

レアメタル・レアアース回収

都市鉱山の発掘進む 「小型家電」で加速なるか

価格高騰や資源国の輸出制限など、レアアースには調達リスクが付きまとう。企業や国、自治体はリサイクルの仕組みを急ぐが、実現には課題も残る。

「使った資源のリサイクルは企業の責務。資源高に押されてリサイクルを始めたわけではない」。ホンダ・カスタマーサービス本部部品供給部部品調達保証ブロックの牧泰秀主任は説明する。

レアアースを高純度で抽出

ホンダはハイブリッド車(HV)用の使用済みニッケル水素電池から、レアアース(希土類)を抽出する技術を日本重化学工業と共同で開発した。今年4月に山形県にある日本重化学のリサイクル工場内の量産工程

でリサイクルを始めた。実に年間1万2000台分もの処理能力がある。今年中には、取り出したレアアースを再び電池材料などに使う「クローズドリサイクル」を始める計画だ。

ニッケル水素電池には、レアメタル(希少金属)であるニッケルやコバルト、レアアースのセリウムやランタンなどが電極材に使われる。従来はこうした鉱物を抽出せず、ステンレス鋼に含有させたままリサイクルしていた。トヨタ自動車も2010年、正極材から取り出したニッケルを再び電池材料に使うリサイクルを

始めたが、ホンダはそこから一歩進んで、負極材からのレアアース抽出を実現した。

電池のケースには、電解液や正極、負極などを詰めたステンレス製の円筒型モジュールが並ぶ。このモジュールを安全に解体し、元素ごとに分離しやすくする技術の開発に時間をかけた。「99%という高純度のレアアース元素を取り出せる」と牧主任は言う。酸溶解後の残液から、ニッケルとコバルトも抽出できる。

取り出すレアアースの純度にもこだわった。HVの製品寿命は10年以上。2009年に販売を伸ばしたHV「インサイト」がリサイクル回収されるのは少し先だ。「回収台数がまとまった規模になるころには、自動



三菱マテリアルがエアコンのモーター(右)から取り出したレアアース磁石(左)の一部

自動車、家電、IT製品の製造に不可欠

■レアメタルの主な用途

製品	主な鉱種
次世代自動車(電気自動車、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車)	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(二次電池の正極材)
家電(エアコン、洗濯機、テレビ、冷蔵庫)	ネオジム、ジスプロシウム (エアコンや洗濯機用モーターの磁石)
パソコン	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)

出所:経済産業省の資料

■日本重化学工業によるホンダ車のニッケル水素電池リサイクル



ホンダのHVに搭載されていたニッケル水素電池のモジュール(左)。これを焼成(右)後、溶解を経て負極材や正極材に使われるレアアースなどを抽出。含有するレアアースの約8割を取り出せるという

車向けにはリチウムイオン電池が主流になり、ニッケル水素電池需要は減っているかもしれない」とホンダ経営企画部環境安全企画室の加藤久開発技師は予測している。「高純度で回収することで、電池以外の用途向けへの供給も狙える」と言う。

社会でリサイクルを回せるか

2010年に金の価格は2002年の約5倍になり、レアアースの中には25~35倍に跳ね上がったものもある。賦存地域が偏って埋蔵量も少ないうえ、新興国の急成長で需要は拡大を続けている。加えて産出国の政情や輸出政策、投機筋の行動で供給量が左右される。日本にとって、調達リスクは決して小さくはない。

政府は2009年、「レアメタル確保戦略」を策定。資源国との関係強化や、代替材料の開発、重要鉱種の備蓄を打ち出した。そして使用済みの自動車や家電、電気電子機器などいわゆる「都市鉱山」から、有効に資源化されていない貴重な鉱種を掘り出すリサイクルに予算を投じた。経済産業省の場合、2007年度補正

と、その量は約400tに上る。

レアアースは鉱石に含まれる含有量が少なく、採取の際、砕石や土砂など大量の廃棄物が出る。1tのネオジウムを得るためには3000t、ジスプロシウム1tは約9000tの採掘が必要だ。他の鉱物原料も合わせると、「400tのレアアース磁石を回収すれば、年間約60万tの鉱石採掘を回避できる」と、同社循環システム推進部の古賀沙織氏は話す。リサイクルは資源獲得リスクを減らすだけでなく、鉱石採取に伴う大量の廃棄物と環境負荷を削減する効果もある。

小型家電リサイクル、始動へ

使用済みのエアコン、洗濯機・乾燥機、テレビ、冷蔵庫・冷凍庫は家電リサイクル法の下、メーカーにリサイクルが義務づけられている。しかし、同法が適用されない電気電子製品にもレアメタル類は多用される。政府はこうした製品を「小型家電」と呼んでリサイクルを進める。8月には「使用済み小型電子機器再資源化促進法」(小型家電リサイクル法)が成立。来年4月にも施行される予定だ。

同法は高値の市況を背景に、市場原理でリサイクルが進むことを前提にしている。メーカーにも、消費者や自治体にもリサイクルを義務づけてはいない。市場原理に任せた同法の実効性は不透明とも指摘される。

先行して小型家電リサイクルを始めている自治体ではどうか。富山県では2010年、電子レンジや掃除機、音響・映像機器など小型家電や電気

予算以降、回収技術の開発やシステム実証事業に予算を計上。技術開発は進みつつあるが、実用レベルに引き上げ、社会的にリサイクルを運用できるかどうか課題として残る。

三菱マテリアルは2011年度末に使用済み家電のモーターから回収したレアアースを使って、再度、磁石の製造を目指すシステムの実証事業を、磁石合金や磁石のメーカーと共同で経産省から受託した。

