

## 自動車解体業の活性化に関する研究

濱 島 肇

キーワード：自動車、中小企業、環境政策、リサイクル、企業連携、数学的手法

- 第1章 問題の所在と研究目的
- 第2章 自動車解体業の実態解明
- 第3章 わが国における伝統的自動車解体業の類型
- 第4章 わが国における現代型自動車解体業の類型
- 第5章 自動車解体業の日・独・米比較
- 第6章 自動車解体スキルの解明と現代スキルの導入（今回報告）

### 1 解体スキルとは何か。

解体スキルとは、ここにおいては自動車解体を目的とした熟練を経た技能ということができる。製造や情報に関しては、小川、山田及び浅井らにおいてスキル研究が深耕されている。製造における「組み立て（Assembly）」に対して「解体」は正確な反対語として「分解（Disassembly）」となる。「組み立て」と「分解」とを対比して見た場合、先行研究は「組み立て」の分野に観点を置いたものといえる。それらの研究が、「組み立て」とは対比的な「分解」の分野にどのように適用できるかを考察する。

「分解（Disassembly）」と「解体（Dismantling）」は同義ではない。表6-1に筆者が見学した解体現場<sup>(1)</sup>での解体と、自動車整備の際の分解を比較してみる。これより「分解」と「解体」は似て非なることが理解できる。即ち、「分解」には次なる工程に「組み立て」を包含していて、当該機器の機能を回復させ再利用をすることを目的としている。これに対して「解体」は、本体から構成部品を個別に分離するか、その構成部品をさらに要素部品まで個別に分離してしまうか、という程度に差はあるが、個別に分離<sup>(2)</sup>することが目的であり、「分解」のように本体としての再利用を目的としていない。本研究の対象である自動車解体の分野の外縁に部品のリビルトという概念があり、そこには「分解」のスキルが必要であるが、ここでは「解体」に焦点を当てて、「解体」

表 6-1 自動車の「解体」と「分解」の相違

パーツ	取り外し部位	解体現場	自動車整備
エンジン取り外し	フロンホース	ノコギリ鎌で切断	取り付けナットを回す
	エンジンマウント	ガス切断	ナットを回して外す
	プロペラシャフト 吊り上げ 配線類	ガス切断 フォーリフトにチェーン掛け カッターで切断	スプラインシャフトを抜く チェーンブロックでチェーン掛け コネクタで分離
リアアクスルシャフト	支持部	ガス切断	ナットを回して外す
ガソリタンク	ガソリン抜き	つるはして底部に穴開け	配管ナットを緩め容器に排出

注)筆者作成

のスキルの解明をし、その結果を基盤にして伝統型解体スキルと現代型解体スキルの水準を明らかにする。

小川は「現代技術におけるスキルの重要性<sup>(3)</sup>」において、「つまり、技能とは熟達の結果得られるもので、芸術性を感じさせる仕事ぶりを意味するものと本稿では定義し、以後は技能の英語であるスキルを使って議論を展開する。そして、このスキルが現代企業においてどのような形で存在するか、ここでは主として製造と情報に関連する分野に限って論じる。もちろんスキルを拡大して考えれば、経営スキルをも議論の対象とすることも可能であるが、とくに詳しく取り上げることはしない。つまり本稿では主として作業スキルと管理スキルを扱うことになる。」と、スキルについて定義し、そのスキルは熟達が必須要件であり、結果的には芸術性まで感じさせる域に到達するものであるとしている。

即ち、スキルは、マニュアル→準スキル→スキル→高度スキル→高感性スキル→芸術的スキルと段階的に発達していくものであると説明している。ここにスキルのレベル（水準）の概念が示されている。

リサイクルを「逆工場（インバースマニュファクチャリング）」と称して、モノづくりの工程である原料調達→加工→組み立て→製品化する「工場」と、リサイクルの工程である廃棄物→回収→解体→再資源化→再製品化する「逆工場」とを、資源→製品（機能）にする「工場」という共通の概念で把握しようとする考えもあるから、目的に製品（機能）があれば分解の分野においても、組み立ての分野と同義のスキルが存在すると仮定できる。しかし、分解は逆工場の廃棄物→回収→解体工程に位置するものであり、目的が製品（機能）となるケースは非常に少ない。本研究の対象としている自動車についてみれば、廃自動車から回収されたパーツが再資源化され新車に活用されるケースに相当するが、現状では回収した鉄スクラップは棒鋼となり、自動車用高張力鋼板には戻っていないし、回収したバンパはアンダーカバーやバッテリートレイとなり、バンパには戻っていない。つまり、解体し取り外したパーツや素材の殆どがワンランク下の製品<sup>(4)</sup>（機能）となっているこ

とを考えると、解体スキルの現状は機能追求の観点で製造部門と比べて弱いただけ、その水準は低いと推察できる。

さて、そのような水準である解体スキルとはどのようなものであろうか。小川は前出引用論文において、作業スキル、管理スキル、および経営スキルを挙げている。そして、それらスキルの発展を、「作業スキルから管理スキルへ、作業自体のスキルから作業の改善のスキルへ、作業の改善スキルを超えて新しい作業の開発スキルへ、さらには単一作業スキルから複合作業スキルへの移動があった。～さらに企業活動の諸面で必要とされる個々のスキルを全体として統合するスキルも大切である。これが経営スキルなのだろう。」と、スキルは個別スキルから組織統合スキルへ、つまり属人的なものから属組織的なものに増殖していく性質を有すると述べている。

前出のスキルの発達は同一人における高度化を説明するものであり、スキルの発展は相互啓発による組織的促進を説明するものであろう。スキルというものは、図6-1に示すようにつねに垂直的な高度化と水平的な普及利用という拡がりの中で、企業の技術力として活用されているものであるといえる。

筆者の実態調査によると、自動車解体の作業は一人、又は二人で行われている<sup>\*(6)</sup>。そこで要求される作業スキルは、道具を使用して、ボルトを外す、切断する、溶断する、そしてフォークリフトなどの機械を使用して自動車を横転する、移動する、積み上げる、というものである。それらの個別作業に要する時間と、個別作業間の移動時間が短いことが作業スキルといえよう。作業スキルだけに焦点を当てて他の職業のそれと比較したのが表6-2である。当然にその個別作業においてどの部品を取り外すか、取り外す部品から解体に至る全体の解体順をどうするか、というまさに解体業収益の根本に関わる経営スキルや取り外したパーツの保管と流通に関する情報スキルも存在す

表6-2 作業スキル比較

スキルの進展拡大	自動車解体	自動車組立	自動車整備	金型仕上げ	宮大工
マニュアル	△ <sup>*(6)</sup>	◎	◎	○	×
準スキル	△	△	○	○	○
スキル(経験10年)	×	○	◎	◎	◎
芸術的スキル	↓	×	×	◎	◎
個人プレー	◎	×	◎	○	◎
組織的プレー	×	◎	×	×	△
QC活動	×	◎	△	○	×
教育訓練	↓	×	◎	◎	○
道具の使用	○	○	◎	◎	◎
機械の使用	○	◎	○	△	×

◎：大いに存在する ○：ある程度は存在する △：存在する可能性はある ×：無い

注)筆者作成

る。

自動車解体は、個人プレーであり実践的なマニュアルも存在しないため<sup>(7)</sup>に、スタートラインが低いと想定される。

①自動車整備との比較

筆者の調査<sup>(8)</sup>で自動車整備士の「一人前」、即ちスキルレベルへの到達には5年程度又は10年程度要するということに山があるという結果がでている。これは表6-1に対応させて見れば5年程度の経験が準スキルであり、10年程度の経験がスキルというレベルであるということが出来る。これに対して自動車解体における「一人前」は、1年未満が26/66(39.4%)と最多で1~2年が21/66(31.8%)であり両者を併せて71.2%となり、自動車整備の準スキルにも達していないレベルといえる。何故このようなスキルの格差が生ずるのであろうか。自動車整備の場合、故障探求というスキルがいわば整備士の評価を決定するものであり、正確な故障原因に早く到達するためには、五感と理論と経験の結合がバランスよく保持されていなければならない、どれかが不足していても難しいものである。これは表6-3に示す自動車組み立てにおけるレベルⅢのスキルと同じといえる。自動車整備の場合は、自動車組み立てと同様に後工程に機能の確保(品質保証)が求められる。この要求がスキルのレベルを高めていると云える。

②自動車組み立てとの比較

組み立ては組織的プレーであり、QC活動などの相互啓発が組織的に行われていて、マニュアル自体に既に高度化され組織化されたスキルが織り込まれているといえる。組み立ての場合は、製品に機能を保証しなければならないために、組み立て順や組み立て方法については、設計段階から情報が織り込まれている。その指示に従って組み立てるのが組み立てにおけるスキルであるから、作業のスピードと正確さがスキルの中心となってくると考えられる。作業員はその作業工程の中でさ

