

World Trend Foresight

気候変動レポート Vol. 8:
鉄鋼業など重工業の脱炭素化
—「脱炭素原料」の供給国が戦略的なパートナーに—
2025 年 5 月

PwC コンサルティング合同会社
PwC Intelligence マネージャー 相川高信



鉄鋼業など重工業からの温室効果ガス(GHG)の排出は、エネルギー起源の排出に加えて、原材料からのプロセス排出を合わせると世界全体の排出量の 3 割を占めると推計されている。そのため、気候変動対策が急がれる分野であり、生産国が先進国から新興・途上国に移っていることに加え、脱炭素が要請する低炭素な原材料やエネルギー、そして CO₂ の貯蔵ポテンシャルなどを踏まえて、各国の生産能力や資源貿易のあり方が大きく変わる可能性がある。

そこで本稿では、重工業の気候変動対策の特徴を解説した後、現状で想定されている CO₂ 削減の技術的な方向性を整理する。その上で、鉄鋼業を事例に、鉄鉱石だけではなく、再生可能エネルギー電力や水素に恵まれた資源国が「脱炭素原料」供給国として戦略的に重要なパートナーとなることを示す。最後に、先進国の中にあって生産力を維持してきた日本こそが、世界の重工業の脱炭素化のためにリーダーシップを発揮すべきであることから、その方向性について、筆者の私見を述べたい。

1. 重工業の気候変動対策の特徴

(1) 技術的な排出削減の難しさ

あらゆる経済・社会活動で用いられる鉄鋼やセメント、プラスチックなどを生産する素材産業は、工業先進国発展の基盤として重要な役割を果たしてきた。これらの産業は重工業¹とも呼ばれ、ここからの GHG 排出は世界全体の 30%を占めると推計され、気候変動対策上も重要な対策領域になっている²。生産量が多いことに加え、図表1に示すように、現状の生産方法では 1kg の製品を生産する際に 2kg 以上の CO₂ を排出するものもあるなどの理由から全体の排出が大きくなっている。

図表 1 主要 3 素材の CO₂ 排出原単位

素材	CO ₂ 排出原単位 (kg-CO ₂ /kg-material)	大きな排出量の要因
鉄鋼	2.3	✓ コークスの高温加熱(1,000℃以上) ✓ 一酸化炭素 CO を使った鉄鉱石(酸化鉄)の還元
セメント	0.7	✓ 石灰石(CaCO ₃)などを含む原材料の高温(890℃以上)による脱炭酸による生石灰(CaO)の生成 ✓ 調合原料を 1,450℃で焼成後、急速冷却しクリンカを製造
プラスチック	2.4	✓ 原油の蒸留分離(350℃以上) ✓ ナフサのエチレンへの熱分解と、高温・高圧下での重合反応によるポリエチレンの生成(200~250℃)

(出所) 筆者作成

¹ 重工業には、素材産業だけではなく、造船業などの重厚長大な装置産業が含まれることがあるが、本稿においては、気候変動対策上重要視される鉄鋼、セメント、プラスチックの 3 つの素材産業に焦点を当てる。なお、素材産業に製紙産業を含めることもあるが、バイオマスを原料とする製紙産業は、気候変動対策上異なる役割と解決策があるため、稿を改めて論じることにした。

² Energy Transition Committee (2018) “[Mission Possible Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century](#)” (2025 年 5 月 23 日アクセス)

このように素材生産の排出が大きい理由は、高温エネルギーの必要性とプロセス排出の存在という2点がある。

第一に、加工に高温の熱を必要とする。鉄鋼生産では、鉄鉱石の還元を用いるコークスの高温加熱に 1,000℃以上の熱が必要となる。セメント生産の場合も原材料を 890℃以上の高温で加熱している。プラスチックの製造では、原油の蒸留分離から始まる一連のプロセスにおいて数 100℃以上への加温が行われる。こうした高い温度帯の熱は、現状ではヒートポンプなどを用いた電化(再エネ電気の利用)が難しく、石炭や天然ガス、石油などの化石燃料が製造現場で用いられている。

第二に、製造プロセスにおいて、原材料そのものから CO₂を排出してしまうからである。例えば、鉄鋼の現行の代表的な生産方法である高炉法³においては、鉄鉱石(酸化鉄)を CO(一酸化炭素)で還元し、結果的に CO₂が生成される。セメント生産においても、石灰石(炭酸カルシウム)を高温で脱炭酸化することで、CO₂を出している。このような排出は、工業プロセス排出と呼ばれ、国の GHG 排出インベントリでも計上されている⁴。冒頭に述べた、30%という重工業からの排出量は、エネルギー起源の排出量にこのプロセス排出量を加えて再集計して求められている。なお、プラスチックなど化学製品の場合は製品そのものが、化石燃料を原材料とする炭素の塊であり、使用後に焼却処分される段階で、CO₂となって排出されてしまう。

第三に、典型的な装置産業である重工業の脱炭素化には、巨額の設備投資が必要である。特に後述するように、需要や生産の拠点の変化も見定めながら、適切な投資判断を下すことは容易ではない。

