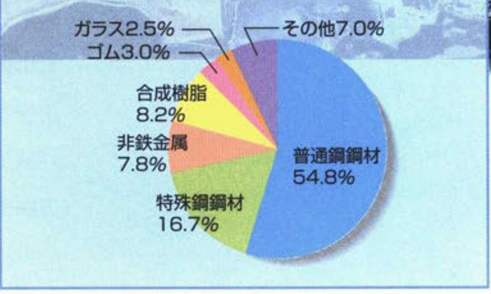
Techno Scope

動き始めた 自動車リサイクル法

循環型社会のシステム構築を目指すリサイクル関連法の整備が進む中、2005年1月から自動車リサイクル法が施行された。
自動車には、ボディを始めとした多くの部品に鉄鋼材料が使用されている。さらに今後、リサイクルに適した鉄鋼材料の開発や、鉄鋼技術を応用したリサイクル技術の開発など、鉄鋼技術は自動車リサイクルを支える大きな役割を担っていくことが期待されている。

■普通・小型乗用車における原材料構成比（2001年）
（（社）自動車工業会資料より）



従来のリサイクルシステムの問題点

現在日本では、使用済み自動車が年間に約400万台排出されている。使用済み自動車は従来から、解体後に部品や材料ごとにリサイクルされ、適正な処理が行われてきた。現在、使用済み自動車1台あたりのリサイクル率（部品や素材としてリサイクルされる割合）は重量比約80%と、高い水準に達している。

しかし、従来の使用済み自動車のリサイクルや処理において、いくつかの問題点が明らかになってきた。

第1に、シュレッダーダストの処理である。シュレッダーダストとは、使用済み自動車を破砕し、金属を回収した後に残る残渣で、樹脂、ウレタン、繊維などが混合したものである。現在、国内で発生する自動車由来のシュレッダーダストは年間約55〜75万トンである。これを埋め立てるために、新たな最終処分場を建設することが難しくなっている。使用済み自動車をリサイクルする際、リサイクルされずに残る20%のほとんどがシュレッダーダストである。そこでシュレッダーダストの発生量を低減する必要に迫られている。

第2に、鉄スクラップ価格の変動である。スクラップ価格が低迷すると、解体業者は費用を払って廃車ガラの処分をしてもらうことになるので、結果的に不法投棄や不適正処理が起きる状況となる。

