

システム技術開発調査研究

16 - R - 11

自動車リサイクルに係る最適解体システム
等に関する調査研究
報 告 書

要 旨

平成17年3月

財団法人 機械システム振興協会
委託先 財団法人 金属系材料研究開発センター

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人 機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとに、機械システムの開発等に関する補助事業、新機械システム普及促進補助事業等を実施しております。

特に、システム開発に関する事業を効果的に推進するためには、国内外における先端技術、あるいはシステム統合化技術に関する調査研究を先行して実施する必要がありますので、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長 放送大学 副学長 中島尚正 氏）を設置し、同委員会のご指導のもとにシステム技術開発に関する調査研究事業を民間の調査機関等の協力を得て実施しております。

この「自動車リサイクルに係る最適解体システム等に関する調査研究報告書」は、上記事業の一環として、当協会が財団法人 金属系材料研究開発センターに委託して実施した調査研究の成果であります。

今後、機械情報産業に関する諸施策が展開されていくうえで、本調査研究の成果が一つの礎石として役立てば幸いです。

平成17年3月

財団法人機械システム振興協会

はじめに

地球規模での環境問題への関心の高まりから、廃棄物の削減やリサイクルに対する社会的な合意が形成されつつあり、これまで以上に環境に配慮した社会システムの構築が急がれている。循環型社会形成推進のための法整備が進められている中で、自動車に関しても新たなリサイクルシステム構築の必要性が高まり、「使用済み自動車の再資源化等に関する法律（自動車リサイクル法）」が平成14年7月に公布され、平成17年1月には本格施行となった。

平成15年度経済産業省の委託事業「自動車リサイクルに係る処理技術等の調査」では、使用済み自動車を電炉に受け入れる上で最も障害となる銅の除去レベルについて基準を設定したが、その他のマテリアルの取り扱いについても電炉操業及びリサイクル率向上の観点から課題を抱えている。

上記の視点から、財団法人金属系材料研究開発センターでは財団法人機械機械システム振興協会の委託を受け、平成16年度事業として本調査研究を実施した。当センター内に「自動車リサイクル最適解体システム調査委員会」を設置し、委員の方々に主に電炉での全部利用や除去部品等の有効利用を行ううえでの最適な解体システムを研究するため、それらの現状調査と技術課題の検討を行っていただいた。本調査研究は、使用済み自動車のマテリアルリサイクルにおいて最大量を取り扱う鉄鋼業サイドから、利用しやすい姿を目指し周辺技術までを対象として取り組んだものであり、マテリアルリサイクルを推進していくための課題や対応策、今後の方向性についての提言が行なわれた。

本報告書のとりまとめにあたり、ご多忙にもかかわらず力強く推進、ご指導していただいた千葉工業大学工学部機械サイエンス学科 雀部実委員長ならびに積極的に参画していただいた委員の方々、経済産業省製造産業局鉄鋼課製鉄企画室、普通鋼電炉工業会、財団法人機械システム振興協会、並びにご指導ご協力を戴いた多くの関係者に心から感謝を申し上げます。

平成17年3月

財団法人 金属系材料研究開発センター

目 次

序

はじめに

1 調査研究の目的	...	1
2 調査研究の実施体制	...	2
3 調査研究の内容		
第1章 使用済み自動車の解体プロセス及びリサイクルに係る調査		
1.1 電気炉での解体済み自動車全部利用の現状と問題点		
1.1.1 調査結果の要点	...	5
1.1.2 各調査項目の結果	...	6
1.2 ガラス、バンパー、樹脂等の取り外しプロセスについて		
1.2.1 解体業の現状と問題点	...	9
1.2.2 解体プロセスの先進事例	...	12
1.3 マテリアルリサイクルの取り組み状況		
1.3.1 自動車ガラス	...	14
1.3.2 プラスチック部品	...	16
1.3.3 リサイクル性向上のための自動車メーカーの取り組み	...	17
1.4 欧州での取り組み状況		
1.4.1 EUの廃自動車リサイクル法制	...	19
1.4.2 オランダ	...	20
1.4.3 ドイツ	...	23
第2章 使用済み自動車解体試験		
2.1 調査結果	...	27
2.2 結論	...	29

第3章 除去部品等をリサイクルするための最適解体システム等の検討・提案	
3.1 効率的な解体システムやリサイクルネットワーク構築のための課題と方策	
3.1.1 解体及び流通に対する提案	... 30
3.1.2 樹脂類、ガラスの分別・除去処理に対するインセンティブ 確保の方策	... 31
3.2 自動車メーカーに対する要望（設計段階への提言）	
3.2.1 解体の容易性	... 35
3.2.2 使用する素材について	... 36
4 調査研究の今後の課題及び展開	... 37

1. 調査研究の目的

循環型社会形成推進のための法整備が進められる中で、自動車に関しても新たなリサイクルシステム構築の必要性が高まり、「使用済み自動車の再資源化等に関する法律」いわゆる「自動車リサイクル法」が制定された。この自動車リサイクルの一手段として、解体済み自動車を電炉等の鉄鋼原料とする利用方法（全部再資源化、全部利用）があり、リサイクル率の向上、処理費の低減等の観点から注目されている。しかしこの方法においては、銅の混入が鋼の品質に悪影響を及ぼすため、銅の除去レベルを上げることが最大の関心事として存在した。そこで平成15年度に経済産業省の委託事業として実施した「自動車リサイクルに係る処理技術等の調査」では、使用済み自動車から銅を除去することを主眼に置いた調査を行い、電炉への受入基準を設定した。しかし銅の除去レベルを上げて、ガラスや樹脂等、鉄以外のものが多く存在すると、生産性の低下や環境悪化の原因となり、またマテリアルリサイクルの面でも好ましいとは言えない。

本調査研究は、全部利用や除去部品等の有効利用を行う上での最適な解体システム等を調査するものである。即ち、ガラス等除去部品のリサイクル用途、要求条件や、使用済み自動車から効率的にリサイクル可能な部品（現状除去されていない有価なマテリアルを含む）を除去する手段等、使用済み自動車全体のリサイクル状況、課題を調査し、最適解体システム等の検討を行っていくものである。なおさまざまな車種別の解体工程では、各自動車毎に最大の銅やその他のマテリアルを除去する方法があるが、一方で解体システムとしては車種に係わりなく、同一設備で同様に解体する方がコストを抑制できるという関係にあり、この最適化にポイントがある。

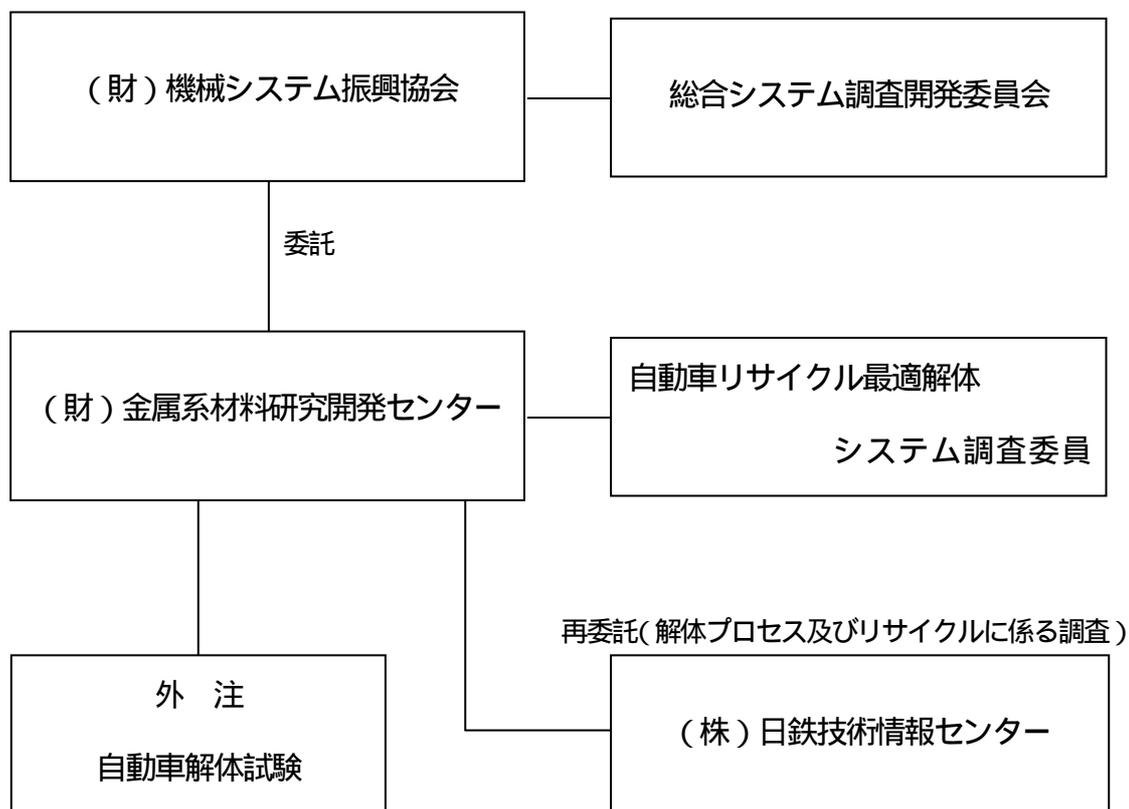
この調査研究の成果が、使用済み自動車の全部利用や除去部品のリサイクルを行う上でのガイドライン的役割を果たすことにより、コストの優位性を保ちつつ効率的な電炉操業を可能にし、さらには環境負荷の低減に寄与することを目的とする。

2. 調査研究の実施体制

(1) 実施体制と役割分担

財団法人金属系材料研究開発センター内に本調査研究を総括運営する機関として「自動車リサイクル最適解体システム調査委員会」を設け事業を実施した。「自動車リサイクル最適解体システム調査委員会」で事業計画細部の決定と執行を図り、かつ必要に応じて適切な専門家にアドバイスを求め、当初の目的を達成すべくこれを推進した。

また、「解体プロセス及びリサイクルに係る調査」については(株)日鉄技術情報センターに再委を行った。



(2) 総合システム調査開発委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	放送大学 副学長	中 島 尚 正
委 員	政策研究大学院大学 政策研究科 教授	藤 正 巖
委 員	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授	廣 田 薫
委 員	東京大学 大学院工学系研究科 助教授	藤 岡 健 彦
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 産学官連携部門 コーディネーター	太 田 公 廣
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 産学官連携部門 シニアリサーチャー	志 村 洋 文

(3) 自動車リサイクル最適解体システム調査委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	千葉工業大学 工学部機械サイエンス学科 教授	雀部 実
委員	株式会社佐野マルカ 取締役貿易部長	佐野 文勝
委員	株式会社ツルオカ 代表取締役社長	鶴岡 正顯
委員	三井物産金属原料株式会社 堺事業所 所長	中川 純一
委員	西日本オートリサイクル株式会社 代表取締役社長	和田 英二
委員	日本ELVリサイクル推進協議会 会長	酒井 清行
委員	普通鋼電炉工業会 環境委員会 顧問	樋口 敏之
委員	普通鋼電炉工業会 次長	森 俊二
委員	大同特殊鋼株式会社 環境エネルギー部 副主任部員	立石 亨
オブザーバー	経済産業省 製造産業局鉄鋼課製鉄企画室 課長補佐	猪俣 明彦

3. 調査研究の内容

第1章 使用済み自動車の解体プロセス及びリサイクルに係る調査

1.1 電気炉での解体済み自動車全部利用の現状と問題点

電炉メーカーのAプレス使用の実態と、Cu以外のガラス、プラスチック、繊維等について、Aプレスを使用する上でどのような障害になっているかを調査し、今後のリサイクルの方向を探るデータとするためアンケート調査を実施した。