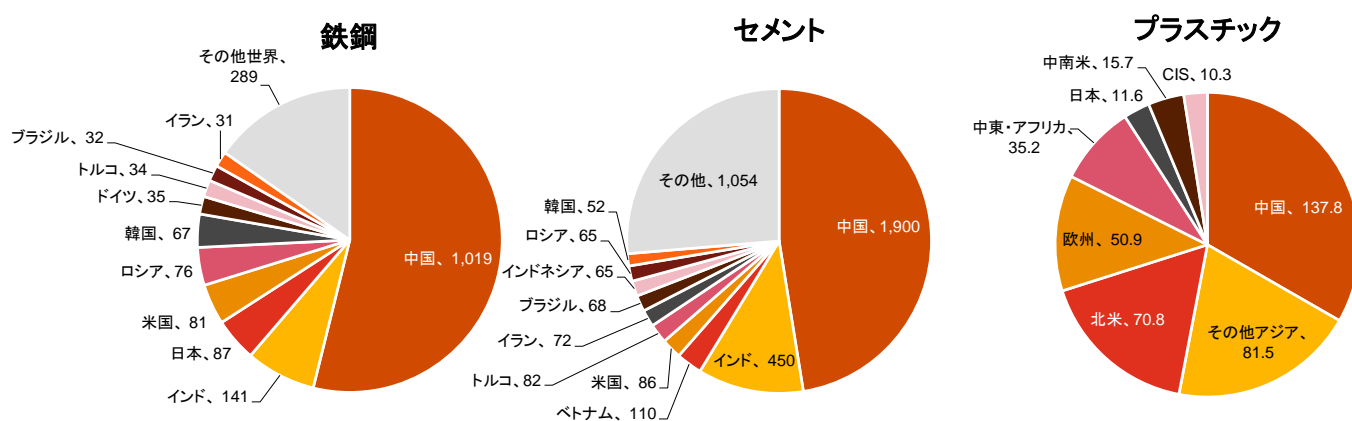
このような理由から、重工業からの GHG 排出量は大きい上に脱炭素化が難しい部門だと言われ、航空や船舶分野などと合わせて、CO₂削減が困難な産業(Hard-to-abate)と呼ばれてきた。

(2) 新興国を中心とした生産シフト

もう一つ考慮しなければならない要素は、主要な素材の生産地が新興国にシフトしているということである。

図表2は、本稿で取り上げている主要3素材の生産国の内訳を示している。鉄鋼、セメント、プラスチックのいずれにおいても中国、インドなど新興国のシェアが高いことが分かる。特に、鉄やセメントは、建物に加えて道路や橋梁などの社会インフラの建設に使われるため、新興国のシェアが高い。それに対して、消費財であるプラスチックは北米や欧州などで高くなっているという違いがある。

図表2 主要3素材の生産国の内訳(100万トン/年)



(出所) 鉄鋼: World Steel Association (2024) “Global Steel in Figures 2024”、セメント: U.S. Geological Survey (2025) “Mineral Commodity Summaries, January 2025”、プラスチック: Plastics Europe (2025) “Plastics -the fast facts 2024”より筆者作成

³ 鉄鉱石から銑鉄を取り出すための炉。いわゆる溶鉱炉。細長いとっくり型をしていることから高炉と呼ばれる。

⁴ 鉄鋼製造におけるコークスは還元剤としての役割だけではなく、エネルギー源としての役割も果たしているため、エネルギー消費に伴う排出として計上されている。

このような生産国の割合は時代とともに移り変わってきた。鉄鋼を例にとると、その傾向は明瞭である(図表 3)。2005 年時点ですでに中国は世界第一位の生産量を占めていたが、日本や米国、ドイツなどの生産量も 2023 年より多く、中国の市場占有率は 3 割程度であった。また、インドの生産量も少なく、世界第 8 位であった。それが 2023 年までに、中国は 2.9 倍、インドは 3.7 倍に生産量を伸ばし、中国の世界シェアは 5 割を上回るなど生産の集中が進んでいる。反対に、工業先進国として 2023 年もランクインしている、日本、米国、ドイツはそれぞれ 2 割程度生産量を落としている。

このような生産の状況から、先進国においては、生産量の減少もあり、自然体でも CO₂ 削減が進みやすい状況になっている。一方で、新興・途上国においては、中国では鉄鋼需要の伸びは頭打ちになりつつあるも、基本的には需要・生産が増加している中で気候変動対策を進める必要がある。発電部門では、再エネのように確立した代替技術が存在するが、重工業の場合は、そのような技術的選択肢が開発途上にあるという点に難しさがある。

図表 3 世界の鉄鋼生産主要国の生産量の推移

2023 年 順位	国	粗鋼生産量(100 万トン/年)					2023 年 ／2005 年
		2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	2023 年	
1	中国	349	627	804	1,065	1,019	2.92
2	インド	38	68	89	100	141	3.70
3	日本	113	110	105	83	87	0.77
4	米国	95	81	79	73	81	0.86
5	ロシア	66	67	71	72	76	1.15
6	韓国	48	58	70	67	67	1.40
7	ドイツ	45	44	43	36	35	0.80
8	トルコ	21	29	32	36	34	1.60
9	ブラジル	32	33	33	31	32	1.01
10	イラン	9	11	16	29	31	3.30
-	その他	317	286	289	286	289	0.91
-	世界計	1,132	1,414	1,630	1,878	1,892	1.67