表 6-3 自動車組み立てラインの4つの技能レベル

	1つ	3-5	職場内 10-15	となりの職場
遅れずに作業できる 不良は異常に多くない 安全面、怪我をしない	I		II	
品質不具合の検出 設備不具合で各個操作		II		
品質不具合の原因推理 設備不具合の原因推理			III	
生産準備ができる 職場の範囲をこえて 不具合の手直しができる				IV

注) 小池和夫『もの造りの技能』p.18より引用

らに改善・提案を行っている訳であるから、ここにスキルの属人性確認と達成感に基づく人間性回復の場をとしてQC活動を重要視している理由も理解できる。そして、その活動を通して組織全体のスキルもスパイラルアップしていく構造になっている。

小池等は表6-3を自動車組み立て職場調査結果として著している。レベルⅠは「このレベルならまじめな期間工はなんとなくやっていける\*<sup>(9)</sup>。」程度であり、レベルⅡは「若手本工層など。期間工レベルでは職場のほとんどの作業をこなす。不良の個所、たとえば欠品の場所に札を貼ることができる。作業中に設備の不具合があったとき、操作盤のボタンをおし、もとの位置にもどせる。」程度であり、レベルⅢは「中堅層。職場内のほとんどの仕事をこなせる。品質不具合の原因をも推理できる。原因がわかれば、その対策も考えることができる。」程度であり、レベルⅣは「すぐれた班長層。モデルチェンジなど新製品にのりだす場合、あたらしい機械の配置や仕事の手順もあらたに工夫しきめる。そのノウハウの持ち主が最高のレベルとなる。」程度であるとしている。そして組み立て職場においては、「勤続10年ほどをこえると、勤続と経験のはばはむしろ無相関にちかいかい\*<sup>(10)</sup>。」という見解を示すなかで、レベルⅢへ到達する経験年数が5年程度であることを、ヒアリング結果から解析している。従って、ここに自動車組み立てにおける「一人前」に至る経験は概ね5年という目安が得られる。

自動車組み立ての場合、不良品を後工程に送らないということが生産効率を上げるうえで、最重要課題といえる。なぜならば、後工程になればなるほど当該不具合の発見が困難になるばかりでは

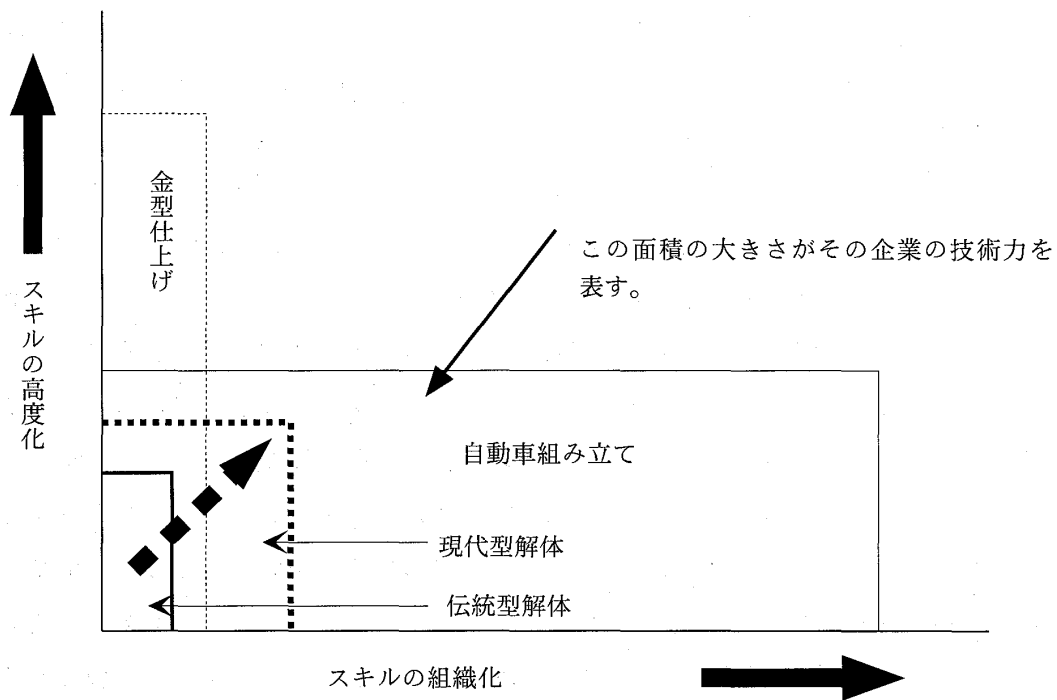


図6-1 スキルの拡がり（筆者作成）

なく、最終検査で発見された場合工数の多い分解を伴うからである。そのために、正確で迅速な組み立て作業をする中で、不具合を発見しその原因を推察し処理してしまうスキルが求められる訳である。

自動車解体の場合は、機能の要求が低いため、解体順や解体方法についての制約が少ない。スピードという作業スキルは一定の経験で達成可能であり、解体効率の観点から求められるスキルである。ここに正確さが付加されるスキルは、生産物に機能を求められることが無く、不良品という概念が乏しいために組み立てスキルとは比較にならない位に要求度は低いと考えられる。又、自動車組み立ての「一人前」は不具合の検出、原因推理のスキルが求められたが、自動車解体の場合は、中古パーツの販売をする際でも機能保証をすることもないため、不具合検出、推理というスキルは求められていない。

それでは自動車解体に求められるスキルとは何だろうか。

鉄スクラップ価格の低迷とシュレッダーダストの処分場の窮迫という状況下で、解体業者の収益は一層中古パーツ販売に活路を見いだしていかなければならない。そのための作業スキルは、売れるパーツの機能を損なわずに正確にスピードをもって安全に配慮して取り外すことといえる。即ち、作業スキルの高度化と組織化が求められている。そのためには作業者の経験と工夫の蓄積である暗黙知を、共有可能な形式知化できることが必要である。しかし、自動車解体は一人か二人という少人数で行っているために、当該組織内におけるスキルのスパイラルアップ効果が自動車組み立てのように期待できない。その意味では共同組合化を促進して、同業者全体のスキルをスパイラルアップしていく取り組みや、メーカーが装置費用をかけなくても効率的に、かつ中古パーツの品質を損なわないような解体方法を開発し、無償で解体業者に提供し指導することによる作業スキルのマニュアル化が求められる。

自動車の組み立てとの対比で解体におけるスキルを考察しているが、組み立てラインにおける労働は、タクトタイムが規定されている中の労働であり、人間疎外的労働であると見られる<sup>\*(11)</sup>。その問題点を克服するのが、創意工夫提案活動やQCサークルであり、その意義については既に述べてきた。しかし、それでも組み立てラインの労働は、ラインスピードに制約され直接的には機械との調和を求められる。パートナーとの調和は「あうん」の呼吸の中で行われているといっても過言でない。そのような作業を克服し作業者に職人的満足感を与えるために、ラインを廃止したのが「島作業方式<sup>\*(12)</sup>」である。このボルボの生産方式では10人の作業者が1チームを組み1日に4台を生産していて、1台当たり2.5人であるという。作業者の自律性を向上させるこの生産方式は、生産性の面でライン方式に劣るため自動車メーカーでは拡大の動きはないが、頻繁に新製品が投入される家電やエレクトロニクス製品のような多品種変量生産には、一人で製品を完成させる「セル生産方式<sup>\*(13)</sup>」として拡大している。

これらの方式は、自動車解体の作業が1~2人という小集団で行われているという点で類似して

いる。異なるのは解体作業が炎天下もいとわれない過酷な3K的労働環境で行われていることと、廃油やフロンの垂れ流しの状況による社会的「不貢献」により業としての「社会的認知」が遅れていることである。この点についても改善していかないと動脈部のスキルを導入しても形だけのものに終わってしまうことは筆者も理解している。その認識のうえで、動脈部の作業スキルの転用を考える場合、零細自動車解体業には表6-4に示すように「ライン式生産方式」よりも「島作業方式」による方が実態に即していると考えられる。自動車解体作業は、ラインとの調和による単調な仕事の繰り返しではない。

作業者の連携が密であるほど危険回避は可能になるし、共同作業が作業効率を高めたり、取り外すパーツの品質確保にも配慮が可能となる。ボルボの「島作業方式」で導入されている傾斜装置は、車体を傾斜させることにより部品の組み付けの作業性を向上させるものである。

このような装置は自動車解体の現場に導入されるべきであり、僅かではあるが自動車メーカーが開発した「自動車反転装置」が導入されている。

以上のように自動車組み立てにおける2つの方式を解体の場へのスキルの転用という観点で見ると、「島作業方式」の作業スキルの方が正確な逆順の関係であり、得られるものが大きいと思われる。

作業スキルの高度化、組織化を中心に見てきたが、さらに管理スキルが求められる。小川は管理スキルについて、「製造作業の流れをよくし、所期の生産性を上げるためには、現場の管理を行う必要がある。現場の管理とは、品質の管理であり、納期、在庫の管理がある。また製造活動の競争力を全体として高めるための原価管理も、前二者に劣らず重要である。これらの管理は、知識体系としての手法が整備されている。問題はすぐれた手法を選択し、実際に効果の上がる管理を現実

