

産業構造審議会環境部会
廃棄物・リサイクル小委員会（第22回）

中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会
小型電気電子機器リサイクル制度及び
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ（第7回）

合同会合

配付資料一覧

- | | |
|-----|------------------------------------|
| 資料1 | 議事次第 |
| 資料2 | 委員名簿 |
| 資料3 | レアメタルのリサイクルを取り巻く状況について |
| 資料4 | レアメタルのリサイクルに係る具体的な対応策（案） |
| 資料5 | レアメタルのリサイクルに係る技術開発ロードマップ案の検討状況について |

産業構造審議会環境部会
廃棄物・リサイクル小委員会（第22回）

中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会
小型電気電子機器リサイクル制度及び
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ（第7回）

合同会合

議事次第

日時： 平成24年6月7日（木）
15時30分～17時30分

場所： イイノカンファレンスセンター Room A

議題：

1. レアメタルリサイクルの推進に向けた具体的な対応策について
2. その他

産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会
委員名簿

敬称略（50音順）

（委員）

小委員長	永田 勝也	早稲田大学環境・エネルギー研究科教授
小委員長代理	中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
	井上 祐輔	社団法人新金属協会理事
	大塚 浩之	読売新聞社論説副委員長
	大橋 慎太郎	社団法人パソコン3R推進協会理事
	大和田 秀二	早稲田大学理工学術院教授
	岡部 徹	東京大学生産技術研究所教授
	奥平 総一郎	一般社団法人日本自動車工業会環境委員会委員長
	織 朱實	関東学院大学法学部教授
	木暮 誠	一般社団法人電子情報技術産業協会電子機器のリサイクルに関する懇談会座長
	酒井 伸一	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター長
	佐々木 五郎	社団法人全国都市清掃会議専務理事
	佐藤 泉	弁護士
	関口 紳一郎	超硬工具協会専務理事
	辰巳 菊子	公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事
	中島 賢一	早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員
	中谷 謙助	社団法人電池工業会専務理事
	星 幸弘	日本鋳業協会理事、技術部長兼環境保安部長
	細田 衛士	慶應義塾大学経済学部教授
	椋田 哲史	社団法人日本経済団体連合会常務理事
	村上 進亮	東京大学大学院工学系研究科准教授
	村松 哲郎	財団法人家電製品協会環境担当役員会議副委員長

中央環境審議会 廃棄物・リサイクル部会
小型電気電子機器リサイクル制度及び
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ
委員名簿

敬称略（50音順）

（委員）

座長	中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
座長代理	村上 進亮	東京大学大学院工学系研究科准教授
	大塚 直	早稲田大学大学院法務研究科教授
	大橋 慎太郎	社団法人パソコン3R推進協会理事
	木暮 誠	一般社団法人電子情報技術産業協会電子機器のリサイクルに関する懇談会座長
	酒井 伸一	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター長
	佐々木 五郎	社団法人全国都市清掃会議専務理事
	下井 康史	筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授
	新熊 隆嘉	関西大学経済学部教授
	中島 賢一	早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員
	中杉 修身	上智大学地球環境学研究科元教授
	中谷 謙助	社団法人電池工業会専務理事
	村松 哲郎	財団法人家電製品協会環境担当役員会議副委員長

レアメタルのリサイクルを取り巻く 状況について

平成24年6月
経済産業省

目 次

1. 各種鉱種における需給状況等について
 - (1) ネオジム・ジスプロシウム . . . 3～6ページ
 - (2) コバルト . . . 7～10ページ
 - (3) タングステン . . . 11～14ページ
 - (4) タンタル . . . 15～18ページ

2. 各種製品におけるリサイクルの現状等について
 - (1) エアコン . . . 20～23ページ
 - (2) 次世代自動車 . . . 24～26ページ
 - (3) パソコン . . . 27～30ページ
 - (4) 小形二次電池 . . . 31～32ページ
 - (5) 携帯電話 . . . 33～34ページ
 - (6) 小型家電 . . . 35～36ページ
 - (7) 超硬工具 . . . 37ページ

1. 各種鉱種における需給状況等について

1-(1) ネオジウム(Nd)、ジスプロシウム(Dy) : 供給量

- 世界における生産量及び我が国の輸入相手国において中国が大きなシェアを占めている。
- さらに中国は、レアアースの輸出数量管理を強化していることから、供給リスクが存在。

供給の現状

■国別埋蔵量(2010年)

	国名	埋蔵量(千トン)	割合
1位	中国	55,000	50.0%
2位	CIS	19,000	17.3%
3位	アメリカ	13,000	11.8%
上位3カ国計		87,000	79.1%

■国別鉱石生産量(2010年)

	国名	生産量(トン)	割合
1位	中国	130,000	97.3%
2位	インド	2,700	2.0%
3位	ブラジル	550	0.4%
上位3カ国計		133,250	99.7%

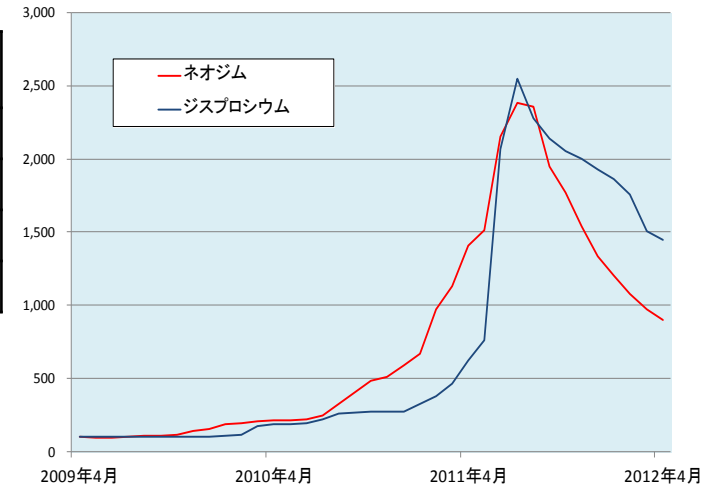
■輸入相手国(2010年)

	国名	輸入量(トン)	割合
1位	中国	19,721	82.1%
2位	ベトナム	595	2.5%
3位	韓国	388	1.6%
上位3カ国計		20,704	86.2%

出典: MINERAL COMMODITY SUMMARIES、財務省貿易統計、工業レアメタル2011(参考値)。
数値は希土類全体の酸化物量。

資源の価格推移

※基準価格: 2009年4月=100



出典: レアメタルニュース

中国の輸出数量管理の状況

昨年12月27日、中国商務部が本年第1期レアアース輸出枠を**24,904トン**と発表。今回の発表は通年の80%であり、年間では約**31,000トン**の見通し。初めて、軽希土類と中重希土類を分けて輸出枠を公表(各々**21,700トン**、**3,204トン**)。

■中国の対世界レアアース輸出枠(総量ベース)

(出典: 中国商務部)(単位: トン)

暦年	2007	2008	2009	2010	2011			2012
					(第1期)	(第2期)	計	(第1期)
輸出数量枠	60,173	47,449	50,145	30,259	14,446	15,738	30,184	24,904

約4割削減 鉄合金を新たに管理対象に追加

<内訳>

軽希土 約21,700トン
中重希土 約3,204トン

自給率(※)

鉱山	0%
リサイクル	0%
計	0%

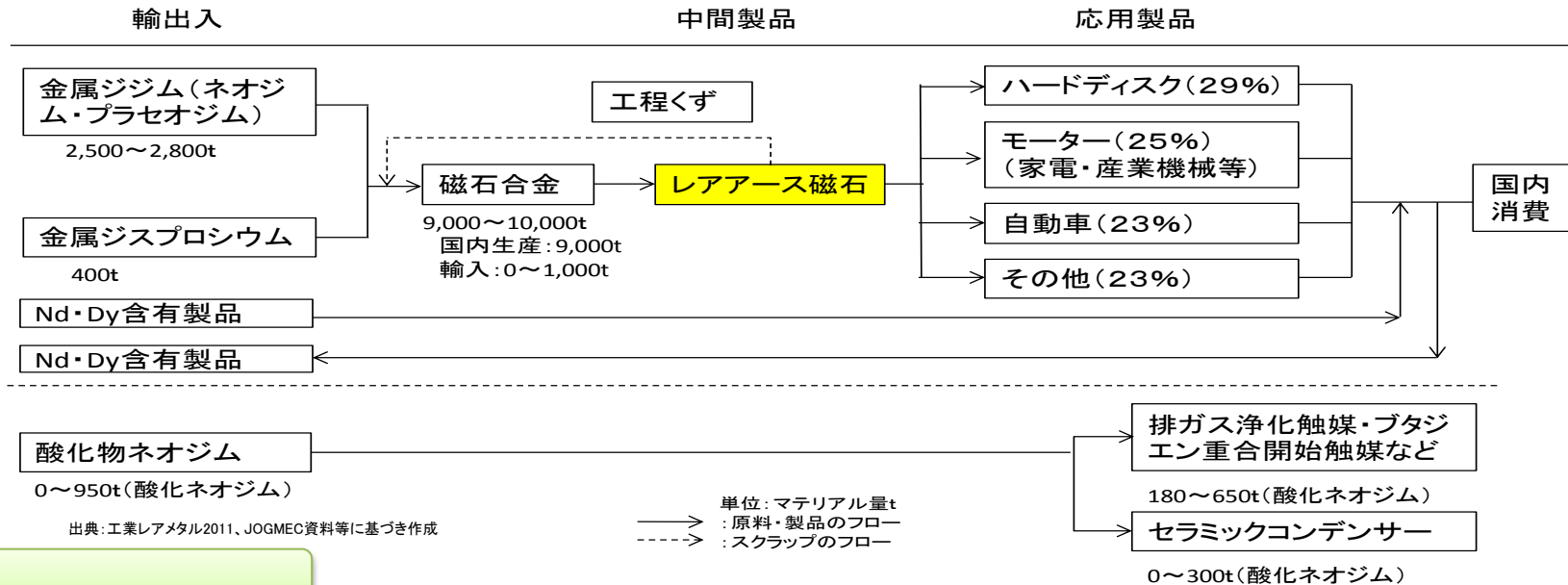
※既存の統計資料や企業アンケートなどから2010年の推計値(参考)。分母は内需。希土類全体の値を示す。

1-(1) ネオジム(Nd)、ジスプロシウム(Dy): 需要量

○ネオジム磁石の製造に用いられ、主にエアコン、次世代自動車(HV、PHV、EV)、ハードディスク等の製品に搭載されて出荷される。

○今後も次世代自動車、高性能家電等のネオジム磁石搭載製品の需要増加により、需要増が見込まれる。

動脈側のマテリアルフロー(2009)



国内需要量

ネオジム(Nd)

	2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	5,200	6,200	7,100

ジスプロシウム(Dy)

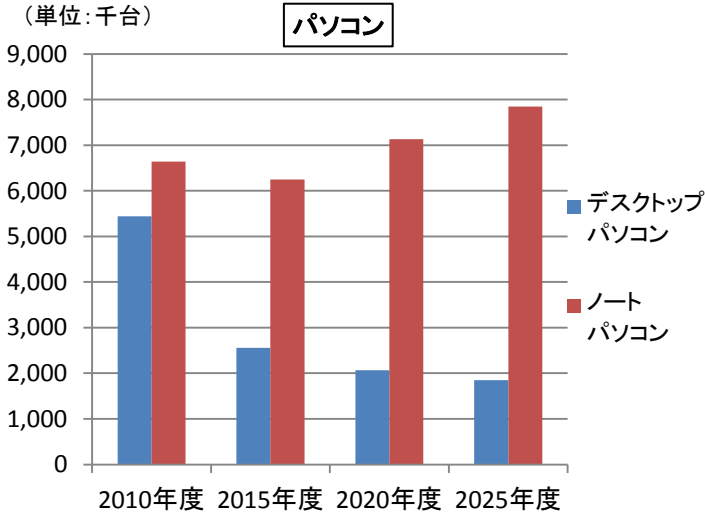
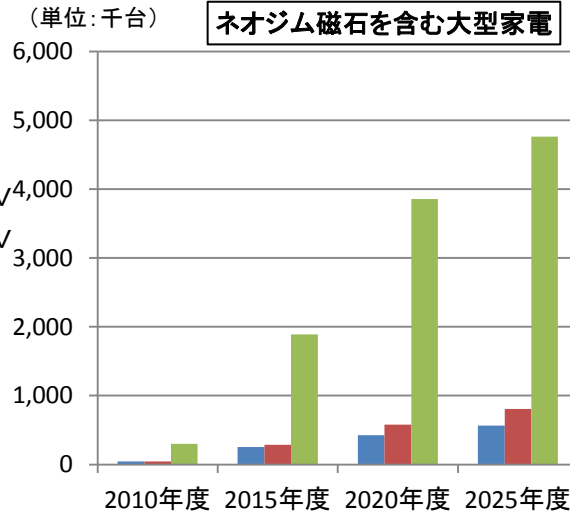
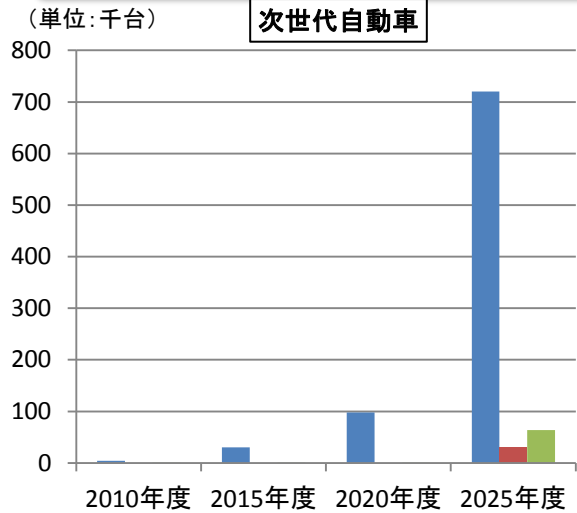
	2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	600	720	740

出典: 2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

1-(1) ネオジム(Nd)、ジスプロシウム(Dy) : 排出量

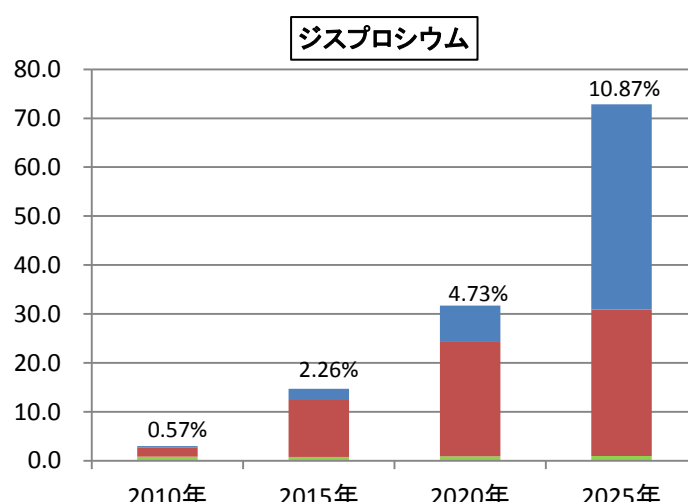
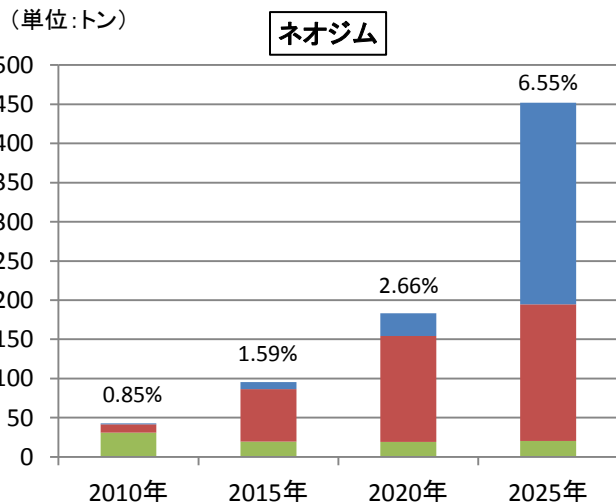
○今後、次世代自動車や高性能家電等のネオジム磁石搭載製品の排出量が大幅に増加することが見込まれ、リサイクルは一定程度のポテンシャルを有している。

レアメタル含有製品の排出見通し



リサイクルにより確保できるレアメタル量のポテンシャル(※)

※仮に、過去の出荷製品が平均使用年数を経た後に全量排出・回収され、当該製品中のレアメタルを全量抽出できた場合に、1年間で確保できるレアメタル量。



当該年度ネオジム/ジスプロシウムの国内総需要量に占める比率

- 次世代自動車
- 大型家電
- パソコン

出典:
 ・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含有量調査データ
 ・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書
 ・みずほ情報総研:平成21年度使用済家電4品目の経過年数調査
 ・経済産業省:平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書
 ・産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 他

1-(1) ネオジム(Nd)、ジスプロシウム(Dy):技術

○使用済製品からネオジム磁石を脱磁・分離回収する前処理技術のうち、エアコンのコンプレッサーやハードディスクの前処理技術は実用化されつつある。

○使用済ネオジム磁石からネオジム・ジスプロシウムを回収する後処理技術は実用化されている。

リサイクル技術の現状

	前処理	後処理
ハードディスク	△	○
エアコン・コンプレッサモータ等	△	
自動車用モータ	△	

○:実用化
△:開発中、実証試験中
×:未開発

これまでの技術開発動向

		～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)
前 処 理 技 術	ハードディスク		ハードディスクからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の開発[METI補助]			自動化装置の実用化開発[NEDO補助]
	エアコン・コンプレッサモーター		コンプレッサモータからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の開発[METI補助]			自動化装置の実用化開発[NEDO補助]
	ドラム式洗濯機モーター					ドラム式洗濯機モータからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の実用化開発[NEDO補助]
	電動パワステモーター					電動パワステモータからネオジム磁石を分離回収する技術の開発[NEDO補助]
	自動車駆動用モーター			ハイブリッド自動車等の駆動用モータからネオジム磁石を分離回収する技術の開発		
後処理技術		1990年代 工程内リサイクル 事業化		新たな後処理技術の開発[METI補助]		新たな後処理技術の開発[NEDO補助]
				ネオジムとプラセオジムの抽出剤量産技術の開発・実証[民間企業]		

1-(2) コバルト(Co):供給量

○世界生産量の5割程度が、政情が不安定なコンゴ民主共和国に集中しており、供給リスクが存在。

供給の現状

■国別埋蔵量(2010年)

	国名	埋蔵量 (千トン)	割合
1位	コンゴ民	3,400	46.6%
2位	豪州	1,400	19.2%
3位	キューバ	500	6.8%
上位3カ国計		5,300	72.6%

■国別鉱石生産量(2010年)

	国名	生産量 (トン)	割合
1位	コンゴ民	45,000	51.1%
2位	ザンビア	11,000	12.5%
3位	中国	6,200	7.0%
上位3カ国計		62,200	70.6%

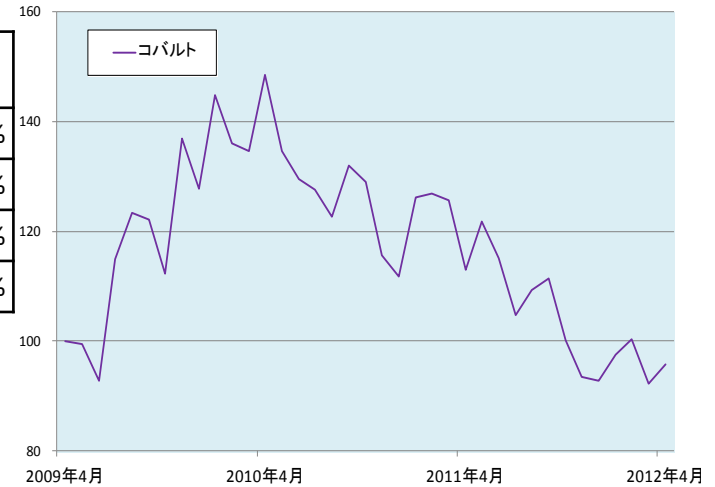
■輸入相手国(2010年)

	国名	輸入量 (トン)	割合
1位	フィンランド	4,333	33.1%
2位	豪州	2,186	16.7%
3位	カナダ	2,069	15.8%
上位3カ国計		8,588	65.6%

出典: MINERAL COMMODITY SUMMARIES、財務省貿易統計、工業レアメタル2011(参考値)。
数値は純分換算値。

資源の価格推移

※基準価格: 2009年4月=100



出典: Metal Bulletin

自給率(※)