「取り出したレアアースで、再度、磁石を製造するまでの工程を運用できるかどうかや、上がった磁石の品質を検証する」と、同社環境リサイクル事業部循環システム推進部の新井義明副部長は説明する。2012年度から同社が出資する家電リサイクル事業会社で実施する。

三菱マテリアルはエアコンやドラム式洗濯機のモーターからレアアース磁石を取り出す技術を開発している。エアコンでは効率的に磁石を取り出す体制を整えた。

同社の試算によると、2018年度に全国でリサイクル回収されるエアコンと洗濯機から磁石を取り出す

電子機器を県内5つの市で回収、リサイクルを始めた。回収後は県内で総合リサイクル事業を営むハリタ金属(高岡市)に市が有価で売却する。

高岡市では市内2カ所のリサイクル工場まで住民が週に1度持ち込むほか、不燃物としても回収。買い取り単価はハリタ金属のリサイクル工場と引き取り場所の距離などに依りて異なり、高岡市は1kg当たり12円(2011年度の価格)。同年度は3.9%が集まり、約60万円の収入になった。「市内のリサイクル率が少しずつ向上し、環境負荷の低減にもつながる」と、同市生活環境部環境サービスクの堂故真二課長補佐は話す。

ファクスキ音楽プレーヤー、扇風機——。ハリタ金属には県内9市のほか、石川県や福井県、長野県から多種多様な小型家電類が年間100t集まる。集めた小型家電は自動車も扱える大型破砕機で処理した後、素材ごとに選別。回収した金属くずを鉄鋼メーカーや製錬会社に引き渡す。金や銀、銅、白金、パラジウムなどを抽出できる。

ハリタ金属は産業廃棄物や一般廃棄物の収集運搬、中間処理の他、家電や自動車のリサイクル事業を手がける。中国など新興国に日本の使用済み製品が流出し、劣悪な環境で解体され資源化される実情を現地で見ると、小型家電に使う資源も国内で循環させようと独自に事業化した。

同社に集まる小型家電には、より多くの鉱物が含まれる。「レアメタルリサイクルの要請が社会で高まれば、タンタルなどの抽出も検討する」と、張田真社長は話す。タンタルはスマートフォン(次世代携帯電話)やパソコンなど成長産業に欠かせないコンデンサなどに使う。社会コストを最適化する仕組みと、使った資源は国内のリサイクルで循環させようという社会の合意や人々のライフスタイルの変化が必要だ。

社会の認知と合意形成急げ

事業ベースで進める富山県とは異なり、福岡県では実証事業でより幅広い鉱物の抽出が進む。2008年、福岡県大牟田市を皮切りに小型家電

リサイクルシステムの構築を始め、現在は離島である鹿児島県屋久島町を含む九州の15市町と2つの広域行政事務組合に範囲を広げた。東京都からも基幹くずを受け入れる。

製錬を手がける三井金属鉱業は、国内で唯一、鉱石からタンタルを抽出する技術を持つ。福岡県のリサイクル総合研究センターは、同社と、中間処理事業の柴田産業(福岡県久留米市)と協力して、低コストで効率的なタンタル回収技術を開発し、事業化を実現した。

しかし、採算に乗るほどの回収量に至らないのも事実。九州だけで約220万人が事業の対象だが、10カ月間の総回収量は約19t。ここから回収できる鉱物とその量を調査したところ、レアメタルは小型家電回収総量の約2%、タンタルは0.1%にも満たなかった。「地域のいっそうの協力が不可欠。取り組みの意義を広く理解してもらうため広報活動に力を入れる」と、同県環境部循環型社会推進課の鐘ヶ江弥生企画主幹は話す。

一方、小型家電のメーカーも仕組

福岡県の小型家電リサイクルの流れ

九州各県の自治体など 15市町・2組合



み作りの検討に乗り出している。ソニーは2008年から、北九州市と協働で小型家電リサイクルの実証実験を開始。2011年度にデジタルカメラやビデオカメラ、ポータブル音楽プレーヤー、携帯電話など約6万台を回収し、金380g、銀1.4kg、銅380kg、パラジウム60gを抽出した。やはりソニーも回収量の拡大と地域の理解促進が重要と考え、福岡市と同県直方市を対象を広げながら、地元環境イベントに参加し、取り組みを訴求している。

「回収した金を金線に加工して半導体チップに採用し、ソニー・エリクソン製の携帯電話に搭載するなど、様々な実用化の可能性を検討する」(ソニー)という。回収した鉱物を再び製品へ。資源を集める仕組みと、広報活動が鍵になる。

加えて関係者が一様に気にかけるのが、リサイクルの持続性だ。資源の高騰時はリサイクルシステムの確立に社会が高い関心を示すが、価格下落時も継続できるかが課題になる。

日本が世界に供給する素材・部品

の競争力を保つうえで、レアメタルやレアアースの貢献は大きい。HVや電気自動車(EV)、家電、IT(情報技術)製品の省電力や小型・軽量化、耐久性向上を実現している。

資源高を後ろ盾に、社会的合意とシステム作りへ、政府が官頭を取る必要がある。そのうえで、市況に左右されずリサイクルや備蓄を通じて安定供給体制を確保するのが得策だ。日本のモノづくりが競争力を維持できるか、国が資源循環にどこまで本腰を入れるかにかかる。(馬場 未希)

富山県・ハリタ金属での小型家電の回収・リサイクルの様子



富山県型リサイクル事業に参加する自治体から回収した小型家電(左)。破砕後、素材ごとに選別し(右)、金属類は鉄鋼メーカー、精錬会社に引き渡す