

# レアメタルのリサイクルに係る現状

平成23年11月  
経済産業省

## <目次>

- I. レアメタルのリサイクルの重要性 ...P 2
- II. リサイクルを重点的に行うべき鉱種 ...P11
- III. リサイクルを重点的に行うべき製品 ...P20
- IV. 各製品のリサイクルの現状 ...P28

# I . レアメタルのリサイクルの重要性

# レアメタルの定義

○「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を、鉱業審議会においてレアメタルと定義(現在、31種類が対象)。

| 周期 | アルカリ族           | アルカリ土族           | 希土族              | チタン族            | バナジウム族        | クロム族           | マンガン族           | 鉄族(4周期)<br>白金族(5・6周期) | 銅族             | 亜鉛族            | アルミニウム族         | 炭素族            | 窒素族            | 酸素族             | ハロゲン族          | 不活性ガス族         |                |                |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | 1 H<br>水素       |                  |                  |                 |               |                |                 |                       |                |                |                 |                |                |                 |                | 2 He<br>ヘリウム   |                |                |
| 2  | 3 Li<br>リチウム    | 4 Be<br>ベリリウム    |                  |                 |               |                |                 |                       |                |                | 5 B<br>ホウ素      | 6 C<br>炭素      | 7 N<br>チッ素     | 8 O<br>酸素       | 9 F<br>フッ素     | 10 Ne<br>ネオン   |                |                |
| 3  | 11 Na<br>ナトリウム  | 12 Mg<br>マグネシウム  |                  |                 |               |                |                 |                       |                |                | 13 Al<br>アルミニウム | 14 Si<br>ケイ素   | 15 P<br>リン     | 16 S<br>イオウ     | 17 Cl<br>塩素    | 18 Ar<br>アルゴン  |                |                |
| 4  | 19 K<br>カリウム    | 20 Ca<br>カルシウム   | 21 Sc<br>スカンジウム  | 22 Ti<br>チタン    | 23 V<br>バナジウム | 24 Cr<br>クロム   | 25 Mn<br>マンガン   | 26 Fe<br>鉄            | 27 Co<br>コバルト  | 28 Ni<br>ニッケル  | 29 Cu<br>銅      | 30 Zn<br>亜鉛    | 31 Ga<br>ガリウム  | 32 Ge<br>ゲルマニウム | 33 As<br>ヒ素    | 34 Se<br>セレン   | 35 Br<br>臭素    | 36 Kr<br>クリプトン |
| 5  | 37 Rb<br>ルビジウム  | 38 Sr<br>ストロンチウム | 39 Y<br>イットリウム   | 40 Zr<br>ジルコニウム | 41 Nb<br>ニオブ  | 42 Mo<br>モリブデン | 43 Tc<br>テクネチウム | 44 Ru<br>ルテニウム        | 45 Rh<br>ロジウム  | 46 Pd<br>パラジウム | 47 Ag<br>銀      | 48 Cd<br>カドミウム | 49 In<br>インジウム | 50 Sn<br>スズ     | 51 Sb<br>アンチモン | 52 Te<br>テルル   | 53 I<br>ヨウ素    | 54 Xe<br>キセノン  |
| 6  | 55 Cs<br>セシウム   | 56 Ba<br>バリウム    | 57~71<br>ランタノイド  | 72 Hf<br>ハフニウム  | 73 Ta<br>タンタル | 74 W<br>タングステン | 75 Re<br>レニウム   | 76 Os<br>オスマニウム       | 77 Ir<br>イリジウム | 78 Pt<br>白金    | 79 Au<br>金      | 80 Hg<br>水銀    | 81 Tl<br>タリウム  | 82 Pb<br>鉛      | 83 Bi<br>ビスマス  | 84 Po<br>ポロニウム | 85 At<br>アスタチン | 86 Rn<br>ラドン   |
| 7  | 87 Fr<br>フランシウム | 88 Ra<br>ラジウム    | 89~103<br>アクチノイド |                 |               |                |                 |                       |                |                |                 |                |                |                 |                |                |                |                |

レアアース(RE)

|        |               |               |                 |                |                 |                |                 |                 |                |                  |                |                |               |                  |                |
|--------|---------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|
| ランタノイド | 57 La<br>ランタン | 58 Ce<br>セリウム | 59 Pr<br>プラセオジム | 60 Nd<br>ネオジウム | 61 Pm<br>プロメチウム | 62 Sm<br>サマリウム | 63 Eu<br>ユウロピウム | 64 Gd<br>ガドリニウム | 65 Tb<br>テルビウム | 66 Dy<br>ジスプロシウム | 67 Ho<br>ホルミウム | 68 Er<br>エルビウム | 69 Tm<br>ツリウム | 70 Yb<br>イットルビウム | 71 Lu<br>ルテチウム |
|--------|---------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|

# レアメタルの重要性

○レアメタルは、自動車、IT製品等の製造に不可欠な素材であり、我が国の産業競争力の要。レアメタルの主な用途例は以下のとおり。

## レアメタルの主な用途例

| 製品   | 主な鉱種  |
|--|---|
| 次世代自動車<br>(EV・PHV・HV)<br>           | ネオジム、ジスプロシウム(駆動用モーターの磁石)<br>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<br>(エアコン、テレビ、<br>冷蔵庫、洗濯機)<br> | 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<br>                             | ネオジム、ジスプロシウム(HDDの磁石)                                  |
| 電気・電子機器全般<br>                     | タンタル(基板のタンタルコンデンサ)                                    |
| 超硬工具<br>                          | タングステン(超硬工具、刃先交換工具)                                   |

# 不安定なレアメタル供給

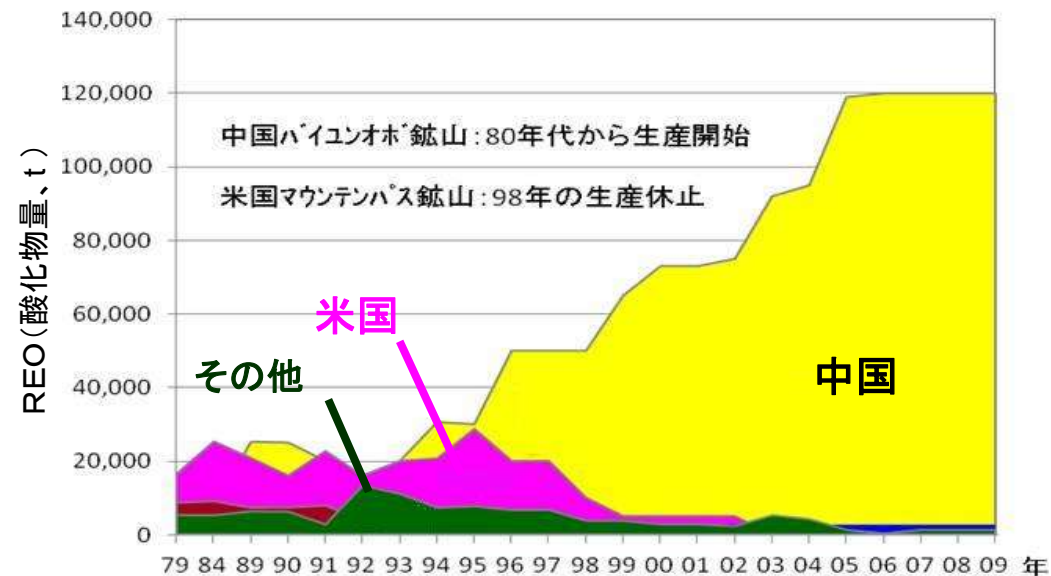
- レアメタルは一般的に希少性や偏在性が高く、生産国の輸出政策や政情、生産施設の状況等のほか、投資家の思惑などにも大きな影響を受ける。
- 特にレアアースについては、中国が低コスト生産により、生産規模を拡大した結果、レアアースの世界供給の約97%を中国が占める構図。我が国は、レアアースの供給の90%強(2009年)を中国に依存。

主なレアメタルの上位産出国及びシェア(2010年)

| 鉱種     | 1位     |     | 2位     |     | 3位    |      | 上位3カ国の合計シェア |
|--------|--------|-----|--------|-----|-------|------|-------------|
| レアアース  | 中国     | 97% | インド    | 2%  | ブラジル  | 0.4% | 99%         |
| コバルト   | コンゴ(民) | 51% | ザンビア   | 13% | 中国    | 7%   | 70%         |
| インジウム  | 中国     | 52% | 韓国     | 14% | 日本    | 12%  | 78%         |
| タンタル   | ブラジル   | 27% | モザンビーク | 17% | ルワンダ  | 15%  | 59%         |
| タングステン | 中国     | 85% | ロシア    | 4%  | ボリビア  | 2%   | 91%         |
| プラチナ   | 南アフリカ  | 75% | ロシア    | 13% | ジンバブエ | 5%   | 93%         |

出典: Mineral Commodity Summaries 2011

レアアース生産国の推移



出典: Mineral Commodity Summaries 2008

# レアース輸出枠の大幅削減

- 昨年7月、中国商務部が2010年第2期のレアース輸出枠を約8千トンと発表(2010年のレアース輸出枠は前年比で約40%減)。
- さらに、本年5月、商務部及び中国税関が、レアース鉄合金をレアースの輸出管理対象にすることを発表し、レアース輸出枠が事実上大幅削減。

レアースの輸出数量枠 (出典:中国商務部HP)(単位:トン)

| 暦年    | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   |        |        | 2010   |       |        | 2011   |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       |        |        |        | (第1期)  | (第2期)  | 計      | (第1期)  | (第2期) | 計      | (第1期)  | (第2期)  | 計      |
| 輸出数量枠 | 61,560 | 60,173 | 47,449 | 21,728 | 28,417 | 50,145 | 22,283 | 7,976 | 30,259 | 14,446 | 15,738 | 30,184 |

約40%減 (2009年計50,145トン vs 2010年計30,259トン)  
 約71%減 (2008年47,449トン vs 2010年計30,259トン)

前年とほぼ同水準であるが、合金が対象となるため実質的な削減

日本のレアース需要量 (出典:新金属協会)(単位:トン)

| 暦年  | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 需要量 | 29,040 | 32,390 | 32,064 | 20,518 | 26,665 |

