

GX 推進のためのグリーン鉄研究会
とりまとめ

2025 年 1 月

目次

はじめに	1
第1章 グリーン鉄販売を巡る状況	2
鋼材の製造プロセス	3
製造プロセスの温室効果ガス排出量算定方法	4
鉄鋼業の温室効果ガスの削減手法	4
コラム1：電力セクターの脱炭素化と非化石証書	7
第2章 鉄鋼業のGXの推進	10
第3章 GX推進のためのグリーン鉄に係る支援策の方向性	17
炭素価格の設定による対応（生産側×規制）	19
GX推進のためのグリーン鉄の生産支援（生産側×支援）	21
鋼材の需要側に対する働きかけ（需要側×規制・支援）	21
GX推進のためのグリーン鉄に係る支援策の考え方	23
第4章 CFPとGX推進のためのグリーン鉄	28
ISO（国際標準化機構）の議論の状況	28
国際イニシアティブにおける議論の状況	29
日本鉄鋼連盟による提案	32
コラム2：カーボン・クレジット	35
コラム3：サプライチェーン上の企業の取組支援	36
第5章 今後に向けて	37
補論1 還元鉄について	41
補論2 日本の鉄スクラップについて	44
補論3 CFP（カーボンフットプリントとは）	48

補論4 日本鉄鋼連盟による提案.....	51
委員等名簿.....	54
開催経緯.....	56

図表一覧

図 1	鋼材の製造プロセス	3
図 2	製鉄時のエネルギー原単位に係る国際比較.....	5
図 3	鉄鉱石還元時に発生する温室効果ガス削減に向けて開発中の技術.....	6
図 4	鉄鋼業からの温室効果ガス排出量.....	10
図 5	製造プロセスによる CO ₂ 発生量の違い.....	11
図 6	我が国の粗鋼生産量（2021 年）	11
図 7	温室効果ガス算定排出量（2021 年）	12
図 8	日本国内の鉄スクラップ供給量（2023 年）	13
図 9	国際エネルギー機関（IEA）による世界の鉄の投入量予測（2050 ネットゼロシナリオ）	14
図 10	各素材の不純物濃度及び品種ごとの許容濃度	14
図 11	鉄 1 t 製造に係る原料・エネルギーコストの試算.....	16
図 12	国内鉄鋼業の脱炭素化のイメージ.....	18
図 13	GX 推進のためのグリーン鉄市場の育成と炭素価格の関係.....	20
図 14	GX 推進のためのグリーン鉄及び低 CFP の鋼材の支援の考え方	26
図 15	GHG プロトコルにおける Scope1～3 の概念	30
図 16	素材産業が温室効果ガスを削減した際のサプライチェーン下流事業者の Scope3 への影響.....	30
図 17	日本鉄鋼連盟が提唱する「グリーンスチールに関するガイドライン」	33
図 18	クレジットの考え方	35
図 19	GX 推進のためのグリーン鉄の市場拡大に向けた今後のアクション	40
図 20	様々な種類の鉄鉱石	42
図 21	高品位鉄鉱石の需給予測	43

図 22	鉄スクラップの発生源・種類	44
図 23	鉄スクラップの加工方法	45
図 24	鉄スクラップの供給	46
図 25	高炉メーカーの市中スクラップ購入量推移（2008年～2023年）	47
図 26	鉄スクラップの輸出量・輸入量	47
図 27	CFP とは	49
図 28	CFP と Scope1, 2, 3 の対照表	50
図 29	日本鉄鋼連盟が提案する温室効果ガスの配分方法	52
図 30	日本鉄鋼連盟が提案する排出削減量の算定方法	53
表 1	国内外の企業から販売されているグリーン鉄	2
表 2	製鋼の品種別用途と、高炉・電炉比率	15
表 3	日本に存在する高炉とその建設年等	18
表 4	CFP 及び温室効果ガス算定に係る ISO 規格	29
表 5	SBTi ディスカッションペーパーにおける商品証書の活用提案	31
表 6	加工流通過程の管理（Chain of Custody）の概念	32
表 7	日本の鉄スクラップの消費量	46

はじめに

鉄鋼業は、現行の技術においては鉄鉱石の還元時に二酸化炭素（CO₂）が不可避免的に発生することから、温室効果ガス¹の排出削減が困難な産業（hard to abate sector）の一つと目されている。一方で、我が国が目標として掲げる脱炭素化社会は、鉄鋼業からの温室効果ガス排出削減なしに実現することはできない。鉄鋼業のGX²によって、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けて温室効果ガスを大幅に削減しようという野心的な取り組みが始まろうとしている。

GXの推進には、巨額の設備投資と、原材料費やエネルギーコストの上昇を伴うことが見込まれる。このため、鉄鋼業において経済合理性からGXが推進されていくことは、少なくとも当面の間は見込まれない。さまざまな社会的支援によって、初めてGX推進の動きが具体化していくものと考えられる。

現在、国内外において、様々な形で「グリーン鉄³」（グリーンスチール）を販売する動きが広がりつつある。こうしたグリーン鉄を需要家が購入することで、鉄鋼業のGX推進や、温室効果ガス排出量の削減につながる可能性がある。他方で、現時点でグリーン鉄に明確な定義はない状態であり、その内容も様々である。

本研究会は、経済産業省内に設置された研究会であり、気候変動対策やLCA、エネルギー、金融、消費者行政に関する有識者や鉄鋼業関係企業、鉄鋼の需要産業が参加し、2024年10月から5回の研究会を開催した。販売されつつあるグリーン鉄の市場拡大をどのようにGX推進につなげていくかという観点から議論を行い、市場拡大に向けた課題や需要家への情報発信の在り方について整理した。また、議論の過程においては、グリーン鉄に関心のある団体・個人からの意見提出も呼びかけた。

本とりまとめは、本研究会の5回の議論を集約したものである。

¹ 英語では greenhouse gas。GHG と略される。我が国で最も排出量が多い温室効果ガスは CO₂ である。

² 読み方は「ジーエックス」。由来は Green Transformation から。脱炭素化の取組により産業構造を変革し、経済成長にもつなげていくという意味が込められている。

³ 一般的には、英語（green steel）をカタカナ表記した「グリーンスチール」と称されることが多いが、本研究会においては「グリーン鉄」という言葉を用いる。

第1章 グリーン鉄販売を巡る状況

現在、国内外の鉄鋼メーカーから、様々なブランドでグリーン鉄が販売されている。これらのグリーン鉄は、鋼材の製造プロセスにおいて、気候変動対策について何らかの配慮が行われていることを主張しているが、その主張内容について大別すると、①製造プロセスの改革等による温室効果ガス排出削減量を割り当てた鋼材、②脱炭素化技術が採用された製造プロセスの温室効果ガス排出量を表示した鋼材、③電炉で使用する電力に係る温室効果排出量を電力証書等によって引き下げた鋼材、の3種類があると考えられる。

これらのグリーン鉄の主張内容を理解するためには、(a) 鋼材の製造プロセス、(b) 製造プロセスにおける温室効果ガス排出量の算定方法、(c) 温室効果ガス排出量削減のための手法についての一定の理解が必要となる。第2章以降の議論に先立ち、本章の次節以降で、そうした前提事項について簡潔に整理する。

表 1 国内外の企業から販売されているグリーン鉄

グリーン鉄の方式	企業名	ブランド	手法
①製造プロセスの改善等による排出削減量を割り当てることで排出量を下げた製品	 日本製鉄	 NSCarbox	製造プロセスの変革・改善等により削減したCO2排出量を任意の製品に割当
	 JFE	 JGreeX	GHG排出削減技術によるGHG排出削減量を任意の鋼材に割当
	 神戸製鋼	 Kobenable Steel	鉄鉱石の一部を還元鉄に置換することでコークス使用量を減らすなど、削減したCO2削減量を環境価値として任意の製品に割当
	 thyssenkrupp	 bluemint	鉄鉱石の一部を還元鉄に置換することでコークス使用量を減らし、削減したCO2削減量を環境価値として任意の製品に割当
	 ArcelorMittal	 XCarb	バイオ炭使用、コークスガスの高炉への吹込みや転炉でのスクラップ利用拡大などにより削減したCO2排出削減量をグリーンSteel証明書として販売
	 Voestalpine	 greentec steel	コークスの一部を水素含有還元剤に置換により創出したCO2排出削減量をクレジット化
	 TATA STEEL	 Zeremis Carbon Lite	社内全体で創出されたCO2排出削減量を任意の製品に割当
	 POSCO	 Greenate certified steel	低炭素プロセス・技術の採用等の対策によって削減されたCO2削減量を任意の製品に割当
②脱炭素化技術によって製造された製品の製造プロセスの排出量を表示	 SSAB	 SSAB Fossil-free steel	水素還元製鉄により製造された製品について製造プロセスの排出量を表示
	 POSCO	 Greenate carbon reduced steel	新規に導入する電炉から製造される製品について製造プロセスの排出量を表示
③電炉で使用する電力に係る排出量を証書等により下げた製品	 東京製鐵	 ほほゼロ	電炉で生産された製品が持つ排出量を電力RE100対応の証書類やDR（ダイヤモンド・レスポンス）の活用等によって削減

出所：各社ウェブサイトから事務局作成

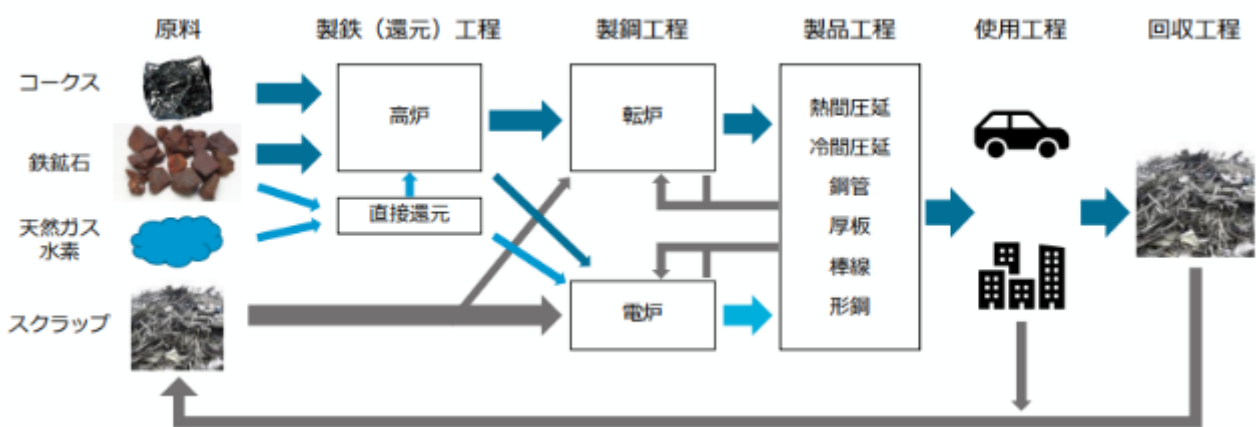
鋼材の製造プロセス

鉄は地球上で比較的豊富に存在する金属であり、自然界においては鉄鉱石の形で存在している。鉄鉱石は鉄元素と酸素元素の化合物（つまり、酸化鉄）であり、還元反応により酸素成分を取り除くことによって鉄を得ることができる。（鉄鉱石を還元する方法）

自然界の鉄鉱石を還元して鉄を得る以外にも、過去に生産された鉄（つまり、過去に鉄鉱石から還元された鉄）を何らかの方法で回収し、溶解することによっても鉄が得られる。（鉄スクラップを回収・溶解する方法）

このように、鉄の生産方法には、大きく分けて、①鉄鉱石を還元する方法と、②鉄スクラップを回収・溶解する方法がある。前者の①鉄鉱石を還元する代表的手法が、高炉で鉄鉱石を還元する高炉プロセスであり、他の方法として、直接還元炉で鉄鉱石を還元して直接還元鉄⁴を得た上で、電炉において溶解するプロセスがある。後者の②鉄スクラップを回収・溶解する代表的手法は、電炉プロセスである。

図 1 鋼材の製造プロセス



出典：2022 年度第 2 回総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ 資料 4-1 「鉄鋼業の特徴とエネルギー使用実態について」 令和 3 年度産業経済研究委託事業 「カーボンニュートラルを踏まえた我が国金属産業の持続的発展に向けた調査事業」 報告書 を元に作成

⁴ 直接還元鉄は、英語で Direct Reduced Iron (DRI) という。海上輸送時の発火リスクを低下させるために DRI を突き固めたものを、熱成形済み還元鉄 (Hot briquetted Iron : HBI) という。

製造プロセスの温室効果ガス排出量算定方法

企業や工場で用いられる原料や燃料、電気等を把握することで、企業や工場で用いられる原料・エネルギー使用に係る温室効果ガス排出量を算定することは可能である。算定された温室効果ガス排出量と、企業や工場で生産・提供される製品の量を把握すれば、ざっくりとした形で、製品1単位あたりの温室効果ガス排出量が算定可能と考えられる。ただし、実際に製造プロセスの温室効果ガス排出量を算定しようとするれば、例えば、以下のようない点について検討が必要となる。

① 温室効果ガス排出の算定対象範囲をどのように設定するか。

企業ごとに算定するか、工場ごとに算定するかといった形で「組織境界」の設定方法をどうするか。工場で消費された燃料や石炭などの可燃性原料のみならず、工場の使用電力についても、発電時に温室効果ガスを排出するであろうとして考慮するか、鉄鉱石などの鉱物や中間材に係る温室効果ガスも算定するか。

② 製品あたりの排出量の割り当てをどのようにするか。

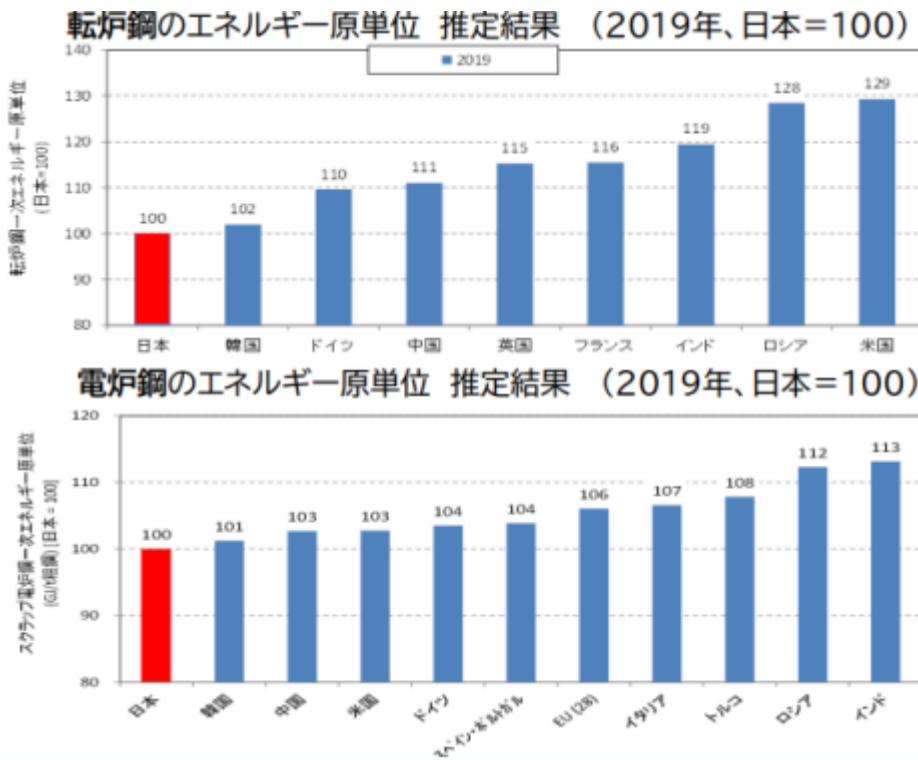
同一製造プロセスから複数の製品が製造されているときに、製品あたりの排出量をどのように割り当てるか、主製品と副製品のように、経済的価値が異なる製品が同一プロセスから生じる場合にも同様に当てはめるか。

このように、製造プロセスの排出量を算定するには様々な論点が生じるところ、算定結果の透明性を確保する観点から、算定ルールが作られている。（詳細は、「CFPとGX推進のためのグリーン鉄」（第4章）参照）

鉄鋼業の温室効果ガスの削減手法

鉄鋼業界においては、高炉における廃熱回収・燃焼技術の高効率化や、発電設備の改善等を行うとともに、各家庭等から回収された廃プラスチックを利用するなどして、省エネ努力を積み重ねてきた。また、「カーボンニュートラル行動計画」の達成に向け、業界内でベストプラクティスを共有するなどして、省エネの改善を図ってきた。この結果、高炉法、電炉法ともに、日本企業は世界でも最高効率の製鉄を実現している。