1.1.1 調査結果の要点

- ・ Aプレスの使用及び使用予定の回答が28事業所で、回答42事業所に対し67%であった。
 - ・ Aプレスをより使いやすくすることに関しては、嵩比重、Fe%、非金属除去等の回答が大半であり(27/40)、これらの要素は結局、現在のAプレスの非鉄部分(A S R分)を将来どこまで減らせるかにつながる問題である。
 - ・ 嵩比重以外で、A S Rによる障害としては通電不良やヤードに細かい非鉄屑がこぼれて清掃がわずらわしいとする意見が多い。またそれ以外には廃車以外のごみまで混入することは、モラルの問題であり、やめてほしいとする意見もある。
 - ・ Aプレス使用に伴うダイオキシン等環境問題に関しては、各電炉メーカーは高い関心を持っており、使用制限や環境設備能力の増強等に対応している。
- <ガラス、樹脂、ゴム、繊維>
- ・ Aプレス中の鉄以外のものは、電気炉にとって益にはならない部分である。Cuは明らかに害、次はプラスチック、特に塩ビは、塩素分が設備の腐食、ダイオキシン類の発生につながる。その他のプラスチックは燃焼熱が排ガス温度上昇をもたらしたり、シート類は通電不良の原因となり電極棒折損トラブルの原因にもなる。ガラスはスラグの成分に近く、操業上は大きな障害にはならないがハンドリング中のこぼれや、いわゆる余分な物質としてわずらわしい。ゴムはタイヤがベースであり、ほとんど除去されている。繊維類等は不導体として問題ありシート類の除去の要望がある。

1.1.2 各調査項目の結果

(1) 電炉メーカーにおけるAプレス使用状況

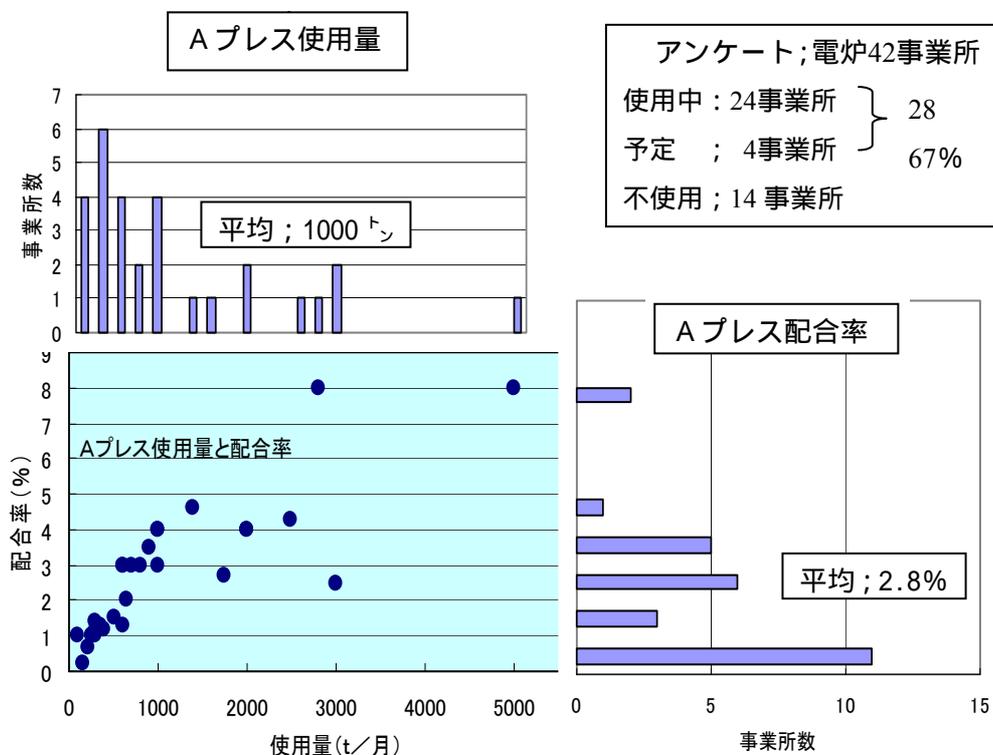


図1.1-1 電気炉メーカーのAプレス使用状況

(2) ガラスについての問題点

表1.1-1 ガラスについての集計結果

()内は記入数

障害の程度 (30)		除去レベル (25)		その他 (12)	
操業トラブル、コスト増	16	ゼロ、少ないほど良い	16	特になし	3
問題なし	7	フロントガラスは除去	5	コスト増	3
調査中、不明	5	特になし	2	リサイクル促進すべき	2
こぼれによる散乱、清掃負荷増	2	ガラスより樹脂	1	表面に出すな	1
		調査中	1	せめてフロントガラスからでもリサイクルすべき	1
				ヘッドライトも	1
				Fe%アップ、非金属は除去	1

(3) 樹脂類についての問題点

表1.1-2 樹脂類についての集計結果 ()内は記入数

障害の程度(28)		除去レベル(24)		その他(10)	
各種障害の元凶	16	ゼロ、少ないほど良い	14	樹脂はリサイクル	4
問題なし	5	外装、内装、シート、バンパーは除去	6	もっとメリット増を	2
調査中、不明	5	配線除去後の樹脂も除去	1	特になし	2
こぼれによる散乱、清掃負荷増	1	除去と価格バランス	1	表面に出すな	1
有毒ガス発生	1	問題なし	1	リサイクル整備が先	1
		調査中、不明	1		

(4) ゴムについての問題点

表1.1-3 ゴムについての集計結果 ()内は記入数

障害の程度(19)		除去レベル(31)		その他(10)	
操業障害、コスト増	10	少ないほど良い	13	リサイクル促進すべき	6
問題なし	5	タイヤは完全除去	8	特になし	3
不明、調査中	4	問題なし	4	表面に出さない	1
		除去コストとバランス	4		
		不明	2		

(5) 繊維についての問題点

表1.1-4 繊維についての集計結果 ()内は記入数

障害の程度(22)		除去レベル(21)		その他(5)	
各種障害の元凶、コスト増	10	少ない方が良い	14	特になし	3
問題なし	6	シートは除去	4	表面に露出しないように	1
調査中、不明	4	問題なし	2	石綿厳禁	1
こぼれによる散乱、清掃負荷増	2	不明	1		

(6) Aプレスを更に使いやすくする要素の集計結果

表1.1-5 Aプレスを更に使いやすくする要素の集計結果 ()内は回答数

意見の概要	28事業所で40のコメントあり	
サイズを小さく、嵩比重大きく	15	13件が小型サイズ化、大型車を分割(1)、嵩比重小さく使用不可(1)
Cu0.3%厳守と出来るだけ低くが半々	8	Cu0.3%厳守は(3)、0.3%にこだわらないが低く(3)、レベル安定を優先(1)、確認方法不明確(1)
Fe%は判定しにくい、ASR分を除去して上げてほしい	6	判定精度(1)その他は部品、異物、非金属除去でFe%は上がる
非金属は操業トラブルの元なので除去を望む	6	4件が非金属を出来るだけ除去、Aプレス価格が上がらない範囲で除去(1)、中に包み込め(1)
異物混入は止めてほしい	3	使用済み自動車以外の異物厳禁、除去希望
Aプレス価格はまだ割高	2	鉄屑価格に左右されない評価、もっと評価を下げたい

(7) Aプレス使用による環境問題

表1.1-6 Aプレス使用による環境問題

環境負荷、対応策 (32/34が記入)		項目ダブル記載あり
1	ダイオキシン増、臭い、煙問題あり	10件
2	冷却能増、集塵機増強、増強検討中	8件
3	使用制限(又は使用しない)	7件
4	配合率と負荷増の関係調査中	1件
5	環境負荷増は微小、問題なし	2件
6	原単位悪化、設備寿命問題	4件
7	SiO ₂ 増、スラグ増	1件
8	CO ₂ 増	1件
9	回答なし	2件
		36件

(内3件)

1.2 ガラス、バンパー、樹脂等の取り外しプロセスについて

1.2.1 解体業の現状と問題点

ガラス、バンパー、樹脂等の取外しプロセス、除去部品のリサイクル用途、及びリサイクル先の要求条件について、自動車解体業者に対し実態調査を実施した。

調査対象は、日本ELVリサイクル推進協議会に加盟している1,082の解体業者であり、回答数は335であった。回答事業所の平均月間処理台数は200台である。

(1) 調査結果から得られた特徴と問題点

調査の結果、以下の点が浮き彫りにされた。

触媒の回収は採算が確保できるため、9割の業者が実施しており、取り外し方法の9割近くが手解体であって、採算性も確保されている。

ガラス、バンパー、樹脂類を取り外している事業所は全体の1/4程度であり、主として中古部品として販売可能な場合に取り外していると推定される。ただし、採算性は必ずしも良くなく、回収ルートの確立を望む声が上がられている。

部品の取外し方法は、中古部品販売を行う点から触媒、ガラス、樹脂等は手解体が殆どであり、ニブラなどの重機による取り外しは少ない。

ガラスの取り外し部位はフロントガラス、ドア(サイド)ガラス、リアガラスの順に多いが、主体はフロントガラスである。リアガラスは熱線が入っているため、回収されず殆どAプレス中に含まれる。取り外している事業所があったが、中古販売のものであった。

回収されたフロントガラスはガラスメーカーに引き取られるガラス to ガラスと路盤材へのマテリアルリサイクルとがあるが、個々の事業所での対応に留まっている。採算性も必ずしも良くなく、回収ルートの確立を望む声が上がられている。

バンパーの取り外しは、中古部品として流通が可能な範囲であり、マテリアルリサイクルの実施状況は把握されなかった。

樹脂類についても部品販売が主であり、マテリアルリサイクルは確認されていない。

引き出された問題点

ガラス、バンパー、樹脂類の回収率を上げ、リサイクル効率を上げるには採算の取れる全体システムの構築が必須である。それには、「特定回収品目」への追加による法的な保障 回収ルート体制の確立 経済性維持しえるリサイクル料金の検討 が重要である。さらに自動車メーカーに対し解体しやすい設計段階への要望も挙げられている。

(2) 実態調査結果

1) 触媒の分別について (触媒の分別をしているは89% (299件)である)

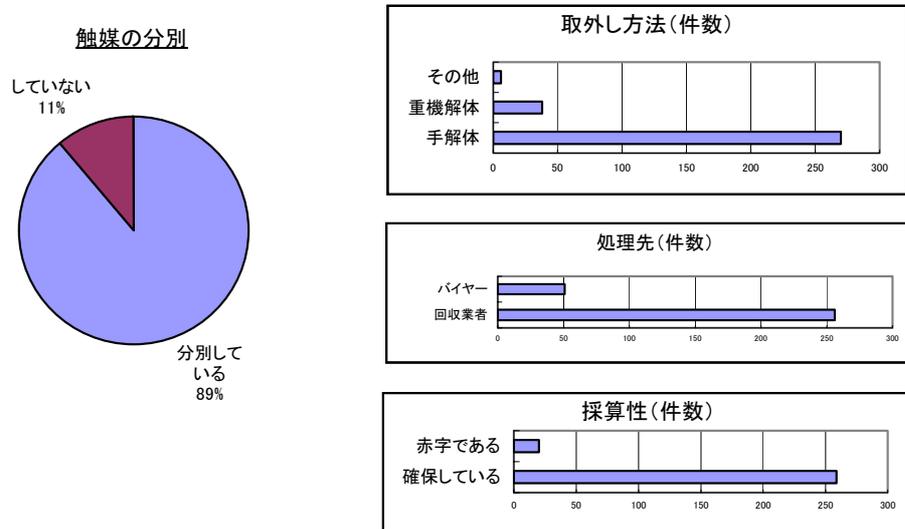


図1.2-1 触媒の分別について

2. ガラス、シート、バンパー、樹脂類の取り外しと回収 (25%が回収している)

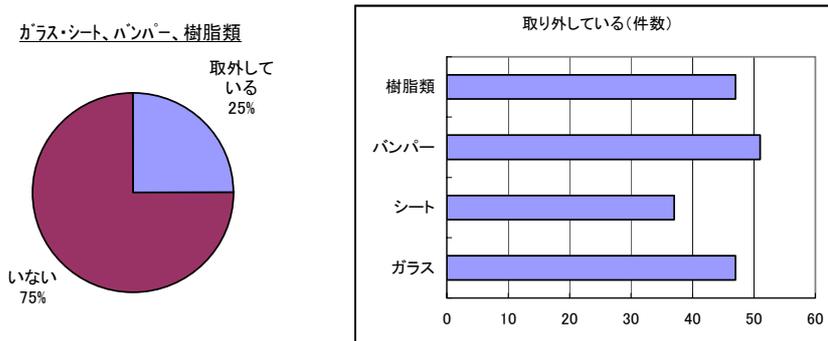


図1.2-2 ガラス、シート、バンパー、樹脂類の取り外しについて

3. ガラスについて (フロントとドアが主体である)