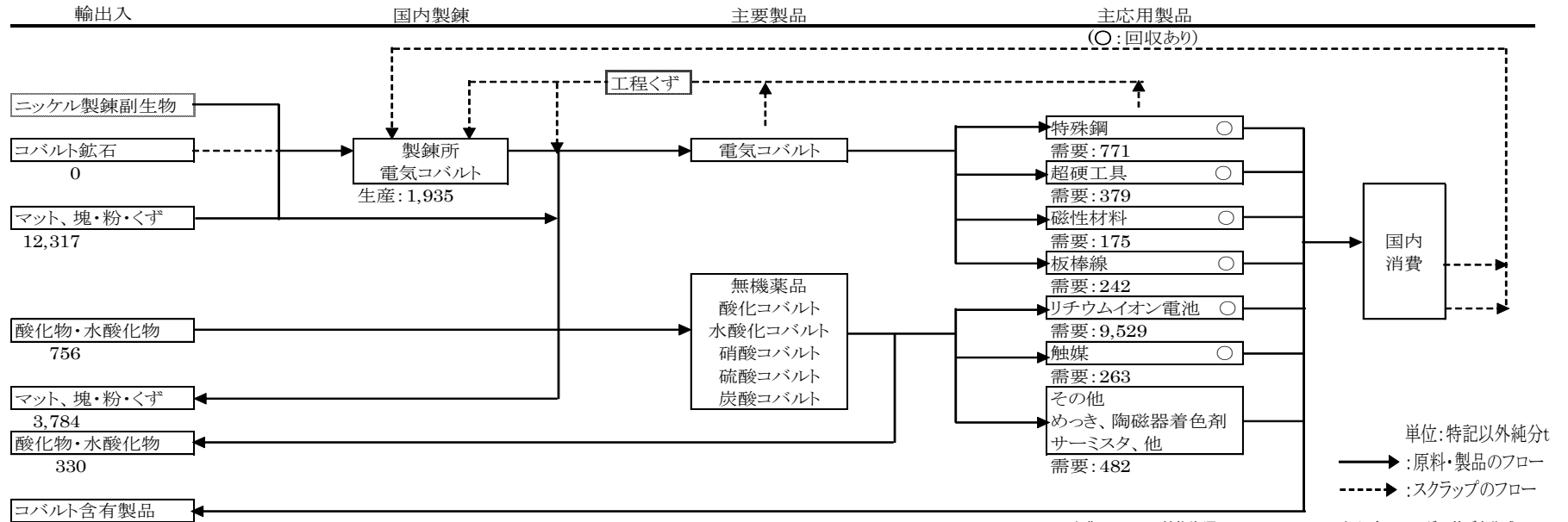
鉱山	18%
リサイクル	0%
計	18%

※既存の統計資料や企業アンケートなどから
2010年の推計値(参考)。分母は内需。

1-(2) コバルト(Co): 需要量

- 主に二次電池の製造に用いられ、ノートパソコン、携帯電話、デジタルカメラ等のモバイルIT機器や、次世代自動車(HV、PHV、EV)の最終製品に搭載されて出荷される。
- 電池1個あたりの省コバルト化が進んでいるものの、次世代自動車等の需要の増加やノートパソコン、携帯電話の堅調な需要によりコバルトの需要が増加すると見込まれる。

動脈側のマテリアルフロー(2010)



出典: JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー2010およびヒアリングに基づき作成

国内需要量

コバルト(Co)

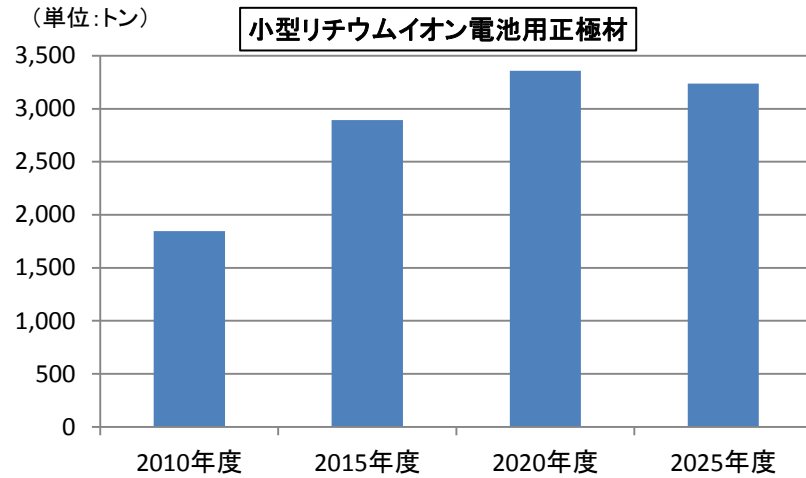
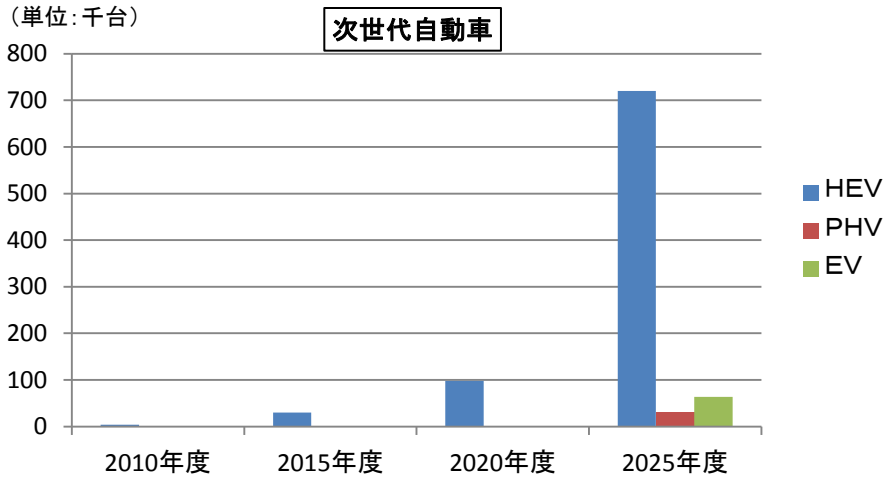
	2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	14,000	14,900	16,300

出典: 2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

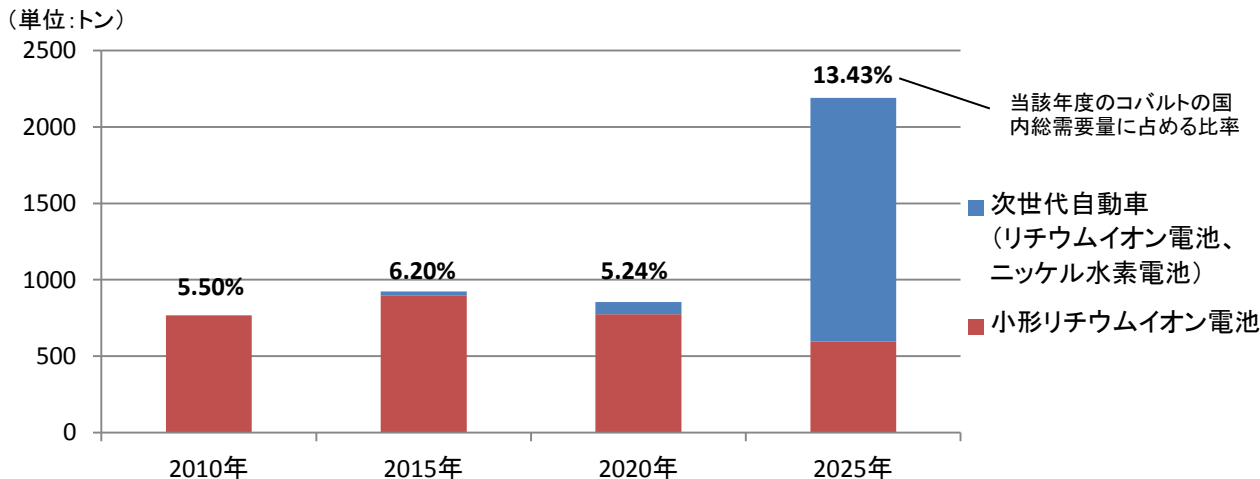
1-(2) コバルト(Co): 排出量

○今後、小型二次電池や次世代自動車用電池の排出台数の増加が見込まれ、リサイクルは一定程度のポテンシャルを有している。

レアメタル含有製品の排出見通し



リサイクルにより確保できるレアメタル量のポテンシャル(※)



出典:

- ・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含有量調査データ
- ・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書
- ・経済産業省:平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書
- ・産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 他

1-(2) コバルト(Co) :技術

○使用済小形二次電池、自動車用ニッケル水素電池からコバルト含有物を回収する前処理技術は実用化されているが、自動車用リチウムイオン電池の前処理技術は実用化されていない。

○コバルト含有物からコバルトを抽出分離する後処理技術は現時点において実用化されていない。

リサイクル技術の現状

	前処理	後処理
小形二次電池	○	△
自動車用リチウムイオン電池	△	△
自動車用ニッケル水素電池	○	△

○:実用化

△:開発中、実証試験中

×:未開発

これまでの技術開発動向

		～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)
前 処 理 技 術	小形二次電池	2001年事業化				
	自動車用 リチウムイオン電池		自動車用リチウムイオン電池の解体分別方法の開発[METI委託]			
	自動車用 ニッケル水素電池				2010年事業化	
後 処 理 技 術	小形二次電池		コバルトの溶媒抽出技術の開発・実証[民間企業]			
	自動車用 リチウムイオン電池		コバルトの溶媒抽出・電解採取法の開発[METI委託]			抽出分離技術の実証[民間企業]
	自動車用 ニッケル水素電池		コバルトの抽出分離技術の開発・実証[民間企業]			

1-(3) タングステン(W):供給量

- 世界における生産量及び我が国の輸入相手国において中国が大きなシェアを占めている。
- 中国において輸出管理の対象鉱種となっていることから、今後中国政府の政策によっては、生産及び輸出管理強化の可能性も否定できず、引き続き供給リスクあり。

供給の現状

■国別埋蔵量(2010年)

	国名	埋蔵量(千トン)	割合
1位	中国	1,900	65.5%
2位	ロシア	250	8.6%
3位	アメリカ	140	4.8%
上位3カ国計		2,290	78.9%

■国別鉱石生産量(2010年)

	国名	生産量(トン)	割合
1位	中国	52,000	85.2%
2位	ロシア	2,500	4.1%
3位	ボリビア	1,100	1.8%
上位3カ国計		55,600	91.1%

■輸入相手国(2010年)

	国名	輸入量(トン)	割合
1位	中国	7,352	82.5%
2位	韓国	439	4.9%
3位	ベトナム	227	2.6%
上位3カ国計		8,018	90.0%

出典: MINERAL COMMODITY SUMMARIES、財務省貿易統計、工業レアメタル2011(参考値)。数値は純分換算値。

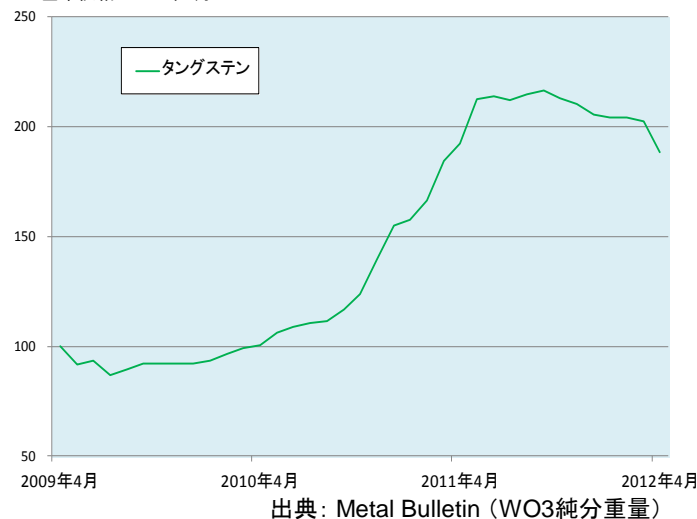
中国における政策動向

施行年月	政策等の概要
2006年4月	採掘総量資源指標の設定を開始(鉱石生産に関する管理強化)
2006年9月	輸出増値税の還付撤廃(実質的な輸出価格引き上げ)
2006年11月	輸出関税の課税開始(素材輸出の引き締め)
2007年1月	輸出関税の引き上げ(素材輸出の引き締め)
	中間製品について国外からの受託加工の禁止(自国の高加工製品の販促)
2007年6月	輸出関税の引き上げ(素材輸出の引き締め)
2008年1月	輸出関税の引き上げ(素材輸出の引き締め)
2009年7月	輸出関税の引き下げ(海外からの圧力回避)
2010年3月	新規鉱山開発に係る各種登記申請受理の停止(鉱石生産に関する管理強化)

出典: UFJリサーチ&コンサルティング「3Rシステム化可能性調査事業」より作成

資源の価格推移

※基準価格:2009年4月=100



自給率(※)

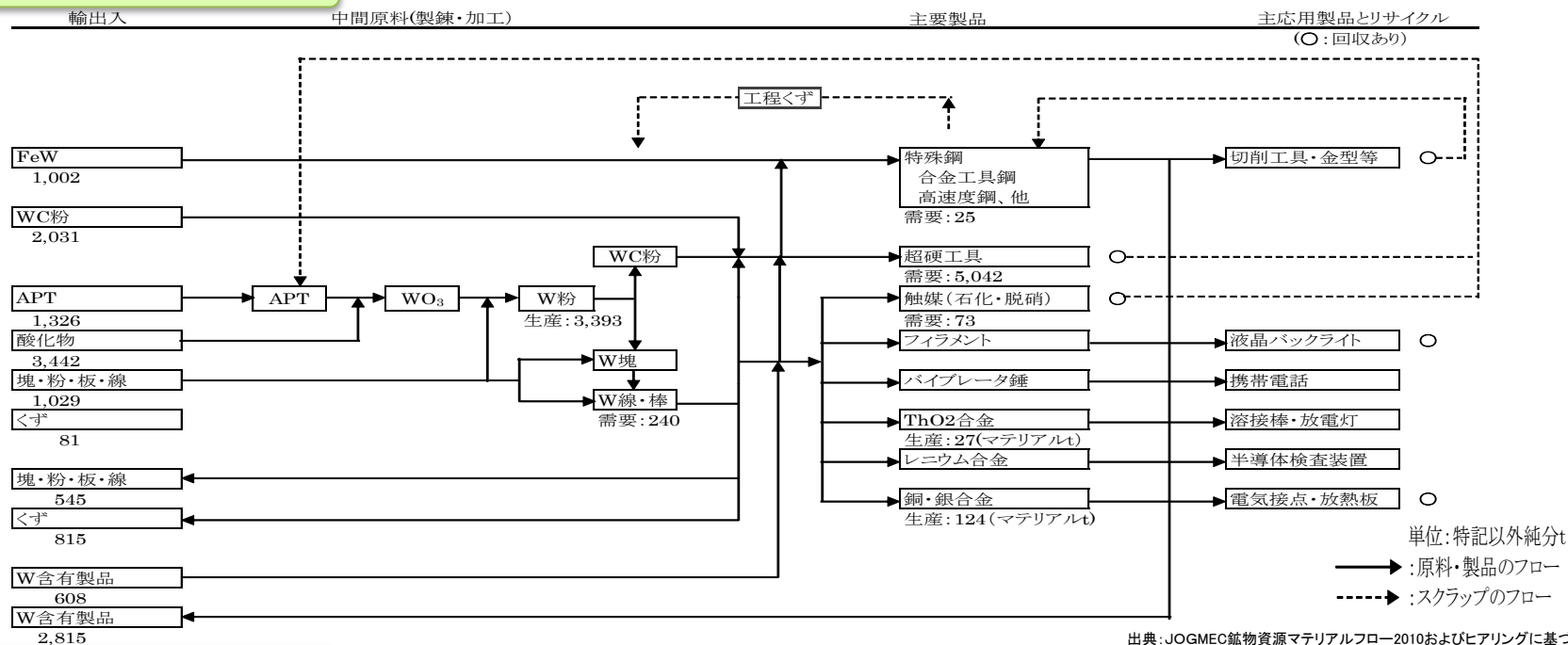
鉱山	0%
リサイクル	9%
計	9%

※既存の統計資料や企業アンケートなどから2010年の推計値(参考)。分母は内需。

1-(3) タングステン(W) : 需要量

- 主に超硬工具の原材料として使用され、需要の約9割を占めている。
- 超硬工具の需要増により、タングステン原料の需要量も増加する見通し。

動脈側のマテリアルフロー(2010)



出典: JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー2010およびヒアリングに基づき作成

国内需要量

タングステン(W)

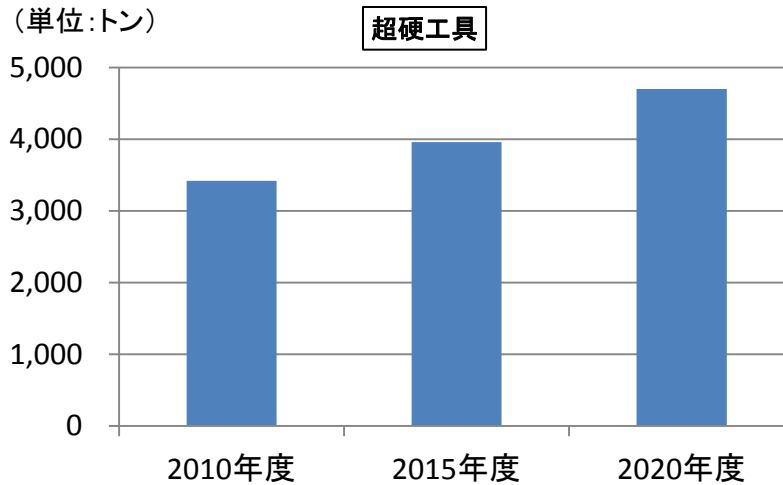
	2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	6,000	6,400	6,800

出典: 2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

1-(3) タングステン(W) : 排出量

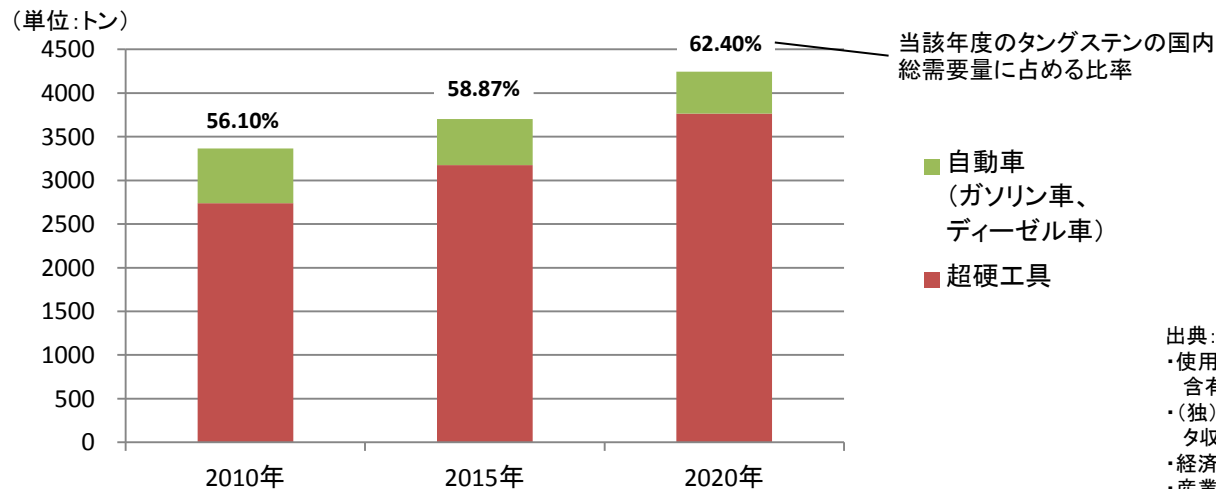
○今後、超硬工具の排出量は増加する見込みであり、リサイクルは高いポテンシャルを有している。

レアメタル含有製品の排出見通し



※超硬工具のタングステン含有率を80.2%として純分推計値より換算。

リサイクルにより確保できるレアメタル量のポテンシャル(※)



※仮に、過去の出荷製品が平均使用年数を経た後に全量排出・回収され、当該製品中のレアメタルを全量排出できた場合に、1年間で確保できるレアメタル量。

出典:

- ・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含有量調査データ
- ・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書
- ・経済産業省:平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書
- ・産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 他

1-(3) タングステン(W) : 技術

- 使用済超硬工具からタングステン(超硬合金原料)を再生する技術は既に実用化されている。
- また、2011年度には、従来技術よりも高効率な再生技術(化学処理法)が実用化されている。

リサイクル技術の現状

	再生技術
超硬工具	○

- : 実用化
- △: 開発中、実証試験中
- ×: 未開発

これまでの技術開発動向

	~19年度 (~2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)
亜鉛処理法	1981年 事業化				
化学処理法	2002年 事業化	高効率な化学処理法の開発[METI/JOGMEC補助]			事業化
				処理コスト低減化技術等の開発[NEDO補助]	
その他処理法				水熱処理法による再生処理装置の開発[NEDO補助]	

出典: 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第19回)資料より。

1-(4) タンタル(Ta):供給量

○2008年以降、コンゴ民主共和国産鉱石の世界的な使用制限の動きにより、世界的に供給が不足している状況。

供給の現状

■国別埋蔵量(2010年)

