

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

令和6年11月7日

GX推進のためのグリーン鉄研究会

事務局説明資料

1. 前回の議論の振り返り	-----	3
2. 鉄鋼業の温暖化ガス排出削減努力について	-----	7
3. 製造プロセスのCO ₂ 発生量の表示	-----	15
4. 非化石証書	-----	22
5. 削減実績量	-----	25
6. グリーン鉄	-----	28

01. 前回の議論の振り返り

前回の議論について

委員からの質問・指摘事項（事務局説明資料関連）

- 消費者の目線からすると、グリーン鉄という言葉が聞き慣れていない。この言葉で一括りにすると理解が難しく、中身も分かりにくい。そういった観点からも何をもってグリーン鉄というのか、規格化や標準化が課題。
- 需要家へのアピールポイントとしては、鉄鋼メーカーの温暖化対策の取り組みや、その効果を知ってもらうことは重要。
- 鉄鋼産業においてCO₂の排出削減をしていく議論と、グリーン鉄を需要家・消費者に広めていくこととは本質的に違う話。グリーン鉄を消費者にどう訴えるかはコミュニケーションの話であり、技術的な話との関係がはっきりすると良い。
- 日本として鉄の排出量をどのように世界に訴えるか、国境炭素税などの政策面も取り上げるべき。
- GX推進という言葉と絡み、カーボンプライスも含めて日本としてどうすべきかが念頭に置かれた上で、話が展開されているという認識。また、そうした議論が海外で認められるかも論点。
- 鉄鋼業を取り巻く現状について、認識を合わせるのは重要。世界の鉄の市場は今後も確実に増大し、今後も鉄が産業の基盤である重要な産業であることは変わらない。鉄鋼業の脱炭素化においては、高炉を電炉に変えれば排出原単位、排出量が減るという話になりがちだが、今後も鉄の需要が増加する中で、還元鉄は必要。1次生産の高炉・転炉法をどのように脱炭素化するかが重要で、高炉・転炉法か電炉法か、という議論をしても全く意味がない。また、高炉・転炉法は脱炭素コストが非常に高いので電炉の脱炭素化とコストの面で大きな違いがあることを踏まえてどのように対応するかも重要。
- 電力に関して、日本の場合はFIT証書によって電力の再エネ化が可能だが、FIT証書は国民の負担によって安く購入できるようになっており、グリーン鉄の市場に歪みを生じさせる。政策として、歪みをなくしつつ、適切な形でGXを進められるか、どのように制度づくりをしていくか、が大変重要。

(参考) 前回事務局説明資料(資料4)のまとめ

- 鉄鋼材料については、現代のあらゆる製品を製造する上で必要不可欠なものであり、世界全体では今後も鉄鋼蓄積量の増加が予想される。
- 鉄鉱蓄積の増加に伴い、粗鋼生産量を満たせないため、今後も鉄鉱石を還元することで、新たな鉄源を生み出す必要がある。
- スクラップについては、不純物が含まれているため、既存の電炉では高級鋼の製造が困難であるが、一般には鉄鉱石から還元するよりも投入エネルギー量が少ない。
- 鉄鋼業は、我が国の産業部門のCO₂排出のうち38%を占める多排出産業である。そのうち、9割以上は高炉3社によるものである。これは、高炉の生産量割合が大きい上、高炉法は還元過程で不可避免的にCO₂が発生するためである。
- 政府が掲げる「2030年度の温室効果ガス46%削減、2050年のカーボンニュートラル実現」という国際公約達成に向け、政策的支援を行いつつ、GX投資を含め、鉄鋼業界においてCO₂排出削減に取り組んでいる。

(参考) グリーン鉄商品について

- 各国鉄鋼メーカーは独自のグリーン鉄商品のブランドを公表。
- 大きく分けると、①製造プロセスの改善等による排出削減量を製品に割り当てる方式、②脱炭素化技術等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する方式、③電炉で使用する電力に係る排出量を電力証書等により下げる方式の3方式がある。

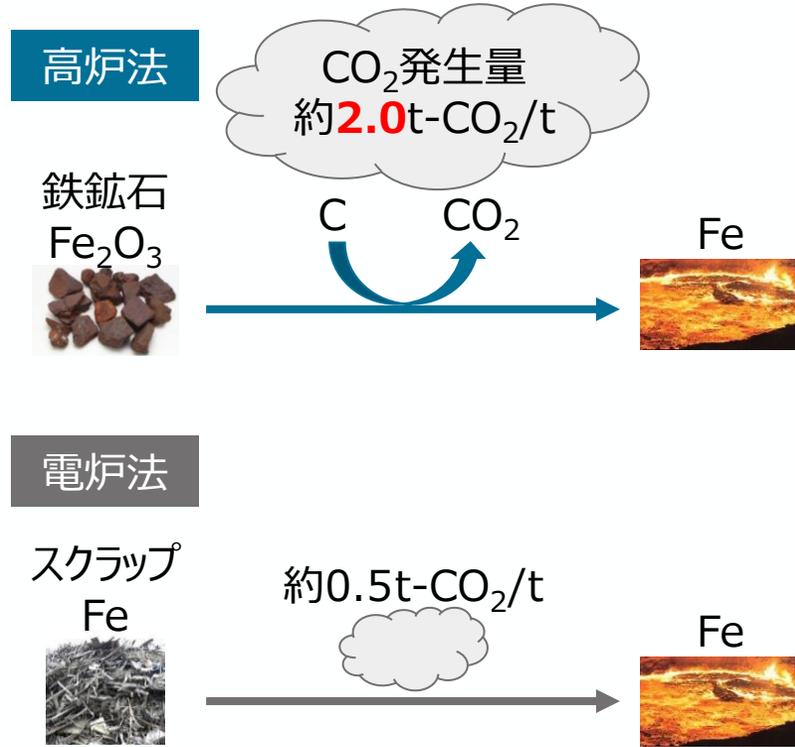
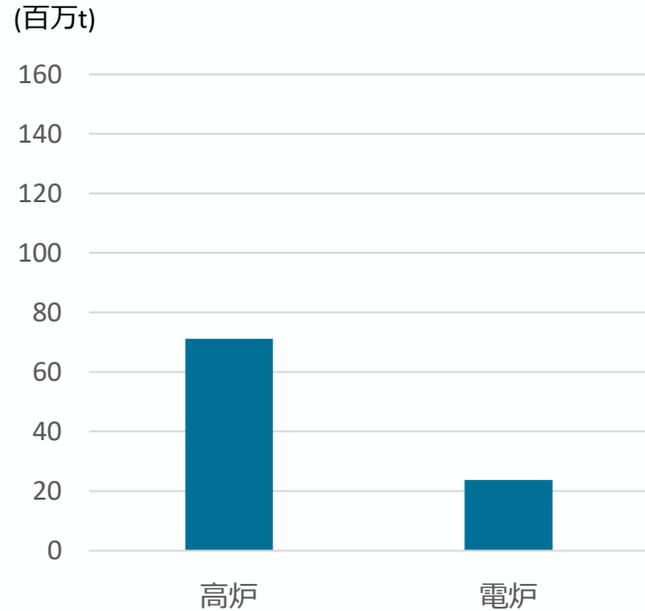
グリーン鉄の方式	企業名	ブランド	手法
①製造プロセスの改善等による排出削減量を割り当てることで排出量を下げた製品	 日本製鉄	 NS Carbolex™ Innovative action for sustainability	製造プロセスの変革・改善等により削減したCO ₂ 排出量を任意の製品に割当
	 JFE	 JGreeX	GHG排出削減技術によるGHG排出削減量を任意の鋼材に割当
	 神戸製鋼	 Kobenable Steel	鉄鉱石の一部を還元鉄に置換することでコークス使用量を減らすなど、削減したCO ₂ 削減量を環境価値として任意の製品に割当
	 thyssenkrupp	 bluemint®	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CO ₂ 削減量を環境価値として任意の製品に割当
	 ArcelorMittal	 XCarb® Green steel certificate	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CO ₂ 削減量をグリーンスチール証明書として販売
	 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CO ₂ 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CO ₂ 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CO ₂ 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	 東京製鉄	 ほぼゼロ	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

