

産業構造審議会環境部会
廃棄物・リサイクル小委員会

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

合同会合

中間取りまとめ

平成24年9月

目 次

I 検討の背景と目的	3
II レアメタルのリサイクルを取り巻く状況	5
1. リサイクルを重点的に行うべき鉱種	5
(1) ネオジム、ジスプロシウム	6
(2) コバルト	10
(3) タングステン	14
(4) タンタル	17
2. 各製品のリサイクルに係る現状	21
(1) 家電4品目	21
(2) 次世代自動車（HV、PHEV、EV）	26
(3) パソコン	30
(4) 小形二次電池	36
(5) 携帯電話	39
(6) 小型電子機器等	43
(7) 超硬工具	45
III レアメタルのリサイクルに係る基本的な考え方	46
1. レアメタルのリサイクルの必要性	46
2. 検討の方向性	46
3. 課題と対応策	47
(1) 回収量の確保	47
(2) リサイクルの効率性の向上	48
(3) レアメタルの回収が進むまでの準備	49
(4) 進捗状況等のフォローアップ	50
IV 当面の具体的な対応策	51
1. 使用済製品の回収量の確保	51
(1) 現行回収スキーム等の強化	51
(2) 新たな回収スキームの構築	53
(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	53
(4) 消費者等への情報提供	54
2. リサイクルの効率性の向上	55
(1) 技術開発の推進	55
(2) レアメタルの含有情報の共有	55
(3) 易解体設計の推進等	56
3. 事業者によるレアメタルリサイクルへの先行的取組の推進	57
(1) 資源循環実証事業	57
(2) 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	58
4. 対策の進捗状況等のフォローアップの実施	59

V 中長期的な方向性	60
別紙 技術開発ロードマップ	61
1. ネオジム（N d）、ジスプロシウム（D y）	61
（1）現状技術の評価結果	61
（2）今後取り組むべき技術課題	61
（3）技術開発ロードマップ	62
2. コバルト（C o）	63
（1）現状技術の評価結果	63
（2）今後取り組むべき技術課題	63
（3）技術開発ロードマップ	64
3. タングステン（W）	65
（1）現状技術の評価結果	65
（2）今後取り組むべき技術課題	65
（3）技術開発ロードマップ	65
4. タンタル（T a）	66
（1）現状技術の評価結果	66
（2）今後取り組むべき技術課題	66
（3）技術開発ロードマップ	66
合同会合委員名簿	68
合同会合審議経緯	70

I 検討の背景と目的

レアメタルは、自動車、IT製品といった我が国の主要製造業において、環境性能の向上や省電力化、小型・軽量化、耐久性向上等の機能を実現するために不可欠な素材であり、我が国の産業競争力の要である。

他方、レアメタルは一般的に希少性や偏在性が高く、その供給は相手国の輸出政策や政情、生産施設の状況等のほか、投資家の思惑などにも影響を受けるため、供給リスクや価格が乱高下するリスクを常に抱えている。特にレアアースについては、世界供給の約97%を占める中国がレアアース輸出枠の大幅削減を実施するなど、輸出数量管理を強化する動きが顕在化している。加えて、近年、新興国の経済成長を背景として多くのレアメタル価格は高騰しており、レアメタル等の資源確保の重要性が急速に高まっている。

政府としては、平成21年に策定した「レアメタル確保戦略」において、レアメタル確保に向けた4本柱として、「海外資源確保」、「代替材料の開発」、「備蓄」に加えて「リサイクル」による国内資源循環を位置付けている。

しかしながら、レアメタルのリサイクルの現状を見ると、経済的なリサイクル技術が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し、現時点では取組は進んでいない。他方、次世代自動車や高機能家電等の需要の増加により、今後、レアメタルを含む使用済製品の排出量は大幅に増加することが見込まれる。これを見据え、今の段階から上記課題への対応策を講じることにより、リサイクルによる資源確保を着実に進めていくことが必要である。

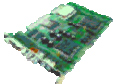
このため、昨年11月より、産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会と、中央環境審議会 廃棄物・リサイクル部会 小型電気電子機器リサイクル制度及び使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会 使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループとの合同会合（以下「合同会合」という。）を開催し、レアメタルを含む主要製品全般（自動車、大型家電、超硬工具、パソコン、二次電池等）を横断的に対象として、レアメタルのリサイクルに係る課題と対応策の検討を行ってきた。本中間取りまとめにおいては、近い将来にレアメタルを含む使用済製品の排出が本格化することを見据え、リサイクルを通じたレアメタル確保を着実に進めるために我が国が取り組むべき対応策を提示する。

レアメタル確保戦略における4つの柱

レアメタル確保に向けた4つの柱			
<①海外資源確保> ○重要なレアメタルを保有する資源国と人材育成、インフラ整備、産業振興等を通じた関係強化 ○JOGMEC、JBIC、NEXI、JICAの連携によるリスクマネー供給 ○我が国周辺海域の海底熱水鉱床等への計画的な取組	<②リサイクル> ○重要なレアメタルのリサイクル技術の開発 ○リサイクルシステムの構築や既存システムを活用した使用済製品の回収促進 ○リサイクルしやすい環境配慮設計の導入促進	<③代替材料の開発> ○重要なレアメタルの代替材料開発等の取組 ○ナノテク等我が国最先端技術の結集による取組強化 ○産業連携体制、研究開発拠点の整備	<④備蓄> ○重要なレアメタルのうち、備蓄の必要があるものを着実に推進 ○機動的な備蓄の積み増しや放出

(出典：総合資源エネルギー調査会鉱業分科会 レアメタル確保戦略 (H21.7) より)

レアメタルの主な用途例

製品	主な鉱種
次世代自動車 (EV・PHV・HV) 	ネオジム、ジスプロシウム(駆動用モーターの磁石) リチウム、コバルト、ニッケル(バッテリーの正極材)
家電4品目 (エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機) 	ネオジム、ジスプロシウム(エアコンのコンプレッサーやドラム式洗濯機のモーター内の磁石)
PC 	ネオジム、ジスプロシウム(HDDの磁石)
電気・電子機器全般 	タンタル(基板のタンタルコンデンサ)
超硬工具 	タングステン(超硬工具、刃先交換工具)

(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15回)資料より)

