

2022年9月号

海外情報

産業機械業界をとりまく動向



一般社団法人 日本産業機械工業会

◎ジェトロ・シカゴ事務所

JETRO, CHICAGO

1 East Wacker Drive., Suite 3350

Chicago, Illinois 60601, U.S.A

Tel. : 1 - 312 - 832 - 6000

Facsimile : 1 - 312 - 832 - 6066

調査対象地域

アメリカ, カナダ

◎ジェトロ・ウィーン事務所

JETRO, WIEN

Parkring 12a/8/1,

1010 Vienna, Austria

Tel. : 43 - 1 - 587 - 56 - 28

Facsimile : 43 - 1 - 586 - 2293

調査対象地域

オーストリア及びその他の
西欧諸国, 東欧諸国並びに
中近東諸国, 北アフリカ諸
国

調査対象機種

ボイラ・原動機, 鉱山機械, 化学機械, 環境装置, タンク, プラスチック機械, 風水力機械,
運搬機械, 動力伝導装置, 製鉄機械, 業務用洗濯機, プラント・エンジニアリング等

海外情報

— 産業機械業界をとりまく動向 —

2022年9月号 目次

調査報告

- (ウィーン)
- グリーン水素による製鉄業の脱炭素化への取り組み (その1)…………… 1
(シカゴ)
 - 米国の石油ビジネスをめぐる市場、政策動向について…………… 31

情報報告

- (ウィーン) 英国の洋上風力送電料金制度の考察：洋上風力の整備目標に資するのか…………… 41
- (ウィーン) 下水処理場三次的処理によるマイクロプラスチック除去：効率性と環境負荷について …… 53
- (ウィーン) 欧州環境情報…………… 66
- (シカゴ) 米国環境産業動向…………… 75
- (シカゴ) 最近の米国経済について…………… 79
- (シカゴ) 化学プラント情報…………… 84
- (シカゴ) 米国産業機械の輸出入統計 (2022年5月) …… 85
- (シカゴ) 米国プラスチック機械の輸出入統計 (2022年5月) …… 101
- (シカゴ) 米国の鉄鋼生産と設備稼働率 (2022年5月) …… 106

駐在員便り

- ウィーン…………… 113
- シカゴ…………… 115

グリーン水素による製鉄業の脱炭素化への取り組み（その1）

産業界で脱炭素化が困難とされる製鉄業に関して、太陽光エネルギーによる水素を介した鉄鉱石の直接還元製鉄及び電気アーク炉（H2-DRI-EAF）を活用する製鉄法の取り組みと経済性について、EU内の事例をもとに考察したHydrogen Europe のレポートを2回に分けて紹介する。

1.1 はじめに

エネルギーを大量に使用する製鉄業については低炭素エネルギーへの転換が課題となっている。日本を始め、各地で水素などをベースとした低炭素製造技術の研究開発・導入への模索が始まっており、本レポートでは、EUにおける太陽光エネルギーによる水素（グリーン水素）を活用した直接還元製鉄法と電気アーク炉の利用と経済的に実現可能な必要条件に焦点を当てた考察を行った。比較基準シナリオとしてBF-BOF（高炉-転炉）製造方法、費用アプローチとして平準化した製品費用を用いて、経済的実現性の分析を行った。

本分析は、数ある製造技術のうちグリーン水素による直接還元製鉄法と電気アーク炉という一つの技術に焦点を当てているものの、グリーン水素による製鉄に関する深い知見を得るのが目的であり、これをもって脱炭素のベストソリューションを提唱するものではないことに留意を願いたい。同様に、グリーン水素のエネルギーソースの前提を太陽光発電としているが、本分析の結論が他の種類の再エネ電源を活用したプロジェクトに当てはまるものではないことを付け加えたい。

1.2 欧州製鉄業の脱炭素化：課題は何か

製鉄業は欧州全体のGHG（温室効果ガス）排出量のおよそ4%を占める一方、EU内に約260万人の雇用を提供しており経済合理的な脱炭素化を模索するうえでインパクトを無視できない産業である。分析手法による違いはあるものの、高炉-転炉方法のカーボンフットプリントは、鉄鋼1トン当たり1.9ton-CO2のEU平均値に近い、粗鋼生産量1トン当たり1.6から2.0ton-CO2が典型的な数値である。

H2-DRI-EAFの最終的なカーボンフットプリントは、水素製造及び電気アーク炉運転に使用される電源のカーボン依存量次第である。製鉄の必要消費電力、かつ、GHGネット排出量の視点で最適な製鉄方法を考慮した場合の、消費電力におけるカーボン依存量は513gCO2/kWhが上限値となると考えられる。

ここで、H2-DRI-EAFの電源を再エネのみとする場合の主な課題について挙げる。

① エネルギーコスト

現在欧州が直面しているエネルギー価格の高止まりは、ポストコロナの需要急回復に、もともと不十分であった欧州諸国の天然ガス備蓄体制とロシアによるウクライナ侵攻が加わった特殊な状況を反映しており、BF-BOF製法にて通常予測し得る長期的な収益性を正確に説明するものではない。エネルギー価格はいずれ下降すると思われるが、「危機」前のレベルに（いつ）戻るのか、あるいは以前よりは高い新しい価格水準に均

衡するののかといった不明確な要素は残る。このため本分析では以下の通り 2 種類の価格予測シナリオを使うことにする。

- High prices シナリオ: 現在の高価格水準が続くとしたシナリオ

- Adjusted prices シナリオ: 化石燃料の潜在的な長期価格トレンドを反映させるよう調整を行ったシナリオ

本調査のために行った独自推計によると、現時点での水素出荷推定価格レベル（水素製造、運搬、及び貯蔵まで含む）である€5.3/kgの場合、High prices, Adjusted pricesいずれのシナリオを通してグリーン水素の製鉄コストはBF-BOFの基準価格より、粗鋼量トン当たり€126~€203高くなる予測で、これを典型的な内燃機関エンジン搭載の自動車への追加製造コストに直すと1台当たり€100~€170となる。両方の価格シナリオにおけるCO2の推定損益分岐価格は140ユーロ/トンとみており、損益分岐となるための水素出荷価格はHigh pricesシナリオでは3.0ユーロ/kg以下、Adjusted pricesシナリオは1.5ユーロ/kg以下に抑える必要があると考える。

ここでの推定価格は主要設備である電解槽及び太陽光パネルの現在コストを反映しているが、供給量拡大や製造工程の自動化などによるそれぞれのCAPEXコストの低下を通して今後10年間でグリーン水素製造コスト水準の低下が見込まれると考えている。なかでも電解槽のCAPEXコスト単独で、現状レベルの4分の3程度への価格削減が起こる場合、低価格の再エネ電力によるグリーン水素製造コストは2025年までに1.5米ドル/kgまで低下する可能性も考えられなくはない。このトレンドが長期に続く場合、2025年から2030年ごろまでに、先述したシナリオにおける粗鋼トン当たりの推計コストの差異は全て無くなる見込みである。

しかしなお、グリーン水素による鉄鋼製品に対する環境付加価値（グリーンプレミアム）がエンドユーザーへ価格転嫁されない（できない）場合、かなりの額の公的財政支援が必要となることを指摘したい。

② 転換容量スケール

EU内の全BF-BOFプラントの合計生産容量は年間溶銹量としておよそ1.03億トン規模を有している。

仮に全てをH2-DRI-EAFへ転換した場合、潜在的なGHG排出削減量は年間1億9千6百万トンだが、グリーン水素で5.3百万トン分、再エネ発電量で370テラワット時それぞれ追加のエネルギー投入が必要である。例えば年間の粗鋼生産容量4百万トンある製鉄工場1ヶ所の転換だけで1.2~1.3ギガワットのフル稼働の電気分解処理と、その水素生産設備投資費用として30億ユーロを要する。特に不安定な（間欠性の）再エネ電源種や電解槽の稼働状況次第で予測が変わり、例えば全てを太陽光電力のみとした場合、それぞれ電気分解に使用する電力は4.5~5.0ギガワット、CAPEX費は70億ユーロに増える。

全プラントの転換費用の捻出を考える場合、各企業や業界だけでは賄えず公的財政支援も容易ではないため、大きな課題となることを指摘したい。

③ 還元鉄製造用シャフトへの切れ目ない水素供給体制

グリーン水素の再エネ電源が不安定な太陽光や風力発電となる場合、製鉄工程への水素供給を滞りなく行うための大規模な水素貯蔵設備が必要となる。地下の岩塩層窟内への貯蔵がコスト効率的に最適であるが、工場1カ所当たり複数の岩塩層窟スペースを要する可能性があるうえ、適地となる貯留窟が各国均一に充分量存在するというわけではない。

代替案としての輸入グリーン水素は、損益分岐点の価格設定の低さがネックとなり製鉄業界へのソリューションとしては不適切かもしれない。他の方法は、廃熱を利用した脱水素化もしくは、アンモニアを直接還元製鉄プロセスの燃料として直に利用するといった方法や、直接還元製法を電気アーク炉から切り離し、電気アーク炉へのグリーン水素供給で作ったブリケット鉄を「水素キャリア」と見立てて他と共有するオプションが考えられる。

それ以外に適切な再エネ電源が乏しい場所では、送配電系統からの供給電力を通したオンサイトの水素製造が選択肢となり得るが、コスト効率の良い水素貯蔵方法がない場合は切れ目ない水素供給は同じく困難であると考えられる。

欧州委員会の再生可能エネルギー指令（RED III）の最終改定案に、再生可能エネルギーによる水素製造の際、1時間コマ内において電力需給量の完全な一致を要する規則（temporal correlation）が含まれることになれば、H2-DRI-EAF導入へのハードルを一段上げる結果となる。一方ではグリーン水素における電力需給量バランス調整を24時間コマで行うことができるようになれば、逆に水素貯蔵等への追加投資を気にする必要がなくなり、水素製造に使う再エネ電力の割合を一気に増やすことへのハードルが低くなる。

2.1 欧州製鉄業界の現状

鉄鋼は鉄及び炭素からなり、様々な等級や種類のものが建設、産業機械、自動車、輸送車両など幅広い用途に使用されている。欧州鉄鋼業全体の粗付加価値は1,480億ユーロ規模となっている。

2020年の世界粗鋼生産量1,828百万トンにおいて、欧州生産量のシェアは約15%の279.4百万トンであった。EUの輸出鉄鋼量はおよそ17.7百万トンあり、ほとんどは欧州内、もしくは北アメリカに向けたものである。EU域内への輸入鉄鋼量は21.2百万トンあり、主な出荷元は欧州内もしくはアジア諸国であった。

2.2 欧州鉄鋼生産と需要

製鉄は主に一次的と二次的の2種類の製造ルートに分かれ、前者は高炉（BF）もしくは転炉（基本酸素炉あるいはBOF）による間接製鉄ルート、後者は電気アーク炉（EAF）によるスクラップ鉄の再利用による製鉄ルートである。EU加盟国にノルウェーと英国を加えた2020年時点の年間合計生産量は24ヶ所あるBF-BOF工場からの一次的製鉄が111.7百万トン、132ヶ所のEAF工場からの二次的製鉄が89.8百万トンということであった。図1に色分けで示す欧州内の製鉄工場の位置については、朱色 = BF及びBOF、茶色 = BF、水色 = BOF、紺青色 = FAFである。



図1 欧州における製鉄工場サイトの配置

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

Figure 4: STEEL PRODUCTION IN EUROPE IN 2020, MT.

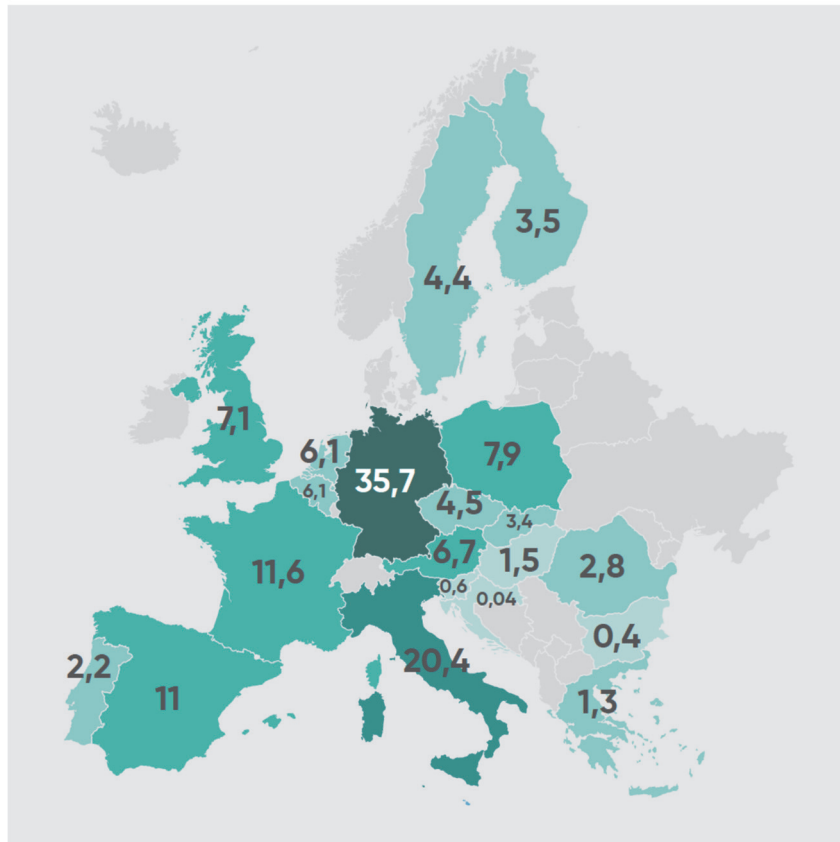


図2 主なEU加盟国と英国における鉄鋼生産量（単位：百万トン 2020年）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

EU加盟国に限れば2020年の合計生産量は183百万トン、うち60%はBF-BOF、40%がEAFによるもので、最大のドイツ（35.7百万トン）にイタリア、フランス、スペインの順が続いている（図2参照）。

EU内の消費は、域内生産品と域外から輸入品の混合であり、製鉄業者は最終製品を卸売業者か、直接エンドユーザーへ出荷するため以下のような消費市場の区分けが存在する。

- Apparent Steel Consumption: 卸売業者が現在抱える在庫量を含め消費市場へ出された全出荷量
- Real Steel Consumption: 原材料・中間財としてエンドユーザー向けに出された出荷量

2020年においてapparent steel consumptionの136百万トンに対し、real steel consumptionは142百万トンであったが、real consumptionの方が多くなった理由は棚卸資産の除去による影響と考えられている。

世界全体の鉄鋼需要量の割合のうち最大を占めるセクタは建設・インフラ向けで、その次に産業用機械・機器向けが続いた。欧州では同じく建設・インフラ向けが最大（38%）であり、その後は自動車産業向け（16%）、機械・エンジニアリング設備向け（15%）と続いた（図3参照）。

Figure 5: STEEL CONSUMPTION IN THE EU BY APPLICATION.



図3 EUにおける鉄鋼需要量のセクタ別割合（単位：千トン）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

2.3 過剰生産能力の問題と将来需要の見通し

欧州のような成熟市場においては、新興国とは異なり鉄鋼の需要カーブは今後予見される将来において「フラット」であり続けると見込まれている。またコロナ禍のような予見し得ない経済的ショックの影響は既に顕在化している（世界の）過剰生産能力を悪化させ鉄鋼を取り巻く経済状況に悪影響を及ぼす。

2019年のEU鉄鋼生産量は、2018年比で既に6%減少、コロナ禍の影響が出た2020年には前年比11.5%減を記録したうえ欧州では40百万トン分の生産能力が一時的な生産休止に追い込まれた。

先進国の需要減退を尻目に世界規模での生産能力は増加傾向にある。2020年の生産量と生産能力のギャップは624.9百万トンあったが、世界の稼働率74.5%に対し欧州は単独で63%に落ち込んでいた。

過剰生産能力の問題は生産能力の過少な利用を生み、最終的には低い利益率として業界に跳ね返るものである。生産能力利用が1%減少すると平均で、企業のEBIT（支払金及び税金引前利益）は0.3%減少すると言われている。また、生産時のCO2排出量が比較的低い欧州製鉄業の競争力が落ちると、炭素税が低いもしくは炭素税制度のない、域外の安い生産者に発注が流れることで、環境上の悪影響をもたらすことになりかねない。

コロナ禍以後の需要回復期にあっても、少なくとも2023年までの欧州の鉄鋼需要は、自動車産業などの域外生産、原材料価格のボラティリティなどを受け、落ち込んだままと予測されている。しかし一方で先進国の鉄鋼需要の長期的展望は、再生可能エネルギーなどを含むインフラ及び都市化の需要を受け、安定的に推移するとも見られている。

鉄鋼業界に関しては、ほとんどの（先進）国において高炉の多くが設備耐用寿命を迎えプラント更新時期に差し掛かると見られる。現在操業中の石炭ベースのBF-BOF炉のうち1,090百万トン（世界の71%、EU内の5%）分が2030年までに運用寿命を迎えると言われている。従い、2050年のネットゼロ達成目標を考慮すれば、例え炭素回収貯留技術を組入れても更新炉には、15年～20年の運転期間のある石炭ベース炉ではなく、グリーン水素技術などへの投資を検討すべきである。

2.4 欧州製鉄業界のCO2排出量

現在、欧州製鉄業界の年間GHG排出量は221百万トンと見られており、主な排出源はBF-BOF炉である。BF-BOF製鉄工程では主原料の鉄鉱石は、一次的工程でペレットもしくは焼結鉱に転換され、原料炭はコークス製造に使用される。ペレットは酸素還元剤としてのコークスと共に高炉内で加熱・還元を経て熔融状態の鉄（銑鉄）が作られる。高炉から出た銑鉄は、硫黄などの不純物を取り除くため石灰等を加える予備的工程を経て、溶鋼へ精錬する工程が行われる転炉へ流れる。一連の反応工程を支える燃料は石炭のため、BF-BOF工程のCO2排出量は粗鋼生産量1トン当たり通常1.6～2.0トンとされる（EUにおける平均的な製鉄プラントのCO2排出量は1.9トン）。

製鉄工程の排出量のうち、EUの排出権取引制度（EU-ETS）が対象とするのは主な排出源であるコークス炉、焼結並びに高炉のみで、鉄鉱石の採掘やペレット化などのバリューチェーン上流工程や高炉以降の下流工程は除外されていることを留意されたい（図4参照）。

Figure 6: EXAMPLE GHG EMISSIONS FROM A BF/BOF STEEL MANUFACTURING PROCESS IN THE EU (IN KG OF CO₂e PER TONNE OF CRUDE STEEL).

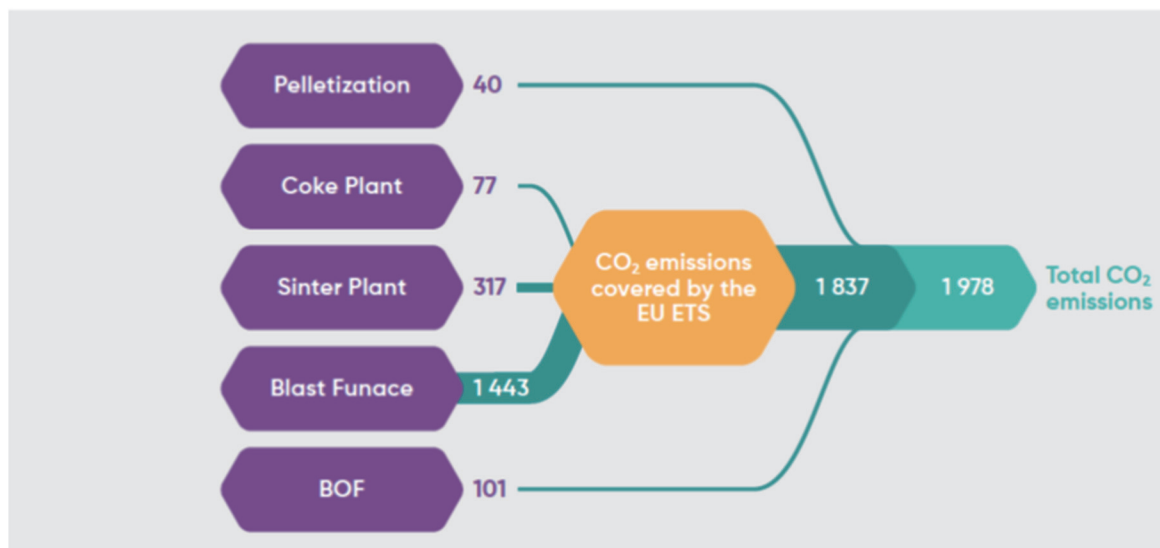


図4 製鉄工程 EU-ETS対象となるGHG排出量（単位：Kg-CO₂e /粗鋼1トン）

※Coke Plant(77), Sinter Plant(317), Blast Furnace(1,443)がEU-ETSの対象

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

EAF炉によるスクラップ鉄を原料とする製鉄工程の場合、電気を主なエネルギー源とするため（使用エネルギーは製鉄1トン当たり6.8GJ）BF-BOF工程よりCO₂排出量が少なくなる。ただし原料が100%スクラップ鉄の場合、少量の天然ガスまたは石炭の燃焼による直接排出分が含まれる。EAF製法によるEUのCO₂排出量は粗鋼生産1トン当たり平均0.4トンとされているが、供給される電源ミックスによるため、加盟国ごと、例えばほぼゼロ排出のスウェーデンと極めて排出量の高いポーランド、といった顕著な差として表れている。

3. 欧州製鉄業の脱炭素化：具体的な取り組み／政策

3.1 政策インセンティブ

革新的な技術の導入による脱炭素化への移行とコスト競争力維持の両立のために、的確な財政的補助を含む政策的サポートが必要である。EUでは欧州産業戦略（2021年5月）において欧州産業の気候中立とデジタル技術をリードするための政策手法が提案されている。

3.2 欧州排出権取引制度（EU-ETS）

2005年の排出権取引制度導入により、製造、エネルギー、航空などのセクタにGHG排出権量の上限界（キャップ）が設定された。最終的にゼロエミッション達成を目的としているため毎年の上限界枠が削減されてゆく仕組みで、EU加盟国に加えアイスランド、リヒテンシュタイン、ノルウェーといった一部の非加盟国の間で運用されている。各実施期間後の報告時には施設がもつ排出権量と実際の排出量を比較し、超過量に対して課徴金が科される。排出権「取引」の部分、排出量削減のコストが少ないセクタが率先して排出量削減の取り組みを行うという前提で機能している。

製鉄業などエネルギー依存度の高いセクタにとっては、最終製品へ上乗せされるコストに重大な影響をもたらす制度であり、制度の外側から価格の安い輸入鉄鋼製品が増える「Carbon Leakage」が起りやすいという難点がある。Carbon Leakageの回避手段の一つは、このようなセクタへ製品ごとに設定したベンチマーク指標にもとづく無償の排出権量（排出権枠）を割当するというものである。例えば2021年～2025年の実施期間におけるベンチマークは2016年及び2017年の製造年における、対象施設の10%を占める最も効率的な製造施設の排出実績をベースに設定している。一つの製鉄工場内で多くの種類の中間財を生産している場合は、異なる製造工程ごとにそれぞれの適するベンチマーク指標が適用される。例えば2021年～2025年実施期間のコークスのベンチマーク指標は0.217tCO₂/t、焼結鉱は0.157tCO₂/tという具合である。一方、銑鉄を取り出す高炉に対するベンチマーク指標は1.288tCO₂/tで、EAFによる粗鋼生産のそれはトン当たり0.215tCO₂/tであった（EAFについては電源の脱炭素化の進展などの要因により、2013年～2020年期間比で24%の削減がみられた）。この他に熱（47.3tCO₂e/TJ）、及び燃料（42.6tCO₂e/TJ）といったベンチマーク指標が算定に含まれる。

2021年～2025年実施期間のベンチマーク指標は、BF-BOF製法のような技術革新の取入れが低いセクタが対象となる最低年率の0.2%と、EAFなど技術革新の取入れ比率の高い最高年率1.6%の間において、毎年の削減率が設定される（表1参照）。

表1 製鉄品目ごとのEU-ETSにおけるベンチマーク指標

Table 1: EU ETS BENCHMARKS FOR STEEL MANUFACTURING ACTIVITIES.

Product benchmark	Benchmark value for 2022 (t CO ₂ e/t)	Annual reduction rate
Coke	0,217	1,6%
Sintered ore	0,157	0,5%
Hot metal	1,288	0,2%
EAF carbon steel	0,215	1,6%
EAF high alloy steel	0,268	1,6%

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

毎年割当てられる無償の排出枠は、対象となる製品のベンチマーク指標とその製品の過去の実績や調整率といった変数などの積で得られた値となる。そのようにして割当てられた排出枠（European Union Allowance = EUA）は1クレジットにつき二酸化炭素もしくはCO₂相当量のGHG 1トンである。ただし、実際の施設の排出量が、設定したETSベンチマーク指標を超えた場合、排出権取引市場から排出枠を購入するか、物理的に排出量を削減するかのいずれかを選択しなければならない。現時点でETS制度の対象は、BF-BOF工程の直接排出量のみとしており、エネルギーや、石炭など主な原材料の採掘や運搬からの排出量は対象外である。

EUAクレジット市場価格は変動するものの、基本的には無償割当てのベンチマーク指標が減少するときに価格が上昇するというトレンドがある。2021年は一貫して大きく値を上げ、2022年2月にこれまでの最高価格である95ユーロ/tCO₂eを記録した。

BF-BOF工程を組んだうえ、独自のコークス炉により焼結鉱も生産する統合的な製鉄所（ISP）で一つのケースを考えた場合、製造された銑鉄1,000トン当たり、合わせて約1,560クレジットの無償排出枠を得る見込みだが、平均的なEU製鉄所の排出量を考慮すれば、実際は銑鉄1,000トン当たり1,910クレジットが必要であると考えられるため、差異の350クレジット分は市場からの調達が必要となる。この追加分は価格を95ユーロ/tCO₂eとした場合、銑鉄コストの上乗せ分はトン当たり26.6ユーロだが、無償枠の設定がそもそもない場合の上乗せコストはトン当たり181.6ユーロに跳ね上がる。これを平均的な銑鉄生産量3百万トン／年のプラントに当てはめるとEU-ETS制度による年間の追加炭素コストは59百万ユーロほどとなる。一方、EAF製法によるリサイクル鉄による同規模の粗鋼生産では炭素排出コストは74百万ユーロと推計される（推計結果は表2参照）。

表2 EU-ETSによる製品ごとの推計追加炭素コスト

Table 2: EXAMPLE CALCULATION OF ADDED COSTS GENERATED BY THE EU ETS FOR STEEL MANUFACTURERS.

Product benchmark	Production (t/year)	Emissions (t CO ₂ e) ¹⁸	Estimated free allocation (EUA)	Carbon costs (EUR/year)
Coke	975	274 950	211 575	6 020 625
Sintered ore	3 930	974 640	617 010	33 974 850
Hot metal	3 000	4 485 000	3 864 000	58 995 000
EAF carbon steel	3 000	1 419 000	645 000	73 530 000

Note: assuming EUA price of 95 EUR per tCO₂.

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

3.3 炭素国境調整メカニズム（CBAM）

CBAMは、EU域外からの鉄鋼輸入品に対しEU-ETS制度内の排出炭素価格に相当する価格を課し炭素コスト負担条件を平準化することで、エネルギー依存度の高いセクタにおけるCarbon Leakage問題への対応を目的に提案された制度である。輸入業者は輸入品の生産時における炭素税の負担を証明することにより、調整金の控除を受けることができる。しかし実際には製鉄業界の脱炭素化を困難にしかねない要素が含まれていることを指摘したい。

その問題とは計画されているEU-ETS無償排出枠割当ての段階的撤廃である。この撤廃措置は、無償枠と輸入品に対する炭素国境調整金という二つの制度により、製鉄業界が二重の保護を得ないようにするためのもので、2026年の90%への無償枠の引下げを皮切りに完全撤廃となる2035年まで毎年10%ずつ引下げを行うものである。しかし段階的撤廃により、域内の鉄鋼価格の上昇を引き起こしてしまう。この影響を受けるのは主に輸出用完成品の間財として、EU製の鉄鋼を消費する域内の製造業者である。一例としては既に低い利益率に苦しみ、鉄鋼が大きなコストを占める造船業者であり、東アジア勢との価格競争に敗れることで、EU製鉄業界は造船業界と歩調を合わせて世界市場で落ち込む可能性がある。

鉄鋼価格上昇の原因は、無償枠の段階的撤廃によりEUの鉄鋼業界がじかに（高止まりしている）排出権市場価格にさらされることと、（2050年のネットゼロ達成のため）グリーン水素を始めとする低炭素技術への高額な投資負担が時期的に重なることにある。

欧州の鉄鋼業界団体EUROFERの推計によると、EUの政策（Fit for 55, CBAM, EU-ETS）により、代表的な製鉄プラント（年間粗鋼生産量4百万トン）に2030年時点で384百万ユーロの追加コストが発生すると言われている。BF炉1基をグリーン水素ベースのDRIに転換する年間追加コストが270百万ユーロとされていることから、相当なコスト負担が将来待ち受けていることが分かる。

3.4 産業排出指令（Industrial Emissions Directive、IED）

2010年に導入された産業排出指令は、GHGに加え工場などからの大気・水質汚染物質の排出を規制するものである。業界で認められた環境対策のベストプラクティスに従うことを条件に操業許可を与えるルールだが、産業界に対しGHG排出量の制限を強化し、欧州グリーンディール、またはFit for 55のEU目標に整合させるため、現在は欧州委員会により規制改正の検討が行われている最中である。

鉄鋼業界に関すれば、少なくとも粗鋼生産量20t/h、もしくは熱間圧延による生産2.5t/h以上に該当する全ての製鉄工場はIEDの操業許可を要する。GHG排出量についてはEU-ETSで規制が課されており、二重規制回避のため、IEDの操業許可上の条件は課されないものの、高炉やコークス炉からの排ガス、特にCO₂, SO₂, NO_xに関して、ばいじん中の組成や濃度は厳格なモニタリングの対象となる。

3.5 EUタクソノミー

EUタクソノミーは環境に配慮する経済活動をリスト上で分類化し、特定の要件やベンチマークの設定によりそれぞれの持続可能性を評価することで、取り組みを繕う「グリーンウォッシュ」からの投資家保護、あるいは低炭素／ゼロエミッション技術への投資の促進を図る制度である。製鉄に関しては炭素排出量の上限要件が定められており、BF-BOF工程の場合銑鉄トン当たり1,331t CO₂e、EAF工程では生産トン当たり0.209t CO₂eとなっている。

4. 欧州製鉄業の脱炭素化：具体的な取り組み／脱炭素技術

4.1 4種類の今後有望な脱炭素技術的ルート

製鉄業界が取り組む脱炭素技術については、EU基金で活動を行うThe Research Fund for Coal and Steel (RFCS)のプロジェクトであるGreen Steel for Europeの最近の報告書において、推進すべき有望な4つの技術的ルートが以下の通り挙げられている：（詳しくは図5、6を参照）

- 1) BF-BOF+CCU：従来のBF-BOFプラントに炭素回収・有効利用（CCU）などCO₂排出削減に効果のある設備を組み込む（短期的な緩和策との位置付け）

- 2) H₂-DR-EAF: 製鉄炉を全て天然ガスもしくは水素をベースとする直接還元法 (H₂-DR-EAF) に切り替える
- 3) Enhanced IBRSR, HPSR: 溶融還元法の活用: 鉄浴型溶融還元炉 (Enhanced IBRSR) による溶鋼工程の置き換えの他、水素プラズマを用いた酸化鉄還元 (HPSR) による鉄鉱石から溶鋼への直接転換
- 4) Alkaline Iron Electrolysisまたは、MOE電気分解を利用した鉄鉱石還元による製鉄法: アルカリソーサイト残留スラリーの電気分解による低温下で行う鉄の還元法 (Alkaline Iron Electrolysis)。または、酸化鉄を溶融酸化物電気分解 (Molten Oxide Electrolysis, MOE) により高温下で直接電気分解することで酸素を除去し、鉄鉱石から直接粗鋼を取り出す製法

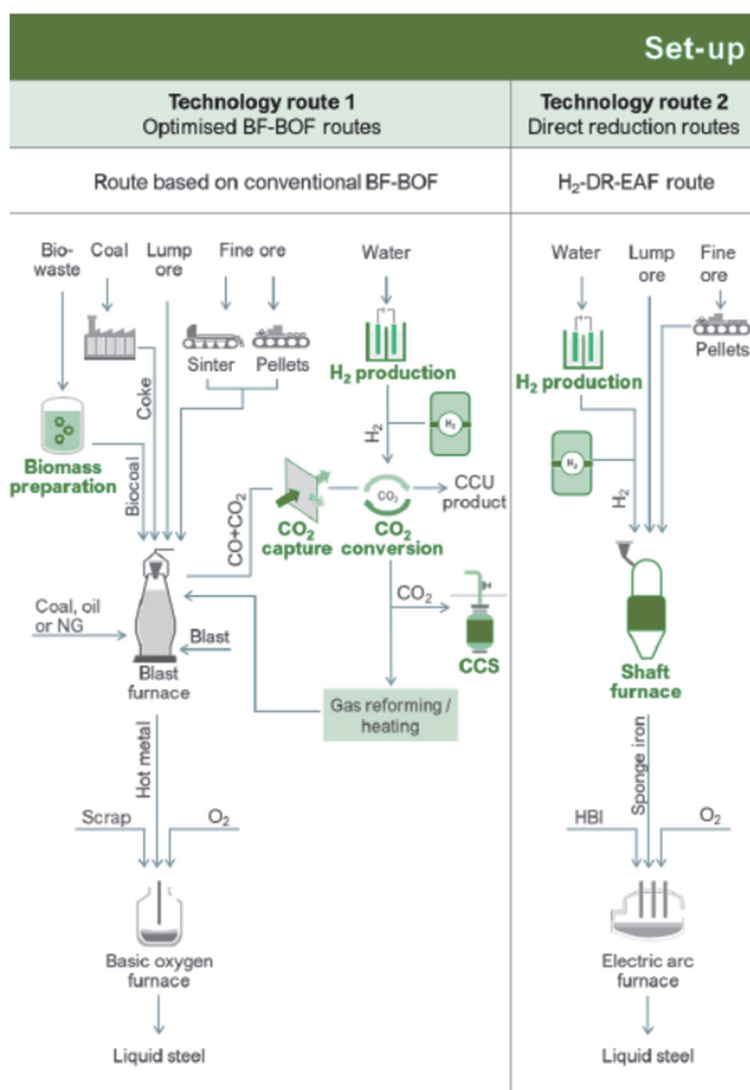


図5 推進すべき有望な技術ルート1 (BF-BOF+CCU) 及び2 (H₂-DR-EAF)

出典: STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

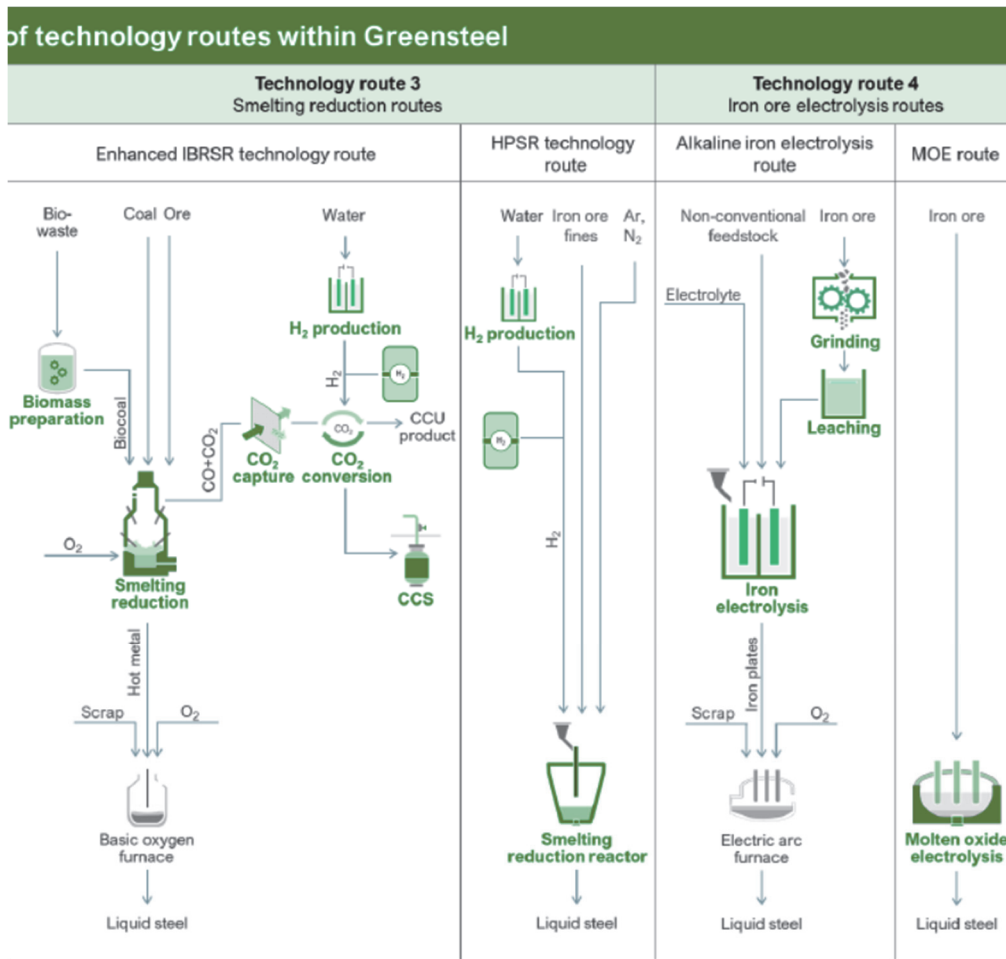


図6 推進すべき有望な技術ルート3 (Enhanced IBRSR)、(HPSR) 及び4 (Alkaline Iron Electrolysis)、(MOE)

出典: STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

それぞれの技術ルートの主な利点、及び課題をまとめる:

1) BF-BOF+CCU

利点:

- 既存プラントとの設備的な統合が比較的容易
- 規模の拡大が可能
- 高い実装準備性
- 燃料としてのバイオマス使用 (Biocoal) と、CCUの組み合わせにより潜在的にネガティブエミッションとなる可能性
- CO₂貯蔵・輸送のインフラ、及び処理コストを他の製造業者と共有可能
- 化石燃料からバイオマス燃料への置換えにかかるCAPEXが比較的安くすむ

課題:

- CCSユニット追加のみでは、GHG排出削減効果は限定的 (およそ20%)

- 化石燃料からバイオマス燃料への置換えのみでは、ゼロGHG排出完全達成は不可能
- 先述した全ての組み合わせが必要（CCU+バイオマス燃料への置換え）
- CCS（特にSの貯蔵）に対する地元住民の反発が根強いこと
- 穀物由来以外の、持続可能なバイオマス燃料の生産量が十分ではないことに加え、航空・船舶セクタとの燃料の需要競合があること
- 製鉄コストが、いまだに不安定な化石燃料の価格に影響されること
- 比較的高いCAPEXコスト

2) H2-DR-EAF

利点:

- グリーン水素の利用により最大100%の脱炭素化が可能
- 高い技術成熟度
- 水素貯蔵・輸送のインフラ、及びコストを他の製造業者と共有可能
- 天然ガスと水素の混焼から始めて段階的な脱炭素化を進めることができる
- 電解槽（水素生産設備）が有する電力系統に対する需給調整機能
- BF-BOF 設備へホットブリケットアイアン（HBI）として直接還元鉄を供給できるため、シャフト炉/EAF を増強しながら、既存の従来技術をベースとした遊休化施設を使用できる
- 安定的な生産コスト
- DRI もしくは EAF 工程から安価で十分な再エネ供給が見込まれる場所に水素製造施設を切り離して設置することが可能
- 副生酸素の再利用

課題:

- 工程に鉄鉱石ペレットを使うため、EU域外からの輸入品に頼る場合carbon leakageが発生する可能性。
- グリーン水素の需要量が多量である
- オンサイト設置型の電解質の場合、安価な再エネ電源へのアクセス可否に影響される
- 水素製造現場が遠隔地である場合の水素貯留・輸送問題
- 鉄鉱石の直接電気分解より多くの再エネ電力を使用する

3) Enhanced IBRSR、HPSR

利点:

- IBRSR に関する高い技術成熟度

課題:

- CCUなしではCO₂排出削減効果が薄まる可能性（なしの場合削減量20%、ありの場合80%）。
- 完全な脱炭素化には、プラズマアークリアクタ内でプラズマ中にグリーン水素を投入する必要がある。
- CAPEX, OPEXに関する信頼性のある情報の不足
- HPSRに関する技術成熟度が不十分

4) Iron Ore Electrolysis, Molten Oxide Electrolysis

利点:

- 再エネ利用により最大100%の脱炭素化が可能
- 水素製造など上流工程をオフバランス化すれば、電気分解自体はエネルギー効率の最も良い製鉄手法である。
- 少量の凝集体で良いため、潜在的に低いCAPEXで収まる可能性

課題:

- 低い技術成熟度（特にMOE技術）。
- 電気分解工程をオンサイトで行う必要があるため、安価な遠隔地の再エネ利用は困難
- 水素直接還元製鉄に比べ、運用の柔軟性に欠けるため、電力の需給バランス調整への対応力が低い
- 電力の継続的な供給を要するため、蓄電池などのバックアップがない場合、太陽光／風力など不安定な再エネ電源のみへの依存はリスク大。

4.2 脱炭素製鉄プロジェクト事例の考察

産業界の脱炭素移行のための有志国・企業による取り組みであるThe Leadership Group for Industry Transition (LeadIT)がまとめる2021年6月版の製鉄プロジェクトトラッカーによると世界中で47件の製鉄業の脱炭素化プロジェクトが動いており、そのうち21件が水素直接還元製鉄法に関するプロジェクトであった。最も活発な製鉄会社は8件の案件に関与する（そのうち4件は本格的な工業規模）アルセロールミタルとなっている。図7に欧州内で実施中のグリーン水素製鉄プロジェクトを示す。

パイチャートの円の大きさは製鉄会社当たりのプロジェクト数を示し、最大サイズは5件で表わされている。パイチャートの茜色の円はフルスケールの規模、紫色はデモンストレーション段階、青色は試験段階、黄色はR&D段階であり、緑の濃さは国ごとのプロジェクト数を指すが、最も濃い緑はトップ5のプロジェクト所在国を表している。

Figure 8: GREEN STEEL PROJECTS TRACKER.
Source: WWW.INDUSTRYTRANSITION.ORG/GREEN-STEEL-TRACKER

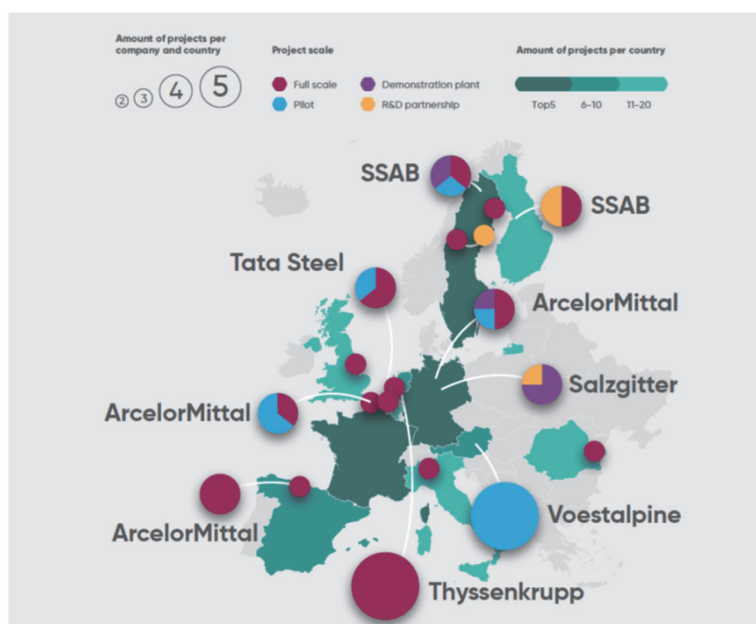


図7 欧州のグリーン水素製鉄プロジェクト

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

4.3 HYBRITプロジェクト（スウェーデン）

HYBRITプロジェクトは、高張力鋼材などを製造するスウェーデンの製鉄会社SSAB、欧州最大級の鋳業会社LKAB、及び電力会社Vattenfallの3社によるフルスケールの協業事業である。石炭による高炉製鉄から、グリーン水素による直接還元による製鉄への移行を目的としており、製鉄バリューチェーンに関与する全ての業者による参加が特徴となっている。

本プロジェクトで生産される1.35百万トンのグリーン水素還元スポンジ鉄は、スウェーデンの全粗鋼生産量のおよそ25%に当たる量の原料となり、操業期間の最初の10年間を通して14.3百万トンの排出CO₂を削減する計画となっている。

スウェーデン北部のGällivareに発電能力500MWの非化石電源による電解槽と（第1世代でコストの高い）水素直接還元製鉄法の新施設ができる予定であるのに加え、SSABはOxelösundにある自社所有の高炉を電炉に置き換える。

製鉄業はスウェーデン経済に占める割合が高いことから、HYBRITによる技術転換が完了した暁には国内の全CO₂排出量のうち少なくとも10%の削減に貢献する見込みである。

EUが革新的な低炭素技術向けに設定した支援制度であるInnovation Fundの対象プロジェクトに2021年正式に選出されたため、今後合計で1億4千3百万ユーロの資金を受けることとなった。

ユニークなのは、所在国のスウェーデンは国中の電力系統のほぼ全てが既にゼロエミッション電力となっている点で、非常に安定した水素製造向けの再エネ電力が入手できるということである。このため、HYBRITにおいてはバッファ用の水素貯留設備は設置する

ものの、水素製造の付随施設としての水素貯留設備に多額の投資を行う必要がなく、最初から大容量の電解槽に投資資金を振り向けることができている（図8参照）。

4.4 HYDEAL Españaプロジェクト（スペイン）

HYDEAL Españaは、グリーン水素製造ベンチャーDH2 Energy、アルセロールミッタル、エネルギー会社で送配電事業者のEnagás、飼料・アンモニアメーカーのFertiberia、Soladventの5社による大規模なグリーン水素プロジェクトで、コスト競争力の高い地元の太陽光エネルギーをテコに、スペイン北部アストゥリアス州の産業クラスタにおける脱炭素化を支援する。

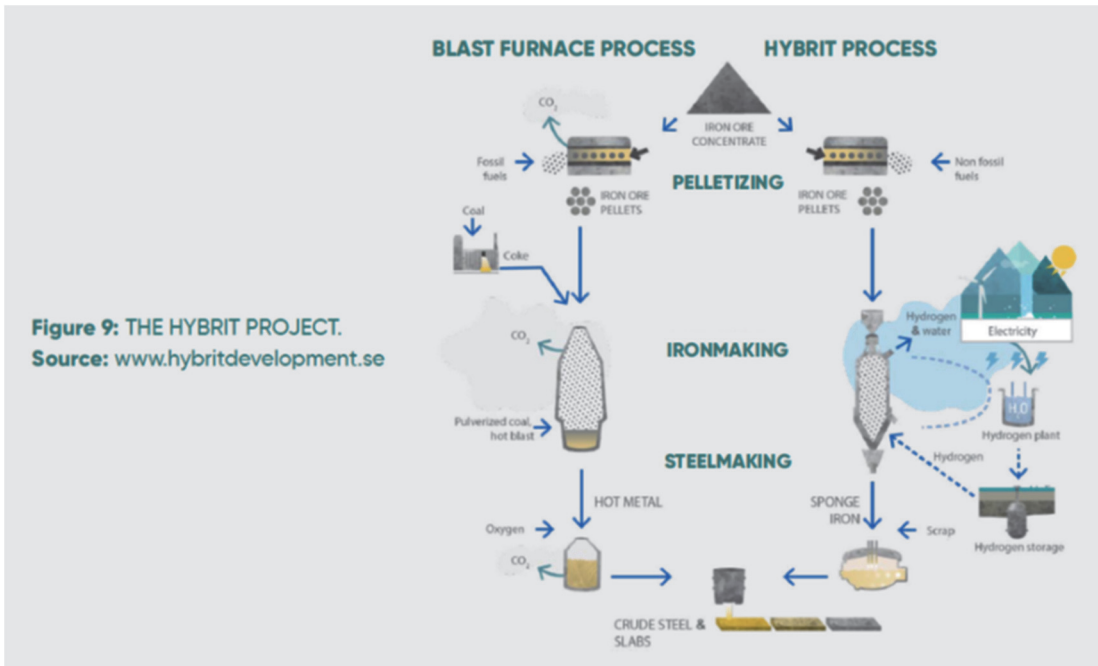


図8 HYBRITプロジェクト（右側のフローがHYBRIT工程）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

太陽光電力の直接供給による発電能力3.4GW～7.4GW電解槽の規模は、グリーン水素プロジェクトとしては欧州最大級となる。アルセロールミッタルとFertiberiaがプロジェクト最初のオフテーカーとなり、2025年～2030年までに20万tから33万t製造される予定のグリーン水素を地域内の事業者へ供給する計画である。

オフサイト型の太陽光発電設備を伴うグリーン水素製造施設を「上流」に据え、地下設置型の水素貯留設備とパイプラインを「中流」と「下流」に構えることにより、産業クラスタ全体で経済的に実現可能なグリーン水素システムの「ハブ」を作ることを目指すというもの（図9参照）。

カギはグリーン水素に対する、地域の産業需要を大手のオフテーカーへ集約化することで製造コストのスケールメリットを創出し、かつ中流以降における貯留や配／輸送の共有化によりオフテーカーの供給コストとリスクを軽減する仕組みを整えたことによるといえる。

現在、HYDEALは「プロジェクト開始前」段階にあり、2022年9月に最初の最終投資決定（FID）の結果が判明する。最短で進捗した場合、2025年後半には最初の水素供給が行われる予定で

ある。HYDEAL EspañaはHyDeal Visionという、より大きな水素製造スキームのプロジェクトの一部で、スペイン国内で67GWの合計生産能力を有する本スキームでは、2030年にパイプラインを通して北西ヨーロッパのオフテーカーへ価格競争力のある水素を供給する目標である。

HYBRITの電解槽設置場所は、製鉄プラント内のオンサイト型であるのに対し、HYDEALの電解槽は各地の太陽光発電所に一体型として設置されるため、電力系統への接続コストなどを節約できる分、再エネ発電コストの削減につながる特徴がある。

Figure 10: HYDEAL España PROJECT.