(出所)鉄鋼:World Steel Association “Global Steel in Figures”より各年版より筆者作成

2. 重工業における CO₂ 削減の方向性

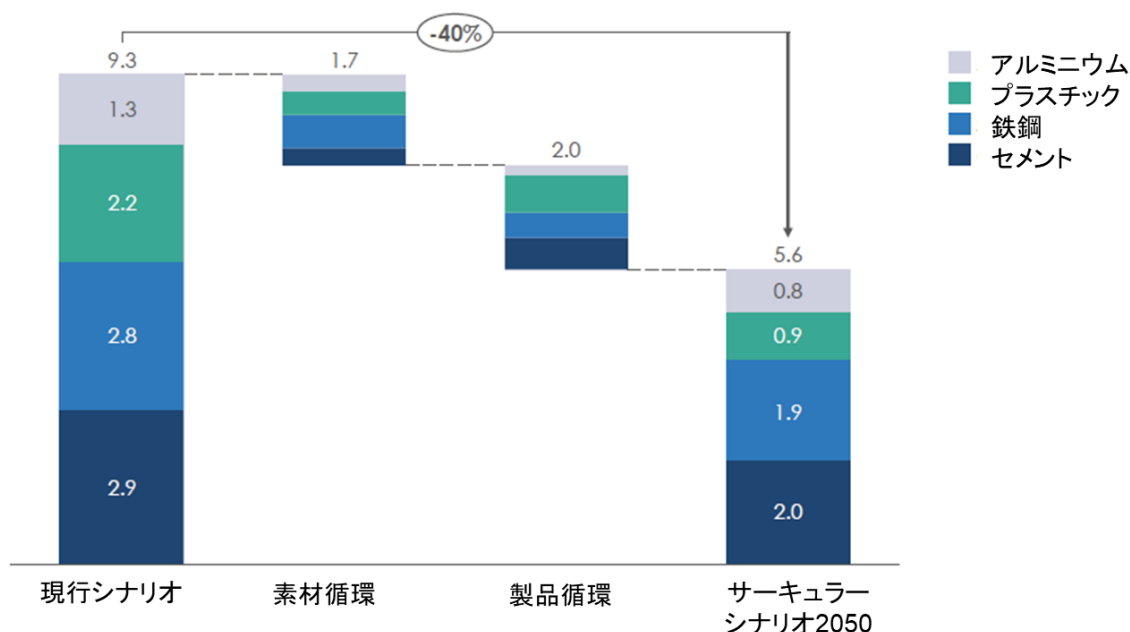
このように、重工業における CO₂ 削減は容易ではないが、脱炭素の方策がないわけではない。ただし、一つの施策でネットゼロは達成できず、国ごとの状況を踏まえながら、複数の施策を組み合わせる必要がある。本節ではまず、それらの方策の概要を順番に解説していく。

(1) サーキュラーエコノミー

第一の方策は、サーキュラーエコノミーにより素材の使用量そのものを削減することである。サーキュラーエコノミー施策をくまなく行うことで、鉄鋼・アルミニウム、セメント、プラスチックの 4 つの素材産業からの GHG 排出を 40%削減できるという研究例が示されている(図表 4)。

具体的には製品の再利用や長寿命化が考えられる。また、自動車やオフィス・宿泊施設などの「シェアリング」も、この対策に含めることが多い。廃棄された後に素材としてリサイクルして再利用することができる。多くの場合、リサイクル材の再利用は、バージン材の利用に比べて、エネルギー消費量が少なく、CO₂ 排出量を劇的に減らすことができる。これらの対策のほとんどが低コストで可能であり、むしろ経済的なメリットが期待できるものも多い。

図表 4 サークュラーエコノミーの実施による GHG 削減ポテンシャル



(出所) Energy Transition Committee (2018) “Mission Possible Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century”より筆者作成

(2) バイオマスによる代替

第二の方策は、バイオマスによる代替であり、バイオエコノミーと呼ばれる再生可能な資源を基盤とする経済への転換の一部である。分かりやすい例が、建築物を鉄筋コンクリートではなく木造で建てることである。持続可能な林業を前提にすれば、木材は加工が容易で、CO₂排出が少ない。技術的にも、低層な住宅だけではなく、高層ビルなど商用建築も可能になってきている。

また、プラスチックもバイオマスを原材料としたバイオマスプラスチックへの転換が可能である。加えて、木材から作るセルロースナノファイバーといった革新的な素材が商品化され、用途が広がっている。

鉄鋼生産においても、石炭ではなくバイオマスのコークスで還元を行うことができる。バイオマス資源の豊富なブラジルでは、すでに11%がバイオマス由来のコークスによる還元になっている⁵。

(3) エネルギー効率化と低炭素エネルギーへの転換

第三の方策は、エネルギー効率化と低炭素エネルギーへの転換である。

エネルギー効率化は、気候変動対策上も重要な対策として位置づけられており、家庭部門(高効率のエアコン・ヒートポンプ、照明など)や輸送部門(自動車の燃費向上、EV化)だけではなく、産業部門でも重要な対策である。最良の技術を用いることで、15-20%消費エネルギーを削減できることが示されている⁶。

⁵ Global Energy Monitor (2024) “[Forging a sustainable future: Brazil's opportunity to lead in steel decarbonization](#)” (2025 年 5 月 23 日アクセス)

⁶ Energy Transition Committee (2018) “[Mission Possible Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century](#)” (2025 年 5 月 23 日アクセス)