Ⅱ レアメタルのリサイクルを取り巻く状況

1. リサイクルを重点的に行うべき鉱種

レアメタルは、鉱業審議会において「地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属」のうち、工業需要が現に存在する（今後見込まれる）ため、安定供給の確保が政策的に重要であるものと定義されており、現在31鉱種¹が対象となっている。ただし、各鉱種において供給安定性や用途などに違いがあることから、リサイクルを検討するにあたってはレアメタル全鉱種を対象とするのではなく、今後の需要や供給リスク及び使用済製品の回収量確保が見込まれる等の鉱種を絞り込んで検討することが効果的である。

このため、平成20～22年度に経済産業省及び環境省が開催した「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」では、小型家電に限らず幅広い使用済み製品を対象として、供給リスクを定量的に、需要見通し等を評価しつつ、リサイクルの技術の確立が不十分等のため今後リサイクルの検討を優先する鉱種をリサイクル検討優先鉱種として14鉱種選定している。

本合同会合では、これらリサイクル検討優先鉱種14鉱種から更に、工程内リサイクルで既に相当程度の回収が進んでいる鉱種（インジウム、ガリウム）、現時点でリサイクル技術の目処が立っていない鉱種（リチウム、ランタン、サマリウム）等を除いた5鉱種（ネオジム、ジスプロシウム、コバルト、タンタル、タングステン）を、リサイクルを重点的に検討すべき鉱種として選定した。

この項では、これら5鉱種の需給動向や自給率、排出の見通し等の詳細について見ていくこととする。

図表 リサイクルを重点的に行うべき鉱種として具体的検討

鉱種	用途 (国内需要に占めるシェア)	技術開発段階		当面の方向性
		(効率的な回収技術)	(抽出技術)	
タングステン	超硬工具	希少金属等効率回収システム開発（平成19～23年度）が終了し実用化を目指す（住友金属）		研究開発を進めつつ、リサイクルについても早急に検討。
コバルト	リチウムイオン2次電池	リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル技術開発事業（～本年5月）の実用化検討（JX日鉱） 早急に技術開発が必要	リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル技術開発（平成23年度）（JX日鉱）	研究開発を進めつつ、リサイクルについても早急に検討。
リチウム	リチウムイオン電池材料、耐熱材料等々	リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル技術開発事業（～本年5月）の実用化検討（JX日鉱） 経済的に見合わないため進んでいない	リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル技術開発（平成23年度）（JX日鉱）	今後、自動車リサイクルのあり方について要検討。研究開発を進めるが、リサイクルについては、国内の利用量が拡大した段階で検討。
インジウム	透明電極用ITOターゲット	中型液晶パネルの処理に課題あり	既存の非鉄製錬で回収可能	工程内リサイクルで十分回収できているため、当面検討は不要。
ガリウム	半導体、コンピューター、小型家電のチップ等の素子	既存の非鉄製錬で回収可能		工程内リサイクルで十分回収できているため、当面検討は不要。
タンタル	タンタルコンデンサー	早急に技術開発が必要		研究開発を進めつつ、リサイクルについても早急に検討。
レアアース	ガラス研磨材	希土類金属等回収技術研究開発（平成20～24年度）（三井金属）		製造現場からの収集は容易で、かつ、利用者が限られていることから、検討する必要はない。
ネオジム（22%）	Nd-Fe-B磁石	22年度補正「廃電気電子機器に含まれるレアアース磁石のリサイクル」（～23年度末）（DOWA）	22年度補正「廃電気電子機器に含まれるレアアース磁石のリサイクル」（～23年度末）（DOWA）	研究開発を進めつつ、リサイクルについても早急に検討。
ランタン（10%）	光学レンズ、触媒等	経済的に見合わないため進んでいない		現状では無理だが、今後の需要動向によっては検討する必要あり。
イットリウム（5%）	蛍光体、光学ガラス等	希土類金属等回収技術研究開発（平成20～23年度）が終了し実用化の検討開始（三井金属）		技術についてはめどが立っており、地方自治体独自に回収実証事業が実施されており、将来は検討する必要あり。
ジスプロシウム	Nd-Fe-B磁石	「廃電気電子機器中のレアメタル含有部位等の高度選別」（～平成23年度末）（DOWA）	「廃電気電子機器に含まれるレアアース磁石のリサイクル」（～23年度末）（DOWA）	研究開発を進めつつ、リサイクルについても早急に検討。
サマリウム	SmCo磁石	経済的に見合わないため進んでいない		今後の需要動向によっては検討する必要あり。
ユロビウム	蛍光体、光学ガラス等	希土類金属等回収技術研究開発（平成20～23年度）が終了し実用化の検討開始（三井金属）		技術についてはめどが立っており、地方自治体独自に回収実証事業が実施されており、将来は検討する必要あり。
テルビウム	Nd-Fe-B磁石、光磁気ディスク	希土類金属等回収技術研究開発（平成20～23年度）が終了し実用化の検討開始（三井金属）		技術についてはめどが立っており、地方自治体独自に回収実証事業が実施されており、将来は検討する必要あり。

(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15回）資料より)

¹ レアアース17元素を1鉱種として数える。

(1) ネオジム、ジスプロシウム

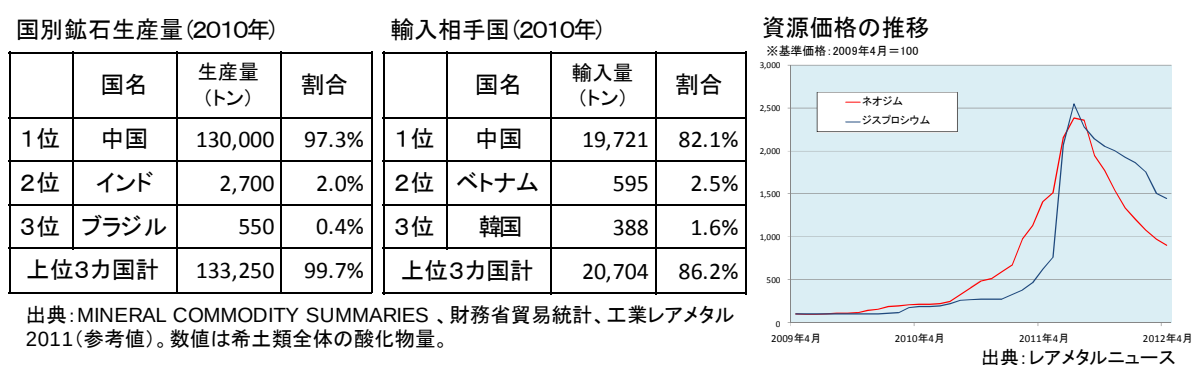
①需給動向

i) 供給の現状

ネオジム、ジスプロシウムを含むレアアース全体の2010年時点における世界の国別鉱石生産量をみると、9割強を中国が占めており、我が国の輸入相手国においても中国が大きなシェアを占めている。