※2009年はリーマンショックの影響で需要が減少したことに留意

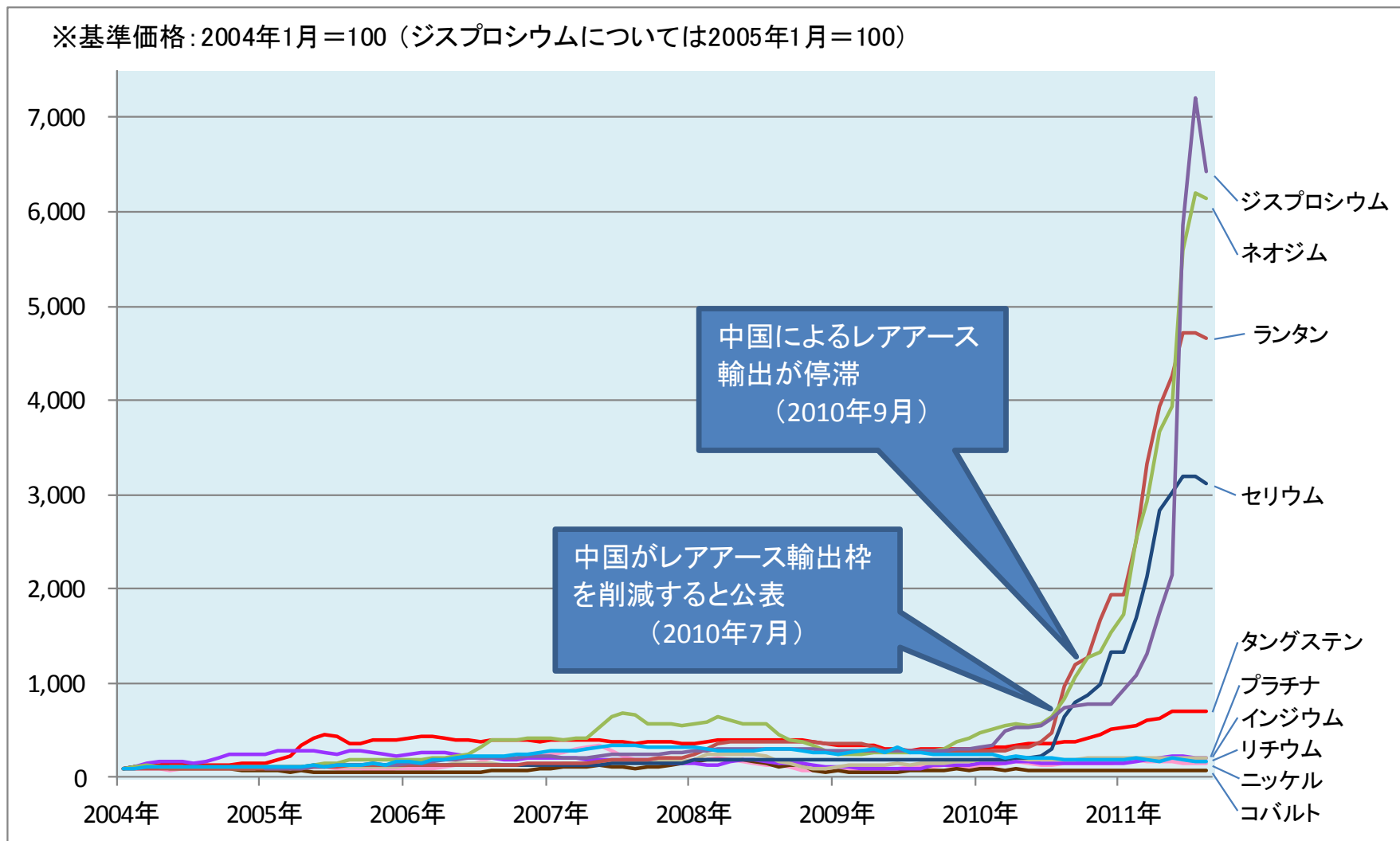
**【商務部発表:レアース鉄合金のレアース輸出管理枠への追加】**

追加品目: 72029991 その他レアース総含有量10%以上の鉄合金(重量ベース)

対象となる品目: ジスプロシウム鉄合金、レアースシリコン鉄合金等

## 近年の資源価格の推移

○近年、新興国の経済成長等を背景として多くのレアメタル価格は高騰。直近では下落傾向にあるものの依然として高い水準であり、レアメタル等の資源確保の重要性が高まっている。



(出典: London Metal Exchange等)



# レアメタル確保におけるリサイクルの重要性

○「レアメタル確保戦略」(平成21年7月策定)において、レアメタル確保に向けた4本柱として、「①海外資源確保」、「③代替材料開発」、「④備蓄」に加えて、「②リサイクル」が位置付けられている。

## 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

# レアメタルのリサイクルに係る経済産業省の取組

○これまで、レアメタルのリサイクルに係る技術開発、実用化開発、事業化の各段階において予算による支援を実施。これらに加えて、「レアメタル確保戦略」、「エネルギー基本計画」においてリサイクルによる資源確保を位置付ける等の取組を実施。

|                      | 19年度 | 20年度  | 21年度  | 22年度   | 23年度   | 24年度(予算要求中)  |  |
|----------------------|------|---|---|--|--|--|--|
| 予算措置                 |      | <b>希土類金属等回収技術研究開発事業&lt;20~24年度(予定)、6.9億円&gt;</b><br>◆ 廃研磨材の再利用技術【鉱種:Ce】 ~24fy<br>◆ 廃蛍光体からのレアース回収技術【鉱種:Y,Eu,Tb】 ~23fy              |   |  |  |  |  |
|                      |      | <b>希少金属等高効率回収システム開発&lt;19補正~22年度、9.8億円&gt;</b><br>◆ 廃超硬工具からのタングステン回収技術【鉱種:W】<br>◆ 廃小型電気電子機器からのレアメタル回収技術【鉱種: Au,Ag,Cu,Ni,In,Ta,RE】 |   | <b>レアース等利用産業等設備導入事業&lt;22年度補正、420億円の内数&gt;</b><br>◆ 廃超硬工具からのタングステンリサイクル設備導入【鉱種:W】<br>◆ 廃小型家電等からの tantalum リサイクル設備導入【鉱種:Ta】<br><br>◆ リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル設備導入【鉱種:Mn,Co,Ni,Li】 |  |  |  |
| 技術開発<br>実用化開発<br>事業化 |      |   | <b>新資源循環推進プロジェクト&lt;21年度補正、51.6億円の内数&gt;</b><br>◆ リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル技術【鉱種:Li, Co, Mn】<br><br>◆ 廃家電等からのネオジム磁石分離回収・抽出技術【鉱種:Nd,Dy】 |  | <b>レアース等利用産業等設備導入事業&lt;22年度補正、420億円の内数&gt;</b><br>◆ 廃超硬工具からのタングステンリサイクル設備導入【鉱種:W】<br>◆ 廃小型家電等からの tantalum リサイクル設備導入【鉱種:Ta】<br><br>◆ リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル設備導入【鉱種:Mn,Co,Ni,Li】 |  |  |
|                      |      | <b>レアメタル等高効率抽出・分離技術開発事業&lt;20年度補正、1.0億円&gt;</b><br>◆ 廃携帯電話からのレアメタル分離選別抽出技術【鉱種:Ta, W, In】  |   | <b>希少金属(レアース等)の代替・削減技術開発&lt;22年度補正、120億円の内数、NEDO&gt;</b><br>◆ 廃家電等からのネオジム磁石分離回収・抽出技術【鉱種:Nd,Dy】<br><br>◆ 電子基板等からの tantalum 回収技術【鉱種:Ta】  |  | <b>希少金属代替材料開発プロジェクト&lt;8.2億円の内数&gt;</b><br>◆ ネオジム磁石のリサイクル技術【鉱種:Nd,Dy】        |  |
|                      |      |   |   |  |  | <b>資源循環実証事業&lt;1.2億円&gt;</b><br>◆ 廃家電等の収集・運搬、解体技術【鉱種:-】                      |  |
|                      |      |   |   |  |  | <b>リサイクル優先レアメタルの回収技術開発&lt;1.2億円&gt;</b><br>◆ 廃家電等からのレアメタル回収・抽出技術【鉱種:Ta, Co等】 |  |
| その他                  |      |   | <b>「レアメタル確保戦略」</b><br>(平成21年7月策定)<br>→レアメタル確保に向けた4本柱の一つとしてリサイクルを位置付け  | <b>「エネルギー基本計画」</b><br>(平成22年6月策定)<br>→リサイクルの推進による資源確保を位置付け   | <b>本小委員会での検討</b>   |  |  |
|                      |      | <b>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</b>  |   |  |  |  |  |

## レアメタルのリサイクルに係る現状・課題及び検討の基本的考え方

- レアメタルのリサイクルについては、資源価格の変動が大きいこと等に加え、以下の課題が存在し、現時点では取組は進んでいない。
- 次世代自動車や高機能家電等、レアメタル等を含む使用済製品の排出量が今後増加することを見据え、今の段階からこれらの課題への対応策を講じていくことが必要。
- このため、資源確保の観点から、レアメタル等を含む主要製品全般（自動車、大型家電、超硬工具、PC、二次電池等）を横断的に対象として、レアメタル等のリサイクルに係る最適な対応策を幅広く検討することが必要。

### <課題>

#### ①回収量の確保

使用済製品が回収されずに、海外へ流出したり廃棄されるもの、家庭内に退蔵されるものなどが存在し、回収量確保が課題。

#### ②回収品がレアメタル等のリサイクル事業者が届かない

使用済製品が回収されても、レアメタル等をリサイクルできる事業者が届かず、海外へ流出するケースや鉄くず等として処理されるケースが存在。

#### ③技術開発

多くの鉱種は、経済的なリサイクル技術が開発途上。

#### ④レアメタル等の含有情報

レアメタル等の含有量に関する情報は、企業秘密に属するものもあり、関係者間で十分に共有されておらず、そのまま廃棄されるケースが存在。

## Ⅱ．リサイクルを重点的に行うべき鉱種

# 対象鉱種の選定①

- レアメタルの中でも供給安定性や用途などに違いがあるため、まず、リサイクルを優先して検討する鉱種を選定することが適切。
- 平成20～22年にかけて「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」を開催し、リサイクル検討優先鉱種として14鉱種を選定。（レアアースを17とカウントすると、レアメタルは47鉱種）（使用済製品からのリサイクルが一定程度進んでいる鉱種や、無機薬品の様に使用後の分離回収が困難である鉱種などは除外。）

## 重要鉱種の選定

### 【A. 供給リスクの定量的評価】

（レアメタル31鉱種に対するポイント付けによる定量的評価）

#### ○基本リスク

- ①可採年数
- ②世界生産に占める日本の輸入割合

#### ○供給国リスク

- （鉱種の）シェア
- ③埋蔵量
  - ④鉱石生産量
  - ⑤輸入相手国

× カントリーリスク

+

### 【B. 需要見通し等による定性的評価】

- － 鉱種の需要の現状と見通し
- － 権益獲得の動き
- － 備蓄対象鉱種の有・無
- － 代替材料開発の有・無

## リサイクル検討優先鉱種の選定

### 【C. リサイクルの観点からの評価】

- リサイクル対象となる使用済製品の確保
- リサイクルの種類毎（工程くず、使用済製品）の実施状況
- 使用済製品からのレアメタル回収技術の確立、実用化状況
- 各鉱種の特性や製品用途からの評価

## リサイクル検討優先鉱種（14）

- ・タングステン(W)
- ・リチウム(Li)
- ・ガリウム(Ga)
- ・コバルト(Co)
- ・インジウム(In)
- ・タンタル(Ta)

### レアアース

- ・ランタン(La)
- ・ネオジム(Nd)
- ・ジスプロシウム(Dy)
- ・テルビウム(Tb)
- ・セリウム(Ce)
- ・サマリウム(Sm)
- ・ユウロピウム(Eu)
- ・イットリウム(Y)

## 対象鉱種の選定②

✓リサイクル検討優先鉱種14鉱種のうち、既に工程内リサイクルが相当程度進んでいる鉱種、現時点でリサイクル技術の目処が立っていない鉱種等を除いた5鉱種（W, Co, Ta, Nd, Dy）について、リサイクルを重点的に行うべき鉱種として具体的な検討を進めることを提案。

| 鉱種         | 用途<br>(国内需要に占めるシェア)           | 製造工程内リサイクル      | 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<br>(約89%)                | —               | 希少金属等高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(住友電工)    |   | 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(約84%)             | 次世代自動車用バッテリー    | 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) | 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。                          |
|            |                               | その他小電等の2次電池     | —   | 早急に技術開発が必要                                      |   |
| リチウム       | リチウムイオン電池材料、耐熱材料等々(88%)       | 次世代自動車用バッテリー    | 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) | 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。                             |
|            |                               | その他小電等の2次電池     | —   | 経済的に見合わないため進んでいない                               |   |
| インジウム      | 透明電極用ITOターゲット(87%)            | 工程内リサイクル等が進んでいる | 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(96%) |                 | 既存の非鉄製錬で回収可能                                    | 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(約51%)              | —               | 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      |                               |                 |   |   |   |
| セリウム(50%)  | 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(約100%)              | —               | 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。                               |
| ユウロピウム     | 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。 |