Source: HYDROGEN EUROPE LIGHTHOUSE PROJECTS WEBINAR.

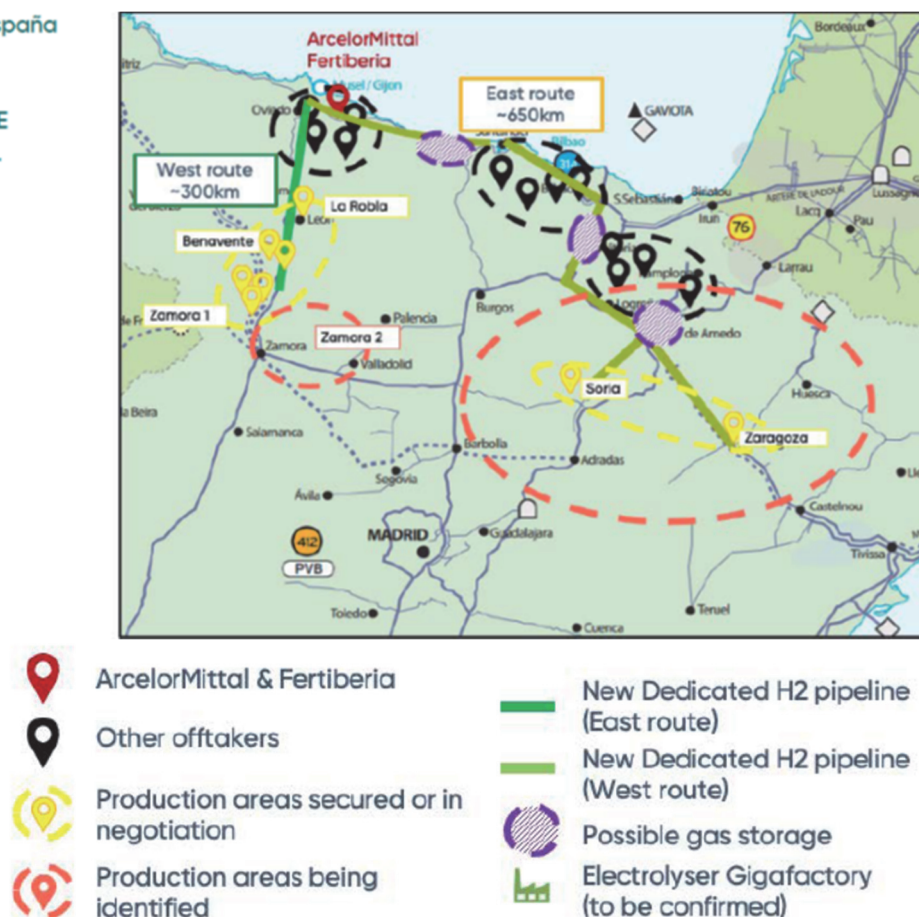


図9 HYDEALプロジェクト

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

一方で、HYDEALの場合は水素専用の新設パイプラインを含む輸送インフラのCAPEX及びOPEXの負担を引き受けるというデメリットがある（ただし、エネルギー単位当たりのコストで見れば、水素パイプライン輸送コストは送配電接続・託送コストの五分の一から十分の一で済むとの分析もある）。2番目のデメリットとして、HYDEALの電解槽はベースロード（最大出力）で操業する自由がなく、常に電力供給元である特定の太陽光発電設備の出力に合わせなくてはならないことである。もともと電解槽は太陽光発電の80%程度の出力規模に設定されているが、先述の理由からHYDEALの年間のフル出力操業時間は、2,600時間運転に留まる予定である。

不安定な太陽光発電に依存することから、バッファ用の貯留設備投資のみが必要なHYBRITプロジェクトに比べて、HYDEALは日ベース、並びに季節ベースでの水素生産量の変動に対応可能な容量分を含めた設備の整備が必要となっている。これら一連のデメリットにも拘らず、計画

ではスペイン国内の安価な太陽光発電コストメリットを最大限に生かして、エンドユーザーへの（貯留・輸送を含む）水素供給価格の目標を1.6ユーロ/kg～1.8ユーロ/kgとしている。

4.5 SALCOSプロジェクト（ドイツ）

ドイツ製鉄大手Salzgitter社は、SALCOSプロジェクトと呼ばれる自社のグリーン水素による脱炭素計画を進めている。グリーン水素は直接還元製鉄法へ利用され、従来の石炭を材料とする高炉製法を置き換える計画となっている。先述の2実例と比較し本プロジェクトに関しては、いくつかの課題があると考えられる。

まず第一にプロジェクト実施国のドイツは、再生可能エネルギーに過去10年間で多額の投資を行っているものの、平均的な電力系統の炭素集約度から見れば低炭素電力とは言えないことである。ドイツ電力系統の2020年時点におけるGHG排出平均係数からの推計によると、製造水素1トン当たりのGHGフットプリントは15.5tCO₂あり、天然ガスを原料とし、かつ、炭素回収貯留装置を伴わないグレー水素に比べ50%高いレベルである。このことから長期にわたりサステナブルなソリューションではないと考えられる。

次に、水素供給を行う予定の製鉄プラント周辺には安価な再生可能エネルギー電源が存在せず、現時点ではローカルベースでスケールのある水素製造は困難である。大規模な再エネ発電と水素製造設備が集積している北海の洋上風力発電ファームから供給を受ける場合、250kmの水素パイプライン（パイプライン敷設自体は比較的低コストである）と地下設置型の水素貯留装置への投資が必要で、短期的にはソリューションとは言えない。

従い、SALCOSの直接還元鉄製プロセスは当面の間、還元を使用する天然ガスの一定量を水素で代替し、徐々に水素量を増やしながらかCO₂排出を抑える方法が、現実的手法になると考えられている。実際、図10のステージ2に図示の通り、2025年までのCO₂削減量についてはSALCOS自身が、最大26%と保守的な予測にとどめている。

4.5 グリーン水素向けの資金支援プログラム

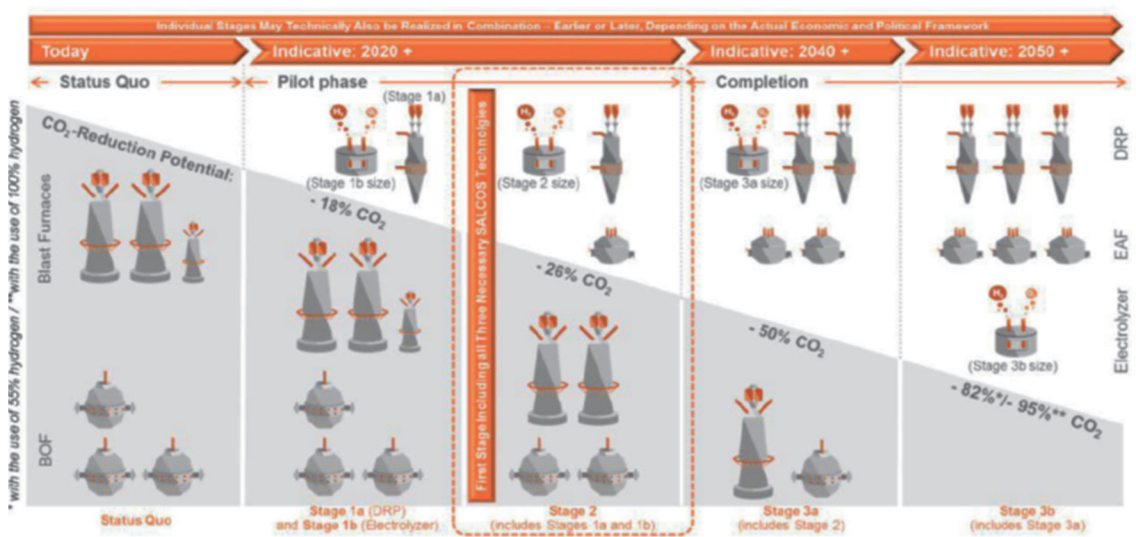


図10 SALCOSプロジェクト

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

製鉄業のグリーン水素導入にあたっては、製造装置などキャピタルコストの他にもR&Dなどへの資金を要する。欧州では各段階・用途向けに公的な資金支援が存在するので主なものを挙げる。

- ① Horizon Europe
- ② Research Fund for Coal and Steel
- ③ Important Projects of Common European Interest
- ④ Innovation Fund

① Horizon Europe

産業界の競争力強化並びに気候変動対応を主な目的とする、革新的技術案件の研究、及び開発（Research&Innovation）プロジェクトに対して用意されている基金である。2021年から2027年の期間の合計予算は955億ユーロあり、主軸となる下記3分野に該当する案件を支援する。

Pillar I. Excellent Service

Pillar II. Global Challenges and European Industrial Competitiveness

Pillar III. Innovative Europe

製鉄業界のグリーン化案件実績の多くはPillar IIの対象となる。

製鉄業のグリーン化支援プロジェクトの代表的なものは、Clean Steel Partnershipと呼ばれ Horizon Europe 及び、後述する②Research Fund for Coal and Steelのプログラムに跨り活動している。他にClean Hydrogen Partnershipでは7年間で10億ユーロの資金を確保して製鉄業への水素利用の研究開発に充てている。

② Research Fund for Coal and Steel

石炭及び鉄鋼の分野の技術革新を目的とした支援プログラムで、Horizon Europeとの共同案件も多い。CO2削減に加えて、製造工程、品質管理、資源利用の効率化、職場の安全性の改善などの取組内容に対し大学、研究機関、企業などが提供対象となり、毎年の支援規模は合計5,500万ユーロほどである。

③ Important Projects of Common European Interest

技術革新の量的及び質的な重要性を審査条件とし、実施の対象範囲、あるいは規模が大きく、使われる技術レベルや財務的リスクが高いと判断される研究開発案件向けとなっている。民間レベルでは容易に取り組めない分野向けのため、補助金、税金控除、物的供与などを通して公的資金からの支援が得られない限り、プロジェクトの遂行が不可能か、規模縮小の避けられない案件などが審査される。関係する加盟国政府の関与や民間からの部分的な資金投入も公的資金拠出の条件となっている。

④ Innovation Fund

この基金は、技術革新レベルが特に高度、かつ低炭素な技術を有する案件で、CAPEXの投資額が750万ユーロを超える大型案件、または、それ以下の中小案件を対象として

いる。総予算は250億ユーロある比較的大きな基金で、対象となれば10年間にわたり支援を受けることができる。技術の他にプロジェクト自体の進展度合い、商業的拡張性（スケーラビリティ）、コスト効率なども審査条件であるが、未達の条件がプロジェクト進展度合いのみの場合、欧州投資銀行（European Investment Bank）が用意するProject Development Assistance (PDA)を条件達成までの「つなぎ融資」として活用できる仕組みがある。

受益者となった場合、技術革新部分のCAPEXとOPEXを含めるコストのうち60%をカバーする資金が10年間にわたり供与される。

上述4プログラム以外でも各加盟国レベルを経由するRecovery and Resilience Planがあり、この場合は、支援金のうち37%が脱炭素移行向け、20%がデジタル化へ充てられる条件となっている。

5. 製鉄技術の経済的比較分析 BF-BOFと H2-DRI-EAF

年間粗鋼生産量4Mtの製鉄所1ヶ所を転換する場合、生産能力1.3GWの電解槽、33億ユーロの設備投資（うち電解槽費用12億ユーロ）、10.2~21.7haの電解槽施設向けの用地（及び将来の再エネ投資向けの追加用地）といった諸々の投資が必要となる。

しかし、水素製造の電力に太陽光発電のみを使用する場合、必要な水素量を製造するために必要な電解槽の電力は約5GWに増加し、平均的な生産能力を有する工場1ヶ所の必要な設備投資額は68億ユーロにおよぶ。

5.1 方法論

製鉄所が負担する最終的なコストには、各オプションの投資コスト（CAPEX）と操業コスト（OPEX）が含まれ、生産される製品の量（粗鋼トン）に応じて表示されるという意味で、各オプションの経済的な比較はLevelized Cost of Productと類似のアプローチで評価が行われた。

投資費用を実現するための割引率は、固定の実質年率6%と設定した。この分析では「グリーンスチール」の価格にはグリーンプレミアムはつかないと仮定している。

5.2 カウンターファクチュアル（反事実的な）シナリオ

各分析の基本となるのは、鉄鉱石から粗鋼を生産するベンチマークとして確立されている主要な製鉄方法、即ちコークスを還元剤として用いるBF-BOFルートとの比較である。

このルートの総エネルギー需要は約19GJ/tSteelと計算され、そのほとんどはコークス製造用の原料炭と高炉の燃料として使われる石炭である。同時に、このルートでは粗鋼1トン当たり約2.2GJの余剰コークス炉ガス（COG）が発生する（図11参照）。

BF-BOFでは、COGに加えて、265kg/tの製鉄スラグと231kg/tの水砕スラグなど、いくつかの副産物が発生する。水素を使用するDRI-EAFルートに切り替えた場合、COGと水砕スラグのいずれとも得ることができなくなる。

分析目的として、余剰 COG の価値は天然ガス価格（ユーロ/MJ ベース）に等しいと仮定し、水砕スラグの価格については、40ユーロ/tと設定した。

繰り返すが、粗鋼生産コストを評価する上で重要なのは、コロナ禍後の景気回復に伴うエネルギー価格の高騰、天然ガスの備蓄不足、及び、ロシアによるウクライナ侵攻などの要因により、現在の市場環境がBF-BOFルートの長期的な収益性を表すものではないことである。

Figure 14: ASSUMED MATERIAL AND ENERGY FLOWS FOR THE PRODUCTION OF 1 TONNE OF CRUDE STEEL IN A REFERENCE BF-BOF INTEGRATED STEEL PLANT.

Source: HYDROGEN EUROPE BASED ON EUROPEAN STANDARD EN 19694-2.

Note: COG – COKE OVEN GAS, BFG – BLAST FURNACE GAS.

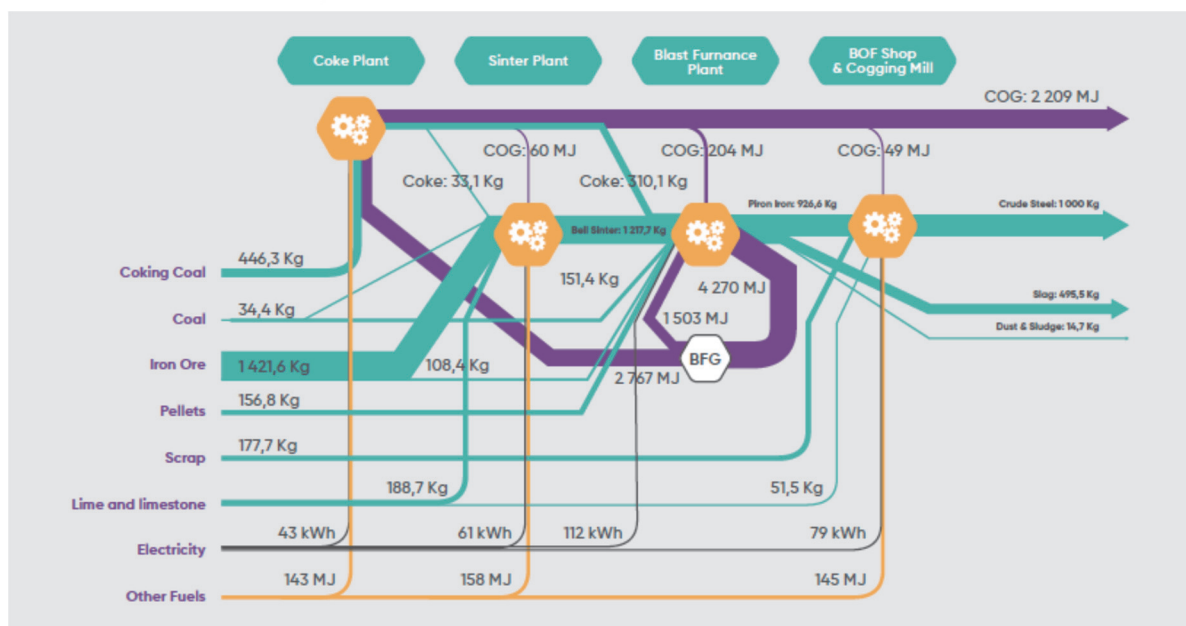


図11 レファレンス用BF-BOF統合製鉄所の粗鋼生産1トン当たりの想定材料及びエネルギーフロー

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

グリーン水素のコストを、天然ガスやグレー水素などの代替化石燃料と比較した場合にも、同様の効果が見られる（図12参照）。2021年後半まで、EUにおけるグリーン水素の製造コストは、天然ガスから製造された水素との比較で、コスト競争力がない状況であった。後者のコストは1.5ユーロ/kg程度であり、グリーン水素は、EUの中でも極めて限られた日射量や風況の良い場所（太陽光発電の場合のスペイン南部や陸上風力の場合のアイランドなど）でのみ達成可能であった。しかし、近年の天然ガス価格の上昇により、コスト関係は完全に逆転していると言える。天然ガス価格が150ユーロ/MWh（2022年3月中旬時点）、EUAクレジット市場価格が90ユーロ/tとなり、グレー水素製造コストの急速な上昇につながった結果、太陽光発電ベースの水素製造を中欧あるいは北欧で行うような、厳しい立地条件で製造されるグリーン水素でさえ、コスト競争力を持つようになったのである。

製鉄において、最終生産コストに最も大きな影響を与える原料製品は原料炭であり、2020年後半に過去最高値（600米ドル/トン）の商品価格を記録した。原料炭の高騰が長期化すれば、BF-BOFルートによる鉄鋼生産コストが絶対値のみならず、水素による直接還元など他のルートと比べ相対的にも上昇するため、鉄鋼生産のグリーン転換を加速させる可能性がある。

Figure 15: COMPARISON OF RENEWABLE AND FOSSIL FUEL-BASED HYDROGEN PRODUCTION COSTS BEFORE AND AFTER THE RECENT SPIKE IN ENERGY PRICES.
Source: HYDROGEN EUROPE.

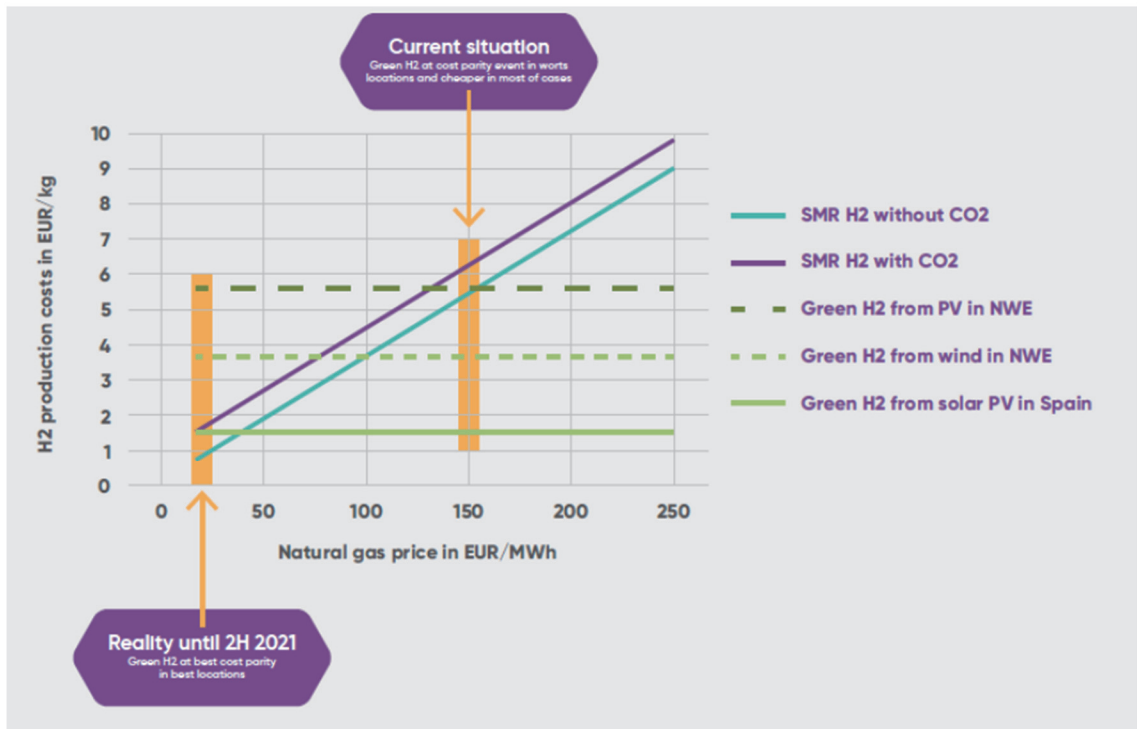


図12 直近のエネルギー市場価格高騰前後におけるグリーン水素及びグレー水素製造コストの比較（単位：ユーロ）

※SMR H2（水蒸気メタン改質による水素）、NEW（Northwestern Europe）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

BF-BOF ルートにおいて、最終粗鋼生産価格に大きな影響を与えるもう一つの製造品目は鉄スクラップで、銑鉄と共にBOF（転炉）の最終投入材として使用されている。鉄スクラップのこれまでの価格水準は200-250ユーロ/t程度であったが、現在では600ユーロ/t程度となっている。最大の鉄スクラップ輸出国の一つであるロシアが、スクラップに対する輸出税（2022年4月1日から施行）を290ユーロ/t程度まで高くしているため、市場価格が以前の水準まで短期間に下落する状況は考え難い。

天然ガスや電力市場でも同様の記録的な高騰が見られ、これら全て粗鋼の総コストに影響を及ぼすことになる。

このため本レポート（その1）1.2項において言及したように、二つの異なる価格形成シナリオを用いて分析を行う。

- High prices シナリオ: 現在の高価格水準が続くとしたシナリオ
- Adjusted prices シナリオ: 化石燃料の潜在的な長期価格トレンドを反映させるよう調整を行ったシナリオ

BF-BOFルートについては、両シナリオの単価コストを下表3に示す。

表3 BF-BOF製法ルートにおける主な単価の経済的仮定（単位：ユーロ）

Table 4: KEY TECHNO-ECONOMIC ASSUMPTIONS FOR THE BF-BOF ROUTE.

Source: OWN ANALYSIS.

Cost item	Unit	High prices	Adjusted prices
Coal	EUR/t	165,0	50,0
Coking coal	EUR/t	230,0	66,5
Grid electricity	EUR/MWh	160,0	60,0
Electricity network costs	EUR/MWh	20,0	20,0
Iron ore	EUR/t	145,0	145,0
Lime	EUR/t	100,0	100,0
Natural gas	EUR/MWh	80,0	30,0
Steel scrap	EUR/t	400,0	220,0
Granulated Slag	EUR/t	40,0	40,0
CO2 EUA	EUR/t	80,0	40,0

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

いずれも過去のコストと比較すると高いが、鉄鋼価格が1,200ユーロ/トン以上と過去最高水準にあるなど、現在の鉄鋼市場の状況をよく反映しているといえるだろう。

図13に示す粗鋼製造コスト見積の通り、最大のコスト項目は鉄鉱石で、両シナリオとも粗鋼 (CS) 1トン当たり250ユーロ近くを占めている。減価償却費とその他の固定費（人件費とO&M費用）を合わせると、エネルギー現在価格への依存度が低いコストは337EUR/tCS程度となる。

石炭（硬質炭とコークス）コストは、High pricesシナリオで約108EUR/tCS、Adjusted pricesシナリオで31EUR/tCSである。もう一つの重要なコスト要素は、CO2価格で両シナリオにおいて76～152 EUR/tCSの間で変動している（ただし排出無償枠がない場合を想定）。

このコスト範囲（およそ500～700EUR/tCS）は、本報告の残り部分で、グリーン水素製鉄の経済的な実現可能性を評価するベンチマークとして使用される。グリーン水素製鉄コストが、この二つのベンチマーク値のうち低い方を下回る場合、そのような製鉄オプションは補助金なしでも財政的に実現可能であることを意味するが、一方で、推定ベンチマーク値の上限より高いコストの場合は、追加の財政支援が必要であることを意味する。

5.3 グリーン水素製鉄のための技術的な設定

DRI-EAF（直接還元製鉄法、及び電気アーク炉）製法ルート

H2 DRI（水素直接還元製鉄法）ルートは、原料炭に代わる鉄還元剤として水素を使用し製造した銑鉄ではなく直接還元鉄（スポンジ鉄）ブリケットを、電気アーク炉の原料として溶鋼を製造するという概念に基づいている。

1999年からトリニダード・トバゴで最初の商業規模のプラント（年間生産能力65トン）が稼動していた。

Figure 16: ESTIMATED REFERENCE CRUDE STEEL PRODUCTION COSTS IN THE BF-BOF ROUTE (IN EUR/T).
Source: HYDROGEN EUROPE.



図13 BF-BOF製法ルート両シナリオの粗鋼製造コスト見積（参考用）（単位：ユーロ/トン）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

EAFの部分は、スクラップから鉄を作るいわゆる二次製鋼の工程で使われる一般的なEAFとほぼ同様の工程である。スクラップなど鉄分を含む原料を電力で直接溶融し、高炉のよう

な銑鉄ではなく、溶鋼を生成する。プロセスエンジニアリングや冶金学的な理由から、溶鋼の中には酸素・窒素や石炭が挿入される（図14参照）。

粗鋼生産量1Mtの直接還元設備の投資コスト見積もりは約3億2千万ユーロだが、これらに加え、参考として粗鋼1t当たり184ユーロのEAF（DRIから粗鋼への転換）による大幅な追加コストが想定される。合計では、新設のH₂-DRI-EAFプラントの年間粗鋼生産量1Mt当たりの想定追加投資額は約5億400万ユーロまで増える。また、コストにはBFとBOFを置き換える既存のブラウンフィールド（生産廃止などで遊休化している）の統合型製鉄プラントの改造費は含まれておらず、変更後の製鉄プロセスに適合する内・外部サプライチェーン（原材料、残滓、副産物、ガス配給システム、電力供給）の構築までを含めた場合、追加コストは更に膨れ上がる可能性もある。

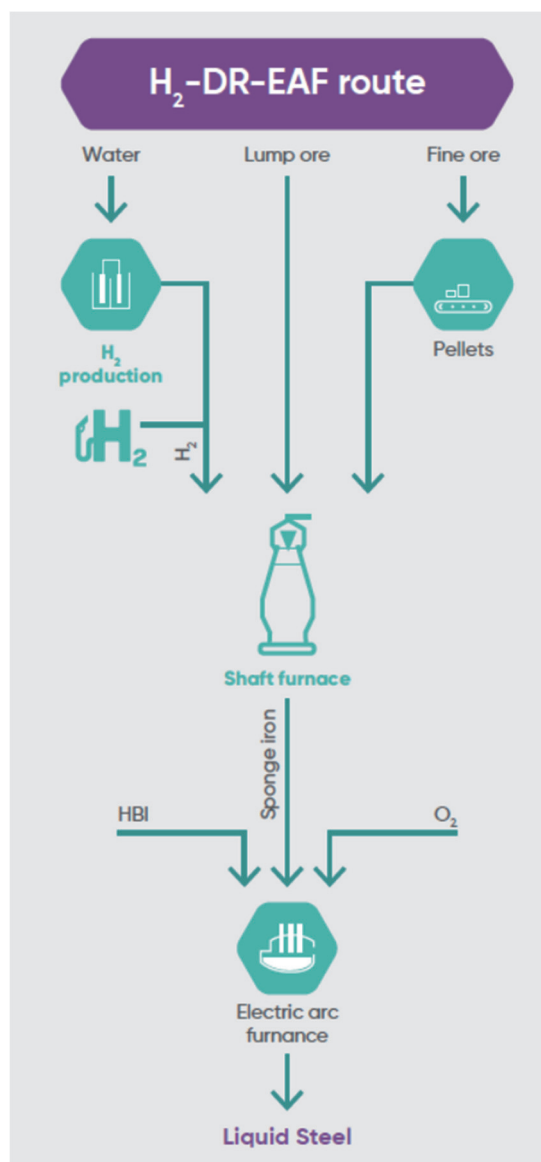


図14 H₂-DR-EAF（水素直接還元－電気アーク炉統合）ルートの製法フロー

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

EU の統合型製鉄工場の粗鋼生産能力が平均で約 4 Mt であることを考えると、同様の生産能力を持つ H2-DRI-EAF ルートへの切り替えに、20 億ユーロ以上の投資が必要となるはずである（電解槽への投資費用は含まない）。

5.4 水の電気分解

DRプロセスで使用する水素は、様々な製造方法に応じて製鉄の際の炭素排出量が決まる。原子力や、天然ガスからの水蒸気メタン改質+CCSから製造される水素は、低排出またはゼロ排出となり得るが（特定のバイオ原料の使用によりネガティブエミッションも可能）、本分析の対象は、再エネを供給電力とし水の電気分解により製造されたグリーン水素のみとする。

工業的な大規模用途では2種類の電解方式が現在の主流をなしており、数メガワットやギガワットスケールで使用されると予測される。一つは高分子プロトン交換膜電(PEM)で、もう一方はアルカリ電解(AE)だが、特に後者は長い間実用化されている技法である。

アルカリ水電解は、主に低い運転温度(40~90℃)と圧力(1~30bar)で安定運転し、PEM電解も低温(20~100℃)運転であるが、PEMの方は圧力レベルがより高い(30~50bar)。

アルカリ性電解槽は、液体電解質(多くの場合、水酸化カリウム-KOH溶液)を使用し、陽極と陰極の間に多孔質のセパレータが設置されたものである。このとき、水酸化物イオンは溶液体を経由してセパレータを通過し、酸素と水を生成する。第二電極では、水酸化物イオンと一緒に水素が生成される。電解プロセスは開始から最大生産量まで30分以内で到達するものがあり、アルカリ性常圧電解槽の場合、10分程度で15%から100%までの間の容量変化が可能である。高圧電解槽の場合は10%~100%の容量変化にかかる時間は数秒程度に短縮される。

PEM技術は、固体高分子電解質膜と直流電流を用いて、水から水素(プロトンを経由)と酸素を分離する技術である。PEM型電気分解槽の電解質では、水素と酸素の混合を避けるため陽極から膜を通して陰極にH+プロトンを選択的に移動させることができる。

PEM技術の主な利点は、容量が0~100%のダイナミックレンジで運転できるため、時間変動的な再生可能エネルギーの余剰電力が利用でき、グリーン水素製造に最適なことである。更に、超高純度水素(純度等級=5.0以上、または純度=99.999%以上)を得ることができるのも利点である。コンパクトなサイズで信頼性が高く、メンテナンスフリーであるため中小規模の産業用アプリケーションに適しているが、モジュール化されていれば、大規模アプリケーション向けの運用も可能となる。

グリーン水素を還元剤として直接還元法を用いる場合、粗鋼1トン当たり約51kgのグリーン水素が必要となるため、一次鉄鋼生産能力が年間4Mtの平均的な統合型製鉄プラント(ISP)1ヶ所当たりの必要なグリーン水素は、毎年約204kt程度となる。

水から水素への分解反応は、非常に高い吸熱性の反応である。電気エネルギー投入でこの反応を得るために最小でも39.4 kWh/kgの水素を要するが、電解スタックでの追加損失、電気変換と整流、または水素乾燥といった要因のため、必要エネルギー量は最新の電気分解槽システムでは53~57 kWh/kg(4,7~5,1 kWh/Nm³)まで増加する。大規模な

システムでは、Balance of Plant（主要設備の周辺機器、BOP）のエネルギー節約も可能で、全体のエネルギー消費量の削減も可能である。

アルカリ性技術を用いたメガワット規模の電解プラントでは、新しいスタックであることを前提に水素 1 kg 当たり名目上の電力消費量として、50kWhは既に実現可能となっている。PEM技術では熱損失の大きさにより、エネルギー消費量の目安は55kWh/kg程度である。

電解システムの効率を水素生産量 1 kg 当たり約50kWhと仮定すると、水素の生成だけで粗鋼 1 トン当たり2.55 MWhの電力が必要となる。これに加え、EAFでは、鉄鋼 1 トン当たりの必要電力は753 kWhと推計されている。圧縮空気、窒素、高圧酸素の供給、鉍石加熱などのための追加電力消費を合わせると、粗鋼 1 トン当たりの推定必要電力量は約 3.6MWhとなる。

したが、水の電気分解に必要な 10.2TWhを含む、トータルの再エネ電力需要量は年間 14.4TWh になると考えられ、EU内の全高炉設備を DRI-EAF に変換する場合は、最大 530 万トンのグリーン水素と約370TWh の追加再エネ電力が要するという計算になる。

このことは北西ヨーロッパ {オランダ、ベルギー、ドイツ（特にRuhr Valley方）}、イタリアのTaranto、ポーランド/チェコのSilesia地方にわたり、大規模なエネルギー需要クラスタが出現することを意味している（図15参照）。



図16 EU+英国の製鉄セクタによる潜在的なグリーン水素需要量（単位：kt/year）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

数メガワット規模の工業用電解プラントの推定キャピタルコストは、アルカリ電解槽技術で600ユーロ/kW、PEM電解槽技術で900ユーロ/kWとなる。

今後は研究開発、規模の経済、あるいは製造工程の自動化などが進むと考えられ、将来的な投資コストと電力消費はともに下がる、とHydrogen Europe専門家は予測している。アルカリ電解槽のCAPEXは400ユーロ/kW、PEM電解槽は500ユーロ/kWに下がり、エネルギー効率は両技術とも約48kWh/kgに改善されるとのことであった（表4参照）。

ただしこれらの予測は、利用可能な基礎または建物があり、必要なエネルギー接続が容易なブラウンフィールドのコストのみが含まれる前提にもとづいている。グリーンフィールド（既存の設備などが無くまっさらな状態から始める）のプロジェクトでは、敷地の確保、変圧器、あるいは整流器などの追加費用をキャピタルコストに含める必要が出てくる。

電気分解槽が再エネに接続されず、送電系統から電力供給を受けるような場合、系統接続に関する追加費用は、特に、送電設備などの増強工事が必要となるギガワット級ユニットにおいて、大きく増える可能性が出てくる。

これらの追加費用に、エンジニアリング、プロジェクト管理、建設監督管理、並びに試運転などの費用を考慮すると、総投資費用はアルカリ技術で950ユーロ/kW程度、PEM電解槽で1,250ユーロ/kW程度と見積もられる（工事予備費などは除く）。

もう一つの重要な点は、電解プラントに必要な広さの用地確保である。ギガワット規模のアルカリ電解設備に必要な敷地面積は、通常10～17ha相当となる。PEMの場合の最大必要面積は13ha、最小の面積要件でも8ha程度と考えられる。

上述した全てのコストを必要投資額として算入する場合、再生可能エネルギー・グリーン水素に基づくBF-BOFからH2-DRI-EAF技術ルートへの移行というのは非常に大きな課題であることがわかる。年間のベースロード運転時間を8,000時間/年と仮定すると、年間粗鋼生産量4百万トンの製鉄所1ヶ所の技術転換に必要と考えられる投資は以下の通りにまとめられる。

- 製造能力1,3GWの電解槽
- 設備投資額33億ユーロ（うち電解槽向けに12億ユーロ）
- 電解槽プラント建設用地10,2～21,7 ha（再エネ発電設備新設のための追加面積は含まれていない）。

しかし、水素製造に再エネのみを使用する多くのケース、特に太陽光発電を電源とする場合、ベースロード運転は不可能と考えられるため、電解槽への投資額は更に割増して考えるのが賢明である。太陽光発電の稼働率が年間2,000～2,200時間の仮定で、必要な水素量の製造に要する電解用電力は約5,000GWになるため、平均的な生産能力のプラント1ヶ所に必要なCAPEXは68億ユーロと推計される。

表4 アルカリ電解技術（AE），PEM電解技術の開発における重要業績評価指標（KPIS）

Table 5: EXPECTED AE AND PEM DEVELOPMENT KPIS.

Source: CLEAN HYDROGEN JOINT UNDERTAKING, STRATEGIC RESEARCH AND INNOVATION AGENDA, 2022.

Item	Unit	SoA	2024	2030
AE CAPEX	EUR/kW	600	480	400
AE OPEX	EUR/(kg/d)/y	50	43	35
AE electricity consumption	kWh/kg	50	49	48
PEM CAPEX	EUR/kW	900	700	500
PEM OPEX	EUR/(kg/d)/y	41	30	21
PEM electricity consumption	kWh/kg	55	52	48

※ SoA（最先端）

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

5.5 GHG排出量の削減

転換後の製鉄プロセスは電化が進んでいるため、温室効果ガスの総削減量は電力の炭素集約度に依存することになる。しかし、繰り返し指摘するように再エネ電力のみでは、ゼロエミッションの鉄鋼を生産するには十分ではない。鉄鉱石や石灰石の採掘・生成、生石灰や鉄鋼の主要成分である炭素の添加など、製鉄所の下流工程で発生するCO₂があるためである。

一方、これらの排出量は比較的小さく、鉄鋼1トン当たりの排出量は約53kgであり、BF/BOFルートからの総排出量の2.8%に過ぎない。炭素源としてバイオメタンやバイオコールを使用し、石灰をEAFにおける石灰の機能（発泡スラグ、硫黄除去、スラグ塩基度調整）を提供できる他の材料で代替することによって、排出量の追加削減が可能となる。

電力消費量を考慮すると、このプロセスが温室効果ガス排出の観点から有益となるには、プロセスの使用電力における最大炭素集約度は513gCO₂/kWhを超えることはできない。EUの例では、EU加盟国の系統電力の炭素集約度に基づき高炉を操業する加盟国のうち、系統電力のみに依存するH₂-DRI-EAFルートへ切り替えた時、排出量が純増する国はポーランドのみである（図16参照）。

一方で、全電力を再エネのみでまかなうことができれば、EU域内の全てのBFをH₂-DRI-EAFに変換した場合、年間のGHG排出量は200 Mt-CO₂e近くまで削減される推計である。

Figure 19: NET GHG SAVINGS FOR THE H2-DRI-EAF ROUTE ASSUMING GRID ELECTRICITY IS USED FOR THE PROCESS (IN TCO2E PER TONNE OF CRUDE STEEL).