また、資源価格については、2011年7月をピークに下落しつつあるものの、レアメタル価格が高騰する以前の2009年4月を基準価格としてみた場合、依然として高い水準となっている。

図表 1.1 ネオジム、ジスプロシウムの供給状況



ii) 中国の輸出数量管理の状況

供給において大きなシェアを占めている中国ではレアアースの輸出数量管理を強化しており、我が国の供給においてリスクが存在している。

実際、2010年7月には2010年下期レアアース輸出可能枠を前年同期比で72%減の8千トンと公表。通年期で見ても約40%減となる大幅な削減がなされている。

さらに2011年通期では、前年とほぼ同量となっているが、これまで管理対象外であった鉄合金が新たに加わったことから、実質的には2割程度の削減となっている。

図表 1.2 中国におけるレアアース輸出枠

■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

iii) 自給率²

2010年時点での我が国におけるレアアース全体としての自給率は、鉱山開発及びリサイクルともに0%であり、供給のほぼ全量を輸入に頼っているのが現状である。

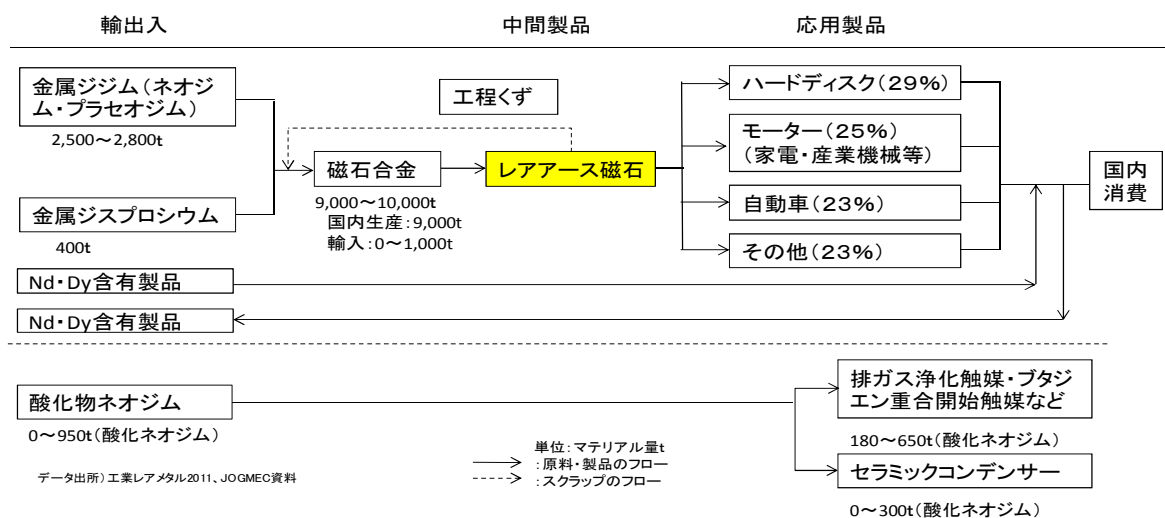
図表 1.3 ネオジム、ジスプロシウムの自給率

鉱山	0%
リサイクル	0%
計	0%

iv) 動脈側のマテリアルフロー

ネオジム・ジスプロシウムは、主として強力な永久磁石であるレアアース磁石の原材料として用いられており、応用製品としてハードディスク、エアコン等の家電製品や産業機械のモーター、次世代自動車（HV、PHV、EV）に搭載され出荷されている。

図表 1.4 ネオジム、ジスプロシウムのマテリアルフロー



なお、ネオジム磁石の製造において、投入されるネオジム・ジスプロシウムを含有する原材料のうち35%程度が研磨スラッジや切削くずとなる。これら工程くずは、ほぼ全量が原料合金メーカーに戻された後、品位の高いものは、ネオジム磁石合金の製造段階へ原材料としてリサイクルされ、その他のものについては、ネオジム、ジスプロシウムの製造工程へ戻してリサイクルされている。

v) 国内需要見通し

国内需要量は、今後も次世代自動車や高性能家電等のネオジム磁石搭載

² 海外自山鉱比率（権益ベース）とリサイクル比率の合計値であり、既存の統計資料や企業アンケート等から推計した値（参考）。分母は内需と輸出の合計値。

製品の需要増加により、ネオジム、ジスプロシウムの需要も増加が見込まれる。

図表 1.5 ネオジム、ジスプロシウムの国内需要

ネオジム (Nd)				ジスプロシウム (Dy)			
	2010年	2015年	2020年		2010年	2015年	2020年
国内需要量 (単位:トン)	5,200	6,200	7,100	国内需要量 (単位:トン)	600	720	740