続いて考えられるのが、再エネなどの低炭素エネルギーへの転換である。特に、使用している電気の再エネへの転換と、低い温度帯について、ヒートポンプなどを用いた電化を同時に進めていくことが重要である。化学産業で用いられるエチレンクラッカーなどの数 100℃程度の温度帯は、ヒートポンプの活用が進められるようになっている。

そして、どうしても電化が難しい場合に、水素やバイオ燃料などの低炭素燃料への転換を行うことになる。ただし、現状では価格や入手可能な量に限界があり、今後の商用化の加速が期待されているところである。

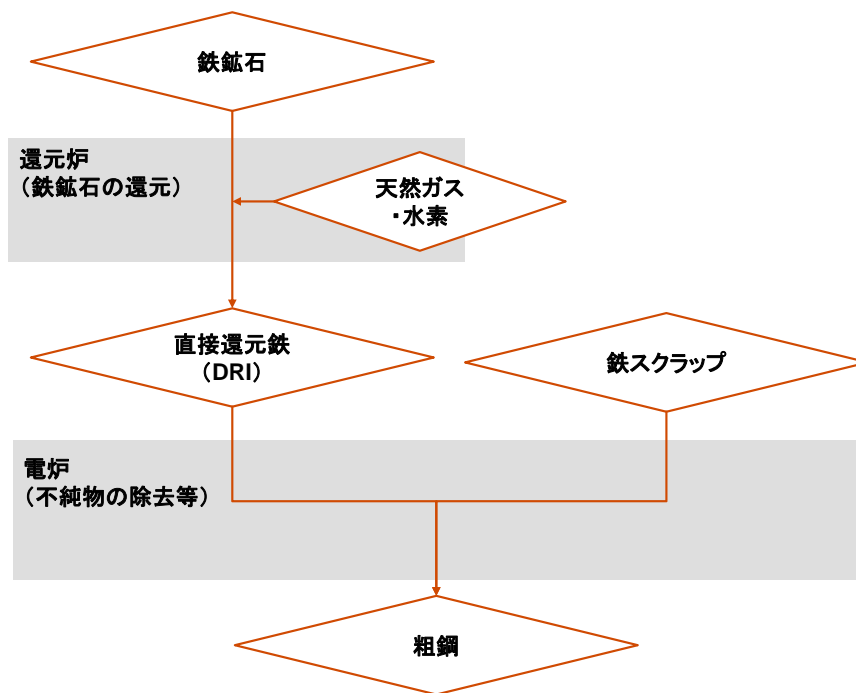
(4) 革新的な生産プロセス

上記のような対策を講じながらも、設備更新のタイミングを捉えて、革新的な生産プロセスに転換していくことが重要になる。

鉄鋼生産の場合は、現実的な選択肢として始まっているのが、高炉を廃止し大規模な電炉に切り替えるというものである。鉄スクラップを原材料とする電炉鋼は CO₂ 排出量が少なく、使用する電気を再エネなどに切り替えることができれば、さらに CO₂ 排出を減らすことができる。

鉄スクラップの利用可能量には限界があるため、直接還元鉄 (Direct Reduction Iron: DRI) を原材料に加える方法がありうる (図表 5)。この方法において、現状では鉄鉱石の還元を天然ガスで行うのが一般的であるが、将来的に天然ガスを水素に転換することができれば、理論的には排出ゼロの製鉄方法となる。ただし、DRI の生産量は増加傾向にあるとは言え、2023 年の世界全体で 1.36 億トン／年にとどまっており、鉄スクラップを除いた原材料全体に占める割合は 1 割程度にとどまっている⁷。現状では、天然ガスを利用するため、中東や北米、アフリカなどが主要な生産地である。

図表 5 直接還元鉄を利用した製鉄ルート



(出所)筆者作成

一方で、高炉で石炭の代わりに水素を用いて鉄鉱石の還元を行う方法も、小型の実験炉を用いて、日本を中心に技術開発が進められているが、実用化までには多くの技術的な課題が残されていると言われている⁸。鉄鋼生産に使われる高炉は、設

⁷ World Steel Association (2025) "World Steel in Figures" (2025 年 5 月 23 日アクセス)

⁸ Shatokha, V. (2024) "Evaluation of Some Uncertainties in the Modeling of Blast Furnace Hydrogen Injection". Steel Research int.2400346 (2025 年 5 月 23 日アクセス)

備寿命が 20～25 年と言われる。そのため、大規模な改修が行われるタイミングで、革新的な生産プロセスに移行することができるかがポイントになる。

化学分野においても、ネットゼロを達成するために、その原料と製造プロセスが大幅に変更されることになる⁹。例えば、オレフェンの製造は、原油(ナフサ)またはリサイクル熱分解油を原料としてネットゼロのために改造されたクラッカーを用いて、あるいはグリーン・メタノールまたはブルー・メタノールを原料に使用する Methanol to Olefins (MTO) プロセスを用いて、製造されることになる¹⁰。

(5) CO₂ の回収・貯蔵・利用(CCUS)

どうしても吸収できないで残る CO₂ は人為的に回収し、貯蔵・利用することになる。これを CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) と呼ぶ。セメント製造においては、クリンカ製造時の石灰石からの CO₂ が発生は避けられない。そのため、廃コンクリートの活用やコンクリート使用期間中の CO₂ 固定を促進するにしても、CCUS の活用は不可欠であると考えられている(図表 6)。

