

日本におけるリサイクル技術の現状と課題

PETボトル、自動車、家電製品の 解体過程についての調査レポート¹⁾

山口 歩*

「容器包装リサイクル法」の改定、「家電リサイクル法」の制定など、工業製品のリサイクル処理について、メーカーの処理責任が強化される方向にある。関連団体は、独自にリサイクル施設の建設を進め、対応を急いでいる。(財)家電製品協会の委託施設であるサニーメタル社、また、自動車解体の豊田メタル社、よのPETボトルリサイクル工場などがそうした先進事例である。これらの施設は、いずれもシュレッダー処理を前提としており、その枠組みを前提に、ダスト軽減と有価物の抽出能力の向上を企図したものである。たしかに、各施設とも大幅にダストを削減し、実質的な有価物を抽出することに成功している。また、処理量あたりのコストも削減させた。ただし、シュレッダー処理は、再生品の品位をおとし、有害物質の所在を不明確にする。機械製品については、徹底した解体プロセスを設置するのが理想的だが、経済効率の圧力がそれを阻んでいる。「家電リサイクル法」は、メーカーの処理責任を自社製品に限定したが、それは静脈産業の競争を煽り、コストミニマムの圧力をより増大させる。こうした静脈産業の実状と課題は、「競争」より「協力」が必要であることを示唆している。

キーワード：リサイクル、「家電リサイクル法」、静脈産業、シュレッダーダスト、有害物質、解体

1 問題設定と作業手順

(1) 問題設定

1998年6月に「特定家庭用機器再商品化法」(いわゆる「家電リサイクル法」以下この通称を使用)が公布された(2001年4月から施行)¹⁾。この法令は、当面、年間の廃棄量が多く適正な処理が困難な、テレビ、冷蔵庫、エアコン、洗濯機の4品に限定的に適用される²⁾。また今後は、同じく多量に廃棄されている自動車やパソコンなどに、リサイクルの義務付け、法令化

が進展するものと推察されている。

家電リサイクル法の制定作業は、1996年通産省産業構造審議会、廃棄物処理・再資源化部会の企画小委員会の中に電気・電子機器リサイクル分科会が設けられた時点から実質的にスタートした³⁾。そしてその法制化の動きを知った関連企業、団体は、法令の内容が曖昧な段階から、独自に調査プラントの建設を進め、来るべき法制化に対応する体制の準備に取りかかっていた。財団法人家電製品協会の委託の下に建造された、サニーメタル社(大阪)の実験プラントなどがその例にあたる。また、家電製品以外

* 立命館大学産業社会学部助教授

でも、自動車解体においてリサイクル率向上の研究、施設改善を続けてきた豊田メタル社（愛知）や、「容器包装リサイクル法」の施行をみこんで設立されたよのPETボトルリサイクル会社なども先進事例の一つと捉えることができる。

筆者は、1997年と98年に、上記3プラントを含むいくつかのリサイクルプラントを調査、見学する機会を得た。その見学対象の数は、「日本におけるリサイクルプラントの問題」を一般的に論ずるには十分な数ではないが、上記3プラントは、今後のリサイクル作業の内容を占う先駆的な内容を持つものでもあり、ここにその調査記録をまとめ、今後の検討課題を明確化する一助としたい。

（2）研究のねらい

まず、本研究のねらいを明確化しておく。

本論は、機械製品のリサイクル問題を全面的に扱うものではなく、リサイクルプラントの作業内容とその技術システムを分析することを主眼とする。問題を広範囲に捉えたとき、そこには、費用負担問題、責任所在の問題、プラント立地の設定と輸送負担の問題、諸法規の内容の問題など、議論すべき課題が多数含まれている。筆者は、技術システムと作業内容のありかたとは、そうした問題、あるいは諸課題が集約的に示される場と認識しており、またその分析を先行させることが研究の手順上求められると考えている。

また本論は、一般廃棄物の中の機械製品を中心に扱っている。というのも、廃棄処分場の問題やシュレッダーダストの土壤汚染の問題がそれらの機械製品の廃棄を中心として起こっていることや、その実験的リサイクルプラント