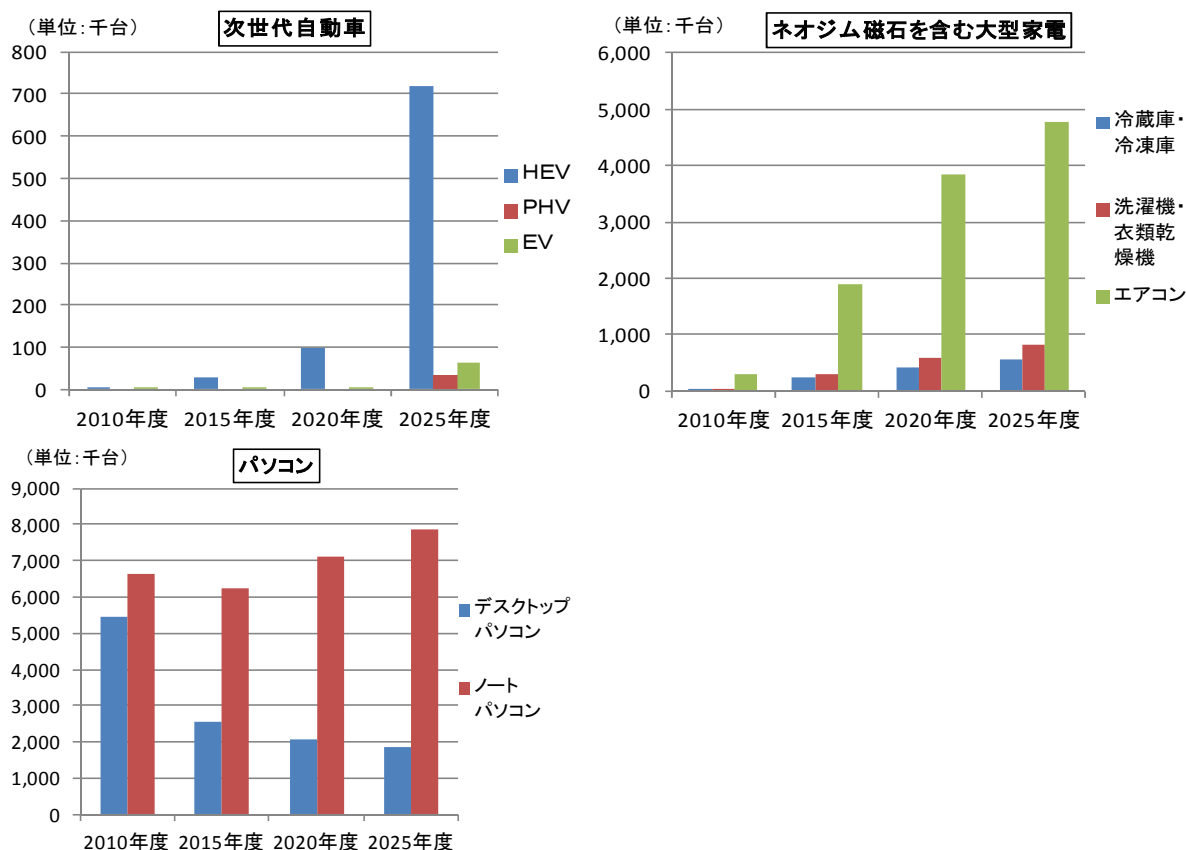
出典：2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

②レアメタル含有製品の排出量

i) レアメタル含有製品の排出見通し

ネオジム磁石搭載製品の排出見通しは、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が今後大幅に増加する見込みである。

図表 1.6 ネオジム、ジスプロシウム含有製品の排出見通し



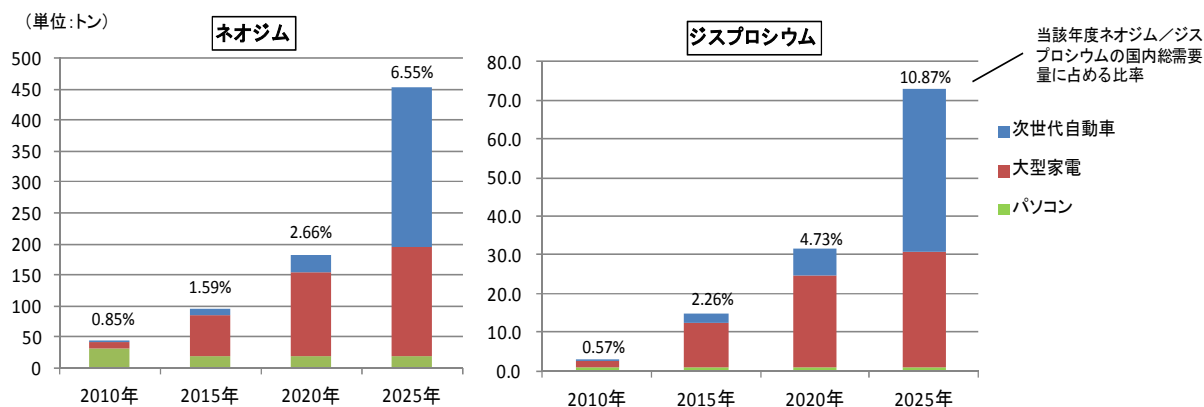
出典：使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会含有量調査データ、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書、みずほ情報総研：平成21年度使用済家電4品目の経過年数調査、経済産業省：平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書、産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 ほか

ii) 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

ネオジム、ジスプロシウムを含有する使用済製品のリサイクルによるポテンシャルは、2010年では、国内需要に対してネオジム、ジスプロシ

ウム共に1%に満たないものの、2015年頃より増えはじめ2025年においては、ネオジムで約7%、ジスプロシウムで約11%まで増加する見込みであり、一定程度のポテンシャルを有している。

図表 1.7 ネオジム、ジスプロシウムのリサイクルによるポテンシャル※



※ 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。

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 ほか

③技術開発動向

ネオジム磁石を含む使用済製品からネオジム磁石を回収する前処理技術に関して、使用済ハードディスクや使用済エアコン・コンプレッサーについては、各々要素技術が開発され、実用化に向けた実証が進められている。また、使用済斜めドラム式洗濯機モーター、自動車の使用済電動パワーステアリングモーター、次世代自動車の使用済駆動用モーターについては、各々要素技術が開発されているものの、今のところ実用化に向けた実証は行われていない。

一方、回収されたネオジム磁石からネオジムやジスプロシウムを回収する後処理技術は既に実用化されている。

(2) コバルト

①需給動向

i) 供給の現状

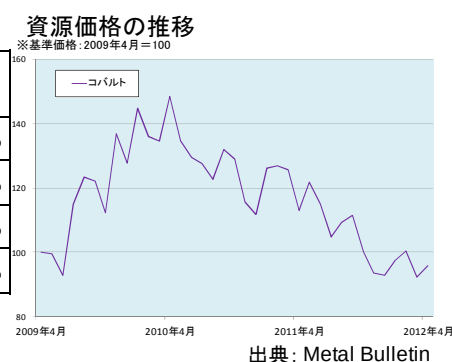
コバルトの2010年時点における世界の国別鉱石生産量をみると、約5割程度が、政情が不安定なコンゴ民主共和国に集中しており、政情次第では供給に大きな影響を与えることから、我が国の供給においてリスクが存在している。

また、資源価格については、2010年4月をピークに下落しつつあり、レアメタル価格が高騰する以前の2009年4月を基準価格としてみた場合、ほぼ同じ水準となっている。

