	合計		
	基板	偏心モーター	マイクスピーカー	基板	基板	基板	基板	基板	基板	基板	基板	基板	基板	基板			
潜在的 回収 可能 台数	製品台数 (千台)	42,003			3,050	10,540	819	6,657	10,988	3,505	1,495	5,932	1,722	8,489	7,242	102,442	
	製品重量 (kg・台)	4,950,882			3,211,041	3,541,107	153,971	1,251,505	3,892,786	1,627,467	2,120,409	6,511,076	19,148,640	10,017,020	14,598,287	71,024,191	
	部品重量 (kg・台)	1,251,689	43,683	615,344	1,447,042	890,630	20,561	54,144	456,368	1,118,095	225,895	2,159,248	2,013,879	1,018,680	1,517,887	12,833,145	
回収見 込量	製品台数 (千台)	12,601			915	3,162	246	1,997	3,296	1,052	449	1,780	517	2,547	2,173	30,733	
	製品重量 (kg・台)	1,485,264			963,312	1,062,332	46,191	375,452	1,167,836	488,240	636,123	1,953,323	5,744,592	3,005,106	4,379,486	21,307,257	
	部品重量 (kg・台)	375,507	13,105	184,603	434,113	267,189	6,168	16,243	136,910	335,429	67,768	647,774	604,164	305,604	455,366	3,849,943	
	金属含有 量 (kg)	Co	202	22	545	43	63	1	2	22	101	12	81	60	67	64	1,286
		Pd	141	0	2	14	21	1	2	26	43	57	23	0	18	9	356
		In	24	0	31	14	10	0	3	18	34	8	34	60	20	40	296
		Sb	285	0	55	1,412	685	8	7	246	215	128	916	1,027	611	820	6,415
		Nd	1,003	308	5,454	217	80	1	0	46	134	55	109	0	18	9	7,436
		Dy	21	0	327	7	5	1	2	8	34	4	27	0	0	0	436
		Ta	1,052	0	7	280	162	32	17	1,114	470	585	618	302	1	152	4,790
		W	878	7,852	1,527	38	91	0	3	95	67	39	116	121	2	62	10,891
		Bi	155	0	50	167	15	4	3	26	67	22	84	60	43	52	749
		Al	5,648	19	9,162	18,668	8,048	294	225	3,737	20,495	2,114	35,702	36,250	3,667	19,980	164,007
		Fe	13,254	4,538	133,074	38,230	14,161	279	1,584	8,650	34,096	5,290	27,762	18,125	14,058	16,108	329,209
Cu		123,915	1,180	26,179	79,369	44,033	1,490	4,811	33,948	51,757	13,034	124,521	92,135	64,177	78,239	738,786	
Zn		2,447	2	12,217	4,513	1,929	93	90	1,281	4,428	940	13,529	5,075	11,919	8,506	66,968	
Ag	3,103	84	349	386	1,401	24	56	954	641	601	1,334	1,631	73	853	11,489		
Au	547	0	37	117	68	4	16	108	39	38	95	242	16	129	1,455		
Pb	4,822	0	633	5,995	6,696	67	6	2,208	2,418	1,809	9,633	1,148	6,723	3,940	46,099		

※この潜在的回収可能台数は、2011年における潜在的回収可能台数であり、毎年、この台数が排出されることを示すものではない。

※回収量＝潜在的回収可能台数×回収率(30%と仮定)

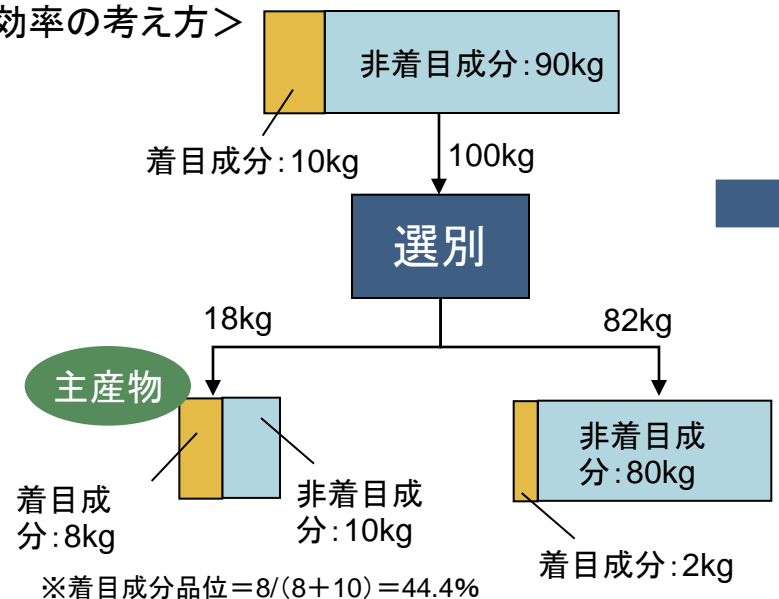
※製品の金属含有量は、平成22年度使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会とりまとめに記載の基板・特定部品分析データや既往文献の分析データに基づく。その他については、オーディオ・カーオーディオの平均値を採用。

参考④ withケースの調達コストの算定 中間処理段階の設定（中間処理における金属の分配濃縮状況）

参考

- 中間処理における金属の分配濃縮状況については、有識者へのヒアリング等に基づき中間処理フローをモデル化した上で、中間処理を構成する各プロセスの「分離効率」を仮定し、算定を行った。
- 選別工程における「分離効率」とは、以下の式で表すことができる。
主産物における着目成分の分配率－非着目成分の分配率
- 分離効率については、対象物の内容、粒度、着目成分、装置の種類、分離条件等により大きく変わらるものである。その設定にあたっては、モデル事業における中間処理の実績に基づき標準的な分離効率を設定することが想定されるが、1)各自治体で装置の種類や各種条件が非常に多岐に亘っており、標準的なプロセスの設定が困難であること、2)モデル事業において採用された中間処理は技術開発の途上であり、モデル事業での実績データをもって評価することで中間処理の分離効率を過少に評価する可能性が高いことから、モデル事業実績に基づく分離効率の設定は困難であると考えられる。
- 上記のような理由から、ここでは、有識者へのヒアリング等に基づき、本来、装置や対象物、選別条件によって変わる分離効率を、便宜上、一定の数値に固定（手選別の分離効率100%、基板の機械選別の分離効率70%、その他の機械選別の分離効率50%）した上、回収された産物中に含有する着目成分の品位を、実際の選別データに基づいて産物毎に定め、選別工程における物質収支をモデル化した。