図 2 製鉄時のエネルギー原単位に係る国際比較



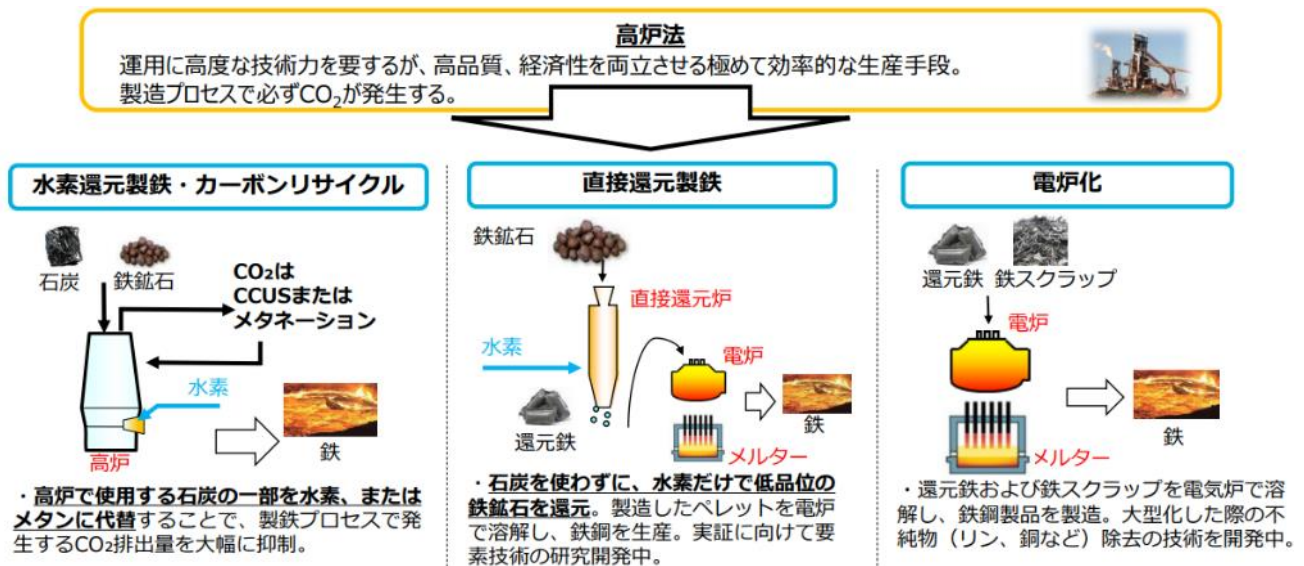
出所：日本鉄鋼連盟「地球温暖化対策への取組状況について カーボンニュートラル行動計画（低炭素社会実行計画）報告」（2022年3月）

鉄鋼業界においては、2021年2月に策定した基本方針において、省エネの推進、廃プラスチックの活用、2030年頃の実機化を目途に現在開発中の革新的技術の導入、その他CO₂削減に資する原燃料の活用等により、2030年度のエネルギー起源CO₂排出量を2013年度比30%削減する目標を掲げている⁵。加えて、我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同し、これに貢献すべく、日本鉄鋼業としてもカーボンニュートラルの実現に向けて、果敢に挑戦し、①技術、商品で貢献するとともに、②鉄鋼業自らの生産プロセスにおけるCO₂排出削減に取り組んでいくとしており、各社においてロードマップや戦略を策定している。

現在、我が国の鉄鋼業における温室効果ガス排出量の大半は、高炉プロセスによって鉄鉱石を還元して銑鉄を取り出すプロセスにおいて生じている。政府においては、温室効果ガス排出量の削減のための技術開発について、複数の削減手法を支援している。

⁵ 政府エネルギー基本計画のマクロ想定や各種対策の実施のための必要条件が整うことを前提とする

図 3 鉄鉱石還元時に発生する温室効果ガス削減に向けて開発中の技術



出典：経済産業省作成

技術開発については、高炉プロセスによる鉄鉱石の還元時において、コークス（石炭）の投入量を削減した上で水素等を活用する技術（高炉水素還元技術）、直接還元炉を用いて低品位鉄鉱石を還元する技術（直接水素還元技術）、還元鉄などを電炉又は電気溶融炉（メルター）で溶かして高級鋼を得るための技術の開発を、グリーンイノベーション基金を活用して進めている。

加えて、革新的な大型電炉を建設し、その際に直接還元による還元鉄と高純度の鉄スクラップを用いることで、現行の高炉プロセスで生産される鋼材と同様の性質を有し、製造プロセスにおける温室効果ガス排出量が少ない鋼材を生産する設備投資の支援を行っている⁶。革新的な大型電炉については、2020年代後半にも国内で最初のものが商用運転を開始する予定である。

また、高炉への還元鉄利用・バイオマス吹込み、CO₂分離・回収、スクラップ予熱・溶解による利用拡大、自家発ボイラーへのバイオマス混焼・専焼など、既存の周辺技術を組

⁶ 排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業。JFE スチールの西日本製鉄所倉敷地区において、2028年度にも年産200万トンクラスの革新的な大型革新電炉が設置され、商用生産を開始する予定である。

み合せた温室効果ガス削減や、各社が培ってきた独自技術で温室効果ガス削減に取り組む動きも見られる。

コラム1：電力セクターの脱炭素化と非化石証書

製鉄業においては大量の電力を使用しており、特に電炉プロセスにおいては大量の電力を消費し、製鉄所外から電力送電網を介して電気を受電している。高炉プロセスにおいても、圧延などの下工程において電力を使用するが、高炉から得られる副生ガスを発電に利用できる場合においては製鉄所内で発電し、エネルギーの有効活用を図っている。

電力送電網には多くの発電所と無数の需要場所がネットワーク状に接続されており、使用する電力が、どの発電所に由来する電力であるのか、物理的に特定することはできない。一方、社会経済的には、需要家や電気事業者間で電力供給契約を締結することで電気が供給されている実態があり、こうした契約等が依拠する電気事業制度の一環として、発電事業者や需要家の関係を特定するといったこともなされている。外部から受電する電力に係る CO₂ 排出量を算定する場合、契約している小売電気事業者から、電力 1kWh あたりの温室効果ガス排出量についてのデータ（排出係数）が提供されている。

工場、事業所などに対する省エネルギー法の規制においては、一定量を超えてエネルギーを使用する工場等において、エネルギー使用量の国への定期報告を義務づけている。この場合のエネルギー使用量は、工場等で直接使用する石油・天然ガスなどに加えて、電力送電網から受電する電気も、自らが使用したエネルギー使用量として計上する。地球温暖化対策推進法における温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度においては、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することを義務付けている。このとき、送電網から受電する電気にかかる CO₂ 排出量も算定し報告することとしており、その際には、契約している小売電気事業者から提供された排出係数を使用する。

日本卸電力取引所（JEPX）において取引されている「非化石証書」を小売電気事業者が購入することにより、小売電気事業者は①エネルギー供給構造高度化法によって求められる非化石電源（再エネ・原子力等）由来電力調達の義務の履行に使用する、②販売する電力の排出係数算定時に一定の CO₂ 排出量を減算する、③販売する電気の環境面での付加価値を訴求することができるようになるといったことが可能になる。

また、GHG プロトコル（Scope2 ガイダンス）においては、「エネルギー属性証明書」を GHG 排出量算定時に活用することができるとしており、企業が自らの事業の使用電力

を100%再エネで賄うことを目指す国際的なイニシアティブであるRE100においては、非化石証書（電源のトラッキング（紐付け）が行われたもの）については、RE100の活動に使用可能とした。企業のGHG排出量の情報開示システムを運営するCDP（英国の非政府組織）においても、非化石証書（電源のトラッキング（紐付け）が行われたもの）を、Scope2のGHG排出量算定時に活用可能としている。

このうち、固定価格買取制度（FIT）の支援を受けた再生可能エネルギーの発電所から発行される非化石証書（FIT非化石証書）は、一旦、国に帰属させた上で、JEPXで小売電気事業者等に販売される。その際の買い入れ価格には上限価格と下限価格が設定されており、現在、ほとんどのFIT非化石証書は下限価格である0.4円/kWhで落札されている。これは、一定の考え方で炭素価格に換算すると、913円/CO₂換算トンとなる。これは、固定価格買取制度における調達価格（2024年度想定では、調達費用4.8兆円から回避可能費用2.1兆円を除いた約2.7兆円を、FIT制度で調達した再エネ電力量で控除したもの）よりも極度に低く、また、固定価格買取制度の賦課金の水準（2024年度で3.49円/kWh）と比較しても大幅に低い。鉄鋼業の脱炭素化のためのGX投資を炭素価格に換算したものと比較しても、大幅に低い水準となる。

また、非化石証書を組み合わせた電力の使用は、電力セクターの脱炭素化に対する貢献になるが、鉄鋼業から直接排出される温室効果ガスの削減にはつながらないこと、さらには、小売電気事業者に販売されたFIT非化石証書の売上げはFIT賦課金の低減に充てられるが、FIT電源の調達費用の大半はFIT賦課金の形で電力利用者全体において負担をしており、FIT非化石証書は、再エネ電力のコストを完全に反映しているものではないことについて留意が必要である。

他方で現在、非化石証書を組み合わせて排出係数を下げた電力を電炉プロセスなどで活用する取り組みが行われ始めている。FIT非化石証書を組み合わせた電力の購入は、他の電力需要家のFIT賦課金の負担を一部軽減させることで、再生可能エネルギーの開発促進に貢献し、電力セクターの脱炭素化を促進するものであり、国においても省エネ法や温暖化対策法の算定に反映させることを認めるなどして、政策的に推進しているところである。こうした電力を使用した鋼材を使用することにより、需要家が間接的にそうした取り組みに参加することができる。

なお、非化石証書を活用した電気炉鋼材を「GX推進のためのグリーン鉄」（第3章参照）の範疇とし、グリーン購入法などの政府による優先的調達、政府による購入支援など

を重点的に講じることを通じた需要拡大支援の対象に入れるべきとの意見がある。非化石エネルギーの拡大は、エネルギー政策の観点から議論されるべきものであり、鉄鋼業から直接排出される温室効果ガスの排出量を GX 投資によって削減することを主に論じてきた本研究会としては、そうした意見があることを明記することにとどめることにしたい。

一方で、非化石証書を活用した鋼材について、非化石証書の鋼材への割り付け方等の運用方法については様々な方法が考えられる^{7 8}。現行の国のカーボンフットプリントガイドラインにおいても、各種再エネ証書等を用いた場合の排出量の計算方法について記載はあるものの、運用の透明性を確保する上でも、鉄鋼業界内で広く議論が行われ、検討が深まっていくことが期待される。

⁷ 第 2 回研究会において、非化石証書活用の具体的な運用方法について、JFE 条鋼株式会社や大同特殊鋼株式会社から検討状況の説明があった。

⁸ ISO/AWI 14077（LCA における加工流通過程の管理（Chain of Custody）のアプローチの使用のための要件及びガイドライン）の策定の議論が開始されており、ISO 14067:2018（CFP）の改定の議論もある中で、非化石証書などの再エネ電力証書を組み合わせた電力の産品への配分方法については、今後、議論が精緻化される可能性がある。

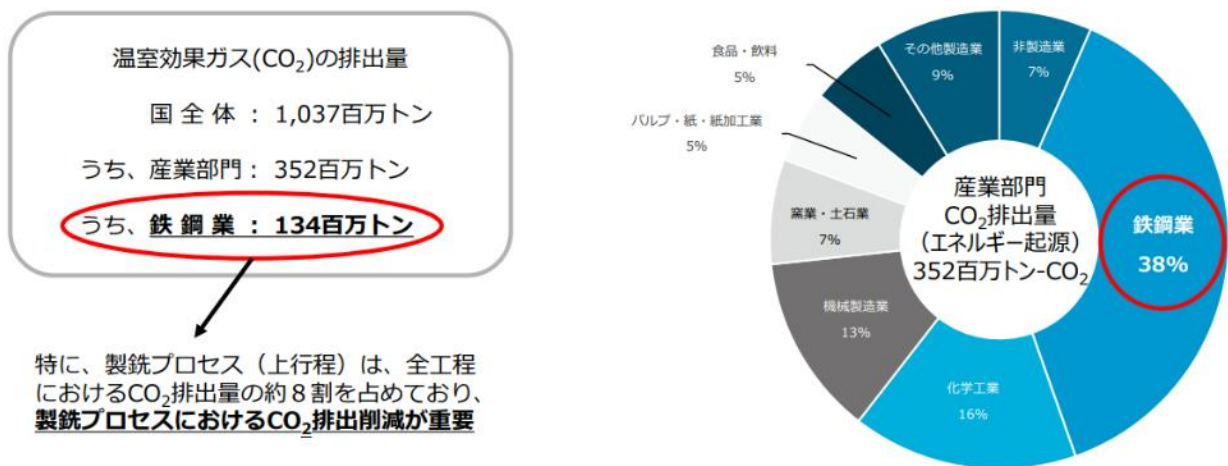
第2章 鉄鋼業のGXの推進

「はじめに」で触れたとおり、鉄鋼業は温室効果ガスの排出削減が困難な産業（hard to abate sector）の一つと目されている。一方で、我が国が目標として掲げる脱炭素化社会は、鉄鋼業からの温室効果ガス排出削減なしに実現することはできない。鉄鋼業のGXによって、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けて温室効果ガスを大幅に削減しようという野心的な取り組みが始まろうとしている。

第1章でも触れたとおり、鉄鋼業界は我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同し、これに貢献すべく、カーボンニュートラルの実現に向けて、果敢に挑戦し、①技術、商品で貢献するとともに、②鉄鋼業自らの生産プロセスにおけるCO₂排出削減に取り組んでいく（カーボンニュートラル）、という基本方針を策定している。また、各社においてロードマップや戦略を策定している。

2022年の鉄鋼業からのCO₂排出量は、約1億3,800万トンであり、これは産業部門のCO₂排出量の約38%、日本全体のCO₂排出量の約13%を占める。

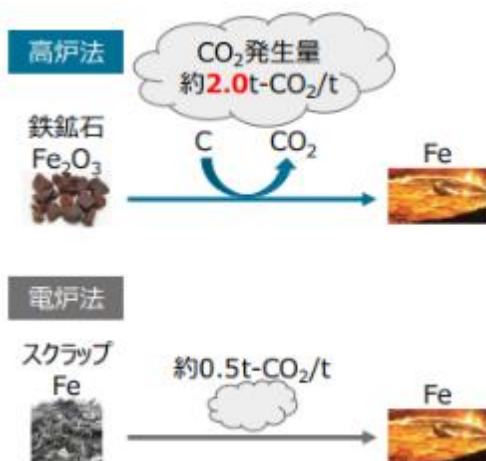
図4 鉄鋼業からの温室効果ガス排出量



出典：国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」（2022年度確報値）

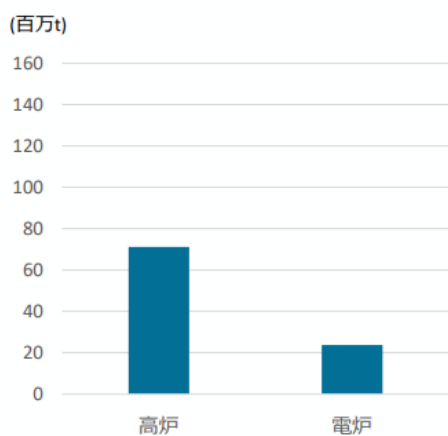
高炉プロセスによって鋼材を1トン生産する際には、約2トンのCO₂が排出されるとされる。一方、電炉プロセスによって鋼材を1トン生産する際には、約0.5トンのCO₂が排出される。我が国の鉄鋼業から排出する温室効果ガスの90%以上は、高炉プロセスから排出されるものである。

図 5 製造プロセスによる CO₂ 発生量の違い⁹



出所：JFE グループ環境経営ビジョン 2050 説明会資料（2021 年 5 月 25 日）

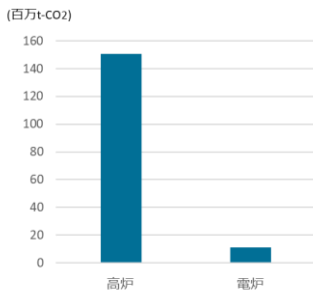
図 6 我が国の粗鋼生産量（2021 年）



出所：一般社団法人日本鉄鋼連盟 生産統計/時系列

⁹ 鉄スクラップ自体も、鉄鉱石から高炉プロセス（高炉法）により生産される際には CO₂ を排出しているため、LCA においてリサイクル効果まで含めると、製鉄法の違いによる CO₂ 排出量の大きな差異は生じない点に留意が必要。

図 7 温室効果ガス算定排出量（2021 年）



出所： 環境省「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 フロン類算定漏えい量報告・公表制度ウェブサイト」