が工業製品全般のリサイクル活動を規定していく可能性をもつことなどを考慮すると、そうした対象設定には十分な意味が認められると考える次第である。

また、技術システムという概念も曖昧であるので、ここではリサイクルの評価に引き付け、次の二項目の分析に置き換えて議論を展開する。

作業内容と作業能力分析：

まず、具体的な作業内容が明らかにされる必要がある。そのなかで、稼動する機械の能力と廃棄物の解体の程度などが明らかになる。問題点もそうした具体的姿の中から明るみに出ると考える。また、当該プラントの能力と、日本における総廃棄量を関連づけると、今後建設に必要なプラント数なども浮かび上がる。

本来なら、コストについても明らかにされるべきなのだが、今回は資料の制約上、具体的な数値を明確化するには至らなかった。本論では蓋然的にコスト問題に触れる部分もあるが、数値の明確化の作業は今後の課題に残す。

リサイクルの質、再生品のグレード分析：

広義のリサイクル活動には、いわゆる3つのR（リユース、リサイクル、リデュース）の区分があり、また狭義のリサイクルも、サーマル、マテリアル他と分類されうる。日本の機械製品のリサイクルにおいては、現今マテリアルリサイクルが主軸となっている。しかし、部品が物理的に組み立てられてできる機械製品には、より環境負荷の少ない部品リサイクル、リユースの可能性も残されている。マテリアルリサイクルを主軸とする場においては、諸原材料の分離のグレードが、再生品の販路の広がりなどを規定する決定的な意味を持つ。またそれは、シュレッダーダストの量を規定し、ダストに含まれ

る有害物質を軽減する可能性にも関わる重大な事項である。そして、その「分離のグレード」を規定するのが技術システムとなる。

以下の展開は、2章において、PETボトルのリサイクル技術、3章、4章において、サニーメタル社（家電）、豊田メタル社（車）の技術システムの内容を概説し、以上のまとめを5章とする。

2 PETボトルのリサイクル

（1）作業内容と再生品の品質

まず、PETボトルのリサイクルシステムを比較事例として紹介する。この章の意図は、単純な素材構成の商品の解体過程を比較対象として挙げることにより、後の章で展開する機械製品についての事例の意味、独自性を明確化することにもある。

調査対象として取り挙げるよのPETボトルリサイクル工場（1997年～）は、清涼飲料工業会他、5関連業界の支援、投資の下に建てられた先駆的な施設で、関西におけるリサイクル活動の中心的役割を担っている。当社のような先進的施設としては、ウィズPETボトルリサイクル（栃木）、西日本PETボトルリサイクル（北九州）が存在しており、日本におけるPETリサイクルは上記3社を中心に展開されている。

当該施設の処理能力は年間約8000トン（97年）で、同年の製造総量と比べると1/30にあたる。その年の回収率が9.8%という点を考慮すると、代表的工場の数が示すとおり、日本全体のリサイクル量の1/3を担っていることになる。

以下、施設の作業概要について順を追って説明する。

倉庫には、各周辺自治体から搬入された、減容済みのPETボトルのたば（ペール）が集積されている。工程はそのたばを解くところから始まり、その後、塩ビボトル、着色ボトルの分離（自動）、キャップなどの混入異物の除去（手作業を含む）が行われる。その後シュレッダーによって粉碎され、風選機、液中比重分離機などによってラベルの破砕片などの異物が除去される。こうした工程に洗浄・乾燥工程が挟みこまれ、純度の高いPETの碎片（フレーク）が分離集積される。

当該施設には、その後PETの碎片を溶融させ、一続きの繊維状に成形する設備も整っているが、再生品としては、その繊維状ものと、その前段のPET碎片の両者がある。

施設内の労働構成は、コンピューターを用いたシステム全体を自動的に管理するオペレーターと、若干の仕分け、運搬作業員からなる⁵⁾。コンピューターのオペレーターは専門的技量を擁するが、その他の仕事は「しわけ」、「運搬」と容易な内容ともいえる。例えば、手作業で行われる異物の除去も、作業の徹底、あるいは完全化が求められているのではなく、後段の工程にある自動分離の補完的役割をもつものである⁶⁾。こうした労働構成やシステムの装置的性格が暗示するように、工場全体の自動化率は高い。作業者の数もわずかであり、労働コストの負担割合は低いものと見積もられる。