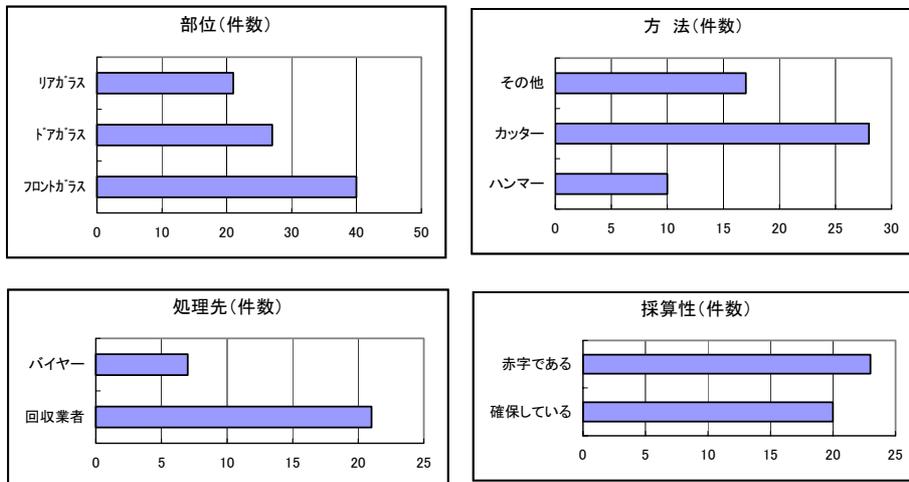


図1.2-3 ガラスの取り外しについて

4. シートについて（手解体で取り外している）

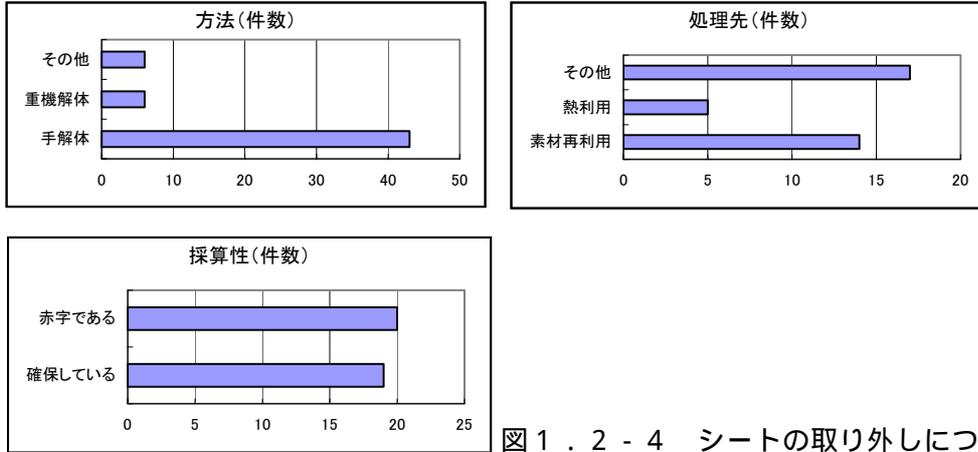


図1.2-4 シートの取り外しについて

5. バンパーについて（手解体、部品販売が主体）

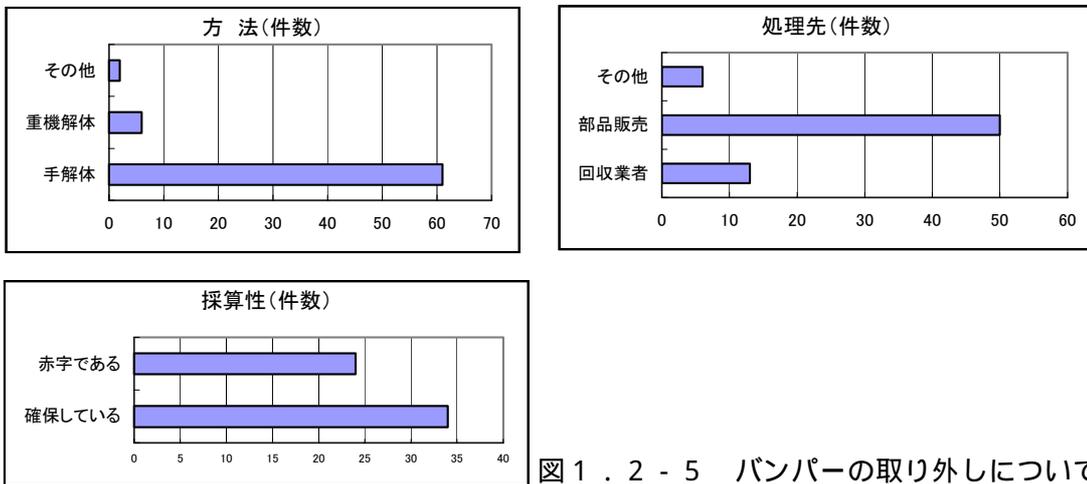


図1.2-5 バンパーの取り外しについて

6. 樹脂類について（手解体、素材再利用主体であり、処理先のその他は部品販売）

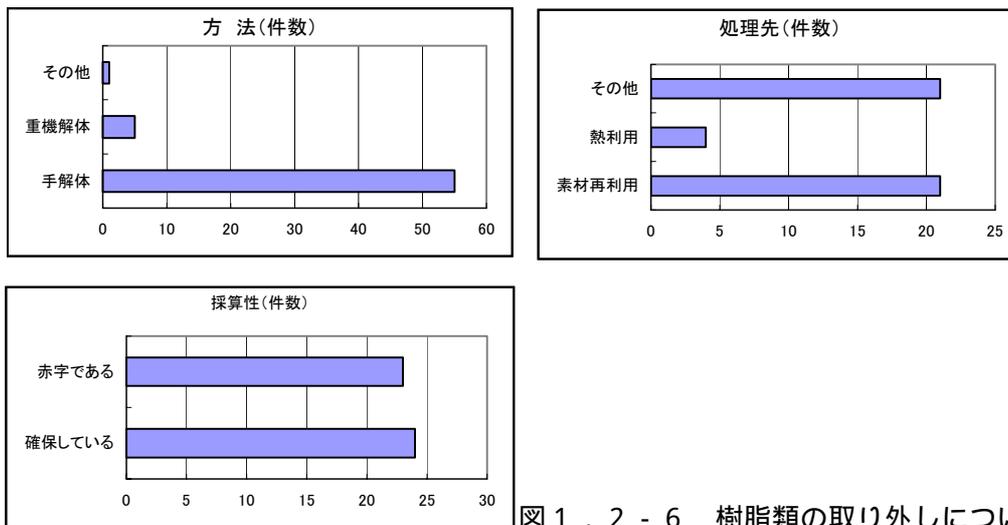


図1.2-6 樹脂類の取り外しについて

1.2.2 解体プロセスの先進事例

すでに解体時点でガラス、樹脂、バンパー等のいずれかを分別している事業所5社について取り組み状況を現地調査した。しかし先進的な対応は行っているものの課題は山積しており、これを表1.2-1に示す（直近で稼働開始した1社を除く）

表1.2-1 4社の取り組みの特徴と抱えている課題

	特 徴	抱えている主な課題
(1)佐野マルカ	解体後シュレッダーにより処理。自社内に ASR 処理ラインを3つ要し発生量を 1/2 に削減。フロントガラスは解体時に外し、板状でガラスメーカーに搬送。	・ ASR 削減インセンティブが小さく、採算確保が課題
(2)三井物産金属原料・堺事業所	手解体とニブラを併用。フロントガラスは解体時に外し、自社内でカットしてガラスメーカーに搬送。破砕機が簡易。	・ 回収費用に見合う採算の確保。解体効率を確保しえる使用素材や設計の工夫に関する問題。
(3)ツルオカ	3工程によるライン上の手解体とニブラを併用。フロントガラス粉砕装置を所有し、ガラスメーカーにカットを搬送（板状の場合もあり併用）。	・ ガラスメーカーへの運搬効率、品質の標準化。輸送費を含んだリサイクルコストの削減。
(4)西日本オートリサイクル	60mのライン上で手解体しサイコロ状にプレスするシュレッダーレス方式を先駆ける。	・ リサイクル可能率でなく、解体時の実行率の考慮（採算の確保）。 ・ 非金属のリサイクルシステム構築 ・ リユースの拡大（部品流通の促進） ・ 物流に関する仕組み造り。

このうち4社のガラスについて表1.2-2にまとめた。

表1.2-2 先進事業所のガラスにおける取り組み

	(1) 佐野マルカ	(2) 三井物産金属原料（堺）	(3) ツルオカ	(4) 西日本オートリサイクル
フロントガラス	電動ノコで切り取り	電動ノコで切り取り	電動ノコで切り取り	チゼルによる繰り抜き
用途	切り板を旭硝子へ	カレットと切り板をセントラル硝子へ	カレットと切り板を日本板硝子へ	カレットを路盤材、ガラスファイバー素材へ
中間膜	旭硝子で処理	Aプレスに挿入	粉砕して再利用	
ドアガラス	ハンマーで粉砕	ハンマーで粉砕	ハンマーで粉砕	ハンマーで粉砕
用途	カレットを旭硝子へ	カレットをセントラル硝子へ	カレットを日本板硝子へ	カレットを路盤材素材へ
課題	ゴミ、ナット類混入の除去	ゴミ、ナット類混入の除去	ゴミ、ナット類混入の除去	ゴミ、ナット類混入の除去
リアガラス	未処理	未処理	未処理	ハンマーで粉砕
用途	ASR、Aプレスに内在	ASR、Aプレスに内在	ASR、Aプレスに内在	カレットを路盤材素材へ

樹脂は、A S R（シュレッダーダスト）から選別し燃料とするもの、チップ化して販売ルートを探る動きなどがあるものの、リサイクルルートが確立されていないため、大勢はAプレスに含まれている。バンパーも同様に、部品販売以外はAプレスやA S Rに含まれるが、西日本オートリサイクルは建材用樹脂素材としてカスケード利用している。また、最近（2005年1月24日）竣工した東日本資源リサイクルは、隣接する製鉄所のインフラを活用した新しいタイプのリサイクル事業所であり注目される（ここでは概要を紹介するに留めた）。



写真1.2-1 フロントガラスの抜き取り（（株）ツルオカ）

1.3 マテリアルリサイクルの取り組み状況

1.3.1 自動車ガラス

(1) 自動車ガラスリサイクルの現状

国内で最終的に廃車になる年間約400万台に装着されているガラスの総量は約12万トン(平均32kg/台)であり¹⁾、現在はASRとしてそのほとんどが管理型埋立地に廃棄されているが、一部はAプレスとして電炉に投入されている。

今後のリサイクル率の向上にはASRのサーマルリサイクルが不可欠であるが、ASRは灰分(無機物)が約40%と高いのが特徴であり、焼却時にガラス等の低融点物質を主体とする付着物により熱回収部に閉塞が生じ易いため、ASR中のガラス含有量(現在は約18%)を低減させる必要がある。一方シュレッダー業者からはガラスによるクラッシャーの摩耗が激しいとの苦情があり、またAプレスの電炉投入時にもガラス含有による操業トラブルやコスト増になるとする電炉メーカーが多く、ガラスリサイクルの進展が望まれている。

(2) ガラス業界の取り組み

1997年に政府が発表した「使用済み自動車リサイクルイニシアティブ」に応え、1998年に日本自動車工業会が自主行動計画をまとめ、廃車のガラスリサイクルについても自工会と板硝子協会とが共同してリサイクル材の品質基準の検討を行い、2001年に合意した(合わせガラス、UVガラス、濃色ガラスの分別回収。有機物:100ppm以下。セラミック、鉄くず:10ppm以下。Al, Niの混入不可等)。それに基づき、自動車リサイクル法の成立を前提(解体工程からガラスが取り外されるとの前提)にして、品質基準作り、リサイクル設備の設置、溶解試験の実施により、リアガラスを除くフロントガラスおよびプリント分離ガラスの回収技術、即ち、自動車ガラスの2/3~3/4の回収にメドをつけた。