<分離効率の考え方>

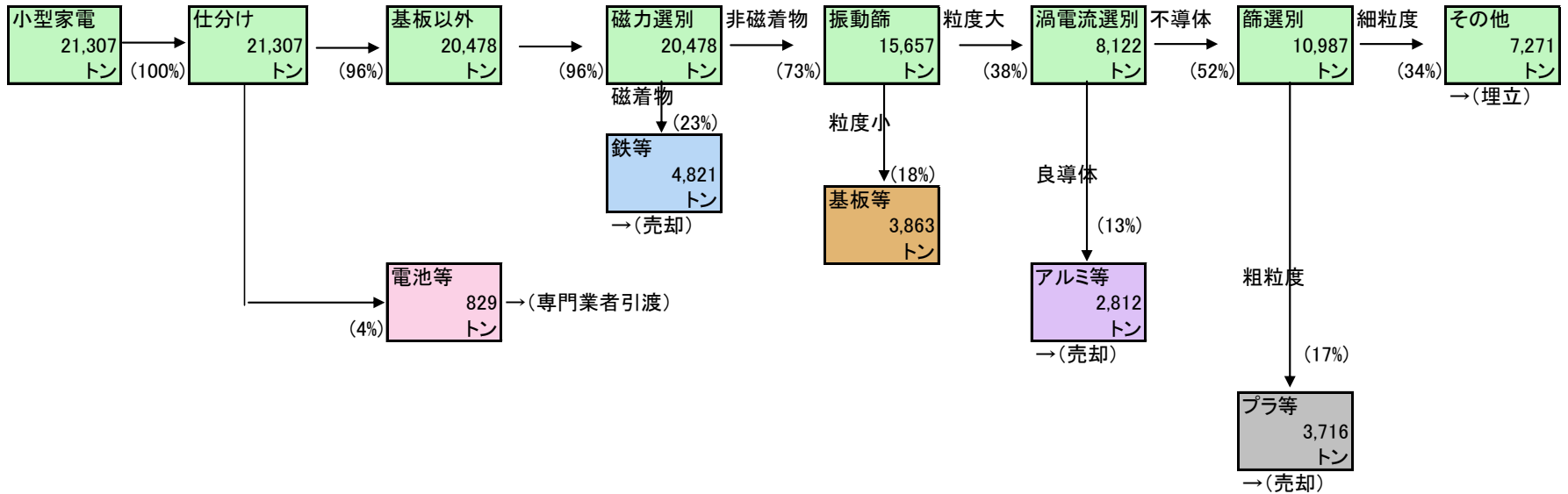


$$\begin{aligned}
 \text{分離効率} &= \text{主産物における着目成分の分配率} \\
 &\quad - \text{非着目成分の分配率} \\
 &= 8/10 - 10/90 \\
 &= 0.80 - 0.111 \\
 &= 68.9(\%)
 \end{aligned}$$

参考④ withケースの調達コストの算定 中間処理段階の設定（シナリオ①（特定部位・部品の選別なし））

参考

- 手作業により電池を取り外し。
- 残りのものについて、磁力選別、渦電流選別、篩選別を行い、基板等、鉄等、アルミ等、プラスチック等を選別し、残りは埋立処分すると想定。



※ ()は重量の分配率を示す。分配率は、分離効率を便宜上、一定の数値に固定(手選別100%、基板等の機械選別70%、その他の機械選別50%)した上、回収された産物中に含有する着目成分の品位を、実際の選別データに基づいて産物毎に定め、選別工程における物質収支をモデル化して設定。

