

2024 年 3 月 28 日
みずほ銀行 産業調査部

Mizuho Industry Focus Vol. 246

電炉業界の現状と今後の展望 ～内需縮小の中で普通鋼電炉メーカーの新たな成長戦略を描く～

大高 陸

〈要 旨〉

- 普通鋼電炉メーカーは鉄スクラップを主原料とし、建築・土木向けの基礎部分に使用される鉄鋼製品を生産し、日本各地域のインフラ整備や、ビルおよび住宅などの建築を支えてきた。また、使用済みとなった鉄スクラップを再度鋼材にリサイクルすることで、資源の乏しい日本において動脈産業・静脈産業にまたがる機能として循環型社会の実現に大きく貢献している。
- 普通鋼電炉メーカーの主要な需要産業である建設業界においてはインフラ・非住宅向けに更新需要などの豊富な建設案件が見込まれる。一方、建設現場における労働力不足が引き起こす鉄鋼需要の下方リスクおよび住宅向けを中心とした需要減少なども考慮すれば、今後の建設向けの鉄鋼需要は漸減が予想される。
- 近年では主原料である鉄スクラップ価格の高止まりや、電力料金の高騰などの影響を受けて普通鋼電炉メーカーの製造原価は上昇しており、事業環境は厳しい状況となっている。他方、カーボンニュートラルという潮流変化を受けて川下の建設および自動車業界においてはグリーン鋼材の活用に向けた動きが活発化しており、CO2 排出量の少ない電炉材への期待は高まるなど追い風も吹いている。
- かかる事業環境の中、普通鋼電炉メーカーの成長に向けた戦略方向性として、1. カーボンニュートラルニーズに応える業態の変革、2. 既存製品の高付加価値化、3. 新規領域の拡大が検討しうる。
- 国の経済成長の歴史とともに発展してきた鉄鋼業界においては、右肩上がりの成長はもはや望めない。しかしながら、老朽化する国内のインフラ、建築物に対して鋼材を供給する普通鋼電炉メーカーは、過去と変わらず今後も必要不可欠な存在である。また、カーボンニュートラルという大きなインパクトは産業構造の変化をもたらす契機となっており、普通鋼電炉メーカーにとっては強い追い風が吹いている。鉄鋼の内需縮小の中、新たな成長戦略が普通鋼電炉メーカーの発展につながることを願っている。

目 次

電炉業界の現状と今後の展望
～内需縮小の中で普通鋼電炉メーカーの新たな成長戦略を描く～

I. はじめに.....	2
II. 電炉業界を取り巻く課題.....	5
1. 今後の鉄鋼需要の動向	6
2. 普通鋼電炉メーカーの製造原価と鉄スクラップ・電力コストの動向.....	8
III. カーボンニュートラルの動向と電炉業界への期待	17
1. カーボンニュートラルに向けた電炉の役割	17
2. 需要産業における電炉への期待.....	19
3. 電炉業界の脱炭素に向けた取り組み.....	20
IV. 普通鋼電炉メーカーの戦略方向性.....	22
1. カーボンニュートラルニーズに応える業態の変革.....	22
2. 既存製品の高付加価値化	30
3. 新規領域の拡大	31
V. おわりに.....	36

I. はじめに

普通鋼電炉メーカーとは

普通鋼電炉メーカーは、廃棄された自動車や産業用機械、建築物の解体屑等から発生する鉄スクラップを主原料とし、電気炉で熔融し、圧延機で各鋼材の形状に圧延することによって、主には建築・土木向けの基礎部分に使用される鉄鋼製品を生産している。日本各地域のインフラ整備や、ビル・住宅などの建築を支えるとともに、使用済みとなった鉄スクラップを再度鋼材にリサイクルすることで、資源の乏しい日本において動脈産業・静脈産業にまたがる機能として循環型社会の実現に大きく貢献している。

土木・建築向けの鋼材を中心に生産する

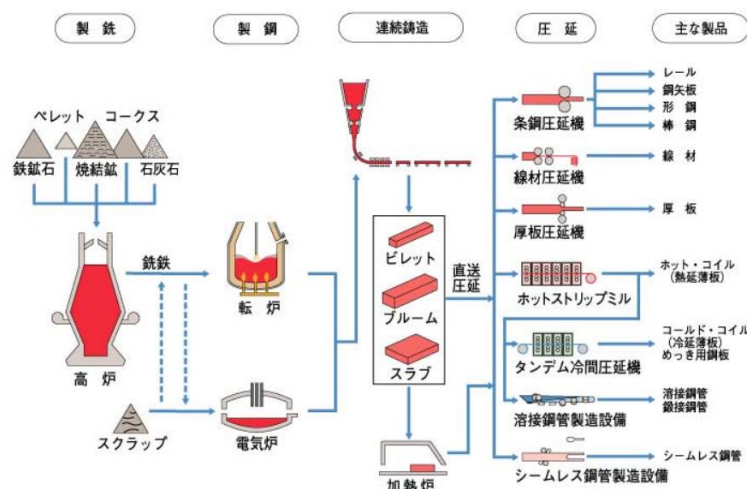
鉄鋼製品は大きく普通鋼と特殊鋼に分類できる。普通鋼はさらに条鋼、鋼板に分類できるが、普通鋼電炉メーカーにおける生産品目で大部分を占めるのは、土木・建築用の鉄筋材である棒鋼や建築用の鉄骨材である形鋼といった条鋼類であり、自動車用の薄板などの鋼板類を中心に生産する高炉メーカーとは生産品目において棲み分けがなされている（【図表 1、2】）。

【図表 1】鉄鋼製品の主な用途と生産実績

鋼材			主な用途	2021年鋼材生産量(千トン)		
					うち 高炉	うち 電炉
普通鋼	条鋼	棒鋼	土木・建築用の鉄筋材	8,432	1%	99%
		形鋼	建築用の鉄骨材	5,134	29%	71%
		線材	釘・ネジ・ワイヤロープ	1,657	71%	29%
		鋼矢板	土木工事の土止めの囲い	523	92%	8%
		軌条・外輪	鉄道用レール、車輪	475	92%	8%
	鋼板	薄板	自動車・電気機器・建材	40,299	96%	4%
		厚中板	造船・建築	9,057	87%	13%
特殊鋼		自動車・産業機械	12,792	68%	32%	

(出所)鉄鋼流通情報社「鉄鋼流通 HB」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 2】製鋼プロセスの概観

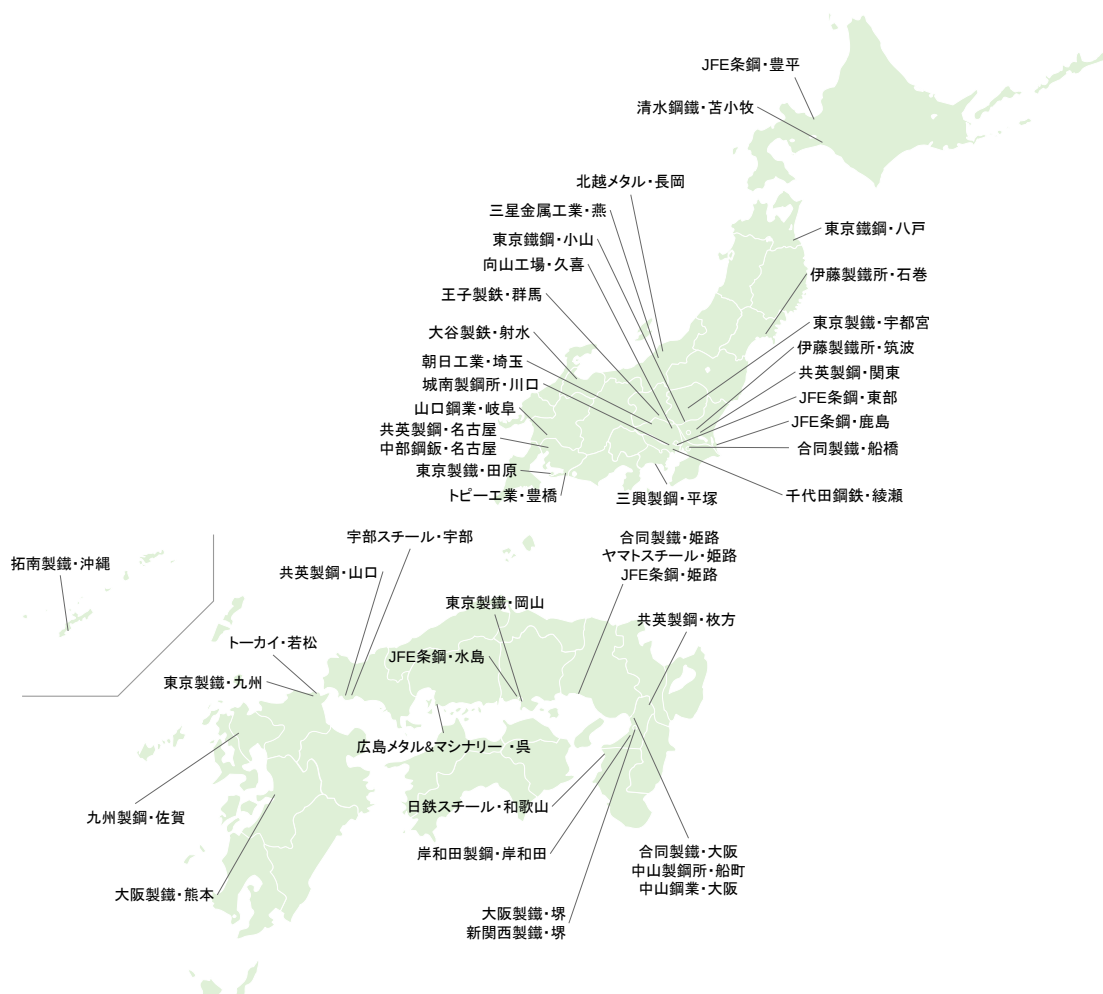


(出所)JFE21 世紀財団「鉄鋼プロセス工学入門」より転載

普通鋼電炉は地産地消型のビジネスを営む

普通鋼電炉メーカーが生産する鉄鋼製品は汎用品が中心であり、各社は基本的には地域で発生した鉄スクラップをリサイクルして同地域の建材向けに供給する、地産地消型のビジネスを営む。そのため、普通鋼電炉メーカーの生産拠点の所在地は全国各地に分散しており、地域毎の鉄鋼需要および廃棄物処理のニーズに対応することで、地域に必要不可欠な存在となっている（【図表 3】）。一方、高炉メーカーは大量の鉄鉱石を海外から輸入し鉄鋼製品を大量生産するため、臨海地域に大規模な生産設備を所有しており、ミニミル¹と呼ばれる電炉とは異なる特徴を有している。

【図表 3】 普通鋼電炉メーカーの生産拠点



(出所) 各社公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

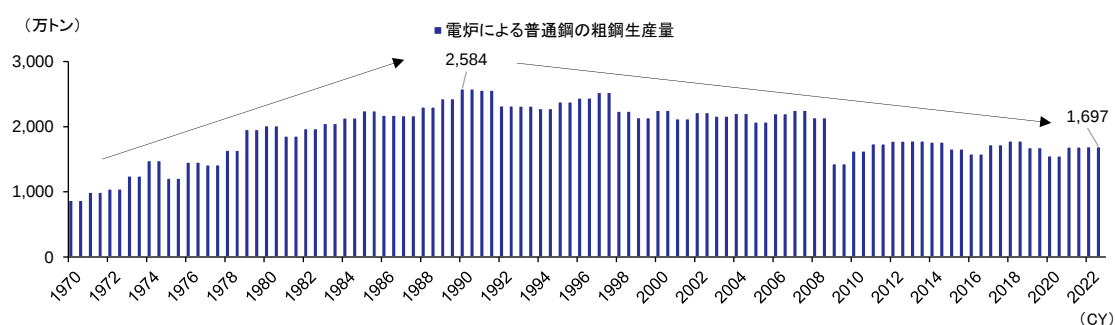
中長期的な鉄鋼需要の減少が継続

普通鋼電炉鋼材は汎用品かつ地産地消されるため、輸入および輸出量は限定的である。そのため、電炉による普通鋼の粗鋼生産量は内需にほぼ連動する傾向にある。建設投資が本格的に開始された 1970 年代以降、鉄鋼需要の増加とともに電炉による普通鋼の粗鋼生産量は拡大し、バブル期の 1990 年には 2,584 万トンとなり、ピークを迎えた。その後は、国内の建設投資が一巡し

¹高炉 (integrated mill) との対照的な表現であり、主として年間 100 万トン以下の生産能力、柔軟な生産体制、省スペース、需要地に近いといった特徴を有する電炉工場を指す。

たことなどを受け、建設向けの鉄鋼需要は徐々に縮小していき、2022 年には粗鋼生産量 1,697 万トンまで減少した。約 30 年の間に粗鋼生産量は 35%ほどの減少となったが、中長期的な国内の人口減少に鑑みれば、今後の鉄鋼需要の縮小とともに、電炉による普通鋼の粗鋼生産量はさらなる減少の継続が見込まれる(【図表 4】)。

【図表 4】電炉による普通鋼の粗鋼生産量の推移



(出所) 経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

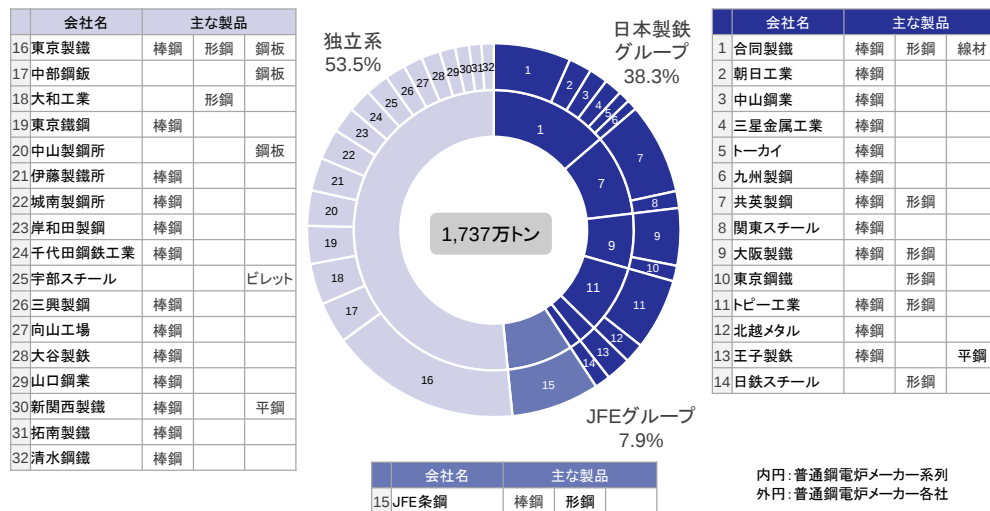
普通鋼電炉工業会の会員企業数は79社から28社に減少

鉄鋼需要の減少とともに、普通鋼電炉メーカーの企業数も減少してきた。2012 年にはコストや品質の競争力強化を目指し JFE 条鋼、ダイワスチール、東北スチール、豊平製鋼の 4 社が統合した。また、東日本大震災後の電力代上昇なども影響し、業績悪化に陥っていた新北海鋼業と大三製鋼が 2014 年に廃業した。普通鋼電炉工業会によれば、同会が発足した 1966 年には会員企業数は 79 社だったが、企業同士の統廃合が進んだ結果、足下の会員企業数 28 社にまで減少した。非会員の企業も合わせれば、足下における普通鋼電炉メーカーは 32 社となっている(【図表 5】)。