	国名	埋蔵量(トン)	割合
1位	ブラジル	65,000	59.1%
2位	豪州	40,000	36.4%
3位	モザンビーク	3,200	2.9%
上位3カ国計		108,200	98.4%

■国別鉱石生産量(2010年)

	国名	生産量(トン)	割合
1位	ブラジル	180	26.9%
2位	モザンビーク	110	16.4%
3位	ルワンダ	100	14.9%
上位3カ国計		390	58.2%

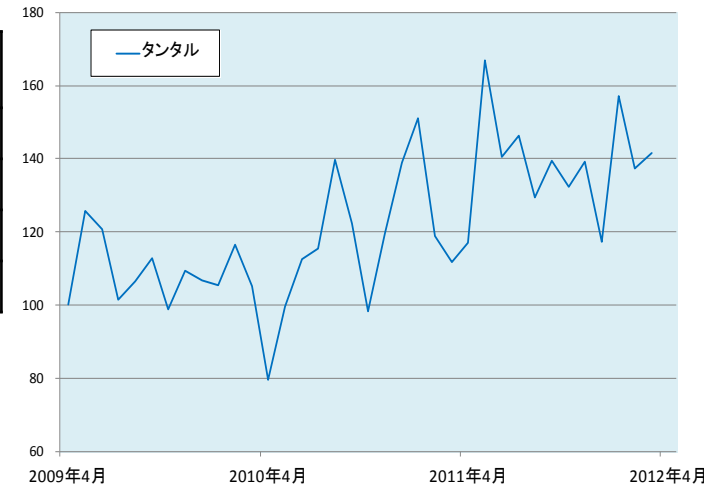
■輸入相手国(2010年)

	国名	輸入量(トン)	割合
1位	アメリカ	336	48.3%
2位	タイ	89	12.8%
3位	中国	57	8.1%
上位3カ国計		482	69.2%

出典: MINERAL COMMODITY SUMMARIES、財務省貿易統計、工業レアメタル2011(参考値)。
数値は純分換算値。

資源の価格推移

※基準価格:2009年4月=100



出典: 財務省貿易統計(タンタル塊)

自給率(※)

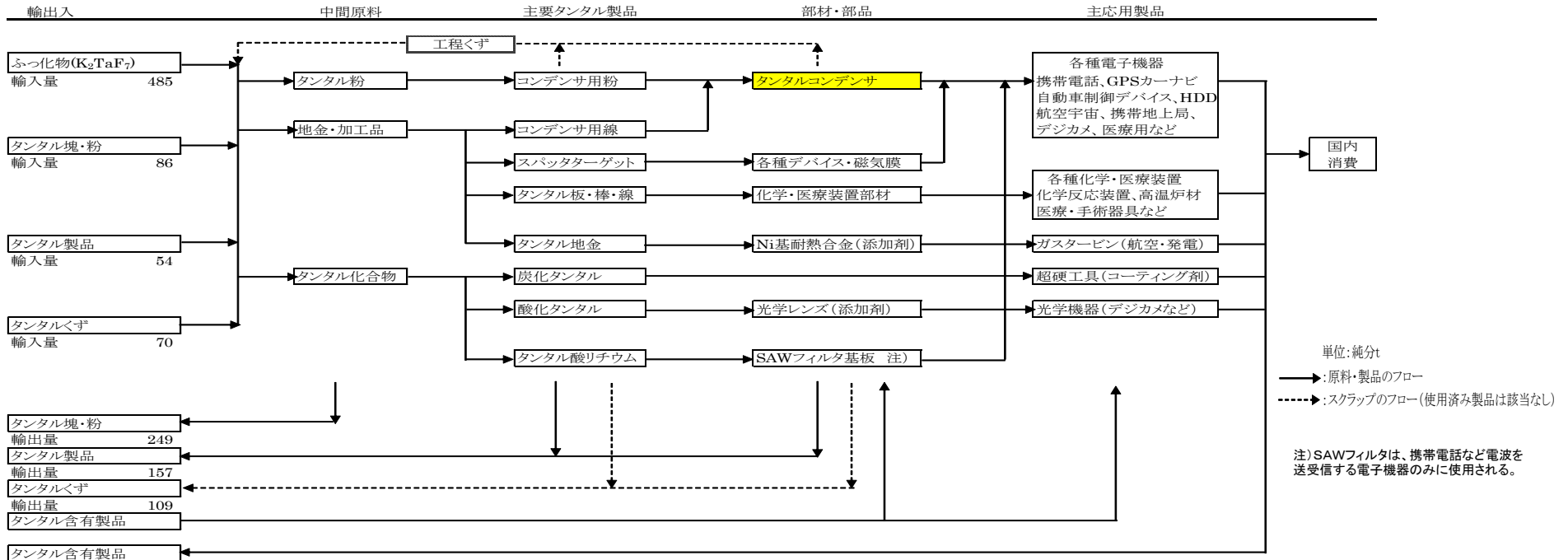
鉱山	0%
リサイクル	0%
計	0%

※既存の統計資料や企業アンケートなどから2010年の推計値(参考)。分母は内需。

1-(4) タンタル(Ta): 需要量

- 主にコンデンサとして、携帯電話、パソコン等、電機・電子機器の基板に幅広く使用されている。
- 今後、タンタルコンデンサを搭載する電機・電子機器の需要は堅調に推移すると見込まれる。

動脈側のマテリアルフロー(2010)



出典: JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー2010およびヒアリングに基づき作成

国内需要量

タンタル(Ta)

	2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	460	510	530

出典: 2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

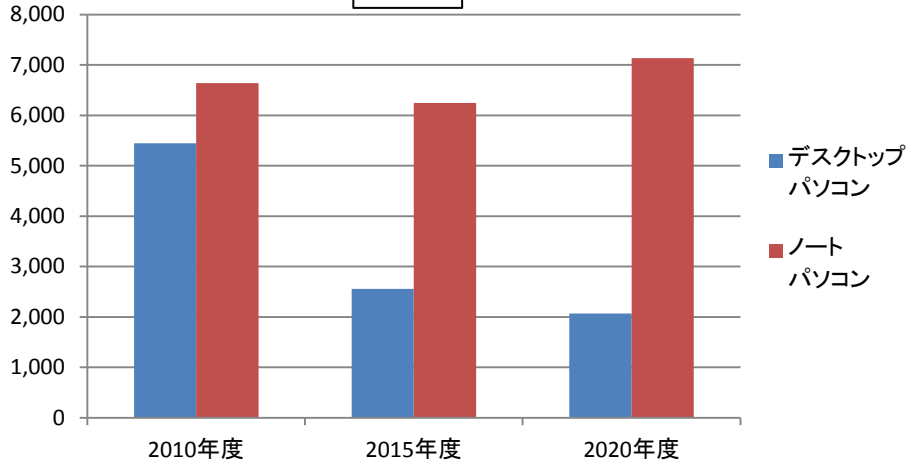
1-(4) タンタル(Ta) : 排出量

○今後、パソコン・その他電子機器の排出台数は横ばいとなっており、リサイクルは一定程度のポテンシャルを有している。

レアメタル含有製品の排出見通し

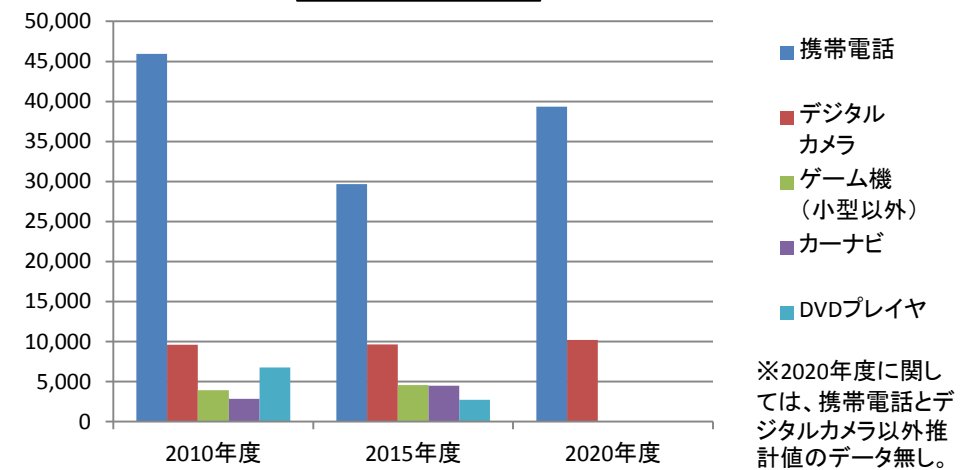
(単位:千台)

パソコン



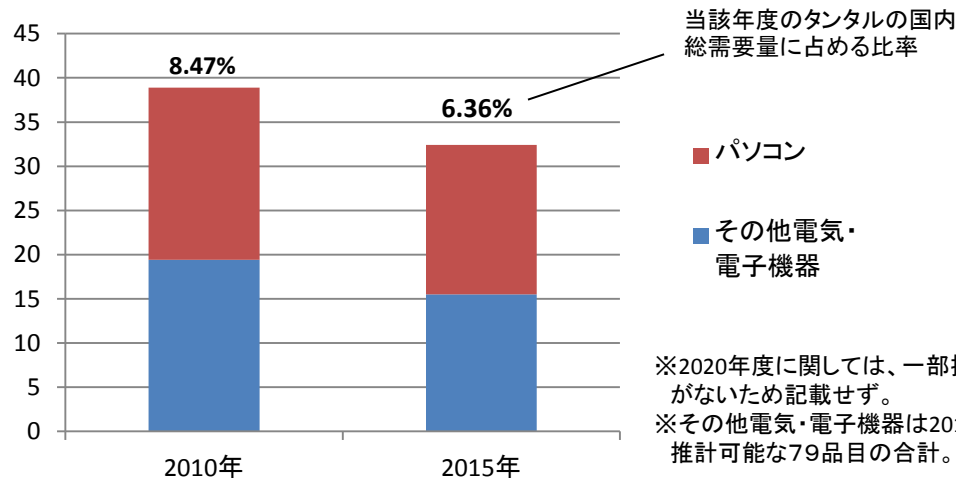
(単位:千台)

その他電気・電子機器



リサイクルにより確保できるレアメタル量のポテンシャル(※)

(単位:トン)



※仮に、過去の出荷製品が平均使用年数を経た後に全量排出・回収され、当該製品中のレアメタルを全量排出できた場合に、1年間で確保できるレアメタル量。

※2020年度に関しては、一部推計データがないため記載せず。
 ※その他電気・電子機器は2015年まで推計可能な79品目の合計。

出典:

- ・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含有量調査データ
- ・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書
- ・経済産業省:平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書
- ・産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 他

1-(4) タンタル(Ta) : 技術

○使用済電気電子機器等からタンタルコンデンサを分離・選別・濃縮する前処理技術の実用化が進められている。

○使用済タンタルコンデンサからタンタルを回収する後処理技術は実用化されている。

リサイクル技術の現状

	前処理	後処理
タンタルコンデンサ	△	○

○: 実用化

△: 開発中、実証試験中

×: 未開発

これまでの技術開発動向

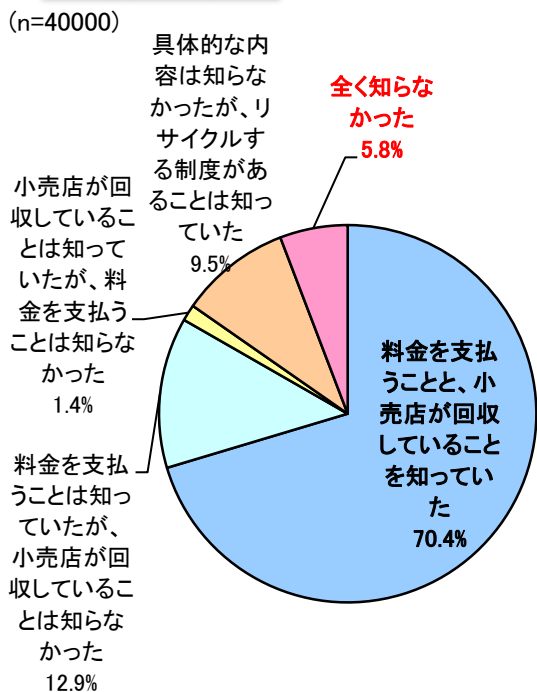
	～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)
前処理技術		廃電子基板から電子素子の解砕・物理選別・濃縮技術の開発 [METI/JOGMEC補助]			廃基板からのタンタル コンデンサの分離・ 選別・濃縮技術の 実証[民間企業]
		廃携帯電話からのレアメタル分離選別 抽出技術の開発[METI委託]		廃電子基板からの電子素子剥離 選別技術の開発[NEDO補助]	
後処理技術	1980年代 工程内リサイクル 事業化				

2. 各種製品における リサイクルの現状等について

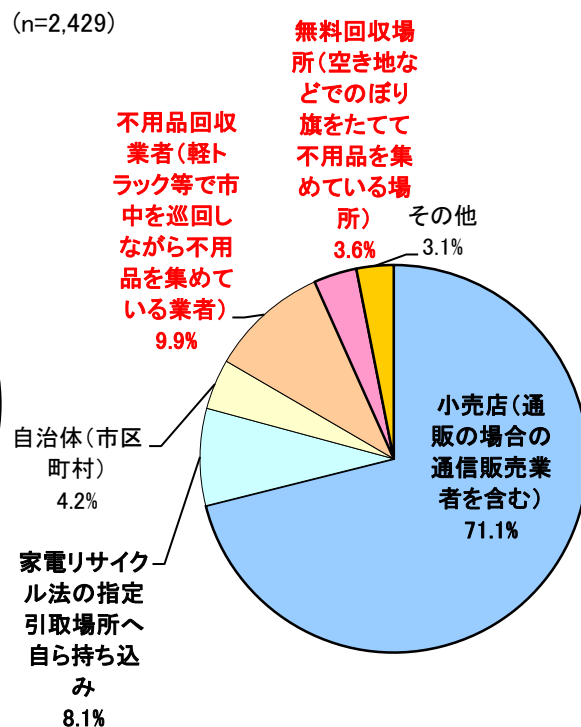
2-(1) エアコン: 消費者の排出意識

- 家電リサイクル制度の認知度は84.7%。
- 廃棄経験者の79.2%は制度上の廃棄先(小売店、指定引取場所)を選択しているが、13.5%は不用品回収業者等を選択。
- 不用品回収業者等に廃棄した理由として「支払う費用が安い、またはかからない」ことを選択した人の割合は、制度上の廃棄先(小売店、指定引取場所)に廃棄した理由として同選択肢を選択した人の割合に比べ約5倍。
- 制度上の廃棄先(小売店、指定引取場所)を選択した理由で最も高いものは「買換えの際の案内」。

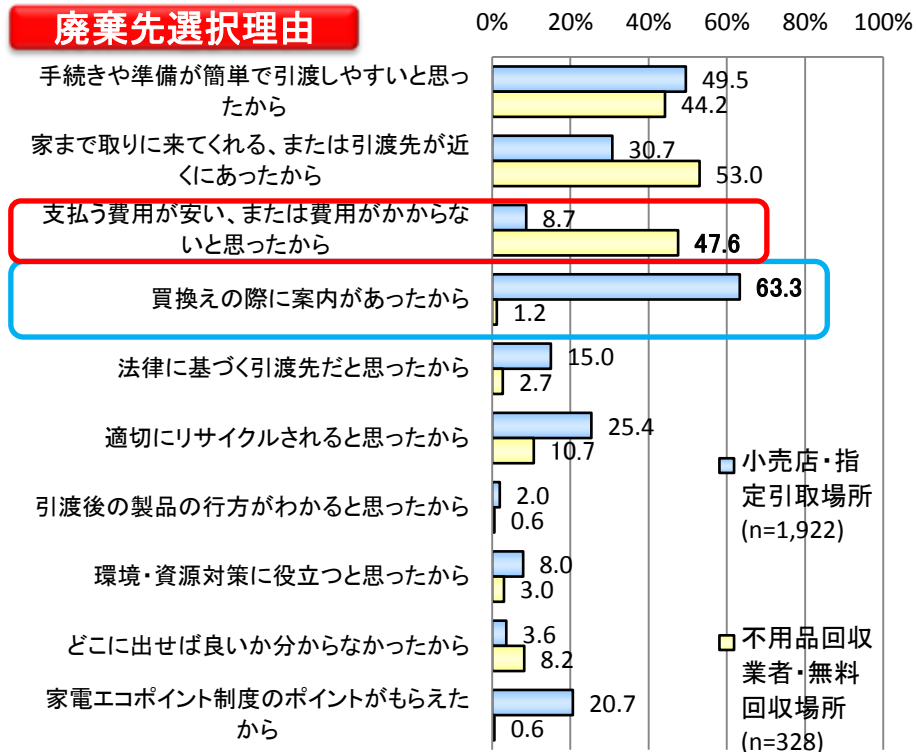
認知度



廃棄先



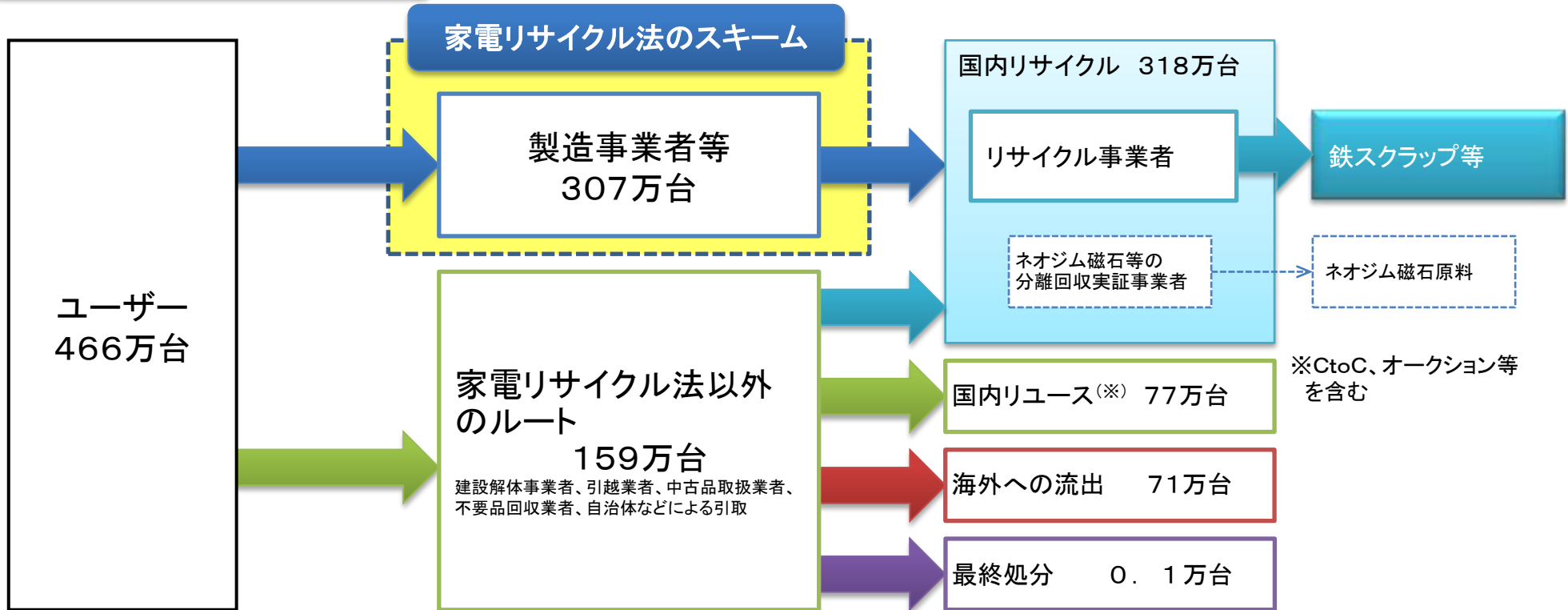
廃棄先選択理由



2-(1) エアコン:国内循環及び海外流出実態

- エアコンのリユースを除いた回収率は約79%であり、そのほかに不用品回収業者等を通じて海外流出するケースが存在。また、回収されても、鉄くず等として処理されるケースや、スクラップとして輸出されるケースも存在。
- 中間処理業者の中には、国内磁石合金メーカー等での受入条件の情報発信を望む声があった。
- 中古品輸出業者によって輸出されるものの中には、実際にはリユース品ではないにも関わらずリユース品として輸出されている事例も存在。