電炉プロセスにおける鉄スクラップ回収から鋼材生産にかけてのプロセスにおける温室効果ガス排出量は、高炉プロセスにおける鉄鉱石の還元から鋼材生産にかけてのプロセスにおける排出量よりも少ない。一方で、現状の電炉プロセスにおいては、原料として鉄スクラップを用いるため、鉄スクラップの供給によって生産量が制約される。

日本における鉄スクラップの供給量は、年間約 4,400 万トンであり、このうち 685 万トンは海外に輸出されている。仮に海外輸出分がなかったとしても、日本の粗鋼生産量（約 8,700 万トン¹⁰）の半分であり、電炉プロセスだけで日本の鉄鋼需要を満たすことはできない。

¹⁰ 2023 年の数値。粗鋼とは、鋼材に圧延・加工される前の鉄鋼の塊である。粗鋼生産量の内訳は、高炉（転炉）プロセスから 6,416 万トン、電炉プロセスから 2,283 万トンとなっている。なお、国内で発生する鉄スクラップのうち、約 1,200 万トンは製鉄所内で発生する自家発生鉄スクラップであり、高炉プロセスにおいても、748 万トンの自家発生鉄スクラップが粗鋼生産時に再利用されていることに留意。

図 8 日本国内の鉄スクラップ供給量（2023 年）

供給合計 約44百万トン

単位：1,000トン

供給	自家発生 12,165			国内購入スクラップ [°] 25,454 (78.8%)					輸出 6,851 (21.1%)	
	転炉工場 7,480	電炉工場 2,526	鋳物工場 2,160	加工スクラップ [°] 7,142 (28.9%)	老廃スクラップ [°] 17,807 (71.1%)				老廃スクラップ [°] 5,481	その他 1,370
				発生元 →	自動車 (9.6%)	機械 (31.4%)	容器 (2.9%)	建築 (23.8%)	土木 (20.3%)	その他 (12.0%)

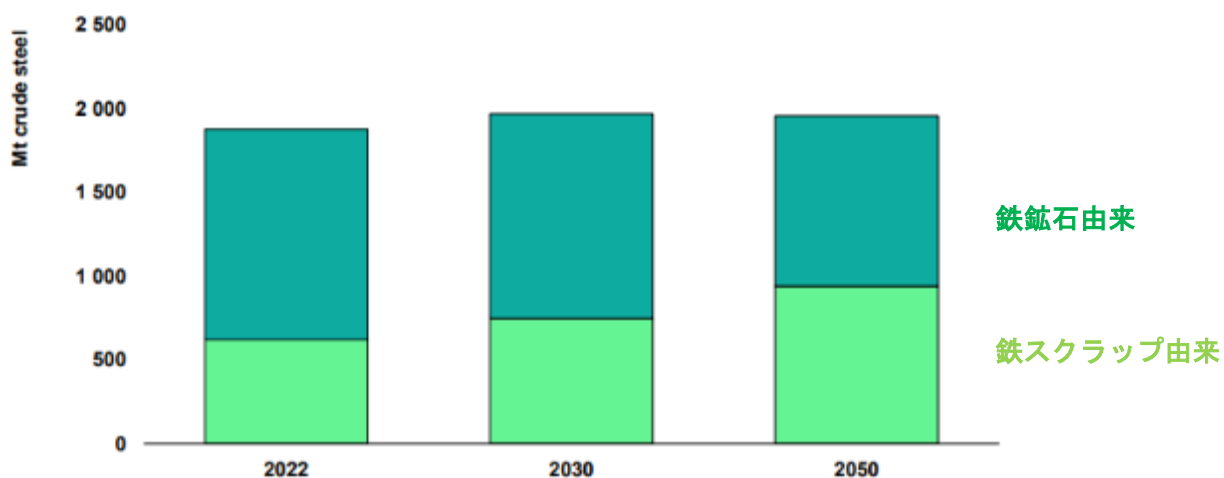
出所：第3回研究会における日本鉄リサイクル工業会資料。日本鉄源協会「鉄源年報」 - 経済産業省、日本鉄鋼連盟、財務省、日本鉄源協会等の調査による推計値。

電炉プロセスだけで鉄鋼需要を満たすことができない背景として、日本においては自動車産業などの製造業が発達しており、完成車や自動車部品の海外輸出が行われているという面もある。一方、世界全体で考えた場合には、成熟した社会においては社会の鉄鋼蓄積量が安定するとしても、経済発展が進む途上国では社会の鉄鋼蓄積量が増加しており、過去に生産した鉄鋼から発生する鉄スクラップだけでは、世界全体の鉄鋼需要を満たすことはできない。鉄スクラップを原料とした電炉プロセスだけで供給できない鋼材については、鉄鉱石を還元して鉄鋼を生産する必要がある。

国際エネルギー機関（IEA）の分析によれば、2050年カーボンニュートラル社会を実現するシナリオにおいても、鉄スクラップを原料とした鋼材は鉄鋼供給の半分程度であり、鉄鉱石からの還元については、水素を使った還元や、化石燃料を還元利用しつつCCUS¹¹を組み合わせることによって、温室効果ガスの排出量を大幅に削減するという想定となっている。

¹¹ CCUS：炭素回収・活用・貯留（Carbon Capture, Utilization, Storage）高炉プロセスから発生するCO₂を回収し、地下貯留することなどが想定されている。

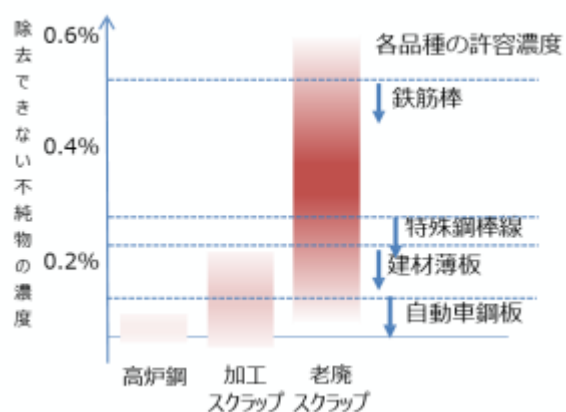
図 9 国際エネルギー機関（IEA）による世界の鉄の投入量予測（2050 ネットゼロシナリオ）



出所 国際エネルギー機関（IEA）

需給面の理由に加えて、現在、電炉プロセスから生産されている鋼材は、鉄スクラップに混入する不純物の存在により、自動車の外板等に使用可能な高級鋼に使用できないという課題がある。

図 10 各素材の不純物濃度及び品種ごとの許容濃度



出所： Jones, A.J.T., Assessment of the Impact of Rising Levels of Residuals in Scrap, Proceedings of the Iron & Steel Technology Conference (2019)

表 2 製鋼の品種別用途と、高炉・電炉比率

分類	主な用途	うち高炉	うち電炉
H形鋼	建築・橋梁・船舶	28.2%	71.8%
普通線材	鉄線・針金・釘	49.3%	50.7%
厚中板	建築・橋梁・造船用	85.3%	14.7%
鋼矢板	土木建設	86.8%	13.2%
亜鉛メッキ	建築・自動車・家電製品	87.1%	12.9%
冷延コイル	自動車・電気機器・鋼製家具	92.3%	7.7%
熱延コイル	自動車・建築・産業機械	92.7%	7.3%

出所： 鉄鋼新聞、日本鉄鋼連盟 HP 等

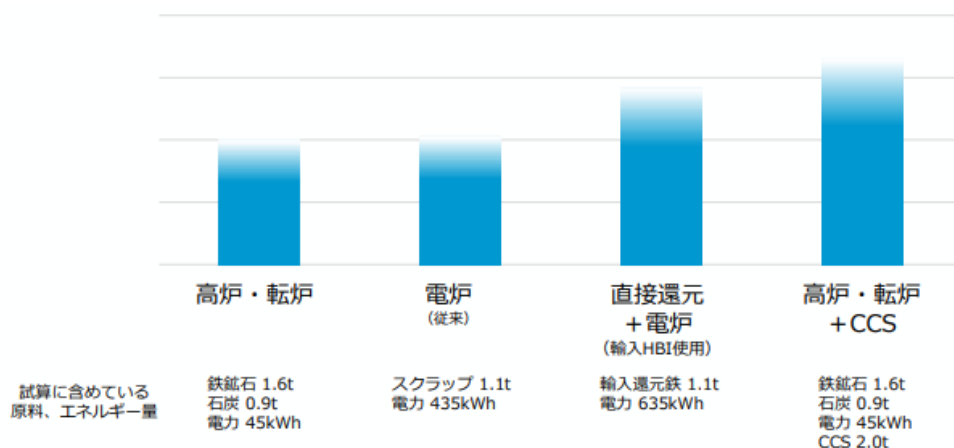
こうした理由から、鉄鋼業からの温室効果ガスの排出量を削減し、脱炭素化社会の実現を目指していくためには、鉄スクラップを活用した電炉プロセスによる鉄を最大限活用しつつ、鉄鉱石から還元の際に発生する温室効果ガスを大幅に削減していく必要がある。

国は、グリーンイノベーション基金を活用して、①高炉を用いた水素還元技術（高炉水素還元技術）、②水素で低品位の鉄鉱石を還元する技術（直接水素還元技術）の技術開発を並行して支援している。還元プロセスにおける水素の活用は、現時点では技術開発段階であり、グリーンイノベーション基金の支援が終了する 2030 年代以降も社会実装に向けた取組の継続を実施者に求めていく。

また、輸入した直接還元鉄と純度の高い鉄スクラップを革新的な大型電炉で融解し、高炉と同様の幅広い種類の鋼材を生産可能にするというプロジェクトも立ち上がりつつある。この、革新的な大型電炉の導入プロジェクトは、現行の技術を組み合わせることで大幅な温室効果ガスの排出量の削減を行うものであり、国は、排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業を通じて、設備投資費用の支援（対象事業費の 1 / 3 が上限）を行っている。

こうした国の技術開発支援や設備投資支援はあるものの、こうした GX 投資を行って生産される鉄は、少なくとも初期段階においては、従来からの鉄の製造と比較して、大幅にコストが上昇することが見込まれる。特に、2030 年頃から稼働が見込まれる、直接還元鉄を輸入し、鉄スクラップとともに革新的大型電炉で溶解させるというプロジェクトは、従来法の高炉プロセスや電炉プロセスと比較すると、原料・エネルギーコストが数十%上昇することが見込まれる。

図 11 鉄 1 t 製造に係る原料・エネルギーコストの試算



出所：財務省貿易統計、電力取引報、CCS長期ロードマップ検討会資料、日本鉄リサイクル工業会 HP 等の原料・エネルギー価格を参照し、原料・エネルギー量の設定にあたっては、日本鉄鋼連盟 HP、MFG ROBOTS HP、Worldsteel HP 等を参照した。

こうした中で、鉄鋼メーカーによる GX 投資を後押ししていくためには、将来の投資回収に係る予見可能性の向上も含め、事業環境の不確実性を可能な限り低減していくことが必要となる。

第3章 GX 推進のためのグリーン鉄に係る支援策の方向性

これまで見てきたとおり、鉄鋼の生産プロセスには、大きく分けて鉄鉱石を還元し鋼材を生産するプロセス（典型的には高炉プロセス）と、鉄スクラップを溶解し鋼材を生産するプロセス（電炉プロセス）とがある。鉄スクラップ由来の鋼材生産には、鉄スクラップの供給に伴う制約があるほか、鉄スクラップに含まれる不純物の問題から自動車の外板等に使用可能な高級鋼を生産できないといった課題がある。このため、鉄スクラップを最大限活用して多様な鋼材を生産しつつ、高炉プロセスにおける温室効果ガスの排出量を GX 投資によって低減していくことが、脱炭素化社会の実現に向けた基本的な方向性となる。

他方で、鉄鋼業、特に高炉メーカーにおける GX 投資を進めていく上では、巨額の投資が必要となり、また、生産時の原料費用やエネルギーコストも、現状の高炉プロセスよりも増大するという課題がある。

加えて、GX 投資による脱炭素化の取り組みは一度に進むものではない。日本には 2024 年末の時点で、20 基の高炉が存在し、自動車産業などの需要に対して安定的に供給を行いながら脱炭素化を進めていくためには、各高炉について、段階的に、高炉水素還元製鉄や CCUS に対応した改修を行うか、還元鉄を利用した革新的な大型電炉に転換していくことが必要となる。

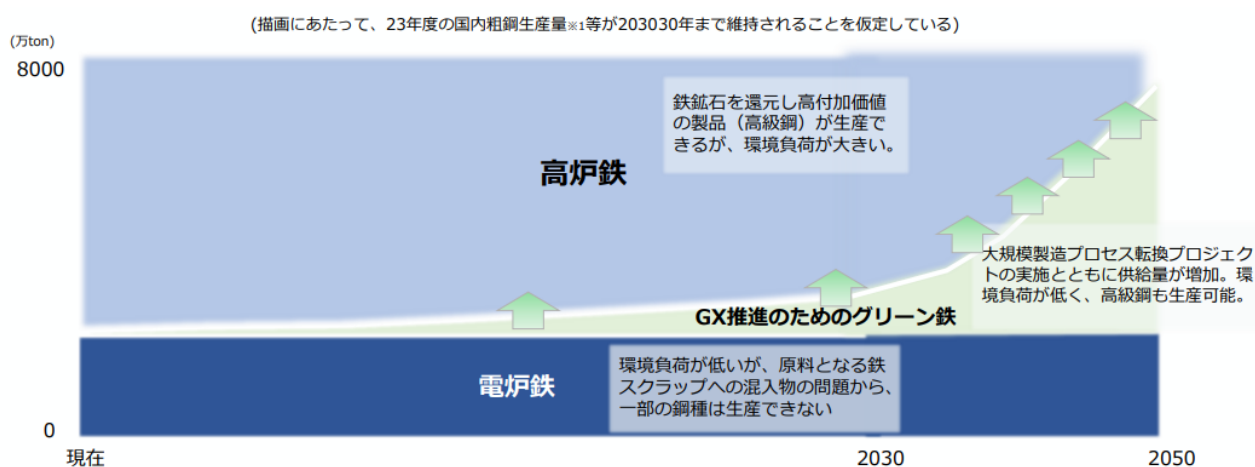
こうした形で、GX 投資による高炉プロセスからの温室効果ガス排出抑制が段階的に進む場合、市場には、従来の高炉プロセスによる鋼材と、GX 投資によって生み出される鋼材とが混在することになる。一般的に、後者の鋼材価格は前者の鋼材価格よりも高価になると考えられること、また、鉄鋼製品は国際的に流通しており外国からの輸入材も存在することから、GX 投資によって生み出される鋼材が十分に購入されないか、あるいは、生産コストに見合った価格で購入されないといった状況が生じることが予見される。

表 3 日本に存在する高炉とその建設年等

事業者名	製鉄所	高炉（建設年等）
日本製鉄	北日本製鉄所室蘭地区 （北海道室蘭市）	第2高炉（2020年三次改修火入れ）
	東日本製鉄所鹿島地区 （茨城県鹿嶋市）	第1高炉（2004年三次改修火入れ） 第3高炉（2007年三次改修火入れ（2024年度末休止予定））
	東日本製鉄所君津地区 （千葉県木更津市）	第2高炉（2012年火入れ） 第4高炉（2003年火入れ）
	名古屋製鉄所 （愛知県東海市）	第1高炉（2007年改修火入れ） 第3高炉（2022年改修火入れ）
	関西製鉄所和歌山地区 （和歌山県和歌山市）	第2高炉（2019年火入れ）
	九州製鉄所八幡地区 （福岡県北九州市）	第4高炉（2014年三次改修火入れ）
	九州製鉄所大分地区 （大分県大分市）	第1高炉（2009年四次改修火入れ） 第2高炉（2004年改修火入れ）
JFEスチール	東日本製鉄所千葉地区 （千葉県千葉市）	第6高炉（2023年3次火入れ）
	西日本製鉄所倉敷地区 （岡山県倉敷市）	第2高炉（2003年4次火入れ） 第3高炉（2010年4次火入れ） 第4高炉（2021年4次火入れ）
	西日本製鉄所福山地区 （広島県福山市）	第3高炉（2011年4次火入れ） 第4高炉（2006年4次火入れ） 第5高炉（2005年3次火入れ）
神戸製鋼所	加古川製鉄所 （兵庫県加古川市）	第2項炉（2007年火入れ） 第3高炉（2016年3次火入れ）

出所 各社 IR 資料から経済産業省作成

図 12 国内鉄鋼業の脱炭素化のイメージ



出所 一般社団法人日本鉄鋼連盟 鉄鋼需給推移表（確報）データなどから経済産業省作成

本研究会では、企業単位での追加的な直接的排出削減行動による大きな環境負荷の低減があり、排出削減行動に伴うコストを上乗せした場合には、一般的製品よりも価格が大きく上昇する鋼材（以下、「GX 推進のためのグリーン鉄」という。）の支援策の方向性について、検討を行った。