表6-4 自動車組み立て方式の比較

	ライン式生産方式	島作業方式
作業の繰り返し	200~400回/日	4回/日
関わる作業員数/台	700人	8人
移動距離	15~20m程度の区間を移動しながらでいくつかの部品を取り付け、その繰り返し	同一人物が小さな組み立て区域内ですべての仕事をする。
作業者のコミュニケーション	「あうん」の呼吸。作業員間のコミュニケーションはほとんどない。	人々は小グループで協力して働いており、頻りに連絡を取り合っている。
作業姿勢	一部腰掛けて作業できるよう改善されているが、かがむ、両手で運ぶ作業が多い。	傾斜装置による作業の効率化と怪我のリスクの軽減。

注) 出所：島作業方式については、猿田正機「新しい生産システムの創造」『中京経営研究』2000年9月第10巻第1号 p.280より ライン式生産方式については、筆者の工場見学の観察より

進めることである。それは手法の選択、活用を上手に進める管理スキルの存在を感じさせる。<sup>\*<sup>(14)</sup></sup>と述べている。即ち、品質管理や在庫管理そして原価管理などの手法を統合的に把握し、所期の生産性を達成するため最も適切なものを選択し実行できる経営に関するスキルのマネジメントであるといえる。

自動車解体の現場でこの管理スキルは遅れていて、活性化のために必要あるものである。

中古パーツが一層期待される収益源となる可能性の中で、品質管理スキルは品質確保のために重要である。又、在庫管理スキルについても中古パーツのネットに加入する場合は、特に迅速な検索方法や品質劣化をきたさない保管方法の確立が求められる。原価管理スキルについては、「現金取引<sup>\*<sup>(15)</sup></sup>」が慣習化しているのが現状であり、会計はいわば「どんぶり勘定」的であるといえることができる。この手法が会計の不透明化を呼び、脱税などアウトロー的行為の疑念を抱かれることに繋がっている。動脈部がコスト切り下げの努力を原価管理スキルを駆使して行っているのに対して、静脈部のコスト意識は極めて薄いと云わざるを得ない。商業には商業簿記、農業には農業簿記、工業には工業簿記があり、自動車解体業と同規模の零細事業者も、原価管理は事業展開や経営診断に欠くべからざるものとして取り組んでいる。自動車解体業者の役割をさらに社会的に認知させ、循環型社会の形成者として期待され、公的な資金により設備の近代化を図って行くには、この点における改善の余地は大きい。

その他、解体順と解体方法はスピートを持って目的とするパーツに迫るために、最短にして最適のルートがあるはずである。ここに、解体特有のスキルが要求されることになる。又、売れるパーツが何であるかを常に把握し、そのパーツを登載している廃自動車を、必要なとき必要なだけ確保できるという仕入れに関するスキルが求められる。

## 2 伝統型自動車解体スキル

伝統型自動車解体スキルは、図6-1において太実線で囲まれたところで示される。以下に詳述するような作業スキルが中心であり、経営スキルも鉄スクラップ価格が低い間は廃自動車をストックしておき、価格の上昇を待って市場に提供する「相場を見る眼」というものである。

自動車解体の作業スキルは、鉄屑回収業としてスタートした戦後直後から50年経過した現在でも、アセチレンによる溶断やエヤレンチによるボルト外しが主で、解体のための技術革新は存在しない。クレーンやフォークリフトの導入が重量物の移動を省力化し、作業効率を飛躍的に向上させた。しかし、これらの機械は解体のための専用機ではなく、汎用機の機能の一部利用という形態を取ってきた。自動車製造における機械が専用機化して、品質を向上させながら大量生産を可能にしてきたのに対して、自動車解体の場では汎用機の使い方に工夫を凝らしてスキルの蓄積をしてきたと考えられる。



筆者が観察したフォークリフトの使い方を例にとって見ると、

- ①2本のフォークをフロント、リヤドアを取り外したフレームに通し、持ち上げて移動する。
- ②作業場に置きフォークにて廃自動車を横転させる。
- ③フォークを自動車転倒防止の安全装置（手前の作業者にとっては安全装置であるが、反対側への横転に対しては何の効果もない。）として使い、足回りの溶断やプロペラシャフト、エンジンマウントの溶断をする。
- ④自動車を元の状態に戻し、再度フォークをフレームに通し、自動車全体を揺動しエンジンを床面に落とす。
- ⑤エンジンのフックにワイヤを掛け、ワイヤを1本のフォークに掛けて吊り上げることによりエンジンの移動を行う。
- ⑥ガラとなった廃自動車を保管場に移動させ、積み上げてストックする。

と縦横無尽に活躍している。特に②の廃自動車の横転は、作業者が解体部分と正対できて、解体部分を注視しながら正確にしてスピードのある解体を可能にした。しかし、横転させる際にストッパーが無い場合、フォークの接する側と反対の側に反転する可能性があり、安全性には問題がある。③の作業はエンジン取り外しの時間短縮化には簡便な方法であるが、エンジンを損傷、焼損させて中古パーツとしての品質低下をもたらす。又、溶断する際の火花により車体に引火する恐れもある。

伝統型自動車解体スキルとして、フォークリフト操作スキルとアセチレンガスによる溶断スキルは主要な作業スキルとして欠くことができない。いずれも資格の取得<sup>\*<sup>(16)</sup></sup>が作業遂行のために必要なものであるが、産廃の収集、運搬の免許取得が低い<sup>\*<sup>(17)</sup></sup>零細解体業者は、そのような規制から逃れている可能性は高い。

このように伝統型自動車解体スキルには「危険を技でカバーする」ようなスキルが存在している。環境と安全を犠牲にした上でようやく成り立っていると見るのが現実の姿である。

伝統型解体スキルを筆者の実態調査より、さらに明らかにしてみる。

自動車解体にはどのような知識・技能が必要かを尋ねたら、解体機械の取り扱い方が71.2%、自動車の構造の知識が71.2%、自動車パーツの知識が78.8%、安全作業に関する知識が100%、環境維持の知識が83.3%、中古パーツ市場の知識が59.1%であった。解体機械の取扱い方は、まさに作業スキルそのものであり、当然に必要な度の高いスキルであるが、安全作業に関する知識、環境維持に関する知識の必要度が作業スキルの必要度を越えていることである。設問は知識についてであるが、それに付随した技能は当然求められる訳である。又、その必要度の高さは解体作業の危険性を語っているものといえる。

ならば、その安全作業に関する知識・技能が正しく教育・訓練される体制が解体現場にあるのだろうか。

解体技能をどのような方法で修得しているかを尋ねたら、先輩の作業を見てが60.6%、先輩の

指導が30.3%、マニュアルがありそれに基づいてが3.0%、講習会に参加が9.1%であり、マニュアルとか講習会という方法による系統的理論的な技能習得の機会が極めて少なく見よう見まねであることが分かる。これは、動脈部の組み立てライン作業者がマニュアルによる作業スキルの教育や、公的な資格取得の奨励による作業の系統化、理論化が行われているのと比べて、その格差の大きいことが判明する。スキルの分析や効果的な継承の取り組みが必要である。

伝統型自動車解体スキルを、省力化や作業の効率化、および安全についての現代的作業スキルを解明し分解・統合することにより再構築することができれば、解体業者は解体に費やす時間を中古部品販売やリビルト・リファインのため（即ち、商品価値を高めることや、製造物責任にも耐えられるようにすること。）に使う事が可能となり、解体業者の環境ビジネスとしての存立をより確かなものにすることができる。

具体的には、解体作業スキルを分類し最も効率的なスキルの組み合わせと、その時々的外的要因（鉄スクラップ、アルミスクラップ等の市場価格<sup>\*(18)</sup>、中古パーツの需要と供給、廃棄コスト（シュレッダーダストの処理コスト）など）を考慮した上で最適分解順（解体シーケンス）を指令する現代スキルを構築することである。自動車業界でその動きが出てきた<sup>\*(19)</sup>。

動脈部での生産技術を動脈部に転用する例として、ホンダエンジニアリングの製造になる車体反転装置がある。この装置の導入が図られれば、フォークリフト操作による横転の際の安全性も確保される。しかしながら現状は価格が高く（5,000万円）、零細解体業への導入は難しい。

現在の自動車解体現場でおこなわれている解体手法は、先輩から見て学ぶとか同業者が編み出した手法を学ぶという形で継承されてきたと考えられる。その理由としては、自動車の分解組立についての教本は沢山あるが、解体教本なるものは存在せず（米には Auto-mobile Life Cycle Tools & Recycling Technologies なる分野がある。）、当然学校や職業指導所も存在しない。

となると、自動車解体という片道切符のために使えるものは、自動車分解の教本やスキルである。しかし、組立を予定している分解と、利用パーツの峻別に重きを置く解体とは、おのずとそのスキルには違いがあるはずである。