(以上については、現在検討中のもの) 13

# ①コバルトのマテリアルフロー

- 主にリチウムイオン電池の正極材料に用いられている。
- 需要の約9割を占めるリチウムイオン電池正極材のリサイクルを進めることが、コバルトの安定供給の重要な手段となりうる。
- どの最終製品からのリサイクルをターゲットにするのか詳細な検討が必要。

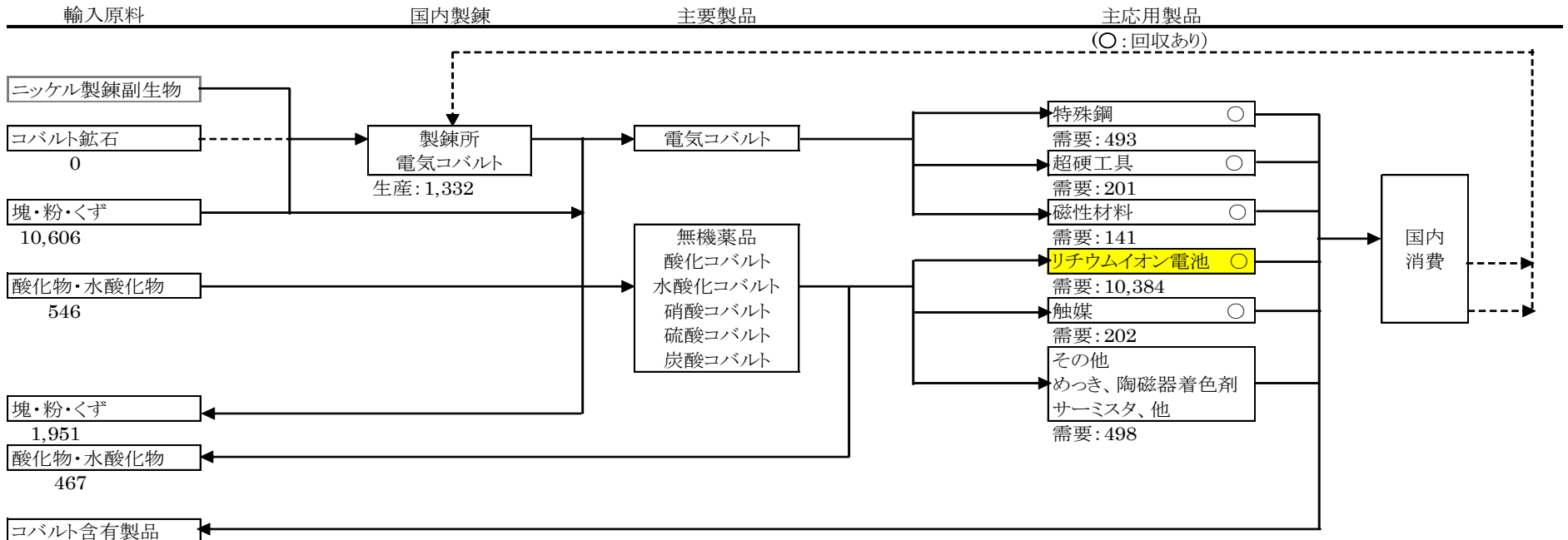
コバルトのマテリアルフロー (2009)

単位: 特記以外純分t

——▶ : 原料・製品のフロー

- - - -▶ : スクラップのフロー

○ : 回収あり





## ②ネオジム・ジスプロシウムのマテリアルフロー

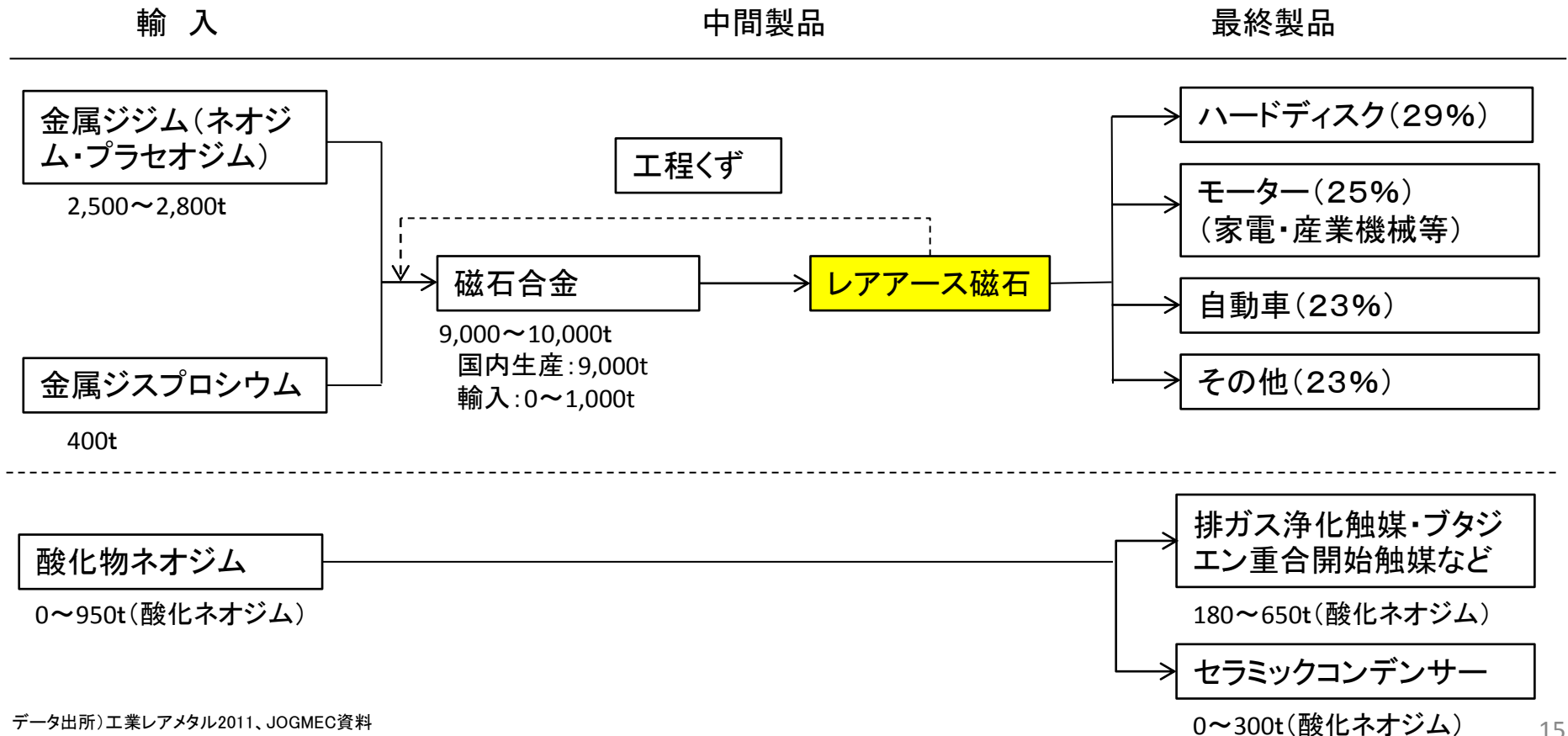
- 最も強力な永久磁石であるネオジム鉄ボロン磁石の材料に用いられる。
- 磁石が使われている最終製品のうち、どの製品からのリサイクルをターゲットにするのか詳細な検討が必要。

ネオジム・ジスプロシウムのマテリアルフロー(2009)

単位:マテリアル量t

——→ :原料・製品のフロー

----→ :スクラップのフロー





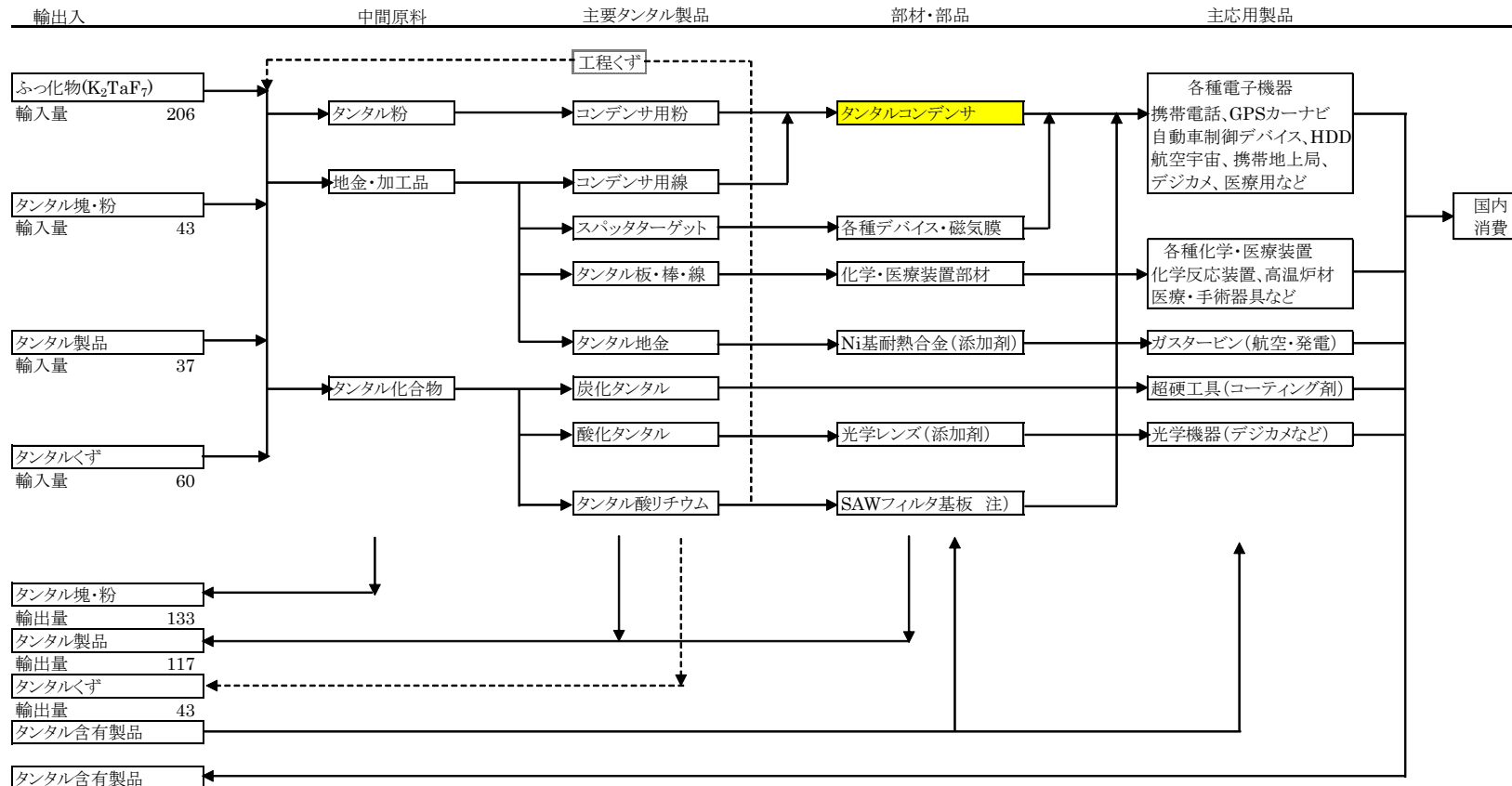
### ③タンタルのマテリアルフロー

- 酸化被膜の絶縁性を活かし、主にコンデンサーの材料に用いられる。
- 需要の約6割を占めるコンデンサーのリサイクルを進めることが、安定供給の重要な手段となりうる。
- どの製品からのリサイクルをターゲットにするのか詳細な検討が必要。