図表 1.8 コバルトの供給状況

国別鉱石生産量(2010年)				輸入相手国(2010年)			
	国名	生産量 (トン)	割合		国名	輸入量 (トン)	割合
1位	コンゴ民	45,000	51.1%	1位	フィンランド	4,333	33.1%
2位	ザンビア	11,000	12.5%	2位	豪州	2,186	16.7%
3位	中国	6,200	7.0%	3位	カナダ	2,069	15.8%
上位3カ国計		62,200	70.6%	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。



ii) 自給率

2010年時点での我が国におけるコバルトの自給率は、リサイクルを重点的に行うべき5鉱種の中では最も高い18%となっているものの、その全てが鉱山開発でのものであり、リサイクルについては0%となっている。

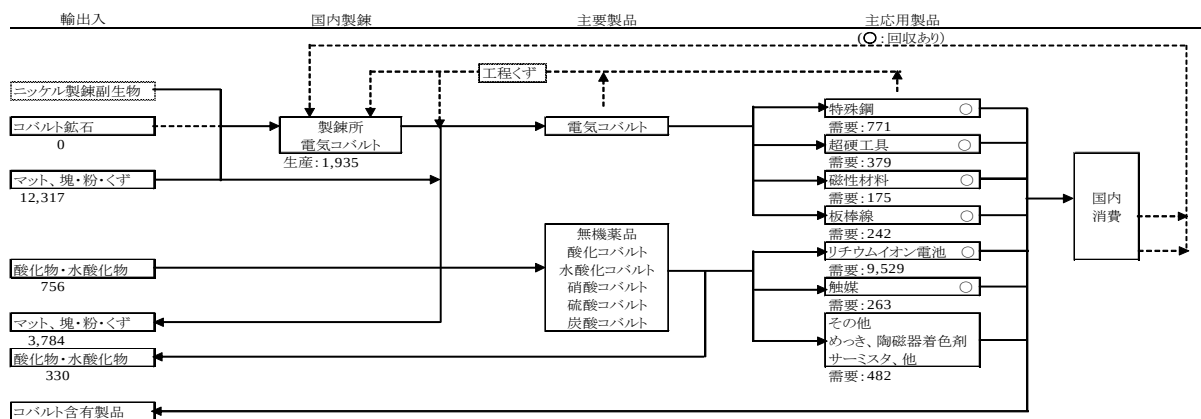
図表 1.9 コバルトの自給率

鉱山	18%
リサイクル	0%
計	18%

iii) 動脈側のマテリアルフロー

コバルトは主としてリチウムイオン電池の正極材料に用いられており、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いる。

図表 1.10 コバルトのマテリアルフロー



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

なお、リチウムイオン電池の製造において、投入されるコバルトを含有する原料のうち約10%程度が工程くずとなる。これら工程くずは、専門リサイクル業者や製錬業者に引き渡されリサイクルされている。工程くずから回収されたコバルトは、主として合金製造向けや磁性材料としてカスケードリサイクルされている。

iv) 国内需要見通し

国内需要量は、リチウムイオン電池一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増加やノートパソコン、携帯電話等の堅調な需要により、コバルトの需要も今後増加することが見込まれる。

図表 1.11 コバルトの国内需要

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

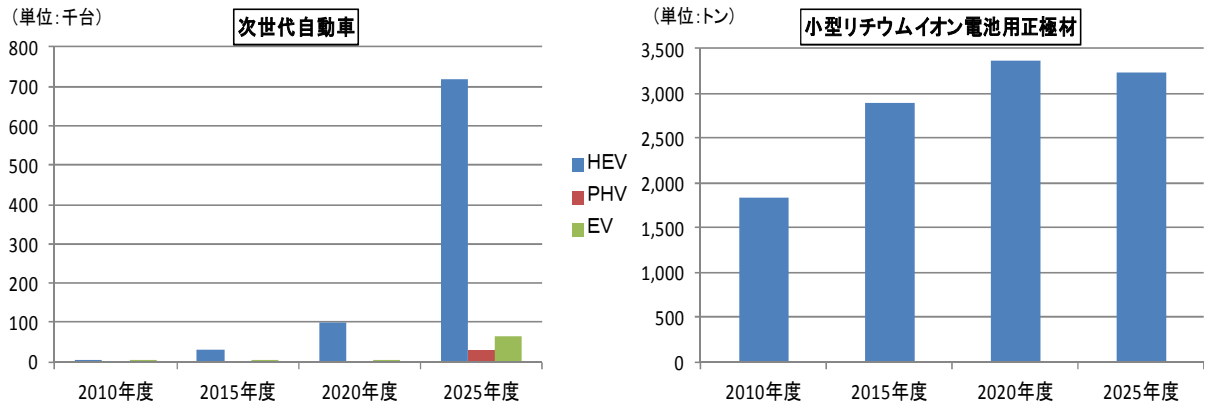
出典:2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

②レアメタル含有製品の排出量

i) レアメタル含有製品の排出見通し

コバルトを含有する製品の排出見通しは、小形二次電池や次世代自動車用電池の排出量が今後増加する見込みである。

図表 1.12 コバルト含有製品の排出見通し

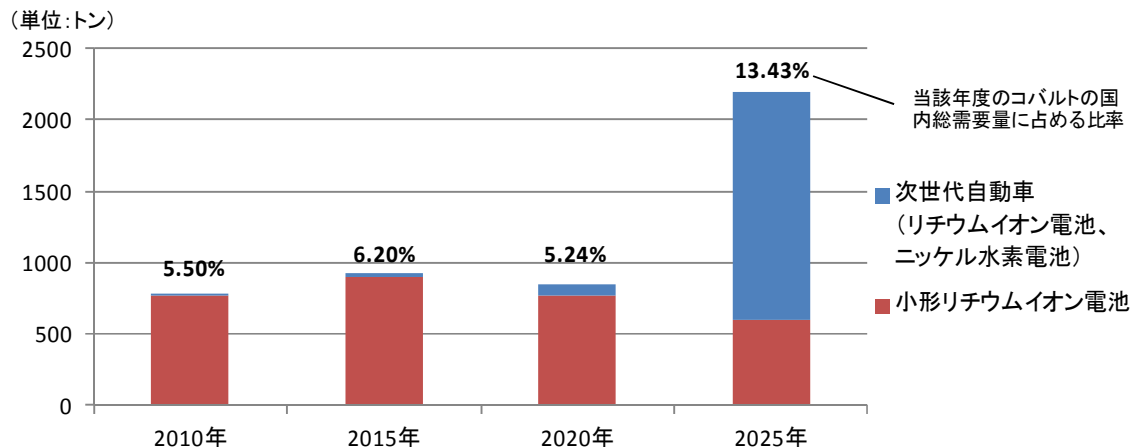


出典：使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会含有量調査データ、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書、経済産業省：平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書、産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 ほか

ii) 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

コバルトを含有する使用済製品のリサイクルによるポテンシャルは、2010年では、国内需要に対して約6%であるが、2020年以降に次世代自動車の排出が増加するため2025年においては、約13%まで増加する見込みであり、一定程度のポテンシャルを有している。

