

Ⅲ 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。資源の安定供給が確保されない場合、これを利用する我が国の主要製造業が国内で安定的に操業を継続することが困難になる恐れもある。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。

レアメタルのリサイクルは、世界に遅れをとらず我が国が先駆的に取組を推進することは、供給源の多様化に加え、環境制約・資源制約の克服に向けた静脈産業と動脈産業の連携や静脈産業の拡大、製造業の空洞化の防止、新規事業の創出等の観点からも重要である。また、国内でレアメタルのリサイクルを進めることは資源外交上も有利に働く可能性があるほか、将来的には、アジアをはじめ海外からのリサイクル原料の輸入を通じて日本が世界のリサイクル拠点となることも期待される。更に、静脈資源の活用は、資源採取時のエネルギー・環境負荷（岩石・土砂の採掘やエネルギー消費等）の低減の観点からも重要である。

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経済的に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、先ず経済的に成り立つ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、その原因を精査し、より強い措置や対応策の見直し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経済的に成り立た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が見込まれるため、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、使用済製品に含まれ得る有害物質等の環境管理にも配慮しつつ、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、鉱種・製品・リサイクル工程毎に進捗状況は異なるものの、中間処理段階を中心とし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ことから、技術課題や目標を評価・整理し、今回新たにレアメタルリサイクルに係る技術開発ロードマップを作成したところであり、今後は、当該技術開発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必要がある。

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（資源循環実証事業）

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経済的に成り立つ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ことが重要である。

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資源循環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

前述の対策が確実に取り組まれるように、課題毎に必要な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について、海外資源確保や代替材の開発等の進捗等を踏まえつつ、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。

また、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、経済的に成り立つ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によるPDCA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により需給が更に逼迫した場合等には、レアメタルの回収を進める上での課題を精査した上で、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や対応策の見直し等の検討が必要となる可能性がある。

なお、その検討にあたっては、製造事業者・消費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における外部費用の内部化の観点に加え、リサイクルによって得られる資源の利用主体が製造事業者等であるという点も踏まえ、その必要性について見極めていく必要がある。

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。

IV 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¹²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ある。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ある。

- ・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、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ある。
- ・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、これらの事業者において排出後の処理実態を把握するとともに、排出者責任の考え方にも留意しつつ一定水準の再資源化の取組を検討すべきであり、製造事業者等においても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ある。
- ・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ある。
- ・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ある。

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%¹³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」

¹²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。

¹³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。なお、回収率は、リユース分を除いたものを分母としている。

に基づき、消費者の適正排出の一層の推進等を引き続き進めるべきである。

③小形二次電池（鋳種：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）等を推進すべきである。
- ・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ある。
- ・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、回収後に安全に取り外せる場合は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ある。このため、今後、小型電子機器等リサイクル法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ある。

④携帯電話（鋳種：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ある。
- ・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ある。
- ・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ある。

⑤超硬工具（鋳種：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ある。また、超硬工具の大口ユーザーの協力を得るべく、今夏から国や超硬工具協会が関係団体等に対して働きかけを始めるべきである。

（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、使用済み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、本年8月に成立した使用済み小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律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ある。

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、使用済み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、自動車メーカー等においては、使用済みリチウムイオン電池等の回収を実施しており、今後、使用済みリチウムイオン電池等の排出増加を見据えて、全国的な回収スキームの構築・効率化を進めるべきである。

（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）

使用済み製品が、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み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ある。

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ある。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ある。特に自動車部品に関しては、既に再生資源として輸出する者向けに有害物質の含有に関する情報を記した文書¹⁴を発出しており、毎年行っているバーゼル法等の全国説明会を通じて周知を図るなど、有害物質の含有によりバーゼル法の規制対象となる場合において、同法に基づく手続の遵守徹底を図るべきである。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ことが期待される。

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ある。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ことが期待される。

（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、製品の環境性能の向上など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、リサイクルが資源確保のほか、資源採取時や廃棄削減による環境負荷低減等に資すること、製品に含まれる資源の価値、退蔵製品の排出促進、適正な排出ルート、違法な不用品回収業者に対する注意喚起、実証事業等におけるレアメタルリサイクルに係る事業者の取組等について、消費者団体等とも連携して国が情報提供を行うことが重要である。このため、国は今年度より消費者団体等が全国で行うセミナーでの説明を進めるほか、冊子やホームページなど発信ツールの作成を行うべきである。