エアコンの静脈側のマテリアルフロー



2-(1) エアコン:レアメタルリサイクルの経済性分析

- 2010年の経済性を見ると「ネオジム磁石回収なし」が「ネオジム磁石回収あり」を上回る。
- 2020年では、エアコンのネオジム磁石の採用率が上がる(65%)ことやレアメタルリサイクル技術の進展等を要因として「ネオジム磁石回収あり」の方が「ネオジム磁石回収なし」より優位となった。
- ただし、中間処理段階においては、2020年においても「ネオジム磁石回収あり」の収支が「ネオジム磁石回収なし」を下回ることから、レアメタルのリサイクルが促進されるためには、金属回収段階の収入を一定程度中間処理に配分することが必要。
- 経過年数による感度分析では、「ネオジム磁石回収あり」は、「ネオジム磁石回収なし」に比べて2014年以降、「海外流出(想定)」に対しても、2018年以降に優位となる。

2010～2020年 経済性分析

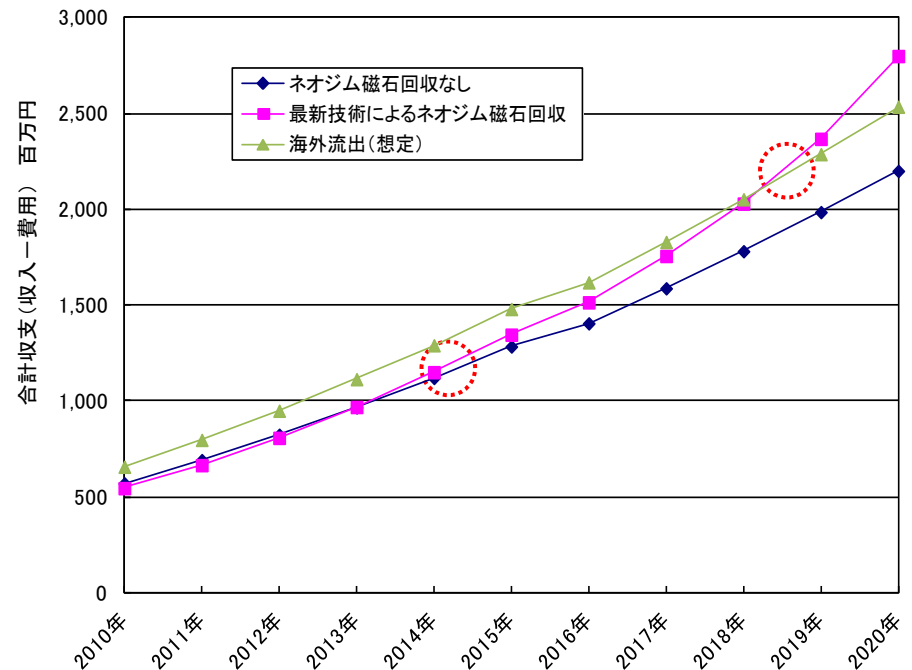
(単位:百万円)

2010年		ネオジム磁石回収なし	手分解による ネオジム磁石回収
中間処理	費用	84	111
	収入	654	659
中間処理段階における収支		571	548
金属回収	費用	—	9
	収入	—	21
金属回収段階における収支		—	12
合計収支(収入－費用)		571	560
(磁石回収ありの合計収支)－(磁石回収なしの合計収支)			-11



2020年		ネオジム磁石回収なし	最新技術による ネオジム磁石回収
中間処理	費用	320	580
	収入	2,521	2,749
中間処理段階における収支		2,200	2,169
金属回収	費用	—	442
	収入	—	1,073
金属回収段階における収支		—	631
全体収支(収入－費用)		2,200	2,800
(磁石回収ありの合計収支)－(磁石回収なしの合計収支)			+600

2010年以降の経過年による感度分析



出典:産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第21回)資料より。
 ※本試算は、あくまで議論の材料として、関係者ヒアリング及び既往調査等を踏まえ部分的に試算したものであることや、レアメタルを回収した場合、しない場合に比べ経済性が改善するのか悪化するのかを相対的に見ることを目的としているものであり、全体収支の数値がリサイクル事業の利潤を示すものではないことに留意が必要。

2-(1) エアコン:レアメタル含有情報の共有状況

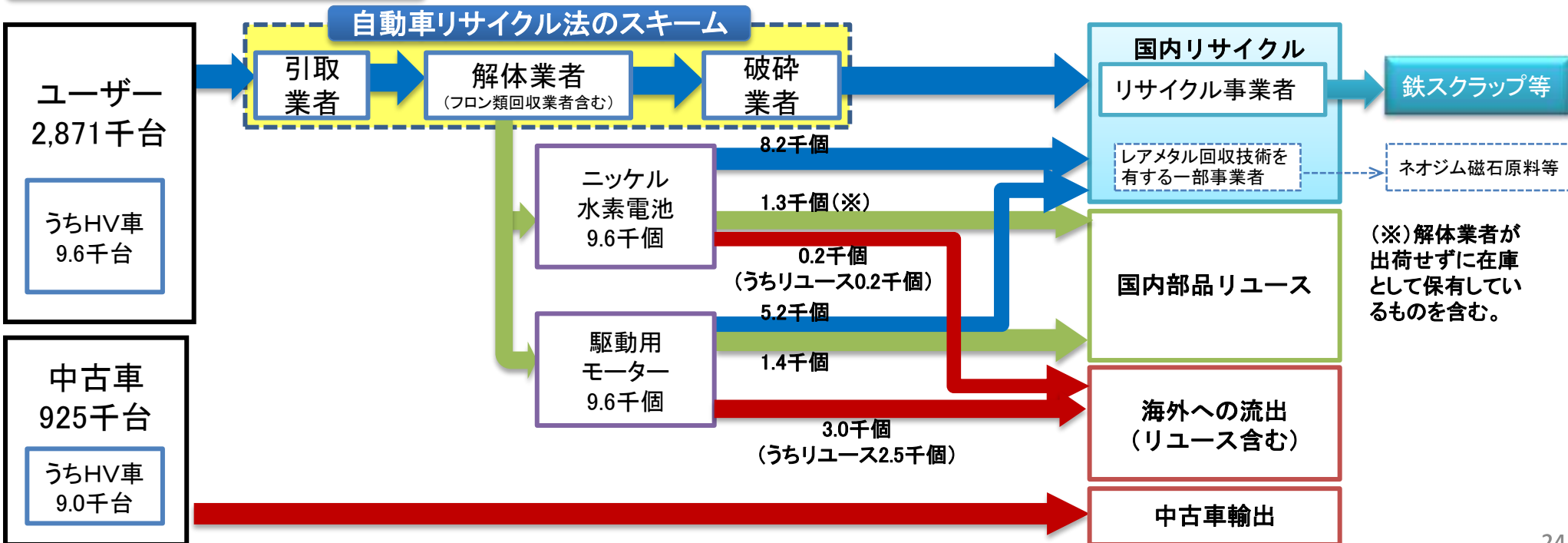
- ネオジム磁石搭載製品・非搭載製品が混在しており、レアメタルをリサイクルする場合、ネオジム磁石が搭載されたもののみを分別する必要あり。
- 先行事例として、グループ内企業間で含有有無情報の共有を図る取組や、メーカーと、グループ外でレアメタルのリサイクルに取り組む特定の間処理業者との間の情報共有を図る取組が存在。
- 含有有無の情報が得られない場合、中間処理業者におけるリサイクルの妨げとなっているケースが存在。

鉱種	レアメタルの含有状況	レアメタルをリサイクルする場合の含有情報の活用状況
ネオジム ジスプロシウム	<p>○2011年に排出される使用済エアコンのうち、ネオジム磁石を含むものの割合は5%程度(※)であり、それ以外のエアコンには希土類を含まないフェライト磁石等が使用されている。</p> <p>○使用済エアコンのうちネオジム磁石を含むものの割合は今後増加する見込み(2020年:65%(※))。</p> <p>(※)財団法人家電製品協会ヒアリング資料(平成23年11月29日産構審・中環審合同会合)</p>	<p>○レアメタルをリサイクルする場合、<u>ネオジム磁石が搭載されたもののみを分別する必要はあるが、コンプレッサの外観からは、搭載されている磁石の種類(ネオジム磁石、フェライト磁石等)が判別できない。</u></p> <p>○現在、コンプレッサからのネオジム磁石回収に取り組んでいる一部事業者の分別方法として、主に以下2通りのケースが存在。</p> <p>①家電リサイクルプラントで処理(コンプレッサ切断・脱磁・磁石取出)する場合 →<u>グループ内各メーカーからの情報提供により品番からネオジム磁石の含有有無を判断するケースや、コンプレッサを切断した後に目視によりネオジム磁石の有無を判別するケース(企業間で情報共有は行わない)などが存在。</u></p> <p>②外部の中間処理業者が家電リサイクルプラントからコンプレッサを引き取って処理する場合 →<u>メーカーと中間処理業者との間で二社間の秘密保持契約を締結すること等より、ネオジム磁石含有有無に係る情報を共有する場合が存在。それ以外の場合は、中間処理業者においてコンプレッサを切断し目視で含有有無を判断する場合や、自ら組成分析を行う場合等が存在。</u></p> <p>○上記のように、含有情報の不足が、中間処理業者におけるリサイクルの妨げとなっているケースが存在。</p>

2-(2) 次世代自動車:国内循環及び海外流出実態

- 自動車としての回収率はほぼ100%だが、回収後に解体業者等を通じて海外流出するものが相当数存在。自動車リサイクル法に違反し、エアバッグ類等未処理のまま輸出されるケースも存在。
- 次世代自動車の駆動用モーターは、自動車メーカーに売却されることもあるが、海外へ輸出されるケースも存在。
- 次世代自動車の駆動用電池は、自動車メーカーに引き渡されることが多く、輸出されることは少ない。電池のリユース事業者が出てきているが、安全性や品質の確保の観点から課題が存在。
- 解体業者の中には、今後国内資源循環を進めるためには、解体業者だけでは難しく、自動車メーカーや非鉄製錬事業者等関連事業者との取引ルートの構築が必要との声があった。また、自動車解体業者の業界団体からは、各社が協力して業界全体で進めていく必要があるとの声があった。

自動車の静脈側のマテリアルフロー



2-(2) 次世代自動車:レアメタルリサイクルの経済性分析

- 2010年の経済性を見ると「レアメタル回収なし」が「レアメタル回収あり」を上回る。
- 2020年では、次世代自動車の排出量が増加したことやレアメタルリサイクル技術の進展等を要因として「レアメタル回収あり」の方が「レアメタル回収なし」より優位となった。
- ただし、中間処理段階においては、2020年においても「ネオジム磁石回収あり」の収支が「ネオジム磁石回収なし」を下回ることから、レアメタルのリサイクルが促進されるためには、金属回収段階の収入を一定程度中間処理に配分することが必要。
- 経過年数による感度分析では、2016年以降に「レアメタル回収あり」が「レアメタル回収なし」に比べて優位となる。

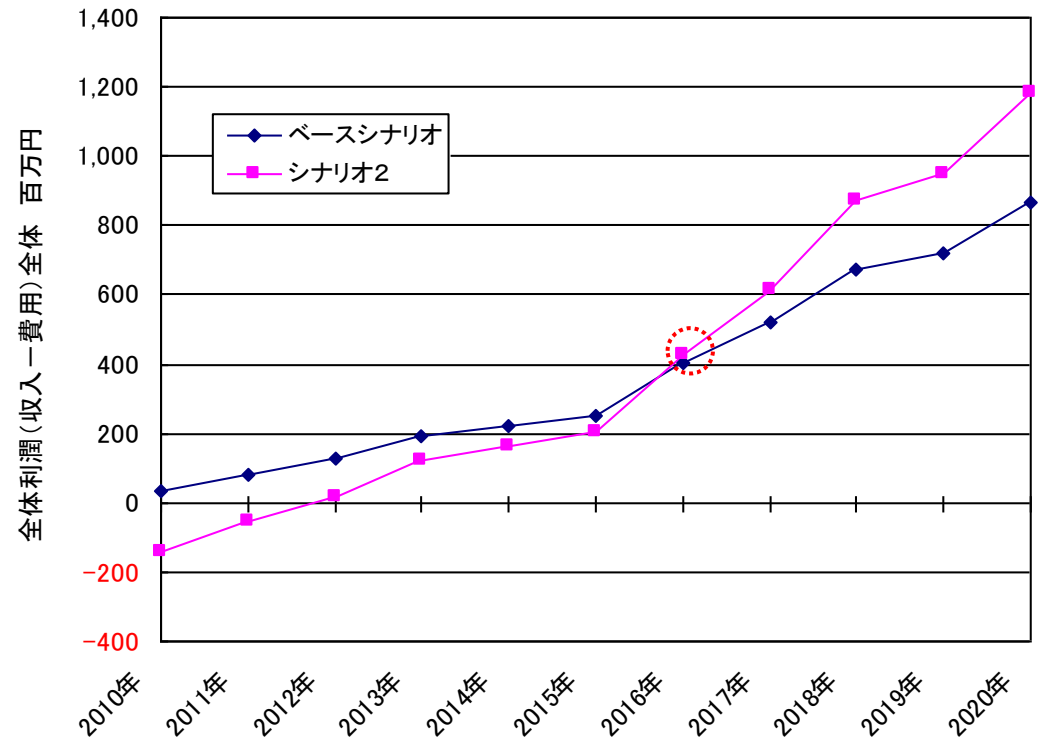
2010～2020年 経済性分析

(単位:百万円)

2010年		レアメタル回収なし	手分解による レアメタル回収
中間処理	費用	0	63
	収入	33	24
中間処理段階における収支		33	-39
金属回収	費用	-	50
	収入	-	78
金属回収段階における収支		-	28
合計収支(収入-費用)		33	-11
(レアメタル回収ありの合計収支)-(レアメタル回収なしの合計収支)			-44

2020年		レアメタル回収なし	専用設備導入による レアメタル回収
中間処理	費用		483
	収入	866	653
中間処理段階における収支		866	170
金属回収	費用	-	854
	収入	-	1,867
金属回収段階における収支		-	1,012
全体収支(収入-費用)		866	1,182
(レアメタル回収ありの合計収支)-(レアメタル回収なしの合計収支)			+316

2010年以降の経過年による感度分析



出典:産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第21回)資料より。
 ※本試算は、あくまで議論の材料として、関係者ヒアリング及び既往調査等を踏まえ部分的に試算したものであることや、レアメタルを回収した場合、しない場合に比べ経済性が改善するのか悪化するのかを相対的に見ることを目的としているものであり、全体収支の数値がリサイクル事業の利潤を示すものではないことに留意が必要。

2-(2) 次世代自動車:レアメタル含有情報の共有状況

- 電動パワステモーターや次世代自動車用リチウムイオン電池について、レアメタル含有部品・非含有部品が混在しており、レアメタルをリサイクルする場合に含有情報が必要となる。
- 先行事例として、メーカーと製錬業者との二社間での秘密保持契約の締結により含有情報を共有する取組が存在。
- 含有有無の情報が得られない場合、リサイクル業者におけるリサイクルの妨げとなっているケースが存在。

鉱種	製品・部品	レアメタルの含有状況	レアメタルをリサイクルする場合の含有情報の活用状況
ネオジム ジスプロシウム	自動車の 駆動用モーター	○メーカー、車種によらず全ての駆動用モーターにネオジム磁石が使用されている。	○レアメタルのリサイクル工程において、ネオジム磁石の含有情報の共有については課題となっていない。
	自動車の電動 パワステモータ	○メーカー、車種、年式によって、搭載している磁石の種類(ネオジム磁石、フェライト磁石等)が異なる。	○電動パワステモータからネオジム磁石を回収するに当たっては、ネオジム磁石搭載車種を特定する必要あり。 ○なお、電動パワステモータの前処理技術は、現時点で確立した手法は存在せず、民間企業において技術開発が進められている状況。
コバルト	自動車用 電池	水素 ニッケル 電池	○レアメタルのリサイクル工程において、コバルトの含有情報の共有については課題となっていない。
		リチウムイオン電池	○リチウムイオン電池の外観からは、コバルトの含有有無が判別できない。 ○また、製錬業者において、有価金属(コバルト等)の含有量やリサイクルを阻害する成分の混入状況を確認するため、含有情報の把握が必要となるケースが存在。 ○一部においては、自動車用電池メーカー・正極材メーカーと製錬業者との間で二社間の秘密保持契約を締結すること等により、製造工程で発生する屑や不良品中の含有情報を共有。メーカーから情報が得られない場合は、製錬業者において自ら含有量分析・評価を実施しており、製錬業者におけるリサイクルの妨げとなっているケースも存在。 ○なお、リチウムイオン電池の前処理・後処理技術については、民間企業において実証試験として取組中。

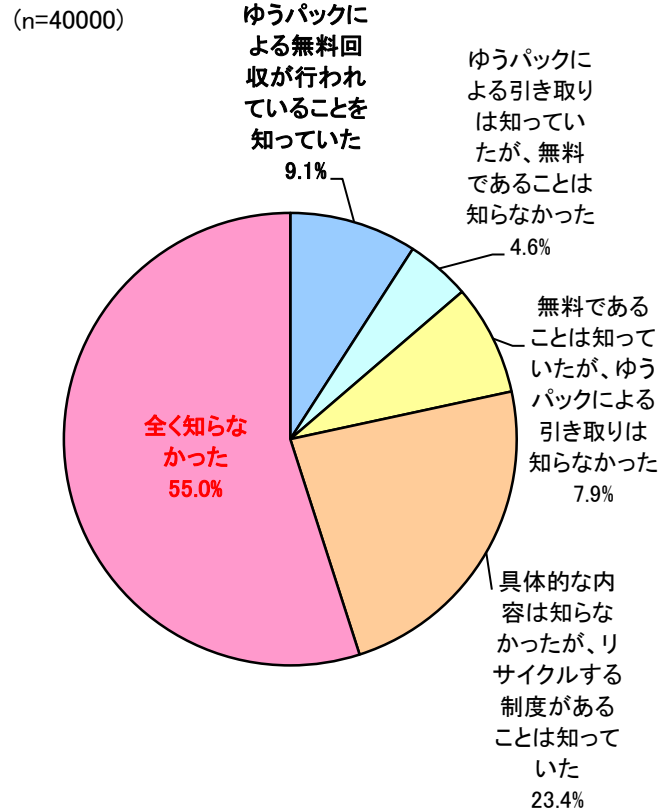
2-(3) パソコン:消費者の排出意識1

○パソコンリサイクル制度の認知度は21.6%、全く知らない人は55.0%。

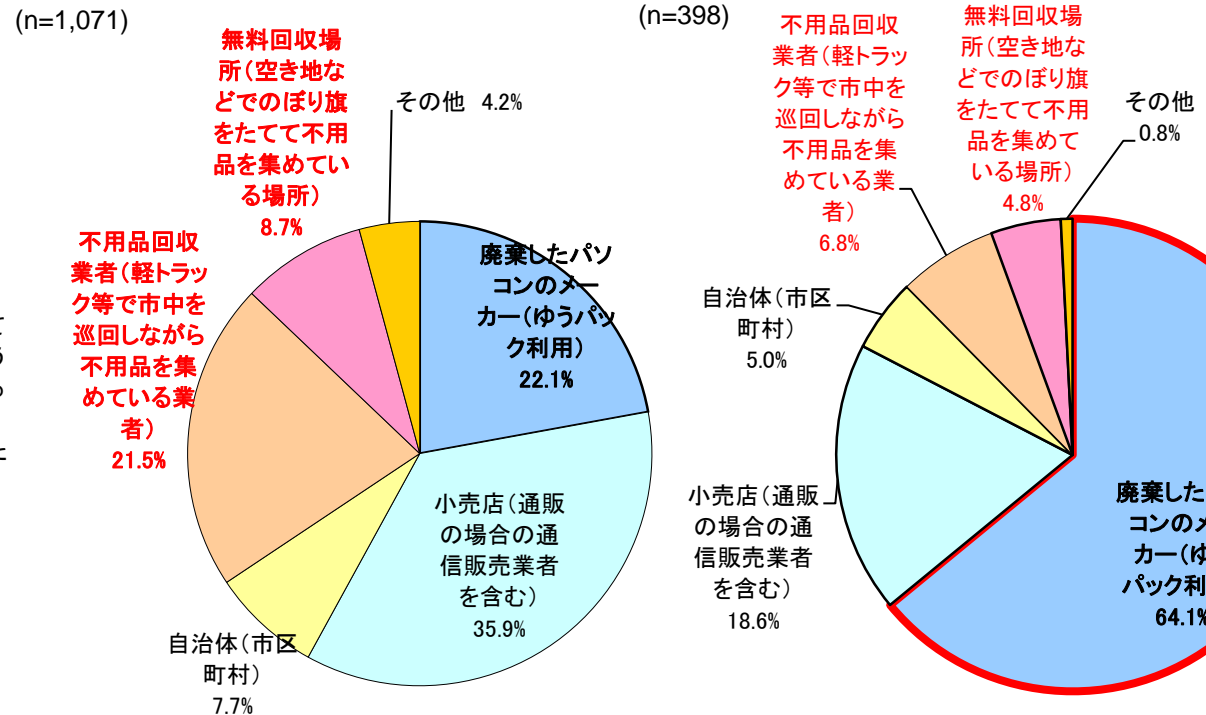
○廃棄経験者の22.1%がパソコンメーカーを選択しているが、不用品回収業者等は30.2%。小売店が35.9%で最も高い。