また新たな対応として、カーエアコン用フロンを大気に放出せずに処理することや、エアバッグ部品（一部部品に爆発性がある）を安全に処理することが求められている。

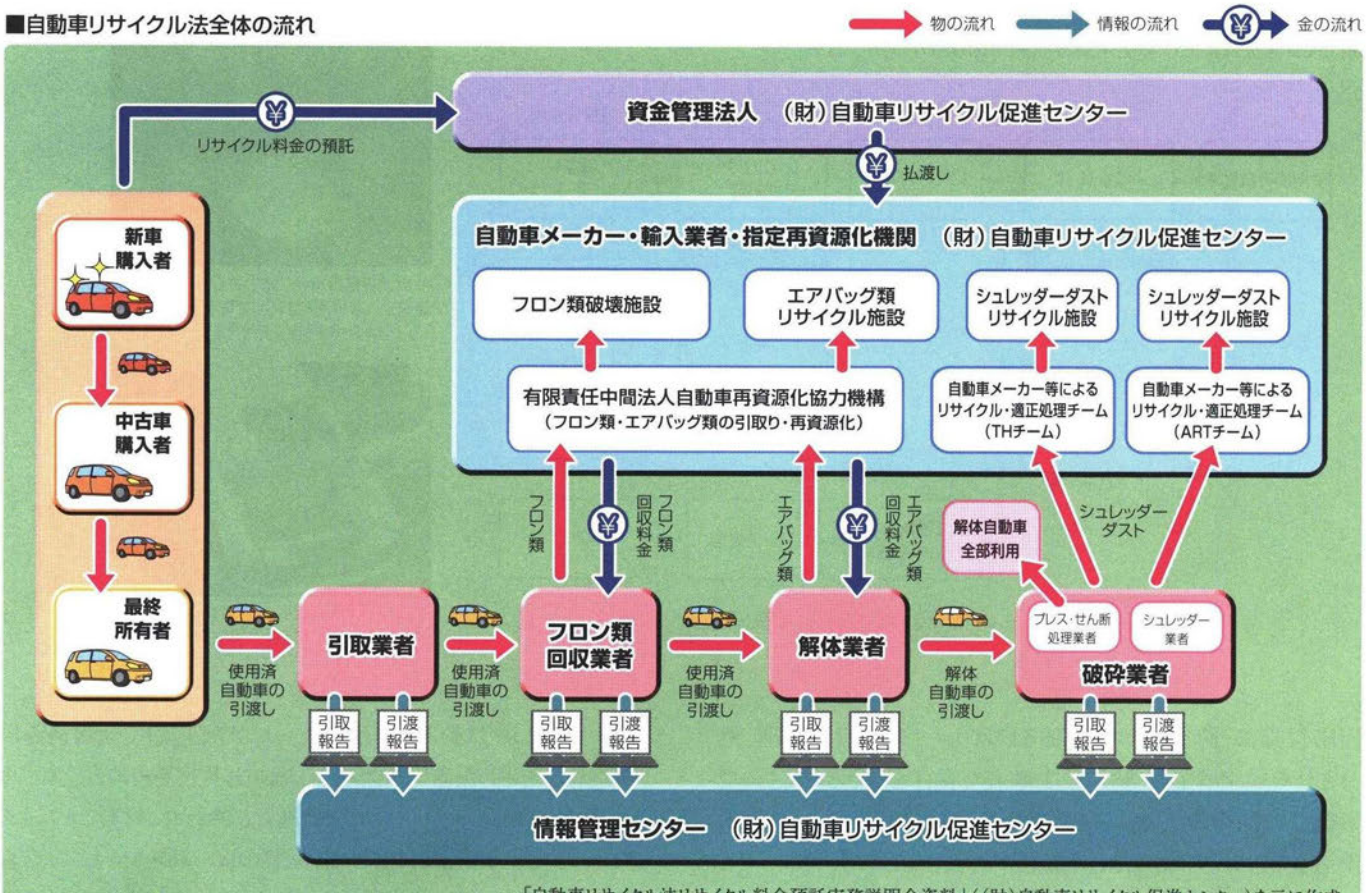
これらの問題は、単に自動車の解体業者、破砕業者の中だけにとどまらず、次第に社会問題化してきた。そこで、自動車にかかわる関係者が協力し合いそれぞれの役割を果たして、循環型社会にふさわしいリサイクルシステムを目指した検討が重ねられ、自動車リサイクル法が制定されたのである。

リサイクル率95%を目指す自動車リサイクル法

2005年1月から施行された自動車リサイクル法（使用済み自動車の再資源化等に関する法律）の対象となるのは、特殊な自動車を除いたほとんどすべての四輪自動車であり、トラックやバスなどの大型車や構内車なども対象となっている。

この法律の下での使用済み自動車の流れを、順に見てみよう（3ページ上図参照）。まず自動車の所有者は、新車購入時あるいは車検時に、資金管理法人にリサイクル料金を預託する。自動車が使用済みになると、所有者は使用済み自動車を引取業者に引渡す。引取業者は、所有者の料金預託を確認したう

■自動車リサイクル法全体の流れ



「自動車リサイクル法リサイクル料金預託実務説明会資料」((財)自動車リサイクル促進センター)を元に作成

えで、フロン類回収業者・解体業者に引渡す。フロン類回収業者は、フロンを回収して自動車メーカー等に引渡し、使用済み自動車を解体業者に引渡す。解体業者は、エアバッグ類を回収して自動車メーカー等に引渡し、使用済み自動車を適正に解体し、破砕業者に引渡す。破砕業者は、解体自動車を破砕し、発生するシュレッダーダストを自動車メーカー等に引渡す。自動車メーカー等は、各業者から排出されたフロン類、エアバッグ類、シュレッダーダストを引取り、リサイクル・適正処理を行う。

自動車リサイクル法では、廃棄物削減、資源の有効利用を目指し、2015年までにリサイクル率95%(自動車重量比)という高い目標を掲げている。関係者にはそれぞれの役割分担が義務付けられた。例えば、引取業者、解体業者、破砕業者等は、都道府県等の登録・許可制となり、使用済み自動車の引取り・引渡しの義務を負う。また自動車所有者は、リサイクル預託金の前払いが確認されないと自動車の登録・検査手続きができないことになっている。これらの一連の工程は、情報管理センターが電子マニフェストで管理する。

