

自動車リサイクルにおける鉄の循環構造の定量把握

Distribution of Iron Recycle in automobile

土井康義**・稲村肇***

By Yasuyoshi DOI**・Hajime INAMURA***

1. はじめに

我が国における自動車産業は、広範な関連産業をもつ総合機械工業であることから基幹産業として認識されている。また近年注目を集めている廃棄物問題への取り組みについても、使用済み自動車は他の製品に比べ回収ルートが整備されるなど、循環システムの構築も率先して取り組まれてきた。

このように、常に先導役となり循環システムについても構築されたかに見えた自動車産業であるが、最近になって、そのリサイクルで大きなウェイトを占めている鉄くずの供給過剰問題が囁かれている。しかし、その真実性や問題の原因については未だ不明確なままである。

今後、より有用な使用済み自動車の循環システムを構築していくためには、第一にこの点を明確に把握しておく必要がある。

一般に循環型社会システムでは、静脈産業の経済活動が発生するだけでなく、バージン財の生産活動や、その活動と直接間接的に関係する様々な経済活動に影響を与えると考えられている。したがって、上記の点を把握するためには、システムの循環構造を明確にし、それらを定量的に把握する必要がある。

一方、この分野について学術的にはこれまでも循環システムの評価に関する研究がいくつか行なわれてきた。一般に経済活動の循環構造を定量的に評価する方法としては産業連関分析があり、廃棄物

循環システムの評価研究にも用いられ始めている。

中村¹⁾は、古紙や廃棄自動車といった耐久財を扱う場合、回収、再生加工といった循環システムの静脈部門の扱いが極めて重要と指摘し、それらを明示化した拡張産業連関モデルを提案している。中村モデルでは静脈部門を明示化しているという点で評価できるが、モデルの基本フレームが伝統的な Leontief 体系を採用しているため、廃棄物の発生元として重要なウェイトを占めている、家計部門から発生する廃棄物の循環システムを内生的に取り扱うことは難しいと思われる。

家計部門を内生的に扱うことを試みた研究としては、加河らによるものがある²⁾。加河らは Leontief 体系を一般化した SNA 産業連関システムを導入し、家計部門を内生化した環境対策 SNA 産業連関分析を提案している。この研究は産業連関分析を環境問題に応用していく上で、非常に重要な切り口を与えた点が評価できる。

一方、森川³⁾らは、耐久財に焦点を当てず、生産活動の段階で付随的に発生する屑・副産物等の廃棄物といった結合生産物のウェイトが大きいことを指摘し、屑・副産物仮定を採用した、ハイブリッド型 SNA 産業連関表に基づく結合生産モデルを提案している。森川モデルは、結合生産物の投入産出構造を数量的に把握できる点で評価できるが、耐久財を扱った循環システムの評価に適用することは難しいと考えられる。

このように廃棄物循環システムの評価に関する研究がいくつかなされてきたが、それらはどれも循環構造を明確に把握するという肝心な部分が曖昧なままであると言える。また全体的に理論研究が先行し、実証分析が追いついていない感もある。

*キーワード：地球環境問題

**学生員，東北大学大学院 情報科学研究科

***正会員，工博，東北大学大学院 情報科学研究科

(〒981-0944 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 06，

TEL022-217-7497, FAX022-217-7494)

表－1 使用済み自動車の循環システムにおける鉄屑循環の投入表

	産業	エネルギー産業	建築・土木	圧延メーカー	電機メーカー	中古部品業	ディーラー	回収業	解体業	シュレッダー業	自治体	家計
商品	U1.1											
エネルギー		U2.2		U2.4	U2.5	U2.6	U2.7					
建築・土木												U3.12
鋼材			U4.3									
炭素鋼				U5.4								
中古部品						U6.6						U6.12
中古自動車						U7.6	U7.7	U7.8	U7.9			U7.12
回収サービス									U8.9	U8.10		
ボディ－ガラ								U9.8				
老廃屑					U10.5			U10.8				
公務								U11.8				
雇用者所得						U12.6	U12.7	U12.8	U12.9		U12.11	
使用済み自動車						U13.6	U13.7	U13.8	U13.9	U13.10		