○パソコンリサイクル制度を知らない人の実際の廃棄先は、パソコンメーカーが8.0%だったが、PCリサイクルマークが貼付されたパソコンは排出時に無料で回収されることを理解すると、希望廃棄先はパソコンメーカーが64.1%まで増加。

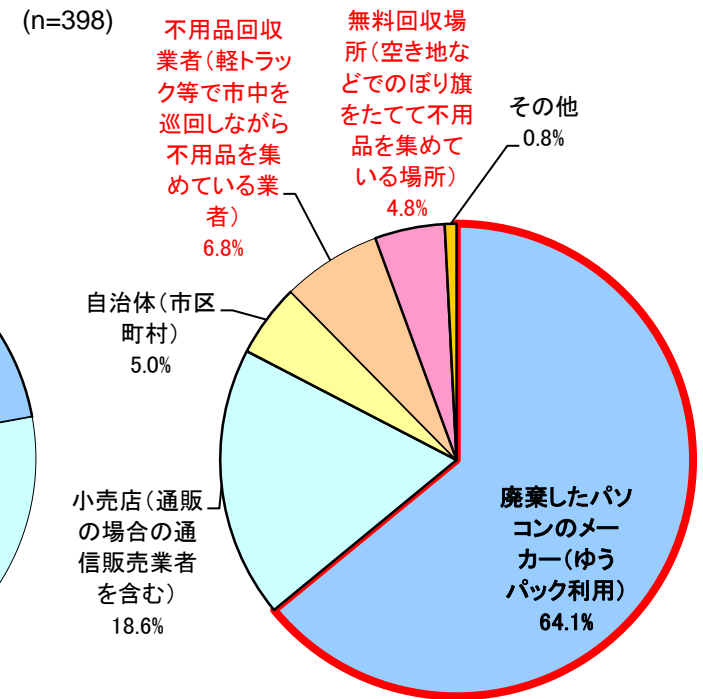
認知度



廃棄先



制度を知らない人の希望廃棄先

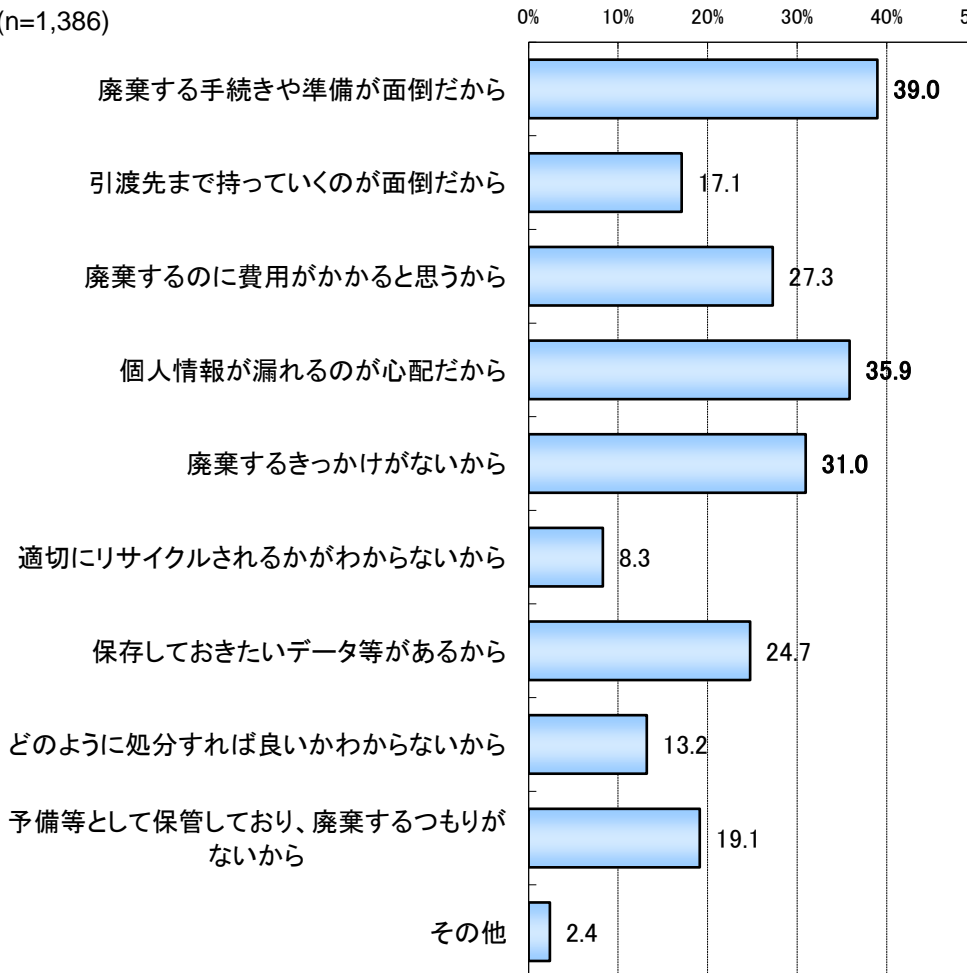


2-(3) パソコン:消費者の排出意識2

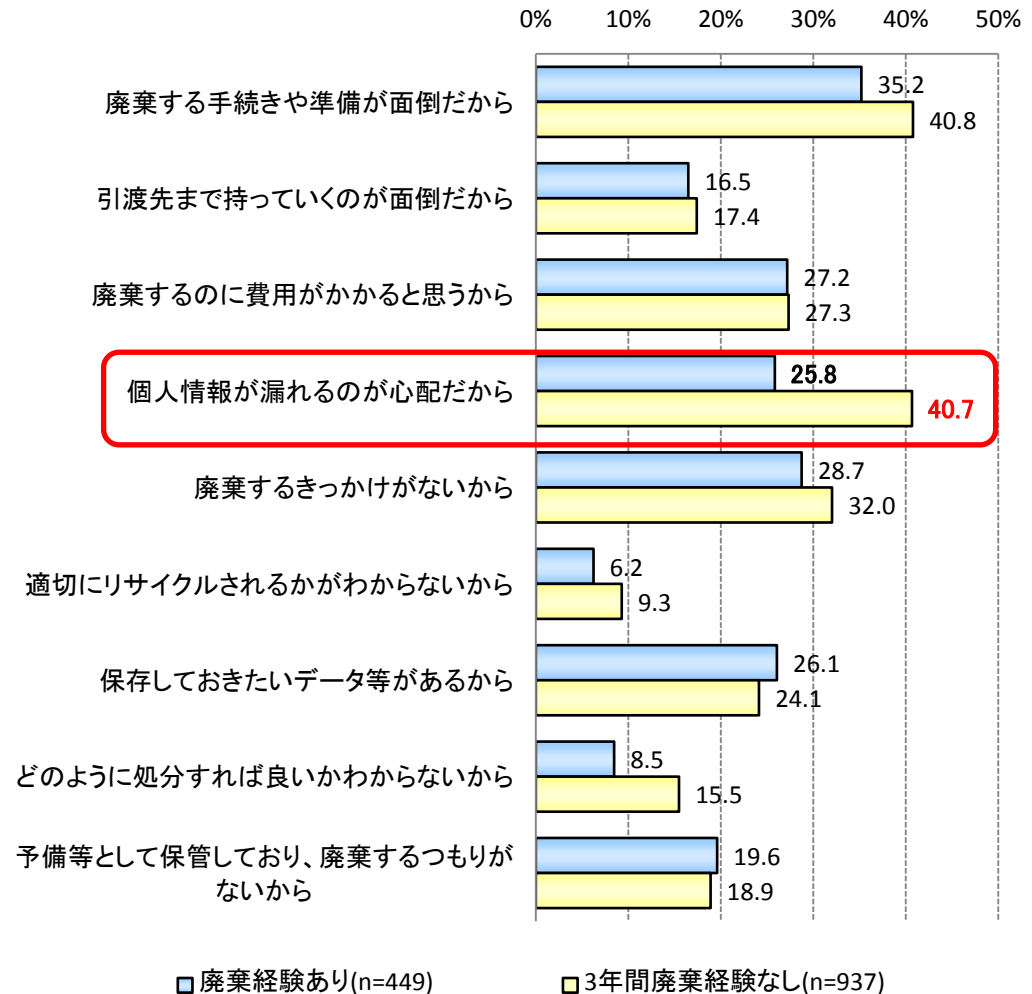
- 家庭内に退蔵をしている人の割合は46.7%。
- 退蔵理由は、「手続等が面倒」、「個人情報漏洩を心配」、「きっかけがない」の順。
- 退蔵している人は、廃棄経験者に比べ、個人情報の漏洩を心配している割合が約1.5倍。

退蔵理由

(n=1,386)



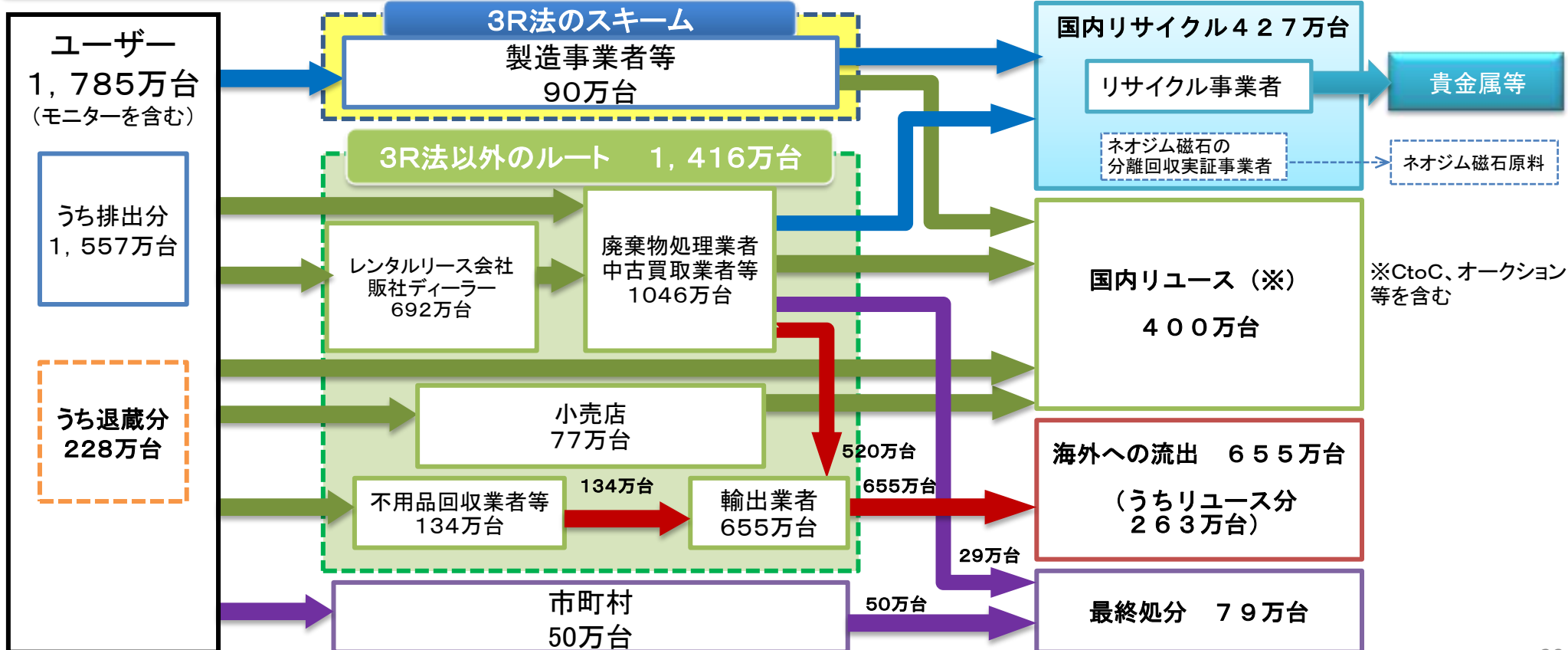
廃棄経験別の退蔵理由



2-(3) パソコン : 国内循環及び海外流出実態

- パソコンのリユースを除いた回収率は約10%であり、不用品回収業者等を通じての海外流出が相当数存在。また、回収されても鉄くず等として処理されたり、スクラップとして輸出するケースあり。
- 中間処理業者の中には、国内資源循環に向けるため、適切にリサイクルできる事業者など関係者間での国内資源循環ルートの構築を望む声があった。
- 中間処理業者の中には、使用済パソコンを抱えている国内リース会社の入札では、ほとんど中国系の企業に買い負けているとの声もあった。

パソコンの静脈側のマテリアルフロー



2-(3) パソコン:レアメタルリサイクルの経済性分析

- 2010年の経済性を見ると「レアメタル回収なし」が「レアメタル回収あり」を上回る。
- 2020年におけるパソコンを構成する部品(基板・ハードディスク・リチウムイオン電池)毎の回収率による感度分析結果は以下のとおり。
 - ・基板については、回収率の向上しても「Taコンデンサ回収あり」が、「Taコンデンサ回収なし」を上回ることではなく、経済性の高い技術開発が必要。
 - ・HDDについては、回収率が向上することで、「ネオジム磁石回収あり」が「ネオジム磁石回収なし」より優位となることから回収率の向上が課題。
 - ・リチウムイオン電池については、回収率にかかわらず「Li、Co、Ni等回収あり」が「Li、Co、Ni等回収なし」を上回る。

2020年 各構成部品における経済性分析

(単位:百万円)

基板(Taコンデンサ)のみを対象とした場合

2020年	Taコンデンサ回収なし	機械解体によるTaコンデンサ回収
全体収支(収入-費用)	564	529
(回収ありの全体収支)-(回収なしの合計収支)		-35

HDD(ネオジム磁石)のみを対象とした場合

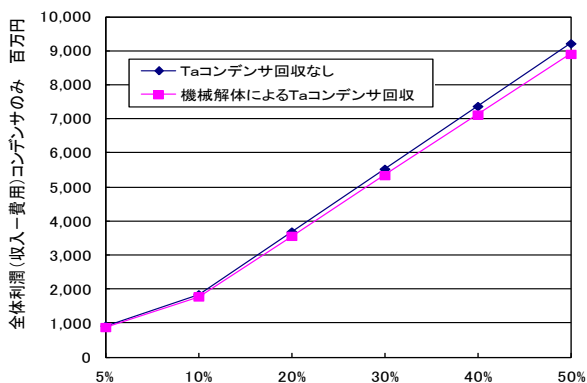
2020年	ネオジム磁石回収なし	機械解体によるネオジム磁石回収
全体収支(収入-費用)	10	1
(回収ありの全体収支)-(回収なしの合計収支)		-9

リチウムイオン電池のみを対象とした場合

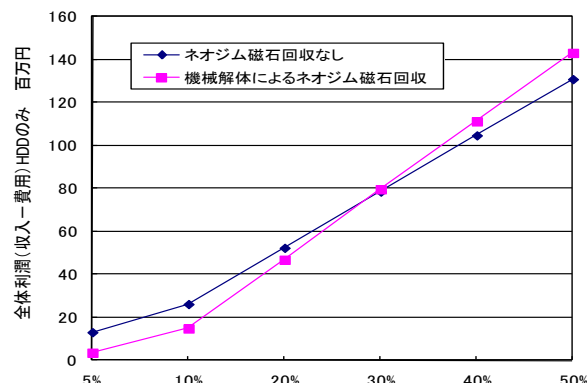
2020年	Li、Co、Ni等回収なし	湿式製錬によるLi、Co、Ni等回収
全体収支(収入-費用)	-6	-5
(回収ありの全体収支)-(回収なしの合計収支)		+1

各構成部品における回収率による感度分析

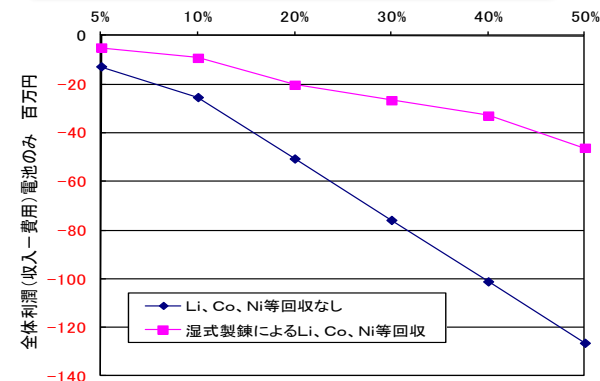
基板(Taコンデンサ)のみを対象とした場合



HDD(ネオジム磁石)のみを対象とした場合



リチウムイオン電池のみを対象とした場合



出典:産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第21回)資料より。

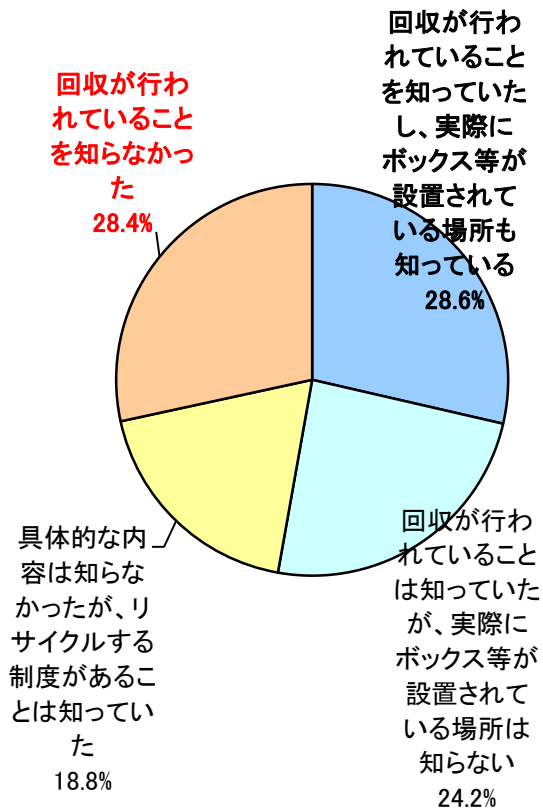
※本試算は、あくまで議論の材料として、関係者ヒアリング及び既往調査等を踏まえ部分的に試算したものであることや、レアメタルを回収した場合、しない場合に比べ経済性が改善するのか悪化するのかを相対的に見ることを目的としているものであり、全体収支の数値がリサイクル事業の利潤を示すものではないことに留意が必要。

2-(4) 小形二次電池: 消費者の排出意識

- 小形二次電池の回収制度の認知度は52.8%。知らない人が28.4%。
- 回収ボックスや小売店等に廃棄した人が35.7%、電池ごと小型家電を廃棄した人が33.9%。
- 参加・協力しやすい条件については「回収ボックス等が近くにあること」が最も高い。

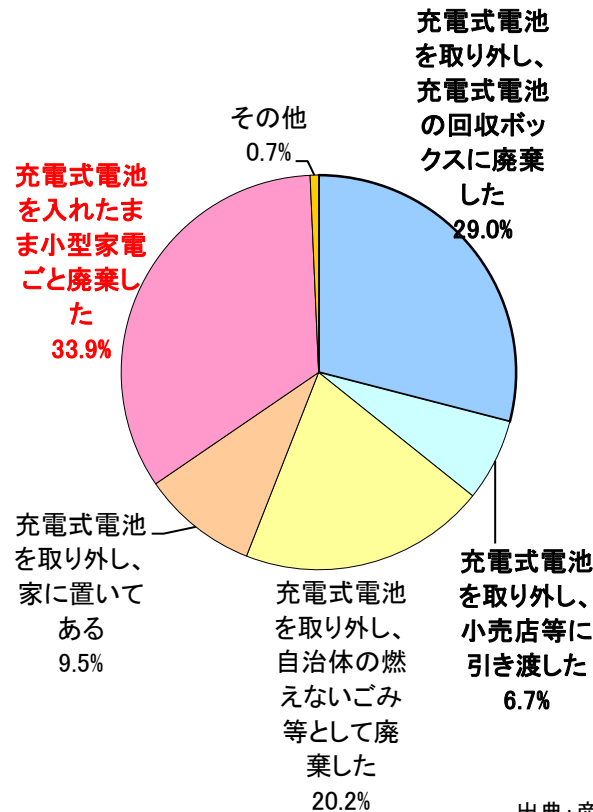
認知度

(n=40000)