拡大生産者責任の下で3品目をリサイクル

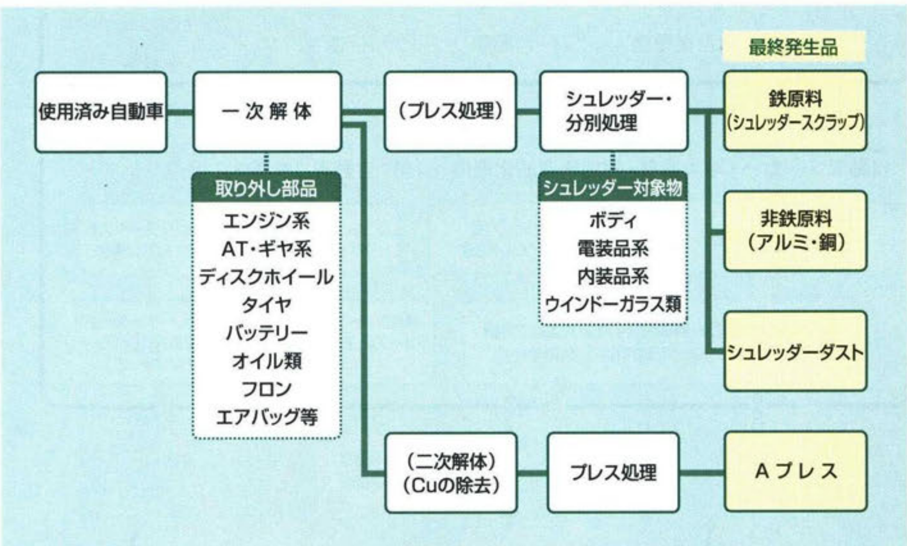
この法律では、「拡大生産者責任」の考え方が取り入れられたことが特徴となっている。拡大生産者責任とは、製品の廃棄

ヨーロッパの自動車リサイクル制度

ヨーロッパでは、1990年ごろから使用済み自動車の適正処理に関する議論が本格化した。例えばドイツでは、1990年に政府が廃車政令案を提出し、使用済み自動車は自動車メーカーが無償で引き取って適正な処理とリサイクルを負う責任が課せられた。2000年、EU廃車指令が採択され、加盟国では自動車メーカーが使用済み自動車を無償引取り、適正処理、リサイクルの責任を負うという新たなルールが確立された。この指令に対し、加盟各国は国内準拠法を整備していくことになった。

日本とEUで異なる点は、EUでは使用済み自動車の無害化を含む自動車全体を対象としたリサイクル制度を目指しているのに対し、日本では、フロン、エアバッグ、シュレッダーダストの3品目に絞っていることである。この3品目の処理は世界のどの地域でも自動車リサイクルにおける大きな課題であるが、とくに日本の場合は、最終処分場不足が深刻であり、この事情を反映した施策だといえるだろう。

■従来システムにおける使用済み自動車のリサイクルフロー



「シュレッダーダスト等廃棄物の処理技術等に関する調査報告」(財)金属系材料研究開発センター資料より

使用済み自動車から発生する鉄スクラップは、従来から電炉用材料として再利用されている。(写真提供:大同特殊鋼(株))

徹底した分別回収により「解体自動車の全部利用」が可能になる。(写真提供:西日本オートリサイクル(株))

段階以降に、適正にリユースあるいはリサイクルされ、処理、処分されるところまでを、製品の生産者が責任を負うというものである。この法律の下では、自動車生産者(自動車メーカー・輸入業者など)にリサイクルを行う義務があり、3品目の引取り、リサイクル、適正処理を行うこととなっている。

また、リサイクルの対象が3品目のみであることも、特徴的な点である。自動車のリサイクルには従来からのシステムがあり、この中で部品やスクラップが商品として流通していた。このシステムで対応が困難になったのが、これらの3品目のリサイクルであった。自動車リサイクル法では、既存システムを生かし、さらに3品目のリサイクルを行うことによって、使用済み自動車全体のリサイクルを進めようという考えが基本となっている。

自動車リサイクルにおける鉄鋼材料の流れ

自動車に使用されている材料のなかで、最も多いのは鉄鋼材料である(2ページ図参照)。従来の自動車リサイクルではどのように鉄鋼材料が回収されてきたのだろうか。

解体段階では、エンジン、タイヤ、バッテリーなどの部品が回収され、再使用可能な場合は中古部品として売却される。フロンやエアバッグもこの段階で回収される。また部品の一部は回収されリサイクルされる。

