

# すすむ高炉メーカーの市中くず調達 — Car to Car は転炉投入が正論 —

## 目 次

はじめに	1
1. 高炉メーカーにおける市中くず調達の現状	1
2. 中国の炉別配合	2
3. CN対策における高炉メーカーの市中スクラップ調達試算	
(1) 高炉の一部電炉化によるスクラップ需要	4
(2) 転炉のスクラップ配合増	5
4. Car to Car は転炉投入が正論	
(1) 自動車部門における鋼材受注量	7
(2) 鋼材品種別内訳	7
(3) 使用済み自動車のリサイクル	7

2023年8月7日（月）

株鉄リサイクリング・リサーチ

代表取締役 林 誠一

## はじめに

政府のCN政策を受けて21年春に高炉メーカーは、すでに取り組んでいる水素還元法やCO<sub>2</sub>のリユース、貯蔵等の技術開発に加え、高炉の一部電炉化と転炉におけるスクラップ配合増への取り組みを発表し、実現にむけて動き始めている。未だ検討中のもの多く公表されている内容は限定的だが、市中くずの使用に対して品質と量と価格の安定化ニーズが高まることは必須と推察される。そこで調達の現状を整理し、中国の炉別鉄スクラップ消費についてふれた。また、CN対策にむけた市中スクラップ需要見通しを試算した。

そして主要カーメーカーや電炉メーカーで粗上へ上がっている Car to Car については、溶解先は転炉が正論であることを指摘した。今や電炉のみならず転炉もリサイクル事業を定常的に担う立場にある。

### 1. 市中くず調達の現状

「経産省生産動態統計・原材料」による22年度の転炉鉄スクラップ消費量は856万t（前年度比13%減）だった。転炉粗鋼生産はコロナ禍の影響を受けて大きく減退した20年度より回復に向かっているものの、需要は内外とも伸び悩み常態が続き本調子となっていない。粗鋼生産に対する鉄スクラップ使用原単位は133kg/t、転炉での配合比は12%（残りは銑鉄）だった。

消費量856万tのうちリターン層は740万t（粗鋼生産に対する発生率11.5%—日本鉄源協会推計）であり、残り120万tがマクロ的な22年度の市中くず調達量となる（備考；日刊市況通信社調査では約70万t）。21年度は170万tであり、CN対策を唱えているわりには、あまり進んでいない。23年3月～5月は140kg/tに近づいているが、前年比微増程度が見込まれる。高炉メーカーの主な市中くず調達動意要因に次の3つが挙げられる。

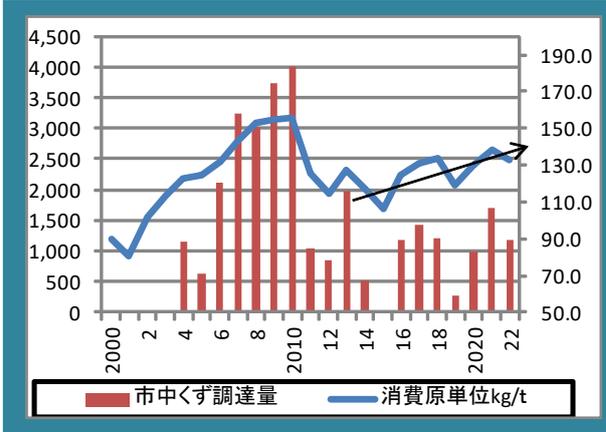
市中くず調達＝①粗鋼需要 ②溶銑コスト比 ③高炉操業（鉄源処理、トラブル等）

足元は②の鉄鉱石価格は100ドル/t内外で推移している（図表2）ものの原料炭や合金鋼、石灰、輸送費などの諸経費の高騰を背景に、①の需要環境の低迷が加わっていると解釈される。すなわち種々のコスト高要因に加えて、粗鋼需要有無が先決事項となっていると推察される（高炉操業上、生産される銑鉄は使用せざるを得ない）。