対応の方向性として、大きく分ければ、鉄鋼業などの生産側に対する対応、最終需要家又は自動車産業や建設業など鉄鋼製品を利用して最終需要家に製品・サービスを提供する産業などの需要側に対する対応の二つのアプローチが考えられる。また、それぞれ、支援的アプローチ、規制的アプローチが考えられる。以下、それぞれ考察する。

炭素価格の設定による対応（生産側×規制）

こうした GX 推進のためのグリーン鉄を普及させるための一つの方策として、論理的には、従来型の高炉プロセスから生み出される鋼材（あるいは、そうした鋼材を生産する企業）に対してその製造プロセスから直接排出される CO₂ に比例する形で一定の金銭コストを課すことで、GX 推進のためのグリーン鉄と同様の高価格で取引させることも考えられる。

他方で、GX 推進のためのグリーン鉄の生産コストと、従来型の高炉プロセスでの鋼材の生産コストには現時点においては大きな乖離がある。この価格差を全て排出量取引制度等の炭素価格（カーボンプライシング）を課す仕組みのみで埋め合わせようとすると、極めて高額な炭素価格に関するコスト負担を足下から求める必要がある。

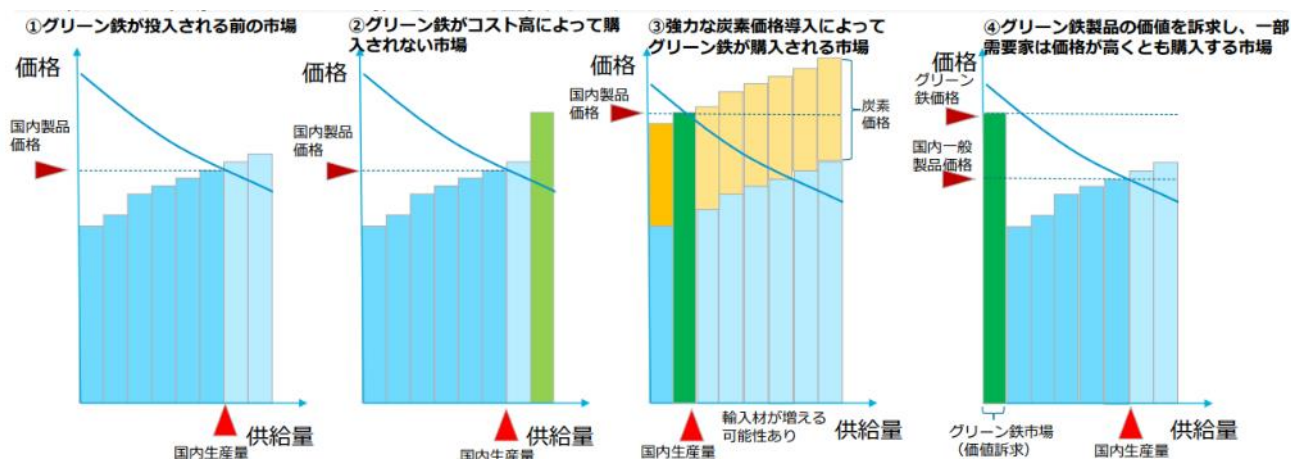
この場合、日本国内で流通する鋼材価格が上昇し、需要家は現在よりも大幅に高いコストで鋼材を調達することを余儀なくされることで、建設資材や自動車価格の上昇などにつながるおそれがある。その結果として、自動車を中心に、日本から輸出される製品の競争力が低下することによる日本の経済社会に対する影響が大きなものになることが懸念される。

こうした点を踏まえて、日本における成長志向型カーボンプライシング構想では、20 兆円規模の先行投資支援と一体的に排出量取引制度及び化石燃料賦課金制度を導入していくとしており、炭素価格の水準も予見可能性を担保した形で徐々に引き上げていく仕組みとなっている。

欧州においては、早くから排出量取引制度を導入していたが、今後、鉄鋼業に対する無償の排出量枠を削減していく中で、排出量取引における炭素価格や鉄鋼業の負担が上昇していくことが見込まれ、2026年からCBAM（EU炭素国境メカニズム）を導入することとしている。CBAMは、高額な炭素価格を設定した際に、炭素価格が設定されていない地域や炭素価格が低い地域からの鋼材の輸入に対して一定の金銭負担を課すものであり、域内で生産される鉄鋼が輸入材に置き換わるというカーボンリーケージ¹²を防ぐという面での効果はある。他方で、CBAMは、高い炭素価格がもたらす前述の問題を解決するものにはならず、特に、自動車などの製品輸出が多い日本の産業構造においては、輸出品の競争力低下という問題に対してCBAMは効果を持たない。

こうしたことから、高額な炭素価格を導入し鋼材全般の価格を上昇させることによってGX推進のためのグリーン鉄を普及させるという方法は、少なくとも近い将来では必ずしも有効ではない。

図 13 GX推進のためのグリーン鉄市場の育成と炭素価格の関係



¹² 域内の温室効果ガス排出量は削減されたように見えるが、輸入材が生産される地域での温室効果ガス排出量が増加するため、地球全体での排出量は変わらないというもの

GX 推進のためのグリーン鉄の生産支援（生産側×支援）

GX 推進のためのグリーン鉄の生産に対して、国等が支援を行うことも考えられる。

こうした観点から、国は、「排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業」において、排出削減が困難な産業における排出量を削減し、産業競争力の強化につながる案件の設備投資額の 3 分の 1 を支援する制度を設けている。

また、令和 6 年度税制改正において措置された戦略分野国内生産促進税制により、特に生産段階でのコスト高などを理由に、投資判断が容易ではない分野を対象に、企業の新たな国内投資を引き出すため、生産・販売量に応じた法人税の税額控除措置を講ずる予定となっている。戦略分野国内生産促進税制は、グリーン鉄の生産・販売も対象となっている。ただし、同税制は、対象企業が納める法人税額の最大 40%までが控除の上限¹³となっていること等の上限が設定されていることから、生産・販売量に完全に比例して税額控除が行われるとは限らない。

こうした形で、GX 推進のためのグリーン鉄の生産に対する措置は設けられているが、従来の高炉プロセスによる鋼材の生産と比較した生産コストの上昇分の全てをカバーするものにはなっていない。

また、予算措置には財源の制約があり、また、戦略分野国内生産促進税制についても恒久的な制度ではないことにも留意が必要である。

鋼材の需要側に対する働きかけ（需要側×規制・支援）

鋼材の需要家側に対して、GX 推進のためのグリーン鉄の使用を奨励・推進することも考えられる。

欧州では、2023 年 5 月に乗用車・小型商用車（バン）の CO₂ 排出基準に関する規則を改正し、乗用車及び軽商用車のライフサイクル CO₂ 排出量の算定ルールについてのレポー

¹³ 控除額はグリーン鉄の生産・販売 1 トンあたり 2 万円であるが、法人税の基本税率は 23.2%であることから、基本的には課税所得（益金－損金）の 9.28%が控除の上限となる。

トを 2025 年末までに公表することを定めた¹⁴。2026 年 1 月からは、同算定ルールに基づきボランティアベースで新車のライフサイクル CO₂ の排出データを EU 委員会に報告することとなっている。

また、2024 年 11 月に、「建築物のライフサイクルカーボン削減に関する関係省庁連絡会議」が開催された。建築物のライフサイクルアセスメント（LCA）算定手法を整備し、制度を構築していく方向で検討を進めることとし、建材の EPD 等の CO₂ 原単位の整備を加速化していくこととしている。また、建築物のライフサイクルカーボンの削減に向けた基本構想を 2024 年度中に策定し、GX 推進政策との連携を図ることとされている。

鋼材が使用される製品や建築物に、ライフサイクル CO₂ 排出量に関する制度が導入される場合、グリーン鉄の需要が促進される可能性がある。

政府による規制だけでなく、民間におけるイニシアティブを通じて、グリーン鉄の導入が促進される可能性がある。SBTi は WWF、CDP、世界資源研究所（WRI）、国連グローバル・コンパクトによる共同イニシアティブであり、企業が温室効果ガスの削減目標を設定することを支援し、認定している。世界で多くの企業が参加しているイニシアティブであり、上場企業の時価総額ベースで見ると、世界の 4 割の企業が参加（目標設定済み又はコミットメントを表明済み）しているとされる。2023 年末時点で、日本では 840 社が SBTi に基づく目標設定又はコミットメントを行っており、その数は 2024 年に入ってから増加し続けている¹⁵。

SBTi においては、サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量削減に係る目標を設定することも求められる。このため、SBTi に参加する企業においては、製品のライフサイク

¹⁴ 鋼材に関するものではないが、欧州では 2023 年 8 月に欧州バッテリー規則が発効した。バッテリーのライフサイクル全体の温室効果ガス排出量に関する規制（カーボンフットプリント規制）、責任ある材料調達、リサイクルに関する規制が盛り込まれ、それぞれの実施スケジュールが明確化されている。ライフサイクル全体のカーボンフットプリントの表示義務は 2025 年 2 月以降に導入され、2028 年 2 月以降は、ライフサイクルの温室効果ガス排出量が一定以上のバッテリーの市場アクセスが制限される。

¹⁵ 2024 年 11 月 22 日時点で 1,351 社が目標設定済み、ほかに 89 社がコミットメントを表明。

ル CO₂ 排出量を低減していこうという取り組みが期待され、その一環としてグリーン鉄の購入が促進されることが期待される。

GX 率先実行宣言は、GX 投資による製品・サービスの市場を需要側からも促進すべく、GX 製品や当該製品を利用したサービスの社会実装に積極的な企業を可視化する取組であり、宣言の対象製品にはグリーン鉄も含まれている。2024 年 12 月に枠組みを創設し、2024 年 12 月末現在で 12 社が宣言を行っている。

政府の公共調達において、グリーン鉄の購入を行っていく動きもある。環境省のグリーン購入法に係る特定調達品目検討会では、原材料に鉄鋼が使用された物品について、CFP が算定・開示され、かつ、削減実績量が付された鉄鋼を、分野横断的に基準値 1（判断の基準において 2 段階の判断の基準を設定している場合に、当該品目におけるより高い環境性能の基準であり、調達に際しての支障や供給上の制約等がない限り調達を推進していく基準として示すもの。なお、各機関において調達を行う最低限の基準として示すものは基準値 2 として示される。）として位置づけることを提案している。

GX 推進のためのグリーン鉄に係る支援策の考え方

こうした需要側に対する働きかけを行っていくにあたっては、カーボンニュートラルを実現するための、脱炭素・低炭素製品（グリーン製品）が選択されるような市場を創り出していく際に、カーボン・フットプリント（CFP）を可視化することを通じて削減を促す仕組みが不可欠とされる。CFP は、自社の製品のサプライチェーン上における CO₂ 排出量を、ライフサイクルアセスメント（LCA）の観点から算定したものである。

加えて、GX の推進にあたっては、削減実績量や削減貢献量に着目することも重要である。削減実績量は、実際に自社の排出量を削減した施策を反映した排出削減量を表す指標であり、「産業競争力強化及び排出削減の実現に向けた需要創出に資する GX 製品市場に関する研究会中間整理（2024 年 3 月）」において新たに提唱された概念である。同研究会中間整理（以下、「GX 製品市場に関する研究会中間整理」という。）では、価値のバリューチェーンを通じた需要側への訴求にあたり、CFP に加えて、削減実績量、削減貢献量が「GX 価値」として評価されることが重要としている。

本研究会においても、GX 製品市場に関する中間研究会中間整理と同様の立場に立ち、CFP に加えて削減実績量のような GX 価値が需要側において評価されることが重要と考える。

鉄鋼業には、鉄スクラップを用いた電炉プロセスは生産時の温室効果ガス排出量が少なく、鉄鉱石を還元する高炉プロセスは生産時の温室効果ガス排出量が多いという特徴がある。

当然のことながら、鉄スクラップは自然界にもともと存在するものではなく、過去に高炉プロセスなどで鉄鉱石を還元して得られた鋼材を再利用するものである。鉄スクラップを最大限活用していくべきことは論を待たず、また、日本は建設リサイクル、自動車リサイクル、家電リサイクルなどの資源有効利用の促進を図ってきたことから、鉄スクラップの回収にも積極的に取り組んできた。こうした取り組みは今後も続けていく必要があり、また、電炉プロセスから得られた鋼材の積極活用や用途拡大¹⁶にも取り組んでいく必要がある。

一方で、現在も有効に活用されている鉄スクラップ由来の電炉材を単純に使い続けるということだけでは、日本国内、ひいては世界全体の今後の更なる温室効果ガス排出量の削減にほとんど貢献しない。国際エネルギー機関（IEA）の試算などからも明らかなおおりに、鉄鋼需要や鉄スクラップの発生量の観点から、鉄鉱石を還元することは今後数十年間にわたって必要であり、高炉プロセスなどで鉄鉱石を還元する際に発生する温室効果ガスを削減することが、鉄鋼産業の脱炭素化やカーボンニュートラル社会に向けた取組となる。

しかも、こうした高炉プロセスの脱炭素化の取り組みは、巨額の設備投資や生産時のコストアップを伴うことから、経済合理性によって自然発生的に生じるものではない。社会が鉄鋼業のGXの推進を強く後押しすることによって、初めて実現可能となるものである。このため、政府が一定の支援策¹⁷を講じることに加えて、需要側においても、GX推進の重要性を認識し、価値のバリューチェーンを通じて、そうした取り組みを支援していく仕組みがつくられていくことが極めて望ましい。

¹⁶ 事業者が革新的電気炉を導入した場合、社会全体での温室効果ガスの削減に向けた貢献が行われているという一定の評価が与えられるべきとの意見があった。

¹⁷ 先述のとおり、政府においてはグリーンイノベーション基金による技術開発支援、排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業、戦略分野国内生産促進税制などを通じて、鉄鋼産業のGX投資を支援している。

削減実績量という用語は、日本国内においては GX 製品市場に関する研究会中間整理で新たに提唱されたものであるが、産業プロセスの脱炭素化やカーボンニュートラル社会の実現は、従来の省エネルギーや電力の脱炭素化の努力を継続することだけでは実現困難であり、技術革新や大規模投資による製造プロセスの革新が必要であることは、世界的にも認識されている¹⁸。需要側において、そうした取組を支援するための議論は、環境意識の高い企業を中心に行われつつあるところである。

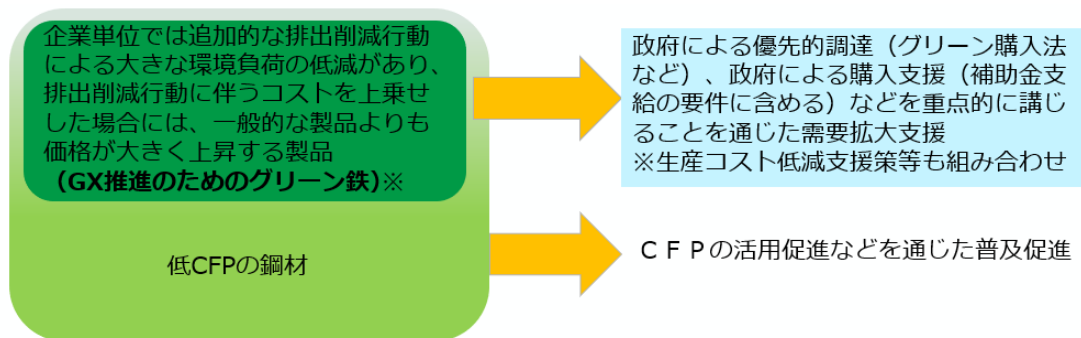
他方、製品の環境価値を示す指標としては、従来から CFP が広く用いられてきているところであり、最終消費者に価値を訴求するにあたっては、低い CFP を訴求することが理解を得られやすいという現実がある。鉄鋼製品の主要な需要家の一つである自動車業界においては、自主的な製品の製品単位での CFP の算定が求められる予定となっている欧州市場にも輸出しており、環境負荷が低い鋼材にも強い関心を有している。不動産業界や建設業界においても、ビルやデータセンターなど国内不動産への投資を呼びこむにあたり、環境負荷の低い鋼材に関心を有している。こうした自動車業界や不動産業界等のニーズを踏まえると、GX 推進のためのグリーン鉄が、欧州市場を含め外国市場においても、国際的に製品の CFP が低いものと評価されることが望まれる。また、企業単位での排出量に関する情報開示に活用できることへのニーズもある。

こうした、GX 価値と CFP の関係については、次章で詳しく論じることとしたい。

その上で、本研究会としては、GX 推進のためのグリーン鉄や低い CFP の鋼材を支援していく方向性としては、以下のようなものと考えている。

¹⁸ たとえば、IEA による Net Zero Emissions by 2050 Scenario においては、Net Zero 実現のためにクリーンエネルギー投資が 2030 年までに 4 兆 5000 億ドル必要であるとの見立てを示しており、鉄鋼の製造プロセスについても、水素還元製鉄技術などの開発・利用拡大が必要との分析が行われている。