### 3 現代型解体スキルの導入

現代型解体スキルとは、図6-1において点線で示される範囲であり作業スキルの高度化と組織化を視野におき企業の技術力を拡大したものと見える。

作業スキルの高度化とは、解体機械の導入とそれに付随したスキルの蓄積による作業の効率化と安全確保であり、作業スキルの組織化とは、個人に蓄積されたスキルの形式知化と相互学習である。そして、そのスキルは動脈部の組み立てラインや、島作業方式の作業スキルから学ぶものがあると考察してきた。

ここでは北九州エコタウンにおける試みと啓愛社における取り組みを示し、新しい試みが企業の技術力と成り得るかを検討する。

#### 1) 北九州エコタウンにおける試み

現代型解体スキルは、動脈部の資本・技術力によって装置開発がされそれが静脈部へ販売されるという形で進行している。しかしいまこそ解体業者のスキル蓄積に容易に接続できる低廉な装置開発を、自前の資本で行うことが求められている。

北九州エコタウンには吉川工業という新日鉄の下請け企業が、高品位度スクラップ回収と中古パーツ回収販売を目的とした自動車リサイクル基地を設立し稼働している。

現代型解体スキルを開発するに当たって、「解体現場から得られる知見は設計を劇的に方向転換させるような性格のものではないが、リサイクル設計の琴線に触れるような貴重なノウハウが得られる。」（「日経メカニカル」1997.5.12 p.73）

「製造業と解体業の両者はあまりに距離を置きすぎた。これまでと同様の“相互不可侵”の関係から新しいリサイクルの仕組みが芽生えてくるのは難しそうだ。谷氏が「解体現場を見よ」というのも、日産や松下が解体業者に出向くのも、根底にはメーカーと解体現場の相互協力関係を築こうという狙いがある。」（「日経メカニカル」1997.5.12 p.75）

と述べられていることから、動脈部の静脈部への接近が着々と図られていることを示している。

吉川工業は西日本カーリサイクルという組織を北九州エコタウンの中に作り、西日本カーリサイクルに地元解体業者が10社参加する予定といわれている。ここには、彼らが求めても得られなかった現代型の解体スキルが満載されている。伝統型解体スキルも当然活用される訳で、彼らの蓄積スキルが活用される場面はあろう。しかし、零細でも解体事業者として経営している場合は、彼ら独自の経営スキルの存在は必要とされず手足としての参加となる可能性が高く、解体スキルの集約的利用の側面ばかりが取り込まれている。

西日本カーリサイクルに見られる現代型解体スキルの特徴を表6-5より明らかにしながら、零細解体業者への転用の可能性を検討する。

タクトタイムが25分ということは、動脈部における組み立てラインのタクトタイムが60秒～100秒であるから、1/25～1/15の速度ということになる。一日の解体台数は約20台でヶ月当たりの解体台数はほぼ500台となる。作業員5人で500台であるから一人当たりの解体台数は100台/月、1,200台/年ということになり、筆者が調査した解体業者の平均解体台数が223台/年であったから、解体効率は5.4倍<sup>(21)</sup>となる。その点、表6-6の現在の作業員配置の方が正確な所要労働力を示している。このデータからすれば、55台/月、667台/年となり解体効率は3倍となる。

その高効率化のためにライン化されているが、タクトタイム25分で5工程であるから1工程当たりの時間は平均5分となり、その時間で例えば表6-5の機能パーツ回収場（工程）において、エンジンから始まってオルタネータまで外すわけであるから労働密度はかなり高い。取り外したパー

表 6-5 西日本カーリサイクルの自動車解体ライン

タクトタイム 25分	作業内容	機械と効果	方法
①前処理場	ガソリン、オイル フロン、冷却水抜き取り	リフタ 作業効率アップ	ガソリタンクのゴム管切 断 液抜き機のパイプ挿入
②ボデーパーツ 回収場	バンパ、ドア フェンダ、ランプ ハウジング ラジエータグリル	モノレール	エアレンチによるボルト外 し
③機能パーツ 回収場	エンジン、ミッション デフ、足回り、触媒、排気系 ラジエータ、燃料タンク スタータ、オルタネータ	車体反転装置 作業効率 up 安全作業	ガス溶断機 鋼構造体解体ノウハウ
④非鉄回収工程	エンジンルーム インパネ		インパネ油圧で吊り上げ <sup>(20)</sup> ワイヤハーネス取り外し
⑤車体圧縮機		カープレス	

注) 出所 日経メカニカル 1997年5月12日 No.506 p.94。

表 6-6 西日本カーリサイクルの解体作業員の配置

	1997年段階 試 行	稼働開始段階 1ライン	現 在 2ライン
月間処理台数	300~500台	500台	1000台
解体作業員	3人	4人	6人
ラインへの自動車搬入要員	2人	3人	4人
非鉄回収工程 <sup>(22)</sup>			2人
コンピュータ、中古パーツ販売 <sup>(23)</sup>			6人

注) 出所 日経メカニカル 1997.5.12 No.512 p.97。新産業創造研究機構ウェブページ  
http://libl.nippon-foundation.or.jp より筆者作成。

ツの仕分け、保管などは中古パーツ販売担当者も関わらないと無理であろう。

以上概観したように、資本による解体機械の導入の結果、機械を駆使するための作業スキルの高度化が求められることとなり、その結果企業の技術力は向上する。従って、現代型解体スキルの解体効率は高く、このまま推移していけば零細解体業者は差別化されていく。零細解体業者にとって、ライン化は作業面積や設備費の面で採用することはできないが、液抜き機、車体反転装置は作業効率の向上はもちろん、環境維持、安全作業の面でも導入すべき装置となろう。そして、島作業方式により一日当たり二人で3~4台の廃自動車の解体ができるようにすべきである。

## 2) 解体作業標準

動脈部における各種作業については、作業基準があり秒単位まで標準作業時間として設定されている。これを静脈部に展開する試みが啓愛社で行われている。ここで得られたデータが解体マニュアルとして零細解体業者にも公開されれば、動脈部のマニュアルに相当するものであるから、解体業に従事する作業員の作業スキルのベースを底上げすることに通ずる。

しかも標準作業書には部品（バッテリー）の処置についてまで記されている。バッテリーケーブルの鉛の除去と別保管は、シュレッダーダストによる土壌の鉛汚染を防ぐ上でも守らなければならないことである。零細解体業者の弱点はこのような環境や安全に対する配慮の不足である。

しかし、バッテリーを外すだけでこれだけの記述である。ドア、シート、各種油脂類、ワイヤハーネス等の全てにわたれば膨大なものになる。しかも、動脈部の作業は分業しているから限定的であるが、解体従事者の対象はすべてである。現状のような2～3人の解体業では分業は難しい（2人の場合1人はフォークリフトを運転し1人が溶断。）から、標準作業の浸透には時間がかかる。しかし、標準作業に従わないと傷をつけたり焼損させたりして中古パーツの品質低下をきたすことは明確である。又、行政から間接的に環境対応が不備と烙印を押されることにもなる。動脈部ではISO14001を取得し如何に環境に配慮しているかが、顧客の信用確保の上で重要な戦略となっている。静脈部においても動脈部のそのような手法を作業標準を通して学ぶことは、近代化のために避

表 6-7 解体標準作業書

工程名 適正処理1 習熟日数1日		
作業名 BAT〇外し		
使用工具 インパクト BOX10mm ワイヤークッター		
NO. 主なステップ	時間(分)	急所
1 フードを開ける	0.1	室内のフードレバーを手前に引く
2 (-) ターミナルケーブルを外す	0.4	ナットを緩めて(10mmBOX)
3 (+) ターミナルケーブルを外す	0.4	ナットを緩めて(10mmBOX)
4 BRKTを外す	0.14	ナットを緩めて(10mmBOX)
5 台車を置く	0.1	両手で抱えて静かに
6 ウォッシャータンクのBOLTを緩める	0.33	固定BOLTを3~4本
7 LLCリザーバタンクのBOLTを緩める	0.33	固定BOLTを3~4本
8 B/Cフルードを抜く	0.26	マスターシリンダ上部から
合計	2.46	(オイル吸入器使用)
*BATは破損、落下などをさせないこと(液でやけどする) *BATケーブルの鉛は切りとり別保管すること *取り外したBATはパレットに入れ一括指定場所に保管する *指定業者にTEL連絡後BATの処理の依頼すること(出荷時には計量して出すこと)		

注)出所 啓愛社マニュアル

けることはできない。

#### 4 自動車解体の最適化について

伝統型自動車解体において、中古パーツとして何を取り外すか、そのための解体順や解体方法は、経営スキルとして蓄積されている鉄スクラップ価格の相場観、中古パーツの市場観、安い労働力の確保、それと自社の作業スキルを勘案しながら決定されている。まさに「カンとコツ」による手法であるといえる。その「カンやコツ」による経営スキルを知識化して、精度の高い経営ができれば経営を安定させる効果が期待できる。即ち、作業スキルの高度化、組織化と共に現代型自動車解体スキルの中核を成す管理スキルとなり得る。