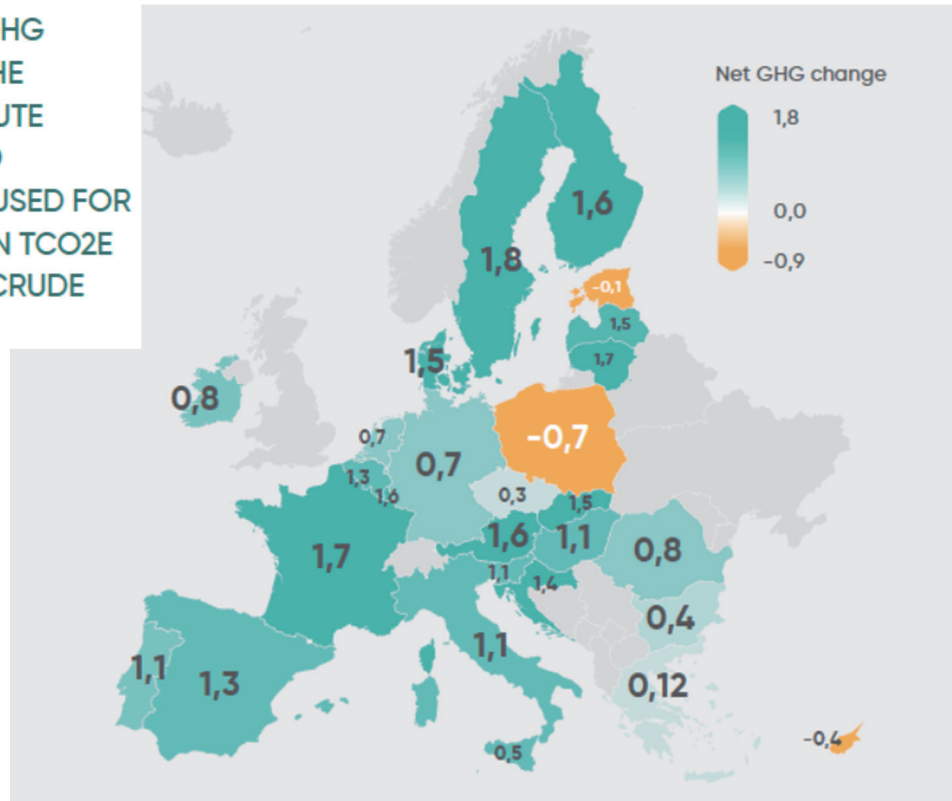


図16 系統電力を使用したH2-DRI-EAF技術ルートの新味GHG排出節約量（単位：粗鋼1トン当たりのTCO2E)

出典：STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

(参考資料)

- STEEL FROM SOLAR ENERGY: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing, May 2022, Hydrogen Europe

米国の石油ビジネスをめぐる市場、政策動向について

エネルギー価格の高騰に端を発して、エネルギー多消費型国家の米国ではインフレが進行しており、この影響は世界経済全体にも及んでいる。エネルギーの主要産業である石油業界は、脱炭素化と石油供給確保といった課題に直面している。米国の石油ビジネスをめぐる市場や政策の動向に関して、そのポイントを報告する。

本報告は、一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）の調査をもとに、2022年8月4日に行われたウェビナー*の内容に基づいている

* <https://www.jetro.go.jp/biz/seminar/2022/1f95b2faac31bf81.html>

1. 米国石油業界を取り巻く市場動向

(1) 石油価格の上昇とその影響：石油価格上昇の経緯

- ① 石油需要の回復に対して、石油の供給が不足するといった懸念から、2021年第4四半期から原油価格上昇が顕著に

欧米の大手石油企業に対する株主からの脱炭素化圧力と、中長期的な脱炭素化政策の不透明感から、2021年は原油開発に対する投資が低迷した。米国大手石油企業の株主は、社会的な脱炭素化圧力も踏まえ、石油投資よりも株主への還元（配当、自社株買いなど）を志向する傾向へと変化している。

他方、デルタ株やオミクロン株の感染拡大に見舞われながらも、石油需要は順調に回復している状況にある。

- ② 2021年末頃から、ウクライナ危機への懸念が高まり、2022年2月のロシアの侵攻により、原油価格は急騰

ウクライナ危機により、政府だけでなく消費者も、低廉で安定的なエネルギー供給の重要性を再認識するようになり、非常時におけるエネルギー供給確保の観点から、再生可能エネルギーは化石燃料の代替となり得ないことが顕在化してきている。（ロシア産エネルギーへの依存の大きいドイツでは、石炭火力発電の復権も含め、大幅な政策変更の動きが見られている。）

また、化石燃料を排除し再生可能エネルギーに転換するといった急激な脱炭素化ではなく、化石燃料の安定供給を確保しつつ、いかに温室効果ガスの排出削減を図るかという方向への、欧米における環境政策の軌道修正も期待されている。持続可能な経済活動を分類する「EUタクソノミー」規則では、一定の条件で天然ガスおよび原子力による発電を持続可能な経済活動に含めることが7月12日に確定した。

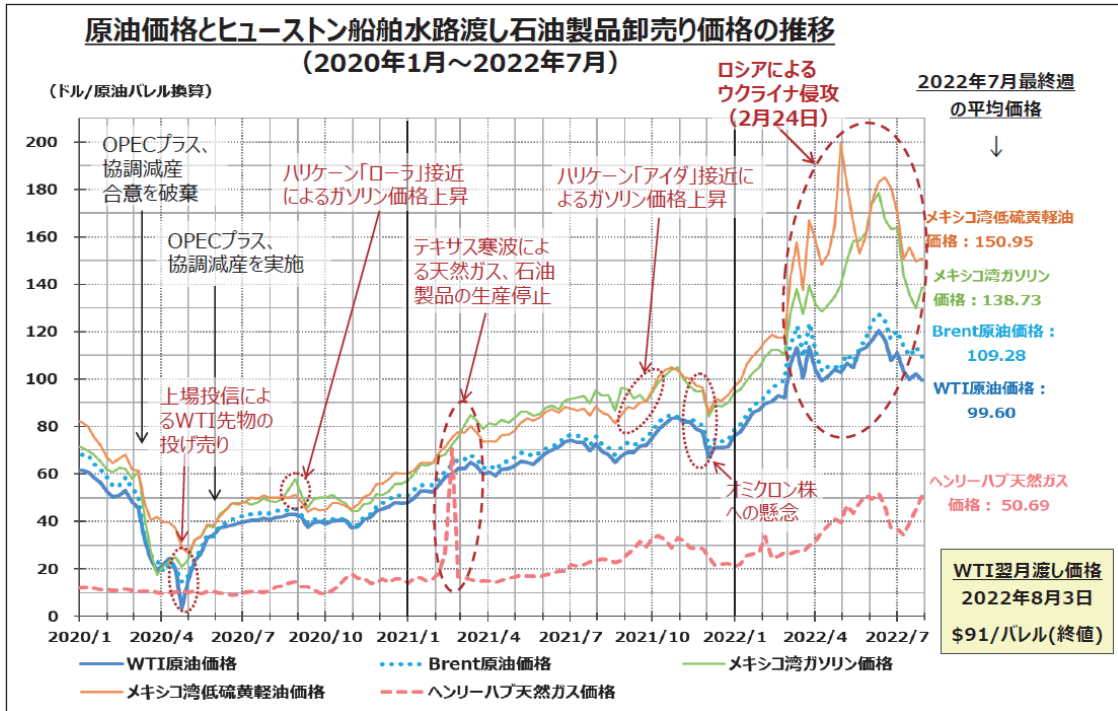


図1 原油価格とヒューストン船舶水路渡し石油製品卸売り価格の推移

(出所) 米国 EIA による週間データおよび CME Group のデータを基に JPEC 作成

(2) 石油価格の上昇とその影響：バイデン民主党政権の対応

原油価格上昇を受け、バイデン政権の短期的優先課題は、産業構造の変換や社会福祉充実を目指した経済政策から、国内ガソリン価格の抑制へと転換。自動車大国の米国においては、ガソリン小売価格の上昇は、政権に対する支持を失いかねない重要な政治的リスクであり、11月の中間選挙への影響も懸念される。バイデン政権は、OPECへの増産要請や度重なる戦略備蓄原油の放出計画を発表するなど、原油価格抑制のため奔走。併せて、石油価格上昇により利益を上げる石油会社を批判し、原油増産と石油製品の供給増を行うよう圧力をかけている。

(3) 石油価格の上昇とその影響：経済全般へも大きな影響

2022年6月の消費者物価指数は、前年同月比9.1%上昇したが、過去1年半の米国消費者物価指数の上昇の約1/3は、原油を含むエネルギー価格上昇によるものであり、半導体の供給不足による中古車自動車価格上昇など(サプライチェーン問題)も含め、米国におけるインフレーションの発生につながっている。

米国金融当局は、物価抑制を優先し金融緩和政策を修正、段階的な利上げを実施中であり、金融緩和政策変更による金利上昇、ウクライナ危機の長期化懸念、厳しい新型コロナ対策を継続する中国における経済減速懸念などから、米国株式市場はピークアウトし、金融緩和政策を継続している日本との金利差から、急激なドル高、円安が発生し

ている。

世界的な金融引き締めが景気後退（リセッション）を招くという懸念もあり、2022年7月に入ってから原油価格はピークアウトの傾向。ただし、原油需給は引き続きタイトであり、予断は許さない。米国の実質GDP成長率については、2022年第1四半期は前期比▲1.6%、第2四半期も前期比▲0.9%であり、2期連続のマイナス成長となっている。

（4）米国石油製品消費

ガソリンは米国石油製品消費の45%程度を占め、新型コロナ感染防止策に伴う通勤、通学用消費の落ち込みが最も大きかったが、新型コロナ前水準までほぼ回復。ただし2022年については、例年需要が増加する3月以降も、高価格のため需要が伸び悩んでいる。また、軽油については、オンライン注文の増加等による物流の増加もあり、需要の落ち込みはマイルドで、既にほぼ回復している。ジェット燃料については航空機旅客輸送の大幅な減少から回復しているが、操縦士、乗員などの人員不足が制約条件となっている。プロパン/プロピレンについては新型コロナによる影響は軽微であり、季節要因（暖房需要）が大きい。

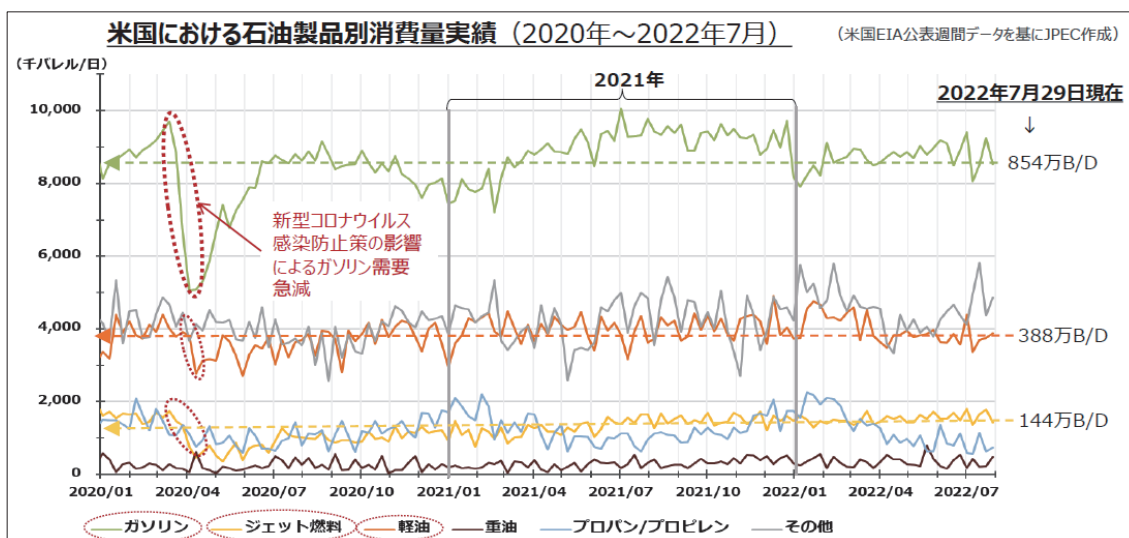


図2 米国における石油製品別消費量実績（2020年～2022年7月）

（出所）米国 EIA 公表週間データを基に JPEC 作成

また、石油製品消費量の各年比較を見てみると、2018、2019年の米国における石油製品消費量は、概ね、日量1,850万～2,200万バレルのレンジであったが、新型コロナ感染防止策（在宅命令など）の影響で、2020年3月第4週～4月第2週に、需要が急減している。新型コロナの感染は、その後も大きな波を迎えるが、消費は回復傾向が継続し、2021年第4四半期には、ほぼ新型コロナ感染前の水準になっている。2022年第1四半期の石油消費は、2018、2019年を上回る水準で推移していたが、高油価の影響

もあり3月以降はやや低調である。

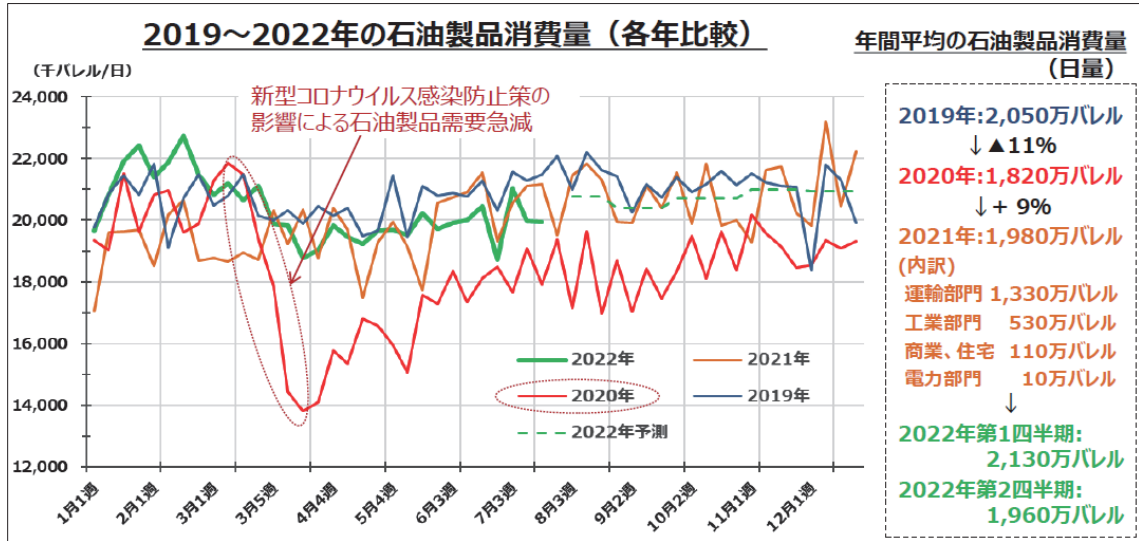


図3 2019～2022年の石油製品消費量（各年比較）

（出所）米国 EIA による週間データおよび「短期エネルギー展望」を基に JPEC 作成

(5) 製油所の稼働状況

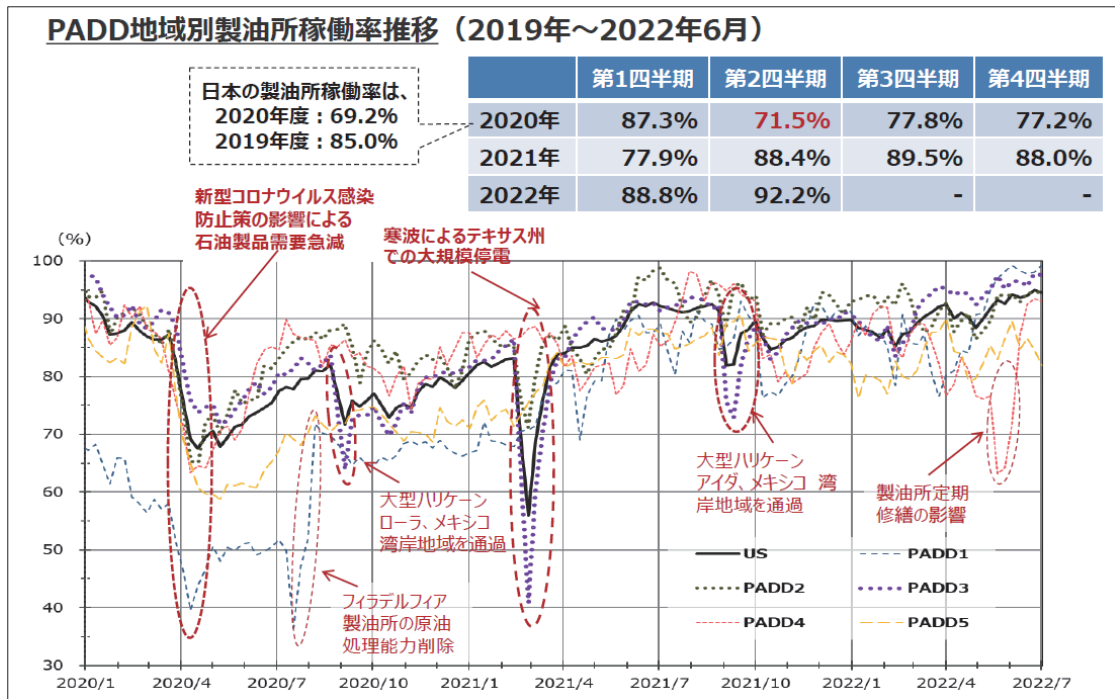


図4 PADD 地域別製油所稼働率推移（2019年～2022年6月）

（出所）米国 EIA 公表週間データを基に JPEC 作成

米国の製油所の稼働率は2021年第2四半期以降、9割前後まで回復している。しかしながら、原油処理量は新型コロナ前の水準には回復せず、2021年平均の原油処理量は日量約1,600万バレルと、新型コロナによる需要減少の影響の大きかった前年を日量約120万バレル上回ったものの、感染拡大前の2019年平均を日量約100万バレル下回る水準に留まった。この要因として、新型コロナの影響による2020年の石油需要減退と石油製品価格低迷、脱炭素化圧力などを背景に、製油所の停止やバイオリファイナリー転換が相次ぎ、米国製油所における原油処理能力が削減されてきたことが挙げられる。

(6) 米国産原油の生産状況

米国産原油については、主要産油国の中でも生産の回復が低調となっている。2021年の世界原油生産量に占める米国の割合は15%と世界最大であるが、2020年の需要低迷、低油価などによる2021年の石油開発予算削減に加えて、株主からの脱炭素化圧力もあり、2021年の米国原油生産は低調であった。EIA（米国エネルギー情報局）が7月に発表したシナリオでは、原油生産量は緩やかに上昇し、2022年下半期平均は日量1,220万バレルとほぼコロナ前の水準を回復する見込みとなっている。

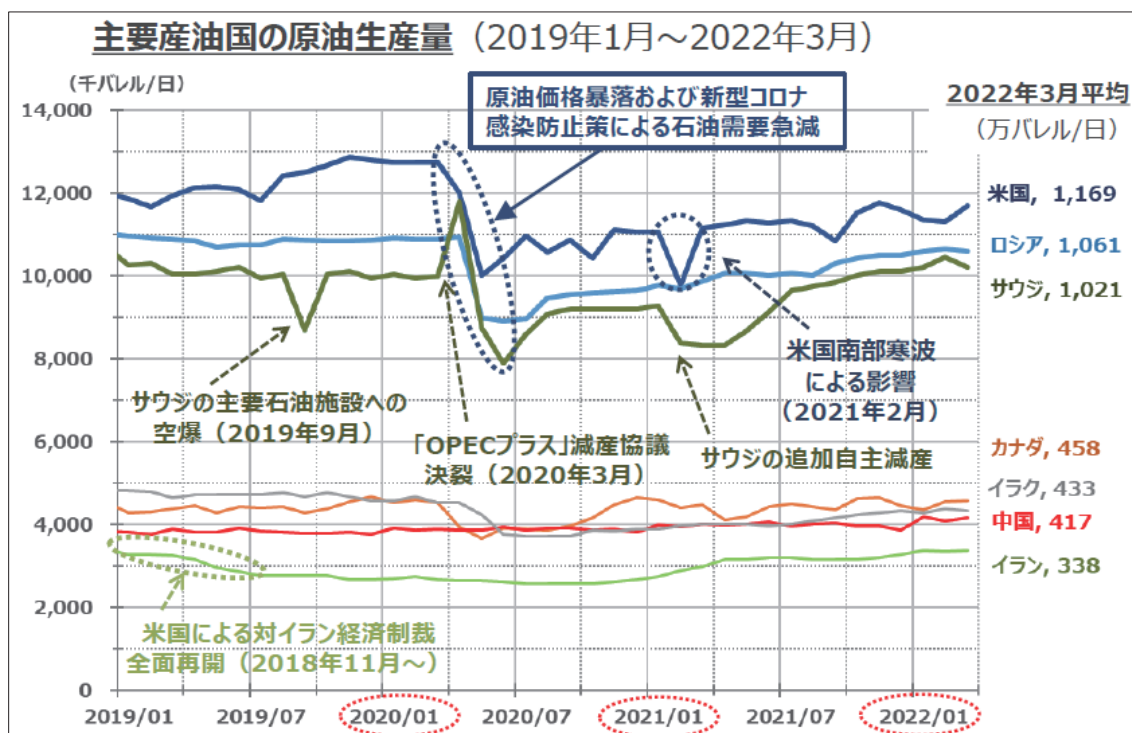


図5 主要産油国の原油生産量 (2019年1月～2022年3月)

(出所) 米国 EIA 公表月間データを基に JPEC 作成

2. 米国石油業界を取り巻く政策動向－運輸部門の脱炭素化政策を中心に

(1) 運輸部門の環境規制再強化

トランプ共和党政権が施行した環境規制緩和を巻き戻すための、規制変更が各省庁から告示された。具体的には、自動車の排ガスや燃費基準の再強化、「ワン・ナショナル・プログラム」規則の撤廃によるカリフォルニア州に対する独自の自動車燃費基準の制定権限の再付与、石油業界からのメタンガス排出規制の再強化など。

① 軽量自動車の新車販売における、企業別平均の排ガス基準値の強化（2022年2月28日発効）

環境保護庁は、2023年から2026年に米国で販売される軽量自動車（乗用車および小型トラック）の新車を対象に、企業別平均のGHG排出基準値を強化する最終規則を2021年12月に決定した。内容はトランプ前政権下で緩和された基準値を再強化するものとなっている。

② 軽量自動車の新車販売における、企業別平均燃費基準の強化（2022年7月1日発効）

トランプ前政権は、オバマ民主党政権が2012年に改定したCAFE基準（CAFE：Corporate Average Fuel Efficiency）を緩和する内容の「SAFE車両規則（SAFE：Safer Affordable Fuel Efficient）」を2020年6月に施行していた。バイデン政権（運輸省）はSAFE車両規則を撤回した上で、2024年から2026年に米国で販売される軽量自動車を対象に、CAFE基準を強化した。2024、2025年は燃費を前年比約8%改善し、2026年は前年比約10%改善することを自動車メーカーに求める内容。

③ 「1つの国家プログラム（One National Program）」規則の廃止（2022年1月28日発効）

トランプ前政権は、軽量自動車の排ガスや燃費に関する基準の制定権限を連邦政府に一元化することを定めた同規則を、2019年11月に施行していた。バイデン政権による同規則の廃止に続いて、環境保護庁は、連邦規則より厳しい排ガス規制を導入しているカリフォルニア州および同州に追随する州（16州およびDC、ただしZEV基準は13州およびDC）が、同州独自のGHG排出規制やゼロエミッション車（ZEV）規制を実施することを、2022年3月に再認している。

④ 再生可能燃料基準（RFS）による最低使用義務量の改定（2022年8月30日発効）

米国では、2007年のエネルギー自立・安全保障法（EISA 2007）で、2022年までの再生可能燃料の最低添加義務量（RVO）を定めており（2007年時点での国産燃料確保

から農業政策へと目的は変化)、EPA(環境保護庁)には、法定義務量を下方修正する権限を与えられている。また、EPAは、2023年以降もRVOを制定する権限があるが、RFS制度の見直しには議会の承認が必要となっている。

RVOは、バイオ燃料のカテゴリー別に定められている。このうち、GHG削減効果が大きい、非食用有機原料を使うセルロース系エタノールの開発、商業化は進んでいない。他方、セルロース系エタノールと並んで先進型バイオ燃料のカテゴリーに含まれるバイオマス由来軽油は、添加量が順調に増加している。従来型のバイオ軽油(FAME:脂肪酸メチルエステル)に加えて、再生可能ディーゼル燃料(HVO:水素化精製植物油)も商業化が進んでいる。先進型バイオ燃料以外の混合義務量は、米国産トウモロコシを原料とするエタノールで大半が賄われている状況である。

再生可能燃料の混合義務を満たせない事業者(石油精製業者など)は、混合義務量を超過したバイオ燃料を調達した事業者から、RIN(再生可能識別番号)と呼ばれるクレジットを購入することが必要であるが、原油処理量日量75,000バレル以下の小規模製油所については、RFSの適用免除を申請できることになっている。

本来は毎年改定すべきところ、2年ぶりとなった今回のRFS改定では、新型コロナウイルスの影響による輸送用燃料需要の減少などを踏まえて、既に最終規則が施行されていた2020年のガソリンへの添加量と2021年の軽油への添加量を、遡及して下方修正している。併せて、過去にEPAに対して申請されていた小規模製油所に対するバイオ燃料使用義務免除を全て却下すること、2022年に関しては、RVOに加えて新たに2億5,000万ガロンを添加義務量に追加することが発表されている。

(2) 運輸部門の脱炭素化のための新たな目標：新たな排ガス/燃費規制

「2027年以降の新たな排ガス規制および燃費規制を制定することを命ずる大統領令(Executive Order on Strengthening American Leadership in Clean Cars and Trucks)」(2021年8月5日発令)

2027年式車以降の軽量自動車に適用する、新排ガス規制および燃費規制として、米国における新車販売の50%以上を、2030年までにゼロエミッション車(ZEV)とすることを目標とした制度設計を行い、2024年7月までに最終規則化することを、環境保護庁と運輸省に対して指示するもの。併せて、現在は燃費規制の対象外である、大型ピックアップトラックや大型バンを対象とした新燃費規制について、2028年式車以降に適用する新燃費規則を、2024年7月までに最終規則化することを、運輸省に対して指示した。加えて、大型トラックやバスなど大型エンジン車両を対象とした排ガス規制と燃費規制について、2030年式車以降の大型トラックやバスなどを対象とした新たな排ガス規制と燃費規制を、2024年7月までに最終規則化することを、環境保護庁と運輸省に対して指示している。

(3) 運輸部門の脱炭素化のための新たな目標：政府調達グリーン化

「公共調達を含む連邦政府における脱炭素化を指示した大統領令 (Executive Order on Catalyzing Clean Energy Industries and Jobs Through Federal Sustainability) (2021年12月8日発令)

- ・ 電力調達：2030年までに、年間ベースでネット GHG 排出量ゼロとなるように調達電源を選択。同年までに、消費電力の2分の1以上は、常に GHG 排出量ゼロの電源を使用。連邦施設における再エネ発電導入も促進。
- ・ 車両調達：2035年までに、新規調達は米国産 ZEV に限定。軽量自動車に関しては、先行して2027年までに米国産 ZEV のみを調達。(軍用など一部の例外を除き、内燃機関車の調達を禁止。)
- ・ その他の調達：2050年までに、調達事業からの GHG 排出量がネットゼロとなるよう、製造、輸送、廃棄過程で生じる GHG 排出量が少ない建設資材などを調達
- ・ 連邦政府施設：建物や施設の新設、改修を進め、電化や廃棄物削減などにより、2032年までに GHG 排出量を2008年比で50%削減。2045年までに GHG 排出量をネットゼロに。
- ・ 事業運営：連邦政府事業からの GHG 排出量を、2030年までに2008年比で65%削減。2050年までにネットゼロに。

(4) 運輸部門の脱炭素化のための新たな目標：航空輸送の脱炭素化

「航空機からの温室効果ガス排出量を2030年までに20%削減する目標 (Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge)」(2021年9月9日発表)

- ・ 生物系油脂や廃棄物を原料とする持続可能な航空燃料 (SAF) を2030年までに年間30億ガロン(1,140万キロリットル)生産し、航空輸送による温室効果ガス排出量を20%削減
- ・ 2050年までに航空部門(軍事・非軍事双方を含む)で使用される燃料を、全て SAF に置き換える

これについて、米国の航空業界は、2030年までに30億ガロンの SAF を使用するという、バイデン政権の目標を支持している。

バイデン政権は、同目標達成のための政策として、SAF 生産・利用企業に対する資金支援、SAF 生産企業に対する税額控除、航空機の燃費効率を30%以上向上させることを目標とした研究開発の加速などを挙げているが、これら政策が含まれていた大規模財政調整法案 (Build Back Better Act) は、民主党内の反対から頓挫している。

国連の国際民間航空機関 (ICAO) は、国際線を運航する航空会社に対して2021年以降の CO2 排出量を、2019年水準から増加させないことを基本方針として掲げる

CORSIA（国際民間航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム）を2016年10月に採択しており、日本や米国、中国、欧州など191カ国が、同枠組みに合意している。今回のバイデン政権の目標は、これを大きく上回る野心的な目標だが、CORSIAとは異なり、排出枠クレジット市場など、目標実現を促進するためのカーボンプライシング制度は示されていない。

また、民間航空会社の業界団体である国際航空運送協会（IATA）は、2050年までにCO₂排出量をネットゼロとする目標を、2021年10月に採択している（米3大航空企業も同目標を支持）が、CO₂排出量ネットゼロ達成のためには、2050年時点で4億5,000キロリットル以上のSAFが必要だと試算している。

3. 米国石油業界の動向－脱炭素化圧力への対応－米国石油精製業界の低炭素化戦略

（1）米国石油精製業界が取り組む主な低炭素化事業

① 低炭素液体燃料

米国では、原料の自国での生産も豊富な、バイオ燃料の商業化が進んでいる近年では、カリフォルニア州のLCFS（低炭素燃料基準）において、より大きなクレジットを得られる再生可能ディーゼル燃料（HVO）製造設備の建設計画が多数発表されている。原料油脂を高温高压化で水素化分解処理することで生産される、再生可能ディーゼル燃料は、従来型バイオ軽油（FAME）と比較して大規模な設備を必要とし製造コストも高価であるため、主にカリフォルニア州での販売を目的に製造されている。他方、合成燃料（e-fuels）は研究開発段階であり、軍事利用目的など取り組みは限定的となっている。

低炭素化燃料事業促進のための、米国における主な政策インセンティブとしては、前述のカリフォルニア州のLCFS（輸送燃料の炭素集約度を、2030年までに2010年比20%削減する目標）による、CO₂排出権の取得が挙げられる。加えて、連邦政府レベルのインセンティブとして、RFS（再生可能燃料基準）によるRINクレジットの取得（バイオ軽油の場合、2021年はガロン当たり0.60~1.60ドル）や、バイオ軽油税額控除制度（現行制度では、2022年までガロン当たり1ドル）による連邦所得税の優遇措置がある。

② CCUS（二酸化炭素の回収・活用・貯留）

米国では、枯渇油ガス田などCCUSの適地が多く、回収したCO₂を減退した油田に圧入して原油の増進回収（Enhanced Oil Recovery）を行うCO₂-EORの商業化実績も豊富である。米国最大の原油、天然ガスの生産地に近い、米国南部のメキシコ湾岸地域には、製油所や石化プラントが集中し、火力発電所も含め大規模なCO₂排出源が多い一方で、岩塩ドームなど地下の貯留層のデータが豊富であり、パイプライン

網などのインフラも整備されている。事業を行う上で必要なコントラクターも多数おり、事業に対する地域住民の許容度も高い。同地域では、エクソンモービルなどがマルチユーザーCCS ハブ事業立ち上げのための検討を行っている。

CCUS 事業促進のための、米国における主な政策インセンティブとしては、連邦税制優遇制度（45Q クレジットと呼ばれる税額控除制度）、カリフォルニア州の LCFS（低炭素燃料基準）による CO₂ 排出権の取得に加えて、エネルギー省による研究開発および事業化の支援措置がある。同省は、CO₂ を大気から直接分離、回収する DAC（Direct Air Capture）方式による回収コストを、10 年以内にトンあたり \$100 未満に削減する目標などを掲げた「Carbon Negative Shot」事業を推進しているほか、2022 年 5 月には、二酸化炭素貯蔵事業等への 23.4 億ドルの助成措置を発表している。

③ 水素

豊富で低廉な天然ガスの供給力を有する米国において、水素は主に天然ガス（メタン）を改質する SMR（Steam Methane Reformation）法により製造されている。テキサス州東部からルイジアナ州西部にかけてのメキシコ湾岸地域には、大規模製油所が集中しており、水素供給設備や総延長約 900 マイル（1,440 キロメートル）の水素パイプラインが整備されている。

しかし、SMR 法では、1 トン当たりの水素の生成過程で、その約 10 倍の CO₂ を排出するという問題がある（グレー水素）。米国では、水素の生成過程で排出される CO₂ を回収、貯留することで CO₂ 排出量をオフセットするブルー水素の商業化実績があり、CCUS の適地が多い米国では、ブルー水素の製造コストは、再生可能電力を用いて水を電気分解することで生成されるグリーン水素をはるかに下回っている。

また、米国内で新增設がすすむエタンクラッカーなどから製造される軽質オレフィン類の副産物としても、水素が生成可能であり（ホワイト水素）、天然ガスを熱分解して水素を生成し、生成過程で生じる固体炭素を調整してカーボンブラックを製造するターコイズ水素も、商業化に向けた事業開発が行われている。

水素事業開発のための、米国における主な政策インセンティブとしては、水素を利用した CO₂ 排出量ネットゼロのエネルギーシステム構築に寄与する研究開発事業に対して、エネルギー省が助成を行っている。自動車燃料用および産業用水素の供給、大型トラック用燃料電池システムの製造、高効率水蒸気電解セルのスタック製造、固体酸化物形燃料電池（SOFC）を使った定置式発電システムの製造などに関するコスト削減に資する事業を助成対象としている。

以上

英国の洋上風力送電料金制度の考察:洋上風力の整備目標に資するののか

英国脱炭素戦略の主力電源の一つに挙げられる洋上風力は、スコットランドを含む英国中の沖合で開発が進む。しかし現在の送電料金制度は、算出方法による不均衡や予測不能性など再エネ投資を妨げる要素が存在するとの指摘が相次ぎ、料金制度の見直し議論が始まっている。考察を行ったScottish Hydro Electric Transmission (Scottish and Southern Electricity Networksの商号名で運営する地域送配電事業者) によるレポートを紹介する。

1.1 はじめに: Scottish Hydro Electric Transmission と送配電事業について

Scottish Hydro Electric Transmission (SHET) は合併後に発足した Scottish and Southern Electricity Networks (SSEN) の会社名のもと、スコットランド北部地域において電力送配電事業を行う事業者である (エリア送電網は図1を参照)。

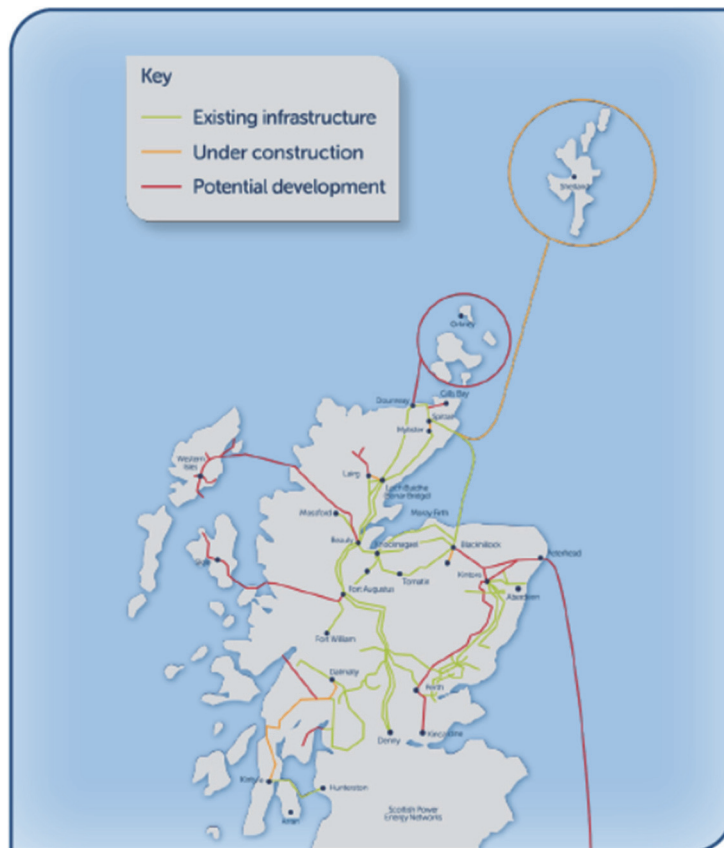


Figure 1 SSEN Transmission network

図1 SSENによる地域の送電ネットワーク網 (薄緑色:運用中の送電網、オレンジ色:整備中の送電網、赤色:今後整備予定の計画がある送電網)

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

送電事業者 (Transmission Owner, TO) として、地下ケーブル、電柱や鉄塔に架けられる架空線、あるいは変電所における高圧電力 (132kV, 220kV, 275kV, 400kV) のネットワークの維持や投資を行っており、カバーするエリアは英国総面積の4分の1を占め、山や島しょ部といった険しい土地条件を有するスコットランド北部である。

発電事業とは切り離されており、発電事業者に接続された電力を高圧等に変電し、エリア内の送電網を通して事業所などの需要家へ配電を行っている。

スコットランドの北部の主な供給電源は風力と水力が占め、接続済み発電容量の既に80%以上が再生可能エネルギーで構成されている。このうち3分の1は担当地域であるスコットランド北部の電力需要家に供給され、残り3分の2は英国内の他地域へ融通 (輸出) されている。このような経緯に加え、スコットランド北部が供給する再エネ電力は、脱炭素国家戦略において重要電源の一部とされているため、TOにとって、再エネ発電所との接続はタイムリーかつ、費用対効果を生むよう細心の注意を払って実施する役割が生じている。

1.2 送電料金について

2021年2月に発行されたSSENによる報告書「Transmission Charges: An overview of charges for the GB transmission system」において、スコットランド北部の既存の発電事業者、及び参入予定事業者が共有している懸念が紹介された。

発電事業者は①国内の他地域の発電事業者が負担する送電利用料金と比較して、料金が高めに設定されている、②対前年比ベースで利用料金の変動が発生しており、年度単位の正確な料金予測が困難である、との事業上の懸念を共有し、現在の料金制度に対し根本的な問題意識をもっているということであった。

送電線利用料金 (Transmission Network Use of System, TNUoS) に関して詳しい調査を行った結果、そうした料金の変動や予測困難性に対する懸念は、スコットランド北部の発電事業者だけではなく、英国全土の発電事業者にも共有されていた。一方で、TOの収入に係る送電システムのコストは安定性や予測性があるとされ、対照的な調査結果であった。事業上の懸念を放置することは、国のネットゼロ戦略に対する事業者の協力を妨げることから、現行の送電料金の枠組みは見直しが行われるべきと考えられる。

2. 洋上風力発電と送電システムの枠組み

2.1 洋上風力発電の重要度と国内目標

政府は、2030年までに整備する洋上風力発電能力の目標規模を40GWとしており、本報告書の発行時点で商業運転中、または開発・建設許認可手続きを終えた発電所の能力はおよそ27GWである。従い、2030年の目標達成のためには、下記のような開発プロジェクトの遂行が必要となる。

- 「Round 4」4案件 (8GW) : イングランド及びウェールズ沖合の海域リース権は2021年に許認可手続き済み
- 「ScotWind」 (最大10GW) : スコットランド沖で海域リース権取得手続き中

2020年12月のエネルギー白書に記載の通り、2030年までの洋上風力発電能力の拡大により6万人規模の雇用効果があるとされており、今や政府のネットゼロ戦略目標達成に限らず、コロナ禍からの経済復興政策である「Green Recovery」にも不可欠である。

2.2 洋上風力送電ネットワーク体制の見直し

政府は2020年洋上風力送電網制度の見直し (Offshore Transmission Network Review (OTNR)) において、現行の送電ネットワーク体制が洋上風力発電の投資に対してもたらし得る障害に対処するため、制度見直しに関する呼びかけを関連機関／事業者へ行った。48項目の回答のうち、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) と、ガス・電力市場局のコスト負担増加と事業推進に関する懸念事項として送電料金を挙げていた。先述の2021年懸念事項について下記にまとめる。

- 差額決済契約 (Contracts for Differences, CfD) 価格決定に与える料金の変動性や不確実性の影響
- プロジェクトファイナンスの調達確保に与える影響
- Local circuit charge (ローカル系統料金：発電所から最初の統合接続ポイントへ接続する間のインフラ利用に対し発生する料金) 料金方式、及び投資期待値への影響
- Wider tariff (広域料金：各発電所の地域ごとの容量、将来の需要予測、系統設備の仕様、収入予測などをベースに計算した料金項目) 及び onshore generator tariff zones (陸上発電事業者に対する地域ゾーン別料金) の算出方法

OTNR を受け 2030 年までの、料金規制枠組み改正手続の実施が予想されており、2030 年以降に抜本の変更を含む改正法令の施行が見込まれる可能性が出てきている。

2021 年 2 月の報告書内の発電事業者への影響に関する評価でわかったことは、送電料金は英国の他地域よりスコットランドで高く設定されており、かつ変動し、予測不確実であるということであった (図 2 参照)。

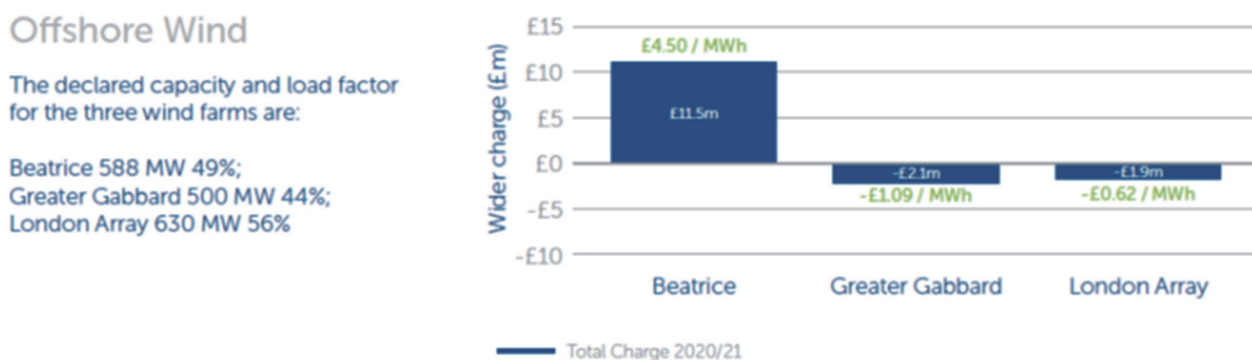


Figure 2 Comparison of the wider TNUoS charge in 2020/21 for three offshore wind generators⁵

図 2 各発電所における洋上風力発電事業者の Wider TNUoS Charges 比較 (2020-2021)
(単位:百万ポンド) (左端:Beatrice スコットランド北東部、中央:Greater Gabbard イ

ングランド南東部、右端:London Array イングランド南東部)

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

また、陸上風力発電事業者や、ガス（発生）事業者においても同様の傾向が見られていたが、洋上風力発電事業者への事業インパクトが最も大きいとの指摘があった。そのため本分析では洋上風力発電事業者への影響に関し、より詳しい考察を行う。

3. 洋上送電事業者について

3.1 洋上発電の送電

洋上電力の送電は「電力法」によると英国沖合に設置された高圧の電力設備、かつその設備から電力を送電するもの、とされている（図3参照）。また、洋上に設置された送電設備を発電事業者が所有することを法律上禁じている。この定義は洋上送電の事業ライセンス権に関する競争入札を促進する目的で制定されたもので、送電事業ライセンス権入札並びに、洋上送電事業ライセンシー（OFTO）の選定はOfgemが管轄し、これまでに21件が実施されている。

洋上送電の制度的枠組みは、洋上風力発電事業者に洋上発電所から陸上までの送電に関する開発計画、許認可／利害調整、及び接続システム構築を担わせることにある。通電開始前にOfgemはライセンス入札を実施し、送電事業期間中の送電システム利用と運営に責任をもつ洋上送電事業ライセンシーを決める。

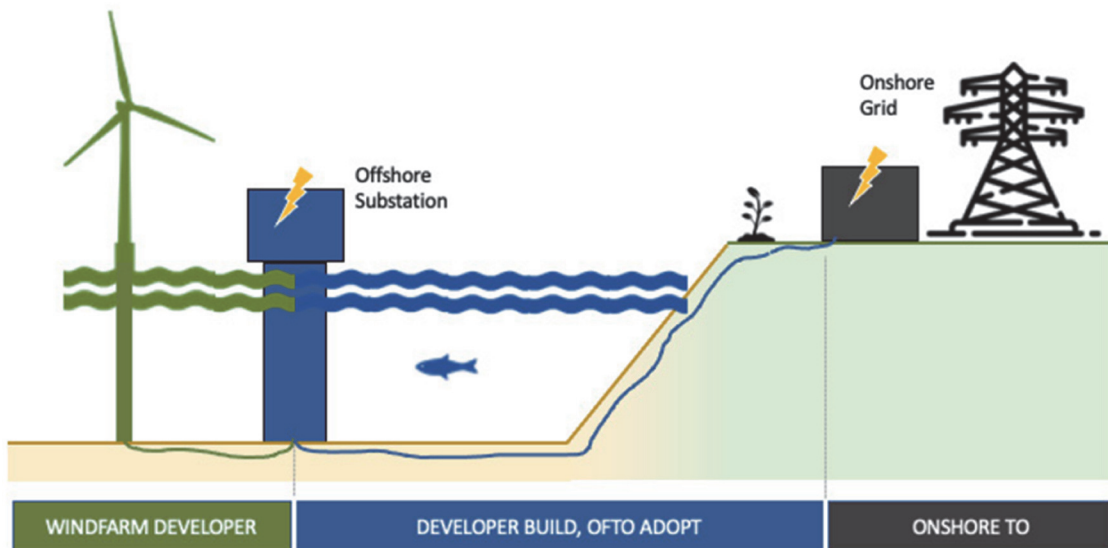


Figure 4 Offshore transmission assets

図3 洋上風力送電インフラ及び責任管轄範囲（左端緑色:風力発電開発事業者、中央青色:風力発電開発事業者が建設、OFTOに事業期間中の管理権移転、右端黒色:陸上送電事業者）

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

3.1 OFTOの許容収入

Ofgemはライセンス権入札条件の中で、事業期間中に毎年OFTOが請求可能な送電利用料金総額の上限（許容収入）を決める。洋上風力インフラに対する移転価値（transfer value）はOFTOの入札にて決定され、新しく決まったOFTO事業者へインフラ資産が移転される際に、風力発電開発事業者に対しその額を支払う。従い、入札額は移転価値を回収する20～25年間の事業期間中の収入をもとに算出されている。落札業者の許容収入は、事業ライセンスに明記されているが、インフレ率や発電施設の稼働率といった変数により毎年の収入額に調整が入る。

達成した技術／サービスイノベーション＋供給実績＋実績を上回った場合のインセンティブに応じて、Ofgemが毎年の調整額を査定するprice control reviewと呼ばれる収入金調整オペレーションは（陸上風力送電事業ライセンスの場合と異なり）、洋上風力送電ライセンスに対しては行われない。

OFTOの事業収入は電力システムオペレーター(Electricity System Operator, ESO)により支払われ、その費用の大部分は、洋上風力発電事業者が各発電拠点で支払う義務があるTNUoS料金項目プランを通して回収されている。しかしながらいくつかのOFTOは各洋上発電拠点のTNUoS利用料金の合計額と許容収入との間に発生した差額に「socialised cost」として調整を受けているケースがある（図4参照）。

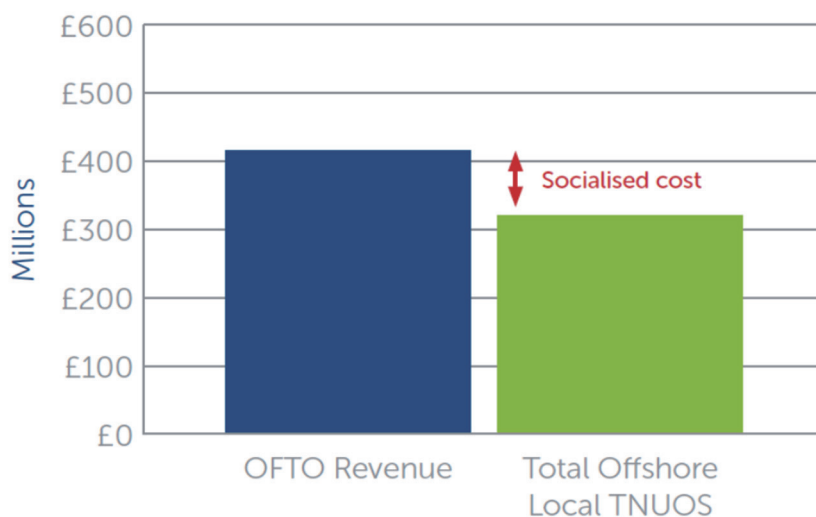


Figure 3 OFTO allowed revenue (excluding forecasted asset Transfer Values) and local offshore transmission charges, 2021/22

図4 OFTO許容収入及び各洋上拠点の送電利用料（2021－2022年）（単位：百万ポンド）

※ 資産の予想移転価値分を除く

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

4. 洋上送電利用料金の具体的な事例:Greater Gabbard Offshore Wind

4.1 ローカル洋上料金プランについて

本項では、ある洋上風力発電所の実例をもとに洋上送電料金の検証を行う（ローカルは特定の発電拠点あるいは発電所を意味する）。

Greater Gabbard Offshore Wind Farmはイングランド南東部サフォーク州の沖合20kmに位置し、500MWの合計発電能力を有するタービン140基からなる洋上風力発電ファームで、2011年に最初の発電を開始した。約45%の負荷率で稼働しており最大40万軒分に相当する供給能力がある（図5参照）。

