

新規電炉増設計画は日本の資源循環を見直す機会 —いかに老廃スクラップを使いこなすかが鍵—

目 次

はじめに	1
1. 老廃スクラップの位置	1
2. 2050年の市中スクラップ展望	
(1) 加エスクラップ	2
(2) 老廃スクラップ	2
1) 2050年の鉄鋼蓄積量	2
2) 老廃スクラップ回収量	3
3) 市中スクラップ計	3
3. 中間処理の現状	
(1) 設備別基数と特徴	4
(2) 稼働率の試算と推移	5
(3) 新規設備投資について	6
4. 流通品目の変化	7
(1) 薄物くずH3、H4の増加	7
(2) 薄物くずの展望	8
おわりに	9

2022年1月31日（月）

㈱鉄リサイクリング・リサーチ

代表取締役 林 誠一

はじめに

20年秋日本は50年カーボンニュートラルを宣言した。にわかにCO₂の主な発生源である鉄鋼業では鉄スクラップ多消費化が浮上、高炉の一部電炉化及び既存大手電炉の拡張計画が起きている。ギャップを埋めるため海外に需要先を求めて始まった輸出は、国内の新規需要創出により国内に回帰し、鉄スクラップは循環資源として役割を担っていくと展望される。

そこで50年の市中くず発生を予測した。8割以上を老廃スクラップが占め、非鉄等付帯不純物の選別や嵩比重が小さい薄物くずが多くなると推計される。いかに老廃スクラップを使いこなすかが鍵となり中間処理の有用性と高度化要求が高まると推察される。また高炉メーカーには調達増加に備えて、多種多様な市中くずに対する理解や知識も求められ、かつ製造業にはリサイクルし易い鉄鋼製品の開発促進もテーマとなろう。今こそ円滑な国内循環に目を向ける機会である。現状と課題を整理し、需給双方に供したい。

1. 老廃スクラップの位置

20年度の鉄源需給から老廃スクラップの位置を検証した。

粗鋼生産8,280万tに対する鉄源消費は、銑鉄6,010万t、スクラップ2,970万t計8,980万tであり製鋼部門におけるスクラップ消費量は33%を占める。うちリターン屑は31%、市中くず69%であり、市中くずを加工くずと老廃くずに分けるとおよそ27対73となる。

また、鉄スクラップは、製鋼用以外に鋳物他で470万t、輸出が880万t使用されており、合計使用量(=国内回収量)は4,330万tである。うち市中くずは3,220万t、加工スクラップは1,010万t、老廃スクラップは2,210万tと推計される。全使用量4,330万tのうち老廃スクラップの占める割合は51%であり、市中くず回収量3,220万t内では約70%を占める。

2020年度の鉄スクラップ需給と老廃スクラップの位置(一部推計)

			単位1000t、%						
粗鋼生産	82,784	歩留		スクラップ計	リターン屑	市中屑	加工屑	老廃屑	
鉄源消費	89,800	1.085	100.0	転炉	8,015	7,029	986	247	740
銑鉄	60,102		66.9	電炉	21,683	2,205	19,478	5,254	14,224
スクラップ	29,698		33.1	製鋼計	29,698	9,234	20,464	5,500	14,964
					100.0	31.1	68.9	18.5	50.4
							100.0	26.9	73.1
				鋳物他	4,711	1,912	2,799	2,799	0
				国内計	34,509	11,177	23,432	8,345	15,087
					100.0	32.4	67.9	24.2	43.7
				輸出	8,800		8,800	1,760	7,040
				回収計	43,309	11,177	32,232	10,105	22,127
					100.0	25.8	74.4	23.3	51.1
							100.0	31.4	68.9

