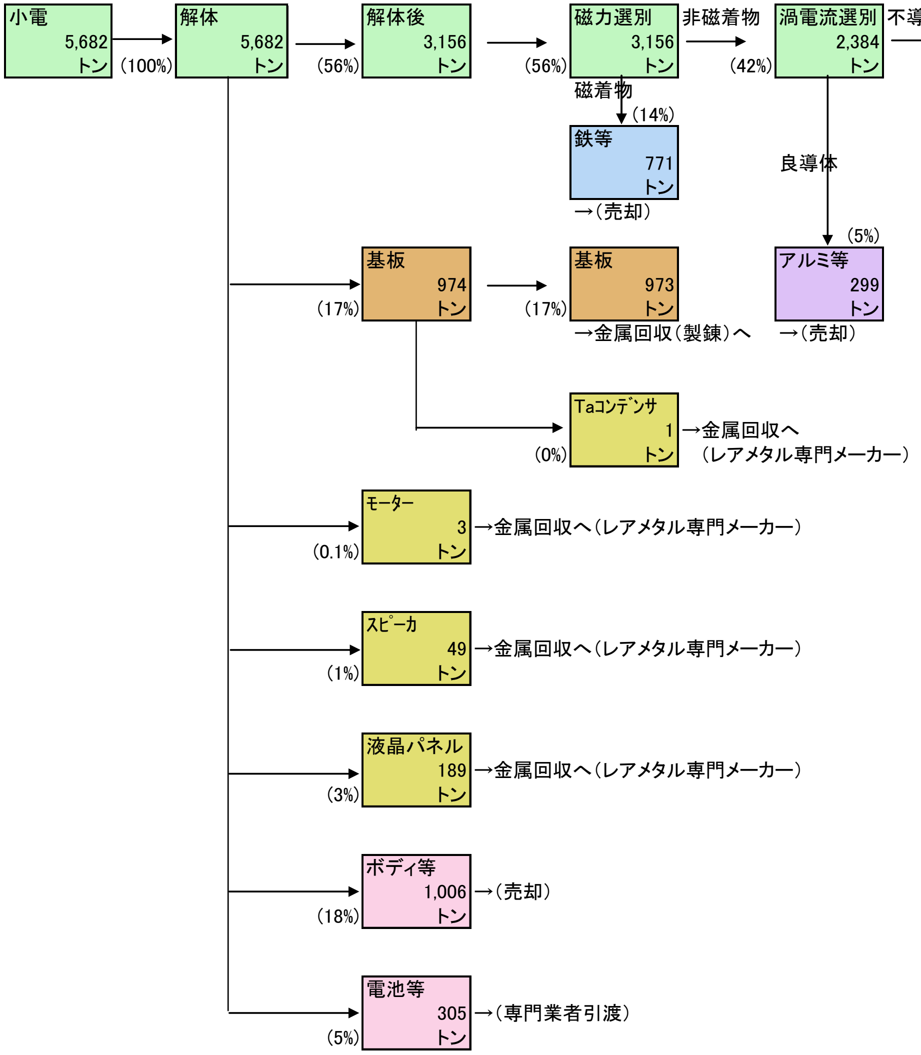
中間処理段階（3/4）

参考

● 特定レアメタルを回収する場合は、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、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。

＜特定レアメタル回収有り・20品目・30%ケースのフロー＞



※（　）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）
- 破砕・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）

中間処理段階（4/4）

参考

●手分解コストは以下のとおり使用済小型電気電子機器の解体時間、中間処理業者賃金単価に基づき設定した。

使用済小型電気電子機器手分解コスト ＝Σ（使用済小型電気電子機器の解体時間 × 中間処理業者賃金単価 × 回収見込台数）

＜各使用済小型電気電子機器の解体時間＞

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電気電子機器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ｻｰﾋﾞｽ業（他に分類されないもの）））に基づき設定