PETボトルにおいては、食品衛生法の関係から、ボトル ボトルの再転換は今のところ行われていない。しかし、衣料品や（卵などの）梱包材、緩衝材として再商品化の道は一応広い⁷⁾。この再商品化の窓口を食品容器などにさらに広げるための鍵は、食品衛生上の規制にも合格するように再生品の品質、純度を高めるこ

とである。具体的には、ラベルやキャップの粉砕片等の異物混入をさらに押さえ、塩ビボトル、色ボトル分別を徹底するということになる。

しかし、フレーク状になってしまえば、その多数の集合体から若干の異物を機械的に完全に除去することは現実的にできない。現段階において純度向上に効果があるのは、粉砕前における異物の除去となる。塩ビボトル、色ボトルなどについては、実際施設において粉砕前段に事前除去を実行している例ではある。しかし、コスト面で自動仕分けをするX線照射判別機など（塩ビに対して）の設備コスト負担が大変大きい。また仮に設置してもその分別は100%には至らないのである⁸⁾。

また、キャップやラベルについていえば、当該施設のなすべき作業というより、消費者などの作業と位置づけられる。しかし、施設内作業者にせよ、消費者にせよ、結局人間の作業であり、作業対象が膨大な状況下で完全を期すことはできない。リサイクルは商品材質の劣化を必然的に引き起こすのである。

当該施設の作業能力は非常に高く、逆に、原材料の量（リサイクルの集積数）と、再商品化の点がネックとなり、フル稼働できない期間も存在した。稼働率の悪化は、いうまでもなくコスト増大圧力となり、原理的には再生商品の価格にひびいてくる。その際当該施設では、原材料の確保のために、各近隣自治体へ回収作業の推進を呼びかけるなどの手立ても打ちつつ、一時は沖縄も含む遠方からの引き取りを余儀なくされた。

（2）機械製品のリサイクルへの敷延

PETボトルは、基本的には一つの素材で構成された商品であり、機械製品と対比的である。

PETにおけるリサイクルの作業効率が高いのは、分離すべき種目、工程が圧倒的に少ないことに起因している。また最終的なダストの割合が低く、ダイオキシンなどが懸念される塩ビボトルの分離、廃棄が適切に行われる限り、その他の有害物質などを排出する危険性が少ない。この点も機械製品の場合と異なるであろう。この根本的差異を念頭に置きつつ、次章以下で参考となる事項を抽出してみる。

よのにおける作業能力は大変高かった。しかし、こうした能力を機械的に高めればよいというわけではない。システムの作業能力がボトルの回収量を超える局面が多々あった。それは一種の極限状況であるが、「搬入が滞り、遠方からの回収努力も必要になった」という点に注目する必要がある。機械系へ一般化して言えば、システムの能力設定については、回収量という変動ファクターを前提にしつつ、競合する施設の位置関係という難しいファクターも考慮する必要があるということになる。

分離のグレードについては、構成物質が圧倒的に少なく、分離作業が容易なPETボトルのリサイクルにおいてすら、異物が混入するということが確認された。それぞれが小さく破碎されると、異物は、それがわずかであるほど分離が難しくなる。この問題はシュレッダー処理を挟むマテリアルリサイクルシステム全般の、現実的な物質分離限界を示しているように思われる。

分離のグレードは、再生品の品位を問題とするだけの指標であるならば、必要機材のコストと再生品の売却益とのバランスをはかればよい。しかし、本来環境負荷を軽減させるべく存在するリサイクルとは、再生有価物の価値の増大を図るだけのものでも、コストミニマムを徹

底させるものでもない。前節において、PETと塩ビの仕分け機器のコスト負担が大きいということを述べたが、環境影響性を問うときには、コストバランスがくずれるとしても、有害物質の除去のための分離グレードが先決されると考えるべきである。

3 サニーメタル社のテレビ-ブラウン管の解体作業

(1) ブラウン管分離作業内容とリサイクルの質

もともと自動車も含む機械製品全般の解体施設であったサニーメタル社（大阪）は、家電製品協会の委託を受け、1995年よりテレビ、冷蔵庫のリサイクル実証試験を開始した⁹⁾。見学はその両方の製品についておこなわれたが、本論ではテレビに限定して論ずる。解体作業はその製品ごとの内容と特質があり、また問題点にも独立のものがある。特に、フロンを抱える冷蔵庫については、その問題も含め別個に分析する必要があると考える次第である。