データ：日本鉄源協会「鉄源年報」「流通量調査」より作成 備考：青字分推定

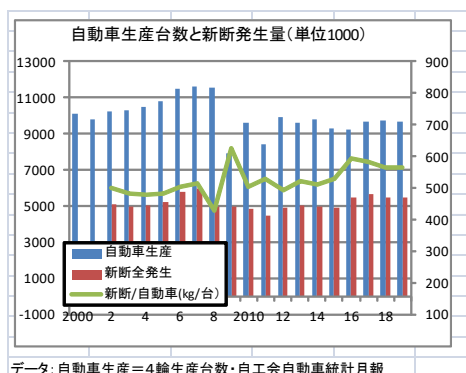
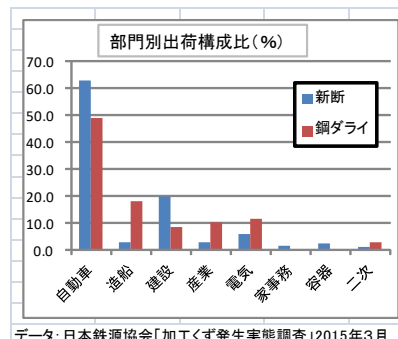
2. 2050年の市中スクラップ展望

市中くずを加工スクラップと老廃スクラップに分けて推計した。加工スクラップ減を老廃スクラップ増が補い、加工、老廃比率は現行の3対7から2対8か1.5対8.5となる。老廃スクラップが今以上に市中くずの主体を成すと推計される。

(1) 加工スクラップ

「新断」「鋼ダライ」が加工スクラップの90%を占め、ともに自動車部門を主要発生源としている（日本鉄源協会「加工くず発生実態調査」2015年）ことから、自動車生産台数を代表説明変数として推計した。

2050年の自動車生産台数は免許取得人口の減（人口問題研究所・18歳人口予測）を主因に970万台から680万台に低下し、現状比30%減の水準と見込んだ。これにより新断、鋼ダライは算出した過去5年間の発生原単位新断566kg/台、鋼ダライ221kg/台より求めると、新断は19年比160万t減の380万t、鋼ダライは同60万t減の150万tと推定される（注；製鋼用であって鋳物使用のポンチ屑等の新断は含んでいない）。



	自動車生産	新断	鋼ダライ	鋳くず	加工屑計
2015	9,278	4,890	2,088	668	7,646
16	9,204	5,470	2,011	782	8,263
17	9,691	5,634	2,128	804	8,566
18	6,730	5,492	2,246	878	8,616
19	9,684	5,451	2,110	760	8,321
30	8,680	4,915	1,920	680	7,515
50	6,755	3,820	1,490	550	5,860
30-19	-1,004	-536	-190	-80	-806
50-19	-2,929	-1,631	-620	-210	-2,461
30/19	-10.4	-9.8	-9.0	-10.5	-9.7
50/30	-30.2	-29.9	-29.4	-27.6	-29.6

単位1000台、1000t、%

備考：新断に輸出分含む。他2種は輸出無しとした。

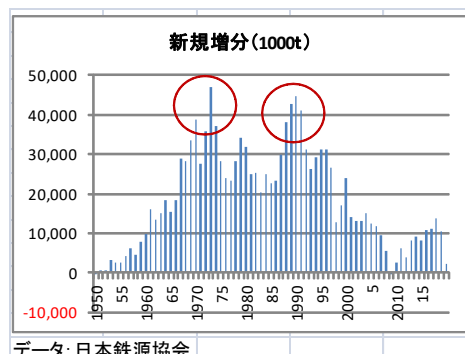
使用原単位：新断＝566kg/台、鋼ダライ＝221kg/台

(2) 老廃スクラップ

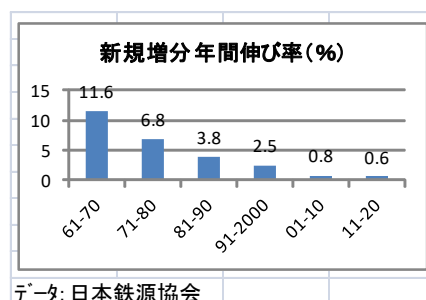
鉄鋼蓄積量を発生財源とすることから、50年の鉄鋼蓄積量を想定し、老廃スクラップ回収率を19年の1.7%（20年はコロナ禍の影響をうけ1.66%）と10年～13年当時の2.0%の2ケースで推計した。