板硝子協会が当時描いていたスキームを図1.3-1に示すが、結局ASRの一部とすることでスタートした経緯がある。

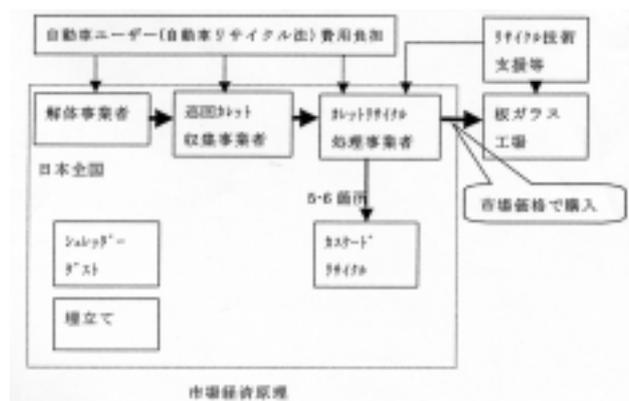


図1.3-1 廃自動車ガラスの回収システム案²⁾

なお、欧州では、ビン市場が日本の数倍の規模で、かつ消費されるカレットが市場で慢性的に不足しているため、廃自動車ガラスの格好の受け皿になっているが、日本の場合は

ビン用カレット市場が飽和しており、市場価格は1～3円/kgと安く、自動車ガラスの受け皿としては期待出来ない。したがって、フロート板ガラス原料に再資源化することが技術開発の目標として設定されている。

(3) 旭硝子(株)での取り組み^{1,2)}

旭硝子では、1996年からフロントガラスに使用される合わせガラスのリサイクル研究を開始し、2001年からNEDOの助成事業における業界代表として200t/dayのプラントによる実証試験を実施している。プリント付きガラスのリサイクルの研究は2001年に開始し、2002年から実証試験に移行した。

しかしながら、プリント付きガラスの場合には、光学センサーや高周波コイルセンサーを設置した黒セラミック付カレットや銀プリント付カレットの分離工程が必要になりコストの上昇を招くので、当面はフロントおよびドアガラスのリサイクルが推進されている。

(4) 自動車メーカーの取り組み

富士重工業、日産自動車、スズキ、いすゞ自動車のART(Automobile shredder residue Recycling promotion Team)4社は、使用済み自動車からのガラスのリサイクルを本格的に開始している。富士重工業が単独で開発していた技術をベースに、4社は2003年4月から車体を破碎する前にガラスを効率良く外す手法を共同で開発し、2003年度は試験的に約80トン(フロントガラス:50トン、ドアガラス:28トン)を回収した。2004年度は処理拠点をツルオカの1ヵ所から3ヵ所に増やし、年間360トンの回収・再資源化を目標としている。回収や運搬、再資源化などにかかわる費用は、当面自動車メーカー4社が負担している。なお、回収窓ガラスのガラス製品化については、旭硝子、日本板硝子、セントラル硝子の各社の協力を得ており、例えば、佐野マルカは旭硝子、ツルオカは日本板硝子、三井物産金属原料はセントラル硝子へそれぞれ回収ガラスを輸送している。

(5) ガラスリサイクルの現状と問題点

板硝子協会は、上述したARTが実施しているリサイクル実証試験をバックアップしている。現在は自動車会社が試験費用を負担しているが、規模が大きくなれば見直される可能性がある。今後、回収ガラスに異物が混入しないような前工程(解体工程)技術の確立、回収システムの構築、が必要と考えている。ただし、フロート法の工場は、関東・東海・近畿・宇部に限られていることから、それ以外の地域ではカレットの運搬費が高くなり、水平リサイクルが困難になると推定される。

自動車ガラスはその殆どが自動車メーカーの組付けラインへの納入であり、タイヤやバッテリーのように交換部品市場を通じた、すなわち回収ルートとして利用可能な発達した製品市場ルートを持たない。したがって、回収のために新たにインフラを整備すると、莫大なコストを必要とするので、利用可能な既存システムの活用を含めたシステム設計と構

築がリサイクル成立の鍵になると考えられる。

1.3.2 プラスチック部品

(1) 自動車に使用されているプラスチックについて

国内の廃車台数が年間 400 万台とすると、約 40 万トンの廃プラスチックが発生する。しかし上述したようにマテリアルリサイクル量は 2.5 万トンに過ぎず、リサイクル率は僅か 6%である。

使用されているプラスチックはポリプロピレン (PP) が最も多く、2001 年には約 5 割に達している。次いでポリ塩化ビニール (PVC) とポリウレタン (PU) がそれぞれ 1 割強を占め、リサイクルし難い熱硬化性樹脂はフェノール樹脂を含め 15%程度と推定される。

最も使用量の多い PP は比重が 0.9 と小さく、機械的強度、耐熱性に優れていることから、自動車メーカーは各社共にプラスチック素材を今後も PP 系に統合する傾向にある。乗用車のバンパーには、タルクを 15%程度複合した高グレードの PP が使用されている。

PVC は化学的に安定で、耐久性、難燃性に優れコストパフォーマンスの良さから、一過性の消費財よりも耐久消費財に主に使用されている。PVC の年間使用量 150 万トンに対して、自動車に使用されている PVC の量は使用量の 6%に相当する約 9 万トン/年で、その内ワイヤーハーネスの被覆材が 50%、防錆用のアンダーコート (自動車下部の塗料) が 30%、その他が 20%と推定され、自動車重量の 1% (15kg/台) を PVC が占めている。

ASR や A プレスに含まれる PVC 量は、精緻な解体によってハーネスを取り除けば取り除く程低下するので、余り問題はないと推察される。

自動車で使用されているプラスチックの中で厄介なのが PU である。PU は自動車では主にポリウレタンフォームとしてシートのクッション材に使用されているが、取り外すと容積が増加して取り扱い難く、A プレスの場合には電炉投入時に絶縁体となって作業に支障を来すことがある。解体時にシートをどう処理するかが今後の課題であるが、シュレッダー前に取り外しているオランダの事例が参考になると思われる (1.4 を参照)。

(2) バンパーのリサイクル

プラスチック部品の中ではバンパーは大物部品 (1 本 2.5~3.5kg) であり、かつ比較的容易に取り外して単一材料に分けることが可能なことから、使用済み自動車部品の中でリサイクル技術開発が最も進んだ分野である。ただし、リユースを除き、廃棄段階での使用済みバンパーの回収はホンダが始めたばかりというのが現状であり、回収される使用済みバンパーは使用段階で発生した交換部品である。

日本の乗用車のバンパーは、ポリプロピレン複合樹脂にボディ色の塗装がなされているのが一般的で、樹脂消費量は年間約 10 万トンである。

代表的な自動車メーカートヨタ、ホンダ、日産の取り組みについて調査したが、現在実

施されている交換部品のリサイクルでは、全量が回収されたとしても7千トン程度に過ぎず、廃自動車からのバンパーのリサイクルの進捗が望まれる。

(3) プラスチックリサイクルの問題点

自動車メーカーとしては燃費を下げるのが最大の課題であり、そのためにプラスチックを積極的に使用する場合もあり、プラスチックの廃棄問題と裏腹な課題を抱えていることも少なくない。

自動車メーカーは各社共にプラスチック部品のリサイクルを容易にするため、素材識別記号を表示しているが、自動車部品の中で最も綺麗で（油等で汚れていない）かつまとまって量が出るバンパーですら、バンパーtoバンパーのリサイクルが困難なためか、廃自動車からのバンパーは殆ど回収されていないのが現状である。高価なバンパー用PPが水平リサイクルされない理由は、塗膜などが残存しているとリサイクル材製品の伸びや衝撃値が低下するためであるが、この点を克服するため三菱エンジニアリングプラスチックによって「剥離技術」が開発され、今後の展開が期待される。³⁾

プラスチックは材料が多種多様であり、それらを分別してマテリアルリサイクルを行うことは、日本国内では経済的に成立しない場合が多い。ただし、人件費が安価な海外においてマテリアルリサイクルが成立するのであれば、国内でのサーマルリサイクルよりも海外でのマテリアルリサイクルの方が、資源の有効活用に寄与することは疑いなく、少なくともバンパーのような取り外しが容易で高価な単一素材は、積極的にマテリアルリサイクルすべきと考える。

1.3.3 リサイクル性向上のための自動車メーカーの取り組み

リサイクル率95%を達成しかつ純度の高い鉄スクラップを供給するには、これまで述べてきた解体業者などによる川下における処理技術の高度化のみでは容易ではなく、川上での対策、即ち、自動車メーカーの取り組みが必須である。

自動車の環境負荷をライフサイクルの段階毎にみるとその80%以上が使用中（走行中）のため、自動車メーカーは軽量化のためにプラスチックの使用量を増やしたり、安全性の確保のために（部材が分離しないとの意味での）壊れ難い構造を採用するなど、低燃費化・安全性向上と解体・リサイクル性の向上との間にはトレードオフの関係が生じる場合がある。しかし、解体・リサイクル性の向上に向けた素材の選定および構造の変更などは自動車メーカーでなければ対応が不可能であり、今後解体やリサイクルのし難い使用済み自動車ではリサイクル料金が高くなり、それが新車の売行きにも影響する可能性があることから、現在各社は解体の容易な車体の開発を競っている。

今回調査ではトヨタ（ラウム）、ホンダ（オデッセイ）、日産について、易解体設計の取り組みをまとめた。解体性向上ではバンパー、インストルメントパネル、ワイヤーハーネス関連が多く、リサイクルに配慮した材料ではPP系への材料統合化、が各社共通してい

る。

<引用文献>

- 1) 奥村、工藤；リサイクル「自動車用ガラスのリサイクル技術と課題」：NEW GLASS,16(2),p.38(2001)
- 2) 平成 12 年度循環型社会構築促進技術実用化開発費助成事業：廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発
(平成 14 年 4 月) 旭硝子株式会社
- 3) 西田、丸山；マテリアルリサイクル 新剥離技術によるオリジナル原料へのリサイクル事業 : プラスチックエージ , 2003 年臨時増刊号 , p.93

1.4 欧州での取り組み状況

1.4.1 EUの廃自動車リサイクル法制

(1) 経緯

EUは1990年代前半に廃自動車問題を廃棄物処理の優先事項と認め、1997年に廃自動車の環境への影響を最小限にするためのEU指令の原案を策定した。

2000年5月に指令案がEU議会で可決され、同年10月21日に公布された。

この指令は2002年4月21日までに加盟国の国内法を策定するよう義務づけていた。しかし、この指令では廃自動車の回収・リサイクル費用の全額またはほとんどを生産者に負担させる規定になっており、コスト負担をめぐる議論のため、期限に間に合った国はなかった。

その後、過去の法令を見直したスウェーデンやオランダをはじめ、ドイツ、デンマーク、オーストリア、スペインなどで法令化が行われたが、2004年10月時点でも法整備行われていない加盟国がある。

(2) 指令制定の背景および概要

EUでは1年間に8~9百万トンの廃棄物が廃自動車から発生するといわれているが、その発生廃棄物の適切な処理、廃自動車による環境とエネルギーへの影響のミニマム化及び廃自動車処理の円滑な運営と共同体における競争の確保を目的としてこの指令は制定された。

その目的達成の手段として、リサイクル(日本で言う、「サーマルリサイクル」は含まれない)とリカバリー(「サーマルリサイクル」を含む)に適した車の設計、収集および処理施設に関する必要条件の設定、リユース、リサイクルおよびリカバリーに関する目標を達成するための共同体全域にわたる枠組みの設定を行うこととした。また、廃棄物の抑制のためにリユースおよびリカバリーを行うが、その中でもリユースおよびリサイクルが優先されるとの考え方を明確にした。

費用負担については、最終保有者または所有者が許可された処理施設に廃自動車を無償で引き渡すために、回収および処理の実施費用のすべてまたはそのかなりの部分を生産者が負担することと規定している。

さらに、有害物質の環境への放出の防止、有害廃棄物を処分に回さないための車の設計段階からの未然防止措置、自動車体・部品の鉛・水銀・カドミウムおよび六価クロム等の有害物質の削減と抑制、廃自動車からのすべてのプラスチックのリサイクル、車の設計段階からの廃自動車およびその部品の解体効率・リユース性およびリサイクル性向上対策の折り込み、適切な収集システムの設立、廃棄証明書の導入、保管および処理作業に関する要件の規定、定量的な目標値の設定、廃自動車に関する共同体全域のデータの整備などが盛り込まれた。