図表 6 CO₂ や廃棄物等をリサイクルしたカーボンリサイクルセメント製造技術



(出所) 資源エネルギー庁ホームページ「[コンクリート・セメントで脱炭素社会を築く！？技術革新で資源もCO₂も循環させる](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

なお、CO₂ の回収 (Capture) と貯蔵 (Storage) のそれぞれの過程で課題があることも認識しておく必要がある。

CO₂ の回収では、アミン化合物が CO₂ と化学反応し吸着するという性質を利用するアミン吸収法が主に使われている。しかし、化学反応なので、収率を 100% にすることは一般的に難しく、収率を上げれば上げるほど、コストがかかる。また、貯蔵のためにアミン水溶液から CO₂ を分離する過程において、過熱のためのエネルギーが必要になる。

貯蔵については、安定して永続的に貯蔵できる場所が必要となる。具体的には、CO₂ が貯蔵できる砂岩などの隙間のある地層であり、かつ CO₂ が漏れないように、その上を泥岩などの遮断層が覆っていることが望ましい。また、地中の圧力や温度を考慮して、地下 1,000～3,000m に埋めるのが理想的とされる。

⁹ PwC (2025) 「[持続可能な化学物質製造への道筋](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

¹⁰ 東京大学グローバル・commons・センター (2024) 「[持続可能な地球の未来を築く日本の化学産業](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

実は、このような条件を満たす場所の多くは、油田やガス田にあり、化石燃料を採掘することでできた空隙に CO₂ を注入し、化石燃料を押し出す石油増進回収技術 (Enhanced Oil Recovery: EOR) に用いられてきた。そのため、米国のように、CO₂ の排出源から貯蔵地点まで CO₂ を輸送するためのパイプラインがすでに整備されているような地域もある。こうしたことから、化石燃料資源が賦存しているエリアおよび地下探索と活用のノウハウを有している化石燃料企業と親和性が高い技術であると言える。

また、回収した CO₂ を原材料として利用することもできる。CO₂ をグリーン水素と反応させ、メタンやメタノールを合成して、様々な化学物質を製造することが可能である。ただし、スコープ 3 の使用・焼却までを考えると、原材料となる CO₂ は化石燃料由来ではなく、バイオマスもしくは大気中から回収したものである必要がある。

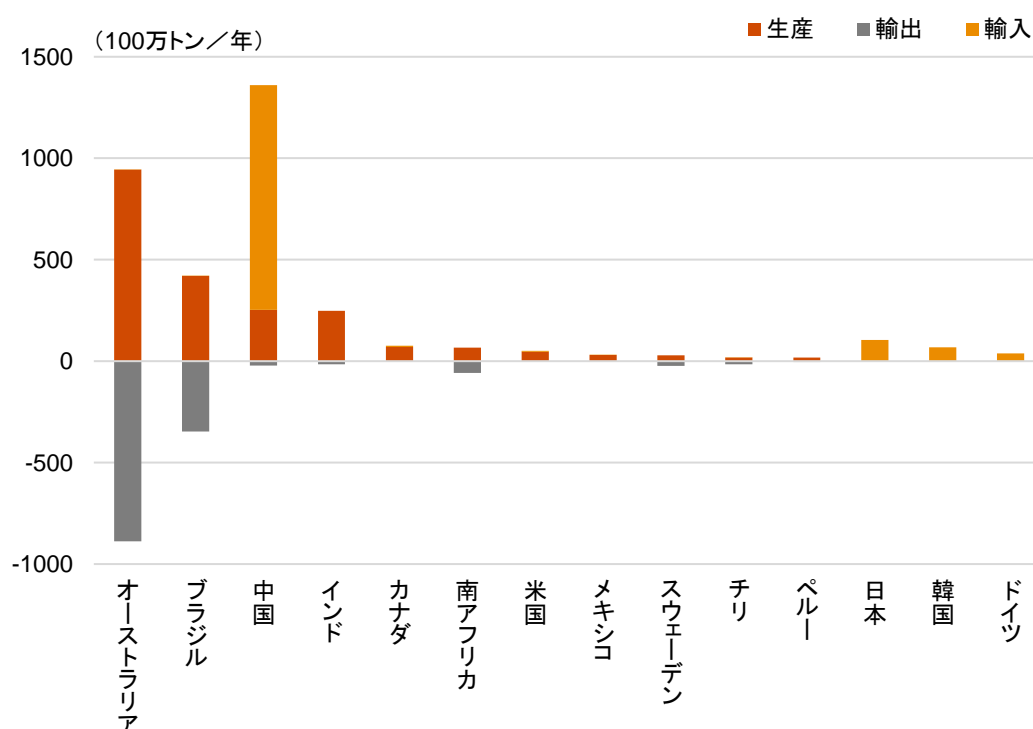
3. 脱炭素が加速させる資源地図の変化－鉄鋼を事例に

重工業の脱炭素化のための技術の方向性を踏まえると、原材料供給や製品の生産にとって有利な条件を備えた国や地域が見えてくる。本節では、鉄鋼を事例として、脱炭素をきっかけとする資源地図の変化を概観してみたい。