金属回収段階（1/3）

参考

- 特定レアメタル回収無しの場合、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。

＜特定レアメタル回収無し・20品目・30%ケースのフロー＞

基板 3,776 トン → 製錬 3,776 トン →

Pd	191	kg
Sb	3,360	kg
Bi	292	kg
Cu	592,074	kg
Zn	40,040	kg
Ag	7,409	kg
Au	890	kg
Pb	52,499	kg

採取率
Cu・Pb・Au・Ag：90%
Zn・Pd・Sb・Bi ：60%

＜売却単価＞
- ・Pd：1,910,000円/kg（レアメタルニュース、パラジウム、2011年3月24日）
- ・Sb：1,395円/kg（レアメタルニュース、アンチモン普通品、2011年3月24日）
- ・Bi：2,050円/kg（レアメタルニュース、ビスマス99.99%、大口、2010年3月末）
- ・Cu：761円/kg（レアメタルニュース、電気銅t建値、2011年3月24日）
- ・Pb：253円/kg（レアメタルニュース、鉛t建値、2011年3月24日）
- ・Zn：234円/kg（レアメタルニュース、電気亜鉛t建値、2011年3月24日）
- ・Au：3,671,000円/kg（レアメタルニュース、金（鉱山建値）、2011年3月24日）
- ・Ag：90,950円/kg（レアメタルニュース、銀（鉱山建値）、2011年3月24日）

基板中の金属含有量（kg）

		携帯電話・公衆用PHS端末	据置型ゲーム機	携帯型ゲーム機	CDプレーヤー・MDプレーヤー	デジタルオーディオプレーヤ（フラッシュメモリ）・デジタルオーディオプレーヤ（HDD）	デジタルカメラ	カーナビゲーションシステム	ビデオカメラ	DVD-ビデオ	ステレオセット	カーDVD・カーステレオ・カーCDプレーヤー・カーMD・カーアンプ	その他（ビデオテープレコーダ（セット）、電子辞書）	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	72	319
	In	17	10	7	0	2	13	24	6	24	43	14	42	204
	Sb	202	1,017	493	6	5	177	155	92	660	739	440	1,613	5,599
	Nd	712	156	58	1	0	33	97	40	78	0	13	30	1,219
	Dy	15	5	4	0	1	6	24	3	20	0	0	4	81
	Ta	747	202	117	23	12	802	338	421	445	217	0	334	3,658
	W	624	27	65	0	2	68	48	28	83	87	2	29	1,065
	Bi	110	120	11	3	2	19	48	16	60	43	31	22	487
	Al	4,009	13,441	5,794	212	162	2,691	14,756	1,522	25,705	26,100	2,640	54,075	151,108
	Fe	9,409	27,525	10,196	201	1,141	6,228	24,549	3,809	19,988	13,050	10,122	62,560	188,778
	Cu	87,969	57,146	31,704	1,073	3,464	24,442	37,265	9,384	89,655	66,337	46,207	203,214	657,860
	Zn	1,737	3,249	1,389	67	65	922	3,188	677	9,741	3,654	8,581	33,462	66,733
	Ag	2,203	278	1,008	17	40	687	461	432	961	1,174	53	917	8,232
	Au	388	85	49	3	11	78	28	27	68	174	11	66	989
	Pb	3,423	4,317	4,821	48	4	1,590	1,741	1,303	6,936	826	4,841	28,482	58,333
その他回収重量		76,353	40,937	32,302	2,652	15,211	69,146	9,602	24,124	70,279	369,535	169,617	269,862	1,149,620

金属回収段階（2/3）

参考

- 特定レアメタル回収有りの場合、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。

＜特定レアメタル回収有り・20品目・30%ケースのフロー＞

基板 3,647トン → 製錬 3,647トン →

Pd	266 kg
Sb	4,666 kg
Bi	405 kg
Cu	822,325 kg
Zn	55,610 kg
Ag	10,290 kg
Au	1,236 kg
Pb	72,916 kg