図 14 GX 推進のためのグリーン鉄及び低 CFP の鋼材の支援の考え方



※上図では「GX推進のためのグリーン鉄」は、「低CFPの鋼材」の内数としているが、CFPとの関係整理が今後必要

まず、需要家における CFP の活用を促すことで、環境負荷が低い鋼材全般の利用拡大を促す。加えて、GX 推進のためのグリーン鉄（企業単位での追加的な直接的排出削減行動による大きな環境負荷の低減があり、排出削減行動に伴うコストを上乗せした場合には、一般的製品よりも価格が大きく上昇する鋼材）については、政府による優先的調達や政府による購入支援などの政策を重点的に講じ、市場拡大を図っていく。

また、低い CFP の鋼材と、GX 推進のためのグリーン鉄の間の整合的整理ができたならば、政策コストの効率化につながる。このため、GX 価値と CFP の関係について、国内外の CFP の専門家や関係者における今後の真摯な議論を期待し、国際標準化などにつなげていくために、官民で具体的な仕組みの提案や必要な情報提供を行っていくべきである¹⁹。

その上で、専門家の議論の結果妥当なもの認められる場合には、鉄鋼製品について、そうした議論を反映した形で CFP の製品別算定ルールを策定し、併せて国のカーボンフットプリントガイドラインに反映することを検討していくべきである。また、建築物 LCA などの国の施策においても、採用することを検討していくべきである。

GX 投資には、一般には 5 年程度、あるいはそれ以上のリードタイムを要する。2020 年代後半にも鉄鋼業の具体的な GX のプロジェクトを実現していくためには、時間的な猶予はなく、自動車業界からは、20 年代後半から激化が予測される脱炭素競争への備えが急務

¹⁹ 自動車業界からも、「早急に、グローバルに認められる前提で、排出量算定の制度が建付けられることが望ましい」との指摘があった。（第 3 回研究会における日本自動車工業会によるプレゼンテーション）

であるとの指摘があった²⁰。GX 投資判断にあたっては、判断時に政策的方向性について見極められるようにしておくことが重要であり、早期に政策支援の方向性を示すことが求められる。

一方で、CFP についての専門家の議論を経て国際標準化を実現していくには、一定の時間を要すると考えられる。GX 推進のためのグリーン鉄が CFP 上の価値と連動するような基準やルールの確立に向けた取組を進めることを前提として、足下から段階的に GX 推進のためのグリーン鉄に対する需要を喚起していく観点から、供給側や需要側に対する支援措置を現時点から検討し、具体化していくべきである。

²⁰ 第3回研究会における日本自動車工業会によるプレゼンテーション

第4章 CFP と GX 推進のためのグリーン鉄

ISO（国際標準化機構）の議論の状況

先述のとおり、CFP は、自社の製品のサプライチェーン上における CO₂ 排出量を、ライフサイクルアセスメント(LCA)の観点から算定したものである。

ISO（国際標準化機構）においては、LCA の算定方法について標準化が行われている。(ISO 14040:2010、ISO 14044:2010) このうち、「ISO 14040:2010 環境マネジメント—ライフサイクルアセスメント—原則及び枠組み」では、製品・サービスのライフサイクルの定量化された環境評価を行うための一般原則とその枠組みを規定されており、各手順の具体的な要求事項については、「ISO 14044:2010 環境マネジメント—ライフサイクルアセスメント—要求事項及び指針」において定められている。ISO で定められる LCA の算定方法は、温室効果ガスによる環境影響のみならず、化学物質管理や生物多様性など、幅広い環境影響について評価を行う枠組みとなっている。

その上で、温室効果ガスの排出削減・回収量増加への理解や行動を助けるため、製品又はサービスのライフサイクルにおける温室効果ガスの排出量及び吸収及び除去量を算定する際のルールとして、CFP に関する標準化が、「ISO 14067:2018 温室効果ガス—製品のカーボンフットプリント—定量化のための要求事項及び指針」として策定されている。

その上で、ISO においては温室効果ガスの具体的な策定方法として、ISO 14064-1:2018、ISO 14064-2:2019、ISO-14064-3:2019 が策定されている。

このうち、ISO 14064-1:2018 は、組織レベルでの温室効果ガス排出量及び吸収・除去量の目録（インベントリ）を算定し報告する際のルールである。CFP の算定については、組織レベルでの温室効果ガス排出量等と広い意味では整合性を保つ必要性も提案されており、CFP 算定における重要なルールである。

ISO 14064-2:2019 は、排出量削減のためのプロジェクトを実施した場合に、ベースラインとなる温室効果ガスの排出量に対して、そのプロジェクトに係る範囲での温室効果ガス排出削減量及び吸収・除去量の算定を行う際のルールである。

ISO 14064-3:2019 は、CFP、組織インベントリ、プロジェクトごとの GHG 排出削減量などの検証を行う際の、主に認証機関向けのルールである。

表 4 CFP 及び温室効果ガス算定に係る ISO 規格

算定ルール	関係するISO	説明
①カーボン・フットプリント (CFP)	ISO 14067:2018	温暖化ガス (GHG) の排出削減・回収量増加への理解や行動を助けるため、製品又はサービスのライフサイクルにおけるGHGの排出量及び吸収・除去量を算定する際のルール。
②GHG排出量の組織インベントリ	ISO14064-1:2018	組織レベルでのGHG排出量及び吸収・除去量の目録 (インベントリ) を算定し報告する際のルール
③プロジェクトごとのGHG排出削減量	ISO14064-2:2019	ベースラインとなるGHG排出量に対して、プロジェクトレベルでのGHG排出削減量及び吸収・除去量の増加量を算定・計測・報告する際のルール
④GHG算定の認定・検証	ISO14064-3:2019	CFP、組織インベントリ、プロジェクトごとのGHG排出量や削減量を検証する際のルール

こうした形で、CFP を算定するための方法論については、一定程度確立され、ISO による規格化が行われている。

国際イニシアティブにおける議論の状況

持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSD) と世界資源研究所 (WRI) が中心となり設立された「GHG プロトコルイニシアチブ」は、温室効果ガス排出量の算定・報告の基準として GHG プロトコルを策定している。

従来から、GHG プロトコルにおいては、企業の排出量を以下のとおり Scope1～3 に区分している。

- Scope1: 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出 (燃料の燃焼、工業プロセス)
- Scope2: 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
- Scope3: Scope1、Scope2 以外の間接排出 (事業者の活動に関連する他社の排出)

図 15 GHG プロトコルにおける Scope1~3 の概念

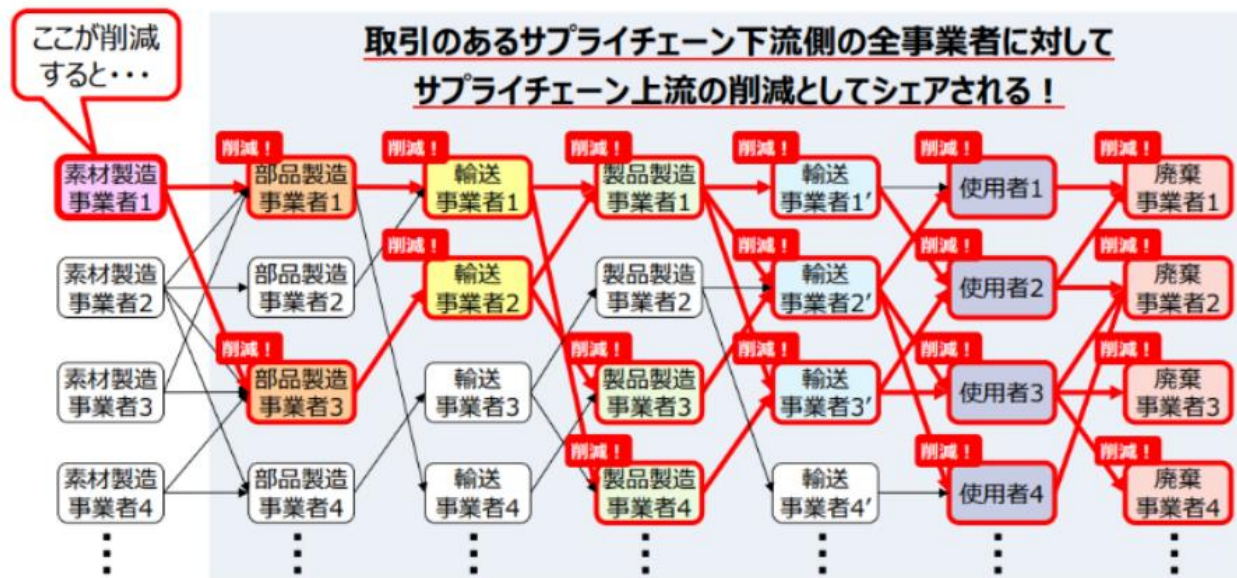


出所：環境省資料（グリーン・バリューチェーン・プラットフォームに掲載）

このうち、Scope 3 は、原材料も含めたサプライチェーン上の排出量を算定するものであり、サプライチェーンの上流での削減は、下流側の排出量削減につながることになる。

図 16 素材産業が温室効果ガスを削減した際のサプライチェーン下流事業者の Scope3 への影響

素材製造事業者1が、排出量を削減したときのイメージ例



出所：環境省資料（グリーン・バリューチェーン・プラットフォームに掲載）

GHG プロトコルは、2028 年に向け、現在、改定作業を行っている。グリーン鉄に関する論点としては、GHG プロトコルにおいては、市場ベースの方法（market-based method）が Scope 2 の算定に使えることは明確化されている一方で、バリューチェーン

(スコープ3) 排出量の算定に使えるかどうかは明確化されていない。この点について、同事務局が行った意見募集手続きにおいては、スコープ3においても市場ベースの方法を活用すべきという意見が提出されている。(ただし、こうした提案に反対する立場からの意見も出されている)

SBTi(The Science Based Targets initiative)は、WWF、CDP、世界資源研究所(WRI)、国連グローバル・コンパクトによる共同イニシアティブであり、企業が温室効果ガスの削減目標を設定することを支援し、認定している。SBTiの各種基準はGHGプロトコルに準拠しているため、今後のGHGプロトコルの改定作業がSBTiへの参加企業の行動に影響を与える可能性がある。

Scope3の算定の在り方については、SBTi自身も2024年7月に環境属性価値証書(※EAC: Environmental Attribute Certificate)²¹を企業のバリューチェーンにおける気候変動目標に活用する方策についてディスカッションペーパーを公表している。

SBTiのディスカッションペーパーにおいては、環境面の主張を裏付けるために、排出抑制活動についてのバリューチェーンにおけるトレーサビリティをどの程度求めるかについては、確立された規範が存在しないとしている。トレーサビリティを確立するための最も堅牢なモデルは、個体保持と物理的分離であり、対極にあるアプローチとしては、ブック・アンド・クレームモデルがあるとしながら、企業の排出抑制戦略における商品証書の活用法について、5つの方法を例示しつつ、それぞれのリスクや留意点を論じている。

表5 SBTiディスカッションペーパーにおける商品証書の活用提案

活用法	リスク等	留意点等
① バリューチェーン上の商品証書を使用する	特になし(最も堅牢なトレーサビリティ)	
② トレーサビリティの低い商品証書を使用する	既に実行済みの追加的の低い取組が支援されるリスク、商品証書の価格が低下するリスク 上流企業の対策追加が停滞するリスク ステークホルダーを誤解させるリスク	脱炭素化につながる蓋然性の高い商品証書を使用する 段階的にトレーサビリティの高いモデルに移行する 透明性を確保した上で、正確な説明を行う
③ カーボン・クレジットをバリューチェーンの排出量削減に使用する	バリューチェーンの排出量削減のために用いる際の確立したルールがない※SBTiはカーボン・クレジットを企業のScope 1及び2の削減に使用することには慎重。	使用方法の検討や、ルールの確立が必要
④ カーボン・クレジットを残余排出量の削減に使用する	炭素回収のカーボン・クレジットを残余排出量の削減に当てることの合理性はあるかもしれないが、議論が必要	バリューチェーンと親和性がある炭素回収のカーボン・クレジットと組み合わせる等
⑤ カーボン・クレジットをバリューチェーン排出量削減以外に使用する	資金面で脱炭素化を支援することに貢献するものの、オフセットと同視されて批判を受けるリスク 追加性に乏しい対策を支援することにつながるリスク	カーボン・クレジットの提供時の妥当性や追加性の基準を設定する。 一定期間より前に行われた取組を支援しない。

出所: SBTi RESEARCH: SCOPE 3 DISCUSSION PAPER, “ALIGNING CORPORATE VALUE CHAINS TO GLOBAL CLIMATE GOALS”(2024年7月)を参照して事務局において作成。リスク・留意点等は一定程度簡略化。

²¹ 環境属性価値証書には、カーボン・クレジットと商品証書を含むとしている。

SBTi のディスカッション・ペーパーで触れられている個体保持や物理的分離といった用語は、いわゆる加工流通過程の管理（Chain of Custody）のルールで規定されている概念である。

加工流通過程の管理（Chain of Custody）は、主に製品原料に係る要求特性がサプライチェーンを通じて確保されているかについてのトレーサビリティを保証するための仕組みであり、関連する ISO として ISO 22095:2020 が 2020 年 10 月に発行されている。

ISO 22095 では 5 モデルが規定されている。このうち、マスバランスモデルとブックアンドクレームモデルでは、規格化に向けた議論を行うための作業部会が設定されている。
(ISO/TC 308/WG 2)

表 6 加工流通過程の管理（Chain of Custody）の概念

用語	説明
①IP モデル(identity preserved model)	材料又は製品が単一ソースに由来し、それらの規定特性がサプライチェーン全体を通して維持される Chain of Custody モデル
②セグリゲートモデル (segregated model)	材料又は製品の規定特性が、最初のインプットから最終アウトプットまで維持される Chain of Custody モデル
③コントロールブレンディングモデル(controlled blending model)	一連の規定特性を有する材料又は製品が、一定の基準に従って、その一連の特性を有しない材料又は製品と混合され、その結果最終アウトプットに既知の割合の規定特性が生じる Chain of Custody モデル
④マスバランスモデル(mass balance model)	一連の規定特性を有する材料又は製品が、定義された基準に従って、その一連の特性を有しない材料又は製品と混合される Chain of Custody モデル
⑤ブックアンドクレームモデル (book and claim model)	サプライチェーン全体を通して、管理記録フローが必ずしも材料又は製品の物理的フローと結び付けられない Chain of Custody モデル

出所：日本規格協会グループウェブサイト（ISO/TC 308）を参照し作成
(https://webdesk.jsa.or.jp/common/W10K0500/index/dev/isopc_308/?dev/isopc_308/)

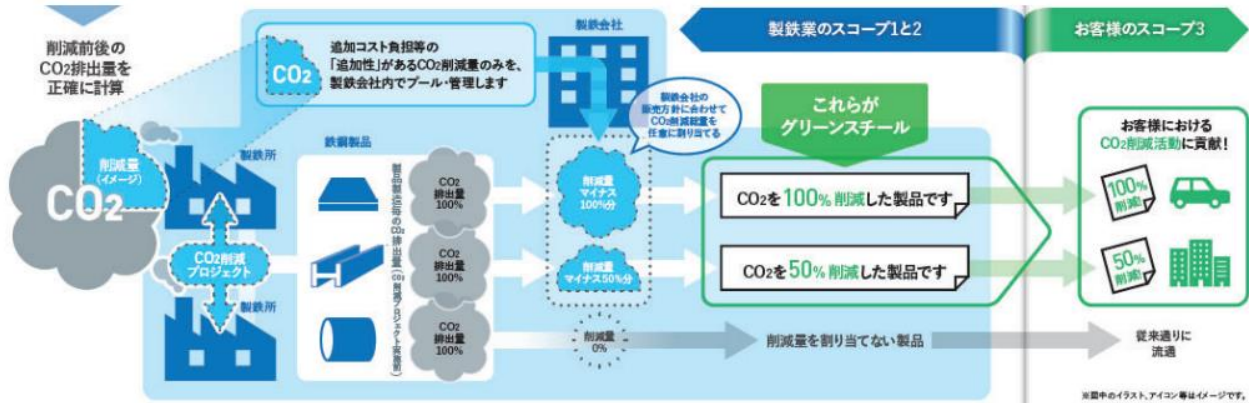
日本鉄鋼連盟による提案

日本鉄鋼連盟は、「グリーンスチールに関するガイドライン」を公表している。これは、追加コスト負担等の「追加性」のある CO₂ の削減プロジェクトを実施する際に、削減前後の CO₂ 排出量を正確に計算し、製鉄会社内でプール・管理した上で、製鉄会社の販売方針にあわせて、CO₂ 削減総量を任意に割り当てるというものである。

