

廃自動車リサイクルの技術システムの経済評価

岡野 雅通¹・盛岡 通²・恒見 清孝³

¹学生員 工修 大阪大学大学院 工学研究科環境工学専攻 博士後期課程 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

²正会員 工博 大阪大学大学院教授 工学研究科環境工学専攻

³正会員 博(工) 大阪大学大学院講師 工学研究科環境工学専攻

循環型社会システムの形成に向けて、廃自動車(ELV)のリサイクルシステムを取り上げて評価する。ELVリサイクルシステムは、ASRに注目した再資源化率向上という目標と、回収されるスクラップの質が重要であるが、近年、電装系部品に含まれるCuの混入が鉄スクラップの品位の低下を引き起こしている。ELVリサイクルに関係するセクターにおける、ASRの再資源化や減量化を目的としたさまざまな技術が進展していく中、システム全体を総合的に評価する必要がある。本研究においては、解体業者とシュレッダー業者の連携によって、効率的かつ効果的にASRを削減する方法についてシナリオを立て、費用便益分析によって検討する。ここから、将来的な循環型社会の構築へと向けた指針について考察する。

Key Words : recycling of ELV(End-of-Life Vehicle), economic evaluation, cost benefit analysis

1. はじめに

産業革命以来の「大量生産・大量消費・大量廃棄」に基づいた現代の社会システムは、利便性や快適性を求める人々の、多様な生活様式や嗜好によって、様々な環境問題を生み出してきた。その代表例として、瀬戸内海の「豊島」では、1980年代から多種多様な産業廃棄物が大量に持ち込まれることによって、重金属やダイオキシンなどが検出され、海洋汚染の影響も懸念されるほどの問題に発展した。

この島に持ち込まれた産業廃棄物の1種に、ASR(Automobile Shredder Residue)がある。これは一般に廃自動車(ELV: End-of-Life Vehicle)の解体・破碎工程の最終段階において発生する産業廃棄物である。「豊島事件」を契機に、ASRは管理型の最終処分場へ埋め立てが義務付けられたが、近年は新規の処分場を立地するのが困難な状況にある。しかし現行のELVリサイクルシステムではASRが常に発生しており、処分場の残余容量を圧迫している。こうした背景によってASRの処理費用は1990年代から徐々に高騰しており、ASRの不法投棄や、ELVリサイクルシステムの逆有償化などの問題点が指摘されるようになってきた¹⁾。またこれに伴って、十分に加工されずに不純物が多く混入した、低品位な鉄スクラップが市場に流通するようになってきた²⁾。

こうした流れを受けて、環境省と経済産業省が中心となり、いわゆる「自動車リサイクル法」が制定され、ELVのリサイクル・適性処理を図るための制

度作りが着々と進んでいる。この法律では、自動車メーカーや輸入業者、解体業者、シュレッダー業者、所有者などの各主体に対しての責任が明確にされた。一方で、ELVリサイクルシステムは既に一連のシステムとして機能しているため、ある主体の活動が、その他の主体に大きな影響を及ぼしている。すなわち、各主体での活動とシステム全体という、両者の視点に沿って効率性を追求しながら、社会的にも公平性が保たれたシステムにしなければならない。

こうした中、さまざまな主体による先進事例が提案・報告される一方で、主体間の連携や、社会的な効果までも評価した事例は、著者の知る限りあまり見られない。事例の1つとして慶応大学の細田教授の研究があるが、ELVの処理量やスクラップ価格などの変化による廃車ガラの取引費用への影響を経済的に分析しているものの、具体的な技術や主体間の連携を含めた評価には及んでいない³⁾。

本研究は、ELVリサイクルシステムからのスクラップの回収・再資源化という側面から、循環型社会の形成へ向けた方策を検討することを目的とする。ここで、ELVの重量構成比から、ELVを鉄源として捉えたと、解体段階で鉄スクラップ中に混入するCuが品位を低下させてしまう。そこで、静脈工程における主体間の連携を、既存の技術オプションの組み合わせとして複数のシナリオを構築し、費用便益分析によって経済と環境の両面から評価を行う。ここから、社会的に持続可能なELVリサイクルシステムについて考察し、将来的な課題について展望する。