¹⁴経済産業省HP「自動車部品を再生資源として輸出される方へ」

(http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/10/pdf/pamph_autoparts.pdf)

2. リサイクルの効率性の向上

(1) 技術開発の推進（鉱種：共通）（製品：共通）

これまで取り組まれてきたレアメタルリサイクル技術と今後の課題について、鉱種・製品・リサイクル工程毎に評価・整理し、今回新たにレアメタルリサイクルに係る技術開発ロードマップ（別紙参照）を作成した。個々の技術開発の進捗状況は、①要素技術が確立しておらず、技術開発が必要なもの、②要素技術は確立しているが、実用化には至っておらず、当該技術を活用した実証を行う必要があるもの、③既に実用化されているもの（更なる効率化を図るものを含む）の3段階に整理されるが、中でも未だ実用化されていない技術（①及び②）については、使用済み製品の排出が本格化するまでの条件整備集中期間に実用化を目指すべきである。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ある。

(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ある。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、情報提供するほか、資源循環実証事業の中に参加メーカーとリサイクル事業者とで構成する協議の場を設置し、具体的に課題や対応策の検討を進めるべきである。なお、含有情報の共有に当たって、不特定多数へ情報開示する場合に、国際競争や市況等に影響を及ぼす可能性があることにも留意すべきである。

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ある。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ある。

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ある。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ある。

②大型家電（鉱種：Nd, Dy）

エアコンのコンプレッサーについて、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ある。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ー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ある。

（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ある。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、まずは資源循環実証事業の中に参加メーカーとリサイクル事業者とで構成する協議の場を設け、具体的に課題や対応策の検討を進めるべきである。

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

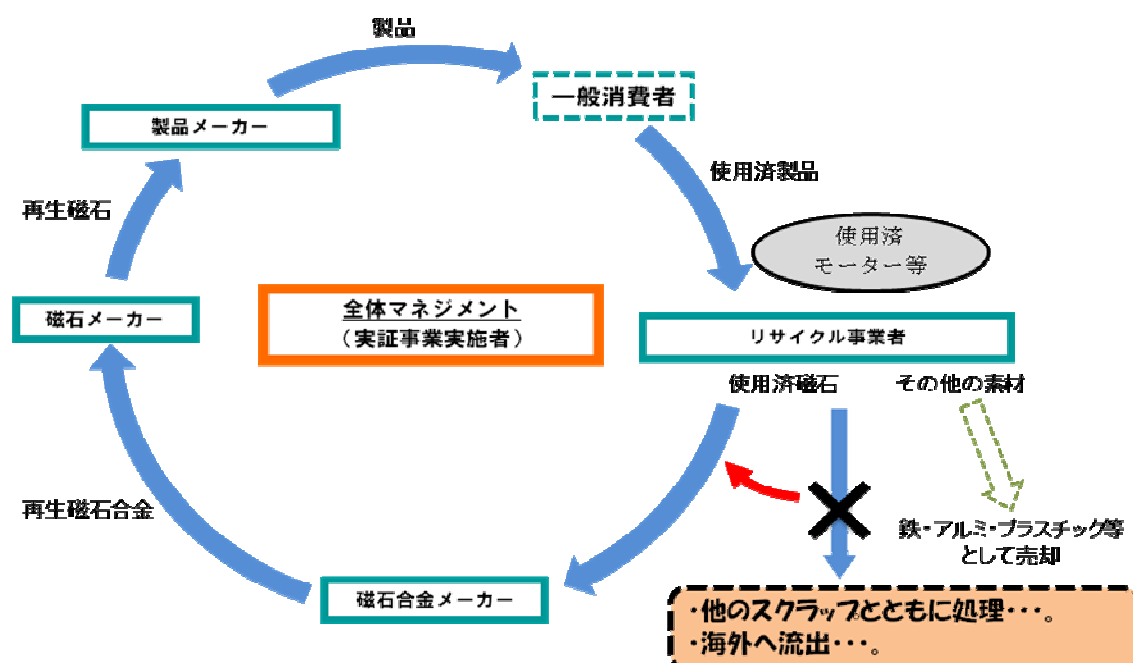
(1) 資源循環実証事業（鉱種：Nd, Dy, Co, W）（製品：共通）

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経済的に成り立つ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ある。多様な関係者が連携して実際にリサイクルを実施する過程で、具体的には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、技術開発している設備を動かしてみても更なる課題はどこか、含有情報の共有の進め方、易解体設計のあり方などの課題に関して、具体的に検討・解決を行うことが期待される。