(1) 原材料: 鉄鉱石

まず考えなければならないのは原材料の入手可能性であり、鉄鋼の場合は鉄鉱石になる。図表 7 は鉄鉱石および鉄鋼製品の主要国について、鉄鉱石の生産と輸出入のバランスを見たものである。2 大生産国であるオーストラリアとブラジルは、生産した鉄鉱石のほとんどを原材料として輸出していることが分かる。一方で、鉄鋼製品の 2 大生産国である中国とインドについては、インドがほぼ鉄鉱石を自給しているのに対して、中国は自国生産量の 5 倍量以上を輸入している。この他、日本、韓国、ドイツなどの工業先進国も原材料である鉄鉱石を輸入している。

図表 7 鉄鉱石の生産・輸出入のバランス(2023 年)



(出所) World Steel Association(2024)“World Steel in Figures 2024”より筆者作成

一方、脱炭素製鉄の実現のためには、鉄スクラップも重要な原料になる。これについては、鉄鋼製品の社会蓄積が進んでいる先進国が有利である。日本では、発生する鉄スクラップの一部を輸出しているが、国内での電炉の整備が進む中、国内での

活用が進むようになるだろう。新興国では、これまでの歴史的な実績から、30 年後にスクラップ化が始まるとされており、2000 年代半ばから急増した中国での生産分は、2030 年代の半ばからスクラップとして利用可能になると考えられる¹¹。

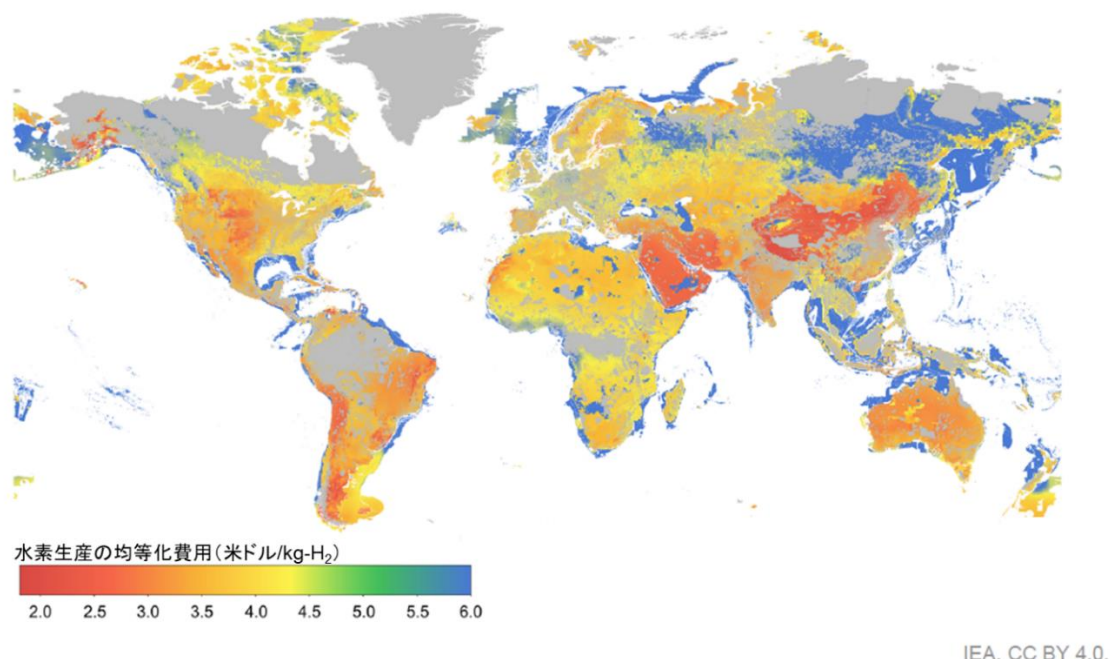
(2) エネルギー：再エネ電力とグリーン水素

現在の高炉を用いた鉄鋼生産で最も重要なエネルギー源は石炭であり、これに加えて一部天然ガスや電気が使われてきた。しかし、今後の脱炭素技術の方向性を考えると、エネルギー源の主役は再エネ電力と水素に変わっていくことが予想される。再エネ電力は電炉で用いられる他、直接還元鉄の生産に必要な水素の製造が必要になる。

そのため安価なグリーン水素の生産のためには、安価な再エネ電力が十分に利用できることが必要である。図表 8 は太陽光および陸上・洋上風力を組み合わせて、電気分解によりグリーン水素を生産した場合のコストを示したものである。赤やオレンジの場所が最もコストが安く、そのような場所として中東や中国内陸部、インド北部、オーストラリア、南米、北米の一部などがある。それに次いで、アフリカや北欧・中央などが含まれる。

なお、電気分解で水素を生産する際には、水が原材料となる。そのため、降水量の少ない乾燥地帯では水の利用可能性によって水素生産量が制限される可能性がある。

図表 8 太陽光・風力から水素を生産する場合のコスト



(出所)IEA(2024)“Global Hydrogen Review 2024”(2025 年 5 月 26 日アクセス)