過去約20年の動きを見ると、09年と10年に消費原単位155kg/tのピークがあり、転炉でのスクラップ配合は14%近くに上昇、市中くず調達量は400万tに及んだ。この時は、盛んな内外需の鋼材需要に対応した事例だった（高炉の稼働を超える鉄鋼需要に応じるため、転炉にスクラップを多く投入させ鉄源を確保した）。

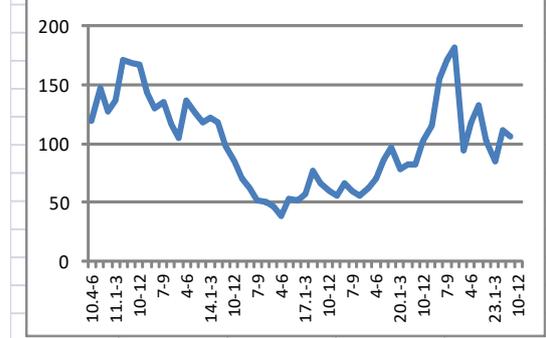
しかし、転炉は外部エネルギーをつかわずに高炉で生産された銑鉄を酸素により鋼にする設備であるため、①銑鉄が溶ける温度 ②トランプエレメント（不純成分）の2つの制約があり、スクラップ投入量では①が限界をもっている。

図表1 転炉鋼スクラップ消費原単位(kg/t)と市中くず調達量(千t)



データ: 日本鉄源協会等

図表2 鉄鉱石輸入価格(ドル/t)



データ: 日刊市況通信社

## 2. 中国の炉別配合

中国の炉別鉄源配合について、中国鋼鉄工業会が公表する炉別原単位を使用して推計し（日本鉄源協会・年報）。中国の特徴を明らかにする。配合の程度は鉄鋼業の構造の違いや需給環境の違い、生産品目の違い（中国の炉別品種別生産データ不明）などから、単純には比較できない事項ではある（図表3）。しかし、なぜ中国がスクラップ輸入を緩和しようとしているのか、一つのヒントとして共有したい。

**転炉**；21年のスクラップ消費原単位（転炉におけるスクラップ消費/転炉粗鋼=kg/t）は日本 138kg/t に対して、中国 167kg/t であり中国が高い。従って転炉におけるスクラップ配合比は日本 12% に対して中国 15% である。2000年以降の推移では、中国は概ね6%台で推移していたが 2017年以降2桁台に増加、2020年には16%際となった。スクラップ消費をリターン層と市中層に分けると、消費に対する市中層の構成比率は日本 17% に対して中国は 67% である。特に17年以降、市中層の使用比率を高めている（図表4、5）。

**電炉**；電炉では転炉と逆にスクラップ原単位も、配合比も日本より低い。原単位は日本 1,014kg/t に対して、中国は 654kg/t、配合比は日本 98.5% に対して中国は 59.5% である。市中くずの使用割合は日本とほぼ同様の90%である（図表3）。

図表3 炉別スクラップ消費日中比較(2021年)

転炉		日本		中国		電炉	
		日本	中国	日本	中国		
転炉粗鋼	千t	71,152	922,280	電炉粗鋼	千t	24,485	110,510
粗鋼シェア	%	74.4	89.3	粗鋼シェア	%	25.6	10.7
スクラップ消費	千t	9,842	153,940	スクラップ消費	千t	24,831	72,270
鉄くず原単位	kg/t	138.3	167.0	鉄くず原単位	kg/t	1014.2	654.0
転炉配合比	%	12.4	15.2	電炉配合比	%	98.5	59.5
スクラップの内訳				スクラップの内訳			
リターンくず	千t	8,155	50,725	リターンくず	千t	2,460	6,078
市中くず	千t	1,687	103,215	市中くず	千t	22,372	66,192
市中層比率	%	17.1	67.0	(うち輸入)	千t	91	556
				市中層比率	%	89.7	90.8

データ: 日本=日本鉄源協会(年度)