解体後に残る廃車ガラは1台あたり約600kgである。このうち約70%が鉄鋼材料であり、その他は電装品系、内装品系、ガラス類などである。これが破砕業者により破砕され、鉄鋼材料は磁力選別で、非鉄金属は風力選別や比重選別等で選別、回収され、シュレッダーダストが残る。

日本における鉄スクラップの流通において、2003年度の国内購入スクラップは約3,789万トンだったが、その中で使用済み自動車から発生した老廃スクラップは約6%程度を占めるにすぎない。しかし、自動車リサイクル法の施行にあわせ、材料ごとにより細かに分別されるようになれば、品質のよい鉄スクラップの流通量が今後増加することも期待される。最近では、鉄鋼需要の増大から、鉄スクラップの需要量が増大し、また転炉でのスクラップ配合率も高まる傾向にある。

自動車に限らず、使用済みになった鉄鋼材料は、再び電炉や転炉にもどり再利用されている。新しい法律の下でも、自動車由来の鉄スクラップが効率よく再利用されることが期待される。

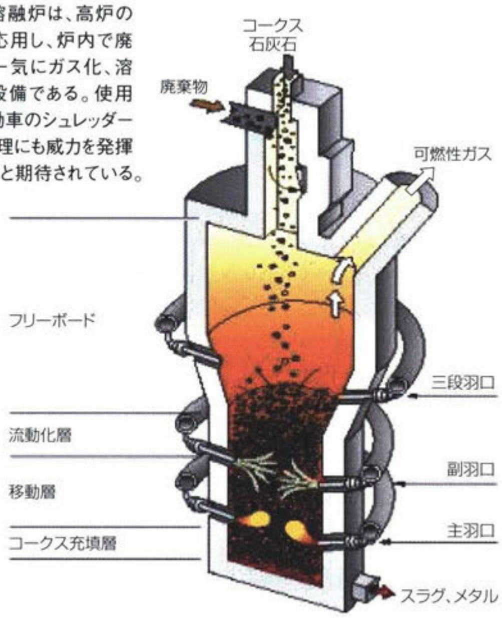
シュレッダーダストがない「全部利用」方式

廃車処理における破砕工程をなくし、シュレッダーダストが発生しない方法を実施している場合もある。最近では、廃車ガラをプレスしそのまま電炉等に投入する場合や、廃車ガラをスクラップ源として輸出する場合が増えている。自動車リサイクル法では、電炉や転炉に廃車ガラを直接投入することを「解体自動車の全部利用」と呼び、自動車生産者が解体業者、破砕業者、電炉・転炉業者と共同で、全部再資源化認定を受けることが可能になっている。

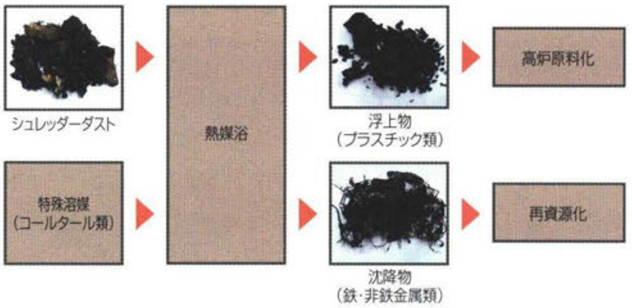
例えば、西日本オートリサイクル(株)(北九州市)では、破砕工程がない、独自の回収、処理の工程を開発している。使用済み自動車から部品の回収、オイル等の液抜き、前処理などをきめ細かく行い、すべて回収して、ほとんど鉄鋼材料のみの廃車ガラが残る。これがプレスされ、そのままの形で鉄鋼メーカーの電炉や転炉に投入される。破砕工程がないのでシュレッダーダストが発生しないうえ、極めて精緻な解体工程を経るため、鉄スクラップとしての品位が優れていることが特徴である。

■ガス化溶融炉の構造例

ガス化溶融炉は、高炉の技術を応用し、炉内で廃棄物を一気にガス化、溶融する設備である。使用済み自動車のシュレッダーダスト処理にも威力を発揮するものと期待されている。



■熱媒浴法によるシュレッダーダスト処理システム



製鉄所の副産物であるコールタールを利用した特殊溶媒を約300℃に保ち、シュレッダーダストを投入する。シュレッダーダストに含まれるプラスチックは液状に浮遊し、金属類は溶融せず沈降することを利用し、分別回収を行う。(写真右)熱媒浴法実証機(JFEスチール(株)京浜製鉄所内)