GB Offshore Wind Farms

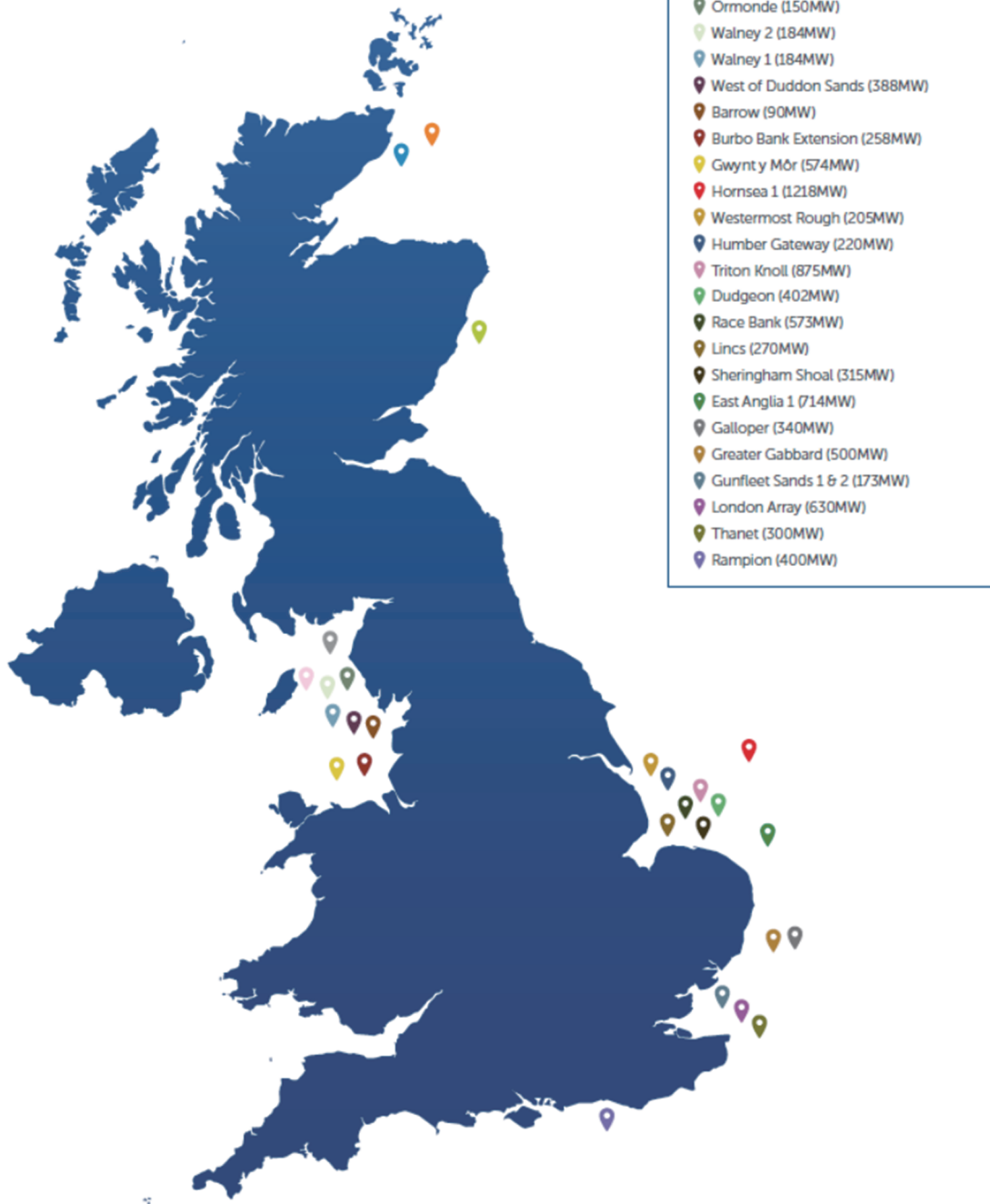


図5 全国の洋上風力発電拠点 (Greater Gabbard はリスト表中下から5番目)

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

洋上風力発電事業者は、発電した電力を陸上の系統と連系するための洋上送電設備インフラの利用に対して特定の料金項目に応じて支払う義務がある。これらローカル洋上料金項目は、OFTO入札プロセスで（許容収入額と同様に）決められた移転価値をもとに算出される。2013年11月に決定されたGreater Gabbard OFTOの移転価値は317百万ポンドであった。以下に洋上TNUoS利用料を構成する主な料金項目の内訳を挙げる。

➤ offshore local substation charge (変電所)料金：

変圧器、スイッチギア（回路開閉装置）、及び洋上プラットフォームなどの移転価値をもとに算出し、単価は設置された設備の価値評価率から導出されている。

2021-2022年の料金は下記の通り：

- 単価（単位：ポンド/kW） 16.473633
- 料金（単位：ポンド） 8,236,817

➤ offshore local circuit charge：

送電ケーブル、高周波フィルタリング、無効電力補償装置などの移転価値をベースに算出される。単価は同じくそれぞれの設備の評価率から導出されている。

2021-2022年の料金は下記の通り：

- 単価（単位：ポンド/kW） 38.093075
- 料金（単位：ポンド） 19,046,538

従い、この (Greater Gabbard Offshore Wind Farmの) ローカル洋上送電利用料の合計金額としては27.3百万ポンド (8,236,817+19,046,538) である。なお同期間 (2021 - 2022年) Greater Gabbard OFTOの許容収入は32.1百万ポンドあり、両者の差額 (4.8百万ポンド) はTNUoSの他の料金項目を通じて回収されたということであった。

4.1 Wider tariff

Wider tariffs (2.2項において概要を言及) は課金により、発電事業者に対し各地域の発電所から全国の送電系統に新しく接続する時の、送電線容量などへ及ぼすインパクトを「(料金) シグナル」として伝える役割をもつ。そのため、Wider tariffは全国を27の料金ゾーンに分け各地域に応じた接続ポイントにより適用料金を決める仕組みとなっている。Greater Gabbard Offshore Wind Farmの場合、発電接続料金ゾーン18の料金が適用されることになる。

ゾーン18にある風力発電といったいわゆる「間欠性電源」の事業者には、負荷率を一定の割合で案分した「shared year round tariff」と、「not shared year round tariff」という2種類のWider tariffsが適用される。2021-2022年にこの風力発電ファームに課せられ

るwider tariff はshared year round tariffのみであり、Wider tariff charge 合計は408,298ポンドとなった。下記表1に結果をまとめる。

表1 Greater Gabbard Offshore Wind Farm の2021-2022 Wider tariff (単位：ポンド)

Shared Year Round Tariff (£/kW)	1,788,458
Load Factor (%)	45.6592
Not Shared Year Round Tariff (£/kW)	0
2021/22 Charge (£)	408,298

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

4.2 調整金額

発電事業者が支払う平均的TNUoSの法定上限単価 (2.50ポンド/MWh) を超えないように事業者の許容収入をバランス化するための調整金額である。同じ調整項目を全ての発電事業者が支払う (表2参照)。

表2 Greater Gabbard Offshore Wind Farm の2021-2022 調整金額 (単位：ポンド)

Tariff (£/kW)	-0.432600
2021/22 Charge (£)	-216,300

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

4.3 Greater Gabbard TNUoS 料金総額

このように個別項目を足し合わせた結果、Greater Gabbard Offshore Wind Farm の2021-2022年期 TNUoS料金総額は27.5百万ポンドであった。詳細内訳は以下表3に記載する。

表3 Greater Gabbard Offshore Wind Farm の2021-2022 TNUoS料金合計（単位：ポンド）

Local Offshore Substation Charge (£)	8,236,817
Local Offshore Circuit Charge (£)	19,046,538
Wider Charge (£)	408,298
Adjustment Factor (£)	-216,300
TOTAL (£)	27,475,353

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

4.4 洋上／陸上発電事業者：TNUoS算出方法の主な相違点

洋上／陸上の間欠性電源の発電事業者が最終的に支払う料金は類似するものの、両者で相違する点はlocal circuit 及びsubstation（変電所）料金によるものである。以下に要点のみ記載する。

- (ア) 陸上発電事業者のローカル系統単価は、陸上T0から提供される単位コストを（加重平均により）バスケット化した値から算出している。一方で洋上発電事業者のローカル系統単価は、特定インフラ資産の移転価値から算出し、OFTO収入条件に沿う様に調整されている
- (イ) 洋上発電事業者は基幹送電系統（MITS）への接続時にローカル変電所使用料を負担しない
- (ウ) 洋上発電事業者は洋上設備で浮いた基礎・地下工事コストを原資とする「civils discount」と呼ばれる洋上ローカル系統及び変電所料金単価の少額な割引を受ける。
- (エ) 陸上風力発電に対し、回路冗長性から算出したローカル回路の供給保障料率がある。例えば、供給電力回路2系統のうち1系統が何等かの異常により停電し、もう一方の系統を使って全容量分を基幹送電系統に流す場合、料率1.8の供給保障料を算入する（通常運転時の料率は1.0）。洋上風力に対するローカル保障料率は回路の送電容量を発電容量で割って算出する。
- (オ) 2基の洋上風力の送電回路を1カ所の共用変電所をつなぐ、洋上インターリンクの設置費用は、インターリンクを使用する洋上風力発電事業者で折半されている（陸上風力発電には類似の仕組みはない）。

5. 洋上風力及び送電利用料金：分析まとめ

5.1 投資に関する立地的な料金シグナル

2021年のSSEN報告書から、再度重要な2点を挙げたい：

- TNUoS利用料金の高さは、潜在的な将来の発電事業者に対し、遠隔地の発電所からは系統接続を行わないよう示唆する「(料金的な)シグナル」である。既存の再エネ発電事業者にも不利益であり、かつ全体でネットゼロの目標達成に障害となり得る。
- エンドユーザー需要家にとっては、将来のTNUoS利用料金のボラティリティや予測不能性により発電事業者が被るリスクを埋め合わせる様な措置がないどころか、電力料金増加としてつけを回される可能性がある。

再エネ発電事業においては、適切な自然条件や許認可の得やすさが投資決定の重要な決め手となるが、現状の広域TNUoS料金制度は、投資家を遠ざける「ディスインセンティブ」なシグナルを発している。洋上風力発電はそもそも海域リース権入札を通して(予め)決められた場所を割り当てられていることから、立地選定を行うに当たり王室資産管理会社クラウンエステートは、送電システム及びTNUoS料金に関する問題を考慮していないことが分かる。このことは、発電事業者が発電所立地選定に関し無制約の選択肢を有する想定で考えられた、送電利用料の算定手法と明らかに矛盾する。

5.2 洋上送電利用料金

料金ゾーンで地理的な違いがある広域TNUoS利用料金があるため、洋上風力発電事業者にはそれぞれコスト的に有利なポイントで接続しようとするインセンティブが働くが、実際の接続ポイントの選定はTNUoSの料金制度ではなく事業モデリングにより適切な接続ポイントを選んだ送電事業ライセンサーが行っており、発電事業者ではない。

OTNRの結果、政府は洋上風力における開発リスク軽減を視野に入れて、送電システム計画アプローチに調整や戦略的手法を取り入れるよう見直しを進める方針とした様である。送電接続まで長めの投資リードタイムを取ることで、良い選択を行うための猶予が与えられると考えられる。

5.3 予測不能性が需要家へ与える影響

(現在の)洋上風力ファーム開発及び建設のリードタイムはおおよそ10年とされ、操業開始の5年前には最終投資決定(FID)が行われる行程である(図6参照)。



From OTNR presentation, December 2020 **Figure 6** Lead time for the development and construction of an offshore windfarm

図6 洋上風力ファームの典型的開発・建設リードタイム

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

高い予測不能性が指摘されているTNUoS料金は、ESOが5年期間毎の予測料金を公表しているものの、当社の調査（実績傾向）からこれらのフォーキャストはあらかじめ不正確であることが分かっている。つまり、現状は非常に不透明な送電コストにもとづき、最終投資決定が下されている可能性があると考えられる。BEISの2020年コスト調査によると、TNUoS料金は、最も高い部類の立地において、洋上風力ファーム運転コストのうち最大30%を占めたということであった（よって影響は小さくない）。

予測不能なコストに基づく投資という点では、CfDオークションに参加する洋上風力発電事業者も似た様な立場に立たされていると考えられる。

コスト予測不能性が及ぼす影響は下記2点があげられる

1) 開発資金調達コスト：

長期間の事業運営における、送電利用料金のボラティリティと予測不能性は将来の安定的キャッシュフローに対するリスク要因となり、開発事業者の信用格付けを悪化させ、資本コストを上げる結果をもたらす。

2) CfDオークションへの悪影響：

オークション実施時期は事業開始6年前のため、開発事業者は将来15年間にわたる送電利用料金コストを事前予測ベースで決める必要があるが、CfDは当局から示された基準価格に対して参加者が金額を提示するシステムのため（送電利用）コストを低く見積もる傾向がある。このため、オークション実施後に、開発事業が中断される場合もある。

また、最も高い申出価格（Strike price）は市場価格に対する固定の買取価格となり、低いTNUoS料金ゾーンの風力発電事業者が「Windfall Gain（棚ぼた的利益）」を得る可能性も存在する（図7の右側縦棒グラフ参照）。

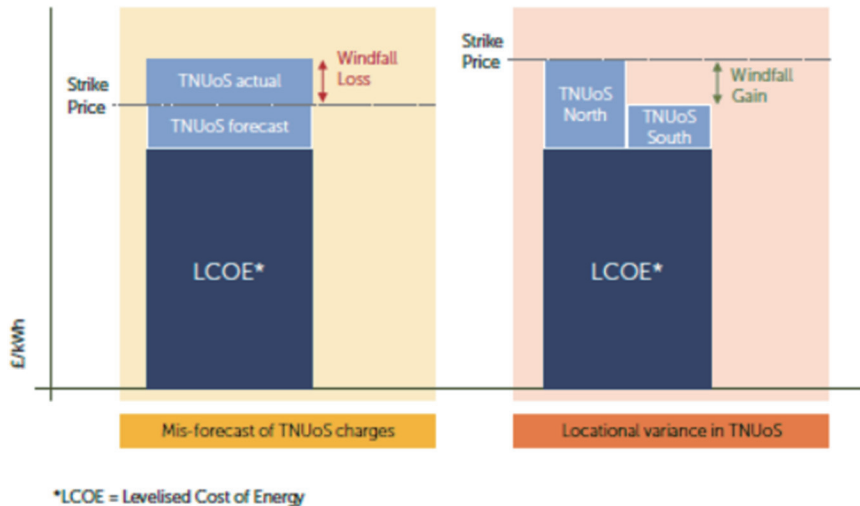


Figure 7 Schematic illustration of potential impact of TNUoS on CfD bidding (not to scale)

図7 CfDオークションによるTNUoSコストにもたらす潜在的影響

※LCOE：均等化電源原価

出典:Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

NERA Economic Consultantants for Ocean Windsによる分析調査によると、上述のキャッシュフローボラティリティ及びCfDにおける不適切な価格設定は、開発資金コストを増加させる影響があるとしている。NERAの推計では2030年までの需要家への毎年の合計転嫁コストとして毎年122～391百万ポンドで、英国1世帯当たり4～14ポンドの追加負担となる可能性がある。

5.4 洋上風力ファーム増強が、陸上風力発電へ与える影響

広域TNUoS料金設定の仕組みが、現在ではなく将来の発電容量の増強による理論上の予測コストに基づくため、接続があるたびに予測容量が変わり、TNUoS料金の変動するという状況になっている。TNUoS料金は非常に複雑な計算モデルを使用しているが、当社も追加増強によるTNUoS料金への影響について分析を試みている。それによると料金ゾーン2のEast Aberdeenshire沖の洋上風力発電1GWの増設により、スコットランド北部8ヶ所の料金ゾーンのうち7ヶ所のゾーンにおいて、キロワット当たり最大3ポンドTNUoS料金が増加するとの結果であった。

(参考資料)

・Offshore Wind Transmission Charges: Are transmission charges a barrier to GB achieving 40 GW of offshore wind by 2030 ?, September 2021, Scottish and Southern Electricity Networks

下水処理場三次的処理によるマイクロプラスチック除去:効率性と環境負荷について

近年、マイクロプラスチックが水循環系を通して人体に取り込まれていることが分かっており、都市排水を通して水系に流れ込むこれら汚染物の処理（emerging contaminant treatment）に対する注目が高まっている。スペインにある下水処理場におけるマイクロプラスチックの現状、除去についての研究報告を紹介する。

1.1 はじめに

プラスチックは全世界の生産量が2018年の359百万トンから2019年の368百万トンに増えており、その汚染は最も影響を受ける海洋だけではなく、人体への健康被害、食物汚染、あるいは気候変動を含む広範囲な問題として知られるようになった。北大西洋のサルガッソ海で最初に汚染実態が「検出」されたマイクロプラスチック（MPs）とは、直径が5ミリ以下のサイズのプラスチック粒子で、二種類の主な起源：①（マクロ）プラスチックの分解によるもの（二次的MPs）、②人工的に製造された顕微鏡サイズの物質（一次的MPs）と定義がされている。

一次的MPsは、包装材、車両部材、たわし、エアブラスト用のプラスチック製投射材など、あらゆるプラスチック製造工程の球状体の前駆物質として人為的に作られたものを指す。二次的MPsは、加水分解、光分解、風化作用、紫外線放射、摩耗、または生分解といった化学的、及び物理的な分解作用を通して発生する。

発生量とサイズの小ささから環境中に存在するマイクロプラスチックは（大きなサイズの）マクロまたはメソプラスチックよりも多く、広範囲にまたがると考えられている。欧州のプラスチック業界は原材料、製造、転換、またはリサイクルに携わる業者を含めると156万人の直接雇用者を抱えるセクターであるため、プラスチックの耐用性や分解性などの化学的知見をもとに、業界としてプラスチック廃棄物を軽減させる取り組みを進めている。

あらゆる海洋・淡水系でマイクロプラスチック汚染が発生し、有害な化学物質を吸着したMPsの微生物・生物による摂取が相次いで報告されている。

このなかで下水処理場（WWTPs）は生活排水や、工場排水から流れ込むMPsのシンク（たまり場）であると同時に、廃水中の検出量から明らかなように、淡水など環境水系へ放出されるMPsの「水源」ともなっている。

下水処理プラントは化学的、物理的、あるいは生物学的反応が同時に進行する複雑な処理システムであるため、MPsなど汚濁物質の除去率は、掬い取り（スキミング）、沈降などの一次的除去処理、二次的な生物学的除去処理と三次的（高度）処理などの組み合わせにより異なり、特に、三次的処理におけるプラスチックマイクロ繊維の効率的な処理能力については詳しく解明されていない部分がある。マイクロ繊維（MF）は家庭での洗濯機などが主なソースで、秋期と冬期に下水処理場へ流れ込む量が多くなる傾向がある。推計によると1回の洗濯で衣服1枚当たり1,900以上の繊維が放出されており、その中に含まれるMPs粒子は120個～728,289個程とみられている。

このような背景から本分析ではスペイン南東部にある下水処理場（フルスケール稼働）における生下水（未処理下水）の流入水流と、酸化溝（オキシデーションディッチ、OD）法、急速砂ろ過法（RSF）、紫外線消毒などの下水処理工程を経た後の流出水流のサンプルの比較によりMPsの種類、形、サイズ、色などの情報モニタリングのための調査を行った。

分析では、三次的処理におけるマイクロ繊維の放出や、下水処理施設に近接する周囲の自然環境系へ与える影響など、下水処理システムにおけるマイクロプラスチックに関する欧州規定への遵守度（※現時点で、EUレベルではマイクロプラスチックの規制を統合的に一つにまとめた法律は存在しない）の評価を試みた。具体的には、プラスチック複合化処理を行う工場、立地周辺の農作地や都市辺縁地との関係性、採取したポリマー類型の規定への適合性、及びその流出源などである。

評価をもとに、emerging pollutants除去の効率性を改善するいくつかのソリューションの提案を試みている。

2. 分析の材料と方法

2.1 “La Aljorra” WWTPとサンプルについて

La Aljorraプラントはスペイン南東のMurcia地域に立地し、生活・工業排水の両方をフル稼働で処理する下水処理場である。最大設計流量は1時間当たり677m³、約70,417人分の下水処理能力を有している。

流れ込む下水はごみなど粗く大きめの物質をバー式スクリーンにより堰き止めて除去したのち、（活性汚泥を加えて）空気を吹き込むエアレーション法にて砂粒や油類を取除く第一段階の処理があり、その後、無酸素ゾーンが手前に設けられ1槽当たりの容量8,502 m³の溝が2槽並列に並ぶオキシデーション処理システムへ送られる。オキシデーション後の汚泥を含んだ処理水は沈殿槽へ送られ、最終工程として、沈殿により汚泥と分離させた処理水を面積320m²の急速砂ろ過システムへ通す流れとなっている。

調査では2019年2月28日～2020年3月20日の間に流れた146.73リットルの下水：未処理の流入水流（INF、59.89リットル）から14サンプル、処理後の流出（放流）水流（EEF、86.85リットル）から14サンプルずつの合計28サンプルを採取した。下水サンプルボリュームは、採集時間帯を毎週木曜の午前中（9 - 11時）とし、ガラスボトルに金属製の蓋をした容器に、INFの範囲2.40から6.23リットル（平均値±標準誤差）（4.28±0.23リットル）、EEFで3.00から8.89リットル（平均値±標準誤差）（6.20±0.42リットル）となるよう測定された。

EEFのサンプルはブフナー漏斗の厚さ0.45µmの紙フィルタを通して直に空気を抜きながらろ過を行った。INFサンプルは1リットル当たり、不活性の塩類飽和水溶液の塩化ナトリウム水溶液120gを使い前処理を行ったうえで分析した。なお、全ての分析は室温下で実施した。図1にてサンプル分析の工程を図示している。

MPsへの風媒露出によるサンプル汚染リスクを避けるため分析機器はアルミフォイルで覆い、蓋をしたペトリ皿（シャーレ）に採取されたサンプルを保管した。分析用のブランク溶液には厚さ0.45µmのろ過フィルタを通して得た純水1.5リットルを使い、INF・EEF両方の下水サンプルと並んで清潔なペトリ皿に移し、顕微鏡による分析を行った。

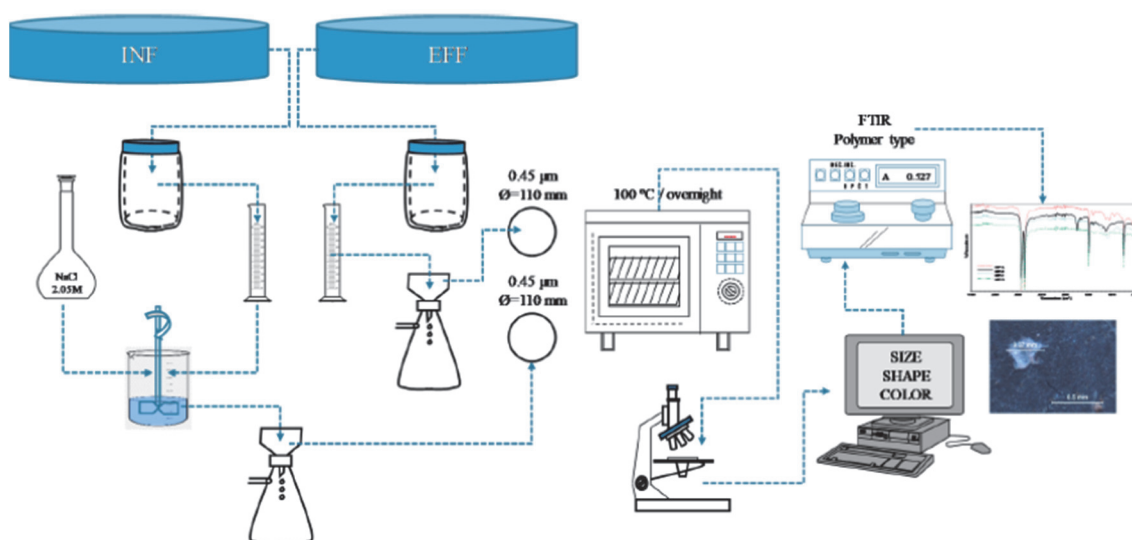


Figure 1. Flow diagram for the analysis of microplastics in “La Aljorra” WWTP.

図1 マイクロプラスチックのサンプル分析工程のフロー図

出典：Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

2.2 顕微鏡分析及びデータセットについて

サンプル分析と、マイクロ粒子の最大寸法の色、形、サイズ記録用の機材には、Leica社のMC190 HDデジタルカメラ、イメージキャプチャソフトウェアLeica Application Suite 4.8.0、並びにOlympus社のデジタル三眼実体顕微鏡 (SZ-61TR Zoom) が使われた。マイクロリッター (ML、細かいごみ) のサンプル溶液は40mmのペトリ皿に移し、フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) の赤外線測定により、ポリマー表面上で役割を担う基や分子構造の特定作業を行った。

スペクトルを得る作業は、ダイヤモンドアンビルセル内でサンプルに圧力を加え、重水素化した硫酸トリグリシン (DTGS) 検出器、及び臭化カリウム (KBr) 分光解析用ウィンドウなどを揃えるThermo Nicolet Analytical Instruments社のThermo Nicolet 5700 Fourier赤外線分光器が用いられた。得られたスペクトルは範囲400~4,000/cmの中の平均解像度16/cmをもつ20個のスキャン画像で、OMNICソフトウェアによる分析がかけられた。

3. 分析結果とディスカッション

3.1 一般的な考察、及び主な形状の除去率について

2.58±0.40アイテム/リットル (INFとEFF別では最少アイテム数及び最多アイテム数がそれぞれ1.33 - 6.37/リットル、0.10 - 7.00/リットル) ある下水サンプルの平均集積アイテム数から、マイクロリッター粒子319個を抜き出した。319個の粒子の平均集積数はINFが3.78±0.48/リットル (219個)、EFFが1.38±0.48/リットル (100個) で、統計的に有意な除去率は63.41% (F-検定=12.509、P値=0.002) との結果であった。選定した319個のマイクロリッター粒子をFT-IRで1アイテムごとの測定にかけたところ、MPsとし

て特定された数は231個（平均集積個数 1.86 ± 0.32 /リットル）、割合としては72.41%であった。

MPsで特定された主な非ポリマー性の物質はチップボード（合板）とガラス類の破片、シリカ、トイレットペーパーが分解されたセルロース、ステアリン酸カルシウム、ステアリン酸、化粧品・洗浄ソープなどに含まれる界面活性剤であった。これらに加え、塩ビ（PVC）合成の熱加工処理中のポリマー劣化を防ぐため、塩ビ化合物に熱安定剤として含まれているCa-Zn系塩ビ用安定剤が検出された。ポリマー個体中のこれら添加剤はプラスチックライフサイクル中において環境中に浸出し、淡水の微生物に異常をもたらす可能性が指摘されている。図2はLa Aljorra下水処理場で採取されたサンプルからのML, MPイメージを図示している。両方とも見た目上は同じものであるため、マイクロプラスチックと間違える可能性を少なくするための分光学的な選別方法を追加実施する必要性を示唆している。

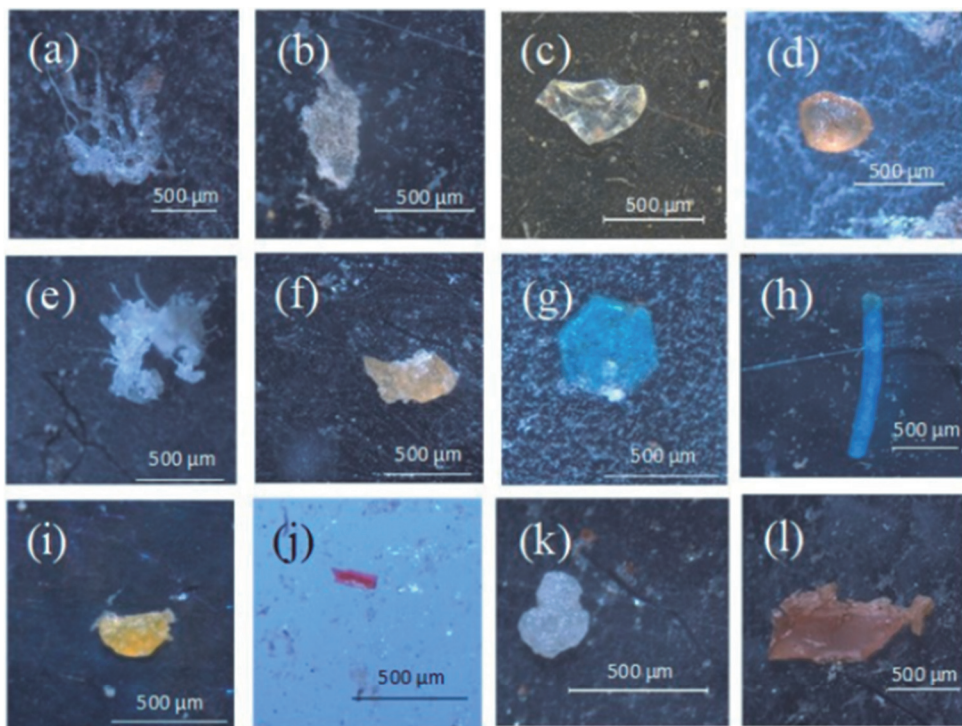


Figure 2. Microlitter (a–d) and microplastics (e–l) in “La Aljorra” WWTP: (a) cellulose (INF/1 August 2019); (b) chipboard (INF/20 February 2020); (c) silicic acid, sodium salt (EFF/20 February 2020); (d) calcium stearate (INF/19 December 2019); (e) poly(butyl acrylate (INF/12 March 2020); (f) sebacinic acid biopolymer (INF/20 March 2020); (g) polyester (INF/19 September 2019); (h) polyethylene filament (EFF/17 October 2019); (i) polyester (EFF/19 September 2019); (j) polypropylene (INF/1 August 2019); (k) polyethylene wax (INF/20 February 2020); (l) oxidized polyethylene (INF/20 February 2020).

図2 a) セルロース、b) チップボード、c) ケイ酸・ナトリウム塩、d) ステアリン酸カルシウム、e) ポリ(アクリル酸ブチル)、f) セバシン酸天然高分子、g) ポリエステル、h) ポリエチレン繊維、i) ポリエステル、j) ポリプロピレン、k) ポリエチレンワックス、l) 酸化ポリエチレン

図2 下水処理場から検出されたマイクロリッター、マイクロプラスチックの一例

出典: Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

繰り返しとなるが、結果は全サンプルの非プラスチック成分のマイクロ粒子からマイクロプラスチックを正確に区別するため、FT-IRやラマン分光法など分光学的な追加テクニック実施の必要性を再認識させるものとなった。

表1にLa Aljorra 下水処理場のINF、EFFにおけるマイクロプラスチック内容物の詳細を記載する。

表1 下水処理場から検出されたマイクロプラスチック総数、割合、平均集積数

Table 1. Total count, percentages, and average concentrations (\pm standard error) of microplastics in the influent (INF) and effluent (EFF) of “La Aljorra” WWTP. The concentrations are presented in items per liter of wastewater.

	INF	EFF	TOTAL
Microplastic (MP)	161 (69.70%) 2.74 (± 0.49)	70 (30.30%) 0.98 (± 0.27)	231 1.86 (± 0.32)
Fibes (FB)	119 (64.67%) 2.09 (± 0.47)	65 (35.33%) 0.92 (± 0.26)	184 1.50 (± 0.29)
Microplastic particles (MPP)	42 (89.36%) 0.66 (± 0.14)	5 (10.64%) 0.07 (± 0.03)	47 0.36 (± 0.09)
Film (FI)	21 (80.77%) 0.35 (± 0.10)	5 (19.23%) 0.07 (± 0.03)	26 0.21 (± 0.06)
Fragment (FR)	21 (100%) 0.31 (± 0.09)	0 (0%) 0	21 0.15 (± 0.05)

出典: Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

比較事例として、Lares, M. らによる、フィンランドの下水処理場（平均処理水日量10,000 m³）の調査では最終流出水流中の集積は1.0 \pm 0.4アイテム/リットルであった。また、Yang, L. らによる中国最大級の水再生プラント（処理水日量100万m³）の流出水量中における結果は、0.59 \pm 0.22アイテム/リットルということが指摘されている。EFFにおける集積数は、Bayo, Jらによる急速砂ろ過技術を用いた下水処理場における調査結果に沿う内容であった（0~5.28アイテム/リットルの間）。下水処理場毎の流出水量におけるマイクロプラスチック値の結果の違いは、使用される処理工程・技術に加え、サンプル採取方法、や消化プロセス等によるものと考えられる。

La Aljorra下水処理場の結果は、スペインにある最終処理工程に急速砂ろ過を使用する他の下水処理場の過去の結果に類似しているが、主に破片形状のものを分離する従来の活性汚泥技術による下水処理場の結果とは異なっている。La Aljorraの調査において唯一分離された球形あるいはマイクロビーズ形状ものは、ステアリン酸カルシウムのものであり、ソープなどへのマイクロビーズ使用の禁止や天然洗剤の使用などに代表される近年の意識の高まりと一致する。加えて下水処理場の周辺に立地するプラスチック製造工場

で試みられている排水溝へのフィルタ設置、溢れたペレットを工場内で掃除する排出予防策なども効果を出し始めていることが考えられる。

特に後者は、2017年にプラスチックペレットロスをなくす業界独自の取り組みであるPlastics Europe OCS (Operation Clean Sweep)活動に署名したプラスチック製造業者により採用された業界プラクティスであるが、現時点ではMPsの量と工場（の取り組み）との間に明確な相関関係は見つかっていない。

破片やフィルム（細い糸、または膜）など粒子形状のマイクロプラスチック（MPPs）にはINF（ 0.66 ± 0.14 アイテム/リットル）からEEF（ 0.07 ± 0.03 アイテム/リットル）までの統計上有意な減少（F-検定=17.364、P値=0.000）が見られ、除去率90.03%の一因となったと考えられる。

他方でマイクロ繊維（FB）はINF（ 2.09 ± 0.47 アイテム/リットル）からEEF（ 0.92 ± 0.26 アイテム/リットル）まで同様な減少（F-検定=4.798、P値=0.038）が見られたものの、低い除去率に留まった（56.16%）という結果は、FBよりもMPPsの高い沈殿率を裏付けるものと考えられる。実際にマイクロ繊維の存在量率としては、INF（73.91%）からEFF（92.86%）への増加が見られており、Ben-David, E. A. らによる調査事例（下水流入水量74% → 第三次処理時91%）でも報告されている。アメリカCharleston Harbor 地域の下水处理場3カ所における、Conley, K. らの調査でも存在率において粒子より繊維が高いという結果であった。

La Aljorra下水处理場の放出マイクロプラスチックの平均はEFFで日量 1.6×10^7 MPと推計され、Murphy, Fら、Ziajahromi, Sら、Lares, Mら、Blair, R. M. ら、Pittura, L. らなどによる、下水处理場の複数の調査結果の傾向との類似が発見されている。

断片（FR）は、急速砂ろ過法及び紫外線消毒を経た後の下水处理場のEFFにおいてはほとんどない状態であったが、断片より小さなフィルム形状のものはINF（ 0.35 ± 0.10 アイテム/リットル）からEEF（ 0.07 ± 0.03 アイテム/リットル）まで減少し、統計上有意な除去率81.35%（F-検定=7.722、P値=0.010）との結果であったが、類似の傾向がBilgin, M. らの調査結果でも見られていた。

砂ろ過槽の処理において、マイクロプラスチックの多くが砂粒の間に捕らわれるか、捕捉により砂層に付着するため、凝集剤の使用により急速砂ろ過における捕捉機能が大きく向上する可能性があると考えられる（La Aljorra下水处理場では現在凝集剤は使用されていない）。

また、Tang, N. ら、並びにBayo, J. らの事例で得られた類似の統計的結果により、第三次処理は全体的に、繊維形状のものより粒子形状のものの除去効率に効果を発揮するだろうことが示唆されている。

図3ではLa Aljorra下水处理場のINFとEFFにおけるMPP、FB及びMPの年間平均変動の比率を図示した。INFにおける比率において統計的に有意な変動が観察され、MPP:MP比では増加【2019年（ 0.21 ± 0.05 ）から2020年（ 0.45 ± 0.07 ）（F-検定=6.801、P値=0.023）】、FB:MP比での減少【2019年（ 0.79 ± 0.05 ）から2020年（ 0.55 ± 0.07 ）（F-検定=6.804、P値=0.023）】として表れている。

La Aljorra下水処理場は昨年急激な都市化が見られた場所に立地しており、先述の比率にあった明白な変動に（都市化による影響が）反映されていた可能性がある。Huang, Y.らによる調査結果では、都市化の進展率とMP汚染率における関係性の存在が指摘されている。しかしながら、流出水量の分散分析（ANOVA）テスト結果によれば、MPP:MP比（F-検定=0.857、P値=0.373）、FB:MP比（F-検定=0.814、P値=0.385）ともに統計上有意な差は観察できず、2020年中に観察された高いMPPs負荷にもかかわらず、下水処理場が効率的に安定運転されていたことを示唆している。

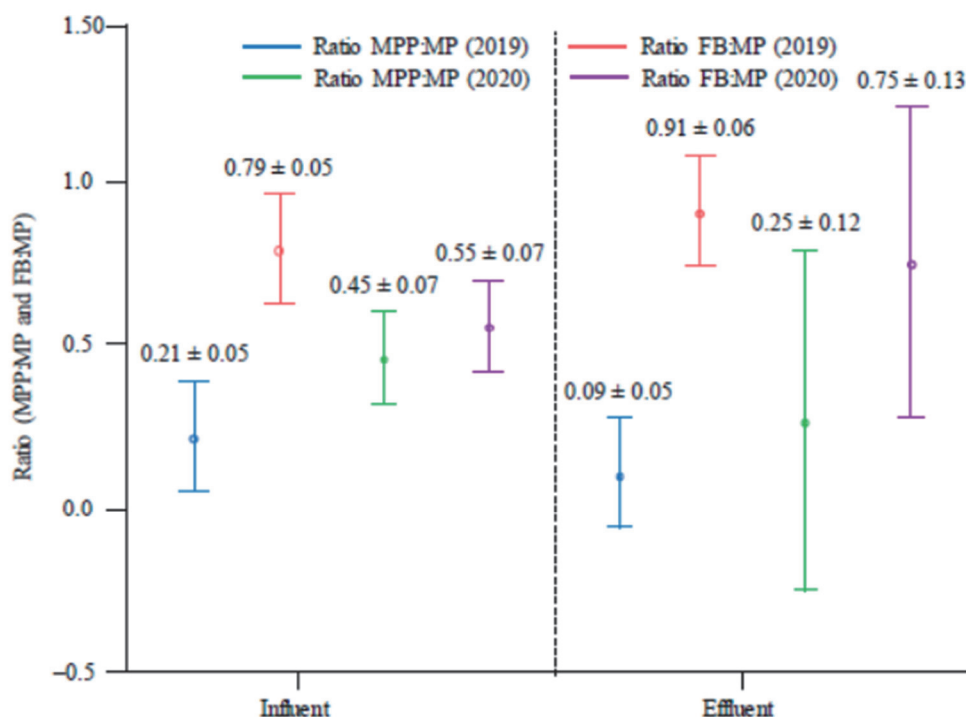


Figure 3. Annual variations of MPP:MP and FB:MP ratios (mean ± standard error).

図3 INF、EEFにおけるMPP、FB及びMPの年間変動比（2019年-2020年）

出典：Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

マイクロ繊維は全ての季節を通して最も検出された形状であり、統計上の有意な差がない（F-検定=2.331、P値=0.100）ものの、秋（ 1.06 ± 0.28 アイテム/リットル）、冬（ 1.34 ± 0.44 アイテム/リットル）、並びに春（ 2.72 ± 0.90 アイテム/リットル）に比べて夏期（ 0.77 ± 0.28 アイテム/リットル）に減少することが観察されている。

季節的な（大きな）変動の不在、または繊維の長さの季節的類似性（F-検定=0.775、P値=0.509）は、繊維の特性、洗浄の状態、洗剤や柔軟剤の種類、衣類の劣化など様々な状況の下で、洗濯機からの合成繊維がいかにコンスタントに排出されているかを物語っている。洗濯機に取り付けるフィルタの改良、及び、排水口手前でマイクロ繊維フィルタの役割をもつ洗濯袋（洗濯ネット）といった単純な予防手段は、FBによる下水への流れ込みを防ぐために有効である。

3.2 サイズ、色、及びポリマーの分布について

図4 (a) のパイチャートにて全サンプルの種類特定後、10種の色別に分けたものを図示している。青色は最も多い繊維(67.39%)、白色がMPPs(48.94%)、にベージュ(19.15%)、茶(8.51%)、外側の円の青(6.38%)、黒(6.38%)が続き、この傾向は他の急速砂ろ過技術を取り入れた下水処理場と類似する。白や青色は魚のえさとなるプランクトンと比率的に類似の傾向をもつ。繊維はミニマイクロプラスチック(<1ミリ)(88.07%)、並びにマイクロプラスチック(1~5ミリ)(72.13%)いずれのサイズグループにおいて最も多く見つかった種類であった。1~2ミリの範囲がINF及びEFFサンプル双方におけるMPsの主なサイズで、最小はINFサンプルにおいて採取されたポリエチレンフィルム(210 μ m)、最大サイズはINF採取サンプルの繊維(12mm)となっていた。平均サイズは破片(633.33 \pm 79.19 μ m)、フィルム(1,012.71 \pm 235.78 μ m)、繊維(1,487.11 \pm 104.64 μ m)の順に増えていることから繊維の流入は家庭の洗濯機などが由来していることが示唆される。

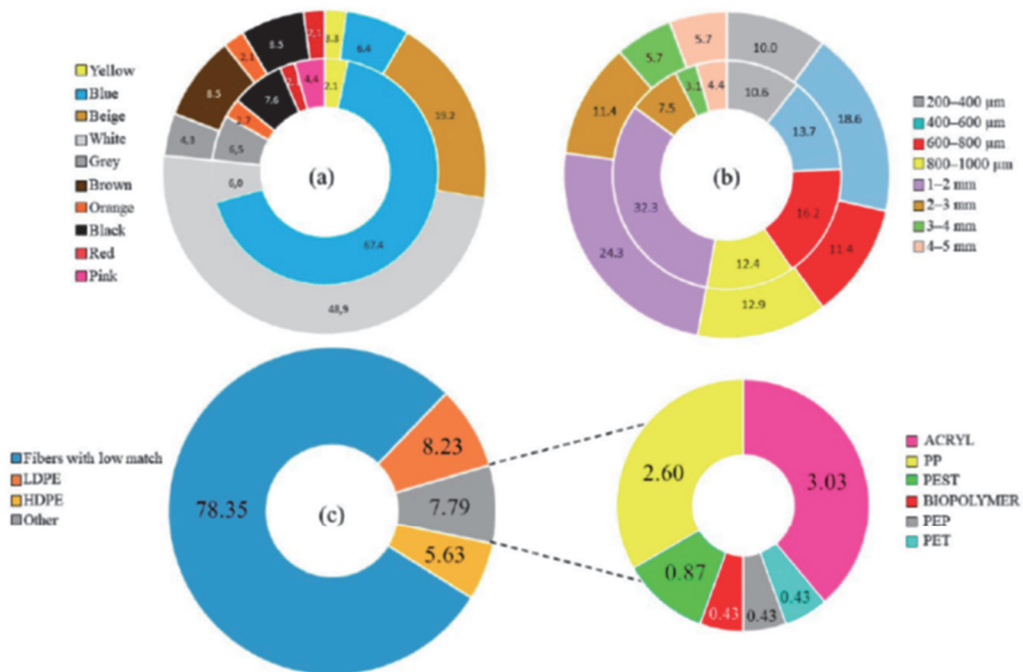


Figure 4. Accumulated percentages across the WWTP: (a) colors by microplastics shape: Inner ring means FB, outer ring represents MPP; (b) size categories based on Spanish Environmental Ministry classification: Outer ring represents EFF; (c) polymer types identified by FTIR, including fibers with a low percentage match.