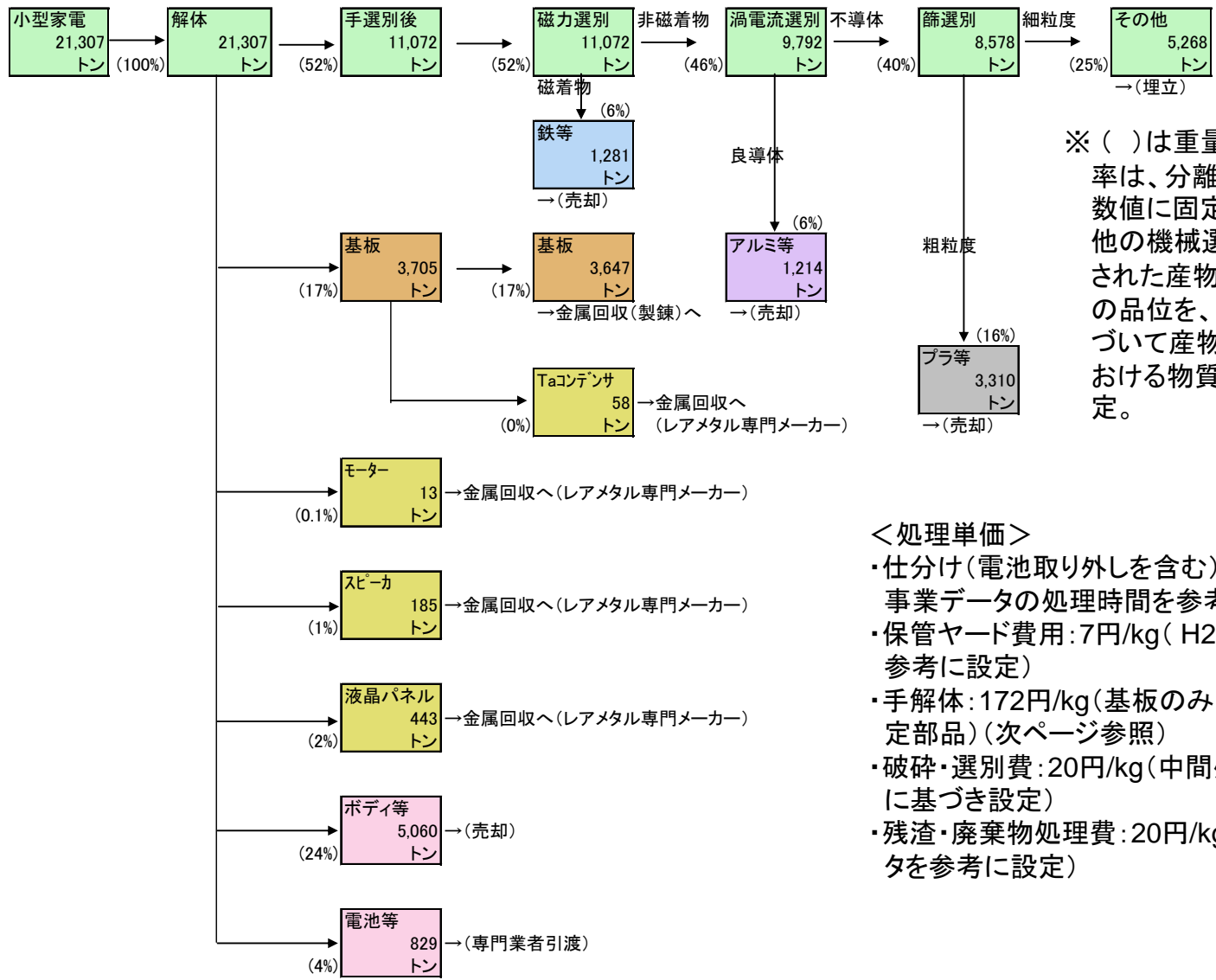
<処理単価>

- ・仕分け(電池取り外しを含む): 30円/kg (H22モデル事業データの処理時間を参考に設定)
- ・保管ヤード費用: 7円/kg (H21モデル事業データを参考に設定)
- ・破碎・選別費: 20円/kg (中間処理事業者ヒアリングに基づき設定)
- ・残渣・廃棄物処理費: 20円/kg (H21モデル事業データを参考に設定)

参考④ withケースの調達コストの算定 中間処理段階の設定（シナリオ②（特定部位・部品の選別あり））

参考

- 手解体・手選別で基板、特定部品、ボディ等（金属）を選別し売却。
- 残りのものについて、磁力選別、渦電流選別、篩選別を行い、鉄等、アルミ等、プラスチック等を選別し、残りは埋立処分すると想定。



※ ()は重量の分配率を示す。分配率は、分離効率を便宜上、一定の数値に固定(手選別100%、その他の機械選別50%)した上、回収された産物中に含有する着目成分の品位を、実際の選別データに基づいて産物毎に定め、選別工程における物質収支をモデル化して設定。

- <処理単価>
- ・仕分け(電池取り外しを含む): 30円/kg (H22モデル事業データの処理時間を参考に設定)
 - ・保管ヤード費用: 7円/kg (H21モデル事業データを参考に設定)
 - ・手解体: 172円/kg(基板のみ)、248円/kg(基板+特定部品)(次ページ参照)
 - ・破碎・選別費: 20円/kg(中間処理事業者ヒアリングに基づき設定)
 - ・残渣・廃棄物処理費: 20円/kg (H21モデル事業データを参考に設定)

参考④ withケースの調達コストの算定 中間処理段階の設定（手分解コストの設定）

参考

- 手分解コストは以下のとおり使用済小型家電の解体時間、中間処理業者賃金単価に基づき設定した。

$$\text{使用済小型家電手分解コスト} = \sum \left(\text{使用済小型家電の解体時間} \times \text{中間処理業者賃金単価} \times \text{回収見込台数} \right)$$

<各使用済小型家電の解体時間>

品目	解体レベル	解体時間 ^{※1} 分
携帯電話	基板まで	3.3
	特定部品まで	4.9
ゲーム機(小型以外)	基板まで	8.5
ゲーム機(小型)	基板まで	1.3
	特定部品まで	1.9
ポータブルCD・MDプレーヤー	基板まで	1.5
ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	基板まで	1.5
	特定部品まで	2.3
デジタルカメラ	基板まで	4.3
	特定部品まで	6.5
カーナビ	基板まで	3.5
	特定部品まで	5.3
ビデオカメラ	基板まで	3.5
DVDプレーヤー	基板まで	3.5
	特定部品まで	5.3

<中間処理業者賃金単価>

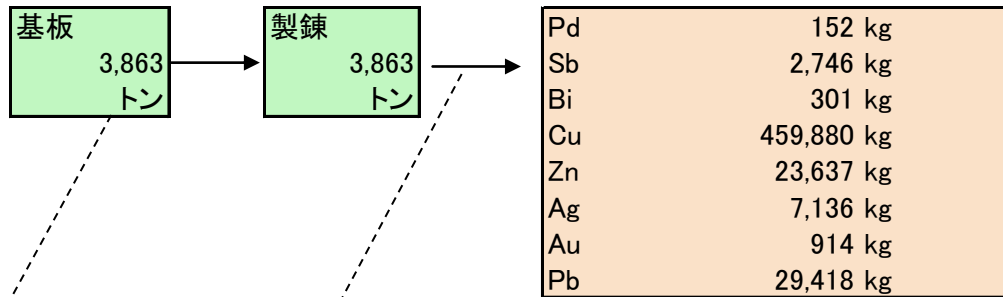
1,007円/h^{※2}

- ※1 モデル事業における各使用済小型家電の平均解体時間の半分と設定(熟練した作業者が手分解するものと仮定)。特定部品までの解体は基板までの解体時間の1.5倍を要すると仮定
- ※2 平成21年賃金構造基本統計調査(短時間労働者の年齢階級別1時間当たり所定内給与額及び年間賞与その他特別給与額(Rサービス業(他に分類されないもの)))に基づき設定