中国=中国鋼鉄工業会(暦年) 備考: 市中くずに輸入量含む。全量電炉で使用と想定

電炉のスクラップ配合比は約 60%であり、17 年以降 60%台でキープしている点に注目したい。炉別生産品種が不明だが、米国ニューコアを参考にすれば、高級鋼板を生産する配合構成である。中国の場合は、高炉メーカーが所有する電炉が多いと聞いており、高炉銑鉄の鉄源調整や市中くずとのコスト比較において、銑鉄が使用されている。希釈材として銑鉄が使われているのではないのではないかという解釈はどうであろうか？

それにしても 17 年以降、転炉も電炉も市中くず調達を増加させていながら、スクラップ輸入を再開しようとしている。輸入必要企業は高炉をもたない電炉単独の企業であり、それらの業態では需給が逼迫しているという多様性が原因なのだろうか？あるいは、CN対策を睨んだ（中国独特な）国策に対する要望の動きだろうか？

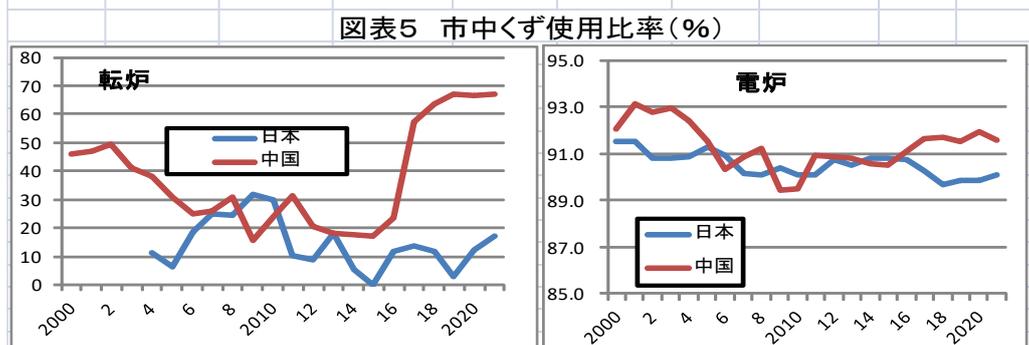
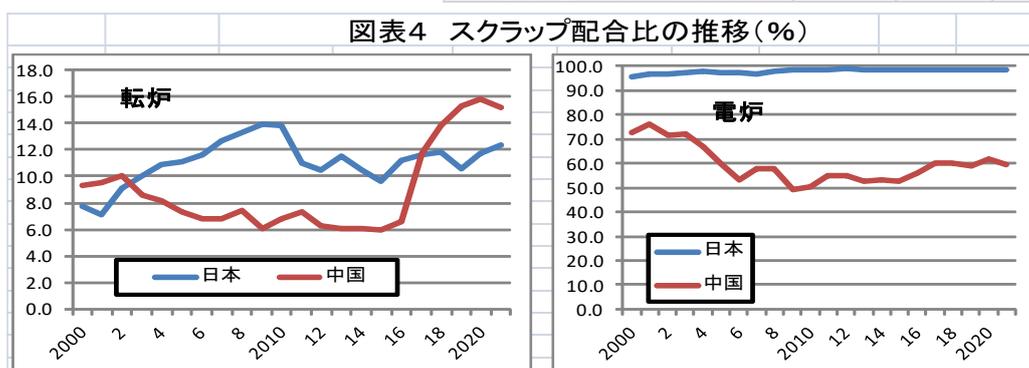
**市中くず**；転炉での市中くず調達量（21 年 図表 3）は推計 1 億 320 万 t、電炉 6,600 万 t であり、日本と逆に転炉が上回っている。市中くずの価格等の主導権は高炉メーカーがもっていると推察される。

**CN対策**；現状 10%の電炉粗鋼シェアを 35 年には 30%以上にもっていく電炉化促進策が唱えられている。しかし新電炉の設置や能力拡大に手掛ける前に、電炉での銑鉄配合を低減させる事が先ではないだろうか？現状の銑鉄配合比約 40%は 5,000 万 t におよび、この分をスクラップにおきかえれば、Co2 削減対象となる。銑鉄を使用しなければならぬ品質面の問題あるなら、転炉で生産している推定 1 億 t あるといわれている鉄筋棒鋼を電炉にシフトする対策もあろう。