テレビの処理能力は、一日7時間稼働、年間240日稼働の計算で、年間約10万台を処理する設計である。しかし、実証期間中の実際の処理量は、ほぼ処理能力数の半分で、2年間に約9万という数値でおわった¹⁰⁾。関連して述べると、茨城の那珂町の施設は、家電4品目計で15万台を処理する設計であったが、実動初年度の処理量は2万台にとどまった。こうした能力と処理量の不一致は、確かに両施設が実証目的の施設であることにもよるが、施設の原材料=回収品の確保の困難性に関するものとも考えられる。

サニーメタル社の問題に戻ると、作業員数は

8名で、セット解体5名、CRT処理が2名、管理者1名という構成である。特に熟練を要するCRT処理の者をのぞき、単純作業ですむセット解体にはパート労働者が導入されていた。

作業内容の説明の前に、製品の構成素材について述べておく。現今のテレビの素材のほぼ半分を占めるのはブラウン管のガラスである。他約1/4がプラスチック、約1/10が鉄、残りは銅、アルミ、鉛と続く。この構成比率より、当該施設は、筐体他からブラウン管を分離し、純度の高いガラスを再生することを中心課題に据えている。すなわち、一般にプラスチックなどと混在しダストと化しているものを有価物化し、採算性の改善とダスト軽減の両方の成果を見込んだ企図を持っているわけである。

そうした課題設定に基づき、当施設のリサイクルは、手作業を含むブラウン管の筐体からの分離作業に始まる。底板切断、取り出し、補強バンド取り外しと続き、CRTが分離されていく。間に数度のクリーニングも挟まれる。

そして、分離されたブラウン管自体に対しても、付着する異物類が自動クリーニング機および手作業によって分離され、混入元素の構成が若干異なるファンネル部とパネル部に切断分離される。さらにまた、ブラウン管内に残る諸部品のとりはずし、蛍光体などの洗浄を経て、パネル、ファンネルそれぞれがシュレッダーで破碎されるのである。

こうした準解体作業とも位置づけられる破碎の前段処理をもって、最終的なガラスのカレットは相対的に純度の高いものとなる。当該施設は、ブラウン管用ガラス ブラウン管用ガラスの再商品化に成功していると公言するが、それは偽りではない¹¹⁾。

ただし、PETの例を思い返してもわかると

おり、「ブラウン管用ガラス ブラウン管用ガラスの再商品化」ということはすなわち「再生品と新品の品位が等しい」ということではない。特に手作業を含み物理的に研磨剥離するブラウン管のクリーニング作業や、化学処理、物理処理で付着物を除去するパネルやファンネルの洗浄作業において、不純物の残存は必至である。「ブラウン管用ガラスの再商品化」という表現をよりの確に言い直すと、「新製品の中に15%ほどのリサイクルガラスを混入させ、純度基準をクリアさせる技術」が、関連ガラスメーカーの旭ガラス社により開発されたということなのである。

この破碎の前段処理には、手作業が多く含まれている¹²⁾。その点は、ロボットを導入し全面的に自動化してある那珂町の同類の実証施設と対照的である。しかしその点は純度の問題を決定的に規定しているわけではない。この場合、前段工程に手作業をいれるのか否かは、コスト管理上の問題はあっても、品質管理上の問題ではない。

（2）その他の部品とダスト

その他の部品についても、全体の筐体から、各種配線、偏向ヨーク、消磁コイル、スピーカー、プリント基盤と多様である。またそれを素材として捉えると、各種プラスチックはじめ、プリント基板におけるはんだなど、安易な廃棄が許されない重要な物質も多く含まれる。

しかし、これらの諸部品は、各素材が混在した形で分散しており、ブラウン管のように、まとまった単独素材を抽出し得るものではない。したがって、その分離工程は、シュレッダー処理が柱となり、その後各部品に混在していた素材が分別、集積されるという展開である。前節