高炉メーカー系による系列化と普通鋼電炉メーカー同士の連携強化が進む

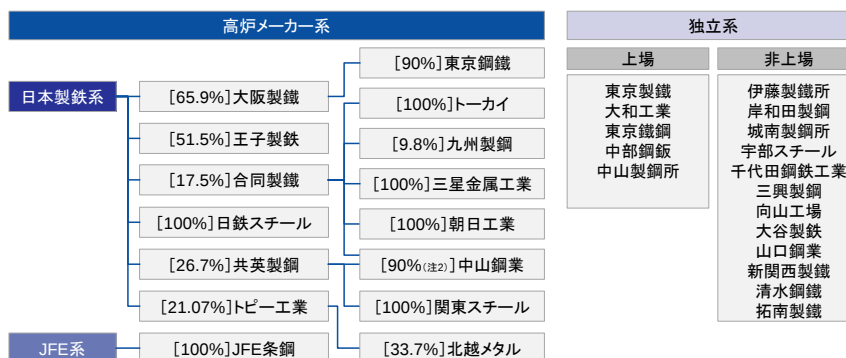
32 社の内訳としては、高炉メーカーである日本製鉄の傘下に 14 社、JFE スチールの傘下に 1 社、残りの 17 社は独立系の企業である(【図表 6】)。高炉メーカーによる系列化は、1990 年の現日本製鉄による大阪製鐵の子会社化や、1999 年に解散したトーア・スチールの営業譲渡を現 JFE スチールが受けたことなどにより進んだ経緯がある。また、合同製鐵など日本製鐵系の電炉メーカーによる独立系電炉メーカーの系列化も進んだ。更に普通鋼電炉メーカー同士の連携強化も進んでいる。2006 年には三興製鋼と向山工場は共同会社を設立して販売機能を一元化し、2022 年には黒鉛電極や合金鉄などの主要資材の共同購買を開始している。2018 年には東京製鋼が伊藤製鐵所を持分法適用会社化した。

【図表 5】普通鋼電炉メーカーの生産の状況



(注) 普通鋼電炉工業会の会員ではない東京製鉄、中部鋼鉄、大和工業、中山製鋼所も掲載
(出所) 鉄鋼流通情報社「鉄鋼流通 HB」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 6】普通鋼電炉メーカーの系列化の状況



(注 1) 数値は株式の保有割合
(注 2) 合同製鉄と共英製鋼が 45% ずつ保有
(出所) 各社公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

II. 電炉業界を取り巻く課題

本章では電炉業界を取り巻く課題として、需要とコストについての足下および中長期の見通しを整理する。需要については、電炉業界の主要な需要先である建設業界においてインフラ、非住宅向けを中心とした底堅い需要が今後見込まれるものの、建設現場における労働力不足に伴う需要の下押し圧力が想定されるほか、住宅向けでは世帯数の減少による需要の弱含みが予想される。また、コストについては普通鋼電炉メーカーの主原料である鉄スクラップ価格の高止まりや、足下における電力料金の高騰などもあり、増加する製造原価に対する対応が必要となる。

1. 今後の鉄鋼需要の動向

国内のインフラ、建築物は本格的な更新時期を迎える

まず、鉄鋼需要に大きく影響を与える建設業界における投資動向について整理する。日本国内における名目建設投資額は 1970～1990 年にかけて急速に拡大し、ピーク時の 1992 年度には約 84 兆円まで増加した。その後は国内における建設投資が一巡したこともあり、1990 年代の後半からは建設投資額は減少に転じており、2010 年度には約 42 兆円まで縮小した。他方、民間非住宅向けの大型再開発や政府による防災・減災および国土強靱化対策などもあり、2023 年度には約 70 兆円ほどに回復している。本格的な建設投資が開始された 1970 年代から 50 年ほど経過したことに鑑みれば、国内のインフラおよび建築物の老朽化は相当程度進んでいると考えられる。特に地震や風水害などの災害が多く発生する日本においては、インフラ、建築物への着実な更新投資が必要であり、今後の建設需要は底堅いことが見込まれる（【図表 7】）。

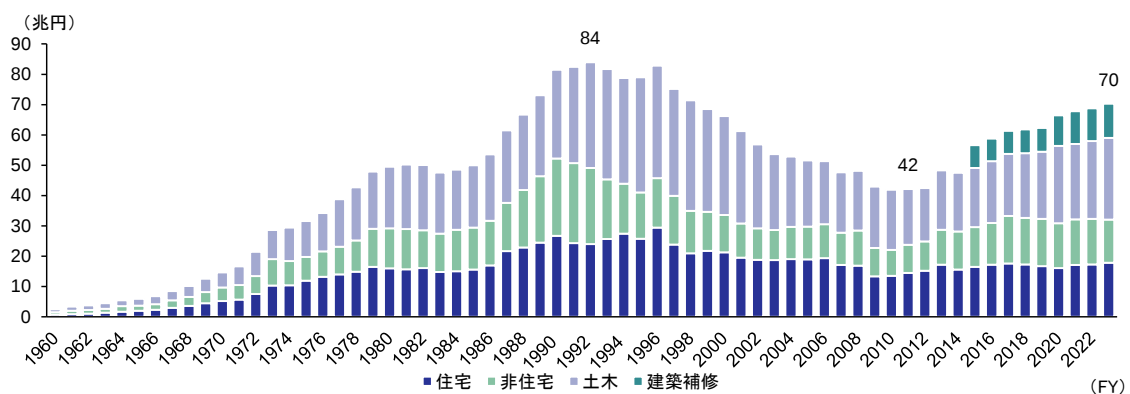
インフラ、再開発案件などの更新が多数計画されている

実際に新幹線、高速道路などを中心に改修、更新の大規模プロジェクトが控えている（【図表 8】）。例えば、首都高速道路による都心環状線を中心とした大規模更新・修繕のプロジェクトにおいては、2028 年までに約 6,000 億円の工事が計画されている。また、インフラ以外においても、東京や大阪などの大都市の主要ターミナル駅を中心に、市街地の再開発案件や大規模オフィスビルの建て替えなどが多数計画されている（【図表 9】）。

一部の施設需要は底堅い

人口が減少する中でも、経済活動の効率化や産業構造の変化などにより、底堅い施設需要もある。例えば、JR 東海はリニア中央新幹線の開業に向けて、品川～名古屋間の各地においてトンネル工事や変電所の建設などを計画している。また、地方も含めた全国各地で半導体関連工場、大型物流倉庫、データセンターなどの建設も見込まれている。

【図表 7】 国内の名目建設投資額の推移



(出所) 国土交通省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 8】国内の主要なインフラ案件

	計画	開業予定・更新期間
1	首都高速道路大規模更新	2014-2028年
2	東・中・西日本高速道路大規模更新	2015-2029年
3	阪神高速道路大規模更新	2015-2029年
4	中央リニア新幹線(品川～名古屋)	2027年
5	JR・羽田空港アクセス線	2029年
6	大阪モノレール(門真南～瓜生堂)	2029年
7	なにわ筋線(北梅田～JR難波・新今宮)	2031年
8	北海道新幹線(新函館北斗～札幌)	2031年以降
9	地下鉄8号線延伸(住吉～豊洲)	2030年代半ば
10	中央リニア新幹線(名古屋～新大阪)	2045年

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部
作成

【図表 9】国内の主要な建築・再開発案件

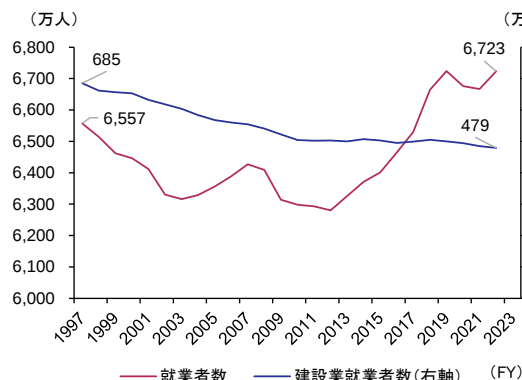
	計画	竣工
1	臨海副都心青海ST区画プロジェクト	2024年
2	東京ワールドゲート赤坂	2025年
3	品川開発プロジェクト・高輪ゲートウェイシティ	
4	豊海地区再開発	
5	東京駅前八重洲1丁目東B地区再開発	
6	ARIAKE Garden City(3-1-B・C街区)	2026年
7	大井町駅前周辺広町地区再開発A-1地区	
8	日本橋一丁目中地区再開発	
9	勝どき東地区再開発A-1、A-2棟	2027年
10	TOKYO TORCH	2028年
11	西新宿3丁目西地区再開発	
12	東京駅前八重洲2丁目中地区再開発	
13	浜松町2丁目4地区A街区	2029年
14	新宿西口地区開発計画	2030年

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部
作成

労働力不足は鉄
鋼需要のはく落・
抑制につながる
リスク

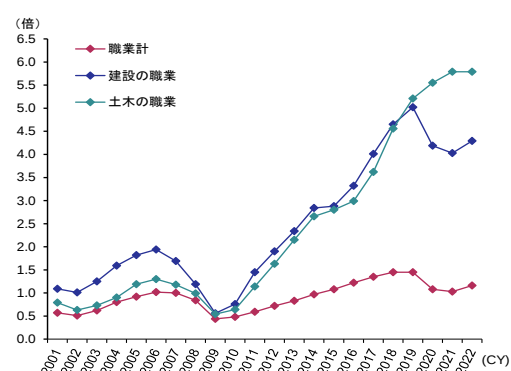
このように、インフラや非住宅向けの建設需要は底堅いものの、国内における労働力不足の問題が建設技能労働者においても生じており、供給の足かせとなる可能性がある。実際に国内の就業者数は2010年度以降は女性や高齢者の就業率の上昇などもあり、足下では6,723万人へと増加している一方、建設業就業者数は若年層の入職者数の減少などもあり、1997年度の685万人から479万人へと減少している(【図表10】)。また、底堅い建設需要を背景に建設・土木向けの有効求人倍率は過去10年程の間に急上昇しており、直近では4～6倍の水準に達するなど、労働市場の需給はひっ迫している(【図表11】)。更に、2024年度からは建設業界における時間外労働時間の上限規制の適用が開始され、労働力不足を助長することが想定される。今後訪れる国内のインフラおよび建築計画が開始されれば、このような人手不足は更に深刻化するだろう。その他、足下では建設技能者の高齢化、若年労働者の確保および育成、熟練技術者からの技術承継なども建設業界における課題となっている。

【図表 10】国内の就業者の推移



(出所) 総務省「労働力調査」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 11】有効求人倍率の推移



(出所) 厚生労働省「一般職業紹介状況」より、みずほ銀行産業調査部作成

プロジェクトの計画延期や見直しが散見

労働力不足を背景とした労務費および足下における建設資材価格の高騰が影響し、一部の開発プロジェクトではやむを得ない計画延期や減築となる案件が出始めている。例えば、ヨドバシホールディングスなどが JR 札幌駅前に 2028 年の完成を計画している高層ビル建設のプロジェクトは、人件費や資材価格の高騰の影響を受け、当初の地上 35 階建てから 32 階建てへの見直しが行われた。また、名古屋三越栄店が入居しているビルを運営するオリエンタルビルは、2029 年にオフィス、ホテル、商業施設などで構成する高さ 180m の複合ビルへの建て替えを予定していたが、建築費の高騰を踏まえて計画の凍結を決定した。建設費にかかる予算制約がある中、十分な人手を確保することができないことによって、底堅い建設需要を充たすことができず、それに連動するように鉄鋼需要のはく落および抑制が生じている。

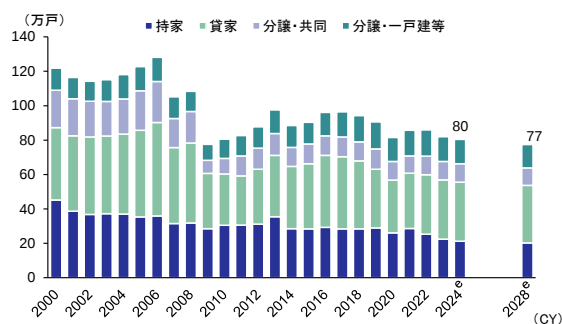
住宅向け需要は縮小が続く

インフラ・非住宅向けの需要は底堅い一方、住宅向けの需要は減少が予想される。実際に、新設住宅着工戸数は 2000 年以降減少傾向となっており、今後も中期的な世帯数の減少により、2028 年には 80 万戸割れとなるペースでの漸減を見込む（【図表 12、13】）。また、足下においては建設資材価格や人件費の上昇などを受けた住宅価格の上昇により、消費者の住宅購入意欲が減退していることも、鉄鋼需要にとってはマイナスとなるだろう。

今後も建設向けの鉄鋼需要は漸減が見込まれる

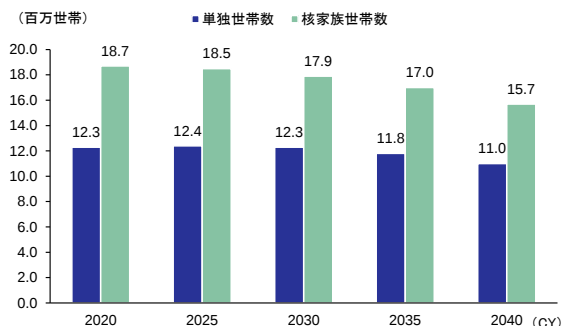
建設業界における投資動向について、インフラ・非住宅向け更新需要などの豊富な建設案件があるものの、労働力不足に伴う下方リスクがあること、および住宅向けを中心とした需要減少を考慮すれば、今後も建設向けの鉄鋼需要は漸減が見込まれる。

【図表 12】新設住宅着工戸数の中期見通し



(注) 2024 年以降はみずほ銀行産業調査部予測
(出所) 国土交通省「住宅着工統計」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 13】世帯数の中期見通し



(出所) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数将来推計」より、みずほ銀行産業調査部作成

2. 普通鋼電炉メーカーの製造原価と鉄スクラップ・電力コストの動向

製造原価は鉄スクラップが大部分を占める

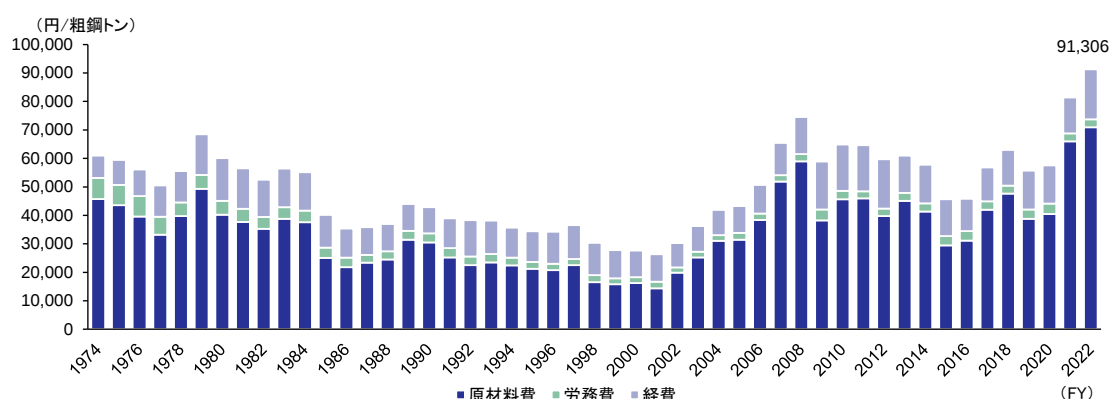
普通鋼電炉メーカーのコスト構造について、製造原価明細書を長期間情報開示している東京製鐵の粗鋼生産 1 トンあたりの製造原価の内訳を試算した（【図表 14】）。製造原価の約 7 割は原材料費、約 2 割は経費となっており、1970 年代から現在に至るまでこの構造に大きな変化はない。原材料費としては、鉄鋼製品の成分調整用の副資材等も一部含まれるが、大部分は主原料である鉄スクラップが占め、経費としては鉄スクラップを溶融する際に使用する電力の料金が大部分を占めていると推察される。2022 年度においては鉄ス