自動車解体の最適化については、環境問題を契機にした廃自動車令をきっかけに自動車リサイクルの系統的研究が必要になり、独のメーカーでは1990年初頭から取り組んでいるが、米においては1970年代に中古パーツとして利用するか、鉄スクラップとして再資源化利用するか、という判断手法として解体費用分析の研究がされているのでそれらの先行論文のサーベイを試みる。

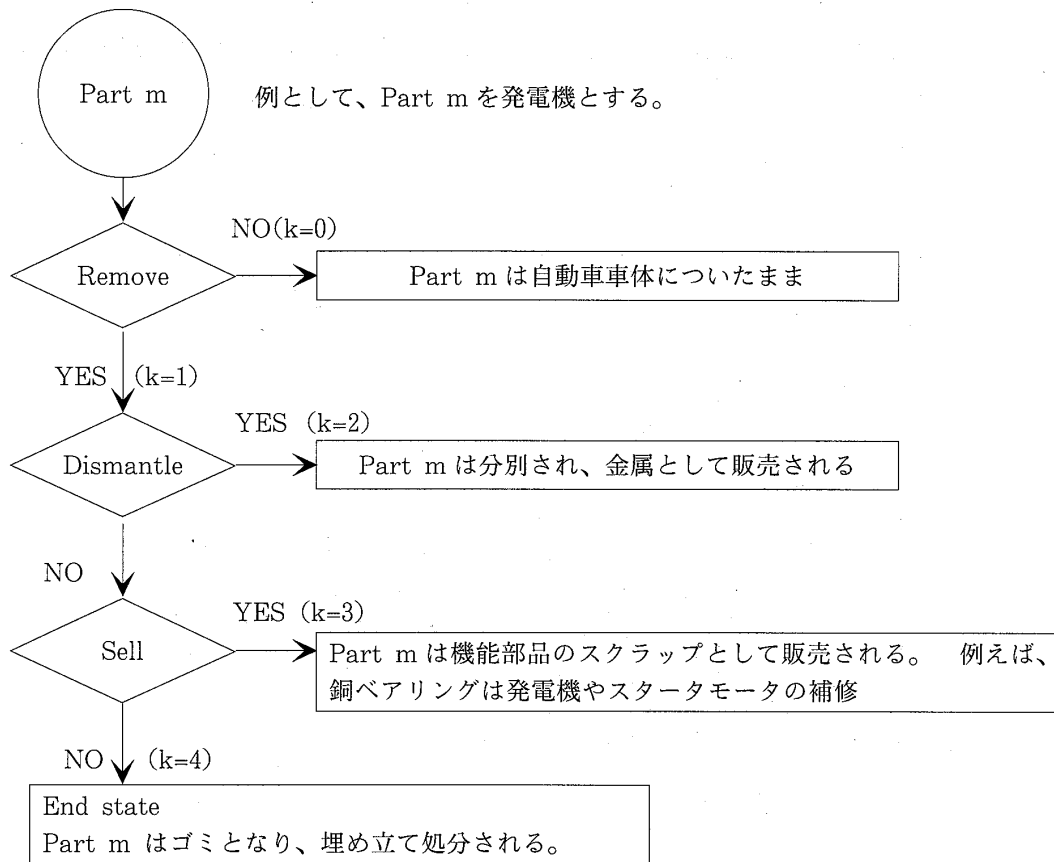
JAMES W.SAWTER, JR は“Automotive Scrap Recycling:Processes, Prices, and Prospects” 1974 において、解体モデルに関しての下記のような研究がされている。

「広く云われているようにスクラップ産業は、解体する業者と処理する業者の2つの分割されたセクターがあると考えられる。このように解体分野は概念的にプロセス分野から分かれている。サルベージ事業所の解体作業もサルベージ作業とは分離されている。サルベージとは取り外したパーツの販売までをいう。」と述べ、解体業とスクラップ処理即ちシュレッダー業とは基本的に分離された業であること、そしてサルベージ業とは解体業とは分離されていて、専ら中古パーツの販売をすることを意味しているということが分かる。

そして、この研究は「Dean and Sterner は自動車は36のパーツから成ると考えるところに特別な考えがあり、それが卓越した出発となった。彼らは1954年～1965年の間に製造された車15台を解体し、a 各パーツの取り外しに要する時間 b 販売可能な非鉄金属を各パーツから回収するのに要する平均時間 c 各パーツに占める非鉄金属の総量と販売価値を測定した。<sup>\*(24)</sup>」と述べて、自動車はラジエータ、エンジン、ジェネレータ、フェルポンプ、インストルメント、ラジオ、ディファレンシャル…ミラーとライトカバーまでの36のパーツから成るといふ解析を利用して、解体に関するデータを集めた訳で、その先駆的手法は20年後の独のメーカーの解体研究と基本的には同じである。

そして図6-2に示すように

「1 もし、パーツの販売価格が取り外しコストを超えているか、金属の販売価格が取り外しコストを越えているなら、パーツを取り外す。



注)出典 “Automotive Scrap Recycling” p.55

図 6-2 Part m の判断チャート

2 もし、取り外して、パーツの価格 $\geq$ 金属価格-解体コストならばパーツは解体することなく販売する。

3 ガラ処理のため残りのパーツ取り外し、売れなければゴミとする。」

と述べ、解体の最適化の概念をチャートにより説明している。取り外しコスト、中古パーツの販売価格及び回収金属の販売価格が解体の最適化を決定する重要なファクターになっていることが理解できる。現在は当然に自動車を解体を取り巻く状況が変化している。労働コストの上昇、回収金属価格の低落、そして埋め立てコストの上昇など、当時とは全く異なった状況になっているが、チャートに示されているコンセプトは今なお有効である。

そして、そのための数式モデルを次のような考え方のもとに作成している。

「最も一般的な方式は最適解体の問題への挑戦である。たとえ、その方式の使用が世界的な最適行動基準を決定しなくても近似解 (approximation) を提供する価値はある。さらに云うならば、この方式の提案が許容されるならば労働費用、再生資源、生産による廃棄の変化によって最適行動基準のバリエーションの決定を用意するという高い願望がかなうことになる。この結果、上述した

問題は混合積分リニアプログラミングとして数式化される。」とし、労働費用、再生費用、及び廃棄費用をパラメータとして種々の状況変化を代入することにより、自動車解体の最適行動基準を得ようというものである。以下提示されている式(1)について考察を加える。

廃自動車ごとの最大利益を  $\max V$  とおくと

$$\max V = -c_e w - c_{sw} u + \sum_{m=1}^{36} p_m [c_m^i + g_m^i] x_m^3 + \sum_{i=1}^n p_i y_i - c_a + c_b \sum_{m=1}^{36} [c_m^i + g_m^i] x_m^0 / 2000 \quad (1)$$

(1) 式において

- $c_e$  : 労働コスト単価 (ドル/時間)
- $w$  : 労働時間 (時間)
- $c_{sw}$  : 廃棄コスト単価 (ドル/トン)
- $u$  : 自動車ごとの廃棄物総量 (トン)
- $p_m$  : 分解パーツ $m$ の販売価格 (ドル/ポンド)
- $c_m^i$  : パーツ $m$ に混合している材料の重量(ポンド)
- $g_m^i$  : パーツ $m$ に溶解している材料の重量(ポンド)
- $x_m^3$  : パーツ $m$ における非分解で販売した総数
- $p_i$  : 金属の販売価格 (ドル/ポンド)
- $y_i$  : 材料の回収重量 (ポンド)
- $c_a$  : 廃自動車の購入価格 (ドル)
- $c_b$  : ガラの販売価格(ドル/トン)
- $x_m^0$  : パーツ $m$ において取り外さないでガラに残留した総数
- 2000 : 1 トン=2000 ポンド

となる。この式は6項から成り立っているので、第1項～第6項が何を示しているかを見ると

$$\max V = -\text{労働費用} - \text{廃棄費用} + \text{パーツ売上} + \text{回収金属売上} - \text{廃自動車購入費用} + \text{ガラ売上}$$

ということになる。チャートからも明らかなように、中古パーツの価格又は回収金属の価格が労働費用以下なら取り外し、中古パーツ価格が労働費用を負担して回収金属を販売するよりも高ければ、解体することなく中古パーツを販売するという判断をしている訳であるから、少なくとも 労働費用  $\leq$  (パーツ売上 + 回収金属売上) である。

パーツとしての販売される重量成分が多くなれば、回収金属として販売される重量成分は減り、ガラとして車体に取り残される金属重量成分は減るという関係の中で、それぞれの状態の計数を解体実験から得て、最適解体を追求しているところに当先行論文の主要な論点がある。