で見たブラウン管分離工程の多層的な構造に比べると、他の物質についての工程は相対的に単純で、品位向上の視点が十分でない。

鉄類は各部品がシュレッダーされた後、磁選機で選別される。また非鉄金属は渦電流選別機でプラスチック類と選別される。なお比重の違いに基づき、非鉄金属自体の分別もできるという¹³⁾。鉄類も非鉄金属類も、一応有価物として引き取られるが、システムや作業の内容から、品位の高さは期待できず、本当に有価となるかは疑わしい。分離の不徹底、あるいは品位の低さは、磁選機などの能力限界に関係したものとすることもできるが、またシュレッダーというものが、そもそも物理的に形状を小さく砕くだけで、各碎片を一つの物質として分離する事を保証するものではないからである。

プラスチック類については、物質種類の多様性の問題からも実質的なリサイクルが困難であるのが現状である。特に現在は難燃性のものを使用されてきているので、ケミカルリサイクル（油化）やサーマルリサイクルにいたらず、ダストとして埋め立てられる¹⁴⁾。こうしたプラスチック類については、これをどう処理するかという問題は、1/4という構成比率の高さから言っても重大な課題といえる。

（3）小括

作業内容とリサイクルの質についてまとめると、まず、ガラスカレットの純度確保の問題から、破碎前の工程は、手作業も多く含みつつ、非常に多層的に設計されていることがよくわかる。反対に破碎後のガラス以外の分離工程は、単純な工程で済まされている。この差異は、「ガラスカレットの純度向上を中心に」という施設のそもそもの目標から説明することができ

るが、ガラス以外の素材が分散していることによる必然的結果と捉えた方が正当である。

またガラスをダストから引き出したということは、ファンネルに有害な鉛が多く含有されていることから高く評価できる。これは環境負荷、安全性に関わる事項である。

このように、この施設は確かにガラスに関する限り高い評価が与えられるのだが、反面そこに特化したことで、有害物質全般の分離目標が見えにくい。特に、塩じを含む各種プラスチックや、わずかとはいえ、それに付着して残るであろう有害非鉄金属類などを、今後どのように処分していくかが課題として残されている。

また処理能力については、まず年間10万台という値が総廃棄量（推定700万台）との関係で問題となる。そもそも総廃棄量の具体的値は、廃棄における逆有償性の問題が捨て控えを招来したり、海外へ移出されている量の変化によって大きく変動しうる。しかし、この数比は、とりあえずは今後多くの新鋭施設の建設が必要ということを意味している。この点、3つの新鋭施設でとりあえずの回収量を処理し得ているPETの場合と大きく異なるものである。

しかし、今後の新鋭施設の適切な配置は難しい問題を含んでいる。実証施設の実際の処理量が能力値を大きく下回ったという事態の原因なども、この問題に関わり明確化が必要となる。

4 豊田メタル社の自動車解体作業

(1) 豊田メタル社の作業内容

愛知にある豊田メタル社は、古くからトヨタ傘下の解体工場として解体作業を営んできた。当施設では、シュレッダーダストの土壌汚染などが社会問題化されていくなかで、ダスト削減

の試行錯誤が続けられ、今もその改革のさなかにある¹⁵⁾。

当施設の作業は、集積された減容車体をシュレッダー処理するところから始まる。廃棄車体から有価物を抜き取り減容化するまでの作業は、近隣の中小解体工場が担っている。搬入された車体群がすでに圧縮減容されていることから、それぞれの部品への解体という作業は含まれていない。豊田メタル社の作業工程の独自性は、そのシュレッダー後の多様な破砕片の分離工程にある。

シュレッダー直後に混在する破砕片には、鉄類、非鉄金属類、各種プラスチック、ガラス、繊維などが含まれている。また車体という大きな構造物の破砕処理のため、破砕の度合いが相対的に荒く、形状としても、ガラスの破片から、小形のスプリングが原型どおり含まれている。破砕片にこうした多様性があるため、分離工程も磁選器、風選器他、多様にそろえるだけではなく、同種の分別機も複数必要になる。また、例えば、簡単な造りだが、単に傾斜（進行方向とは垂直方向）し、振動するコンベア上に諸破砕片を流すことだけで、意外な効力を発揮するとのことであった。（重さ、粘度、形状の差異によって、コンベア搬送中に片側にずれ込んでいくものと、そうでないものが位置的に分離される。）そうした選別機のどれもが決定的な役割をするわけではなく、多数の、多様な分離器を通じて徐々に各素材の純度が高まっていくということである。