採取率
Cu・Pb・Au・Ag：90%
Zn・Pd・Sb・Bi ：60%

特定部品 911トン → レアメタル専門メーカー 911トン →

Ta	631 kg
W	3,931 kg
Nd	4,430 kg
Dy	554 kg
In	13 kg
Co	109,754 kg

採取率
W・Ta・Nd・Dy・In・Co：60%

特定部品中の着目金属含有量（kg）

	回収量（kg）
タンタルコンデンサ	5,259 →
モーター	13,105 →
スピーカ	184,603 →
	→
液晶パネル	347,328 →
二次電池	1,143,270 →

	ターゲット金属含有率	ターゲット金属含有量（kg）
Ta	20%	1,052
W	50%	6,552
Nd	4%	7,384
Dy	0.5%	923
In	0.006%	21
Co	16.0%	182,923

＜売却単価＞
- Pd：1,910,000円/kg（レアメタルニュース、パラジウム、2011年3月24日）
- Sb：1,395円/kg（レアメタルニュース、アンチモン普通品、2011年3月24日）
- Bi：2,050円/kg（レアメタルニュース、ビスマス99.99%、大口、2010年3月末）
- W：8,050円/kg（レアメタルニュース、タングステンメタル粉，99%，tロット以上、2011年3月24日）
- Ta：155,000円/kg（レアメタルニュース、タンタルキャパシター・グレード中低圧用、2011年3月24日）
- Nd：7,844円/kg（レアメタルニュース、金属ネオジム、2011年3月24日）
- Co：4,000：円/kg（レアメタルニュース、コバルトメタル市中輸入品（99.8%）、2011年3月24日）
- Cu：761円/kg（レアメタルニュース、電気銅t建値、2011年3月24日）
- Pb：253円/kg（レアメタルニュース、鉛t建値、2011年3月24日）
- Zn：234円/kg（レアメタルニュース、電気亜鉛t建値、2011年3月24日）
- Au：3,671,000円/kg（レアメタルニュース、金（鉱山建値）、2011年3月24日）
- Ag：90,950円/kg（レアメタルニュース、銀（鉱山建値）、2011年3月24日）