ラップおよび電力価格の高騰が影響し、同社の製造原価はデータを確かめる中では過去最高の粗鋼生産1トンあたり91,306円まで上昇している。

鉄スクラップ価格と
東京製鐵の営業
利益率の推移は
は逆相関

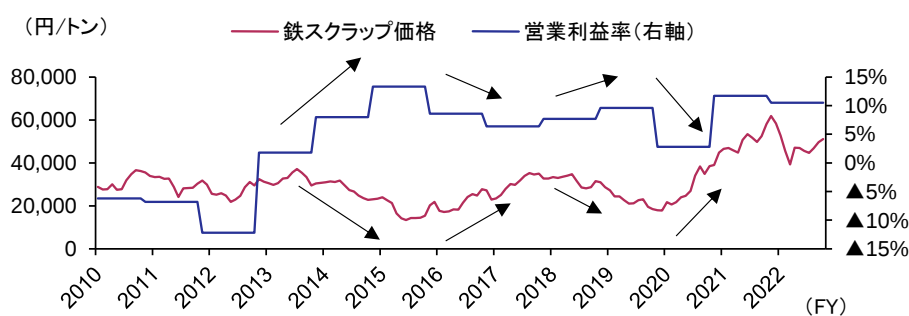
製造原価の大部分を占める鉄スクラップの価格の変動は、普通鋼電炉メーカーの収益性に影響を与える要素となる。実際に、鉄スクラップ価格と東京製鐵の営業利益率の変動を比較すると、おおむね逆相関の傾向にある(【図表15】)。鉄鋼製品は需要先のゼネコンが手掛ける建設プロジェクト毎の製品供給契約に基づいて販売価格が固定されていることが多く、鉄スクラップ価格の変動に対して適時に販売価格への転嫁がされにくいことにも起因する。なお、2021年度以降は鉄スクラップ価格の急騰に対して価格転嫁および価格維持ができていることから、営業利益率は高水準を保っている。

【図表14】東京製鐵の製造原価推移



(出所) 当社有価証券報告書より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表15】鉄スクラップ価格と東京製鐵の営業利益率推移



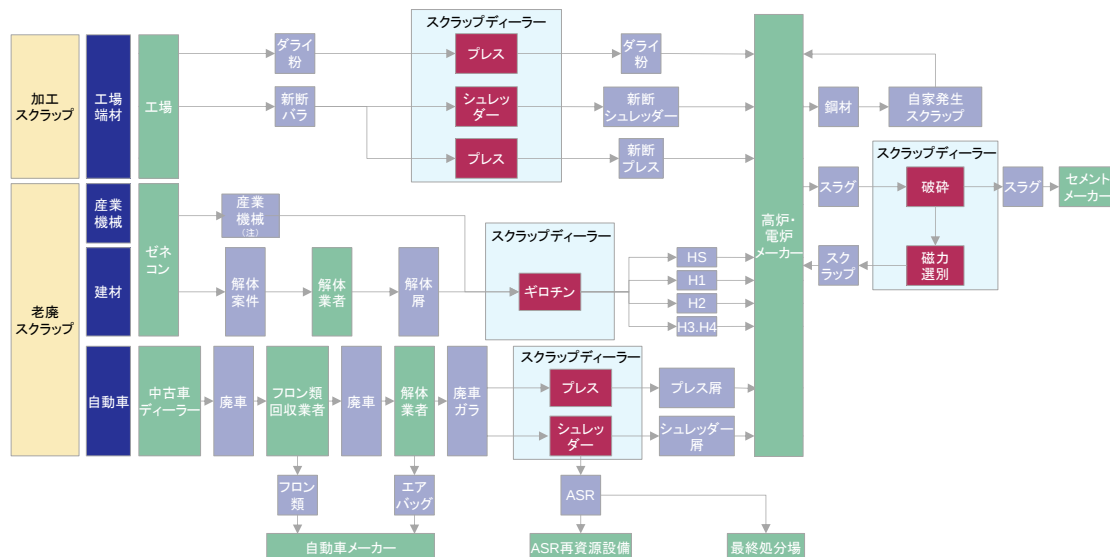
(出所) 当社有価証券報告書、日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

普通鋼電炉メーカーは老廃スクラップを主として活用

ここでは鉄スクラップの流通フローと需給動向について整理する。市場で流通する鉄スクラップは、自動車工場等において鋼板加工製品を製造する際に発生する切り屑及び打ち抜き屑を中心とした「加工スクラップ」と、工場等で廃棄された産業機械、ビルなどの建築物の解体により生じる廃建材、廃車等を中心とした「老廃スクラップ」に大別される。発生した鉄スクラップは、鉄スクラップディーラーによってプレス、シュレッダー、ギロチンなどの専門の機械での選別、切断、圧縮等を経て、鉄鋼メーカーへ納入される(【図表16】)。加工スクラップは鋼板等の端材であることから、最終的な鉄鋼製品の成分と同等である

一方、老廃スクラップは他の金属やダストなども付着、混入していることから、成分にばらつきがある。棒鋼、形鋼などの建設用鋼材は、自動車用鋼板ほどには精錬時の成分調整が厳格ではないことから、普通鋼電炉メーカーは安価な老廃スクラップを主たる原料として活用する。

【図表 16】鉄スクラップの基本的な流通フロー



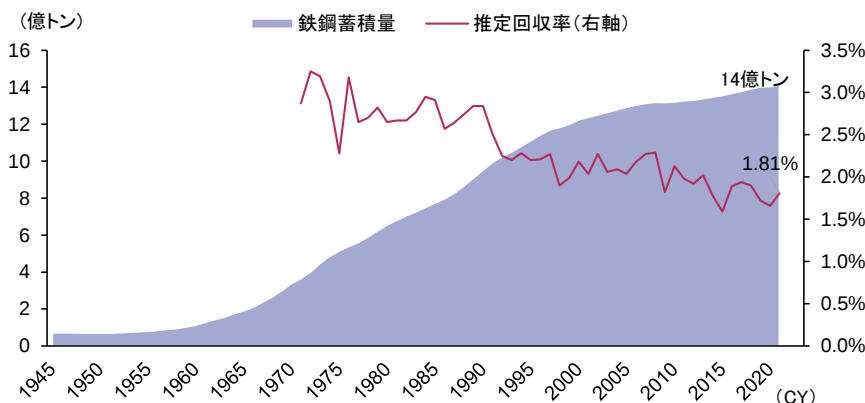
(注) 産業機械は廃棄されたもの

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

足下の鉄鋼蓄積量は 14 億トンとなった

国内において最終製品として供給され、使用されている鉄鋼製品のストック量を鉄鋼蓄積量と称する。これは最終製品として使用されている鋼材が耐用年数の経過後に廃棄、解体された場合の老廃スクラップの総量と考えられ、足下における日本の鉄鋼蓄積量は約 14 億トンと推計されている（【図表 17】）。この鉄鋼蓄積量から毎年鉄スクラップとなる割合を回収率と称するが、2021 年の回収率は 1.81%、老廃スクラップの回収量は約 2,546 万トンであった。

【図表 17】日本の鉄鋼蓄積量と推定回収率



(出所) 日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

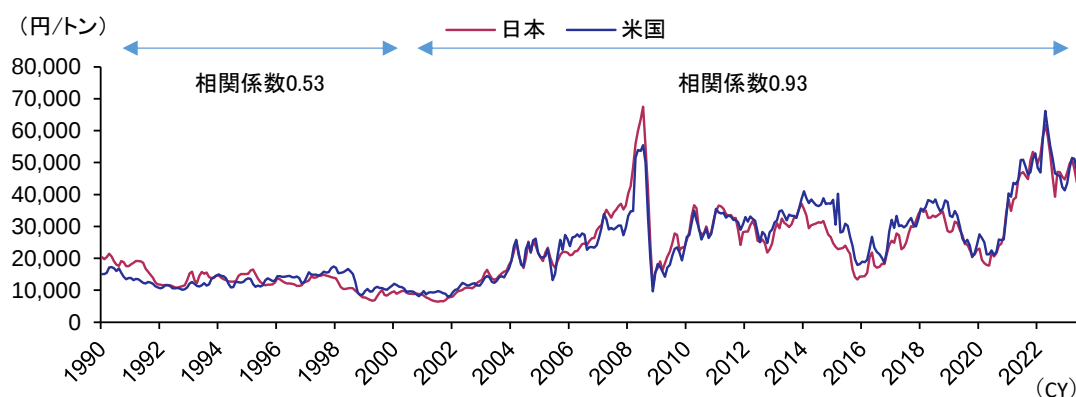
1990年代には鉄源純輸出国になった

日本においては、1990年代までは鉄スクラップの発生量が十分ではなかったため、鉄鋼メーカーが必要とする鉄スクラップや銑鉄といった鉄源を国内発生分のみで全量賄うことができず、米国、ソ連などの海外から鉄スクラップや銑鉄を調達する鉄源純輸入国であった。その後、国内のインフラ整備やオフィスビル、住宅等の建設とともに鉄鋼蓄積が進んだ結果、国内の需要を満たすだけの鉄スクラップが発生することとなった。1996年には鉄スクラップと銑鉄を合わせた輸入量90万トンに対して鉄スクラップの輸出量が227万トンとなり、輸出が輸入を超過する鉄源純輸出国となった。輸出量が600万トンを超えて鉄スクラップの輸出が本格化したのは2001年以降である。

鉄スクラップ価格はグローバルな市況品としての値動きに変容

鉄スクラップの輸出を本格的に開始したことで、鉄スクラップ価格の値動きに変化が生じた。1990年代までは国内と米国の鉄スクラップの価格の相関係数は0.53と中程度の相関であり、日本国内の鉄スクラップ需給で価格が決定されていたと推察される。しかし、鉄スクラップの輸出量が増加した2000年以降の相関係数は0.93へと上昇し、鉄スクラップの最大輸出国である米国の鉄スクラップ価格の値動きに近似することとなった(【図表18】)。輸出を通じてグローバルでの鉄スクラップ需給が国内の普通鋼電炉メーカーのコストの増減に影響を与えることとなった。

【図表18】日米の鉄スクラップ価格の推移



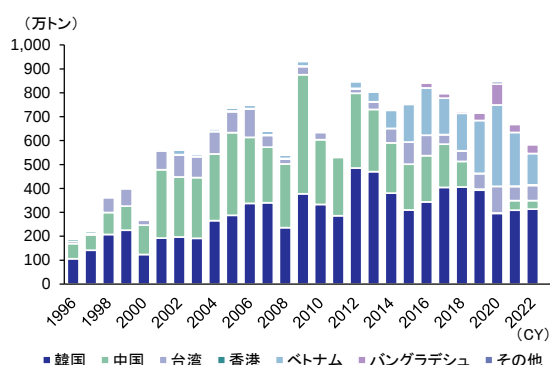
(注) 関東・中部・関西のH2メーカー中値平均、米国コンポジットプライス

(出所) 日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

日本の鉄スクラップは近隣のアジア諸国へ輸出される

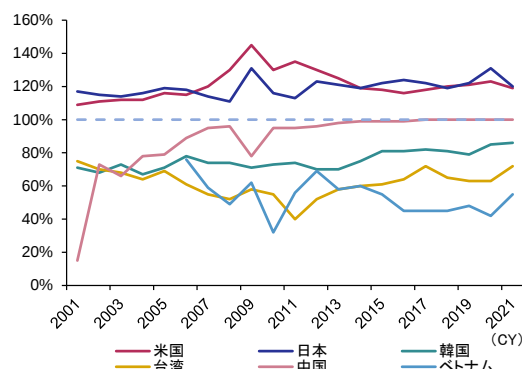
日本の鉄スクラップの輸出先は韓国、ベトナム、台湾、バングラデシュなどのアジア地域が中心となっている(【図表19】)。これらの国々では鉄鋼蓄積量が十分ではないことから、自国内での鉄スクラップの発生量が少ない。そのため、鉄スクラップの自給率が低位であり、日本や米国などからの鉄スクラップの輸入に依存している(【図表20】)。近年では日本からベトナムへの輸出量が増加している一方、中国への輸出量は急減している。かつては日本の鉄スクラップは中国へ大量に輸出されていたが、中国国内の鉄スクラップ自給率の高まりや、2018年以降は中国が環境規制を強化して廃棄物の輸入規制をかけたことにより、日本から中国への鉄スクラップの輸出量は大幅に減少した。ただし、後述の通り足下においては高品位の鉄スクラップに限定して中国への輸出は再開されている。

【図表 19】日本の鉄スクラップ輸出



(出所) 日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 20】各国における鉄スクラップ自給率

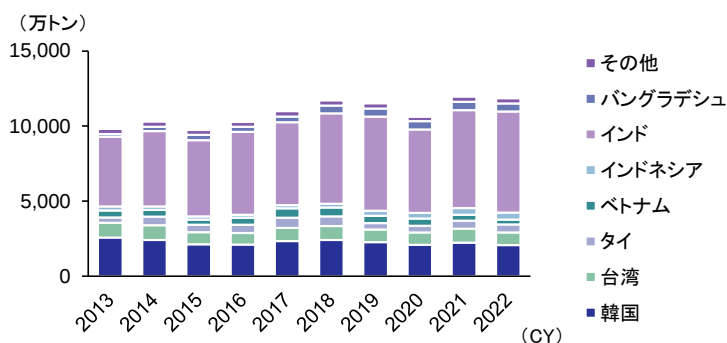


(注) 自給率: 鉄スクラップ発生量/鉄スクラップ消費量
(出所) 日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

アジア地域における電炉での粗鋼生産量の拡大

鉄鋼需要が縮小する日本と異なり、アジア地域では経済成長と人口増加を背景に鉄鋼需要が拡大している国々が多い。ASEAN においては高炉による粗鋼生産量が拡大しているが、電炉による粗鋼生産量も底堅い(【図表 21】)。韓国、台湾では鉄鋼需要の大きな伸びは見込めないものの、電炉の増設が計画され、電炉による粗鋼生産量は今後さらなる増加が見込まれる。例えば韓国の POSCO は 2026 年に光陽製鉄所において年産 250 万トン規模の電炉の稼働を予定し、浦項製鉄所においても 2027 年までに新設電炉の稼働を目指すと発表した。また、台湾の中国鋼鉄は 2030 年に高雄製鉄所の 1 号高炉を年産 150 万トン規模の電炉に置き換える方針である。

【図表 21】アジアにおける電炉での粗鋼生産量



(注) 中国を除く

(出所) World Steel Association, Steel Statistical Yearbook より、みずほ銀行産業調査部作成

中国の鉄スクラップの動向

中国では 2,000 年代以降の鉄鋼生産の拡大に伴って鉄鋼蓄積が進み、足下では約 100 億トンの鉄鋼蓄積量があると試算されている。今後これが鉄スクラップとして回収されることが想定されるが、①中国の鉄鋼内需が頭打ちであり鉄鋼蓄積量の伸びも鈍化すること、②既に鉄スクラップの回収率は約 2%と高水準であり、これ以上回収率を上げるのは難しいこと、③中国政府は 2060 年

のカーボンニュートラル(以下、CN)を掲げ、政策的に電炉の活用を促している。それにより、今後は中国国内における鉄スクラップ消費量の増加が見込まれることから、中国で鉄スクラップが余剰となり、輸出開始することは見込みにくい。

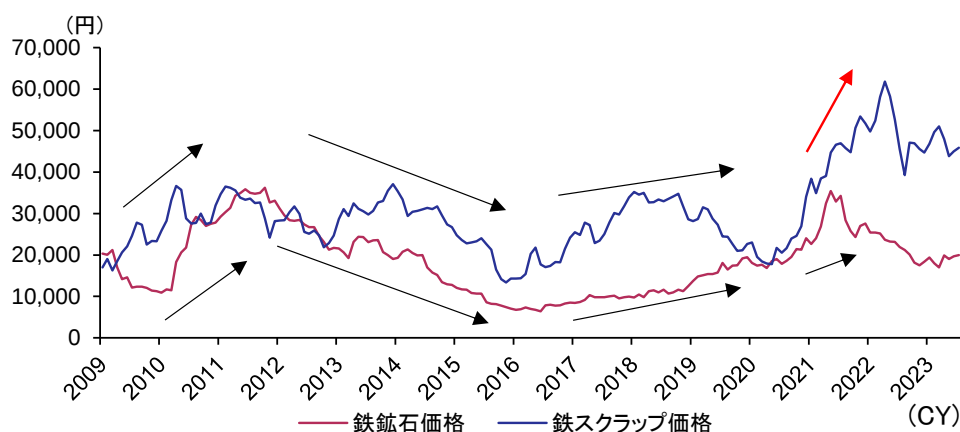
米国および英国では鉄スクラップの国内循環が見込まれる

人口増加と建設投資の拡大を背景に鉄鋼需要の拡大が見込まれる米国においても Nucor、U.S. Steel などを中心に電炉の増設を計画している。そのため、従来輸出に充てられていた鉄スクラップのうち一定量は、米国国内への需要に向くことが予測される。英国では 2023 年に鉄鋼メーカーの業界団体である UK スチールが、自国で発生する鉄スクラップのうち 8 割が輸出されている点を問題視し、自国内での資源循環を促すよう政府に対して鉄スクラップの輸出規制を求めている。鉄スクラップが CN に資する原料であることに鑑みれば、このような鉄スクラップの輸出規制の動きは他の地域にも波及する可能性がある。