表－2 使用済み自動車の循環システムにおける鉄屑循環の産出表

	商品	エネルギー	建築・土木	鋼材	炭素鋼	中古部品	中古自動車	回収サービス	ボディ－ガラ	老廃屑	公務	雇用者所得	使用済み自動車
産業	V1.1												
エネルギー産業		V2.2											
建築・土木			V3.3										
圧延メーカー				V4.4									
電機メーカー					V5.5								
中古部品業						V6.6	V6.7						
ディーラー							V7.7	V7.8					V7.13
回収業								V8.8					V8.13
解体業						V9.6		V9.8	V9.9				
シュレッダー業								V10.8		V10.10			
自治体											V11.11		
家計							V12.7					V12.12	V12.13

本研究ではこれらの問題点の改善を考慮しつつ、SNA 産業連関表を用いて使用済み自動車の循環システムを定量的に把握していくことを目的とする。そのための第一段階として今回は、モデル作りの概念について説明することを目的とする。

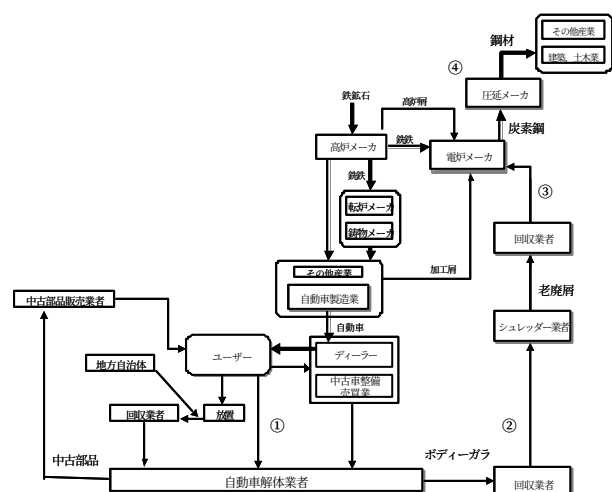
に対応させていく。混乱を避けるため①～④の各段階にわけて見ていく。表－1、表－2 には使用済み自動車の循環システムにおける鉄屑循環の投入表および産出表を示してある。

以下に各段階のフローを考察していく。

2. 連関表の作成

(1) 基本概念

自動車産業の循環システムにおける、鉄屑の循環

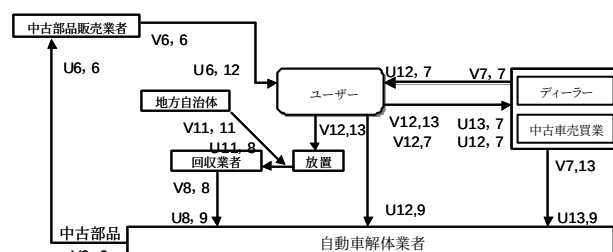


図－1 鉄屑の循環フロー図

フローを図－1 に示す。

このフローをもとに鉄屑の流れを SNA 産業連関表

a) ユーザーから解体業者までのフロー



図－2 ユーザーから解体業者までのフロー

図の U および V はそれぞれ表－1、表－2 のそれに対応している。ユーザーから発生する使用済み自動車は、大部分がディーラーを通して解体業者へ搬入されるが、一部はユーザーから直接搬入される。また中には、放置車も存在するが、それらは自治体が処理費を払って解体業者に搬入される。