参考④ withケースの調達コストの算定 シナリオ①（特定部位・部品の選別なし）の回収金属量

参考

- 中間処理で得られた基板は製錬において金属回収。
- 製錬では銅、亜鉛等と併せて貴金属、一部のレアメタルを回収すると想定。



採取率
Cu・Pb・Au・Ag : 90%
Zn・Pd・Sb・Bi : 60%

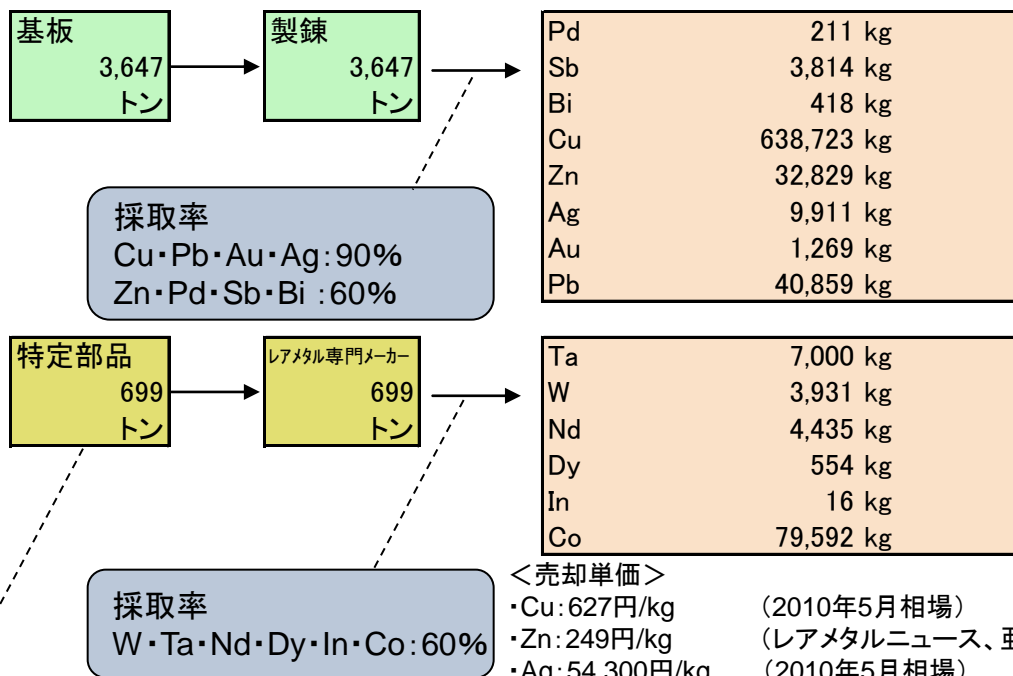
- <売却単価>
- ・Cu: 627円/kg (2010年5月相場)
 - ・Zn: 249円/kg (レアメタルニュース、亜鉛、2009年3月末)
 - ・Ag: 54,300円/kg (2010年5月相場)
 - ・Au: 3,551,860円/kg (2010年5月相場)
 - ・Pb: 253円/kg (レアメタルニュース、鉛、2010年3月末)
 - ・Pd: 1,440,280円/kg (2010年5月相場)
 - ・Bi: 1,800円/kg (レアメタルニュース、ビスマス99.99%、2010年3月末)

基板中の金属含有量(kg)

	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	オーディオ	カーオーディ オ	その他中品 位品	合計
基板回収重量	266,579	312,561	192,376	4,441	11,695	98,576	241,509	48,793	466,398	434,998	220,035	327,864	2,625,823
含有量													
Pd	100	10	15	1	1	19	31	41	16	0	13	6	253
In	17	10	7	0	2	13	24	6	24	43	14	29	191
Sb	202	1,017	493	6	5	177	155	92	660	739	440	590	4,576
Nd	712	156	58	1	0	33	97	40	78	0	13	7	1,195
Dy	15	5	4	0	1	6	24	3	20	0	0	0	78
Ta	747	202	117	23	12	802	338	421	445	217	0	109	3,434
W	624	27	65	0	2	68	48	28	83	87	2	44	1,080
Bi	110	120	11	3	2	19	48	16	60	43	31	37	502
Al	4,009	13,441	5,794	212	162	2,691	14,756	1,522	25,705	26,100	2,640	14,385	111,418
Fe	9,409	27,525	10,196	201	1,141	6,228	24,549	3,809	19,988	13,050	10,122	11,598	137,816
Cu	87,969	57,146	31,704	1,073	3,464	24,442	37,265	9,384	89,655	66,337	46,207	56,332	510,978
Zn	1,737	3,249	1,389	67	65	922	3,188	677	9,741	3,654	8,581	6,124	39,395
Ag	2,203	278	1,008	17	40	687	461	432	961	1,174	53	614	7,929
Au	388	85	49	3	11	78	28	27	68	174	11	93	1,015
Pb	3,423	4,317	4,821	48	4	1,590	1,741	1,303	6,936	826	4,841	2,837	32,687
その他回収重量	70,795	40,937	55,483	2,405	18,240	68,782	8,921	22,235	69,327	366,365	216,836	291,910	1,232,235

参考④ withケースの調達コストの算定 シナリオ②（特定部位・部品の選別あり）の回収金属量

- 中間処理で得られた基板は製錬において金属回収。
- 製錬では銅、亜鉛等と併せて貴金属、一部のレアメタルを回収すると想定。
- 特定部品はレアメタル専門メーカーに渡されて、レアメタルが回収されると想定。



<売却単価>

- ・Cu: 627円/kg (2010年5月相場)
- ・Zn: 249円/kg (レアメタルニュース、亜鉛、2009年3月末)
- ・Ag: 54,300円/kg (2010年5月相場)
- ・Au: 3,551,860円/kg (2010年5月相場)
- ・Pb: 253円/kg (レアメタルニュース、鉛、2010年3月末)
- ・Pd: 1,440,280円/kg (2010年5月相場)
- ・Bi: 1,800円/kg (レアメタルニュース、ビスマス99.99%、2010年3月末)
- ・Ta: 155,000円/kg (貿易統計(タンタルの塊(単に焼結して得た棒を含む。))及び粉)の2010年度平均値)
- ・W: 3,322円/kg (貿易統計(タングステン粉)の2010年度平均値)
- ・Nd: 3,679円/kg (貿易統計(希土類金属、スカンジウム及びイットリウム(これらの相互の混合物又は合金にしてあるかないかを問わない。))の2010年度平均値)
- ・Dy: 3,679円/kg (貿易統計(希土類金属、スカンジウム及びイットリウム(これらの相互の混合物又は合金にしてあるかないかを問わない。))の2010年度平均値)
- ・Co: 3,560円/kg (貿易統計(コバルトのマット、塊、粉、その他コバルト製錬の中間生産物)の2010年度平均値)

特定部品中の着目金属含有量(kg)

	回収量 (kg)	ターゲット金属含有率	ターゲット金属含有量 (kg)
タンタルコンデンサ	58,337	Ta 20%	11,667
モーター	13,105	W 50%	6,552
スピーカ	184,790	Nd 4%	7,392
		Dy 0.5%	924
液晶パネル	443,008	In 0.006%	27
二次電池	829,083	Co 16.0%	132,653

参考④ withケースの調達コストの算定 特定部品製錬コストの設定

参考

- 金属回収のコストは把握できなかったため、収益×(1-利益率)で費用を逆算。
- 非鉄製錬業者の利益率は以下の非鉄製錬4社のH18~H19の平均利益率に基づき設定。
- (4社の営業利益合計/4社の売上高合計)で利益率を算定。
- 特定部品の製錬についても、同様の利益率と仮定。回収金属価格と想定利益率より、製錬コストを算定。
- 調達コストには、原料購入額を控除した値を製錬コストとして加算。

単位:百万円

		H18.4~H19.3	H19.4~H20.3
A社	売上高	680,438	799,695
	営業利益	33,395	46,053
B社	売上高	113,564	142,120
	営業利益	10,998	12,582
C社	売上高	887,036	999,515
	営業利益	45,139	33,914
D社	売上高	276,601	272,226
	営業利益	25,122	22,487

