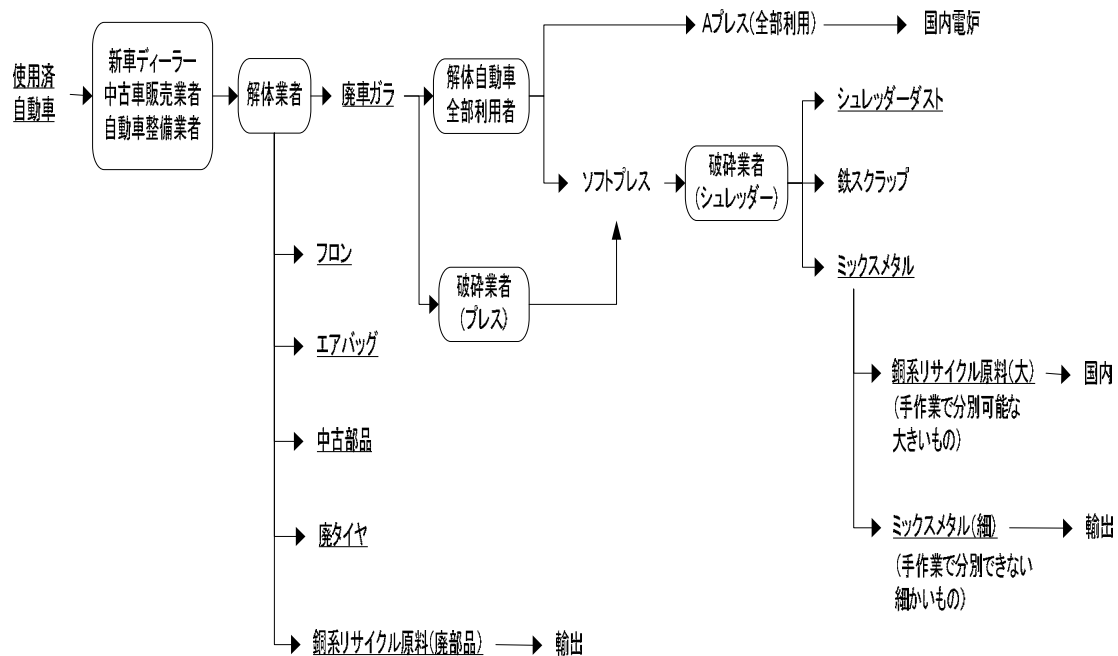


4. 使用済自動車解体の主要工程における処理技術の現状

4.1 使用済自動車の解体の流れ

使用済自動車の解体の流れを図-4.1 に示す。



(引用文献: 銅系非鉄金属スクラップの高度分離・選別技術に関する調査研究報告書要旨, 平成 21 年 3 月, 財団法人機械システム振興協会, 財団法人クリーン・ジャパン・センター) を修正

図-4.1 使用済自動車の解体の流れ

自動車は、使用済自動車となるとディーラー等を経由して解体業者で解体される。使用済自動車の解体に当たっては、先ず再利用可能な部品が優先的に取り外され、中古部品、リビルト部品のベース等として再利用される。再利用の対象とならない部品類は素材としてリサイクルされる。ワイヤーハーネスは取り外しの困難な部位のものもあるが、可能な限り事前に抜き取られている。また、フロン類やエアバッグも解体業者で取り外される。