近年における鉄スクラップ価格は高止まり

足下の鉄スクラップの価格動向について整理する。2000 年以降の鉄スクラップの価格は、異常値を除けばトンあたりおおむね 2～3 万円台であったが、近年はトンあたり 4～5 万円台で推移し、価格の高止まりが鮮明となっている。鉄スクラップと鉄スクラップの代替原料である鉄鉱石の単位あたりの価格を比較すると、2020 年までの両者の価格の値動きにはおおむね連動性がみられる(【図表 22】)。鉄鉱石価格が上昇すると高炉メーカーは溶鉄コストの低減のために転炉への鉄スクラップの投入量を増やす傾向にあるためである。しかし、近年の鉄スクラップ価格は鉄鉱石価格の上昇以上に上振れが生じている。

【図表 22】粗鋼生産 1 トンあたりの鉄スクラップ価格と鉄鉱石価格の比較



(注 1) 関東・中部・関西の H2 メーカー中値平均、鉄鉱石はオーストラリアからの輸入価格

(注 2) 高炉メーカーの粗鋼生産量 1 トンあたりの鉄鉱石使用量は 1.7 トン

(注 3) 鉄スクラップは 1 トンあたりの価格、鉄鉱石は 1.7 トンあたりの価格

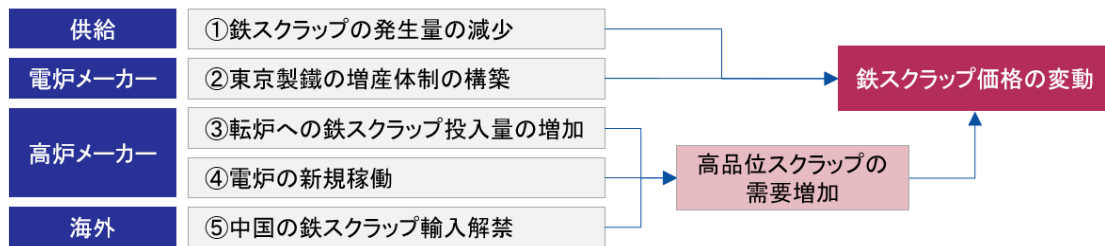
(粗鋼 1 トンあたり鉄鉱石を 1.7 トン消費と仮定)

(出所) 日本鉄源協会資料、世界銀行資料より、みずほ銀行産業調査部作成

鉄スクラップ価格の高止まりには要因がある

このような価格の高止まりは、①鉄スクラップの発生量の減少、②東京製鐵の増産体制の構築、③転炉への鉄スクラップ投入量の増加、④電炉の新規稼働、⑤中国の鉄スクラップ輸入解禁などの複数の要因によるものと考えられる(【図表 23】)。

【図表 23】近年の鉄スクラップ価格の高止まりの背景



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

① 鉄スクラップの発生量の減少

まず、鉄スクラップの発生量の減少である。国内の鉄スクラップの発生量は近年減少傾向にある。構造的な要因として、自動車生産台数の減少や自動車関連工場における歩留まりの改善を受け、加工スクラップの発生量が抑制されていることが考えられる。近年ではコロナ影響に伴う生産活動の停滞や、解体現場における人手不足により解体作業の遅延も鉄スクラップの発生量の減少につながっている。これらの要因による鉄スクラップの供給量の減少が、鉄スクラップの需給の引き締めにつながっている。

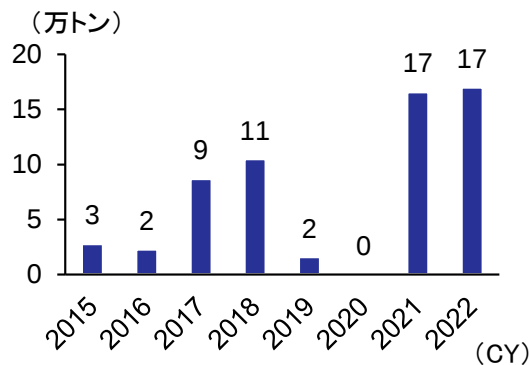
② 東京製鐵の増産体制の構築

次に、国内の普通鋼電炉メーカーで最も粗鋼生産量の多い東京製鐵による増産体制の構築である。同社は 2022 年の粗鋼生産量 341 万トンから、2030 年には 600 万トン、2050 年には 1,000 万トンへと増産を計画している。岡山工場においては、中国企業との価格競争による操業の低下により 2015 年に休止していた熱延ラインを 2022 年に再稼働し、2024 年には田原工場の酸洗ラインを再稼働する予定であるなど、増産に向けた体制を整えている。そのため、鉄スクラップの調達を強化すべく、2022 年には名古屋に鉄スクラップの集荷拠点であるサテライトヤードを開設した。2023 年にも尼崎に同様の拠点を設置し、鉄スクラップの調達網を広げるなど、鉄スクラップの需給の引き締めにつながっている。

③ 転炉への鉄スクラップ投入量の増加

3 点目は、高炉メーカーによる転炉への鉄スクラップ投入量の増加である。高炉法では鉄鉱石をコークスで還元させるプロセスで CO2 が多く発生する。転炉に鉄スクラップを投入することで鉄鉱石を還元する量を低減させ、CO2 の排出を減らすことが可能である。JFE スチールは 2021 年から鉄スクラップを年間 20 万トン定期購入するとしており、足下鉄スクラップの購入量が増加している（【図表 24】）。同社は、転炉で使用する鉄スクラップの量を 100 万トン以上に増やすことも視野に入れている。このような高炉メーカーの鉄スクラップ調達の動きも、鉄スクラップ需給の引き締めにつながっている。

【図表 24】 JFE スチールの鉄スクラップ購入量



(出所) 日刊市況通信社資料より、みずほ銀行産業調査部作成

④ 電炉の新規稼働

4 点目は、電炉の新規稼働である。日本製鉄が瀬戸内製鉄所広畑地区に新設した電炉は 2022 年 10 月に商業運転を開始した。同電炉の生産能力は年間 70 万トンほどであり、高級鋼板を生産している。高級鋼板を生産するにあたっては鋼材の成分調整が厳格となるため、特に高品位の鉄スクラップを調達しているものと推察され、発生量の少ない高品位スクラップの需給の引き締めにつながっている。

⑤ 中国の鉄スクラップ輸入解禁

5 点目は、中国の鉄スクラップ輸入の解禁である。前述の通り、中国は 2018 年から鉄スクラップの輸入規制の強化を行っていた。しかし、中国は 2060 年の CN 実現を掲げ、電炉での操業を推進しており、2021 年からは高品位の鉄スクラップに限定して、輸入規制を緩和した。実際に 2020 年に 1.6 万トンだった日本から中国への鉄スクラップ輸出力は、2021 年には 40.1 万トンへと拡大した。こうした動きに対して、日本国内では中国系の鉄スクラップディーラーの高値買いを誘発するなど、価格の上昇圧力につながった。

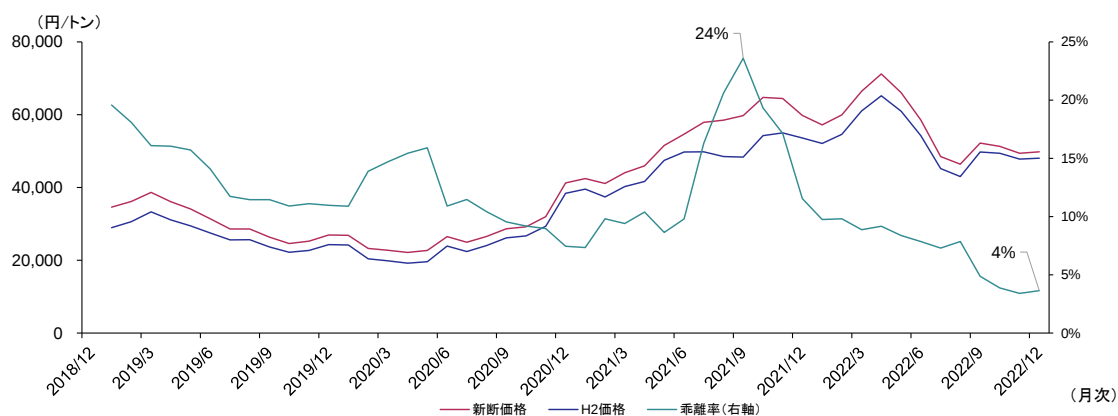
高品位スクラップの価格上昇が相場全体を押し上げている可能性

③、④、⑤は高品位スクラップの需給の引き締め要因だが、近年の高品位スクラップが鉄スクラップ全体の相場を押し上げている可能性がある。鉄スクラップの中でも高品位である新断の価格と低品位である H2 の価格を比較すると、両者の価格の乖離率は 2021 年 9 月に 24% まで拡大したが、足下においては 4% にまで縮小している（【図表 25】）。背景として、従来少量ではあるが新断などの高品位スクラップも使用していた普通鋼電炉メーカーが、価格高騰に対するコスト削減のために高品位スクラップの配合比率を下げ、低品位スクラップの配合比率を上げている結果、低品位のスクラップの需要増加につながり、H2 の価格も高騰している側面があると考えられる。

鉄スクラップ価格の高止まりによるコスト負担は継続

以上の要因から国内の鉄スクラップ需給が引き締められ、鉄スクラップ価格の高止まりにつながったと推察される。このような状況に拍車がかかれば、さらなる価格高騰も懸念され、今後も普通鋼電炉メーカーの製造原価への負担が継続することが想定される。

【図表 25】新断、H2 価格の比較



(注) 乖離率は(新断価格-H2 価格)/H2 価格にて計算

(出所) 日刊市況通信社資料より、みずほ銀行産業調査部作成

溶融プロセスでは
大量の電力を消費
する

また、鉄スクラップの材料費だけではなく、製造原価においては電力コストの負担も大きい。普通鋼電炉メーカーは黒鉛電極と鉄スクラップとの間にアーク放電を発生させ、1,600℃の熱で溶融を行うが、このプロセスにおいて電力を大量に消費する。

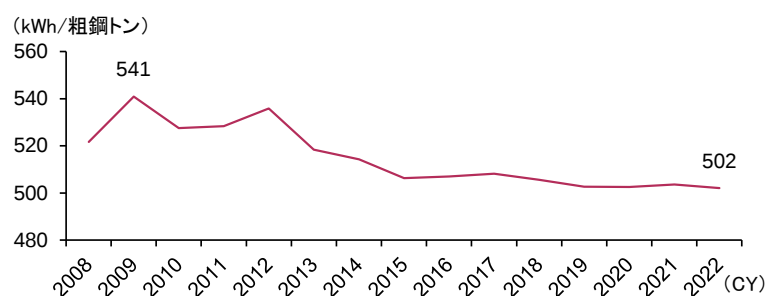
電力料金の価格
高騰がコスト上昇
を引き起こす

昨今の資源価格等の高騰影響を受け、エネルギーコストは上昇している。従来であれば普通鋼電炉メーカーの電力コストは鋼材 1 トンあたりおおむね 5,000 円程度であったが、地域によっては足下で鋼材 1 トンあたり 10,000 円を超えるケースもあるようだ。特に直近では関西電力が 2024 年 4 月から特別高圧・高圧分野の標準メニューの見直しを発表しており、関西地区ではほかの地域と比較してコスト負担がより重くなる懸念される。このような電力コストの上昇も踏まえ、共英製鋼や中山鋼業などの関西の棒鋼メーカーは製品価格の値上げを発表している。

省エネ化は一定程
度進んだ

かかる中、各社は省エネ化に取り組んでおり、電炉メーカーの電力使用原単位をみると、2009 年において粗鋼 1 トンあたり 541kWh だったものが、2022 年においては 502kWh まで低下している。各社の製造プロセスの改善などを通じた省エネ化が、一定程度進んだものと推察される(【図表 26】)。

【図表 26】粗鋼 1 トンあたりの電力消費量



(注) 特殊鋼メーカーも含む

(出所) 経済産業省資料、鉄鋼流通情報社「鉄鋼流通 HB」より、みずほ銀行産業調査部作成

電力コストの抑制 へ向けての取 り組み

普通鋼電炉メーカーにおいては、電力コストの低減のために電力料金が相対的に安くなっている平日の夜間、および土日 24 時間での操業体制を敷き、夜間の操業時間を長くする“フクロウ操業”が多くみられる。昨今においては資源エネルギー価格の上昇が全体的な電力料金を高めた一方、再生可能エネルギー（以下、再エネ）が余剰傾向となっていることから昼間の電力価格が下落しており、その結果、昼夜の電力料金の価格差が縮小傾向となっている。そのため、千代田鋼鉄工業は 2023 年から平日 24 時間操業の取り組みを開始した。電炉の操業を 24 時間稼働にすることで、連続的に溶融を行うことが可能となり、昇温時の電力ロスを低減することが可能となったとしている。今後も電力料金と操業効率をにらみながら、電力コストの削減に向けた検討や取り組みが継続するだろう。

Ⅲ. カーボンニュートラルの動向と電炉業界への期待

本章では、CN という潮流変化を受けて川下の建設および自動車業界におけるグリーン鋼材の活用に向けた動きと、それに伴う電炉への期待の高まり、および電炉業界におけるさらなる脱炭素に向けた取り組み等について述べる。

1. カーボンニュートラルに向けた電炉の役割

製造業では鉄鋼業界の排出する CO2 が最も多い

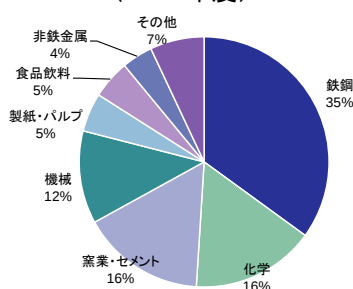
2020 年度における日本全体の CO2 排出量は 1,044 百万トンであったが、そのうち製造業が占める割合は 36%であった。製造業の CO2 排出量に占める鉄鋼業界の割合は 35%となっており、製造業の中で最も CO2 を排出する業界となっている（【図表 27】）。これは、高炉法では鉄鉱石をコークスによって還元する化学反応において、鉄 1 トン当たり約 1.2 トンの CO2 が必ず発生してしまうことによる。

電炉は高炉と比較し、製鉄所で発生する CO2 の排出が少ない

そのため、鉄鋼製造における高炉法と電炉法では CO2 の Scope1 排出量は大きく異なる。実際に鉄鋼メーカーの直近の CO2 排出の原単位を比較すると、高炉メーカーが粗鋼 1 トンあたり約 2 トンの CO2 を排出しているのに対して、電炉メーカーは約 0.3 トンに抑えられている（【図表 28】）。電炉法による製造プロセスではリサイクル原料である鉄スクラップを使用することから、高炉法で行われる鉄鉱石の還元プロセスを経ないため、CO2 の排出を抑えることが可能となっている。