1) 2050年の鉄鋼蓄積量

新規蓄積分（フローの蓄積分）は1970年前後と90年前後に年間4,000万t～4,500万tの大きな山があり、2010年～19年の直近10年では1,000万t前後であり、増加規模が小さい。1億t生産しても



直接輸出及び間接輸出が多く、国内残留量が少ない需要構造が展開されており、建設を主とする社会資本形成期（＝重厚鋼材の使用）から自動車、家電、情報通信等民生を主とする需要（＝軽重量の薄板類）に変わり、鉄鋼原単位が低減してきていることも背景にあると推察される。過去における10年毎の新規増分の伸び率は60年代の11.0%から減少の方向にあり、2010年代は0.6%となっている事を参照して、50年の蓄積量を15億6,830万tと推測した。



データ: 日本鉄源協会

2) 老廃スクラップ回収量

ケース①の1.7%の時、20年比320万t増の2,660万t、ケース②の2.0%では790万t増の3,125万tと予測される。しかしケース②の回収率2.0%の実現性は、人口減による回収労働力減や地方財政難が予想されることから、このままでは実現が難しく、回収の機械化とコスト低減などの技術開発や残置物を少なくする国の施策が必要となると考える。国土交通省の調査によれば、老朽化は立地条件や維持管理状況などで建設年次から一律の決まるものではないが、建設後50年以上経過する施設の割合増加が避けられない。

施設	現状	建設後50年以上経過する割合		
		18年3月	23年3月	33年3月
道路橋	73万橋(注1)	25%	39%	63%
トンネル	1万1千本(注2)	20%	27%	42%
河川管理施設	1万施設(注3)	32%	42%	62%
下水導管きよ	47万km(注4)	4%	8%	21%
港湾岸壁	5000施設(注5)	17%	32%	58%

データ: 国土交通省
注1: 橋長2m以上。建設年不明23万橋は割合算出から除く
注2: 建設年不明の400本は除く 注3: 国管理のみ。不明100含む
注4: 建設年不明約2KM含む
注5: 水深-4.5m以深。建設年不明100施設は除く

老廃スクラップ発生ポテンシャル						
		単位1000 t、%				
	鉄鋼蓄積量		年率	輸出含む		回収率
	新規増分	累計蓄積		回収老廃屑	fact	
2010	2,539	1,321,121		28,104	2.13	
11	6,340	1,327,460		26,134	1.98	
12	3,747	1,331,207		25,428	1.92	
13	8,024	1,339,231		26,844	2.02	
14	9,229	1,348,460	0.6	23,901	1.78	
15	8,146	1,356,605		21,503	1.59	
16	10,935	1,367,540		25,673	1.89	
17	11,264	1,378,804		26,516	1.94	
18	13,787	1,392,590		26,247	1.90	
19	10,380	1,402,970		24,016	1.72	
20	2,247	1,405,217		23,327	1.66	
				①	①	②
2030		1,462,448	0.40	23,850	1.70	2.0
2050		1,568,296	0.35	26,568	1.70	2.0
30-19				-166		5,116
50-19				2,552		7,241

備考: ①は現状回収率 ②は2010年～13年当時の回収率

3) 市中スクラップ計 (注: 現状はコロナ禍前の2019年とした)

2050年の市中くずは、加工スクラップ590万t、老廃スクラップは回収率①の時2,660万t、計3,240万t、19年比9万t程度の増加。回収率②では老廃スクラップは3,125万tとなるため市中くず計は3,710万tとなり、同480万tの増加となる。また、加工、老廃

比率は①で 18 対 82 に、②では 16 対 84 になると算定される。50 年の老廃スクラップは市中くずの 8 割以上に増加し、市中スクラップの主力となると予想される。

市中くず・まとめ					
単位1000t,%					
	加工くず	老廃くず		市中くず計	
2019	8,321	24,016		32,337	
		①	②	①	②
2030	7,515	23,850	29,132	31,365	36,647
2050	5,860	26,568	31,257	32,428	37,117
	18.1	81.9		100.0	
	15.8		84.2		100.0
30-19	-806	-166	5,116	-972	4,310
50-19	-2,461	2,552	7,241	91	4,780