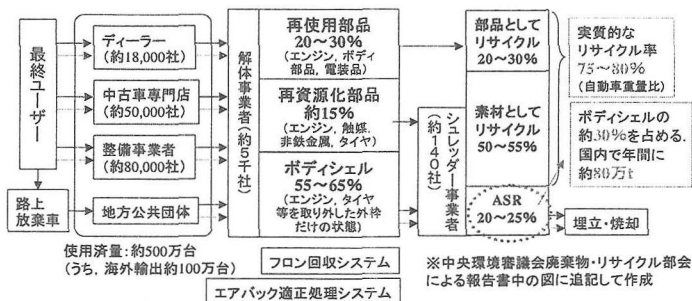


図1. ELVのリサイクルフロー

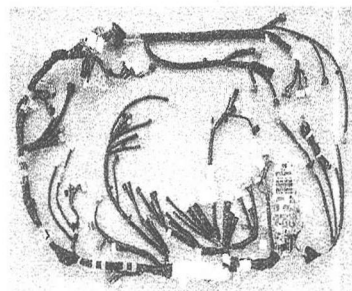


図2. ワイヤハーネス

2. ELVのリサイクルを巡る現状とCuの影響

現在、日本国内における自動車の保有台数は、全車種でおよそ7340万台と言われているが、このうちのおよそ500万台が年間のELVとして発生すると考えられている⁴⁾。これらのELVは最終ユーザーからディーラーなどを経て、解体業者へと運ばれる。ここで再使用あるいは再資源化される部品が取り除かれた後、いわゆる廃車ガラとなったものがシュレッダー業者（以下、「SHR業者」とする）へと運ばれる。ここでELVは破碎・選別され、ASR以外の部品やスクラップなど、ELVの重量比でおよそ75〜80%がリサイクルされている。このように、実績値から判断すると、ELVのリサイクル率は非常に高いレベルにあると判断できる。しかしその一方で、年間に約80万tのASRが産業廃棄物として発生しており、埋立処分場の物理的な容量の逼迫や、ASR中の物質起源する土壌汚染などが指摘されている⁵⁾。

一方で、近年ではELV由来のスクラップ材の品位における問題点も露出してきた。特に鉄スクラップに関しては、車体の部品に含まれる銅（Cu）やスズなどの物質が混入し、品位の低下をもたらす。このように解体段階で適切に除去されずに鉄スクラップ中に残留してしまった物質を「トランプエレメント」と呼ぶ。トランプエレメントには、最終的に製造される鉄鋼製品の品質に応じた許容量があり、これを越えることで鋼材の劣化や、製鋼プロセスへの悪影響などを引き起こす、という特徴がある⁶⁾。

ELVに混入するトランプエレメントのうち、最も重量の大きなものとしてはCuが挙げられる。自動車におけるCuは重量比で約1.5%、絶対量では17kg程度である⁷⁾。配線システム役割を担うワイヤーハーネスと呼ばれる電装系部品に主に使われており、他にもワイパーや窓ガラスなどのモーターに使われている。これらの部品は自動車における神経系の役割を果たしており、車体全体に満遍なく張り巡らされている。そのため、ELVの解体時において、非常に取り出しにくい場所に設置されている場合が大半であり、除去に際しては多くの手間やコストが必要となる。そのため、従来型のELV解体業者では、採算性と技術的な問題からほとんどCuを除去せず、廃車ガラにその多くを残留させたまま、SHR業者に送っていた。SHR業者においても、装置の性能などの