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。

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ある。

図表 関係者による資源循環実証事業の取組イメージ



**(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（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と考えられる。

具体的には、国がレアメタルのリサイクルに取り組む事業者の事例を収集して国や関係団体のホームページなどで取組を紹介するほか、特に優れた事業者の取組に対しての表彰（資源循環表彰制度（仮称））を来年度にも実施するべきである。

4. 対策の進捗状況等のフォローアップの実施

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、資源循環実証事業の実施状況やその結果はどうなっているか等について、製品や鉱種の特徴を踏まえつつ、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ある。

また、今回検討対象としている製品のほかにも、産業機械や風力発電機などレアメタルが使用されているものがありうることや、現在回収が進んでいる貴金属やベースメタルを含め5鉱種のほかにも資源確保の必要性が更に高まるものがありうることから、引き続き資源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、必要な応じて、今回検討対象とした鉱種・製品以外についても、リサイクルを促進するための対応策を検討すべきである。

V 中長期的な方向性

「Ⅳ 当面の具体的な対応策」に示した対応策を条件整備集中期間に講じることにより 2010 年代後半には、使用済製品の回収量の増加やリサイクルの効率性の向上、資源循環実証事業等の取組による効果を得て、レアメタルのリサイクルが経済的に成り立つ状況を目指していくこととなる。

ただし、中長期的には、これらの対応策に対する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、レアメタルの回収を進める上での課題を精査した上で、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や対応策の見直し等の検討が必要となる可能性がある。

なお、その検討にあたっては、製造事業者・消費者等にもリサイクルを義務付けてきた現行リサイクル制度における外部費用の内部化の観点に加え、リサイクルによって得られる資源の利用主体が製造事業者等であるという点も踏まえ、その必要性について見極めていく必要がある。

1. ネオジム（Nd）、ジスプロシウム（Dy）

（１）現状技術の評価結果

①前処理技術

使用済ハードディスクについては、分解・脱磁・選別により、また、使用済エアコン・コンプレッサーについては、分解・脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術が各々開発されており、実用化に向けた実証が進められている。

一方、使用済斜めドラム式洗濯機モーターについては、加熱脱磁・取り外しにより、また、自動車の使用済電動パワーステアリングモーターや次世代自動車の使用済駆動用モーターについては、分解・脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術が各々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。

②後処理技術

使用済ネオジム磁石から磁石合金原料（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が、多量の薬品を使用し、エネルギー消費量が多く、発生するフッ化水素の対策が必要であるなど、更なる効率化等の余地がある。

（２）今後取り組むべき技術課題

①前処理技術

使用済ハードディスク、使用済エアコン・コンプレッサー、次世代自動車の使用済駆動用モーターからネオジム磁石を回収する要素技術は各々開発されていることから、引き続き実用化に向けた実証が必要である（次世代自動車の使用済駆動用モーターについては、処理プロセスの自動化等による低コストプロセスの実用化が必要）。

一方、使用済斜めドラム式洗濯機モーターや使用済電動パワーステアリングモーターについては、現時点においてネオジム磁石が使用された当該製品・部品の普及率がまだ低いことから、実証を開始するかどうかについては、今後の当該製品・部品の普及動向を見極める必要がある。

②後処理技術

使用済ネオジム磁石から磁石合金原料（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ことから、当該技術の活用が可能であ

¹⁵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（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）における有識者委員会（委員長：中村 崇 東北大学 多元物質科学研究所 教授）にて検討されたもの。