タンタルのマテリアルフロー (2009)

単位: 純分

→: 原料・製品のフロー  
 - - - - -: スクラップのフロー (使用済み製品は該当なし)  
 主応用製品



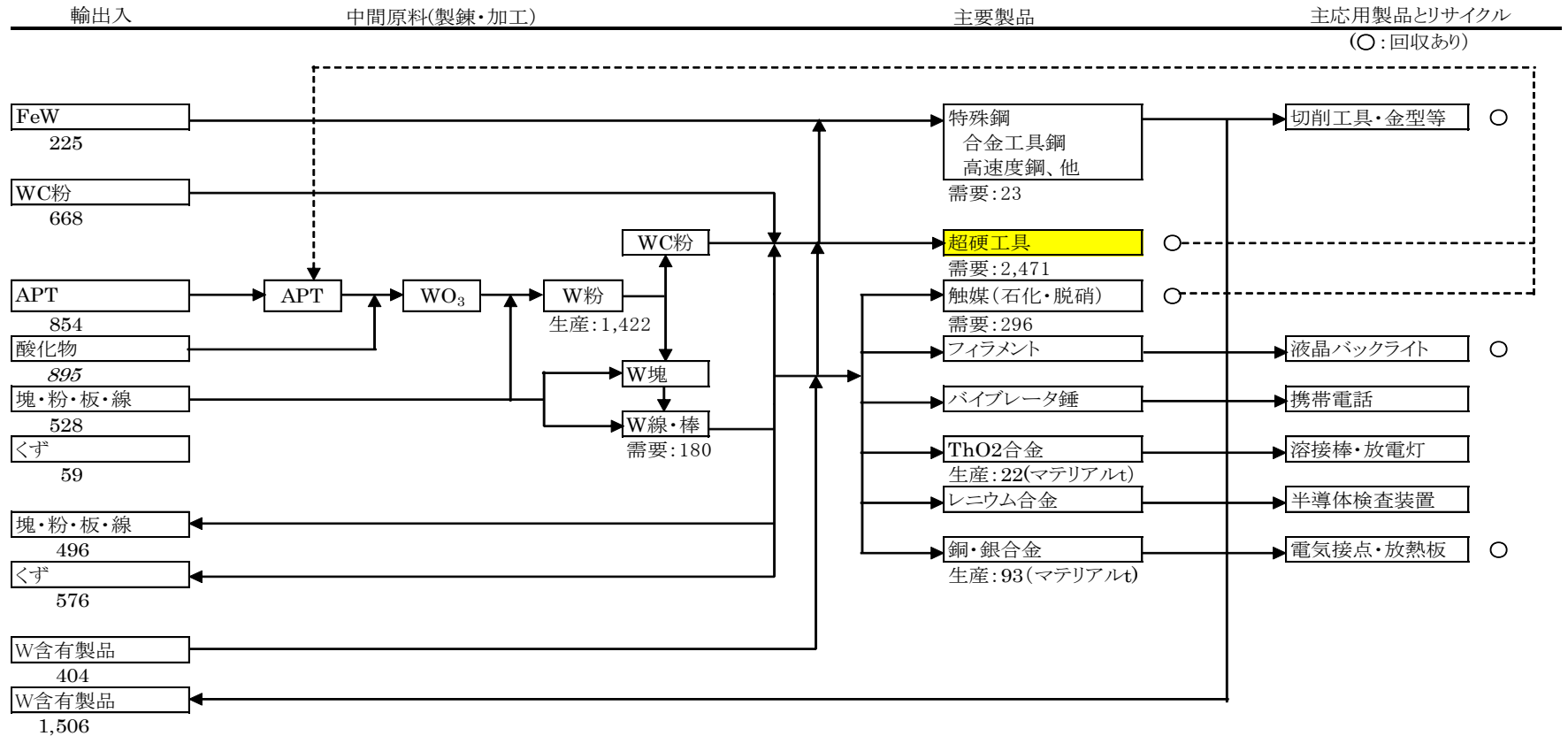
注) SAWフィルタは、携帯電話など電波を送受信する電子機器のみに使用される

## ④タングステンのマテリアルフロー

- 強度、弾性に富み融点も高いため、主に超硬工具などの材料に用いられている。
- 需要の約9割を占める超硬工具のリサイクルを進めることが、タングステンの安定供給の重要な手段となりうる。

タングステンのマテリアルフロー (2009)

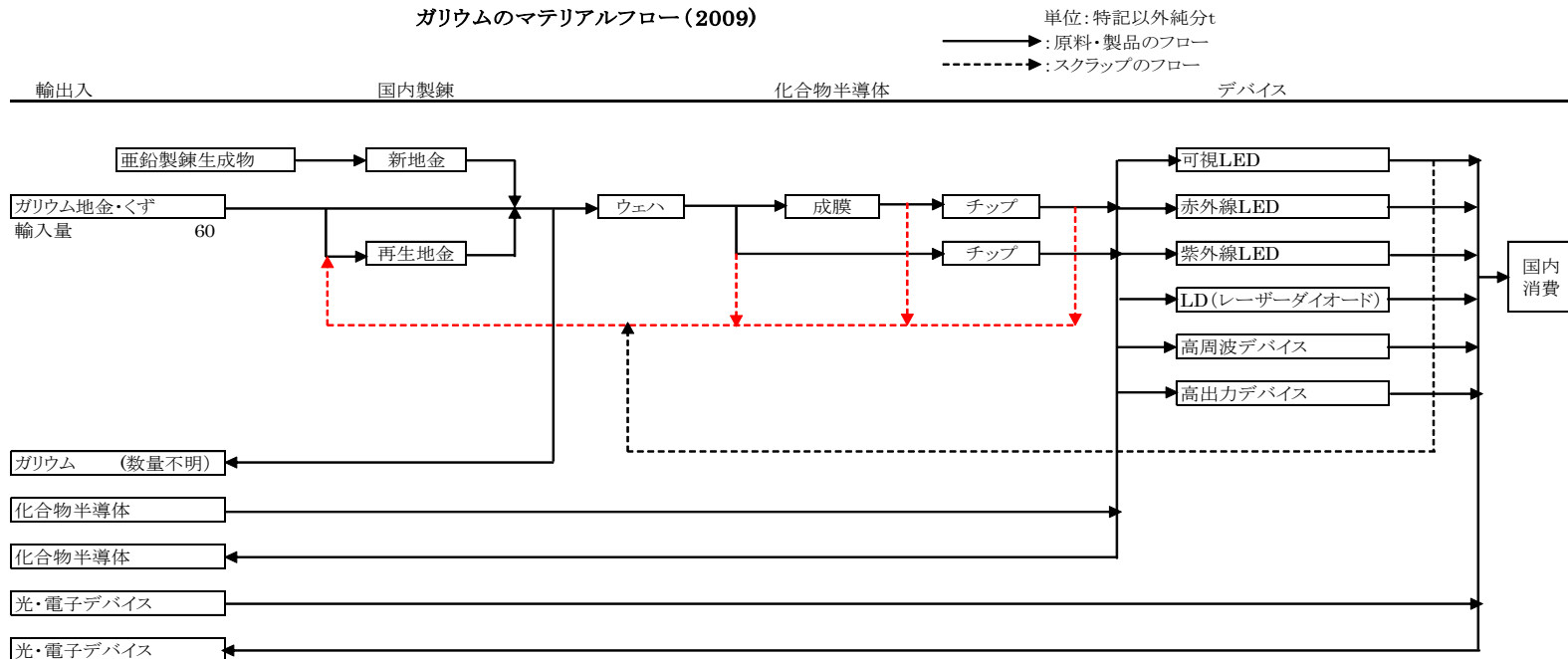
単位: 特記以外純分t



データ出所) 鉱物資源マテリアルフロー-2010

# 工程内リサイクルの成功例:ガリウムのマテリアルフロー

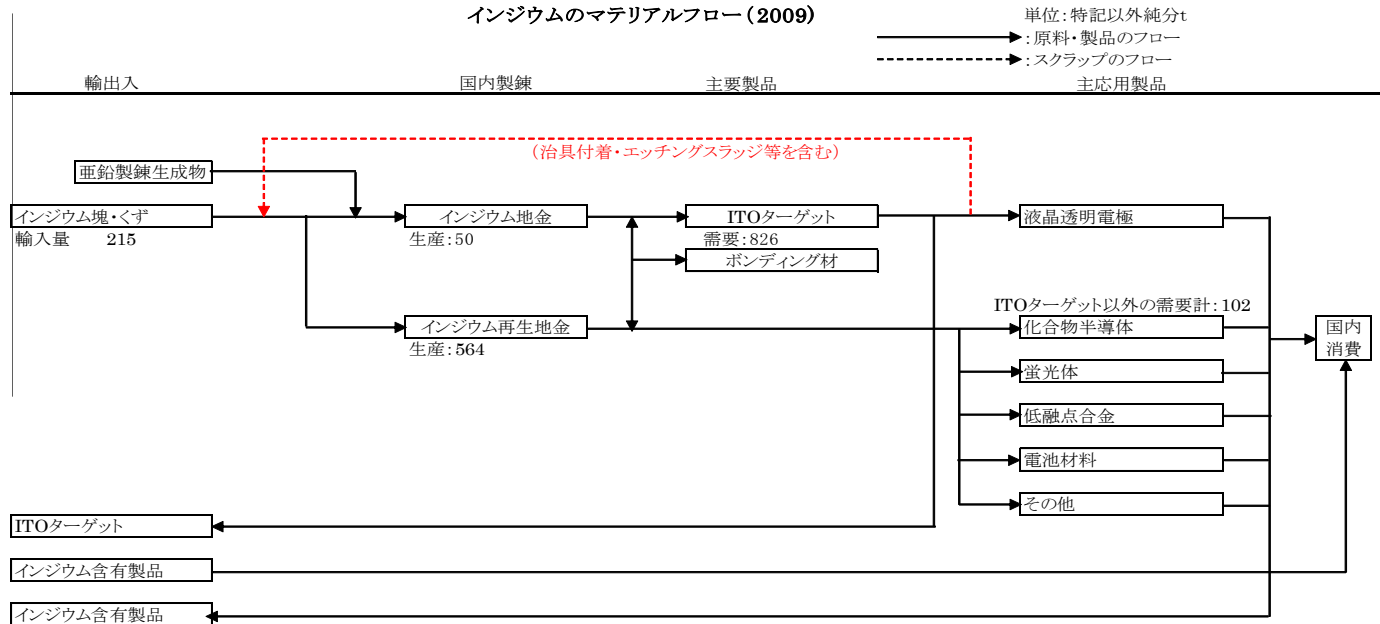
- 青色発光ダイオードの素材や化合物半導体材料に用いられている。
- 使用済製品中のリサイクルはガリウム濃度が低いため全く進んでいないが、化合物半導体生産工程で発生する工程スクラップのリサイクルが進んでおり、工程内リサイクルが安定供給の重要な手段となっている。



| 区分     |         | 内訳   | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------|---------|------|------|------|------|
| 見掛消費   | 国内生産    | 新地金  | 8    | 5    | 5    |
|        |         | 再生地金 | 96   | 93   | 83   |
|        | 原料      | 輸入   | 62   | 73   | 60   |
|        | 合計①     |      | 166  | 171  | 148  |
| リサイクル量 | 再生地金生産② |      | 96   | 93   | 83   |
| リサイクル率 | ②/①     |      | 58%  | 54%  | 56%  |