金属回収段階（3/3）

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

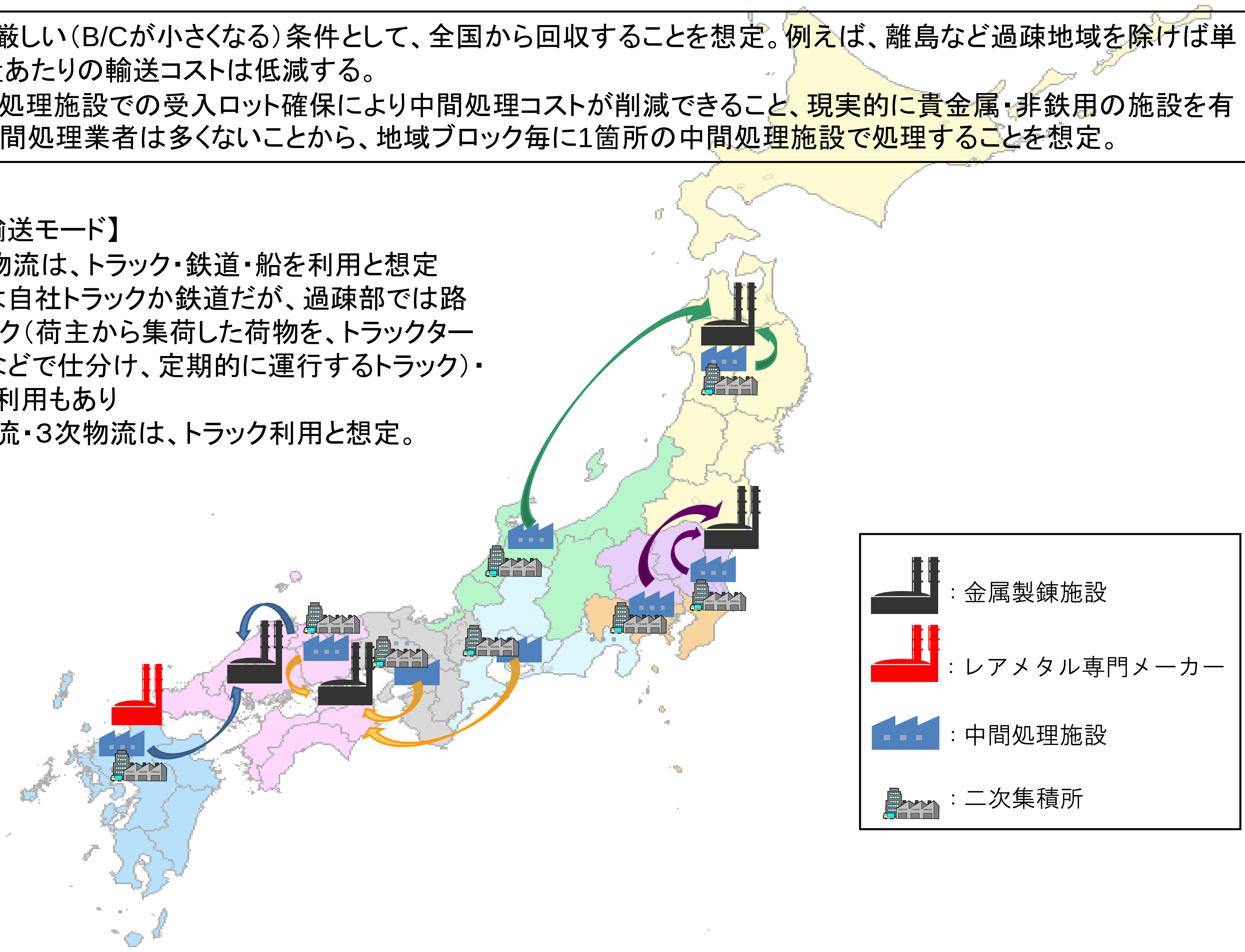
<ins>非鉄製錬業者の利益率：5.5%</ins>

静脈物流等（1/7）

参考

●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。
●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】
・1.5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
・2次物流・3次物流は、トラック利用と想定。