02. 鉄鋼業の温暖化ガス排出削減努力

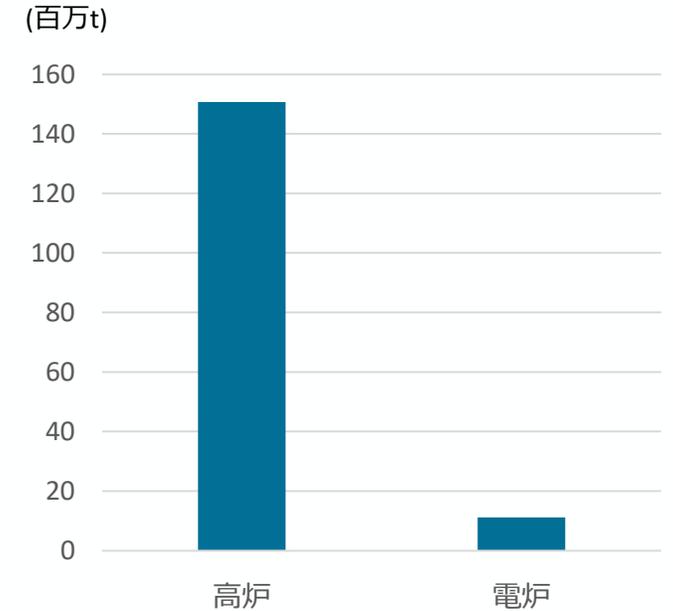
(再掲) 製法別の粗鋼生産量と温室効果ガス算定排出量 (国内)

- 現行の高炉法においては、コークス（石炭）を用いて還元する過程で不可避免的にCO₂が発生するため、CO₂排出原単位が電炉法よりも大きい。
- 鉄鋼部門のCO₂排出量のうち、90%以上は高炉メーカーから排出されている。

2021年度粗鋼生産量



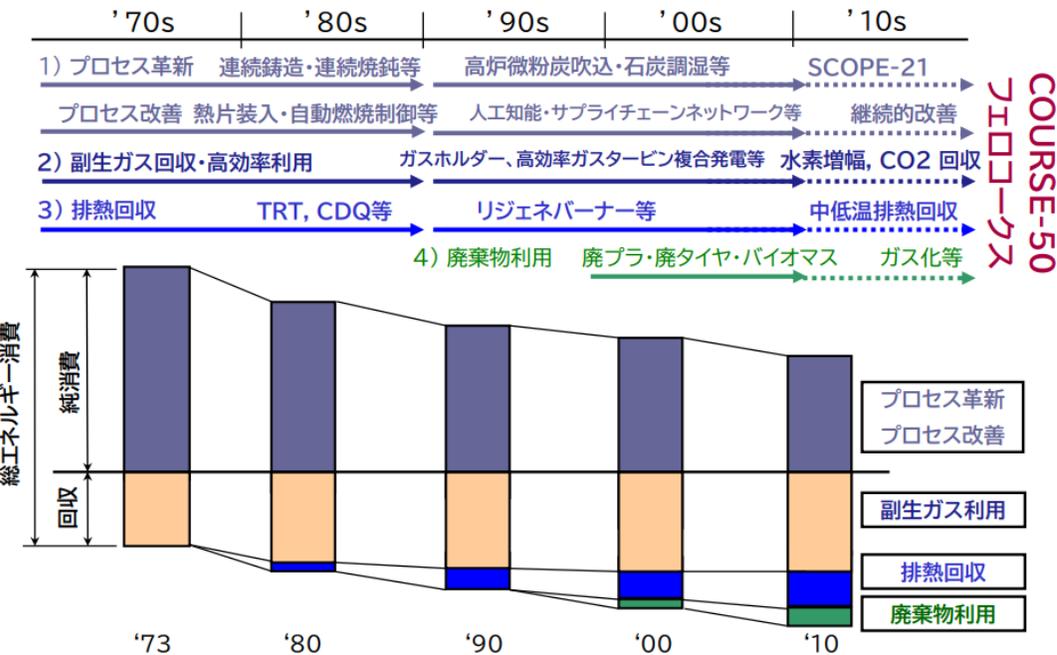
2021年度温室効果ガス算定排出量



出典 (CO₂発生量) : 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)
 ※鉄スクラップ自体も、鉄鉱石から高炉法により生産される際にはCO₂を排出しているため、scope3まで含めると製鉄法の違いによるCO₂排出量の差異は生じない点に留意が必要。
 出典 (粗鋼生産量) : 一般社団法人日本鉄鋼連盟 生産統計/時系列
 出典 (温室効果ガス算定排出量) : 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」

鉄鋼業界のこれまでの排出削減努力

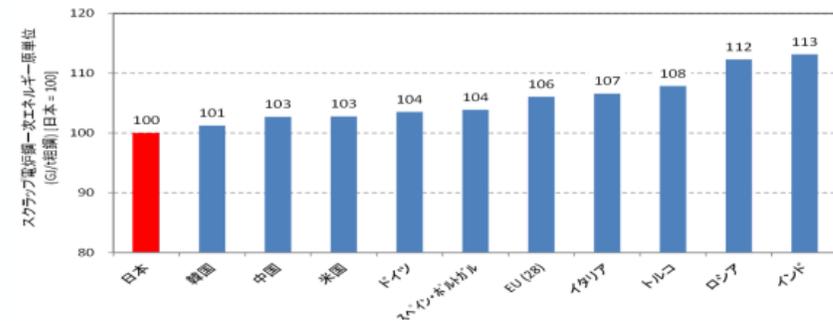
- 鉄鋼業界においては、高炉における廃熱回収・燃烧技術の高効率化や、発電設備の改善等を行うとともに、各家庭等から回収された廃プラスチックを利用するなどして、省エネ努力を積み重ねてきた。
- また、「低炭素社会実行計画」の達成に向け、業界内でベストプラクティスを共有するなどして、省エネの改善を図ってきた。
- この結果、高炉法・電炉法ともに、世界でも最高効率の製鉄が実現している。



転炉鋼のエネルギー原単位 推定結果 (2019年、日本=100)



電炉鋼のエネルギー原単位 推定結果 (2019年、日本=100)



なぜ日本鉄鋼業が
世界No1?