(図表3-再掲) 中国の炉別鉄源消費(推計)

	粗鋼生産	鉄源消費	銑鉄消費	スクラップ消費	単位1000t、%	
					ウチ市中屑	鉄屑配合比
転炉	922,280	1,014,508	860,487	153,940	103,215	15.2
電炉	110,510	121,561	49,287	72,270	66,192	59.5
計	1,032,790	1,136,069	909,774	226,210	169,407	20.0

データ：中国鋼鉄工業会データより作成



### 3. CN対策における高炉メーカーの市中スクラップ調達量試算

日本の高炉メーカーにおいて具体的にとりあげられている対策について、どれほど市中くずの需要が増え、調達に反映されるのか推計した。

#### (1) 高炉の一部電炉化によるスクラップ需要

21年2月発表当時の公表内容は、N社は400万t高級鋼板製造ということのみだったが、23年5月に八幡、広畑・堺地区の2ヵ所。生産品目は、自動車のEV化促進に備えて無方向性電磁鋼板と公表された。八幡地区200万tは2030年稼働を目指すとしている。またJ社は倉敷で300万tの電炉化を行い、同様に電磁鋼板を生産、2027年稼働を目指す。

日本鉄鋼連盟が公表する冷延電気鋼帯生産量は21年140万t。うち方向性と無方向性は約3対7である。電磁鋼板としては約5倍に電炉法により生産拡大することになる。

無方向性電磁鋼板は、磁気的な特性に方向性がなく、稼働中に磁束の向きがいろいろな方向を向くモーターなどに用いられる。厚みが薄いほど内部に渦電流（これが回転抵抗になる）が流れにくくなり、性能が良くなる。しかし、薄くすると剛性が下がり、回転のブレが生じやすくなるため薄さと剛性のバランスが重要になる。現在のEVの電動モーターに使われている無方向性電磁鋼板は0.5～0.35mmほどの厚さしかない。それでも必要な剛性を確保している。

厳格に成分を調整した鋼材を熱間圧延によって厚さ2～3mmまで薄く延ばし、さらに冷間圧延によって1mm以下に薄く延ばす。その状態で約1週間、温度を1200℃の状態に保つことで2次再結晶させる方法を確立している。

**2030年500万t**（N社200万t+J社300万t）、**50年700万t**（N社400万t、J社300万t）の粗鋼生産に必要な鉄源と配合については推定の域を出ないが、日本が世界に誇る鋼材をサポートする意思をもって、対応して行きたいものである。

鉄源バランスについては米国・ニューコアを参考に試算した。厳しい成分調整が必要となる。銑鉄、還元鉄が50%～60%、リターン屑10%とすると残り30%～40%が市中くずとなる。市中くずはメインの「新断」に加え、選別された精緻なシュレッダーを挙げた。2社合計240万t～315万tが新規市中くず需要と推察されるが、リターン屑は他工場からの分譲応援も考えられ、その分市中くず調達量は軽減されることになる。

	粗鋼生産	要鉄源	銑鉄・還元鉄	スクラップ消費	リターン屑	市中くず
		粗鋼*1.1	50～60%		粗鋼の10%	新断・シュレッダー
N社	4,000	4,400	2200～2640		400	1360～1800
J社	3,000	3,300	1650～1980		300	1020～1350
計	7,000	7,700	3850～4620	3,465	700	2380～3150
平均		7,700	4,235	3,465	700	2,765
			0.55	0.45		