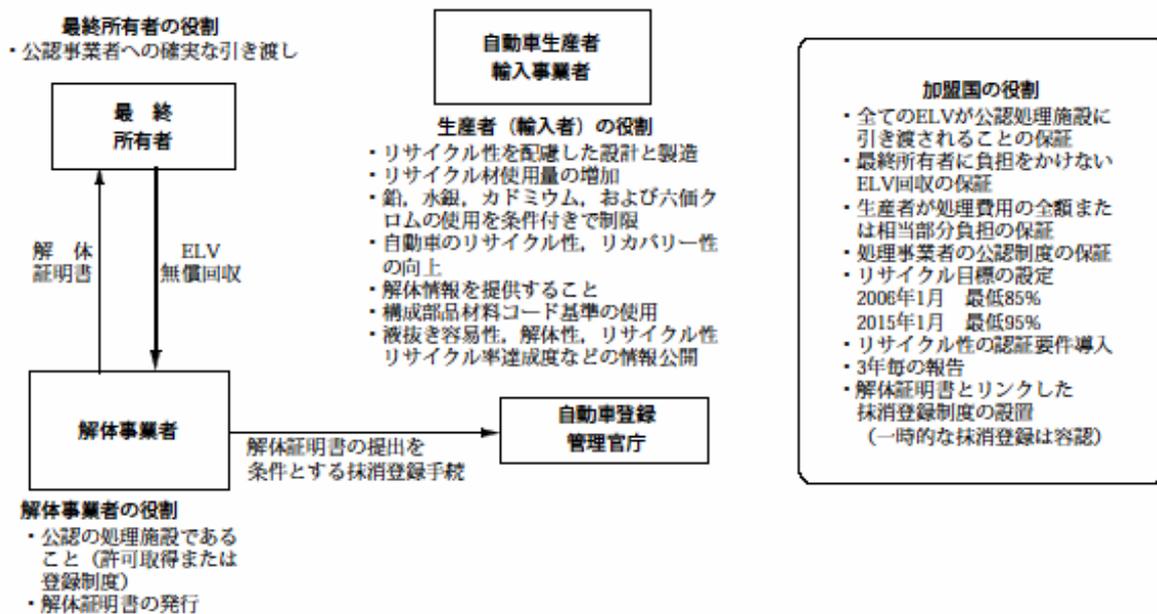


図 1. 4 - 1 EU 指令が求める使用済み自動車リサイクルシステムと関係者の役割

出所：産業構造審議会第 16 回 自動車リサイクル小委員会配付資料

1. 4. 2 オランダ

(1) EU 廃自動車リサイクル指令以前

オランダでは 1990 年代の初頭に主だった自動車関連組織が自主的に廃自動車の受入と処理とそれに係わる費用について責任を持って取り組むようになった。この取組の目標は 2000 年までに廃自動車総重量の 86 重量%の素材をリユースすることであった。この費用を賄うためにオランダの全ての乗用車・商用車製造メーカーと輸入業者が自主的に disposal contribution を支払うこととした。この取組を実行するための組織として ARN (Auto Recycling Nederland BV) が設立された。ARN は有限会社として 1993 年に設立され、1995 年 1 月に業務を開始した。ARN の株式は自動車産業会 (RAI) が母体となっている The Auto & Recycling Foundation が 100%保有している。The Auto & Recycling Foundation の構成員は自動車産業である。

この取組の結果、1997 年にはオランダの廃自動車の 90%が ARN と契約している解体業者によって処理された。

(2) EU 廃自動車リサイクル指令への対応

EU の廃自動車指令は 2000 年 10 月に公表されたが、オランダでは 2002 年 7 月に the Management of End-of-Vehicles Decree (Bba) として成立した。

EU の廃自動車指令の最も重要な点は以下の通りである。

- ・ 2006 年以降廃自動車の少なくとも 85%がリサイクルされること。そのうち、少なくとも 80%がリユースされ、5%以下が焼却によりエネルギー回収されること。

2015 年までに、リサイクル率は 95%となり、エネルギー回収のための焼却に回される量が max10%であること。

・廃自動車の最終所有者がコスト負担なしに承認されたりサイクル業者に廃自動車を引き渡すこと。

・自動車の製造業者が廃自動車の回収・輸送コストの全部またはほとんどを負担すること。

EU 指令の目的は廃自動車から発生する年間 8 ～ 9 百万トンの廃棄物をリサイクルすることにある。

オランダの the Management of End-of-Vehicles Decree (Bba) は以下の点で EU の指令との重要な違いがある。

- ・ EU 指令では 2006 年からとなっているリサイクル比率を 2003 年 1 月 1 日からとする。
- ・ EU 指令では 2015 年までとされている基準を 2007 年までに達成する。

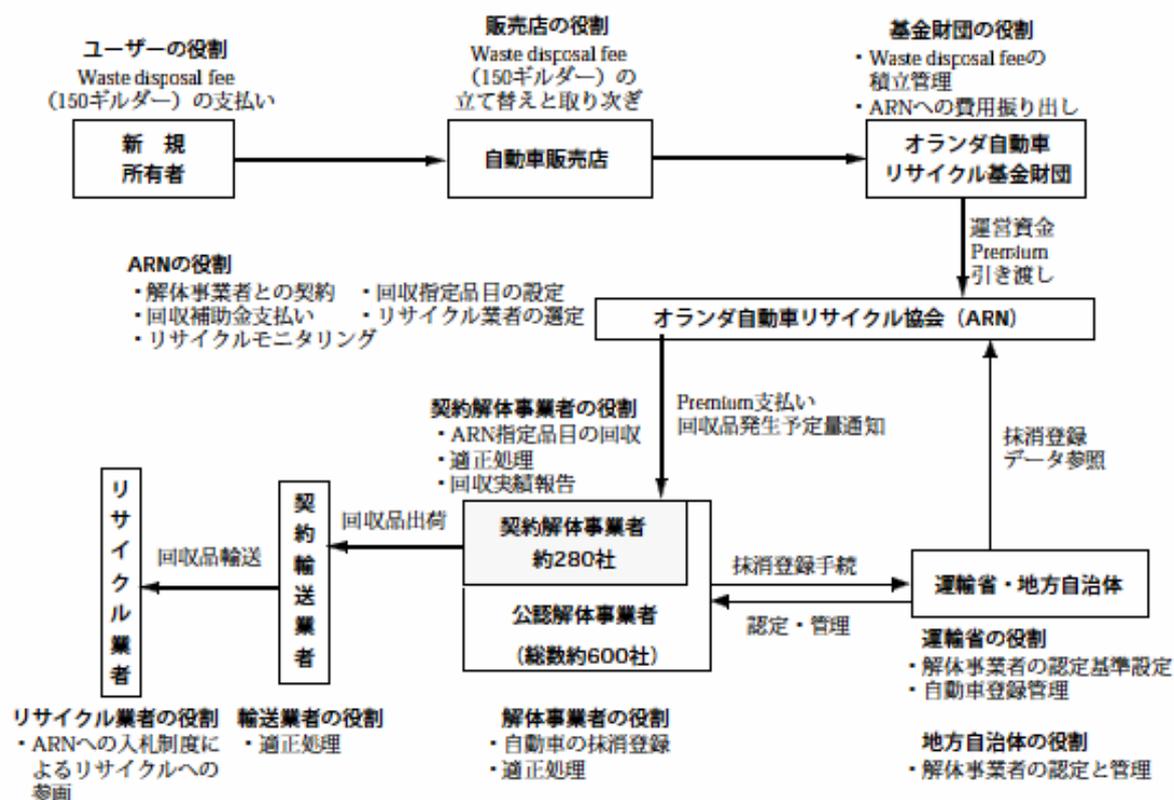


図 1 . 4 - 2 オランダの使用済み自動車リサイクルシステムと関係者の役割

出所：第 16 回 自動車リサイクル小委員会配付資料

(注)150 ギルダーは 45 ユロとなっている。

(3) 廃自動車リサイクルの現状

オランダでは約 30 万台の自動車が毎年廃棄されている。

ARN は解体業者と契約を結び、また収集業者と協力して解体された素材を契約したり

サイクル業者に輸送している。解体ガラは承認されたオランダ及び海外のシュレッダー業者に持ち込まれる。The Auto & Recycling Foundation はリサイクルが経済的に成り立つように奨励金を支払っている。このようにして、2003 年の ARN のリサイクル率は 85 重量%を達成した。

オランダの廃自動車リサイクルシステムは廃棄物排出料金の課徴金(the levy of a waste disposal fee)によって運営されている。この課徴金は総重量が 3,500kg 以下の四輪車が最初に登録された時に徴収される。2003 年のこの課徴金は 1 台当たり 45 ユロであったが、2004 年 1 月 1 日から 2006 年 12 月 31 日までの 3 年間も据え置きとなっている。この課徴金によって、解体、収集、処理の全費用が賄われているが、その金額は 2002 年で 26.7 百万ユーロ、2003 年では 29 百万ユーロとなった。

ARN が契約している解体業者によって解体された廃自動車は 2003 年に 272,742 台であった。これはオランダで発生する廃自動車全体 (306,901 台) の 89%に当たる。これらの廃自動車の平均使用年数は 2002 年の 14.6 年から 2003 年には 14.9 年に上昇した。

一方、中古自動車の輸出も 2002 年の約 151 千台から 2003 年には 166 千台と増加した。これらは主にブルガリア、ベラルーシ、ハンガリーなどの東欧諸国向けである。

表 1 . 4 - 1 ARN 自動車リサイクル実績

	2002					2003				
	重量 (kg)	構成比 (%)	マテリアルリサイクル率 (%)	サーマルリサイクル率 (%)	廃棄率 (%)	重量 (kg)	構成比 (%)	マテリアルリサイクル率 (%)	サーマルリサイクル率 (%)	廃棄率 (%)
金属重量 (算定)	686.9	75.0%	75.0%			683.3	75.0%	75.0%		
マテリアルリサイクル	85.0	9.3%	9.3%			84.9	9.3%	9.3%		
サーマルリサイクル	15.6	1.7%		1.7%		15.6	1.7%		1.7%	
リサイクル計	787.5	86.0%	84.3%	1.7%		783.8	86.0%	84.3%	1.7%	
残渣	128.4	14.0%			14.0%	127.3	14.0%			14.0%
標準廃自動車重量	915.9	100.0%	84.3%	1.7%	14.0%	911.1	100.0%	84.3%	1.7%	14.0%

出所：ARN 2003 Environmental Report

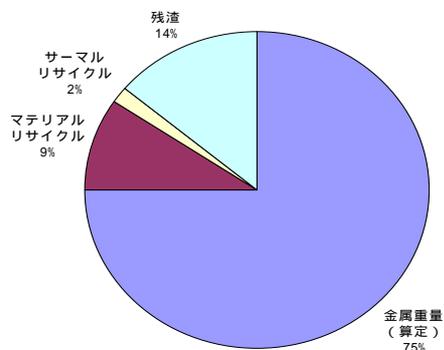


図 1 . 4 - 3 ARN2003 年自動車リサイクル実績 (構成比)

1.4.3 ドイツ

(1) 法整備の状況

1) 廃自動車規制法の経緯

1998年4月1日、廃自動車リサイクル令が施行され、同時に「ドイツ自動車工業会」を中心とする自動車関連業界16団体による自主的リサイクルが開始された。

この内容は、廃自動車のリサイクル率を2002年までに最低85重量%、2015年に最低95重量%とすることを目標とし、後に公布されるEUの廃自動車指令にある無償引取は含まれていなかった。

以降、ドイツ自動車工業会(VDA)によって、指定引取場所約8千カ所、指定リサイクル工場1千カ所、承認されたシュレッダー工場が約70カ所が整備され、廃自動車リサイクルが行われてきた。

しかし、2002年10月にEU廃自動車指令が公表されたのに対応してドイツも国内法の制定をする必要があり、2002年7月1日に「廃自動車処理に関する法律(Ordinance on the Transfer, Collection and Environmentally Sound Disposal of End-of-life Vehicles (End-of-life Vehicle Ordinance))」が施行された。これに伴って、それまで実施されていた産業界の自主的リサイクルは廃止された。

この法制化によって廃自動車の無償引取と処理が行われることとなり、自動車メーカーと輸入業者が引当金処理によって資金を提供することとなった。

2) ドイツ廃自動車処理に関する法律(以下廃自動車法)の概要

この法律の重要な点は

1. 自動車製造メーカーは廃自動車の最終保有者から全ての廃車を無料で引取を行う(2007年以降)。
2. 自動車メーカーは指定引取場所と指定解体工場を整備する。(既に自主リサイクル時整備済み)
3. 廃自動車は承認を受けた施設、収集場所、解体工場に持ち込む。
4. 解体後の廃自動車は承認を受けたシュレッダー業者に持ち込む。
5. 2006年1月1日にはリユースとリカバリー(サーマルリサイクルを含む)を合わせた比率は最低85%とし、素材のリユース、リサイクル(サーマルリサイクルを含まず)比率は最低80%とする。
6. 2015年1月1日にはリユースとリカバリーを合わせた比率は最低95%とし、素材のリユース、リサイクル比率は最低85%とする。
7. 2003年7月1日以降、自動車本体及び部品には有害物質(鉛、水銀、カドミウム、六価クロム)を使用しない。