CO₂ の削減量を割り当てる前の鉄鋼製品の CFP は、ISO 規格に基づいて算定し、CO₂ 削減プロジェクトについても、ISO 規格に基づいてプロジェクト実施前後での削減量を計

算するとしている。その上で、CO₂削減総量を上限としてCO₂削減量を証書化し割り当てることとしている。

図 17 日本鉄鋼連盟が提唱する「グリーンスチールに関するガイドライン」



出所：日本鉄鋼連盟「マスバランス方式を適用したグリーンスチール」

類似の方法でのグリーンスチールの販売は、欧州の鉄鋼会社からも行われている。アルセロール・ミタル (Xcarb steel certificate)、ティッセンクルップ (bluemint pure)、タタスチールヨーロッパ (Zeremis Carbon Lite) は、CO₂削減量を割りあてた形でのグリーン鉄の販売を行っている。これらのグリーン鉄の認証を行っている、ノルウェーの第三者認証機関である DNV によれば、ブック・アンド・クレイム方式 (又はマスバランス方式) により CO₂削減量を割り当てているとしている。

2024年11月、世界の鉄鋼企業が加盟する団体である worldsteel は、鉄鋼産業における温室効果ガスの管理流通モデルについてのガイドラインを公表した。worldsteel のガイドラインは、追加性の考え方や削減実績量の有効期間などにおいて、日本鉄鋼連盟のガイドラインと細かな相違があるが、CO₂の削減実績量を製品に割り当てていくという考え方を認めている点において、同様の考え方に立っている。

前節で触れたとおり、産業の脱炭素化を進めていくことの困難さを踏まえ、SBTi などにおいては、環境属性価値証書をサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出抑制戦略に活用する方法についての議論を開始している。日本においては GX 製品市場に関する研究会中間整理でも示されているとおり、温室効果ガスの削減実績量に着目し、需要側においても産業の脱炭素化に貢献していくことは重要である。こうした議論を踏まえ、日本鉄鋼連盟が提案するグリーン・スチールガイドラインが、国内外で広く受容され、国際規格や海外の鉄鋼部門の脱炭素化に係る政策に反映されていくことが望まれる。

一方で、日本鉄鋼連盟のグリーン・スチールガイドラインは、温室効果ガスの削減実績量に着目し、「削減総量の中から製鉄会社の販売方針に沿って割り当てる」という考え方をとっているため、CFPの考え方においてどのように位置づけるのか明確ではない。

この点に関して、日本鉄鋼連盟からは、補論4のような形で、CFPとの関係を整理することについて提案があった。

日本鉄鋼連盟の提案は、脱炭素化の移行期において、GX推進のためのグリーン鉄を購入して脱炭素化社会の実現を支援したいという需要家に対して、製品単位でのGHG排出量(CFP)の削減というインセンティブを与えようとするものである。本研究会においては、日本鉄鋼連盟の提案について、複数の委員から賛成する意見があった。

こうした手法がLCAやCFP、GX推進の考え方などに照らして妥当なものであるかは、専門家による議論が行われるべきである。そうした議論の結果妥当なものと認められる場合には、鉄鋼製品について、そうした議論を反映した形でCFPの製品別算定ルールを策定し、併せて国のカーボンフットプリントガイドラインに反映することが考えられる。また、建築物LCAなどの国の施策においても、採用していくことが考えられる。

また、自動車業界や不動産業界など需要家においては、欧州など外国市場に製品を輸出し、あるいは外国からの投資を受けているところ、官民の努力により国際的な理解促進を図った上で、排出削減行動を伴うGX推進のためのグリーン鉄が、CFPが低いものと評価される国際的な標準等が確立されることが重要である。このため、今回の日本鉄鋼連盟の提案や、ISO 22095:2020(加工流通過程の管理—一般的な用語とモデル)におけるマスバランスやブック・アンド・クレームの考え方をCFPに反映させる方法等についても整理がなされ、国内外の各種ルールに反映していくように働きかけていくことが重要となる。

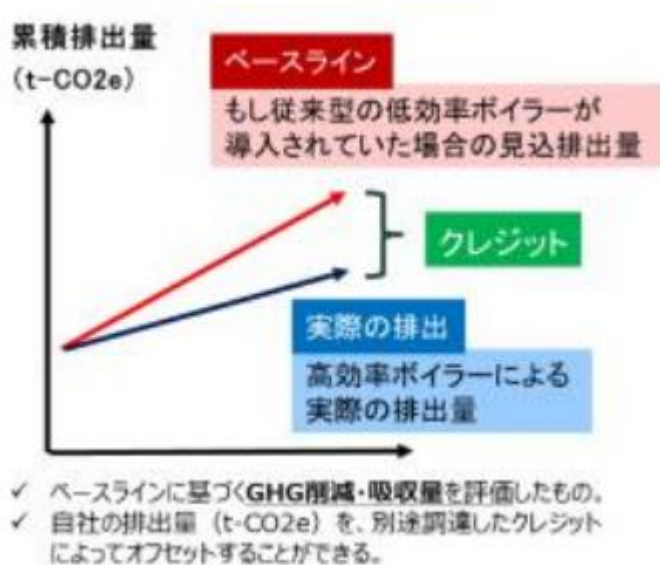
なお、日本鉄鋼連盟の提案を実行に移すにあたっては、運用ルールなどの詳細を更に決めていくことが必要と考えられ、また、関係事業者においても、CFPに係るデータの整備などの準備が必要と考えられる。また、日本鉄鋼連盟の提案の運用を開始する場合には、消費者を含め需要家に対しては適切な情報開示を行い、GX推進のためのグリーン鉄の理解促進活動も併せて行っていくことが重要と考えられる。

コラム2：カーボン・クレジット

CO₂削減量に着目し、経済的に取引可能にしたものとして、カーボン・クレジットがある。カーボン・クレジットは、プロジェクトレベルのGHG排出削減量を算定し、その削減量をクレジット化して取引できるようにしたもの。国内においては経済産業省・環境省・農林水産省が制度管理者となり、2013年からJ-クレジットが運営されており、省エネ・再エネ・森林等を対象に幅広くカーボン・クレジットを認証している。

カーボン・クレジットは組織の排出総量（Scope 1 及び 2）の調整に用いられることもある。温対法においては、カーボン・クレジット（制度で認められたものに限る）を調達し、調整後温室効果ガス排出量の算定の際に控除することが可能である。なお、事業者がカーボン・クレジットを創出した上で、他事業者に移転した場合には、その移転分を調整後温室効果ガス排出量の算定の際に加算して報告する必要がある。

図 18 クレジットの考え方



出所 カarbonニュートラルの実現に向けたカーボン・クレジットの適切な活用のための環境整備に関する検討会「カーボン・クレジット・レポート」（2022年6月）

日本鉄鋼連盟によるグリーン・スチールガイドラインにおけるCO₂削減証書は、それ自身を流通させることは想定していない。また、組織レベル排出総量（Scope 1 及び 2）の調整に使われるカーボン・クレジットではなく、鋼材を購入した需要家におけるScope 3排出量において、CO₂削減証書を活用可能であるとしている。

コラム3：サプライチェーン上の企業の取組支援

カーボン・インセッティングは、サプライチェーンの排出量を削減することを目指して、企業が他企業における排出量削減効果を支援する取組であり、典型的には、植林や再生エネの利活用支援のために、サプライチェーンに関係する企業が他企業の取組を支援することが例として上げられる²²。

こうした活動の一環として、航空貨物運送業界におけるバイオ燃料利用などの取組なども行われ始めている。荷主側は貨物運送会社がバイオ燃料を使用することを支援し、通常の運送料に加えてプレミアムを加算して支払う。航空貨物運送会社は、荷主の貨物運送に用いる航空機材に物理的にバイオ燃料を用いるものではないが、ブック・アンド・クレイム方式を活用して、実際にバイオ燃料を使用した量の範囲で、プレミアムを申し受けている。

電力証書を、ブック・アンド・クレイム方式の一つと捉える見方もある。

²² World Economic Forum の説明による

(<https://www.weforum.org/stories/2022/03/carbon-insetting-vs-offsetting-anexplainer/>)

第5章 今後に向けて

これまでの検討を踏まえ、本研究会としては、以下に取り組むことが適当と考える。

① GX 価値の訴求と国際標準等への反映

鉄鋼業の脱炭素化やカーボンニュートラル社会の実現を目指す上では、鉄鉱石からの還元時に排出される温室効果ガスの削減が必須であり、GX 投資によって、従来のプロセスから大幅に温室効果ガスを削減していくことの重要性について、需要側への理解促進活動を図る。

この観点から、worldsteel や民間の国際イニシアティブとも連携し、温室効果ガス削減の価値をサプライチェーン上で評価していくことの重要性を国内外で広く共有していく。鉄鋼業界においても、理解促進活動を行っていく。

また、GX 推進のためのグリーン鉄が、ISO などの国際的な標準等の下で、製品の CFP が低いものと評価される手法について、日本鉄鋼連盟から提案されたアプローチについて更に検討を行い、官民で具体的な仕組みの提案や必要な情報提供を行うことで、国内外の専門家・関係者と国内外の CFP の専門家や関係者における今後の真摯な議論の促進を図る。

その際、温室効果ガスの算定手法として国内外で広く活用されている GHG プロトコルや、ISO などの国際規格化作業における議論との連携を図っていく。

専門家の議論の結果妥当なものと認められる場合には、鉄鋼製品について、そうした議論を反映した形で CFP の製品別算定ルールを策定し、併せて国のカーボンフットプリントガイドラインに反映していく。また、建築物 LCA などの国の施策においても、採用することを検討していく。

② 鋼材における CFP の活用拡大

GX 価値の重要性についての理解促進活動も行った上で、需要家における CFP の活用を促すことで、環境負荷が低い鋼材全般²³の利用拡大を促す。こうした取組の中で、

²³ 低 CFP の鋼材の中においても、CFP の数値に応じてクラス分けを行っていくべきという意見があった。

鉄スクラップから電炉プロセスで生産された鋼材についても、可能な限り有効に活用されていくことを図る。

なお、GX 価値を既存の CFP の考え方と統合的な形で表現するための手法が整理された際には、CFP の活用拡大が GX 推進のためのグリーン鉄の普及拡大にも資することになり、政策コストの効率化にもつながることになる。

また、鉄鋼業界においても、鋼材の CFP に係るデータの整備や開示を進めていくことが求められる。

非化石証書を活用した電力を使用した鋼材については、非化石エネルギーの拡大というエネルギー政策の観点から議論されるべきものであり、鉄鋼業から直接排出される温室効果ガスの排出量を GX 投資によって削減することを主に論じてきた本研究会としては、主として扱うテーマではない。一方で、非化石証書を活用した鋼材について、非化石証書の鋼材への割り付け方等の運用方法については様々な方法が考えられ、運用の透明性を確保する上でも、鉄鋼業界内で広く議論が行われ、検討が深まっていくことが期待される。

③ GX 推進のためのグリーン鉄に対する需要側も含めた政府支援

企業単位での追加的な直接的排出削減行動による大きな環境負荷の低減があり、排出削減行動に伴うコストを上乗せした場合には、一般的な製品よりも価格が大きく上昇する鋼材（こうした鋼材を「GX 推進のためのグリーン鉄」という。）については、技術開発や設備投資に対する支援や、生産時の税制措置を行っているが、それでも従来製品よりも原料・エネルギーコストが高く、価格が上昇することが予想される。このため、少なくとも初期においては、政府による優先的調達や政府による購入支援などの政策を重点的に講じ、市場拡大を図っていく。

具体的には、グリーン購入法などによる政府による優先的調達に加えて、消費者に対する補助金でもある CEV²⁴補助金において、環境負荷の低い鋼材の利用に取り組む自動車製造事業者（OEM）が、GX 推進のためのグリーン鉄の採用に計画的に取り組

²⁴ CEV : Clean Energy Vehicle

み、鉄鋼業の脱炭素化²⁵に貢献することを考慮するインセンティブを設けていくべきである。

なお、GX 投資によって、従来のプロセスから大幅に温室効果ガスを削減していくことの重要性について、最終需要家を含む需要側への理解促進活動を図ることは重要であることから、市場拡大のための支援策やインセンティブを設けるにあたっては、GX 推進のためのグリーン鉄の利用拡大についての最終需要家を含む需要側への理解促進活動への協力を求めていくことが適切である。

④ 技術開発、鉄スクラップの有効活用促進

GX 推進のためのグリーン鉄は、とりわけ初期においては従来製品よりも価格が高くなる傾向があるが、引き続き複線的な技術開発や設備投資支援、税制措置など供給側への支援を行うとともに、更なるコストの低減に向けた対応を検討していく。

また、関係事業者間の更なる連携を通じて、鉄スクラップの有効活用を促進していく。

GX 推進のためのグリーン鉄研究会は、本とりまとめをもって一旦活動を終了するが、本研究会のようにグリーン鉄のユーザー業界と鉄鋼業界が一堂に会する場において、GX 推進のためのグリーン鉄の市場拡大に向けた取組の進捗状況を確認し、更なる対応策について検討していくことは有意義である。本研究会終了後も、経済産業省において、関係省庁とも連携の上で、そうした取り組みを継続していく。

また、自動車産業や建設業界においては、鋼材以外にも多くの素材を組み合わせることで最終製品の生産や建築物の建設を行っている。最終製品や建築物の CFP が、国際標準に基づいて運用されることのニーズもあることから、他素材についても GX 価値などの価値の認証・表示ルールに向けた進捗状況の確認を行っていくことが望ましい。

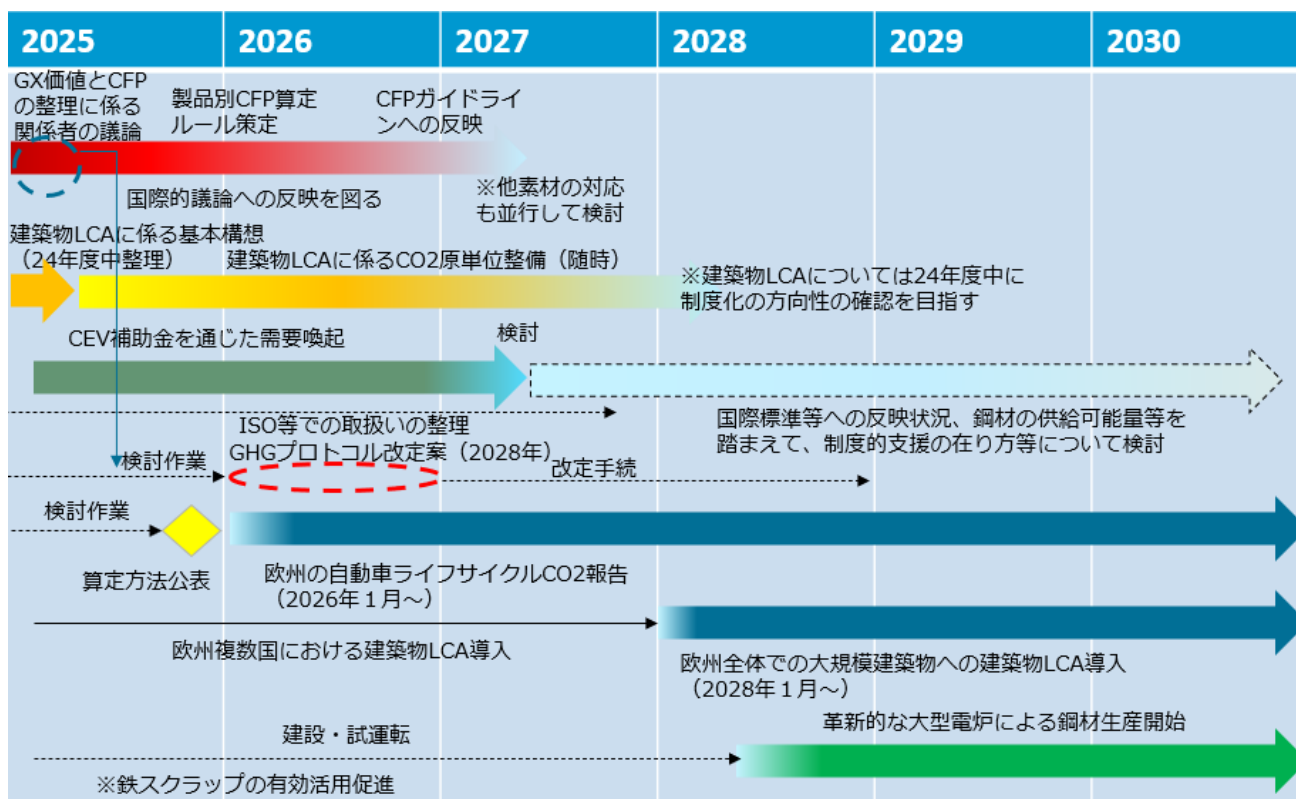
国内において鉄鋼業の具体的な脱炭素化に向けた GX 投資が進められようとしていること、また、世界的にも鉄鋼業の脱炭素化の必要性が強く認識されはじめ、関係するルール