総じて高度かつ、高価な機器は含まれていない。当施設は、限定された資金条件の中で最善の分離を成しとげようというエンジニア達の模索の結晶といえる。またこれらの説明どおり、そこでの諸設備は内容的には原始的に見える。

しかし、諸搬送工程はほぼ自動化されており、労働者は概して少ない。これも「限定された資金条件の中で」の枠組みに即した内容となっている。

（2）再商品化とその品位

自動車のリサイクル率は、現状では75%ぐらいであると伝えられる¹⁶⁾。こうした実験的プラントは、その効率を80%、90%と上昇させていくことが課題となる。改良の大枠は、一般的にはより分離を徹底することあるが、諸物質を有価物化するまで品位を上げるというのであれば、適切な破碎前処理が不可欠である。しかし当該施設ではそれができないことが所与の条件なのである。

豊田メタル社はそこで、シュレッダーダスト中の諸物質に対して、品位を高めて有価物化するのではなく、混在したまま利用するという戦略を講じた。繊維類、プラスチック類関係から防音材、緩衝材を成形し、またガラス系は建材用物資として利用することなどがそれにあたる。それ以外にも当所のエンジニアが繰り出す「ダストの有効活用」のアイデア例は多数挙げられている。付け加えれば、一見付加価値の低そうな「ダスト原料の緩衝材、防音材」であっても、当該工場の親元ともいえるトヨタが新品の製品の構成要素として取り入れることを担保に再商品化の販路は開けたものになっている。

こうした取り組みで実現されるリサイクル率の値は、ダストの量を軽減するものとして意味を持つ。しかしその論法は、最後に残るダスト中の有害物質の除去に関して説得的でない。例えば、シュレッダーダストの土壤汚染の中心物質といえる鉛についても、めっきとして使用されている燃料タンクなどがあり、看過できない

のである¹⁷⁾。

前章で示した内容を参考にしても、シュレッダー後、各分別機で鉛などもその大多数は回収できる。しかし、そうした工程ではダスト中の混在物分離の完全化は期待できない。

そこで当施設は、有害物質の混入したダスト自体の減容および固化に関する試行錯誤を進めている。すなわち、ある程度の有害物質の混入は認めて、あとはその廃棄処分を安全に経済的に進めるという戦略である。実際それが経済的であるためには、緩衝材などへのダストの転換が相当程度進んでいることを前提とするが、そうした経済性評価も当施設では行われていた。

（3）小括

妥協と試行錯誤の塊にもみえるシステムだが、当施設は新たに与えられたものではなく、現実に稼動している施設の改善という出発点を持つことを、念頭に置く必要がある。その枠組みの中で、どれだけダスト軽減、有害物質の除去に成功しているのかが問われるべきであろう。

この前提に基づき、まず、「当施設から最終的に排出される」ダストが大幅に軽減されていることが評価される。それは処分場のスペース負担を軽減するものである。

しかし、この施設で達成されたりサイクル率の高い数値は、「分離のグレードの高さ」を正確に示すものではない。品位の高い有価物を引き出していることも意味していない。ただ、ダストをダストの物質構成のまま再商品化することに成功していることが、その数値を生んでいるもとである。

これら豊田メタル社の成果の普及について言えば、各種仕分け作業機は、すぐれたアイデア

の結晶体ではあるが、技術的にそれほど高度のものではないので、移植は可能ともいえる。また、当社はその成果の公表に大変積極的であって、すでに多数の関連団体が、見学、聞き取りを行っている。ただし、ダストを利用した緩衝材を新製品の部品として導入するという点に関しては、系列外の解体施設が提供するものについても導入できるようになることが求められる。

5 日本におけるリサイクル施設の課題 - むすびにかえて -

(1) 過渡期としてのシュレッダー処理

以上の施設は、いずれもシュレッダー処理を前提としていることで共通していた。そして、その枠組みの「限界」を前提に、ダスト軽減と有価物抽出の「貫徹」ではなく「向上」を企図したものなのである。その企図の成果を見ると、単純な素材構成のPETボトルにおいてはもちろん、機械製品の二施設についても大幅にダストを削減し、一方はブラウン管ガラスとして、一方は緩衝材や建材として実質的な有価物を抽出することに成功していると評価される。また、シュレッダー処理を挟んだことは、工程数や働く人間の数を減らす要因として機能し、結局処理量あたりのコスト削減に貢献し、経済性を高めたとも評価されうる。