などである。

表 1 . 4 - 2 廃自動車法の主な内容

項目	内容
自動車ユーザーの役割	<ul style="list-style-type: none"> ・廃車にする場合は認定業者（解体業者、廃車引取業者）に引き渡す ・廃車手続きの際は、認定解体業者が発行する「リサイクル証明書」を提出する ・認定業者への引渡しを怠った場合、最高 10 万マルクの罰金が課せられる
廃車引取業者の役割	<ul style="list-style-type: none"> ・規定の環境基準を満たし、認定を受ける ・最終ユーザーから廃車を引き取り、認定解体業者に引き渡す ・解体等の処理はできない ・認定解体業者からの委託を受けることで、「リサイクル証明書」を発行できる
解体業者の役割	<ul style="list-style-type: none"> ・規定の環境基準を満たし、認定を受ける ・解体済車両を認定シュレッダー業者に引き渡す ・「リサイクル証明書」を発行する
シュレッダー業者の役割	<ul style="list-style-type: none"> ・規定の環境基準を満たし、認定を受ける ・リサイクルできない廃棄物量を 2002 年までに 15%以下に、また、2015 年までに 5%以下にする
認定制度	<ul style="list-style-type: none"> ・廃車引取業者（自動車修理工場の場合を除く）、解体業者、シュレッダー業者の認定は、資格を持った監査人が行う ・廃車引取業者が自動車修理工場の場合は、自動車修理業組合が認定を行う
廃車の輸出	<p>廃車や解体済車両を海外に輸出する場合も本政令が適用される。従って海外の解体業者が発行するリサイクル証明書がないと登録抹消手続きができない。また、これらの解体業者も認定と取得した業者でなければならない</p>

（出典）循環型社会ハンドブック（有斐閣）

（ 2 ）自動車解体業及びマテリアルリサイクルの実情

1) 自動車解体業

ドイツ国内の自動車解体業者は、1998 年廃自動車リサイクル令（旧法）の施行以前では約 5,000 社あったが、厳しい法整備と東欧などへ中古車としての流出により、現在では約 1,000 社程度にまで減少している。この環境下、解体業者各社は廃車や事故車を全欧州並びにアフリカ地域等から広範に原料を確保するとともに、取り外した部品を広範囲に販売するルート作りを懸命に取り組んでいる。

使用済み自動車（ELV）の取引価格については、現在（2002 年）逆有償で平均 55 ユロ/台であるが、2007 年以降の予測では、86 ユロ/台となる見込みである。これは、現状廃自動車法で定められてはいるが実施猶予となっている、ガラスと大型プラスチック部品のシュレッダー前の除去及びリサイクルが、完全施行されることにより、これらのコストが追加されると見られるからである。

表 1 . 4 - 3 主なEU各国のELV平均取引価格（逆有償 1-0/台）

	現在(2002年)	2007年予測
ドイツ	5.5	8.6
オランダ	7.5	7.6
デンマーク	10.0	13.1
フランス	0	2.5
イタリア	4.0	6.3
スペイン	-5.0	-2.9
スウェーデン	0	2.9
イギリス	4.0	6.5

<解体工程の特徴>

（視察先：MAAG社、BREITMOSER社、SEIK社）

基本的な解体工程は日本国内とほぼ同様であるが、ドイツの場合全てシュレッダー処理であり、全部利用（Aプレス）は行われないため、ハーネス類の除去は行われていない（ハーネスが剥き出し状態でもそのままプレスされている）。

また「液抜き」作業については、リサイクル率向上及び土壌汚染防止のため丁寧に実施されており、車上部から各液体の種類毎に液抜きポンプにより抽出され、それぞれの専用タンクに保管、リサイクル業者に引き渡される。この液抜き作業には30分/台程度を要している。

液抜き後は、エンジンや中古として利用可能な部品を取り外し、整備後中古部品倉庫に保管、販売し、また廃車ガラは自社内設置もしくは移動プレス機でプレスされ、シュレッダー業者に引き渡される（日本と同様）。

なお2007年のガラス及び大型プラスチック部品のリサイクル化に向け、フロントガラスの除去作業も試行しているが、フロントガラスの場合ワイヤーロープをほぐしたもの（1本）をのこぎり代わりに使用しているため、カットに約10分の時間を要しており、日本国内の先進事業者のような特殊工具の使用は見受けられなかった。



屋外ヤード



解体作業場

写真 1 . 4 - 1 MAAG社（自動車解体業）

2) ガラスリサイクル(視察先: RWE Umwelt Rohstoff 社)

自動車用板ガラスのリサイクル処理を行っている事業所はドイツ国内に13事業所あるが、その受入れは現状ほとんどが自動車修理業者からのものであり、使用済み自動車からのものは、ほとんど処理されていない。これは処理費が10~30ユーロ/tと高額であり、経済的に見合わないことによるものである。

リサイクル処理の主な工程については、フロントガラスの場合、粗破碎・中間膜除去の後、選別・破碎・分級ラインを経て、カレットとして出荷される。

このカレットの用途は、ガラス容器(ビン)や絶縁材として再生されているが、板ガラスへの再生は行われていない(日本国内ではガラス容器の需要が少なく、この原料としてのリサイクルを見込むことは難しいと思われる)。

3) プラスチックリサイクル(視察先: Grannex Recycling Technik 社)

自動車用プラスチック部品のリサイクル処理を行っている事業所はドイツ国内に3事業所あるが、内2社は自動車以外からのものを主に処理しており、1社(Grannex Recycling Technik 社)が主に自動車部品の処理を行っている。

Grannex Recycling Technik 社は、処理量3,000t/年、従業員数18名(内オフィス3名)。自動車のバンパー、ホイールカバー、グリルを主に処理しており、他にボトルキャップ、フィルムケース等も処理している。

処理工程は以下ようになっており、国内化学工業向け(パイプ製造等)の原料(粉)を製造している。

(原料) 粗破碎 磁選 (中間製品)、(中間製品) 破碎 サイクロン分級 (製品)

受入先は、オランダのELVリサイクルネットワークであるARNと、ドイツ国内全域の自動車修理工場(解体工場からはほとんど無し)で、ほぼ半々となっている。但し国内南部地域については現地子会社が粗破碎したものを受け入れている。

なお受入原料に対する処理費用は、有償になったり逆有償になったりその時々状況によることである。

第2章 使用済み自動車解体試験

代表的な大衆車であるトヨタ・スプリンター（カローラ相当）について、解体および溶解試験を実施した。車種選定にあたって H16年5月～10月間における協力事業所の解体取扱い上位車種であること 昨年調査車種と継続性あること の2点を考慮した。

2.1 調査結果

調査結果の全体を図2.1-1に示す。

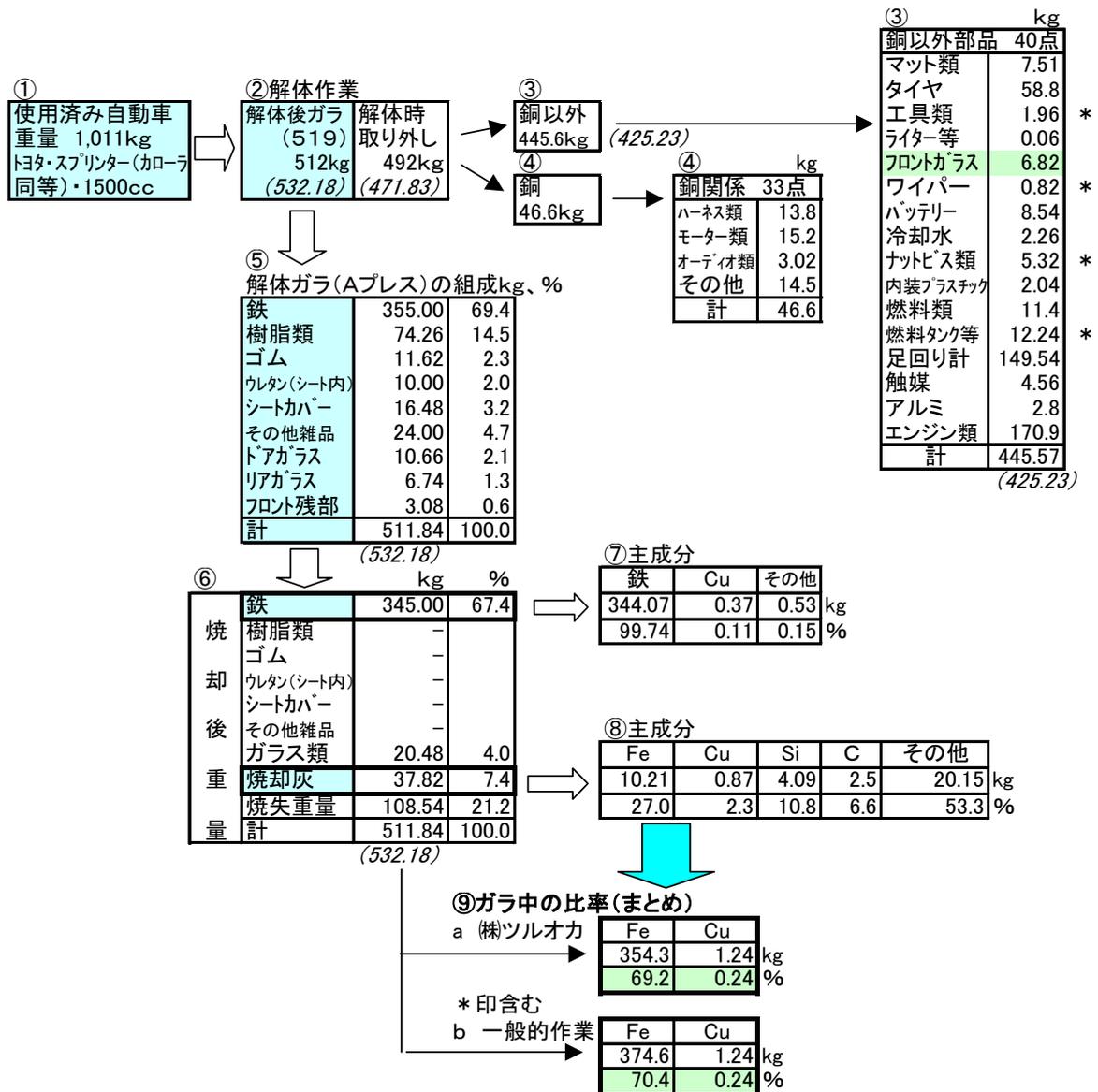


図2.1-1 使用済み自動車の解体・溶解試験結果

解体段階での銅取り外し点数 33 点 46.6kg の内訳は、表 2 . 1 - 1 である。

(株)ツルオカでは、手作業とニブラの併用によって“精緻な解体”を実施しているが、抜き取り作業の難易度により使い分けを行なっている。Cu を 0.3%以下にするためにはハーネス類の抜き取りが必須だが、ダッシュボードハーネス以外は手作業に頼らざるを得ない。その他ドアモーターやワイパーモーターなどの小さなものも手作業で行っている。

表 2 . 1 - 1 銅関係取り外し部材の内訳

	回収時間 延べ分	回収重量 kg	取り外した部材	重量 kg	取り外し方法 %	
					人手	ニブラ
ハーネス類	22.4	13.83	フロアハーネス	1.38	80	20
			トランク内ハーネス	0.44	100	0
			ドアハーネス	1.26	100	0
			Rトレイハーネス	0.03	100	0
			ダッシュボードハーネス	6.50	0	100
			E/Gハーネス	2.06	70	30
			E/Gルームハーネス	2.16	70	30
モーター類	7.1	15.19	ドアモーター	3.80	100	0
			ワイパーモーター	1.31	100	0
			ラジエーターファン	1.40	0	100
			フロアモーター	1.28	0	100
			ダイナモセルモーター	7.40	100	0
オーディオ類	4.5	3.02	ステレオ・スピーカー3点	3.02	100	0
その他	9.0	14.52	ドアスイッチ	0.22	100	0
			CPU	0.56	80	20
			ホーン	0.42	100	0
			ヒューズボックス	1.34	100	0
			イグニッションコイル	0.00	100	0
			ラジエーター	3.30	0	100
			A/Cコンデンサー	4.76	0	100
			メーター	1.00	0	100
			エバポレータ	2.14	0	100
			ヒータコア	0.78	0	100
合計	42.9	46.56		46.56		