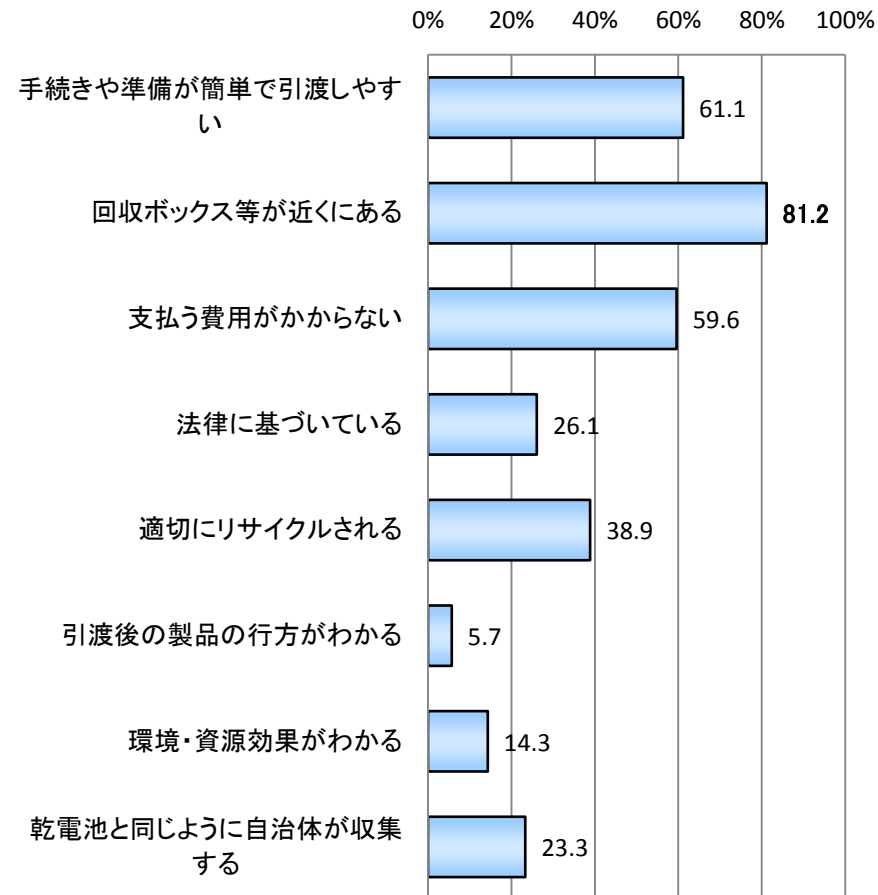
廃棄先

(n=579)



参加・協力しやすい条件

(n=579)

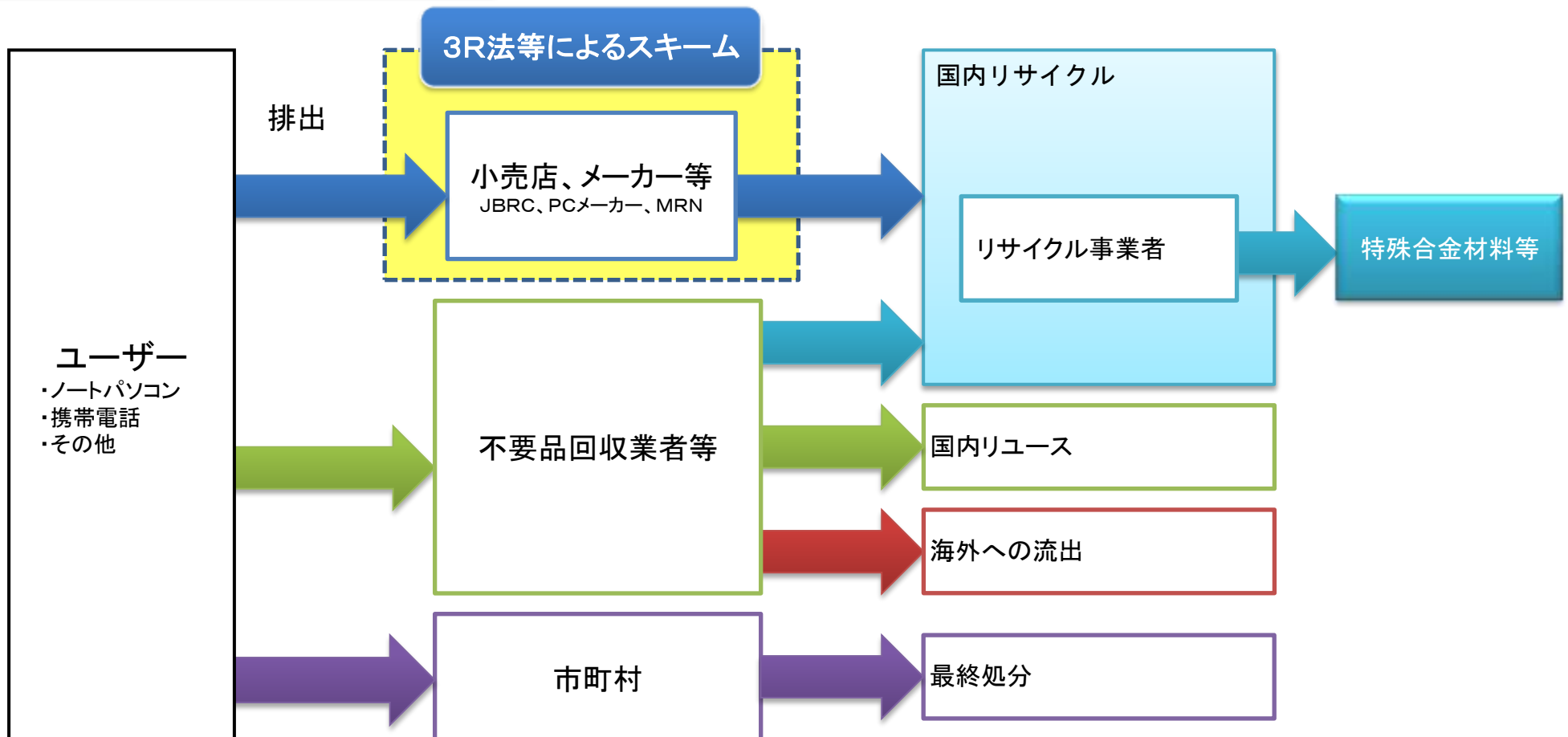


出典: 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第20回)資料より。

2-(4) 小形二次電池：国内循環及び海外流出実態

- 3R法等によるスキーム(パソコンメーカー等)に引き渡された場合、発火等の可能性があるため、二次電池は必ず選別され、リサイクル事業者引き渡されるため、輸出されるものはほとんどない。
- 小型家電等と一体となって排出された場合、市町村により最終処分場に埋め立てられてしまうものや、不用品回収業者等を通じて海外に流出してしまうものなどが存在。

小形二次電池の静脈側のマテリアルフロー

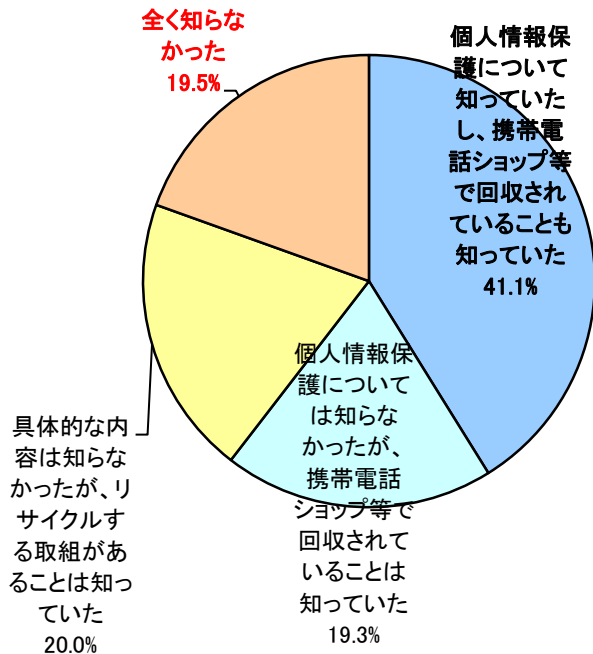


2-(5) 携帯電話: 消費者の排出意識

- 携帯電話ショップ等での自主回収の取組の認知度は60.4%。全く知らない人は19.5%。85.6%が携帯電話ショップに引き渡し。
- 家庭内に退蔵している人の割合は63.9%。
- 退蔵理由は、「保存しておきたいデータがある」、「きっかけがない」、「個人情報that漏れるのが心配」の順。
- 退蔵している人は、廃棄経験者に比べ、個人情報の漏洩を心配している割合が倍近く高い。

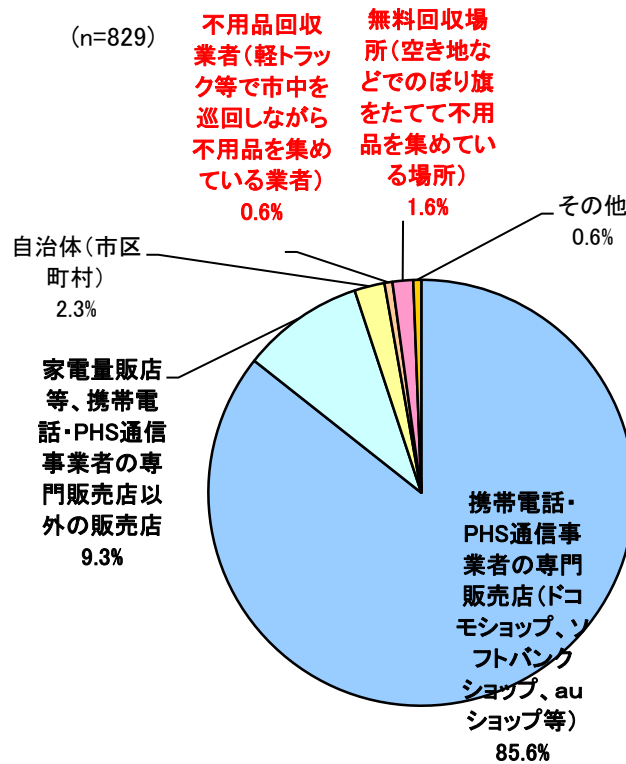
認知度

(n=40000)



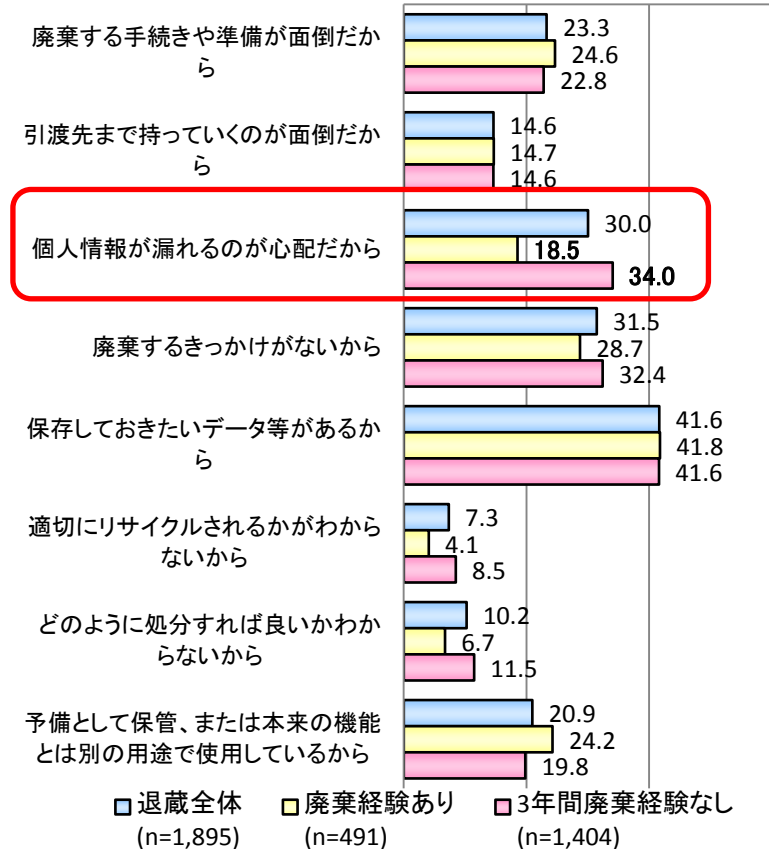
廃棄先

(n=829)



廃棄経験別退蔵理由

0% 20% 40% 60%



2-(5) 携帯電話:レアメタルリサイクルの経済性分析

- 2010年の経済性を見ると「レアメタル回収なし」が「レアメタル回収あり」を上回る。
- 2020年においても、「レアメタル回収あり」が「レアメタル回収なし」より優位となることはなかった。
- また携帯電話を構成する部品(基板・リチウムイオン電池)毎の経済性分析は以下のとおり。
 - ・基板については、「Taコンデンサ回収あり」が「Taコンデンサ回収なし」を上回ることはなく、経済性の高いリサイクル技術の開発が必要。
 - ・リチウムイオン電池については、「Li、Co、Ni等回収あり」が「Li、Co、Ni等回収なし」を上回る。

2010~2020年 経済性分析

(単位:百万円)

2010年		レアメタル回収なし	手分解による レアメタル回収
中間処理	費用	44	579
	収入	1,174	1,639
中間処理段階における収支		1,130	1,060
金属回収	費用	-	65
	収入	-	90
金属回収段階における収支		-	25
合計収支(収入-費用)		1,130	1,085
(レアメタル回収ありの合計収支)-(レアメタル回収なしの合計収支)			-45

2020年		レアメタル回収なし	機械解体による レアメタル回収
中間処理	費用	44	97
	収入	999	972
中間処理段階における収支		955	875
金属回収	費用	-	42
	収入	-	56
金属回収段階における収支		-	15
全体収支(収入-費用)		955	890
(レアメタル回収ありの合計収支)-(レアメタル回収なしの合計収支)			-65

2020年 各構成部品における経済性分析

基板(Taコンデンサ)のみを対象とした場合

(単位:百万円)

2020年	Taコンデンサ 回収なし	機械解体による Taコンデンサ 回収
全体収支(収入-費用)	970	897
(回収ありの全体収支)-(回収なしの合計収支)		-73

リチウムイオン電池のみを対象とした場合

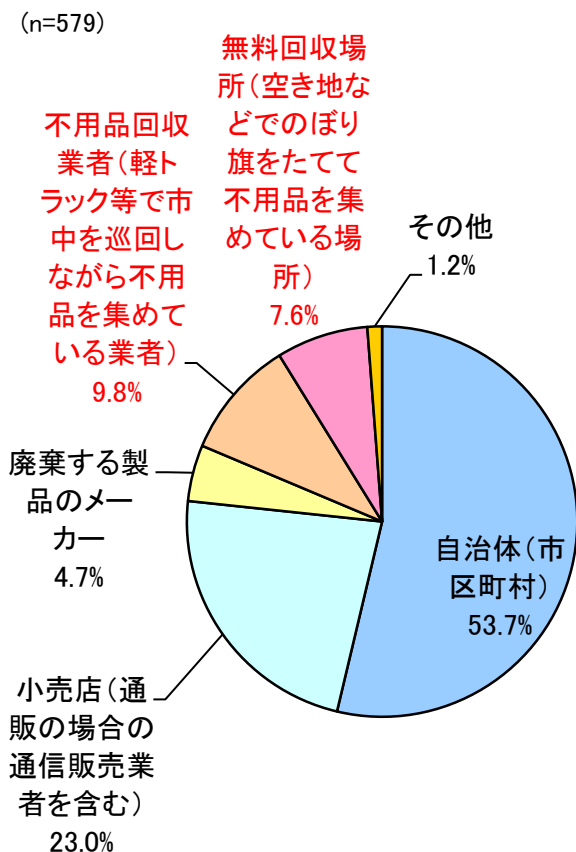
2020年	Li、Co、Ni等 回収なし	湿式製錬による Li、Co、Ni等 回収
全体収支(収入-費用)	-15	-6
(回収ありの全体収支)-(回収なしの合計収支)		+9

出典:産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会(第21回)資料より。
 ※本試算は、あくまで議論の材料として、関係者ヒアリング及び既往調査等を踏まえ部分的に試算したものであることや、レアメタルを回収した場合、しない場合に比べ経済性が改善するの悪化するのを相対的に見ることを目的としているものであり、全体収支の数値がリサイクル事業の利潤を示すものではないことに留意が必要。

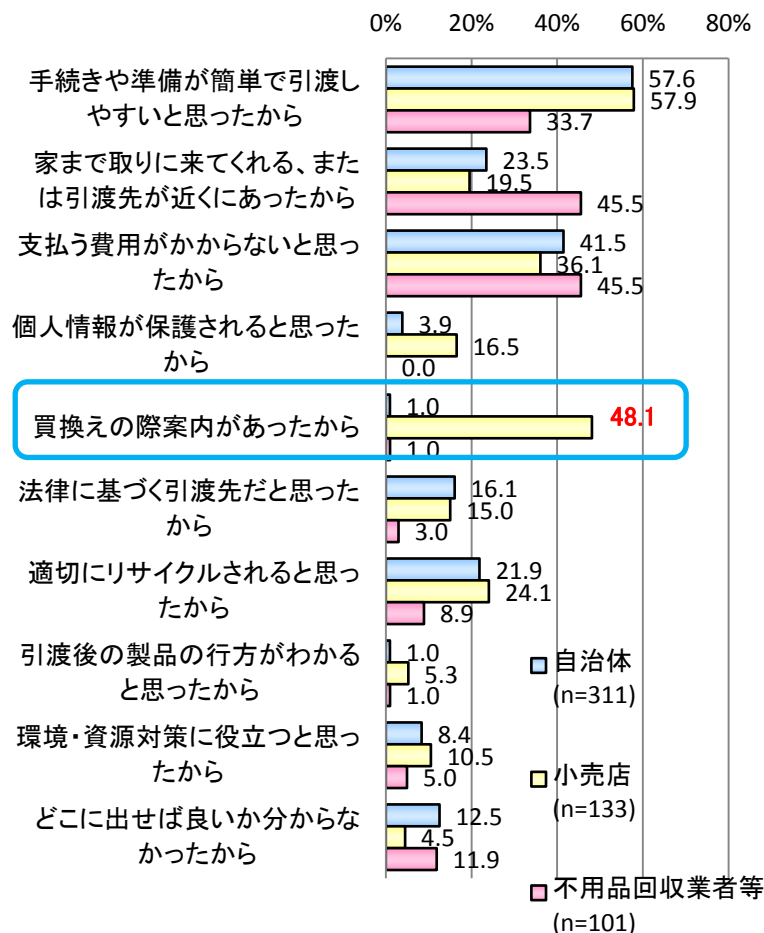
2-(6) 小型家電: 消費者の排出意識

- 小型家電の廃棄先は自治体が53.7%、小売店が23.0%、不用品回収業者等が17.4%。
- 小売店に引渡した人の廃棄先選択理由は、「買換えの際に案内があったから」が48.1%。
- 家庭内に小型家電を退蔵している人の割合は39.0%。
- 退蔵理由は、「きっかけがない」、「手続等が面倒」、「予備として保管」の順。