# 工程内リサイクルの成功例：インジウムのマテリアルフロー

- 透明度が高い特性等を活かし、主に液晶テレビ等の透明電極の材料に用いられる。
- 使用済製品中のリサイクルはインジウム濃度が低いためほとんど行われていないが、透明電極生産工程で発生する工程スクラップのリサイクルが進んでおり、工程内リサイクルが安定供給の重要な手段となっている。



| 区分     |            | 内訳        | 2007  | 2008 | 2009 |
|--------|------------|-----------|-------|------|------|
| 見掛消費   | 国内生産       | 新地金       | 70    | 70   | 50   |
|        |            | 工程スクラップ再生 | 623   | 518  | 564  |
|        | 原料         | 輸入        | 368   | 342  | 215  |
|        | 合計①        |           | 1,060 | 930  | 829  |
| リサイクル量 | 工程スクラップ再生② |           | 623   | 518  | 564  |
| リサイクル率 | ②/①        |           | 59%   | 56%  | 68%  |

## Ⅲ. リサイクルを重点的に行うべき製品

## リサイクルを重点的に行うべき製品の考え方

リサイクルを重点的に行うべき鉱種を含む各製品について、リサイクルによりどの程度のレアメタル量を確保できるかというポテンシャル(※)を推計し、そのポテンシャルが高い製品を、リサイクルを重点的に行うべき製品として今後の検討対象とする。

(※)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。推計方法は以下のとおり。

### 【ポテンシャル】

●「製品当たり(1台または1kg)の金属含有量(※1)」×「当該年次における製品の排出量(※2)」により推計

※1 以下に示す既往調査等における数値を使用。

- ・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
- ・自動車のECU基板及び家電4品目の基板については、新たに含有量調査を実施

※2 平均使用年数に基づき製品が排出されると仮定して推計(\*)。例えば平均使用年数が5年の製品は、4~6年前の出荷台数(もしくは出荷台数予測値)の平均値が、現時点での製品の排出量となる。推計に用いる出荷台数及び平均使用年数については、以下に示す既往調査等における数値を使用。

<出荷台数・出荷台数予測値>

- ・(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
- ・(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
- ・(社)電子情報技術産業協会:AV主要品目世界需要予測
- ・(社)日本電機工業会:民生用電気機器国内出荷統計データ
- ・(社)電池工業会:二次電池販売数量長期推移
- ・(財)自動車検査登録協会:自動車保有車両登録数
- ・経済産業省: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22年度3Rシステム化可能性調査事業(超硬工具スクラップの回収促進事業)報告書 等

<平均使用年数>

- ・内閣府:家計消費の動向
- ・国立環境研究所:製品使用年数データベース

(\*)家電4品目の排出量については、経済産業省の平成21年度使用済家電4品目の経過年数調査の数値を用いている。

### 【国内総需要量】

- 国内総需要量とは「国内で1年間に需要される金属の量」を意味し、リサイクルにより国内のレアメタル需要をどの程度まかなえる可能性があるかを概観するために活用。
- 既存の調査結果((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、工業レアメタル2011等)の数値や事業者へのヒアリング結果等を用いている。

# ①コバルト

- 2010年において、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は約1100トン(国内総需要量の約8%)であり、このうち小型二次電池が約7割を占める。
- 今後、次世代自動車のポテンシャルが増加し、全体のポテンシャルは2020年には約1300トン、2025年には約2200トン(国内総需要量の約14%)に増加する見込み。

(単位:トン)

| 品目                     | 部品            | 2010年          |                      | 2015年   |                      | 2020年   |                      | (参考)2025年 |                              |
|------------------------|---------------|----------------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|-----------|------------------------------|
|                        |               | ポテンシャル<br>(※1) | 国内総需<br>要量に占<br>める比率 | ポテンシャル  | 国内総需<br>要量に占<br>める比率 | ポテンシャル  | 国内総需<br>要量に占<br>める比率 | ポテンシャル    | 国内総需<br>要量に占<br>める比率<br>(※3) |
| 次世代自動車(HEV, PHEV, EV)  | ニッケル水素電池      | 4.2            | 0.03%                | 31.6    | 0.21%                | 103.4   | 0.63%                | 586.8     | 3.60%                        |
|                        | リチウムイオン電池     | 0.0            | 0.00%                | 0.0     | 0.00%                | 0.0     | 0.00%                | 565.8     | 3.47%                        |
| 小型二次電池                 | リチウムイオン電池(※4) | 766.4          | 5.47%                | 898.9   | 6.03%                | 774.5   | 4.75%                | 595.9     | 3.66%                        |
|                        | ノートブック型パソコン用  | (344.7)        | (2.46%)              | (324.4) | (2.18%)              | (370.3) | (2.27%)              | (407.6)   | (2.50%)                      |
|                        | 携帯電話用         | (182.5)        | (1.30%)              | (117.9) | (0.79%)              | (156.3) | (0.96%)              | (139.1)   | (0.85%)                      |
|                        | デジタルカメラ用      | (38.2)         | (0.27%)              | (38.3)  | (0.26%)              | (40.5)  | (0.25%)              | (40.9)    | (0.25%)                      |
| 超硬工具                   | 超硬工具          | 300.0          | 2.14%                | 346.9   | 2.33%                | 411.3   | 2.52%                | 481.5     | 2.95%                        |
| その他電気・電子機器(78品目合計)(※4) |               | 4.2            | 0.03%                | 3.6     | 0.02%                | -       | -                    | -         | -                            |
| 合 計                    |               | 1,074.8        | 7.68%                | 1,281.0 | 8.60%                | 1,289.2 | 7.91%                | 2,230.0   | 13.68%                       |

※1 ポテンシャル:過去の出荷製品が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

※2 ポテンシャル「-」は、製品出荷台数の将来推計が存在しないため、推計値がないことを示す。

※3 2025年については、国内総需要量の推計値が存在しないため、2020年と同値と仮定して比率を推計。

※4 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において含有量分析を実施している97品目のうち、パソコン及び携帯電話を除き、かつ2015年まで推計可能な78品目の合計。

(参考)コバルトの国内総需要量の推移 (単位:トン)

|        | 2010年  | 2015年  | 2020年  |
|--------|--------|--------|--------|
| 国内総需要量 | 14,000 | 14,900 | 16,300 |

## ②ネオジム

- 2010年において、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は約70トン(国内総需要量の約1%)であり、このうちパソコンが約4割を占める。
- 今後、次世代自動車と大型家電のポテンシャルが増加し、全体のポテンシャルは2020年には約209トン、2025年には約470トン(国内総需要量の約7%)に増加する見込み。

(単位:トン)

| 品目                    | 部品                     | 2010年          |                      | 2015年  |                      | 2020年  |                      | (参考)2025年 |                          |       |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|-----------|--------------------------|-------|
|                       |                        | ポテンシャル<br>(※1) | 国内総需要<br>量に占める<br>比率 | ポテンシャル | 国内総需要<br>量に占める<br>比率 | ポテンシャル | 国内総需要<br>量に占める<br>比率 | ポテンシャル    | 国内総需要<br>量に占める<br>比率(※3) |       |
| 次世代自動車(HEV, PHEV, EV) | モータ/ジェネレータ             | 1.5            | 0.03%                | 11.1   | 0.18%                | 36.0   | 0.51%                | 257.4     | 3.63%                    |       |
| 大型家電                  | 冷蔵庫・冷凍庫                | 0.9            | 0.02%                | 4.9    | 0.08%                | 8.3    | 0.12%                | 10.7      | 0.16%                    |       |
|                       | 洗濯機・衣類乾燥機              | 2.3            | 0.05%                | 14.7   | 0.25%                | 30.6   | 0.44%                | 44.7      | 0.65%                    |       |
|                       | エアコン                   | 7.5            | 0.15%                | 47.3   | 0.79%                | 96.3   | 1.40%                | 119.1     | 1.73%                    |       |
| パソコン・サーバー             | パソコン                   | 30.8           | 0.59%                | 19.5   | 0.31%                | 19.0   | 0.27%                | 20.2      | 0.28%                    |       |
|                       | サーバー                   | 1.4            | 0.03%                | 2.0    | 0.03%                | -      | -                    | -         | -                        |       |
| その他電気・電子機器            | 携帯電話                   | 基板             | 3.7                  | 0.07%  | 2.4                  | 0.04%  | 3.2                  | 0.05%     | 2.9                      | 0.04% |
|                       |                        | マイクスピーカ        | 16.8                 | 0.32%  | 10.9                 | 0.18%  | 14.4                 | 0.20%     | 12.8                     | 0.18% |
|                       |                        | 偏心モータ          | 1.1                  | 0.02%  | 0.7                  | 0.01%  | 0.9                  | 0.01%     | 0.8                      | 0.01% |
|                       | その他電気・電子機器(78品目合計)(※4) | 4.9            | 0.10%                | 4.5    | 0.07%                | -      | -                    | -         | -                        |       |
| 合計                    |                        | 71.0           | 1.36%                | 117.9  | 1.90%                | 208.8  | 2.94%                | 468.6     | 6.60%                    |       |

※1 ポテンシャル:過去の出荷製品が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

※2 ポテンシャル「-」は、製品出荷台数の将来推計が存在しないため、推計値がないことを示す。

※3 2025年については、国内総需要量の推計値が存在しないため、2020年と同値と仮定して比率を推計。

※4 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において含有量分析を実施している97品目のうち、パソコン及び携帯電話を除き、かつ2015年まで推計可能な78品目の合計。

(参考)ネオジムの国内総需要量の推移 (単位:トン)

|        | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|--------|-------|-------|-------|
| 国内総需要量 | 5,200 | 6,200 | 7,100 |



### ③ジスプロシウム

- 2010年において、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は約5トン(国内総需要量の約1%)であり、このうちエアコンが約3割を占める。
- 今後、次世代自動車と大型家電のポテンシャルが増加し、全体のポテンシャルは2020年には約35トン、2025年には約74トン(国内総需要量の約10%)に増加する見込み。