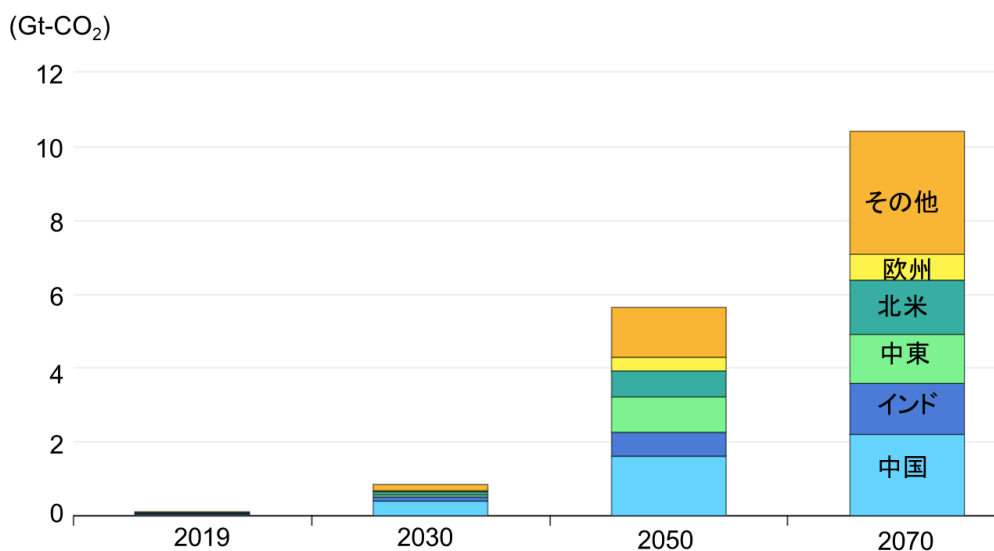
(3) CO₂ の回収・貯蔵・利用(CCUS)

施設の転換に時間がかかる鉄鋼セクターでは、CO₂ の排出が残る可能性が高い。そのため、CCS のポテンシャルも、今後の生産地の立地を考える上で重要である。すでに述べたように、CO₂ の貯蔵に適した地層は、化石燃料が賦存する場所と重なる場合が多い。図表 9 の IEA による CCS の容量発展の予測で、中東や北米などでの発展が見込まれているのはそのためであり、化石燃料関係の資産を持つエネルギー企業にとっての新たな事業機会となっている。

¹¹ 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター (2019)「[鉄リサイクルを利用した将来低炭素社会のための課題検討に向けて \(Vol.2\)](#)」(2025 年 5 月 26 日アクセス)

また、中国とインドでの開発量が大きいことも注目に値する。中国では、2060 年までのネットゼロ達成のために CCS の活用は欠かせないと考えられており、国を挙げた取り組みが始まっている¹²。CO₂ の排出は沿岸部に集中しているが、貯蔵に適した場所は内陸部に位置していることが課題となっている。インドは、CCUS に関する研究センターを立ち上げるなどして、今後の取り組みを加速させていく姿勢が明確になってきた¹³。

図表 9 CCS の容量発展の予測



(出所) IEA (2024) “[CCUS in Clean Energy Transitions](#)” (より筆者作成 2025 年 5 月 26 日アクセス)

(4) 小括: 「脱炭素原料」供給国が重要なパートナーに

以上、鉄鋼業の脱炭素化に必要な物質・エネルギーなどの状況の世界的な分布を概観した。今後のおおまかなシナリオとして、以下のような想定が成り立つだろう¹⁴。

まず、オーストラリアやブラジルなど鉄鉱石の主要な生産・輸出国は、再エネ電力を用いた水素生産の適地でもあるため、再エネ水素を用いて DRI という半製品、もしくは「脱炭素原料」を生産し、付加価値をつけて輸出するようになると予想される。南アフリカ、メキシコ、チリなども、同様の戦略を取ることができる。欧州では、鉄鉱石の産地であり、かつ安価なグリーン水素の供給が可能なスウェーデンが、域内でこのようなポジションを取ることができるだろう。

日本や韓国、ドイツなど鉄鉱石の純輸入国は、水素の輸送効率の低さを考えると、鉄鉱石と水素を個別に輸入するよりも、現地で DRI までの加工を行ってから輸入を行うことが経済的なメリットが大きい。つまり水素の間接的な輸入であり、上述したオーストラリアやブラジルなどの国々が重要なパートナーになる。また、日本のような先進工業国は、鉄スクラップの発生量も比較的多いため、DRI と合わせて電炉で最終製品に仕上げるというビジネスモデルが主流となり、高炉を代替していく可能性がある。

一方で、中国などインド新興国においては、高炉による鉄鋼生産が続く。そのため、グリーン水素の生産ポテンシャルや CCS の貯蔵ポテンシャルの高さを活かして、水素による直接還元製鉄による石炭由来 CO₂ の削減ならびに、CCS の早期利用が現実的な対応として必要であると考えられる。中国では 2030 年代半ばから、インドでは 2040 年代半ばから利用可能になると想定される鉄スクラップのリサイクル体制を整えつつ、直接還元鉄を自国ないしは、資源国から輸入することで利用していくことで脱炭素化が実現していくものと考えられる。

¹² Yang, X. (2024) “[Status & Trends of CCUS in China](#)” (2025 年 5 月 23 日アクセス)

¹³ Global CCS institute (2023) “[India's carbon credit trading scheme & the Indian government's CCUS report](#)” (2025 年 5 月 23 日アクセス)