出典:非鉄製錬4社の有価証券報告書

非鉄製錬業者の利益率:5.5%

- 20品目・回収率30%の場合について、シナリオ①、②の調達コスト削減便益を試算した結果は以下のとおり。

表 調達コスト削減便益試算結果(20品目・回収率30%)

	シナリオ①(特定部位・部品の選別なし)	シナリオ②(特定部位・部品の選別あり)
調達費用削減便益	1,201	-857
withoutケース調達コスト	4,412	6,582
一次物流費用	-723	-723
1.5~2次物流費用※	-413	-422
中間処理費用	-2,075	-5,892
特定レアメタル製錬費用	—	-402

※シナリオ②については、中間処理施設からレアメタル専門メーカーへの輸送費を含む

<算定方法1:飛灰中の鉛量に基づく試算>

$$\text{薬剤処理コスト削減便益 (円)} = \text{withケースで減少する飛灰中の鉛量 (鉛kg)} \times \text{飛灰中の鉛量当たりの薬剤処理単価 (円/鉛kg)}$$

- ※専門家へのヒアリングを踏まえ、以下の仮定に基づき5,000円/鉛kgと設定
- ・鉛と銅の含有量の比が常に一定(鉛に対するキレート剤必要量は銅と鉛の含有量の合計に依存するため)
- ・焼却飛灰中の鉛含有量: 2000 mg-Pb/kg-飛灰
- ・焼却飛灰へのキレート剤添加率: 0.05 kg-キレート剤/kg-飛灰
- ・キレート剤単価 : 200 円/kg-キレート剤

$$\text{withケースで減少する飛灰中の鉛量 (kg)} = \text{焼却回避小型電気電子機器重量 (kg)} \times \text{小型家電中の鉛量 (鉛kg/kg)} \times \text{焼却時における飛灰への分配率}$$

※20品目・回収率30%の場合の小型家電量に、焼却比率(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P.3-17)を乗じて設定

※対象品目の組成データを用いて算定

※H市における実測データに基づき設定(32.8%)

<算定方法2:自治体のコスト削減実績に基づく試算>

$$\text{薬剤処理コスト削減便益 (円)} = \text{焼却回避小型電気電子機器重量 (トン)} \times \text{単位焼却量当たりの薬剤処理単価 (円/トン)}$$

※20品目・回収率30%の場合の小型家電量に、焼却比率(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P.3-17)を乗じて設定

※T市における削減実績(薬剤コスト削減総額÷ピックアップした小型電気電子機器量)に基づき設定(55.6万円/トン)

参考⑥ 安定供給効果

参考

(a) 潜在的回収見込量と回収可能な有用金属の量の推計

	潜在的回収見込含有量[kg/年](潜在的回収可能台数×含有量)													回収率 (イ)	歩留り (ウ) =(エ)*(オ)	中間処理 歩留り (エ)	製錬歩留り (オ)	回収可能な 有用金属量 [kg/年] (ア)*(イ)*(ウ)
	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	オーディオ	カー オーディオ	その他 中品位品	合計 (ア)					
Co	2,565	144	211	2	7	75	335	39	270	201	224	213	4,287	30%	0%			0
Pd	478	45	69	5	5	86	143	189	76	0	60	30	1,187	30%	43%	72%	60%	154
In	183	46	34	1	11	59	112	27	113	201	65	133	986	30%	0%			0
Sb	1,133	4,706	2,284	26	23	819	716	427	3,054	3,424	2,037	2,733	21,382	30%	43%	72%	60%	2,771
Nd	22,551	724	267	3	0	153	447	184	363	0	61	31	24,785	30%	0%			0
Dy	1,160	22	18	2	5	26	112	14	91	0	0	0	1,449	30%	0%			0
Ta	3,528	935	540	106	58	3,714	1,565	1,950	2,060	1,007	2	505	15,968	30%	0%			0
W	34,191	127	303	2	9	316	224	131	385	403	7	205	36,302	30%	0%			0
Bi	683	556	51	15	11	86	224	75	279	201	143	172	2,497	30%	43%	72%	60%	324
Al	49,429	62,226	26,826	980	749	12,456	68,316	7,047	119,005	120,833	12,224	66,599	546,690	30%	37%	72%	52%	61,404
Fe	502,887	127,432	47,203	930	5,281	28,832	113,654	17,634	92,539	60,416	46,859	53,695	1,097,364	30%	63%	70%	90%	207,402
Cu	504,245	264,564	146,776	4,966	16,036	113,159	172,522	43,447	415,069	307,117	213,923	260,796	2,462,619	30%	65%	72%	90%	478,733
Zn	48,884	15,043	6,430	311	300	4,271	14,759	3,132	45,097	16,917	39,729	28,353	223,226	30%	43%	72%	60%	28,930
Ag	11,786	1,285	4,669	79	186	3,180	2,136	2,002	4,448	5,437	244	2,844	38,296	30%	65%	72%	90%	7,445
Au	1,946	391	228	14	52	360	131	125	316	806	52	429	4,850	30%	65%	72%	90%	943
Pb	18,181	19,985	22,319	224	20	7,361	8,062	6,030	32,111	3,826	22,411	13,133	153,664	30%	65%	72%	90%	29,872

※「その他中品位品」とは、オーディオセット、電子辞書。

シートP13の(a)

- 小型電気電子機器のリサイクルにより得られる「有用金属の量」は、潜在的な回収見込み含有量(機器1台あたりの含有量に潜在的回収可能台数を乗じることにより算定)に対して、想定する回収率(ここでは30%)と中間処理・製錬による歩留りを乗じることにより推計。
- 歩留りは、中間処理と製錬のそれぞれについて鉱種別に設定。設定に当たっては、withケースの2つのシナリオ(①特定部位・部品の選別なし、②特定部位・部品の選別あり)を想定。 ※上記はシナリオ①の場合。

参考⑥ 安定供給効果

参考

(b) 有用金属により生産可能な小型電気電子機器の台数

	回収可能な有用金属量 [kg/年]	※参考 国内需要量 [kg/年]	生産可能量[千台/年]												
			小型電気電子機器 (9品目)向け 有用金属量 [kg/年]	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	オーディオ	カー オーディオ	その他 中品位品
Co	0	4,287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pd	154	1,187	154	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	0	0	1,100
In	0	986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb	2,771	21,382	2,771	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	0	223	1,100
Nd	0	24,785	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dy	0	1,449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ta	0	15,968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	36,302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi	324	2,497	324	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	223	1,100	939
Al	61,404	546,690	61,404	4,718	343	1,184	92	748	1,234	394	168	666	193	953	813
Fe	207,402	1,097,364	207,402	7,939	576	1,992	155	1,258	2,077	662	283	1,121	325	1,604	1,369
Cu	478,733	2,462,619	478,733	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
Zn	28,930	223,226	28,930	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	223	1,100	939
Ag	7,445	38,296	7,445	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
Au	943	4,850	943	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
Pb	29,872	153,664	29,872	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408