(単位:トン)

| 品目                    | 部品                     | 2010年          |              | 2015年  |              | 2020年  |              | (参考)2025年 |                  |       |
|-----------------------|------------------------|----------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|-----------|------------------|-------|
|                       |                        | ポテンシャル<br>(※1) | 国内総需要量に占める比率 | ポテンシャル | 国内総需要量に占める比率 | ポテンシャル | 国内総需要量に占める比率 | ポテンシャル    | 国内総需要量に占める比率(※3) |       |
| 次世代自動車(HEV, PHEV, EV) | モータ/ジェネレータ             | 0.4            | 0.07%        | 2.2    | 0.34%        | 9.0    | 1.34%        | 41.9      | 6.25%            |       |
| 大型家電                  | 冷蔵庫・冷凍庫                | 0.1            | 0.02%        | 0.5    | 0.08%        | 0.9    | 0.14%        | 1.2       | 0.18%            |       |
|                       | 洗濯機・衣類乾燥機              | 0.3            | 0.05%        | 1.6    | 0.25%        | 3.4    | 0.51%        | 5.0       | 0.74%            |       |
|                       | エアコン                   | 1.5            | 0.28%        | 9.5    | 1.46%        | 19.3   | 2.88%        | 23.8      | 3.55%            |       |
| パソコン・サーバー             | パソコン                   | 0.9            | 0.14%        | 0.8    | 0.11%        | 0.9    | 0.12%        | 1.0       | 0.13%            |       |
|                       | サーバー                   | 0.0            | 0.00%        | 0.0    | 0.00%        | -      | -            | -         | -                |       |
| その他電気・電子機器            | 携帯電話                   | 基板             | 0.1          | 0.01%  | 0.0          | 0.01%  | 0.1          | 0.01%     | 0.1              | 0.01% |
|                       |                        | マイクスピーカ        | 1.0          | 0.17%  | 0.7          | 0.09%  | 0.9          | 0.12%     | 0.8              | 0.10% |
|                       |                        | 偏心モータ          | 0.1          | 0.02%  | 0.1          | 0.01%  | 0.1          | 0.01%     | 0.1              | 0.01% |
|                       | その他電気・電子機器(78品目合計)(※4) | 0.5            | 0.08%        | 0.4    | 0.06%        | -      | -            | -         | -                |       |
| 合計                    |                        | 4.8            | 0.79%        | 15.8   | 2.20%        | 34.5   | 4.66%        | 73.8      | 9.97%            |       |

※1 ポテンシャル: 過去の出荷製品が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

※2 ポテンシャル「0.0」は値が0.1トン未満、「-」は推計値がないことを示す。

※3 2025年については、国内総需要量の推計値が存在しないため、2020年と同値と仮定して比率を推計。

※4 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において含有量分析を実施している97品目のうち、パソコン及び携帯電話を除き、かつ2015年まで推計可能な78品目の合計。

(参考)ジスプロシウムの国内総需要量の推移  
(単位:トン)

|        | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|--------|-------|-------|-------|
| 国内総需要量 | 600   | 720   | 740   |

## ④ タンタル

➤2010年において、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は約64トン(国内総需要量の約14%)。電気・電子機器等の基板に幅広く含まれており、パソコンに多く含有されているほか、携帯電話、デジタルカメラ等にも含有。今後も同様の傾向が続く見込み。

(単位:トン)

| 品目         |                        | 部品    | 2010年          |                  | 2015年  |                  | 2020年  |                  |
|------------|------------------------|-------|----------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|
|            |                        |       | ポテンシャル<br>(※1) | 国内総需要量<br>に占める比率 | ポテンシャル | 国内総需要量<br>に占める比率 | ポテンシャル | 国内総需要量<br>に占める比率 |
| 自動車        |                        | ECU基板 | 2.0            | 0.44%            | 1.8    | 0.35%            | 1.6    | 0.30%            |
| 大型家電       | 薄型テレビ                  | 基板    | 0.0            | 0.00%            | 0.0    | 0.01%            | 0.1    | 0.01%            |
|            | 冷蔵庫                    | 基板    | 0.0            | 0.00%            | 0.0    | 0.00%            | 0.0    | 0.00%            |
|            | 洗濯機                    | 基板    | 0.0            | 0.00%            | 0.0    | 0.00%            | 0.0    | 0.00%            |
|            | エアコン                   | 基板    | 0.0            | 0.01%            | 0.0    | 0.00%            | 0.0    | 0.00%            |
| パソコン       |                        | 基板    | 19.5           | 4.25%            | 16.9   | 3.31%            | 18.8   | 3.54%            |
| その他電気・電子機器 | 携帯電話                   | 基板    | 3.7            | 0.80%            | 2.4    | 0.47%            | 3.2    | 0.60%            |
|            | デジタルカメラ                | 基板    | 3.2            | 0.69%            | 3.2    | 0.62%            | 3.4    | 0.63%            |
|            | ゲーム機(小型以外)             | 基板    | 0.6            | 0.14%            | 0.8    | 0.16%            | -      | -                |
|            | カーナビ                   | 基板    | 1.8            | 0.40%            | 2.9    | 0.57%            | -      | -                |
|            | DVDプレイヤー               | 基板    | 2.8            | 0.61%            | 1.1    | 0.22%            | -      | -                |
|            | その他電気・電子機器(79品目合計(※3)) |       |                | 7.3              | 1.58%  | 5.1              | 1.01%  | -                |
| 超硬工具       |                        | 超硬工具  | 22.6           | 4.90%            | 24.7   | 4.84%            | 29.0   | 5.47%            |
| 合計         |                        |       | 63.5           | 13.81%           | 59.0   | 11.56%           | 56.0   | 10.56%           |

※1 ポテンシャル:過去の出荷製品が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

※2 ポテンシャル「0.0」は値が0.1トン未満、「-」は推計値がないことを示す。

※3 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において含有量分析を実施している97品目のうち、パソコン及び携帯電話を除き、かつ2015年まで推計可能な79品目の合計。ただしデジタルカメラ、ゲーム機(小型以外)、カーナビ及びDVDプレイヤーを除く。

(参考)タンタルの国内総需要量の推移(単位:トン)

|        | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|--------|-------|-------|-------|
| 国内総需要量 | 460   | 510   | 530   |

## ⑤ タングステン

- ▶ 2010年において、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は約3400トン(国内総需要量の約57%)であり、このうち超硬工具が約8割を占める。
- ▶ 今後、超硬工具のポテンシャルが増加し、全体のポテンシャルは2020年には約4300トン(国内総需要量の約63%)に増加する見込み。

(単位:トン)

| 品目                | 部品                     | 2010年          |                  | 2015年   |                  | 2020年   |                  |       |
|-------------------|------------------------|----------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|-------|
|                   |                        | ポテンシャル<br>(※1) | 国内総需要量<br>に占める比率 | ポテンシャル  | 国内総需要量<br>に占める比率 | ポテンシャル  | 国内総需要量<br>に占める比率 |       |
| 自動車(ガソリン車・ディーゼル車) | エンジン                   | 101.5          | 1.69%            | 65.4    | 1.02%            | 58.2    | 0.86%            |       |
|                   | サスペンションステアリング          | 52.1           | 0.87%            | 46.2    | 0.72%            | 41.6    | 0.61%            |       |
|                   | 駆動系                    | 472.1          | 7.87%            | 419.0   | 6.55%            | 377.0   | 5.54%            |       |
| その他電気・電子<br>機器    | 携帯電話                   | 基板             | 3.1              | 0.05%   | 2.0              | 0.03%   | 2.7              | 0.04% |
|                   |                        | マイクスピーカ        | 4.7              | 0.08%   | 3.0              | 0.05%   | 4.0              | 0.06% |
|                   |                        | 偏心モータ          | 23.2             | 0.39%   | 15.0             | 0.23%   | 19.9             | 0.29% |
|                   | その他電気・電子機器(79品目合計)(※3) |                | 3.8              | 0.06%   | 3.5              | 0.06%   | -                | -     |
| 超硬工具              | 超硬工具                   | 2,740.1        | 45.67%           | 3,173.3 | 49.58%           | 3,766.5 | 55.39%           |       |
| 合 計               |                        | 3,400.6        | 56.68%           | 3,727.5 | 58.24%           | 4,269.9 | 62.79%           |       |

※1 ポテンシャル: 過去の出荷製品が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

※2 ポテンシャル「0.0」は値が0.1トン未満、「-」は推計値がないことを示す。

※3 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において含有量分析を実施している97品目のうち、パソコン及び携帯電話を除き、かつ2015年まで推計可能な79品目の合計。

(参考) タングステンの国内総需要量の推移

(単位:トン)

|        | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|--------|-------|-------|-------|
| 国内総需要量 | 6,000 | 6,400 | 6,800 |

## リサイクルを重点的に行うべき製品(案)

①～⑤の各鉱種について、ポテンシャルが高い、又は今後ポテンシャルの増加が見込まれる主な製品を、リサイクルを重点的に行うべき製品として絞り込むと以下のとおり。

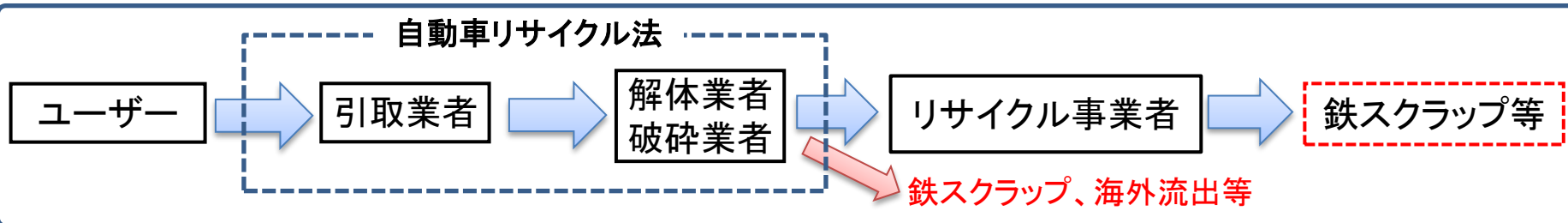
| リサイクルを重点的に行うべき製品(案) | 当該製品から回収すべき鉱種        |
|---------------------|----------------------|
| 次世代自動車用電池           | コバルト                 |
| 次世代自動車用モータ          | ネオジウム、ジスプロシウム        |
| 小型リチウムイオン電池         | コバルト                 |
| 大型家電(エアコン等)のコンプレッサ  | ネオジウム、ジスプロシウム        |
| パソコンのHDD            | ネオジウム、(ジスプロシウム)      |
| 電気・電子機器等の基板全般       | タンタル                 |
| 超硬工具                | タングステン、(コバルト)、(タンタル) |

## IV. 各製品のリサイクルの現状

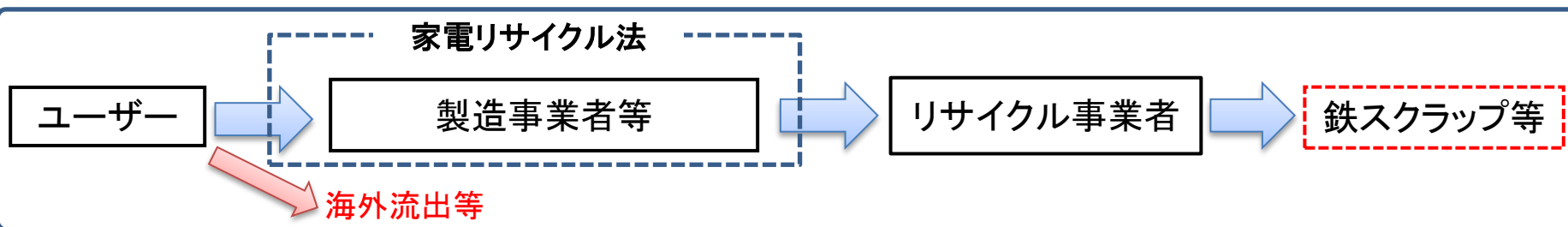
# 各製品のリサイクルの現状(概要)