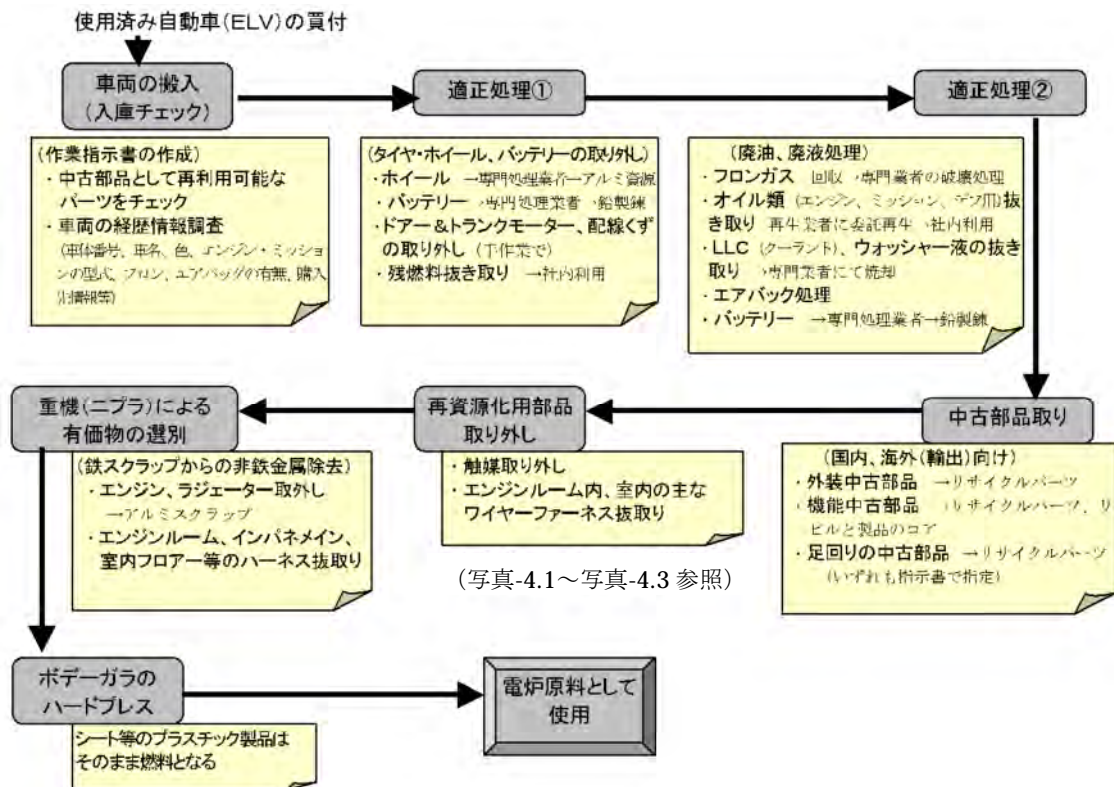
これらの部品やハーネスなどを除去した後の廃車ガラは、鉄スクラップとしてプレス業者又はシュレッダー業者に持ち込まれる。鉄スクラップの処理方法は大きく分けて 2 つあり、プレス業者による「全部利用方式」とシュレッダー業者による「シュレッダー方式」がある。その概要は以下のとおりである。

4.2 使用済自動車の解体、破砕・選別の技術と課題

(1) 全部利用方式

全部利用方式は、廃車ガラをそのままプレスして電炉メーカーに鉄鋼原料として売却するものである。この方式は、廃車ガラに残った非鉄金属もそのまま電炉に投入されるため、プレスする前の段階での部品、ハーネス等の除去が重要である。

自動車の解体でのフロンガス、エアバッグ、廃油等の適正処理や部品類の取り外しの手順について、一例を図-4.2 に示す。



引用文献：銅系非鉄金属スクラップの高度分離・選別技術に関する調査研究報告書要旨，平成 21 年 3 月，財団法人機械システム振興協会，財団法人クリーン・ジャパン・センター

図-4.2 自動車解体における適正処理及び部品取り外しの手順(全部利用方式の一例)



写真-4.1 ドアモーターの取り外し 写真-4.2 ダイナモの取り外し 写真-4.3 ドアハーネスの取り外し

引用文献：銅系非鉄金属スクラップの高度分離・選別技術に関する調査研究報告書要旨，平成 21 年 3 月，財団法人機械システム振興協会，財団法人クリーン・ジャパン・センター