(1)式を現在と対照してみれば、第5項の廃自動車購入費用の符号は逆有償によって+となり、第6項のガラ売上はシュレッダー業に対する逆有償で符号は-となっている。第1項の労働費用は賃金率の高騰により、中古パーツの車体よりの取り外しや取り外した中古パーツの分解は縮小方向になり、第2項の廃棄費用もアメリカの当時と比べれば、わが国の現在は極大化しているから、修正して利用していく必要がある。



又、解体分野への新技術導入についても次のように論及してる。

「新技術が発展している。engine puller のような新技術は手解体から開放する。この装置はトラクターに積載されていて、油圧により自動車からエンジンを取り外し集積される。いくつかの実験の結果、現在の金属価格で engine puller モードは手解体モードよりもほんの僅か（1台につき1ドル程度）利益が少ない、というデータが出ている。」

この論文は環境問題から出発した廃自動車の最適解体ではない。鉄や銅スクラップ等の再資源の品質の確保と分解、分別の労力、そしてその比較の上立った収益を最適化しようとするものである。従って、取り外したパーツの分解、分別しているところに特徴がある。

Michael Johnson の “A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING, REMANUFACTURING AND REUSE” の DISASSEMBLY COST ANALYSIS は研究対象を事務機器に焦点に当てているが損益分岐点追求のために貴重な先行論文である。

Johnson が引用している Simon (1990) は、Design For Disassembly (DFD) において、「解体を考慮した設計と分解順の最適化」即ち、解体のデザイン・インにおいて、次のように述べている。

2つのファクターが解体効果の最大化に関係するとして

- (1) 高価値部品解体が経済的に重要であること。
- (2) 最短時間でこれらの部品が取り外せる分解順の最適化を示した。

分解と回収のコストに関しての損益  $PLM_T^{*(25)}$  は

$$PLM_T = f(R_v, t_k, c_L, c_P, c_R, c_{VM}) \quad (2)$$

$R_v$  : 再生資源価格

$t_k$  : 労働時間

$c_L$  : 分解労働賃金率

$c_P$  : 廃棄コスト

$c_R$  : 再生コスト

$c_{VM}$  : 新製品価格

の関数として示される。

メーカーは分解過程の中で、部品を再生するか廃棄するかという行動の1つが必ず取られる。いずれを採用するかに直面して、次の3つのコスト要因が判断の材料になる。

- (1) 回収するか否か：そのコストは収益にどう影響するか。
- (2) 部品の現在の廃棄コストはどの位か
- (3) 分解コストと廃棄コストを考慮したうえで、その部品の廃棄は最善か、又は使用可能な価値ある部品がまだあるか。

Simon (1992) と Navin Chandra (1991) の2人は、分解プロセスにおいて生ずる損益分岐点を

グラフ化してきた。

図6-3は、分解プロセスを単純化し、100%の製品解体は経済的に意味の無い事であることを示している。

資源回収の kth 部品の回収損益は次式で示される。

$$PLM_{RECOVERY} = R_{vk} - C_{Dk} + C_{Pk} \quad (3)$$

ここで

$R_{vk}$  : 再生価値【実際の回収利益】

$C_{Dk}$  : 分解コスト【分解コストの中で最大のものは労働コスト】

$C_{Pk}$  : 廃棄コスト

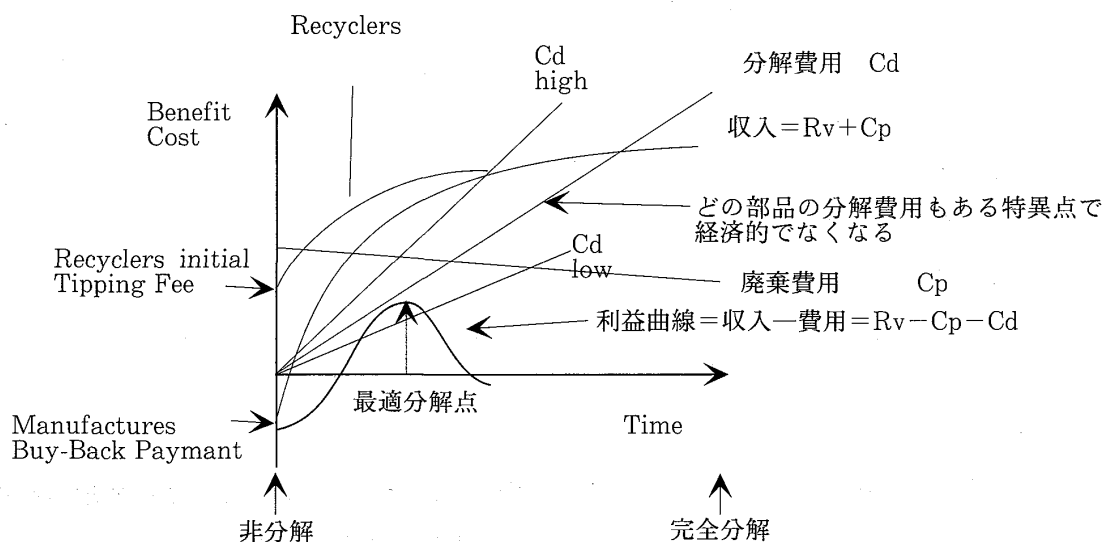
【+ : 廃棄コストが必要ない場合は、節約】

【- : 廃棄コストが必要な場合】

図6-3は式(3)の利益プロットカーブを表し、解体プロセスの中で最も経済的なポイントが限定されるということを示す。解体に適用すれば、製品から部品や材料を回収するために投入されるコストと、回収される実際の収益の間に分岐点が存在するということである。

自動車解体業にこの損益分岐カーブを適用し、解体部品選択とその分解順と分解時間を精査できれば、効率的で利益を上げられる道筋を明らかにすることができる。

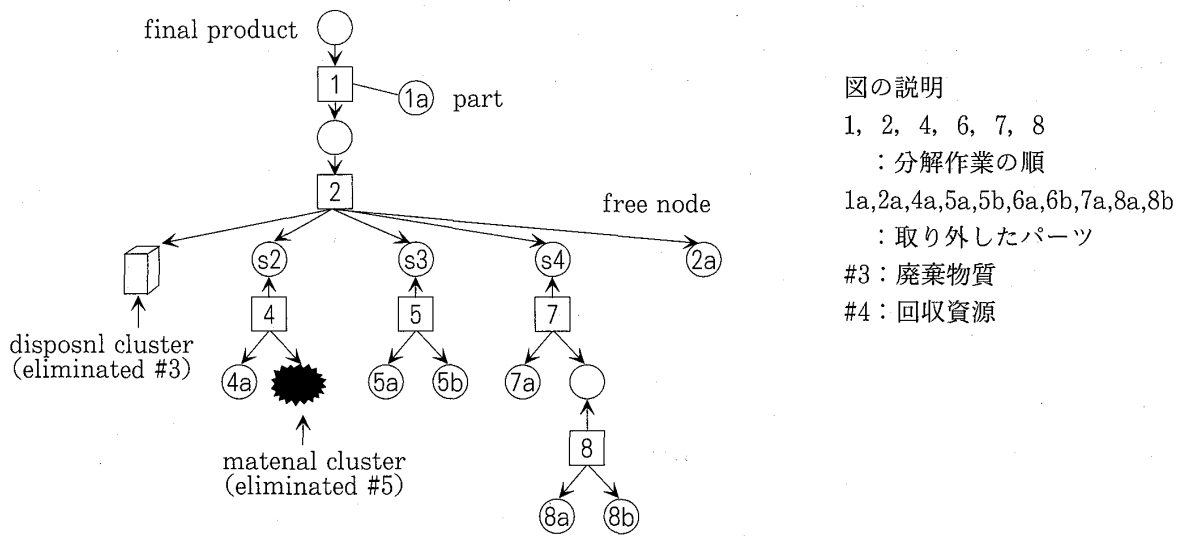
解体業者の損益の傾向をこのグラフで見ると



注) 出所 Michael Johnson "A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING, REMANUFACTURING AND REUSE" p.47

図6-3 The profit curve of material recovery

解体業者はリサイクラーであるから、Initial Tipping Fee (逆有償=引き取り料金) を得ることが一般的であるから、図6-3では、Recyclersの曲線となる。廃棄コストはシュレッダー業者



注) 出所 Michael Johnson “A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING, REMANUFACTURING AND REUSE” p.63

図 6-4 Disassembly Tree Representation

に処分料金として支払うことが一般的である。(これをし節約したケースが豊島の不法投棄である。) 従って、Cp の符号は-となる。

解体業者の主なるコストは、労働費用と廃棄費用である。労働費用は賃金率に時間を掛けたものであるから、解体時間がかかればそれに比例して増大する。(図 6-3 において解体費用 Cd の勾配が大きくなる。) そして、主なる利益は中古パーツの売上である。従って、ニーズの高い中古パーツを短時間で取り外す、ニーズの高い資源材料を短時間で分別する、という手法が最も利益が上げられることを示す。