備考：老廃くず①は回収率1.7%、②は2.0%

3. 中間処理の現状

鉄スクラップの中間処理は製鋼時の溶解効率確保と非鉄等付帯不純成分除去を目的に、4種類の設備により行われている。約 140 年の歴史を持つが、発生内容の変化に応じて、ガス溶断→プレス→ギロチンシャー→シュレッダーの順に導入が進み発展してきた。設備保有事業者は日本産業分類 2292 鉄スクラップ加工処理業に位置づけられ、流通商社を含む業界団体に（一社）鉄リサイクル工業会が存在し、会員数は 715（21 年 12 月末）である。

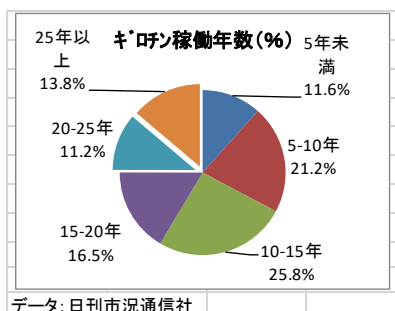
加工処理設備				
	対 象	加工目的	設置基数	加工後の品種
ギロチンシャー	建築解体物、	サイジング	1,505	ヘビースクラップ
	橋梁、長物		(963)	HS~H4
シュレッダー	廃自動車、	破砕	227	シュレッダースクラップ
	家電、自販機、		(108)	A~B
プレス	空缶類	減容	1,292	プレススクラップ A~C
ガス溶断	大型フラット物等	サイジング		ヘビースクラップ

備考：設備基数は2021年4月時点、日刊市況通信社調べ
 () 内は大型基数。ギロチン800 t 以上、シュレッダー1000馬力以上

(1) 設備別基数と特徴

①ギロチンシャー

業界紙・日刊市況通信社の設備調査（毎年4月時点で実施）によれば、21年4月時点では 1,505 基、うち 800 t 以上の大型は 963 基 存在する。基数は毎年増加方向にあり 1505 基は過去最高となる。過去 10 年では 1,336 基から 1,505 基へ 169 基増加し、うち大型は 863 基から 963 基へ 100 基増加した。増加伸び率は大型と全体がほぼ一致している。しかし参考データとして、大型の稼働年数別では 10~15 年が最も多く、20



年以上が 25% (=241 基。うち 25 年以上 133 基) を占め、設備の更新問題を持っている。

②シュレッダー

21 年 4 月時点の基数は 227 基 であり、うち 1000 馬力以上が 108 基存在する。国内最大は 4000 馬力であり 2 基（神奈川と愛知）ある。高速道路の進展とモーターレーゼーションの高まりを背景に新車増＝廃車の増加となり、1970 年初め欧米よりシュレッダーが導入された。その後約 50 年を経緯する。この間の 80 年代後半では、高騰するダスト処理費を免れて瀬戸内海の豊島に投棄した日本最大の不法投棄事件が発生した。94 年には発生ダストは管理型処分に移行、2000 年初の自動車リサイクル法制定を導いた。現状は使用済み自動車の発生ダストはリサイクル費用により、カーメーカーの責任で処分されている。

一方、シュレッダーには、家電、自動販売機、鋼製家具など自動車以外の使用済み鋼板製品も投入されており、19 年以降は輸出の行き場を失った「雑品」も加わっている。ダスト処分費は事業所負担となっているため、処分場枯渇を背景とする処分費高騰によりコスト負担増の問題を抱えている。シュレッダースクラップの流通量が市中くずの 9%弱と米国の 20%台と比べて低いのは、ダスト処理コスト要因で投入が抑制されているためと推察される（備考；米国の場合、処分は安定型と聞く）。こうした状況の中で、最近では「雑品」の処理に、ダスト発生を極力抑え、非鉄を精緻に選別し得る専用の小型シュレッダー導入や選別ラインを付帯したダストミニマム対策もみられるようになってきた（後述）。