図4 La Aljorra下水処理場の種類別サンプル累積率

- (a) マイクロプラスチックの形状別色分け。内側円はFB, 外側円はMPP
- (b) スペイン環境省分類によるサイズカテゴリー区分け。外側円はEFF
- (c) FT-IRで特定されたポリマーの種類 (種類の一一致率が低い繊維を含む)

出典: Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

マイクロプラスチック除去率も同様に、サイズが小さくなるほど除去率が上がるという傾向が示されている。最も平均的サイズが小さい破片は、EEF段階ではほぼ完全に除去され、(次にサイズが小さい) フィルムの除去率は81.35%、繊維が56.16%という結果であった。これには大きなサイズのプラスチック破片より小さなMPの滞留時間が短い、大きなサイズと比較し小さなMP破片の存在量が多い、または汚泥へ沈降するサイズの小さい物質の多さ、といった可能性の説明が試みられている。また、紫外線消毒工程を経た後に、500 μm 以下サイズのMPsの除去率に増加【INF (18.63%) \rightarrow EFF (21.43%)】がみられた。他の事例における、化学的消毒工程後にも類似結果が見られるものの、物質劣化のレベルは、接触(曝露)時間、温度、その他、消毒剤の濃度などに影響を受けるとされる。

図4(c)のパイチャートで示されたように、FT-IRによる下水サンプル中で8種類の異なるポリマー種が特定された。FT-IRは化学的結合を特定する能力により、特徴的な「フィンガープリント」領域を示す。参照用ライブラリに収録されるHummel Polymer and Additives Library (スペクトル数2011)、Polymer Additives and Plastivizers (スペクトル数1799)など一般的なポリマーのスペクトル種を参照しながら、MPポリマー構成の特定作業を行った。サンプルと参照スペクトルの符号一致度合が60%を超えるケースに関してはFrias, J. P. G. L.らの研究報告による選別基準を用いて判定したところ、MPsのうち78.35%はこの60%閾値外の未だ特定されていないマイクロ繊維に該当する結果が得られた。

サイズの小ささと厚み、添加化合物、及び色素/染料の存在などは、物質表面に密着する汚染物質とならび、FT-IRのシグナルを誤認しやすい要素となっていることが考えられる。写真画像の劣化や風化も参照用ライブラリの画像との比較分析を困難とすることからポリマースペクトルを変えてしまう原因と考えられるであろう。Prata, J. Cらは、実体顕

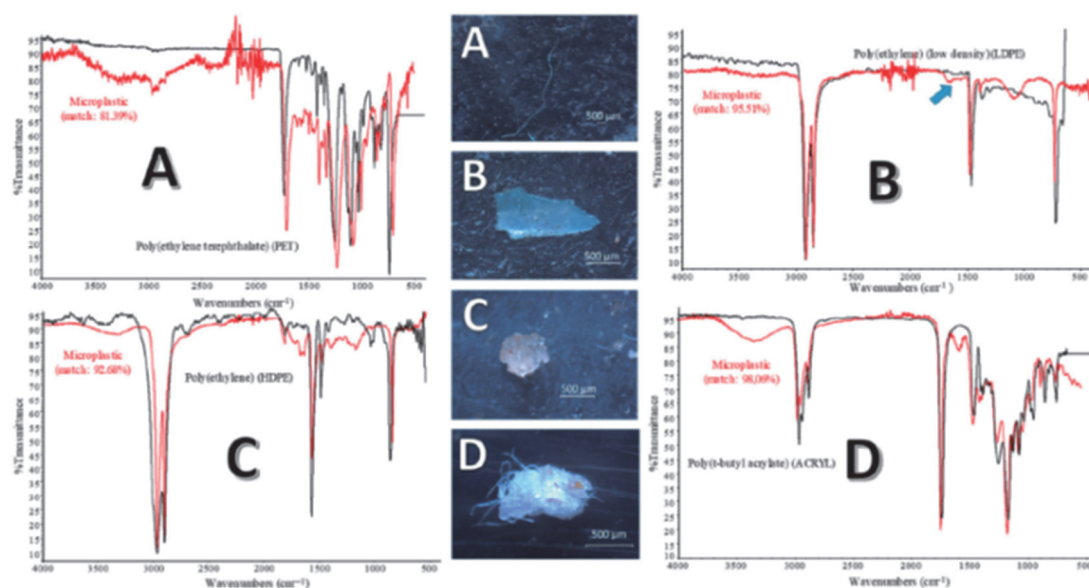


Figure 5. Infrared standard spectra (black) and microplastics (red) for: (A) Polyethylene terephthalate (PET) EFF 17 October 2019 (81.39%) (Sprouse Scientific Systems Polymers by ATR Library); (B) Poly(ethylene) (low density) INF 28 February 2019 (94.51% match) (Sprouse Scientific Systems Polymers by ATR Library); (C) Poly(ethylene) INF 23 January 2020 (92.68% match) (Polymer Additives and Plasticizers). (D) Poly (t-butyl acrylate) EFF 19 December 2019 (98.06% match) (Sprouse Scientific Systems Polymers by ATR Library).

図5 赤外線による標準的スペクトル（黒線）及びマイクロプラスチック（赤線）
縦軸は透過率（下限10% ～ 上限95%） 横軸は波数（左端4,000/cm、右端500/cm）

- (A) Polyethylene terephthalate (PET)
- (B) ポリエチレン（低密度）
- (C) ポリエチレン
- (D) ポリ(アクリル酸 tert-ブチル)

出典：Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

微鏡の観察にもとづく目視分類作業の難しさに関して報告を行っている。サイズの小ささ、あるいは、淡い色調が原因で風媒サンプルにおける未特定の繊維比率は62.3%となっており、同じように下水サンプルでは符号率の低さ、もしくはラマン分光のシグナルを隠すプラスチック色素の存在により未特定率は63.9%となっていた。この結果が示唆するものは、合成繊維の特定はこれまでの分析者の実地経験と過去の調査報告で使われてきた選定基準に頼るところが大きいということである。

特定できた繊維のうち14.43%はpolyethylene terephthalate (PET)、7.22%は高密度ポリエチレン (HDPE) とそれぞれ一致が見られていた。

PETのスペクトル吸収バンド（図5 (A) 参照）は、波数3,100～3,400/cmが芳香族C-H伸縮、1,730/cmはカルボニル基C=O、1,300～1,600/cmは芳香環、1,027/cmは面内C-H伸縮、にそれぞれ対応することが測定された。PETはマイクロ繊維形状でのみ発見される物質であるため、生活污水を起源とする合成繊維が流出したものであることを指摘したい。

図5, 6は8種類の特定期ポリマーにそれぞれ特徴的なピーク吸収バンドを図示したものである。ポリエチレンは産業での幅広い使用や、低コスト性から多くの下水処理場におけるマイクロプラスチック調査で特定される主要なポリマーである。低密度ポリエチレン (LDPE) の吸収バンド【図5 (B) 参照】においては波数2,930～2,850/cmにおけるCH₂族の不均整な振動、1,450～1,470/cmのメチレンカーボン間のC-C結合における屈曲、CH₂族の面内揺動が原因の700～750/cmバンドが含まれる。青色の矢印でマーキングされている1,715/cm付近でのピーク波数は、ポリマーの酸化による非ヨウ素カルボキシル基のC=O伸縮に関連していると考えられる。

下水環境におけるマイクロプラスチック状況の活動性と深刻さというのは、ポリマーの酸化を促進する（La Aljorra下水処理場のような）温暖で乾燥した気候条件と併せて考慮することが重要となる。フィルム的大部分（63.16%）がLDPEポリマーであると測定されたことは、マイクロプラスチックのソースとなる農作物保護のためのプラスチック製マルチシートの使用が多い農業地域と、下水処理場との近接性が要因の一つと考えられる。LDPEは地中海地域でその安価さから被覆用材料として最も多く使用されるプラスチック材の一つであり、放射熱に対する高い透過性を有する特徴と相まって、分解後のMPは大気中の風の流れなどを通して水処理施設へ運び込まれるものである。

また、ポリプロピレン【図6 (A) 参照】は、700~750/cmの間におけるピークの不在という特徴を通して主な相違が存在するものの、全体的にポリエチレンのスペクトルバンドと類似している。青色の矢印でマーキングした1,715/cm波線付近におけるピークはポリプロピレンの酸化によるものである。三次的処理工程を経た後、EFF水量においてポリプロピレンのみに大幅な個数減少 (F-検定=5.819、P値=0.023) が見られており、LDPEとHDPEの除去率はそれぞれ98.72%、86.71%が測定された。

図5 (D) に図示の、アクリレートコポリマー (エチレン/エチルアクリレートコポリマー、及びポリ(アクリル酸 tert-ブチル)) は、Liu, K. らの調査結果にもある通り、大気により運ばれ植生に付着したマイクロプラスチックであり、洗浄用シャワージェル、皮膜形成剤、あるいは耐水性の日焼け止めローションなどに使用されている。

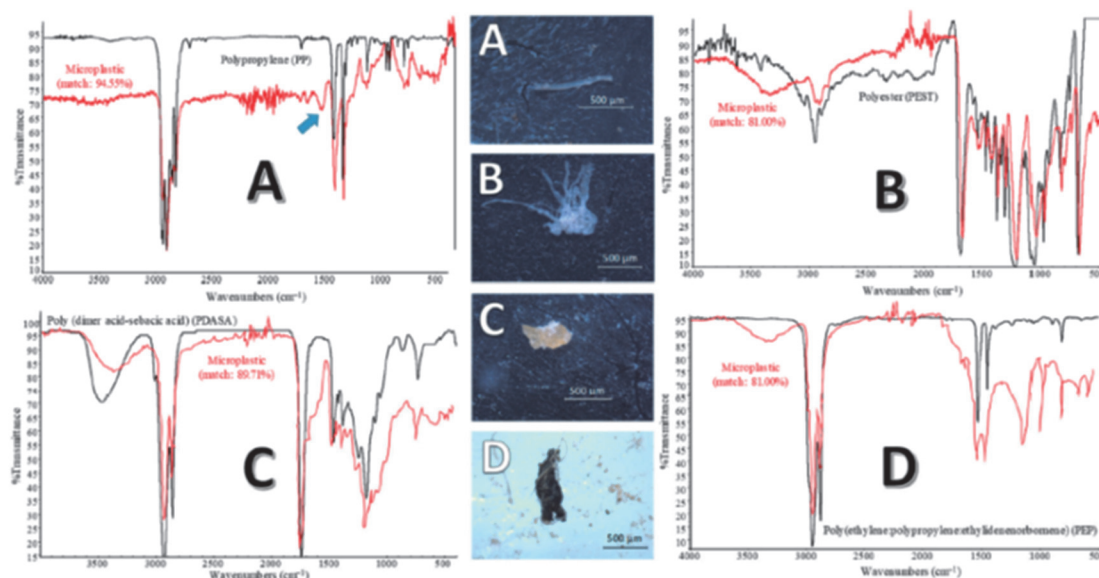


Figure 6. Infrared standard spectra (black) and microplastics (red) for: (A) Polypropylene (HDPE) INF 24 May 2020 (94.55%) (Polymer Additives and Plasticizers); (B) Polyester (PEST) INF 19 September 2019 (81.00%) (Synthetic Fibers by Microscope); (C) Poly (dimer acid-sebacic acid) copolymer (PDASA) INF 20 March 2019 (89.71%) (Polymer Additives and Plasticizers); (D) Poly (ethylene propylene) copolymer (PEP) INF 28 February 2019 (81.00%) (Hummel Polymer and Additives).

図6 赤外線による標準的スペクトル (黒線) 及びマイクロプラスチック (赤線)
縦軸は透過率 (下限10% ~ 上限95%) 横軸は波数 (左端4,000/cm、右端500/cm)
(A) ポリプロピレン (PDPE)
(B) ポリエステル (PEST)
(C) Poly(dimer acid-sebacic acid) copolymer (PDASA)
(D) Poly(ethylene propylene) copolymer (PEP)

出典: Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

コポリマーとしては他にもPDASA [Poly(dimer acid-sebacic acid) copolymer, 図6 (C)]、PEP [Poly(ethylene propylene) copolymer, 図6 (D)] として検出されていた。Xu, H. B. らの分析結果によると、PDASAバイオポリマーは試験管内 (in vitro)、ま

た、生体内 (in vivo) いずれにおいても分解性を有し、加水分解後に油っぽい残留ダイマー酸が残ることが判明している。即効的かつ広範囲に分解する特徴により、このバイオポリマーはEEP水量中において完全に消滅してしまう。PEPは、主に自動車部品や、パイプのシーリング剤に使用されており、Magni, S.らによる分析では下水処理場での検出が報告されている。

4. 結論

本考察はフル稼働の下水処理場におけるマイクロプラスチックの発生状況及び除去に関し分析をおこなったものである。マイクロプラスチックは環境に配慮した安価な方法により汚染浄化され、密度による粒子分離方法を用いて分離が行われたため、物質性質や構成を変化しかねない化学物質の使用を避けることができた。

FT-IR分光測定により全サンプルのうち72.41%の割合においてマイクロプラスチック(の詳細)の特定ができた。平均集積数は流入水量サンプル中で 2.74 ± 0.49 MP/リットル、流出水量サンプル中 0.98 ± 0.27 MP/リットルが測定された。除去率は欧州の下水処理場における平均的滞留時間の枠内で64.26%という結果となり、1日当たりの算定排出マイクロプラスチック量の抑制に貢献することとなった。採取したサンプルの形状は、下水サンプルで特定したマイクロビーズを除き、多い順にマイクロ繊維(79.65%)、フィルム(11.26%)、破片(9.09%)となった。PET繊維として検出され、オールシーズンを通して最も存在量の多いマイクロ繊維は、主に合成繊維でできた織物・衣服が洗濯過程で解け落ちたものが関係している可能性が高いことが示唆された。低い水温での洗濯、衣服を詰め込んだ状態で長時間行う洗濯プログラムの設定をやめる、あるいは柔軟剤の使用などにより衣服の摩擦の抑制を通して、マイクロ繊維の放出量を減らすことが可能となる(洗濯機排水口の手前にフィルタを設置することも効果がある)。

マイクロ繊維(56.16%)より、粒子形状のマイクロプラスチックで高い除去効率(90.03%)が得られた事実は、下水処理場の三次的処理が全体的に繊維より粒子の除去により効果的であったこと、また、凝集剤による砂ろ過機能の向上が得られる可能性を示唆するものとなった。更に、恐らく都市開発が進むエリアとの立地近接性が原因と考えられる、マイクロプラスチック負荷率の流入水量における年間変動の相違は、流出水量においてうまく抑制されていたことが分かり、下水処理場の安定的な処理能力が証明された。

マイクロプラスチックのサイズが、流入水量より流出水量において小さくなる現象は、おそらく紫外線消毒処理が関係している。大量のLDPEフィルム存在量の発見は、下水処理場とグリーンハウスによる営農エリアとの立地近接性により説明できる可能性が高い。

最後にマイクロプラスチック対策への今後の取り組み全般に関して、以下の通り4項目に注力すべきことを提案して本考察を終えたい。

- 1) 大規模かつ見境のないプラスチックの使用、特に海洋中のプラスチックごみ流出を抑制するため代替材料の使用など、発生源の管理を行う
- 2) 廃プラスチックの再利用・リサイクル促進により環境中に拡散されるマイクロプラスチック発生の抑制
- 3) 国際的なプラスチック政策や規制の強化

- 4) 下水処理場におけるマイクロプラスチックに特化した処理工程に関する研究開発の促進

(参考資料)

- Assessment of Microplastics in a Municipal Wastewater Treatment Plant with Tertiary Treatment: Removal Efficiencies and Loading per Day into the Environment, 2021, MDPI Water

欧州環境情報

欧州：最初の欧州共通重要利益プロジェクトを承認

欧州委員会は、最初の 41 の欧州共通利益に適合する重要プロジェクト（IPCEI：Important Projects of Common European Interest）を承認した。IPCEI Hy2Tech と呼ばれるラウンドでは、関係者は水素生産と電気輸送のロジスティックスに焦点を当てる。

オーストリア、ベルギー、チェコ、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、イタリア、オランダ、ポーランド、ポルトガル、スロバキアおよびスペインの EU15 加盟国は 54 億ユーロの補助金の提供で合意した。35 社の企業、中小企業およびスタートアップが補助金を受ける予定であり、民間部門からさらなる 88 億ユーロの資金が見込まれる。

これにより、欧州委員会は、効率が高い新しい電極材料、より性能が高い燃料電池、革新的な輸送技術などの重要技術の開発を進めることが期待している。

IPCEI は、水素の生産、燃料電池、水素の貯蔵、輸送と流通、およびモビリティ部門におけるエンドユーザーへの応用という水素技術のバリューチェーンの広い部分を対象にしている。

プロジェクトの関係者として、Alstom 社、Daimler Truck 社、Cummins は、Bosch 社、Enel 社および Iveco 社などが挙げられる。企業が、欧州全体でのプロジェクトの開発において大学、研究機関や中小企業などの 300 以上の外部パートナーと連携するとみられる。

ドイツ政府は、Daimler Truck が開発する「Pegasus」と EKPO Fuel Cell Technologies 社による「NextGen HD Stack」というプロジェクトに補助金を提供するとしている。Pegasus プロジェクトは、燃料電池ベースのトラクターとトレーラーの組み合わせパワートレインにより、国境をまたぐ陸上貨物輸送の脱炭素化を進めることを目的としている。NextGen HD Stack プロジェクトは、新世代の高性能燃料電池のスタックモジュールの開発に焦点を当てる。

欧州：グリーン水素と生物起源の CO₂ に基づくカーボンニュートラルの合成ケロシンを生産

ドイツの Power-to-Liquid (PtL) 開発者である P2X-Europe 社とポルトガルの製紙大手である The Navigator Company 社は、グリーン水素と生物起源の CO₂ に基づくカーボンニュートラルの合成ケロシンの産業規模の生産を目指す P2X-Portugal 社と呼ばれる合弁会社を設立すると発表した。P2X-Portugal 社は、グリーン水素と回収された CO₂ により、年間 80,000t の合成航空燃料の生産を目指している。これは、5,000 台の Airbus A320 に燃料を供給する十分な量であると推定されている。

P2X-Europe 社によると、このプロジェクトは航空部門の脱炭素化を促進すること。化石ベースのジェット燃料と化学的に同一の合成ケロシンは、既存の飛行機の大規模な改修を要せずに利用できるため、航空部門の脱炭素化を進めるための有望な方法として注目を集めている。

しかし、合成ケロシンを生産することが依然として高価でエネルギー集約型の方法であり、飛行機エンジン向けの 100MWh 相当のエネルギーを生産するためには、約 770MWh の再生可能な電力が必要であると推定されている。

ポルトガルの Figueira da Foz 市で建設される新たなプラントは、最大 280,000t の生物起源の CO₂ を数百 MW の再生可能エネルギー容量と統合するとみられる。最終投資決定は 2023 年半ばまでに予定されており、2026 年初めに商業運転が開始する予定である。

欧州：英国とドイツを結ぶ 1.4GW の高電圧リンクを設置

欧州投資銀行（EIB）が率いる 20 の貸し手からなるコンソーシアムは、ドイツと英国の電力網を接続する 28 億ユーロ相当の高電圧直流リンクという NeuConnect 国際連系送電線プロジェクトに 4 億ユーロを提供することに合意した。

同コンソーシアムには、フランスの投資企業 Meridiam 社、ドイツの金融企業 Allianz Capital Partners 社や日本の関西電力、および英国インフラ銀行、日本の国際協力銀行（JBIC）などの銀行が含まれている。

EIB によると、NeuConnect プロジェクトに関わる建設作業が 2022 年に開始し、2028 年に完了する予定である。

大部分が海底に設置されるケーブルの長さが 725km、容量が 1.4GW、および DC 電圧が 525kV である。ドイツ側の Fedderwarden 近郊の Tennet 社が運営する変電所を、英国側の Isle of Grain に英 National Grid が運営する変電所と接続する予定である。

ドイツのエネルギー大手である Siemens 社が変電所を設置し、英国のケーブル製造者である Prysmian 社がケーブルを設置する予定である。

2020年9月、Tennet 社と National Grid 社は、海底電力ケーブルを通してオランダと英国の風力発電所を両国のエネルギーシステムに接続する可能性を調査することで連携すると発表した。この協業範囲には、英国とオランダの電力システム間で最大 4GW の洋上風力発電を両側に同時に接続するという多目的国際連系線 (MPI) の開発が含まれている。

欧州：Ørsted 社は Ostwind 社を買収

デンマークの再生可能エネルギー開発者である Ørsted 社は、風力発電の開発を手掛けるドイツの Ostwind 社の株式の 100% を取得する契約を締結した。企業と再生可能エネルギープロジェクトの金融負債を含む同取引は、6億 8,900 万ユーロであると評価されており、2022 年後半に完了する予定である。

Ostwind 社は、主にドイツとフランス市場での陸上風力の開発に取り組んでおり、陸上風力のプロジェクトパイプラインが合計 1GW と、太陽光発電が 88MW である。Ørsted 社は 2022 年 6 月スペインに GW 規模の陸上風力発電設備を設置することを発表した。

Ørsted 社は、ロシアの石油大手 Gazprom 社に電力代金をルーブルで支払うことを拒否したため、ガス供給が停止した。そのため、Ørsted 社は欧州における再生可能エネルギーの開発を加速すると同社の CEO である Nipper 氏は述べた。

欧州：Shell 社と Lufthansa 社は SAF の開発研究で連携

オランダの石油大手 Shell 社とドイツの航空企業 Lufthansa 社は、180 万 t の持続可能な航空燃料 (SAF) の供給契約を締結すると発表した。

この供給契約の下での SAF は、最大 4 つの異なる承認された技術経路と、幅広い持続可能な原料によって生産されるとみられる。本契約により、Shell 社は Lufthansa 社向けに、2024 年から 2030 年にかけて世界各地の空港で 5 億 9,400 万ガロンの SAF を供給する予定である。

本契約はまた、Shell 社の 2030 年までに航空燃料販売量の少なくとも 10% SAF で賄うという目標と、Lufthansa 社の SAF の利用普及の取り組みの双方に貢献すると期待されている。

現在の SAF は使用済み食用油などの生物起源残渣から製造されており、HEFA といった産業規模の生産を目指す技術開発が進行中である。Shell 社はまた、低炭素ベースからの水素や CO₂ 回収などの非生物の原料から SAF を製造する方法を見つけるための研究開発に取り組んでいる。

欧州：E.On 社は 2024 年までに 2,000 台の急速充電器

ドイツの Essen 社に本社を置くエネルギー企業 E.On 社は、2024 年末までに欧州全体で 2,000 台の EV 向け急速充電器 (HPC) を設置する計画を公表した。同社は HPC 設備を提供するために、イタリアの EV 向け充電器メーカーである Alpitronic 社と協力している。

両社の協力は 2024 年以降にも続き、E.On 社は 2026 年までに 5,000 台の急速充電器を運営することを目指している。Alpitronic 社は 150~300kW 規模の DC 充電を提供しており、E.On 社は、Hypercharger HYC150 と Hypercharger HYC300 の各モデルを設置する予定である。将来的には、400kW の HYC400 と壁付け式 50kW の HYC50 充電器を設置する予定。

さらに、EV 車両、充電器および課金システム間の相互作用の技術的な改良により、両社は充電ステーションでの利用者サービスを改善させる考え。さらに、スマート充電に関わるソリューションの開発を後押しすることで、充電ステーションの運営を改善し、送電網への負担を削減する狙いがある。

これまでの E.On 社と Alpitronic 社の共同取り組みは自動車の充電に焦点を当てていた。しかし、両社は、MW 規模の大型商用車向けの充電ソリューションの開発でも協力する予定。トラック用の急速充電インフラを開発する最初のパイロットプロジェクトは、2024 年までに欧州各所に設置される予定である。

E.On 社は現在、ドイツをはじめ、欧州各国に 160,000 台の EV 向けの充電器を運営している。新たな 5,000 台の急速充電器がどこの国に設置されるか未だに発表されていない。

英国：bp 社は、バッテリー試験センターと分析研究所に 5,000 万ポンドを投資

英国の石油大手 bp 社は、英国に新たな EV 用のバッテリー試験センターと分析研究所に最大 5,000 万ポンドを投資する計画を公表した。同社はまた、2030 年までに英国のエネルギーシステムに 180 億ポンドを投資する予定。

2024 年に開設が予定されている新たな試験センターは、Berkshire 州の Pangbourne にある bp 社のグローバル本社に設置され、EV バッテリーに関わる技術、エンジニアリングおよび科学の活動を支援する予定である。同サイトでは既に、燃料、潤滑油および EV 用フルード（流体）の研究開発が行われている。

さらに、bp 社とスペインのエネルギー大手 Iberdrola 社は、イベリア半島と英国でグリーン水素の生産と EV 用の公共充電ステーションの開発を促進するために、2 つの合弁会社を設立すると発表した。

グリーン水素の開発を手掛ける合弁会社は、スペイン、ポルトガルおよび英国での水素と電解槽の大幅な生産を対象にしている。両社の発表によると、再生可能エネルギーと統合される水素ハブの年間生産容量は最大 600kt であると推定されている。

EV モビリティに取り組んでいる他の合弁会社は、スペインとポルトガルで最大 11,000 台の EV 向けの超急速公共充電器を設置するために、最大 10 億ユーロを投資する予定である。

英国：Compact Syngas Solutions 社炭素回収技術を促進するための補助金を受ける

水素燃料の開発を手掛ける Compact Syngas Solutions 社 (CSS) は、Waste-to-Hydrogen プラントの環境への影響の削減に寄与する炭素回収技術を促進するために、英国政府のビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy) が行う炭素回収貯留装置付きバイオエネルギー (BECCS) イノベーションプログラムを通じて 29 万 5,000 ユーロの資金を確保した。

ウェールズの Deeside 地方自治体に本社を置く CSS 社は 2022 年初めに、英国で複数のパートナーとともに Waste-to-Hydrogen の生産技術の開発を進めるため、英国政府のネットゼロイノベーションポートフォリオ (Net Zero Innovation Portfolio : NZIP) の一環である低炭素水素供給 2 プログラム (Low Carbon Hydrogen Supply 2 Programme) を通じて 35 万 8,400 ユーロの補助金を調達すると発表した。

前者の資金は、助成金コンサルティング企業 Catax 社との協力で確保でき、ガス化中に発生する炭素を回収できる技術の開発を対象にしている。これは、水素含有量が 20% である合成ガスを生産するプロセスであり、廃棄物から純粋な水素を生産するための最初のステップである。

CSS 社は新たな資金を、水によりガス化中に CO₂ を分離し貯留する方法の可能性に関する研究に使用する予定。現在の炭素分離には、アンモニアからのアミンが利用されている。フル操業のプロトタイプ装置の運転に進む前段階として、テスト装置を建設する予定である。

将来的には、CSS 社は 4 つのガス化装置を備えた 10 Micro H₂ ハブを建設する予定である。同水素製造ハブは、1 日あたり 60kg の水素を生産し、3,168kg の CO₂ を回収できると推定されている。

英国：Octopus Energy Group 社は 3 億 2,500 万ドルの資金を調達

英国の再生可能エネルギー事業者 Octopus Energy Group 社は、世界中の展開と再生可能エネルギー戦略を後押しするために、既存株主から 3 億 2,500 万ドルの資金を調達したことを発表した。

同社はこの資金を、自社のエネルギー技術プラットフォームである Kraken の改良と、エネルギー危機、並びに再生可能エネルギーの開発に寄与するソリューションに充てる予定である。

欧州最大規模の再生可能エネルギー投資家である Octopus Energy Group 社は、現在 3GW の再生可能エネルギープロジェクトを運営している。Kraken というエネルギープラットフォームは、自社の小売、発電、フレキシビリティ事業をサポートし、ドイツのエネルギー大手 E.ON 社やフランスのエネルギー大手 EDF 社といった他のエネルギー事業者にもライセンス供与されている。合計、2,500 万人以上の顧客をサポートしている。

また、電力システムへの再生可能エネルギーの統合をさらに加速かつ強化するために、カナダの年金基金投資委員会（Canada Pension Plan Investment Board：CPP Investments）は Octopus 社に 2 億 2,500 万ドルの資金を提供することを約束している。

ドイツ：Salzgitter 社はグリーン鉄鋼に 7 億 2,300 万ユーロを投資

ドイツの鉄鋼生産者である Salzgitter 社は、自社事業の脱炭素化の長期計画の第一次開発段階として、2033 年までにグリーン鉄鋼に 7 億 2,300 万ユーロを投資する予定である。

Salcos（Salzgitter 社の低炭素の鉄鋼生産）と呼ばれる長期計画では、高炉で現在使用されているコークス用炭をグリーン水素に置き換え、鉄鉱石から鉄鋼を抽出する予定。

「従来の直接還元製鉄プラントだが、鉄鉱石が水素により直接固体還元鉄になるこの技術は、CO₂の代わりに水蒸気を排出する。」と Salcos のウェブサイトが述べている。

Salcos は、2033 年までに 3 段階を経て、従来の統合的な製鉄所を低炭素な粗鋼生産に対応する施設へ転換することを目的としている。この転換の重要な一環として、高炉と転炉を段階的に直接還元プラントと電気アーク炉に置き換える予定である。この新たな施設は、年間 190 万 t のグリーン鉄鋼を生産する見通しである。

Salzgitter 社は、Salcos の最初の開発段階を 2025 年までに完了し、鉄鋼生産における CO₂ 排出量を 30%削減することを目的としている。また、2030 年までに 50%の削減を目指す第 2 段階、最終的には 2033 年 12 月 31 日までに 95%を達成する計画。

ドイツ：Uniper 社は水素の塩洞窟貯蔵のパイロットプロジェクトを開発

ドイツのエネルギー企業 Uniper 社は、水素の塩洞窟貯蔵のパイロットプロジェクトを開発するために、Lower Saxony 州政府から 237 万ユーロの補助金を受ける。

同プロジェクトは、ドイツ北部の Krummhörn 地方自治体にある閉鎖された天然ガス貯蔵施設にて、2024 年までに最大 250,000m³ のグリーン水素の貯蔵容量を開発することを目的としている。Uniper 社によると、このパイロットプロジェクトは世界最初のものとして水素貯蔵を産業規模で試験する。

同施設で貯蔵されるグリーン水素の一部は、KRUH2 と呼ばれるパイロットプロジェクトの下でガス供給事業者である Open Grid Europe 社（OGE）によりオンサイトで製造される予定である。Lower Saxony 州政府から 281 万ユーロの補助金をうける KRUH2 プロジェクトは、発電所自体の熱、モビリティおよび電力の需要を賄うために、オンサイトで電解槽によりグリーン水素を生産し、少量で貯蔵する方法を検討している。

Krummhörn 地方自治体での新たな貯蔵施設はまた、Uniper 社が Wilhelmshaven 市で開発している水素製造ハブと繋がる可能性があるという。このプロジェクトは、Uniper 社が NH₃ をグリーン水素や窒素に変換するためにアンモニア分解装置を備えたというグリーンアンモニアの輸入ターミナルとなっている。

Uniper 社だけではなく、他の企業も同様のプロジェクトに取り組んでいる。オランダのガス供給企業 Gasunie 社は、子会社の Energy Stock 社を通じて、HyStock と呼ばれる塩洞窟水素貯蔵プロジェクトをオランダの Groningen 州にて開発している最中である。さらに、グリーン鉄コンソーシアムである Hybrit 社は、既にスウェーデンの石洞窟での貯蔵パイロットプロジェクトの開発を開始した。

ドイツ：Siemens Gamesa 社は Kaskasi 洋上風力発電所にリサイクル可能な風力ブレードを設置

スペインの再生可能エネルギー企業 Siemens Gamesa Renewable Energy 社は、ドイツ領側の北海にてリサイクル可能な風力ブレードから構成される世界初の風力発電タービンを設置かつ運転開始したことを発表した。

81m の風力ブレードは、ドイツの Heligoland 島の北東約 35km に位置する Kaskasi プロジェクトのサイトに設置されている。

Siemens Gamesa 社は 2021 年 9 月に、商用洋上風力発電プロジェクト向けのリサイクル可能な風力ブレードの最初のバッチを販売した。Kaskasi プロジェクトを運営するドイツのエネルギー大手 RWE Renewables 社は最初の企業として Siemens Gamesa 社とリサイクル風力ブレード Siemens Gamesa 社に関する契約を締結した。

フランスの EDF Renewables 社とドイツの Wpd 社も今後の風力発電プロジェクトで同リサイクル可能な風力ブレードを採用する意向あり、とのこと。

リサイクル可能な風力ブレードは、特殊樹脂で結合された材料の組み合わせから構成されている。耐用寿命を迎えたら、弱酸性溶液により樹脂と他の材料を分離できる。これらのリサイクルされた素材は、スーツケースやフラットスクリーンのディスプレイ枠などの新製品の製造に使用できると Siemens Gamesa 社は述べる。

オーストリア：Burgenland 州はオーストリア最大規模のグリーン水素生産プラントを建設

オーストリアのエネルギー企業 Verbund AG 社と Burgenland Energie 社は、2030 年までに年間 40,000t のグリーン水素を生産するというオーストリア最大規模の電解槽プラントを建設する計画を公表した。

プロジェクトの初期段階では、2026 年に年間生産容量が 9,000t である電解槽プラントの運転を開始する予定である。このグリーン水素の生産容量を 2030 年までに年間 40,000t のグリーン水素に増加する計画である。電解槽は、地元の風力発電所と太陽光発電所からの電力により供給されるとみられる。

フル操業になると年間 400,000t の CO₂ 排出量の削減に貢献できると推定されている。

オーストリアは 2022 年 6 月に、2030 年までに 1GW の電解槽容量を設置し、産業の脱炭素化の取り組みの一環としてグリーン水素を持続可能な燃料として使用するという国家水素戦略を発表した。2040 年までに、オーストリアのグリーン水素の需要が現在のレベルから 4~5 倍に増えると予測されている。

オーストリアの最東部に位置する Burgenland 州は、2030 年までに気候中立とエネルギー自給自足になる目標を掲げている。計画されている新たな電解槽プラントは、同州のエネルギー需要を地元エネルギー資源で賄うという目標達成に重要な役割を果たせると期待されている。

スイス：分解性プラスチックの製造方法が進む

スイスの École Polytechnique Fédérale de Lausanne 大学 (EPFL) は、廃棄時に糖に分解され環境負荷のない非食用植物由来の生分解性プラスチックを製造する新たな方法を開発した。

この新たなプラスチックは、従来のプラスチックに近い特性を持っているため、食品や飲料の包装の持続可能性を向上させることが有望視されている。頑丈、高温に耐え、食品に損傷を与える酸素などのガスを遮断できるといったいくつかの利点がある。

EPFL 大学の研究者は 2016 年に、植物の食べられない部分からプラスチックとバイオ燃料に転換できる貴重な分子を作る方法を発見した。これに基づいて、今回の研究ではホルムアルデヒドの代わりにグリオキシル酸を使用し、リグニンをプラスチックの重要な構成要素に変換した。これにより、農業廃棄物の重量の最大 25% をプラスチックに変換できたと報告されている。

EPFL 大学の研究者によると、このプロセスは簡単で容量拡大が可能で、触媒として安価な鉍酸を使用している。

この材料は、化石ベースのプラスチックと同様に化学的にリサイクルできる。そして、環境に放出する場合、最終的には室温の水中で構成糖に分解するという。

持続可能なプラスチックにおける有望の選択肢の一つであるが、より詳細な毒物学的及び、生分解性試験を行う必要があるという。

フランス：再生可能エネルギーの生産開発の緊急措置を発表

フランス政府は、冬季に備えて再生可能エネルギーの生産開発を促進するために、電力販売規制の変更や差額決済契約 (Cfd) 支援スキームの価格設定などの緊急措置を講じる予定である。

エネルギー危機を緩和する取り組みの一環として、新たな風力発電所と太陽光発電所は CfD の対象となる前、18 ヶ月間電力市場へ直接販売することを許可する予定。さらに、入札で落札されたプロジェクトは、完工前に容量を最大 40%引き上げることができるという。

フランス政府はまた、原材料コストを考慮し、CfD 支援プログラムの価格設定のメカニズムを変更したい考え。現在のメカニズムでは、事業者が固定の電力購入価格と卸売市場価格との差額の支払いを負担する。ロシアのウクライナへの侵攻により、この差額は過去数ヶ月で大幅に上昇した。

現在、フランスは総電力需要の約 20%を再生可能エネルギー源で賄い、そのうち風力発電が 8%を占める。フランス政府は、2030 年までにエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を 33%とする目標を掲げている。

フランス：EUROAPI 社はバイオマスボイラーに 2,400 万ユーロを投資

フランスの化学企業 EUROAPI 社は、フランスの Seine-Maritime 県にて 2025 年に運転開始が予定されている最先端のバイオマスボイラーの建設に 2,400 万ユーロを投資することを発表した。

この投資により、2026 年の CO₂ 排出量を 2020 年比で約 76%削減し、同社のエネルギー自給自足を向上させることを目的としている。新たなバイオマス設備はまた、ビタミン B12 の生産での発酵プロセスに必要なエネルギー量の削減に繋がるという。

バイオマスボイラーの設計とエンジニアリング工程が既に完了しており、建設作業が 2022 年 8 月に開始する予定である。

17MW の設備は廃材（グレード B）を原料とし、年間 14 万 t の蒸気を生産する見通しである。これにより、EUROAPI 社は年間の化石燃料の CO₂ 排出量を約 2 万 t 削減できると予測されている。また、コジェネレーション技術でグリーン電力を生産する可能性があり、オンサイトの電力需要の 10%をカバーし、地域コミュニティの熱暖房ネットワークに供給できる。

この投資は、EUROAPI 社の ESG ロードマップの目標達成の鍵を握るとされている。同社は 2030 年までに CO₂ 排出量を 2020 年比で 30%削減することを目的としている。

同投資はまた、フランスの環境エネルギー管理庁が管轄する France Relance と呼ばれる復興計画の枠組みの中で、フランス政府からの 1,040 万ユーロの補助金で支援されている。

ベルギー：ドイツ・オランダのコンソーシアムは 500kW の洋上太陽光発電プロジェクトを開発

ドイツのエネルギー大手 RWE 社とオランダの太陽光発電専門企業 SolarDuck 社は、ベルギー領側の北海での洋上風力発電所の近郊にて洋上風力発電所のパイロットプロジェクトを共同で開発すると発表した。

Merganser と呼ばれる同プロジェクトの容量は 500kW であると推定されており、2023 年に運転を開始する予定である。

RWE 社はまた、オランダでの Hollandse Kust West 洋上風力発電所 VI と VII に関する入札に参加することが明らかになった。SolarDuck 社は同プロジェクトにおいて、容量が 5MW である実証ベースの洋上浮体式太陽光発電所を建設することを目的としている。

SolarDuck 社は 2021 年に、河口、自然港および沿岸などの洋上サイトにおける太陽光発電プロジェクト向けの浮体式構造技術を利用する自社最初の実証プロジェクトを公表した。この 64kW のシステムは、オランダで最も幅の広い川である Waal 川に設置されている。

この構造は、太陽光発電パネルを水面から 3m 以上の高さに保持し、沿岸海域の状態や強風にも対応できる。また、河口や自然港の洋上サイト、および沿岸に立地するサイトの使用向けに最適化されている。基本的な浮体式プラットフォームは 16x16x16 の三角形の構造である。

SolarDuck 社が開発した洋上浮体式太陽光発電技術は、太陽光発電の開発に向けて新たなフロンティアを設立し、再生可能エネルギー発電における土地不足の問題解決に資すると期待されている。洋上浮体式太陽光発電を洋上風力発電に統合することで、エネルギー生産のために海洋スペースをより効率的に利用し、マルチソース再生可能エネルギー発電所の建設と保守に関する相乗効果を得ることができる。

スペイン：E.ON社は太陽光サークルというエネルギーシステムを開発

ドイツの電力企業 E.ON 社は、スペインの Tenerife 島に位置する Adeje 市と協力し、屋上太陽光発電システムを中心としたエネルギーコミュニティを設立するパイロットプロジェクトを開発する。

Adeje Verde と呼ばれる同プロジェクトのコンセプトは、半径 500m 以内の約 200 人の需要家を、プロシューマーが運営する屋上太陽光発電設備に接続することである。「太陽光サークル」において発電された電力はサークル内の需要家と近隣で共有されると E.ON 社が説明している。

Adeje 市での音楽学校の屋上では、既に最初の「太陽光サークル」が設置されている。このシステムの年間発電量は約 149,200kWh であり、2022 年以降 200 世帯がこの電力を利用できる見通しである。E.ON 社によると、これらの世帯が太陽光サークルにおける 14% の市場シェアを占めるといふ。

このパイロットプロジェクトは、2019 年の EU クリーンエネルギーパッケージの電力市場指令に基づいている。この指令は、太陽光余剰電力を逆流させることなく、割引料金で近隣の世帯に送電することを可能にする。

スペイン：590MW の太陽光発電所に関する電力購入契約を締結

スペインのエネルギー大手 Iberdrola 社は、Francisco Pizarro 太陽光発電所（スペイン、590MW）からの電力を米国の飲料大手 Pepsi 社へ売電する内容の電力購入契約（PPA）を締結した。

この契約では、Pepsi 社は 2023 年 1 月 1 日以降、スペインとポルトガルでの 11 の生産工場、オフィスおよび物流センターへの 100% の再生可能な電力の供給を確保する。Iberdrola 社はまた 2021 年にフランスの食品企業 Danone 社と、スペインにおける Danone 社の施設への 100% 再生可能な電力の供給に関する PPA を締結した。

同社によると、Francisco Pizarro 発電所は 8 月中に運転開始する予定であり、スペイン最大規模の太陽光発電所となっている。同社は、現在スペインで 2.2GW 以上の太陽光発電設備容量を所有している。

「グリーン電力の長期購入契約は、化石燃料への依存を減らし、再生可能エネルギーへの移行を加速することを可能にする再生可能エネルギープロジェクトの普及に重要な機会を提供する」と Iberdrola 社の大口顧客と産業ソリューション部門の de Deza 氏は述べた。

Iberdrola 社は再生可能エネルギー、電力系統およびエネルギー貯蔵への投資活動を進め、2030 年までに最大 1,500 億ユーロを投資することを計画している。

スペイン：スペイン政府は Envision 社との協力協定を締結

スペイン政府の産業・商業・環境省は、バッテリー製造、再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵、デジタル技術および持続可能な水素に関わるプロジェクトを促進するために、中国の再生可能エネルギー企業 Envision 社と協力協定を締結した。

この協業範囲には、約 38 億ユーロ相当の 4 つの大規模なプロジェクトが含まれている。

最初のプロジェクトとして、Envision 社は Navalmoral de la Mata 地方自治体にて EV バッテリーの生産向けのギガーファクトリーを建設する予定である。投資額は 25 億ユーロであり、3,000 人の直接雇用を創出できると推定されている。

次に、Alcázar de San Juan 地方自治体にて再生可能な水素と電解槽の製造向けのプラントを建設する予定である。投資額は 9 億ユーロであり、500~700 人の直接雇用を創出できる。

3 番目のプロジェクトは、Las Navas del Marqués 地方自治体に 1 億ユーロ相当の風力発電と風力タービンの組立プラントを建設する予定。このプロジェクトにより、110 人の雇用を創出できる。

最後のプロジェクトとして、デジタル製品の技術革新・開発センターの設立である。3 億ユーロが投資され、300 人の直接雇用が創出されると推定されている。

スペイン：Envision AESC社はバッテリー生産工場を建設

バッテリーの開発を手掛ける中国の Envision AESC 社は、同社とスペイン政府との戦略的協定の一環として、スペインの Navalmoral de la Mata 市にてバッテリーセルの生産工場の建設を計画している。同工場の年間生産容量は 50GWh であると推定されており、2025年に運転を開始する予定である。

このプロジェクトには、バッテリー生産向けのギガーファクトリー、再生可能エネルギーシステムのデジタル化の開発・イノベーションセンター、グリーン水素の生産工場および、スマート風力タービンの組立プラントが含まれている。

ドイツの自動車メーカーであるフォルクスワーゲンの Valencia 市近郊の Sagunt でのバッテリー生産工場と同様、Envision AESC 社はスペインの 10 つの自治体の 12 のパートナーで構成される VENERGY+プロジェクトへの参加を条件として、PERTE と呼ばれる補助金プログラムを通じて資金を調達している。VENERGY+プロジェクトは、高度な技術をもとに自動車部品の調達をローカル化し、バッテリーのエコシステムに統合させることを目的としている。

グリーン水素の生産工場は、スペイン中部の Castilla-La Mancha 地域に建設される予定である。また、風力タービンの組立プラントは Castilla・Leon 州に建築される予定。

スペインでの新規バッテリー工場に加え、Envision AESC 社は中国に年間生産容量が 20GWh であるバッテリー生産工場、日本での日産との共同バッテリー生産工場（2021年8月に発表）、そして英国の Sunderland 市とフランスの Douai で同様のプロジェクトを開発している。

ポルトガル：Iberdrola 社は大規模な揚水発電電池を運転開始

スペインのエネルギー大手 Iberdrola 社は、2022年7月18日に、ポルトガルの北部にて 40GWh の Tamega 揚水発電電池の運転を開始した。操業開始を祝うセレモニーは、Iberdrola 社の CEO である Galan 氏とポルトガルの Costa 首相が臨席し開催された。

15 億ユーロのギガバッテリー施設は、ポルトガル北部の Tamega 川沿いに設置されており、Gouvaes、Daivoes および Alto Tamega という 3 つの貯水池から構成されている。合計容量が 1,158 MW である。

Gouvaes と Daivoes 発電所は既に 2022年に電力生産を開始しており、Alto Tamega 発電所が 2024年に運転を開始する予定である。Iberdrola 社によると、Tamega 水力発電所は、約 1,100 万人分の 24 時間の電力需要を賄うに十分な電力を貯蔵できるという。

Iberdrola 社はポルトガルにおける風力発電と太陽光発電関連のプロジェクトに 30 億ユーロを投資することを約束している。

ギリシャ：ギリシャ議会は同国初の洋上風力発電法を承認

ギリシャ議会は 7 月末に、同国初の洋上風力発電法を承認した。ギリシャ政府は今後数ヶ月にわたって、将来の洋上風力発電開発ゾーンと入札基準を指定するいくつかの指令を採択する予定である。ギリシャは 2030 年までに、少なくとも 2GW の洋上風力発電設備容量を設置したいと考え。

ギリシャには現在、4.5GW の風力発電設備容量（全てが陸上）が設置されており、国内電力需要の 18%以上をカバーしている。しかし、ギリシャは、さらなる大きな風力発電、特に洋上風力発電の容量ポテンシャルを持っている。

ギリシャ政府は、2025年～2026年に最初の洋上風力発電に関する入札を行う予定であり、研究許可を取得した企業のみが入札に参加可能とのこと。同政府はまた、洋上風力発電の開発をさらに後押しするために、FIP（フィード・イン・プレミアム）の支援スキームを導入する予定。

水深が 50m 以上であるギリシャの海岸線の特徴のため、ギリシャが 2030 年までに建設する予定の 2GW の大部分は、浮体式洋上風力発電になると考えられる。

スロベニア：2025年までに1GWの太陽光発電設備容量を設置

スロベニアのインフラ省は、スロベニアの送配電事業者である ELES 社と配電システム事業者である SODO 社とともに、今後3年間にわたってさらなる1GWの太陽光発電設備容量を開発する計画を公表した。

この新たな太陽光発電の開発計画には、大規模な太陽光発電所の開発が含まれている。今までのところ、農業地域での建設禁止という厳しい規制のため、大規模な太陽光発電プロジェクトの開発が滞留していた。インフラ省によると、新たな太陽光発電所が適切な場所に建設され、近郊のコミュニティからのクラウドファンディングによる資金調達を目指すという。

現在、スロベニア最大規模の太陽光発電所は、スロベニアの水力発電所事業者である HESS 社により 47.7MW の Brežice 水力発電所サイトの近くに建設された 6MW のものである。

国際再生可能エネルギー機関 (IRENA) の最新データによると、スロベニアの 2020 年末の太陽光発電設備容量は 376MW であった。その大部分は、国家固定価格買取制度の下で 2012 年 (122MW)、2011 年 (54MW) および 2010 年 (37MW) に設置された屋上太陽光設備からのものである。