このような取り組みは、鉄スクラップを受け入れる鉄鋼メーカーとの連携により、シュレッダーダストゼロをめざす取り組みとしても注目される。最近各地で計画、実施されているエコタウン事業や自動車リサイクルコンビナート事業でも、破砕工程のない方式の検討が進んでいる。

シュレッダーダストの処理技術の開発

現在、自動車1台あたりのリサイクル率は重量比で約80%だが、リサイクル率目標の2015年95%を達成するためには、破砕業者で発生したシュレッダーダストの70%以上をリサイクルすることが必要である。シュレッダーダストのリサイクル率の向上目標は、2005~2009年度30%、2010~2014年度50%、2015年度以降70%と決められている。

この目標を達成するため、シュレッダーダストのリサイクル技術については、さまざまな取り組みが進められている。鉄鋼メーカーでもシュレッダーダストのリサイクルに向け、鉄鋼製造技術のノウハウを生かして、多種多様のリサイクル技術の開発を進めている。

代表的な例が、ガス化溶融炉である。ガス化溶融炉は高炉技術を応用して開発されたもので、ごみ焼却炉としてすでに普及しているが、使用済み自動車のシュレッダーダストを混合物のまま処理できる方法として期待されている。ガス化溶融炉では、シュレッダーダストをコークス及び石灰石とともに投入する。熱分解され発生したガスは上昇し、熱利用される。炉内は高温の還元雰囲気であるため、ダイオキシン類の発生を最小限に抑制できる。

またシュレッダーダストを材料別に分離する技術として、熱媒浴法システムが開発されている。これは、コークスを製造する際に発生したコールタールを使用するもので、約300℃のコールタールの中にシュレッダーダストを浸けることにより、プラスチックと金属などを効率よく分解することができる。この技術によりプラスチック、金属、銅のハーネスなどが分離される。回収した金属やプラスチックは、製鉄原料としてリサイクルが可能である。

■自動車リサイクル発生品の成分想定

自動車原材料に占める銅の割合は1.5%だが、シュレッダーダストになると4.4%に高まっている。

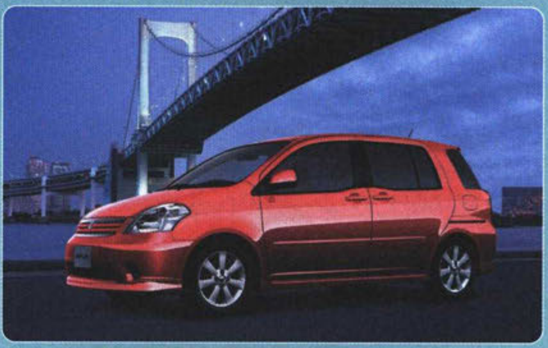
原材料		車の構成		廃車ガラ(Aプレス)				シュレッダースクラップ	シュレッダーダスト
		解体前		一次解体後		二次解体後			
		(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(%)
鉄	銑鉄	7.5	90	2.0	15				
	普通鋼	47.9	570	61.2	472				
	特殊鋼	14.1	168	8.0	62				
	小計	69.5	827	71.2	549	約70	350	93.1	8.0
非鉄金属	銅	1.5	18	2.2	17	0.3~1.5		0.1~0.2	4.4(1.7~4.4)
	アルミ	6.1	73	1.2	9				5.1
	鉛	0.6	8	0.1	0.5				0.2
	亜鉛	0.5	6	0.8	6				1.1
	小計	8.8	104	4.3	33	約2	10	不明	10.8
非金属	樹脂類	8.5	102	12.1	93				39.3
	ゴム	3.2	38	2.1	16				8.7
	ガラス	3.1	37	4.7	36				16.1
	繊維	2.5	29	3.4	26				17.1
	その他	4.5	54	2.3	17				—
	小計	21.8	259	24.4	188	約28	140	不明	81.2
合計		100	1,190	100	771	100	約500		100