図表 1.13 コバルトのリサイクルによるポテンシャル※



※ 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。

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 ほか

③技術開発動向

使用済リチウムイオン電池や使用済ニッケル水素電池からコバルト含有活物質を回収する前処理技術に関して、使用済小形リチウムイオン電池や次世代自動車の使用済ニッケル水素電池については、既に実用化されている。次世代自動車の使用済リチウムイオン電池については、要素技術が開発されて

いるものの、今のところ実用化に向けた実証は行われていない。また、使用済電気電子機器等の製品内部に組み込まれた小形リチウムイオン電池を簡便に取り出す技術の開発は行われていない。

一方、回収されたコバルト含有活物質からコバルトを回収する後処理技術に関して、次世代自動車の使用済ニッケル水素電池や、使用済小形リチウムイオン電池及び次世代自動車の使用済リチウムイオン電池のいずれも要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が進められている。

(3) タングステン

①需給動向

i) 供給の現状

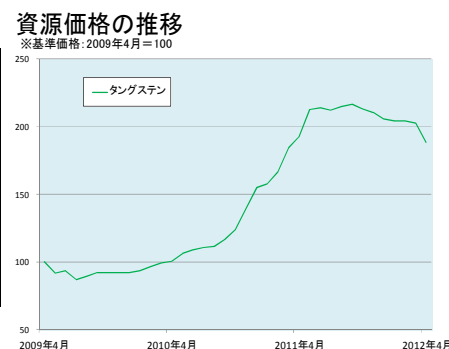
タングステンの2010年時点における世界の国別鉱石生産量をみると、8割強を中国が占めており、我が国の輸入相手国においても中国が大きなシェアを占めている。

また、資源価格については、レアメタル価格が高騰する以前の2009年4月を基準価格としてみた場合、依然として高い水準となっている。

図表 1.14 タングステンの供給状況

国別鉱石生産量(2010年)				輸入相手国(2010年)			
	国名	生産量 (トン)	割合		国名	輸入量 (トン)	割合
1位	中国	52,000	85.2%	1位	中国	7,352	82.5%
2位	ロシア	2,500	4.1%	2位	韓国	439	4.9%
3位	ボリビア	1,100	1.8%	3位	ベトナム	227	2.6%
上位3カ国計		55,600	91.1%	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。



出典: Metal Bulletin (WO3純分重量)

ii) 中国の輸出数量管理の状況

供給において大きなシェアを占めている中国でタングステンは輸出数量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、生産及び輸出数量管理強化の可能性も否定できず、引き続き供給リスクが存在する。

iii) 自給率

2010年時点での我が国におけるタングステンの自給率は、鉱山開発では0%となっているものの、リサイクルについては5鉱種の中では最も高い11%となっている。

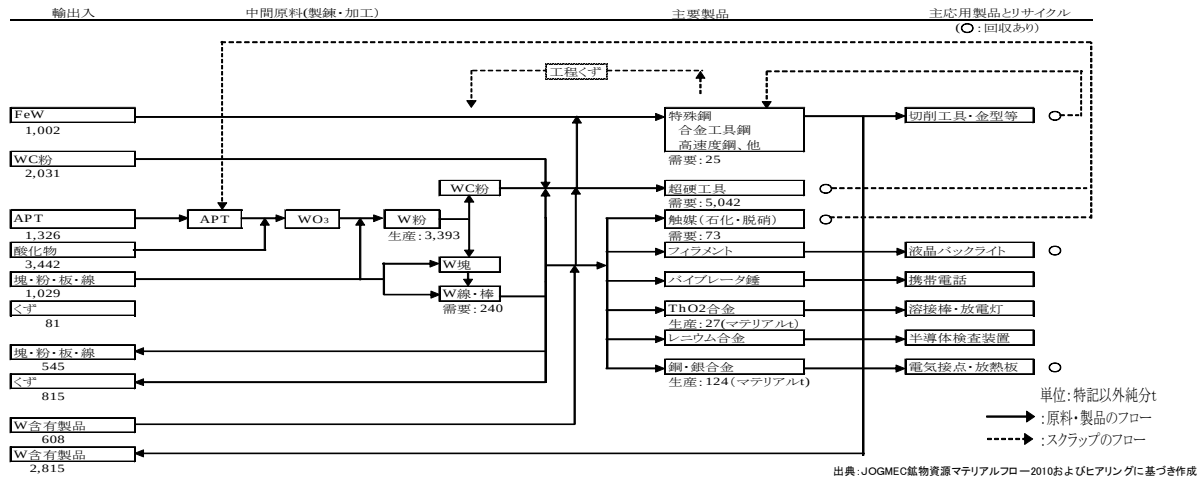
図表 1.15 タングステンの自給率

鉱山	0%
リサイクル	11%
計	11%

iv) 動脈側のマテリアルフロー

タングステンは強度、弾性に富み融点も高いため、主として超硬工具の原材料として用いられ、需要の約9割を占めている。

図表 1.16 タングステンのマテリアルフロー



なお、超硬工具の製造において、投入されるタングステンを含有する原材料のうち約20%が工程くずとなる。国内の超硬工具メーカーで発生するこれらのタングステンカーバイド（WC）工程くずは、全量が特殊鋼用途に利用されるか、あるいは製錬事業者に引き渡された後に超硬工具原料としてリサイクルされている。