シートP13の(b)

- 有用金属により生産可能な小型電気電子機器の台数は、(a)で推計した「回収可能な有用金属量」に基づき、機器1台あたりに必要な有用金属量(=有用金属の含有量)で割り戻して算定。
- その際、回収可能な有用金属量<国内需要量となっていれば、回収可能な有用金属量の全量が小型電気電子機器の生産に回ると想定。
- 有用金属の回収は複数の鉱種について同時に行われ、生産に用いられることから、効果の算定に当たっては最も回収量の多い鉱種の生産可能台数を用いた。(有用金属が回収されない場合は既存の金属が生産に用いられると想定。)

参考⑥ 安定供給効果

参考

(c) 回復する生産額(効果)

	生産可能 台数 〔千台/年〕 (i)	平均単価 〔円/台〕 (ii)	生産額 〔千円〕 (i)*(ii)
携帯電話	8,165	39,836	325,278
ゲーム機(小型以外)	593	30,228	17,923
ゲーム機(小型)	2,049	22,800	46,717
ポータブルCD・MDプレーヤー	159	12,662	2,016
ポータブルデジタルオーディオプレーヤー	1,294	17,461	22,597
デジタルカメラ	2,136	21,307	45,512
カーナビ	681	97,896	66,704
ビデオカメラ	291	30,341	8,818
DVDプレーヤー	1,153	38,975	44,946
オーディオ	335	19,907	6,664
カーオーディオ	1,650	17,385	28,689
その他中品位品	1,408	19,354	27,247
合計			643,111

- 生産額は、(b)で設定した生産可能台数に対して、1台あたりの平均単価を乗じることにより算定。
- 平均単価は、統計データがある品目については、年間の出荷台数と出荷額をもとに、1台あたりの平均単価として算定。なお、統計データ(出荷額)が無い場合、商品比較サイト(価格ドットコム等)による平均価格を用いた。

<統計データ等の出所>

- 機械統計〔携帯電話、ビデオカメラ、DVDプレーヤー、オーディオ、カーオーディオ、その他中品位品〕
- JEITA統計〔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〕
- カメラ映像機器工業会統計〔デジタルカメラ〕
- 家電産業ハンドブック〔カーナビ〕
- (社)ビジネス機械・情報システム産業協会資料〔その他中品位品〕
- 価格比較サイト〔ゲーム機〕

シートP13の(c)

(d) 回復する付加価値額(便益)

- 付加価値額は、(c)で算定した生産額に対して、付加価値率を乗じることにより算定。
- 付加価値率は、「平成21年工業統計表「産業編」データ(1. 産業別統計表(産業細分類別)(2) 従業者30人以上の事業所に関する統計表)」の、生産額に対する付加価値額の上乗率を用いて設定。
 - 設定に当たっては、対象品目が該当する産業分類の付加価値率をそれぞれ算定の上、平均値(32.5%)を用いた。

$$\text{付加価値額} = \text{生産額} \times \text{付加価値率} = 6,431 \text{ 億円/年} \times 32.5\% = 2,088 \text{ 億円/円}$$

シートP13の(d)

- 供給障害の発生確率については、鉱種ごとに設定する必要があるが、それらの値は現存しないことから、以下の資料に基づき設定した。
 - 「総合資源エネルギー調査会鉱業分科会 レアメタル対策部会 ー中間報告ー(案)」(平成16年6月4日、総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会)のV. 費用対効果分析

<「中間報告(案)」における供給障害の発生確率の考え方>

- シミュレーション(モンテカルロシミュレーション)により、ニッケルの供給障害が起こる確率(供給量に対して I. 5%以上の供給障害、II. 8.5%以上の供給障害の2パターン)を、期間(年数)別に算定。
- このうち、今回の費用便益分析の評価期間(20年)に該当する供給障害が起こる確率(20年間のうちに1回の供給障害が発生する確率)は、I. の場合は14.66%、II. の場合は6.61%。

<今回の試算における適用の考え方>

- 「中間報告(案)」では単一鉱種(ニッケル)を対象とした供給障害の発生確率である。実際には、16鉱種についてそれぞれ供給障害の発生確率を設定の上、「いずれか一鉱種の供給障害が発生する確率」を算定する必要があるが、今回の試算ではある単一の鉱種における供給障害が発生した場合という想定により試算を行う。
- 実際には16鉱種のうち1鉱種でも供給障害が発生すれば、生産活動が止まってしまう一方、複数の鉱種において供給障害が発生した場合であっても、ある1鉱種の供給障害が発生した場合の生産活動の損失と同じになる。(生産活動を行う上で、鉱種間での代替可能性は無いという仮定による。)
- 今回の試算に用いた鉱種で見た場合、回収率(30%)と中間処理・製錬における歩留り(43%)から、リサイクルされた有用金属の供給がカバーしうる割合(全生産量に対して占める割合)は13%となっていることから、20年間のうちに1回の供給障害が発生する確率は、II. の6.61%を適用。
- これを1年あたりの供給障害発生確率に直すと、0.33%となる。

参考⑧ TMRの算定

参考

- 小型家電排出量、リサイクルにより得られる有用金属の量は、費用便益分析の際の数値を使用。
- 鉱山からの資源採取のTMRは、物質材料研究機構のTMR係数^{※1※2}を使用して算出(プラスチックは12種の平均値)。
- 海外輸送は、輸送する鉱石の品位(費用便益分析と同様に仮定)、輸送距離^{※3※4}(第1位輸入国から輸入すると仮定。距離は各種資料よりおおよその値を仮定)、燃料消費量(中村^{※5}の推計より2.5g/t・mile)から、C重油の標準発熱量^{※6}(41.9MJ/L)、物質材料研究機構のTMR係数^{※1}(石油(燃焼):0.19t/GJ)を使用して算出。

<TMR係数>

	TMR係数(t/t)
Cu	360
Pb	28
Au	1,100,000
Ag	4,800
Zn	36
Pd	810,000
Sb	42
Bi	180
Ta	6,800
In	4,500
W	190
Nd	3,000
Dy	9,000
Co	600
Fe	8
Al	48
プラ	11