ただし、シュレッダーを挟むことは、構成物質の分離を全うすることを困難にし、再生品の品位の劣化を引き起こす。また重大な点は有害物質の所在を不明確にすることである。第2章のPETリサイクルの事例は、破碎処理後の物質分離の限界を示しているとも考えられる。

シュレッダー処理を挟んでいても、その前段の分離工程が適切になされれば、経済性と折り

合いをつけつつ、品位向上も実現できた。それがサニーメタル社のガラスの事例である。しかし、テレビのリサイクルはガラスの分離に終わることではない。当該施設においても、その外の物質についてみると、品位の向上も、有害物質の除去も徹底したものにはならなかった。

またこの問題に対して、豊田メタル社は、有害物質の混入を前提にそれを減容、管理するという転換した発想を示した。

いずれにせよ、理想的には、安全性を十分考慮した前段分離工程の徹底が求められるのだが、経済性追求の圧力がそれを阻んでいる現状である。要するに、機械製品についての両施設は、現在先進的ではあっても、大局的には過渡的な存在で、「中間技術」的設備であると位置づけられる。

(2) 有価物の抽出型とダスト軽減型の関係

各施設のリサイクルのあり方には大きな違いがある。まず、いずれもシュレッダー処理を挟むものではあったが、豊田メタル社ではそれを出発点に置き、よのPETボトルリサイクル工場やサニーメタル社では、多くの前段工程をもった。これは処理対象の違いに基づくものではない。この違いは、豊田メタル社が、近隣解体工場がプレス車体群を搬入してくるのを前提とし、あたかもQC活動の一環かのように「カイゼン」を展開していったのに対して、よのPETボトルリサイクル工場もサニーメタル社も、最初から再生品の品位やダスト軽減の目標を持って建てられた、新鋭施設であることよっている。

これに関連して、機械製品の2社について言えば、豊田メタル社は、ダストの軽減を中心課題として出発し、サニーメタル社は中心素材で

あるガラスの純化（有価物化，あるいはブラウン管素材化）を中心課題として出発した。仮にここでは前者を有価物抽出型，後者をダスト軽減型としておこう。

破砕前段工程の有無と，施設の新鋭化（一方は新築）の進め方の違いは，投入資本額の考え方の違いにも関係する。前者は，望むべき適正処理のありかたが先行しそれが投資額を規定したが，後者は限定的な資金から最善の施設をイメージした。

これらの問題を，施設の安全性の評価に関連付けると，ダスト削減型の方が，環境負荷に対する適切な配慮がなされうれうように思われる。もちろん有価物抽出型が原理的に環境を配慮しないというのではなく，「限られた資本」という枠組みがあるなかで，どちらの比重が相対的に高まるかという問題である。この問題は次節の内容に関係する。

（3）家電リサイクル法とコストミニマム

家電製品についていえば，「家電リサイクル法」が施行され，解体システムが各メーカー責任で実働し始めると，今度はコストミニマム化の圧力が大きくなる。解体費用の負担は排出者となっているが，排出者でもある消費者は，その廃棄費用の小さい商品を選択購入していく可能性があるからである。

「家電リサイクル法」は，メーカーの処理責任を自社製品に限定したが，そうした枠組み設定に，負担費用の企業間の差異に基づく競争を生じさせようとのもろみが見える¹⁸⁾。この問題は，数ある問題点のうち最大のものとする。それは確かに，リサイクル活動を活性化する要素でもありうる。しかし，コストミニマムの課題と安全性確保の課題は概して矛盾しがちであ

り，ともすると安全性確保が後回しにされる。「不変資本充当上の節約」から公害が生ずることが明らかにされて久しいが，今度はこの問題が静脈産業に移出するやも知れないと懸念されるところである。

第三章において，処分施設の配置の難しさという点についても述べた。この点の難しさにも「自社製品の処理責任」の問題がからむ。業界は，回避策として，委託契約によって厳密な「自社製品＝自社処理」の枠組みを緩和させようとしている。昨今進展している，グループ化もその流れであると読み取れる。すなわちこの場面で求められているのは，「競争」でなく「協力」なのである。