・日本鉄鋼業における
省エネ技術普及率が極めて
高い

・「低炭素社会実行計画」達成
に向け、各社で対策を実施
するとともに、業界内で
ベストプラクティスを共有

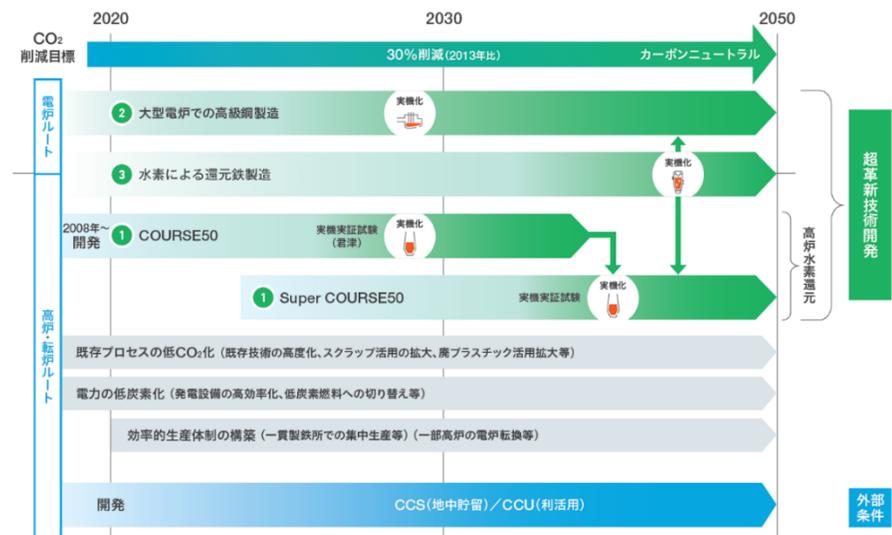
鉄鋼業界の今後の排出削減計画

- 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。^{*}

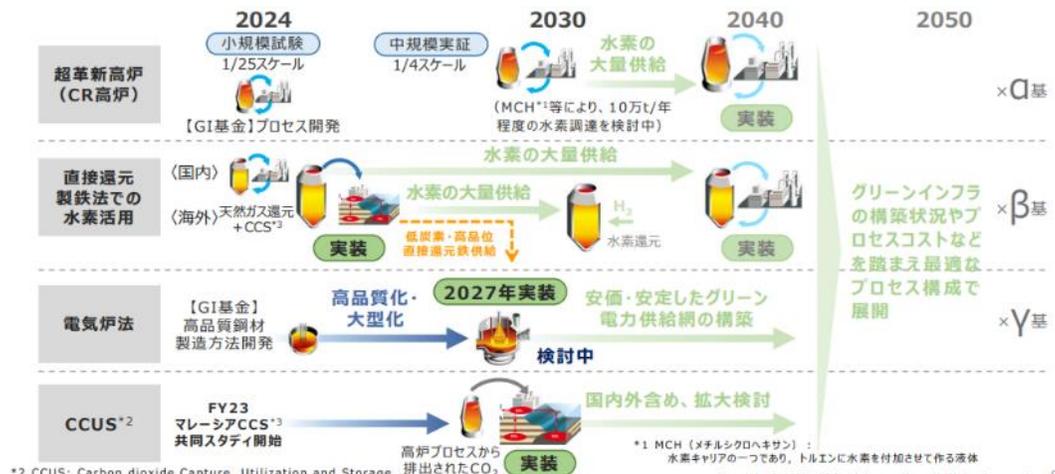
^{*}政府エネルギー基本計画のマクロ想定や各種対策の実施のための必要条件が整うことを前提とする

- 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（カーボンニュートラル）、としており、各社においてロードマップや戦略を策定。

カーボンニュートラルビジョン実現に向けたロードマップ



(日本製鉄HP)



(JFEスチールHP)

革新的電炉等の建設計画

- 複数の高炉メーカーにおいて、2020年代後半以降において、大型電気炉による高級鋼の製造がロードマップや戦略上位置づけられている。
- なお、水素等を活用した高炉における水素還元技術や直接水素還元技術の開発はグリーンイノベーション基金事業で技術開発が進められており、その実装は2030年代以降となる見通し。

JFE 超革新高炉法開発の必要性①



- ▶ 高炉プロセスは、生産工程で生成するすべての副生ガス（エネルギー）を鋼材加熱や発電燃料に有効活用する極めて効率的なエコシステム
- ▶ 全てを直接還元製鉄法などへプロセス転換することは、製鉄所の約50%を占める上工程設備の全面更新に加え、副生ガスが減少し、効率的なエコシステムの再構築が困難
- ▶ 既存の経営資源を活用するためには、最大限排出量削減を図った超革新高炉法の技術開発も重要なアプローチ