## (2) 転炉のスクラップ配合増

高炉メーカーのもう一つの柱に転炉における市中スクラップ配合増がある。この場合、①投入する銑鉄が溶ける温度 ②トランプエレメントの2点の制約条件がある。①についてJ社は既存の転炉で鉄スクラップ投入量を拡大できる独自技術「DRP」(ダブルスラグ・リファイニング・プロセス; 転炉型の溶銑予備処理法)を開発した。DRPは不純物のケイ素を除去する過程で発生する反応熱を利用して、溶鋼温度低下を防ぐことができ現行の12%から18%までスクラップ配合が可能となると予測し、4地区ある高炉一貫製鉄所全てにDRP体制を整備した。さらに増量しても転炉内の熱収支が崩れないように、炉内にLNGや水素を吹き込むことも開発中と聞く(22年9月業界紙情報)。J社は18%配合により約200万tのCo2削減効果となると試算している。

転炉投入前に、転炉で発生する余熱により鉄スクラップを事前に温める方法は、実効性の高い技術開発でありN社においても工夫は進められるだろう。

一方、調達にあたっては②のトランプエレメントが課題となる。対象と目されるHS、H1クラスは建物や土木解体物を主とするが、人口減の影響を受けて発生が増えていくことは望めそうにない。このままでは既存ユーザーである特殊鋼電炉や普通鋼形鋼電炉メーカーとの競合は避けられないと推察される。H2以下の低級層の有効活用と高品位化(シュレッター化や短尺化による付帯不純物の軽減など)が需給双方の新課題となるだろう。

仮に、50年の転炉配合比が現行の12%から18%へ6%ポイントUpした場合、50年の粗鋼生産を7,500万tとして試算すると、市中くず調達量は約420万tとなり、現状22年度に比べ300万tの増加が予想される。図表6の新電炉に必要な市中くず(新断等)280万tとあわせると、調達量計は700万tとなる。一方で大手電炉T社の生産拡大を800万t(計画1,000万t)として見積もると、市中くずは730万tとなり、高炉メーカーと互角となることから、価格体系のしくみは現状から大きく変わると考える(図表8)。

図表7 転炉配合18%、新電炉、電炉増強による市中くず調達予測												
											単位1000t	
	22年度		50年								22年	22-50
	粗鋼生産	シエ7	粗鋼生産	シエ7	要鉄源	銑鉄・DRI	スクラップ配合	スクラップ消費	リターン屑	市中屑	市中屑	増減量
全体	87,837	100.0	75,000	100.0	82,500	43,421		37,329	6,780	29,819	22,600	7,219
転炉	64,326	73.2	43,000	57.3	47,300	38,786	18%	8,514	4,300	4,214	1,200	3,014
電炉関係											単位1000t	
	22年度		50年								22年	22-50
	粗鋼生産	シエ7	粗鋼生産	シエ7	要鉄源	銑鉄・DRI	スクラップ配合	スクラップ消費	リターン屑	市中屑	市中屑	増減量
電炉計	23,511	26.8	32,000	42.7	32,960	4,635		28,815	2,480	25,605	21,400	4,205
新電炉	0		7,000		7,210	4,235	45%	3,465	700	2,765	0	2,765
東鉄	3,100		8,000		8,240	130	98%	8,110	80	7,300	3,000	4,300
既存電炉	20,411		17,000		17,510	270	98.5%	17,240	1,700	15,540	18,400	-2,860
備考:新電炉は図表6。既存電炉に約7割の特殊鋼電炉含む。												



#### 4. Car to Car は転炉投入が正論

##### (1) 自動車部門における鋼材受注量

21年度の四輪自動車生産台数 7,545千台 (自工会) に対して、自動車部門最終用途ベース受注量 (日本鉄鋼連盟、販売業者むけを分解した最終用途) は普通鋼鋼材 7,945千t、特殊鋼鋼材 6,676千t 合計 14,621千t だった。1台当り鋼材受注量は 1,938kg/台 となる (備考; 4輪生産以外にKD輸出があり、精緻な四輪鋼材受注原単位はもう少し低いと考える)。

普通鋼鋼材では、建築部門 (33.4%) に次ぐ 20% のシェア。特殊鋼鋼材では、部門 1 位であり 56.6%、2 位産業機械 19.5% を大きく引き離す。