セルビア：2030年までの統合国家エネルギー・気候計画を公表

セルビアの鉱業・エネルギー省は、2050年までに気候中立を達成する取り組みの一環として、再生可能エネルギー、水素や貯蔵容量の開発を対象にしている 2030年までの統合国家エネルギー・気候計画 (INECP) を公表した。

INECP では、同国は 1,540MW の太陽光発電、3,510MW の風力発電を追加し、2カ所の揚水力発電所を開発することを目指している。同省によると、セルビアのエネルギー部門への急ぎ必要な投資が約 350 億ユーロであると推定されている。

他の目標は、2030年までに電力生産における再生可能エネルギーの割合を 49.1%に増加し、総最終エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合を 41%に引き上げることを目指している。また、温室効果ガス排出量を 1990年比で 40.3%削減し、冷暖房と輸送部門における再生可能エネルギーの役割を強化する狙いがある。

現在、セルビアは電力需要の約 69%を石炭火力発電所からの電力でカバーし、その発電容量は 4,400MW である。また、同国の風力発電設備容量は 389MW で、太陽光発電設備は 11MW である。

INECP の下では、同国はまた水素を導入する予定であり、隣接諸国とのガス相互接続を強化する予定である。

●米国環境産業動向

○カリフォルニア州、リチウムへの課税を承認

カリフォルニア州の Gavin Newsom 知事は6月30日、環境浄化プロジェクト向けの費用調達を目的に、リチウムへの課税案を承認した。この課税案は州の予算案に組み込まれており、1トンにつき一律の税率が課される方式で、2023年1月から施行される予定。

カリフォルニア州南部のソルトン湖でリチウムの採掘を行っている企業3社（Controlled Thermal Resources、EnergySource、Berkshire Hathaway Renewables）のうち2社が、リチウムへの課税は投資家や顧客に悪影響を及ぼすとして、ユタ州やアーカンソー州などのリチウムの鉱床を目指し、カリフォルニア州での事業を撤退する可能性を示唆。また Controlled Thermal Resources は、この課税によって2024年までの General Motors (GM) への供給、2025年までの Stellantis への供給が間に合わなくなるとし、自動車メーカーに中国からの輸入を促すような税制を支援することは、カリフォルニアの有望な産業を成長させる前に破壊するようなものだとし、反対の意を示した。

○Walmart、配送用 EV を 4500 台購入

小売大手の米 Walmart は7月12日、2040年までにゼロ・エミッションを達成するという同社目標の一環として、EV スタートアップの米 Canoo 社からラストマイル配送用の全電気自動車「Lifestyle Delivery Vehicle」4,500台を購入する契約を締結したと発表した。

これらの車両は Walmart の従業員が運転し、食料品から日用雑貨まで、オンライン注文の配送に使用されるほか、同社の配送サービスである「Walmart GoLocal」にも使用される可能性があるという。

Walmart は「Lifestyle Delivery Vehicle」によるオンライン注文の顧客への配送を2023年に本格的に開始する計画だが、テキサス州ダラス・フォートワース地区では数週間のうちに配送を開始する予定だ。

同社は今年1月には、General Motors (GM) のスタートアップで商用配送・物流脱炭素化を行う BrightDrop 社の配送用 EV バン 5000 台を購入予約。また、5月にはドローン配達サービスを拡大している。

○Panasonic、カンザス州に車載用リチウムイオン電池工場建設へ

カンザス州と Panasonic Holdings 子会社の Panasonic Energy 社は7月14日、Panasonic Energy が同州に申請していた投資誘致補助金「Attracting Powerful Economic Expansion (APEX)」が承認されたとし、同州 De Soto (デソト) に車載用リチウムイオン電池の新工場を建設する計画を発表した。

Panasonic が米国に電池工場を建設するのは、EV 大手 Tesla と共同運営するネバダ州の「ギガファクトリー」に続いて2カ所目。今回の工場建設には約40億ドル（約5480億円）の投資と最大4000人の雇用が予定されている。

Panasonic Energy は新型の車載用リチウムイオン電池「4680」の量産技術の確立を目指しており、車載電池全体の生産能力を現状の50GWh程度から、2028年度には現在の3~4倍の150G~200GWhまで増やす計画だという。

OGM、Pilot 社と提携し全米 500 カ所に充電器を設置へ

米 General Motors (GM)と自動車のドライバー向けのサービスセンターを米国で展開する Pilot Co.社は 7 月 14 日、全米で最大 500 カ所に、EV 用高速充電スタンド 2,000 台を共同で設置すると発表した。

Pilot が所有する旅行者向けセンター「Pilot and Flying J」に EV 充電スタンドを設置し、同じく同社が所有する充電ネットワーク企業である EVgo 社が充電スタンドの設置・運営・保守を行う。同センターは 40 を超える州にあり、充電スタンドを 50 マイル（約 80km）間隔で用意できる見通しだ。これにより全米をカバーする DC 急速充電ネットワークが整備されるという。最初の充電スタンドの稼働は 2023 年初頭になる予定。

充電スタンドには「Pilot Flying J」と「Ultium Charge 360」のブランド名が付けられ、すべての EV ブランドに開放されるが、GM の顧客には専用予約、充電料金の割引、充電プロセスの短縮化などの特典が提供される。GM は 2025 年までに 7 億 5,000 万ドルを投資するという充電インフラ計画を発表しており、今回の提携はその一環とみられる。

OMicrosoft 等 3 社、SAF の利用促進に向け提携

米 Microsoft、Alaska Airlines、炭素変換企業の Twelve ら 3 社は 7 月 15 日、回収した二酸化炭素を原料とする持続可能な航空燃料（SAF）の製造と利用の促進を目的とした新たなパートナーシップを締結したと発表した。

航空輸送は温室効果ガス排出の大きな要因であり、世界の温室効果ガス排出量の 2%を占めると推定されている。SAF は一般的に、化石燃料からではなく、廃油や農業残渣などの持続可能な資源から、あるいは大気中の炭素を回収して製造されており、従来のジェット燃料と比較してライフサイクルでの炭素排出量が大幅に少ないことから、航空業界が気候変動への影響に対処するための重要な手段の一つであると見られている。

今回のパートナーシップにより 3 社は、回収された二酸化炭素から水と酸素だけを出力する炭素変換技術を利用した、Twelve の「E-Jet」と呼ばれる低炭素ジェット燃料の製造と利用の加速を目指す。また、E-Jet を使ったデモフライトや、Microsoft のアラスカでの出張の一部に対応するための燃料供給にも取り組んでいく予定だという。

OBayden 米大統領、新たな気候変動対策発表、今後も追加対策を発表の見込み

米国のジョー・バイデン大統領は 7 月 20 日、新たな気候変動対策を発表した。議会では、「ビルド・バック・ベター（BBB）法案」に含まれていた医療費引き下げや気候変動対策などを独立させて成立させようとする動きが模索されている。しかし、与野党で勢力が拮抗（きっこう）する上院では、民主党のジョー・マンチン議員（ウェストバージニア州）がインフレ加速を理由に、7 月の消費者物価指数（CPI）発表前に気候変動対策法案を成立させることに反対するなど、いまだに法案成立のめどは立っていない。バイデン政権による今回の発表は、議会でのこうした動きを受けた対応とみられる。

発表された対策によると、最近頻発する山火事や洪水などの異常気象や災害への対策として、インフラ強化に 23 億ドルを新たに拠出するほか、低所得者層を対象にエアコンなどの空調機器購入補助や電気代の補助を行う。加えて、バイデン政権が進める洋上風力発電のさらなる普及のため、メキシコ湾で新たな候補地の選定作業を進めていくとしている。また、バイデン大統領は現状を「非常事態」と言及した上で、「数週間以内に大統領権限を行使」し、議会での議論を待つことなくさらなる追加対策を講じていくこととした。

2021 年の米国の平均気温は史上 4 番目の高さとなるなど、気候変動の影響は米国で顕著にみら

れる。7月19日にはテキサス州ウィチタ・フォールズにおいて、7月の最高気温としては史上最高となる46.1度を記録し、山火事などの災害も発生している。こうした現状を前に、バイデン大統領は「議会での対応は不十分だ」と不満を述べ、前述のとおり議会の動きに先行して、行政権限で対応を進めることを明確にしている。一方で、新型コロナウイルスへの対応時のように、国家非常事態宣言を宣言して気候変動対策への資金供給などより迅速に対応できるようにすべきという指摘もあったが、今回の発表では同宣言の発表は見送られた。

民間調査会社ロジウムグループは、現状の米国の気候変動対策では2030年時点での温室効果ガス（GHG）排出削減率は2005年比で24%から35%にとどまると予測しており、政権目標である50%から52%削減には大きく及ばないとしている。他方、2022年6月30日の最高裁の判決では、環境保護庁のGHG排出規制権限を制限する判断が下されるなど、立法府と司法府からは気候変動対策への協調姿勢を得られていないのが現状だ。バイデン政権は、行政府単独でも気候変動対策を進めていきたい考えだが、その場合は予算措置や法律権限などへの制約が常につきまとうと考えられることから、今後の対応が注目される。

○Amazon、Rivian 電気バンによる配送を開始

Amazonは7月21日、ボルチモア、シカゴ、ダラス、カンザスシティ、ナッシュビル、サンディエゴ、シアトルなどを含む各都市で、EV新興メーカーである米Rivian Automotiveの電気バン「EDV」による配送を開始すると発表した。年内に100を超える都市で数千台のEVによる配送サービスを開始する計画で、2030年までには全米で10万台のEVの導入を目指す。

新型車両は、RivianとAmazonが共同で設計・デザインを行い、センサー検知、交通支援技術、ドライバーの視認性向上、ナビゲーション、ドライバーサポートへのアクセスなどの先進技術やサステナビリティ機能、さらにドライバーの体験やワークフローに焦点を当て、ドライバーが車両に接近または離れるとドアが自動でロック・解除されたりする機能などを備えている。

Amazonは2021年からRivianの試作車による配送テストを行っており、既に43万個以上の荷物を配送。累計走行距離は9万マイル以上になる。また、全米の配送拠点に数千の充電ステーションを増設している。

○PepsiCo、12億5000万ドルのグリーンボンドを発行 サステナビリティ取り組みに資金提供

食品・飲料大手の米PepsiCoは7月20日、新たなグリーンボンドを12億5000万ドル（約1,700億円）発行すると発表した。年限は10年で、同社の農業およびバリューチェーンに焦点を当てたサステナビリティの取り組みを支援するプロジェクトに充当する。

今回のグリーンボンド発行はPepsiCoにとって、2019年の初回10億ドル（約1,400億円）に続き2回目となる。同社は先行発行の収益の85%以上を割り当て、持続可能なプラスチックと包装、業務とサプライチェーンにおける脱炭素化、水の持続可能性などの分野のプロジェクトを支援する計画だ。

PepsiCoは2021年、農業・気候・水・包装のサステナビリティ、消費者の健康に関するESGイニシアチブを網羅した「pep+（ペプシコ・ポジティブ）」と呼ばれるアジェンダを発表しており、今回のグリーンボンドの発行はそれに続くものとなる。今回は、pep+の3つの柱である「ポジティブな農業」「ポジティブなバリューチェーン」「ポジティブな選択」のうち、前者2つをターゲットとし、グリーンボンドで調達できる投資対象として、農民のトレーニング、肥料使用の削減、流域の縮小などの取り組みを含む再生農業、水のリサイクルや再利用プロジェクト、効率改善、流域の補充、湿地の再生などの「Net Positive Water Impact」が挙げられている。

○2022年第2四半期、米クリーン電力新規導入量が大幅減少

アメリカン・クリーン・パワー協会（ACP）は7月26日、米国でのクリーン電力の新規導入量が2022年第2四半期（4～6月）に3,188メガワット（MW）と、前年同期比で55%減少したと発表した。クリーン電力のうち、太陽光発電の新規導入量は53%減、陸上風力発電は78%減だった。一方、蓄電池は13%増だった。

新規導入量減少の要因として、ACPのヘザー・ザイカル最高経営責任者（CEO）は「長期的な税制や関税・貿易規制、送電網の制約をめぐり連邦議会が行動を起こさず、また不透明感が高まっていることで、急速に開発が必要にもかかわらずクリーンエネルギー需要に負の影響を与える」と述べている。同氏は、業界はいつでも必要な投資の用意があるとしながらも「現在のビジネス、政策環境が新規導入の足を引っ張っている」と説明している。

ACPはそのほか、物価高、新型コロナウイルス感染拡大による物流の遅延、サプライチェーン問題、発電所の運営費の増加などを導入量減少の要因に挙げている。

2022年上半期合計でみても、新規導入量は9,795MWと、2021年上半期の1万3,000MW超の導入量から新規導入の減速が鮮明になっている。

現在、米国内で稼働中のクリーン電力量は、5,800万世帯の消費電力に相当する211.4ギガワット（GW）を超えている。内訳は、陸上風力発電が139.1GW（65.9%）、太陽光発電が65.7GW（31.1%）、蓄電池が6.5GW（3.1%）、洋上風力発電が0.04GW（0.02%）となっている。

クリーン電力の新規導入予定を州別にみると、1位がテキサス州（23.7GW）で、2位がカリフォルニア州（13.7GW）、3位がニューヨーク州（10.8GW）、4位がインディアナ州（7.1GW）、5位がバージニア州（6.5GW）の順となっている。

なお、ACPによると、2021年末以降、650万世帯の消費電力に相当する32.4GW以上のクリーン電力プロジェクトが遅延し、まだ商業運転に至っていない。これら遅延案件のうち、太陽光発電が最多の64%を占めるという。

○エネルギー省、豪 Syrah Resources に1億210万ドルを融資へ

米エネルギー省（DOE）は7月27日、鉱物探査会社の豪 Syrah Technologies 社に1億210万ドルを融資すると発表した。

今回の融資は先進技術自動車製造（Advanced Technology Vehicles Manufacturing、以下ATVM）融資プログラムに基づき、2011年以来久々に実行されるものだが、サプライチェーンを含む生産プロジェクトが対象となるのは初めて。

融資資金は米国初であり、かつ中国以外では唯一の垂直統合型大規模である Syrah のルイジアナ州ヴィダリア工場の建設に充てられる。同工場では、EV用のリチウムイオンバッテリーに不可欠な黒鉛系負極材（AAM）を生産しており、この生産能力拡大により、2040年までにEV250万台分に相当する十分な天然黒鉛ベースのAAMが生産可能になるという。

DOEはまた、7月25日にはATVMに基づき、General Motors（GM）とEV用電池製造大手の韓国LG Energy Solution社の合弁会社であるUltium Cells社に、リチウムイオン電池製造施設の建設資金として25億ドルの融資を実施する計画があることを発表している。製造施設はオハイオ州、テネシー州、ミシガン州に建設される見通しだ。ATVMではこれまでにTesla、Ford Motor、日産自動車などに融資が実施されたが、EV用電池プロジェクト向けの融資は今回が初めてだという。

●最近の米国経済について

○7月の米消費者物価、前年同月比8.5%上昇、前月比は横ばいと伸び鈍化

米国労働省が8月10日に発表した7月の消費者物価指数(CPI)は、前年同月比8.5%上昇し、民間予想の8.7%を下回った。変動の大きいエネルギーと食料品を除いたコア指数は同5.9%上昇で、民間予想6.1%を下回った。前月比はCPIが0.0%の横ばい、コア指数は0.3%上昇で、民間予想のそれぞれ0.2%、0.5%を下回った。

品目別に前年同月比で見ると、ガソリンは44.0%上昇(前月59.9%上昇)と伸びが鈍化し、前月比では7.7%の減少と、インフレ鈍化を大きく牽引した。一方で、食料品は10.9%上昇(前月10.4%上昇)と3カ月連続で2桁台の伸びとなった。特に家庭用食品が13.1%上昇(前月12.2%上昇)と伸びが加速している。財は7.0%上昇と5カ月連続で伸びが鈍化した。うち中古車は6.6%上昇、新車も10.4%上昇とそれぞれ5カ月連続、3カ月連続で鈍化している。サービスは5.5%上昇(前月5.5%上昇)と横ばいだが、物価全体の3割程度のウエートを占める住居費が5.7%上昇(前月5.6%上昇)と引き続き伸びが加速した。なお、航空運賃は27.7%上昇、前月比では7.8%の減少となっている。

民間予想以上に大きく鈍化した7月のCPIだが、内訳を見ると、ガソリンをはじめとしたエネルギー価格の急低下に牽引されており、食料品など一部は引き続き上昇傾向が見られるため、鈍化傾向が今後も続くかどうかは不透明だ。特にウエートが高く、いったん上昇すると低下しにくい住居費は7月のCPIでも上昇傾向が続いている。加えて、8月5日に発表された7月の雇用統計では、平均時給の上昇傾向が続いており、賃金コストが反映されるかたちで、サービス価格を中心にCPIは高止まり傾向が続く可能性がある。

7月の堅調な雇用統計にもかかわらず、物価上昇の鈍化が今回明らかとなったことで、市場では連邦準備制度理事会(FRB)の利上げ姿勢が軟化するとの期待感が広がり、8月10日のダウ・ジョーンズ工業株価30種平均は前日比535.1ドル高(1.63%高)となり、株式市場などでは安心感が広がった。他方、次回のFRB連邦公開市場委員会(FOMC)は9月20、21日開催が予定されており、CPIや雇用統計はそれまでに8月分が発表予定となっているため、次回のFOMCでの利上げ幅などはこれら8月分の各種統計も見極めて判断されそうだ。

○米国の7月雇用者数は前月比52.8万人増、失業率は3.5%に低下、時給の伸び加速

米国労働省が8月5日に発表した7月の非農業部門雇用者数は前月から52万8,000人増と、市場予想の25万8,000人増を大幅に上回った。就業者数が前月から17万9,000人増加し、失業者数が前月から24万2,000人減少した結果、失業率は3.5%(市場予想は3.6%)だった。

失業者のうち、一時解雇を理由とする失業者は前月(82万7,000人)より3万6,000人減の79万1,000人、恒常的な失業者は前月(127万3,000人)より10万7,000人減の116万6,000人だった。

労働参加率(注)は、生産年齢人口が前月から17万7,000人増加し、労働力人口が前月から6万3,000人減少した結果、前月から0.1ポイント低下し、62.1%だった。

平均時給は32.27ドル(6月:32.12ドル)で、前月比0.5%増(6月:0.4%増)、前年同月比は5.2%増(6月:5.2%増)と前月比の伸びが加速した。

7月の非農業部門雇用者数の前月差52万8,000人増の内訳をみると、民間部門は47万1,000人増で、うち財部門が6万9,000人増、主な業種として製造業は3万人増、建設業は3万2,000

人増だった。サービス部門は40万2,000人増で、教育・医療サービス業12万2,000人増、娯楽接客業9万6,000人増、対事業所サービス8万9,000人増、運輸倉庫業2万1,000人増と多くの業種で引き続き増加しており、前月増加に転じた小売業も引き続き2万2,000人増となった。なお、政府部門も5万7,000人増と2カ月ぶりに増加した。

7月の人種別失業率は、白人3.1%（前月3.3%）、アジア系2.6%（前月3.0%）、ヒスパニック・ラテン系3.9%（前月4.3%）、黒人6.0%（前月5.8%）だった。

GDP成長率が2四半期連続でマイナスとなるなど、弱い内容が目立ち始めている最近の経済統計だが、雇用動向はほぼ一貫して強く、7月も予想以上の堅調な内容に、いまだ底堅い米国経済を示すかたちとなったと言えそうだ。一方で、8月2日に公表された雇用動向調査によると、6月の求人件数は約1,070万件で3カ月連続の減少となっており、勢いの鈍化傾向も見られる。企業の動向をみても、自動車メーカーのフォードは最大8,000人の従業員を解雇すると報道されたほか（ブルームバーグ7月20日）、小売り大手のウォルマートでは約200人の従業員を解雇するなど（CNBC8月3日）、企業の雇用姿勢には変化が見られる。インフレ抑制のため金融引き締めを急ぐ連邦準備制度理事会（FRB）にとっては、雇用者数増となった今回の雇用統計はさらなる金融引き締めを進める理由の1つとなりそうだが、軟調傾向も見せる米国経済を前に、どこまで金融引き締めを進めるかという問題もある。そのため、近く公表される7月消費者物価など直近のインフレ動向が今後の金融引き締めを見極めるポイントとなりそう。

（注）労働参加率は、生産年齢人口（16歳以上の人口）に占める労働力人口（就業者＋失業者）の割合。

○米大統領経済諮問委、景気後退の可能性を否定

米国のカーリン・ジャンピエール大統領報道官と大統領経済諮問委員会（CEA）のジャレド・バーンスタイン委員は7月19日に記者会見を開き、バイデン政権によるガソリン価格引き下げを含むインフレ対応や、米国経済の展望について説明した。

バーンスタイン CEA 委員は現在のガソリン価格について、「6月上旬からすると原油価格（米 WTI 原油先物価格）が（1 バレル当たり）約 20 ドル下落し、ガソリンの卸売価格も下落していることから、多くのガソリンスタンドがガソリンの小売価格を下げている」と説明した。また、「予期せぬ市場の混乱がなければ、今後数週間でガソリンの小売平均価格が1 ガロン（約 3.8 リットル）当たり4ドルを下回るところが増える」との観測を示した。

また、ガソリン価格の押し下げ要因の1つについて、「プーチン（ロシア大統領）によるウクライナ侵攻の影響に対処するために、バイデン大統領がとった歴史的な行動によるもの」として、米国が2022年3月に国際エネルギー機関（IEA）加盟国と協調して6,000万バレルを放出したほか、米国の石油戦略備蓄（SPR）から1億8,000万バレルを追加放出した成果を強調した。

なお、全米自動車協会（AAA）によると、全米平均のガソリン小売価格（レギュラー）は7月21日現在、1ガロン当たり4.44ドルと、6月に5ドル超を記録したのをピークに下落している。ガソリン価格の押し下げ要因として、米メディアでは、価格高騰の反動による需要減退、米連邦準備制度理事会（FRB）による金融引き締めの影響および景気後退（リセッション）の懸念、さらには投資家によるコモディティ離れの動きに引きずられていると指摘されている（ブルームバーグ6月21日）。

バーンスタイン CEA 委員は「政権は景気後退を予期しているのか」との記者からの質問に対し、「現在の経済の強さ、労働市場の強さ、個人消費の強さをみれば、現在の状況は依然として堅固に拡大傾向にあると結論づけられる」「景気後退と呼ぶには無理があると自信を持っている」と明言した。

また、バーンスタイン CEA 委員は「家庭が息抜きできるようにするという大統領の目標を達成するためには、まだまだやるべきことがある」として、バイデン政権が今後、議会で (1) 処方薬の価格引き下げ、(2) 医療保険制度の拡充、(3) 半導体製造支援の法的枠組み (CHIPS for America Act) を重点に取り組む、と説明した。短期的には処方薬の価格引き下げや医療保険制度の拡充により消費者の経済的負担を軽減することに加え、中長期的にはインフレ圧力の影響を受けやすい自動車部品および自動車向け半導体の国内生産体制の強化を図るとした。

○中小企業の 93%が 1 年以内の米景気後退を懸念、米金融機関調査

米国金融大手のゴールドマン・サックスは 7 月 13 日、バブソン大学とデビッド・バインダー・リサーチが 6 月 20~23 日に実施し、同社の「1 万社の中小企業」の中の 1,533 社から回答を得た調査の結果を発表した。

この調査によると、中小企業経営者の 93%が「米国における 1 年以内に景気後退」を懸念している。また、89%は「インフレ、サプライチェーン問題、労働力不足といった経済状況が自身のビジネスに悪影響を及ぼしている」と感じている。インフレに関して、2022 年 6 月の消費者物価指数 (CPI) は前年同月比 9.1%上昇となり、40 年半ぶりの高い伸びが中小企業の経営者を困らせている。ジョー・バイデン大統領は、6 月の CPI が公表された直後に声明を出し、自身の取り組みや成果を強調しつつも「今日のインフレ率は容認できないほど高い」ことを認めた。

また、78%は「米国経済は 3 カ月前と比べて悪化している」と感じており、61%が「米国は誤った方向に向かっている」と回答した。後者は、前年同時期と比べて 31 ポイント増加している。中間選挙が 11 月に迫る中、バイデン大統領は、有権者の最大関心事の 1 つである経済分野で目に見える成果を求められている。

サプライチェーン問題については、3 カ月前から「悪化した」が 38%、「変わらない」が 40%を占めた。「改善した」と回答した割合は 14%にとどまり、依然として改善を求める声は大きい。労働力不足に関して、55%は「空いているポジションを有能な従業員で埋めるのに、平均で 2 カ月超かかる」と述べ、複数選択可能な選択肢うち「大企業との待遇面での競争」(78%)、「有能な労働者の不足」(71%)、「高額な人件費」(63%) が主要な要因として挙げられた。

この調査から、多数の中小企業経営者は、米国経済の現状に不満を抱えており、近い将来の景気停滞も想定していることがうかがえる。

○IMF、米 2022 年 GDP 成長率見通しを 2.3%に下方修正、失業率は 3.7%に引き上げ

IMF は 7 月 12 日、米国経済に関する年次経済審査の結果を公表した。これによると、米国の 2022 年末の実質 GDP 成長率は 2.3%になると予測されており、6 月 24 日に公表された見通し (2.9%) から 0.6 ポイント引き下げられた。

IMF 西半球局のエコノミストであるアンドリュー・ホッジ氏は、自身がまとめた分析レポートの中で「米国経済はパンデミックから急速に回復したが、需要の跳ね返りがサプライチェーンを混乱させ、高インフレを引き起こした。連邦準備制度理事会 (FRB) が金融政策を引き締め続け、新型コロナウイルスの経済支援プログラムも終了するため、景気は減速するだろう」と述べている。また、同氏は「インフレが想定以上に長引いた場合、FRB はさらなる引き締めが必要となり、景気がさらに減速する可能性がある」と記している。

米国の 2022 年末の失業率は、6 月 24 日予測時点の 3.2%から 3.7%に引き上げられた。同時に、2023 年に 4.6% (6 月予測 : 4.4%)、2024 年に 5.2% (6 月予測 : 4.8%)、2025 年に 5.0% (6 月予測 : 4.4%) になるとして、いずれも悪化の見通しが示された。ホッジ氏は、これに関して「(連邦政府の) 政策が 2023 年上旬までに個人消費の伸びを鈍化させ、需要の鈍化に伴い、失業率は

2023 年末に 5%程度まで上昇し、賃金は低下するだろう」と述べている。

米国労働省は 7 月 13 日に、2022 年 6 月の消費者物価指数 (CPI) が前年同月と比べて 9.1% 上昇したと発表した。これは 1981 年 11 月 (9.6%) 以来の 9% 台で、FRB は 6 月 15 日時点で、2022 年末までに政策金利を 3.4% まで引き上げる見通しを示している。ホッジ氏は、今後の米国経済の動向について、ロシアによるウクライナ侵攻、新型コロナウイルスの感染拡大の程度、中国におけるロックダウン再発の可能性など、世界的な要因によっても左右されるとしている。

○6月の米消費者物価、前年同月比 9.1%上昇で 40 年半ぶりの 9% 台、コア指数は 5.9% に鈍化

米国労働省が 7 月 13 日に発表した 2022 年 6 月の消費者物価指数 (CPI) は、前年同月比 9.1% 上昇となり、1981 年 11 月の 9.6% 以来の 9% 台を記録した。一方、変動の大きいエネルギーと食料品を除いたコア指数は 5.9% 上昇で、3 カ月連続で減速した。民間予想はそれぞれ 8.8%、5.7% だった。前月比では、CPI は 1.3% 上昇、コア指数は 0.7% 上昇だった (民間予想はそれぞれ 1.1%、0.5%)。

品目別に前年同月比で見ると、食料品が 10.4% 上昇 (前月 : 10.1% 上昇) と 2 カ月連続の 2 桁台の伸びで、特に家庭用食品が 12.2% 上昇 (11.9% 上昇) と伸びが高い。ガソリンは 59.9% 上昇 (48.7% 上昇) と伸びが加速し、前月比でも 11.2% 上昇と、前月の 4.1% から大きく上昇している。財は前年同月比 7.2% 上昇と伸びが鈍化した。うち中古車については 7.1% 上昇と前月の 16.1% から大きく鈍化し、新車も 11.4% 上昇と前月の 12.6% から鈍化している。他方、サービスは 5.5% 上昇と伸びが加速しており、物価全体の 3 割程度のウェイトを占める住居費が 5.6% (前月 : 5.5% 上昇) と引き続き伸びが加速している。最近高騰している航空運賃は 34.1% 上昇で、引き続き高いものの前月の 37.8% からは鈍化しており、前月比では 1.8% 低下している。

7 月 8 日に発表された雇用統計に続いて、6 月の CPI も市場予想より強い内容が示され、あらためて需給逼迫が示されたかたちだ。米国連邦準備制度理事会 (FRB) は、7 月 26、27 日に開催する連邦公開市場委員会 (FOMC) で 0.5 ポイントもしくは 0.75 ポイントの政策金利引き上げを行うことを明言しているが、今回の CPI を受けて 1 ポイントの利上げを行うのではないかとという予想も市場では取り沙汰されている。他方、直近の原油価格は、世界的な金融引き締めが景気後退 (リセッション) を招くという懸念から、急激に下落し始めており、全米のガソリン平均小売価格は 1 ガロン (約 3.8 リットル) 4.63 ドルと、一時期の 5 ドル超の水準から低下してきている。7 月 15 日には 6 月の小売売上高が公表される。5 月は前月比 0.3% 減となったが、金利上昇など金融引き締めは小売にも影響を与え始めているとみられる。6 月も 5 月に引き続き減少となった場合、リセッション懸念がさらに強まるとされるだけに、インフレを抑えるための金融引き締めとそれによるリセッション懸念の双方にどう対処していくか、次回 FOMC の判断に注目が集まる。

○6月の米国向け海上コンテナは前年同月比 3.5% 増、日本発も 4.1% 増

米国調査会社デカルト・データマインが発表した、米国向け海上コンテナの輸送量に係る 2022 年 6 月分のデータによると (注 1)、6 月の米国向け海上コンテナは、前年同月比 3.5% 増の 247 万 5,309TEU (20 フィートコンテナ換算) で、アジア上位 10 カ国・地域からの海上コンテナは 3.8% 増の 171 万 5,295TEU となった。他方、5 月に比べると、米国向け海上コンテナ全体は 5.3% 減少、アジア上位 10 カ国・地域からの海上コンテナは 7.8% 減少している。

アジアの国・地域別で、米国向け海上コンテナの輸送量をみると、上位から中国、韓国、ベトナム、台湾、シンガポールの順で、前年同月から順位に変更はない。中国を出港地 (注 2) とする海上コンテナは、前年同月比 6.4% 増の 101 万 8,868TEU で、米国向け全体に占める割合は

41.2%（前年同月差：1.1ポイント増）となっている。アジア上位10カ国が米国向け全体に占める割合は、0.2ポイント増の69.3%だった。そのほか、韓国発の海上コンテナは2.3%増加（17万3,822TEU）する一方、米国向け全体に占める割合は7.1%から7.0%に微減した。ベトナム（12.4%増、16万55TEU）やシンガポール（2.4%増、7万2,440TEU）発の海上コンテナも増えているが、台湾に関しては21.6%減の8万1,563TEUとなった。

中国からの海上コンテナの内訳をHS上位2桁で見ると、家具、寝具（HS94類）が前年同月比6.5%減（寄与度：マイナス1.3ポイント）の18万1,178TEUとなったものの、これまでと同様に、中国発米国向け海上コンテナにおいて最も輸出量の多い品目だった。また、玩具、遊戯用具（HS95類）が19.5%増（1.5ポイント）、履物（HS64類）が50.4%増（1.3ポイント）と増加に寄与した。

日本発の海上コンテナは前年同月比4.1%増の3万3,053TEUで、日本の米国向け全体に占める割合は前年同月と変わらず1.3%だった。内訳をみると、上位10品目のうち6品目が前年同月から増加しており、特にゴム（HS40類）が（55.5%増、寄与度：4.8ポイント）が全体を押し上げる要因となった。最上位2品目に当たる自動車・同部品（HS87類）は5.8%減（マイナス1.3ポイント）、一般機械（HS84類）は6.9%減（マイナス1.5ポイント）となっている。

（注1）データは随時更新される。本記事は、7月13日にダウンロードしたデータに基づく。

（注2）母船積み地ベースであることを意味する。

●化学プラント情報

○米国の化学プラント建設コスト指数

米国の化学プラント建設コスト指数			
(1957-59 = 100)	2022年05月 (速報値)	2022年04月 (実績)	2021年05月 (実績)
指数	831.7	816.3	686.7
機器	1,057.1	1,037.1	848.5
熱交換器及びタンク	902.4	876.0	726.6
加工機械	1,074.9	1,063.9	862.9
管、バルブ及びフィッティング	1,496.7	1,472.8	1,160.6
プロセス計器	575.5	573.5	507.5
ポンプ及びコンプレッサー	1,255.1	1,248.9	1,115.6
電気機器	757.3	751.8	601.0
構造支持体及びその他のもの	1,176.8	1,144.7	915.0
建設労務	354.6	348.3	341.7
建物	847.2	827.0	739.2
エンジニアリング及び管理	311.5	311.8	310.4

年間指数

2014 = 576.1

2015 = 556.8

2016 = 541.7

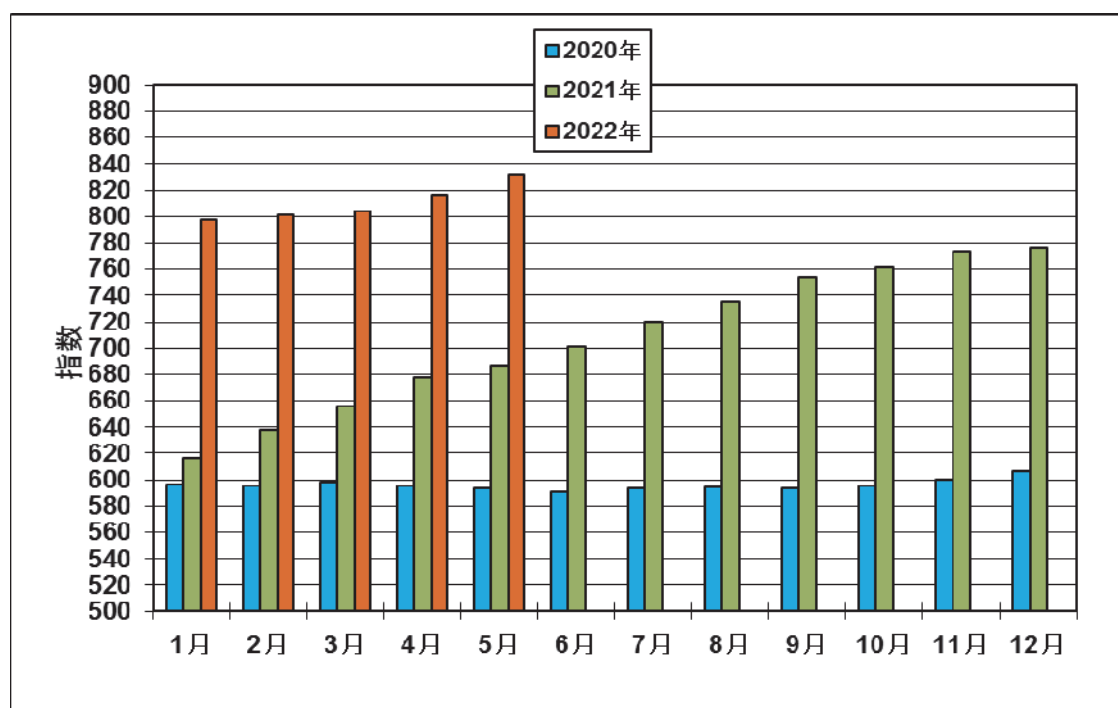
2017 = 567.5

2018 = 603.1

2019 = 607.5

2020 = 596.2

2021 = 708.0



(出所:「ケミカル・エンジニアリング」2022年8月号より作成)

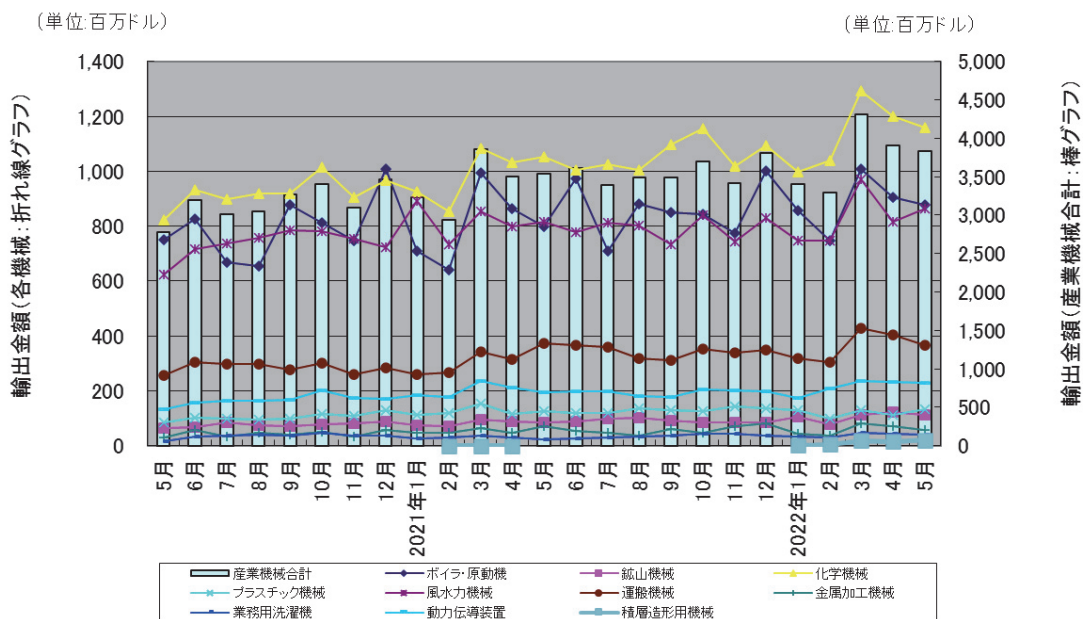
●米国産業機械の輸出入統計（2022年5月）

米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2022年5月の米国における産業機械の輸出入の概要は、次のとおりである。

- (1) 産業機械の輸出は、38億3,802万ドル（対前年同月比8.4%増）となった。ボイラ・原動機、鋳山機械、化学機械、プラスチック機械、風水力機械、業務用洗濯機、動力伝動装置は対前年同月比がプラスとなったが、運搬機械、金属加工機械は対前年同月比がマイナスとなった。積層造形用機械はHS2022改正に伴う新規品目である。
- (2) 産業機械の輸入は、61億1,395万ドル（対前年同月比15.7%増）となった。ボイラ・原動機、鋳山機械、化学機械、風水力機械、運搬機械、金属加工機械、業務用洗濯機、動力伝動装置は対前年同月比がプラスとなったが、プラスチック機械は対前年同月比がマイナスとなった。積層造形用機械はHS2022改正に伴う新規品目である。
- (3) 産業機械の純輸入は、22億7,593万ドルとなり、77ヵ月連続で輸入が輸出を上回った。すべての機械で輸入超過となった。
- (4) 各機械の輸出入の概要は、次の通りである。
 - ① ボイラ・原動機は、輸出が8億7,694万ドル（対前年同月比9.6%増）となり、液体原動機（シリンダ）やその他原動機などの増加により、5ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は9億2,458万ドル（対前年同月比24.3%増）となり、液体原動機（シリンダ）や液体原動機（その他）などの増加により、4ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
 - ② 鋳山機械は、輸出が1億1,282万ドル（対前年同月比31.9%増）となり、選別機や破碎機などの増加により、5ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は1億9,315万ドル（対前年同月比40.4%増）となり、選別機や破碎機などの増加により、16ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
 - ③ 化学機械は、輸出が11億5,793万ドル（対前年同月比10.2%増）となり、温度処理機械（熱交換装置）や分離ろ過機（液体ろ過機）などの増加により、14ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は13億7,830万ドル（対前年同月比3.0%増）となり、温度処理機械（熱交換装置）や分離ろ過機（液体ろ過機）などの増加により、4ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
 - ④ プラスチック機械は、輸出が1億3,294万ドル（対前年同月比6.0%増）となり、射出成形機や真空成形機などの増加により、対前年同月比が4ヵ月振りにプラスとなった。輸入は2億9,393万ドル（対前年同月比3.6%減）となり、押出成形機やその他の機械などの減少により、3ヵ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。
 - ⑤ 風水力機械は、輸出が8億6,292万ドル（対前年同月比6.0%増）となり、圧縮機（遠心式及び軸流式）や送風機（その他）などの増加により、4ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は13億6,852万ドル（対前年同月比20.3%増）となり、ポンプ（紙パ用等

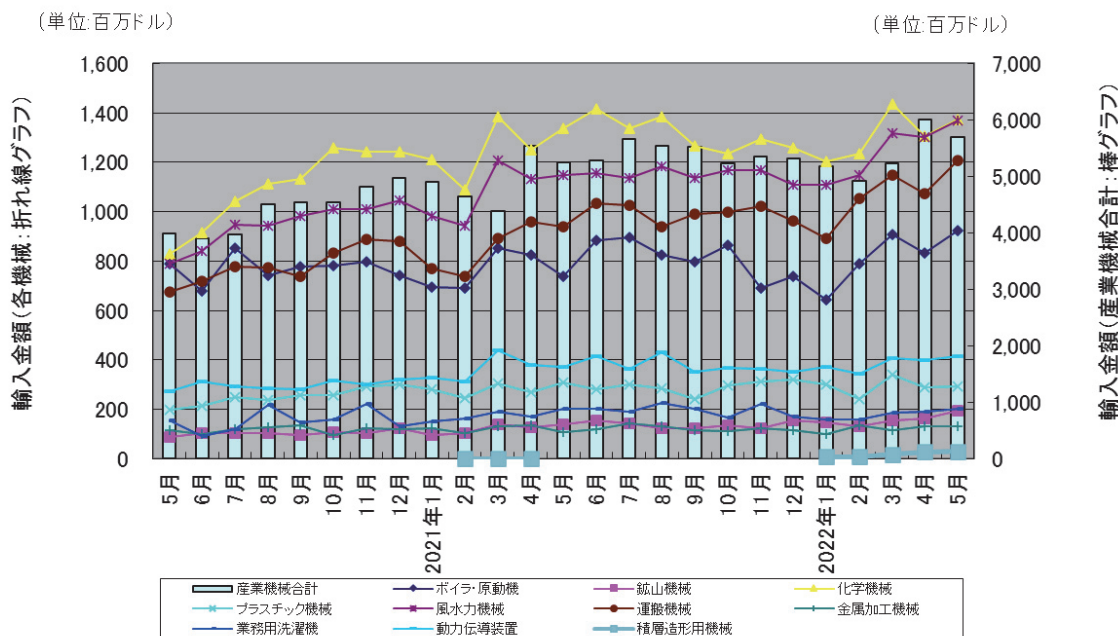
遠心式) や送風機 (その他軸流式) などの増加により、15 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。

- ⑥ 運搬機械は、輸出が 3 億 6,716 万ドル (対前年同月比 2.0%減) となり、巻上機 (その他の機械装置) やその他連続式エレベ・コンベイヤ (その他のもの) などの減少により、14 ヶ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。輸入は 12 億 822 万ドル (対前年同月比 28.4%増) となり、巻上機 (産業用ロボット) や巻上機 (その他の機械装置) などの増加により、16 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
- ⑦ 金属加工機械は、輸出が 5,764 万ドル (対前年同月比 18.0%減) となり、ベンディング等 (その他) や HS2022 改正に伴う削除品目である鍛造機等などの減少により、3 ヶ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。輸入は 1 億 3,196 万ドル (対前年同月比 22.0%増) となり、スリッター機等 (その他) や HS2022 改正に伴う新規品目である熱間鍛造機 (密閉型) などの増加により、3 ヶ月振りに対前年同月比がプラスとなった。
- ⑧ 業務用洗濯機は、輸出が 4,075 万ドル (対前年同月比 66.4%増) となり、洗濯機 (10kg 超) や乾燥機 (10kg 超・品物用) の増加により、5 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 2 億 350 万ドル (対前年同月比 0.3%増) となり、洗濯機 (10kg 以下遠心脱水・その他) や乾燥機 (10kg 超・品物用) などの増加により、2 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
- ⑨ 動力伝動装置は、輸出が 2 億 2,891 万ドル (対前年同月比 17.1%増) となり、ギヤボックス等変速機 (手動可変式) や歯車及び歯車伝導機などの増加により、4 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 4 億 1,630 万ドル (対前年同月比 12.0%増) となり、ギヤボックス等変速機 (その他) や歯車及び歯車伝導機などの増加により、2 ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
- ⑩ 積層造形用機械は、HS2022 改正に伴う新規品目である。輸出が 1,959 万ドル、輸入が 3,004 万ドルとなった。



出典：米国商務省センサス局の輸出入統計より作成

図1 米国における産業機械の輸出金額の推移



出典：米国商務省センサス局の輸出入統計より作成

図2 米国における産業機械の輸入金額の推移

表1 米国における産業機械の輸出入統計(総括表)

(単位:百万ドル・億円: \$1=100円)