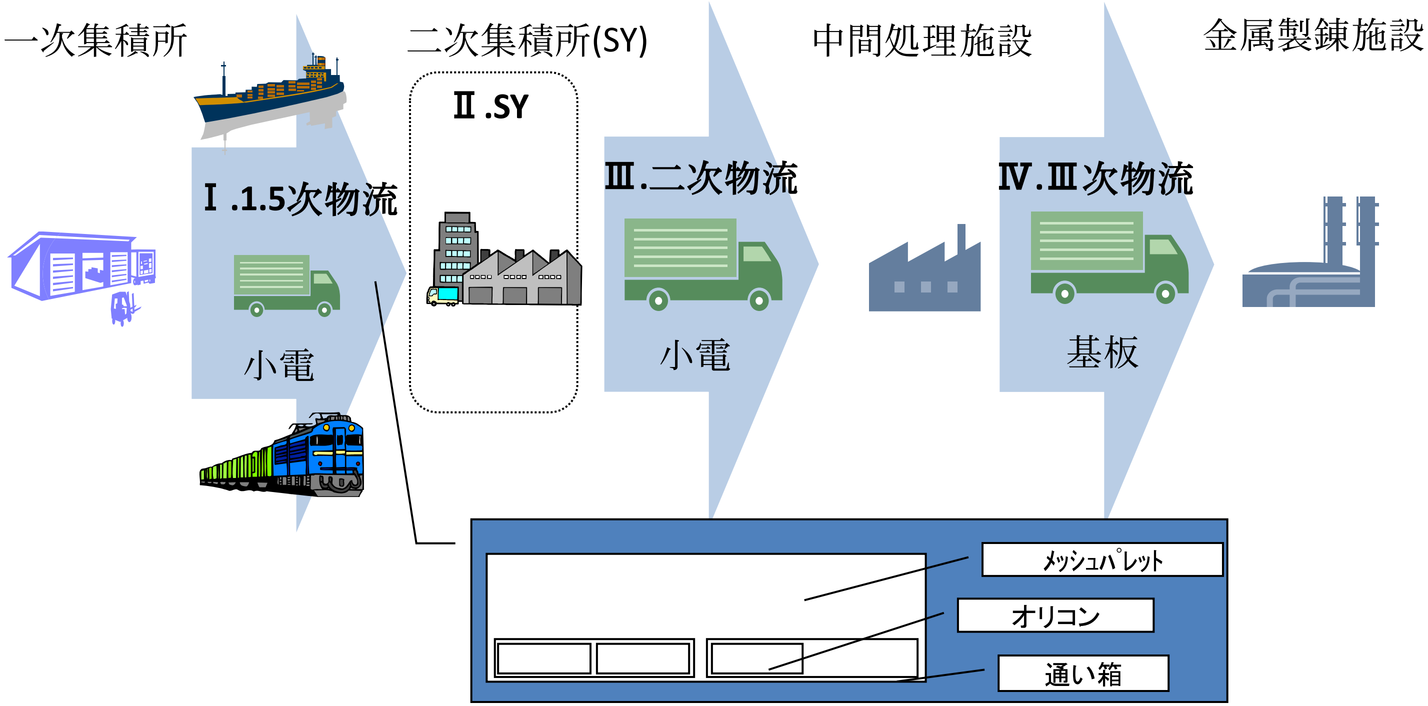


静脈物流等（2/7）

参考

- 静脈物流コストについては、環境省モデルにより、小型電気電子機器回収量A.5,000トンの場合、B.30,000トンの場合について試算。
- 環境省モデルの対象とする費用は
  - **Ⅰ. 1.5次物流にかかる費用**
  - **Ⅱ. 二次集積所（SY）に係る費用**
  - **Ⅲ. 二次物流に係る費用**
  - **Ⅳ. 三次物流に係る費用**

  に区分。
- 小型電気電子機器をメッシュパレットに積載。10トントラックの場合、16個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。



静脈物流等（3/7）

参考

Ⅰ．1.5次物流（概要）

●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、宅配のいずれかの手段で輸送。
●全国平均で、15.7円/kg（5,000トンを回収する場合）、11.4円/kg（30,000トンを回収する場合）

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）	・4トン～14トン車を使用（取扱量によって使用するトラックを決定） ・ 1回/2ヶ月～4ヶ月回以上の輸送。（5,000トン回収の場合） ・1回/月 以上の輸送。（30,000トン回収の場合） ・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）	・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	・メッシュパレット単位で輸送
④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	・30kg/1梱包として、段ボールを輸送