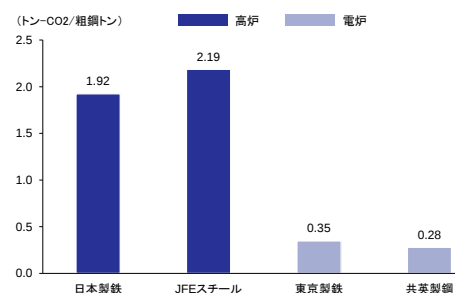
【図表 27】 製造業の業界別 CO2 排出量

(2020 年度)



(出所) 国立環境研究所資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 28】 高炉・電炉の CO2 排出原単位



(出所) 各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

高炉メーカーは
電炉も活用し CN
を目指す

2050 年の CN の実現を目指し、高炉メーカーでは、水素還元プロセスの研究や、CO₂ の分離・回収、中東からの直接還元鉄（以下、DRI）の調達網構築など、様々な対応策を検討しており、その 1 つとして、電炉の新設や既存高炉の電炉への転換も発表している。現在発表がされている高炉メーカーの電炉への転換が全て実現すれば、その生産能力は 5 基合計で約 1,100 万トンに相当し²、高炉粗鋼生産量の約 17%に相当する見込みである（【図表 29】）。また、上記の高炉の電炉化によって見込まれる CO₂ の削減効果は約 1,900 万トンと、2021 年度に鉄鋼業が排出した CO₂ の約 15%に相当し、電炉の活用は日本の鉄鋼業の CN に大きく貢献する見通しである。

【図表 29】高炉メーカーの電炉導入の方向性

企業名	公表時期	投資場所	発表内容	時期	【参考】 生産能力（年間）
日本製鉄	2023年 5月	広畑	電炉拡張を検討	2030年までに導入検討	既存電炉と同規模であれば+70万トン
		八幡	既存高炉の電炉転換を検討	2030年までに導入検討	既存高炉と同規模であれば370万トン
JFE スチール	2022年 9月	倉敷	既存高炉の電炉転換を検討	2027年に稼働予定	高級鋼を約200万トン
	2023年 5月	千葉	新規電炉導入発表	2025年度下期導入予定	スクラップ溶解能力は30万トン
神戸製鋼所	2022年 5月	加古川	電炉導入の検討意向を表明	2030年代に導入	既存高炉と同規模であれば350万トン

（出所）各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

鉄スクラップの安定確保と電力の安定調達が新たな課題に

しかしながら、これらの高炉の電炉化が実現した場合には、原料となる鉄スクラップの使用量は約 1,100 万トンの増加となり、電力使用量は約 81 億 kWh の増加が想定される。鉄スクラップの使用量の増加分は国内における年間発生量の 3 割、電力量の増加分はおおむね大型原子力発電 1 基の年間発電量に相当するほどの量である。そうなれば、鉄スクラップの量と質の側面からの安定確保と電力の安定調達が新たな課題となるだろう。

鋳物メーカーも電炉化を発表

また、同じ鉄鋼業界である鋳物製造業においても電炉化が発表されている。例えば、クボタはコークスを燃料として鉄を熔融するキューポラから電炉へのシフトを発表している。これにより、CO₂ の排出量を 2～3 割抑えることが可能であるという。2023 年には鉄製水道管を製造する阪神工場にて電炉を 3 基、2024 年には農機や建機のディーゼルエンジンやトランスミッションの部品を製造する恩加島事業センターにて電炉を 4 基、また、鉄製水道管を製造する京葉工場においても電炉の導入を検討しており、国内のキューポラは全て電炉となる見込みである。キューポラから電炉に切り替えると従来よりも高品位の鉄スクラップの使用が求められるとされており、高品位スクラップのさらなる需給のひっ迫につながる可能性がある。

² 試算の前提：転炉と同じ大きさの電炉に置き換える前提。

2. 需要産業における電炉への期待

需要産業からの電炉への期待は高まる

鉄鋼業界の需要先においても、各業界で 2050 年の CN を目指す方向性が示されている。鉄鋼業界は Scope3 のカテゴリ 1 である原材料の調達の領域において需要先の CN に寄与する。鉄鋼業界の脱炭素化はサプライチェーンを通じた川下業界の脱炭素化にもつながるため、需要産業からの電炉への期待は高まっている。

建設業界では電炉鋼材の使用が進む

建設業界においては、バリューチェーン全体や Scope3 も含めた CN に向けた中長期の目標が示されている(【図表 30】)。具体的な取り組みとして、清水建設は使用する鋼材における電炉鋼材の割合を開示しているが、2020 年度には使用した鋼材 16.4 万トンのうち、32.9%が電炉鋼材だったものが、2022 年度には同じく 37.2 万トンのうち、59.1%となっており、2 年間で電炉鋼材の使用比率が急上昇している。鹿島建設は“Zero Waste”を掲げ、2030 年において鋼材を含めた主要資材で再生材利用率 60%以上を目指している。更にゼネコンだけではなく、施主側においても電炉鋼材の使用を掲げる動きがみられる。例えば、東京都が公表する東京都環境物品等調達方針では、公共工事の実施にあたっては、工事条件等を踏まえて環境物品等を調達するとしており、土木工事、建築工事等では電炉鋼材の使用を推進するとしている。また、三井不動産レジデンシャルは、マンションの鉄筋等に電炉鋼材の採用を推進すると発表した。

【図表 30】 建設業界における CN に向けての目標値

企業	対象	基準年	2030年までの目標			2050年までの目標		
			Scope1	Scope2	Scope3	Scope1	Scope2	Scope3
大和ハウス	GHG	2015	▲40%			▲100%		
大東建託	CO2	2017	▲55%			▲100%		
旭化成ホームズ	GHG	2013	▲30%		-	▲100%		-
戸田建設	GHG	2020	▲42%		▲25%	残余排出量10%未満		
大成建設	CO2	2019	▲40%		▲20%	▲100%		
東急建設	CO2	2018	▲30%			▲100%		-
清水建設	CO2	2017	▲33%		▲20%	▲100%		
大林組	CO2	2019	▲46.2%		▲27.5%	▲100%		-
鹿島建設	GHG	2021	▲42%		▲25%	▲100%		
竹中工務店	CO2	2019	▲46.2%		▲27.5%	▲100%		

(出所) 各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

自動車業界でも電炉鋼材の使用が一部進む

自動車業界でも、国内外のメーカーにおいて、使用する素材も含めた CN に向けての目標が示されている(【図表 31】)。自動車 1 台を構成する素材のうち、鋼材の重量は約 6 割とされており、自動車業界の CN に向けて低 CO2 鋼材の果たす役割は大きい。例えば神戸製鋼所がマスバランス方式により高炉材の生産時の CO2 排出を削減した Kobenable Steel を商品化し、トヨタ自動車の競技車両である水素エンジンカローラのサスペンションメンバーや、日産自動車のセレナのボディー骨格に採用されている。また、これまで高炉、電炉間で生産品目の棲み分けがなされていたため、自動車向けの鋼材は高炉材が中心であったが、CN という潮流変化が追い風となり、電炉鋼材への期待が高まっている。実際に、電炉鋼材についても、2022 年に東京製鐵の鋼材がトヨタ

自動車のサーキット競技車両「ORC ROOKIE GR Corolla H2 concept」のロアアームに採用された。東京製鐵は 2023 年には老廃スクラップからハイテン材を製造する方法を新たに開発し、EV 開発のスタートアップである FOMM と共に、建材由来の鉄スクラップを 72%使用した鋼材による自動車を開発している。

【図表 31】自動車業界における CN に向けての方向性

企業	中期目標	長期目標
トヨタ自動車	-	・2050年までにCN
ホンダ	-	・2050年までに全製品・全企業活動を通じたCNを実現 ・2050年にサステナブルマテリアル使用率を100%
日産	・2022年に30%の材料を新規採掘資源に依存しないものにする	・2050年までにCN ・2050年において、車1台あたりの資源使用量のうち、新規採掘資源に依存しない材料を70%に
Mercedes Benz	・2030年までに新車両のCO2排出量を40%以上削減	・2039年までにCN
Volkswagen	・2030年までに、乗用車と小型商用車のCO2排出量をライフサイクル全体で、車両1台あたり30%削減(2018年比)	・2050年までにCN
Volvo	・2025年までに新車両に使用される素材の25%をリサイクル及びバイオベースの材料で構成する	・2040年までにネットゼロ
Renault	・2030年までに、全世界の新車に33%の再生材を使用	・2050年までにCN

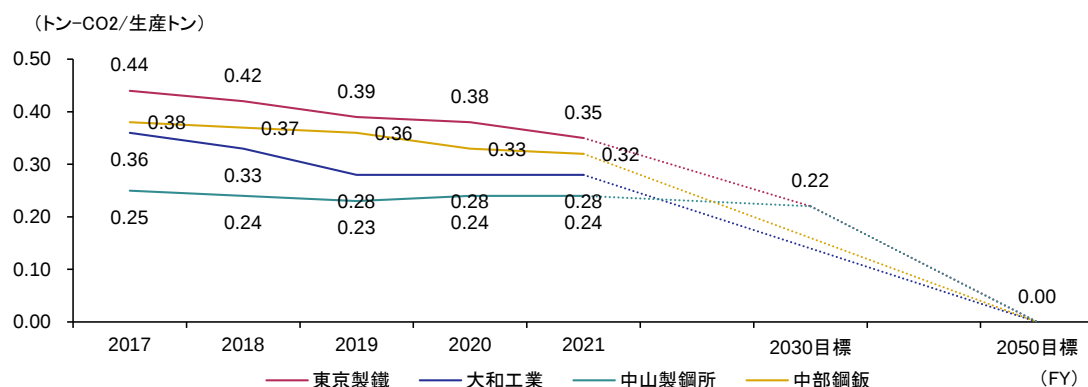
(出所) 矢野経済研究所資料を参考に、みずほ銀行産業調査部作成

3. 電炉業界の脱炭素に向けた取り組み

普通鋼電炉メーカーも 2050 年の CN を目指す

前述の通り、高炉法と比較して電炉法は CO₂ 排出の原単位が低いものの、普通鋼電炉メーカーも 2050 年の CN 実現を目指している(【図表 32】)。普通鋼電炉メーカーの CO₂ 排出は大部分が Scope2 である。製造プロセスが同一であるにもかかわらず、各社の CO₂ 排出原単位 (Scope1、2) に差異が生じているが、電炉工場が所在する各地域の電力会社の電源構成が異なることに起因するものと推察される。

【図表 32】大手電炉メーカーの CO₂ 排出原単位 (Scope1、2) の状況



(出所) 各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

普通鋼電炉メーカーの脱炭素にあたっては再エネの活用が重要

普通鋼電炉メーカーの CN 化にあたっては、熔融プロセスにおいて使用する電力を、化石燃料に由来する電力から再エネに由来する電力へ転換することが重要である。実際に、東京製鐵の 2050 年に向けた長期環境ビジョンにおいては、CO₂ 原単位の削減施策として、既存の生産プロセスの見直しやコークス等の加炭材の使用削減などが掲げられているが、再エネの活用に伴う電力起因の CO₂ 削減が最も脱炭素に寄与するとしている。

上げ DR の活用により電力コストの抑制が可能

このような脱炭素の取り組みの 1 つとして、東京製鐵は 2030 年までに国内の 4 工場において、昼間の時間帯に余剰となっている太陽光発電等の再エネによる電力を有効活用し、昼間の操業も可能な体制を目指す。特に太陽光発電の普及が進んでいる九州地域においては、余剰となった平日日中の電力を電炉の稼働によって吸収する、電力会社からの上げディマンド・リスポンス(以下、DR)に対応することで、再エネを活用できるだけでなく、電力料金を安く抑えることも期待されている。一般的な上げ DR においては通常の昼間の電力料金と比較し、1 割以上安く抑えることが可能とのことである。このような上げ DR の有効活用は普通鋼電炉メーカーにとっては、製造原価の抑制につながる可能性もある。

高効率電炉の導入が進む

足下では環境対応型の電気炉の導入による脱炭素化も進んでいる。製鉄プラントエンジニアリングメーカーのスチールプランテックによる ECOARC 電気炉は、予熱シャフトと溶解室を連結させることで、鉄スクラップを熔融した際に発生する高温排ガスを有効活用し、次のチャージのために準備されている鉄スクラップを高温で予熱することで省エネルギー化を果たすことができる。その効果として、電力原単位は 100kWh/トンの削減が見込まれる。また省電力化に資するだけでなく、歩留まりの改善や騒音の減少、排ガス処理設備による白煙の解消などを通じた環境負荷低減にも対応が可能である。また、大同特殊鋼の STARQ は、電気炉を炉体旋回させることにより、炉内のホットスポットとコールドスポットの不均一を解消することで電力原単位を 15%ほど削除できた実績がある。

AI を活用した製造プロセスの改善が行われる

そのほか、電気炉内にて鉄スクラップを熔融する際のエネルギーの出力には熟練者のノウハウが必要となるが、千代田鋼鉄工業は鉄スクラップの溶け具合に関して電気炉内の音や振動を AI システムで感知し、エネルギーの出力を制御するシステムを導入した。これは大阪大学が研究開発した脳型人工知能技術ゆらぎ学習を活用したものである。その結果、従業員の熟練度に関係なく、電力消費をコントロールすることが可能となり、消費電力は 6%程度削減できるという。同社はこのような AI システムを他の工程にも活用できないか検討している。

コークス代替での廃プラの活用がみられる

更には廃プラスチック等をコークス代替の加炭材として活用することで CO₂ の排出を削減する取り組みがみられる。トピー工業は明海リサイクルセンター、拓南製鐵は拓南商事などの子会社においてシュレッター設備を稼働させているが、廃車等をシュレッター設備に投入した際に発生する残渣物であるシュレッターダストから廃プラスチック等を選別し、電気炉に投入することでコークスの使用量を削減している(【図表 33】)。

【図表 33】普通鋼電炉メーカーの脱炭素に向けた主な取り組み

企業	主な取り組み
東京製鐵	・全国4工場での太陽光発電設備を設置(2,000万kwh/年)
千代田鋼鉄工業	・AI技術を用いた電炉操業の最適化
伊藤製鐵所	・排ガスの集じん装置の更新による省エネ化
大阪製鐵	・省エネ電炉ECOARC lightを導入
王子製鐵	・鉄スクラップ予熱装置(MSP)を導入
トピー工業	・廃プラスチック等をコークス代替の加炭材に使用
拓南製鐵	・廃プラスチック等をコークス代替の加炭材に使用

(出所) 各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

IV. 普通鋼電炉メーカーの戦略方向性

地産地消が崩れつつあり、成長に向けた戦略の実行が求められる

普通鋼電炉メーカーのビジネスは地産地消のビジネスモデルを基本とするが、鉄鋼需要の減少により、一部地域では高い輸送コストをかけ遠隔地に製品を供給する企業も近年みられる。今後鉄鋼需要の更なる減少となれば地産地消のバランスがさらに崩れていくことによって過当競争となる可能性が高い。このような環境変化に対応するには、現状維持では無く、成長に向けた戦略を実行できるかが重要となる。

本章では、前章までで触れた国内鉄鋼需要の縮小および鉄スクラップ価格や電力代などの製造コストの上昇によるマイナス要因と、外部環境を踏まえた電炉への期待によるプラス要因も踏まえ、1. カーボンニュートラルニーズに応える業態の変革、2. 既存製品の高付加価値化、3. 新規領域の拡大の観点から、普通鋼電炉メーカーの戦略方向性について考察する。

1. カーボンニュートラルニーズに応える業態の変革

まずはCNニーズに応える業態の変革として①製品品目の拡大、②鉄スクラップ調達力の強化、③高炉メーカーとの協業について整理する。

① 製品品目の拡大

鋼板の生産は普通鋼電炉メーカーの収益拡大につながる

前述の通り、普通鋼電炉メーカーが生産する品目は、一部の企業を除けば、棒鋼、形鋼、線材などの建材が中心である。これらの製品は汎用品が多くを占めており、高炉メーカーが生産する自動車向けの薄板等と比較して製品価格が低く、かつ建設向けの鉄鋼需要は漸減が見込まれることから、既存領域のみで収益を拡大するには限界がある。一方、建設業界や自動車業界では鋼材のグリーン化のニーズと電炉鋼材への期待が高まっており、従来高炉メーカーが主体となってきた鋼板等を普通鋼電炉メーカーが生産することができれば、収益の拡大につながるだろう。