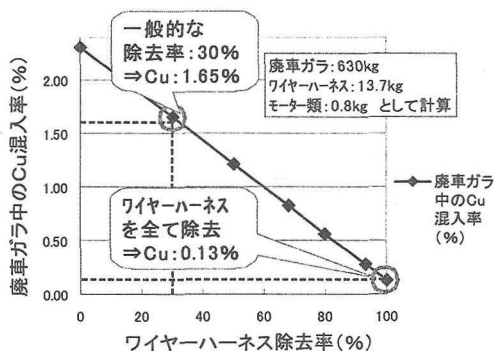


図3. ワイヤハーネスの除去とCu混入率

関係からCuを完全に回収することは難しい。更に鉄スクラップ価格の下落などの経済的な要因も影響し、現状では十分にCuを除去することができていない。

図3に、ワイヤーハーネスの除去率と、廃車ガラ中のCu混入率との関係を示す。図中に示す「ワイヤーハーネス30%除去」という数値は、日本自動車研究所へのヒアリングによるもので、一般的な解体業者による除去率と想定する。ここで示す一般的な除去方法によると、廃車ガラ中にはおよそ1.65%のCuが混入することとなるが、この数値は、鉄鋼製品の1つである棒鋼の最大許容Cu含有量である0.40%を大きく越えている⁸⁾。一方、100%のワイヤーハーネスを除去したとしても、モーターが残留している場合、Cu混入率は0.13%までが限界である。このCu混入率は、HSヘビー屑というスクラップの検収規格である「Cu≤0.15%」を満たしているが、さらにより高品位な鉄スクラップにするためには、より高度な破碎を伴う選別工程を経ることが必要不可欠となる。しかも解体業者の中には十分な解体設備を有さない中小企業や零細企業も多く、これらの数値の達成は、実際には非常に困難であるといえる。

また、製鋼プロセスにおいてCuなどを除去することも、経済的にも技術的にも非常に困難である。そこで一般的には、鉄鉱石・石炭から作られる銑鉄や、「新断くず」などの高品位な鉄スクラップを用いて、これらの物質の濃度を希釈して使用する。前者は新規資源である鉄鉱石や石灰石の投入が必要となり、環境的には望ましい方法ではない。また後者についても、製造コストとの兼ね合いで、結果的に高品質

な鉄鋼製品を安価に製造することは困難となる。

また、もう1つの影響として、市中の鉄鋼製品の中にCuが徐々に蓄積することで、鉄スクラップとしての再資源化方法や利用先が制限されてしまうことが挙げられる。これは、Cu混入率の高い鉄スクラップから製鋼製品を再生する際に起こる問題で、その製品が将来において鉄スクラップとなる過程で、さらにCuが混入することで、Cu濃度が徐々に増加することである。その結果、鉄スクラップのみを用いた製鋼プロセスにおいて、製鋼製品の許容Cu含有量という制約条件が働き、棒鋼などの比較的低品質な製鋼製品しか作れなくなってしまうのである。

また、近年の自動車は快適性や嗜好性が重視されている傾向にあり、本来の走行性能や安全性を超えた部分における電動化が進んでいる。つまり、ワイヤーハーネスやモーターの使用箇所もこれに伴って増加し、Cuの総重量としても増加することとなる。すなわち、今後将来に渡って発生するELVには、より多くのCuが混入するものと想定される。

以上からELVを解体・破碎する段階において、Cuを徹底的に選別・除去しておくことは、ELVを鉄源として再資源化する際の必要条件といえる。また、再利用可能な水準にまで鉄スクラップの品位を引き上げ、資源として有効に活用することは、新規資源の使用量を間接的に削減することにも寄与する。

3. ASRを中心としたELVのリサイクル技術

現在の日本のELVリサイクル率は、およそ75～80%であることを2章で述べた。しかし1997年5月に通商産業省（当時）によって提示された「使用済み自動車リサイクルイニシアティブ」では、2015年にELVのリサイクル率を95%以上（重量比）の水準にすることが明記されている。これに伴って、国内の自動車メーカーや解体業者などを中心に、さまざまな技術開発が進められてきた。しかし、ここではELVの「リサイクル率の向上」のみに焦点が当てられているため、2章で述べたような「リサイクル材の品質」についての配慮は少ない。しかし実際にはこの2つの課題は図4に示すように密接なつながりを持っており、これらを両立させながら、ELVのリサイクル技術を検討する必要がある。

そもそもASRは、図2に示したように、SHR業者による破碎工程を経ることによって発生する「必要環境負荷」と位置付けることができる。そのため、ELVの「リサイクル率の向上」に関しては、重量比で20～25%発生するASRの再資源化や減量化といった「中間処理」と、ASRそのものの「発生抑制」という2つの方法を考慮し、最終的に埋立処理される量を削減することを目指している。