る。

なお、当該技術の更なる効率化など、技術向上を図るための技術課題として、分離性能に優れた抽出剤の開発などがある。

(3) 技術開発ロードマップ

ネオジム（Nd）、ジスプロシウム（Dy）に係る24年度以降のロードマップは別紙図表1のとおり。

別紙図表1 ネオジム、ジスプロシウムに係る技術開発ロードマップ

	対象製品・部品	技術水準 ※	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度 (2015)	28年度 (2016)	29年度 (2017)	30年度 (2018)	31年度 (2019)
前処理	ハードディスク	②	分解・脱磁・選別によりネオジム磁石を回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要。							
	エアコン・コンプレッサーモーター	②	分解・脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要。							
	斜めドラム式洗濯機モーター	②	加熱脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術は開発されているが、実証を開始するかどうかは、今後の当該製品の普及動向を見極める必要がある。							
	電動パワーステアリングモーター	②	分解・脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術は開発されているが、実証を開始するかどうかは、今後の当該製品の普及動向を見極める必要がある。							
	次世代自動車駆動用モーター	②	分解・脱磁・取り外しによりネオジム磁石を回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要（処理プロセスの自動化等による低コストプロセスの実用化が必要）。							
後処理	ネオジム磁石	③	使用済みのネオジム磁石から磁石合金原料（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おり、当該技術の活用が可能。							
		④	<更なる効率化など、技術向上のための技術課題> ・安価な抽出剤や、ネオジムとプラセオジムの分離性能に優れた抽出剤 ・ネオジム磁石とその他磁石の選別技術 ・省ジスプロシウム磁石のリサイクルのための粉碎技術 ・省エネルギー・無公害型の新たな電解プロセス							

※技術水準 ①:これから技術開発が必要なもの又は技術開発中のもの、②:要素技術は開発済みで、これから実証が必要なもの又は実証中のもの、③:実用化されているもの、④:実用化されているが更なる効率化など、技術向上を図るもの

2. コバルト（Co）

（１）現状技術の評価結果

①前処理技術

使用済小形リチウムイオン電池については、機能破壊、溶媒除去、ケース処理を兼ねた焼却、破碎、選別によりコバルト含有活物質を回収する技術が実用化されているが、使用済電気電子機器等の内部に組み込まれた電池を簡便に取り出す技術は存在していない。

また、次世代自動車の使用済ニッケル水素電池については、機能破壊、溶媒除去、ケース処理を兼ねた焼却、破碎、選別によりコバルト含有活物質を回収する技術が実用化されている。

一方で、次世代自動車の使用済リチウムイオン電池については、機能破壊、溶媒除去、ケース処理を兼ねた焼却、破碎、選別によりコバルト含有活物質を回収する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。

②後処理技術

次世代自動車の使用済ニッケル水素電池から回収したコバルト含有活物質からコバルトを回収する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。

また、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リチウムイオン電池から回収したコバルト含有活物質からコバルトを回収する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。（当該技術により、コバルト以外の金属も回収する場合は、よりコストがかかる）。

（２）今後取り組むべき技術課題

①前処理技術

使用済小形リチウムイオン電池については、使用済電気電子機器等の内部に組み込まれた電池を簡便に取り出す技術の開発が必要である。

次世代自動車の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技術は実用化されていることから、当該技術の活用が可能である。

また、次世代自動車の使用済リチウムイオン電池からコバルト含有活物質を回収する要素技術は開発されていることから、引き続き実用化に向けた実証が必要である（事前の有価物濃縮や禁忌成分除去等による省エネルギー型プロセスの実用化が必要）。

②後処理技術

次世代自動車の使用済ニッケル水素電池から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要素技術は開発されていることから、引き続き実

用化に向けた実証が必要である。

また、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リチウムイオン電池から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要素技術は開発されていることから、引き続き実用化に向けた実証が必要である。
(三元系正極材リチウムイオン電池の低コストプロセスの実用化が必要)。