トランプエレメントの除去など課題が多い

しかし、老廃スクラップを主原料とする普通鋼電炉メーカーが電気炉で鋼板を生産するためには、老廃スクラップに多く含有する Cu、Sn、Ni、Cr などのトランプエレメントと呼ばれる元素の除去が困難という問題が生じる。トランプエレメントは最終製品の性質に影響を与える。例えば、Cu は鉄鋼製品の引張強度

や降伏点・耐力などを向上させる一方、鋼材の伸びの低下や溶接割れを引き起こすなど鋼材の性能、見た目に悪影響をもたらす。そのため、普通鋼電炉メーカーが自動車向けの鋼材を生産することは従来からハードルが高いとされてきた。

一部メーカーでは自動車用鋼板の開発が進む

かかる技術的課題を克服し、普通鋼電炉メーカーにおいても自動車向けの鋼材を生産する企業がある。例えば、中山製鋼所の生産する酸洗コイルは自動車の一部部品に使用されている。また、東京製鐵の鋼材も自動車用鋼板への採用事例がある。同社は 2022 年に社長直轄の組織として「グリーン EV 鋼板事業準備室」を発足させ、2024 年からは「グリーン EV 鋼板事業推進室」に改称した。同室は老廃スクラップを高付加価値化するアップサイクルを通じた自動車向けグリーン EV 鋼板を 2025 年までに量産・供給することをミッションとしており、同社が自動車用鋼板の領域において、シェア向上を目指す意欲がうかがえる。同社は引張強度や降伏点・耐力などの向上といったトランプエレメントの有用性を活かしつつ、多様な材料を組み合わせることで鋼材を高価値化するインクルーシブ・マテリアルの供給を目指している。

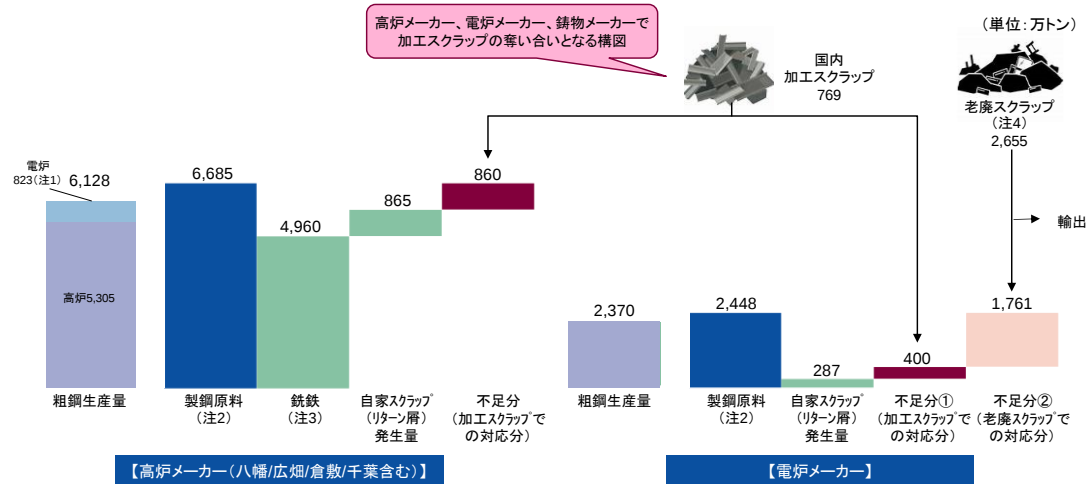
自動車用鋼板の生産には高品位な鉄スクラップの調達が必要

ただし、現時点においては、電炉鋼材の自動車への採用は自動車の内側部分などへの限定的な採用にとどまっており、自動車の外板向けに鋼材を量産している国内企業は例が無い。発生量や品位が一定ではない鉄スクラップを主原料とする普通鋼電炉メーカーが、ジャストインタイム方式に代表されるように必要な時に必要な量を需要する自動車メーカーに対して、求められる鋼材の品質を満たしたうえで製品を安定供給していくことはハードルが高いだろう。鉄スクラップの品位が不安定であることに対しては、高品位の鉄スクラップである加工スクラップの調達を増やすことで原料ミックスを変えていくことも考える。しかし、今後高炉メーカーの電炉へのシフトが進み、高炉メーカーが鉄スクラップの調達量を増やすとなれば、相対的に企業規模の小さい普通鋼電炉メーカーは購買力で劣後し、安定的に高品位の鉄スクラップを調達することはより難しくなるだろう。

2030 年の鉄スクラップ需給のシミュレーション

このような高品位の鉄スクラップ需給のひっ迫度合いを確認するために 2030 年における鉄スクラップの需給について、高品位である加工スクラップと、低品位である老廃スクラップに分けてシミュレーションを行った（【図表 34】）。

【図表 34】 国内における鉄スクラップ需給のひっ迫(2030 年シミュレーション)



(注 1) 神戸製鋼所の電炉への転換は 2030 年代を想定

(注 2) 高炉は歩留まり 91%、電炉は 97%を前提

(注 3) 高炉による粗鋼生産量のうち鉄鉄由来を 85%、鉄スクラップ由来を 15%と仮定 (成分調整の観点から過去、高炉メーカーの鉄スクラップの配合が最大でもおおむね 15%であったため)

(注 4) 老廃スクラップは 8 百万トン程度海外に輸出されている

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

老廃スクラップの活用が重要となる

試算の簡略化のために電炉鋼の原料は鉄スクラップを 100%使用し、今後使用が想定される鉄源である DRI は捨象している。その前提のもと、現時点で 2030 年までの休止、電炉化が決定されているもののみを考慮すると、2030 年時点の高炉メーカーの粗鋼生産量 6,128 万トンのうち、高炉メーカーが使用する原料は鉄鉄由来が 85%と仮定すると鉄鉱石由来の鉄鉄 4,960 万トンと、製鉄所内で発生するリターン屑 865 万トンで多くを賄うことができると想定される。高付加価値品を主に生産する高炉メーカーは鋼材の成分調整がより厳格となるため、使用する原料の不足分 860 万トンは高品位である加工スクラップで優先的に埋め合わせることとなるだろう。他方、国内の加工スクラップの発生量は 769 万トンしか見込まれず、国内で発生する加工スクラップは高炉メーカー、鋳物メーカー、特殊鋼メーカーとの間で奪い合いとなり、普通鋼電炉メーカーが調達できる加工スクラップの量は限定的となるだろう。その結果、普通鋼電炉メーカーが調達可能な鉄スクラップの大部分は残りの老廃スクラップ 2,655 万トンとなる。

② 鉄スクラップ調達力の強化

鉄スクラップ調達力の強化が求められる

かかる中、低品位である老廃スクラップを有効活用していくには鉄スクラップ調達力の強化が求められる。普通鋼電炉メーカーの原料調達の強化にあたっては、上流である鉄スクラップ領域への進出、鉄スクラップの品位の評価・安定化の 2 点が想定される。

上流である鉄スクラップ領域への進出

まず、上流である鉄スクラップ領域への進出によって、原料調達を強化することが考えられる。米国においては大手電炉メーカーが鉄スクラップディーラーを買収し垂直統合する事例が多数みられる。米国電炉メーカーで最大規模の Nucor は 2008 年に米国鉄スクラップディーラー大手の The David J. Joseph Company を買収した。上流を内製化することで、数週間先の需要に見合うように鉄スクラップの在庫を調整することが可能となり、過剰在庫を防ぎ資産の圧縮につながっている。ボラティリティの高い鉄スクラップ相場に対処するには非常に有効であろう。また、近年では米国電炉メーカーによる鉄スクラップの高品位化の取り組みもみられる。例えば、Nucor や Steel Dynamics などは Cu 値を識別するセンサー、独自の分別装置、Cu 値を分離する弾道セパレーター (ballistic separator) などを活用することで、低品位の鉄スクラップの原料ミックスを上昇させるとともにアップグレードし、価格の高い高品位スクラップの原料ミックスを低下させている。その結果、高価格帯の鉄スクラップの配合を低くし、コストダウンに成功しているという。自社で扱う鉄スクラップの形状、品位を事前に特定することが可能であるため、鋼材の成分調整などの効率化にも資する。これらは上流に進出している企業だからこそできる取り組みである。

上流への進出には既存の鉄スクラップディーラーの買収が必要

国内においては共英製鋼やトピー工業などが上流へ進出しているが、大部分の普通鋼電炉メーカーは上流へ進出していない。上流である鉄スクラップ領域へ進出するにあたっては、設備導入や鉄スクラップヤードに必要な広い土地を新規で確保するのが難しいことや、鉄スクラップの破碎等に関する産業廃棄物処分業の許認可を新規で取得するのが難しいことから、既存の鉄スクラップディーラーを買収することが必要になるだろう。

シュレッダー設備は鉄スクラップの高品位化に優れる

そのうえで、シュレッダー設備を用いて鉄スクラップの高度処理を行うことが有効であると考えられる。鉄スクラップの品位の高低は、鉄屑をどのように破碎・選別するかによっても左右される。鉄スクラップディーラーの大部分はギロチン設備やガス切断によって鉄屑を破碎・選別する。このような破碎・選別は鉄屑の粗破碎には適しているが、粒度の細かい破碎・選別には適しておらず、非鉄や廃プラなどの鉄以外の付着物や残渣物が混入してしまう。他方、シュレッダー設備を用いた破碎・選別は鉄屑を数 cm サイズまで細かくすることが可能であり、不純物もおおむね分離することが可能である。低品位の老廃スクラップも含めて取扱い可能な鉄スクラップ量が増加し、破碎・選別度合いを高めることで老廃スクラップの高品位化が実現できる。

シュレッダー設備の導入が進む

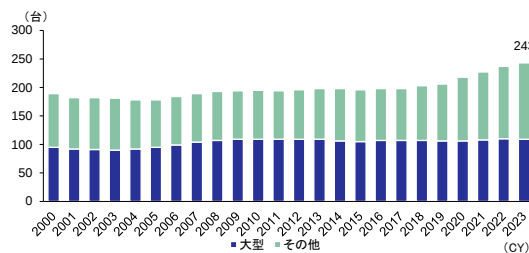
2000 年以降国内でシュレッダー設備の導入が進んだが、その背景としては 2004 年に自動車リサイクル法の施行により、廃車のリサイクルが進むという期待が高まったことや、2018 年には中国の雑品輸入規制強化により、従来中国を中心に海外へ輸出されていた廃棄物が日本国内で循環するとの見方があったためである(【図表 35】)。直近においても、資源価格の高騰の結果、従来では埋め立て処分されていた廃棄物をより細かく選別し、単一素材に分別および再資源化するといった目的のために、シュレッダー設備の導入は継続している。2023 年には東京に本社を置く田口金属が丘里工場にプレシュレッダーと 1,250 馬力のメインシュレッダーを導入した。同年、兵庫県に本社を置く共栄も播磨工場に 450 馬力のプレシュレッダーと 750 馬力のメインシュレッダーを導入した。プレシュレッダーとメインシュレッダーを分けて操業する事例が多いのは近年の特徴である³。

³ プレシュレッダーで母材の粗破碎を行い、メインシュレッダーではより細かい選別を行うケースが多い。

シュレッダー屑の
流通量は増加傾
向

シュレッダー設備の導入が進んだ結果、2017～2019 年まではシュレッダー屑の国内流通量は増加傾向にあった。しかし、2020 年以降は半導体不足に伴う自動車生産の停滞が、消費者の自動車の買い替え抑制につながり、廃車の発生量の減少となった結果、シュレッダー屑の流通量も減少した（【図表 36】）。2023 年以降は半導体不足は緩和傾向にあり、廃車の発生量増加に伴ってシュレッダー屑の流通量が回復することが期待される。近年は韓国、台湾などのアジアの国々に対して、高品位であるシュレッダー屑の輸出量が増加しているが、普通鋼電炉メーカーが上流に進出しシュレッダー屑を自ら精製することで、活用できるシュレッダー屑の調達量を増加させることも可能だろう。

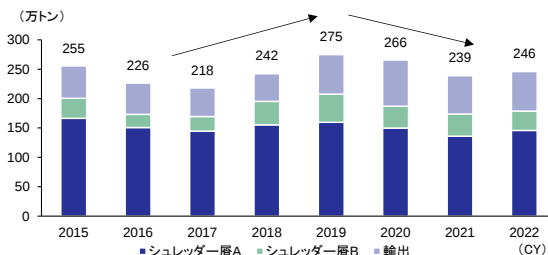
【図表 35】シュレッダー設備の設置基数の動向



(注) 大型は 1,000 馬力以上

(出所) 日刊市況通信社資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 36】シュレッダー屑の流通量



(注) シュレッダー屑 A は自動車由来、B はそれ以外

(出所) 日本鉄源協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

非鉄・廃プラなどの
有価物の選別も
可能

また、シュレッダー設備の後工程において高度選別ラインを別途設置し、さらなる選別を行うことで銅、アルミなどの非鉄、および廃プラなどの有価物も抽出し売却することで収益の多様化にもつながる。加えて、選別度合を高めることでダストの発生量も削減することが可能であり、最終処分にかかるコストも抑えることができる。

流通量は増えたが、
鉄源全体に占める
割合は低位

このように、シュレッダー設備による破碎・選別は既存の鉄スクラップディーラーにとっては収益の拡大、普通鋼電炉メーカーにとっては原料確保の実現などメリットが多い。しかし、シュレッダー設備の設置台数も増加傾向となっている中、シュレッダー屑の国内流通量は 2022 年に 179 万トンと、鉄スクラップ全体の流通量に対しての割合は 7.8%と低位にとどまっている。

シュレッダー設備
の高馬力化が必要

その要因の 1 つとしてシュレッダー設備の馬力の問題がある。国内では神奈川県に本社を置く YAMANAKA、愛知県に本社を置く明海リサイクルセンターの 4,000 馬力のシュレッダー設備が最大馬力であるが、大部分は 1,500 馬力以下のシュレッダー設備となっている。馬力の低いシュレッダー設備は動力が十分ではないため、投入可能な母材の厚さが限定される。そのため、多様な老廃スクラップを大量に破碎・選別するためには、シュレッダー設備の高馬力化が求められる。

海外ではシュレッ
ダー設備の高馬力
化が進む

海外の事例では米国、欧州、中国において 10,000 馬力のメガシュレッダー設備の導入が進んでおり、廃車だけでなく廃モーター等の固い母材や、サイズの大きな母材を投入し、大規模に破碎・選別が行われている。ただし、海外においては廃車の発生量が多く母材の調達が容易であることや、埋立地が広大であるためシュレッダーダストの処分に困らないことなど日本とはあらゆる面で

条件が異なる。

単独でメガシュレッダーを導入するのはハードルが高い

このようなメガシュレッダー設備を国内に導入するには広い土地が必要となることに加え、設備の稼働に際して騒音が大きいと近隣住民の理解が必要となるなど乗り越えるハードルが高い。また、土地代を含まず 100 億円ほどの設備投資が必要となるため資金面での負担が重い。さらに、シュレッダー設備に投入する母材である廃車を安定的な調達に難しいことや、高い電力コストおよびシュレッダーダストの処分費用などのランニングコストの負担も重い。そのため、中小企業が大部分を占める鉄スクラップディーラーによる単独でのメガシュレッダー設備導入はハードルが高い。また、普通鋼電炉メーカーが上流に進出しつつ、単独でメガシュレッダー設備を内製化したとしても自社のみで精製する鉄スクラップを全て消費できるとも限らないためリスクが大きい。