<各金属の輸入先>

	第1位輸入国	日本からの距離(マイル)
Cu	チリ	11,000
Pb	アメリカ	6,000
Au	アメリカ	6,000
Ag	アメリカ	6,000
Zn	ペルー	9,000
Pd	南アフリカ	12,000
Sb	中国	1,500
Bi	中国	1,500
Ta	アメリカ	6,000
In	韓国	800
W	中国	1,500
Nd	中国	1,500
Dy		
Co	フィンランド	5,000
Fe	オーストラリア	5,000
Al	ロシア	4,500
プラ	サウジアラビア	4,000

- ※1 NIMS-EMC材料環境情報データNo.18「概説 資源端重量」(2009)
- ※2 NIMS-EMC材料環境情報データNo.10「関与物質総量(TMR)の算定」(2006)
- ※3 JOGMEC メタルマイニング・データブック2008(金属)
- ※4 JOGMECウェブサイト(石油、2006年のデータ)
- ※5 中村重俊「銅精鉱流通の動向ー地域性および輸送面からの検証ー」(2005)
- ※6 経済産業省資源エネルギー庁 総合エネルギー統計(2007)

- 一次物流は、村上委員モデル(参考①)の燃料費(混載ありと仮定)より、燃料単価:105円/Lと仮定し、軽油の標準発熱量^{※1}(37.7MJ/L)、物質材料研究機構のTMR係数^{※2}(石油(燃焼):0.19t/GJ)を使用して算出。
- 二～三次物流は、環境省モデル(参考②)の総輸送距離(460,989km)より、燃費:10km/Lと仮定し、一次物流と同様に算出。
- 中間処理は、南埜ら^{※3}の設定した原単位、物質材料研究機構のTMR係数^{※2}(電力(OECD):1.89kg/kWh)を使用して算出。
- 金属製錬は、物質材料研究機構^{※4}、リーテム^{※5}のインベントリーデータを使用して算出。残渣は都市鉱石ズリとした。
 - 基板については焼却された後、銅の製錬プロセスにまわされ、副生成物として金、銀等が回収されると仮定(収率は費用便益分析と同様)。
 - タンタルコンデンサについては、峯田ら^{※6}のプロセスを使用。モーター、スピーカー、液晶パネルについては、リーテム^{※5}のプロセスを使用。リチウムイオン電池については、溶媒抽出と電解でコバルトを回収するプロセスを使用。
- 最終処分は、北海道大学大学院資料^{※7}より燃料使用量を計算し、一次物流と同様に算出。

※1 経済産業省資源エネルギー庁 総合エネルギー統計(2007)

※2 NIMS-EMC材料環境情報データNo.18「概説 資源端重量」(2009)

※3 南埜ら: Journal of Life Cycle Assessment, 6 (3), 251-258 (2010)

※4 NIMS-EMC材料環境情報データNo.1「金属元素の精錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査」(2003)

※5 リーテム「平成20年度レアメタル等高効率抽出・分離技術開発事業に関する報告書」

※6 峯田ら: 資源と素材, 117 (1), 284-290 (2005)

※7 北海道大学大学院工学研究科廃棄物資源工学講座廃棄物処分工学分野

「都市ごみの総合的管理を支援する評価計算システムの開発に関する研究」(1998)

参考⑨ 費用便益分析

- 計算期間20年として費用便益分析を実施。具体的には、初期投資(ステーション設置費用、ボックス設置費用、広報費用)を考慮し、社会的割引率4%として分析。
- 小型家電の回収見込量は、毎年一定(2011年の潜在的回収可能台数に回収率を乗じることで設定)として計算。
- コンテナは5年に一度、ボックスは10年に一度の頻度で更新するものと設定。広報費用は1年目に計上(これらの初期投資はこれまでのモデル事業の実績に基づき設定)。

【初期投資関連データ※1】

		単価 円/個	設置密度 人/個	設置割合 %
ステーション設置費用	コンテナ	5,915	300	50
ボックス設置費用	ボックス	88,000	5,000	100

	単価 円/個
広報費用	1,676

※1 モデル事業実績から設定。コンテナ設置割合については半数の自治体がコンテナを用いるものと仮定。

※2 広報費用はステーション・ボックスあたり。家庭系一般廃棄物の適正分別・排出については、経常的に市町村による広報が実施されており、使用済小型家電の回収の実施(分別区分の追加)による広報費用の増加は、イニシャルコストと見なした。なお、経常的経費(ランニングコスト)としての増加はあってもごく僅かと考えられる。

【計算期間20年の計算結果のイメージ】

年	年数	便益			費用				現在価値	
		調達費用 削減便益	最終処分 費用削減	合計	コンテナ準 備費用	ボックス準 備費用	周知費用	合計	便益の現 在価値	費用の現 在価値
2011	0			0				0		
2012	1	1,320	872	2,192	497	1,417	391	2,305	2,107	2,216
2013	2	1,320	872	2,192				0	2,026	0
2014	3	1,320	872	2,192				0	1,948	0
2015	4	1,320	872	2,192				0	1,873	0
2016	5	1,320	872	2,192				0	1,801	0
2017	6	1,320	872	2,192	497			497	1,732	393
2018	7	1,320	872	2,192				0	1,665	0
2019	8	1,320	872	2,192				0	1,601	0
2020	9	1,320	872	2,192				0	1,540	0
2021	10	1,320	872	2,192				0	1,481	0
2022	11	1,320	872	2,192	497	1,417		1,914	1,424	1,243
2023	12	1,320	872	2,192				0	1,369	0
2024	13	1,320	872	2,192				0	1,316	0
2025	14	1,320	872	2,192				0	1,266	0
2026	15	1,320	872	2,192				0	1,217	0
2027	16	1,320	872	2,192	497			497	1,170	265
2028	17	1,320	872	2,192				0	1,125	0
2029	18	1,320	872	2,192				0	1,082	0
2030	19	1,320	872	2,192				0	1,040	0
2031	20	1,320	872	2,192				0	1,000	0
合計		26,399	17,433	43,832	1,987	2,835	391	5,212	29,784	4,117

$$B = \sum_t \left(\frac{B_t}{(1+i)^t} \right)$$

$$C = \sum_t \left(\frac{C_t}{(1+i)^t} \right)$$

B: 便益の現在価値
 B_t: t年目の便益
 C: 費用の現在価値
 C_t: t年目の費用
 i: 割引率(4%)
 t: 年数

$$B/C = 7.23$$

参考⑩ 調達コスト削減便益（家電リサイクル法）

参考

- withoutケースの調達コストは、Cu, Fe, Al, Au, Agについて、貿易統計から計算（参考③）。鉄・非鉄混合物については、Fe, Alの調達コストの平均値、プラスチックについては、経済産業省調査※1の試算に用いられている再生資源売却単価に基づき設定。
- withケースの調達コストは、ベースメタル、プラスチックについては、家電4品目のリサイクル実施状況※2にwithoutケースの調達コストを乗じることで計算（プラスチックについては有償にて譲渡できる割合※1を考慮）。貴金属、レアメタルについては、金、銀がリサイクルされているものと仮定し、家電4品目に含まれる含有量データ※3にwithoutケースの調達コストを乗じることで計算。金属毎の按分には金属毎の売却収入比率を使用。