その考え方に基づいて Michael Johnson は、事務機器について具体的なデータを用いて、最適分解ポイントを次のように分析し、説明している。

図 6-4 は製品 (final product) 1 において、パーツ 1a を外すことをスタートとする解体シーケンス (Disassembly Tree) である。この図によれば、解体作業順 2 では s2,s3,s4 という中間部品 (Subassembly) が同時に取り外されることを示している。もし、s4 の中に利益の上がるパーツがあるならば、解体順を優先させることになる。

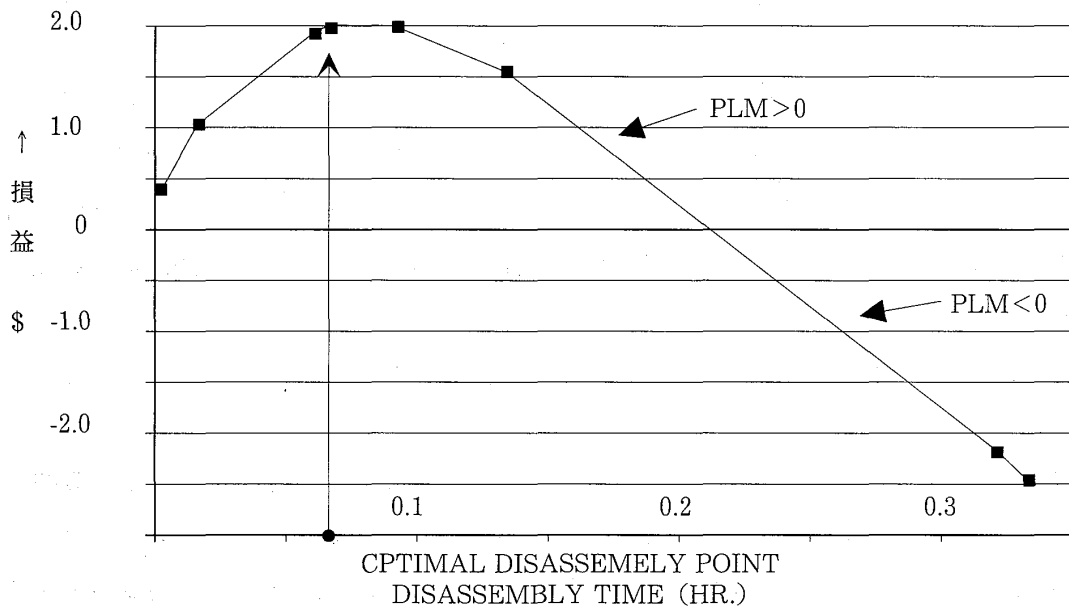
このケースの実証では、この解体作業順に進めている。次に具体的なデータを示す。

表 6-8 は第一行から時系列的に解体作業が進行し、第 9 行で示される解体作業で全ての解体作業が完了することを示し、各行ではそれぞれの作業における労働費用、回収資源材料の価格、そしてその差としての利益/損失を求めている。

表 6-8 Disassembly Analysis Worksheet

時間 (sec) T	合計時間 (HR) T	素材重量 (G)	素材価格 (\$/G)	再生価格 RV1	累積再生価格 RV	解体コスト Cd1	トータルコスト Cd	利益/損益 PLM1	トータル損益 PLM
10	0.00278	22.2	0.02	0.444	0.444	0.08333	0.08333	0.36067	0.36067
50	0.01667	37	0.03	1.11	1.554	0.41667	0.5	0.69333	1.054
160	0.06111	55.5	0.04	2.22	3.774	1.33333	1.83333	0.88667	1.94067
20	0.06687	19.4	0.01	0.194	3.968	0.16667	2	0.02733	1.968
90	0.09167	25	0.03	0.75	4.715	0.75000	2.75	0	1.968
150	0.13333	8.3	0.1	0.83	5.548	1.25000	4	-0.42	1.548
679	0.32194	37.8	0.05	1.8885	7.4365	5.65833	9.65833	-3.7698	-2.2218
39	0.33278	1.6	0.03	0.0543	7.4908	0.32500	9.98333	-0.2708	-2.4916
2	0.33333	0.0	5	0	7.4908	0.01667	10	-0.0167	-2.5092
20MIN		0			\$7.50		\$10.00	-\$2.50	
労働コスト(\$/H)30									

注) 出所 Michael Johnson "A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING,REMANUFACTURING AND REUSE" p.73



注) 出所 Michael Johnson "A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING,REMANUFACTURING AND REUSE" p.74 より

図 6-5 Disassembly Cost Analysis 解体最適ポイントの特定

これらのデータの示すことは

- ① 完全分解のためには 20 分を要し、解体コストが 10.00 ドルかかるが回収利益は 7.50 ドルで

ある。即ち、2.50ドルの損失が発生する。

- ② これに対して、#4で終えるならば解体時間は4分で解体コストは2.00ドルであるのに、回収資源による利益は3.968ドルであり1.968ドルの利益が得られる。

このポイントが利益最大（PLM<sub>MAX</sub>）のポイントであり、最適解体点ということになる。

図6-5のOptimal level of disassemblyはこの点を指している。

以上、最適解体に関する先行論文2件について、その目的とするところ、目的達成のための理論と実証による追認の方法を見てきた。

費用（cost）と利益（benefit）は、廃自動車毎異なると云って過言ではない。なぜならば同一車種、型式、製造年月日が同じであっても走行距離、点検管理、車体損傷の状況が異なるからである。その無数の費用／利益をすべて精査して最適解体ポイントを出すことができれば、利益の最大化のために有効であることが分かる。そのために情報スキルの獲得と、その情報が解体スキルと効果的に接続することが必要である。現実問題として、情報化のための設備投資と人員確保は零細解体業者の経営実態からは容易でない。そのために、現場の知恵と経験から「1分の解体時間に対し

表6-9 シュレッダーダストのリカバリー計画（2005年予想）

事業分野	会社	リサイクル方式	2000年処理量 [トン/年]	2005年処理量 [トン/年]	稼働開始 (予定)[年]
シュレッダー 事業	A社	ASR 分別後、エネルギー回収 スラグ化→有効利用	24,000	27,000	1999
	B	ASR 徹底分別マテリアル	9,000	9,000	1997
	C	ASR 分別後、エネルギー回収	0	20,000	2001
	D	ASR 分別後、エネルギー回収 スラグ化→有効利用	30,000	120,000	2000
シュレッダー事業計			63,000	176,000	
素材産業 (鋳業)	E	銅精錬における反射炉でのエネルギー 利用と銅回収、その他有用金属回収	10,000	180,000	稼働中
	F	銅精錬におけるエネルギー利用、銅回収	0	7,000	2001
鋳業関連分			10,000	187,000	
素材産業 高 炉 電気炉	G	ボデー殻の転炉への直接投入	1,300	1,300	稼働中
	H	ボデー殻の直接投入	4,800	4,800	稼働中
	I	ボデー殻の直接投入	0	12,000	2001
鉄鋼業界分			61,000	18,100	
エコタウン	J	ボデー殻の直接投入	2,000	2,400	2001
	K	エネルギー回収(建設中)	0	55,000	2002
エコタウン業界計			2,000	57,400	
合 計			81,100	438,000	

注)経済産業省自動車リサイクルWG2001年

て300円の利益があがるかどうか。<sup>(26)</sup>」という判断基準が使われている。その場合の利益の主たる基準は、人気車種であること、損傷が少ないこと、走行距離が短いこと<sup>\*(27)</sup>、高年式車であること、などである。そして、労働コストをいかに安くあげるかということで、外国人を研修生として受け入れ安い費用で使用することが常態化している。

現代型解体スキルの例としてあげた北九州エコタウンでは、解体ラインの導入により伝統型解体スキルと比べて解体効率を3倍に上げた。その結果として情報スキルの導入を可能にしたと云える。零細解体業者がこの情報スキルの導入を獲得するためには、協同組合化によって情報武装のための経営資源の捻出が求められる。

## 5 まとめ

国の循環型社会の構築という施策の中で、自動車リサイクルは家電三品目のリサイクルに続くものとして重要な位置づけになりつつある。そうすると、動脈部が経営戦略としてユーザーにアピールするためにも環境経営を前面に打ち立ててくる。それは、環境対応車であり、省エネカーであり、廃自動車処理対応である。即ち、動脈部の資本力、技術力による廃自動車処理分野への直接、間接を問わない進出である。表6-9の事業者として直接的には自動車メーカーはないがシュレッダー業や鉄鋼業が関与している。筆者の捉え方としては、動脈部には零細解体業者と共存しながら、資本力、技術力でバックアップし育てていこうとする姿勢は少ないとみる。一定の技術力を持つ中堅の解体業者を系列化していく<sup>\*(28)</sup>か、廃自動車集積を利用する<sup>\*(29)</sup>か、囲い込んで解体スキルだけを活用する<sup>\*(30)</sup>か、という動脈部の影響力行使が際立っている。

