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

東北大学　学生員　森川貴史
東北大学　学生員　加河茂美
東北大学　Ｆ会員　稲村　肇

１．はじめに

自動車に関するライフサイクルアセスメントは数多くなされているが，それは，廃棄段階においてシュレッダーの運転に留まり[1)]，その後の鉄スクラップの流動，電炉といったリサイクルの中心となる流れが明らかにされていない．

一方，廃棄物リサイクルにおいて，収集運搬プロセスがコストに大きな影響を与えることが分かっている[2)]．今後，更に自動車リサイクルを推進するためには，廃棄自動車に関する物流システムの効率性を評価する研究が重要となる．

従って，本研究では，廃棄自動車の詳細なマテリアルフローを推計し，特にシュレッダー，電炉間の鉄スクラップ広域流通[3)]に着目し，それらの物流形態及びコストを把握することを目的とする．

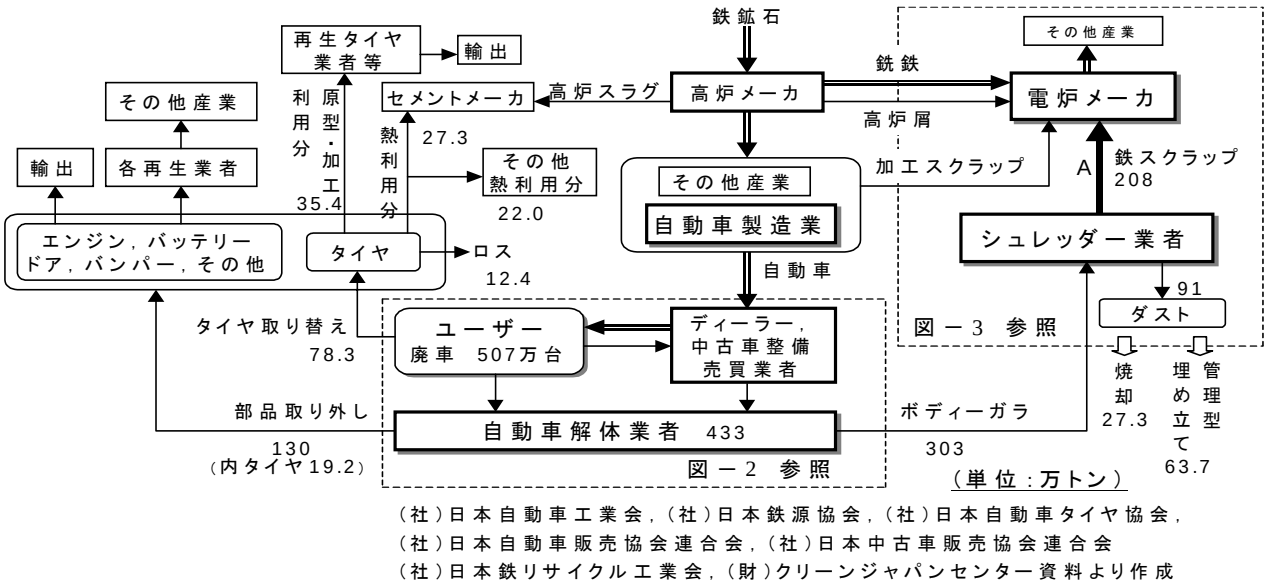
２．マテリアルフローの推計

関連団体が公表している客観的なデータだけでなく，ヒヤリング調査結果等を基に推計した廃棄自動車のマテリアルフローを**図－1** に示す．

ユーザから発生した廃棄自動車はディーラ，中古車整備業者等を通じて，または個人的に解体業者へ持ち込まれる．ここで廃車重量は 1 トン／台[4)]とした．また最近では解体業者の門前で輸出に転化される廃車輸出と呼ばれるものが存在する（**図－2**）．解体業者では部品の取り外しが行われ，残ったボディーはシュレッダー業者へ流れる．ここで部品とボディーの重量比は 7 対 3 である．

シュレッダー業者へ運ばれたボディーガラは，シュレッダーにかけられ，鉄，非鉄，ダストが振り分けられる．ここでそれらの発生割合は 68.5%，1.5%，30%（重量比）であることがヒヤリング調査結果より分かった．ダストは，98 年度で約 27 万トンが焼却，残りの約 64 万トンが管理型埋立処分されている．

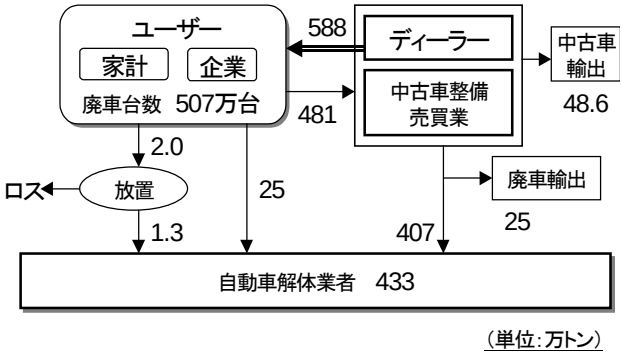
シュレッダー業者から発生した鉄スクラップ（老廃屑 208 万トン）は電炉へ流れる．電炉はこれらの他に商品生産過程から発生する加工屑も購入し，それらを再生材として粗鋼を生産している．（**図－3**）．