ギロチンシャーは大型化が進んでいるが、シュレッダーは一時大型化が進展したものの衰退し、むしろ「小型化」が進み始めている。

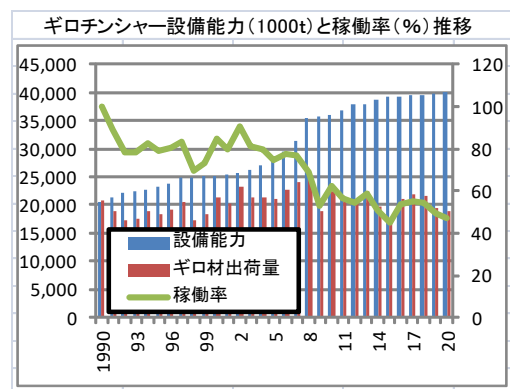
(2)稼働率の試算と推移

主要設備について、一定係数により設備能力を算定し、平均稼働率を試算した。

① ギロチンシャー

20 年度の設備能力は約 4,000 万 t と試算される。これに対して 20 年度の老廃スクラップ 2,330 万 t のうちギロ材出荷量（流通量調査より老廃スクラップの 81%と推測）は 1,900 万 t であり、稼働率は 47.5% と算定される。稼働率は 2008 年に 70%を切り、その後出荷よりも設備増強が上回る状況が続き 19 年には 50%を切った。現状は約倍の過剰設備能力となっていると指摘される。

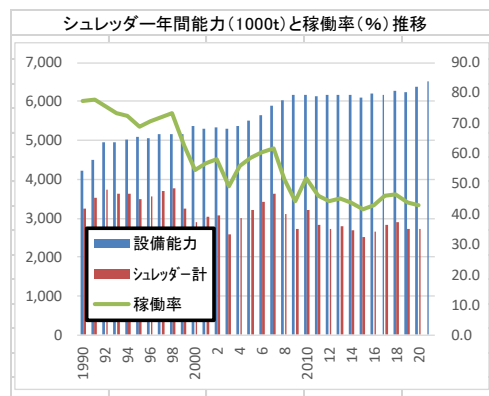
ギロチンシャー	
年間設備能力	
800t以上	基数 × 120t/日 × 22日/月 × 12ヵ月
799t以下	基数 × 70t/日 × 22日/月 × 12ヵ月
稼働率	
(国内購入老廃 + 輸出老廃) × 流通調査ヘビー層 / ギロチン設備能力	



② シュレッダー

20年度のシュレッダー設備能力は630万tと算出される。輸出を含むシュレッダースクラップ生産量(=流通量)は270万tであり、平均稼働率はギロチンシャーよりも低い42.7%と推測される。過去の推移では90年当初80%近かったが2000年代自り法制定時は60%台で推移し、2011年以降は40%台に低下している。20年度42.7%は過去最低の水準にある。

シュレッダー年間能力と稼働率	
総馬力数×20t/h×6h/日×20日/月×12ヵ月	
備考:修理等で月20日稼働で計算	
稼働率:	
(国内流通シュレッダー+輸出シュレッダー)/シュレッダー設備能力	
備考:鋳物はシュレッダーくず未使用とした	



(3) 新規設備投資について

製造業にとって稼働率は重要な経営指標の一つであり、ギロチンシャー47.5%、シュレッダー42.7%は、稼働半分以下で日々経緯している状態を現している。にも関わらず倒産とならないのは、①自治体の粗大ゴミなど鉄鋼廃品以外のものも引き受け採算をなんとか確保していること (=投入母材の多様化)、②選別した非鉄類の販売益 ③製品価格が高値で推移していること、④全体的なコスト削減省力化努力 ⑤統計誤差 (調査基数や設定した係数など) が考えられるが、過剰設備であることは免れようがない。

今後新規設備投資を行うにあたって考察した。

1) **ギロチンシャー**; 設置後25年以上を経ている設備が14% (133基) とあげられているが、もはや能力増強に繋がる設備更新はさけるべきであり、サイジングを短尺化して不純物極少の炉前製品を生産するなどの差別化が生き残る一つであろう。関東地区有力ギロチン業者(影島興産株)を訪問した記録を示す(訪問2022年1月18日)。