静脈物流等（4/7）

参考

Ⅰ．1.5次物流（トラック輸送）

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）

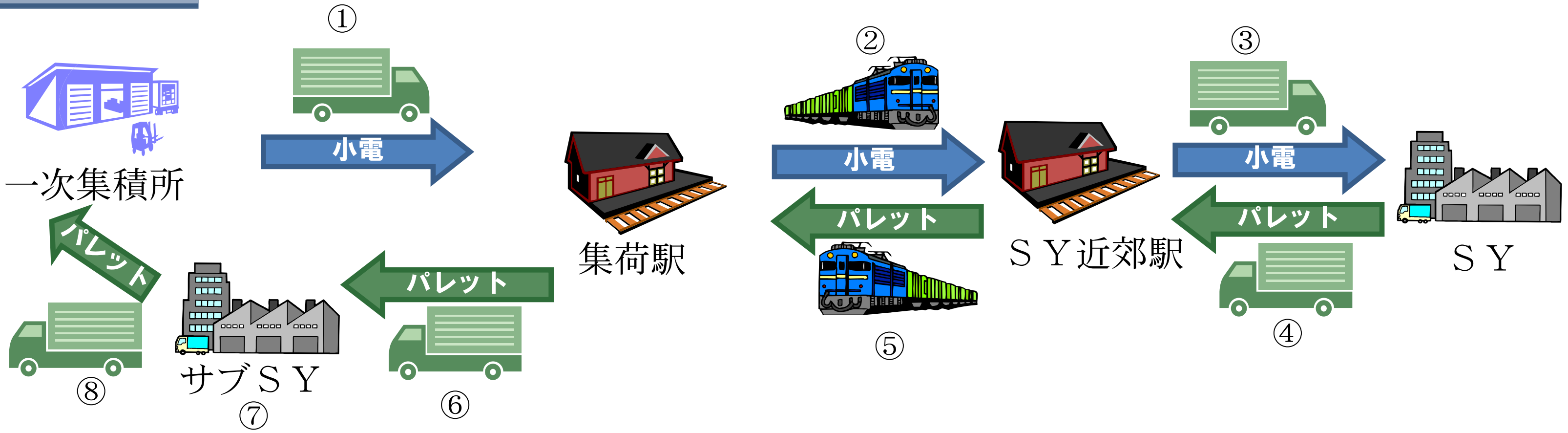
適用単価

- 平成11年関東運輸局制定距離制許可運賃

静脈物流等（5/7）

参考

Ⅰ．1.5次物流（鉄道輸送）



対象とする費用

以下の①～⑧にかかる費用を積算

小型電気電子機器輸送	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めるため）	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㈱標準運賃

静脈物流等（6/7）

参考

Ⅱ. SY

費目	内容	単価（円／kg） 5,000トン回収の場合	単価（円／kg） 30,000トン回収の場合
倉庫費	・倉庫の賃借料	5.5	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）	2.8	2.8
資材費	・メッシュパレットの費用 ・段ボールの費用（宅配使用の場合） ・オリコン・通い箱は今回の試算では対象外	5.7	1.7
合計		14.0	5.9

Ⅲ. 二次物流

	内容	単価（円／kg） 5,000トン回収の場合	単価（円／kg） 30,000トン回収の場合
二次物流費	・SYから中間処理施設までの輸送費用 ・20トン車による輸送がベース ・距離・速度・単価の設定は、1.5次物流と同様	2.4	2.1

Ⅳ. 三次物流

	内容	単価（円／kg） 金属精錬施設までの輸送	単価（円／kg） ﾚｱﾒﾀﾙ専門ﾒｰｶｰまでの輸送
三次物流費	・中間処理施設から金属精錬施設までの基板の輸送費用 ・20トン車による輸送がベース ・距離・速度・単価の設定は、1.5次物流と同様 ・特定レアメタル回収を行う場合は、中間処理施設からレアメタル専門メーカーへの液晶パネル等の輸送費も含める。	5.7	13.4

静脈物流等（7/7）

参考

- 小型電気電子機器のリサイクルシステム全体の管理費用について、家電リサイクル法における管理コストを参考に試算。

		家電リサイクル管理会社コスト	小型電気電子機器管理コスト	
管理件数		428	20	ヶ所
	指定引取場所／二次集積所	379	8	ヶ所
	リサイクルプラント／中間処理＋製錬	49	12	ヶ所

イニシャル	事務所・設備関連費	1,145,160	53,512	千円
	会社設立諸経費	292,880	13,686	千円
	合計	1,438,040	67,198	千円
ランニング	事務所・設備関連費	726,787	33,962	千円/年
	会社設立諸経費の減価償却費	58,576	2,737	千円/年
	管理業務・ユーティリティ関連	534,763	24,989	千円/年
	人件費	555,251	25,946	千円/年
	合計	1,875,377	87,634	千円/年

※産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会電気・電子機器リサイクルワーキンググループ中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会家電リサイクル制度評価検討小委員会合同会合（第7回） 資料4－1、4－2