○リサイクルを重点的に行うべき製品は、製品毎に回収スキーム、リサイクルの実態等が異なる。

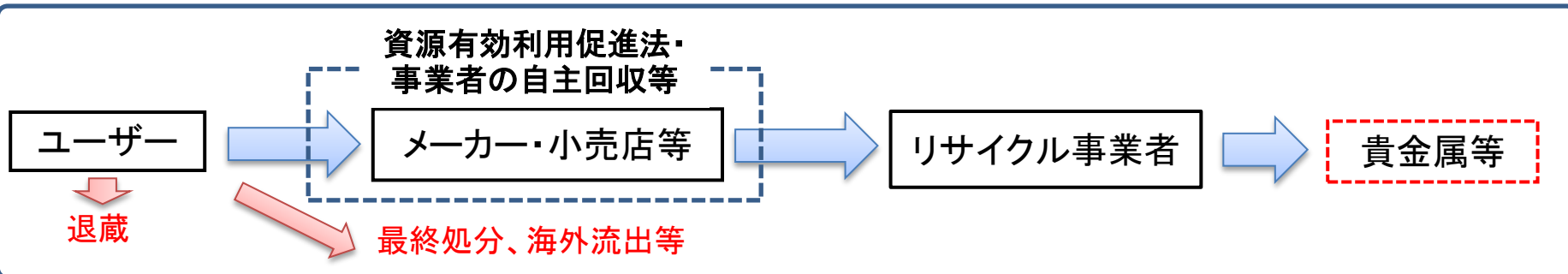
自動車



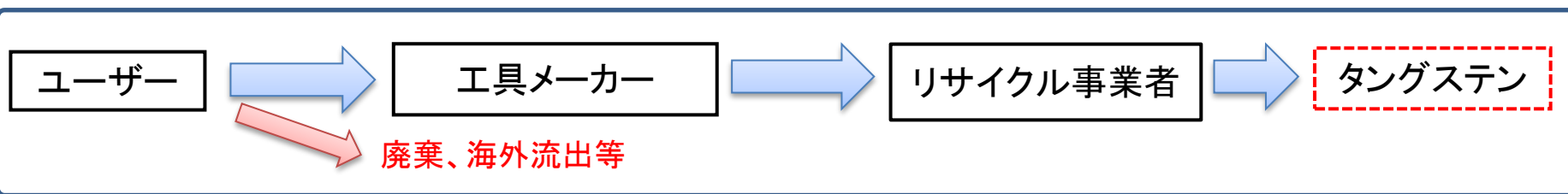
大型家電



パソコン・  
二次電池・  
携帯電話等



超硬工具



# 自動車におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

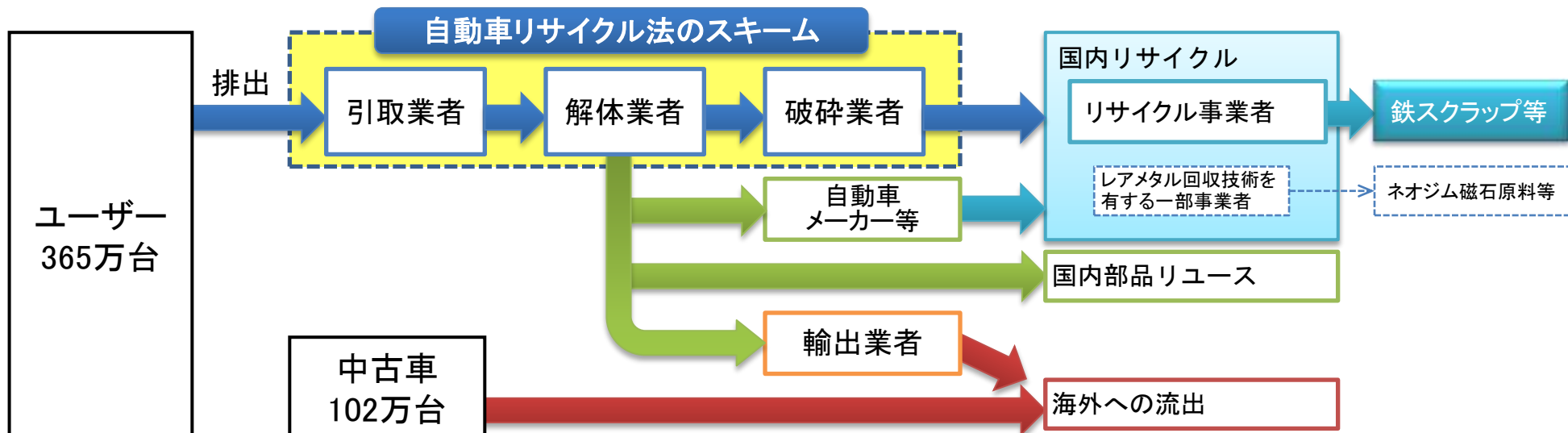
- 年間排出量：365万台
- 回収スキーム：一般家庭等から排出され、自動車リサイクル法に基づき、引取業者を通じて解体業者・破砕業者によりリサイクル。
- 自動車リサイクル法に基づく回収量：365万台（年間排出量に対する回収率ほぼ100%）
- 中古車として102万台が海外に輸出。

## リサイクルの実態

- 鉄、アルミ、銅スクラップ及びプラスチックを中心にリサイクル。
- リサイクルを重点的に行うべき鉱種については、一部の自動車メーカーで自主的にニッケル水素電池や駆動用モーターの回収を実施しているものの、海外バイヤーに買い負け海外流出するものも多い。
- リチウムイオン電池やネオジム磁石については、現時点では経済性のあるリサイクル技術がない。

## 技術開発動向

- 使用済リチウムイオン電池からのコバルト抽出分離技術の実証試験中。
- 電動パワステのモータやHEVの駆動用モータからのネオジム磁石の解体分離技術を開発中。



# 家電4品目におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

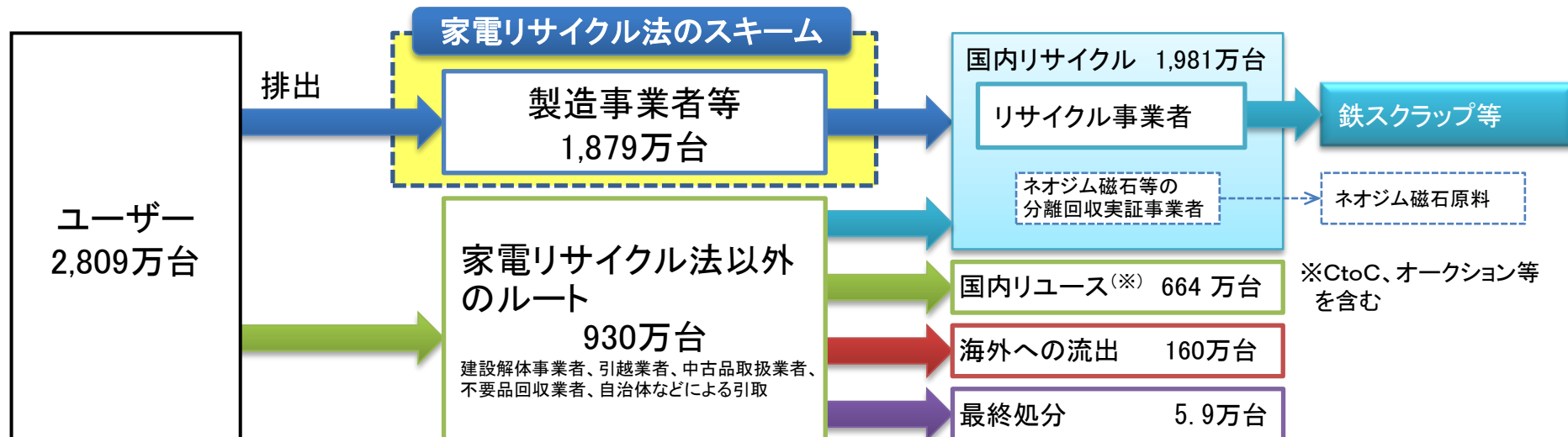
- 年間排出量：2,809万台
- 回収スキーム：主に一般家庭から排出され、家電リサイクル法に基づき小売店等から製造事業者等へ引き渡され、リサイクルプラントにおいてリサイクル。
- 家電リサイクル法に基づく回収量：1,879万台（年間排出量に対する回収率67%）
- 家電リサイクル法以外のルートでは、リユース品又はスクラップとして一部海外流出。

## リサイクルの実態

- 鉄、アルミ、銅スクラップ及びプラスチックを中心にリサイクル。
- リサイクルを重点的に行うべき鉱種については、エアコンのコンプレッサーや洗濯機のモーターにネオジム磁石が使われているものがあるが、現在排出されている製品はネオジム磁石の使用率が低いことや経済性のあるリサイクル技術がないことから、鉄スクラップとしてのリサイクルがほとんど。

## 技術開発動向

- エアコンのコンプレッサーや洗濯機モーターから効率的かつ低コストでネオジム磁石を分離回収する技術やレアアースを抽出する技術が開発中。



(\*) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社「平成22年度使用済製品等のリユース促進事業報告書」に基づき作成。



# パソコンにおけるリサイクルの現状

## 回収の状況

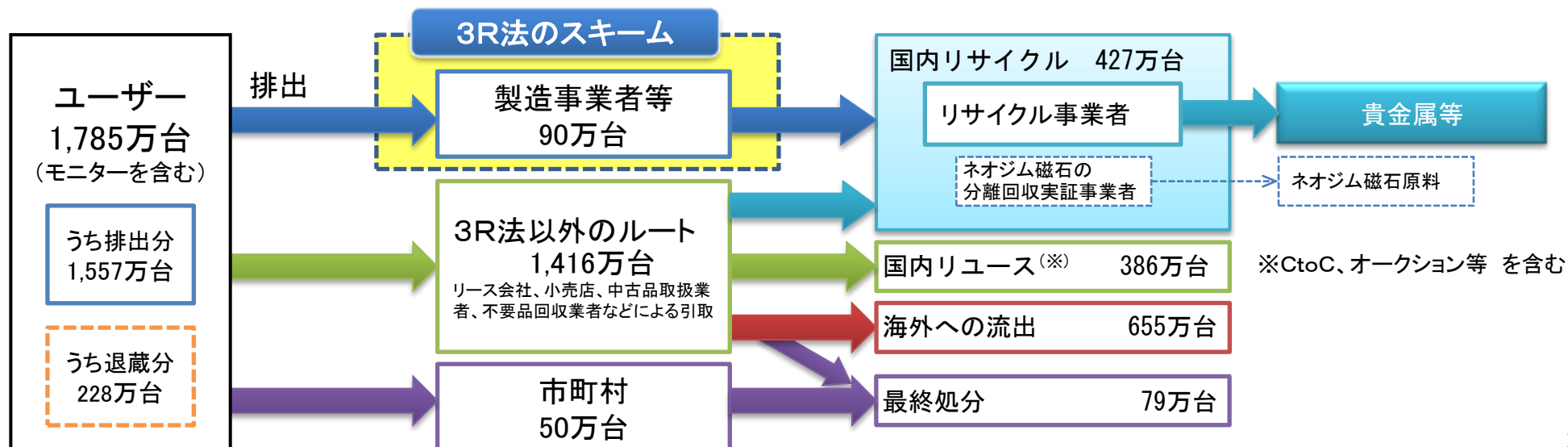
- 年間排出量：1,557万台
- 回収スキーム：一般家庭および事業者より排出され、資源有効利用促進法（3R法）に基づき郵送等を活用し、パソコン製造メーカーにより回収・リサイクル。
- 3R法に基づく回収量：90万台（年間排出量に対する回収率6%）
- 3R法のスキーム以外のルートでは、リユース品又はスクラップとして海外へ流出しているものが相当数存在。