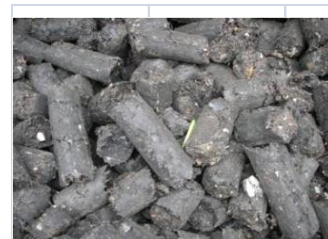
京浜工業地帯に所在し東京湾に面して水深3メートルを利用した荷役棧橋を所有。港湾土木関係や近郊工場の更新によりHS、H1等のヘビーくずとなる母材が集まりやすい環境にある。94年に1250トンの高速ギロチンシャーを導入し、天井クレーンも段階的に高速化、大型化を行い作業時間短縮化を実現。月間3,000トンのギロ材を加工、出荷しており、1分あたり4回の切断能力を使い切断長約30cmを実施。

短尺化することで電気炉へのスクラップ装入が容易となり、付帯する不純物を除去しやすく、嵩比重も大きくなる特典を持つ。ギロチン機投入前には重機による付帯不純物除去も行う。差別化を実施することで鉄スクラップの「ルイ・ヴィトン」になることを目標としている。図は短尺に切断された出荷前のHS。



2) シュレッダー；発生するダスト処理の問題が大きな負担となっており、このため母材によって投入を差し支える状況であり、ダスト処理対策が喫緊の課題となっている。

ダスト処理に関してはミニマム化とゼロ化の2つの動きがある。ミニマム化は磁選後のダストから、風力選別、大小篩選別、重液選別、カラー選別などさまざまな選別工程を付帯して、いかに有価物を選別するかの工夫であり、選別した有価物の流通が整うことが前提となるが投資対象の一つであろう。縦型シュレッダーや小型シュレッダー、事前選別用小型重機の導入など、破碎を精緻化する動きもある。ダストゼロ化は、棒状に固化して助燃材に使用するもので、コークス並みの熱量があると聞く。固化は棒状のものと木くずをミックスさせたタドン状のもの、固化したダストを新断で包み電炉へ販売するものなどがある。



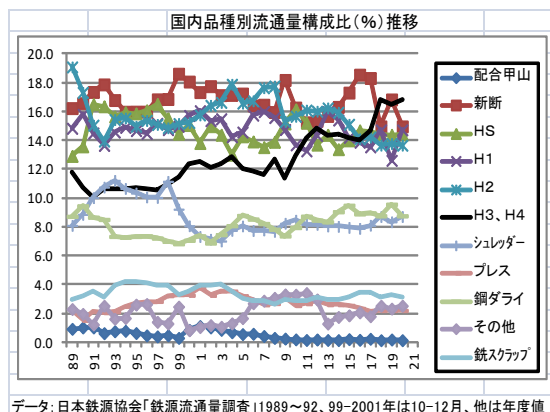
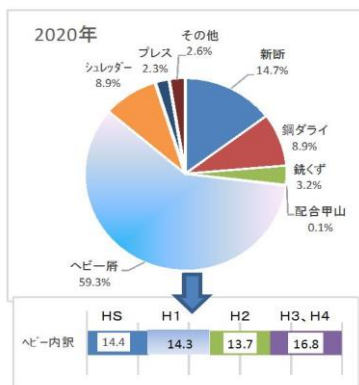
棒状に固化したダスト

ギロチン、シュレッダーとも、もはや大量処理大量出荷の量を求める時代は過ぎ、品質確保をねらう設備投資に転換すべき段階にある。そして品質確保の本質は Fe スクラップ に限りなく近づけることであるはずである。