「シュレッダーダスト等廃棄物の処理技術等に関する調査報告」(財)金属系材料研究開発センター資料より

リサイクルしやすい自動車の設計

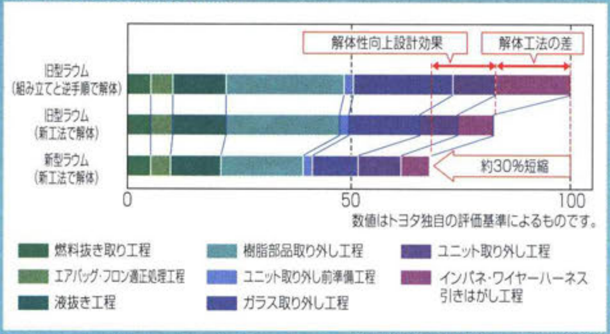
使用済み自動車のリサイクルを進めるために、自動車メーカーではリサイクルがしやすい設計、製造技術の開発を進めている。自動車リサイクル法における拡大生産者責任の考え方は、自動車メーカーが、適正な処理、リサイクルあるいは最終処分が困難となるような製品を製造することを抑制したり、リユースやリサイクルがしやすい環境配慮形設計を採用したりすることを促す効果も期待されている。

例えばトヨタ自動車（株）が2003年に発売した「ラウム」では、使用済み自動車のリサイクル実効性を高めるため、設計段階からリサイクルしやすい材料の開発、取り外し性に配慮し解体しやすい設計などが盛り込まれた。解体しやすい設計とは、強い力で引っ張ると接合部が離れる構造、ビスやネジによる締め付けを減らしクリップ付け化、部品の一体化、複合素材を避ける、などである。これにより旧モデルに比べ解体時間が30%短縮されるという。解体だけでなく、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムなど有害負荷物質の削減や、再生材の積極的採用などの取り組みも行っている。このような取り組みは、今後他の車種にも徐々に広がっていくものと見られる。



リサイクルや環境に配慮されたトヨタ・ラウム（写真提供:トヨタ自動車（株））

■ラウムの環境適合設計



トヨタ自動車（株）ホームページより

循環性元素や有害物質に対する取り組み

現在、使用済み自動車から発生する鉄スクラップのほとんどはリサイクルされているが、その中はごく微量な物質、材料が混入して、問題を引き起こす場合もある。例えば鉄スクラップの中にある銅は、自動車のモータやハーネスに多く使用されているが、精錬しても除去しにくく、循環性元素（トランプエレメント）と呼ばれている。

自動車リサイクル工程で生じる発生品の成分想定結果（「シュレッダーダスト等廃棄物の処理技術等に関する調査研究」（財）金属系材料研究開発センター）によれば、銅は自動車の原材料構成比では約1.5%を占めており、廃車ガラ中にもほぼ同比率で存在するが、シュレッダーダストの段階では、その濃度は数倍に高まる。銅は、まとまった部品としての分類・分別が難しく、解体されていく過程で徐々に比率が高まり、濃縮されていくものと見られる。

銅が鉄鋼材料の中に混入すると、熱間加工性の阻害や溶接部高温割れの原因となる。従来の技術では鉄スクラップを電炉等で溶解し、悪影響が生じない濃度（おおむね0.5%以下*）まで銅濃度を薄めていた。この方法では、不純物である銅の回収はできない。今後は、モータ類など比較的銅が多く含まれた老廃スクラップが増加すると見られ、薄めるために使用する良質スクラップが大量に必要になる。

機械加工時の快削性を有しながら、環境負荷物質である鉛を含まない、鉛フリー快削鋼などのニーズが高まっている。写真はクランクシャフトの例。（写真提供:愛知製鋼（株））

現在は、シュレッダーの選別機能を高めたり、全部利用の場合は精緻な解体を行うなどの対策が講じられているが、今後、鉄と銅を溶融状態で分離し回収利用するなどの技術の開発が期待される。また銅を除去するのではなく、粉末冶金技術を応用して、鉄鋼材料の組織中に銅を微細分散させ強化因子として活用する技術などの研究も行われている。

リサイクルに関する鉄鋼材料技術ということでは、有害物質を使用せず環境リスクを低減する鉄鋼材料の開発も行われている。燃料タンクなどに使用される鉛フリーめっき鋼板や、クランクシャフトなどに使用される鉛フリー快削鋼の開発がその例である。

自動車産業は、鉄鋼材料を始め多くの種類の材料を組み合わせた資源集約型の産業である。新しい自動車リサイクルシステムが効率よく機能していくためには、材料を供給し、スクラップを活用する鉄鋼業界との連携がますます重要となることだろう。

*「シュレッダーダスト等廃棄物の処理技術等に関する調査研究」電炉メーカーへのアンケート調査より（財）金属系材料研究開発センター

●取材協力　（社）日本自動車工業会、（社）日本鉄リサイクル工業会、JFEスチール（株）
●取材・文　杉山 香里