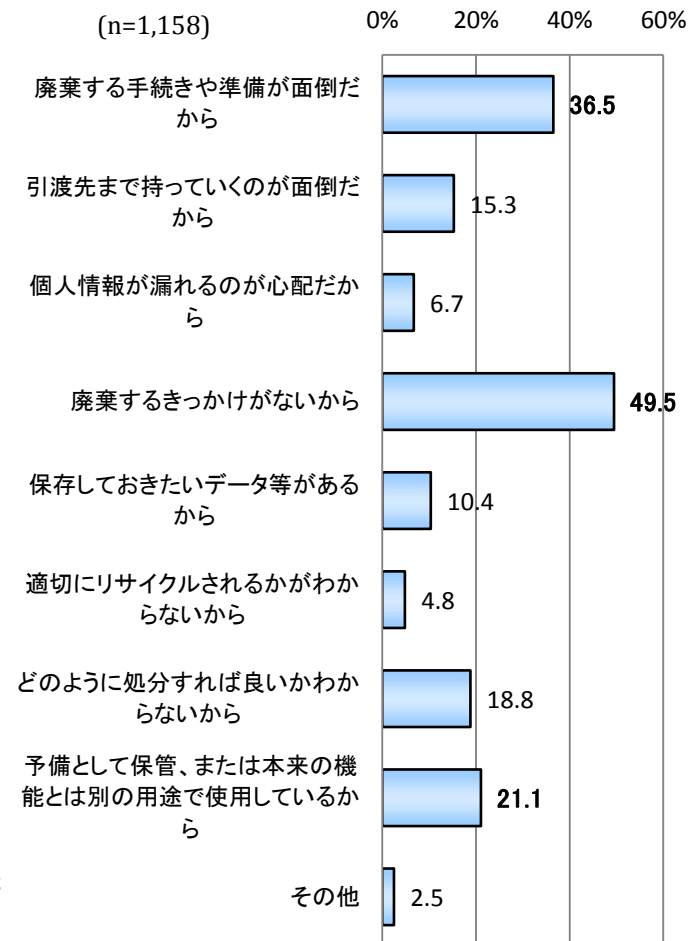
廃棄先



廃棄先選択理由



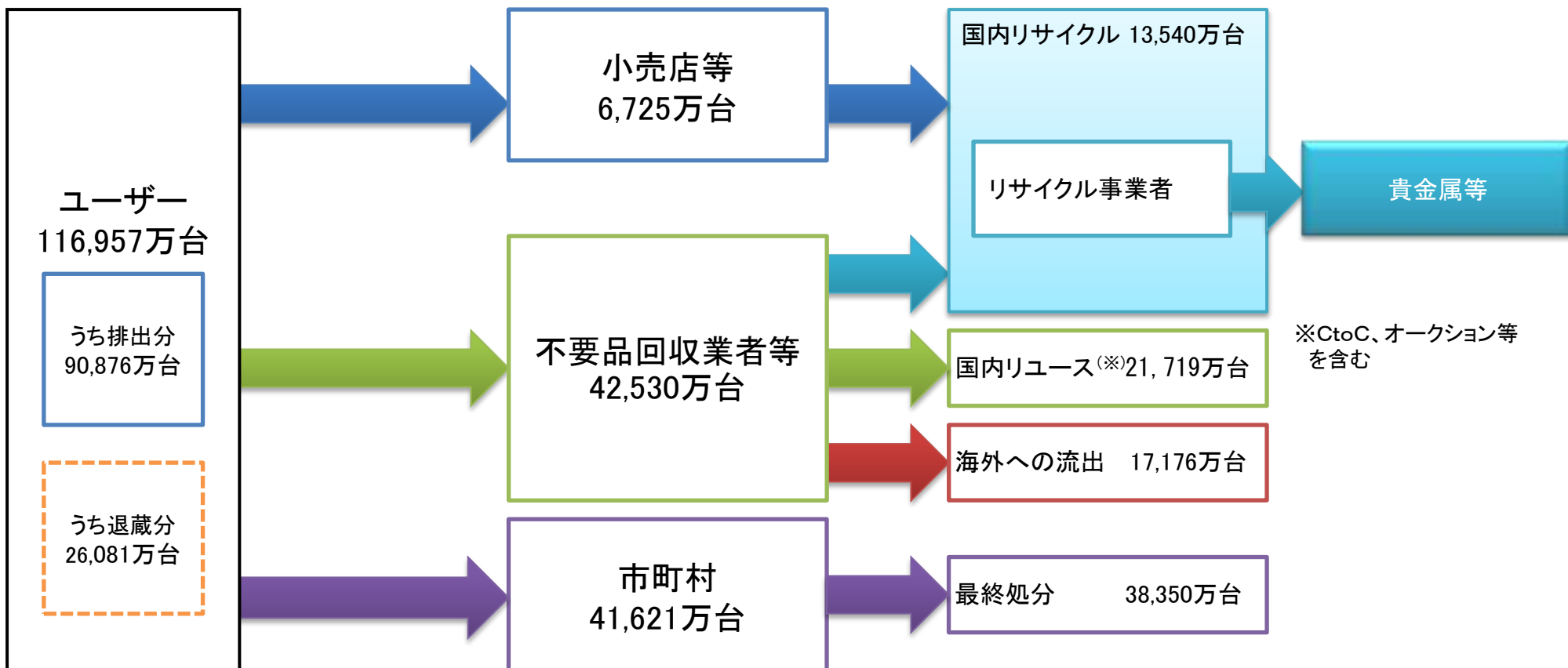
退蔵理由



2-(6) 小型家電：国内循環及び海外流出実態

- 主に一般家庭から排出され、大半が一般廃棄物として自治体により埋立・焼却処理。
- 小売店等を通じてリユース・リサイクルされているものや、海外流出しているものも存在。
- 市町村が実施する使用済小型家電の入札で、雑品として海外へ輸出する業者に買い負けてしま
うことが多いとの声があった。

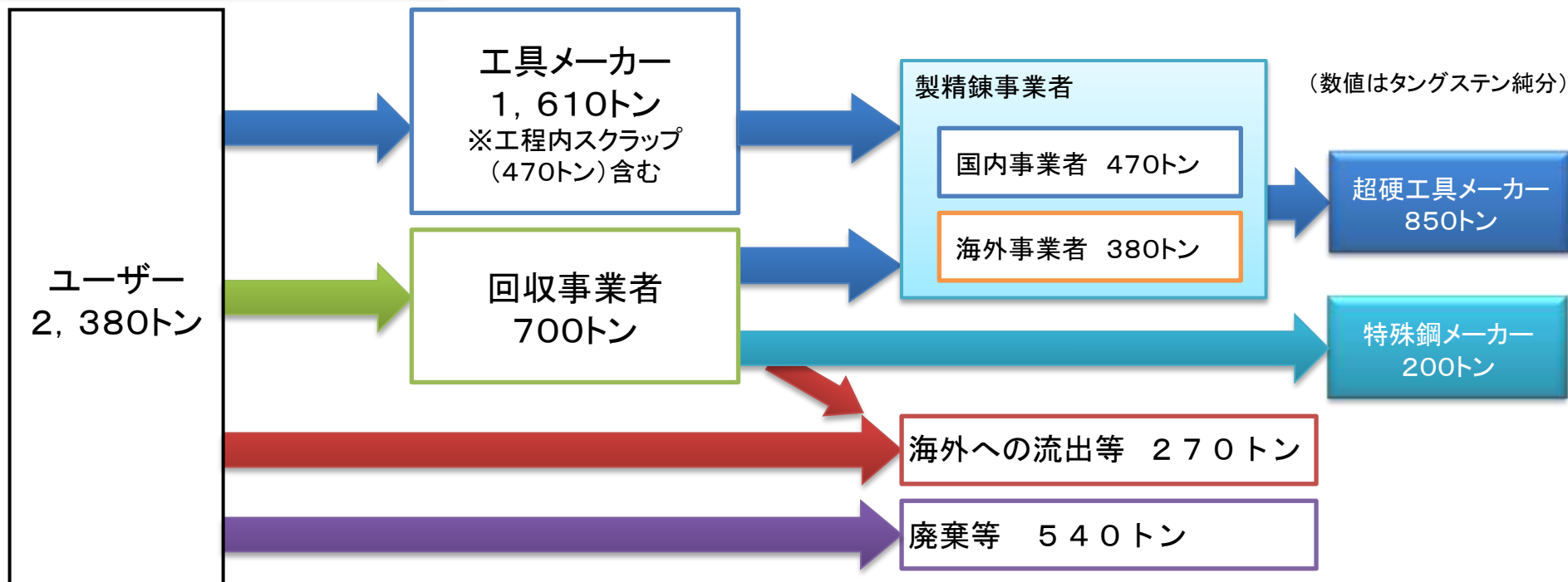
小型家電の静脈側のマテリアルフロー



2-(7) 超硬工具:国内循環及び海外流出実態

- 超硬工具メーカーにて回収された超硬工具スクラップは国内製錬または海外にて委託製錬が行われ、超硬工具原料としてリサイクルされる。
- 超硬工具回収事業者にて回収された場合は、国内外製錬事業者や国内特殊鋼メーカーへ売却される他、海外へ輸出されるケースも存在。
- リサイクルの必要性が認識されず、廃棄されるものが存在。
- 超硬工具協会では、回収量増加のために超硬工具ユーザー向けの排出ガイドラインを作成した上で、超硬工具ユーザーへの普及を実施予定。特に、大口ユーザーの業界団体との連携が課題との声があった。

超硬工具の静脈側のマテリアルフロー



レアメタルのリサイクルに係る具体的な対応策（案）

平成24年6月

I レアメタルのリサイクルに係る基本的な考え方

1. レアメタルのリサイクルの必要性

近年、新興国の経済成長に伴う資源価格の高騰や、一部の資源供給国における資源ナショナリズムの台頭など、世界的な資源制約の高まりを背景として、資源の安定供給確保の重要性が急速に高まっている。特に、需要量の増加が見込まれている一方、自給率が0～2割程度と低く、供給途絶のリスクも存在するなど、資源確保の必要性が高いものとして特にリサイクルによる回収が重要となりうる今回検討対象とした5鉱種（ネオジウム、ジスプロシウム、コバルト、タンタル、タングステン）については、今後、これらを含む使用済製品の排出増加が見込まれることも踏まえると、資源小国の我が国においては、海外資源確保、代替材料開発・使用量削減等の取組と並行して、リサイクルを推進することにより国内の静脈資源を最大限活用し、多様な供給源を確保することを通じて、自給率を高めていくことが必要である。

また、レアメタルのリサイクルは、世界に先駆けた我が国の先進的な取組であり、その取組を推進することは、供給源の多様化という直接的な効果に加えて、環境制約・資源制約の克服に向けた静脈産業の拡大、雇用創出の側面、また国民生活の向上の観点からも重要である。さらに、我が国の高度なリサイクル技術は国内外からも関心が高く、その取組を高度化することは資源外交上も有利に働く可能性がある。

2. 検討の方向性

これまでのリサイクル政策は、最終処分場の延命化等を目的とし、廃棄物処理という外部費用を内部化するための社会政策という要素が主であったのに対し、レアメタルのリサイクルは、上記のとおり資源確保の観点から更にリサイクルを推進しようというものであり、こうした資源リサイクルにより資源のユーザーである日本の先端産業ビジネスの事業の円滑化に貢献するものである。

ただ、レアメタルリサイクルの現状については、レアメタルはベースメタルと

異なりリサイクル技術は開発途上であること、レアメタルを多く含む使用済製品の排出が本格化する時期はもう少し先であること等の課題が存在することから、現時点ではレアメタルのリサイクルは経済的に成り立たないケースがほとんどである。一方で、経済性分析によると、これらの課題を解消することにより将来的にはビジネスとして成り立つ可能性がありベースメタル等に加えレアメタルも回収されうるようになることがわかったが、その実現のためには国が主導して様々な対応策を講じていくことが必要である。

上記を踏まえると、レアメタルリサイクルの促進のためには、まずはビジネスとして成立する状況の実現を目指し、そのための課題を検討し、対応策を講じていくことが先決である。その上で、かかる対応策の進捗状況や効果のフォローアップを行うこととする。その結果、仮にレアメタルの回収が進まない場合等には、より強い措置が必要かどうかの検討が必要となる可能性がある。

3. 課題と対応策

レアメタルリサイクルをビジネスとして成立させるための条件整備として、経済性分析等でも見たように、規模の経済の観点からできるだけ多くの回収量を確保することと、リサイクルの効率性を向上させることという観点から対策を講じることが必要不可欠である。

(1) 回収量の確保

回収量を確保するためには、レアメタルを含んだ使用済製品の割合が高くなることと、レアメタルを含んだ使用済製品の回収量を増加させることが重要である。

①レアメタルを含んだ使用済製品の割合の向上

現在排出されている製品のうちレアメタルが含有されている製品の割合はまだ低いものの、既に市中に普及しているレアメタル含有製品は多いことから、将来的にはレアメタル含有製品の排出割合が高まることを見込まれるため、以下②のとおり、これらの使用済製品を着実に回収することが重要となる。

②使用済製品の回収量の増加

使用済製品の回収量の増加のためには、使用済製品の回収が一部において十分ではないものがあるため、これらの使用済製品の回収率を向上させると

ともに、回収されたものができるだけ海外流出等しないように対応策を講じる必要がある。

第一に、使用済製品の回収率の向上については、今回検討対象とした製品の多くは、法律に基づく回収スキーム（自動車、家電4品目、パソコン、小形二次電池）や、事業者の自主的取組による回収スキーム（携帯電話、超硬工具）など既に回収ルートが存在することから、これらの回収スキームを最大限活用して回収量の確保を図ることが有効である。しかしながら、回収スキーム自体の認知度が低いケースや、回収されず家庭内に退蔵されるケース等の課題もあることから、現行回収スキームの改善策を講じること等により、使用済製品の回収率の向上を図るべきである。加えて、回収スキームが存在せず大半が埋立・焼却されている製品（小型電子機器等）等についても、新たな回収スキームを構築することにより回収量の確保を図るべきである。また、廃棄物の減量化による最終処分場の延命など環境上の効果を目的とした当初のリサイクル政策の観点からも、使用済製品の回収量確保は、引き続きさらに追求すべきである。

第二に、海外流出等対策については、レアメタルを含む部品は有価物であるケースが多いため、資源確保の観点のみからその取引や海外輸出を制限することは、経済原則をゆがめ、自由貿易を歪曲する可能性（WTO協定との整合性等）もあることに留意する必要がある。廃棄物処理法やバーゼル法等の現行法の規制を逃れて不法に海外輸出されるケースについては、海外での不適正な処理を防止する観点から、現行法の更なる適正な施行、運用を検討することが必要である。こうした不法輸出を防止することにより、結果的に海外流出の低減につながる。

（2）リサイクルの効率性の向上

リサイクルの効率性の向上のためには、リサイクル事業者が中間処理工程や製錬工程などで効率的に資源を選別・回収できるようにすることが重要であり、そのためには、リサイクルの技術開発の推進のほか、どの部品にどの資源が使用されているかが容易に判別できるよう含有情報の共有、解体しやすい設計上の工夫等の課題を解決していく必要がある。

①リサイクル技術の開発

技術開発については、中間処理段階において必ずしも効率的に解体・選別するための技術が確立していないなど、鉱種・製品・リサイクル工程において

状況はそれぞれ異なるものの効率的な技術が確立していないものもあるという課題が存在していることから、これらを体系立てて評価・整理し、今回新たにレアメタルリサイクルに係る技術ロードマップとして取りまとめる予定。今後は、当該技術ロードマップに沿って、官民連携して効果的に技術開発・実証を進めていく必要がある。

②レアメタル含有情報の共有

含有情報の共有については、含有情報がないためにリサイクルを阻害する成分の混入状況を確認する必要性が生じるケースがあるなど、リサイクルの効率性を阻害する課題がある。そのため企業秘密に配慮しながら工夫をして共有を進めている先進的な事例を国が情報提供するなどにより、含有情報の共有に係る取組を拡大していく。

③易解体設計の推進

易解体設計の推進については、静脈企業側のニーズと動脈企業側の設計との調整の円滑化のために、例えば国が主導して動脈企業と静脈企業の連携を深めるための場を設けるなどして、動脈企業と静脈企業の意思疎通の円滑化を進めていく必要がある。

(3) レアメタルの回収が進むまでの準備（実証事業）

上記（1）や（2）の対策を講じることにより将来的にはレアメタルの回収がビジネスとして成立する可能性はあるものの、それが実際に進むまでの準備として、回収から再利用まで関係者が実際に取り組んでみるのが重要である。

そのため、国主導の下、使用済製品の回収から選別、再資源化、再利用に至るまでの一連のプロセスを各関係事業者の参加を得て実証事業を実施していくことが必要である。さらに、この実証事業を通じて、動脈・静脈双方の事業者における経験・ノウハウの蓄積や新たな課題の抽出やその対策等の検討を行うことが可能となる。

上記（1）～（3）の対策の実施については、レアメタルを含む使用済製品の排出が本格化してくる2010年代後半までの間を「条件整備集中期間」と位置付け、国主導の下に産学とも連携しつつ条件整備に向けたこれらの対策を集中的に講じることとする。

(4) 進捗状況等のフォローアップ

上記対策が確実に取り組まれるように、課題毎に必要なに応じ別途検討の場での議論を踏まえ、本合同審議会において対策の進捗状況やその効果を定期的にフォローアップすることにより、PDCA (Plan, Do, Check, Action) を実施することも重要である。上述のとおり、条件整備集中期間において国が中心となっ
てこうした対策を講じることにより、ビジネスとして成立するようになりレア
メタルも回収されるようになることを目指すものの、仮にフォローアップの結
果としてレアメタルの回収が進まない場合や、我が国へのレアメタルの供給途
絶等の緊急事態により需給が逼迫した場合等には、例えばレアメタルの回収を
強制するなど資源確保の観点から更に強い措置が必要かどうかの検討が必要と
なる可能性がある。ただし、その検討の際には、外部費用の内部化の観点から
製造事業者等にリサイクルを義務付けてきた現行リサイクル制度とは異なり、
資源リサイクルによる資源のユーザーは製造事業者等であることを踏まえ、そ
の必要性について見極める必要がある。

以上を踏まえ、今回検討対象とした5鉱種を含む主な製品・部品（次世代自動
車、家電4品目、パソコン、電気・電子機器全般、小形二次電池、超硬工具）等
について、検討すべき具体的な対応策は以下のとおり。

Ⅱ 当面の具体的な対応策

1. 使用済製品の回収量の確保

(1) 現行回収スキーム等の強化

①パソコン（鉱種：Nd, Dy, Co, (Ta)）

資源有効利用促進法に基づき製造事業者等が回収・リサイクルしているが、
回収率¹は約10%にとどまってお
り、回収率を向上させるための具体的な対
応策について検討するべきではないか。その際、具体的な対応策として以下
のような論点について検討し、今年度中を目途に一定の結論を得るべきでは
ないか。

- ・使用済パソコンを家庭内退蔵する理由として、排出手続きや準備の面倒さ、
個人情報漏洩の懸念を挙げる消費者が一定程度存在することから、使用済
パソコンの排出までの作業・手続きを消費者の視点から判りやすくする余

¹年間推計排出量から退蔵分及びリユース分を除いたものを分母としたもの。なお、分母には一部有価取引のものを
含むことに留意が必要。以下同じ。

地がないかなどを検証する他、引き取った使用済製品について製造事業者等が講じる個人情報保護措置の制度的担保化（及び当該措置の周知）や消費者への普及啓発等を通じた退蔵製品の排出促進を図るべきではないか。

- ・小売店で引き取られる使用済製品やリース・レンタル業者等からの使用済製品の排出割合が高いことから、これらの事業者からの回収を促進するための具体的な方策を検討すべきではないか。
- ・製品区分が曖昧なタブレット型端末の急速な市場拡大を踏まえ、消費者の利便性等の観点から携帯電話とパソコンの製品区分方法について整理を行うべきではないか。かかる整理を踏まえ、現行制度の対象外となっている重量が1kg以下のパソコンも含め、現行スキームにより回収すべきと整理されるものについては制度の対象とするべきではないか。
- ・アンケート調査により消費者における制度の認知度は約20%と他の製品に比べ低いため、制度の認知度向上に向けて消費者への更なる普及啓発を推進すべきではないか。

等

②家電4品目（鉱種：Nd, Dy）

家電リサイクル法に基づく回収率は約85%²であり、平成20年に取りまとめられた「家電リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書」に基づき、消費者の適正排出の一層の推進等を引き続き推進すべきではないか。

③小形二次電池（鉱種：Co）

- ・使用済製品から小形二次電池を取り外さずに排出する消費者が約34%存在することや、回収拠点の場所など制度内容の認知度向上の余地があることを踏まえ、消費者に対する制度内容も含めた普及啓発（電池取り外しの必要性、回収拠点の場所、電池の取外し時や取外し後の電池の安全性の確保等）等を推進すべきではないか。
- ・資源有効利用促進法に基づく小形二次電池の回収スキームについては、消費者アンケートにおいて、回収ボックスが近くにあることを参加・協力の条件とする割合が高く、製造事業者等による回収拠点の拡大の取組を引き続き推進すべきではないか。
- ・使用済製品から小形二次電池を取り外して排出することが原則であるもの

²回収率の推計の対象年度は平成22年度であり、家電エコポイント制度の対象期間となる。

の、やむを得ず製品と一体となって排出された小形二次電池についても、回収後に可能な限り取り外してリサイクルルートに乗せることが重要ではないか。このため、今後、小型電子機器等リサイクル法案において製品と一体となって回収された小形二次電池についても、資源有効利用促進法に基づく回収ルートの活用も含めその取扱いについて検討すべきではないか。

④携帯電話（鉱種：Co, (Ta)）

- ・モバイル・リサイクル・ネットワークが、自主的取組として携帯電話ショップ等での回収を推進しており、更に量販店など他の携帯電話販売事業者等も加わり昨年7月に新たに立ち上がった携帯電話リサイクル推進協議会の活動を通じて、更なる回収量の向上を目指すべきではないか。
- ・使用済製品を家庭内退蔵する理由として個人情報漏洩の懸念を挙げる消費者が一定程度存在することから、現行回収スキームにおける個人情報保護対策（及び当該措置の周知）等を通じた退蔵製品の排出促進を図るべきではないか。
- ・携帯電話ショップ等における消費者への声かけの実施などの普及啓発を引き続き推進するべきではないか。

⑤超硬工具（鉱種：W）

超硬工具メーカーが中心となって使用済超硬工具の回収に取り組んでいるが、回収率は約30%であり、更なる回収率向上を図るため、超硬工具協会が作成した「使用済み超硬工具のリサイクル促進に向けた選別・保管・処分に関するガイドライン」の工具ユーザーへの普及を徹底することにより、適切な分別やメーカーへの引き渡しを推進すべきではないか。また、超硬工具の大ユーザーの協力を得るべく、国や超硬工具協会が関係団体等に対して働きかけを行うことが重要ではないか。

（2）新たな回収スキームの構築

①小型電子機器等の回収スキーム構築（鉱種：Co, (Ta)）

現在、使用済小型電子機器等の大半が一般廃棄物として自治体により埋立・焼却処理されているため、現在国会提出中の使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律案による新たな回収スキームを構築するとともに、当該制度への自治体の参加及び小売店の協力促進を図り、回収・リサイクルを促進することが重要ではないか。