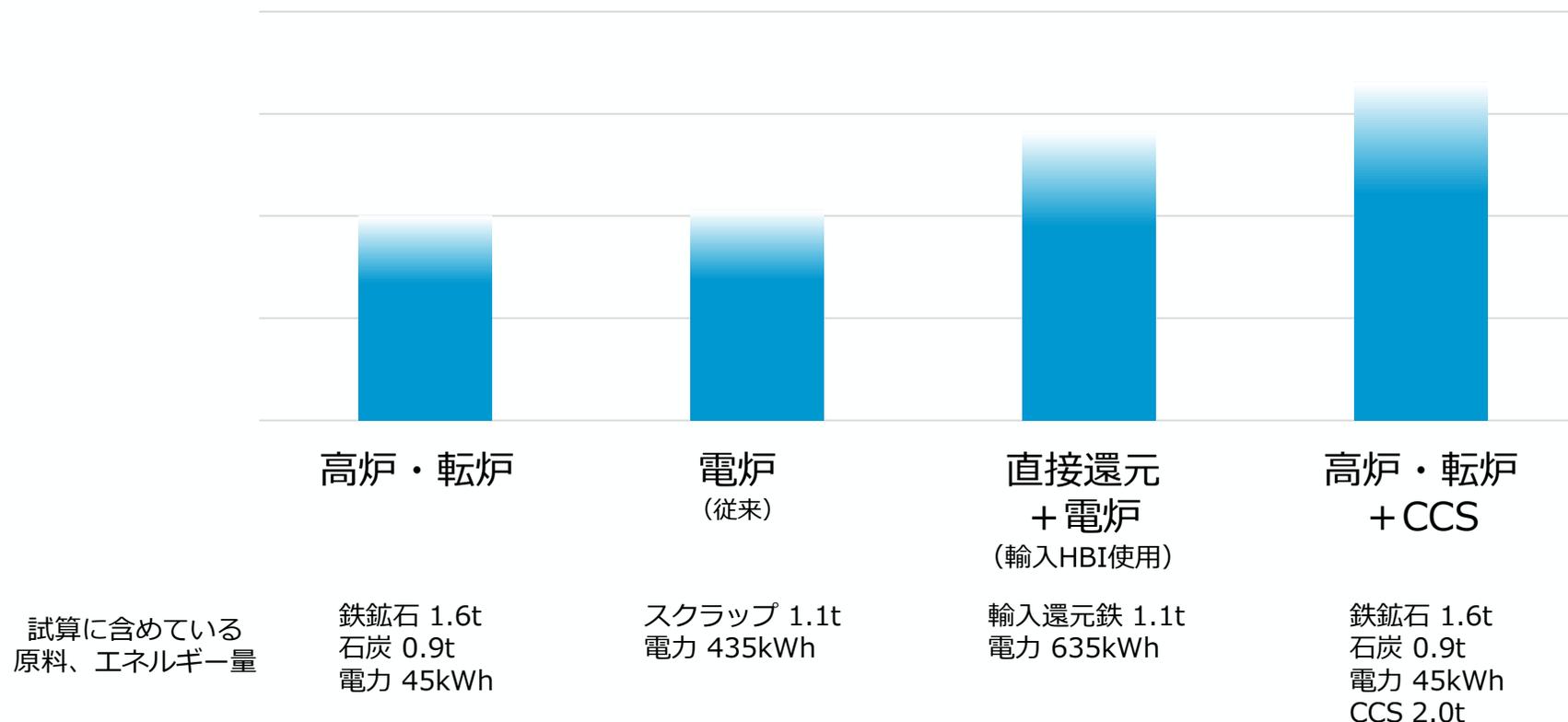
COURSE50 試験高炉



鉄 1 t 製造に係る原料・エネルギーコストの試算)

- 鉄1トンの製造に係る原料・エネルギーコストを試算したところ以下のとおり。なお、圧延工程等の原料・エネルギーコストは含んでおらず、減価償却費等も含んでいない。
- 高炉法から直接還元法等に移行した場合、原料・エネルギーコストが大きく上昇する可能性がある。

鉄 1 t 製造に係る原料・エネルギーコストの試算



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。

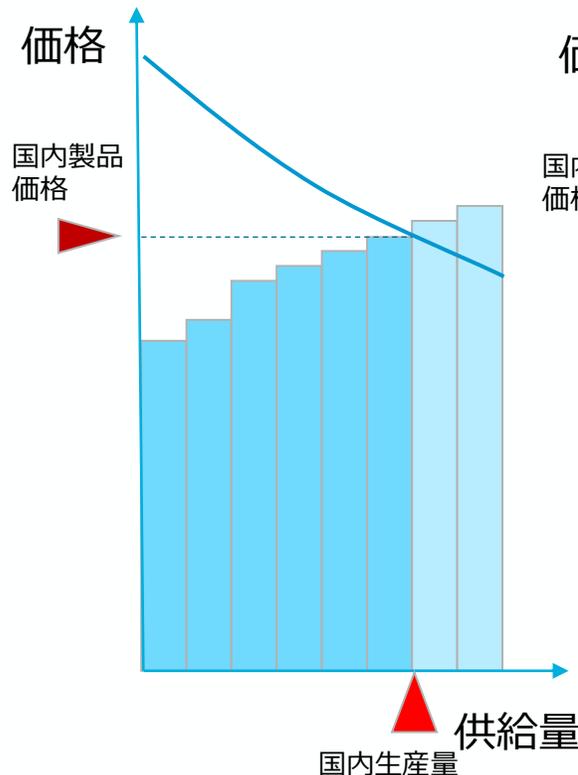
EUの排出権取引制度・国境炭素調整措置（CBAM）

- EUにおいては、排出権取引制度（EU-ETS）の有償での市場取引が開始され（2013年～）、CO₂排出1トン当たりの炭素価格が100ユーロ前後に上昇するなど、EU域内の鉄鋼業等への排出規制を強化。
- こうした規制強化の中で、国内鉄鋼価格が上昇するとともに、排出規制の緩い国からの輸入材への代替が進むなど「カーボンリーケージ」（炭素漏出）が生じるおそれがあるとの指摘があった。
- このため、EUは国境炭素調整措置（CBAM）の導入を決定。2026年1月から、鉄鋼・アルミニウム、化学品についてはEUに輸入される対象製品の生産プロセスで発生した直接排出量相当について、セメント、電力、肥料については間接排出量相当について、課徴金を課す予定。
- 課徴金は、CBAM証書の購入によって支払われ、CBAM証書の価格はEU-ETS（排出権取引制度）の価格と連動する予定。

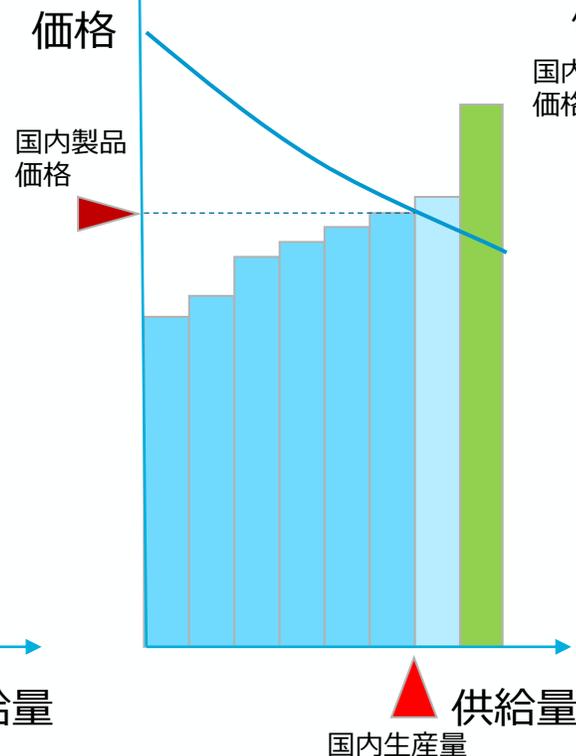
GX投資によって製造される鋼材の価値訴求の重要性

- GX投資によって製造される鋼材は製造コストが高いため、他の一般的な商品と差別化されない限り、需要家に選択されず持続的に生産が行われない可能性がある。
- 強力な炭素価格の導入を通じて他の一般的な商品の価格を上昇させ、GX投資によって製造される鋼材が選択される環境を作ることも考えられるが、カーボンリーケージが生じる可能性や鋼材全般の価格上昇による経済社会への影響を勘案することが必要。
- 現時点では、GX投資によって製造される鋼材の価値を訴求し、そうした価値を評価する需要家が積極的に購入する市場づくりが、GX推進の上で重要ではないか。