## リサイクルの実態

- 貴金属、鉄、アルミ、銅スクラップ及びプラスチックを中心にリサイクル。
- リサイクルを重点的に行うべき鉱種については、電子基板にタンタルコンデンサーやHDDにネオジム磁石が使用されているものがあるが、現時点では経済性のあるリサイクル技術がないため、タンタルはほとんどリサイクルされず、ネオジム磁石は鉄スクラップとしてのリサイクルがほとんど。

## 技術開発動向

- HDDから効率的にボイスコイルモーター（ネオジム磁石）を回収する自動化装置を開発中。
- 電子基板から効率的に電子素子等を分離し、タンタルコンデンサーを選別・濃縮する技術を開発中。



(\*) 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（H23年度）資料に基づき作成。

# 携帯電話におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

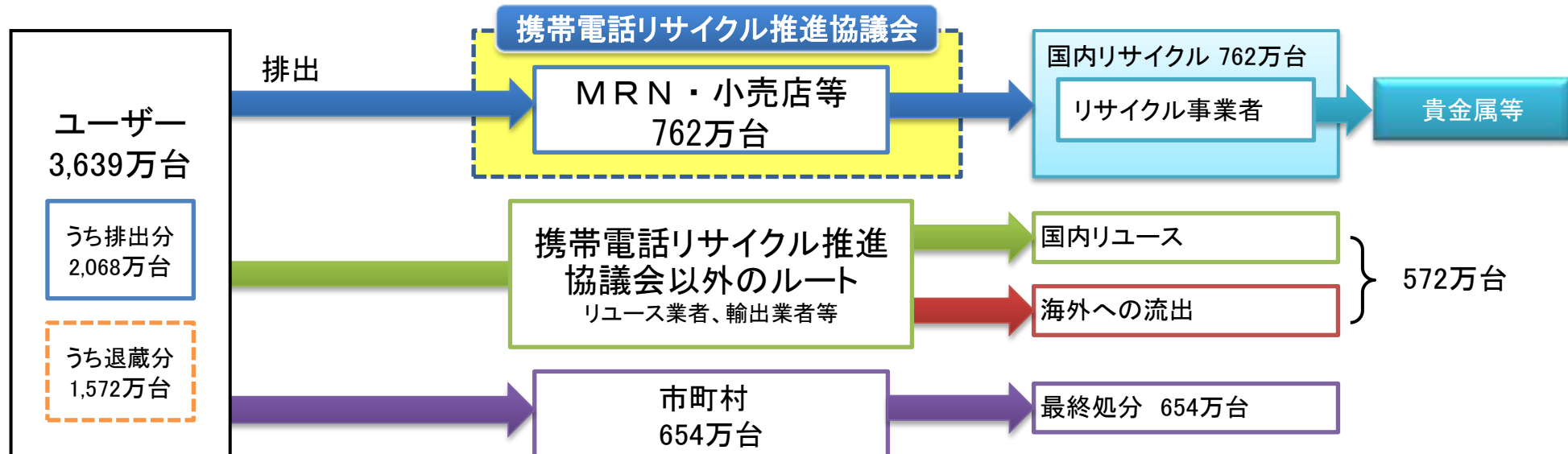
- 年間排出量：2,068万台
- 回収スキーム：主に一般家庭から排出され、携帯電話リサイクル推進協議会（MRN・小売店等）により回収・リサイクル。
- 携帯電話リサイクル推進協議会による回収量：762万台（年間排出量に対する回収率37%）
- 市町村による最終処分や海外への流出が一定量存在。

## リサイクルの実態

- 貴金属を中心にリサイクル。
- リサイクルを重点的に行うべき鉱種については、含有量が少なく、現時点では経済性のあるリサイクル技術がないため、リサイクルされていない。
- 関係する事業者・団体等により、携帯電話リサイクル推進協議会を設立し、回収促進等を検討中。

## 技術開発動向

- 使用済携帯電話を効率的に解体し、電子基板を分離回収する自動化装置が開発されている。
- 電子基板から効率的に電子素子等を分離回収する技術が開発中。



# 小型リチウムイオン電池におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

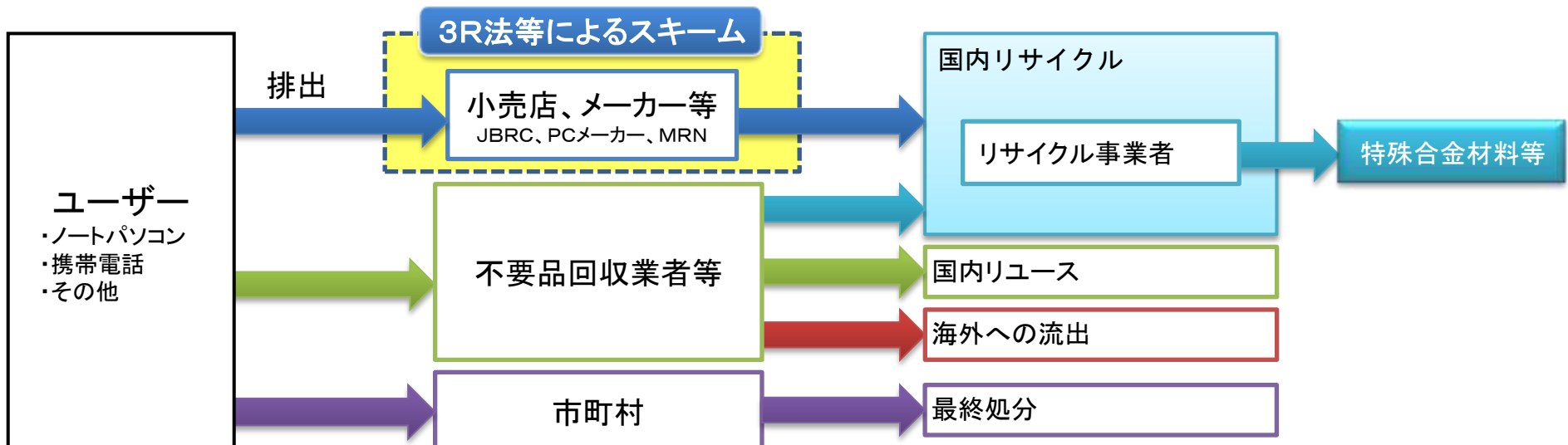
- 主として、電池単体での排出と製品（P C・携帯電話等）と一体となった排出の2通りが存在。
- 回収スキーム：（電池単体での排出の場合）資源有効利用促進法（3 R法）に基づきJBRC（Japan Portable Rechargeable Battery Recycling Center）が回収ボックス等を設置し回収。  
（製品と一体となった排出の場合）P C : 3 R法に基づくメーカー回収  
携帯電話：MRNの自主的取組による回収  
その他 : 自治体による埋立処分
- 各スキームにおける回収量：JBRC（151トン）、PCメーカー（536トン）、MRN（198トン）

## リサイクルの実態

- ベースメタルやコバルトの混合物として特殊合金材料へのリサイクルが中心。
- コバルトを電池から電池へ水平リサイクルする経済性のあるリサイクル技術はない。

## 技術開発動向

- 使用済小型リチウムイオン電池の熱処理・破碎・選別技術は開発されているが、コバルト製錬は海外に依存。



# 小型電気電子機器におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

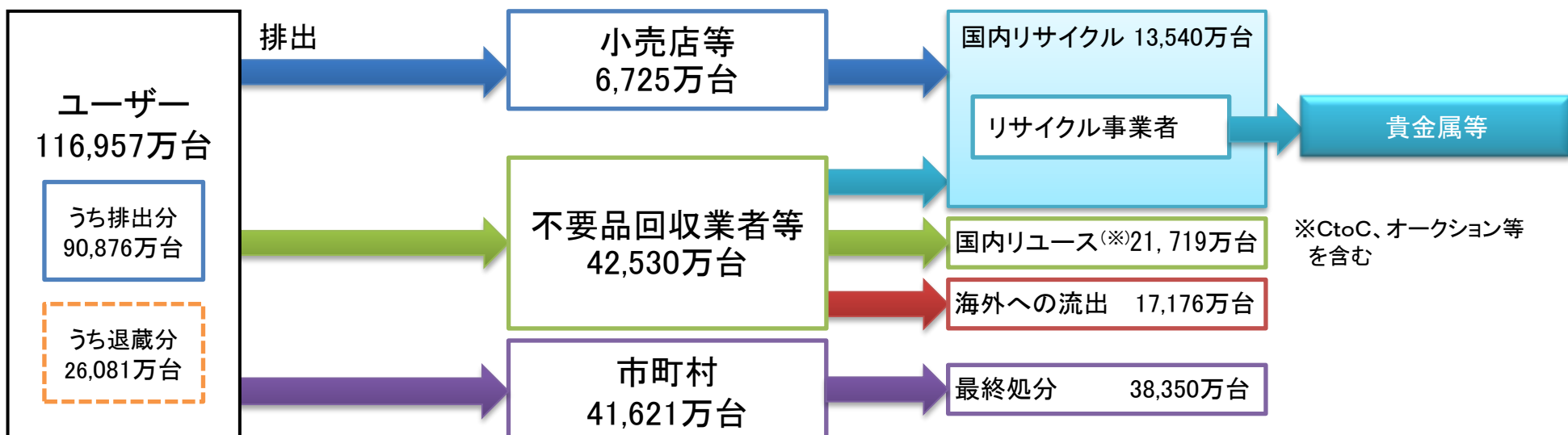
- 年間排出量：90,876万台
- 主な回収フロー：主に一般家庭から排出され、大半が一般廃棄物として自治体により埋立・焼却処理。小売店等を通じてリユース・リサイクルされているものが一部存在。
- 国内リサイクル量：13,540万台（年間排出量に対する比率15%）
- 大半の部分については市町村により埋立・焼却処理されており、海外流出しているものも一部存在。

## リサイクルの実態

- 貴金属、鉄、アルミを中心にリサイクル。
- リサイクルを重点的に行うべき鉱種については、含有量が少なく、現時点では経済性のあるリサイクル技術がないため、リサイクルされていない。

## 技術開発動向

- 電子基板から効率的に電子素子等を分離選別する技術が開発中。



# 超硬工具におけるリサイクルの現状

## 回収の状況

- 年間排出量：3,257トン（タングステン純分）
- 主な回収フロー：主に自動車メーカー等の製造事業者から排出され、超硬工具メーカー及び回収事業者を通じて、製精錬事業者や特殊鋼メーカーにおいてリサイクル。
- 国内超硬工具メーカーへの還流量：957トン（年間排出量に対する比率29%）
- 廃棄されるものや、回収事業者によりリユース品又はスクラップとして海外に輸出されているものが存在。

## リサイクルの実態

- 廃超硬工具のリサイクル技術はある程度あり、低コスト・省エネ型の新プロセスの導入が進められている。
- 国内及び海外の製精錬事業者によりタングステンカーバイト又はこれとコバルトの粉末に再生され、超硬工具原料として国内超硬工具メーカーによりリサイクル。
- 超硬工具原料としてリサイクルするより、処理プロセスが容易かつ低コストである特殊鋼用途としてリサイクルされるものも一定量存在。
- 超硬工具協会においてユーザー向けに手引き書を作成し、廃超硬工具の分別回収・リサイクルの取組を促進。

## 技術開発動向

- 廃超硬工具の構成成分ごとに回収するリサイクル方法や構成成分のまま粉末再生するリサイクル方法の効率化・低コスト化技術が開発中。