※家電リサイクル管理会社コストを参考に、管理件数で比例配分して推計

金属資源の安定供給便益（1/5）

参考

●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

ケース1～9に合わせて20品目もしくは50品目を対象に、以下の手順で算定。

(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）　1,722億円／回

供給障害の発生確率の踏まえた年当たりの効果・便益

　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%。

　安定供給便益は、(d)×0.33%＝5.7億円／年　（なお、発生確率の考え方は精査が必要）

金属資源の安定供給便益（2/5）

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

＜ケース1（回収率30%）の場合＞

	潜在的回収見込含有量〔kg/年〕（潜在的回収可能台数×含有量）																	
	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）	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)
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、ビデオテープレコーダー（セット）、電子辞書。

前頁の(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、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。

金属資源の安定供給便益（3/5）

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

＜ケース1（回収率30%）の場合＞

	回収可能な有用金属量〔kg/年〕	※参考 国内需要量〔kg/年〕
Co	0	4,287
Pd	154	1,187
In	0	986
Sb	2,771	21,382
Nd	0	24,785
Dy	0	1,449
Ta	0	15,968
W	0	36,302
Bi	324	2,497
Al	61,404	546,690
Fe	207,402	1,097,364
Cu	478,733	2,462,619
Zn	28,930	223,226
Ag	7,445	38,296
Au	943	4,850
Pb	29,872	153,664

小型電気電子機器（9品目）向け有用金属量〔kg/年〕	生産可能量〔千台/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
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	0	0	1,100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,771	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	0	223	1,100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
324	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	223	1,100	939
61,404	4,718	343	1,184	92	748	1,234	394	168	666	193	953	813
207,402	7,939	576	1,992	155	1,258	2,077	662	283	1,121	325	1,604	1,369
478,733	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
28,930	5,444	395	1,366	106	863	1,424	454	194	769	223	1,100	939
7,445	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
943	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408
29,872	8,165	593	2,049	159	1,294	2,136	681	291	1,153	335	1,650	1,408

前々頁の(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。）

金属資源の安定供給便益（4/5）

参考

(c) (d) 回復する生産額（効果）と付加価値額（便益）

＜ケース1（回収率30%）の場合＞

- (c)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。
- 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占める割合を用いて設定。（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。）

付加価値額＝生産額×付加価値率＝1,722億円/回

	生産可能台数〔千台/年〕(a)	平均単価〔円/台〕(b)	生産額〔千円〕(a)*(b)	付加価値率〔%〕(c)	付加価値額（＝便益）〔千円/年〕
携帯電話	8,165	39,836	325,278	29.0%	94,277
ゲーム機（小型以外）	593	30,228	17,923	27.8%	4,978
ゲーム機（小型）	2,049	22,800	46,717	27.8%	12,975
ポータブルCD・MDプレーヤー	159	12,662	2,016	32.7%	660
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	32.7%	7,392
デジタルカメラ	2,136	21,307	45,512	12.5%	5,702
カーナビ	681	97,896	66,704	32.9%	21,930
ビデオカメラ	291	30,341	8,818	45.2%	3,985
DVDプレーヤー	1,153	38,975	44,946	45.2%	20,311
オーディオ	335	19,907	6,664	32.7%	2,180
カーオーディオ	1,650	17,385	28,689	32.7%	9,385
その他中品位品	1,408	19,354	27,247	29.1%	7,940
合計			643,111		172,210

＜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、その他中品位品等〕
- 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等〕
- 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〔カーナビ等〕
- (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〕

3頁前の(d)

3頁前の(c)

金属資源の安定供給便益（5/5）

参考

- 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　－中間報告－（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。

ＴＭＲの削減効果（1/3）

参考

●小型電気電子機器排出量、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（鉄、アルミニウム、プラスチックは、再生材が循環していると想定し考慮せず）。
●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1～5位輸入国から輸入すると仮定。加重平均で距離を算出）、燃料消費量（中村※5の推計より2.5g/t･mile）から、物質材料研究機構のTMR係数※1（石油：7.4kg/L）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