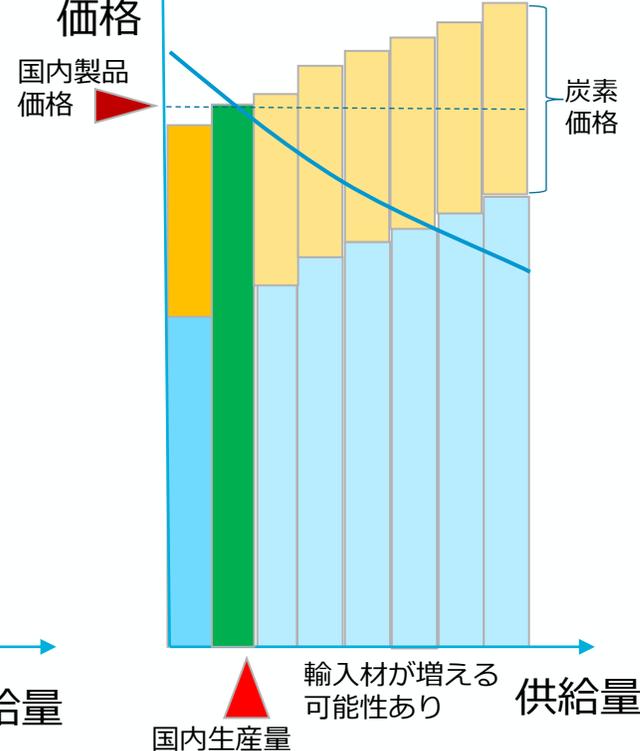
①グリーン鉄が投入される前の市場



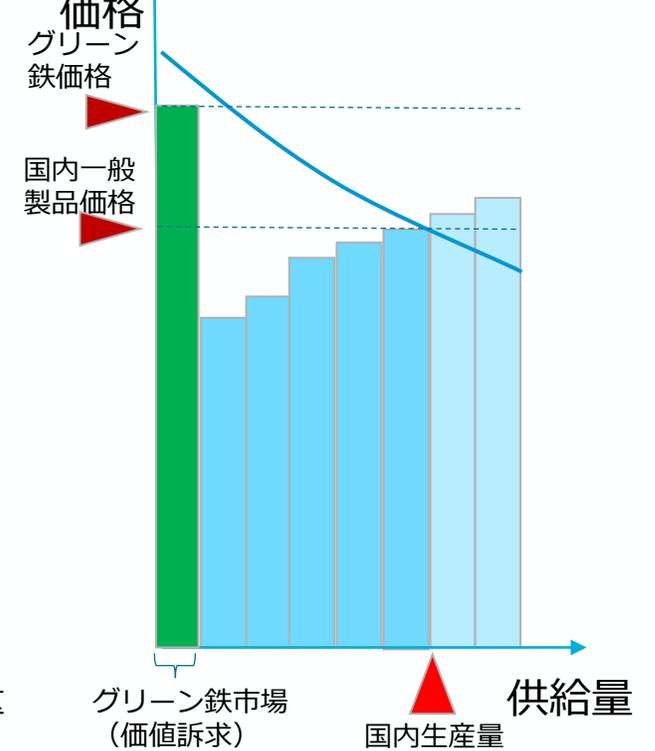
②グリーン鉄がコスト高によって購入されない市場



③強力な炭素価格導入によってグリーン鉄が購入される市場



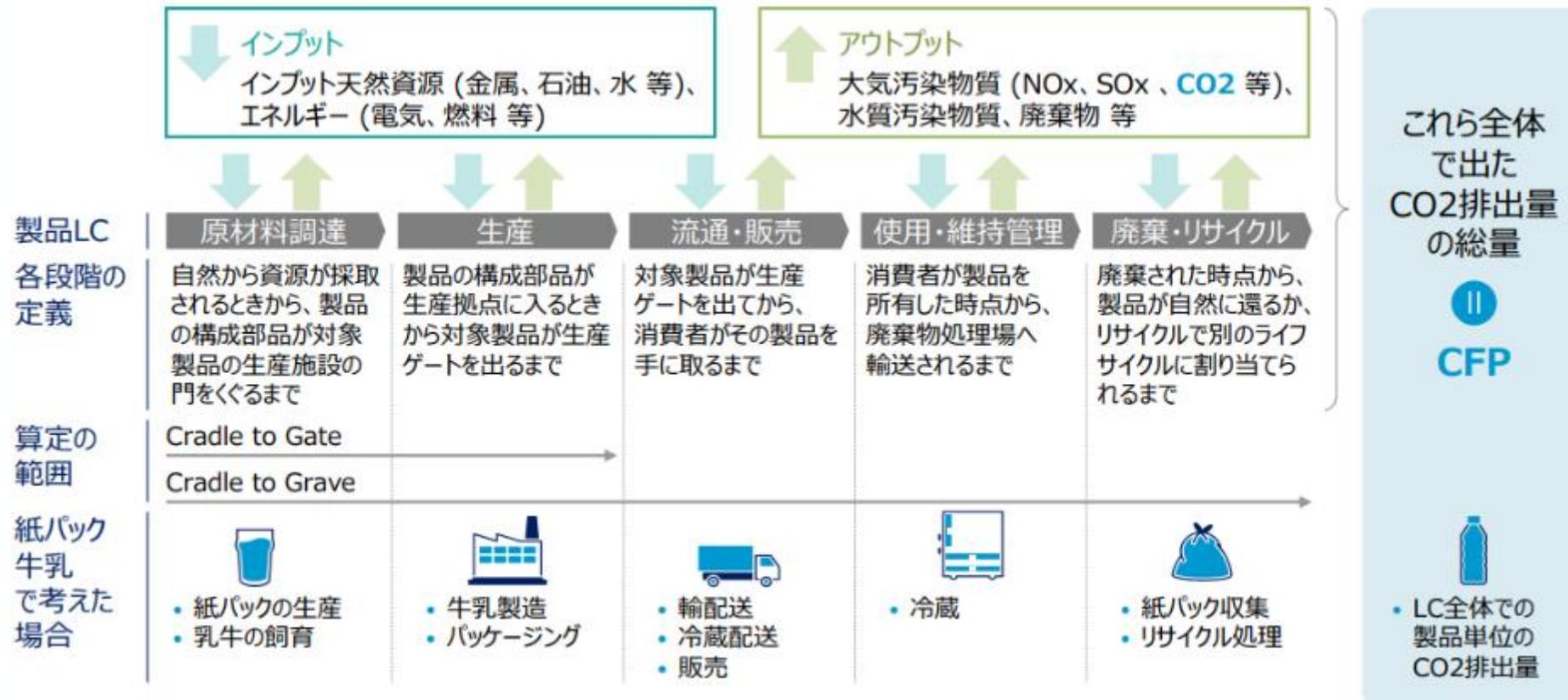
④グリーン鉄製品の価値を訴求し、一部需要家は価格が高くとも購入する市場



03.製造プロセスのCO₂発生量の表示

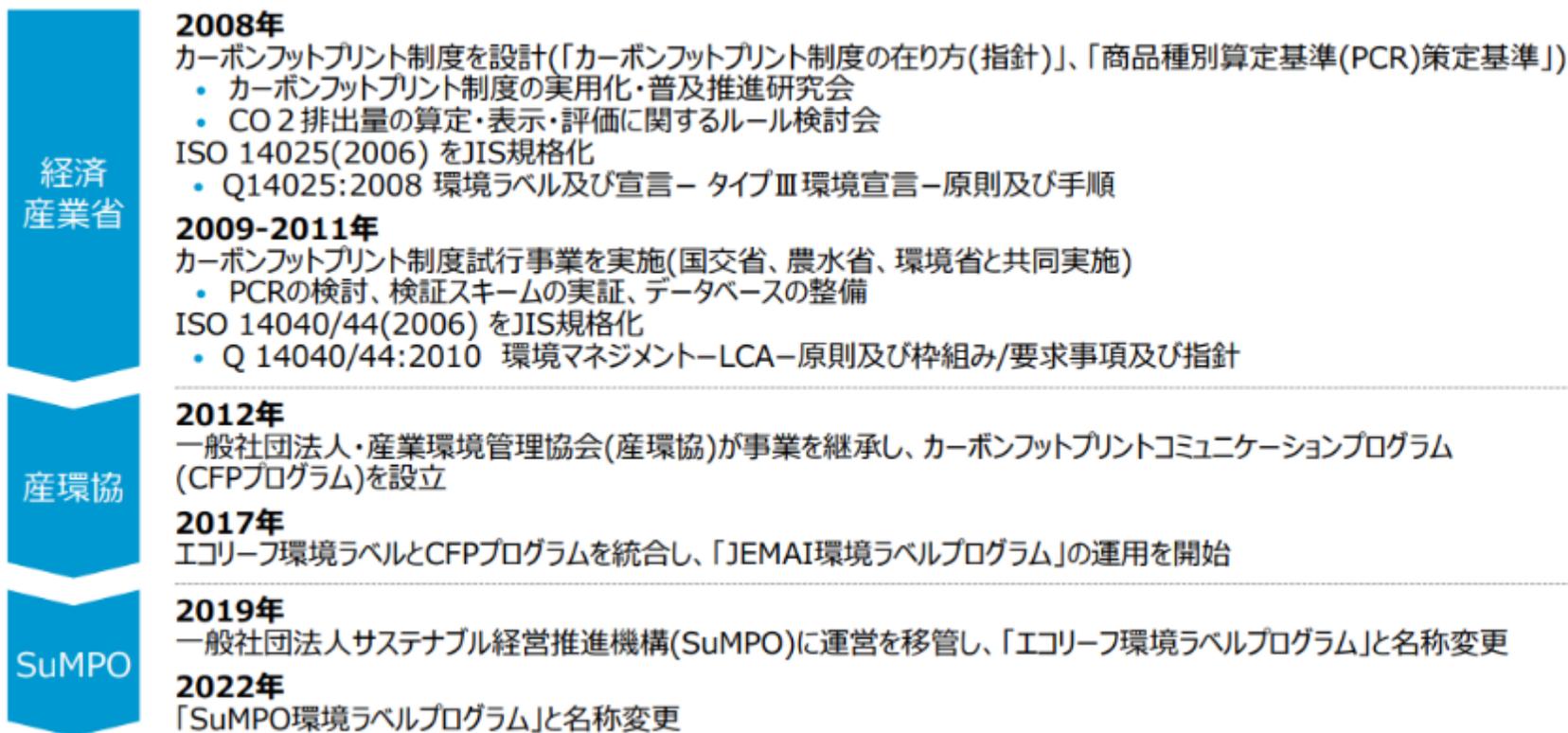
カーボン・フットプリント（CFP）について

- 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。
- 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、CFPを見える化する仕組みが不可欠とされる。



カーボン・フットプリント（CFP）について

- 我が国におけるCFPは、試行事業を経て、2012年度から民間に移行してCFPプログラムを運営。現在は、「SuMPO環境ラベルプログラム」として運営されている
- 「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」での検討を経て、2023年3月には、カーボンフットプリントガイドラインが公表された。