<ベースメタル・プラスチック>

金属等	エアコン	ブラウン管式テレビ	液晶・プラズマ式テレビ	冷蔵庫・冷凍庫	洗濯機・衣類乾燥機
Cu(銅) t/年	5,917	9,541	31	2,269	1,514
Fe(鉄) t/年	25,160	27,188	925	77,045	46,200
Al(アルミニウム) t/年	9,927	93	132	538	941
鉄・非鉄混合物 t/年	27,448	1,812	34	22,770	12,047
プラスチック t/年	9,617	56,197	841	33,947	27,093
調達コスト 億円	55	79	0.5	36	24

<貴金属・レアメタル>

Au(金) g/台	0.032	0.076	0.023	0.018	0.025
Ag(銀) g/台	0.600	2.100	1.230	0.390	0.730
再商品化処理台数 千台	2,114	9,213	179	2,979	3,031
調達コスト 億円	3	36	0.3	3	4

239億円

※1 経済産業省：特定家庭用機器再商品化法の見直し等による規制液用分析(RIA)に関する調査(平成21年1月)

※2 家電製品協会：平成21年度家電4品目のリサイクル実施状況

※3 E.Yamasue etc: Mater. Trans. 48(2007)2353-2357.

- 埋立処分回避重量は家電4品目のリサイクル実施状況(再商品化重量)※¹を用いて以下の仮定に基づき推計。
- プラスチックの焼却は、平成12年度厚生省資料及び平成16年度経済産業省資料※²に基づき、可燃ごみの焼却と同レベルの減量率及び残渣比重であると仮定。
- プラスチック以外の素材は、北海道大学大学院資料【参考A-10】※³に基づき、以下の残渣比率を仮定。
 - 1) 収集重量から、リサイクル重量分を除いた残渣は、埋立処分される。
 - 2) 残渣のうちプラスチックは焼却により15%に減量される。
 - 3) 残渣のうちプラスチック以外は、そのまま埋立される。
- 埋立処分単価は処理・処分単価を公表しているモデル事業実施自治体の平均値(22円/kg)を採用。

※¹ 家電製品協会:平成21年度家電4品目のリサイクル実施状況

※² 経済産業省:平成16年度環境問題対策調査等委託費 容器包装リサイクル推進調査

※³ 北海道大学大学院工学研究科廃棄物資源工学講座廃棄物処分工学分野:都市ごみの総合管理を支援する評価計算システムの開発に関する研究(平成10年5月)

<最終処分コスト削減便益>

	(トン)	(トン)	(百万円)
	再商品化重量	埋立処分回避重量	最終処分費用削減額
鉄	176,518	95,987	2,112
銅	19,272	19,272	424
アルミニウム	11,631	11,631	256
非鉄・鉄など混合物	64,111	64,111	1,410
ブラウン管ガラス	137,644	137,644	3,028
その他の有価物(プラ等)	127,695	19,154	421
再商品化合計重量	536,871	347,800	7,652

参考⑫ フロン回収に伴う便益（家電リサイクル法）

参考

- フロン回収に伴う便益として、フロン回収に伴う温室効果ガス排出量削減効果を算定。
- 冷媒フロン・断熱材フロンの回収重量は家電4品目のリサイクル実施状況(再商品化重量)※1を使用。使用されているフロンの種別については、各製品の平均使用年数※2(エアコン:14.4年、冷蔵庫・冷凍庫:15年)から2010年に排出された製品の製造年を仮定(エアコン1996年製、冷蔵庫・冷凍庫:1995年製)し、同製造年におけるフロン種別の使用実態※3に基づき設定。洗濯機・衣類乾燥機については全てHFC-134aと想定
- フロンのCO2への換算にはGWP100年値を使用。CO2を炭素換算し、貨幣価値原単位(10,600円/t-C)※4を乗じることで貨幣換算。

$$\text{フロン回収に伴う便益} = \Sigma(\Sigma(\text{フロン回収重量} \times \text{種別回収割合} \times \text{種別GWP100年値} \times \text{換算係数(分子量換算)} \times \text{換算係数(貨幣換算)}))$$

<フロン回収重量>

		(トン)
		回収重量
冷媒フロン	エアコン	1,304
	冷蔵庫・冷凍庫	320
	洗濯機・衣類乾燥機	1
断熱材フロン	冷蔵庫・冷凍庫	544
合計		2,168

- ※1 家電製品協会平成21年度家電4品目のリサイクル実施状況
- ※2 経済産業省「平成21年度使用済み家電4品目の経過年数調査 報告書」
- ※3 環境省「平成19年度環境省請負事業 リサイクル制度の体系化・高度化推進検討調査 報告書」
- ※4 国土交通省「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)平成21年6月」

<フロン回収に伴う便益 計算過程>

		(%)	(t-CO2)	(t-C)	(百万円)	(円/t-C)			
		種別	回収割合	GWP100年値	CO2換算	C換算	貨幣換算	換算係数(分子量)	換算係数(貨幣換算)
冷媒フロン	エアコン	HCFC-22	100.0	1,700	2,217,041	604,648	6,409	0.273	10,600
		CFC-12	11.5	8,500	313,744	85,567	907		
		R-502	0.8	5,600	14,255	3,888	41		
		HCFC-22	18.7	1,700	101,696	27,735	294		
	HFC-134a	69.0	1,300	286,803	78,219	829			
洗濯機・衣類乾燥機	HFC-134a	100.0	1,300	1,101	300	3			
	断熱材フロン	冷蔵庫・冷凍庫	CFC-11	8.3	4,000	180,665	49,272	522	
			HCFC-141b	77.3	630	264,765	72,209	765	
			HCFC-142b	9.1	2,000	99,366	27,100	287	
HCFC-22			5.2	1,700	48,263	13,163	140		
合計		—	—	—	3,527,702	962,101	10,198		