まずASRの「中間処理」についてであるが、1つの方法としては、ASRをさらに細かく破碎した上で選別することで、素材として再資源化が可能な物質を回収する方法である。豊田メタルでは、この方法を用いて、鉄だけでなくCuやAlなども再利用可能な

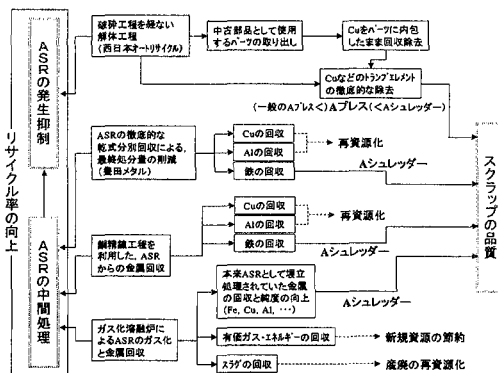


図4. リサイクル率の向上とスクラップの品質

資源として、積極的に回収し、再資源化している⁹⁾。すでにリサイクル率も90%の目途付けを達成している。他に、日本自動車工業会では、ASRの減容・固化・乾留ガス化技術の研究開発を実証設備によって進めている。これはASR中に含まれる有機物のサーマルリサイクルに注目したものである。これらの技術は、回収物の品位や再資源化方法などにも注目する必要があるが、多方面において積極的な研究開発が続けられている。また、研究開発の進展と共に、これらのリサイクル率向上のための技術を本格的に導入する動きが日本各地で報告されつつある。

ASRの「発生抑制」に注目した技術としては、北九州エコタウンでELV解体事業を行っている西日本オートリサイクル（以下、「WARC」とする）が提唱する「シュレッダーレス方式」が代表例である。この方式の最も大きな特徴としては、手解体とそれを支援する技術設備によって効率的に再使用可能な部品を取り除き、破碎工程を経ずに、Aプレスを鉄鋼メーカーに出荷する方法である。解体に伴うコストと、回収した部品の売却益との間での採算性と共に、Aプレスの中に含まれるCuの濃度が課題となっている。現状における実績値として、ワイヤーハーネスの除去率はおおよそ85%であり¹⁰⁾、AプレスへのCu混入率は、大型車で0.6%、普通車で0.2%、小型車で0.1%程度ということである¹¹⁾。このCu混入率を鉄スクラップの検収規格から評価すると、「H1」～「H2」程度のヘビー屑とほぼ同等の品質となる。ただし分類上はあくまでもAプレスであるため、Cuの分離・除去において適正な処理を経たという付加価値が評価されない、他の低品位なAプレスと同等の評価を受けてしまう可能性がある。つまり、手解体や高度な設備に伴う、追加的な手間やコストなどが、適切に社会的に評価されなければならない。

4. ELVのリサイクルシナリオの検討と評価

以下、3章で示したELVのリサイクル技術を参考に、解体業者と破碎業者を通じたELVリサイクルシナリオを構築して、評価する。ここから、効率よくASRを削減しながら、ELVのリサイクルシステムを