リサイクル率を向上させるには、ガラにするまでの段階での解体・分離・分別が重要である。解体業者の「手解体」作業スキルがここに求められる。しかし、動脈部のリサイクル率の向上の方法は表6-9でも明らかなように「熱エネルギー回収（サーマルリサイクル）」に傾斜している感がする。「サーマルリサイクル」は労働集約的な作業スキルを軽視でき、既存の解体業者との調整や関与を必要としない手法である。従って、ガラを粉砕し鉄や銅資源等を分別回収しても、鉄資源の中に銅資源が混入し、鉄資源としての品質が悪くなるという問題や、シュレッダーダストを「サーマルリサイクル」した場合、燃焼ガス中のダイオキシン問題が克服出来ないことなどの問題点が弱点として存在する。特に「サーマルリサイクル」のための焼却炉の設置については、技術的にダイオキシン問題が克服できたとしても、設置場所になった住民の環境汚染の懸念は大きいものが予想され推進は容易でない。又、シュレッダー業界の「サーマルリサイクル」の結果発生するスラグについて、有効利用を掲げているが固溶化処理ができて鉛成分の溶出が心配なくなったという程度で、まだ実現可能な有効活用は明らかではないし、銅精錬業界の「サーマルリサイクル」の結果発生する焼却灰の処理先がなく、工場内に野ざらし状態で堆積されている<sup>\*(31)</sup>。

表6-9で唯一「サーマルリサイクル」という手法をとっていないのが、B社のASR（シュレッダータースト）「徹底分別マテリアル」手法である。この場合は、ガラをシュレッダーで破碎後、徹底的に分別し分別の精度と資源回収量の確保を目標とするものであるから、解体業者の「手解体」によるガラの前工程としての分別よりも人手を必要とする。

以上みてくると自動車リサイクルは、「サーマルリサイクル」も含めてガラの前工程としての「手解体」の役割をしっかりと位置づけをしたものでなければならないことが理解できる。この意味においても、伝統型自動車解体スキルに現代型自動車解体スキルを導入し、中小零細解体業者にも対応可能な解体システムを解体業者の側から構築しなければならない。

#### 参考文献

- 小川 英次『新起業マネジメント』中央経済社、1996年
- 小川 英次『トヨタ生産方式の研究』日本経済新聞社、1997年
- 小川 英次「技術・スキル・直感の関係を問う」商工金融、1999年8月、pp.1-2
- 小川 英次「現代スキルと中小企業」中小公庫月報、1997年7月、pp.2-3
- 小川 英次「TQMと日本の管理方式」中京経営研究、1999年9月、pp.27-40
- 山田 基成「技術の蓄積と創造のマネジメント」商工金融、2000年4月、pp.5-23
- 山田 基成「21世紀の工場づくりへの挑戦」『中小企業21世紀への展望』同友館、1999年、pp.19-34
- 浅井 紀子「世界最適開発・調達・生産時代の生き残りへのチャレンジ」商工金融、2000年5月、pp.15-22
- 浅井 紀子「転換期における中小企業の優位性」『新中小企業像の構築』同友館、2000年、pp.102-112
- 藤本 隆宏『生産マネジメント入門Ⅰ、Ⅱ』日本経済新聞社、2001年
- 小池 和男他2名『もの造りの技能』東洋経済新報社、2001年
- 山際 康之『組立性・分解性工学』工業調査会、1997年
- 高杉 晋吾『北九州エコタウンを見に行く』、ダイヤモンド社、1999年
- 吉野 敏行『資源循環型社会の経済理論』、東海大学出版会、1996年
- トヨタ自動車株式会社『車の解体マニュアル』、豊田通商株式会社1995年
- 濱島 肇 「自動車解体業の活性化に関する研究」『中京経営研究』第9巻 第2号 2000年2月 pp.113-132
- Michael Johnson “A METHODOLOGY FOR PLANNING OF DISASSEMBLY FOR RECYCLING, REMANUFACTURING AND REUSE”
- JAMES W.SAWTER, JR “Automotive Scrap Recycling: Processes, Prices, and Prospects” 1974

#### 注

- \*(1) 名古屋市中川区K金属 従業員（経営者も含む）3人、周りの環境は住宅・工場混在、畑もあり。敷地は解体済みの自動車が3段に積み重ね、補修用ドアが野積み。エンジンも3m程度の高さまで野積み。

作業場は屋根有り、コンクリート舗装されていない。解体効率は2人で30分/台。

- \* (2) 現在のリサイクル率向上の考え方からすれば、「分別」も後工程として重要である。
- \* (3) 「現代技術におけるスキルの重要性」
- \* (4) このように劣化した再生資源を、グレードを徐々に落とすことによって、劣化したなりに再利用することを「カスケード利用」という。『グッズとバズの経済学』p.295。
- \* (5) 一人で解体が34/47 (72.3%) 二人で解体が9/47 (19.1%)
- \* (6) 例えば『車の解体マニュアル』トヨタ自動車(株)サービス部などがあるが、解体業者は基本的に全てのメーカーのすべての車種を扱うため、いちいちマニュアルを見ておれない、という声がある。又、自分たちで作ったものでない点に最大の問題がある。
- \* (7) 日産は1996年「車の解体マニュアル」を作成し、解体業者に配布したが、多くのメーカー多様な自動車を解体している業者にとって、マニュアルはかえって能率を落とすものであった。筆者の実態調査でも、メーカーに対して解体技術の指導・提供を求める回答は5/46 (10.9%) と低いものであった。
- \* (8) 筆者修士論文「自動車整備業界の構造転換」1996年 p.63 5年が13/40 (32.5%) 10年が13/40 (32.5%)
- \* (9) 小池 和男他『もの造りの技能』pp.18-19。
- \* (10) 前掲書 p.31。
- \* (11) 小川 英次『トヨタ生産方式の研究』p.186「近年大量生産の自動車組立ラインでは仕事の反復が多く、単調かつきついため労働力の調達がますます困難となった。」  
鎌田 慧『自動車絶望工場』現代史出版会 p.116「むなしい労働のくりかえし。」
- \* (12) 小川 英次前掲書 p.186 「74年に、ボルボ (Volvo) 社がカルマー (Kalmar) 工場で職人主義に基づいた小集団による「島作業方式」を導入した。」
- \* (13) 藤本 隆宏『生産マネジメント入門II』p.29 参照。
- \* (14) 小川 英次『新起業マネジメント』p.173。
- \* (15) 金沢自動車解体協同組合『昭和63年度活路開拓ビジョン調査事業報告書』p.33。
- \* (16) この資格取得の面では、メーカーはその組み立てライン作業員にスキルアップの手段として奨励している。具体的には、職業訓練指導員、機械保全、危険物取扱者、ガス溶接、アーク溶接などの公的資格や工場板金などの社内資格などである。
- \* (17) 筆者のアンケート調査では、従業員1人の事業所の免許取得率は7/16 (43.8%) であった。
- \* (18) 吉野 敏行「資源循環型社会の経済理論」1997、p.59「一般に、動脈産業の景況と再生資源の市場価格とは正の相関関係があり、円為替レートとは負の相関関係、輸入資源価格とは正の相関関係がある。」
- \* (19) 日本工業新聞 1997.10.15 自動車リサイクル 日産 啓愛社と共同開発「日産自動車は、廃車のリサイクル実証試験を、日産の実験車両の解体処理を請け負っている啓愛社に委託し、共同で研究開発をすすめる。…解体工法、設備・治工具の研究や中古部品の再利用のための部品管理や品質確認方法も実



施。…中古部品の再利用については、アンテナショップを実証研究施設に併設する。」

- \*(20) 西日本カーリサイクルで開発した新技術。
- \*(21) 西日本カーリサイクルの1997年データには、廃自動車収集や中古パーツ販売のための労力が含まれていない。
- \*(22) 鉄スクラップから銅分を回収して、高炉用の高品質スクラップを得るための取り組み。
- \*(23) 中古パーツ販売が収益確保の主要な柱となっている。いずれも解体業の付加価値追求の方策である。
- \*(24) U.S Department of the Interior, Bureau of Mines, “Dismantling a Typical Junk Automobile to produce Quality Scrap” .
- \*(25) Profit/Loss Margin
- \*(26) 長井 寿「金属の資源・製錬・リサイクル」p.41
- \*(27) 啓愛社の品質基準においても、走行距離は重要な判断基準になっていて、4万キロ未満をレベルⅠ、4万キロ以上8万キロ未満をレベルⅡ、8万キロ以上は中古パーツとして利用しない、としている。
- \*(28) 筆者はこれを「本田方式」という。佐野マルカ商店、中山金属、サンテックなどの中堅シュレッダー業を利用して、シュレッダー業に自動車解体業を後発的にスタートさせている。
- \*(29) 筆者はこれを「日産方式」という。八幡の廃自動車集積を利用し、中古パーツの在庫を増やそうとしている。
- \*(30) 筆者はこれを「北九州エコタウン方式」という。
- \*(31) 「東日本自動車解体通信」第74号2001年6月5日