4. 流通品目の変化

(1) 薄物くずH3、H4の増加

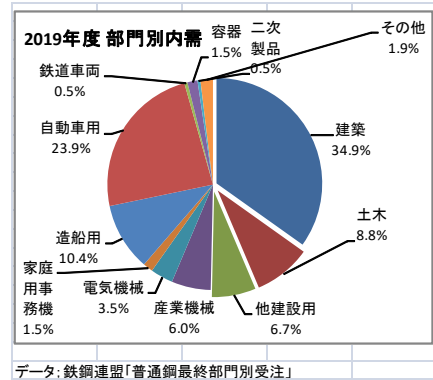
ギロチンシャーで加工処理されたスクラップはヘビースクラップと名を変えて、市中に流通し、ユーザーである鉄鋼業へ出荷される。ヘビースクラップは「厚みと長さ」により、HS、H1、H2、H3、H4の5区分に分けられる。鉄源協会「流通調査」による20年の流通量では、全体流通量のうちヘビースクラップは約60%を占め、厚さ6mm以上、幅と長さが500mm以下×700mm以下のHSは14.4%、厚さと幅が変わらず長さが1200mm以下のH1が14.3%、厚さ3mm～6mm未満のH2 13.7%、厚さ1mm～3mm未満のH3及び1mm未満のH4が16.8%となっている。H2以下はミックス状態で流通し、検収時に区分されることが多い(右図)。過去30年の推移では、鉄の使われ方を反映して、



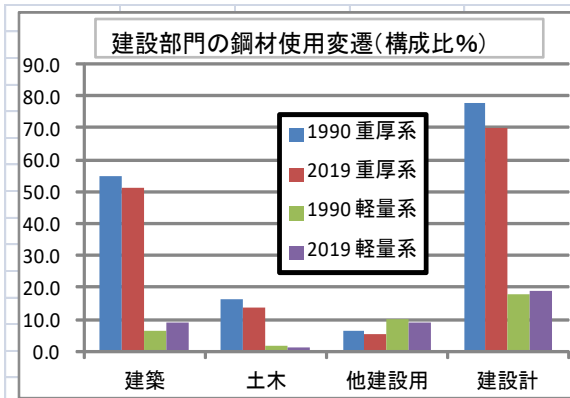
薄物くずであるH3、H4の割合が増加してきている。

(2) 薄物くずの展望

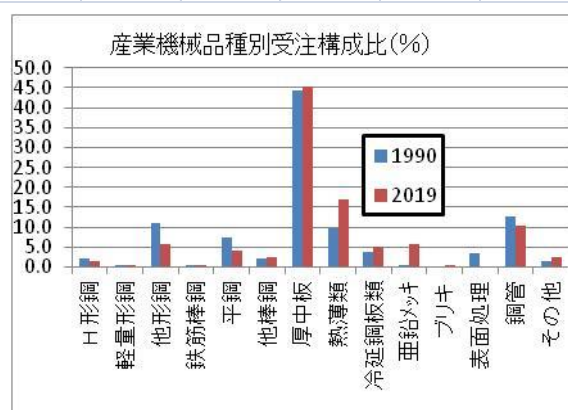
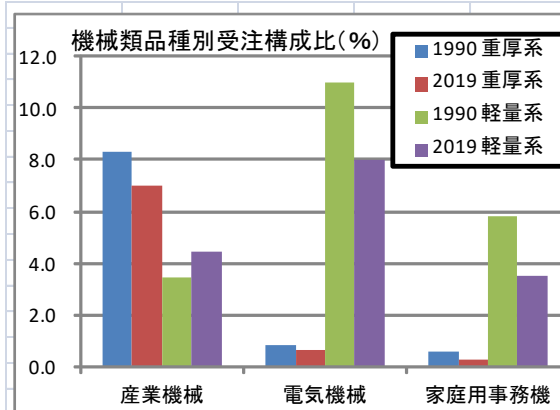
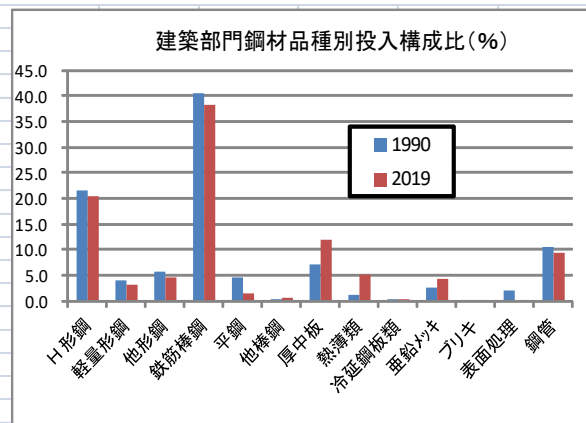
2019年度の普通鋼最終部門別受注量により部門別にみると建築が最大の35%であり、ついで自動車24%、造船10%、土木9%、他建設7%、産業機械6%、電気機械3.5%、家庭用事務機械(自販機はここに含む)等である。まとめると建設関連50%、自動車24%、機械類11%、容器1.5%等であり、この部門構成がま