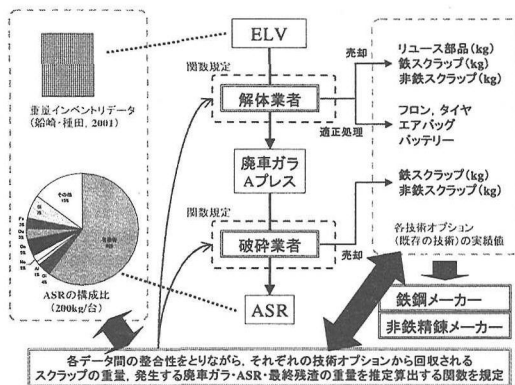


図6. 解体・破砕業者からの回収重量算出プロセス

円滑に進める方向性について検討する。シナリオの評価にあたっては費用便益分析を用いて、各主体における活動ごとに計上したコストと効果を積み上げていき、最終的に複数主体におけるシステムの評価を行う。具体的には、解体業者とSHR業者において実施される工程を規定し、それぞれで実施される工程に伴う減価償却費と維持管理費・人件費などのコストと、経済的な収益による便益を算出する。減価償却費は設備投資費と法定償却年数より算出し、便益については、スクラップとして回収した鉄・Cu・アルミの売却や引取りに伴う収益を計上し、売却単価などの原単位に回収重量を乗じて算出する。なお、各技術オプションにはいずれも年間の処理量を規定しているため、ここからELV 1台あたりの費用と便益に換算した上で評価を行う。評価指標としては、制約条件である再資源化率95%を考慮するためにASRの削減量の絶対量と、単位費用あたりのASRの削減量を用いることとする。

なお、コストと効果の値については、インターネットなどからデータを抽出し、同時に各技術オプションを経ることによるマテリアルフローを規定する。これは図6に示すように、まず船崎らによる普通自動車1台(1.1t)あたりの重量インベントリデータ⁷⁾を用いて、ELVの素材別構成比を絶対量で把握する。次に、各技術オプションによる実績値を元に、ELVがスクラップとして加工されていく際のマテリアルフローを作成する。これによって、シナリオごとの各技術オプションを通じて回収されるスクラップとASRの重量を推定算出し、それぞれに関わる費用と便益を評価する。

(1)解体業者

解体業者における技術オプションとしては、「拠点集約型の解体」、「WARCモデル」、「Cuを中心に除去する解体」の3つを検討する。

「拠点集約型の解体」としては、年間2万台のELVを集中的に収集・解体する事業者を想定する。主要な設備としては、集荷用のキャリアカー、油類・フロンの回収装置、フォークリフト、ニブラ(ELV解体用の重機)、プレス機などである。Cuの

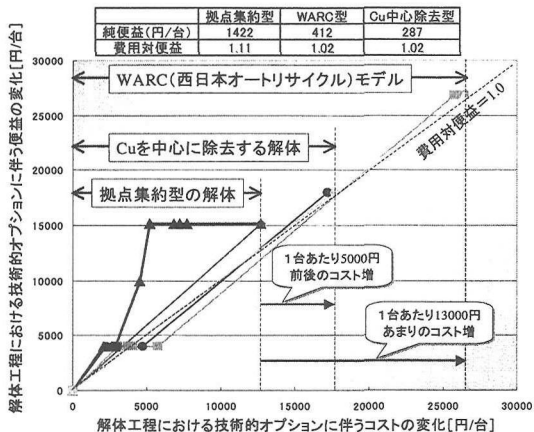


図7. 解体業者における技術オプション

除去率は30%と想定する。なお、一般の解体業者は、中小の零細企業が多く、年間2万台を処理する事業者は極めて大規模な部類に入る。本論文においては、技術オプションを定量的に規定するにあたって、現在の事業所をモデルとして、具体的な施設・活動を詳細にみる必要があったため、大規模な事業所を対象とすることにしている。「WARCモデル」は先述の通り、手解体を中心とし、その支援のための各種技術を導入した方式である。解体工程に要する費用はおおよそ2万円ということであるので、この値を採用した¹²⁾。Cuの除去率は実績値から85%とし、Aプレスの売却にあたっては、Cu混入率が同等である、H2スクラップと同額(8,700円/t)で売却可能とした。「Cuを中心に除去する解体」としては、「拠点集約型の解体」方式を基本として、鉄スクラップの阻害要因となるCuの除去を追加的に行う解体工程とする。そのため、他の設備はほぼ同様のものと仮定する。回収されたCuは売却されるが、ELVからの除去率は、日本自動車工業会による実証実験の結果より、Cu除去率の最大値である93.1%とする¹²⁾。Aプレスの売却にあたっては、「WARC方式」と比較して、部品の回収がされていないために、H4スクラップ(500円/t)と同額で売却できると仮定した。