v) 需要見通し

国内需要量は、超硬工具の需要の増加に伴い、今後もタングステン原料の需要量の増加が見込まれている。

図表 1.17 タングステンの国内需要

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

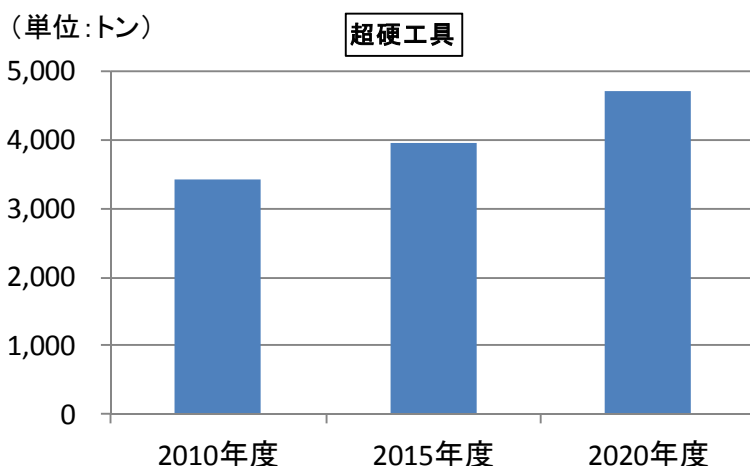
出典: 2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

②レアメタル含有製品の排出量

i) レアメタル含有製品の排出見通し

タングステンを主な原材料としている超硬工具の排出量は今後増加する見込みである。

図表 1.18 タングステン含有製品の排出見通し



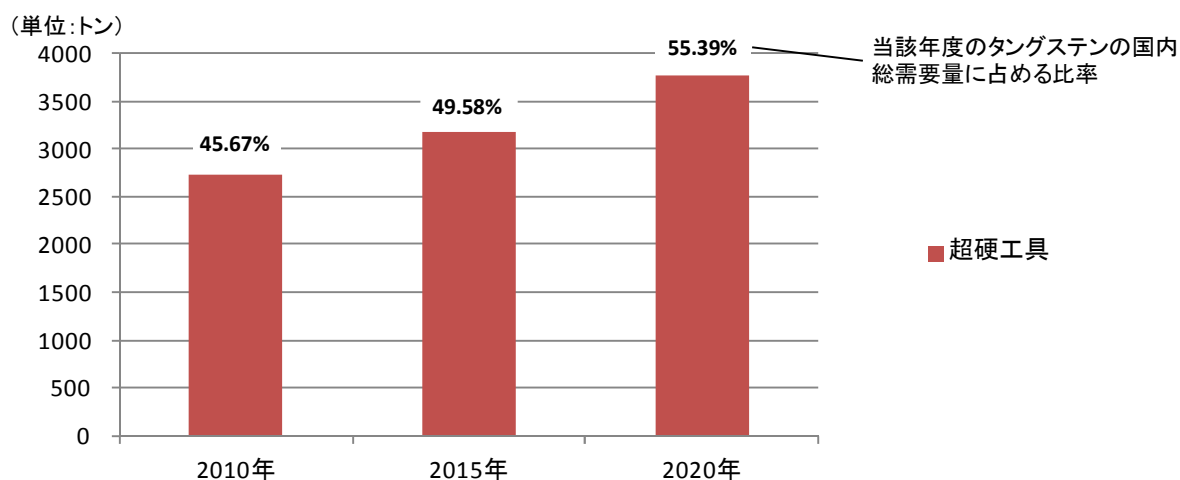
※超硬工具のタングステン含有率を80.2%として純分推計値より換算。

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 ほか

ii) 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

タングステンを含む使用済超硬工具のリサイクルによるポテンシャルは、2010年では国内需要に対して約46%、2020年では約55%となる見込みであり、既に高いポテンシャルを有している。

図表 1.19 タングステンのリサイクルによるポテンシャル※



※ 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。

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 ほか

③技術開発動向

使用済超硬工具から超硬合金原料(タングステン)を再生する技術として、亜鉛処理法や化学処理法が既に実用化されている。

(4) タンタル

①需給動向

i) 供給の現状

2008年以降、コンゴ民主共和国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である。

また、資源価格については、2011年5月をピークに下落しつつあるものの変動が大きく、レアメタル価格が高騰する以前の2009年4月を基準価格としてみた場合、依然として高い水準となっている。

図表 1.20 タンタルの供給状況

国別鉱石生産量(2010年)

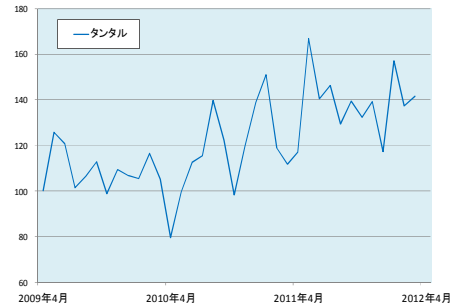
	国名	生産量 (トン)	割合
1位	ブラジル	180	26.9%
2位	モザンビーク	110	16.4%
3位	ルワンダ	100	14.9%
上位3カ国計		390	58.2%

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%

資源価格の推移

※基準価格: 2009年4月=100



出典: 財務省貿易統計(タンタル塊)