温室効果ガス（GHG）プロトコルについて

- 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」が策定する温室効果ガス排出量の算定・報告の基準。
- GHGプロトコルにおいては、企業の排出量は、Scope1～3に区分される。
- 2026年後半の最終公表に向け、現在、改定作業を行っていると思われる。



○の数字はScope 3 のカテゴリ

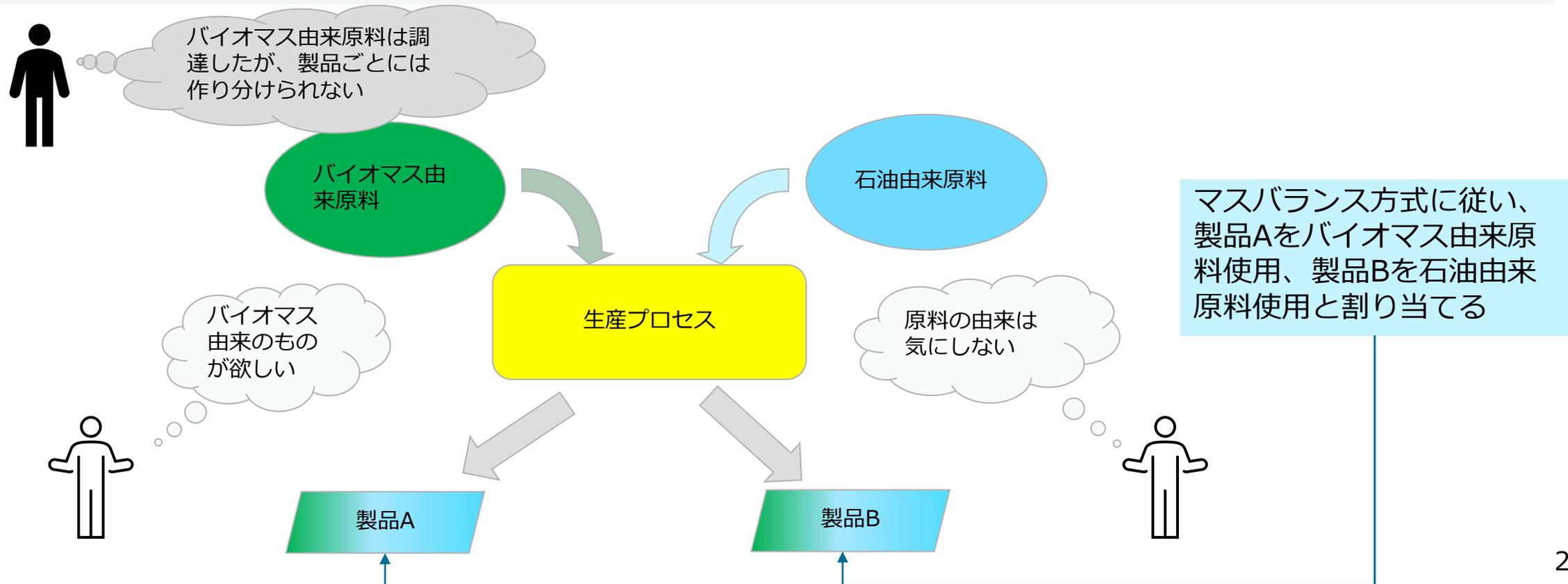
Scope1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

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)

生産・流通・加工過程の管理認証 (Chain-of-Custody) ルールとマスバランス方式

- 同種の原材料ではあるが由来が異なるもの（例：バイオマス由来原料と石油由来原料）を生産プロセスで扱う場合、製造された製品がどの原料から作られたか判別しがたいケースがある。
- こうした場合、生産・流通・加工過程の管理認証 (Chain-of-Custody) ルールにおける「マスバランス方式」を参照して、CFPの算定が行われることがある。