普通鋼電炉メーカーと鉄スクラップディーラーによるメガシュレッダーの導入

このような資金面及び設備の操業に関連する課題に対しては、複数の普通鋼電炉メーカー、あるいは普通鋼電炉メーカーと鉄スクラップディーラーにて共同で JV を立ち上げるなどして、日本にメガシュレッダーを導入することは検討に値するだろう。その効果として投資リスクの分散および高品位スクラップの安定調達を目指すことができる。現状、国内では毎年約 2,000 万トン以上の老廃スクラップが発生するが、これらをメガシュレッダー設備で高品位化し、普通鋼電炉メーカーが有効活用すれば、自動車用鋼板など高付加価値品の生産の後押しにもなるだろう。自社で消費しきれない鉄スクラップは高炉メーカーや同業の普通鋼電炉メーカーに売却することも一案である。

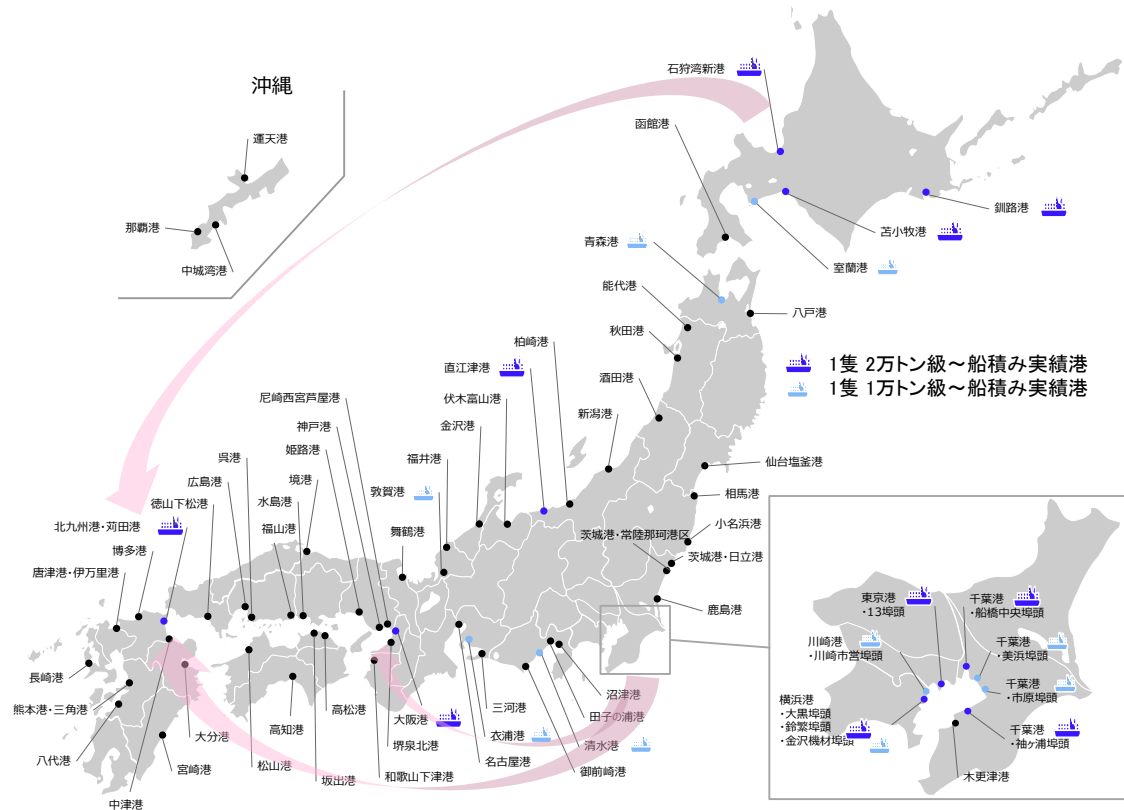
採算性確保には設備の高稼働が必要

また、多額の設備投資が必要となるメガシュレッダーの採算性確保にあたっては、大量の老廃スクラップを調達し、破碎・選別を行い設備を高稼働させることで加工コストを低減させる必要がある。老廃スクラップを大量に調達するためには輸送効率を向上させる大型船による海上輸送が有効であろう。そしてどの地域にメガシュレッダー設備を導入するかが論点となる。国内においては 1 隻 2 万トン級以上の鉄スクラップの船積み実績のある港湾が 10 カ所しかなく、輸送効率の観点から経由できる港湾は限定される可能性がある(【図表 37】)。

メガシュレッダー設備の立地は西日本エリアが候補

鉄スクラップの流通は、発生量が消費量に対して余剰となっている東日本エリアから、発生量が消費量に対して不足している西日本エリアに海上輸送されているという特徴がある。このような既存の海上輸送ルートを活用しつつ、例えば北海道および関東の港湾から大阪港、北九州港、荻田港へ老廃スクラップを大量輸送し、その近隣にメガシュレッダー設備を導入し効率的な破碎・選別ができないだろうか。特に西日本エリアは普通鋼電炉メーカーが集積していることに加え、高炉の電炉化も検討されていることから高品位スクラップの需要地として好ましい立地にあるだろう。

【図表 37】全国鉄スクラップ主要船積み実績港



(注 1) 日刊市況通信社調べ(2020 年 6 月時点)

(注 2) 原則として令和 2 年(2020 年)の鉄スクラップ輸出货量 5,000 トン以上の実績のある主要港を記した

(注 3) 関東地区は主要港と主要埠頭を記した

(出所) 日刊市況通信社資料より、みずほ銀行産業調査部作成

鉄スクラップの品位の評価と安定化が重要に

鉄スクラップの等級評価の AI 代替

次に鉄スクラップの品位の評価と安定化について述べる。これにより、生産する製品の成分調整をより正確に行うことが可能となり、鋼板などの生産実現により近づくことが期待される。

鉄鋼メーカーが鉄スクラップを仕入れる際には、搬入時に検収員が目視にて鉄スクラップの品位を見極め、等級を判定するのが一般的である。鉄スクラップは等級ごとに製鉄所内のヤードに保管され、設計通りの鋼材の成分になるように鉄スクラップの配合が行われる。正確な配合をするためには鉄スクラップの等級の正確な判定が求められるが、AI 技術を活用した画像認識によって鉄スクラップの等級判定を精緻化する取り組みが足下進んでいる。電気炉内で爆発する恐れのある電池などの異物検出にもつながり、操業トラブルの未然防止にも役立っている。このようなシステムを主に提供しているのは東京大学発スタートアップ企業の EVERSTEEL である。同社は三井物産と包括業務提携を結び、画像認識等の精緻化を通じた品質保証システムの共同開発を行うなど事業の拡大を進めており、現状同社のシステムを導入している鉄鋼メーカーは国内 10 社ほどとなっている。また、同社以外にも中国企業の Ramon も同様のシステムを日本の一部鉄鋼メーカーへ導入している。AI による画像認識の精緻化にあたってはデータの蓄積が重要であるが、中国では鉄スクラ

ップの消費量が約 2 億トン、日本における消費量の約 6 倍という規模を活かし、同業他社も含めてデータの蓄積が進められている。このような AI 技術を活用した鉄スクラップの等級判定システムは、不純物の除去がより求められる高付加価値品を生産するにあたっては積極的に導入していくべきであろう。鉄鋼業界においても人手不足が懸念されていることから、省人化対策への貢献も期待できる。

クローズドループ の形成による品位 の安定化

また、鉄スクラップの品位の安定化にあたっては、回収事業者、鉄スクラップディーラー、需要先であるユーザーを巻き込んだクローズドループの形成も有用である（【図表 38】）。普通鋼電炉メーカーにとっては自社が生産した鋼材が製品の使用、廃棄後に戻ってくるため、鉄スクラップの品位の特定が容易である。回収事業者、鉄スクラップディーラーにとっては発生源が明確な鉄スクラップを扱うため、回収・破碎・選別作業等の効率化が図られる。需要先であるユーザーにとっては製品の安定調達が可能となる。鉄スクラップディーラーにとっては自由に値決めができないといったデメリットが生じうるが、母材の安定確保というメリットもある。クローズドループを円滑に進めていくには、このような利害関係者の調整が必要であろう。普通鋼電炉メーカーである東京製鐵・共英製鋼・岸和田製鋼、京都に本社を置く鉄スクラップディーラーの巖本金属、ゼネコンの竹中工務店はこのようなクローズドループによる資源循環を進めていく方針である。収集運搬、加工、製鋼、設計、施工の各段階における CO2 の排出量を可視化するトレーサビリティ機能を付与し、CO2 排出量の全体最適化も同時に行うことも想定されている。

【図表 38】クローズドループの形成における各主体のメリット

プロセス	主体	メリット
回収	スクラップ回収事業者	□ 発生源が明確な鉄スクラップを回収するため、値決めが容易であり、回収作業が効率化
破碎・選別	スクラップディーラー	□ 発生源が明確な鉄スクラップを取り扱うため、鉄スクラップの破碎・選別作業等の効率化が図られる
熔融	電炉メーカー	□ 発生源が明確な鉄スクラップを取り扱うため、電炉へ投入前の選別負荷が軽減され、成分調整作業が効率化
使用	ユーザー	□ 製品の安定調達が可能

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

③ 高炉メーカーとの協業

高炉メーカーとの 協業

高炉メーカーは、従来から成分調整用に鉄スクラップを転炉に投入していたことや、グループ会社を通じて電炉に関わってきた経緯があるものの、今後電炉へのシフトをさらに進め、高級鋼板を大量生産するには、鉄スクラップの収集・選別・配合、および電炉の操業・メンテナンス等のノウハウの捕捉が必要となる可能性がある。鉄スクラップの扱いと電炉の操業にノウハウを有する普通鋼電炉メーカーと高炉メーカーが協業することで、日本の鉄鋼業界の構造改革と成長戦略を実現できる可能性がある。

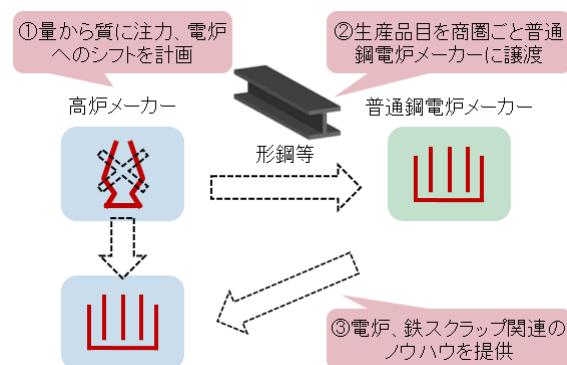
商圏譲渡とノウハウ提供

高炉メーカーは量から質への転換を掲げ、電磁鋼板や超ハイテン等の高付加価値品に注力しつつ、汎用品の生産を減少させることで受注構成の高度化を目指している。この取り組みを加速させるためにも、例えば形鋼や線材などの普通鋼電炉メーカーと競合する品目は商圏ごと普通鋼電炉メーカーに譲渡することで、分業体制を敷くことは一案であろう。その対価として、普通鋼電炉メーカーは電炉や鉄スクラップ関連のノウハウを高炉メーカーに提供することで、相互利益の実現を目指すことが想定される(【図表 39】)。高炉メーカーにとっては構造改革によるさらなる質の追求、普通鋼電炉メーカーにとっては内需縮小に対して設備の稼働率維持が見込めるだろう。高炉メーカーは大型電炉での高級鋼板の製造を検討しているが、電炉の大型化にあたっては、大規模な設備投資や、溶融にかかる技術開発が必要となる。高炉メーカーと電炉メーカーの協業が進み、互いの生産能力を融通できれば、大型電炉ではなく中型電炉の導入に抑えられることも考えられ、設備投資や技術開発にかかるコストを抑制できる可能性もある。

高炉メーカーへの半製品の提供

一方、普通鋼電炉メーカーにおいても設備老朽化に対する更新投資や、CO₂の排出の更なる削減に向けて高効率電炉の導入など今後の設備投資が必要となる。このような設備投資資金を高炉メーカーが支援し、例えばスラブなど高炉メーカーも必要とする半製品も生産可能となるよう設備のスペックをアップグレードし、半製品を融通しあうことも1つの協業案であろう。

【図表 39】 普通鋼電炉メーカーと高炉メーカーの協業



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2. 既存製品の高付加価値化

前節で製品品目の拡大について述べたが、建材向製品に特化してきた多くの普通鋼電炉メーカーにとって、鋼板類の製造はハードルが高い。過当競争に陥らないためには既存製品で他社との差別化を図る必要がある。

既存製品の高付加価値化

前述の通り、普通鋼電炉メーカーの主要な需要先である建設現場においては深刻な人手不足が生じている。普通鋼電炉メーカーは、既存製品の高付加価値化を通じこれらの課題に対してソリューションを提供することで、他社との差別化を図ることができる可能性がある。その方法として、川下の鉄筋加工領域の強化、製品開発の強化、建築工法の開発について考察する。

**川下の鉄筋加工
領域の強化**

まず、川下の鉄筋加工領域の強化である。鉄筋加工は鉄筋加工業者の工場だけでなく、建設現場でも行われるケースがあるが、例えば普通鋼電炉メーカーが鉄筋を加工した状態で建設現場に出荷することで、建設現場での加工作業量を軽減することが考えられる。実際に、岸和田製鋼は鉄筋の切断、曲げ、溶接加工等の自動設備を自社工場に導入し、フープ筋・継手・アンカー筋などの細物加工品に加え、太物棒鋼を用いたパイルキングなども提供している。このような鉄筋の加工領域を強化したことで、ユーザーからの受注増加にもつながっているという。

製品開発の強化

次に、製品開発の強化が挙げられる。例えば、高強度鉄筋の開発が考えられる。高強度鉄筋を用いると鉄筋コンクリート部材の強度の向上につながり、地震が発生した際の柱のせん断破壊の防止が可能となる。また、建物に使用される鉄筋の本数を減らすことができるため、ゼネコン側にとってはコストダウンや工期短縮も期待できる。直近では、向山工場が開発した高強度鉄筋を用いた「エムケーパイルリング 785」が国内で初めて構造物の土台を支える場所打ちコンクリート杭に採用された。同社は、配筋検査を実施し現場への納入も行うなど現場における人手不足の解消にも貢献している。また、トピー工業はコイル状の鉄筋製品である「TAcoil」を開発した。通常の鉄筋は棒状となっているため、保管のための広いスペースを必要とするが、同製品はコイル状になっていることで鉄筋を積み上げて保管することが可能であるため、現場における省スペース化に貢献できる。また、同製品は専用の機械により加工の自動化が可能であるため、省人化や材料廃棄ロスを減らすことも期待できる。

建築工法の開発

また、普通鋼電炉メーカーが自社の鉄鋼製品を用いた建設技法を開発し、より川下の建築市場に参入することも考えうる。実際に東京鐵鋼は自社製品の「ネジテツコン」を使用して、柱を鉄筋コンクリート造、梁を鉄骨造とする「DRUM-RCS 構法」を開発し、プレキャスト部材の販売を行っている。同製品はゼネコン独自のハイブリッド構法とは異なり、東京鐵鋼が技術協力を行い、設計会社やゼネコンが自由に採用できるオープン技術となっている。

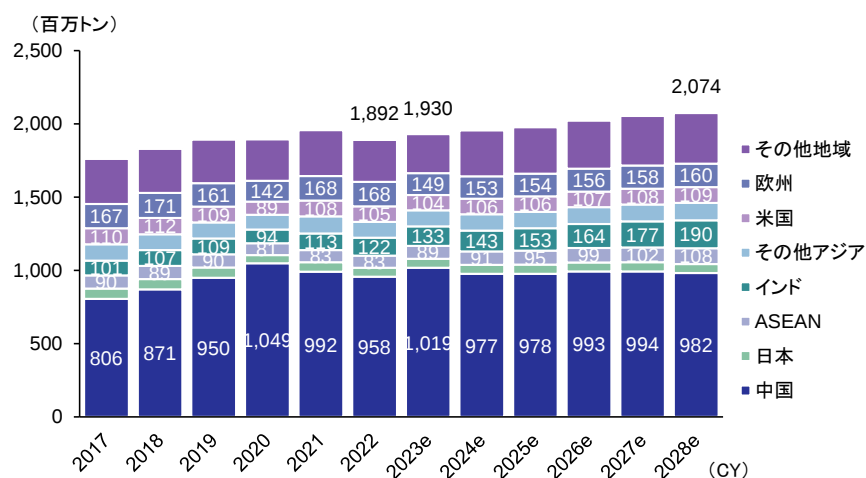
3. 新規領域の拡大

最後に新規領域の拡大について述べる。新規領域の拡大としては新規市場としての①海外展開の拡大と、新規事業としての②リサイクル事業の拡大が考えられる。

① 海外展開の拡大**海外鉄鋼需要は
堅調を予測**

国内の鉄鋼需要の縮小に対しては、需要の拡大が見込まれる海外での事業強化が選択肢となるだろう。世界の鉄鋼需要は2022年の18.9億トンから2028年には20.7億トンへと拡大を予測しており、特にASEAN、インドなどのアジア市場においては経済成長と人口増加を背景に鉄鋼需要の拡大が見込まれる（【図表 40】）。国の経済環境に需給が影響を受ける鉄鋼業を営むにあたっては、国内のみで事業を行うのではなく、地域を多様化することで、業績の変動を抑えることにもつながるだろう。