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。

ii) 自給率

2010年時点での我が国におけるタンタルの自給率は、鉱山開発及びリサイクルともに0%であり、供給のほぼ全量を輸入に頼っているのが現状である。

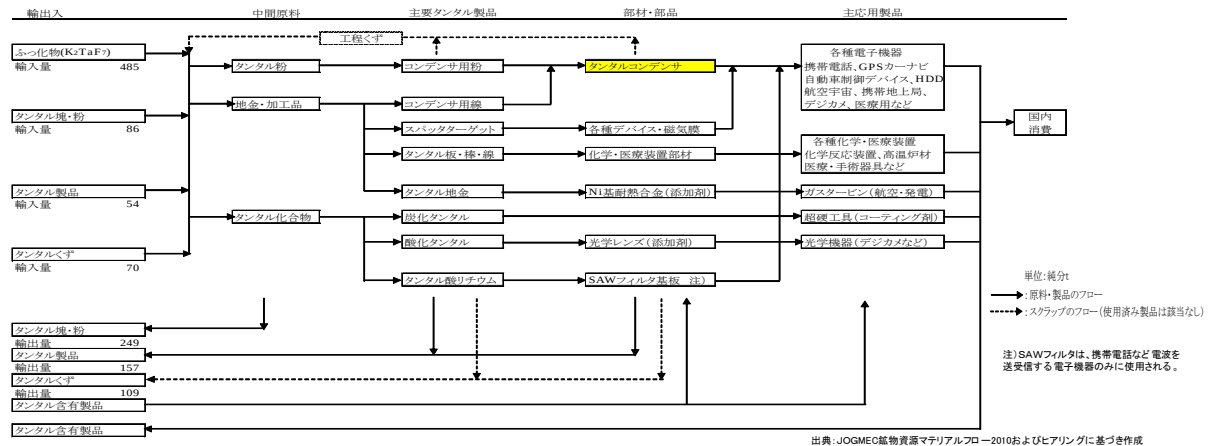
図表 1.21 タンタルの自給率

鉱山	0%
リサイクル	0%
計	0%

iii) 動脈側のマテリアルフロー

タンタルは主として酸化被膜の絶縁性を活かしてコンデンサの原材料に用いられており、最終製品として携帯電話、パソコン等、電気電子機器の基板等に幅広く使用されている。

図表 1.22 タンタルのマテリアルフロー



なお、タンタルコンデンサの原料であるタンタル粉の成型や焼結工程など、製造工程で発生するタンタルスクラップやタンタルのリード線の端材等の工程くずは投入量のうち約2～3%程度であり、これら工程くずは、ほぼ全量がタンタル粉メーカーに戻されている。再度タンタル粉製造の原料としてリサイクルされるケースが多いが、一部は特殊鋼添加剤として鉄鋼需要が旺盛な中国等に輸出されていると見られる。

iv) 需要見通し

国内需要量は、タンタルコンデンサを搭載する電気電子機器の需要は堅調に推移すると見込まれていることから、タンタルの需要についても引き続き堅調に推移することが見込まれる。

図表 1.23 タンタルの国内需要

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

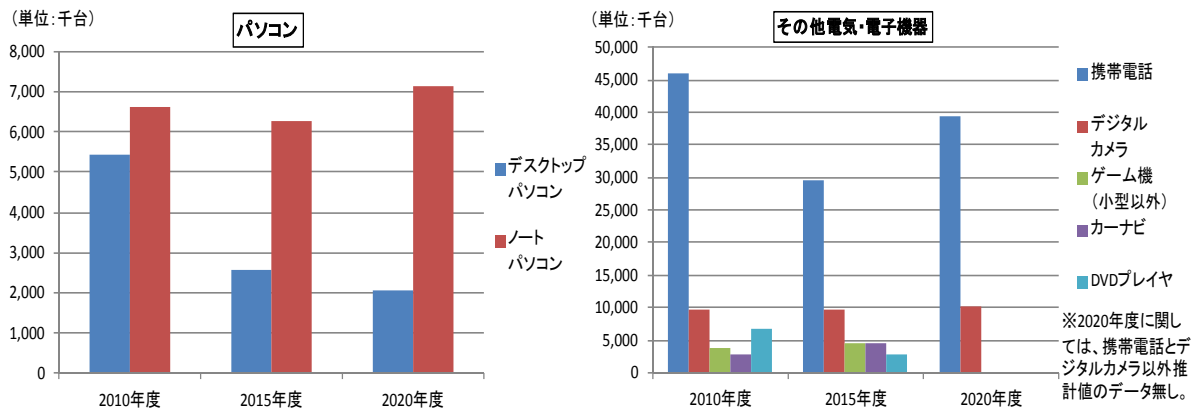
出典:2010年については工業レアメタル2011より。2015年以降の増加量については(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構:「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書より。

②レアメタル含有製品の排出量

i) レアメタル含有製品の排出見通し

タンタルコンデンサを搭載するパソコンやその他の電気電子機器の使用済製品の排出見通しは横ばいとなっている。

図表 1.24 タンタル含有製品の排出見通し

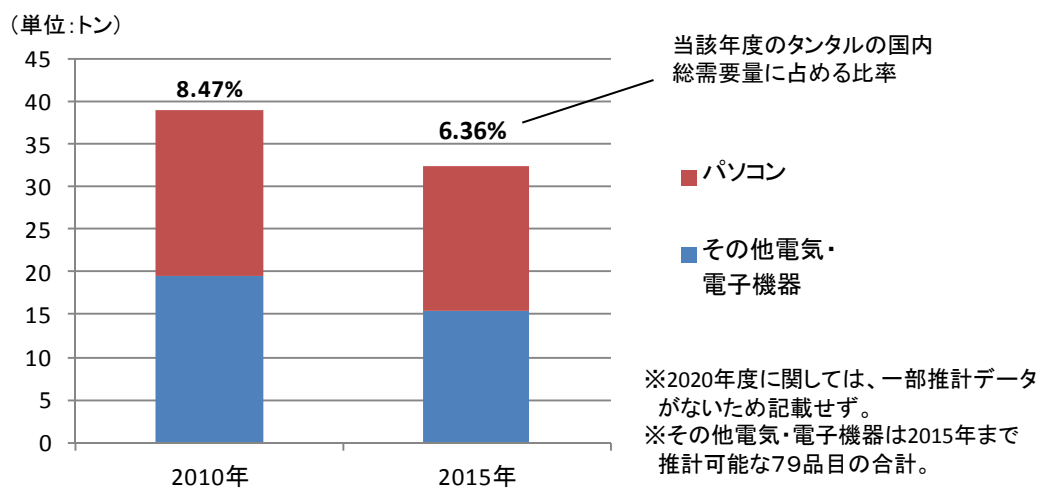


出典：使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会含有量調査データ、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：平成21年度レアメタル関連データ収集等業務に関する報告書、経済産業省：平成19年度鉱物資源供給対策調査報告書、産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会資料 ほか

ii) 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

タンタルを含有するパソコン及びその他電気電子機器の使用済製品のリサイクルによるポテンシャルは、2010年では国内需要に対して約8%、2015年では約6%となる見込みであり、一定程度のポテンシャルを有している。

図表 1.25 タンタルのリサイクルによるポテンシャル※



※ 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。
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 ほか

③技術開発動向

使用済電子基板から電子素子を剥離し、剥離した電子素子からタンタルコンデンサーを選別濃縮する前処理技術については、個々の要素技術は開発されているものの、電子基板の種類等によって電子素子が剥離しにくい場合が

あるほか、処理プロセス全体の最適化が図られていない。また、使用済電気電子機器等から電子基板を選別回収する技術が開発されていない。

使用済タンタルコンデンサー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。