		自動車向け 鋼材受注量		千t
四輪生産台数				
<b>7,545千台</b>	→	<b>14,621千t</b>	=	普通鋼鋼材 7,945
自工会		データ;		特殊鋼鋼材 6,676
		日本鉄鋼連盟		
		1,938kg/台		

##### (2) 鋼材品種別内訳

普通鋼鋼材; 鋼板 (厚中板) ~ブリキまでの鋼板類が全体の 93.5% を占める。うち溶融亜鉛メッキ鋼板が 310 万 t を占め最大である。普通鋼では、ボディの深絞り鋼板など自動車メーカーと共に開発を行いながら転炉材の必要な鋼材部門として発展してきた。

特殊鋼鋼材; 部品等機能材を主体に機械構造用 220 万 t、構造用合金鋼 170 万 t、高張力鋼 120 万 t 等が受注されており、特殊鋼電炉メーカーの主要需要部門となっている。

##### (3) 使用済み自動車のリサイクル

国内生産された 755 万台のうち 368万台 が輸出された (輸出比率 49%)。一方、前年末保有台数に当年の新車販売台数を加え、当年の保有台数を引いたものが当年発生したマクロの廃車台数 446万台 だが、近年ではオークションにかけて中古車として輸出するケース 129万台 が常態化し、この残り 317万台 が国内の解体業にわたっている。解体業でタイヤ、エンジン、部品取り等が行われたあと、解体ガラとしてスクラップ中間処理業にわたり、シュレッダーかプレスされて主に普通鋼電炉メーカーに売却されている。電炉溶解後は主に条鋼類が生産され、建設部門に使われる。すなわち Car to Car でなく Car to 建設が現状

普通鋼鋼材 品種		特殊鋼鋼材 鋼種	
		単位: 1000t	
H形鋼	3	工具鋼	90
軽量形鋼	0	機械構造用	2,236
他形鋼	39	構造用合金鋼	1,692
平鋼	5	快削鋼	272
他棒鋼	18	ばね鋼	155
鋼板	207	軸受鋼	234
3mmupHC	1,606	ステンレス鋼	500
3mm下HC	1,011	ピアノ線材	71
冷薄	1,401	高張力鋼	1,193
亜鉛板	3	その他	235
溶融メッキ	3,110	計	6,676
電気メッキ	93		
ブリキ	0	データ; 日本鉄鋼連盟	
継目無	3		
ガス管	3		
他管	224		
他	219		
計	7,945		

である。鋼材投入の主力は転炉材であることから、Car to Car を主張するなら転炉へ戻すことが正論と考える。それにしても自動車部門の普通鋼鋼材については、せつかく 795 万 t も投入しても 200 万 t (1/4) しか帰ってこないリサイクルの現実をカーメーカーや普通鋼鉄鋼メーカーは冷静に共有すべきではないだろうか？

**図表11 使用済み自動車国内リサイクルフロー**

<b>国内生産</b>	<b>解体台数</b>			
7,545	前年末			
	保有台数千台			
<b>輸出</b>	78,460			
3,684	+			
↓	<b>新車販売</b>			
<b>国内向</b>	4,450			
3,861				
自工会	当年末			
	保有台数			
	78,450			
	<b>使用済み台数</b>			
	4,460			
	中古車輸出			
	1,290			
	<b>解体台数</b>			
	3,170	→	<b>回収鉄スクラップ 千t</b>	
データ;			除くバッテリー、タイヤ、エンジン等	
自工会			鉄スクラップ換算	
			1,970	
			+ α	
			→	
				<b>シュレッダー</b> 185.5
				<b>プレス</b> 11.5
				<b>足回り</b> + α
				日本鉄源協会
				自動車リサイクル促進センター

調査レポート N075

すすむ高炉メーカーの市中くず調達

—Car to Car は転炉投入が正論—

発行 2023年8月7日(月)

住所 〒300-1622 茨城県北相馬郡利根町布川 253-271

発行者 株式会社リサイクリング・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](mailto:s.r.r@cpost.plala.or.jp)