番号	産業機械名	区分	輸出				純輸出		
			2022年05月		2021年05月		2022年05月	2021年05月	
			金額(A)	構成比	金額(B)	構成比	伸び率(%)	金額(E)=A-C	金額(F)=B-D
1	ボイラ・原動機	機械類	375.625085	42.8	364.230	45.5	3.1	38.485	70.717
		部品	501.315013	57.2	435.597	54.5	15.1	-86.128	-14.771
		小計	876.940098	100.0	799.827	100.0	9.6	-47.643	55.945
2	鉱山機械	機械類	46.747992	41.4	36.239	42.4	29.0	-63.677	-37.699
		部品	66.071353	58.6	49.264	57.6	34.1	-16.652	-14.410
		小計	112.819345	100.0	85.503	100.0	31.9	-80.328	-52.109
3	化学機械	機械類	894.575289	77.3	783.215	74.5	14.2	-215.590	-333.916
		部品	263.357946	22.7	267.534	25.5	-1.6	-0.281	50.831
		小計	1,157.933235	100.0	1,050.749	100.0	10.2	-215.871	-283.085
4	プラスチック機械	機械類	73.726263	55.5	62.331	49.7	18.3	-113.463	-141.430
		部品	59.208331	44.5	63.070	50.3	-6.1	-47.528	-38.219
		小計	132.934594	100.0	125.401	100.0	6.0	-100.991	-178.650
5	風水力機械	機械類	611.440373	70.9	561.281	68.9	8.9	-405.189	-292.433
		部品	251.480238	29.1	253.138	31.1	-0.7	-100.410	-31.018
		小計	862.920611	100.0	814.419	100.0	6.0	-505.599	-323.451
6	運搬機械	機械類	214.607284	58.4	231.191	61.7	-7.2	-680.283	-460.994
		部品	152.557110	41.6	143.298	38.3	6.5	-160.774	-105.480
		小計	367.164394	100.0	374.489	100.0	-2.0	-841.057	-566.474
7	金属加工機械	機械類	49.415839	85.7	67.405	95.9	-26.7	-98.334	-24.734
		部品	8.227428	14.3	2.865	4.1	187.2	-15.978	-13.160
		小計	57.643267	100.0	70.270	100.0	-18.0	-74.312	-37.894
8	業務用洗濯機	機械類	38.430518	94.3	22.505	91.9	70.8	-136.761	-159.567
		部品	2.319924	5.7	1.987	8.1	16.8	-25.987	-18.905
		小計	40.750442	100.0	24.492	100.0	66.4	-162.748	-178.471
9	動力伝導装置	機械類	156.748606	68.5	130.550	66.8	20.1	-124.619	-125.547
		部品	72.161648	31.5	64.932	33.2	11.1	-62.766	-50.672
		小計	228.910254	100.0	195.482	100.0	17.1	-187.385	-176.219
10	積層造形用機械	機械類	14.734279	75.2	0.000	-	-	-8.062	0.000
		部品	4.855375	24.8	0.000	-	-	-2.387	0.000
		小計	19.589654	100.0	0.000	100.0	-	-10.449	0.000
産業機械合計	機械類	2,461.317249	64.1	2,258.947	63.8	9.0	-1,759.430	-1,505.605	
	部品	1,376.698991	35.9	1,281.684	36.2	7.4	-516.504	-235.804	
	合計	3,838.016240	100.0	3,540.631	100.0	8.4	-2,275.934	-1,741.409	

番号	産業機械名	区分	輸入				純輸出		
			2022年05月		2021年05月		増減率(%)	対輸出割合(%)	
			金額(C)	構成比	金額(D)	構成比	伸び率(%)	(G)=(E-F)/ F	(H)=E/A
1	ボイラ・原動機	機械類	337.139732	36.5	293.513	39.5	14.9	-45.6	10.25
		部品	587.443204	63.5	450.368	60.5	30.4	-483.1	-17.18
		小計	924.582936	100.0	743.881	100.0	24.3	-185.2	-5.43
2	鉱山機械	機械類	110.424722	57.2	73.937	53.7	49.3	-68.9	-136.21
		部品	82.722886	42.8	63.674	46.3	29.9	-15.6	-25.20
		小計	193.147608	100.0	137.612	100.0	40.4	-54.2	-71.20
3	化学機械	機械類	1,110.164998	80.8	1,117.132	83.8	-0.6	35.4	-24.10
		部品	263.638802	19.2	216.703	16.2	21.7	-100.6	-0.11
		小計	1,373.803800	100.0	1,333.835	100.0	3.0	23.7	-18.64
4	プラスチック機械	機械類	187.189597	63.7	203.761	66.8	-8.1	19.8	-153.90
		部品	106.736456	36.3	101.290	33.2	5.4	-24.4	-80.27
		小計	293.926053	100.0	305.051	100.0	-3.6	10.4	-121.11
5	風水力機械	機械類	1,016.629390	74.3	853.714	75.0	19.1	-38.6	-66.27
		部品	351.890006	25.7	284.156	25.0	23.8	-223.7	-39.93
		小計	1,368.519396	100.0	1,137.870	100.0	20.3	-56.3	-58.59
6	運搬機械	機械類	894.890135	74.1	692.186	73.6	29.3	-47.6	-316.99
		部品	313.331287	25.9	248.777	26.4	25.9	-52.4	-105.39
		小計	1,208.221422	100.0	940.963	100.0	28.4	-48.5	-229.07
7	金属加工機械	機械類	107.749538	81.7	92.140	85.2	16.9	-135.8	-118.05
		部品	24.205802	18.3	16.025	14.8	51.1	-21.4	-194.21
		小計	131.955340	100.0	108.164	100.0	22.0	-96.1	-128.92
8	業務用洗濯機	機械類	175.191808	86.1	182.072	89.7	-3.8	14.3	-355.87
		部品	28.306789	13.9	20.891	10.3	35.5	-37.5	-1120.16
		小計	203.498597	100.0	202.963	100.0	0.3	8.8	-399.38
9	動力伝導装置	機械類	281.367162	67.6	256.097	68.9	9.9	0.7	-79.50
		部品	134.927961	32.4	115.603	31.1	16.7	-23.9	-86.98
		小計	416.295123	100.0	371.700	100.0	12.0	-6.3	-81.86
10	積層造形用機械	機械類	22.795851	75.9	0.000	-	-	-	-54.71
		部品	7.242555	24.1	0.000	-	-	-	-49.17
		小計	30.038406	100.0	0.000	100.0	-	-	-53.34
産業機械合計	機械類	4,220.747082	69.0	3,764.551	71.3	12.1	-16.9	-71.48	
	部品	1,893.203193	31.0	1,517.488	28.7	24.8	-119.0	-37.52	
	合計	6,113.950275	100.0	5,282.039	100.0	15.7	-30.7	-59.30	

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

表2 米国における産業機械の輸出統計(詳細)

(1) ボイラ・原動機 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名		2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
			数量	金額	数量	金額	
8402 - 11	水管ボイラ(>45t/h)	*	15	0.144	25	0.281	-48.8
12	水管ボイラ(<45t/h)	*	391	2.872	93	0.640	348.6
19	その他蒸気発生ボイラ	*	361	2.513	354	2.711	-7.3
20	過熱水ボイラ	*	194	3.396	18	0.107	3,059.4
90 - 0010	部品品(熱交換器)	*	153	2.613	39	1.068	144.6
8404 - 10 - 0010	補助機器(エコノマイザ)	*	43	2.382	20	0.308	673.3
0050	補助機器(その他)	*	83	1.148	19	0.209	448.5
20	蒸気原動機用復水器	*	12	0.105	149	1.302	-91.9
8406 - 10	蒸気タービン(船用)		2	0.099	5	0.181	-45.2
81	蒸気タービン(>40MW)		0	0.000	0	0.000	-
82	蒸気タービン(≤40MW)		32	1.228	35	1.624	-24.4
8410 - 11	液体タービン(≤1MW)		135	0.376	116	0.113	231.2
12	液体タービン(≤10MW)		0	0.000	0	0.000	-
13	液体タービン(>10MW)		82	0.024	63	0.016	48.0
8411 - 81	ガスタービン(≤5MW)		63	26.852	44	21.349	25.8
82	ガスタービン(>5MW)		112	125.772	133	156.655	-19.7
8412 - 21	液体原動機(シリンダ)		98,489	104.368	147,052	89.787	16.2
29	液体原動機(その他)		66,060	50.089	60,066	43.306	15.7
31	気体原動機(シリンダ)		181,735	18.730	180,827	17.107	9.5
39	気体原動機(その他)		32,842	13.849	19,026	11.087	24.9
80	その他原動機		591,329	19.064	406,571	16.376	16.4
機械類合計			-	375.625	-	364.230	3.1
8402 - 90 - 0090	部品(ボイラ用)		X	7.698	X	7.695	0.0
8404 - 90	部品(補助機器用)		X	3.155	X	1.535	105.5
8406 - 90	部品(蒸気タービン用)		X	27.966	X	23.692	18.0
8410 - 90	部品(液体タービン用)		X	0.941	X	2.091	-55.0
8411 - 99	部品(ガスタービン用)		X	383.670	X	315.172	21.7
8412 - 90	部品(その他)		X	77.885	X	85.412	-8.8
部品合計			-	501.315	-	435.597	15.1
総合計			-	876.940	-	799.827	9.6

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)
・「*」の数量単位は「t」である。

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(2) 鉱山機械 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名		2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
			数量	金額	数量	金額	
8430 - 49	せん孔機		190	7.420	196	7.328	1.2
8467 - 19 - 5060	さく岩機(手持工具)		4,052	0.837	6,908	2.917	-71.3
8474 - 10	選別機		482	26.119	536	13.720	90.4
20	破碎機		328	10.417	228	9.961	4.6
39	混合機		114	1.955	94	2.313	-15.5
機械類合計			-	46.748	-	36.239	29.0
8474 - 90	部品		X	66.071	X	49.264	34.1
部品合計			-	66.071	-	49.264	34.1
総合計			-	112.819	-	85.503	31.9

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(3) 化学機械（輸出）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
7309 - 00	タンク	110,639	23,834	112,379	29,598	-19.5
8419 - 19	温度処理機械(湯沸器)	33,477	18,610	37,832	16,357	13.8
20	"(滅菌器)	1,691	7,823	1,535	9,263	-15.5
35	"(乾燥機・紙パ用)	40	0,363	111	1,253	-71.1
39	"(乾燥機・その他)	1,933	6,101	4,735	10,801	-43.5
40	"(蒸留機)	746	4,201	775	10,566	-60.2
50	"(熱交換装置)	212,904	97,563	234,092	87,940	10.9
60	"(気体液化装置)	5,812	6,399	302	3,337	91.8
89	"(その他)	15,677	63,305	18,367	56,830	11.4
8405 - 10	発生炉ガス発生機	7,396	2,903	3,706	3,604	-19.5
8479 - 82	混合機	29,936	31,422	13,838	28,819	9.0
8401 - 20	分離ろ過機(同位体用) *	69	0,169	79	0,118	43.7
8421 - 19	"(遠心分離機)	1,136	12,626	1,316	13,902	-9.2
29	"(液体ろ過機)	5,519,941	252,160	10,855,957	206,599	22.1
32 注1	"(気体ろ過機・内燃機関)	655,620	144,821	0	0,000	-
39	"(気体ろ過機・その他)	4,295,519	203,144	4,154,196	291,039	-30.2
8439 - 10	紙パ製造機械(パルプ用)	62	1,087	74	1,778	-38.9
20	"(製紙用)	47	0,511	69	0,310	65.1
30	"(仕上用)	12	0,573	12	0,641	-10.7
8441 - 10	"(切断機)	261	5,537	280	6,803	-18.6
40	"(成形用)	79	2,565	4	0,075	3,313.5
80	"(その他)	331	8,858	132	3,585	147.1
機械類合計		-	894,575	-	783,215	14.2
8405 - 90	部品(ガス発生機械用)	X	2,325	X	2,150	8.1
8419 - 90 - 2000	部品(紙パ用)	X	8,436	X	1,589	430.8
8421 - 91	部品(遠心分離機用)	X	12,348	X	12,802	-3.5
99	部品(ろ過機用)	X	203,380	X	213,377	-4.7
8439 - 91	部品(パルプ製造機用)	X	9,960	X	8,781	13.4
99	部品(製紙・仕上用)	X	9,263	X	10,106	-8.3
8441 - 90	部品(その他紙パ製造機用)	X	17,646	X	18,728	-5.8
部品合計		-	263,358	-	267,534	-1.6
総合計		-	1,157,933	-	1,050,749	10.2

注1: HS2022改正に伴う新規品目、注2: HS2022改正に伴う削除品目
 (注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%) ・「X」は、数量不明である。
 ・「*」の数量単位は「t」である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(4) プラスチック機械（輸出）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8477 - 10	射出成形機	175	18,667	116	13,718	36.1
20	押出成形機	90	6,906	68	7,436	-7.1
30	吹込み成形機	73	2,884	58	2,416	19.4
40	真空成形機	226	13,402	212	4,713	184.3
51	その他の機械(成形用)	32	0,438	32	0,270	61.9
59	その他のもの(成形用)	172	8,729	214	10,178	-14.2
80	その他の機械	1,055	22,701	1,395	23,599	-3.8
機械類合計		1,823	73,726	2,095	62,331	18.3
8477 - 90	部品	X	59,208	X	63,070	-6.1
部品合計		-	59,208	-	63,070	-6.1
総合計		-	132,935	-	125,401	6.0

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%) ・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(5) 風水力機械（輸出）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8413 - 19	ポンプ(その他計器付設置型)	77,405	27.416	65,820	22.400	22.4
30	“(ピストンエンジン用)	993,117	98.377	1,500,034	114.210	-13.9
50 - 0010	“(油井用往復容積式)	1,323	13.535	900	11.582	16.9
0050	“(ダイヤフラム式)	61,608	27.470	55,817	22.096	24.3
0090	“(その他往復容積式)	14,916	30.522	11,715	27.372	11.5
60 - 0050	“(油井用回転容積式)	23	0.239	62	0.766	-68.8
0070	“(ローラポンプ)	1,866	0.903	2,676	1.225	-26.2
0090	“(その他回転容積式)	13,925	34.874	10,541	28.728	21.4
70	“(紙バ用等遠心式)	265,123	95.098	285,479	90.316	5.3
81	“(タービンポンプその他)	118,319	41.765	85,938	33.023	26.5
82	液体エレベータ	1,647	0.379	430	0.277	36.9
8414 - 80 - 1618	圧縮機(定置往復式≤11.19KW)	12,595	4.738	14,137	5.798	-18.3
1642	“(/ 11.19KW < ≤74.6KW)	110	0.867	75	0.654	32.5
1655	“(/ >74.6KW)	320	2.488	225	2.359	5.5
1680	“(定置回転式≤11.19KW)	707	0.945	314	0.453	108.7
1667	“(/ 11.19KW < ≤74.6KW)	202	2.875	245	3.273	-12.2
1675	“(/ >74.6KW)	316	6.421	499	7.424	-13.5
1680	“(定置式その他)	10,472	3.629	11,251	4.645	-21.9
1685	“(携帯式<0.57m3/min.)	110	1.030	81	0.707	45.6
1690	“(携帯式その他)	48,637	5.827	51,579	5.249	11.0
2015	“(遠心式及び軸流式)	903	26.666	641	13.698	94.7
2055	“(その他圧縮機≤186.5KW)	1,056	8.733	1,417	9.792	-10.8
2065	“(/ 186.5KW < ≤746KW)	12	0.760	5	0.505	50.5
2075	“(/ >746KW)	29	21.018	16	9.727	116.1
9000	“(その他)	219,864	33.719	126,863	44.241	-23.8
59 - 9080	送風機(その他)	1,690,182	83.503	1,504,250	70.110	19.1
10	真空ポンプ	113,364	37.644	94,344	30.651	22.8
機械類合計		3,648,151	611.440	3,825,354	561.281	8.9
8413 - 91 - 1000	部品(圧縮点火機関用ポンプ)	X	26.116	X	34.684	-24.7
9010	“(その他エンジン用ポンプ)	X	11.577	X	14.368	-19.4
9520	“(ポンプ用その他)	X	116.504	X	109.107	6.8
92	“(液体エレベータ)	X	0.441	X	0.554	-20.4
8414 - 90 - 1080	“(その他送風機)	X	24.017	X	17.440	37.7
2095	“(その他圧縮機その他)	X	42.652	X	41.137	3.7
9100	“(真空ポンプ)	X	30.174	X	35.848	-15.8
部品合計		-	251.480	-	253.138	-0.7
総合計		-	862.921	-	814.419	6.0

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典：米国商務省センサス局の輸出入統計

(6) 運搬機械（輸出）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8426 - 11	クレーン (固定支持式天井クレーン)	70	2.167	42	0.552	292.9
12	〃 (移動リフト・ストラドル)	65	1.136	76	0.934	21.6
19	〃 (非固定天井・ガントリ等)	559	7.182	207	2.711	164.9
20	〃 (タワークレーン)	61	0.850	18	0.606	40.4
30	〃 (門形ジブクレーン)	597	1.894	273	2.078	-8.9
91	〃 (道路走行車両装備用)	322	6.030	277	5.762	4.6
99	〃 (その他のもの)	269	1.803	252	8.714	-79.3
8425 - 39	巻上機 (ウィン・キャブ:その他)	5,535	8.581	4,004	8.106	5.9
11	〃 (プーリタ・ホイスト:電動)	2,139	8.989	2,028	8.826	1.8
19	〃 (〃:その他)	18,378	4.089	7,905	4.021	1.7
31	〃 (ウィンチ・キャブ:電動)	13,411	6.020	17,011	7.724	-22.1
8428 - 60	〃 (ケーブルカー等けん引装置)	144	0.597	359	1.392	-57.1
70	〃 (産業用ロボット)	318	8.747	317	9.513	-8.1
90 - 0310	〃 (森林での丸太取扱装置)	263	4.338	145	8.407	-48.4
0390	〃 (その他の機械装置)	66,189	57.850	44,131	63.694	-9.2
8425 - 41	ジャッキ・ホイスト (据付け式)	467	1.492	529	1.447	3.2
42	〃 (液圧式その他)	20,299	6.974	14,200	7.244	-3.7
49	〃 (その他のもの)	302,929	7.945	262,698	6.857	15.9
8428 - 20 - 0010	エスカレータ・エレベータ (空圧式コンベイヤ)	158	2.224	395	5.216	-57.4
0050	〃 (空圧式エレベータ)	572	4.691	187	2.083	125.3
10	〃 (非連続エレ・スキップホ)	1,313	20.433	1,281	20.705	-1.3
40	〃 (エスカレータ・移動歩道)	25	0.388	5	0.040	875.1
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ (地下使用形)	23	0.461	28	0.487	-5.3
32	〃 (その他バケット型)	46	1.070	91	2.130	-49.8
33	〃 (その他ベルト型)	1,585	17.184	1,196	14.830	15.9
39	〃 (その他のもの)	18,871	31.471	26,742	37.115	-15.2
機械類合計		454,608	214,607	384,397	231,191	-7.2
8431 - 10 - 0010	部品 (プーリタタック・ホイスト用)	X	5.370	X	2.034	164.0
0090	〃 (その他巻上機等用)	X	12.602	X	9.415	33.9
31 - 0020	〃 (スキップホイスト用)	X	0.370	X	1.009	-63.3
0040	〃 (エスカレータ用)	X	7.515	X	1.088	591.0
0060	〃 (非連続作動エレベータ用)	X	3.395	X	10.498	-67.7
39 - 0010	〃 (空圧式エレベ・コンベ用)	X	54.213	X	52.968	2.4
0050	〃 (石油・ガス田機械装置用)	X	7.816	X	6.598	18.5
0090	〃 (その他の運搬機械用)	X	34.146	X	32.723	4.4
49 - 1010	〃 (天井・ガン・門形等用)	X	9.303	X	6.989	33.1
1060	〃 (移動リ・ストラドル等用)	X	3.114	X	1.925	61.7
1090	〃 (その他クレーン用)	X	14.712	X	18.052	-18.5
部品合計		-	152.557	-	143.298	6.5
総合計		-	367.164	-	374.489	-2.0

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典：米国商務省センサス局の輸出入統計

(7) 金属加工機械 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8455 - 10	圧延機(管圧延機)	8	0.093	7	0.201	-53.9
21	“(熱間及び熱・冷組合せ)	14	0.616	13	0.234	163.4
22	“(冷間圧延用)	23	0.336	4	2.404	-86.0
8462 - 10	注2 鍛造機等	0	0.000	823	12.317	-100.0
11	注1 熱間鍛造機(密閉型)	129	9.545	0	0.000	-
19	注1 “(その他)	23	1.955	0	0.000	-
21	注2 ベンディング等(数値制御式)	0	0.000	363	6.069	-100.0
22	注1 “(形状成型機)	74	1.276	0	0.000	-
23	注1 “(数値制御式プレスブレーキ)	17	0.762	0	0.000	-
24	注1 “(数値制御式パネルベンダー)	0	0.000	0	0.000	-
25	注1 “(数値制御式ロール成形機)	11	0.053	0	0.000	-
26	注1 “(その他の数値制御式)	129	1.169	0	0.000	-
29	“(その他)	2,033	14.354	2,374	21.438	-33.0
31	注2 剪断機(数値制御式)	0	0.000	73	3.205	-100.0
32	注1 スリッター機等(スリッター機・切断機)	18	0.783	0	0.000	-
33	注1 “(数値制御式剪断機)	13	0.519	0	0.000	-
39	“(その他)	428	2.048	296	1.251	63.7
41	注2 パンチング等(数値制御式)	0	0.000	53	2.893	-100.0
42	注1 “(数値制御式)	82	5.532	0	0.000	-
49	“(その他)	1,165	3.528	468	3.393	4.0
51	注1 炉心管(数値制御式)	36	0.821	0	0.000	-
59	注1 “(その他)	0	0.000	0	0.000	-
61	注1 冷間金属加工(液圧プレス)	14	0.416	0	0.000	-
62	注1 “(機械プレス)	60	2.418	0	0.000	-
63	注1 “(サーボプレス)	20	0.410	0	0.000	-
69	注1 “(その他)	4	0.108	0	0.000	-
90	注1 その他	840	2.676	0	0.000	-
91	液圧プレス	0	0.000	250	5.174	-100.0
99	その他	0	0.000	981	8.827	-100.0
機械類合計		5,141	49.416	5,705	67.405	-26.7
8455 - 90	部品(圧延機用) *	X	8.227	X	2.865	187.2
部品合計		-	8.227	-	2.865	187.2
総合計		-	57.643	-	70.270	-18.0

注1: HS2022改正に伴う新規品目、注2: HS2022改正に伴う削除品目

(注)・「Ch.」は、金額対前年伸び率(%)

・「*」の数量単位は「kg」である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(8) 業務用洗濯機 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8450 - 12	洗濯機(10kg以下遠心脱水)	96	0.067	218	0.115	-41.8
19	“(“・その他)	248	0.111	410	0.215	-48.4
20	“(10kg超)	62,991	28.425	44,134	17.863	59.1
8451 - 10	ドライクリーニング機	70	1.009	3	0.018	5485.2
29 - 0010	乾燥機(10kg超・品物用)	17,288	8.818	7,649	4.293	105.4
機械類合計		80,693	38.431	52,414	22.505	70.8
8450 - 90	部品(洗濯機用)	X	2.320	X	1.987	16.8
部品合計		-	2.320	-	1.987	16.8
総合計		-	40.750	-	24.492	66.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(9) 動力伝導装置 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8483 - 40 - 1000	トルクコンバータ	9,270	13,995	11,188	11,869	17.9
4010	ギヤボックス等変速機(固定比)	8,810	23,016	7,438	22,274	3.3
4050	〃(手動可変式)	17,559	70,284	16,188	57,482	22.3
7000	〃(その他)	3,405	7,439	1,927	5,405	37.6
9000	歯車及び歯車伝導機	16,188,163	42,015	10,988,239	33,521	25.3
機械類合計		-	156,749	-	130,550	20.1
8483 - 90 - 5000	部品(ギヤボックス等変速機用)	X	72,162	X	64,932	11.1
部品合計		-	72,162	-	64,932	11.1
総合計		-	228,910	-	195,482	17.1

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(10) 積層造形用機械 (輸出)

(単位: 百万ドル・億円: \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8485 - 10 注1	積層造形用機械(メタル)	56	2,324	0	0,000	-
20 注1	〃(プラスチック)	625	12,112	0	0,000	-
30 注1	〃(プラスター)	9	0,100	0	0,000	-
80 注1	〃(その他)	91	0,200	0	0,000	-
機械類合計		-	14,734	-	0,000	-
8485 - 90 注1	部品(積層造形用機械)	X	4,855	X	0,000	-
部品合計		-	4,855	-	0,000	-
総合計		-	19,590	-	0,000	-

注1: HS2022改正に伴う新規品目、注2: HS2022改正に伴う削除品目

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

表3 米国における産業機械の輸入統計(詳細)

(1) ボイラ・原動機 (輸入)

(単位:百万ドル・億円:\$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8402 - 11	水管ボイラ(>45t/h) *	95	1.170	0	0.000	-
12	水管ボイラ(<45t/h) *	54	0.712	186	0.909	-21.6
19	その他蒸気発生ボイラ *	510	4.220	145	1.713	146.4
20	過熱水ボイラ *	34	0.796	26	0.088	799.6
90 - 0010	部品(熱交換器) *	283	1.781	172	0.470	279.3
8404 - 10 - 0010	補助機器(エコノマイザ) *	6	0.038	0	0.000	-
0050	補助機器(その他) *	738	7.573	190	2.452	208.9
20	蒸気原動機用復水器 *	411	4.370	36	0.272	1505.5
8406 - 10	蒸気タービン(船用)	43	4.407	1	0.003	128659.5
81	蒸気タービン(>40MW)	0	0.000	0	0.000	-
82	蒸気タービン(≤40MW)	611	4.401	1	0.170	2496.6
8410 - 11	液体タービン(≤10MW)	0	0.000	4	0.014	-100.0
12	液体タービン(≤10MW)	0	0.000	0	0.000	-
13	液体タービン(>10MW)	1	0.002	0	0.000	-
8411 - 81	ガスタービン(≤5MW)	68	21.757	47	23.145	-6.0
82	ガスタービン(>5MW)	32	10.121	5	14.580	-30.6
8412 - 21	液体原動機(シリンダ)	894,333	130.587	709,063	119.815	9.0
29	液体原動機(その他)	149,743	84.061	136,219	74.324	13.1
31	気体原動機(シリンダ)	737,059	34.823	713,556	31.125	11.9
39	気体原動機(その他)	121,961	16.341	129,103	14.106	15.8
80	その他原動機	371,168	9.979	450,285	10.328	-3.4
機械類合計		-	337.140	-	293.513	14.9
8402 - 90 - 0090	部品(ボイラ用)	X	5.641	X	5.839	-3.4
8404 - 90	部品(補助機器用)	X	2.357	X	0.985	139.3
8406 - 90	部品(蒸気タービン用)	X	11.713	X	9.952	17.7
8410 - 90	部品(液体タービン用)	X	3.479	X	1.088	219.7
8411 - 99	部品(ガスタービン用)	X	273.729	X	171.341	59.8
8412 - 90	部品(その他)	X	290.525	X	261.163	11.2
部品合計		-	587.443	-	450.368	30.4
総合計		-	924.583	-	743.881	24.3

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)
・「*」の数量単位は「t」である。

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(2) 鉱山機械 (輸入)

(単位:百万ドル・億円:\$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8430 - 49	せん孔機	4,338	11.464	5,662	6.146	86.5
8467 - 19 - 5060	さく岩機(手持工具)	267,701	14.228	198,867	12.242	16.2
8474 - 10	選別機	4,531	42.440	2,023	27.986	51.6
20	破碎機	1,267	39.664	661	23.923	65.8
39	混合機	255	2.629	701	3.641	-27.8
機械類合計		-	110.425	-	73.937	49.3
8474 - 90	部品	X	82.723	X	63.674	29.9
部品合計		-	82.723	-	63.674	29.9
総合計		-	193.148	-	137.612	40.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(3) 化学機械 (輸入)

(単位:百万ドル・億円; \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
7309 - 00	タンク	75,590	49,079	89,177	31,953	53.6
8419 - 19	温度処理機械(湯沸器)	184,231	46,346	198,031	41,632	11.3
20	"(滅菌器)	31,992	22,785	7,331	17,351	31.3
35	"(乾燥機・紙ハ用)	416	5,329	55	1,518	251.2
39	"(乾燥機・その他)	13,532	19,273	9,943	13,290	45.0
40	"(蒸留機)	2,499	4,349	9,302	11,907	-63.5
50	"(熱交換装置)	1,154,492	120,393	840,337	97,139	23.9
60	"(気体液化装置)	1,514	6,059	511	1,429	324.1
89	"(その他)	417,753	69,007	337,669	102,761	-32.8
8405 - 10	発生炉ガス発生機	391,604	3,234	355,362	2,782	16.2
8479 - 82	混合機	155,193	71,068	156,066	53,446	33.0
8401 - 20	分離ろ過機(同位体用) *	1,075	0,013	8	0,113	-88.8
8421 - 19	"(遠心分離機)	123,107	23,172	174,943	17,590	31.7
29	"(液体ろ過機)	31,434,026	127,227	31,819,958	99,121	28.4
32 注1	"(気体ろ過機・内燃機関)	1,131,650	263,228	0	0,000	-
39	"(気体ろ過機・その他)	11,717,241	216,486	16,695,833	523,346	-58.6
8439 - 10	紙ハ製造機械(パルプ用)	9	0,220	8	0,200	10.0
20	"(製紙用)	143	7,833	85	0,348	2152.1
30	"(仕上用)	35	4,746	23	2,946	61.1
8441 - 10	"(切断機)	418,066	31,850	736,290	76,487	-58.4
40	"(成形用)	61	1,619	29	0,945	71.4
80	"(その他)	2,340	16,849	1,108	20,830	-19.1
機械類合計		-	1,110,165	-	1,117,132	-0.6
8405 - 90	部品(ガス発生機械用)	X	0,358	X	0,413	-13.2
8419 - 90 - 2000	部品(紙ハ用)	X	2,292	X	3,595	-36.3
8421 - 91	部品(遠心分離機用)	X	22,381	X	13,471	66.1
99	部品(ろ過機用)	X	176,720	X	146,195	20.9
8439 - 91	部品(パルプ製造機用)	X	9,184	X	6,702	37.0
99	部品(製紙・仕上機用)	X	22,965	X	18,528	23.9
8441 - 90	部品(その他紙ハ製造機用)	X	29,739	X	27,800	7.0
部品合計		-	263,639	-	216,703	21.7
総合計		-	1,373,804	-	1,333,835	3.0

注1: HS2022改正に伴う新規品目、注2: HS2022改正に伴う削除品目

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

・「*」の数量単位は「t」である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(4) プラスチック機械 (輸入)

(単位:百万ドル・億円; \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8477 - 10	射出成形機	619	86,453	638	88,359	-2.2
20	押出成形機	60	9,899	125	15,556	-36.4
30	吹込み成形機	62	21,689	65	20,508	5.8
40	真空成形機	153	5,573	131	5,174	7.7
51	その他の機械(成形用)	38	5,217	34	9,066	-42.5
59	その他のもの(成形用)	207	10,330	279	11,333	-8.9
80	その他の機械	19,204	48,029	21,623	53,765	-10.7
機械類合計		20,343	187,190	22,895	203,761	-8.1
8477 - 90	部品	X	106,736	X	101,290	5.4
部品合計		-	106,736	-	101,290	5.4
総合計		-	293,926	-	305,051	-3.6

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(5) 風水力機械（輸入）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8413 - 19	ポンプ(その他計器付設型)	523,691	27,302	625,842	23,419	16.6
30	“(ピストンエンジン用)	6,360,699	260,589	5,854,861	229,647	13.5
50 - 0010	“(油井用往復積式)	571	11,176	710	6,916	61.6
0050	“(ダイアフラム式)	486,981	16,118	364,306	13,724	17.4
0090	“(その他往復積式)	298,871	38,801	374,954	23,307	66.5
60 - 0050	“(油井用回転積式)	663	0,264	30	0,108	145.7
0070	“(ローラポンプ)	11,494	1,258	3,816	0,594	111.6
0090	“(その他回転積式)	353,827	24,185	408,701	18,582	30.2
70	“(紙/パ用等遠心式)	4,562,617	168,672	4,258,475	142,162	18.6
81	“(タービンポンプその他)	806,425	36,820	927,136	30,532	20.6
82	液体エレベータ	9,046	0,463	27	0,194	139.3
8414 - 80 - 1605	圧縮機(定置往復式≤746W)	121,411	8,365	101,465	9,346	-10.5
1615	“(“746W< ≤4.48KW)	28,533	4,484	22,671	3,022	48.4
1625	“(“4.48KW< ≤8.21KW)	5,562	1,777	5,853	1,459	21.8
1635	“(“8.21KW< ≤11.19KW)	1,905	1,529	1,216	0,853	79.3
1640	“(“11.19KW< ≤19.4KW)	190	0,440	227	0,328	34.0
1645	“(“19.4KW< ≤74.6KW)	225	1,176	38	0,304	286.4
1655	“(“>74.6KW)	381	1,031	120	0,297	247.4
1660	“(定置回転式≤11.19KW)	6,305	8,474	9,800	4,424	91.5
1665	“(“11.19KW< <22.38KW)	2,881	7,763	905	3,835	102.4
1670	“(“22.38KW≤ ≤74.6KW)	2,768	10,384	409	4,819	115.5
1675	“(“>74.6KW)	449	14,684	472	12,871	14.1
1680	“(定置式その他)	31,641	8,573	33,500	6,634	29.2
1685	“(携帯式<0.57m3/min.)	948,469	30,953	878,447	30,301	2.2
1690	“(携帯式その他)	203,392	11,387	182,602	9,346	21.8
2015	“(遠心式及び軸流式)	318	3,561	399	24,663	-85.6
2055	“(その他圧縮機≤186.5KW)	72,518	9,598	45,415	6,952	38.0
2065	“(“186.5KW< ≤746KW)	37	1,031	3	0,142	624.9
2075	“(“>746KW)	304	21,784	20	2,083	946.1
9000	“(その他)	557,959	14,393	587,521	12,431	15.8
8414 - 59 - 6560	送風機(その他遠心式)	2,291,862	58,040	2,323,002	52,260	11.1
6590	“(その他軸流式)	4,133,895	96,060	3,737,090	79,394	21.0
6595	“(その他)	1,796,760	40,207	1,491,578	35,984	11.7
10	真空ポンプ	939,719	75,287	784,420	62,780	19.9
機械類合計		24,562,369	1,016,629	23,026,031	853,714	19.1
8413 - 91 - 1000	部品(圧縮点火機関用ポンプ)	X	16,938	X	17,997	-5.9
2000	“(紙/パ用ストックポンプ)	X	0,971	X	1,018	-4.5
9010	“(その他エンジン用ポンプ)	X	33,910	X	26,829	26.4
9096	“(ポンプ用その他)	X	162,327	X	115,943	40.0
92	“(液体エレベータ)	X	2,690	X	1,832	46.8
8414 - 90 - 1080	“(その他送風機)	X	37,060	X	34,656	6.9
4165	“(その他圧縮機ハウジング)	X	18,418	X	12,788	44.0
4175	“(その他圧縮機その他)	X	45,371	X	43,971	3.2
9140	“(真空ポンプ)	X	9,234	X	7,949	16.2
9180	“(その他)	X	24,971	X	21,173	17.9
部品合計		-	351,890	-	284,156	23.8
総合計		-	1,368,519	-	1,137,870	20.3

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典：米国商務省センサス局の輸出入統計

(6) 運搬機械（輸入）

（単位：百万ドル・億円：\$1=100円）

HS コード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8426 - 11	クレーン (固定支持式天井クレーン)	63	0.947	52	0.548	72.9
12	〃 (移動リフテ・ストラドル)	1,802	19.397	119	9.220	110.4
19	〃 (非固定天井・ガントリ等)	1,136	18.370	1,949	9.921	85.2
20	〃 (タワークレーン)	34	4.947	125	6.312	-21.6
30	〃 (門形ジブクレーン)	36	1.202	20	0.796	51.0
91	〃 (道路走行車両装備用)	417	12.582	274	9.161	37.3
99	〃 (その他のもの)	3,703	6.188	4,091	6.611	-6.4
8425 - 39	巻上機 (ウイン・キャップ:その他)	1,244,201	17.263	907,337	14.981	15.2
11	〃 (プーリタ・ホイスト:電動)	27,128	9.554	24,054	8.180	16.8
19	〃 (〃:その他)	4,930,055	12.255	4,365,243	11.288	8.6
31	〃 (ウインチ・キャブ:電動)	152,788	21.581	114,357	14.529	48.5
8428 - 60	〃 (ケーブルカー等けん引装置)	575	6.956	404	1.158	500.6
70	〃 (産業用ロボット)	10,311	128.262	3,817	81.508	57.4
90 - 0310	〃 (森林での丸太取扱装置)	368	17.880	245	12.324	45.1
0390	〃 (その他の機械装置)	698,910	303.771	723,846	215.335	41.1
8425 - 41	ジャッキ・ホイスト (据付け式)	32,072	4.867	37,360	4.542	7.2
42	〃 (液圧式その他)	723,897	40.433	656,983	31.075	30.1
49	〃 (その他のもの)	1,848,380	37.371	1,693,298	29.682	25.9
8428 - 20 - 0010	エスカレータ・エレベータ (空圧式コンベイヤ)	892	13.429	639	9.956	34.9
0050	〃 (空圧式エレベータ)	298	3.778	105	0.742	408.9
10	〃 (非連続エレ・スキップホイスト)	21,553	25.436	5,840	23.551	8.0
40	〃 (エスカレータ・移動歩道)	47	1.958	27	1.403	39.6
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ (地下使用形)	15	0.004	0	0.000	-
32	〃 (その他バケット型)	530	2.050	208	2.036	0.7
33	〃 (その他ベルト型)	7,434	57.097	8,819	50.945	12.1
39	〃 (その他のもの)	208,553	127.314	112,066	136.383	-6.6
機械類合計		9,915,198	894.890	8,661,278	692.186	29.3
8431 - 10 - 0010	部品 (プーリタタック・ホイスト用)	X	5.571	X	4.475	24.5
0090	〃 (その他巻上機等用)	X	18.711	X	8.635	116.7
31 - 0020	〃 (スキップホイスト用)	X	0.684	X	0.281	143.4
0040	〃 (エスカレータ用)	X	5.249	X	0.976	437.6
0060	〃 (非連続作動エレベータ用)	X	33.993	X	29.641	14.7
39 - 0010	〃 (空圧式エレベ・コンベ用)	X	107.013	X	90.215	18.6
0050	〃 (石油・ガス田機械装置用)	X	4.693	X	1.811	159.2
0070	〃 (森林での丸太取扱装置用)	X	5.887	X	2.489	136.5
0080	〃 (その他巻上機用)	X	99.132	X	89.446	10.8
49 - 1010	〃 (天井・ガント・門形等用)	X	11.462	X	6.100	87.9
1060	〃 (移動リ・ストラドル等用)	X	3.781	X	2.324	62.7
1090	〃 (その他クレーン用)	X	17.155	X	12.385	38.5
部品合計		-	313.331	-	248.777	25.9
総合計		-	1,208.221	-	940.963	28.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典：米国商務省センサス局の輸出入統計

(7) 金属加工機械 (輸入)

(単位:百万ドル・億円; \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8455 - 10	圧延機(管圧延機)	40	1.743	8	0.005	32198.9
21	“(熱間及び熱・冷組合せ)	163	1.542	235	0.479	221.6
22	“(冷間圧延用)	1,059	6.322	384	4.222	49.7
8462 - 10 注2	鑄造機等	0	0.000	810	9.896	-100.0
11 注1	熱間鍛造機(密閉型)	211	10.542	0	0.000	-
19 注1	“(その他)	112	1.815	0	0.000	-
21 注2	ベンディング等(数値制御式)	0	0.000	238	29.494	-100.0
22 注1	“(形状成型機)	52	5.454	0	0.000	-
23 注1	“(数値制御式プレスブレーキ)	90	7.102	0	0.000	-
24 注1	“(数値制御式パネルベンダー)	25	3.244	0	0.000	-
25 注1	“(数値制御式ロール成形機)	2	0.078	0	0.000	-
26 注1	“(その他の数値制御式)	40	3.991	0	0.000	-
29	“(その他)	18,770	19.460	12,675	21.367	-8.9
31 注2	剪断機(数値制御式)	0	0.000	21	1.766	-100.0
32 注1	スリッター機等(スリッター機・切断機)	9	0.999	0	0.000	-
33 注1	“(数値制御式剪断機)	25	0.660	0	0.000	-
39	“(その他)	1,841	6.073	1,104	2.302	163.8
41 注2	パンチング等(数値制御式)	0	0.000	26	6.599	-100.0
42 注1	“(数値制御式)	24	10.325	0	0.000	-
49	“(その他)	497	3.896	1,293	4.861	-19.9
51 注1	炉心管(数値制御式)	13	1.891	0	0.000	-
59 注1	“(その他)	22	0.064	0	0.000	-
61 注1	冷間金属加工(液圧プレス)	161	6.979	0	0.000	-
62 注1	“(機械プレス)	18	3.061	0	0.000	-
63 注1	“(サーボプレス)	13	2.147	0	0.000	-
69 注1	“(その他)	198	0.182	0	0.000	-
90 注1	その他	1,834	10.181	0	0.000	-
91 注2	液圧プレス	0	0.000	1,414	7.408	-100.0
99 注2	その他	0	0.000	461	3.740	-100.0
機械類合計		25,219	107.750	18,669	92.140	16.9
8455 - 90	部品(圧延機用) *	X	24.206	X	16.025	51.1
部品合計		-	24.206	-	16.025	51.1
総合計		-	131.955	-	108.164	22.0

注1: HS2022改正に伴う新規品目、注2: HS2022改正に伴う削除品目

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

・「*」の数量単位は「kg」である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(8) 業務用洗濯機 (輸入)

(単位:百万ドル・億円; \$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8450 - 12	洗濯機(10kg以下遠心脱水)	3,005	0.248	1,321	0.200	23.6
19	“(その他)	25,932	1.425	52,575	1.441	-1.1
20	“(10kg超)	217,009	104.134	353,613	124.153	-16.1
8451 - 10	ドライクリーニング機	37	0.605	19	0.567	6.7
29 - 0010	乾燥機(10kg超・品物用)	171,404	68.779	158,331	55.710	23.5
機械類合計		417,387	175.192	565,859	182.072	-3.8
8450 - 90	部品(洗濯機用)	X	28.307	X	20.891	35.5
部品合計		-	28.307	-	20.891	35.5
総合計		-	203.499	-	202.963	0.3

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(9) 動力伝導装置 (輸入)

(単位:百万ドル・億円;\$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8483 - 40 - 1000	トルクコンバータ	255,699	12,024	309,668	11,695	2.8
3040	ギヤボックス等変速機(固定比・紙ハ機械用)	7,718	0,581	20,797	0,770	-24.6
3080	“(手動可変式・紙ハ機械用)”	15,357	2,191	11,076	1,268	72.8
5010	“(固定比・その他)”	855,471	124,477	1,029,204	128,241	-2.9
5050	“(手動可変式・その他)”	1,297,248	43,985	1,008,198	52,533	-16.3
7000	“(その他)”	399,921	19,447	239,415	12,978	49.8
9000	歯車及び歯車伝導機	7,879,935	78,664	5,608,610	48,612	61.8
機械類合計		-	281,367	-	256,097	9.9
8483 - 90 - 5000	部品(ギヤボックス等変速機用)	X	134,928	X	115,603	16.7
部品合計		-	134,928	-	115,603	16.7
総合計		-	416,295	-	371,700	12.0

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(10) 積層造形用機械 (輸入)

(単位:百万ドル・億円;\$1=100円)

HSコード	品名	2022年05月		2021年05月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8485 - 10 注1	積層造形用機械(メタル)	58	16,128	0	0,000	-
20 注1	“(プラスチック)”	4,576	5,432	0	0,000	-
30 注1	“(プラスター)”	0	0,000	0	0,000	-
80 注1	“(その他)”	9,607	1,235	0	0,000	-
機械類合計		-	22,796	-	0,000	-
8485 - 90 注1	部品(積層造形用機械)	X	7,243	X	0,000	-
部品合計		-	7,243	-	0,000	-
総合計		-	30,038	-	0,000	-

注1:HS2022改正に伴う新規品目、注2:HS2022改正に伴う削除品目

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

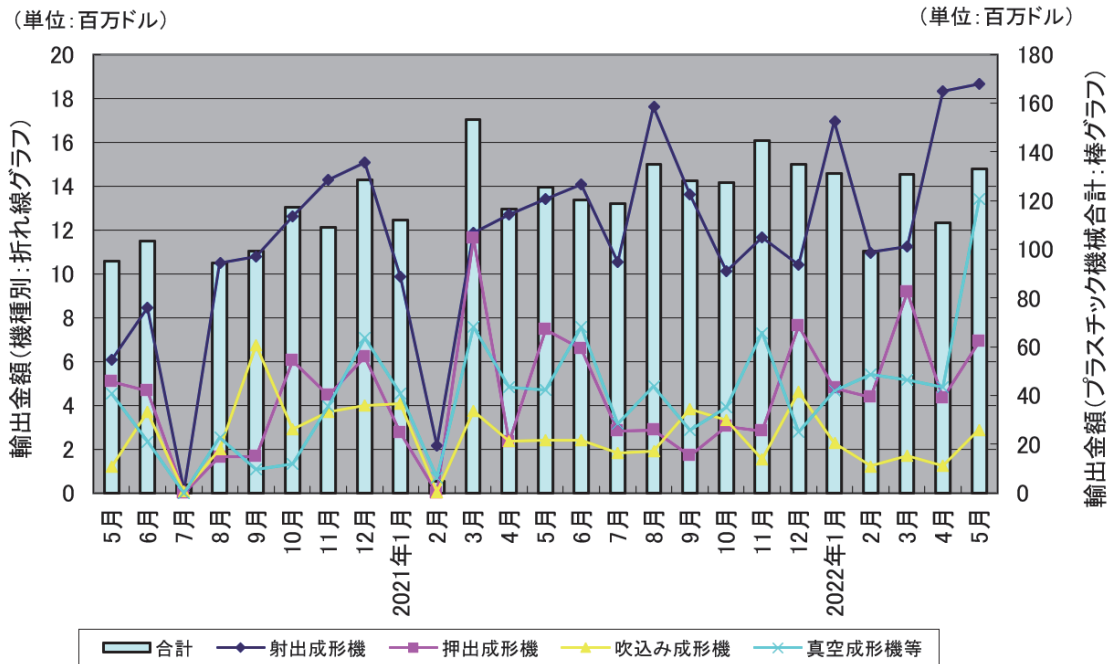
・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