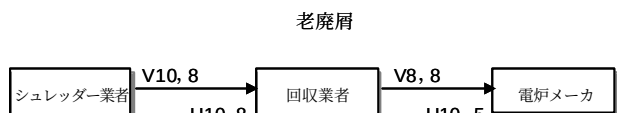
b) 解体業者からシュレッダー業までのフロー

自動車解体業者では、再利用できる中古部品を取り外し、残りの廃車ガスをシュレッダー業者へと搬

入する。このとき回収業者によって移入される。



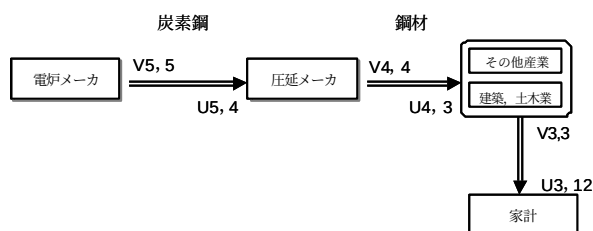
図－3 解体業者からシュレッダー業へのフロー



c) シュレッダー業から電炉業までのフロー

図－4 シュレッダー業から電炉業へのフロー

ここではシュレッダーによって非鉄金属、シュレッダーダストが除去され、残りの鉄屑が老廃屑とし



図－5 シュレッダー業から電炉業へのフロー

て電炉業へ搬入される。また移入に関してはb)と同様に回収業者によって行なわれる。

d) 電炉業から先のフロー

電炉によって製鋼された鉄屑は主に炭素鋼といった鋼となって圧延メーカに運ばれる。圧延メーカ以外にも casting, 鍛造およびプレスメーカが存在するがその量は数%にすぎない。圧延された鋼は鋼材として製品化され、主に建築・土木業に購入される。そして建築構造物として家計等へと流れていく。

ここで注目すべき点は、図－1 で示した老廃屑の行き先である。これは品質の問題から決して高炉メーカへは搬入されず、電炉メーカへ送られる。このことは、自動車から発生した鉄屑がリサイクルされても、再び自動車の材料として使われることはないことを示している。これが循環システムにおいて需給バランスが崩れる原因と考えられる。

以上のようにして、使用済み自動車から発生する鉄屑の循環構造を SNA 産業連関表に表すことができた。

(2) 金額の問題について

前節において使用済み自動車から発生する鉄屑の循環構造の概念を SNA 産業連関表に記すことができた。今後具体的にデータ整理していくためには、取引時の金銭問題を把握しておく必要がある。

そこで、ここでは前節で分けた各段階のうち静脈部門において取引されるものの単価を推計していく。

a) ユーザーから解体業者へのフロー

ユーザーの消費によって廃棄物となった自動車は、ディーラーや自治体回収、ユーザーの直接持込等によって自動車解体業者に引き取られる。このとき解体業者はユーザーに 1,000 円／台支払う⁴⁾。また、自動車平均使用年数はほぼ 10 年であり⁵⁾、1973 年から 1987 年における自動車一台あたりの平均重量がほぼ 1 t／台であることから⁶⁾、90 年に発生する廃車の重量を 1 t／台と近似する。この段階での収集運搬は、エンドユーザーが行なうものとし回収業者は存在しないと仮定する。

b) 解体業者からシュレッダー業者へのフロー

シュレッダー業者が廃車ガラを購入する際、シュレッダー業者は解体業者へ 6,000 円／t を支払う⁷⁾。またこの段階では、廃車ガラを収集運搬する作業が生じるが、そのコストについては次節で説明する。

c) シュレッダー業者から電炉業者へのフロー

シュレッダーにかけられた後に発生する鉄スクラップの売値は 20,000 円／t である⁷⁾。しかしこの中には、一般に収集運搬にかかる輸送コストも計上されている。ここでは敢えて回収業者の存在を明確にするため、計上されている売値から回収業者による輸送コスト分を分離する。そのためにはシュレッダー業者から電炉業者へ搬入する際の輸送コストを求める必要があるため、次節で推計を試みる。

(2) 鉄スクラップの輸送コストの推計

輸送コストの推計に関しては、森川らも推計を試みているが、対象が宮城県内の回収業者のみに絞られているという問題があった。そこでこの問題点を改善し、全国を対象とした推計を行なった。