解体時に部材を取り除いた残りが解体後のガラであり、プレスした後Aプレスとして流通する「全部利用」製品である。(株)ツルオカ作業の場合その組成は鉄 69.4%、樹脂類(ドア内張り、ホイールキャップ、バンパーなど) 14.5%、ゴム 2.3%、ウレタン(シート内クッション) 2%、シートカバー3.2%、その他混合材(ニブラ作業時のゴミ類) 4.7%、ドアガラス 2.1%、リアガラス 1.3%、フロントガラス切断残部 0.6%である。まとめると鉄 69.4%、樹脂系 19.7%、ガラス 4.0%、ゴム 2.3%、その他ごみ類 4.7%となる。もしフロントガラスの切り取りが解体時に行われていなければ、ガラス重量は 27.3kg となりガラス 4%は 5%にウェイトが上がる。

次に実際に溶解して組成や成分分析を行った。小規模な炉のため全体を3つに分割した。その結果、焼却後の鉄量は 345kg、焼却灰は 37.82kg、ガラスは 20.48kg であり焼失重量

は 108.54kg であった。鉄 345kg と焼却灰 37.82kg について成分分析を行った。

表 2 . 1 - 2 はその分析結果である。各元素のうちフッ素は確認出来なかった。

解体ガラ計の鉄分は 354.3kg (ツルオカ作業・解体ガラ 511.84kg 中 69.2%)、銅 1.24kg (同 0.24%) と計測された。また、解体時 * 印 4 点を取り除かない通常作業では、鉄 374.6kg (70.4%)、Cu は同様に 1.24kg (0.24%) である。

表 2 . 1 - 2 溶湯及び焼却灰分析結果

溶湯成分						焼却灰成分					
No	項目	元湯%	元湯重量	ガラ添加%	添加後重量	ガラ重量	No	項目	mg/Kg	%	焼却灰重量
1	炭素(C)	3.8600	35.512	2.9200	36.938	1.426	1	鉛(Pb)	860		0.033
2	珪素(Si)	1.8000	16.560	1.1500	14.548	-2.013	2	水銀(Hg)	<0.05		0.000
3	マンガン(Mn)	0.2600	2.392	0.2100	2.657	0.265	3	カドミウム(Cd)	<5		0.000
4	クロム(Cr)	0.0390	0.359	0.0620	0.784	0.426	4	クロム(Cr)	<100		0.004
5	ニッケル(Ni)	<0.001	0.009	<0.001	0.013	0.003	5	フッ素(F)	170		0.006
6	銅(Cu)	0.0130	0.120	0.0390	0.493	0.374	6	アルミニウム(Al)		2.6	0.983
7	アルミニウム(Al)	0.0046	0.042	0.0007	0.009	-0.033	7	亜鉛(Zn)		1.1	0.416
8	鉛(Pb)	<0.001	0.009	<0.001	0.013	0.003	8	銅(Cu)		2.3	0.870
9	スズ(Sn)	0.0020	0.018	0.0010	0.013	-0.006	9	スズ(Sn)	680		0.026
10	亜鉛(Zn)	0.0020	0.018	0.0390	0.493	0.475	10	炭素(C)		6.6	2.496
11	カドミウム(Cd)	<0.001	0.009	<0.001	0.013	0.003	11	珪素(Si)		10.8	4.085
12	水銀(Hg)	<0.001	0.009	<0.001	0.013	0.003	12	ニッケル(Ni)	3,610		0.137
13	鉄(Fe)	94.0154	864.942	95.5743	1,209.015	344.073	13	マンガン(Mn)	1,510		0.057
							14	鉄(Fe)		27.0	10.211
							15	酸素(O) << 予想 >>	387,711		14.663
	TOTAL		920.000		1,265.000	345.000	TOTAL				33.987
	溶解重量		920.000		1,265.000	345.000	焼却灰重量				37.820

注；元湯%及びガラ添加%は、テストピース中におけるそれぞれの元素の含有率である。

2 . 2 結論

車全体を解体し「全部利用」製品の Cu 値などの元素を鉄部分と焼却灰に分けて把握した。その結果、昨年提案した銅濃度 0.3% 以下をクリアし、かつ Fe 構成は通常作業で 70.4% を確保していることが確認できた。この Fe 70.4% は、今まで述べてきた解体工程の結果であり、フェンダー、ボンネット、トランクなどは取り外さないことが前提 (A プレスに含むことが必須) となる。

第3章 除去部品等をリサイクルするための最適解体システム等の検討・提案

3.1 効率的な解体システムやリサイクルネットワーク構築のための課題と方策

3.1.1 解体及び流通に対する提案

(1) 前提となる課題

現在および今後約10年の間に発生してくる使用済み自動車は、解体効率性があまり考慮されていない古いタイプであり、現状の解体難度が続くことを前提として対策を考慮しなければならない。リサイクル性を向上させるには、発生してくる使用済み自動車に対し考えられる英知をつくして解体を実施して行くことになる。つまり解体の仕方如何がリサイクル性につながることになる。

(2) 解体効率を向上させる意味

Cu0.3%以下とする精緻な解体に要する作業時間、作業コストは、解体方法が 全て手解体 手解体と重機(ニブラ) 重機(ニブラ)主体 により相違があり、またその事業所の規模や担当する要員の経験年数、扱う車種と装備差などでも異なる。このような多様性ある作業内容とコストに対し、ドイツやオランダの引き取り価格(2002年時点ドイツ55ユーロ/台、オランダ75ユーロ/台)と比較すると国際的にみても低い。また、ASR(シュレッターダスト)処理費用の負担から開放された破砕業者と全部再資源化業者との使用済み自動車の争奪戦も激しくなり、全部再資源化業者の健全な事業存続を危うくしかねない。

このような状況をみるとまずは、自動車メーカーが率先して従来自動車の情報開示に努め、状況改善の手助けをする必要がある。また、今後の問題としては、設計段階で解体容易性を担保した自動車を作り使用済み自動車の解体効率を保證することが、この自動車リサイクル循環を維持していく上で重要なポイントとなるのではないかと考えられる。

(3) 循環型経済社会を意識した展開

今やわが国は、資源の有効活用に端を発する循環型経済社会に移行しており、リユース、リサイクル、リデュースの3R対策を促進することが求められている。使用済み自動車においても認識を新たにしてさらなる取り組みを強化していくべきである。

ガラスについて

先進事例でみるように、フロントガラス、ドアガラス、リアガラスの3種類のうち、フロントガラスとドアガラスでマテリアルリサイクルの実現性が高く、これらを合わせると重量比50%以上の削減に繋がる。フロントガラスは、板ガラスメーカーでのガラス to ガラスのリサイクルが技術的に可能となってきている。問題は分別・除去やその処理費用と輸送費である。

樹脂類について

手解体を実施している事業所では、素材メーカー（リサイクル事業者）の要望に応じた分別・除去が可能となっている。しかし小規模な事業所が多く、除去後の樹脂類の量が少なく輸送ロットにまとまらないことが考えられる。また輸送効率の面から分別・除去した樹脂類をコンパクトに加工処理するため、地域ごとに集荷・処理拠点を設けることも必要になるだろう。実施に当たっては、例えばバンパー、ホイールキャップ、グリル、コンソールボックスなどの取り易い部材に加え、インストルメントパネルの一体化が実現すれば少なくとも重量比 50%以上の削減が可能となろう。しかし、回収後のマテリアルリサイクルは経済的問題が大きいと、国内のみならず海外まで視野に入れた方が、国内でのサーマルリサイクルより資源の有効利用に資すると考えられる。

（４）流通に対する提案

リサイクルを円滑に実施する上で、物流の果たす役割は大きい。使用済み自動車についても拠点を決め、回収方法や品質保証を図り、素材メーカーへの輸送効率を図る必要がある。この場合、既に自動車メーカーが行っている使用済みバンパーの回収拠点など既存体系を使う 新規に集荷個所を考えるの 2 つがあるが、まず既存体系にどのようなものがありそこに加えられるかどうかを検討すべきである。

3. 1. 2 樹脂類、ガラスの分別・除去処理に対するインセンティブ確保の方策

（１）マテリアルリサイクルに関連する各事業体の関わり方

第 1 章 1. 1 のアンケート結果で示したように、現在の A プレスは、普通鋼電炉メーカーの 70%弱で、平均 2~3%の配合比率で使用されている。しかし、この A プレスに対する電炉メーカーの満足度は必ずしも高くはない。現在の使用レベルを維持し、あるいは高めていくためには、A プレスの C u レベルを確実に 0.3%以下とし、F e 分も 70%以上を確保することは最低条件である。そして更に、今後は A プレスの約 30%を占めるいわゆる A S R 部分の除去が出来るかどうか大きな課題となってくる。

全部再資源化工程に負荷を課して A S R 部分の分別・処理を実施するには、そのための財源と動機付けをどこに求めるかである。解体業者が手間ひまを掛けて樹脂類やガラスを分別・処理することで、A プレスの付加価値は確実に上がり、ユーザーである電炉メーカー等からは喜ばれることになる。また、中間処理のプレス工程でも、三方プレス機の圧縮プレート部の磨耗が減り、プレスもしやすくなるメリットが生ずるはずである。それらの結果は、プレス業者や電炉メーカーでのこの A S R 削減 A プレスに対する評価の改善につながり、更には、電炉メーカーでの配合率の増加も期待できるだろう。ユーザー満足度を高め、使用量が増えることは、結局全部再資源化業者の操業度に跳ね返ってくるはずである。

自動車リサイクル法の 31 条スキームでは、A プレスの全部利用はあくまでも鉄のリサイクルの観点に重点が置かれていて、A プレスの 30%を占める ASR 部分は電気炉内でその一

部が炭素代替として活用されるものの施設活用率的には必ずしも効率の良い方法ではない。それが、このA S R部分の何割かでもマテリアルリサイクルされれば、貴重なエネルギー資源の節約につながるだけでなく、電炉操業面でも付加価値の高いA プレス使用によるエネルギー効率の改善をもたらすことになり、更に電炉配合増により、結果的には破碎工程でのA S Rの発生抑制にまで及んでいくことになる。

分別・除去を担当する解体事業者、その結果付加価値が高まったA プレスを全部利用する電炉メーカー等、更に樹脂類やガラスを自動車の部材に使用し、そのライフサイクルを終えたものを拡大生産者責任の立場で素材リサイクルに理解を示す自動車メーカーや樹脂・ガラスメーカー等、関連事業者の総合的な協力がなければこの仕組みは成り立たない問題である。

(2) 分別・除去・回収等の費用を担保する財源問題

費用を必要とするのは分別・除去及びその処理をする解体業者であるが、付加価値が高まったA プレスを利用する電炉メーカー等が付加価値増分による評価増をすることと、解体業者によるA S R分の除去作業をA S Rの再資源化処理見合いでリサイクル料金の再評価充当等で担保されれば、財源の一部が捻出できる可能性があると考えられる。

分別、除去、処理された樹脂類やガラスも資源として付加価値が上がることで、その回収からマテリアルリサイクルまでの流通に係わる費用は、この付加価値増と法的な保障(「指定回収物品」への追加)で賄える仕組みを作ることが必要となる。

(3) A プレス構成要素とA S R部分除去による付加価値アップのイメージ

「自動車リサイクルにかかわる処理技術等の調査」¹⁾に示された基準A プレスはCu ; 0.3%、Fe ; 70%。現在この基準をベースに、コンソーシアム契約がすすめられている。この基準A プレスの代表的な構成は「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報告書」²⁾に示されているものと、本報告書の第 2 章に示したツルオカの精緻な解体結果を表 3 . 1 - 1 に示す。