① 解体方法

解体工場に持ち込まれた使用済自動車は、個々の車体の型式に応じて中古部品として販売可能な部品、再資源化素材となる部品、適正処理のために事前に取り外すべきもの等の情報が作業指示書に書き込まれる。それに従って、適正処理、部品の回収を行っていく。

精緻な解体を行っている事業場では、写真-4.4～写真-4.33 に示すような状況で部品が回収されている。

全部利用方式で電炉原料として処理される場合には、解体の最後にエンジン、ラジエーター、室内ハーネス等を取り除き、シート等の繊維、プラスチック製品を含んだままハードプレスされる。繊維・プラスチックは電炉の中で燃料として利用され、鉄は鉄鋼原料となる。

ハードプレスされる前に取り除かれた、ワイヤーハーネス、モーター類等の銅含有部品で中古部品及びリビルト部品ベースにならなかったものは、国内、海外の非鉄金属回収業者に売却される。

② ワイヤーハーネスに関する技術上の課題

取り外されたハーネスの処理

問題点	ハーネス類は鉄スクラップの品質上の問題から自動車解体では車体から引き抜かれている。国内には廃電線をナゲット化して被覆材を除去する技術と業者が存在する。しかし、自動車系ハーネスには潤滑油、グリース等付着による油污れがあつて、そのままナゲット処理した場合、破碎された銅片に被覆材片が粘着して、水比重分離や風力選別で分離できないため、事前に油分の除去が必要である。したがって、国内では一部のナゲット処理事業者を除いてほとんど処理されていない。
解決のための課題	回収したハーネスからグリースの除去工程を解体事業者側またはナゲット処理事業者側に取り入れる。

③ その他の部品に関する技術上の課題

小型モーター等を専門に破碎する工程の導入

問題点	モーター類は家電製品4品目のモーターに比べ種類も形状も様々で、小さなものも多いため、その解体を人手に頼るとコスト的に厳しくなるためこれも海外で分解されることが多い。
解決のための課題	小型のモーター類は、集めた部品を一括して裁断して銅と鉄の破片にして、ミックスメタルの選別によって銅を回収するプロセスが必要である。

写真-4.4^(※) SRSバック(表)



写真-4.5^(※) SRSバック(裏)



写真-4.6^(※) エアコンのコンプレッサ



写真-4.7 エアコンの送風ファン



写真-4.8 ラジエーター



写真-4.9 自動車のコンピュータ



写真-4.10 オーディオ機器



写真-4.11 カーオーディオ類



写真は本事業において撮影した写真。ただし、※印は以下の文献を引用。
「希少性資源の3Rシステム化に資する技術動向調査、平成18年3月、
経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課、神鋼リサーチ株式会社」

写真-4.12 自動車の制御機器



写真-4.13 オーディオスピーカー



写真-4.14 ハンドル



写真-4.15 ハンドルのイグニッション部



写真-4.16 シートベルト



写真-4.17 各種モーター



写真-4.18 オルタネーター(ダイナモ)



写真-4.19(*) デistributor



写真は本事業において撮影した写真。ただし、※印は以下の文献を引用。
「希少性資源の3Rシステム化に資する技術動向調査、平成18年3月、
経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課、神鋼リサーチ株式会社」

写真-4.20 サスペンション



写真-4.21 ドライブシャフト



写真-4.22 ドアミラー



写真-4.23 リアバンパー



写真-4.24 ライト類



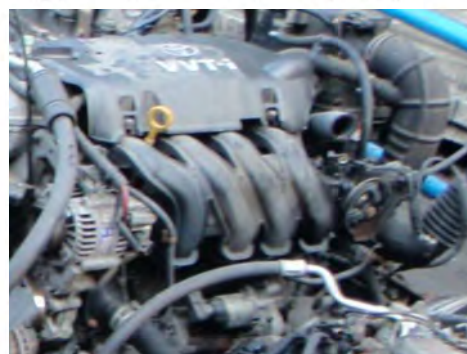
写真-4.25 ラジエーターファン



写真-4.26 燃料タンク



写真-4.27 マニホールド



写真は本事業において撮影した写真。ただし、※印は以下の文献を引用。
「希少性資源の3Rシステム化に資する技術動向調査, 平成18年3月,
経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課, 神鋼リサーチ株式会社」