²⁵ GX 推進のためのグリーン鉄の調達を重視するとともに、環境負荷の低い鋼材を調達していく行動も脱炭素化に貢献していくこととして一定の評価を与えることが適当である。

作りも動き出そうとしていることから、GX 推進のためのグリーン鉄の市場拡大に向けては、現時点の行動が大きな意味を持つ。本研究会の検討結果を踏まえ、政府や関係者の早期の行動が求められる。

図 19 GX 推進のためのグリーン鉄の市場拡大に向けた今後のアクション

※本図は関係者による早期の行動の必要性についての認識共有を促すためのイメージ図であり、実際の今後のスケジュールについて予断を与えるものではない。



補論 1 還元鉄について

はじめに

鉄は自然界には鉄鉱石（酸化鉄（ Fe_2O_3 等））の状態が存在しており、還元することによって鉄を取り出す。（第 1 章参照）

従来の高炉法では、還元のプロセスと、鉄分を溶解して銑鉄とするプロセスとを同じプロセス内で行っていた。しかし、製鉄プロセスの脱炭素化が求められるようになる中で、従来から天然ガスの調達が容易な地域で普及していた、直接還元製鉄というプロセスも注目されるようになった。

具体的な方法としては、直接還元プラントに鉄鉱石を投入し、プラント内に天然ガスや水素ガスを吹き込むことにより、鉄鉱石から酸素を取り除く。得られた直接還元鉄（DRI）は電炉によって溶解する。

仮に水素ガスを用いて鉄鉱石を還元し、かつ、その後の溶解プロセスで、 CO_2 フリーの電気を用いた電炉を使用すると、製鉄プロセスではほぼ二酸化炭素が出ない。一方、現行の技術では、鉄分が低い、又は不純物である SiO_2 や Al_2O_3 等を多く含む低品位鉄鉱石由来の直接還元鉄を電炉で誘拐する際に、Fe がスラグに流出する割合が大きくなるという制約がある。

鉄鉱石の分類について

鉄鉱石は粒度によっていくつかの種類に分類される。

- ・塊鉱（Lump）（①）…直径 6.3 mm～32.0 mm、高炉に直接投入される。
- ・シンターフィード（SFF）（②）…直径 0.15mm～6.3mm 塊鉱を砕き一定程度選鉱したもので、流通量も多い。焼結してから高炉へ投入する必要があるが、焼結技術の向上に伴い、日本の高炉メーカーでは最もよく使われる種類の鉄鉱石となっている。（シンターフィードに石灰石を加えて 1300 度で焼き固め、5～25 mm の均一な塊にしたものを焼結鉱（④）と呼ぶ）
- ・ペレットフィード（PFF）（③）…直径 0.15mm 以下。ペレタイジングしてから高炉へ投入。（ペレットフィードに水と粘結剤を加えて 10～30mm の球状にし、焼き固めたも

のをペレット (⑤) とよぶ。直接還元炉ではこのペレットをガス等で還元し、還元後の鉄は DRI (直接還元鉄 : Direct Reduced Iron) (⑥) と呼ばれる。長距離輸送での発火リスクを抑えるためにブリケット化したものが HBI (Hot Briquetted Iron) である

図 20 様々な種類の鉄鉱石



①塊鉄



②シンターフィード



③ペレットフィード



④焼結鉄



⑤ペレット



⑥DRI(Direct Reduced Iron)

出所 第2回 GX 推進のためのグリーン鉄研究会 住友商事株式会社説明資料

鉄鉱石の品位について

鉄鉱石には、鉄分だけでなく不純物も含まれている。不純物は鉄鋼の品質に大きく影響を与え、その除去やコントロールは製鉄プロセスにおいて重要な要素を占める。たとえば、シリカ (SiO_2) は、融点が高く、含有量が多いとエネルギーもより多く消費してしまう。またそのほかにも、リン (P) や硫黄 (S) なども、鉄鋼製品に悪影響を与える不純物として知られている。

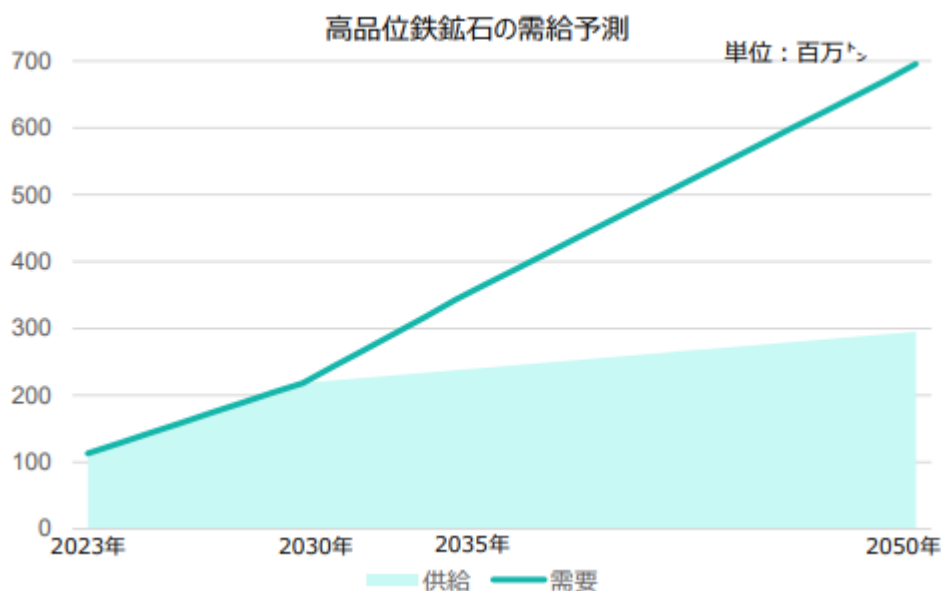
直接還元炉は、還元が機能であり不純物除去の機能はなく、また電炉もスラグ化に伴う Fe の流出が大きくなることから、DRI 用の鉄鉱石は鉄分の割合がなるべく高く、不純物の割合が低いものが求められる。具体的には、現行の技術では「鉄(Fe)67%以上/シリカ(SiO₂)+アルミナ (Al₂O₃) が 2.2%以下」の鉄鉱石が最適とされているが、この高品位鉄鉱石を生産することができる鉱床は、ブラジル・カナダなどの一部地域に限られる。

今後の鉄鉱石の需給について

脱炭素化の進展に伴い、世界の粗鋼生産量に占める電炉鋼の割合は今後、上昇していくとみられている。他方、世界の粗鋼の需要量は今後も増加する見通しであり、引き続き鉄鉱石の還元は必要になると見込まれており、直接還元炉での鉄鉱石の還元は、鉄鋼業の脱炭素化のために重要な役割を果たすと考えられている。

しかし、前述のとおり直接還元炉での還元には鉄鉱石品位などの制約があるため、IEA が描く NZE (Net Zero Emission) シナリオを達成しようとする、2035 年以降、高品位鉄鉱石は不足するとの分析もある。

図 21 高品位鉄鉱石の需給予測



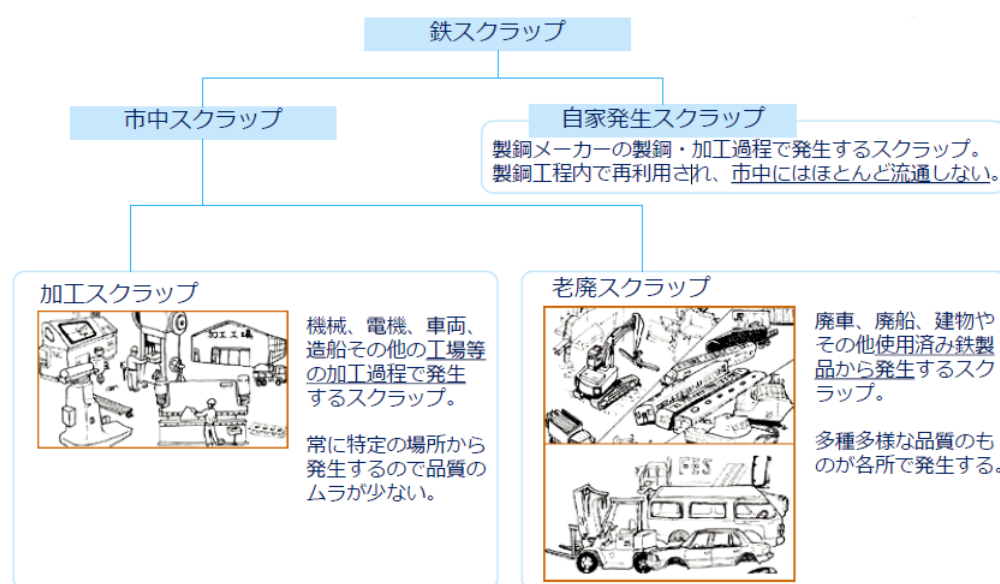
出所 第 2 回 GX 推進のためのグリーン鉄研究会 住友商事株式会社説明資料

補論2 日本の鉄スクラップについて

鉄スクラップの発生源・種類について

鉄スクラップの発生源について、自家発生スクラップと市中スクラップに大別され、さらに市中スクラップは加工スクラップと老廃スクラップに分類される。自家発生スクラップは、製鋼メーカーの製鋼・加工過程で発生する。製鋼工程内で再利用されるため、市中にはほとんど流通しない。加工スクラップは、機械、電機、車両、造船その他の工場等の加工過程で発生する。また、常に特定の場所から発生するので品質のムラが少ない。老廃スクラップは、廃車、廃船、建物やその他使用済み鉄製品から発生する。多種多様な品質のものが各所で発生する。

図 22 鉄スクラップの発生源・種類



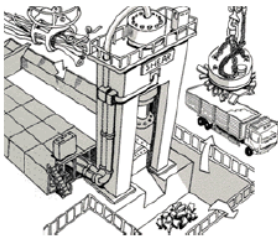
出所 第3回 GX 推進のためのグリーン鉄研究会 日本鉄リサイクル工業会説明資料

鉄スクラップの加工、流通について

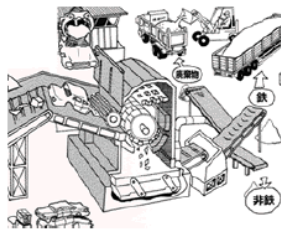
次に鉄スクラップの加工、流通について、鉄スクラップの収集の形態は様々である。専門の回収業者が集荷したり、建物や自動車等の解体業者が鉄以外の付着物がある程度取り除いたものを鉄スクラップ加工処理業者に納入する。鉄スクラップ加工処理業者にて切断・破碎・プレス等の加工を行うのが一般的である。

図 23 鉄スクラップの加工方法

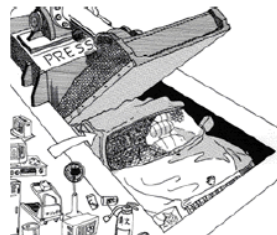
シャーリング加工(切断)



シュレッダー加工(破碎)



プレス加工



出所 第3回GX推進のためのグリーン鉄研究会 日本鉄リサイクル工業会説明資料

鉄スクラップの種類について

鉄スクラップについては、加工方法や厚み、寸法、重量によって区分されている。

ヘビー：ギロチンシャー、ガス溶断、重機などでサイジングしたもの。

プレス：主として鋼板加工製品を母材にしてプレス機により圧縮成形した直方体状のもの。

シュレッダー：主として鋼板加工製品を母材にしてシュレッダー機により破碎したあと磁気選別機で選別されたもの。

新断：鋼板加工製品を製造する際に発生する切りくず及び打ち抜きくず。

鋼ダライ粉：ネジ、機械部品などを製作する際に発生する切削くず及び切り粉。

高品位スクラップについて

鉄鋼製造プロセスにおける CO₂ 排出量を減らすため、革新的な電炉の導入や、高炉・転炉法における鉄スクラップ投入量増量が計画・実施されている。電磁鋼板、自動車鋼板等の高機能な鉄鋼製品の生産に活用できるスクラップは、不純物（特にトランプエレメント：Cu、Sn 等）の少ない鉄スクラップ、いわゆる「高品位スクラップ」である。現状、鉄スクラップに含まれる不純物量を評価する方法がないことから、鉄スクラップの品位は、形状や出所で判断されているため、高品位スクラップは、出所が明らかであることが求められる。そのため加工工場から発生する鉄スクラップや、解体物件から出る建築用鋼材の鉄スクラップ等が要件に当たり、品種としては、「HS」、「新断」が高

品位スクラップにあたる。「シュレッダースクラップ」も高品位スクラップとして評価されることもある。

鉄スクラップの需給

2023年度の鉄スクラップの供給と消費について図26に示す。鉄スクラップの供給量は、鉄鋼メーカーの消費量から算出している。自家発生約1200万トン、国内購入スクラップ約25,454万トン(78.8%)、輸出約6,851万トン(21.1%)である。自家発生約1200万トンは市場に出ないものであり、約3200万トンが市場に出る中で、約2割の680万トンは輸出されている。

図24 鉄スクラップの供給

供給合計 約44百万トン 単位：1,000トン

供給	自家発生 12,165			国内購入スクラップ° 25,454 (78.8%)					輸出 6,851 (21.1%)	
	転炉工場 7,480	電炉工場 2,526	鋳物工場 2,160	加工スクラップ° 7,142 (28.9%)	老廃スクラップ° 17,807 (71.1%)			老廃スクラップ° 5,481	その他 1,370	
				発生元→	自動車 (9.6%)	機械 (31.4%)	容器 (2.9%)	建築 (23.8%)	土木 (20.3%)	その他 (12.0%)

国内消費合計 約37百万トン

消費	転炉用 8,778	電炉用 23,290	鋳物用他 4,572	その他 526
----	--------------	---------------	---------------	------------

出所：日本鉄源協会「鉄源年報」、経済産業省、日本鉄鋼連盟、財務省、日本鉄源協会等の調査による推計値

参考として2014年から2023年の鉄スクラップの消費について表7に示す。

表7 日本の鉄スクラップの消費量

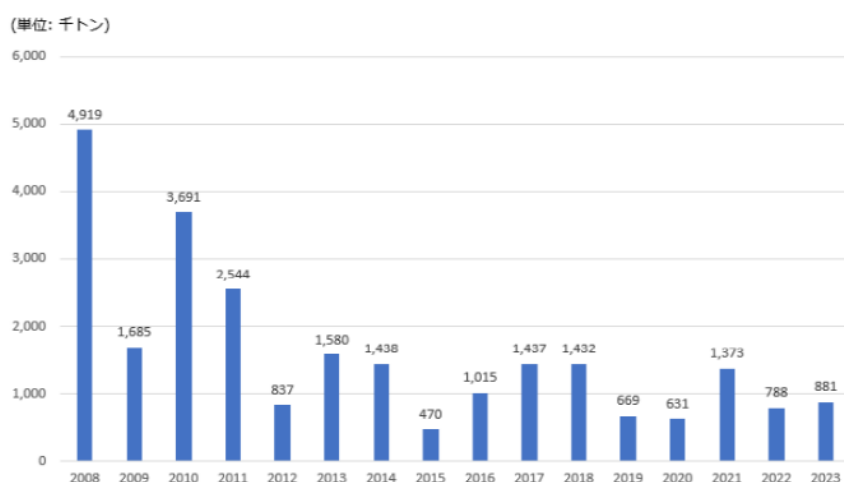
(単位：1,000トン)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023 比率
転炉用	10,365	8,622	9,694	10,381	10,333	9,244	7,762	9,999	8,656	8,731	23.6%
電炉用	26,505	24,904	23,872	25,397	26,180	24,438	21,417	24,748	24,112	23,096	62.4%
鋳物用	5,139	4,924	4,844	5,163	5,233	4,988	4,126	4,704	4,609	4,670	12.6%
その他	787	757	796	834	955	773	579	521	580	521	1.4%
合計	42,797	39,207	39,206	41,776	42,702	39,443	33,883	39,971	37,957	37,018	100.0%

出所：経済産業省、日本鉄源協会

高炉メーカーの市中スクラップ購入量について、今後、上述したように鉄鋼製造プロセスにおけるCO₂排出量低減のため、高炉メーカーによるスクラップ利用量の増大、および市中スクラップの購入量増大の可能性はあるが、2023年においては大きな変化はない。