表 3 . 1 - 1 自動車リサイクル発生品の成分想定とツルオカの解体結果

	車の構成		廃車ガラ				廃車ガラ	
	解体前		一次解体後		A プレス		ツルオカ A プレス	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
鉄	827	69.5	549	71.2	350	70.0	355.0	69.4
銅	18	1.5	17	2.2	1.5	0.3	1.2	0.24
樹脂類	102	8.5	93	12.1	59	11.8	84.3	16.5
ガラス	37	3.1	36	4.7	36	7.2	20.5	4.0
非鉄金属	87	7.2	15.5	2.1	8.5	1.7	その他へ	-
その他	119	10.2	60.5	7.7	45	9.0	50.2	9.8
合計	1,190	100	771	100	500	100	511.2	100

ツルオカの解体結果は、ガラスの一部が除去されていて構成比率がやや低くなっている。また、一般の解体業者より除去・回収部品が多いことで、鉄及び非鉄金属の構成要素もやや低い傾向にある。一方、「自動車リサイクル製品の成分想定」の基準Aプレスの数値は、ツルオカの解体結果と比べて樹脂類の構成比率がやや低いように思われるが、ここではこの基準Aプレスの構成比を元にAプレスの付加価値増のイメージを見てみたい(表3.1-2)。

樹脂類やガラスが、どの程度マテリアルリサイクルが可能かは現時点で設定できないので、とりあえずここでは、表3.1-1のAプレスの樹脂類とガラスとともに50%づつ除去・回収された場合を想定して検討してみる。

樹脂類とガラスを50%除去したときのASR削減Aプレスの構成要素は表3.1-2に示すようになる。

表3.1-2
ASR削減Aプレス

	ASR削減プレス	
	kg	%
鉄	350	77.4
銅	1.5	0.3
樹脂類	29.5	6.5
ガラス	18.0	4.0
その他	53.5	11.8
合計	452.5	100

基準Aプレスの樹脂類とガラスの構成重量は95kg、それを50%除去することで、Aプレスの重量は500kgから453kgに減少し、鉄重量は変わらないからその構成比は77.4%と高くなる。

Aプレスを使用することによるデメリットは鉄以外のいわゆるASR分に起因しているわけで、その要素が30%から22.6%に減少することで、Aプレスの付加価値はその分高くなったことになる。

基準Aプレスの評価基準は、「自動車リサイクルにかかわる処理技術等の調査」(注-1)に示されたもので試算する。 $A = H2 \times Fe\%$ - (A; Aプレストン当たり評価額、H2; 基準スクラップ価格、Fe%; Aプレス構成Fe比率、; Aプレスを使用した時の操業デメリットと使用の大変さ加減の評価)。

廃車1台から出来るAプレスの重量は、基準Aプレスに対してASR削減プレスでは減少するものの、その比率でFe%が増えるから、 $H2 \times Fe\%$ の部分では評価額に変化はないことになる($500 \times 0.7 \times H2@ = 452.5 \times 0.774 \times H2@$)。

問題はの算定になる。基準Aプレスの場合、30%のASR部分のデメリット要素を算定基準にしている。それが、ASR削減プレスでは22.6%に減少していることで、当然その分だけデメリット要素は軽減されることになる。ASR分の減少との減少とがどのような関係になるか、今後試験操業によるデータを積み上げて評価する必要がある。

次に、ASR削減プレスの配合率向上の可能性について想定する。Aプレスのデメリットの要素のうちで、高比重の要素がかなり大きい。基準AプレスとASR削減プレスでFe%が70%から77.4%に高まっている分だけAプレスの比重は大きくなる。更に、ASR分が減ってAプレスのサイズが小さくなり、電炉の中での空隙率が小さくなるため高比重も大きくなる。現在の電気炉の配合率が平均2~3%に止まっている原因はいろいろな要素

はあると思われるが、高比重がネックになっている事業所はかなり多い。特に、自動車リサイクル法の本格施行後は、従来のCu%の高いAプレスから0.3%CuのAプレスに変わってきて、Cu制約が軽減され、高比重のネックが配合率規制の大きな要素として残ってくる。

将来ASR削減プレスになることで、電炉メーカー等は使用ダメージが減少し、Aプレス評価を高めることになる。使用しやすくなったAプレスの配合制約が軽減されるので、配合率は上げることが可能になり、トータルメリットは増やせることにつながっていく。

(4) 今後の推進に当たっての留意点

Cu0.3%以下のAプレスを作るためには、手解体工程が必要であり、その結果、樹脂類やガラスの分別・除去の前提となる手解体工程を持つ解体業者は今後増えていくと思われる。従って、樹脂類やガラスの分別・除去の条件は整備されていくものと思われる。問題は解体作業時に、分別・除去が必要な樹脂類やガラスの種類の見分け方であり、自動車メーカーや素材メーカーからの情報開示、指導が必要になることである。

樹脂類の集荷、処理拠点の構築と流通業者の組織化については、現在は組織化されていないが、国内には廃樹脂類を資源としての取扱う業者は多く存在している。これらの流通をうまく組織することで集荷システムとして活用することも可能ではないだろうか。

ガラスは板ガラスメーカーが国内中央部にしかないため、関東以北や中国四国以西の回収・流通の可能性についての検討が必要になる。とりあえずは板ガラス業界のメーカーが存在する地域からスタートすることも止むを得ない。

受け入れる電炉メーカー等がASR削減プレスが出来て、それを評価できるためには、現在の基準Aプレスとの混在は避けなくてはならない。そのためにはコンソーシアム単位で実施する必要があり、できれば全国的な推進組織で、あるいは法的規制も視野に入れて一斉にすすめることが望ましい。

いずれにしろ自動車メーカーも含めた関連事業体の協力体制での推進体制が必要となる。

<引用文献>

- 1) (財)金属材料研究開発センター 平成16年3月 p.67
- 2) (社)日本機械工業連合会、(財)金属材料研究開発センター 平成15年3月 p.32

3.2 自動車メーカーに対する要望（設計段階への提言）

解体容易性については、既に自動車メーカー各社が取り組みをはじめているが、改めて提言することとする。

3.2.1 解体の容易性

(1) ワイヤーハーネスを取り外すことに関して

Cu0.3%以下とするため、ワイヤーハーネスを取り除くことが優先課題であり、そのため多くの作業時間が浪費されている。抜き取り作業での問題は「引き抜け性」すなわちハーネス端部の接合方法、配線途中の固定方法に関係している。設計段階におけるワイヤーハーネスの取り付け方法、固定方法の改善、ヒーターコア取り付け位置、取り付け方法の改善と共通化など是非考慮願いたい点である。

具体的には 座席部（シート）モーター・ハーネス類の一ヶ所集中化 座席（シート）下のハーネス横断の改良（横断しない工夫） フロアハーネス類の車体固定方法の改善（取りやすさ） 両サイドを走っているハーネス類を出来るだけ一方向に トランクルーム（特に鍵部位付近）の配線取り付け方法の改善 コンピュータボックス類の一ヶ所集中化 などである。

(2) ガラス類に関して

基本的にはガラス to ガラスの材料リサイクルを考慮すべきであり、路盤材等へのカスケードリサイクルは次善策と位置付けるべきである。このため、ガラスメーカーとの技術的課題、既に進んでいるのであれば具体的な物流や経費に関する課題の協議に入るべきである。その上で使用する自動車ガラスの条件が決まてこよう。

具体的な提案として以下があった。 ガラスの種類を減らすこと（分別回収を無くす） 回収容易な取り付け構造へ改善（特にフロントガラスについて） リアガラスの熱線を無くす工夫 色の統一 羽目殺し窓も含む黒セラの排除 などである。

(3) 樹脂類に関して

リサイクル率 95%を実現する最大の課題は「樹脂類のリサイクル化」であると認識する。リサイクルの視点からすれば水平材料リサイクル（同種の機能の素材にリサイクル）が好ましいが、現状では品質面でカスケード材料リサイクル（グレードの低い機能の素材にリサイクル）をせざるを得ないが、それでもサーマルリサイクルよりは意義がある。それには使用部材がどのような成分なのかを明確化することが必要である。

主成分、第2、第3成分位の徹底表示（部品の大小を問わない） 同一樹脂、一体成形シート内ウレタン樹脂と補強材との分離性の改善 運転席周辺の樹脂（ボックス、インパネなど）の解体容易性 ドア内面ライニング取り付け方法の改善 などである。

(4) バンパーに関して

車体外側にあり、分別しやすい部材である。にも係らずバンパーto バンパーのリサイクルは実現していない。建材原料へのカスケードリサイクルを前提としても以下の点の改善を求めたい。

バンパー取り付け金具数の減少（取り外し及び取り外し後の混入問題がある） 一体化の推進 塗料の改善 簡単に外せ、かつ不純物（付着物、鉄等）が容易に取れること

(5) その他

・液類回収率向上；燃料タンクの形状改善、最適抜き取り位置明示の工夫。エンジンブロック内に導入・導出する配管経路の工夫（エンジンブロック内残留液の回収）。これらは単に液類の回収を向上させリサイクルを促進させるのみならず、解体現場での作業環境を改善することにもつながる。

3.2.2 使用する素材について

自動車に使用する素材は、衝突安全性、耐久性、加工性、軽量性、塗装性などさまざまな要素が要求され、添加や複合化が行われている。自動車はまさに素材技術の粋が集まった製品といえる。しかしながら、これをリサイクルする段となると添加物や複合化が行われているほど、元の素材から離れているわけであり、素材に戻すリサイクルの困難さが増す。マテリアルリサイクルを目指すには以下のことが前提となる。

- ・ 鉄；電炉等製鋼の立場からみた場合、複合材料（特殊合金等）の使用は極力なくする。
- ・ ガラス、樹脂；使用する種類を少なくすること。樹脂では異種の樹脂を接合しないこと。ガラスリサイクルにおいても、紫外線カットガラスやスモークガラスなどは対象となっていない。このため分別作業が発生している。リアガラスに入れられた熱線は、ガラスリサイクルの障害となっている。
- ・ ワイヤハーネスの脱 Cu、脱塩ビ化。重量比で約 50%が樹脂でありその使用素材の改善が求められる。

4．調査研究の今後の課題及び展開

2005年1月より完全施行された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%の目標を掲げた。目標を目指し、関係者にはそれぞれ役割分担が義務づけられている。

引取り業者、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。処理の流れは情報管理センターの電子マニフェストにより管理される。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新車購入時の登録、車検時の検査手続きが出来ない。

自動車メーカーにおいても拡大生産者責任の考え方が取り入れられた。製品の廃棄段階以降に、適正にリユースされリサイクルされて、処理、処分されるまで責任を負うというものである。このように三者に分かれ役割分担があるが、スタート点に着いたばかりであり、関係する三者が社会のしくみとして認識し、お互いに協力しあわねば成立や継続は困難となろう。

また、法律上では危険物であるフロン、エアバッグ、処理難物であるASR(シュレッターダスト)の3品が「指定回収物品」の対象となったが、自動車はさまざまな素材や部品で構成されており、自動車リサイクル全体を考えると3品のみを指定しその回収と処理を行うことで完結はしないことは論を待たない。

特にガラスや樹脂類に関しては、自動車メーカー、ASRリサイクル事業者、解体事業者、全部利用者いずれにとっても課題があることが判明した。次回「指定回収物品」品目改定の候補として提言するとともに、ただちに対策に入ることを提案したい。EU廃自動車リサイクル指令・附属書の4項でも、リサイクルを推進するための処理作業として、ガラス及び大きなプラスチック部品(バンパー、ダッシュボード、液体容器等)の除去を規定しており、日本国内においてもこれに倣うべきと考えられる。なお、これまで主に31条(全部利用)について述べてきたが、ガラスや樹脂類を除去することは、破砕業にとっても破砕機の磨耗減少や選別工程の簡素化の点でメリットが出るはずである。

以上を前提とすると、今後もよりよい自動車リサイクルを目指して、関係者相互の情報交換と必要な技術開発協力が密度をあげて行われることに期待したい。わが国においては循環型経済社会形成において3Rの促進がクローズアップされてきており、静脈産業である解体業が永年培ってきたノウハウもあるはずである。このための関係事業者を中心とした研究機関や協議の場の早急な設置が望まれる。

- 禁無断転載

システム技術研究開発 16 - R - 11

自動車リサイクルに係る最適解体システム等に関する調査研究

(要 旨)

平成17年3月

作 成 財団法人 機械システム振興協会
東京都港区三田一丁目4番28号
TEL 03-3454-1311

委託先 財団法人 金属系材料研究開発センター
東京都港区西新橋一丁目5番11号
TEL 03-3592-1282