写真-4.28 排ガス浄化触媒



写真-4.29^(※) 排ガス浄化触媒



写真-4.30 ワイヤハーネス



写真-4.31 解体後の室内



写真-4.32 エアコン配管類



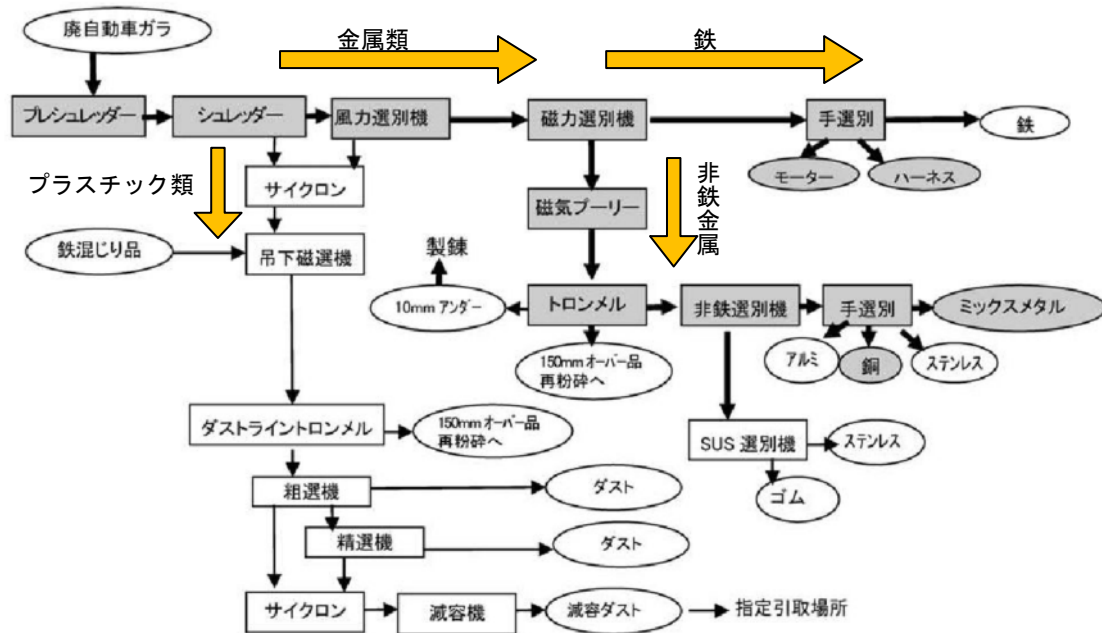
写真-4.33 その他の配管類



写真は本事業において撮影した写真。ただし、※印は以下の文献を引用。
「希少性資源の3Rシステム化に資する技術動向調査,平成18年3月,
経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課, 神鋼リサーチ株式会社」

(2) シュレッダー方式

シュレッダー方式は、廃車ガラをシュレッダーマシンに掛け、破碎した後、風力選別でシュレッダーダストを除去し、磁力選別機で鉄分を吸着して回収するなどの選別を行うものである。廃車ガラの破碎・選別工程の一例を図-4.3に示す。この工程の各段階の選別方法は以下のとおりである。



(引用文献: 銅系非鉄金属スクラップの高度分離・選別技術に関する調査研究報告書要旨, 平成 21 年 3 月, 財団法人機械システム振興協会, 財団法人クリーン・ジャパン・センター) に加筆