②次世代自動車の駆動用電池回収スキームの構築（鉱種：Co）

本年2月に、使用済自動車の再資源化等に関する法律施行規則（平成十四年経済産業省・環境省令第七号）第九条第二号が改正され、事前回収物品として駆動用電池であるリチウムイオン電池等が追加された。このことを踏まえ、自動車メーカーにおいては、使用済リチウムイオン電池等の回収スキームを構築しており、今後、当該回収スキームを活用した回収を促進していくべきではないか。

（3）違法回収や不適正な輸出の取締強化等の海外流出の防止

①違法な不用品回収業者の取締強化（鉱種：Nd, Dy, Co, (Ta)）（製品：家電、パソコン、小型電子機器等）

使用済製品が、現行回収スキームに基づいて回収されずに、不用品回収業者により回収されるものが一定程度存在する。このうち一部については、廃棄物処理法に違反した不用品回収業者により回収され、結果的に不適正な処理が行われることや海外へ不法輸出される可能性が指摘されていることから、こういった違法な不用品回収業者の取締を強化するため、家電4品目以外についても使用済製品の廃棄物該当性を明確化し、廃棄物処理法による取締を強化することが必要ではないか。

②バーゼル法・廃棄物処理法の運用強化（鉱種：Nd, Dy, (Ta)）（製品：家電、パソコン、小型電子機器等、自動車）

使用済製品・部品の輸出に当たっては、バーゼル法及び廃棄物処理法の規制を受ける可能性があるため、海外における不適正な処理を防止する観点から、これらの法律の更なる適正な施行、運用等を検討することが必要ではないか。具体的には、実際には中古品ではないにもかかわらず中古品と称して脱法的に輸出されることを防ぐため、中古品判断基準を策定するとともに、これまでは明確ではなかった有害物質の含有分析対象部位や分析手法を明確化することが適当ではないか。こうした取組により、結果的に国内での回収量確保も促進されるのではないか。

③自動車リサイクル法の遵守徹底（鉱種：Nd, Dy, Co）

使用済自動車について、エアバッグ類等が未処理状態で解体部品として不法輸出されているケースが存在することから、関係機関（税関や都道府県等）

と連携して自動車リサイクル法の遵守を徹底し、不正輸出の防止を図るべきではないか。こうした不法輸出の防止により、結果的に国内資源循環も促進されるのではないか。

④国内でレアメタルのリサイクルに取り組む事業者の表彰等（鉱種：共通）（製品：共通）

国内でレアメタルのリサイクルに取り組む事業者の裾野を広げるために、事業者が国内でリサイクルに取り組むインセンティブとして、国等が国内でレアメタルのリサイクルに取り組む事業者の取組事例を対外的に紹介したり表彰等を行うことが有効ではないか。

このため、国は、対象とする取組やその対外発信の方法などについて、具体的な検討を行うべきではないか。

（４）消費者等への情報提供（鉱種：共通）（製品：共通）

消費者等の排出者に対して、レアメタルの重要性に係る理解促進や、適正な回収ルートへの排出促進を図るため、製品に含まれる資源の価値やリサイクルの必要性、退蔵製品の排出促進、不用品回収業者への排出に対する注意等について国が情報提供を行うことが重要ではないか。その際に発信すべき情報や効果的な発信手法等について具体的な検討を行うべきではないか。

2. リサイクルの効率性の確保

（１）技術開発の推進（鉱種：共通）（製品：共通）

鉱種・製品・リサイクル工程毎に状況はそれぞれ異なるものの、効率的にリサイクルを行う技術が確立していないものもあることから、これらを体系立てて評価・整理し、今回新たにレアメタルリサイクルに係る技術ロードマップとして取りまとめ、鉱種・製品毎に、技術課題の抽出、技術開発の進め方・目標等を定める予定。今後は、当該ロードマップに沿って官民連携して技術開発・実証を進めるとともに、その過程で更なる技術課題を明らかにし、ロードマップに更に反映しながら、計画的かつ効率的に技術開発・実証を進めるべきではないか。

（２）レアメタルの含有情報の共有

製品の年式等によりレアメタルの含有部品・非含有部品が混在する部品等については、レアメタルのリサイクルを行うに当たって、レアメタル含有部品を

分別する場合等に含有情報が必要となるケースが存在する。既に行われている先行事例も参考にしつつ、以下の製品・部品についてメーカーとリサイクル事業者間など特定の関係者間で含有情報の共有を行うべきではないか。またその参考の用に供するため、国は事業者間での情報共有方法の具体的事例を収集し、情報提供すべきではないか。

①次世代自動車（鉱種：Nd, Dy, Co）

解体業者において、レアメタル含有部品・非含有部品の効率的な分別に資するため、自動車メーカーと解体業者との間でレアメタル含有情報の共有を進めるべきではないか。具体的には、自動車リサイクルシステムのウェブサイト等を通じて、リサイクルに適した部品を対象として、レアメタル含有の有無に係る情報を自動車メーカーから解体業者に対して提供していく等の取組が有効ではないか。

また、次世代自動車用リチウムイオン電池については、製錬業者において、有価金属の含有量やリサイクルを阻害する成分の混入状況を事前に把握し、効率的なリサイクルを行うため、駆動用電池メーカーと製錬業者との間で、製造工程で発生する屑や不良品等の含有情報の共有を図ることが有効ではないか。このため、二社間での秘密保持契約の活用等により、含有情報を共有する取組を更に進めるべきではないか。

②大型家電（鉱種：Nd, Dy）

エアコンのコンプレッサについて、レアメタル含有部品・非含有部品の効率的な分別に資するため、メーカーから中間処理業者に対する含有部品の品番等の情報提供や二社間での秘密保持契約の締結など、先行事例を参考にしつつ、メーカーとリサイクル業者との間で含有有無情報を共有していくべきではないか。具体的には、グループ内企業間（メーカーとリサイクルプラント間）でネオジム磁石の含有有無情報を共有するとともに、メーカーと、リサイクルプラントから引き渡されたコンプレッサからのレアメタルのリサイクルに取り組む特定の中間処理業者との間でも、秘密保持契約の締結等により含有有無情報の共有を推進すべきではないか。

（3）易解体設計の推進等（鉱種：共通）（製品：共通）

レアメタルのリサイクルを行う上で、効率的な処理を行う観点から、レアメタル含有部品の取り外し・解体の容易化を行うことが重要である。このため、

製品の特性に応じて、リサイクル業者における製品設計へのニーズを、メーカー側と摺り合わせることによる易解体設計の推進や、メーカーからリサイクル業者への解体方法に係る情報提供等について、動脈企業と静脈企業との連携が必要ではないか。静脈企業側のニーズと動脈企業側の設計との調整の円滑化のために、例えば国が主導して動脈企業と静脈企業との協議の場を設けてはどうか。

3. 資源循環実証事業（鉱種：Nd, Dy, Co, W）（製品：共通）

上記1.～2.にある対策を講じることにより将来的にはレアメタルの回収がビジネスとして成立する可能性はあるものの、それが実際に進むまでの準備として、使用済製品の回収業者、前処理を行う中間処理業者、後処理を行う製錬業者、リサイクル材を原材料として使用するメーカー等の動脈・静脈の一連の関係者の参加の下に官民連携して、資源循環の実証事業を行うことが有効ではないか（取組例：図2）。実証事業の中で、例えば、経済性分析で見られたように中間処理段階と金属回収段階の利益配分の工夫をどのように行うか、どの程度の回収量が確保できれば新たに設備導入して採算性を確保できるか、どのような物流網を構築すれば効率的か、個々の作業に実際にかかるコストはどの程度かなどの課題に関して、具体的に検討・解決できるのではないか。

また、この実証事業により、動脈・静脈双方の事業者における経験・ノウハウの蓄積、新たな課題の抽出やその対策の検討にも資するとともに、参加事業者以外の事業者へのPR効果も働き、国内でレアメタルリサイクルに取り組む事業者の裾野の拡大・波及も期待されるのではないか。

なお、5つの鉱種の中でタンタルについては、経済性分析等も踏まえ、まずはリサイクル技術の開発に重点的に取り組むことが最優先であることから、技術開発の進捗状況を踏まえた上で実証事業についても検討していくべきではないか。

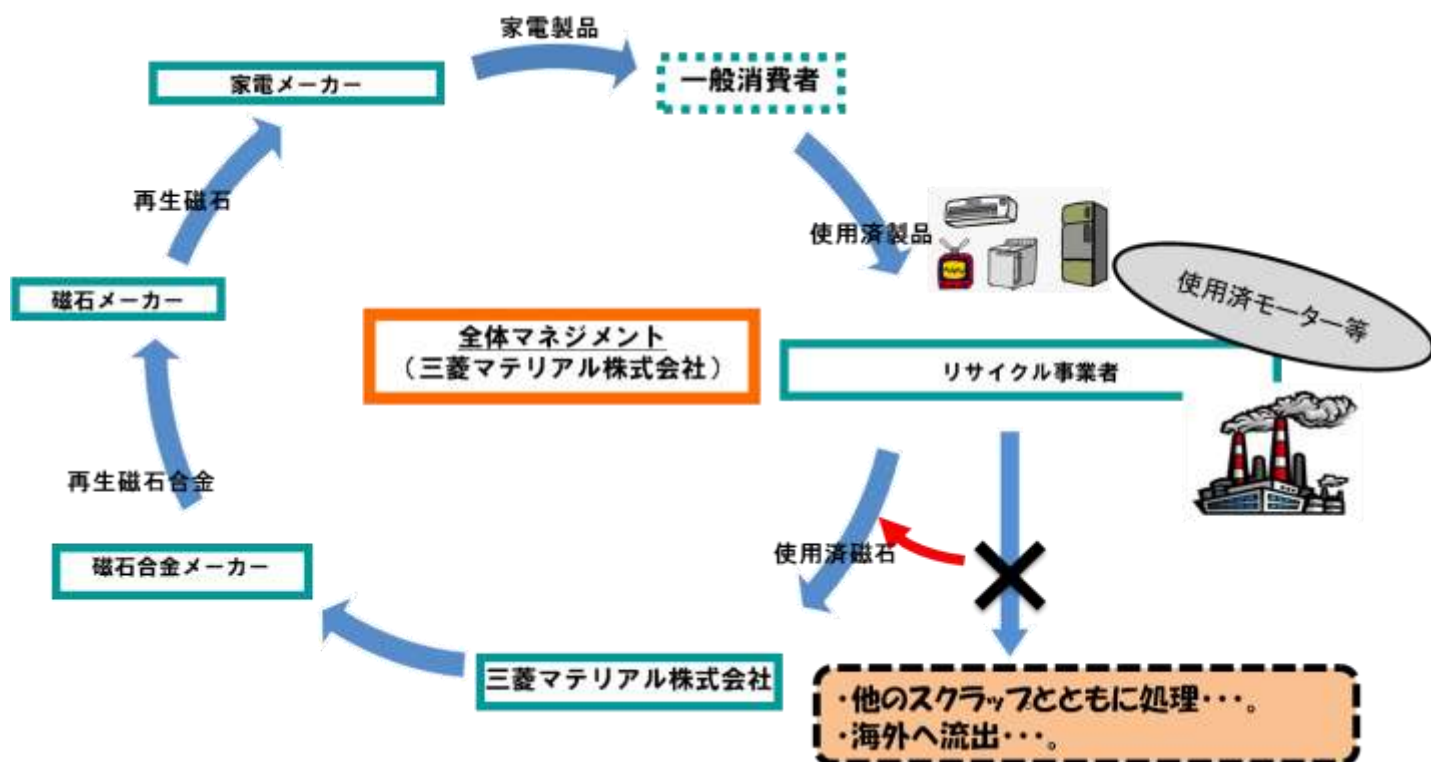


図2 関係者による資源循環実証の取組例。経済産業省の平成23年度第3次補正予算により、リサイクル事業者、磁石合金メーカー、磁石メーカー、家電メーカー等の関係者が連携して行う、使用済エアコンからのネオジム磁石回収の実証事業への支援を実施中。

4. 対策の進捗状況等のフォローアップ等

以上のような対策が確実に取り組まれるように、課題毎に必要なに応じ別途検討の場での議論を踏まえ、本合同審議会において、回収率向上策の進捗状況や実際の回収率の動向はどうなっているか、リサイクル技術開発等がロードマップに沿って計画通りに進捗しているか、新たな課題は発生していないか、実証事業の実施状況やその結果はどうなっているか等を半年に一度程度を目途に定期的にフォローアップすることにより、PDCA (Plan, Do, Check, Action) を実施することは有効ではないか。

また、今回検討対象としている製品のほかにもレアメタルが多く使用されているものがありうることや、5 鉱種のほかにも資源確保の必要性が高まるものがありうることから、引き続きレアメタルの需給動向や使用状況、排出・リサイクルの実態把握を行い、必要に応じて、今回検討対象とした鉱種・製品以外についても、レアメタルのリサイクルを促進するための対応策を検討すべきではないか。

Ⅲ 中長期的な方向性

Ⅱに示した条件整備集中期間に講じる対策を通じて、2010年代後半には、使用済製品の回収量の増加、リサイクルの効率性の向上、資源循環実証事業等の取組の効果が現れることにより、ビジネスとしてレアメタルのリサイクルが進む状況を目指すものの、フォローアップによるPDCAの結果、当面の対応策を実施してもなおレアメタルのリサイクルが進まない場合や、我が国へのレアメタルの供給途絶等により需給が更に逼迫した場合等には、例えばレアメタルの回収を強制するなど資源確保の観点から更に強い措置が必要かどうかの検討が必要となる可能性があるのではないか。

レアメタルのリサイクルに係る技術開発 ロードマップ案の検討状況について

平成24年6月
経済産業省

技術開発ロードマップ案について

- 現在、各鉱種において使用済製品からのリサイクル技術の開発が進みつつあるが、現時点では経済的なリサイクル技術が確立していないものも存在するため、低コストなリサイクル技術の開発が必要。
- このため、今後、重点的に取り組むべき技術開発課題を明らかにし、技術開発の今後の見通しについて共通のロードマップ案を作成する。
- ロードマップ案の作成に当たっては、経済産業省「技術戦略マップ」の策定・改訂作業を担っている、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構[NEDO]の調査において有識者委員会を設置し検討。

NEDOにおける調査検討

- 調査名：平成23、24年度「使用済み製品中のレアメタル等を対象としたリサイクル技術・システムに関する動向調査」
- 調査期間：平成24年3月～7月末
- 調査内容：
 - 既存及び開発中のリサイクル技術の調査と評価
 - 経済性を有し、高効率かつ持続可能なリサイクルシステムの構築のために必要な技術開発とその達成目標等に係る検討
 - 環境調和型水平リサイクルの可能性に係る調査
 - 上記事項に係る有識者委員会による検討 等

有識者委員会メンバー

[敬称略]

- (委員長)
- | | |
|-------|------------------------------------------|
| 中村 崇 | 東北大学 多元物質科学研究所 教授 |
| 大木 達也 | (独)産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 リサイクル基盤技術研究グループ長 |
| 大和田秀二 | 早稲田大学 理工学術院 教授 |
| 加藤 秀和 | 一般財団法人国際資源大学校 教学長 |
| 小林 幹男 | (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 特別顧問 |
| 中島 賢一 | 早稲田大学環境総合研究センター 招聘研究員 |

技術開発ロードマップ案の検討方法について

- 経済的なリサイクル技術の確立に向け、今後取り組むべき技術開発課題を明らかにするため、既に実用化されているリサイクル技術や、現在開発中又は実証試験中のリサイクル技術について調査を実施。
- これら結果を基に、鉱種・製品ごとに主なリサイクル技術を前処理／後処理の工程別に選定したうえで、実用性、成熟度、経済性、長所短所、課題等について評価を実施し、今後の技術開発の必要性を検討。

対象製品・鉱種等

➤ 以下の製品・鉱種等について調査検討を実施。

製品	部品	部位	対象鉱種
自動車 (HEV、PHEV、EV)	ニッケル水素電池	正極材	Co
	リチウムイオン電池		Co
	駆動用モーター等	ネオジム磁石	Nd、Dy
	ECU、カーナビ等の基板	タンタルコンデンサー	Ta
家電4品目 (TV、エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機・乾燥機)	基板	タンタルコンデンサー	Ta
	エアコン・冷蔵庫コンプレッサーモーター、洗濯機モーター	ネオジム磁石	Nd、Dy
PC・サーバー	基板	タンタルコンデンサー	Ta
	リチウムイオン電池 (ノートPC)	正極材	Co
	HDD (ボイスコイルモーター)	ネオジム磁石	Nd、Dy
小型家電	基板	タンタルコンデンサー	Ta
	リチウムイオン電池 (携帯電話等)	正極材	Co
超硬工具	—	超硬合金	W、(Co)

検討方法

➤ 検討方法の主な流れは以下のとおり。

1. 既存・開発中のリサイクル技術の調査

既存及び開発中のリサイクル技術について、文献情報、Web情報、経済産業省、環境省、文部科学省、研究開発独法等の事業情報、企業ヒアリングにより調査

2. 既存・開発中のリサイクル技術の評価

主なリサイクル技術を処理工程ごとに分解・整理し、経済性指標により評価

3. 技術開発の必要性の検討

評価結果を基に、対象鉱種を経済的に回収するために確立すべき技術開発課題を有識者委員会において検討

4. 開発すべき技術開発課題、目標等の抽出とまとめ

既存又は開発中技術の評価方法について

○既存又は開発中の主な技術について、前処理／後処理の工程別に経済性評価指標を用いた定量的評価を実施(ネオジム・ジスプロシウム:20件、コバルト:6件、タングステン:6件、タンタル:8件実施)。

○現在、これら評価結果等を踏まえ、有識者委員会において、今後取り組むべき技術開発課題、達成目標時期等について検討中。

経済性評価指標

評価項目	評価内容	評価法			
		0	1	2	
各工程	他金属回収への影響	各工程の操作による自的合金回収への影響の有無で判断(*1)	悪影響有り	影響無し又は不明	好影響
	処理量	各工程で使用される技術の現状の処理量を評価する	小	中または不明	大
	技術の汎用性	各工程で使用される技術が他の部品処理にも適用可能性があるかどうかを評価する	可能性小	可能性中又は不明	可能性大
	イニシャルコスト	各工程で使用される技術を操作条件、自動化の度合い、複雑さからコスト評価する	高価	普通または不明	安価
	用役コスト	各工程で使用される電気・燃料等の必要性とその程度で評価	大	中	小
	作業の時間	各工程を手作業、機械化(半自動化)、自動化等、人手のかり具合(人件費)で評価する	大	中	小
	副産物処理	各工程での廃水、排気、固体廃棄物処理の必要性で評価	必要性大	必要性中または不明	必要性無
	回収率	各工程での対象総種のロスの有無を評価	ロス大	ロス小又は不明	ロス無し
システム	製品価値	システムの最終アウトプット(プロダクト)の取り扱い易さ・受け口(市場)の広さで評価(*2)	小	中	大
	システム工程数	システムを構成する工程数	多い	普通または不明	少ない
	対象部品までのコスト	システムが受け入れられるフィード物の状態にするまでの手間(コスト)の大小で評価	大	中	小

*1: 影響とは例えば、他の金属で現状回収可能であったものが、本工程導入により回収できなくなる(悪影響)、あるいは逆に回収できる可能性が出てくる・純度が上がる(好影響)など。

*2: アップグレード、水平、カスケードで判断するか。

評価例(Nd・Dy／エアコン／前処理)

工程	技術概要	対象ユーザー製品	対象部品	プロダクト	成熟度	引き取り先	各工程の経済指標										システムの経済指標			克服すべき課題		
							他金属回収への影響	処理量	技術の汎用性	イニシャルコスト	用役コスト	作業の時間	副産物処理	回収率	横合計	評価(対100)	製品価値	システムの工程数	対象部品までのコスト			
1	モータの分離	コンプレッサからモーター部分を取り出すためにコンプレッサを切断。	エアコン	コンプレッサ	エアコン用モータ	既存技術	—										0	0				
2	ロータの分離	人力でステータとシェル下部の付いたロータを分離。	エアコン	エアコン用モータ	シェル下部の付いたロータ	人力	—										0	0				
3	ロータの分離	シェル下部とロータを分離装置で分離。	エアコン	シェル下部の付いたロータ	ロータ原形	実証中	—										0	0				
4	ロータの脱磁	ロータごと加熱脱磁炉で脱磁、モールド樹脂を炭化除去。	エアコン	ロータ原形	ロータ原形(脱磁状態)	既存技術	—										0	0				
5	磁石の分離	ロータ分解・磁石回収装置によりロータピン位置を検出し、ピン頭部を切削、磁石を分離。	エアコン	ロータ原形(脱磁状態)	磁石原形(脱磁状態)	実証中	磁石合金メーカー										0	0				
縦合計							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-				
評価(対100)							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0				