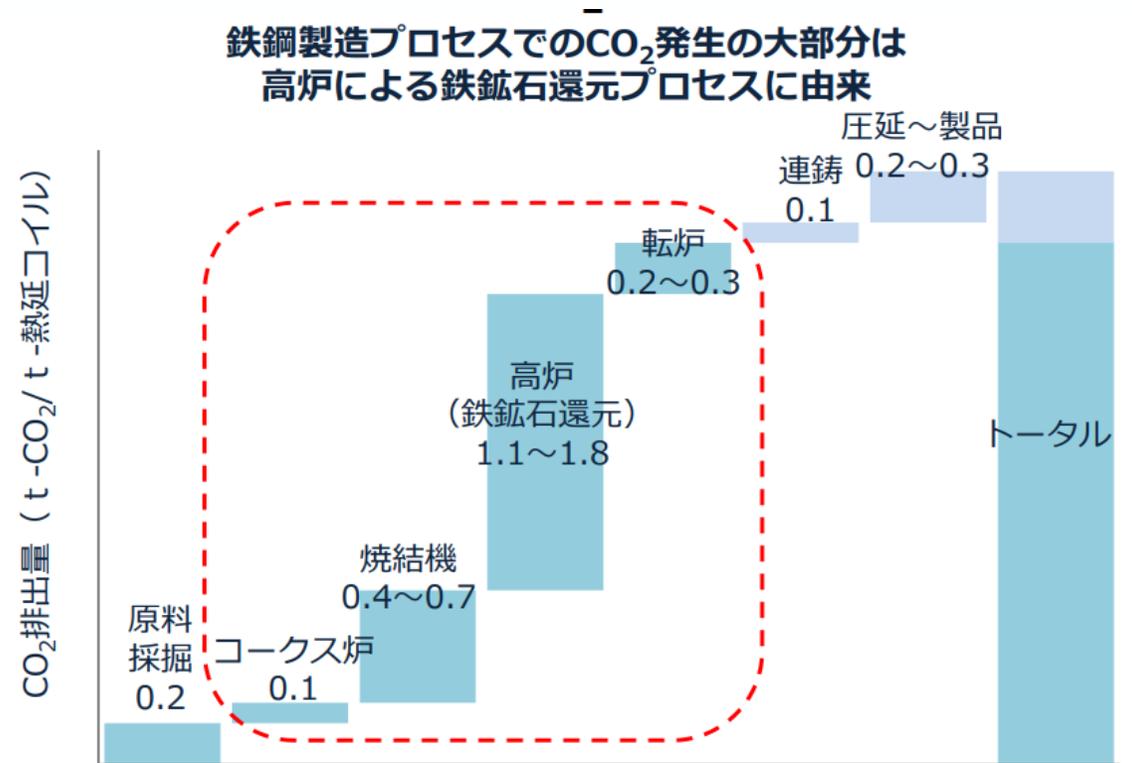
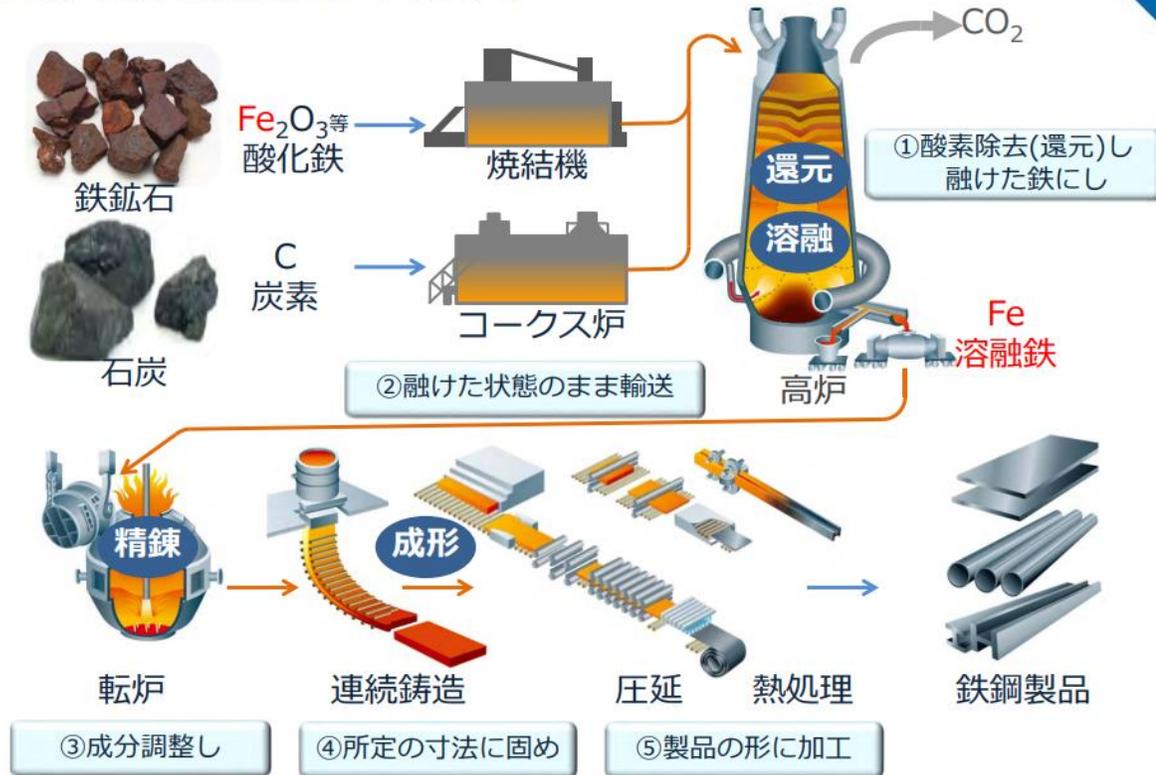


鉄鋼製品の製造プロセス

- 鉄鋼製品の場合、上流での排出量を収集するとともに、鉄鋼製造プロセスにおける温暖化ガス排出量を算定し、開示することで、鉄鋼製品を購入した企業のサプライチェーンにおける、Scope3の温暖化ガス排出量を開示することが可能となる。

高炉法鉄鋼製造プロセス

12



出典 : Carbon Trust: International Carbon Flows (2011)

04.非化石証書

非化石証書の概要

- 日本卸電力取引所（JEPX）において、「非化石証書」が取引されている。「非化石証書」を購入することにより、電気小売事業者は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履行に使用する、②販売する電力のCO₂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。
- 非化石証書は、再エネ・原子力等の発電事業者が、小売電気事業者や一部の需要家に販売。ただし、固定価格買取制度（FIT）の支援を受けた再エネ発電所の非化石証書（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。その際の販売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。

（参考） 排出係数の減算値から計算したトン／CO₂あたりのFIT非化石証書価格

令和4年度全国平均係数 438g/kWh

FIT非化石証書価格 0.4円/kWh

トン／CO₂あたり価格 913円

非化石証書のGHGプロトコル上の位置づけ

- 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いる。
- 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として、RE100があり、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。
- また、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。