¹⁴ 本節は、以下の報告書を参考にしている。アゴラ・インダストリー、ヴッパータール研究所、ルンド大学(2021)「[岐路に立つ世界の鉄鋼 世界の鉄鋼セクターが 2020 年代に気候中立的な技術に投資すべき理由\(自然エネルギー財団翻訳版\)](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

4. まとめ:世界の重工業の脱炭素化に向けた日本のリーダーシップ

これまで解説してきたように、脱炭素化が困難と考えられてきた重工業についても、ネットゼロの実現に向けた転換の道筋が明らかになりつつある。ただし、先進国と新興・途上国の状況の違いや、資源の貿易関係などを考慮する必要があり、複雑性が高い問題となっている。その中であって、日本は重工業の生産キャパシティを維持し、競争力を維持してきたという点で、両者の中間的な、独自の立ち位置にある。そのため、日本は自らリーダーシップを発揮して、国際的な議論に遅れることなく、脱炭素化を主導することが必要であると考えられることから、本稿のまとめとしてその方向性を示したい。

(1) 脱炭素を考慮した生産地のアロケーション

日本も含めた先進国においては、重工業の生産量が減少していることが CO₂ 排出削減につながっている。しかし同時に、製造業の衰退が社会の不安定化につながっている点も見逃すわけにはいかない。そのため、近年は重工業も含めた製造業の社会的な重要性が再認識されるようになっており、例えば、日本においては、鉄鋼業が良質な雇用を創出していることを強調する経済的な実証研究も発表されている¹⁵。

また、経済安全保障上も、鉄鋼など重要な素材産業について、一定程度の生産能力を維持する必要があると考える国も出始めている。米国では、自国の製鉄業の衰退や外資による買収が、「国家安全保障上の脅威」と見なされ政治的 이슈になってきた。英国では、最後の溶鉱炉の運転を停止する見込みであることが明らかになり、国営化の議論が起きている¹⁶。

原材料資源の確保については、前節で述べたような「低炭素原料」の供給国とのパートナーシップが重要になることに加え、リサイクルを中心としたサーキュラーエコノミーが持つ経済安全保障上の意義を確認して進めていくことが重要である。同じ文脈で、国内のバイオマス資源の活用も戦略的な意味を持つてくるだろう。

一方で、新興国では、今後も経済成長や物質消費の増加が見込まれており、重工業の生産拠点が集積しつつある。先進国の多くでは、セメント原料の石灰石を除いて、すでに原材料の大部分は輸入に頼っている。原材料価格（鉄鉱石・原料炭）や船賃などの値上がりを受けて、素材を商品として輸出する、いわゆる「加工貿易」モデルが成立しにくくなっていることから、需要地に生産地を移転する動きは避けられないだろう。

量的な CO₂ 削減を考えた時に、新興国が特に重要であることは間違いないが、こうした国は再エネ・水素の生産ポテンシャルが高く、将来的には CCS 開発も進むと考えられる。したがって、このような分野への投資を円滑に進め、転換を加速させるために、日本も含めた先進国の政策、金融、企業の未来志向の投資活動が不可欠である。同時に、一部の国の過剰生産、特に CO₂ 排出の高い設備での生産が低減するような国際協調も進める必要がある。

(2) グリーンな経済圏の創出

需要者も巻き込んだサプライチェーン全体の転換は、成熟した市場を持つ日本などの先進国が主導できる領域である。確かに、気候変動対策を織り込んだ鉄鋼やプラスチックなどはコスト高になるが、最終消費財における値上がりは限定的である。さらには、まとまった需要を創出することができれば、より低コスト化が実現できる。

そのため欧米企業は、グリーンなサプライチェーンを構築する企業連合を立ち上げて、これらの動きを主導してきた¹⁷。日本では、「GX 推進に向けた鉄鋼の需要喚起」を目的として、これまで燃費など走行時の評価だけだったクリーンエネルギー自動車導入促進補助金において、2025 年度から「ライフサイクル全体での CO₂ 排出削減」が項目立てされ、需要側からの働きかけを促すことになった¹⁸。こうしたグリーン・プレミアム経済圏を創出しようとする動きは、新興国に移転した生産拠点も組み込んで発展する可能性があり、日本としても官民を問わない連携により、取り組みを加速させる必要がある。

¹⁵ 野村浩二 (2023)「エネルギー投入と経済成長～日本経済の経験から何を学ぶか?～」経済分析第 206 号

¹⁶ CNN (2025 年 4 月 16 日)「[Britain's race to take control of its last major steel plant from Chinese owner](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

¹⁷ 例えば、世界経済フォーラムが事務局を務める「[First Movers Coalition](#)」があり、アルミニウム、SAF (持続可能な航空燃料)、CO₂ 除去、セメント・コンクリート、海運、鉄鋼、トラックの 7 分野において、需要家が脱炭素製品や燃料の生産投資を促している。

¹⁸ 経済産業省 (2025)「[令和 7 年度におけるグリーンエネルギー自動車導入促進補助金 \(CEV 補助金\) の取扱い](#)」(2025 年 5 月 23 日アクセス)

相川 高信

マネージャー

PwC Intelligence

PwC コンサルティング合同会社

PwC Intelligence 統合知を提供するシンクタンク

<https://www.pwc.com/jp/ja/services/consulting/intelligence.html>

PwC コンサルティング合同会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-2-1 Otemachi One タワー Tel: 03-6257-0700

©2025 PwC Consulting LLC. All rights reserved. PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.