筆者は，当該のリサイクルシステムは過渡的なものと位置づけた。この試みは後，次の段階のリサイクルシステムに取って代わられる。次の段階とは，「製造段階におけるリサイクルの作りこみ」を経た製品解体の段階である。それは，現在すでに，素材の選択，情報の明示，部品点数の削減，共通化などの形で，既にメーカーごとに実行されている。少なくともそれらの商品が実際に廃棄に出回りは始める時期までには，次の段階のシステムが設営されていなければならないのである。「リサイクルが容易な商品」といっても，それが単にリサイクル作業の効率化を生むだけに終わっては不十分であろう。大事なことは，「解体」作業を容易にすることで，シュレッダーを経なくても，物質分離が可能な設計にし，部品リサイクル，あるいはリユースを促進するということである。前者，単なる作業の効率化は斬新的な歩みを生むだけだが，後者は環境負荷軽減に大きな飛躍を生むはずである。安全性の問題も，やはり設計段階から有害物質を締め出すか，シュレッダー処理

以前に簡単に分離できる構造を考案することが最も有効な手段となる。そして解体作業が委託などによって「協同化」されるのならば、設計段階での「協力」が重要になる。さもないと委託契約による解体処理の経済性の確保などにも穴があくものではなからうか。

今後求められる指針は、ある意味で「競争」から「協力」への発想の転換でもある。資本主義は「競争社会」であるということがとかく強調されがちであるが、実際は綿密な協力の下に生産体系は編まれている。この生産の「網の目」にはほろびがわずかでも出現すると、何らかの影響が全体系に及ぶ。それはこれらの静脈産業を整備する現在の課題が伝えるところである。

註

- 1) 平成十年法律第九十七号。なおこの法令の前文および解説は『家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）の解説』（通産省・機械情報産業局・電気機器課編 財団法人通商産業調査会出版部，1999年）としてまとめられている。
- 2) 平成十年法律第三百七十八号「特定家庭用機器再商品法施行令」。
- 3) この13回の審議を経た「電気・電子機器リサイクル分科会」の報告書は、『都市と廃棄物』vol.27 No.8（環境産業新聞社，1997年）に掲載。
- 4) ここには、いわゆる労働過程論、あるいは労働科学における概念、視角を含まない。
- 5) 正社員24名、パートの事務員1名。
- 6) 作業は概して穏やかに進み、時間的な意味での過酷さは感じられなかった。分別にとりのがしが相当在ることも認められた。
- 7) 広報誌『RING』（PETボトルリサイクル推進協議会発行）に販路が紹介されている。
- 8) 聞き取りでは、99.995%内外。
- 9) 委託期間は2年間で、現在は松下電器産業株式会社の委託を受け、実証研究を続けている。
- 10) 施設の配布資料及び『家電リサイクルング』（永田勝也監修，工業調査会，1999年）。
- 11) 試験期間中に680トン出荷された。
- 12) 作業者の負担軽減と能率向上に向け、搬入にはアームロボットが利用され、解体ラインのコンベア、作業台も、作業者が疲れにくいような高さ、傾斜など工夫が施されていた。
- 13) 『家電リサイクルング』（永田勝也監修，工業調査会，1999年）。
- 14) 『工業材料』vol.46 No.11（日刊工業新聞社，1998年）p.40
- 15) 日本自動車工業会は、通産省の産業構造審議会：廃棄物処理・再資源化部会：廃自動車処理・再資源化小委員会でまとめられた「使用済み自動車リサイクル・イニシアチブ」（1997年）を受け、「自主行動計画」を策定した。その内容は、主にリサイクル可能な部品設計というところにあったが、またシュレッダーダストの削減計画などもそれに連動して進められていくことになる。またトヨタでも1992年に『地球環境に関するトヨタの取り組み方針』が制定されている。
- 16) 羽鳥之彬「自動車のリサイクル」『リサイクル技術百科』（工業調査会，1994年）p.113
- 17) 須藤俊太郎「燃料タンクの鉛めっき廃止」『工業材料』10月臨時増刊号（日刊工業新聞社，1997年）p.94
- 18) 『特定家庭用機器再商品化法』第四章第十七条審議会において座長を務めた永田勝也氏は「コスト競争を各メーカーがやる方が、消費者にとってもプラスになる」といった発言を、費用負担のあり方に関連して述べている。
『リサイクル文化』58（リサイクル文化社，1998年）p.19