【図表 40】世界の鉄鋼需要の中期見通し



(注 1) 2023 年以降はみずほ銀行産業調査部予測

(注 2) ASEAN はタイ・インドネシア・ベトナム・マレーシア・フィリピン・シンガポール・ミャンマーの 7 カ国を指す。その他アジアは豪州を含む。欧州は EU+英国を指す

(出所) World Steel Association, *Steel Statistical Yearbook* より、みずほ銀行産業調査部作成

海外での生産を行うのは 3 社のみ

しかし、普通鋼電炉メーカーで実際に海外での生産を行うのは大和工業、共英製鋼、大阪製鐵の 3 社のみである(【図表 41】)。海外展開を行う地域はアジアが大部分を占めており、一部が北米となっている。大和工業は 1980 年代から海外に進出し、米国、タイ、韓国、バーレーン、サウジアラビアなど幅広い地域で事業展開を行っており、利益の 8 割を海外が占める。また、共英製鋼は 1970 年代、1990 年代と古くから米国で鉄鋼事業を展開し、日本国内の事業環境の悪化によりやむなく 2 度手放した経緯があるが、2016 年には米国の Vinton Steel を子会社化、2020 年にはカナダの Alta Steel を取得するなど現在 3 度目の北米への進出を行っている。

【図表 41】普通鋼電炉メーカーの海外展開の動向

【共英製鋼】					【大阪製鐵】				
番号	地域	企業名	生産能力(目標)	生産品目	番号	地域	企業名	生産能力	生産品目
①	ベトナム	キョウエイ・スチール・ベトナム	175トン	線材、棒鋼	⑭	インドネシア	PT.KRAKATAU OSAKA STEEL	50万トン	形鋼、棒鋼
②		ベトナム・イタリー・スチール		線材、棒鋼					
③		ピナ・キョウエイ・スチール		棒鋼、丸鋼、平鋼					
④	米国	ピントン・スチール	55万トン	棒鋼					
⑤	カナダ	アルタ・スチール		棒鋼、平鋼					

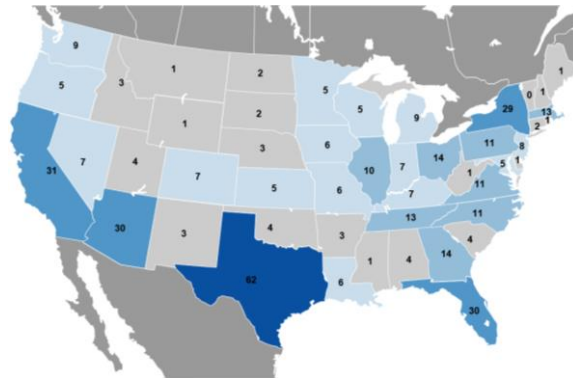
【大和工業】				
番号	地域	企業名	生産能力	生産品目
⑥	韓国	ワイケー・スチール	85万トン	棒鋼
⑦	ベトナム	ボスコ・ヤマト・ピナ・スチール	50万トン	形鋼
⑧	タイ	サイアム・ヤマト・スチール	110万トン	形鋼
⑨	インドネシア	PT Nusantara Baja Profil	90万トン	形鋼
⑩	バーレーン	スルブ カンパニー BSC	60万トン	形鋼
⑪	サウジアラビア	United スルブ カンパニー	40万トン	形鋼
⑫	米国	ニューコア・ヤマト・スチール	230万トン	形鋼
⑬		アーカンソー・ヤマト・スチール	-	軌道用品

(出所) 各社プレスリリース資料より、みずほ銀行産業調査部作成

米国は鉄鋼需要の拡大が見込まれる

海外展開の対象先として、アジア市場は需要拡大が見込まれるが、すでに日本企業の進出が一定程度進んでおり、かつ直近では中国による鋼材輸出の影響やローカル企業の台頭によって競争激化となっている地域もある。他方、米国は人口増加やインフラ増強により、今後も鉄鋼需要が伸びてゆくことが想定される。実際に、民間非住宅建設については相応な投資が行われている【図表 42】。

【図表 42】 2022 年民間非住宅建設投資額(十億ドル)



(出所) 米国国勢調査局より、みずほ銀行産業調査部作成

電炉の操業および鉄スクラップの調達網構築が期待できる

米国では廃車の発生量が豊富であるため、高品位の鉄スクラップを調達しやすい環境にある。特に西海岸エリアは相対的に鉄鋼の需要産業が集積していないことから、鉄鋼メーカーが少なく鉄スクラップは余剰となっている。一方、西海岸エリアの鉄スクラップを東側に輸送するにはロッキー山脈を越える必要があり、アジアに輸出する方が輸送コストが安い。例えば、西海岸エリアの現地の電炉メーカーや鉄スクラップディーラーと普通鋼電炉メーカーが協業することによって、現地で電炉の操業を行い、余剰となった鉄スクラップを日本国内に輸入するということが検討できよう。また、直近では日系高炉メーカーによる米国での事業拡大が計画、実行されているが、余剰となった高品位の鉄スクラップを現地の日系高炉メーカーの拠点に提供するといった提携を結び、互いに事業拡大を目指すことも検討できよう。

② リサイクル事業の拡大

電炉の熱の有効活用により、廃棄物処理が可能

最後にリサイクル事業の拡大について考察する。電炉は 1,600℃まで昇温することで鉄スクラップを熔融する。鉄スクラップ以外の医療系廃棄物、廃プラ、Lib など電炉に投入し、電炉の高温で熔融することができる。アスベストなどの有害物質を無害化することも可能である。

リサイクル事業により、収益拡大が期待される

電炉での廃棄物処理は委託者から処理費用をもらうビジネスであるため、普通鋼電炉メーカーにとっては鉄鋼の生産・販売以外の新たな収益源となることが期待される。

最終処分場の延命という社会貢献が可能

国土が狭い日本において、各種リサイクル法を制定し、廃棄物のリサイクルを促進してきた背景には、最終処分場のひっ迫という問題があった。近年では最終処分量の削減により、最終処分場の残余年数は増加傾向にあるが、大きな災害が発生すれば再びひっ迫する恐れがある。電炉での廃棄物処理事業を強化することで、最終処分場ひっ迫という社会課題の解決にもつながる。

おおむね 1 チャージ5%ほどの廃棄物の投入が可能

ただし、鉄スクラップの投入量に対して廃棄物の投入量が多すぎると鋼材の成分に悪影響を与えるため、適度な量の投入と成分調整のノウハウが必要となる。このような電炉によるリサイクル事業を行う企業は国内で 7 社、2021 年度の廃棄物投入量は 6.7 万トンとなっている(【図表 43】)。鋼材品質を保つには 1 チャージあたりの廃棄物の最大投入量は粗鋼生産量あたり 5%が限界であるという。判明している数値を用いて各社の粗鋼生産量に対しての廃棄物の投入量を平均すると、最大でも年間 2.2%となっている。仮に、電炉による廃棄物処理を全国の普通鋼電炉メーカーが行うと仮定し、2022 年の普通鋼電炉メーカーの粗鋼生産量 1,737 万トンに対して 2.2%の廃棄物の投入とすれば、約 35 万トンの廃棄物処理が可能となる。これは国内の最終処分量の 4%ほどに相当し、最終処分場の延命に貢献できる。

【図表 43】 普通鋼電炉メーカーによる廃棄物処理の動向

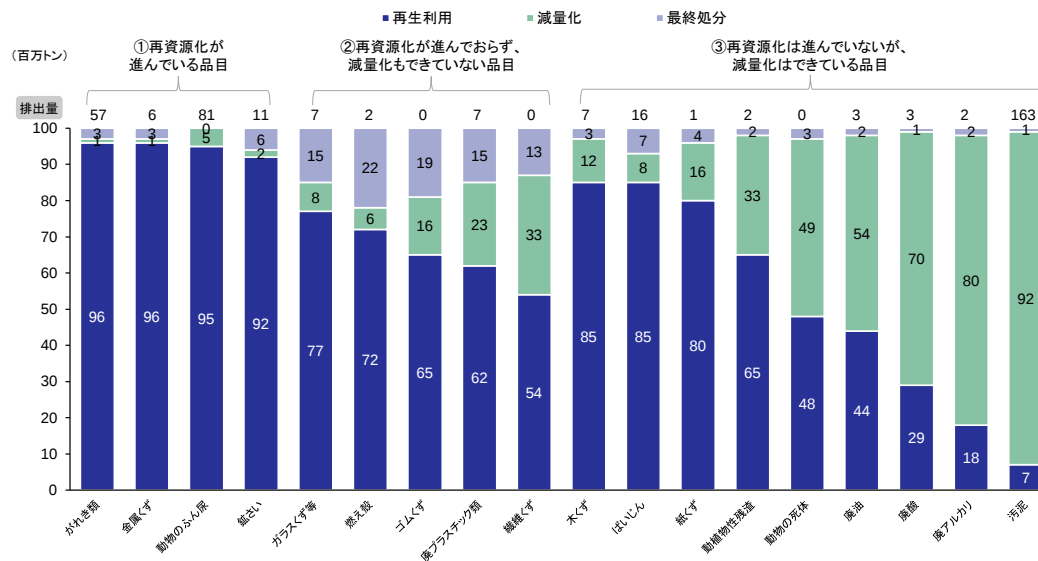
企業	拠点	廃棄物処理量 (単位:トン)	廃棄物処理量合計 (単位:トン)	粗鋼生産量 (単位:万トン)	粗鋼当たり 廃棄物投入比率
共英製鋼	山口事業所	22,658	33,915	188	1.8%
	枚方事業所	1,367			
	名古屋事業所	1,364			
	関東事業所 (関東スチール)	1,024			
中山鋼業 (共英メソナ)	大阪	7,502	14,474	123	1.2%
JFE条鋼	水島製造所	11,556			
	鹿島製造所	2,918	8,784	-	-
東京製鋼	八戸工場	8,784			
宇部スチール	宇部	7,454	7,454	34	2.2%
東京製鐵	岡山工場	1,352	1,352	-	-
ヤマトスチール	姫路	1,058	1,058	57	0.2%
合計		67,037			

(出所) 各社公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

注力すべき廃棄物品目

実際に電炉に投入されている廃棄物はシュレッダーダスト、廃プラ、医療性廃棄物などが多いが、今後はリサイクル難易度の高い廃棄物を引き取ることで、処理単価の引き上げにもつなげることができる。産業廃棄物の品目は大きく①再資源化が進んでいる品目、②再資源化が進んでおらず、減量化もできていない品目、③再資源化は進んでいないが、減量化はできている品目に分類することができるが、特に②の品目は難処理物かつ効率的なリサイクル方法が確立されていないことや、素材としての価値も高くないことから最終処分されている割合が高く、普通鋼電炉メーカーにとってリサイクル事業拡大のビジネスチャンスとなるだろう(【図表 44】)。

【図表 44】産業廃棄物の排出量、および処理状況

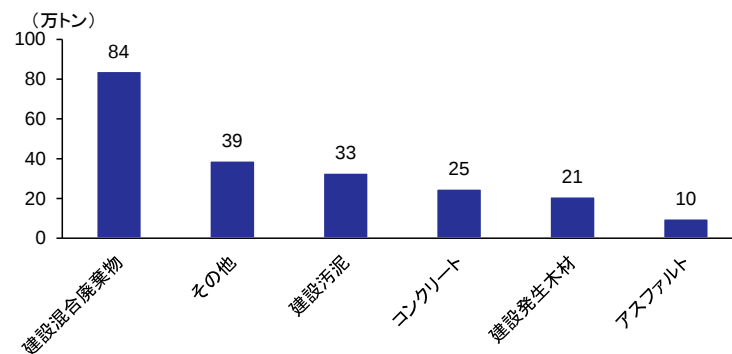


(出所) 環境省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

建設現場では混合
廃棄物の分別が
課題

また、鉄スクラップの発生場所である建設・解体現場においては廃プラや複合材、残渣物など様々な素材が含まれる混合廃棄物の分別が進んでいないという課題がある。ゼネコン各社は廃棄物の分別に取り組んでいるものの、場所や作業時間が十分に確保ができないなどの理由から、混合廃棄物は最終処分されている量が多い(【図表 45】)。このような課題に対して、例えば普通鋼電炉メーカーが建設・解体現場で発生する鉄スクラップと混合廃棄物を一括で引き受け、分別作業を行うことで鉄源確保とリサイクル収益獲得というシナジーを得ることも考える。

【図表 45】建設・解体現場で発生する廃棄物の最終処分量の状況



(注) その他は廃プラ、紙くず、金属くずを含む

(出所) 国土交通省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

総合リサイクル 企業を目指す

リサイクルの事業の中でも更に上流へ進出することも選択肢であろう。近年では自動車、化学、非鉄業界などにおいてはリサイクル材を積極的に使用する動きがみられる。例えば普通鋼電炉メーカーが廃棄物の収集運搬、中間処理などの上流へ参入し、廃棄物を単一素材に分別を行うことで、鉄スクラップは電炉の原料に、廃プラは化学メーカー、銅・アルミ等は非鉄メーカーなどの需要先に提供することでより収益源の多様化が見込まれる。特に廃プラは化学メーカーを中心にマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル向けに調達を強化する動きがみられ、ニーズが高い品目であろう。また、地方自治体によっては財政ひっ迫などから廃棄物処理を民間に委託するケースが多くみられ、環境関連企業にとってはビジネスチャンスが広がっている。普通鋼電炉メーカーが事業ドメインを鉄鋼生産だけにとどめず、広くリサイクル、廃棄物処理と位置付けビジネスを多角化していくことで総合リサイクラーへの成長を目指すことも考えうるだろう。リサイクラーにとって残渣物の最終処分費用のコスト負担は重い、普通鋼電炉メーカーは残渣物を自社の電炉でも処理できるため、コスト優位となるだろう。

V. おわりに

内需縮小の中で新 たな成長戦略を描く

本稿では、鉄鋼業界の中でも土木・建築向けの鋼材を扱う普通鋼電炉メーカーの現状と今後の展望について整理をしてきた。日本の経済は成熟し、国の経済成長の歴史とともに発展してきた鉄鋼業界においては、右肩上がりの成長はもはや望めない。また、鉄鋼の内需縮小により、一部では地産地消のバランスが崩れ、過当競争となるリスクが潜在的に存在している。しかしながら、老朽化する国内のインフラ、建築物に対して鋼材を供給する普通鋼電炉メーカーは、過去と変わらず今後も必要不可欠な存在である。また、CN という大きなインパクトは日本および世界の鉄鋼業に対して産業構造の変化をもたらす契機となっており、普通鋼電炉メーカーにとっては強い追い風が吹いている。鉄鋼の内需縮小の中、CN ニーズに応える業態の変革、既存製品の高付加価値化、新規領域の拡大など現状維持にとどまらない新たな成長戦略の実行が普通鋼電炉メーカーの発展につながることを願っている。

みずほ銀行産業調査部
素材チーム 大高 陸

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



Mizuho Industry Focus／246 2024 No.4

2024 年 3 月 28 日発行

© 2024 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