●米国プラスチック機械の輸出入統計（2022年5月）

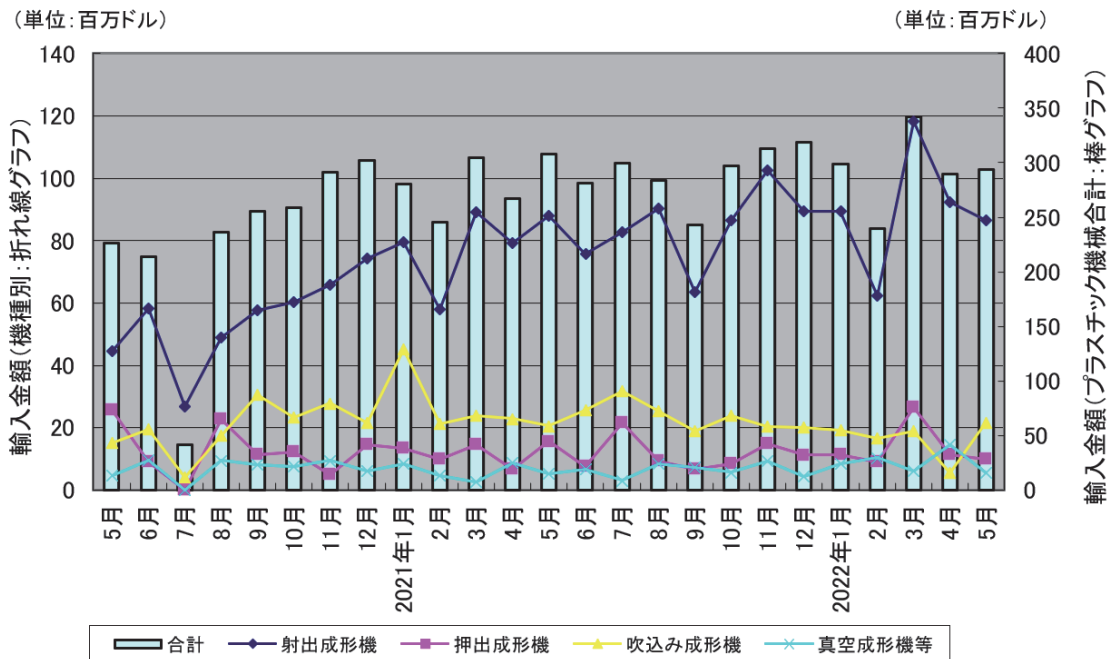
米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2022年5月の米国におけるプラスチック機械の輸出入の概要は、次のとおりである。

- (1) プラスチック機械の輸出は、全体で1億3,293万ドル（対前年同月比6.0%増）となった。輸出先は、メキシコが3,550万ドル（同12.7%増）で最も大きく、次いでカナダが2,791万ドル（同5.3%減）、中国が1,458万ドル（同25.6%増）、ドイツが840万ドル（同14.1%減）と続く。機種別の輸出金額は、射出成形機は1,867万ドル（同36.1%増）、押出成形機は691万ドル（同7.1%減）、吹込み成形機は288万ドル（同19.4%増）、真空成形機及びその他の熱成形機（以下「真空成形機等」という。）は1,340万ドル（同184.3%増）となり、部分品は5,921万ドル（同6.1%減）となった。
- (2) プラスチック機械の輸入は、全体で2億9,393万ドル（同3.6%減）となった。輸入元は、ドイツが6,528万ドル（同15.8%減）で最も大きく、次いで日本が4,373万ドル（同30.1%増）、カナダが3,541万ドル（同9.6%増）、オーストリアが2,793万ドル（同2.9%増）と続く。機種別の輸入金額は、射出成形機は8,645万ドル（同2.2減）、押出成形機は990万ドル（同36.4%減）、吹込み成形機は2,169万ドル（同5.8%増）、真空成形機等は557万ドル（同7.7%増）となり、部分品は1億673万ドル（同5.4%増）となった。
- (3) プラスチック機械の対日輸出は、全体218万ドル（同18.3%減）となり、全輸出金額に占める割合は1.6%となった。
- (4) プラスチック機械の対日輸入は、全体で4,373万ドル（同30.1%減）となり、全輸入金額に占める割合は、14.9%となった。主要機種のうち、射出成形機の対日輸入金額が最も大きく、2,705万ドル（同26.3%増）となった。
- (5) プラスチック機械輸出の単純平均単価は、射出成形機が106.7千ドル、押出成形機が76.7千ドル、吹込み成形機が39.5千ドル、真空成形機等が59.3千ドルとなった。また、全機種 of 単純平均単価は、40.4千ドルとなった。
- (6) プラスチック機械輸入の単純平均単価は、射出成形機が139.7千ドル、押出成形機が165.0千ドル、吹込み成形機が349.8千ドル、真空成形機等が36.4千ドルとなった。また、全機種 of 単純平均単価は、9.2千ドルとなった。なお、対日輸入の射出成形機の単純平均単価は156.4千ドルとなった。



出典：米国商務省センサス局の輸出入統計より作成

図1 米国におけるプラスチック機械の輸出金額の推移



出典：米国商務省センサス局の輸出入統計より作成

図2 米国におけるプラスチック機械の輸入金額の推移

表1 米国プラスチック機械の国別輸出統計(2022年05月)

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

輸出先 国名	プラスチック機械合計						射出成形機				
	2022年05月		2021年05月		輸出金額 増減	輸出金額 伸び率(%)	2022年05月		2021年05月		輸出金額 伸び率(%)
	数量	金額	数量	金額			数量	金額	数量	金額	
アイルランド	27	1,947,280	8	795,411	1,151,869	144.8	0	0	1	33,160	-100.0
イギリス	46	2,658,735	5	2,203,352	455,383	20.7	0	0	0	0	-
フランス	30	2,493,134	7	1,272,874	1,220,260	95.9	12	1,061,101	6	485,000	118.8
ドイツ	70	8,399,513	105	9,774,407	-1,374,894	-14.1	3	835,929	1	69,402	1,104.5
イタリア	198	4,896,542	13	1,688,439	3,208,103	190.0	0	0	1	159,301	-100.0
トルコ	9	789,307	71	1,133,442	-344,135	-30.4	0	0	0	0	-
小計	380	21,184,511	209	16,867,925	4,316,586	25.6	15	1,897,030	9	746,863	154.0
カナダ	249	27,905,236	307	29,471,147	-1,565,911	-5.3	61	6,032,676	10	1,950,985	209.2
メキシコ	640	35,499,047	592	31,497,443	4,001,604	12.7	94	10,169,637	77	8,749,476	16.2
コスタリカ	69	2,664,151	4	762,888	1,901,263	249.2	2	151,234	0	0	-
コロンビア	7	503,823	23	547,270	-43,447	-7.9	0	0	0	0	-
ベネズエラ	0	4,338	0	50,207	-45,869	-91.4	0	0	0	0	-
ブラジル	2	1,044,222	13	1,473,337	-429,115	-29.1	0	0	0	0	-
チリ	10	526,773	17	344,345	182,428	53.0	0	0	0	0	-
小計	967	67,620,817	939	63,802,292	3,818,525	6.0	157	16,353,547	87	10,700,461	52.8
日本	42	2,177,534	58	2,666,457	-488,923	-18.3	0	0	0	0	-
韓国	7	1,293,349	42	2,384,288	-1,090,939	-45.8	0	0	2	225,281	-100.0
中国	95	14,576,184	171	11,608,230	2,967,954	25.6	0	0	6	699,045	-100.0
台湾	5	775,070	10	1,104,306	-329,236	-29.8	0	0	0	0	-
シンガポール	24	1,700,804	18	1,225,232	475,572	38.8	0	0	0	0	-
タイ	19	1,576,369	5	795,089	781,280	98.3	0	0	0	0	-
インド	62	4,075,555	281	4,445,693	-370,138	-8.3	0	0	1	100,000	-100.0
小計	254	26,174,865	585	24,229,295	1,945,570	8.0	0	0	9	1,024,326	-100.0
その他	222	17,954,401	362	20,501,215	-2,546,814	-12.4	3	416,195	11	1,246,561	-66.6
合計	1,823	132,934,594	2,095	125,400,727	7,533,867	6.0	175	18,666,772	116	13,718,211	36.1

輸出先 国名	押出成形機			吹込み成形機			真空成形機等			部分品	
	2022年05月		輸出金額 伸び率(%)	2022年05月		輸出金額 伸び率(%)	2022年05月		輸出金額 伸び率(%)	22年05月	輸出金額 伸び率(%)
	数量	金額		数量	金額		数量	金額		金額	
アイルランド	14	998,702	-	6	119,337	-	6	124,220	-	685,126	19.2
イギリス	19	898,115	-20.5	1	171,013	-	5	73,552	230.9	1,121,687	6.6
フランス	5	215,000	-	1	29,912	-	7	241,600	-	659,428	-14.9
ドイツ	0	0	-100.0	3	254,540	-	10	174,003	274.0	4,561,357	-4.6
イタリア	0	0	-	0	0	-100.0	0	0	-	1,034,819	5.1
トルコ	1	60,000	-	0	0	-	1	124,000	-	461,721	173.9
小計	39	2,171,817	77.3	11	574,802	945.6	29	737,375	972.5	8,524,138	2.3
カナダ	8	425,734	-76.0	21	573,393	192.5	2	40,304	-84.0	18,768,949	-4.7
メキシコ	6	1,330,511	3.6	17	594,525	29.5	116	2,722,454	-3.3	11,116,637	25.1
コスタリカ	0	0	-	3	242,864	-	17	116,978	-	951,686	38.7
コロンビア	0	0	-	0	0	-	0	0	-100.0	432,633	218.4
ベネズエラ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	4,338	-91.4
ブラジル	0	0	-100.0	0	0	-100.0	1	12,336	9.9	997,617	26.5
チリ	0	0	-	0	0	-	1	9,252	-	350,563	183.3
小計	14	1,756,245	-45.9	41	1,410,782	50.5	136	2,892,072	-14.8	32,271,860	6.7
日本	1	24,349	-	0	0	-100.0	7	61,382	131.8	837,325	-41.1
韓国	0	0	-100.0	3	308,000	980.7	1	10,505	-	728,174	-38.9
中国	13	908,922	-	1	13,618	-90.9	50	9,616,339	778.2	2,612,734	-59.2
台湾	0	0	-	1	16,077	-	0	0	-	390,997	-25.6
シンガポール	1	28,060	-	6	50,000	-	0	0	-100.0	1,301,616	61.1
タイ	10	474,800	-	0	0	-	0	0	-	883,834	19.6
インド	0	0	-100.0	0	0	-	0	0	-	1,124,316	-35.5
小計	25	1,436,131	84.6	11	387,695	-57.5	58	9,688,226	756.2	7,878,996	-38.6
その他	12	1,541,489	-29.5	10	510,878	-0.3	3	84,403	-29.4	10,533,337	-9.6
合計	90	6,905,682	-7.1	73	2,884,157	19.4	226	13,402,076	184.3	59,208,331	-6.1

(注)プラスチック機械合計(HSコード8477)は、上記の各成形機に分類されないその他の機械を含む。

また、プラスチック機械合計の金額に部分品(HSコード8477-90)を含み、数量には含まない。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

表2 米国プラスチック機械の国別輸入統計(2022年05月)

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

輸入元 国名	プラスチック機械合計						射出成形機				
	2022年05月		2021年05月		輸入金額 増減	輸入金額 伸び率(%)	2022年05月		2021年05月		輸入金額 伸び率(%)
	数量	金額	数量	金額			数量	金額	数量	金額	
イギリス	623	2,997,698	39	2,280,528	717,170	31.4	1	2,487	15	31,029	-92.0
スペイン	6	3,842,591	11	470,435	3,372,156	716.8	1	42,807	2	107,813	-60.3
フランス	22	9,378,438	65	9,630,653	-252,215	-2.6	0	0	10	221,559	-100.0
オランダ	27	7,348,398	74	6,389,421	958,977	15.0	1	23,611	2	38,571	-38.8
ドイツ	665	65,281,522	1,046	77,494,680	-12,213,158	-15.8	103	13,899,113	104	14,991,524	-7.3
スイス	56	8,942,336	47	15,863,900	-6,921,564	-43.6	11	1,814,257	10	6,068,747	-70.1
オーストリア	113	27,933,425	93	27,150,566	782,859	2.9	69	17,437,314	72	17,079,294	2.1
ハンガリー	4	204,047	1	13,642	190,405	1,395.7	2	141,498	0	0	-
イタリア	380	21,562,152	714	26,556,000	-4,993,848	-18.8	8	2,210,922	5	739,556	199.0
ルーマニア	0	11,278	0	22,272	-10,994	-49.4	0	0	0	0	-
チェコ	7,580	11,278	397	22,272	-10,994	-49.4	0	0	0	0	-
ポーランド	9	316,075	15	592,823	-276,748	-46.7	0	0	0	0	-
小計	9,485	147,829,238	2,502	166,487,192	-18,657,954	-11.2	196	35,572,009	220	39,278,093	-9.4
カナダ	1,060	35,414,374	1,983	32,318,459	3,095,915	9.6	27	6,980,597	21	2,035,793	242.9
ブラジル	0	88,013	13	715,640	-627,627	-87.7	0	0	0	0	-
小計	1,060	35,502,387	1,996	33,034,099	2,468,288	7.5	27	6,980,597	21	2,035,793	242.9
日本	215	43,728,548	241	33,603,253	10,125,295	30.1	173	27,049,709	141	21,412,072	26.3
韓国	51	9,363,758	98	14,933,880	-5,570,122	-37.3	18	3,953,500	58	13,056,194	-69.7
中国	8,626	21,640,962	16,942	19,253,635	2,387,327	12.4	121	4,615,804	105	4,629,679	-0.3
台湾	119	6,264,087	283	7,636,166	-1,372,079	-18.0	9	1,893,366	9	1,087,499	74.1
タイ	436	6,868,843	469	6,153,331	715,512	11.6	60	5,188,233	51	4,120,468	25.9
インド	29	6,201,417	65	4,918,750	1,282,667	26.1	15	1,199,934	30	2,594,163	-53.7
小計	9,476	94,067,615	18,098	86,499,015	7,568,600	8.7	396	43,900,546	394	46,900,075	-6.4
その他	322	16,526,813	299	19,030,290	-2,503,477	-13.2	0	0	3	145,000	-100.0
合計	20,343	293,926,053	22,895	305,050,596	-11,124,543	-3.6	619	86,453,152	638	88,358,961	-2.2

輸入元 国名	押出成形機			吹込み成形機			真空成形機等			部分品	
	2022年05月		輸入金額 伸び率(%)	2022年05月		輸入金額 伸び率(%)	2022年05月		輸入金額 伸び率(%)	22年05月	輸入金額 伸び率(%)
	数量	金額		数量	金額		数量	金額		金額	
イギリス	1	300,000	-	0	0	-	30	123,096	49.6	1,662,693	-13.7
スペイン	1	434,080	-	0	0	-	3	1,130,175	4,249.7	2,227,538	846.5
フランス	0	0	-	6	3,243,964	203.5	7	21,036	-	5,993,717	81.7
オランダ	1	64,708	-37.3	1	4,000	-	0	0	-100.0	2,458,413	30.4
ドイツ	18	3,961,580	-61.2	9	7,701,380	4.0	39	2,115,179	-18.8	24,850,081	21.0
スイス	4	446,249	-	0	0	-100.0	0	0	-	3,035,546	6.4
オーストリア	9	2,039,821	812.3	1	1,601,718	-	26	293,135	569.3	4,728,593	6.9
ハンガリー	0	0	-	0	0	-	0	0	-	56,075	397.7
イタリア	8	1,027,899	-28.0	0	0	-100.0	4	545,838	-67.9	9,005,274	14.0
ルーマニア	0	0	-	0	0	-	0	0	-	11,278	-49.4
チェコ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	11,278	-49.4
ポーランド	0	0	-	0	0	-	0	0	-	220,537	-53.7
小計	42	8,274,337	-30.8	17	12,551,062	-26.5	109	4,228,459	-5.3	54,261,023	23.7
カナダ	1	100,000	63.8	2	54,777	-	3	617,800	-10.4	20,101,695	-20.4
ブラジル	0	0	-	0	0	-	0	0	-	88,013	-65.7
小計	1	100,000	63.8	2	54,777	-	3	617,800	-10.4	20,189,708	-20.8
日本	0	0	-	7	7,562,860	1,328.3	0	0	-	3,848,215	-56.0
韓国	0	0	-100.0	0	0	-	0	0	-	4,046,175	542.7
中国	5	672,879	-78.5	29	526,232	1,299.6	26	608,493	13,142.5	12,511,994	43.4
台湾	3	319,500	511.3	0	0	-100.0	0	0	-100.0	3,139,209	-13.7
タイ	3	181,158	13.5	0	0	-	0	0	-	565,457	0.6
インド	0	0	-100.0	3	959,592	1.6	0	0	-	2,403,457	101.1
小計	11	1,173,537	-66.8	39	9,048,684	223.4	26	608,493	7,334.2	26,514,507	12.9
その他	6	350,834	-	4	34,373	-94.6	15	118,021	921.3	5,771,218	-31.6
合計	60	9,898,708	-36.4	62	21,688,896	5.8	153	5,572,773	7.7	106,736,456	5.4

(注)プラスチック機械合計(HSコード8477)は、上記の各成形機に分類されないその他の機械を含む。
また、プラスチック機械合計の金額に部分品(HSコード8477-90)を含み、数量には含まない。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

表3 米国プラスチック機械の機種別輸出入統計(2022年05月)

(単位:台、ドル・百円;単価は千ドル・10万円;\$1=100円)

項目	輸出金額			対日輸出金額			対日輸出割合(%)	
	2022年05月	2021年05月	伸び率(%)	2022年05月	2021年05月	伸び率(%)	2022年05月	2021年05月
8477-10 射出成形機	18,666,772	13,718,211	36.1	0	0	-	0.0	0.0
8477-20 押出成形機	6,905,682	7,436,026	-7.1	24,349	0	-	0.4	0.0
8477-30 吹込み成形機	2,884,157	2,415,924	19.4	0	732,856	-100.0	0.0	30.3
8477-40 真空成形機等	13,402,076	4,713,433	184.3	61,382	26,475	131.8	0.5	0.6
8477-51 その他の機械(成形用)	437,513	270,223	61.9	0	0	-	0.0	0.0
8477-59 その他のもの(成形用)	8,728,600	10,177,795	-14.2	715,136	11,280	6,239.9	8.2	0.1
8477-80 その他の機械	22,701,463	23,598,963	-3.8	539,342	475,102	13.5	2.4	2.0
機械類小計	73,726,263	62,330,575	18.3	1,340,209	1,245,713	7.6	1.8	2.0
8477-90 部分品	59,208,331	63,070,152	-6.1	837,325	1,420,744	-41.1	1.4	2.3
合計	132,934,594	125,400,727	6.0	2,177,534	2,666,457	-18.3	1.6	2.1

項目	輸入金額			対日輸入金額			対日輸出割合(%)	
	2022年05月	2021年05月	伸び率(%)	2022年05月	2021年05月	伸び率(%)	2022年05月	2021年05月
8477-10 射出成形機	86,453,152	88,358,961	-2.2	27,049,709	21,412,072	26.3	31.3	24.2
8477-20 押出成形機	9,898,708	15,555,672	-36.4	0	0	-	0.0	0.0
8477-30 吹込み成形機	21,688,896	20,508,284	5.8	7,562,860	529,490	1,328.3	34.9	2.6
8477-40 真空成形機等	5,572,773	5,174,279	7.7	0	0	-	0.0	0.0
8477-51 その他の機械(成形用)	5,217,070	9,066,261	-42.5	0	0	-	0.0	0.0
8477-59 その他のもの(成形用)	10,329,511	11,332,651	-8.9	2,013,736	0	-	19.5	0.0
8477-80 その他の機械	48,029,487	53,764,940	-10.7	3,254,028	2,923,003	11.3	6.8	5.4
機械類小計	187,189,597	203,761,048	-8.1	39,880,333	24,864,565	60.4	21.3	12.2
8477-90 部分品	106,736,456	101,289,548	5.4	3,848,215	8,738,688	-56.0	3.6	8.6
合計	293,926,053	305,050,596	-3.6	43,728,548	33,603,253	30.1	14.9	11.0

項目	輸出単純平均単価		対日輸出単純平均単価		輸入単純平均単価		対日輸入単純平均単価	
	輸出数量		対日輸出数量		輸入数量		対日輸入数量	
8477-10 射出成形機	175	106.7	0	-	619	139.7	173	156.4
8477-20 押出成形機	90	76.7	1	24.3	60	165.0	0	-
8477-30 吹込み成形機	73	39.5	0	-	62	349.8	7	1,080.4
8477-40 真空成形機等	226	59.3	7	8.8	153	36.4	0	-
8477-51 その他の機械(成形用)	32	13.7	0	-	38	137.3	0	-
8477-59 その他のもの(成形用)	172	50.7	6	119.2	207	49.9	22	91.5
8477-80 その他の機械	1,055	21.5	28	19.3	19,204	2.5	13	250.3
機械類小計	1,823	40.4	42	31.9	20,343	9.2	215	185.5
8477-90 部分品	X	-	X	-	X	-	X	-
合計	-	-	-	-	-	-	-	-

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

●米国の鉄鋼生産と設備稼働率（2022年5月）

米国鉄鋼協会（American Iron and Steel Institute）の月次統計に基づく、米国における2022年4月の鉄鋼生産と設備稼働率の概要は、以下のとおりである。

- ① 粗鋼生産量は784.3万ネット・トンで、前月の766.3万ネット・トンから増加（+2.3%）となり、対前年同月比は減少（△3.5%）となった。炉別では、前年同月比で転炉鋼（N/A%）、電炉鋼（N/A%）、連続鋳造鋼（△3.5%）となっている。

鉄鋼生産量は791.1万ネット・トンで、前月の763.0万ネット・トンから増加（+3.7%）となり、対前年同月比は減少（△1.0%）となった。鋼種別では、前年同月比で炭素鋼（△1.4%）、合金鋼（+25.8%）、ステンレス鋼（△8.2%）となっている。

- ② 主要分野別の出荷状況をみると、自動車関連103.6万ネット・トン（対前年同月比△11.1%）、建設関連216.2万ネット・トン（同+11.8%）、中間販売業者198.6万ネット・トン（同△14.4%）、機械産業（農業関係を除く）10.4万ネット・トン（同△30.2%）となっている。

需要分野別にみると、鉄鋼中間材（同+36.3%）、建設関連（同+11.7%）、鉄道輸送（同+3.7%）、航空・宇宙（同+72.9%）が対前年比で増加となり、産業用ねじ（同△47.8%）、中間販売業者（同△14.1%）、自動車（同△11.1%）、船舶・船用機械（同△23.2%）、石油・ガス・石油化学（同△10.4%）、鉱山・採石・製材（同△15.8%）、農業（農業機械等）（同△9.8%）、機械装置・工具（同△18.8%）、電気機器（同△40.1%）、家電・食卓用金物（同△5.7%）、コンテナ等出荷機材（同△13.9%）が対前年比で減少となっている。また、外需は増加（同+3.6%）となっている。

- ③ 鉄鋼輸出は、73.4万ネット・トンで、前月の77.2万ネット・トンから減少（△4.9%）となり、対前年同月比は増加（+3.7%）となった。

- ④ 鉄鋼輸入は、274.6万ネット・トンで、前月の273.0万ネット・トンから増加（+0.6%）となり、対前年同月比は増加（+8.8%）となっている。鋼種別にみると対前年同月比で、炭素鋼（+7.1%）、合金鋼（+7.5%）、ステンレス鋼（+65.1%）となっている。

主要な輸入元としては、カナダが63.1万ネット・トン、メキシコが48.2万ネット・トン、メキシコ・カナダを除く南北アメリカが14.3万ネット・トン、EUが44.4万ネット・トン、欧州のEU非加盟国（ロシアを含む）が20.6万ネット・トン、アジアが74.2万ネット・トンとなっている。

主な荷受地は、大西洋岸で44.6万ネット・トン（構成比16.2%）、メキシコ湾岸部で133.7万ネット・トン（同48.7%）、太平洋岸で16.8万ネット・トン（同6.1%）、五大湖沿岸部で77.7万ネット・トン（同28.3%）となっている。

また、米国内消費に占める輸入（半製品を除く）の割合は 27.7%と、前月の 28.5%から 0.8 ポイント減となり、前年同月の 25.7%から 2.0 ポイント増となった。

- ⑤ 設備稼働率は 81.1%で、前月の 81.9%から 0.8 ポイント減となり、前年同月の 81.0%から 0.1 ポイント増となった。また、内需は 992.3 万ネット・トンとなり、対前年同月比で増加（1.2%）となっている。

表1 米国における鉄鋼生産、設備稼働率、輸出入等 (2022年5月)

	2022年		2021年		対前年比伸率(%)	
	5月	年累計	5月	年累計	5月	年累計
1.粗鋼生産 (千ネット・トン)						
(1)Pig Iron	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(2)Raw Steel (合計)	7,843	37,785	8,123	38,463	△ 3.5	△ 1.8
Basic Oxygen Process(*1)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Electric(*2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Continuous Cast(*1 及び *2 の一部を含む。)	7,823	37,690	8,103	38,384	△ 3.5	△ 1.8
2.設備稼働率 (%)	81.1	80.5	81.0	78.7		
3.鉄鋼生産 (千ネット・トン) (A)	7,911	38,367	7,987	37,938	△ 1.0	1.1
(1)Carbon	7,493	36,337	7,596	36,081	△ 1.4	0.7
(2)Alloy	216	1,020	172	807	25.8	26.4
(3)Stainless	201	1,010	219	1,050	△ 8.2	△ 3.8
4.輸出 (千ネット・トン) (B)	734	3,601	708	3,443	3.7	4.6
5.輸入 (千ネット・トン) (C)	2,746	13,959	2,523	11,791	8.8	18.4
(1)Carbon	2,140	10,875	1,997	9,113	7.1	18.4
(2)Alloy	489	2,593	455	2,333	7.5	11.1
(3)Stainless	117	581	71	345	65.1	68.6
6.内需 (千ネット・トン)	9,923	48,725	9,802	46,286	1.2	5.3
(D)=A+C-B						
7.内需に占める輸入の割合	27.7	28.6	25.7	25.5		
(E)=C/D*100(%)						

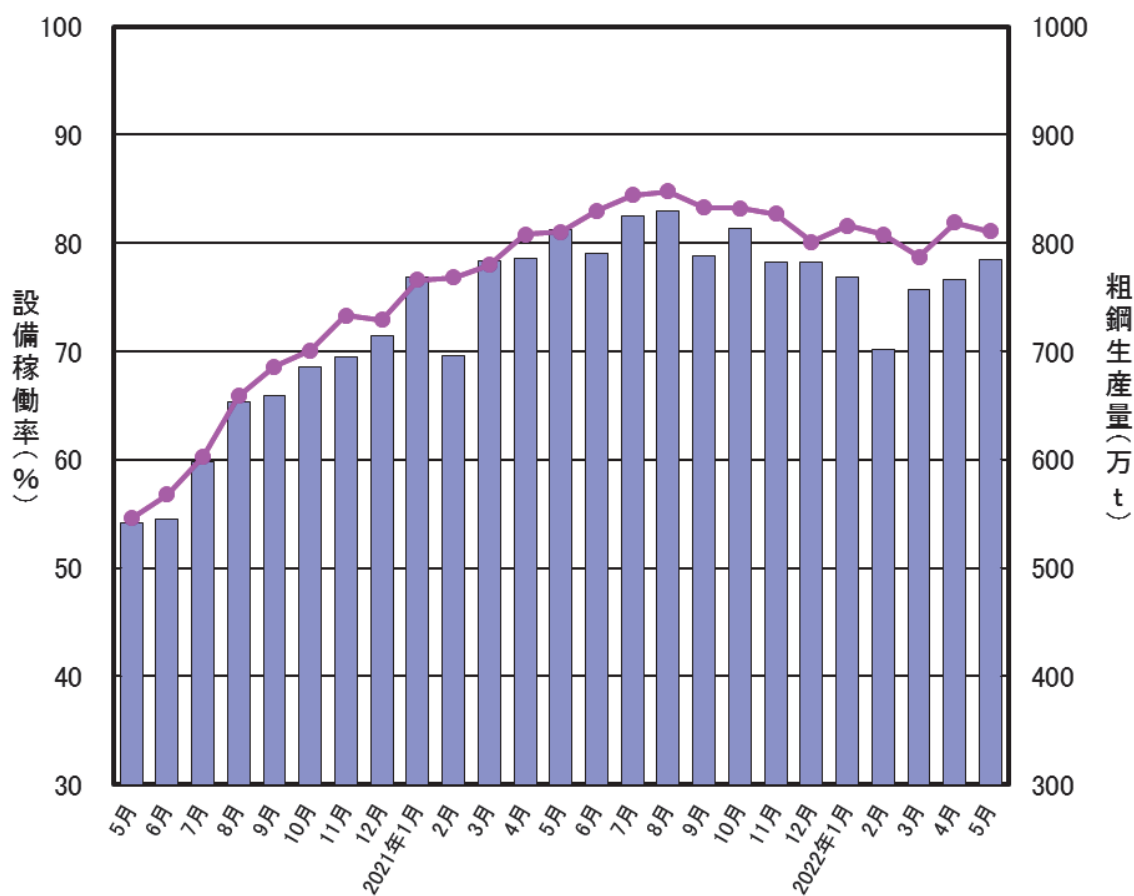
(注) ①出所：AISI(American Iron and Steel Institute)

②端数調整のため、合計の合わない場合もある。

表2 米国鉄鋼業の設備稼働率の推移

(単位：%)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均稼働
2021年	76.6	76.8	78.0	80.8	81.0	83.0	84.4	84.8	83.3	83.2	82.7	80.1	81.2
2022年	81.6	80.8	78.7	81.9	81.1								80.8



折れ線グラフ：設備稼働率（左軸）
棒グラフ：粗鋼生産量（右軸）

図1 米国における粗鋼生産量と設備稼働率の推移

別表1 米国の鉄鋼業データ(1)

	2022		2021		2022-2021 % Change	
	May	5 Mos.	May	5 Mos.	May	5 Mos.
PRODUCTION:(Millions N.T.)						
Pig Iron	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Raw Steel (total)	7.843	37.785	8.123	38.463	-3.5%	-1.8%
Basic Oxygen process	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Electric	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Continuous cast (incl. above)	7.823	37.690	8.103	38.384	-3.5%	-1.8%
Rate of Capability Utilization	81.1	80.5	81.0	78.7		
MILL SHIPMENTS: (000 N.T.)						
Total steel mill products	7,911	38,367	7,987	37,938	-1.0%	1.1%
Carbon	7,493	36,337	7,596	36,081	-1.4%	0.7%
Alloy	216	1,020	172	807	25.8%	26.4%
Stainless	201	1,010	219	1,050	-8.2%	-3.8%
FOREIGN TRADE-STEEL MILL PRODUCTS:						
Exports (000 N.T.)	734	3,601	708	3,443	3.7%	4.6%
Imports (000 N.T.)	2,746	13,959	2,523	11,791	8.8%	18.4%
Carbon	2,140	10,785	1,997	9,113	7.1%	18.4%
Alloy	489	2,593	455	2,333	7.5%	11.1%
Stainless	117	581	71	345	65.1%	68.6%
Imports excluding semi-finished	2,344	11,225	1,856	7,977	26.3%	40.7%
APPARENT STEEL SUPPLY EXCLUDING SEMI-FINISHED IMPORTS (000 NET TONS)						
SEMI-FINISHED IMPORTS (000 NET TONS)	9,521	45,990	9,134	42,473	4.2%	8.3%
Imports excluding semi-finished as % apparent supply	24.6	24.4	20.3	18.8		
MILL SHIPMENTS:SELECTED MARKETS						
Automotive	1,036	5,305	1,165	5,799	-11.1%	-8.5%
Construction & contractors' products	2,162	10,691	1,935	9,093	11.8%	17.6%
Service centers & distributors	1,986	9,824	2,312	10,712	-14.1%	-8.3%
Machinery,excl. agricultural	104	524	149	714	-30.2%	-26.6%
EMPLOYMENT DATA:						
12 mo. 2020 vs. 12 mo. 2019						
Total Net Number of Employees (000) Source: BLS		137		146		-6.0%
12 mo. 2011 vs. 12 mo. 2010						
Hourly Employment Cost: Total wage and benefits Source: BLS - NAICS 3311 Iron & Steel Mills		\$ 27.20		\$ 26.91		1.1%
FINANCIAL DATA:(Millions of Dollars) * Preliminary						
12 mo. 2020 vs. 12 mo. 2019						
Steel Segment						
Total Sales		\$39,558		\$46,038		-14.1%
Operating Income		\$242		\$1,419		

別表2 米国の鉄鋼業データ(2)

	2022		2021		2022-2021 % Change	
	May	5 Mos.	May	5 Mos.	May	5 Mos.
FOREIGN TRADE - STEEL MILL PRODUCTS:						
Imports - Country of Origin (000 N.T.)	2,746	13,959	2,523	11,791	8.8%	18.4%
Canada	631	2,943	605	2,918	4.4%	0.9%
Mexico	482	2,433	308	1,679	56.6%	44.9%
Other Western Hemisphere	143	1,489	353	2,360	-59.6%	-36.9%
EU	444	1,729	337	1,343	31.8%	28.8%
Other Europe*	206	1,018	312	911	-34.0%	11.7%
Asia	742	3,817	547	2,352	35.6%	62.3%
Oceania	17	83	17	77	0.1%	8.0%
Africa	81	448	45	151	81.5%	197.0%
* Includes Russia						
Imports - By Customs District (000 N.T.)	2,746	13,959	2,523	11,791	8.8%	18.4%
Atlantic Coast	446	2,403	459	1,855	-2.8%	29.5%
Gulf Coast - Mexican Border	1,337	6,655	976	5,032	37.0%	32.2%
Pacific Coast	168	1,491	295	1,607	-43.0%	-7.2%
Great Lakes - Canadian Border	777	3,326	772	3,208	0.7%	3.7%
Off Shore	17	84	21	88	-20.6%	-4.3%

別表3 米国における需要分野別の鉄鋼出荷量

MARKET CLASSIFICATIONS	CURRENT MONTH		YEAR TO DATE+		CHANGE FROM 2021		
	NET TONS	PERCENT	NET TONS	PERCENT	SAME		PERCENT
					MONTH	YEAR TO DATE	
					NET TONS	PERCENT	
1. Steel for Converting and Processing							
Wire and wire products	108,552	1.4%	498,460	1.3%	7.0%	79,742	19.0%
Sheets and strip	473,817	6.0%	1,864,275	4.9%	194.2%	927,289	99.0%
Pipe and tube	437,481	5.5%	2,025,414	5.3%	-5.9%	-91,306	-4.3%
Cold finishing	416	0.0%	1,881	0.0%	-4.1%	173	10.1%
Other	24,211	0.3%	120,113	0.3%	-37.2%	-62,767	-34.3%
Total	1,044,477	13.2%	4,510,143	11.8%	36.3%	853,131	23.3%
2. Independent Forgers (not elsewhere classified)	9,188	0.1%	46,767	0.1%	-27.6%	-13,368	-22.2%
3. Industrial Fasteners	2,716	0.0%	14,168	0.0%	-47.8%	-12,642	-47.2%
4. Steel Service Centers and Distributors	1,986,086	25.1%	9,823,692	25.6%	-14.1%	-888,548	-8.3%
5. Construction, Including Maintenance							
Metal Building Systems	90,259	1.1%	394,025	1.0%	11.8%	-3,317	-0.8%
Bridge and Highway Construction	8,896	0.1%	46,273	0.1%	-17.6%	-5,161	-10.0%
General Construction	1,794,556	22.7%	8,918,999	23.2%	12.9%	1,456,794	19.5%
Culverts and Concrete Pipe	0	0.0%	0	0.0%	0.0%	0	0.0%
All Other Construction & Contractors' Products	268,690	3.4%	1,331,554	3.5%	5.3%	149,694	12.7%
Total	2,162,401	27.3%	10,690,851	27.9%	11.7%	1,598,010	17.6%
7. Automotive							
Vehicles, parts & accessories-assemblers	952,543	12.0%	4,891,877	12.8%	-10.0%	-401,956	-7.6%
Trailers, all types	791	0.0%	3,044	0.0%	-21.8%	-1,203	-28.3%
Parts and accessories-independent suppliers	61,483	0.8%	308,484	0.8%	-27.6%	-86,095	-21.8%
Independent forgers	20,700	0.3%	101,547	0.3%	-3.0%	-5,029	-4.7%
Total	1,035,517	13.1%	5,304,952	13.8%	-11.1%	-494,283	-8.5%
8. Rail Transportation	109,272	1.4%	518,263	1.4%	3.7%	13,804	2.7%
9. Shipbuilding and Marine Equipment	6,471	0.1%	33,625	0.1%	-23.2%	-5,387	-13.8%
10. Aircraft and Aerospace	835	0.0%	4,145	0.0%	72.9%	3,138	311.6%
11. Oil, Gas & Petrochemical							
Drilling & Transportation	124,272	1.6%	582,014	1.5%	-12.8%	-115,575	-16.6%
Storage Tanks	6,471	0.1%	11,598	0.0%	983.9%	8,822	317.8%
Oil, Gas & Chemical Process Vessels	835	0.0%	19,323	0.1%	-77.3%	2,715	16.3%
Total	131,578	1.7%	612,935	1.6%	-10.4%	-104,038	-14.5%
12. Mining, Quarrying and Lumbering	117	0.0%	481	0.0%	-15.8%	-18	-3.6%
13. Agricultural							
Agricultural Machinery	7,368	0.1%	38,015	0.1%	-10.1%	1,798	5.0%
All Other	913	0.0%	4,142	0.0%	-7.4%	-368	-8.2%
Total	8,281	0.1%	42,157	0.1%	-9.8%	1,430	3.5%
14. Machinery, Industrial Equipment and Tools							
General Purpose Equipment - Bearings	12,290	0.2%	59,183	0.2%	16.3%	-3,430	-5.5%
Construction Equip. and Materials Handling Equip.	26,998	0.3%	134,427	0.4%	7.8%	-16,548	-11.0%
All Other	16,904	0.2%	88,661	0.2%	-49.7%	-48,770	-35.5%
Total	56,192	0.7%	282,271	0.7%	-18.8%	-68,748	-19.6%
15. Electrical Equipment	47,809	0.6%	241,613	0.6%	-40.1%	-120,913	-33.4%
16. Appliances, Utensils and Cutlery							
Appliances	182,218	2.3%	957,162	2.5%	-5.3%	-29,494	-3.0%
Utensils and Cutlery	143	0.0%	1,038	0.0%	-85.5%	-1,980	-65.6%
Total	182,361	2.3%	958,200	2.5%	-5.7%	-31,474	-3.2%
17. Other Domestic and Commercial Equipment	17,531	0.2%	86,043	0.2%	-47.3%	-30,960	-26.5%
18. Containers, Packaging and Shipping Materials							
Cans and Closures	84,705	1.1%	407,933	1.1%	-4.1%	-24,217	-5.6%
Barrels, drums and shipping pails	50,024	0.6%	244,569	0.6%	-19.5%	-44,267	-15.3%
All Other	13,841	0.2%	75,131	0.2%	-37.2%	-35,513	-32.1%
Total	148,570	1.9%	727,633	1.9%	-13.9%	-103,997	-12.5%
19. Ordnance and Other Military	1,359	0.0%	6,658	0.0%	-29.0%	232	3.6%
20. Export	733,942	9.3%	3,600,905	9.4%	3.6%	158,140	4.6%
21. Non-Classified Shipments	226,027	2.9%	861,307	2.2%	-13.5%	-325,060	-27.4%
TOTAL SHIPMENTS (Items 1-21)	7,910,730	100.0%	38,366,809	100.0%	-1.0%	428,449	1.1%

+ - Includes revisions for previous months

P - Preliminary, final figures will appear in the detailed quarterly report.

* - Net total after deducting shipments to reporting companies.



皆さん、こんにちは。

8月この原稿を書いている時期は、暑い日々が続くものの、日本は暦の上では秋となる立秋を迎え、時候の挨拶が残暑見舞いに変わるころではないでしょうか。ウィーンは暑さのピークを過ぎ、日中の気温は30℃を下回る落ち着いた気候となり始めています。

コロナ制限撤廃以降、初めて迎える夏休みに我慢していた海外旅行へ出かける人が増えていますが、今年（2022）は飛行機による移動に新たな問題が立ち上がっています。というのもコロナ時に人員削減でしのいでいた欧州の主な空港施設や航空会社が、急回復した旅行需要に対応できなくなっているということです。日本でも報道されていきましたように、春から夏にかけて突然のフライトキャンセル、発着時刻の遅れに加え、預け荷物が届かない、セキュリティチェックへ辿り着くまでの大行列、などの混乱が目立ち始めています。私も3度ほどこの混乱を経験していました。

英国のある都市への出張では短い乗継時間に対応できなかったことが原因と思われる、到着時に受取れなかった預け荷物が、帰途につく前日の午後遅くにホテルに届くという出来事がありました。シャツや歯磨き粉などを急ぎ現地で買いいれたので、その夜は荷物の整理に追われました。このような状況でも空港では航空会社が機内スペースの混雑緩和を図るため、預け荷物への自発的な移し替えを乗客へ呼びかけ続けていました。

別の日のアムステルダム・スキポール空港では、セキュリティチェックのために空港ターミナルの外はるか先の通りまでうねるように続く大行列に3時間以上並びました。残り3分の1ほどの地点で、搭乗ゲート締切り時刻が迫ったため係員に知らせて、既に長蛇の列ができていた「優先」レーンに何とか入れてもらえました。ギリギリの時刻に這う体でゲートに着くも、そこで新たな出発時刻の遅れの発生を告げられるという有様でした。

当時スキポールなど欧州のハブ空港では搭乗時刻の5～6時間前にはセキュリティチェックへ向かうべきといった助言が話題になっていましたが、大げさではなかったことを実感しました。

別の時には、最初の便の出発時刻の遅れが原因で、ウィーンへ帰る乗継ぎ最終便を逃してしまい、経由地で予定外の宿泊をせざるを得なくなったことがありました。

事の大変さを裏付けるデータがあります。2021年1月の業界調査によると、欧州の空港地上職員のおよそ58.5%が「休業」状態となっており、そのうち23%は失職していたということでした。

一方で、欧州内の2022年最初の3ヶ月間における国際線旅客者数は、前年の同時期比ですでに+280%増加があったそうです。欧州で最も影響を受けた10ヶ所の空港において、2022年4月初めから6月末の3か月間にキャンセルされたフライトは欧州内便数を中心におよそ64,100便とのことでした。

欧州内の航空便による移動に関しては、すくなくとも今年いっぱい混乱が続くとの予測もあるとのこと、日本から欧州各地へご出張される方はくれぐれもお気をつけください。

写真は空港のワンシーンです。



ジェトロ・ウィーン事務所
産業機械部 佐藤 龍彦



皆さん、初めまして。

小川さんの後任として、シカゴ事務所に新しく駐在員として赴任しました川崎と申します。今後、米国での様々な出来事や話題について、私なりの視点も含めてお伝えしてまいりたいと思います。どうぞ宜しくお願いいたします。

まずはシカゴの印象から。まず、シカゴのダウタウンは特徴的な建築物の宝庫で、ジョンハンコックセンター、ウィリスタワー、トリビューンタワー、マーチャンダイスマート、マリーナシティなど、印象的な建築物がたくさんあります。近代建築のものは外壁に凝った彫刻がされて見飽きず、アメリカというよりヨーロッパにいるような感じもあります。他方新しい高層ビルは非常に細くて高いものも多く、地震がないとはいえ、ちょっと心配になるようなデザインのものが多いです。青い水面が印象的なシカゴ川には遊覧船が行き交い、様々なデザインの橋が数多くかかっていますが、これらは船舶の通行の際は橋が上がる、跳ね上げ式のもので、かなり古いと思われるものの現役で稼働しているようです。

道路はでこぼこのところも多く、走っている車にSUVが多い理由の一つではないかと考えてしまいます。ダウタウンでは車のクラクションが頻繁に聞こえますが、シカゴのドライバーはすぐにクラクションを鳴らすとのことで、あまり気にしないでいいのですが、すぐには馴染めません。

物価は高く、インフレと円安の影響もあり、ものにもよりますが例えば昼食のテイクアウト（ハンバーガーやサンドイッチなど）は日本の倍くらいの感覚です。スーパーの肉は日本と同じ程度かやや高め、魚は高く、また、野菜は日本の倍ぐらの印象です。日本の食材は値段が非常に高いですが、想像していたより種類がそろっており、たとえば醤油は日本のスーパーで見かけるよりバリエーションがあり、たまり醤油はほぼ必ずあります。これはたまり醤油はうまみが強く、またグルテンフリーを意識する消費者に受けているからとのことです。赤味噌とたまり醤油をミックスした“UMAMI”を強調した調味料などもあり、むしろ日本より進化している部分もあります。テレビの料理番組では“USUKUCHI”とか言いながら醤油をちゃんと使い分けていて、アメリカ人にとっても定番調味料の一つになっているように思えました。

コンビニや薬局等、どこに行っても寿司ロールがあり、ご存じの通りこれは日本の一般的なお寿司とは異なりますが、日本食が割と自然に浸透しています。

コロナについても一時期のピークは越え、以前の生活に徐々に戻ってきているようで、街中でマスクをしている人は少ない印象です。それだけ見ると対策が甘いのではないかと思えますが、他方、カードによるキャッシュレス決済のみしか扱っていない飲食店が多かったり、入り口に消毒薬が常備されていたりと、対策がしっかりされている面もあるという印象を受けました。

ということで、とりとめもなくただだらと書いた駄文になりましたが、引き続きお付き合いいただければと思います。

それではまた来月。



青い水面が印象的なシカゴ川

ジェトロ・シカゴ事務所
産業機械部 川崎 健彦

一般社団法人 日本産業機械工業会

THE JAPAN SOCIETY OF INDUSTRIAL MACHINERY MANUFACTURERS

本 部 〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号(機械振興会館4階)

TEL : (03) 3434-6821

FAX : (03) 3434-4767

関西支部 〒530-0047 大阪市北区西天満2丁目6番8号(堂ビル2階)

TEL : (06) 6363-2080

FAX : (06) 6363-3086