※電力は、物理現象的には電線の中の電子の運動であり、電力ネットワークを經由して需要家が使用する電気がどの発電所に起因するものなのか、特定することはできない。他方で、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ことは可能と考えられる。



05.削減実績量

削減実績量を巡るこれまでの議論

- 「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製品市場創出に関する研究会」中間整理（2024年3月）において、「削減実績量」「削減貢献量」についての議論が行われている。

製品ライフサイクル排出量の削減イメージ

- 最終製品のライフサイクル排出量が削減した場合、それを実現したサプライチェーン上の主体は様々存在する。
- **自社内での削減(実際に自社の排出量を削減した施策を反映した製品単位排出削減)は「削減実績量」として、自社外での削減(上流が提供したソリューションによって下流で創出された削減)は「削減貢献量」(*)として、それぞれ表現が可能。これは、見る主体によって削減実績にもなれば削減貢献にもなり得る。**
…例えば、低燃費車は、軽量素材の供給(素材企業の削減貢献)や燃費向上の設計変更(自動車メーカーの削減貢献)という側面と、低燃費車の採用・乗換え(陸運事業者の削減実績)といった側面の両方を有している。
- **いずれも、いずれかの主体のみが唯一の環境価値を主張するのではなく、それぞれが排出削減に取り組んだ結果として、アピールできるようにすることが、サプライチェーン全体での脱炭素を推進するために重要。**



例) ガソリン内燃車のライフサイクル排出量(カーボンフットプリント)のイメージ



※なお、削減貢献量という用語は、「企業が、社会全体に貢献した削減の総量」として用いられることもあるが、ここでは製品単位で捉える場合を指す

部素材や組立工程の脱炭素により上流のCO₂排出量が削減しているケース

例) 鉄鋼メーカーによる削減実績

低炭素な製造方法で、車体用鋼板を製造

例) 自動車メーカーによる削減実績

車両組立工場の稼働電力を、再エネに転換

燃費向上や資源循環により下流のCO₂排出量が削減しているケース

例) 陸運事業者による削減実績

低燃費車への切替によって、燃料使用量低減

例) 化学メーカーによる削減貢献

樹脂部品のリサイクルによって、廃棄時CO₂を回避

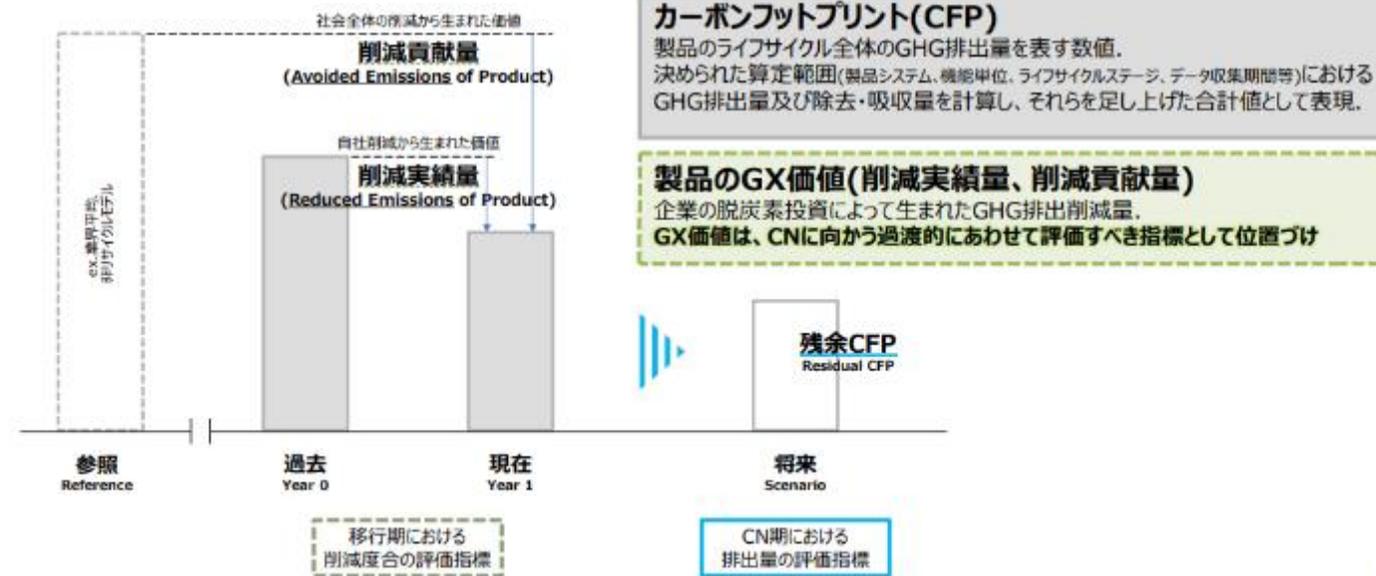
上記に示した例は一例であり、最終製品のライフサイクル全体に関連する主体の脱炭素取組により、各工程の各主体から削減量が様々な生み出される

削減実績量を巡るこれまでの議論

- 同中間整理においては、削減実績量や削減貢献量は、「製品のGX価値」として整理し、需要家が脱炭素・低炭素製品を選考して適切な対価を支払う指標としていくことが必要としている。

CFP、削減実績量、削減貢献量の関係

- 2050年カーボンニュートラル実現期には、「どれだけ排出しているか」そのものが特に重要となることから、製品そのものがもつ排出量（カーボンフットプリント）が評価指標となることが考えられる。
- 他方で、一足飛びに脱炭素に向かうことの困難性から、過渡的には製品の排出削減量（削減実績量や削減貢献量）もあわせて評価指標とすることで、**取組主体の削減努力を促す効果**がある。
- 削減実績量や削減貢献量は、各主体のグリーントランスフォーメーション(GX)の取組の結果であり、これらを「**製品のGX価値**」として整理し、いずれも重要な観点とした上で、需要側が脱炭素・低炭素製品を選好して適切な対価を支払う指標としていくことが必要。



06.グリーン鉄

(参考) グリーン鉄商品について

- 各国鉄鋼メーカーは独自のグリーン鉄商品のブランドを公表。
- 大きく分けると、①製造プロセスの改善等による排出削減量を製品に割り当てる方式、②脱炭素化技術等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する方式、③電炉で使用する電力に係る排出量を電力証書等により下げる方式の3方式がある。

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	 NSCarbolex™ Innovative action for sustainability	製造プロセスの変革・改善等により削減したCO ₂ 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CO ₂ 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CO ₂ 削減量を環境価値として任意の製品に割当
	 ArcelorMittal	 XCarb® Green steel certificate	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CO ₂ 削減量をグリーンスチール証明書として販売
	 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CO ₂ 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CO ₂ 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CO ₂ 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	 東京製鉄	 All from solar 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

鉄鋼鋼材における「マスバランス方式」について

- 日本鉄鋼連盟では、追加コスト負担等の「追加性」があるCO₂削減量を製鉄会社内でプール・管理した上で、製鉄会社の販売方法に合わせてCO₂削減量を任意に割り当てる（削減実績量の）「マスバランス方式」を提案している。
- 高炉メーカーからも、こうした方式のグリーン鉄が販売されている。