図-4.3 廃車ガラの破碎、選別工程の一例

① プラスチック類と金属類の選別

シュレッダーマシンで破碎された廃車ガラのプラスチック類はサイクロンで吸引され同伴する鉄混じり品を磁選機で除去し、トロンメル→粗選機→精選機で 10mm 以上のプラスチックを選別する。残ったダスト類はシュレッダーダストとして自動車リサイクル法に則り自動車メーカーに引き取られ適正に処理されている。

金属類は磁力選別機で鉄を除去し、残ったものが非鉄金属のミックスメタルとなる。更にミックスメタルからのアルミ、銅、ステンレスの分離を自社内で行っているところもあるが、多くの場合は手選別で簡単に取れる大きな破片のみを回収し、大部分は専門の選別業者に売却され、そこで処理されている。この段階からは売却先が国内に留まらず、海外の業者が買い取って海外の安い人件費で選別する場合も生じる。

モーター類を事前に取り外さず、そのまま破碎した場合、モーターは鉄スクラップ側について行き、手選別によって廃モーターとして回収される。銅と鉄が複雑にかみ合ってしまう、益々銅、鉄の分離に手間の掛かる形状になってしまう。

廃車ガラの破碎処理においては、エンジンを事前に取り外さずにそのまま破碎機に掛け

ることもあり、自動車系の非鉄金属のミックスメタルにはアルミが大量に含まれている。このミックスメタルからのアルミ回収装置として、重液選別装置が用いられている例もある。この段階になると個々の破碎業者単位ではミックスメタルの発生量は少ないために、アルミの再利用ルートを確保している専門の処理業者のもとで行われている。

アルミを除去した後の混合物は“ヘビーミックスメタル”と言われ、銅、ステンレス、アルミ等の混合物であるが、そのままではまだ製錬所に受け入れられない。大きなものは手選別で回収して、その後は更に自社または専門選別業者の手で、銅リッチミックスメタルに濃縮して国内の製錬業者に引き取られる品位まで国内で品位の改善をしたり、海外に輸出され、海外で細かい破片を手選別して現地での再資源化にまわされたりしている。

この段階での選別装置として、色識別や渦電流検知器やX線による金属密度識別等を使ったソーター式選別機がある。

② 非鉄金属の選別

a. 渦電流選別装置（一般）

破碎機で破碎した後に磁力選別機で鉄を回収し、その後に非鉄金属と非金属を分離する手段として設置される選別機である。

原理はベルトコンベヤの末端プーリーで交番磁界を発生させる（プーリーに磁石のN極、S極を交互に配置することで発生）ことによりベルト上を通過する導電性金属の内部に渦電流が発生し、渦電流による磁界とプーリーの磁界との間に反発力が発生し、非鉄金属片を遠くに飛ばすことにより選別する。

その後に大きな破片で価値の高いものは人手を掛けて手選別されていることが多い。破碎機—磁力選別機—渦電流選別機—手選別工程までが一つのセットになる場合には、粒度を揃えるために途中にトロンメル装置が入っている。

b. 強磁力選別装置によるステンレスメタルの選別

オーステナイト系ステンレス（SUS304、SUS316L 等）は非磁性体であるが、破碎時の打撃により塑性変形が起こり、高強力磁石に吸着されるように変質する。

非鉄金属の選別工程で 1 万ガウスレベルの高磁力を掛けてのステンレスメタル吸着装置を使って選別している例もある。

c. 重液選別

高比重液を使えば比重 2.7 のアルミと比重 8.9 の銅を浮沈法で分けることができる。また、近年欧州車を中心に比重 1.8 のマグネシウム合金が使われるようになり、自動車のミックスメタルからアルミを回収するには 2 段式の重液選別が必須になってきている。前段は比重 2.0 程度に調整したマグネタイト水溶液が使われ、マグネシウム合金を浮かせ、アルミ、銅、ステンレス等は沈降し分離される。プラスチックが混入していれば、プラスチックも浮上側に移動する。近年マグネタイトの入手が困難になりつつあり、フェロシリコンを低濃度で使用する例もある。