(3) 技術開発ロードマップ

コバルト(Co)に係る24年度以降のロードマップは別紙図表2のとおり。

別紙図表2 コバルトに係る技術開発ロードマップ

	対象製品・部品	技術水準 ※	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度 (2015)	28年度 (2016)	29年度 (2017)	30年度 (2018)	31年度 (2019)
前処理	小形リチウムイオン電池	①	焼却・破砕・選別によるコバルト含有活物質の回収技術は実用化されているが、使用済電気電子機器等の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が必要。							
	次世代自動車ニッケル水素電池	③	焼却・破砕・選別によるコバルト含有活物質の回収技術は実用化されており、当該技術の活用が可能。							
	次世代自動車リチウムイオン電池	②	焼却・破砕・選別によりコバルト含有活物質を回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要(事前の有価物濃縮や禁忌成分除去等による省エネルギー型プロセスの実用化が必要)。							
後処理	ニッケル水素電池のコバルト含有活物質	②	コバルト含有活物質からコバルトを回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要。							
	リチウムイオン電池のコバルト含有活物質	②	コバルト含有活物質からコバルトを回収する要素技術は開発されており、実用化に向けた実証が必要(三元系正極材リチウムイオン電池の低コストプロセスの実用化が必要)。							

※技術水準 ①:これから技術開発が必要なもの又は技術開発中のもの、②:要素技術は開発済みで、これから実証が必要なもの又は実証中のもの、③:実用化されているもの、④:実用化されているが更なる効率化など、技術向上を図るもの

3. タングステン（W）

（１）現状技術の評価結果

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

亜鉛処理法については、薬品や排水処理が不要であり、処理コストの面で優れているが、使用済超硬工具の組成のままの再生粉末しか得られず用途が制限される。また、品質の制御が難しいため、投入する原料の組成に応じて事前に使用済超硬工具の分別作業が必要であるが、現在は人手で行われていることから、工具の分別に係るコストは嵩む。

他方、化学処理法については、使用済超硬工具の組成にかかわらず、また、研磨屑からでもバージン原料と同等品質で汎用性の高い中間原料（パラタングステン酸アンモニウムや三酸化タングステン）が得られる。最近、処理プロセスを簡略化し、省エネルギー化を図った高効率プロセスが実用化されている。

（２）今後取り組むべき技術課題

使用済超硬工具から超硬合金原料（タングステン）を回収する技術は実用化されていることから、引き続き当該技術によるリサイクルを進めていく必要がある。

なお、当該技術の更なる効率化など、技術向上を図るための技術課題として、使用済超硬工具を材質別に選別する技術や、タングステンカーバイドとサーメットの複合材料からの超硬合金原料の再生技術などがある。

（３）技術開発ロードマップ

タングステン（W）に係る24年度以降のロードマップは別紙図表3のとおり。

別紙図表3 タングステンに係る技術開発ロードマップ

対象製品・部品	技術水準 ※	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度 (2015)	28年度 (2016)	29年度 (2017)	30年度 (2018)	31年度 (2019)
超硬工具 (超硬合金)	③	使用済みの超硬合金から超硬合金原料(タングステン)を回収する技術として亜鉛処理法や化学処理法が実用化されている。							
	④	<更なる効率化など、技術向上のための技術課題> ・使用済超硬工具の材質別選別技術 ・タングステンカーバイドとサーメットの複合材料からの超硬合金原料の再生技術							

※技術水準 ①:これから技術開発が必要なもの又は技術開発中のもの、②:要素技術は開発済みで、これから実証が必要なもの又は実証中のもの、③:実用化されているもの、④:実用化されているが更なる効率化など、技術向上を図るもの

4. タンタル（T a）

（１）現状技術の評価結果

①前処理技術

使用済電気電子機器等を解体し、効率的に電子基板を選別回収する技術は存在していない。また、廃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要素技術は開発されているが、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、タンタルコンデンサー以外の多様な電子素子・部品の選別濃縮には対応していない。

更に、多様な電子素子・部品の剥離・選別濃縮の処理プロセス全体について、システムの最適化が図られていない。

②後処理技術

使用済タンタルコンデンサーから酸化タンタルや炭化タンタルを回収する後処理技術は実用化されているが、処理プロセスにおいてフッ酸を使用することや、多量のアンモニアの処理が必要であるなど、更なる効率化等の余地がある。

（２）今後取り組むべき技術課題

①前処理技術

使用済電気電子機器等を解体し、効率的に電子基板を選別回収する技術、多様な電子基板からでも効率的に電子素子を剥離する技術、タンタルコンデンサーを含む多様な電子素子・部品を総合的に選別濃縮する技術の開発が必要である。