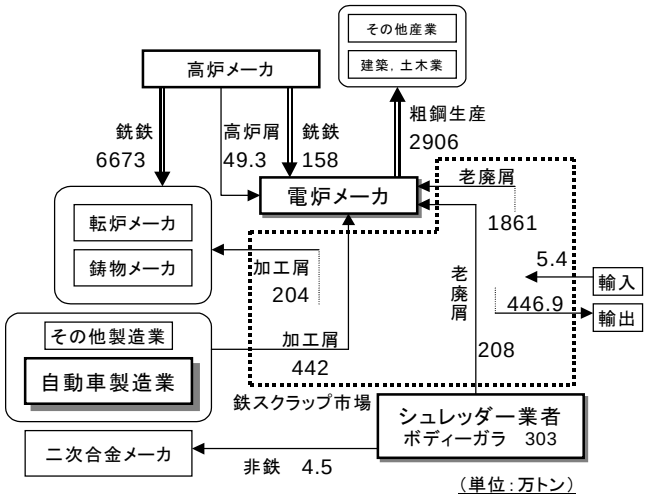
図－１　98 年度廃棄自動車のマテリアルフロー図

Key Words：*Material Flow，Physical Distribution Cost*

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 東北大学土木工学科空間計画科学研究室　TEL022(217)7497　FAX022(217)7494



図－2　ユーザ・解体業者を中心としたフロー



図－3　シュレッダー・電炉を中心としたフロー

３．宮城県の流通調査及び物流コストの推計

シュレッダー，電炉間の鉄スクラップ広域流通に着目し宮城県を対象として，電炉メーカ 3 社，シュレッダー業者 6 社にヒヤリング調査を実施した．その結果得られた 98 年度の自動車鉄スクラップ出荷量，購入量を**表－1** に示す．ここでコスト推計の範囲とするのは，**表－1** における韓国輸出を除いた流通量とする．また，事務費等は考慮しない．推計に用いた指標を**表－2** に示す．

年間必要運搬回数 k_{ij} は拠点 ij 間で運搬される年間出荷量を最大積載量で割ることにより求められる．これと**表－2** の指標から次の費用を推計した．燃料費 $C^f_{ij} = k_{ij} \times D_{ij} \times F/Y$ (1)　車両維持費 $C^m_{ij} = k_{ij} \times D_{ij} \times P_m/L$ (2)　人件費 $C^h_{ij} = k_{ij} \times T_{ij} \times P_h$ (3)　輸送費用 $C^p_{ij} = C^f_{ij} + C^m_{ij} + C^h_{ij} + Z_{ij}$ (4)

D_{ij}：拠点 ij 間の往復距離（km）　T_{ij}：拠点 ij 間の往復時間（h）　Z_{ij}：拠点 ij 間の往復高速道路料金

以上からすべての拠点間出荷量の和を R とすると　物流コスト　$C = \Sigma\Sigma\, C^p_{ij} / R$ (5)

なお，拠点間においては最短時間経路を選択するとし，距離，時間は '99 道路時刻表をもとに作成した．式(5)より求められた結果を**表－3** に示す．

表－1　宮城県に関連する鉄スクラップ流通量

単位:トン

出荷元(i) ＼ 購入先(j)		宮城県			岡山県	韓国輸出	出荷計
都道府県	シュレッダー業者	電炉メーカA	電炉メーカB	電炉メーカC	電炉メーカD		
宮城県	A	34,513	8,797	873	0	0	44,183
	B	27,771	3,649	1,220	0	0	32,640
	C	0	19,653	0	6,551	6,551	32,755
	宮城県計	62,284	32,099	2,093	6,551	6,551	109,578
岩手県	D	3,887	0	3,772	0	0	7,659
福島県	E	9,734	0	0	0	0	9,734
	F	0	819	1,141	0	0	1,960
	G	347	89	0	0	0	436
	福島県計	10,081	908	1,141	0	0	12,130
入荷計		76,252	33,007	7,006	6,551	6,551	129,367

表－2　推計に関する指標

車両特性

使用トラック	最大積載量(t)	車両価格(百万円/台)		燃費(km/l)		走行可能距離(km/台)	
10t平トラック	10	P_m	126	Y	3	L	100,000

その他の指標

使用燃料	燃料費単価（円）		運転手時給(円)		仙台新港～岡山間 海上輸送費(円/t)
軽油	F	76	P_h	2,590	5,550

表－3　物流コスト（仙台新港～岡山：海上輸送）

単位：円／t

	県内電炉（A，B，C）	岡山県電炉
県内シュレッダー業者（A，B，C）	566	5,905
県外シュレッダー業者（D，E，F，G）	5,510	

４．結論

関連団体に対するヒヤリング調査結果から，廃棄自動車の詳細なマテリアルフロー図を作成することができた．そして宮城県を対象としたシュレッダー，電炉間の鉄スクラップの物流コストを推計すると，県内流通において約 560 円／ｔ，県外流通においては約 5,500 円／ｔであった．

＜参考文献・資料＞
1) 森口祐一・近藤美則・清水浩：自動車による温室効果ガス排出のライフサイクル分析，環境衛生工学研究，第 9 巻第 3 号，pp11～16，1995
2) 田中勝：廃棄物リサイクルと収集運搬システムに関する研究，1996
3) 外川健一：自動車産業の静脈部―自動車リサイクルに関する経済地理学的研究―，大明堂，1998
4) 船崎敦・種田克典：乗用車の予備的 LCA―廃棄段階の検討―，自動車研究第 20 巻第 12 号，1998