以上から、それぞれの技術オプションの費用対便益と採算性について評価すると図7のようになる。図の横軸は各技術オプションに伴うコストの変化を示し、縦軸は経済的便益を示す。各技術オプションにおける工程を積み上げて評価しているため、折れ線状になっているが、最終的な到達点が各技術オプションの採算性と効率性を示す。図より「拠点集約型の解体」と比べて「WARCモデル」と「Cuを中心に除去する解体」が、それぞれ追加的なコストを要することが分かる。また、全ての技術オプションは経済的に成り立っており、これは解体事業によって最低限の事業収益を上げていると判断できる。

(2)SHR業者

SHR業者における技術オプションとしては、主に

表 1. ELV リサイクルを評価するシナリオとその詳細

シナリオ	解体業者における技術オプション	破砕業者における技術オプション	解体工程で取り出される重量(t)				破砕工程で取り出される重量(t)			ASR重量(t)	最終埋立重量(t)	再資源化率(%)
			部品	Fe	Cu	Al	Fe	Cu	Al			
1	拠点集約型の解体	一般破砕、埋立処理	0.25	0.18	0.0049	0.025	0.42	0.0054	0.015	0.20	0.20	81.8%
2	拠点集約型の解体	高度破砕・乾式分別・溶融固化、埋立処理	0.25	0.18	0.0049	0.025	0.48	0.011	0.025	0.12	0.10	90.9%
3	拠点集約型の解体	一般破砕、ガス化溶融炉、残渣埋立処理	0.25	0.18	0.0049	0.025	0.42	0.0054	0.015	0.20	0.055	95.0%
4	WARG方式	-	0.39	0.15	0.014	0.044	0	0	0	0.00	0	100.0%
5	WARG方式	高度破砕・乾式分別・溶融固化、埋立処理	0.39	0.15	0.014	0.044	0.39	0.0023	0.013	0.10	0.078	92.9%
6	Cu中心の除去解体	一般破砕、埋立処理	0.25	0.18	0.015	0.025	0.42	0.00053	0.015	0.19	0.19	82.3%
7	Cu中心の除去解体	高度破砕・乾式分別・溶融固化、埋立処理	0.25	0.18	0.015	0.025	0.48	0.0011	0.025	0.12	0.10	90.9%
8	Cu中心の除去解体	一般破砕、ガス化溶融炉、残渣埋立処理	0.25	0.18	0.015	0.025	0.42	0.00053	0.015	0.19	0.054	95.1%

※溶融固化による減量率は19.5%、ガス化溶融炉の残渣発生率は投入量の27.5%、ELVの重量は1.1t/台として計算した。

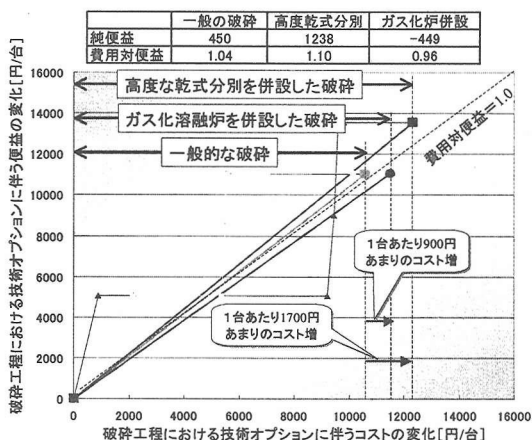


図 8. SHR 業者における技術オプション

破砕工程を経て発生するASRの中間処理に関わるものであり、最終的な埋立処理量を削減し、リサイクル率の向上へとつながるものである。ここでは「一般的な破砕」、「高度な乾式分別による破砕」、「ガス化溶融炉を併設した破砕」の3つを検討する。

「一般的な破砕」としては、年間45,000 tを処理することのできる、1500馬力のシュレッダーを要する事業者を想定する。一般にこのようなELVを破砕することができるような規模のシュレッダープラントの設備投資費は、磁力や風力を用いた選別機も含めて10～15億円となっているが、条件設定においては、日本鉄リサイクル工業会の試算を元にしており、維持管理費や人件費などは別途計上する¹⁴⁾。次に「高度な乾式分別による破砕」としては、前述の豊田メタルの方式を念頭に置いている。これによって、ASRから選別・回収されるスクラップの量が増加し、最終工程において溶融固化することによって、ASRとしての発生量をおよそ半分に抑えることができる。最後に「ガス化溶融炉を併設した破砕」としては、一般的な破砕工程を経て発生したASRを、ガス化溶融炉によって処理する方式を想定している。ガス化溶融炉の規模としては、処理容量(t/day)あたりの初期投資額が4000万円、同維持管理費が5000円とし、専任担当者3名を要すると仮定した。得られたガスは発電に用いるものとするが、施設規模から定義した発電容量はおよそ500kW/dayとなり、エネルギー単価9.24円/kWhと合わせて算出した。また、工程から発生する溶融スラグは、利用可能性の評価ができ