更に、使用済電気電子機器等の解体から、多様な電子素子・部品の剥離・選別濃縮までの処理プロセス全体について、システムの最適化が必要である。

②後処理技術

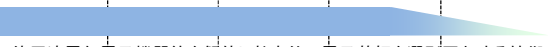
使用済タンタルコンデンサーからタンタルを回収する後処理技術は実用化されており、当該技術の活用が可能である。

なお、当該技術の更なる効率化など、技術向上を図るための技術課題として、フッ素やアンモニア等の副産物処理の低コスト化や、タンタルに加え、銀も回収可能な分離システムの追加などがある。

（３）技術開発ロードマップ

タンタル（T a）に係る 24 年度以降のロードマップは別紙図表 4 のとおり。

別紙図表 4 タンタルに係る技術開発ロードマップ

	対象製品・部品	技術水準 ※	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度 (2015)	28年度 (2016)	29年度 (2017)	30年度 (2018)	31年度 (2019)
前 処 理	電気電子機器 等の電子基板	①	 使用済電気電子機器等を解体し効率的に電子基板を選別回収する技術、多様な電子基板からでも効率的に電子素子を剥離する技術、タンタルコンデンサーを含む多様な素子・部品を総合的に選別濃縮する技術の開発を行うとともに、これら技術による処理プロセス全体のシステムの最適化を行う必要がある。							
後 処 理	タンタル コンデンサー	③	使用済みの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おり、当該技術の活用が可能。							
		④	<更なる効率化など、技術向上のための技術課題> ・フッ素やアンモニア処理の低コスト化技術 ・タンタルコンデンサーからタンタルに加え、銀も回収可能な分離システム ・フッ酸を使用しない安価な溶解法							

※技術水準 ①:これから技術開発が必要なもの又は技術開発中のもの、②:要素技術は開発済みで、これから実証が必要なもの又は実証中のもの、③:実用化されているもの、④:実用化されているが更なる効率化など、技術向上を図るもの

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

(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	公益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
	田中 規久	一般社団法人パソコン3R推進協会代表理事
(大橋 慎太郎		第23回より田中委員と交替)
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		一般社団法人電池工業会専務理事
星 幸弘		日本鋁業協会理事、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
棕田 哲史		一般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		一般財団法人家電製品協会環境担当役員会議副委員長

敬称略 (50音順)

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

(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
	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	公益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
	田中	規久	一般社団法人パソコン 3 R 推進協会代表理事
	(大橋	慎太郎	第 8 回より田中委員と交替)
	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	一般社団法人電池工業会専務理事
	村松	哲郎	一般財団法人家電製品協会環境担当役員 会議副委員長

敬称略 (50音順)

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審議経緯等¹⁶

第15回廃棄物・リサイクル小委員会 平成23年11月8日（火）

議題：○レアメタルのリサイクルに係る現状と課題について

○その他

第16回廃棄物・リサイクル小委員会

第1回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 平成23年11月29日（火）

議題：○合同会合の開催について

○事業者等からのヒアリング

○その他

第17回廃棄物・リサイクル小委員会

第2回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 平成23年12月1日（木）

議題：○事業者等からのヒアリング

○その他

第18回廃棄物・リサイクル小委員会

第3回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 平成23年12月19日（月）

議題：○レアメタル等の確保に向けた取組の全体像

○中間論点整理について

○その他

¹⁶平成23年11月8日については、産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会による単独での開催であり、平成23年11月29日以降の開催について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となっている。

第19回廃棄物・リサイクル小委員会

第4回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 平成24年1月24日（火）

議題：○レア金属のリサイクルの検討全般について
○その他

第20回廃棄物・リサイクル小委員会

第5回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 平成24年3月30日（金）

議題：○使用済製品の回収量の確保について
○使用済小型電子機器等のリサイクル制度等について
○その他

第21回廃棄物・リサイクル小委員会

第6回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 平成24年5月10日（木）

議題：○国内資源循環の推進及びレア金属含有情報の共有について
○その他

第22回廃棄物・リサイクル小委員会

第7回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 平成24年6月7日（木）

議題：○レア金属リサイクルの推進に向けた具体的な対応策について
○その他

第23回廃棄物・リサイクル小委員会

第8回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 平成24年7月12日（木）

議題：○中間取りまとめ（案）について
○その他

パブリックコメント 平成24年8月10日（金）～9月10日（月）

中間取りまとめの公表 平成24年9月25日（火）