第 2 段の比重液は比重 3.0 程度に調整したフェロシリコン水溶液が用いられる。この段階でアルミは浮上して回収され、銅、ステンレスは沈降側に行く。

d. ソーター式選別

重液選別後のヘビーミックスメタルをカラーソーターで黄銅、銅を色判別して圧縮空気で吹き飛ばしてより分けている。

カラーソーターは手選別の補助装置として位置付けられ、実生産ベースで処理した場合、カラーソーターで選別される黄銅、銅の純度は約 90%程度である。

その後手選別でピッキングして、手選別の能率アップに寄与している。手選別は国内製錬所に供給可能な量、品質を前提に行われるので、ここまで選別してからの海外流出はない。

③ ワイヤハーネスに関する技術上の課題

a. 国内循環促進のためにナゲット化を経由しないハーネス類の回収システムの構築

問題点	被覆材の同時回収による経済性の向上を狙ってナゲット処理をしているが、現状はそのためのよけいに人件費が掛かりコスト競争力を失っている。
解決のための課題	銅の回収を最優先にしたシンプルな処理システムを構築し、被覆材を培焼炉で焼却処理できるようにする。

b. 外部加熱方式銅製錬技術設備の整備

問題点	現行の製錬方式では回収銅の比率が増加した時にエネルギーバランス上から受入可能量の制約があるといわれている。
解決のための課題	外部加熱方式の溶解炉を使った製錬方式ではその懸念から開放される。将来回収量が増加したときに備え、安定して原料を入手できる仕組みを検討し、回収銅の製錬に主眼を置いた新しい製錬設備の整備が必要である。

④ その他の部品に関する技術上の課題

a. ミックスメタルの分離

問題点	重液選別機やソーター式選別機では、先ず、アルミが回収され国内に循環する。アルミを回収した後に残った混合物はヘビーミックスメタルと言われ、銅濃度が高くなっているが、まだ、ステンレス、亜鉛、アルミ等が混在しており、まだ国内の銅製錬所に受け入れられる規格に到達していない。手選別で分けきれないものはやはり海外に輸出されて、海外で更に手選別されている。
解決のための課題	高性能自動選別機を導入し、人手によらない選別で、国内銅製錬所に受入可能な品位のものを選別することが必要である。複数のプラントよりミックスメタルを集め、専用の自動選別工場で処理することが必要である。

b. 伸銅メーカー等の設備に被覆材等付着のまま投入できる前処理設備の整備

問題点	コンプレッサーのシェルを切断して取り出したコンプレッサーのコイルも絶縁紙やエナメルが溶解炉に投入時に黒煙発生等の環境トラブルになるとして伸銅メーカー等では敬遠されている。
解決のための課題	高品位が要求される用途にも国内循環可能となるように絶縁紙、エナメル付のものも処理できる選別機あるいは培焼炉等を設置する。

4.3 まとめ

使用済自動車の処理は、解体業者による解体、プレス業者による全部利用、シュレッダー業者による破碎・選別が行われ、部品の再利用や素材としてのリサイクルが行われている。

しかし、使用済自動車の処理工程から出る銅含有部品、配線くず、ミックスメタルは国内に銅製錬所、伸銅メーカー等が存在するにもかかわらず、他素材の分離が不十分なために国内のこれら事業者を受け入れられる品位に達していない。更に精密な選別を必要としているが、そのためにはコストが掛かるため、国内ではほとんど処理されずに海外へ輸出されており、折角回収した銅原料が国内循環していない。

したがって、使用済自動車から排出される銅原料が国内で循環するようにするため、銅を多量に含有する部品のワイヤーハーネスを対象とし、経済的に有利な処理システムを検討する必要がある。