＜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	7,317
Pb	アメリカ	5,738
Au	韓国	4,382
Ag		
Zn	ペルー	7,495
Pd	南アフリカ	9,605
Sb	中国	1,216
Bi	中国	3,545
Ta	アメリカ	6,347
In	韓国	1,187
W	中国	1,782
Nd	中国	1,769
Dy		
Co	フィンランド	8,646

※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　R. W. Caney “Reeds Marine Distance Tables” （2010）
※5　中村重俊「銅精鉱流通の動向－地域性および輸送面からの検証－」（2005）

TMRの削減効果（2/3）

参考

●一次物流は、村上委員モデル（15ページ）の燃料費より、燃料単価：105円/Lと仮定し、物質材料研究機構のTMR係数※1（石油：7.4kg/L）を使用して算出。
●二～三次物流は、環境省モデル（26～31ページ）の総輸送距離より、燃費：4km/Lと仮定し、一次物流と同様に算出。
●中間処理は、南埜ら※2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※3、リーテム※4のインベントリ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（収率はすべて90%と仮定）。
- タンタルコンデンサについては、峯田ら※5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※4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※6より燃料使用量を計算し、一次物流と同様に算出。

※1 NIMS-EMC材料環境情報データNo.18「概説 資源端重量」（2009）
※2 南埜ら：Journal of Life Cycle Assessment, 6 (3), 251-258（2010）
※3 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）
※4 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」（2010）
※5 峯田ら：資源と素材, 117 (1),284-290（2005）
※6 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）

ＴＭＲの削減効果（3/3）

参考

●各ケースにおいて、リサイクルせずに天然鉱石から金属を製錬する場合のTMRと、リサイクルにより金属を製錬する場合のTMRの差から、TMR削減効果を算出。
●リサイクルを行わない場合は、リサイクルを行う場合に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。リサイクルを行う場合には、鉱山から資源を回収する必要がなくなるため、約4～50万トンのTMR削減効果が得られる。

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9
資源採取	289,666 t	48,314 t	96,518 t	193,147 t	482,703 t	289,666 t	570,111 t	543,923 t	231,755 t
海上輸送	531 t	89 t	177 t	354 t	886 t	531 t	764 t	998 t	425 t
一次物流	- 1,962 t	- 1,574 t	- 1,147 t	- 1,308 t	- 3,206 t	- 1,962 t	- 1,962 t	- 12,567 t	- 1,924 t
二～三次物流	- 853 t	- 853 t	- 853 t	- 853 t	- 996 t	- 6,420 t	- 853 t	- 1,282 t	- 853 t
中間処理	- 7,024 t	- 1,171 t	- 2,341 t	- 4,682 t	- 11,706 t	- 7,024 t	- 6,840 t	- 40,267 t	- 5,619 t
金属製錬	- 10,829 t	- 1,806 t	- 3,608 t	- 7,221 t	- 18,046 t	- 10,829 t	- 82,532 t	- 20,335 t	- 8,664 t
最終処分	70 t	12 t	23 t	47 t	117 t	70 t	74 t	479 t	56 t
合計	**269,600 t**	**43,011 t**	**88,769 t**	**179,484 t**	**449,752 t**	**264,032 t**	**478,761 t**	**470,948 t**	**215,175 t**

※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

最終処分場延命効果

参考

● 最終処分場の延命効果については、最終処分容量の削減量及び最終処分場残余容量に占める割合を試算

最終処分容量の削減（m3） ＝ 小型電気電子機器埋立回避量（トン） × 埋立ごみ比重（トン/m3）

※小型電気電子機器量に、埋立比率（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

※0.8163t/m3（出典：環境省「日本の廃棄物処理（平成21年度）」）

＜平成21年度の最終処分実績＞

最終処分量　千t／年	5,072
最終処分場残余容量　百万m3	116

出典：環境省「日本の廃棄物処理（平成21年度）」