また紙面の都合上、今回はシュレッダー業者から電炉業者への輸送コストのみについて、その推計方法を紹介する。説明は省くものの、解体業者からシュレッダー業者までの推計方法も基本的には同じであり、移送リンクは広域流通規制を仮定して、域内による陸上移送のみを対象としている。

まず全国のシュレッダー基及び電炉業者の数を把握する。自動車を効率よく破碎するには 1000 馬力が必要であることから、それ以上の馬力を持つものを集計すると 89 基であった。また電炉業は 64 社存在しており、これらはほぼ全国的に分散している。各シュレッダー基で扱われる鉄スクラップ量は、下式によって推計した。

$$s_i \approx S \cdot \frac{n_i}{N} \cdot \frac{p_i}{P_1}$$

ここで、

s_i : シュレッダー i が扱う鉄スクラップ量

S : 全国の鉄スクラップ流通量

n_i : 都道府県 i の自動車保有台数

N : 全国の自動車保有台数

p_i : シュレッダー i の馬力

P_1 : 都道府県 1 内のシュレッダーの総馬力

鉄スクラップは一般に広域流通制限がかけられており、発生したスクラップはその地域で処理される。しかし、一部では「西送り」のように広域流通も見られ、その関係は鉄スクラップの地域連関表として鉄源協会がまとめている⁸⁾。これらの情報から、全起点終点ごとの鉄スクラップ流通量が求まる。

域内運搬分については、最も近い業者に引き取られると仮定し、その輸送距離はゼンリン電子地図帳から求める。求めた距離を法定速度 40km/h で走行するとして所要時間を求め、この往復分と積み卸し時間を合計して運搬時間を求める。この運搬時間に運転手の時給をかけることで人件費が求まる。

また域外運搬分については海上輸送を利用すると仮定する。対象とする港は起点終点から最も近い特定重要港湾とし、海上輸送距離から輸送コストを

推計する。

これらのデータを一年分計上した人件費及び海上輸送コストに、燃料費、車両維持費、高速道路料金を合計することで各起点終点間の輸送費用が求まる。燃料費、車両維持費および高速道路料金の産出方法は森川論文のそれを引用した。

この輸送費用を全起点終点間で合計し、それをリンク数で割ることで物流コストを推計する。

3. おわりに

今回は有用な使用済み自動車の循環システムを構築していくための第一段階として、その循環構造を SNA 産業連関表で定量的に扱っていくための概念を紹介した。今後この概念をもとにデータ整理を行い、循環構造がどのようになっているのかを定量的に分析していくつもりである。この分析を行なえば、例えば鉄屑についての需給バランスを分析でき、またその需要の変化に対してどの産業が影響を及ぼしているのかが把握できると思う。講演会ではその結果を紹介するつもりである。

参考文献

- 1) 村慎一郎：廃棄物循環再利用の経済・環境効果の産業連関分析，第 8 回廃棄物学会研究会講演論文集 pp100-102, 1997
- 2) 加河茂美，稲村肇：環境対策 SNA 型産業連関表による環境保全政策の評価，土木計画学研究・論文集，No.14, pp433～442, 1997
- 3) 森川貴志，加河茂美，稲村肇：生産消費活動に内包化される廃棄物の需給構造分析，2002
- 4) シュレッダー，電炉を中心とした廃棄自動車のマテリアルフロー分析，2000
- 5) 内藤貴子，竹ヶ原啓介：使用済み自動車リサイクルを巡る展望と課題，日本政策投資銀行，pp7, 2002
- 6) (財)自動車検査登録協力会：「我が国の自動車保有動向」
- 7) 原田産業株式会社：「自動車を構成する原料と原料別重量の特定」
- 8) 日本鉄リサイクル工業会：「産業審会 12 回自動車リサイクル小委員会資料，シュレッダー事業の実態推移調査」