かな将来の屑化財源（注；間接輸出分を含むため国内残留分は自動車は輸出50%とみれば約半減となる。建設は間接輸出少ないためほぼこの状態で蓄積される。また造船部門は投入はあっても解体は海外が主のため国内回収は少ない）となる。うち建設部門発生くずは主にギロ材となり、自動車はシュレッダー、容器はプレス材となると想定される。各部門の投入鋼材を品種別に分析すると、過半数を占める建設部門では、特に建築は重厚鋼材から薄板、メッキ系の軽量鋼材（熱間薄板、亜鉛メッキ鋼板）の受注品種構成が増加してきている。また機械類のうち産業機械でも同様に熱間薄板類、冷延鋼板類、亜鉛メッキ鋼板等の薄板、メッキ鋼板の受注比率が増加している。社会の変化に合わせて鋼材の使われ方や製造機種の変化を現していると推察される。投入される鋼材の特徴を把握することが、将来の屑化内容を予測することに繋がる。



データ：鉄鋼連盟「普通鋼品種別最終使途調査」



おわりに

中間処理業は過剰設備問題に加えて、後継者難、従業員の高齢化と新規採用難、コスト負担増等の課題を抱えている。これらは多くの中小企業が抱えている課題でもあり、スクラップ事業も別ではないが、スクラップ事業では更に21年1月の中国の高品位くず輸入再開に追従する中国系業者の参入による集荷難が加わり、50年カーボンニュートラルに向けた大きな需要が国内に創出されて、高度化のニーズと中間処理の役割が増す課題を背負う。多難を抱えた状態から抜け出し、①次世代に向けて継続性を維持していくこと、②事業環境の変化をくみ取って価格至上主義から脱却し、「品質重視」に軸足を移していくことが生き残る路と考える。品質重視とは鉄スクラップを限りなくFeスクラップとすることである。

しかし中間処理業のみに委ねるのは項目に限界があり、これを機会に日本の資源循環について関連する諸業態がワンチームとなって課題を共有し取り組むことを提案する。

取りかかるべき対策案

	項目
行政	・円滑リサイクルのため、製品の素材明記システムの構築 ・管理型最終処分場の増設 ・検収員資格制度創出
製造業	・製品に素材名と構成を明記
高炉メーカー	・転炉及び上工程(高炉等)のスクラップ溶解技術促進 ・市中くずに関する知識育成・含む検収員
電炉メーカー	・鉄筋棒鋼の社内Cu管理値の公開検討* (鋼に含まれるCu値の循環濃化防止) ・検収員の資格制度採用の検討と検収のIT化促進
スクラップ事業者	・価格至上主義から品質重視への転換 ・選別の精緻化と機械化の促進⇒機械メーカー ・薄物くず対策⇒鉄鋼メーカーと共有し新スクラップ製品開発? ・ギロ材;短尺化の検討 ・シュレッダー;ダストミニム化技術促進⇒関連業界 ・破碎技術促進(嵩比重増加対策など)⇒機械メーカーと共有 ・選別した非鉄流通の確保⇒関連業界

* 鉄筋CuはJIS規定なく社内規格となっており、普電工調査5年前比ではmax値が増加。

調査レポート N066

新規電炉増設計画は日本の資源循環を見直す機会

—いかに老廃スクラップを使いこなすかが鍵—

発行 2022年1月31日(月)

住所 〒300-1622 茨城県北相馬郡利根町布川 253-271

発行者 (株)鉄リサイクリング・リサーチ 代表取締役 林 誠一

<http://srr.air-nifty.com/home/> e-mail s.r.r@cpost.plala.or.jp