ていないので、現状では埋立処理されるものとする。

解体業者の技術オプションと同様に、SHR業者の各技術オプションの費用対効果について示すと、図8のようになる。ELV 1台あたりで評価しているため、ASR処理委託費による費用（25000円/tの処理費用がかかる）の影響もあり、ガス化溶融炉の設置も、さほど影響を及ぼしていないことが分かる。ただしその採算性についてはマイナスとなっている。一方、「一般的な破砕」と「高度な乾式分別による破砕」はそれぞれ採算性は確保されている。

5. ELVのリサイクルシナリオの評価

4章で設定した解体業者、SHR業者における技術オプションを考慮し、8つのシナリオを設定した。それぞれのシナリオにおける技術オプションの組み合わせと、それによるスクラップ回収量とASRの重量を表1に示す。なお、シナリオの評価に際して、解体業者とSHR業者の間での引き渡しコストは、内部相殺しているものとする。これは、2つの主体に渡る活動を一連のシステムとして捉えて評価するためであり、システム内部でのやり取りは、外部に対して影響を与えないと判断している。これによって、解体業者とSHR業者との間における、廃車ガラの逆有償取引は見かけ上発生していないこととなるが、実際には品位の向上や、SHR業者側の仕入れ基準に応じて解消されることとなる。また、最終的に埋立処理される産業廃棄物の重量については、シナリオ1ではELV1台（1.1 t）に対して、0.20 tのASRが発生するものとしており、これに対する削減量の絶対量を用いて評価を行った。

各リサイクルシナリオによって算出されたASRの削減量と、単位コストあたりの削減量の関係について図9に示す。図より、WARC方式はASR発生量をゼロにし、コスト効率もよいために、一見すると最適なシナリオと判断できる。しかし先述の通り、WARC方式では破砕工程を経ないために、鉄スクラップの中にCuが混入するという問題点がある。そのため、現在急成長しているアジアの鉄鋼市場において、今後日本の鉄鋼メーカーが対抗するための高品質な鉄鋼製品の製造にあたって、Cu濃度の希釈が必要条件となる。なお、現段階では鉄鋼メーカーの製鋼プロセスを含めたシナリオ評価には至っていないが、Cu混入率という質に応じた、環境面と経済面の評価を加えて検討する必要がある。

以上の理由より、WARC方式以外のシナリオに注

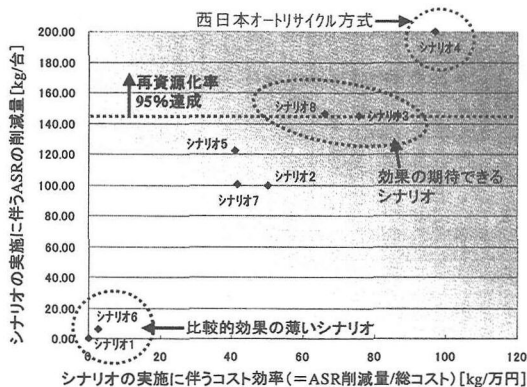


図9. ELV リサイクルシナリオの評価

目すると、シナリオ3、8については、現状のリサイクルシステムに相当するシナリオ1と比較しても、大きな効果が期待できると考えられ、将来目標である再資源化率95%も達成している。これらのシナリオを実際の社会の動きと照らし合わせると、シナリオ3に相当するものは、ガス化溶融炉によってASRを処理するもので、国内の各地で事業化が進んでいる事例である。一方でシナリオ8は、解体業者においてCuの除去を集中的に行った上で破碎し、破碎後のASRをガス化溶融炉に投入する方式である。