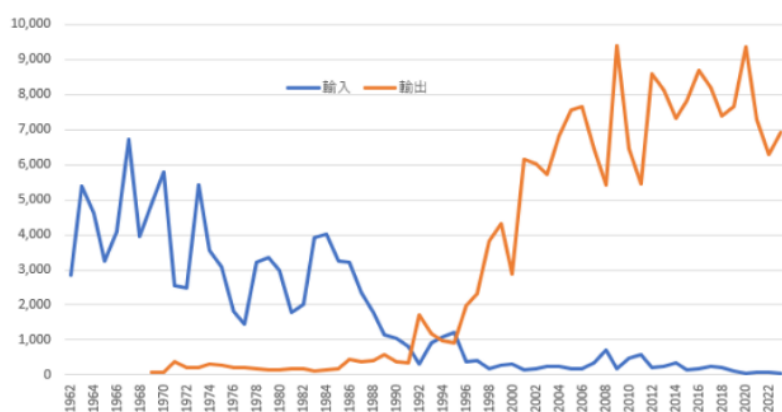
図 25 高炉メーカーの市中スクラップ購入量推移（2008年～2023年）



出所：日刊市況通信社（推定値）

鉄スクラップの輸出・輸入について、1992年頃から日本は輸出超過に転じている。近年は700万から800万トンが輸出されている。輸出先については、2000年頃は中国向けが多かったが、現在は向け先の多様化が進んでおり、中でも韓国とベトナムが6割を占めている。

図 26 鉄スクラップの輸出量・輸入量



出所：財務省貿易統計

補論3 CFP（カーボンフットプリントとは）

はじめに

カーボンニュートラルを実現するためには、個々の企業の実践のみならず、サプライチェーン全体での排出削減を進めていく必要がある。サプライチェーン全体での排出量削減の実現には脱炭素・低炭素製品（グリーン製品）が選択される市場の存在が必要であり、その基盤として製品単位の GHG 排出量であるカーボンフットプリントを見える化する仕組みが不可欠である。

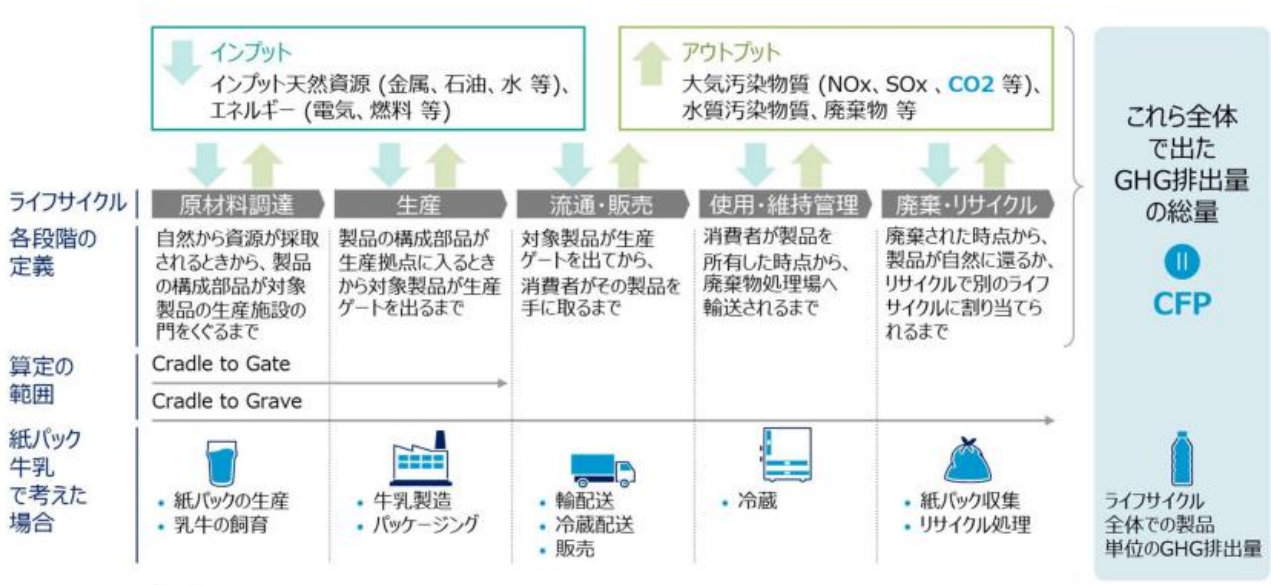
企業を取り巻く環境も大きな変化を迎えており、顧客企業、消費者、金融市場、政府等の様々なステークホルダーから、サプライチェーン全体における排出量の見える化が求められており、企業価値を左右する評価指標となりつつある。

また、欧州をはじめとした海外では、戦略的に CFP の把握や排出量削減をしている企業もあり、日本の産業の競争力の維持・向上のためには積極的に CFP に取り組むことが不可欠。

CFP の定義と内容

CFP とは、「気候変動への影響に関するライフサイクルアセスメント（LCA）に基づき、当該製品システムにおける GHG の排出量から除去・吸収量を除いた値を、CO₂ 排出量相当に換算したもの」と定義されている（ISO14067：2018）。つまり CFP は、原材料の調達から、生産、流通・販売、輸送、廃棄・リサイクルといった製品のライフサイクルステージの各段階において排出される GHG 排出量から除去・吸収量を除いた総量を表す指標である。

図 27 CFP とは



出所 サプライチェーン全体でのカーボンニュートラルに向けたカーボンフットプリントの算定・検証等に関する検討会「カーボンフットプリント レポート」(2023年3月)

上述した ISO 14067 : 2018 は CFP の基本的な算定ルールが定められた国際標準規格である。本規格内には、排出量を製品に配分する方法についての説明が記載されており、「配分 (Allocation) は可能な限り回避しつつ、配分を行う際にはなるべく物理的な関係によること、それが難しい場合には、例えば共製品との経済価値によって配分されること」とされている。

CFP と Scope1, 2, 3 の算定

CFP と GHG Protocol Scope1, 2, 3 算定は製品単位か組織単位かという点異なる。また対象範囲、排出量の整理方法や参照すべきルールが異なっている。

一方で、CFP は GHG Protocol Scope3 算定における、サプライチェーン全体における上流分の購入した製品・サービス由来の排出量 (カテゴリ 1) の算定に使うことや、下流の販売した製品の使用に伴う排出量 (カテゴリ 11) の算定に活用することが可能な関係性となっている。

図 28 CFP と Scope1, 2, 3 の対照表

	CFP	GHG Protocol Scope1,2,3
算定の粒度	製品単位のGHG排出量	組織単位のGHG排出量
算定の対象範囲	ライフサイクル全体、または製品の生産まで	サプライチェーン全体 (Scope1+Scope2+Scope3)
排出量の整理方法	原材料調達、生産、流通、販売、使用、維持管理、廃棄、リサイクルに分けて考える <ul style="list-style-type: none"> • Cradle to Gate：生産までを算定対象 • Cradle to Grave：廃棄・リサイクルまでを算定対象 各段階についてプロセスを分解し、各プロセスにおけるGHG排出量(除去・吸収量)を計算し、合算する	<ul style="list-style-type: none"> • Scope1は事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス) • Scope2は他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出 • Scope3はScope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出) <ul style="list-style-type: none"> - 15のカテゴリに分類され、それぞれにおいて算定方法が決められている
主な国際的なルール	<ul style="list-style-type: none"> • ISO14067 • Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 	<ul style="list-style-type: none"> • Corporate Accounting and Reporting Standard (Corporate Standard) • Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard

出所 サプライチェーン全体でのカーボンニュートラルに向けたカーボンフットプリント算定・検証等に関する検討会「カーボンフットプリント レポート」(2023年3月)

補論 4 日本鉄鋼連盟による提案

はじめに

日本鉄鋼連盟の「グリーンスチールに関するガイドライン」については、証書として発行した CO2 削減実績量の反映対象を、購入企業の Scope3 排出量としている。

第 4 回研究会（2024 年 12 月 17 日）を前に、日本鉄鋼連盟から、製品の CFP を低減することで GX 推進のためのグリーン鉄の需要拡大を図っていく観点から、グリーンスチールに関するガイドラインをさらに見直していく考え方について検討状況の説明があり、以下の内容を第 4 回研究会において研究会事務局から説明した。

GHG 排出量の配分方法

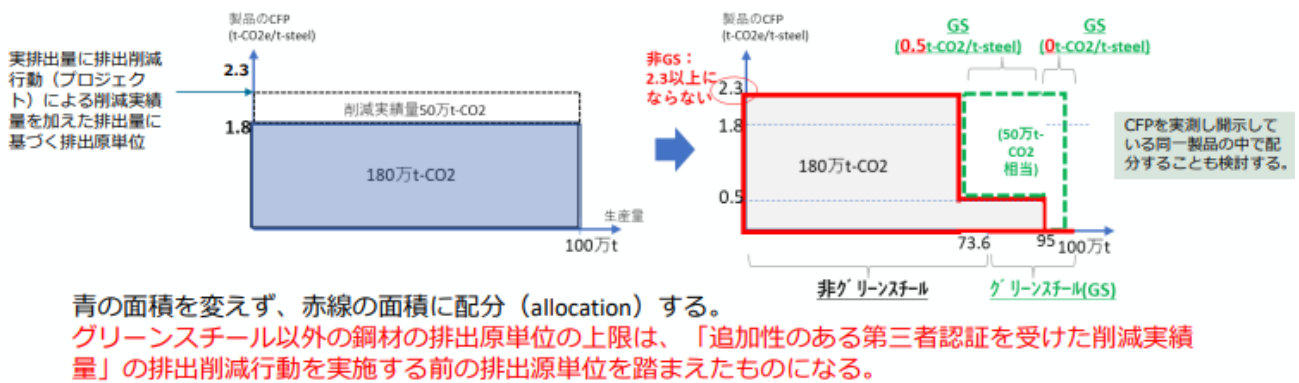
日本鉄鋼連盟から提案があった方法は、ISO 14067:2018（CFP の国際標準）及び ISO 14044:2006（LCA の国際標準）に明記されている「配分（Allocation）」に整合する手法として整理するものである。

この考え方は、温室効果ガスの総排出量（排出原単位×生産量）を変えない範囲で、応分の経済的価値（対価）を支払ってでも GX 推進のためのグリーン鉄を購入したいという顧客のニーズを踏まえて、鋼材の排出原単位を任意に設定するというものである。

この排出原単位の設定にあたっては、いずれの鋼材についても、実排出量に温室効果ガス排出削減行動による削減実績量を加えた排出量に基づく排出原単位を上回らないように設定する²⁶。鋼材ごとの排出原単位は、温室効果ガスの総排出量（排出原単位×生産量）を変えないように行うため、このような排出原単位の上限を設定することによって、GX 推進のためのグリーン鉄として排出原単位を引き下げる鋼材の範囲や引き下げ幅が、削減実績量に基づいて設定されることになる。

²⁶ CFP を実測し開示している同一製品の中で配分することも検討する。なお、この設定方法においては、実測値より高い排出原単位を、削減実績量の範囲内で設定することにより、初めて GX 推進のためのグリーン鉄に割り当てる排出削減量が捻出されることになる。

図 29 日本鉄鋼連盟が提案する温室効果ガスの配分方法



出所 日本鉄鋼連盟

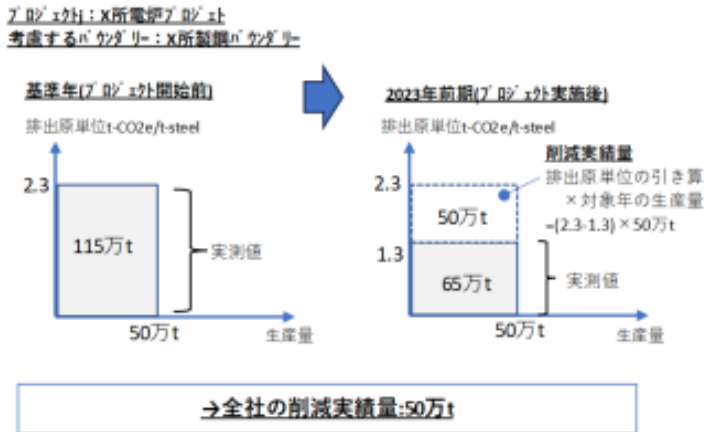
排出削減行動（プロジェクト）を開始する前の基準年における排出原単位は、実測値（排出量を生産量で除する）に基づき設定する²⁷。

排出削減行動（プロジェクト）を開始する前の排出原単位を設定するものは、生産プロセスにおけるGHGの排出削減を目的に実施される排出削減行動（プロジェクト）であって、実施によって実現される削減量を適切に特定できるものに限定し、その妥当性については第三者による検証を経ることとしている²⁸。

²⁷ 基準年における排出原単位に生産量を乗じたものから、実排出量を引いたものが排出削減量となる。

²⁸ 従来省エネに取り組んで来なかった事業者を不必要に優遇することがないように、客観的な上限を設定することも考えられる。

図 30 日本鉄鋼連盟が提案する排出削減量の算定方法



出所 日本鉄鋼連盟

こうした配分を行う理由として、日本鉄鋼連盟は、鋼材の需要家が生産プロセスの排出削減行動（プロジェクト）を支援し、鋼材使用に伴う排出削減量を下げたいというニーズに応えるためとしている。

鉄鋼の生産拠点は分散しており、需要家との輸送距離などを考えると、生産者側が特定の需要家に対して 特定量の鋼材を供給するために排出削減行動（プロジェクト）を実施することは難しい。

ISO 14044 などにおいては、配分（Allocation）は可能な限り回避しつつ、配分を行う際にはなるべく物理的な関係によること、それが難しい場合には、例えば共製品との経済価値によって配分することとされている。

日本鉄鋼連盟の提案においては、顧客側において生産プロセスにおける脱炭素プロジェクトの実施場所を任意に指定することは難しく、かつ、GX 推進のためのグリーン鉄に対して応分の経済的価値（対価）が支払われることを理由に、GHG 排出量を配分することとしている²⁹。

²⁹ 一般的な製品においては、機能の高さに応じて経済的価値が生じるが、GX 推進のためのグリーン鉄の場合、GHG 排出量が少なくなるという点について経済的価値が生じると考えられる。

委員等名簿

(委員)

- 秋元 圭吾 公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
- 稲葉 敦 一般社団法人 日本 LCA 推進機構 理事長
- 工藤 拓毅 一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 理事 (※座長)
- 原 郁子 公益社団法人 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会 理事
- 吉高 まり 三菱 UFJ リサーチコンサルティング フェロー

(オブザーバー)

- 伊吹 隆直 一般社団法人日本鉄鋼連盟 常務理事
- 上田 博之 一般社団法人 日本建設業連合会 建築設計委員会 構造設計部会長
- 沖本 伸一 JFE 条鋼株式会社 取締役
- 折橋 英治 日本製鉄株式会社 常務執行役員 グリーン・トランスフォーメーション推進本部長
- 加藤 貴己 一般社団法人日本自動車工業会 調達部会 部会長
- 小林 広泰 三井物産株式会社 鉄鋼製品本部 インフラソリューション事業部 部長
- 田中 聡 伊藤忠丸紅鉄鋼株式会社 取締役 兼 常務執行役員
- 田邊 桂祐 阪和興業株式会社 エネルギー第3部長
- 丹羽 哲也 大同特殊鋼株式会社 執行役員 ESG 推進統括部長
- 手塚 宏之 JFE スチール株式会社 専門主監
- 中本 晋 株式会社メタルワン グリーントランスフォーメーション戦略室長
- 松王 淳 住友商事株式会社 鉄鋼 GX SBU 長

宮岡 伸司 株式会社神戸製鋼所 取締役執行役員
柳澤 宏 豊田通商株式会社 メタル+ (Plus)本部 COO メタルソリューション SBU
山本 有 一般社団法人不動産協会 環境委員会 副委員長

(他省庁)

河田 陽平 環境省環境再生・資源循環局総務課 資源循環ビジネス推進室長
前田 亮 国土交通省住宅局 参事官 (住宅企画担当)

(事務局)

経済産業省製造産業局及びGXグループ

開催経緯

第1回（2024年10月17日）

議題

本研究会の設置について
鉄鋼業を取り巻く状況について
国際機関へのヒアリング（国際エネルギー機関）

第2回（2024年11月7日）

議題

事務局からの説明（製造プロセスのCO₂発生量の表示・削減実績量などについて）
関係者ヒアリング（日本製鉄株式会社、JFE 条鋼株式会社、大同特殊鋼株式会社、住友商事株式会社）

第3回（2024年11月25日）

議題

事務局からの説明（前回の議論の振り返り、グリーン鉄の認証・表示、GX 推進のためのグリーン鉄の需要拡大など）
関係者ヒアリング（JFE スチール株式会社、一般社団法人鉄リサイクル工業会、一般社団法人日本自動車工業会）

第4回（2024年12月17日）

議題

事務局からの説明（GX 推進のためのグリーン鉄の需要拡大、グリーン鉄の認証・表示）
関係者ヒアリング（一般社団法人不動産協会、一般社団法人日本建設業連合会）

第5回（2025年1月22日）

議題

事務局からの説明（とりまとめ案）