この方式によると、Cu混入率が低く、高品位な鉄スクラップが得られるものと考えられ、今後の新たな方向性の1つとして検討すべきシナリオである。

6. まとめ

本論文では、新たなELVリサイクルシナリオとして、再資源化率95%の基準を達成しながら高品位な鉄スクラップを回収できる、新たなシナリオを導き出した。これらのシナリオは既存の技術体系を基本としており、将来的な実現可能性を検討する余地があると言える。しかし現段階では、ELVリサイクルシステムの静脈工程のみに着目して評価を行っており、回収されたスクラップを利用する素材メーカー、化学業界、自動車メーカーなどの広範な関係主体の参加によって、さらにその効果が高まるものと期待できる。今後の課題としては、回収される鉄スクラップの質的な評価を考慮するため、鉄鋼メーカーの

工程も含めたシナリオの構築が必要であるとする。

ここで、再資源化を担う鉄鋼メーカーや非鉄精錬業といった素材メーカーにおいて、高品位なスクラップに適正な評価をした上で、これらを用いたエコマテリアルを積極的に社会に提供していくことが必要であると考えられる。これによって、高品位な鉄スクラップを供給する解体業者やSHR業者の努力を支援し、追加的なコスト負担分を補填することになり、各主体の採算性の確保にも間接的に寄与することができる。また、これは同時に逆有償のELVリサイクルシステムを有償に押し戻すことで、社会全体としての環境負荷、あるいはCuの蓄積といった問題の解決へと導く一端となることが期待される。一方、解体時におけるCu除去に要するコスト増を抑えるために、自動車メーカーが積極的にエコデザインを進め、Cu除去を中心としたELVの解体容易性を向上させることで、コストの一部を負担することも必要な方策であると考えられる。これは社会的コストの内訳化となり、拡大生産者責任に基づいた、自動車メーカーの責任を明確にした方策であるといえる。

参考文献

- 1) 外川健一；自動車とリサイクル，P.71-78,85-90
- 2) 林誠一；転換点に立つ日本の鉄リサイクル，P.41-45
- 3) Eiji Hosoda；An Economic Analysis of Shredder Residue, 14th International Conference on Input-Output Technique, 2001
- 4) 日本自動車工業会；2002日本の自動車工業，P.12,40
- 5) 外川健一；自動車とリサイクル，P.80
- 6) 片山裕之・水上義正（1996）鉄のリサイクルプロセス，まてりあ，第35巻，第12号，P.1283-1289
- 7) 船崎敦・種田克典；自動車LCAのためのインベントリ作成の考え方(4)，自動車研究，第23巻，2001，P.549
- 8) 林誠一；転換点に立つ日本の鉄リサイクル，P.44
- 9) 豊田メタルホームページ，<http://www.toyotametall.com>
- 10) 自動車技術会；成立間近の自動車リサイクル法と最新技術，2001，P.34
- 11) 日本鉄鋼協会；自動車のリサイクルシステムから技術まで— 2002年度秋季講演大会シンポジウム予稿集，2002，P.34
- 12) WARCの和田社長の講演内容より
- 13) 日本自動車工業会；使用済み自動車分解技術研究報告書，平成12年，P.64
- 14) 日本鉄リサイクル工業会へのヒアリング，および、鉄リサイクル事業のマニュアルブック，1997より

Economic Evaluation of Technical System for End-of-Life Vehicle Recycling

Masamichi OKANO, Tohru MORIOKA and Kiyotaka TSUNEMI

This paper proposes a new scenario toward Loop-Closing Society by analyzing the ELV (: End-of-Life Vehicle) recycling system as a case study. Generally, two points are controversial in ELV recycling; the improvement in the recycling rate of ASR, and the quality deterioration of Fe-Scraps such as Automobile-press or Automobile-shredder. Above all, Cu contained in electronic and electrical systems of vehicles causes deterioration in quality of steel products. In this research, a new method to ELV recycling by the cooperation with dismantlers and shredding operators for the effective and efficient reduction of the volume of ASR and Cu contained in Fe-Scraps is proposed with cost-benefit analysis.